

TAPIO 

Hieskoivun kasvupotentiaali ja hyödyntämisen mahdollisuudet

30.11.2024

Maa- ja metsätalousministeriö

Nuutti Kiljunen, Airi Matila ja Markku Saarinen 2024, Hieskoivun kasvupotentiaali ja hyödyntämisen mahdollisuudet. Tapion raportti 75.

© Tapio Oy

ISBN 978-952-7435-38-0

ISSN 978-952-7435-38-0

Kansikuva
Nuutti Kiljunen
Kuvat
Airi Matila (3)

Työn tilaaja: Maa- ja metsätalousministeriö. Nap-paa hiilestä kiinni -ohjelma.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	3
2	HIESKOIVUN KASVATUS JA SOPIVAT KASVUPAIKAT.....	4
2.1	HIESKOIVUN KASVATUS METSÄMAILLA.....	4
2.2	HIESKOIVU KUUSEN LUONTAISESSA ALIKASVOSUUDISTAMISESSA.....	6
2.3	HIESKOIVUN HYÖDYNTÄMINEN MÄNNYN JA KUUSEN EPÄONNISTUNEILLA UUDISTAMISALOILLA	9
2.4	HIESKOIVUN LYHYTKIERTOKASVATUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA LUONNONHOITO	11
3	HIESKOIVUN TUHORISKIT	12
4	HIESKOIVU JA PUUNKORJUU	13
5	HIESKOIVU LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ JA SÄÄDÖSVALMISTELUSSA	14
6	HIESKOIVUN KÄYTTÖ	15
7	SIEMENTEN HANKINTA.....	16
8	HIESKOIVUN PERINNEKÄYTTÖ.....	17
9	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	17
10	LIITE 1 HIESKOIVUN KASVATUS JOUTOALUEILLA	20
11	LIITE 2 HIESKOIVUN SIEMEN- JA TAIMITUOTANTO	26
12	LIITE 3 PAIKKATJETOTARKASTELU HIESKOIVUN KASVUPAIKOISTA	34
13	KIRJALLISUUS	35

1 JOHDANTO

Suomessa esiintyy kolme koivulajia: hieskoivu, rauduskoivu ja vaivaiskoivu. Näistä hies- ja rauduskoivua kasvatetaan metsäteollisuuden raaka-aineeksi ja energiantuotantoon. Lapissa pensasmaisena esiintyvä tunturikoivu on hieskoivun alalaji, mutta sillä ei ole metsätalouksettä.

Hieskoivu (*Betula pubescens* L.) oli ensimmäisiä jääkauden jälkeen Suomeen tulleita puulajeja (Niemi 2015). Hieskoivu on männyn ja kuusen jälkeen Suomen kolmanneksi yleisin puulaji, ja sen osuus puuston tilavuudesta on valtakunnan metsien inventoinnin perusteella noin 12 % (Korhonen ym. 2021). Myös hieskoivuvaltaisten metsiköiden pinta-ala metsä- ja kitumailla Suomessa (1,2 milj. ha) on suurempi kuin rauduskoivuvaltaisten metsiköiden (0,64 milj. ha). Hieskoivu kasvaa tyypillisesti myös sekapuulajina havupuuvaltaisissa metsissä ojitetuilla turvemilla. Kivennäismaametsiköiden soistuneisiin painanteisiin luontaisesti syntyvät hieskoivut täydentävät puustoa ja lisäävät monimuotoisuutta. Hieskoivuvallaiset metsät painottuvat Pohjanmaalle, ja niitä esiintyy erityisesti turvemilla. Kaikkiaan hieskoivua on Suomen metsissä VMI:n mukaan noin 290.000.000 m³ (Korhonen ym. 2021).

Soistuneilla kivennäismailla ja turvemilla viihtyvä hieskoivu sopii parhaiten kuitu- ja energiapuuksi. Hieskoivun rungot täyttävä rauduskoivua harvemmin saha- tai vaneritukkien mitta- ja laatuvaatimuksia (Verkasalo 1997). Sekapuuna kasvatetun hieskoivun laatu voi olla hyvä, koska oksat karsiutuvat silloin paremmin kuin puhtaissa koivikoissa (Heräjärvi 2001).

Ruotsissa koivun osuus metsien puustotilavuudesta on 12 % (Dahlgren Lidman 2024). Hieskoivun osuus on pohjoisessa rauduskoivua suurempi kuin etelämpänä. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin aivan eteläisin Ruotsi, jossa hieskoivun osuus on suurempi kuin rauduskoivun. Euroopan pohjoisosissa hieskoivu menestyy usein samanlaisilla kasvupaikoilla kuin mänty.

Hieskoivun kasvu on rauduskoivua ja havupuuta hitaampaa, erityisesti viljavilla kivennäismailla. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden erot ovat pienempiä kuin viljeltyjen, erityisesti karummilla kasvupaikoilla. Koivulajien tuotoserot pienenevät myös maaperän muuttuessa märemmäksi, kuten hiesupitoisilla kivennäismailla ja turvemilla. Hieskoivu sietää paremmin ravinteiden niukkuutta ja maan märkyyttä kuin rauduskoivu tai havupuut.

Ongelmallisten metsityskohteiden, kuten hienojakoisten kivennäismaapeltojen ja turvemaapeltojen metsitykseen on joskus esitetty hieskoivun istutusta. Peltoja metsitettiin hieskoivulla 1990-luvulla käytännön mittakaavassa, ja sen menestymistä tutkittiin Metsäntutkimuslaitoksen laajassa koesarjassa (Ferm ym. 1993). Hieskoivun siementä oli silloin saatavilla usealta siemenviljelykseltä, mutta hieskoivun viljely alkoi hiipua vuosituhannen vaihteen lähestyessä, eikä uusia hieskoivun siemenviljelyksiä ole sittemmin perustettu. Hieskoivun siemenviljelmillä tuotettujen siementen käyttöalue ulottui eteläisimmästä Suomesta noin Kuhmo-Ylitornio-linjalle. Viljeltyjen hieskoivikoiden määräksi Suomessa arvioidaan noin 14.000 ha (Niemistö ym. 2008). Suurin osa istutettiin 1990-luvulla ja viimeiset 2000-luvun ensimmäisinä vuosina.

Hieskoivua syntyy helposti eri kasvupaikoille luontaisesti. Hieskoivu pioneeripuulajina valtaa usein ensimmäisenä puuttomia alueita. Sitä pidetään maan ominaisuuksia parantavana puulajina, joka raivaa tietä seuraaville puusukupolville esimerkiksi ojitetuilla avosoilla ja maankohoamisen vuoksi paljastuneilla kivennäismailla. Hieskoivutiheikköjä syntyy luontaisesti myös turvetuotannosta vapautuneille suonpohjille, jos maan ravinnetilanne on tasapainoinen. Pellonmetsityksissä luontaisia hieskoivun taimia on havaittu syntyneen vaihtelevasti, mutta luontainen metsittäminen on onnistunut harvoin.

Hies- ja rauduskoivusta on kirjoitettu muutamia monitahoisia kirjoja, jotka kannattaa mainita aiheesta kiinnostuneille lähdeeteoksina. Tietämys koivusta on lisääntynyt ajan myötä ja uudemmissa kirjoissa on siten varhaisempia kattavampi sisältö aiheesta.

Jyrki Raulo 1980. Koivukirja. Historiallinen urauurtava kirja kotimaisista koivuista, joka koosti aihepiirin tietämyksen käyttökelpoiseen muotoon julkaisuhetkellä. Koivun metsätalouskäytön historia käy myös hyvin ilmi tästä kirjasta.

Erkki Verkasalo 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. Verkasalon väitöskirja on perinpohjainen empiiriseen aineistoon perustuva tarkastelu koivulajien ominaisuuksista vanerin valmistuksessa. Kirjassa käsitellään myös hieskoivun yleisiä mahdollisuuksia metsätaloudessa.

Pentti Niemistö, Anneli Viherä-Aarnio, Pirkko Velling, Henrik Heräjärvi ja Erkki Verkasalo (toim.). 2008. Koivun kasvatusta ja käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsäkustannuksen julkaisema teos on viimeisin laaja tarkastelu koivun käytöstä ja kasvatuksesta. Kirja on sisällöltään edelleen suurelta osin ajantasainen ja käyttökelpoinen.

Seppo Oja, Matti Rousi, Matti Leikola ja Maria Lehtonen. 2024. Pehr Kalmin koivu. Vanhin koivutieto, sen lähteet ja päivitys nykyaikaan. Faros-kustannus Oy. Pietari Kalmin opinnäyte koivusta. Vanhinta tieteellisesti koottua tietoa koivusta käännettynä suomeksi. Vanhaa tekstiä on täydennetty aihetta tukevilla artikkeleilla muilta kirjoittajilta.

Tässä työssä tarkastellaan, millaisia mahdollisuuksia hieskoivulla on tänä päivänä kasvatettavana puuna. Miten hieskoivu ominaisuuksiensa puolesta vastaa puun kysyntään markkinoilla? Samalla tarkastellaan, onko olemassa hieskoivun kasvatukseen sopivia kohteita, joita voidaan tulevaisuudessa metsittää paitsi puuntuotannon, myös muiden tavoitteiden vuoksi. Millaisilla kohteilla hieskoivu voi olla hyvä valinta kasvatettavaksi puulajiksi? Mitä aiemman metsänjalostustyön tuloksena on saatu aikaan hieskoivun osalta ja ovatko tulokset hyödynnettävissä nyt? Onko viljely mielekäs vaihtoehto metsänkasvatuksessa? Lajille ominaisia tuhoriskejä tarkastellaan lähinnä vertailemalla sitä rauduskoivuun.

Raporttiin on koostettu keskeisintä tietoa hieskoivua koskevasta tutkimustiedosta ja puulajin hyödyntämisen nykytilanteesta. Tapiosta kirjoittajina toimivat Nuutti Kiljunen, Airi Matila ja Markku Saarinen. Luonnonvarakeskuksen projektia varten koostamat kirjallisuuskatsaukset koskien hieskoivun kasvatusta joutoalueilla ja siemen- ja taimituotantoa, ovat liitteinä. Luonnonvarakeskuksen Lasse Aro auttoi julkaisun valmistumisessa kommentoimalla käsikirjoitusta.

2 HIESKOIVUN KASVATUS JA SOPIVAT KASVUPAIKAT

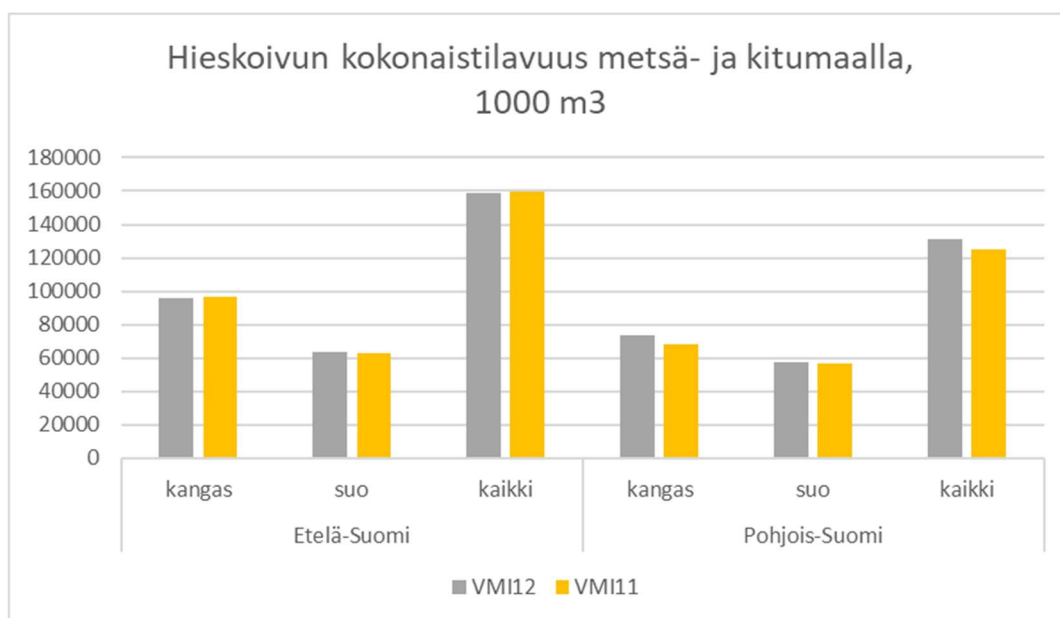
2.1 Hieskoivun kasvatusta metsämailla

Hieskoivun kasvatustilaisuuksia ja käyttöä selvitettiin 1990-luvulla runsaasti. Puulajin rooli Suomen metsissä voi olla muuttunut niistä ajoista erityisesti ojitettujen turvemaametsien kehityksen ja luontoarvojen korostumisen myötä. Hieskoivun vallitsemien metsien pinta-ala ja kokonaistilavuus Suomessa on esitetty kuvissa 1 ja 2.

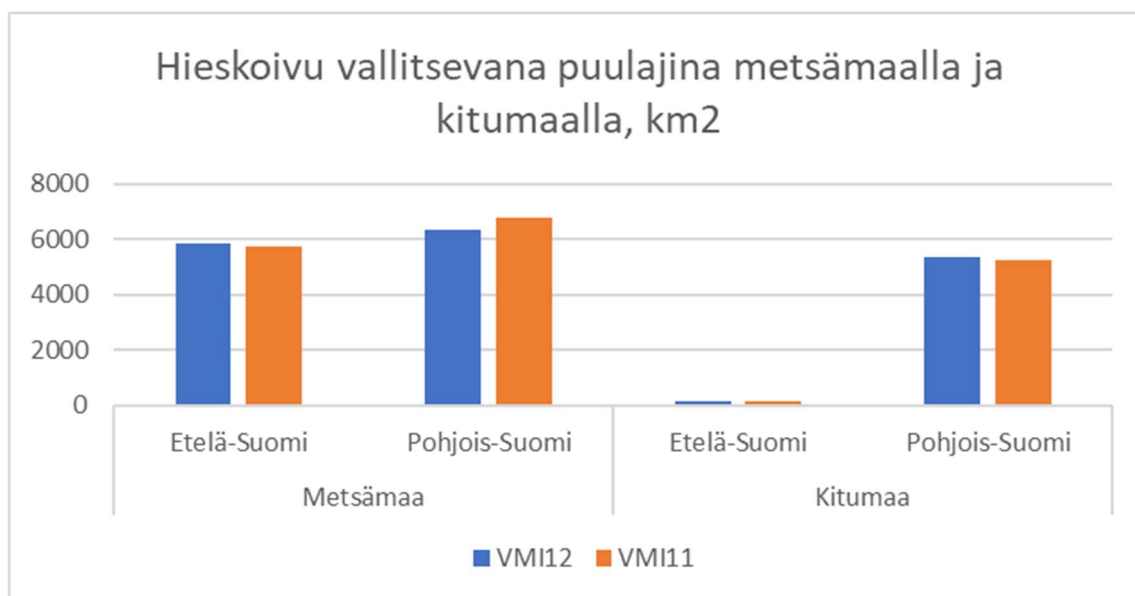
Hieskoivua on pidetty kelvollisena havupuutaimikoiden täydentäjänä, jos parempikasvuisia puulajeja ei ole tarjolla. Aiemmin esitettiin, että hieskoivusekapuusto pitäisi poistaa harvennuksessa sen lyhytikäisyyden vuoksi, mutta tilanne on muuttumassa, kun havupuiden kasvu on nopeutunut ja kiertoajat ovat lyhentyneet.

Mielikäisen (1985) mukaan hieskoivua voitaisiin kasvattaa sekapuuna havupuutaimikossa, koska sen kasvu on rauduskoivua hitaampaa, eikä se kasvaisi yhtä helposti ylispuustoksi piiskaamaan havupuun taimia. Hieskoivusekoitus ei ole parantanut havupuumetsikön kokonaistuotosta. Sekapuustona hieskoivun puuntuotos ja metsänkasvatuksen kannattavuus ovatkin heikompia kuin rauduskoivulla. Sekapuustoisten taimikoiden kehitysdynamiikka on kuitenkin muuttunut 1980- ja 1990-lukuihin verrattuna erityisesti maanmuokkausmenetelmien, taimien laadun ja siemenalkuperien kehittymisen vuoksi. Luonnonvarakeskukselta on tulossa uutta tutkimustietoa lehtipuiden kehityksestä havupuutaimikoissa.

Vaikka hieskoivun puuntuotos ja kasvatuksen kannattavuus olisivat muita puulajeja heikommät, muuttaman metrin mittainen hieskoivikko voi silti olla kasvatuskelpoinen. Puutavaralajijakauma jäänee kuitu- ja energiapuuvaltaiseksi, mutta parhaista kohteista voi saada hiukan tukkia. Hieskoivikoita on suositeltu kasvattamaan tiheämpänä kuin rauduskoivikoita. Niemistön ym. (2017) mukaan kannattavimmaksi vaihtoehdoksi hieskoivikon kasvatuksessa muodostui kasvatus ilman harvennuksia 40 - 45 vuoden kiertojalla. Tukkipuuta tavoiteltaessa voi soveltuvin osin noudattaa rauduskoivun kasvatusohjeita.



Kuva 1. Hieskoivun kokonaistilavuus metsä- ja kitumaalla (VMI; Korhonen ym. 2017, 2021).



Kuva 2. Metsä- ja kitumaan pinta-ala, jossa hieskoivu on vallitsevana puulajina (VMI; Korhonen ym. 2017, 2021).

2.2 Hieskoivu kuusen luontaisessa alikasvosuudistamisessa

Suomalaisen suometsätieteen uranuurtajana tunnettu Oskari J. Lukkala kirjoitti vuonna 1946 laajan tutkimusartikkelin korpimetsien luontaisesta uudistamisesta ”lohkoittaisilla ja kaistaleittaisilla paljaaksihakauksilla” (Lukkala 1946). Artikkelinsa yhteenvedossa hän kuvailee, kuinka leveydeltään vaihtelevien kaistaleiden avoaloille nousee ensimmäisen 10 vuoden aikana runsas koivun taimisto. Kuusen taimia sen sijaan on verraten runsaasti hakattavan metsän alla jo valmiina jatkamaan kasvuaan nousevan koivun taimiston suojassa. Uusien kuusen taimien määrä lisääntyy hakkuun jälkeen varsin hitaasti mutta Lukkalan kokeissa oli kyse harventamattomien ja tiheiden koivikoiden alla tapahtuvasta taimettumisesta. Mikäli syntynyttä luontaista koivutaimikkoa olisi alusta lähtien harvennettu, voisi kuusen taimettumistuloksen olettaa noudattavan kehitystä, jonka myös Lukkala raportissaan myöhemmin kuvailee: ”Hieskoivikon voimakkaan itseharvenemisen myötä kaistaleelle kuitenkin nousee nuori koivikko, jonka seassa on alikasvoskuusia kohtalaisen runsaasti”.

Kuusen luontainen uudistaminen on useimmiten nähty väljennys- ja suojuspuuston kautta tapahtuvana ”kuusi kuusen alle” uudistamisketjuna. Kyseiseen menettelyyn liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi sitä on varsin harvoin käytännössä sovellettu. Toisaalta sen vaihtoehtona pidettävää ja hieskoivun ”aggressiiviseen” taimettumiseen sekä kuusen alikasvosuudistamiseen perustuvaa luontaista ”kuusi koivun alle” ketjua ei käytännössä ole senkään vertaa sovellettu. Koivun kuitupuukasvatuksen heikko taloudellinen kannattavuus lienee tähän suurimpana syynä varsinkin, kun turvemaiden hieskoivikoita hyvin harvoin voidaan kannattavasti kasvattaa kaksijakoisesti kuusen ”päällä” vaneripuumittoihin asti.

Hieskoivun taimettumiseen ja kuusialikasvosten syntyyn perustuvan luontaisen uudistamisen vaihtoehdon mielekäs hyödyntäminen perustuu luonnollisesti kasvatusketjun kannattavuuteen suhteessa viljelyvaihtoehtoon. Kysymyksiksi muotoiltuna tämän voisi esittää seuraavasti: kumpi tekijä vaikuttaa koko kasvatusketjun talouteen enemmän; hieskoivun kasvatuksen heikko kannattavuus ja alikasvoskuusikon hidaskasvu vai viljelykuusikon suuret perustamiskustannukset? Kuinka paljon kannattavampaa on mätäästä ja viljellä kuusen taimet verrattuna siihen, että perataan ja harvennetaan korpikaistaleen avoalalle ”väkisin syntyviä koivupusikoita” kuitupuukoivun kasvattamiseksi ja alikasvoskuusikoiden syntymisen edistämiseksi? Jos viljely on taloudellisesti kannattavin vaihtoehto, niin kuinka suuri on

kannattavuusero eli paljonko joudutaan taloudellisesti tinkimään luontaisen vaihtoehdon valinnassa, mikäli valinta perustuu esimerkiksi ekologisiin tavoitteisiin? Mahdollisia ekologisia hyötyjä voisivat olla esimerkiksi metsiköiden ”rakenteellisen” monimuotoisuuden lisääminen ja ojitetuilla turvemaidella ympäristövaikutusten vähentämiseen tähtäävä turpeen vedenpinnan tason säätely erityisesti mustikka- ja ruohoturvekankaiden viljavuustasoilla (Saarinen ym. 2023). Viimeksi mainitun tavoitteen merkitys korostuu sen myötä, mitä laajempia pienaukkoja ja kaistaleita tehdään. Avoalalle nopeasti kehittyvän koivu- taimikon voimakas haihdutusvaikutus voi merkittävästi lieventää aukon keskellä kohoavan vedenpinnan haitallisia vaikutuksia. Kyseistä haihdutustaikutusta ei toistaiseksi ole tutkittu mutta se on kuitenkin kuusen istutustaimikkoon verrattuna huomattavasti voimakkaampaa.

Hieskoivun ja alikasvoskuusen luontaisen uudistamisen kannattavuutta suhteessa kuusen viljelyyn on vertailtu Luonnonvarakeskuksessa tehdyssä hankkeessa, jonka tulokset on raportoitu maa- ja metsätalousministeriön toimitetussa loppuraportissa (Saarinen ym. 2023). Raportissa, jonka tulokset ovat yleis- tettävissä Keski- ja Pohjoispohjanmaalle sekä Kainuuseen, pyrittiin vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Mikä on kuusen istutuksella aloitetun jaksollisen kasvatuksen paljaan maan arvo verrattuna luontai- sella koivu-kuusi-uudistamisella aloitettuun kaksijaksoisen kuitupuukasvatukseen, kun koivua kasva- tetaan eri mittaisia aikoja kuusen päällä joko ensiharvennuksella tai ilman harvennusta. Vertailu is- tutusvaihtoehtoon tehdään erikseen tilanteissa, joissa kuusen istutustaimet kehittyvät varttuneeksi taimikoksi häiriöttä, osittain hallavaurioiden vioittamina tai viljely epäonnistuu ja uusi metsä varttuu luontaisena koivun ja männyn sekapuustona.
- 2) Mikä on kuusen istutuksella aloitetun jaksollisen kasvatuksen paljaan maan arvo verrattuna luontai- sella koivu-kuusi-uudistamisella aloitetun kaksijaksoiseen energiapuukasvatukseen, kun koivua kas- vatetaan verhopuustona eri mittaisia aikoja kuusen päällä. Vertailu tehdään samoilla kolmeen edellä kuvattuun onnistumisluokkaan kuuluvilla kuusen viljelytaimikoilla.

Edellä kuvatun ja avohakkuun hetkellä tehtävän päätöstilanteen lisäksi tehtiin vertailuja myös sellaisella hetkellä, jolloin lähtökohtana oli jo ensiharvennusta edellyttävä koivikko valmiiksi olemassa. Varsinkin Keski-, Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla esiintyy runsaasti viljavia ja kuusen kasvatukselle soveliaita hies- koivuvaltaisia vanhoja ojitusalueita, joissa usein joudutaan kyseenalaistamaan koivun jatkokasvatuksen kannattavuus. Tällöin vaihtoehtoina ovat:

- 1) Koivun avohakkuu, mätästys ja kuusen istutus
- 2) Koivun harvennus ja jatkokasvatus 20 vuotta 55 vuoden kiertoajalla ilman kuusialikasvosta
- 3) Koivun harvennus ja harvennushetkeen mennessä syntyneen luontaisen kuusialikasvoksen vapau- tus 10 vuoden jatkokasvatuksen jälkeen
- 4) Koivun harvennus ja kuusen istutus muokkaamattomaan maahan kuusen alle ja vapauttaminen 10 tai 20 vuoden jatkokasvatuksen jälkeen

Raportissa kaikki edellä kuvatut kannattavuusvertailut tehtiin ns. paljaan maan arvoon perustuvilla net- tonykyarvolaskelmilla käyttäen kolmen prosentin korkovaatimusta. Niiden mukaisesti avohakkuun jäl- keen eli hetkellä, jossa valitaan uuden puusukupolven perustamisen menetelmä, on uudistamisalan rai- vaus, mätästys ja kuusen istutus kannattavin vaihtoehto, mutta vain kahdella ehdolla. Ensinnäkin viljelyn pitää onnistua niin että lähes kaikki istutustaimet vakiintuvat taimikoksi ja varttuvat ilman kasvua hait- taavia tuhoja kuten hallavioituksia. Toinen reunaehto viljelyvaihtoehdon paremmuudelle on vaihtoeh- toisen kuusen luontaisen taimettumisen viivästyminen lähelle peratun koivutaimikon kehityksen ensi- harvennusajankohtaa. Toisin sanoen, onnistunut ja häiriötön istutustaimikko on kannattavin, mikäli vaihtoehtona oleva kehityskelpoinen kuusialikasvos syntyy vasta lähellä koivun ensiharvennusvaihetta. Tuolloin kuusialikasvosta joudutaan kasvattamaan kaksijaksoisena koivun kanssa yli koivikon

ensiharvennuksen ja vapauttamaan vasta koivun kuitupuukasvatuksen päätehakkuun yhteydessä. Toisaalta, jos vertailukohtana olevan istutuskuusikon kehitys hidastuu hallavaurioiden vuoksi mutta jatkaa normaalia kasvuaan noin 10–15 vuoden kuluttua viljelystä, tulee kaksijaksoinen kuusen kasvatusta koivikon alikasvoksena siinä tapauksessa lähes yhtä kannattavaksi vaihtoehdoksi viljelyn kanssa.

Mikäli kuusi taimettuu pian avohakkuun jälkeen luontaisesti yhdessä koivun taimettumisen kanssa siten, että noin 15 vuoden kuluttua avohakkuusta tehtävässä koivutaimikon harventamisessa koivua tarvitaan enää vain verhopuustona, mahdollistaa luontainen kuusialikasvos vähintään 1500 rungon kasvatustiheydellä kannattavamman kasvatustilanteen kuuselle kuin istuttaen perustettava ja täysin häiriöttömänäkin kehittynyt kuusen taimikko.

Kun kannattavuusvertailun lähtökohtana on jo olemassa oleva ja ensiharvennusajankohtaa lähestyvä mustikka- tai ruohoturvekankaan hieskoivikko, on päätettävä, kannattaako sitä yhä kasvattaa vai hakeaanko koivupuusto saman tien ja uudistetaan viljellen kuusikoksi. Samalla on harkittava, onko mahdollinen luontainen alikasvoskuusikko kehityskelpoinen ja kuinka paljon sitä säästyy kasvatettavaksi kuusen vapauttamisen jälkeen. Tuolloin kannattavuusvertailu tehdään koivun hakkuun jälkeisen viljelyn ja alikasvoksen hyödyntämisen välillä. Luonnonvarakeskuksen selvityksessä (Saarinen ym. 2023) päätöksentekotilanteen vaihtoehdot jaettiin neljään tapaukseen seuraavasti:

1. **Koivikon välittömän avohakkuun ja viljelykuusikon kasvatustilanne:** Päätetään olemassa olevan 35-vuotiaan hieskoivikon kasvatusta ja tehdään avohakkuu, mätästys, kuusen istutus, varhaisperkaus sekä taimikonhoito ja kasvatetaan kuusikko 29 cm läpimittaan. Seuraavat tulevat kiertoajat oletetaan perustettavan vastaavalla tavalla viljellen.
2. **Koivun jatkokasvatustilanteen linja ilman kuusialikasvosta:** Hyödynnetään koivun kuitupuukasvatustilanteen tuotospotentiaali kokonaisuudessaan ilman alikasvoskuusia, mikäli sitä jostain syystä ei ole ensiharvennuksen mennessä luontaisesti syntynyt. Kasvatetaan koivua harvennuksen jälkeen 10 tai 20 vuotta ja tehdään päätehakkuu (koivun kasvatustilanteen kiertoaika näin ollen 45 tai 55 vuotta). Seuraavat tulevat kiertoajat oletetaan tässäkin olevan viljelykuusikoita.
3. **Koivun ja luontaisen kuusen kaksijaksoiskasvatustilanteen linja:** Koivun harvennus ja jatkokasvatusta kaksijaksoisena kasvatustilanteena harvennushetken mennessä syntyneitä luontaista kuusialikasvosta hyödyntäen. Kuusen vapautus 10 tai 20 vuoden jatkokasvatustilanteen jälkeen (koivun kasvatustilanteen kiertoaika 45 tai 55 vuotta). Siitä eteenpäin tulevat kiertoajat viljeltävinä kuusikoina.
4. **Koivun ja istutetun kuusen kaksijaksoiskasvatustilanteen linja:** Koivun harvennus ja kasvatusta 10 vuotta 45 vuoden kiertoajalla ja samanaikaisesti kaksijaksoinen kasvatusta harvennushetkellä koivun alle muokkaamattomaan maahan istutettua kuusen alikasvosta hyödyntäen. Kuusen vapautus 10 vuoden jatkokasvatustilanteen jälkeen. Tulevat kiertoajat kuusen viljelynä.

Selvityksen mukaan ylivoimaisesti taloudellisin vaihtoehto on hyödyntää jo olemassa olevaa luontaista alikasvosta ainakin siinä tapauksessa, että se on saavuttanut noin metrin keskipituuden ja sen tiheys on koivun harvennuksen ja päätehakkuun eli kuusen vapautuksen jälkeen vähintään noin 1500 kuusta hehtaarilla. Alikasvoksen hyödyntäminen ja kasvatusta toisena jaksona koivun alla 10–20 vuotta ensiharvennuksen jälkeen (kasvatustilanne 3) on siis huomattavasti kannattavampaa kuin heti tehtävä nuoren koivikon päätehakkuu ja kuusen uudistaminen avomaalle raivauksineen, mätästysineen, viljelyineen ja taimikon hoitoineen (kasvatustilanne 1). Näin siinäkin tapauksessa, että heti tehtävä kuusen viljely onnistuu ilman minkäänlaisia taimikkotuhoja.

Jos kehityskelpoista alikasvosta ei koivikon alle ole syntynyt, kyseenalaistuu pelkän kuitupuukoivun jatkokasvatustilanteen kannattavuus ensiharvennuksineen varsinkin yli 10 vuoden jatkokasvatustilanteella

(kasvatuslinja 2). Kannattavinta on uudistaa koivikko heti ja viljellä kuusikoksi. Toisaalta, mikäli kuusen taimikko kärsii hallavaurioita seuraavien 10 vuoden aikana mutta säilyy kehityskelpoisena, viljelykuusikon kannattavuus luonnollisesti heikkenee mutta pysyy kuitenkin vielä suunnilleen samalla tasolla kuin koivikon jatkakasvatuslinjakin.

Mikäli koivikon ensiharvennushetkellä ei ole kasvatuskelpoista kuusialikasvosta, on mahdollista tuottaa se viljelemällä muokkaamattomaan maahan harvennetun koivikon alle ja kasvattamalla sitä kymmenen vuotta alikasvoksena (kasvatuslinja 4). Tämä kenttäkokeissa toimivaksi todennettu menetelmä (Niemistö 1995, Hilli ym. 2003, Niemistö & Poutiainen 2004) on taloudellisesti mielekäs ratkaisu ainakin siinä tilanteessa, että heti avoimelle alalle tehtävässä kuusen viljelyssä voi olettaa olevan merkittävä hallatuhojen riski. Jos vaihtoehtona olevan ja heti tehtävän avohakkuun jälkeen istutetuista kuusen taimista kolmannes tuhoutuu, niiden tilalla kasvatetaan luontaisesti syntyneitä männyn taimia ja loput kehityskelpoiset kuuset ovat terveitä noin 20–30 % lyhyempiä niin siihen verrattuna kuusen alikasvosviljelyn kannattavuus jo lähestyy heti tehtävän avoalaviljelyn kannattavuutta. Näin ollen edellä kuvattuja voimakkaamat hallatuhot muuttavat alikasvosviljelyn heti tehtävää avoalaviljelyä kannattavammaksi.

2.3 Hieskoivun hyödyntäminen männyn ja kuusen epäonnistuneilla uudistamisaloilla

Ojitusalueiden metsänuudistamisaloilla esiintyy havupuuvältaista taimikkoa tavoiteltaessa runsaasti ongelmia hieskoivun kanssa. Tämä on tyypillistä erityisesti II-tyyppin turvekankailla puolukaturvekankaan viljavuustasolta alkaen (ptkg(II), mtkg(II) ja rhtkg(II)). Vaikeimmat tapaukset löytyvät niiltä ojitusaloilta, joilla ennen päätehakkuuta esiintyy tiheitä hieskoivualikasvoksia valtapuuston alta. Muutaman metrin mittaista hieskoivuriukua saattaa esiintyä jopa kymmenien tuhansien runkojen hehtaariuheudessa. Päätehakkuun jälkeen tehtävä hakkuualan raivaus tuottaa lisäksi vesaikon, jonka tiheys voi edelliseen verrattuna olla moninkertainen, aiheuttaen runsaasti työtä varhaisperkauksen ja taimikonhoidon yhteydessä.

Puolukaturvekankaiden männyn uudistamisaloilla ongelma korostuu taimikon menestyksellistä vakiintumista tavoiteltaessa. Tämän takia runsaasti hiesalikasvosta kasvavilla puolukaturvekankailla on syytä välttää siemensyntyistä uudistamista eli luontaista uudistamista sekä kylvöä. Istutustaimikoissa päästään vähemmällä taimikonhoitotyöllä. Edellisessä kappaleessa esitettyä mustikka- ja ruohoturvekankaiden alikasvosuudistamista ajatellen vesasyntyisen hieskoivun runsaus ei aiheuta niin suurta ongelmaa ainakaan silloin kun koivu hyödynnetään pelkästään kuusitaimikon verhopuustona ja korjataan energia-puuna. Pidemmälle viedyssä kaksijaksoisessa koivun kuitupuukasvatuksessa yhdessä alikasvoskuusten kanssa on puolestaan syytä tavoitella hieskoivun siemensyntyistä taimettumista. Sen sijaan mäntyvaltaisen II-tyyppin mustikkaturvekankaan hieskoivualikasvokset voivat olla hyvin tiheitä ja uudistaminen epäonnistuu helposti joko siksi että tavoitellaan havutaimikkoa luontaisesti tai istutustaimikon taimikonhoitotyöt lyödään laimin.

Luonnonvarakeskuksessa on julkaistu tutkimus, jonka tuloksia voi soveltaa luontaisesti syntyneiden hieskoivutiheiköiden hyödyntämisessä olivat ne sitten syntyneet tarkoituksella tai epäonnistuneen havupuunuudistamisen jälkeen (Niemistö ym. 2017a ja 2017b). Tutkimusaineisto oli osittain sama kuin edellä kuvatussa koivikoiden alikasvostutkimuksessa (Saarinen ym. 2023) kohdentuen mustikka- ja ruohoturvekankaiden ojitusalueille ja on alueellisesti yleistettävissä Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalle sekä Lounais-Suomen Lappiin. Tutkimuksen tulokset osoittivat sen, kuinka paljon syntyneen koivikon valtapituus tarkasteluhetkellä vaikuttaa jatkakasvatusvaihtoehtojen kannattavuuteen. Mikäli koivutaimikko on ruohoturvekankaalla ehtinyt kahden metrin pituuteen, on sen kasvatus kannattavampaa kuin aloittaa alusta ja viljellä kuusen taimet. Mustikkaturvekankailla tuo raja tulee vastaan noin kolmen metrin valtapituudessa. Puolukaturvekankaiden hieskoivikoista ei vastaavia kasvu- ja tuotostutkimuksia ja niistä johdetuja kannattavuuslaskelmia ole tehty. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että noin neljän metrin

valtapituuteen ehtinyt koivutaimikko esimerkiksi epäonnistuneella männyn uudistamisalalla kannattaa jo hyödyntää ensin energiapuuta kasvattamalla ennen kuin yritetään uusia männyn uudistamisen toimenpiteitä.

Neljän metrin valtapituus on tutkimuksen mukaan raja, jonka jälkeen mustikka- ja ruohoturvekankaiden koivikoissa kuitupuukasvatuksen kannattavuus alkaa muuttua kyseenalaiseksi. Toisin sanoen, enintään neljämetrinen koivikko voidaan harventaa kuitupuukasvatusta varten noin 2500 rungon hehtaariitiheyteen. Sen jälkeen on harkittavissa myös ensiharvennuksen tekeminen 13–15 metrin valtapituudessa, mutta kannattavuusero kasvatukseen ilman ensiharvennusta on vähäinen. Olennaisinta kuitupuukasvatuksessa on enintään 55–56 vuoden mittainen kiertoaika ennen päätehakkuuta. Ensiharvennus on mielekkäintä lähinnä silloin, jos koivikon alle on syntynyt kehityskelpoinen kuusen alikasvos.

Jos koivutiheikkö on kasvanut harventamatta jo viiden metrin valtapituuteen asti, ei minkäänlainen harvennus enää kannata eli kuitupuukasvatus ei tuota arvonlisää hyödynnettävälle koivikolle. Tällöin koivu kasvatetaan käsittelemättömänä ja korjataan noin 40–45 vuoden kasvatusajan jälkeen. Jos korjuukalusto mahdollistaa kuitupuun ja energiarangan erottelun, voi kasvatusaika venyttää 50–55 vuoteen.

Edellä kuvattuihin kannattavuusrajoihin vaikuttavat luonnollisesti myös taimikonhoitotöiden kustannukset, joissa voi olla suuria taimikkokohtaisia eroja. Oma lukunsa on energiapuun ja koivukuitupuun hintasuhte, joka tällä hetkellä on hyvin erilainen kuin tutkimuksen julkaisuvuotena 2017. Tällä hetkellä energiarangan hinta on lähes sama kuin kuitupuun hinta, joka merkitsee sitä, että kuitupuukasvatuksen kannattavuus suhteessa harventamattoman koivikon energiapuukasvatukseen on entistäkin heikompi. Toisaalta koivun kasvatuksen kannattavuus yleensä suhteessa siihen, että ne raivataan välittömästi ja alue viljellään havupuulle, on entistäkin kannattavampaa sen sijaan että jätetään tarjolla oleva koivua hyödyntämättä.

Joutoalueiden metsitys vesiensuojelun ja hiilensidonnan lisäämiseksi Joutoalueiden (peltoheitot ja turvetuotannosta vapautuneet suonpohjat) ja peltojen metsitystä hieskoivulla, hieskoivun tuotosta ja kasvatuksen kannattavuutta on käsitelty tarkemmin liitteessä 1. Perinteisen puuntuottamisen sijaan joutoalueiden metsityksen tavoitteena voisi olla vesiensuojelun tehostaminen ja hiilinielujen lisääminen ennestään puuttomilla alueilla.

Käytössä olevia turvemaapelloja Suomessa on noin 250.000 ha. On maatalous- ja ilmastopoliittinen kysymys, paljonko näitä metsitetään tulevaisuudessa. Turvapeltojen vettäminen ja sen mahdollistama kosteikkoviljely on parhaillaan tutkimuksen kohteena yhtenä maankäyttömuotona.

Vuoden 2023 lopussa päättyneen joutoalueiden metsitystuen perusteluissa esitettiin kasvihuonekaasuvaikutuksina, että ”Maatalouskäytöstä poistuneen kivennäismaan metsitys pienentää kasvihuonekaasujen päästöjä keskimäärin 3,8 tonnia CO₂ ekv./ha/v verrattuna viljelyyn ensimmäisen 15 vuoden aikana. Maatalouskäytöstä poistuneen turvemaan metsitys pienentää päästöjä 9,8 tonnia CO₂ ekv./ha/v. Turvetuotannosta poistuneen alueen metsitys pienentää päästöjä 7,8 tonnia CO₂ ekv./ha/v vastaavana aikana.”

Täysin uutta käyttöä hieskoivulle on nähtävissä metsityksen kohdistuessa hiilensidonnan ja vesiensuojelun tavoitteisiin. Tällöin intressi ei olisi niinkään kannattavassa puuntuotannossa vaan enemminkin tuottaa yhteiskunnallista hyötyä. (Rehevöittävä kuormitus.)

Vesienhoidon tavoitteena on turvata ja saavuttaa pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila. Vesienhoitoa suunnitellaan ja toteutetaan ELY-keskusten johdolla Manner-Suomen seitsemällä vesienhoitoalueella. Valtioneuvoston hyväksymissä vesienhoitosuunnitelmissa ja niihin sisältyvissä toimenpideohjelmissa kerrotaan, mitä toimia tarvitaan vesien hyvän tilan saavuttamiseksi. Toimenpideohjelmien toteutumista seurataan myös tiiviisti. (Vesien- ja merenhoito Suomessa.)

EU:n vesipuitedirektiivi velvoittaa kaikkia EU-valtioita laatimaan alueilleen vesienhoitosuunnitelmat. Kansallisesti vesienhoidosta on säädettylaissa vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (272/2011), valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) ja valtioneuvoston asetuksessa vesienhoitoalueista (1303/2004).

2.4 Hieskoivun lyhytkiertokasvatuksen ympäristövaikutukset ja luonnonhoito

Hieskoivun lyhytkiertokasvatuksen ympäristövaikutuksista linnustoon ei liene tehty tutkimuksia. Voidaan päätellä, että lyhytkiertokasvatuksen hieskoivikko saattaa houkutella esimerkiksi sinitiaista ja muita tiaisia, peippolajeja, metsäkivistä sekä satakieltä Etelä-Suomessa. Kanalinnusta ainakin teeri löytäneekin talvisin ravintoa lyhytkiertokasvatuksen hieskoivun silmuista.

Nämä lajit viihtyvät puusto- ja pensastiheikköjen ja avointen alueiden vaihtumisvyöhykkeillä. Luonnonhoidollisena työnä on syytä luoda hieskoivikon ja avoimen alueen reunavyöhykkeitä teiden varsille, erilaisille kosteille painanteille ja muille puuta kasvamattomille tai heikosti kasvaville kohteille. Ensimmäisen puusukupolven kasvatuksen luonnonhoidollisena työnä voisi olla jättää hieskoivuryhmiä, jotka hiljalleen kuolevat luontaisesti ja tuottavat pesäpaikkoja esimerkiksi hömötiäiselle.

Entisen turvetuotantoalueen tuhkalannoitus parantaa myös kasvien mahdollisuuksia. Maaperään tulee ravinteita ja pH nousee. Hieskoivikkoon tulee horsmaa, heiniä, ruohoja ja muuta kasvillisuutta, joka hieskoivikon umpeutuessa vähenee. Hieskoivun lisäksi reunapuusto saattaa siementää alueelle tervaleppää, harmaaleppä, kuusta, mäntyjä ja pajulajeja. Hieskoivikossa viihtyy pölyttäjiä ja muita hyönteisiä, jotka ovat linnuille ravintoa.

Lyhytkiertokasvatuksen hieskoivikko on alueen lähimaisemassa erikoisuus. Se kasvaa pituutta nopeasti ja jo muutamassa vuodessa lähimaisema umpeutuu. Lyhytkiertokasvatuksessa ei tehdä taimikonhoitoa, joten se saattaa näyttää ryteiköltä. Avohakkuun alue voidaan kokea epäesteettiseksi, mutta alue umpeutuu pian. Turvetuotantoalueille syntyvät hieskoivikot voivat olla pinta-alaltaan poikkeuksellisen suuriakin yhtenäisiä lehtimetsiköitä, jotka sijaitsevat tyypillisesti havupuuvältaisessä maisemassa.

Kasvava hieskoivikko saattaa parantaa entisen turvetuotantoalueen vaikutuksia pintavesiin. Kasvava hieskoivikko haihduttaa, jolloin alueelta ei lähde pintavetenä vettä liikkeelle alapuolisiin vesiin. Avohakkuun jälkeen vedenpinta kohoaa, jolloin on syytä varmistaa, että vesiensuojeluratkaisut toimivat suunnitellusti. Korjuun toteutus on oleellista toteuttaa vesiensuojelun ratkaisujen mukaisesti. Jatkossa on tarve saada sellaisia puulajeja, jotka saadaan uudistumaan ja kasvamaan ilman maanmuokkausta.

Lyhytkiertokasvatukseen varatun hieskoivikon vaikutuksista ihmisten viihtyvyyteen ei liene tutkittua tietoa. Voi kuitenkin pohtia, että metsäalue, joka ei ole kovin mieltä virkistävä, soveltuu huonosti luontoreittien kohteeksi. Hirvenmetsästyksen kohde lienee soveltuva.

Hieskoivun lyhytkiertokasvatuksella voi olla myönteisiä ilmastovaikutuksia. Kasvava puusto sitoo yhteyttämisessä hiiltä puubiomassaan maan päälle ja maahan. Metsikkökarikkeen muodostuminen maanpintaan lisää hiilivarastoa (Aro ym. 2023). Hytösen ym. mukaan (2018) hieskoivutiheikkö voi sitoa enemmän hiiltä kuin mitä hiiltä vapautuu ilmakehään kasvupaikan jäännösturpeesta.



Kuva 3. Nuorta luontaisesti syntynyttä hieskoivuvesakkoa. (Kuva: Airi Matila).

3 HIESKOIVUN TUHORISKIT

Tuhoriskien osalta hieskoivua vertaillaan rauduskoivuun niiltä osin kuin puulajeilla on eroa. Koivulla ylipäätään ilmenee tuhoriskejä, jotka eivät erottele puulajia. Koivusekapuustolla on niin ikään vaikutuksia havupuustoihin kohdistuviin riskeihin siten, että itse koivulajilla ei ole merkitystä. Monissa metsätuhoja koskevissa tarkasteluissa koivut käsitellään yhtenä puulajina eivätkä koivulajille ominaiset erot tulle siellä esille.

Hirven syöntipaineen on yleisesti todettu olevan suurempi rauduskoivua kuin hieskoivua kohtaan (Heikkilä 1991). Ruotsalaisessa puulajitarkastelussa (Månsson 2007) hirven puumaisen ravinnon valinnassa suosituimmat puulajit olivat pihlaja, haapa ja raita sekä muut pajut. Seuraavana tulivat rauduskoivu ja kataja. Kolmanneksi maittavimman puulajiryhmän muodostivat mänty ja hieskoivu. Ensimmäisellä puulajiryhmällä oli 14-kertainen riski tulla syödyksi verrattuna hieskoivuun ja mäntyyn. Toisella ryhmällä 3,5-kertainen verrattuna mäntyyn ja hieskoivuun. Tutkimus ei ollut varsinainen taimikkotutkimus, vaan se sisälsi koealoja erilaisissa metsiköissä. Vaihtelua syöntiriskin toteutumisessa kuitenkin on. Joissakin peltonmetsityskokeissa on havaintoja hieskoivun rauduskoivua suuremmista tuhoista ainakin alkuvuosina (Ferm ym. 1993).

Lehtipuiden aiheuttaman varjostuksen on todettu lisäävän männyn taimiin kohdistuvaa syöntipainetta. Asia on huomioitu myös Metsänhoidon suosituksissa männyn taimikoiden käsittelyohjeistuksessa, jossa männyn taimikoiden perkaus suositellaan tehtäväksi riittävän ajoissa liiallisen varjostuksen välttämiseksi. Rauduskoivun nopea alkukehitys voi aiheuttaa hieskoivua suuremman riskin varjostukseen tai havupuun latvojen piiskaukseen. Riskinhallinta tässä tilanteessa on toimenpiteen oikea ajoitus tilanteen suhteen. Lehtipuun kasvatusta on esitetty monissa yhteyksissä vaihtoehtona havupuulle kohteissa, joissa juurikäpää *Heterobasidion* sp. vaurioittaa havupuita. Havupuilla juurikäpärisä on rihmaston läsnä ollessa lehtipuita suurempi. Juurikäpärisä on kuitenkin havaittu tarttuvan myös lehtipuihin. Ruotsalaisessa juurikäpärisä tartuntariskistä puulajeittain tarkastelevassa kokeessa huomattiin vieläpä niin, että sekä kuusen- että männynjuurikäpärisä tarttuivat kaikkiin tutkittuihin puulajeihin, kun niitä varta vasten tartutettiin (Stenlid ym. 1995). Tarttumistodennäköisyys kuitenkin vaihteli juurikäpärisä taksonin ja puulajin mukaan. Hies- ja rauduskoivun osalta esitettiin niin, että kuusenjuurikäpärisä tarttumistodennäköisyys hieskoivuun oli suurempi kuin rauduskoivuun. Männynjuurikäpärisä tarttumistodennäköisyys hieskoivuun puolestaan oli tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin rauduskoivuun. Tuloksen käytännöllistä merkitystä on

tämän kokeen perusteella vaikea osoittaa, ja tarvittaisiin pitempiaikainen koe asian perusteellisempaa selvitystä varten (Stenlid, suull. tieto 2023).

Myyrätuhojen osalta Ferm ym. (1993) havaitsivat tuhojen olevan samaa luokkaa pellonmetsityksissä molemmilla koivulajeilla, ja vaurioitettujen taimien osuuden suuruusluokat olivat kolmen vuoden jälkeen samaa luokkaa koivuilla kuin männyllä ja kuusella. Koivun versolaikkutaudin aiheuttajia ovat sienet, mm. *Phytophthora cactorum*, jota esiintyy koivuilla, muilla lehtipuulajeilla ja jopa puutarhakasveilla (Lilja 1996.). Muita aiheuttajia ovat *Godronia*, *Fusarium*- ja *Alternaria*-lajit sekä harmaahomeen aiheuttaja *Botrytis*, jotka aiheuttavat taimilla myös muita ongelmia. Koivulajeista rauduskoivu vaikuttaa olevan alttiimpi versolaikkutaudin tuhoille. Ilmiön merkitystä tai sen eroa koivulajeilla istutuskohteilla käytännössä on kuitenkin vaikea arvioida. Koivulajeilla on pieniä eroja kuorivaurioiden kyljestymisessä. Hieskoivulla kuivuus on ollut hidastava tekijä kyljestymisessä (Romakkaniemi ja Poteri 1987). Kyljestyminen ylipäätään oli hieskoivulla hitaampaa.

Ferm ym. (1993) havaitsivat koesarjassaan versolaikkutaudin olleen pellonmetsityskohteilla taimikohtaisesti hieman yleisempää rauduskoivulla (36 %) kuin hieskoivulla (22 %). Samansuuntainen esiintymisriski oli Hytösen (kts Lilja 1996) havainnoissa, joissa lähes puolessa (49 %) tarkasteluista rauduskoivuissa oli versolaikkutautia kolme vuotta pellonmetsityksen istutuksesta ja hieskoivulla osuuden ollessa reilu kolmannes (36%). Romakkaniemi (1986) havaitsi *Godronia multisporan* aiheuttaman versolaikkutaudin aiheuttavan rauduskoivulla selvästi isompia koroja kuin hieskoivulla. *Fusarium avenacium*illa ei havaittu samaa eroa puulajien suhteen.

4 HIESKOIVU JA PUUNKORJUU

Puunkorjuussa hieskoivua ei lajin perusteella erotella rauduskoivusta. Koivut korjataan samoihin tavaralajeihin kyseisten tavaralajien mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti. Hieskoivun tyypillisesti rauduskoivua pienempi koko ja yleisempi mutkaisuus kuitenkin ohjaavat tavaralajijakaumaa jalostusarvoltaan alempiin tavaralajeihin. Joitakin puulajille ominaisia huomioita hieskoivun suhteen puunkorjuussa on kuitenkin tehty.

Hieskoivuylispuustoon syntyy usein kuusta alikasvokseksi sopivissa olosuhteissa ylispuuston ollessa riittävän harvaa. Ylispuuston hakkuuta tällaisissa olosuhteissa on tehty alikasvoksen hyödyntämiseksi seuraavana puusukupolvena. Tutkimusten mukaan vajaa neljännes kuusialikasvoksesta tuhoutuu kehityskelvottomaksi (Niemistö ym. 2012). Riittävän alikasvoksen vallitessa ylispuuston poistolla voidaan saada aikaan kehityskelpoinen kuusen taimikko. Näin vältetään puuton vaihe metsikön kehityksessä. Alikasvuksien varominen hakkuussa alentaa hakkuutyön tuottavuutta. Tuottavuuden aleneminen on suuruusluokkana noin 10–30 % ja riippuu osaltaan siitä, onko ylispuustoa hoidettu ennen ylispuuhakkuuta. Kasvatuksesta on esitetty erilaisia mallilaskelmia (esim. Niemistö ym. 2017).

Hieskoivun harvennus tai pieniläpimittaisen hieskoivun uudistushakkuu voi olla houkuttelevaa toteuttaa joukkokäsittelyllä. Tällöin hakataan joko kuitupuuta tai energiapuuta. Hieskoivun rungon mutkaisuus tekee usein kuitenkin joukkokäsittelystä haastavaa. Riippumatta joukkokäsittelyvarustuksesta, joudutaan hieskoivurunkoja siten hakkaamaan usein yksinpuin (Laitila ym. 2014). Energiapuun kokopuunkorjuussa rungon mutkaisuudella ei ole vastaavaa merkitystä.

Kasvatettaessa hieskoivua hyvin lyhyellä kiertoajalla tasaisilla mailla, kuten turvesuon pohjilla tai suurilla peltoalueilla, houkutteleva menettely voisi olla jonkinlaisen kaistaa hakkaavan jatkuvatoimisen vesakko-harvesterin käyttö. Tällöin keskimääräinen vuotuinen puuntuotos jäisi kuitenkin alhaiseksi ja saatavan hakkeen laatu ei siinä mukana olevan kuoren ja runkopuun pienuuden vuoksi olisi kuin energiakäyttöön sopivaa. Ongelma voivat olla myös seassa olevat hakkeen pitkänomaiset partikkelit. Tällaisia

erikoiskoneita ei kuitenkaan ole Suomessa otettu käyttöön. Suoraan hakettavilla vesakkoharvesterilla syntyvä hake on lisäksi tuoretta, mikä asettaa rajoituksia käytön suhteen. Tuoreusongelmaa ei rankapuun tai kokopuun hakkuussa ole, mutta kohteiden on oltava järeämpiä kuin esimerkinomaisessa vesakkoharvesterikäsitelyssä. Erikoiskoneiden käytössä ongelma on riittävä työmaiden määrä kannattavalla toiminta-alueella. Vuokila (1987) käytti oppikirjassaan ilmaisua ”puolipitkä kiertoaika” kuvaamaan nimemenomaan hieskoivun kasvatusta siten, että kiertoajat olivat lyhyempiä kuin metsätaloudessa yleensä, mutta puuston koko mahdollisti rungoittain käsittelyn hakkuussa.

Perinteisen harvesterin ja esimerkinomaisen vesakkoharvesterityyppisen ratkaisun ohella tiheiden hieskoivokoiden hakkuuta varten tavallisessa harvesterissa on mahdollista harvesterin hakkuupään korvaaminen pyörösahaterillä varustetulla kokopuun hakkuulaitteella. Pitkät hakattavat puut voidaan katkaista lähikuljetuksen kannalta sopivaan mittaan hakkaamalla latva ensin erikseen.

5 HIESKOIVU LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ JA SÄÄDÖSVAlMISTELUSSA

Hieskoivua käsitellään metsälaisissa ja sitä täsmentävässä valtioneuvoston asetuksessa varsin täsmällisillä sanamuodoilla. Hieskoivun osalta lainsäädäntö ja puulajin käyttöä koskeva asetusteksti ovat muita puulajeja rajoittavampia.

Metsälain pykälä 8a, Metsän uudistamisessa käytettävät puulajit, käsittelee myös hieskoivua puulajina. Kyseinen pykälä muutettiin metsälakiin 2013 (Laki metsälain muuttamisesta... 2013). Hieskoivun rooli metsänuudistamisessa kuvataan lain tasolla muita puulajeja tarkemmin. Pykälän ensimmäisessä momentissa todetaan: ”Edellä 8 §:n 1 momentissa tarkoitettussa metsän uudistamisessa taimikon saa perustaa männyn, kuusen, rauduskoivun, haavan, siperianlehtikuusen, vaahteran, tervalepän, tammen, kynäjalavan, vuorijalavan, metsälehmuksen, saarnen ja hybridihaavan alkuperältään ja kasvupaikalle sopivilla taimilla tai siemenillä. Taimikon saa perustaa hieskoivun taimilla tai siemenillä vain turvemilla, kangasmaiden soistuneissa osissa ja tiiviillä savi- tai hiesuvaltaisilla mailla. Muilla kasvupaikoilla hieskoivua voidaan käyttää sen kasvupaikasta ja alueen maantieteellisestä sijainnista riippuen täydentävänä puulajina.” Saman pykälän kolmannessa momentissa todetaan lisäksi: ”Valtioneuvoston asetuksella annetaan tarkemmat säännökset hieskoivun käytöstä täydentävänä puulajina.”

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (Valtioneuvoston asetus... 2013) pykälä 12 ohjaa hieskoivun käyttöä täydentävänä puulajina edellä mainitun metsälain pykälän ulkopuolisilla kasvupaikoilla: ”Muilla kuin metsälain 8 a §:n 1 momentissa mainituilla kasvupaikoilla hieskoivun osuus taimikon täydentävänä puulajina voi olla pohjoisen Suomen alueella enintään 50 prosenttia ja muualla Suomessa enintään 20 prosenttia hyväksyttävistä taimista.”

Maa- ja metsätalousvaliokunta totesi lain valmisteluvaiheessa (Maa- ja metsätalousvaliokunnan... 2013, Hallituksen esitys... 2013) hieskoivun osalta: ”Havupuuvaltaisen taimikon säilyminen havupuuvaltaisena edellyttää sitä, että vesat ja siemensyntyiset lehtipuut eivät tavoita istutustaimien keskipituutta. Valiokunnalle toimitetussa asiantuntijaselvityksessä on todettu, että kasvatuskelpoisen taimikon 0,4 metrin keskipituusvaatimus ei takaa havupuiden istutustaimikoiden säilymistä havupuuvaltaisina vaan ne muuttuvat hoitamattomina lehtipuuvaltaisiksi, joissa valtapuuna on lähes aina vesasyntyinen hieskoivu. Asiantuntijaselvityksen mukaan tämä edellyttää kuusitaimikossa kasvatuskelpoisten taimien 0,7 metrin keskipituutta. Valiokunta tulee mietinnön yksityiskohtaisissa perusteluissa ehdottamaan kyseisen säännöksen muuttamista niin, että vaadittava taimien keskipituus on 0,5 metriä. Lisäksi valiokunta edellyttää varmistamista lakia alemman tason säännöksillä, etteivät vesat ja siemensyntyiset lehtipuut tavoita havupuuvaltaisilla taimikoilla, muun muassa kuusitaimikoilla, istutustaimien keskipituutta. (Valiokunnan lausumaehdotus 1)”. Kyseinen asiantuntijalausunto on Metsäntutkimuslaitoksen tekemä lisälausunto (Metsäntutkimuslaitos 2013). Hieskoivua ei siinä enää erikseen nimetä, mutta viitataan kyllä

Metsäntutkimuslaitoksen aiempaan lausuntoon, jossa vesasyntyiset hieskoivut on tuotu esille. Mainittua keskipituutta ei kuitenkaan ole lain tasolla lopulta esitetty. Eduskunta hyväksyi (Eduskunnan vastaus... 2013) edellä mainitun lausumaehdotuksen: ”Eduskunta edellyttää varmistamista lakia alemman tason säännöksillä, etteivät vesat ja siemensyntyiset lehtipuut tavoita havupuuvuovaltaisilla taimikoilla, muun muassa kuusitaimikoilla, istutustaimien keskipituutta.”

Säädösvalmistelussa on korostettu lehtipuuvesakon aiheuttamaa uhkaa kasvatettavalle puulajille, ja se on kohdistunut nimenomaan hieskoivuun puulajina. Suhteessa muihin puulajeihin hieskoivulle sopivimmat kasvupaikat, turvemaat ja hienojakoisimmat kivennäismaat ovat lain puitteissa mahdollisia kasvupaikkoja. Mahdollisuus hieskoivun käyttöön täydentävänä puulajina on lisäksi laajempi Pohjois-Suomessa.

6 HIESKOIVUN KÄYTTÖ

Hieskoivun teollinen käyttö ei juuri poikkea rauduskoivusta, mikäli puutavaran laatuvaatimukset täyttyvät (Hakkila 1966, Ferm 1985, Salmi 1987). Runkojen pienemmän koon ja heikomman teknisen laadun takia hieskoivusta saadaan vähemmän tukkia kuin rauduskoivusta (Kärkkäinen 1984, Salmi 1987).

Koivulajeilla on pieniä morfologisia ja muita eroja (esim. lehdet, versot, oksat, kuori, siemenet, norkot, solujen koko ja muut puuanatomiset erot; Hynynen ym. 2010), mutta niillä ei ole juuri vaikutusta koivun käyttöön, jos puutavaran ulkoinen laatu täyttää sille asetetut vaatimukset. Jossakin tapauksissa hies- ja rauduskoivun erottaminen morfologisten tekijöiden perusteella on vaikeaa. Merkittävä geneettinen ero samaan sukuun (*Betula* sp.) kuuluvien koivulajien välillä on, että rauduskoivu on kromosomistoltaan diploidi ($2n=28$) ja hieskoivu on tetraploidi ($4n=56$). Lajien väliset risteymät ovat harvinaisia joihinkin muihin puusukuihin verrattuna. Syyksi tähän on esitetty joitakin biokemiallisia estomekanismeja (Hagman 1971).

Puutavaran mittauksessa, kuoriprosentin määrittämisessä ym. on yleisesti koivuja käsitelty yhtenäisesti, koska merkittäviä eroja ei ole katsottu olevan, ja puuraaka-aineen käytön kannalta puulajilla ei enää ole merkitystä laatuvaatimusten muuten täytyessä. Hieskoivun pienemmän koon ja morfologisten ominaisuuksien vuoksi todennäköisyys laatuvaatimusten täyttymiselle tietyissä olosuhteissa on alempi kuin rauduskoivulla.

Vanerin tuotannossa hieskoivu on merkittävä raaka-aine. Havainnot vaneritehtailta 1990-luvulla osoittivat, että joillakin tehtailla jopa 40 prosenttia sorvattavista pölkkyistä oli hieskoivua (Verkasalo 1998). Tietyn dimension sorvipölkkyissä hieskoivun viilusaanto on keskimäärin tyyppillisesti hieman rauduskoivua alempi rungon muotovaihteluiden vuoksi. Erona koivulajien välillä on vielä lisäksi hieskoivuviilujen keskimääräisesti heikompi laatu.

Sulfaattiselluloosan valmistuksessa hieskoivu on yhtä sovelias raaka-aine kuin rauduskoivukin. Samaten puoliseluloosien valmistuksessa, josta Suomessa on pitkä kokemus. Koivukuitupuuta ohjataan puunhankinnassa siten yhtenä tavaralajina varsinaisesta puulajista riippumatta. Koivua on sahojen ja vaneritehtaiden sivutuotteista ohjautunut sellu- ja energiakäytön ohella myös kuitu- ja lastulevyteollisuuteen.

Hieskoivun soveltuvuus myös energiapuuksi on erinomainen. Kaupallisen energiapuun ohella merkittävää on hieskoivun käyttö kiinteistöjen tulisijoissa. Normaalit rungon laatuvahtelut eivät käytännössä vaikuta käyttökelpoisuuteen energiapuuna, ja hieskoivun lämpöarvo vastaa rauduskoivua. Koivun ominaisuuksia erityisesti energiakäytön osalta on tarkastellut mm. Nurmi (1993). Koivun puuaineen lämpöarvo on hieman korkeampi kuin useimmilla muilla kotimaisilla puulajeilla. Puuaineen tiheys kuitenkin

vaikuttaa siten, että koivun energiasisältö tilavuusyksikköä kohti on merkittävästi suurempi kuin useimilla muilla kotimaisilla puulajeilla.

Puuntuonnin loppuminen Venäjältä 2022 alkaneen hyökkäyssotaa seuranneiden pakotteiden vuoksi on merkinnyt koivun osalta kotimaisen kysynnän voimistumista. Samaan aikaan turpeen energiakäytön vähentyminen on johtanut energiapuun kysynnän kasvuun kaukolämmön ja yhdistetyn lämmön- ja sähkötuotannon polttoaineena.

Hieskoivun sahausesta on olemassa niukasti tietoja. Koivun sahaus, raudus- ja hieskoivulla yhteensä, on ylipäätään Suomessa ollut hyvin vähäistä havupuun sahauskseen verrattuna. Sahatuista koivutukeista suurin osa on ollut rauduskoivua. Pienen tukkiosuuden ja vaihtelevan laadun vuoksi sahauskelpoisen hieskoivun määrä lienee varsin pieni. Hieskoivua on aiempina vuosina kuitenkin ohjautunut jonkin verran sahauskseenkin, arviolta muutamia tuhansia kuutiometrejä vuodessa. Pölkkyjen laatuominaisuudet määrittävät sahauskelpoisuuden ja niiden täyttyminen hieskoivurungoissa on epätodennäköisempää kuin rauduskoivulla. Eräiden karkeiden arvioiden mukaan noin 20 % sahatusta tukkivolyymistä olisi ollut hieskoivua.

7 SIEMENTEN HANKINTA

Hieskoivun siementä on tuotettu aiemmin kuudella siemenviljelyksellä. Neljän tiedot ovat Ruokaviraston ylläpitämässä lakkautettujen siemenviljelysten taulukossa (<https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/metsapuiden-siemenet-ja-taimet/perusaineisto/kayttoaluekartat/lakkautetut-siemenviljelykset/>). Hieskoivun siemenviljelysten käyttöalueet kattoivat suuren osan maata eteläisimmästä Suomesta aina lämpösumaan 920 d.d. asti. Siemenviljelysten lukumäärä on ollut iso huomioiden arvioidun hieskoivun viljelypinta-alan Suomessa, 14.000 ha.

Aiempiä kokemuksia hieskoivun siementuotannosta ja jalostuksen saavutuksia peilaten niitä tämän päivän tarpeisiin käsitellään Luonnonvarakeskuksen tuottamassa raportin liitteessä 2: Hieskoivun siemen- ja taimituotanto.

Hieskoivulla aiemmin tehdyn jalostustyön hyödyntämiseksi voidaan selvittää, onko kyseisillä alkuperillä viljellyissä metsiköissä sellaisia hyvälaatuisia kohteita, joissa voitaisiin toteuttaa metsikkökeräys. Tällä tavoin saataisiin kenties geneettisesti hieman monimuotoisempaa siementä kuin yksittäisestä luontaisesta syntyneestä metsiköstä keräämällä. Metsikkökeräyssiemenen luokitteluun on tällöin kaksi vaihtoehtoa (Leinonen 2024):

Luokittelu alimpaan laatuluokkaan, *siemenlähde tunnettu*, (direktiivi 1999/105/EY, liite II). Tällöin keräyksen voi tehdä hyvälaatuisista metsiköstä tai metsiköistä, jotka sijaitsevat yhdellä lähtöisyysalueella. Mielellään kuitenkin pienemmällä rajatulla alueella (esim. kunta). Tällöin niille tehdään vain siemenkeräysilmoitus, jossa annetaan tarvittavat (olemassa olevat tiedot). Keräysyksikkö voi siis olla yksittäinen metsikkö tai alue (siemenlähde). Kantatodistus myönnetään siemenkeräysilmoituksen perusteella. Siementen keräystä valvotaan pistokoeluoontoisesti. Keräyksen järjestäjän täytyy olla rekisteröitynyt MEVI-rekisteriin ja siementen tuotannossa ja markkinoinnissa on noudatettava kaikkia metsänviljelyaineiston kaupasta annetun lain vaatimuksia.

Korkealaatuinen metsikkö rekisteröidään siemenkeräysmetsiköiksi Ruokaviraston ylläpitämään perusaineistorekisteriin ja sille annetaan rekisteritunnus. Tällöin Ruokavirasto käy tarkastamassa metsiköt paikan päällä ja varmistaa silmävaraisesti ja/tai dokumenttien perusteella, että kyseessä on laadultaan normaalia hieskoivumetsikköä selvästi parempilaatuinen ja -kasvuinen metsikkö, joka täyttää säädöksissä (direktiivi 1999/105/EY, liite III) asetetut vaatimukset. Metsiköstä voidaan kuvata rekisteriin tarkemmin

mm. alkuperä- ym. tietoja, jos niistä on olemassa luotettavat (kirjalliset) dokumentit. Rekisteröinti nostaa siemenviljelysaineiston luokituksen luokkaan *valikoitu*. Siemenkeräysilmoitus tehdään samaan tapaan kuin siemenviljelyksille käyttäen rekisterissä olevia tietoja ja kantatodistus myönnetään siemenkeräysilmoituksen perusteella.

Metsikkösiemenelle ei vahvisteta käyttöaluetta, vaan sen soveltuvuus määritellään siementen siirtosääntöihin pohjautuvalla siirtosuosituksella. Hieskoivun osalta siirtosuositusta ei ole tehty. Vastaavan työn muilla puulajeilla ovat perinteisesti tehneet Tapio ja Luke. Hieskoivun viljelyn kannalta otollisimmilla maantieteellisillä alueilla, mm. Pohjois-Pohjanmaalla on paikoin kohtuullisen laadukkaita viljeltyjä hieskoivikoita.

8 HIESKOIVUN PERINNEKÄYTTÖ

Koivuilla on ollut monentyyppistä perinteistä käyttöä joko kasvavina puina tai puuta hyödyntäen. Usein koivulajeja ei ole eroteltu toisistaan tässä yhteydessä. Esim. Vilkuna ja Mäkinen (1953) kuvaavat lukuisia erilaisia koivun käyttökohteita erottelematta puulajeja toisistaan yhdessä käyttökohteessa. Esillä kirjassa ovat mm. erilaisten esineiden valmistaminen koivusta ja koivun lehdestäminen kotieläinten talviravinnoksi. Jälkimmäistä tehtiin erityisesti Lounais-Suomessa. Joitakin eroja koivulajien välillä kuitenkin on perinteisessä käytössä ilmennyt.

Tuohi on hieskoivussa sileämpää kuin rauduskoivussa, joten sitä on sen vuoksi pidetty tuohitöihin soveltuvampana (Niemi 2015). Samassa teoksessa kuvataan kuinka koivuun liittyvissä sanoissa voi nähdä ja tuntea erilaisten koivujen ulkomuodot ja pinnat. Rauduskoivun lehdet ovat kovat ja ”sileät kuin rauta”. Hieskoivun lehdet ovat nihkeät kuin hiki, pihka tai lima. Rauduskoivua on pidetty hieskoivua parempana saunavastamateriaalina. Yksittäisiä hieskoivun oksia on kuitenkin saatettu lisätä vastaan niiden erityisen tuoksun vuoksi (Niemistö ym. 2008).

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Hieskoivua kasvaa Suomessa runsaasti niin kivennäis- kuin turvemailla. Hieskoivun vertaaminen kasvatettavana puulajina pelkästään rauduskoivuun eri kasvupaikoilla ei välttämättä ole mielekästä. Vertailukohtana voisi olla karuilla mailla mänty ja viljavilla mailla kuusi. Metsänviljelyssä niillä kohteilla, joilla koivua halutaan viljellä ja jotka kasvupaikan puolesta soveltuvat rauduskoivulle, rauduskoivulla saavutetaan samat monimuotoisuus- ja maisemahyödyt kuin hieskoivullakin. Rauduskoivun puuntuotos sille sopivilla kasvupaikoilla on kuitenkin hieskoivua suurempi. Tämä ero korostuu uusilla rauduskoivun siemenviljelysalkuperillä.

Raportissa on tarkasteltu hieskoivun käyttömahdollisuuksia metsätaloudessa. Tarkastelussa on ollut sekä hieskoivun rooli metsämailla että mahdollisilla metsityskohteilla. Metsityskohteina kiinnostavimmat ovat erityisesti turpeenostosta vapautuneet turvesuonpohjat ja paksuturpeiset turvemaapelot. Mikäli turvemaapeltoja tulisi merkittävä määrä jostain syystä metsitettäväksi, lienee kuusi sopivin ja taloudellisesti kannattavin puulaji niille. Metsitettävien peltöjen joukossa voisi kuitenkin olla kohteita, joissa hieskoivu olisi perusteltu valinta metsityspuulajiksi. Hieskoivun kasvatuksen kannattavuus pellonmetsityksessä on kuitenkin ollut heikko ilman metsitystukea.

Turvetuotannosta poistuneilla suonpohjilla luontainen metsittyminen lienee tulevaisuudessakin päämenetelmä. Puutuhkalannoitus varmistaa luontaisen taimettumisen suonpohjilla. Turvetuotannosta poistuneiden alueiden kokonaispinta-alaa selvitetiin joutoalueiden metsitysohjelmaa varten. KÄsitys pinta-

alasta vaihtelee tarkastelusta toiseen välillä 20.000 - 30.000 ha (Hämäläinen ja Lumperoinen 2020). Kaikkia joutoalueita koskevat arviot olivat 56.000 -112.000 ha. Jos mukaan luetaan vajaatuottoiset metsät, pinta-ala voi noista jopa 200.000 hehtaariin. Joutoalueiden metsitysohjelmassa hyväksytyjä kohteita (Metsäkeskuksen mukaan hakemusten käsittelyn päättyessä 30.6.2024) oli lopulta vajaat 6700 ha, joista turvetuotannosta poistuneita alueita 3800 ha.

Hieskoivu on luontaisesti uudistettavissa useille kohteille, mutta sitä kannattaisi suosia sille parhaiten sopivilla kasvupaikoilla, kuten turvemaidella, joilla on mahdollista tavoitella kuusen luontaista uudistamista alikasvoksena tai kohteille, joissa vesitalous on ongelmallinen havupuun kasvatuksen kannalta. Viljely voi mahdollisesti tulla kyseeseen täydentävänä menetelmänä, mutta tutkimustuloksia luontaisesti uudistuneiden tai metsittyneiden ja viljelemällä perustettujen hieskoivikoiden vertailusta mm. puuntuotoksen osalta on niukasti. Hieskoivun viljelyyn sopivia kohteita on runsaasti, mutta kiinnostuksen viljelymateriaalin käyttöön täytyisi olla merkittävästi suurempi kuin nykyisinennon kuin siementuotanto siemenviljelyksillä olisi mielekästä. Jos siemenellä on kysyntää, metsikkösiemen hyödyntäminen on alussa ensisijaista. Metsikkökeräyksen osalta kannattaa selvittää, onko sitä mahdollista toteuttaa sv-alkuperin viljelystä metsiköistä. Tällöin aiemman jalostustyön saavutuksia saadaan hieman hyödynnettyä.

Uusia käyttömahdollisuuksia hieskoivulle on nähtävissä hiilensidonnassa lisäämisessä ja vesiensuojelun parantamisessa (myös luonnonhuuhtouman kiintoaines- ja ravinnekuormitus) kasvupaikoilla, jotka muutoin jäisivät avoimiksi. Tämä olisi haitallisten ympäristövaikutusten vähentämisen kannalta yhteiskunnallisestikin perusteltua, vaikka hieskoivun kasvatus olisikin puuntuotannon näkökulmasta kannattamatonta. Uudet kasvatustavoitteet edellyttävät kuitenkin kehitystyötä, jolla luodaan uusia kannustimia maanomistajille.

Sekapuuna hieskoivu on käyttökelpoinen hyödyllinen erityisesti turvemaidella ja Pohjois-Suomessa. Kivennäismailla rauduskoivulla kuitenkin usein saavutetaan Etelä-Suomessa muuten samat lehtipuuston tuomat hyödyt kuin hieskoivulla, mutta samalla parempi kasvu. Erityisesti viljavilla kivennäismailla sekapuustoa tavoiteltaessa kuusen ja rauduskoivun yhdistelmää pidetään hyvänä. Paraslaatuiset hieskoivut toki kasvavat Etelä-Suomessakin kivennäismailla sekapuustona.

Tutkimustieto hieskoivun siemen- ja taimituotannosta ja metsänviljelystä on pääosin 1990-luvulla tehtyjen tutkimusten ja kokemusten varassa. Sinänsä käyttökelpoiset tutkimukset ovat edelleen sovellettavissa, mutta ajan myötä toimintaympäristö on muuttunut. 1990-luvulla myös hieskoivun siemeniä tuotettiin siemenviljelyksillä, joita on kaikkiaan ollut olemassa kuusi kappaletta. Siemenviljelyssiemenien ja hieskoivun viljelyyn asetetut toiveet eivät kaikelta osin tuoneet tavoiteltuja tuloksia. Hieskoivun jalostustoiminta ja siementuotanto hiipuivat vuosittuhannen vaihteessa.

Hieskoivun taimia tuotettiin enimmillään yli 5 miljoonaa kappaletta vuodessa. Tuolloin siemenviljelyalkuperiä oli hyvin saatavissa. Siemen- ja taimituotanto romahtivat kuitenkin 2000-luvun alussa. Myöskään jalostustyötä ei hieskoivulla ole enää jatkettu. Aiemman jalostustyön tulokset olisivat joiltakin osin edelleen hyödynnettävissä. Siementuotanto siemenviljelyksillä on pitkälti rauduskoivun kaltaista, eikä sen toteutuksessa olisi luultavasti isoja ongelmia. Taimituotanto on rauduskoivun osalta kehittynyt viime vuosikymmeninä ja vastaavien menetelmien käyttö hieskoivulla ei olisi aivan sellaisenaan sovellettavissa ja vaatisi kehittämistyötä.

Hieskoivun siemenviljelmän perustaminen edellyttäisi suurehkoa taimituotantomäärää, ehkä lähellä 1990-luvun lukemia. Tällä hetkellä ei ole tiedossa, miten hieskoivun taimien kysyntä tulevaisuudessa kasvaisi, jos taimimateriaalia olisi tarjolla. Vähäistä taimituotantomäärää varten metsikkökeräyssiemenen hyödyntäminen on kannattavampi ja nopeammin sovellettava vaihtoehto. Mikäli laadukkaita viljeltyjä metsiköitä pystyttäisiin paikallistamaan, voitaisiin osa aiemmin saavutetusta hieskoivun valinta- ja jalostushyödyistä ehkä saada hyödynnettyä myös metsikkökeräyksessä.

Hieskoivulla ja rauduskoivulla on erilainen vastustuskyky eräitä tuhonaiheuttajia vastaan. Useissa tutkimuksissa on havaittu rauduskoivun hieskoivua suurempi riski hirvituhojen kannalta. Tämän eron hyödyntäminen voi olla hankalaa, koska hirven syönti kohdistuu myös hieskoivuun. Rauduskoivun suurempi puuntuotos on merkittävä tekijä puulajivalinnassa koivun kasvatuksessa siellä missä alhaisempi hirvitoriski mahdollistaa sen. Lehtilaikkutautien esiintymisessä taimilla on niin ikään ollut lajien välisiä eroja. Hies- ja rauduskoivun välinen ero kestävyudessa juurikäävän P- ja S-muotojen välillä voisi tuoda hieskoivun viljelyyn kannusteita, mikäli ero olisi pidemmällä aikajaksolla niin merkittävä kuin joissakin kokeissa on havaittu. Eron todentaminen edellyttää laajemman ja pidempiaikaisen kokeen perustamista.

Hieskoivu pääpuulajina muille pääpuulajeille sopivilla kasvupaikoilla johtaa helposti tuotostappioihin. Suuret sekapuusuudet aiheuttavat myös tuotostappioita. Sekapuuna hieskoivu on heikkotuottoisempi kuin rauduskoivu erityisesti kivennäismailla ja eteläisessä Suomessa. Pohjoisempana ja turvemailla hieskoivu on kuitenkin sekapuuna käyttökelpoinen, sillä rauduskoivu esiintyy niissä olosuhteissa harvemmin ja kasvaa varsinkin turvemailla heikommin kuin hieskoivu. Hieskoivun osalta kannattanee hallitun sekapuusuuden lisänä suosia vain niitä kasvupaikkoja, jotka ovat hieskoivulle ominaisia.

Muuttuvassa ilmastossa lehtipuiden merkitys tulee korostumaan entistä enemmän. Hieskoivua kannattaa harkita osana kokonaisuutta muiden lehtipuiden kanssa. Puulajille sopivien kasvupaikkojen osalta se poikkeaa kuitenkin useista muista lehtipuista.

10 LIITE 1 Hieskoivun kasvatusta joutoalueilla

Lasse Aro & Paula Jylhä /Luonnonvarakeskus /syyskuu 2024

Hieskoivun kasvatusta turpeennostosta vapautuneilla alueilla

Suomessa on aikojen kuluessa otettu turvetuotantoon arviolta 120 000 suohehtaaria (Salo 2019). Turvetuotannosta on poistunut yhteensä noin 90 000 ha. Muutos on ollut nopea erityisesti viimeisten viiden vuoden aikana, jolloin aktiivinen turvetuotantoala on puolittunut noin 30 000 hehtaariin energiaturpeen kysynnän voimakkaan vähentymisen vuoksi. Turvetuotanto vähenee edelleen, ja on arvioitu, että soita siirtyy 2020-luvulla muuhun käyttöön 3 000–5000 ha vuodessa (Bioenergia ry 2024). Metsitys on ollut suosituin turvetuotantoalueiden jatkokäyttömuoto (Bioenergia ry 2019), ja metsittäminen kiinnostaa maanomistajia edelleen (Laasasenaho ym. 2023).

Turpeennostosta vapautuneilla suonpohjilla kasvavasta hieskoivusta tuloksia on julkaistu lähinnä luontaisesti tai vesomalla syntyneistä koivikoista (esim. Kaunisto 1981, Ferm & Kaunisto 1983, Hytönen & Kaunisto 1999, Huotari ym. 2008, 2009, Hytönen & Aro 2012, Hytönen ym. 2018, Hytönen 2019, 2020, Alatalo 2020). Tutkimukset ovat painottuneet koivikoiden alkukehityksen seuraamiseen, mutta joitakin tuloksia on julkaistu myös 30–37-vuotiaiden koivutiheiköiden puuston ja ravinnetilan kehityksestä sekä tuotoksesta (Hytönen & Aro 2012, Hytönen ym. 2018).

Tutkimusten mukaan suonpohjat metsittyvät luontaisesti hyvin, kun maan ravinne- ja vesitalous ovat hieskoivulle sopivat ja lähistöllä on siementävää puustoa (Kaunisto 1981, Huotari 2011, Hytönen ym. 2018, Alatalo 2020). Lannoitus puuntuhkalla on osoittautunut hyväksi menettelyksi suonpohjan ravinnetilan parantamisessa (Huotari ym. 2008, Aro & Hytönen 2019, Alatalo 2020). Kun luontainen metsittyminen on onnistunut ja maan ravinne- ja kuivatustila ovat pysyneet hyvinä, niin koivutaimikoiden kehitys on jatkunut suotuisasti (Hytönen ym. 2014, 2018). Hieskoivu on menestynyt myös paksaturpeisilla (turpeen paksuus yli 40 cm) suonpohjilla (Hytönen ym. 2018). Luontaisesti syntyneiden 15–30-vuotiaiden hieskoivikoiden maanpäällinen lehdetön biomassan keskituotos on ollut keskimäärin yli kolme tonnia kuiva-ainetta vuodessa (Hytönen ym. 2018). Luontaisesti syntyneessä ja harventamattomassa 37-vuoden ikäisessä hieskoivuvaltaisessa koivikossa vastaava kuivamassatuotos oli keskimäärin 5,7 t/ha/v (noin 12 m³/ha/v) (Hytönen & Aro 2012). Vesomalla syntyneissä 21-vuotiaissa koivikoissa maanpäällisen biomassan keskituotokseksi on mitattu 3–4,6 t/ha/v (Hytönen & Aro 2012).

Viljelemällä suonpohjille perustettujen hieskoivikoiden kasvua käsitteleviä julkaisuja on kuitenkin niukasti. Kylväen perustetuista hieskoivikoista on julkaistu taimikoiden varhaisvaiheen tuloksia (esim. Aro ym. 1997, Huotari ym. 2008, 2009, Hytönen ym. 2014). Kylvössä maanmuokkausmenetelmiksi sopivat maan pintaa kevyesti rikkovat menetelmät (Aro & Kaunisto 1994, Issakainen ja Huotari 2007). Sen sijaan istutetuista hieskoivikoista ei juurikaan ole tuloksia saatavilla, vaikka esim. Metsäntutkimuslaitos on aikoinaan joitakin kokeita perustanut (esim. Kaunisto 1985). Lannoitus tuhalla tai PK-lannoitteella on osoittautunut välttämättömäksi taimikoiden alkukehityksen turvaamisessa.

Pohjois-Pohjanmaalla istutetut hieskoivut olivat kasvaneet jonkin verran paremmin kuin luontaisesti syntyneet koivut noin kymmenessä vuodessa (Porola 2011). Koivutaimikoiden kasvua haittaavina tekijöinä mainittiin hirvi- ja porotuhot sekä vesitalousongelmat. Paksaturpeiselle suonpohjalle (keskimäärin yli 80 cm) tiheään istutettujen (taimia 20 000 kpl/ha) ja toistuvasti työllä, fosforilla ja kaliumilla lannoitettujen 19-vuotiaiden koivikoiden vertailussa hieskoivu selvisi elossa, kasvoi pituutta ja paksuutta sekä tuotti runko- ja oksabiomassaa hieman enemmän kuin rauduskoivu (Hytönen & Saarsalmi 2009). Hieskoivun vuotuinen keskituotos oli parhaimmillaan 5,9 t/ha/v. Sen sijaan karulle suonpohjalle (ohuehkon jäännösturpeen alla oli karkea hiekka) kylvetyn 20-vuotiaan hieskoivikon keskituotos oli vain 1,3 t/ha/v,

kun hienojakoisella pohjamaalla saavutettiin vastaavassa ajassa 2,4 t/ha/v keskituotos (Hytönen ym. 2014). Suonpohjilla kasvavan hieskoivun laatua tai ainespuun kasvatuksen kannattavuutta ei ole selvitetty.

Baltian maissa turvetuotantoalueiden metsityksessä suosituimmat puulajit ovat olleet rauduskoivu, mänty, kuusi, tervaleppä ja lyhytkiertokasvatukseen sopivat nopeakasvuiset lehtipuut, mutta hieskoivua ei mainita erikseen (esim. Karofeld ym. 2017).

Biomassakasvatuksen kannattavuus suonpohjilla

Jylhä ym. (2015, 2020) ovat tutkineet luontaisen metsittämisen kannattavuutta 6–25 luontaisesti suonpohjalle syntyneen hieskoivikon mittaustulosten perusteella. He olettivat, että suonpohja lannoitetaan tuhalla tai vaihtoehtoisesti tehdään mätästys, joilla varmistetaan puiden kivennäisravinteiden saanti heti alussa. Toisessa laskentavaihtoehdossa nämä oletettiin ainoiksi toimenpiteiksi, toisessa metsittymisen varmistettiin hieskoivun kylvöllä. Puustoa kasvatettiin harventamatta. Laskelmissa tarkasteltiin kiertoajan (15–30 v), metsähakkeen hinnan (15–25 €/MWh käyttöpaikalla) ja korkokannan (1–5 %) vaikutusta kannattavuuteen, jota mitattiin paljaan maan arvolla. Metsiköt avohakattiin ja puusto korjattiin kokopuumenetelmällä. Uudistaminen tehtiin vesottamalla kolme kertaa. Useiden peräkkäisten vesottamisten uudistamistulosta ei tunneta, joten neljänestä kiertoajasta alkaen oletettiin, että avohakkuun jälkeen tehdään maanmuokkaus ja puusto uusiutuu luontaisesti.

Jylhä ym. (2020) totesivat edellä kuvattuun toimenpideketjuun perustuvan energiapuun kasvatuksen kannattavaksi ilman tukea kaikissa laskentavaihtoehdoissa 1–5 %:n korkokannalla, kun metsähakkeen hinta oli 25 €/MWh. Kun hinta oli 20 €/MWh, kiertoajan piti olla vähintään 18–20 vuotta. Tällä hetkellä metsähakkeen hinta käyttöpaikalla on noin 35 €/MWh (Tilastokeskus 2024). Siten energiabiomassan tuotanto olisi nykyisellä hintatasolla erittäin kannattavaa, mutta laskelmiin liittyy paljon epävarmuutta. Lisäksi EU:n uusiutuvan energian direktiivin (2023/241) mukaan polttoa puun ensisijaisena käyttömuotona tulisi välttää. Hieskoivun biomassakasvatus on kuitenkin joustava tuotantomuoto. Suometsien harvennuskokeissa hieskoivun harvennusvaste on ollut heikko (Niemistö ym. 2017), joten suonpohjien hieskoivikoissa voidaan tuottaa myös ainespuuta kiertoaikaa pidentämällä. Vesasyntyisten puiden lahoviat voivat kuitenkin vähentää tukkipuun kertymää. Hieskoivu voi sopia myös uusien biotuotteiden raaka-aineeksi.

Hieskoivun kasvatus pelloilla ja sen kannattavuus

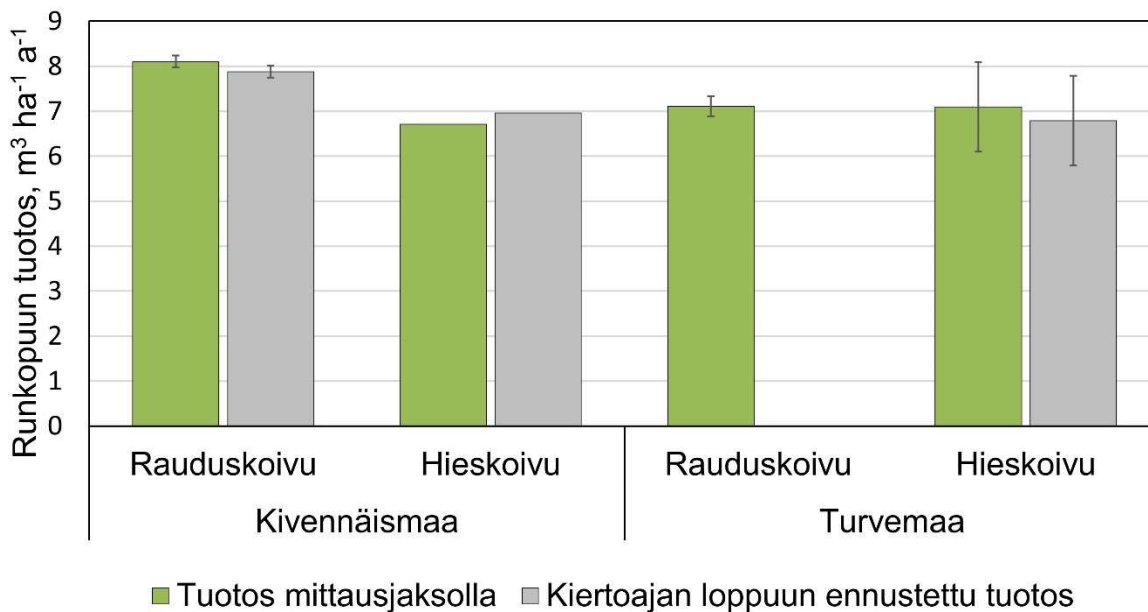
Vuonna 2020 maatalouskäytöstä vapautuneiden peltojen pinta-alaksi arvioitiin noin 88 000 ha, josta turvemaata oli 22 000 ha (Isoniemi 2020). Lisäksi peltoja on paljon laajaperäisessä viljelyssä, jossa käytetään vähän tuotantopanoksia eikä tähdätä suuriin satoihin. Kekkosen ym. (2019) mukaan tällaisessa käytössä oli vuonna 2016 noin 242 000 ha turvepeltoja, joista suurin osa oli paksuturpeisia.

Metsitykseen on ohjautunut paljon heikkotuottoisia peltoja (Hynönen ja Hytönen 1998), mutta suuriakin puuntuotoksia on mitattu (Jylhä ym. 2024). Pellonmetsityksen kannattavuutta heikentävät taimikuolleisuus ja runkojen heikko tekninen laatu. Rikkakasvien siemenpankki ja peltomaan ravinteisuus lisäävät pintakasvillisuuden kilpailua, joka on merkittävä taimien kuntoa heikentävä ja kuolleisuutta lisäävä tekijä metsitetyillä pelloilla (Hynönen 2000, Hytönen ja Jylhä 2005). Siksi heinätorjunta teettää paljon työtä alkuvuosina ja lisää kustannuksia, sillä tehokkaimpia kemiallisia torjunta-aineita ei ole enää markkinoilla.

Viljavilla ja keskiviljavilla metsämaan kasvupaikoilla hieskoivun laatu ei Kauralan ym. (2004) ja Verkasalon (1997) tutkimuksissa poikennut rauduskoivusta olennaisesti, mutta hieskoivun rungot ja siten tukki-saannot olivat pienempiä. Peltomailla kasvanut rauduskoivu on osoittautunut heikkolaatuisemmaksi kuin metsämaalla kasvanut (Niemi ym. 1997, Niemi ja Hallikainen 2021). Erityisesti turvemaapelloille istutetuissa puissa on ollut laatuviikoja (Hynönen 2000), mutta pellonmetsitysten hieskoivun laa-tua ei ole juuri tutkittu. Hynösen (2000) tutkimuksessa pääasiassa latvakuolleisuus ja monilatvaisuus hei-kensivät 3–7-vuotiaiden, turvemaapelloille istutettujen hieskoivujen laatua. Myös taimikuolleisuus oli merkittävää, ja Hynönen (2000) arvioi, että kasvatuskelpoisten taimien runkoluku laskee ensimmäisten vuosien aikana puoleen viljelytiheydestä. Hytösen ym. (2013) tutkimuksessa hieskoivun rungon koko oli rauduskoivua pienempi 22 vuoden iässä erityisesti kivennäismaapelloilla, mutta kuolleisuus oli selvästi pienempi kuin rauduskoivulla sekä kivennäis- että turvemailla. Molemmilla puulajeilla yli 90 %:lla havait-tiin ulkoisia laatuviikoja, joista tyypillisimpiä olivat mutkikkuus ja oksikkuus. Metsäntutkimuslaitoksen pellonmetsityskokeilla koivuilla havaittiin ensimmäisinä vuosina runsaasti myyrätuhoja ja versolaikku-tautia (Ferm ym. 1993), joten puiden lahoviat voivat heikentää tukkikertymiä.

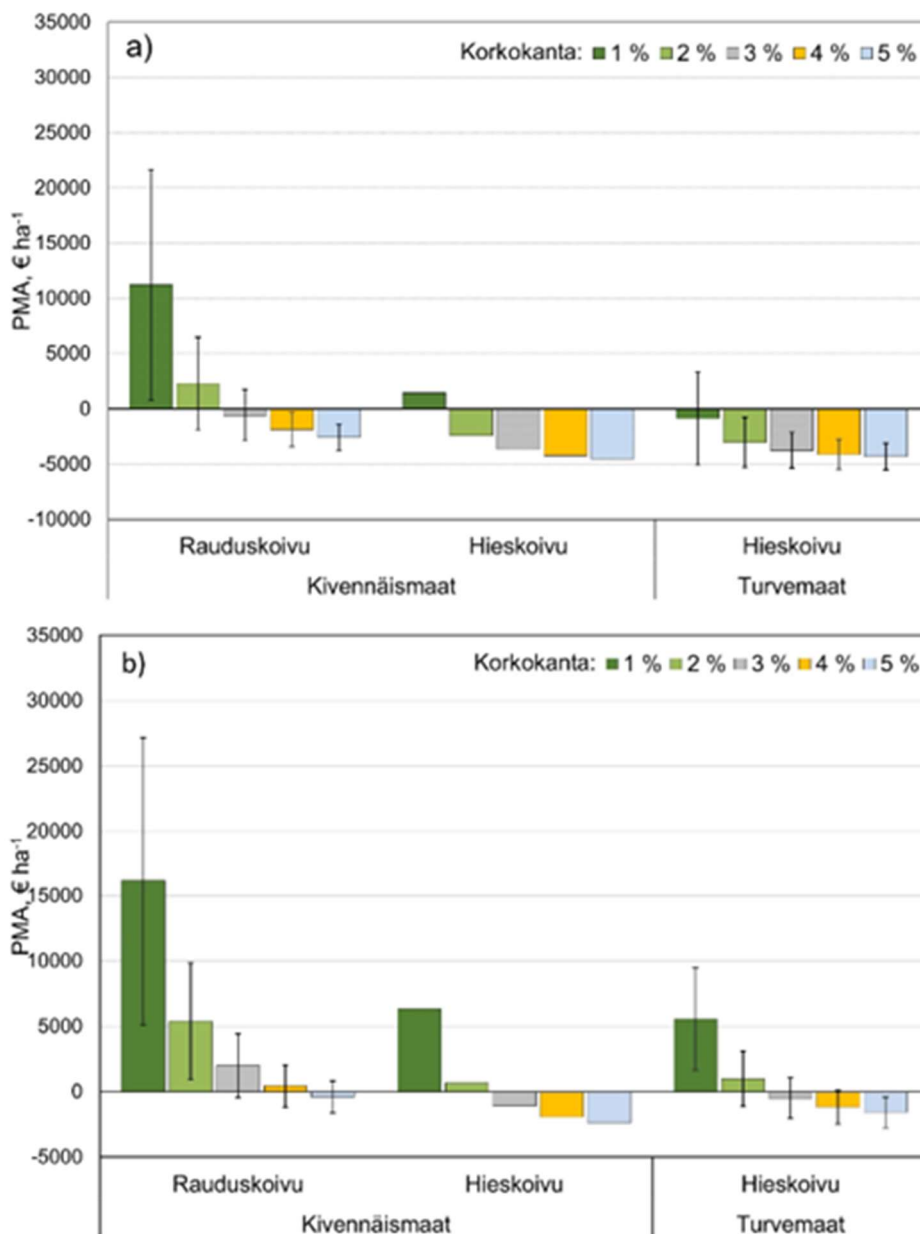
Hieskoivulla metsittämisen kannattavuutta on tutkittu vain vähän, varsinkin metsiköiden pitkäaikaiseen seurantaan perustuen. Aarnion ja Rantalalan (1999) aineistona oli Metsäntutkimuslaitoksen pellonmetsi-tyksen koesarjaan (Ferm ym. 1993) kuuluneet luontaisen metsittämisen koealat, joilla maanmuokkaus oli ollut ainoa aktiivinen toimenpide. Lähinnä hieskoivusta koostuneet taimikot oli mitattu neljän kasvu-kauden jälkeen, ja niiden jatkokehitys ennustettiin männyn kasvumalleilla. Aarnio ja Rantala (1999) piti-vät luontaista metsittämistä nettohyötyarvojen perusteella pääsääntöisesti kannattavana vielä 3 %:n kor-kokannalla ilman tukeakin, mutta luontaisen metsittämisen koealojen jatkokehitys on osoittanut, että luontainen metsittäminen tulee kysymykseen vain harvoissa tapauksissa.

Jylhän ym. (2024) tutkimuksessa mitattiin kuusi eri puolella Suomea sijaitsevaa, onnistuneeksi arvioitua pellonmetsityskoeetta 29–30 vuoden kuluttua istutuksesta. Kivennäismailla raudus- ja hieskoivun kuollei-suus oli samaa luokkaa (40–41 %). Turvemailla rauduskoivun kuolleisuus oli huomattavasti suurempi kuin hieskoivun (60 % vs. 33 %). Taimikot olivat täydentyneet jonkin verran luontaisesti syntyneillä puilla, lähinnä hieskoivulla ja kuusella, mutta mittausrajan ylittäneitä luontaisesti syntyneitä puita ha-vaittiin vain vähän. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että peltojen luontainen metsittäminen onnis-tuu harvoin. Hieskoivun ennustettu pähäkkäkuikä oli kivennäismailla 59 vuotta ja turvemailla 54 vuotta. Kivennäismailla rauduskoivun mitattu puuntuotos oli noin 13 % suurempi kuin hieskoivulla (7,9 vs. 7,0 m³ha⁻¹a⁻¹), mutta aineistoon sisältyi ainoastaan yksi kivennäismaan hieskoivukoe. Turvemailla koivula-jien tuotokset olivat samaa luokkaa (Kuva 1).



Kuva 1. Raudus- ja hieskoivun mitattu tuotos 29–30 vuoden kuluttua istutuksesta sekä kiertoajan loppuun Motti-simulaattorilla ennustettu tuotos Jylhän ym. (2024) tutkimuksessa.

Hieskoivulle ennustettu tukkiosuus kiertoaikana oli kivennäismailla 26 % ja turvemilla ainoastaan 17 %. Hieskoivulla metsittäminen oli paljaan maan arvolla (PMA) mitattuna kannattamatonta ilman tukea sekä kivennäis- että turvemilla (Kuva 2). Kivennäismailla metsittäminen olisi rauduskoivullakin ollut kannattamatonta jo kolmen prosentin korkokannalla. Vuoden 2023 loppuun asti voimassa ollut joutoalueiden metsitystuki olisi nostanut hieskoivulla metsittämisen kannattavaksi kahden prosentin korkokantaan saakka sekä kivennäis- että turvemilla. Pellonmetsityskohteilla tuotetun puun laatu on yleensä heikompa kuin metsämailla, joten tukkivähennyksen huomioiminen olisi heikentänyt metsityksen kannattavuutta entisestään (Jylhä ym. 2024).



Kuva 2. Keskimääräiset paljaan maan arvot (PMA) ja niiden keskihajonnat kivennäismaa- ja turvepelloilla ilman tukea (a) ja joustoalueiden metsitystuen mukaisella tuella (b), kun korkokanta on 1–5 % (Jylhä ym. 2024).

Tutkimustarpeita

- suonpohja-aineiston täydentäminen vanhimpien viljeltyjen (kylvö ja istutus) hieskoivikoiden osalta (koikeiden paikannus, elossaolo, tuhot, kasvu, tuotos, puulajikoostumus) > olosuhteet, joissa viljeltyjä hieskoivikoita kannattaa kasvattaa (kuivatustila, turpeen paksuus, pohjamaalaji, maantieteellinen sijainti); siementävän puuston merkitys taimikoiden täydentäjänä; tuotospotentiaali; aineisto kannattavuuslaskentaan

- montako vesakiertoa hieskoivua on mahdollista kasvattaa (suonpohjilla) niin, että kasvu- ja tuotostaso säilyy hyvällä tasolla?
- hieskoivun laatu turvetuotannosta vapautuneilla alueilla ja pelloilla (esim. lahoviat, Metlan pellonmetsityskoesarja)
- pellonmetsityksen kannattavuuslaskelmien tarkentaminen mittaamalla lisää kokeita (tuotospotentiaali, mahdollistaa myös mahdollisen metsitystuen vaikutusten tarkemman arvioinnin)
- energiapuu: Puun poltto vähenee, eikä sitä pidetä ensisijaisena käyttövaihtoehtona nykyäänkään. Hieskoivu voi sopia myös uusien biotuotteiden raaka-aineeksi. Ainespuukasvatuksen ja muiden käyttövaihtoehtojen kannattavuus
- hieskoivun viljely heinittyneillä peltoheitoilla (aiemmat tutkimukset on tehty lähinnä hiljattain vapautuneilla maatalousmailla, vanhojen peltoheittojen osuus niissä lienee pieni)

11 LIITE 2 Hieskoivun siemen- ja taimituotanto

Katri Himanen, Matti Haapanen, Jaana Luoranen, Sirkku Pöykkö & Leena Yrjänä / Luonnonvarakeskus

Tiivistelmä

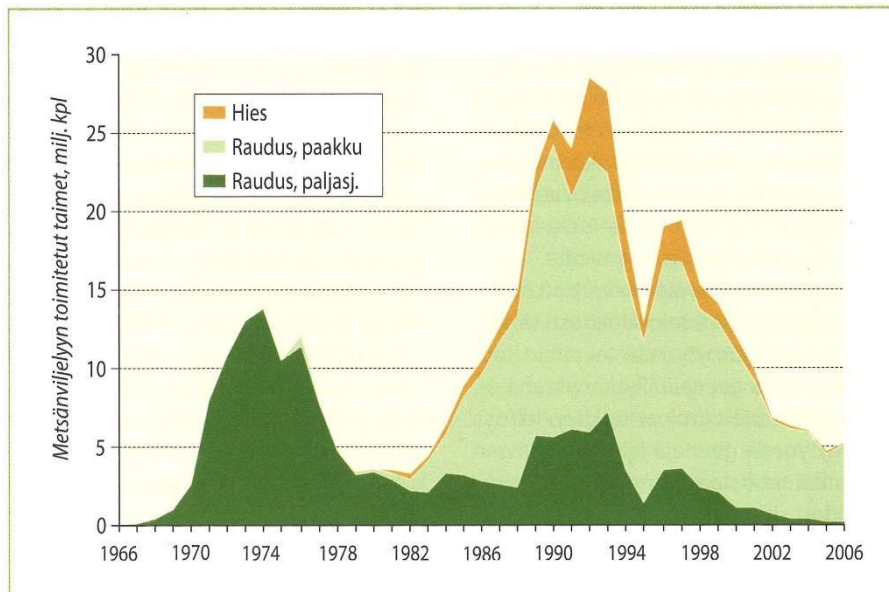
- Hieskoivun viljely tai taimituotanto oli suurimmillaan 1990-luvulla. Suurin tuotettu vuotuinen taimimäärä oli 5,2 milj. tainta. Taimituotannon määrä romahti 2000-luvun alussa ja istutukseen toimitettujen hieskoivun taimien määrä on viime vuosina ollut lähes olematonta.
- Taimet on tuotettu osin jalostetulla siemenviljelyssiemenellä (vuotuinen osuus 20 %–100 %). Siemenviljelyssiementä ei ole enää saatavilla.
- Hieskoivun taimituotantoa ei ole tutkittu. Rauduskoivun taimituotantomenetelmät ovat muuttuneet hieksen tuotannon huippuvuosista; nykyisten tuotantoketjujen soveltuvuudesta hiekselle on niukasti kokemuksia.
- Hieskoivun viljelytulokset turvemaapelloilla ovat olleet huonoja. Rauduskoivun enemmän tutkittujen viljelyketjujen soveltuvuutta hiekselle ei tunneta hyvin.
- Hieskoivulla on valittu lähes tuhat kantapuuta, jotka toimivat metsänjalostuksen perusaineistona. Alle puolet kantapuista on säilytyksessä kloonikokoelmissa, joiden kunto ei ole täysin tiedossa.
- Hieskoivulla perustettiin 1960–1990-luvuilla muutamia kymmeniä jälkeläiskokeita, mutta ainoastaan osasta kokeita on kerätty mittaustietoa. Kokeiden kunto on nykyisellään oletettavasti jalostusta ajatellen huono.
- Hieskoivulla ei ole 2000-luvulla ollut aktiivista jalostusta. Hieskoivun jalostuksen käynnistäminen edellyttäisi lisäresursointia mm. kasvihuoneinfraan.
- Hieskoivulla on ollut yhteensä kuusi muovihuonesiemenviljelystä (perustamisvuodet 1982–1999). Niiden hoito ja tuotto on vastannut rauduskoivun vastaavia viljelyksiä.
- Nykyisissä vartekokoelmissa on riittävästi hieskoivun pluspuita uusien siemenviljelysten perustamiseksi.
- Muut vaihtoehdot (kloonikokoelmat ja koeistutukset) hieksen siemenlähteiksi eivät ole eri syistä luopuvia.

Siemen- ja taimituotannon volyyymi

Hieskoivun viljely ja taimituotanto oli suurimmillaan 1990-luvulla (kuva 1). Istutukseen toimitettujen taimien määrä on enimmillään ollut 5,2 milj. tainta (kuva 2), mikä vastaa karkeasti nykyistä rauduskoivun taimituotantomäärää. Taimituotantomäärät romahtivat 2000-luvun alussa ja viimeisten kymmenen vuoden aikana istutukseen on toimitettu enimmillään 45 000 tainta, vuosina 2020 ja 2022 käytännössä ei lainkaan.

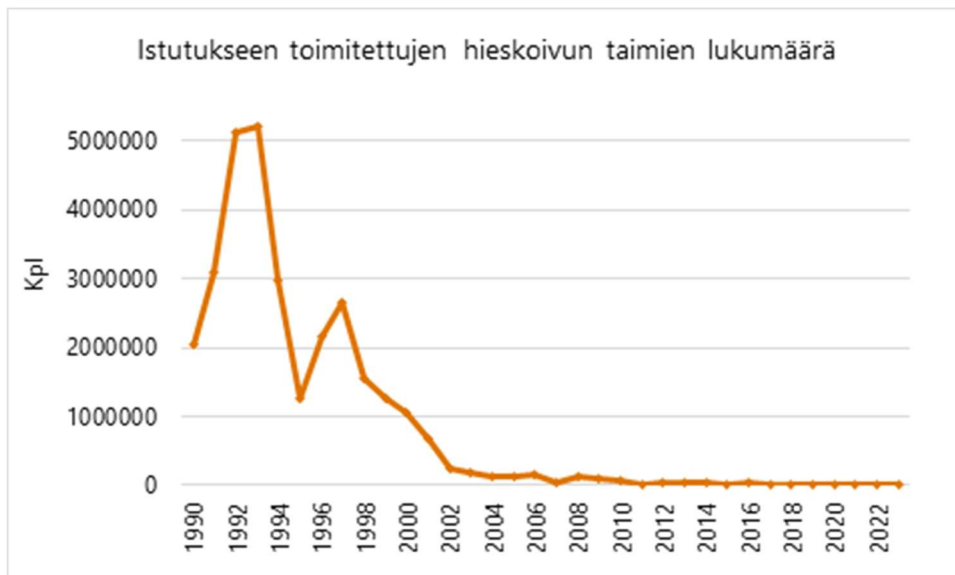
Taimitarhakylvöihin käytetty siemenmäärä on seurannut taimimääriä (kuva 3). Jalostetun siemenviljelyssiemenen osuus kylvöistä on ollut tällä seurantajaksolla alin (18 %) vuonna 2000. Huolimatta siemenviljelysten lopettamisesta 2000-luvun alussa pääosa 2000-luvulla taimitarhoilla kylvetyistä hieskoivun siemenistä on ollut peräisin näistä. Ilmiötä selittänee hieskoivun muun siemenen huono saatavuus. Toisaalta pitkään jatkunut varastosiemenen käyttö kuvaa sementen varsin hyvää säilyvyyttä, tosin

viimeisimpinä vuosina taimitarhoilla käytettyä siementä on pidetty hyvin huonolaatuisena (suull. Anne Immonen). Muutamat taimituottajat ovat kritisoineet hieskoivun siemenen heikkoa saatavuutta (Antola ym. 2023).

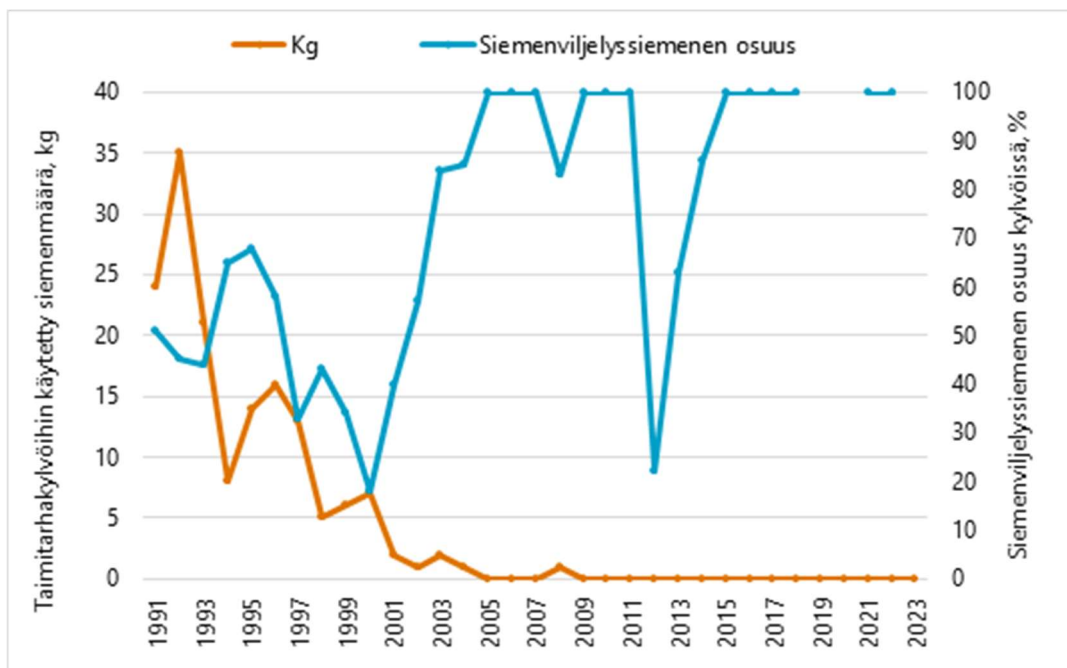


Kuva 4.13. Metsäntuotantoon toimitettujen koivun taimien määrä vuosina 1966–2006 Suomessa. Hieskoivua ei ole erikseen tilastoitu ennen vuotta 1991, joten siihen saakka kyseessä on arvio. Lähde: Metsäntutkimuslaitos ja Elintarviketurvallisuusvirasto Evira.

Kuva1. Istutukseen toimitettujen raudus- ja hieskoivun taimien määrät. Kuvan lähde: Niemistö ym. (toim.) 2008.



Kuva 2. Istutukseen toimitettujen kotimaisten hieskoivun taimien lukumäärä tilastokaudella 1990–2023. Lähde: Ruokavirasto



Kuva 3. Taimitarhakylvöihin vuosittain käytetyn hieskoivun siemen määrä sekä testatun ja alustavasti testatun, eli siemenviljelyssiemenen osuus taimitarhakylvöistä tilastokaudella 1991–2023. Lähde: Ruokavirasto

Taimituotanto ja istutus

Hieskoivujen taimituotannosta ei ole tehty tutkimuksia. Taimia on kasvatettu käyttäen rauduskoivulle räätälöityjä kasvatusmenetelmiä (suull. Risto Rikala). Taimituotannon alkuvuosina 1970–1980-luvuilla taimet olivat paljasjuurisia ja myöhemmin rauduskoivun tapaan isoja paakkutaimia (kuva 1). Siirryttäessä rauduskoivulla pieniin paakkutaimiin 2010-luvulla hieskoivun taimituotanto on ollut vähäistä, ja pienessä mitassa tehdyissä kasvatuksissa on tehty rauduskoivun kasvatusohjelmilla. Pieniin paakkukokoihin siirtymisen lisäksi rauduskoivulla on viimeisen kymmenen vuoden aikana siirrytty taimitarhoilla pilleröityjen siementen konekylvöön. Hieskoivun siementen pilleröinnistä ei ole kokemuksia.

Hieskoivun taimien istutuksesta ja maanmuokkauksesta löytyy joitakin tutkimuksia. Kaikki suomalaiset tutkimukset on tehty ennen vuotta 2000 istutetuilla taimilla ja niissä on oletettavasti käytetty paljasjuurisia tai isoja paakkutaimia. Tutkimukset ovat keskittyneet pääosin pellonmetsityksiin. Hieskoivun viljelyn uskottiin onnistuvan ongelmallisilla turvepohjaisilla pellonmetsitysalueilla 1980-luvun lopulla (Hynönen ja Hytönen 1998). Tutkimuksissa ja käytännön kokemuksissa kuitenkin osoittautui, että hieskoivu ei ratkaise näiden alueiden metsitysongelmia (Hynönen 2000). Hynösen (2000) mukaan vuosina 1989–1993 Pohjois-Savoon turvemaapelloille istutetuissa hieskoivun taimikoissa kasvatuskelpoisten taimien tiheys laski ensimmäisten viljelyn jälkeisten vuosien aikana puoleen viljelytiheydestä. Hynösen ja Makkosen (1999) tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että ongelmallisilla turvemaapelloilla hieskoivun kasvu oli heikkoa ja tuhot olivat suuria johtuen ravinne-epätasapainosta. Hieskoivujen elossa olo ja kasvu myös vaihtelivat voimakkaasti kohteelta toiselle (Niemistö ja Hytönen 2008; perustuu alun perin Fermin ym. esittelemään koko Suomen kattavaan koesarjaan 1993). Niemistö (2008) toteaa Koivun kasvatus ja käyttö- kirjassa, että suopelloilla ja turvetuotannosta vapautuneilla alueilla hieskoivun viljelyä on jonkin verran käytetty, mutta koska odotettavissa oleva tuotto on alhainen suhteessa korkeisiin viljelykustannuksiin, viljelyä ei käytännössä tehdä. Samoin Väänänen ym. (2024) tekemässä turvemaiden uudistamista käsittelevässä kirjallisuuskatsauksessa lehtipuiden uudistaminen, mukaan lukien hieskoivun

istutus, on jätetty kokonaan huomiotta, koska lehtipuiden tarkoituksellista kasvattamista pääpuulajina metsäojitetuilla turvemaidella pidetään katsauksessa marginaalisena vaihtoehtona.

Turvetuotannosta poistettujen alueiden metsitystä on tutkittu mm. Pohjois-Pohjanmaalla. Yhden siellä tehdyn hankkeen loppuraportin mukaan viljelyä tarvitaan vain, jos siementävää puustoa ei ole riittävän lähellä tai alue on ehtinyt heinittyä (Issakainen ja Huotari 2007). Raportin mukaan tällöin vaihtoehtoina voi olla myös hieskoivun kylvö tai istutus. Kylvössä maanmuokkausmenetelmiksi raportin mukaan sopii kevyemmät maan pintaa rikkovat menetelmät, istutukseen suositellaan naveromätästystä tai istutusta tasamaalle. Viljelyn yhteydessä on tehtävä lannoitusta.

Kivennäismaan metsäkohteella tehtynä löytyy yksi selvitys, jossa hieskoivu oli mukana istutuspuulajina. Keski-Pohjanmaalla 1990-luvulla oli istutettu hieskoivua yhdelle demonstraatioalalle, jossa hieskoivun taimia oli istutettu EVT-VT kankaan kulotetulle ja muokatulle alalle (Takanen 2010). Tutkimuksessa hieskoivut selviytyivät äestetyllä, äestetyllä ja kulotetulla tai vain kulotetulla alalla ensimmäiset 10 vuotta. Muokkaamattomassa ja kulottamattomassa maassa istutus ei onnistunut. Kulotetulla alalla ilman maanmuokkausta hieskoivun uudistamistulos oli hieman rauduskoivua parempi. Opinnäytteenä julkaistusta tutkimuksesta ei selvinnyt, millaista taimimateriaalia istutuksissa oli käytetty.

Hieskoivun kylvöä on tutkittu etenkin turvemaiden uudistuskohteilla. Useimmiten hieskoivua tulee uudistusaloille luontaisesti. Esimerkiksi Moilasen ym. (1995) Lapissa ja Pohjois-Karjalassa tehdyssä korven uudistamista tutkineessa koesarjassa luontaista hieskoivu oli kaikilla koealoilla ja hieskoivun hajakylvö lisäsi hieskoivujen määrää vain, jos luontaisia koivun taimien määrä oli vähäinen.

Hieskoivun jalostus

Metsänjalostuksella tarkoitetaan luonnossa metsäpuiden taloudellisesti tärkeissä ominaisuuksissa esiintyvän perinnöllisen vaihtelun seulontaa ja rikastamista. Metsänjalostus käynnistyi Suomessa 1940-luvun lopulla ja keskittyi aluksi erityisesti mäntyyn. Työn ensimmäinen vaihe oli ns. kantapuiden valinta. Nämä puut ovat jalostuksen perusjoukko ja niiden jälkeläisten ominaisuuksia testataan maastossa jälkeläiskokeissa. Kantapuista parhaita kutsutaan pluspuiksi. Niillä perustetaan siemenviljelyksiä ja niitä risteytetään jalostuksen edetessä. Siemenviljelykset ovat keskeinen keino viedä metsänjalostuksen hyötyjä metsätalouden käyttöön. Siemenviljelyksiä voidaan kuitenkin perustaa myös sellaisilla puulajeilla (esim. tammi) ja tilanteissa, joilla ei ole varsinaista jalostusohjelmaa tai jalostushyöty on vähäinen. Tällöin siemenviljelyksen funktio on taata siementen saatavuus sekä siementen perimän monimuotoisuus. Luke tekee Suomessa metsänjalostusta viranomaistehtävänä.

Hieskoivun jalostus alkoi rauduskoivun tapaan voimistua 1970-luvulla, jolloin asenteet sitä kohtaan alkoivat koivun viljelymäärän lisääntyessä muuttua myönteisemmiksi. Jalostustyön alkuvaiheessa keskityttiin jalostusaineistojen valintaan luonnonmetsistä. Hieskoivun kantapuita valittiin koko maasta 992 kpl (lisäksi muutamia kymmeniä erikoismuotoja sekä lajiristeytyksiä, joissa hieskoivu on toisena vanhempana). Kantapuista 700 kpl valittiin pluspuina. Tähän lukuun sisältyy 268 jälkeläiskokeista ulkomuodon perusteella valittua toisen polven pluspuuta, joita käytettiin vuonna 1982 perustetussa ensimmäisessä hieskoivun siemenviljelyksessä (MGR 2024). Hieskoivun kantapuiden määrä on noin neljäsosa rauduskoivuun verrattuna. Hieskoivun pluspuita on valittu leveyspiireiltä 60–68 °. Suurin määrä pluspuista on valittu Kanta-Hämeestä, mutta niitä on valittu melko tasaisesti koko maasta pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta.

Hieskoivun huomattavasti rauduskoivua pienempi taimituotannon volyyymi ja viljelyala ovat heijastuneet myös jalostukseen, jonka intensiteetti on pysynyt vuosikymmeniä raudusta pienempänä. Vuonna 1989 julkaistussa ensimmäisessä pitkän aikavälin metsänjalostusohjelmassa (Anon. 1989) hieskoivu mainittiin ”muiden puulajien” joukossa, eikä sille esitetty varsinaista jalostussuunnitelmaa, kuten kolmelle

pääpuulajille. Lyhyen aikavälin toimenpiteenä hieskoivulle ehdotettiin ohjelmassa muovihuonesiemen-
viljelyksen perustamista.

Koivun viljelyn laskeva trendi 1990-alusta lähtien ja metsänjalostuksen 2000-luvulla tapahtunut resurs-
sien pieneneminen ovat olleet syynä siihen, ettei hieskoivun asemaa metsänjalostuksessa ole nähty tar-
peelliseksi ottaa myöhemminkään uudelleen tarkasteluun. Nykyisessä jalostusohjelmassa on jatkettu
hieskoivun matalan intensiteetin ylläpitojalostusta. Tällä tarkoitetaan puulajin kantapuuaineistojen säi-
lyttämistä kloonikokoelmissa tulevaisuuden tarpeita varten. Kokoelmasäilytykseen on tällä hetkellä kir-
jattu 414 hieskoivun kantapuuta, joista 277 on pluspuita (MGR 2024). Arvio on likimääräinen ja säilytys-
tilanteen tunteminen tarkasti edellyttäisi kokoelmien perusteellista inventointia. Hieskoivun kokoelmiin
säilytyt pluspuuaineistot riittävät joka tapauksessa lyhyen tähtäimen valintajalostuksen ja varsinkin sie-
menviljelyn pohjaksi Oulujärven eteläpuolisella alueella.

Hieskoivun kantapuulle ei ole toistaiseksi tehty jalostusarvostelua jälkeläiskokeista saatujen tietojen pe-
rusteella. Hieskoivulla on perustettu vuosien 1969 ja 1992 välillä 38 jälkeläiskoetta. Kokeista kymmenen
on nykyisin voimassa (iältään 35–56 vuoden välillä) (MGR 2024). Niistä ei oletettavasti ole enää saata-
vissa jalostusarvosteluun kelvollista informaatiota joko puuston ylitiheyden tai kokeissa tehtyjen harven-
nusten tuloksena. Hieskoivun mittausaineistoihin sisältyy 22 kasvumittausta yhteensä 16 jälkeläisko-
keessa. Neljässä mittauksessa on kerätty myös laatutietoa (oksalaatu, kokonaislaatu, poikaoksat ja haa-
rat). Testaustietoa on siten kertynyt hieskoivulla niukasti ja pienestä osasta kantapuita. Näidenkin jälke-
läistietojen mahdollisimman kattava hyödyntäminen on kuitenkin tärkeää ajatellen erityisesti mahdollis-
ten uusien siemenviljelysten perustamista.

Rauduskoivun aiempien risteytysjalosteiden JR1- ja JR-2 tapaan myös hieskoivun jälkeläiskokeissa testa-
tut risteytysjälkeläiset tarjoavat periaatteessa mahdollisuuden kasvultaan ja laadultaan erinomaisten
täyssisarperheiden tuottamiseen siemenviljelyssä. Viherä-Aarnio (1989) esitteli raportissaan yhden täl-
laisen lupaavaksi arvioidun hieskoivun risteytysyhdistelmän, joka otettiin tuotantoon vuonna 1990
perustetussa kahden kloonin siemenviljelyksessä Sv382.

Hieskoivun jalostuksen intensiteetin lisääminen siten, että nykyisen ylläpitojalostuksen lisäksi suuntau-
duttaisiin uusien jalostusaineistojen tuotantoon ja testaukseen, vaikuttaa aineistopohjan puolesta mah-
dolliselta. Aineistoa voidaan myös tarvittaessa laajentaa täydentävin valinnoin. Jalostusohjelman laajen-
taminen hieskoivulla edellyttää lisäksi tarkoitukseen soveltuvaa, koivuvartteiden kasvattamiseen ja ris-
teyttämiseen soveltuvaa kasvihuonetta, jollaista ei ole tällä hetkellä vapaana Luken Haapastensyrjän yk-
sikössä. Tuhannen neliömetrin kasvihuoneyksikön rakennuskustannus laitteistoineen on suuruusluokal-
taan noin 200 000 euroa.

Hieskoivun jalostuksen intensiteetin lisäyksen oikeutuksen tulee perustua puulajin viljelyalaan, taimituo-
tannon lähitulevaisuuden tarpeisiin sekä jalostuksen resursointiin. Mikäli perusteita varsinaiselle jalos-
tusohjelman uudelleenkäynnistämiseksi ei ole, hieskoivun jalostetun siemenen saatavuus voidaan tur-
vata tuottamalla siementä muovinalaisissa siemenviljelyksissä nykyisten kokoelmissa säilytettävien plus-
puuaineistojen pohjalta. Viime vuonna julkaistussa siemenviljelysohjelman päivityksessä (Antola ym.
2023) esitetään yhden muovihuonesiemenviljelyksen perustamista hieskoivulle kattamaan siementar-
vetta lähtöisyyalueille 2–3, eli keskiseen osaan maata. Siemenviljelyksen perustamiseen on näin ollen
saatavissa valtion tukea, joka kattaa osan perustamiskustannuksista.

Aiemmat siemenviljelykset

Hieskoivun siemenviljelyksiä on perustettu kuusi vuosina 1982–1999 (taulukko 1). Niistä yksi on ollut
kahden kloonin siemenviljelys, muut useampia kymmeniä emopuita sisältäneitä moniklooniviljelyksiä.

Siemenviljelyksien omistajia ovat olleet Metsänjalostussäätiö, Metsäntutkimuslaitos, Tapio ja Siemen Forelia.

Siemenviljelysten keskimääräinen tuotantomäärä on ollut 17,3 kg/v/1000m² koko kiertoajalle laskettuna lukuun ottamatta kahden kloonin viljelystä, jonka tuotanto on ollut noin puolet alempi. Siemenviljelysten kiertoaika on ollut keskimäärin 8,7 vuotta. Rauduskoivun usean kloonin siemenviljelysten keskimääräinen tuotto on ollut noin 12 kg/v/1000m² (Antola ym. 2023).

Taulukko 1. Hieskoivun siemenviljelykset ja niiden perustiedot.

Siemenviljelys	Pinta-ala, m ²	Perustamisvuosi	Kiertoaika, v.	Käyttöalue, d.d.	Klooneja, kpl
Sv350	1000	1982	9	1000–1200	50
Sv382	480	1990	10	n. 1100–1350	2
Sv386	450	1991	10	1150-1350	35
Sv394	736	1992	9	1020-1200	73
Sv395	440	1993	8	1150-1350	44
Sv421	675	1999	6	930-1120	36

Hieskoivun siementä tuotetaan samanlaisella muovihuonetekniikalla kuin rauduskoivuakin. Siementuotanto saadaan alkamaan hyvin nopeasti havupuihin verrattuna. Varttaminen tehdään keväällä, vartteet kasvatetaan tehokkaissa kasvihuoneolosuhteissa noin kaksimetrisiksi kesän aikana ja istutetaan muovihuonesiemenviljelykseen saman vuoden elokuussa. Vartteet alkavat kukkia jo noin kolmevuotiaina ja myytäviä satoja saadaan noin neljävuotiaista vartteista eli kolme vuotta siemenviljelyksen perustamisen jälkeen.

Hieskoivun muut mahdolliset siemenlähteet

Hieskoivun siementä voidaan kerätä päätehakkuiden yhteydessä ulkomuodon perusteella hyvälaatuisista metsiköistä, mutta hyvän ulkomuodon periytyvyydestä eikä alkuperästä ole varmuutta. Metsikkökeräysten (metsänviljelyaineiston luokka 'siemenlähde tunnettu') lisäksi siementä voidaan kerätä ns. rekisteröidyistä siemenkeräysmetsiköistä (metsänviljelyaineiston luokka 'valikoitu'), mutta hieskoivulla niitä on Ruokaviraston kansallisessa luettelossa hyväksytystä perusaineistosta tällä hetkellä vain yksi siemenlähde: siemenkeräysmetsikkö Sk1121 Muhoksella. Kymmenen vuotta sitten siemenlähteitä oli kaksi (em. lisäksi Sk590 Ylitorniolla) (Ruokavirasto 2014, 2024).

Metsänviljelyaineiston viranomaistehtävän siirtyessä Metlalta Ruokaviraston edeltäjälle plusmetsikkönimitys korvattiin siemenkeräysmetsiköllä. Luken metsägeneettisessä rekisterissä olevat hieskoivun plusmetsiköt ovat hyvin suurella todennäköisyydellä kaikki nykyisin siemenkeruuta ajatellen joko liian vanhoja tai jo uudistettuja.

Metsänjalostuksen kloonikokoelmat on perustettu säilytysyksiköiksi, jotta jalostajien ja tutkijoiden tarvitsema aineisto olisi lähellä ja helposti käytettävissä. Niissä samalla kohteella on alkuperiä hyvin laajalta maantieteelliseltä alueelta, mikä helposti johtaa ei-toivottujen kaukoristeymien syntyyn. Kokoelmissa on yleensä myös muita kuin pluspuita esim. erikoismuotoja ja tutkimuksissa käytettäviä puita sekä muita, mahdollisesti hieskoivujen kanssa risteytyviä koivulajeja. Näin ollen kokoelmista saatavan siemenen

ominaisuudet todennäköisesti vaihtelisivat enemmän kuin yksittäisestä (luonnon)metsiköstä kerätyn siemenen ominaisuudet. Kokoelmissa on tallessa yhteensä n. 280 eri hieskoivupluspuuta useina vartteina.

Taulukko 2. Kokoelmien sijainti ja niissä olevien hieskoivujen kappalemäärä jaoteltuna alkuperäalueille E (etelä), K (Keski-Suomi) ja P (pohjoinen). Ns. V-puiden polveutumisen tunnetaan (voi olla myös alkuperäalueiden välinen risteymä). Koottu metsägeneettisen rekisterin tiedoista.

kokoelma	paikkakunta	leveysaste	E	K	P	V	yht.	E	K	P	V	yht.
			vartteita				klooneja					
Kok141	Paimio	60°27'	33	4	40	64	141	14	2	14	26	56
Kok157	Kangasniemi	61°56'	127	-	-	-	127	28	-	-	-	28
Kok158	Loppi	60°37'	51	90	-	6	147	44	70	-	5	119
Kok165	Paimio	60°27'	-	5	2	152	159	-	3	1	51	55
Kok175	Loppi	60°37'	113	183	-	6	302	40	69	-	2	111
Kok179	Hartola	61°35'	263	658	-	36	957	69	130	-	8	207
Kok217	Loppi	60°37'	29	5	-	1	35	15	4	-	1	20
Kok218	Tuusula	60°21'	44	6	-	1	51	22	3	-	1	26

Varhaisimmilla 1950-luvun puolivälissä perustetuilla metsänjalostuksen ja -genetiikan hieskoivukokeilla oli tutkimuksellinen lähtökohta; verrattiin eri provenienssien kasvuja ja kaukoristeytysten menestymistä. Tästä tarkastelusta poistettiin provenienssikokeet sekä kokeet, joissa on kaukoristeymiä. Mukana ovat kokeet, joiden alkuperissä oli muitakin kuin pluspuiden jälkeläistöjä. Hieskoivun ensimmäinen jälkeläiskoe perustettiin vuonna 1969 ja nuorimmat 1990-luvun alkuvuosina (MGR 2024). Kokeiden käyttämisessä siemenlähteenä on ongelmallista niiden toisteinen rakenne; samat, vähälukuiset koe-erät toistuvat koekentällä useaan kertaan ja kun koe-eriin vielä sisältyy täys- tai puolisisaria, ei voida poissulkea sisäsiittoisuuden mahdollisuutta. On myös huomioitava metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lain-säädäntö, josta voi olla vaikea löytää sopiva perusaineistotyyppi useita eri alkuperiä sisältävälle siemenlähteelle. Kokeissa on usein varsinaisten koe-erien verrokkeina siementen hyödyntämisen kannalta arveluttavia eriä muilta alkuperäalueilta. Näin ollen siemenkeruun edellytyksenä olisi muutamien alkuperien poistaminen ja todennäköisesti myös harvennus. Alkuperien poistaminen kokeesta tarkoittaisi sen lopettamista kokeena. Viime vuosikymmenten vähäinen kiinnostus hieskoivuun näkyy siinä, että kokeista on niukasti seurantatietoa, joten koe-erien paikantaminen maastossa saattaa olla vaikeaa. Jos hieskoivukokeiden potentiaalia siemenlähteinä halutaan ottaa tarkempaan tarkasteluun (maastoarviointi), voi nostaa esiin kaksi koetta: 638/3 Muhoksella sekä 1324/3 Vihannissa (tämän rinnakkaiskoe 1324/2 on Ilomantsin Hattuvaarassa pitkän metsäautotietapaleen takana).

Hieskoivukokeiden taimikasvatuksen ylijääneistä taimista on perustettu myös ns. näytealoja. Näiden istutusten erämäärä on pieni, taimimäärä per koe-erä on suuri ja koeasetelma maastossa ei ole riittävä tilastollisiin analyysiin ja maastomerkinnot saattavat olla niin puutteelliset, ettei ei-toivottuja eriä pysty maastossa paikantamaan. Näistä alueista ainoa, jota ehkä kannattaisi tarkastella lähemmin, on 1652/99 Pieksänmaalla.

Luken koetietojärjestelmän mukaan voimassa on myös metsähoidon tutkimussuunnan 15 hieskoivukoetta, joissa on luontaisesti syntynyttä hieskoivikkoa. Kokeiden tiedot ovat kuitenkin ristiriitaisia tai vanhentuneita ja vaatisivat maastotarkastuksen (KTJ 2024).

Hieskoivun geenireservimetsät sijaitsevat siementarpeen ja keruiden kannalta liian pohjoisessa tai muiden rajoitetuilla alueilla, kuten Kolin kansallispuistossa ja Puolustusvoimien harjoitusalueella.

FOREMATIS-tietokannan mukaan EU:n alueella hieskoivun siemenviljelyksiä on tällä hetkellä Tanskassa, Saksassa ja Alankomaissa. Siemenviljelyssiementä ei näin ollen ole ostettavissa Suomeen naapurimaista.

Tutkimustarpeita

Nykyisessä taimituotannossa suosituilla pienillä paakkutaimilla ei ole tehty kokeita hieskoivun viljelylle todennäköisesti soveltuvimmilla runsaasti heinittyvillä turvemaiden uudistusaloilla, metsitettävillä turvemaapelloilla ja turvetuotantoalueilla. On tarpeen selvittää, minkäkokoisilla taimilla nämä kohteet on mahdollista viljellä. Kookkaampien taimien käyttö lisää koko viljelyketjun kustannuksia kohonneina taimi- ja istutuskustannuksina.

Paakkutaimituotannon tehokkuuden kannalta olisi tarpeen selvittää, soveltuuko hieskoivun siemen rauduskoivun tapaan pilleröitäväksi.

Mätästyssoveltuvuudesta hieskoivulle ei ole tutkimuksia. Mätästys kiihdyttää taimien kasvua, mutta lisääkö se alkuvaiheen kasvua riittävästi vai tarvitaanko istutuksiin kookkaampia taimia, vaatisi lisätutkimuksia.

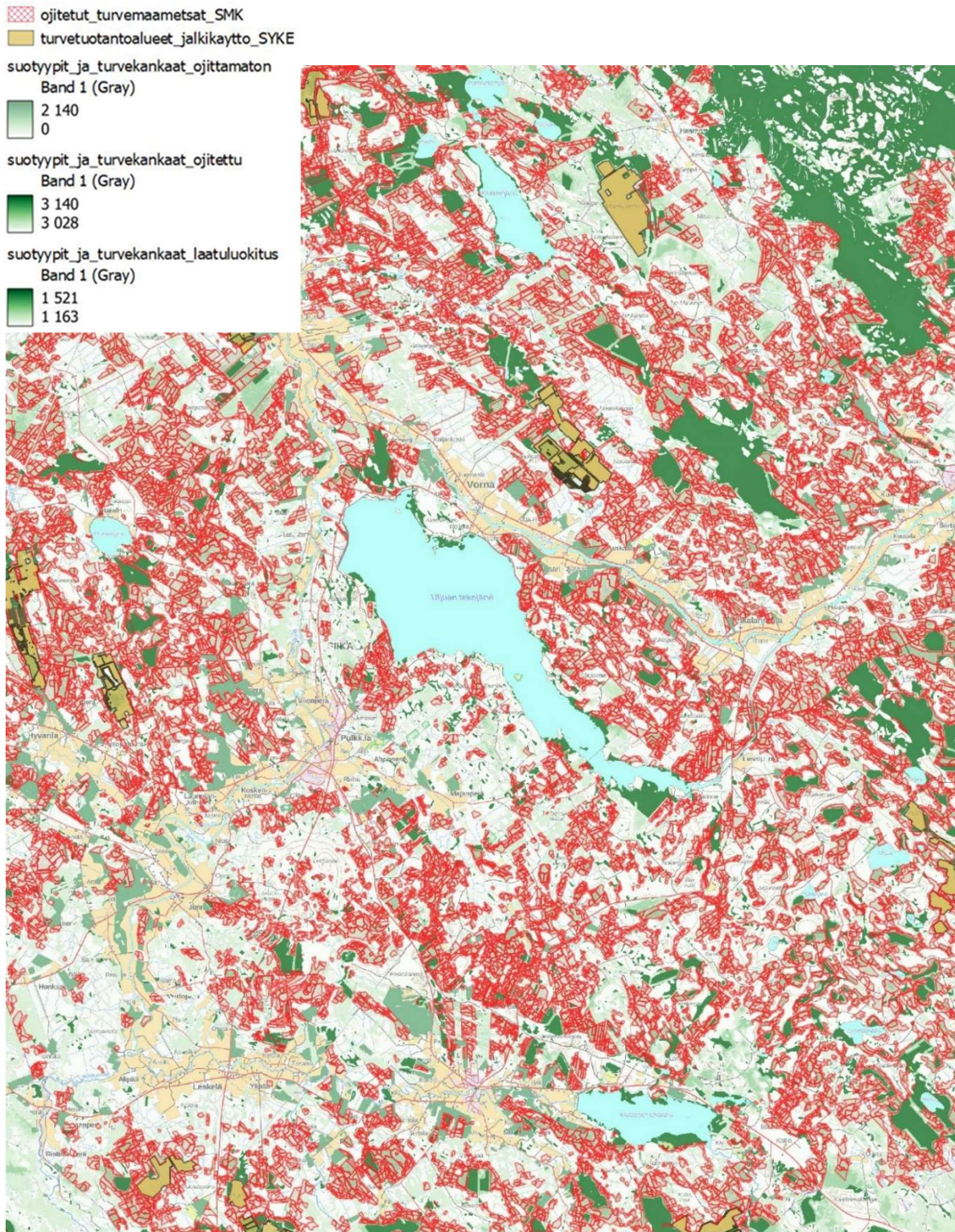
Hieskoivulle soveltuvat turvemaakohteet ovat keskimäärin rauduskoivun kivennäismaaistutusaloja alttiimpia halloille. Kivennäismaalle perustetuilla rauduskoivun kesäistutuskohteilla halla ei ole ollut ongelma (Luoranen ym. 2003), mutta ei tiedetä, onko näin myös hieskoivulla.

Käytännön kuusen uudistusaloilta tehdyistä inventointitutkimuksista on saatu viitteitä, että kuivuustuhojen riskit ovat kivennäismaakohteita suuremmat turvemailla (Luoranen ym. 2023). Rungas pintakasvilisuus vielä pahentaa kuivuustuhoja, joten abioottisten tuhojen riskit voivat olla suuret hieskoivun kasvu- paikoilla heti istutuksen jälkeen entistä äärevämmäksi käyvässä ilmastossa. Tutkittua tietoa aiheesta ei ole.

Hieskoivun kloonikokoelmien kunto ja hoitotarpeet on tarpeellista selvittää pluspuuaineiston säilymisen takaamiseksi.

12 LIITE 3 PAIKKATJETOTARKASTELU HIESKOIVUN KASVUPAIKOISTA

Karttaleikkeeseen on otettu Pohjois-Pohjanmaalta Syken turvetuotantoalueiden jälkikäyttö -taso, Metsäkeskuksen ojitettujen turvemaametsä -taso sekä suotyyppijä ja turvekankaista koskevat tiedot.



13 KIRJALLISUUS

Aarnio, J., Rantala, T. (1999). Peltojen luontaisen metsityksen yksityistaloudellinen kannattavuus. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 1999 numero 1 artikkeli 6437. <https://doi.org/10.14214/ma.6437>.

Alatalo, I. 2020. Tuhkalannoitettujen suonpohjien luontaisen taimettumisen onnistuminen. Helsingin yliopisto, Maatalous- ja metsätieteellinen tiedekunta, maisterintutkielma. 54 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-202006052606>

Anon. 1989. Pitkätähdyksen metsänjalostusohjelma ja työsuunnitelma vuosiksi 1990–1999. Metsähallitus. Moniste. 135 s.

Antola, J., Haapanen, M., Himanen, K., Leinonen, K., Paanukoski, S. & Stenvall, N. 2023. Metsänjalostuksen hyödyt käytäntöön – metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelma 2060. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2023:19. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165115/MMM_2023_19.pdf

Aro, L. & Hytönen, J. 2019. Suonpohjasta metsäksi. Suomen metsäkeskus. 24 s. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/suonpohjasta-metsaksi-opas.pdf>

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

Aro, L. & Kaunisto, S. 1994. Suonpohjien metsitys. Julkaisussa: Häyrynen, M. (toim.) Tapion taskukirja: 229–235. 22. painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki.

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>

Bioenergia ry. 2019. Turvetuotannosta poistuneet suonpohjat ovat jo hiilinieluja – metsitys tärkein jälkikäyttömuoto. Tiedote 8.3.2019. <https://www.bioenergia.fi/2019/03/08/turvetuotannosta-poistuneet-suonpohjat-ovat-jo-hiilinieluja-metsitys-tarkein-jalkikayttomuoto/>.

Bioenergia ry. 2024. <https://www.bioenergia.fi/tietopankki/turve/#energia>. Viitattu 23.10.2024

Dahlgren Lidman, F., Lundmark, T., Sängstuvall, L. & Holmström, E. 2024. Birch distribution and changes in stand structure in Sweden's young forests. *Scand. J. For. Res.* 39:167-175.

Eduskunnan vastaus 175/2013 vp. Eduskunta.

Ferm, A. 1985. Pienikokoisen hieskoivun rungon kosteuden ja tiheyden vaihtelu turvemaalla. Abstract: Variation in the water content and basic density of small-sized pubescent birch (*Betula pubescens*) stems on peatlands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 19–39.

Ferm, A., Hytönen, J., Koski, K., Vihanta, S. & Kohal, O. 1993. Peltojen metsitysmenetelmät. Kenttäkokeiden esittely ja metsitysten kehitys kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 463.

- Ferm, A. & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. *Folia Forestalia* 558, 32 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0618-6>
- Hagman M. 1971. On self- and cross-incompatibility shown by *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. *Commun. Inst. For. Fenn.* 73, s. 1-125.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 838.
- Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi metsälain ja rikoslain 48 a luvun 3 §:n muuttamisesta. 2013. HE 75/2013.
- Hilli, A., Päätaalo, M.-L., Moilanen, M., Piironen, M.-L., Issakainen, J. & Tillman-Sutela, E. 2003. Verho puuston tiheyden ja lannoituksen vaikutus kuusen taimien pituuskasvuun ojitetulla turvemaalla. *Suo* 54: 69–79.
- Huotari, N. 2011. Recycling of wood- and peat ash – a successful way to establish full plant cover and dense birch stand on a cut-away peatland. Tiiivistelmä: Puu- ja turvetuhka edistää kasvillisuuden muodostumista turvetuotannosta vapautuneilla suopohjilla. Oulun yliopisto, Oulu. *Acta Universitatis Oulensis*. A576, 47 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789514295324>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Pasanen, J. & Kubin, E. 2008. Ash-fertilization improves germination and early establishment of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) seedlings on a cut-away peatland. *Forest Ecology and Management* 255: 2870–2875. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.062>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E. & Kubin, E. 2009. Ground vegetation exceeds tree seedlings in early biomass production and carbon stock on an ash-fertilized cut-away peatland. *Biomass and Bioenergy* 33: 1108–1115. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.05.009>
- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A. Hein, S. & Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Vol. 83:1, s. 103–119.
- Hynönen, T. 2000. Pellonmetsitysten onnistuminen Itä-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 765. 90 s. + 4 osajulkaisua.
- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1998. Pellosta metsäksi. *Metsälehti Kustannus, Metsäntutkimuslaitos. Pihlajasarja* 1. 152 s.
- Hynönen T. & Makkonen T. 1999. Turvemaapeltojen maan ominaisuudet ja niiden vaikutus hieskoivujen alkukehitykseen Pohjois-Savossa. *Suo* 50: 17–34. <http://suo.fi/article/9781>
- Hytönen, J. 1999. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/1999: 697–710.
- Hytönen, J. 2019. Stump diameter and age affect coppicing of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.). *European Journal of Forest Research* 138: 345–352. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01175-5>
- Hytönen, J. 2020. Development of Downy Birch (*Betula Pubescens* Ehrh.) Coppice Stands during Nine Years. *Forests* 11(9), 958, 11 p. <https://doi.org/10.3390/f11090958>

- Hytönen, J. & Aro, L. 2012. Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. *Silva Fennica* 46(3): 377–394. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.48>
- Hytönen, J., Aro, L., Beuker, E., Niemistö, P., Nurmi, J. & Saarsalmi, A. 2014. Hieskoivu, haapa ja leppä energiapuuna: kasvatusta, korjuu ja ominaisuudet. Julkaisussa: Asikainen, A., Ilvesniemi, H. & Muhonen, T. (toim.) *Bioenergiaa metsistä - Tutkimus- ja kehittämissuunnitelman keskeiset tulokset*. Metlan työraportteja 289: 47–63. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2468-9>
- Hytönen, J., Aro, L. & Jylhä, P. 2018. Biomass production and carbon sequestration of dense downy birch stands on cutaway peatlands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(8): 764–771. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1500636>
- Hytönen, J. & Jylhä, P. 2005. Effects of competing vegetation and post-planting weed control on the mortality, growth and vole damages to *Betula pendula* planted on former agricultural land. *Silva Fennica* vol. 39 no. 3 article id 374. <https://doi.org/10.14214/sf.374>.
- Hytönen, J. & Kaunisto, S. 1999. Effect of fertilization on the biomass production of coppiced mixed birch and willow stands on a cut-away peatland. *Biomass and Bioenergy* 17(6): 455–469.
- Hytönen, J. & Saarsalmi, A. 2009. Long-term biomass production and nutrient uptake of birch, alder and willow plantations on cut-away peatland. *Biomass & Bioenergy* 33: 1197–1211. DOI: 10.1016/j.biombioe.2009.05.014
- Hytönen, J., Saarsalmi, A. & Rossi, P. 1995. Biomass production and nutrient uptake of short-rotation plantations. *Silva Fennica* 29(2): 117–139. <https://doi.org/10.14214/sf.a9202>
- Hytönen, J., Saramäki, J. & Niemistö, P. 2013. Growth, stem quality and nutritional status of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in pure stands and mixtures. *Scand J For Res* 29(1):1–11. <https://doi.org/10.1080/02827581.2013.838300>.
- Isoniemi M (2020) Potentiaalisten metsityskohteiden kartoitus suonpohjilla ja peltoheitoilla. Suonpohjat ja peltoheidot metsittämällä hiilinieluisiksi -hanke, 15.1.2020. <https://www.slideshare.net/Metsakeskus/potentiaalisten-metsityskohteiden-kartoitus-suonpohjilla-ja-peltoheitoilla>. Viitattu 23.10.2024.
- Issakainen, J. & Huotari, N. 2007. Suonpohjien metsittäminen. Metsäntutkimuslaitos ja Vapo Oy. 12 s.
- Jylhä, P., Hytönen, J. & Ahtikoski, A. 2015. Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cutaway peatlands in northern Finland. *Biomass and Bioenergy* 75:272–281.
- Jylhä P., Ahtikoski A., Hytönen J. & Aro L. 2020. Profitability of biomass production of downy birch on cutaway peatlands. *Suo - Mires and peat* 71(2): 75–79.
- 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. Tutkimusartikkeli. 26 s. <https://doi.org/10.14214/ma.24001>
- Karofeld, E., Jarasius, L., Priede, A. & Sendzikaite, J. 2017. On the after-use and restoration of abandoned extracted peatlands in the Baltic countries. *Restoration Ecology* 25(2): 293–300. doi: 10.1111/rec.12436
- Kaunisto, S. 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. *Suo* 32(3): 53–60. <http://suo.fi/article/9523>

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>

Kaurala, H., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. 2004. Sahakoivun laatu puhtaissa koivikoissa ja kuusi-koivusekametsiköissä. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2004 numero 2 artikkeli 6244. <https://doi.org/10.14214/ma.6244>.

Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A. & Regina, K. 2019. Mapping of cultivated organicsoils for targeting greenhouse gas mitigation. Carbon Management 10: 115–126. <https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1557990>.

Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Ahola, A., Heikkinen, J., Henttonen, H.M., Hotanen, J.-P., Nevalainen, S., Pitkänen, J., Strandström, M. & Viiri, H. 2017. Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. [Forests of Finland 2008–2013 and their development in 1921–2013]. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-467-0>.

Korhonen, K. T., Ahola, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Hotanen, J.-P., Ihalainen, A., Melin, M., Pitkänen, J., Rätty, M., Sirviö, M. & Strandström M. 2021. Forests of Finland 2014–2018 and their development 1921–2018. Silva Fennica vol. 55 no. 5 article id 10662. <https://doi.org/10.14214/sf.10662>

Laasasenaho, K., Lauhanen, R., Räsänen, A., Palomäki, A., Viholainen, I., Markkanen, T., Aalto, T., Ojanen, P., Minkkinen, K., Jokelainen, L., Lohila, A., Siira, O.-P., Marttila, H., Päckilä, L., Albrecht, E., Kuittinen, S., Pappinen, A., Ekman, E., Kübert, A., Lampimäki, M., Lampilahti, J., Shahriyer, A.H.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 Volume 134, 106926. <https://doi.org/10.1016/j.landuse-pol.2023.106926>.

Laitila, J., Niemistö, P. & Väätäinen, K. 2014. Hieskoivikoiden avo- ja harvennushakkuun tuottavuus aines- ja energiapuun yhdistetyssä korjuussa joukkokäsittelymenetelmällä. Metlan työraportteja 285.

Laki metsälain muuttamisesta 1085/2013.

Leinonen, K. 2024. Kari Leinonen, sähköpostiviesti 23.8.2024

Lilja, A. 1996. Versolaikkujen ja värivikojen aiheuttajat koivun taimilla. Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 1996(2): 157–161

Lukkala, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 34.

Luoranen, J. 2000. Control of growth and frost hardening of silver birch container seedlings: growth retardants, short day treatment and summer planting. Tiivistelmä: Koivun paakkutaimien kasvun ja karistumisen hallinta: kasvunsäätet, lyhytpäiväkäsittely ja kesäistutus. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 777. 152 p. + 5 appendices.

Luoranen, J., Rikala, R., Smolander, H. 2003. Root egress and field performance of actively growing Betula pendula container seedlings. Scandinavian Journal of Forest Research 18: 133-144. <https://doi.org/10.1080/02827580310003704a>

Luoranen, J., Riikonen, J., Saksa, T. 2023. Damage caused by an exceptionally warm and dry early summer on newly planted Norway spruce container seedlings in Nordic boreal forests. Forest Ecology and Management 528, 120649 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120649>

Maa- ja metsätalousvaliokunnan mietintö 13/2013 vp. Eduskunta.

Metsäntutkimuslaitos. 2013. Lisälausunto 2. 726/53/2013, 19.11.2013. Eduskunta.

MGR: Luonnonvarakeskuksen metsägeneettinen rekisteri 2.9.2024.

Mielikäinen K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. *Communications Institutii Forestalis Fenniae*, 133. 79 s.

Moilanen, M., Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen- ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistusaloilla. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 115–130.

Månsson, J., Andrén, H., Bergström, R., Kjellander, P., Pehrson, Å., & Kalén C. 2007. Älgbete i tid och rum – vad styr älgarna och betestrycket i ungskog? *Fakta skog* 7/2007.

Neuvoston direktiivi 1999/105/EY, annettu 22 päivänä joulukuuta 1999, metsänviljelyaineiston pitämisestä kaupan.

Niemi, S. 2015. Suomalaisen metsäluonnon lukutaidon historiaa - ihmisen ja koivun muuttuva suhde Suomessa 1730-luvulta 1930-luvulle. *Lisensiaatintutkimus*. Turun yliopisto.

Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon kehitykseen. Teoksessa: Poikolainen, J. & Väärä, T. (Toim.). *Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. s 87–103.

Niemistö, P. 2008. Koivun uudistamiskohteiden valinta. Teoksessa: Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A, Velling, P., Heräjärvi H. & Verkasalo, E. (toim.). *Koivun kasvatus ja käyttö*. Metsäkustannus Oy. s. 79–83.

Niemistö, P. & Hytönen, J. 2008. Koivun istutus. Teoksessa: Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A, Velling, P., Heräjärvi H. & Verkasalo, E. (toim.). *Koivun kasvatus ja käyttö*. Metsäkustannus Oy. s. 79–83.

Niemistö, P. & Hallikainen, V. 2021. Puutason mallit tukin ja ainespuun osuuksille istutettujen rauduskoivujen päätehakuussa. *Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2021 artikkeli 10538*. <https://doi.org/10.14214/ma.10538>.

Niemistö, P., Hukki, P. & Verkasalo, E. 1997. Kasvupaikan ja puuston tiheyden vaikutus rauduskoivun ulkoiseen laatuun 30-vuotiaissa istutuskoivikoissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1997/3: 349– 74. <https://doi.org/10.14214/ma.6476>.

Niemistö, P., Kojola, S., Ahtikoski, A. & Laiho, R. 2017a. From useless thickets to valuable resource? – Financial performance of downy birch management on drained peatlands. *Silva Fennica* vol. 51 no. 3 article id 2017. <https://doi.org/10.14214/sf.2017>.

Niemistö P., Kojola S., Ahtikoski A., Laiho R. 2017b. Tiheiköt hyötykäyttöön? – Hieskoivikoiden kasvatusvaihtoehtojen kannattavuus turvemaidilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2017–7810. *Tutkimuslause*. 4 s <https://doi.org/10.14214/ma.7810>

Niemistö, P., Korpunen, H., Laurén, A., Salomäki, M. & Uusitalo, J. 2012. Impact and productivity of harvesting while retaining young understorey spruces in final cutting of downy birch. *Silva Fennica* 46(1): 81–97.

Niemistö, P. & Poutiainen, E. 2004. Hieskoivikon käsittelyn vaikutus kuusialikasvoksen kehitykseen Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan viljavilla ojitusalueilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 441–459.

Nurmi J. 1993. Heating values of the above ground biomass of small-sized trees. *Acta Forestalia Fennica* no. 236 article id 7682. <https://doi.org/10.14214/aff.7682>

Porola, T. 2011. Suopohjien metsitys Pohjois-Pohjanmaalla - inventaariotutkimus vuosien 1995-2001 välillä tehdyistä entisten turvetuotantoalueiden metsityksistä. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, Maantieteen laitos. 82 s.

Rehevöittävä kuormitus -artikkeli. Vesi.fi-verkkosivu.

Riikonen, J., Lehto, T. & Rikala, R. Effects of boron fertilization in the nursery or after planting on the performance of Norway spruce seedlings on boron-poor sites. *New Forests* 44: 671–685.

Romakkaniemi, P. 1986. The susceptibility of *Betula pendula* and *B. pubescens* saplings to stem spot disease on different soils. *Silva Fennica* vol. 20 no. 1 article id 5258. <https://doi.org/10.14214/sf.a15437>

Romakkaniemi, P. ja Poteri, M. 1987. Effects of some environmental conditions on the response of birch bark to wounding. *European journal of forest pathology* 17, 4-5: 298-304.

Ruokavirasto: Kansallinen luettelo Suomessa hyväksytystä perusaineistosta 2014.

Ruokavirasto: Kansallinen luettelo Suomessa hyväksytystä perusaineistosta 2024.

Saarinen, M., Niemistö, P. ja Ahtikoski, A. 2023. Viljavan turvemaan luontaisen uudistamisen ja viljelyn vaihtoehdot kuuselle – puuntuotos ja kannattavuus. Julkaisussa: Ahtikoski, A. (toim.) Turvemaiden kestävän metsänhoidon talouspaketti -hankkeen (TUKEME) loppuraportti. Luonnonvarakeskus. https://mmm.fi/documents/1410837/147048451/Loppuraportti_TUKEME_Fi-nal+5480531_1_0.pdf/f4f7f87e-7ddf-8cdf-8e4d-8b37440b9478/Loppuraportti_TUKEME_Fi-nal+5480531_1_0.pdf?t=1709110729859 Salmi, J. 1987. Koivun puuaineen ominaisuudet ja käyttö. *Sorbifolia* 18(3): 123–132.

Salo, H. 2020. Suonpohjista hiilinieluja? *Bioenergia* 1/2020: 36–37.

Saramäki, J. 1994. Onko hieskoivulla paikkaa metsätaloudessa? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491. S. 19-23.

Seilonen, T. 2018. Kysyntään perustuva kannattava energiapuun kasvatusta Metsähallituksen turvetuotannosta poistuvilla maapohjilla ja hieskoivun kasvatukseen soveltuvilla turvemaidella. *Karelia-ammattikorkeakoulu*.

Stenlid, J., Swedjemark, G. & Vollbrecht, G. 1995. Rotträta drabbar inte bara gran. *Fakta skog*, nr. 12. SLU.

Takanen, O. 2010. Kulotuksen ja maanmuokkauksen vaikutus metsänuudistamiseen. Opinnäytetyö. Maa- ja metsätalouden yksikkö, Metsätalouden koulutusohjelma, Metsätaloustuotannon suuntautumisen vaihtoehto. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 30 s.

Tilastokeskus 2024. Kotimaisten polttoaineiden hinnat energiantuotannossa (ei sis. alv). https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ehi/statfin_ehi_pxt_12gb.px/. Viitattu 17.9.2024.

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. 30.12.2013/1308.

Verkasalo, E. 1993. Mikä vaihtoehtona hieskoivulle? *Metsälehti* 2/1993.

Verkasalo, E. 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 632. 483 s. + liitteet 59 s.

Viherä-Aarnio, A. 1989. Raudus- ja hieskoivun jalostuksen nykytilanne Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 38–53.

Vilkuna, K. & Mäkinen E. 1953. Isien työ. Veden ja maan viljaa. Arkityön kauneutta. Otava. 2. laaj. p. 343 s.

Vuokila, Y. 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. 2. p.

Väänänen, P., Saarinen, M. & Laiho, R. 2024. Suometsien uudistamisen tuloksellisuus ja tietoaукot: Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 58 s.

Vesien- ja merenhoito Suomessa. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/vesien-ja-merenhoito-suomessa>



Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi