



Metsäntutkimus tehokkaammin käyttöön

Metsätiedepaja–konsepti ja sen toteutus aiheesta
Metsänjalostuksen kannattavuus

Arto Koistinen, Liisa Käär ja Risto Päivinen

Alkusanat

Suomessa on kansainvälisestikin arvioituna korkeatasoinen metsäntutkimus. Myös tutkimustulosten viemisessä metsätalouden käytäntöön on oltu hyvällä tasolla. On kuitenkin esitetty kritiikkiä, ettei tutkimusta ole hyödynnetty käytännön metsätaloudessa niin hyvin kuin mahdollista. Tutkimustiedon tehokas hyödyntäminen on ensiarvoisen tärkeää koko kansantaloutemme kannalta.

Tutkijoiden tuottaman tiedon ja käytännön asiantuntijoiden kokemusten yhdistämisessä on myös parantamisen varaa. Näin on siitä huolimatta, että monet tutkimukset on toteutettu yhteistyössä metsätalouden käytännön toimijoiden kanssa. Uskomme, että tässä raportissa esitetyt tulokset ja päätelmät ovat hyödyksi käytännön metsänhoitosuosituksia edelleen kehitettäessä.

Tämä projekti on toteutettu osana Tapion ja maa- ja metsätalousministeriön välistä palvelusopimusta. Kiitämme ministeriötä projektin rahoituksesta. Projektin ohjausryhmään kuuluivat puheenjohtajana Sanna Paanukoski maa- ja metsätalousministeriöstä ja jäsenenä Taneli Kolström Luonnonvarakeskuksesta, Pasi Puttonen Suomen Metsätieteellisestä seurasta ja Helsingin yliopistosta sekä Hannu Niemelä Tapio Silva Oy:stä. Kiitämme ohjausryhmää arvokkaasta tuesta.

Esitämme suuret kiitokset projektin pilottiaiheen, metsänjalostuksen, avainasiantuntijoille Anssi Ahtikoskelle ja Matti Haapaselle Luonnonvarakeskuksesta. Kiitämme myös kaikkia metsätiedepajan paneeliin sekä varsinaiseen tiedepajaan osallistuneita (liitteet 2 ja 3).

Helsingissä 22. joulukuuta 2016

Tapio Oy

Olli Äijälä

Liiketoimintajohtaja

Koistinen, A., Käär, L. ja Päivinen, R. 2016. Metsäntutkimus tehokkaammin käyttöön. Metsätiedepaja-konsepti ja sen toteutus aiheesta Metsänjalostuksen kannattavuus. Tapion raportteja nro 13.

© Tapio Oy

ISSN 978-952-5632-44-6

ISBN 2342-804X (pdf)

<http://Tapio.fi/julkaisut-ja-raportit>

Sisällys

Alkusanat	1
Sisällys	3
Tiivistelmä	5
1 Johdanto	7
1.1 Tiedon tie käytäntöön	7
1.2 Ongelmakohtia tiedon tiellä käytäntöön	8
1.3 Tutkimustiedon välittyminen Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa	9
1.3.1 Suomi	9
1.3.2 Ruotsi	10
1.3.3 Norja	11
2 Tutkimuksen vieminen käytäntöön — kansainvälinen ja kotimainen esimerkki	13
3 Metsätiedepaja konseptina	17
3.1 Konseptin luominen	17
3.2 Metsätiedepajan toteutus mallina	17
3.3 Konseptin arvioidut hyödyt	18
3.4 Konseptiin liittyvät riskit	19
4 Pilotti metsätiedepajasta: Metsänjalostus kannattaa	20
4.1 Lähtökohdat pilotille	20
4.2 Toteutus	21
4.2.1 Selvitys tutkimuksista	21
4.2.2 Paneeli	21
4.2.3 Seminaari: Metsätiedepaja	22
4.3 Metsätiedepajan tulokset	25
4.3.1 Tutkimuksen evidenssi	25
4.3.2 Suositukset toimenpiteiksi metsätiedepajan pohjalta	26
5 Kokemukset metsätiedepaja-konseptista ja kehitysehdotukset	30
Lähteet	32
Liitteet	34

Kuvat

1. Tutkimustiedon välittyminen ja hyödyntäminen
2. Evidence-based forestry –konsepti kaaviona
3. Tutkimustiedon arvioinnin ulottuvuudet
4. Metsätiedepaja-prosessiin osallistuvat tahot ja prosessin vaiheet.
5. Jalostushyöty ja talous.

Taulukko

1. Näytönasteet Käypä hoito -suosituksen mukaan

Tiivistelmä

Uuden sukupolven tiedonprosessointikanavan, **metsätiedepajan**, tavoitteena on saada tutkimustulokset aiempaa nopeammin ja tehokkaammin palvelemaan käytännön metsätaloutta. Samalla syntyy tietoa politiikkatasolle mm. tutkimusten suuntaamisesta. Kansainvälisellä tasolla metsätiedepajalla on yhteneväisyyksiä ns. "Evidence- Based Forestry "-konseptin kanssa. Samanlaisia ajatuksia on jo sovellettu myös kotimaisissa lääketieteen Käypä hoito -suosituksissa.

Ensimmäisessä, pilottina toteutetussa metsätiedepajassa käsiteltiin metsänjalostuksen taloutta ja jalostushyötyjä. Tiedepajan nimenä oli Metsänjalostus kannattaa. Työ eteni seuraavasti:

- 1) Koottiin **synteesi** metsänjalostuksen taloutta ja jalostushyötyä käsittelevistä pääosin pohjoismaisista **tutkimuksista**. Projektiryhmän määrittelemien tavoitteiden pohjalta sen kokosivat Luonnonvarakeskuksen tutkijat Matti Haapanen ja Anssi Ahtikoski. Työ tehtiin pääosin syyskuussa 2016 ja sitä täydennettiin syksyn kuluessa arviointien osalta.

Em. tutkimuksista selvitettiin, vahvistavatko ne hypoteesit:

Jalostus

- a) lisää puuston kasvua / lyhentää kiertoaikaa,
- b) parantaa puun laatua ja
- c) parantaa taloudellista kannattavuutta.

- 2) Varsinaista metsätiedepajaa alustamaan järjestettiin **paneeli**, johon osallistui 10 henkilöä. Paneelin ensimmäisenä kysymyksenä oli, ovatko tutkimuskoosteet kattavia kohteiden osalta ja mihin olennaisiin kysymyksiin nykytutkimus ei vastaa. Lisäksi tarkasteltiin, antaako synteesi relevanttia tietoa päätöksentekijöille. Yleisellä tasolla tutkimusten tulokset olivat samansuuntaisia: jalostus lisää kasvua, parantaa laatua ja on taloudellisesti kannattavaa. Alueittain ja puulajeittain tarkasteltuna tutkimus ei kuitenkaan ole täysin kattavaa ja tuloksissa on erilaisia vivahteita.

Paneelissa pohdittiin, miten metsänjalostus mahdollisesti vaikuttaa metsänhoidon suosituksiin. Laatu puuta tuottavat taimet saattavat mahdollistaa nykysuosituksia voimakkaamman harvennuksen mäntyvaltaisessa taimikossa ilman, että oksanpaksuus kasvaa merkittävästi. Jatkossa on syytä tarkastella, onko männyn kylvö jalostushyödyn ansiosta kannattava myös hieman nykyisiä kylvökohteita karummilla kohteilla. Toisena selvitettävänä asiana tuli esille, vaikuttaako jalostushyöty etenkin kuuvaltaisissa metsissä metsänhoitosuosituksissa esitettyyn taimikonhoidon ajoitukseen.

- 3) **Metsätiedepajan seminaari** järjestettiin yhdessä männyn metsikkösiemenen siirto-suositusseminaarin kanssa. Näin oli mahdollista tavoittaa myös joukko käytännön toimijoita. Seminaariin osallistui 30 henkilöä. Seminaarin pohjalta laadittiin viestit eri ryhmille.

Viestinä *metsänomistajille* on, että on perusteltua käyttää jalostettua, alueelle sopivaa materiaalia, jos sitä on saatavissa. Jalostamattomaan verrattuna kasvu on olennaisesti nopeampaa ja lisäksi viljelyvarmuus ja laatu ovat paremmat. Myös jalostetun kylvösiemenen käyttö on kannattavaa korkeammasta hinnasta huolimatta.

Metsä- ja taimituotannon ammattilaisten on tarpeellista kertoa jalostetun materiaalin eduista metsänomistajille. Jalostetun materiaalin etuja tulee nostaa esille markkinoinnissa ja samalla parantaa jalostetun materiaalin erottuvuutta jalostamattomasta erityisen merkinnän tai ”laatuleiman” avulla.

Politiikkatasolle viestinä on, että metsänjalostuksen aiheuttamat kustannukset yhteiskunnalle ovat erittäin pienet kansantaloudellisiin hyötyihin nähden. Jalostus on edullinen ja ekologisesti kestävä keino lisätä puuntuotantoa, jota biotalouden kasvu edellyttää. Jalostetun viljelymateriaalin erottuvuus jalostamattomasta tulee taata. Metsänjalostustyön ja siihen liittyvän tutkimuksen edellytykset on turvattava.

Tutkimuksissa on tuotava esille, millaisia laadullisia parannuksia metsänjalostus tuottaa ja mikä on niiden taloudellinen arvo. Jalostuksen vaikutukset eri ekosysteemipalveluihin ja mahdolliset oheisvaikutukset on todennettava myös tapauksissa, joissa vaikutuksia ei ole tai ne ovat vähäisiä.

Metsätalouden tulevaisuuden kannalta merkittäviä aiheita ovat ilmastonmuutoksen ja jalostuksen yhteisvaikutus sekä tuhoihin liittyvät kysymykset. Kansantalouden näkökulma on tarpeen ottaa nykyistä vahvemmin mukaan jalostushyötyjen talousvaikutusten tarkasteluun.

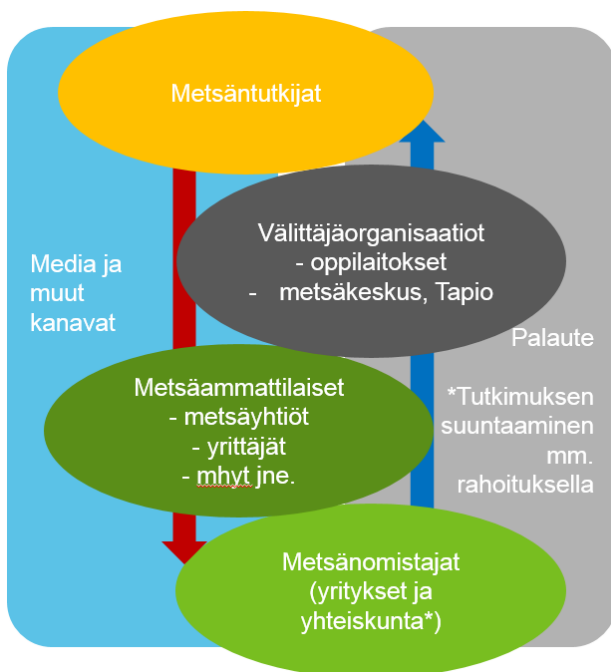
Kun metsänhoidon suosituksiin kootaan tutkimustietoa, metsätiedepajan avulla tuotetaan tutkimustiedot rajatusta aihepiiristä perusteellisen tutkimusten arvioinnin kautta. Tämän edellytyksenä on, että tieteen tekijät ovat organisoidusti ja sitoutuneesti mukana eri aihepiirien tutkimusten evidenssin selvittämisessä.

Työhön kuului suppea selvitys, miten Suomen lisäksi Ruotsissa ja Norjassa on koottu teollista tietopohjaa metsien hoitoon ja käyttöön. Ruotsissa työ on enemmän tutkijoiden vastuulla kuin Suomessa ja Norjassa. Metsätiedepaja olisi luonteva foorumi nostaa pohjoismainen tutkimus nykyistä vahvemmin tarkasteluun Suomessa sekä rakentaa yhteistyötä naapurimaiden kanssa tutkimustiedon synteisien tekemisessä.

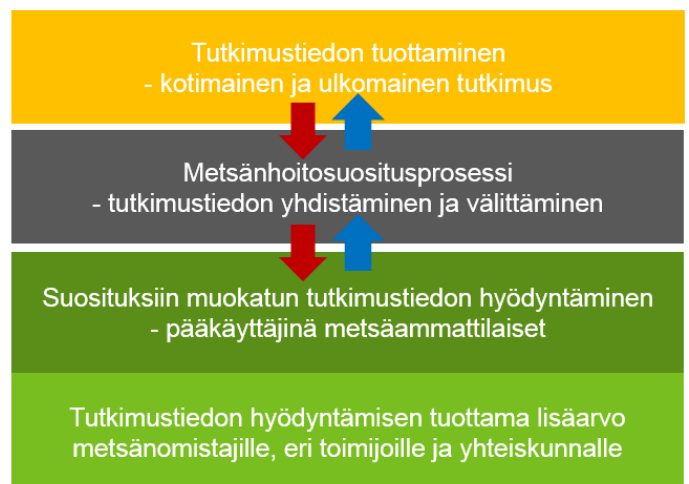
1 Johdanto

1.1 Tiedon tie käytäntöön

Tutkimustieto välittyy eri kanavien kautta käytännön metsätalouteen. Osa tutkimustiedosta kulkee käytäntöön suoraan tiedon tuottajilta, osa taas esimerkiksi oppilaitosten järjestämän koulutuksen kautta. Välittäjäorganisaatiot ja metsäammattilaiset yhdistävät, välittävät ja soveltavat tutkimustietoa. Ne myös antavat ja välittävät palautetta tutkimustiedon tuottajille (kuva 1).



Esimerkkinä metsänhoitosuosituks



Kuva 1. Tutkimustiedon välittyminen ja hyödyntäminen.

Tutkimustiedon lisäarvo syntyy vasta, kun tutkimusta on mahdollista hyödyntää mm. uusissa innovaatioissa, käytänteissä tai jatkotutkimuksissa. Esimerkkinä (kuva 1, oikealla) on rinnalla tutkimustiedon välittyminen metsänhoidon suositusten laatimisprosessissa.

Metsänhoitosuosituks

1.2 Ongelmakohtia tiedon tiellä käytäntöön

Metsäbiotaloudessa kuten muillakin aloilla on yleisenä ongelmana, miten uusi tutkimustieto saadaan hyödynnettyä tehokkaasti käytännön työssä. Risto Seppälän ”Metsäntutkimuksen kokonaistarkastelu” teoksessa¹ todetaan, että merkittävin metsäalan tutkimuksen ongelma Suomessa ei ole tutkimustiedon määrässä tai laadussa sen enempää kuin voimavarojen niukkuudessa tai tutkijoiden pätevydessäkään vaan tutkimustulosten vaikuttavuudessa ja niiden jalkauttamisessa käytäntöön.

Metsänhoitosuosituksissa laajan tutkijoiden ja käytännön organisaatioiden yhteisessä prosessissa viimeisin tutkimustieto on taottu käytännön ohjeiksi metsätalouden eri päätöksentekotilanteisiin. Prosessin puutteena on kuitenkin ollut, ettei kotimaisen ja erityisesti kansainvälisen tutkimustiedon käyttö ole ollut systemaattista.²

Metsäntutkimuksen tiedon välittyminen kentälle edellyttää, että erityisesti metsänomistajien kanssa tekemisissä olevat metsäammattilaiset ovat hyvin perillä tutkimustuloksista ja niihin perustuvista suosituksista. Kyselytutkimuksen perusteella metsäammattilaiset kokivat, ettei heillä ole riittävästi tietoa uusista tutkimuksista. Kentälle tarjotun ajankohtaisen tutkimustiedon tulisi olla tiivistettyä ja ammattilaisten tarpeeseen kohdennettua.³

Tutkijoiden mahdollisuudet osallistua ulkopuolisiin tutkimustiedon hyödyntämiseen tärkeitä prosesseihin ovat aiempaa rajoitetummat, kun työ on vahvasti projekteihin sidottua. On keskeistä, että tutkijat ovat motivoituneita osallistumaan myös tutkimustietoa koostaviin ja käytäntöön vieviin prosesseihin, jotka eivät välttämättä tuota uusia tieteellisiä julkaisuja.

¹ Seppälä, R. 2014. Metsäntutkimuksen kokonaistarkastelu. Metsämiesten Säätiön rahoittaman esiselvityksen loppuraportti. <http://www.mmsaatio.fi/eNewsletter4/Metsantutkimuksen-kokonaistarkastelu-loppuraportti.pdf>

² Esim. Kärkkäinen M. 2014. Tapion metsänhoitosuositukset – sutta vai sekundaa. Koneyrittäjä-lehti 3/2014.

³ Valkonen, J. ja Hourunranta P. 2006. Tutkimustiedon välitys - selvitys tutkimustiedon välittymisestä käytännön metsätalouteen. Työtehoseuran raportteja ja oppaita 28 http://www.tts.fi/images/stories/tts_julkaisut/tr28.pdf

1.3 Tutkimustiedon välittyminen Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa

Taustaksi on koottu tietoja siitä, miten Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa tutkimustietoa viedään käytäntöön sekä miten on pyritty parantamaan metsäbiotalouden tutkimustulosten vaikuttavuutta. Tarkastelussa ovat metsälain, sertifiointin ja erilaisten suositusten näkökulmat. Näyttää siltä, että Ruotsissa työ on enemmän tutkijoiden vastuulla kuin Suomessa ja Norjassa.

1.3.1 Suomi

Taustaa

Suomen metsälainsäädäntö vuodelta 2014 sallii aikaisempaa laajemmin kirjon metsänhoitotoimia metsänomistajalle. Uusi metsälaki asettaa keskiöön metsänomistajien omat tavoitteet ja metsäpolitiikassa pyritään palvelemaan metsänomistajaa valitsemaan sekä itselleen että yhteiskunnalle hyödyllisiä vaihtoehtoja.

Kansallisessa metsästrategiassa (2015) uusina elementteinä ovat kansainväliset sitoumukset kestävästä metsänhoidosta ja sopeutuminen ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin uhkiiin ja mahdollisuuksiin. Metsänomistajan ongelma on vaihtoehtojen suuri määrä, joista täytyisi osata valita omiin tavoitteisiin paras vaihtoehto.

Metsänhoitosuositukset

Tapio on toimittanut erityyppisiä metsänhoitosuosituksia jo vuosikymmenien ajan. Laatimisprosessi on kehittynyt yhä enemmän kaikkia metsätalouden ja ympäristönhoidon ja myös energiasektorin osapuolia osallistavaksi. Yhteensä mukana on ollut noin 30 organisaatiota edustaen metsänomistajia, metsäteollisuutta, metsäalan yrittäjiä, ympäristöjärjestöjä tutkimusta ja viranomaistahoja.

Suuri osa valmistelusta on tehty asiantuntijapaneeleissa, joissa tutkimuksen ja käytännön edustajat ovat tuoneet mukanaan viimeisimmän tietämyksen kustakin aiheesta. Tuloksena on synteesi tutkimuksen tuloksista, asiantuntijoiden muotoilemista parhaista käytännöistä sekä laajan osallistujajoukon metsiin kohdistuvista arvoista. Viimeisin metsänhoitosuosituksen päteoksen päivitys on vuodelta 2014.⁴

Tämän päädokumentin lisäksi on valmisteltu seitsemän yksityiskohtaisempaa työpasta, aiheina talousmetsien luonnonhoito, energiapuun korjuu, metsäteiden kunnossapito, metsätalouden kannattavuus, suometsien hoito, riistametsänhoito sekä vesiensuojelu metsätaloudessa (lueteltu kohdassa lähteet). Painotuotteiden lisäksi julkaisut ovat saatavilla

⁴ Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisu. 264 s. <http://www.metsanhoitosuosituks.fi/suosituks/metsanhoi-don-suositukset/>

myös verkossa.⁵ Lisäksi suosituksista on tehty mm. mobiilisovelluksia ja koulutustuotteita eri kohderyhmille.

Sertifiointi

Suomessa PEFC-standardilla sertifioituja metsiä on noin 85 % ja FSC-standardilla noin 10 % alasta. Metsien kokonaisalasta sertifiointit kattavat noin 90 %. Metsänhoitosuositukset ovat sertifiointia yksityiskohtaisempia, eivätkä ole niiden kanssa ristiriidassa. Tiivistäen voidaan todeta, että lait ja sertifiointi asettavat rajat talousmetsien käsittelylle ja suositukset neuvovat, miten metsänomistajat voivat saavuttaa omat tavoitteensa käytännössä. Tästä syystä sertifiointi mainitaan vain harvoin suosituksissa.

Esimerkiksi vesialueiden suojavyöhykkeiden laajuus on lainattu suoraan sertifiointistandardeista. Metsänhoidon suosituksissa kerrotaan lisäksi erilaisista keinoista, joilla vesiensuojelusta voidaan huolehtia metsätalouden eri toimenpiteiden yhteydessä.

Tulevaisuuden haasteet

Metsänhoitosuosituksia ovat eräät tahot kritisoineet siitä, että prosessin lopputuloksesta ei enää käy ilmi, minkä suositusten takana on tieteellistä tutkimusta ja mitkä on kirjoitettu muilla perusteilla. Prosessiin osallistuneet ovat kokeneet osallistumisen hyödyllisenä.

1.3.2 Ruotsi

Taustaa

Nykyinen metsälaki Ruotsissa on vuodelta 1979 ja se uudistettiin 1993–94, jolloin useita velvoittavia määräyksiä, esimerkiksi taimikonhoidon jälkeinen taimitiheys, poistettiin. Laki asettaa metsäpolitiikalle ja -taloudelle kaksi tasavertaista päämäärää: ympäristönhoidon ja puuntuotannon.

Erityisesti metsien ympäristöarvoja koskevia lausumia on kehitetty 1990-luvulla ja sen jälkeen. Sen sijaan keskeinen metsätalouden vaatimus istutettavien taimien määrästä on säilynyt ennallaan 1960-luvulta lähtien. Viimeisin lain päivitys on vuodelta 2014. Metsäpolitiikan tavoitteet on viimeksi koottu hallituksen tiedonantoon vuodelta 2007.

Metsänhoitosuositukset

Käytännön metsänhoitosuositukset ovat Skogstyrelsenin vastuulla, maatalousyliopiston (SLU) ja Skogforskin avustamana. Tuloksena on kaksi päätuotetta, jotka ovat saatavissa pääasiallisesti internetin kautta:

⁵ <http://www.metsanhoitosuositukses.fi/suositukses/>

- 1) ”Skogskunskap” jota luonnehditaan metsäneuvojaksi verkossa metsänomistajille ja metsätalouden yrittäjille. Se sisältää faktapohjaa metsätaloudesta ja ohjeita metsänhoitoon, mediamateriaalia sekä laskentamalleja vaihtoehtoisten metsätalouden toimenpiteiden seurausvaikutuksista.⁶
- 2) ”Skogskötselserien” tarjoaa tietämystä metsänhoidosta tutkijoiden kirjoittamana, mutta editoituna käytännön toimijoille sopivaan muotoon. Sarja täydentää ”Skogskunskapin” yleisesityksiä ja tuo esille eri metsänhoitotoimenpiteiden teoreettiset perusteet ja tutkimuksen antamat tulokset. Siihen kuuluu yleisesitys kestävä metsänhoidon periaatteista ja käsitteistä sekä 20 raporttia eri aloilta, kuten ”metsän istutus”, ”harvennushakkuut” ”metsätuhot” sekä ”metsän virkistyskäyttö”.⁷

Sertifiointi

Sekä PEFC että FSC kattavat noin 12 miljoonaa hehtaaria tuottavaa metsämaata, jonka kokonaispinta-ala on Ruotsissa 23,4 miljoonaa hehtaaria. Monet metsätilat ovat sertifioitu molemmilla menetelmillä.

Suurimmilla metsäyhtiöllä ja metsänomistajayhdistyksillä on omia metsänhoito-ohjeita, jotka noudattelevat lainsäädäntöä, kansallista metsäpolitiikkaa sekä yllämainittuja yleisiä ohjeita ja niiden tieteellisiä perusteita. Ohjeet on niin ikään harmonisoitu sertifiointijärjestelmiin sen mukaan kun omistajat ovat niihin sitoutuneet.

Tulevaisuuden haasteet

Ruotsin hallitus on 2015 aloittanut ohjelman Kansallisen metsäohjelman luomiseksi. Osallistavaan prosessiin kutsutaan laaja joukko virallisia tahoja sekä kansalaisyhteiskunnan edustus. Tavoitteena on muotoilla politiikan strategia jolla luodaan työpaikkoja ja edistään kestävä kehitystä kasvattamalla biotaloussektoria koko maassa. Kansallinen metsätalousneuvosto neuvottelee relevanttien tahojen kanssa keinoista luoda ohjelma raaka-aineen tuotannon lisäämiseksi kasvavan biotalouden tarpeisiin.

1.3.3 Norja

Taustaa

Norjan metsälainsäädäntö on vuodelta 2006 mutta sen jälkeen on tullut myös uusia säädöksiä. Metsälainsäädäntö muodostaa muiden säädösten — kuten esimerkiksi biodiversiteettiasetuksen — kanssa taustan metsänhoitosuosituksille.

⁶ <http://www.skogskunskap.se/>

⁷ <http://www.skogsstyrelsen.se/Skogskotselserien/>

Metsänhoitosuositukset

Metsätalouden käytännön ohjauksesta vastaa Norjan maatalousvirasto (Landbruksdirektoratet) Metsänhoitosuositusten kokoamisesta ja toimittamisesta vastaa Metsäkoulutusinstituutti (Skogkurs), joka on 37 metsätalouden organisaation ja tutkimuslaitoksen muodostama yhdistys. Instituutti on koonnut tietopohjan ja julkaissut metsänhoitosuosituksia yhteistyössä tutkijoiden ja käytännön asiantuntijoiden kanssa.⁸

Yhteensä 13 tiivistelmästä ovat esimerkkeinä "Maanpinnan valmistaminen", "Metsänlannoitus" ja "Metsätalous ja kulttuurimuistomerkit". Yhteistyökumppaneina ovat Norjan metsäntutkimuslaitos (NIBIO) sekä metsänomistajayhdistykset.

Sertifiointi

Metsänhoitosuosituksia täydennetään Norjan PEFC-standardin ohjeistuksilla. Sertifiointi kattaa suurin piirtein yhtä suuren osuuden talousmetsistä kuin Suomessa. PEFC-standardin takana on prosessi, jossa ovat mukana metsänomistajien ja metsäteollisuuden etujärjestöjen lisäksi mm. metsäkoneyrittäjät, ammattiyhdistykset ja virkistyskäyttäjät. Norjan maatalous- ja ympäristövirastot ovat työryhmissä tarkkailijoina. Skogskurs ei ole prosessissa virallisena toimijana, mutta järjestää kursseja ja valmistelee materiaaleja PEFC-päivitysten valmistuessa.

Yhteensä 27 ohjetta on koottu kolmeen aihealueeseen: Johdon ja suunnittelun vastuut, hakkuut ja muut operaatiot sekä ympäristöarvot. Ensimmäisestä ryhmästä esimerkkinä mainittakoon "metsätyön turvaohjeet", "metsätalouden suunnittelu" sekä "ympäristötietojen julkisuus". Toiseen ryhmään kuuluvat mm. "metsäkuljetus", "torjunta-aineiden käyttö", "ulkomaiset puulajit" sekä "maanpinnan valmistus". Kolmannessa ryhmässä ovat mm. "avainhabitaatit", "suometsät" sekä "vesiensuojelu".

⁸ http://www.skogkurs.no/kunnskapsskogen/artikkel.cfm?Id_art=88

2 Tutkimuksen vieminen käytäntöön — kansainvälinen ja kotimainen esimerkki

Tutkimuksen vaikuttavuutta indikoi se, miten paljon sitä on hyödynnetty. Helpoiten selvittävää on tutkimuksen hyödyntäminen muissa tutkimuksissa, mitä voidaan mitata tutkimusviitteiden lukumäärällä. Vaikeammin mittavia ovat tutkimusten vaikutukset uusien innovaatioiden syntymiseen ja käyttö yhteiskunnallisessa päätöksenteossa.⁹

OECD:ssä on tehty indikaattoreihin perustuvaa kansallisten tiede- ja innovointijärjestelmien vertailua.¹⁰ Indikaattoreina ovat mm. rahoituksen ja muiden resurssien käyttö, tohtorin tutkintojen suorittaminen ja patenttien määrä. Tässä vertailussa Suomi on kansainvälisesti hyvin kilpailukykyinen.

Gloaalista lähestymistavasta on esimerkkinä Oxfordin yliopiston ja CIFORin¹¹ ”**Evidence Based Forestry**”-konsepti (EBF)¹² jossa ensin nettikyselyn perusteella valitaan tärkeimmät käytännön ongelma-aiheet ja sen jälkeen tutkimustietokannoista haetaan aiheen julkaisut ja arvioidaan niiden perusteella tutkimushypoteesien todistusvoima:

*Evidence-based forestry is the conscientious, explicit, and judicious use of current best evidence in making decisions to enhance provision of products and services from forest resources. It recognizes that forest resource management is context specific, ever-changing, and involves uncertainties, and that the best evidence is derived from a systematic process which aims to minimize bias*¹³.

Tässä konseptissa keskitytään tutkimusten todistusvoiman arvioimiseen ja käytännön metsänhoidon suositusten tekeminen erilaisiin olosuhteisiin jää käyttäjän vastuulle.

⁹ Esim. Tutkimuksen vaikuttavuus biotieteiden ja ympäristöntutkimuksen aloilla. 2006. Suomen Akatemian julkaisu 7/06. http://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/tiedostot/julkaisut/7_06-by_n-vaikuttavuusra-portti.pdf

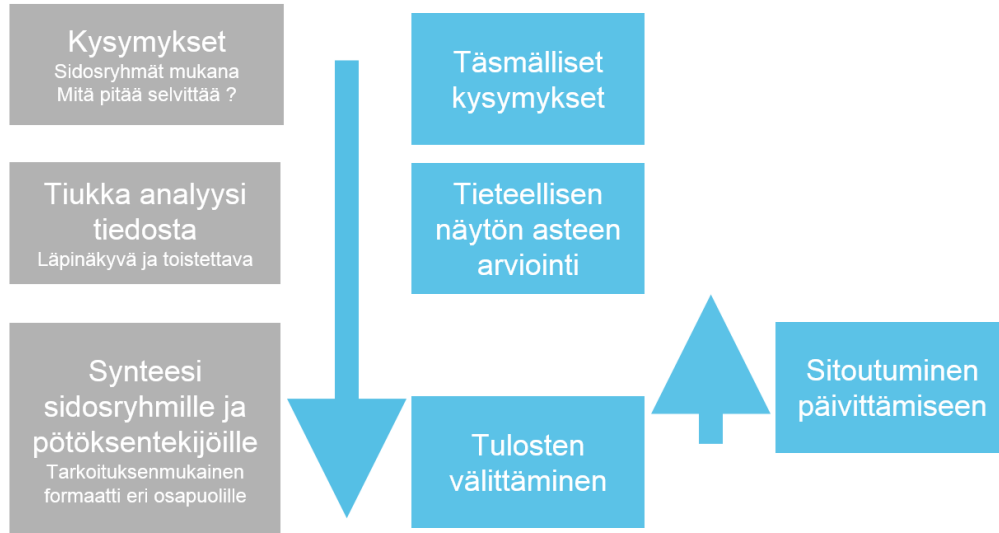
¹⁰ OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014 Finland. http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-outlook-2014/finland_sti_outlook-2014-48-en#page8

¹¹ Center for International Forestry Research <http://www.cifor.org/>

¹² The Evidence-Based Forestry Initiative. 2013. CIFOR. <http://www.cifor.org/library/4342/the-evidence-based-forestry-initiative/>

¹³ Petrokofsky, G., Holmgren, P. & Brown ND. 2011. Reliable forest carbon monitoring – systematic reviews as a tool for validating the knowledge base. International Forestry Review 13 (1), 56-66. <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/cfa/14655489/v13n1/s6.pdf?expires=1461236380&id=86738915&titleid=41000064&acname=Guest+User&checksum=6ECBFEC88F05F8FFCD94B20D5622C60A>

Evidence-based forestry



Kuva 2. Evidence-based forestry –konsepti kaaviona

Evidence-based forestry -konseptia on kuvattu seuraavasti:¹⁴

A systematic review uses transparent procedures to find, evaluate and synthesize the results of relevant research. Procedures are explicitly defined in advance, in order to ensure that the definition of what is relevant is clear, and the reviewing work is transparent and can be replicated (in accordance with normal scientific research practice). This is done both to ensure that reviews can be updated as new relevant information emerges, and to minimize bias.

Studies included in a review are screened for quality, so that the findings of a large number of independent studies can be combined. Peer review is a key part of the process: qualified independent researchers advise on the authors' methods and results, and all stages of the reviews are exposed online for general review by interested parties. The production of a systematic review is a genuinely collaborative effort, as reviews are almost always produced by review teams that bring together methodological and subject expertise.

[Vapaa käännös: Systemaattisessa tutkimusten arvioinnissa käytetään avoimia menetteilyjä, joiden avulla löydetään, arvioidaan ja syntetisoidaan asiaa koskevat tutkimukset. Menettelyt määritellään täsmällisesti etukäteen. Näin varmistetaan, että olennaisten asioiden määrittely on selkeää ja että arviointityö on avointa ja toistettavissa (normaalin tieteellisen tutkimuksen käytännön mukaisesti). Tällä tavoin varmistetaan mahdollisuudet päivittää arviot, kun uutta olennaista tietoa tulee esille, ja toisaalta arvioiden puolueettomuus.

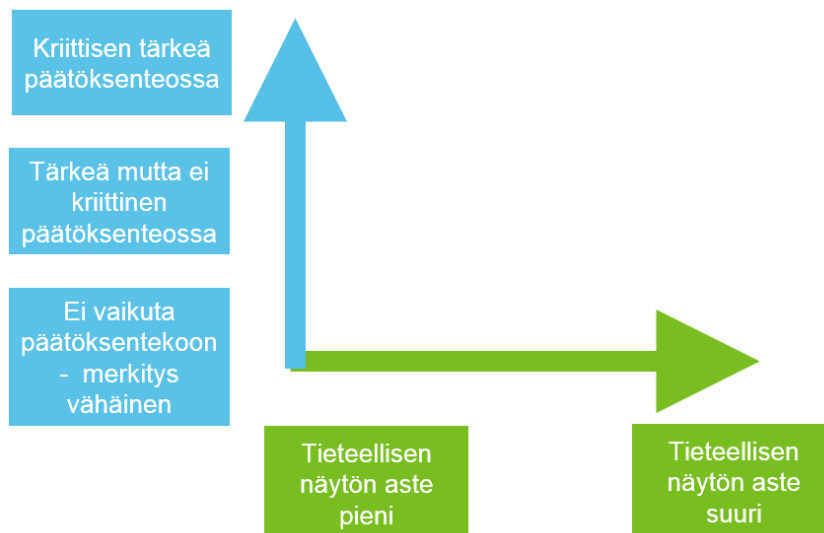
¹⁴ The Evidence-Based Forestry Initiative. 2013. CIFOR. <http://www.cifor.org/library/4342/the-evidence-based-forestry-initiative/>

Arviointiin sisällytettujen tutkimusten laatu käydään läpi siten, että havainnot useista riippumattomista tutkimuksista voidaan yhdistää. Vertaisarviointi on keskeinen osa prosessia: Arvioinnin kirjoittajat saavat neuvoja pätevilta riippumattomilta tutkijoilta menetelmistä ja tuloksista, ja kaikki arvioinnin vaiheet tulevat verkossa yleiseen, eri toimijoiden tarkasteluun. Järjestelmällisten arviointien tuottaminen on aidosti yhteisiä ponnistuksia vaativaa, koska arviot tuotetaan lähes aina tiimeissä, jotka tuovat yhteen menetelmiin ja aiheeseen liittyvän asiantuntemuksen.]

Lääketieteessä tämän tyyppistä mallia hyödyntää kotimainen **Käypä hoito –suositus**.¹⁵ Suomalainen Lääkäriseura Duodecim on jo 20 vuoden ajan toimittanut riippumattomia, tutkimusnäyttöön perustuvia kansallisia hoitosuosituksia. Suositukset laaditaan näyttöön perustuvan lääketieteen (Evidence Based Medicine, EBM) kansainvälisten menetelmien mukaisesti. Suositusten laadinta ja tutkimusnäyttöjen vahvuus on kuvattu läpinäkyvästi. Vastavaa järjestelmää on ehdotettu myös metsätalouden käyttöön.¹⁶

Tutkimustiedon arvioinnissa on kaksi perusulottuvuutta:

- 1) Kriittisyys päätöksenteossa, joka tarkoittaa miten keskeinen kyseinen tutkimuksen tuottama tulos on toiminnan kannalta
- 2) Tieteellisen näytön aste, joka tarkoittaa, miten vahva tutkimuksen näyttö so. varmuus tutkimustuloksen pitävyydestä on.



Kuva 3. Tutkimustiedon arvioinnin ulottuvuudet.¹⁷

¹⁵ Hoitosuositusryhmien käsikirja 21.2.2013. Käypä hoito –toimitus. <http://www.terveysportti.fi/dtk/khk/koti>

¹⁶ Kärkkäinen M. 2014. Tapion metsänhoitosuosituksia – sutta vai sekunda. Koneyrittäjä-lehti 3/2014.

¹⁷ Hoitosuositusryhmien käsikirja 21.2.2013. Käypä hoito –toimitus. <http://www.terveysportti.fi/dtk/khk/koti>
Ks. myös Malmivaara, A. ja Komulainen, J. 2014. Luotettavaa vaikuttavuustietoa järjestelmällisistä katsauksista. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2014;130(16):1635-41. <http://www.kaypahoito.fi/documents/10184/12762/duo11791.pdf/874823d9-bab4-4287-ba1c-62f32088b06b>

Arvioinnissa kiinnitetään huomiota tutkimuksen tuottamaan tietoon suhteessa käsiteltävään kysymykseen. Kysymyksen lähtökohtana on yleensä tarve löytää ratkaisu ongelmaan tai esimerkiksi aiempaa parempi toimintatapa.

Tieteellisen näytön astetta voidaan arvioida seuraavilla tekijöillä.

- Onko tutkimuksen tuottama tieto yleistettävissä
 - Missä olosuhteissa (fyysisesti, esim. lämpötila, kasvupaikka)
 - Millaisin lähtökohdin (näkökulma esim. talous, suojele)
- Onko tehty erillistä tieteellistä arviointia
- Onko muita tutkimuksia, jotka tukevat tuloksia taikka ovat ristiriitaisia tai kumoa-

Arvioinnissa tulee selvittää myös perusteellisesti, mistä olennaisista asioista tutkimustietoa ei ole tai se on vajavaista.

Taulukko 1. Näytönasteet Käypä hoito -suosituksen mukaan¹⁸

Näytönaste	Määritelmä	Sanamuoto suomeksi	Wording in English
A (vahva)	On varsin varmaa, että todellinen vaikutus on lähellä arviota vaikutuksesta	on / lisää / vähentää / ei ole vaikutusta...	is effective / has some effect / is not effective / is harmful...
B (kohtalainen)	On melko varmaa, että todellinen vaikutus on lähellä arviota vaikutuksesta, mutta on mahdollista, että se on merkittävästi erilainen	ilmeisesti on / ilmeisesti lisää / ilmeisesti vähentää / ilmeisesti ei ole vaikutusta...	appears to be effective / appears to have some effect / appears not to be effective / appears to be harmful...
C (heikko)	Luottamus vaikutuksen arvioon on rajoitettu: todellinen vaikutus saattaa poiketa merkittävästi arvioidusta	lienee / saattaa lisätä / saattaa vähentää / ei liene vaikutusta...	may be effective / may have limited effect / may not be effective / may be harmful...
D (hyvin heikko)	Luottamus vaikutuksen arvioon on hyvin rajoitettu: todellinen vaikutus poikkeaa todennäköisesti merkittävästi arvioidusta	saattaa lisätä / vähentää, mutta luotettava näyttö puuttuu... ei ole näyttöä...	might possibly/might possibly notbe effective/have limited effect/be harmful... but the evidence is insufficient there is insufficient evidence on the effect...

¹⁸ Hoitosuositusryhmien käsikirja 21.2.2013. Käypä hoito –toimitus. <http://www.terveysportti.fi/dtk/khk/koti>

3 Metsätiedepaja konseptina

3.1 Konseptin luominen

Metsätiedepajakonseptissa on pyritty yhdistämään Evidence- Based Forestry ja Käypä hoito -suositusten parhaat puolet. Se muodostaa uuden sukupolven tiedonvälityskanavan, jonka avulla tutkimustieto välitetään käyttäjille. Metsätiedepajalla tulee olla seuraavat ominaisuudet:

- 1) tuottaa syntetisoitua tutkimustietoa valituista aiheista
- 2) aiheet priorisoitu tutkimustulosten käyttäjien tarpeen mukaan
- 3) joustava, nopea ja päivitettävissä
- 4) läpinäkyvä tutkimustiedon ja sen mahdollisten puutteiden osalta
- 5) vuorovaikutteinen niin, että käytännön toimijoilla on mahdollisuus kommentoida tutkimustuloksia ja ehdottaa uusia tutkimusaiheita.
- 6) tiedeyhteisön hyväksymä ja tukema
- 7) tukee metsänhoitosuositusten laadintaprosessia
- 8) rakentaa yhteistyötä naapurimaiden kanssa tutkimustiedon prosessoinnissa käytännön suosituksiksi.

Toteutetussa pilotissa painopiste oli kohdissa 1–6.

3.2 Metsätiedepajan toteutus mallina

Metsätiedepaja toteutetaan vaiheittain:

- 1) Valitaan aihealue, joka on käytännön kannalta ajankohtainen ja/tai aihe josta on uutta tutkimustietoa saatavilla.
- 2) Tuotetaan valituista aihealueesta systemaattinen kotimaisten kansainvälisten tutkimustulosten katsaus, tuoden esille myös mahdolliset ristiriitaiset tutkimustulokset sekä tutkimuksen puute.
- 3) Tutkijoiden ja käytännön toimijoiden yhteistyönä luodaan aiheeseen liittyviä toimintamalleja ja arvioidaan niiden käytännön soveltuvuutta tutkimusten perusteella.
- 4) Julkistetaan analyysin ja synteessin tulokset niin että tutkimustiedon lopulliset käyttäjät näkevät halutessaan koko päättelyketjun.

Metsätiedepajan tuloksilla on kaksi näkökulmaa, jotka molemmat on tarpeen huomioida:

- Strateginen näkökulma kuten tutkimuksen suuntaaminen
- Metsänomistajien, joihin luetaan niin yksityinen kuin julkinen omistus, ja muiden toimijoiden näkökulma. Tässä lähtökohtana on, miten tietoa hyödynnetään käytännön metsätaloudessa.



Kuva 4. Metsätiedepaja-prosessiin osallistuvat tahot ja prosessin vaiheet.

Kuvassa 4 on esitys metsätiedepaja-konseptin toteutuksesta lääketieteen Käypä hoito -suositusten mallia mukaillen. ”Tieteellinen jaos” voisi olla Suomen Metsätieteellisen Seuran nimeämä ja se toimii yhteistyössä eri toimijoiden kanssa.

Keskeisiä metsätiedepajan aiheiden valinnassa ovat metsäpolitiikkafoorumin¹⁹ tuottamat suuntalinjat sekä metsänhoitosuositusprosessin ajankohtaiset aiheet. Kun politiikkafoorumeissa on päätelty suositella metsäpoliittisia toimenpiteitä, metsätiedepajassa on selvitetävä, miten ne käytännössä viedään kentälle.

Itse prosessi toteutetaan käyttäen systemaattista asiantuntija-arviointia sekä seminaari-tyyppistä työskentelytapaa. Metsätiedepajan toimintamalli tutkijoiden ja käytännön vuorovaikutuksesta muistuttaa politiikkafoorumin toimintatapaa

3.3 Konseptin arvioidut hyödyt

Keskeisin hyöty metsätiedepaja –konseptista saadaan tutkimustiedon jalkauttamisessa. Käytännönläheinen mutta tieteellisiä arviointikriteerejä hyödyntävä tapa on yksi keino lisätä tutkimustiedon käytön läpinäkyvyyttä ja siten luottamusta siihen. Tämä on merkittävää, kun pyritään parantamaan tutkimustiedon vaikuttavuutta.

Metsätiedepaja voi tukea metsänhoitosuosituksen laatimisprosessia. Sen avulla voidaan tietty ajankohtainen aihealue käsitellä suhteellisen nopeasti sekä päivittää tietopohjaa ja suosituksia joustavasti.

¹⁹ <https://tapio.fi/metsatietoa/kaynnissa-olevat-hankkeet/metsapolitiikkafoorumi/>, esim. Päivinen R., Mäki P. ja Lehtoviita J. 2016. Puun tarjonta yksityismetsistä. Tapion raportteja nro 7. <http://tapio.fi/julkaisut-ja-raporttit/puun-tarjonta-yksityismetsista/>

Tiedepajan pohjalta voidaan suunnata tutkimusta ja metsänhoitosuosituksen tekoa niin, että suositukset palvelevat käytäntöä mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti ja ajantasaisin tiedoin. Joissakin tapauksissa on mahdollista, että tiedepaja tuottaa aiheesta tarvittavan tietopohjan eikä sitä tarvitse käsitellä erikseen metsänhoitosuositusprosessissa.

3.4 Konseptiin liittyvät riskit

Metsätiedepajakonseptin onnistuminen vaatii toimijoiden sitoutumista työhön. Tämä on onnistunut hyvin metsänhoidon suositusten prosessissa. Siinä eri toimijat ovat kokeneet hyödyt ja vaikuttamismahdollisuudet niin suuriksi, että mukanaoloon on kannattanut panostaa. Metsätiedepajan kytkeminen metsänhoitosuositusprosessiin voi parantaa sitoutumista.

Tutkimuksen rahoituksen liittyvät ongelmat aiheuttavat riskejä metsätiedepaja-konseptin toteutukselle. Konsepti edellyttää sujuvaa yhteistyötä tutkijoiden kanssa. Tämä vaarantuu, jos tutkimukseen käytettävissä olevat resurssit ovat niukat ja tutkijoilla on vain vähän mahdollisuuksia osallistua prosessiin. Metsätiedepajaprosessiin on oltava riittävästi omaa rahoitusta, jolla voidaan hankkia tutkimuslaitoksilta tarvittavaa tietojen koostamista ja prosessointia.

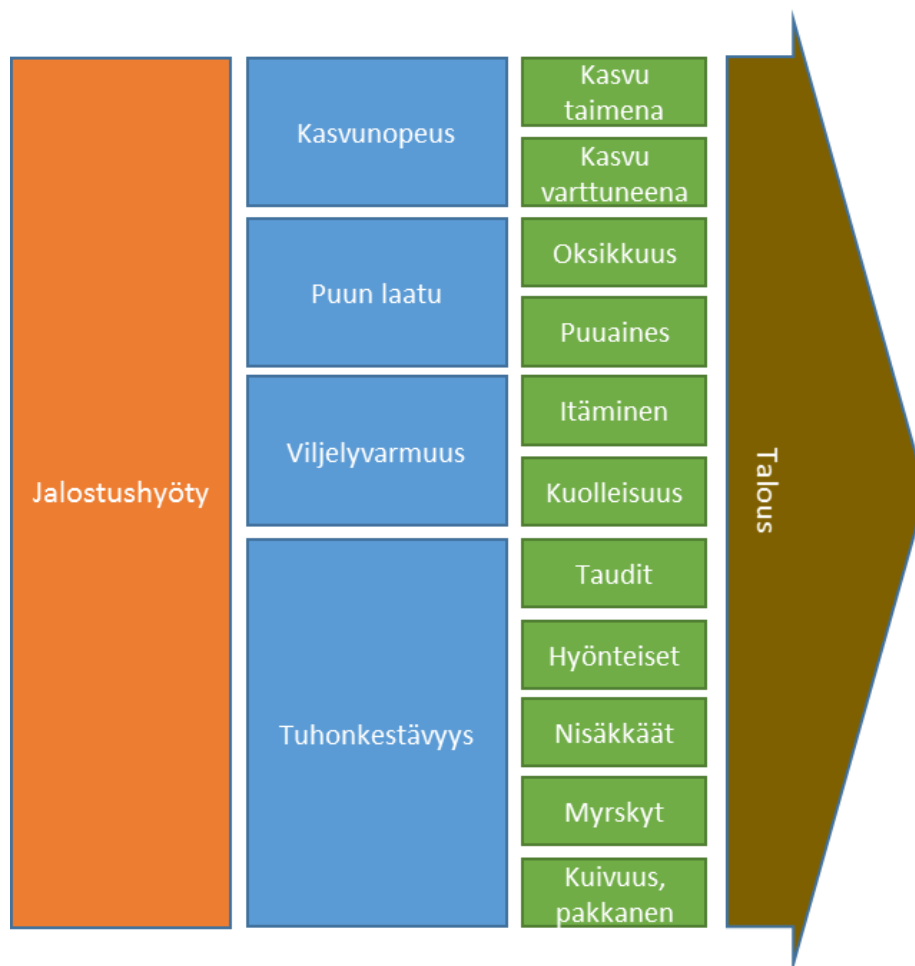
Metsätiedepaja ei tuota tieteellisiä julkaisuja, jotka toisivat tutkijoille meriittiä. Tämä voi vähentää tutkijoiden kiinnostusta osallistua metsätiedepajan työskentelyyn. Valtaosa metsäntutkimuksesta on kuitenkin sellaista, että tutkimuksen rahoittajat edellyttävät tutkimustulosten jalkauttamista kentälle. Tässä metsätiedepaja voi olla yhtenä keinona.

Suomen tutkijapiirit ovat melko pienet. Tämä lisää riskiä, että eri aihepiirien käsittely metsätiedepajassa voi kattaa liian suppean näkökulman. Sitä on tarpeen monipuolistaa mm. poikkitieteellisyyden ja kansainvälisten yhteyksien avulla.

4 Pilotti metsätiedepajasta: Metsänjalostus kannattaa

4.1 Lähtökohdat pilotille

Ensimmäisen, pilottina toteutettavan metsätiedepajan aiheena oli metsänjalostus. Aihe liittyy olennaisesti vuoden 2016 metsäpolitiikkafoorumin aiheeseen, joka on metsiemme kasvun lisääminen.²⁰ Näkökulmaksi valittiin metsänjalostuksen tulosten tuottama taloudellinen hyöty parantuneena ts. puuntuotannon ja yleisemällä tasolla koko metsätalouden parantunut kannattavuus.



Kuva 5. Jalostushyöty ja talous.²¹

²⁰ <https://tapio.fi/lisaa-kasvua-metsista/>

²¹ ks. esim. <http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/jalostus-tavoitteet.htm>

4.2 Toteutus

4.2.1 Selvitys tutkimuksista

Metsätiedepajan tutkimusselvityksen kokosivat Luonnonvarakeskuksen tutkijat Matti Haapanen ja Anssi Ahtikoski. Työ tehtiin pääosin syyskuussa 2016 ja sitä täydennettiin syksyn kuluessa arviointien osalta.

Tutkimusselvitys alkuperäisine arvioineineen on liitteessä 1. Arvioituja artikkeleita on yhteensä 27.

Tutkimuksista selvitettiin sen jälkeen, vahvistavatko ne hypoteesit: Jalostus

- lisää puuston kasvua / lyhentää kiertoaika
- parantaa puun laatua
- parantaa taloudellista kannattavuutta.

Arviot koottiin tämän jälkeen kolmeen ryhmään:

- vaikutukset kasvuun (yleensä $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$) ja kiertoaikaan (vuosina)
- vaikutukset laatuun (oksan paksuus, oksakulma, rungon muoto)
- vaikutukset kannattavuuteen (esim. €/ha/v)

4.2.2 Paneeli

Varsinaista metsätiedepajaa valmisteleva paneeli järjestettiin 12.10.2016. Paneeliin osallistui 10 henkilöä. Paneelin muistio on liitteessä 2.

Paneeli keskittyi erityisesti rajaamaan metsätiedepajan seminaarin sisältöä. Siinä käytiin läpi yleisiä jalostushyötyjä sekä tutkimusselvitykseen koottuja tietoja.

Kysymyksinä olivat

- Ovatko tutkimuskoosteet kattavia ko. aiheiden osalta?
- Mihin olennaisiin kysymyksiin nykytutkimus ei vastaa?
 - Puuttuuko aiheen kannalta olennaisia tutkimuksia?
 - Ovatko eri näkökohdat tulleet esiin riittävässä määrin?
- Antaako synteesi relevanttia tietoa päätöksentekijöille?

Jo paneelissa tuli esille, että Pohjoismaissa tutkimusnäyttöjä jalostushyödyistä on eniten männystä. Jalostushyötyjä tarkasteltiin tutkimuksen tuottaman perusteella tuotoksen, laadun ja kannattavuuden kannalta.

Eri näkökulmina, joista käytettiin ennalta pyydetty puheenvuorot, olivat kasvu- ja tuotos, talous ja itse jalostustyö. Lisäksi oli pyydetty puheenvuoro, joka käsitteli metsänomistajan näkökulmaa jalostukseen ja jalostetun viljelymateriaalin käyttöön.

Paneelissa pohdittiin, miten jalostus mahdollisesti vaikuttaa metsänhoidon suosituksiin. Jalostetulla materiaalilla uudistetuissa metsissä on tarkasteltava taimikonhoidon ajoitusta ja voimakkuutta.

Esille nousi, vaikuttaako jalostushyöty etenkin kuusivaltaisissa metsissä metsänhoitosuosituksissa esitettyyn taimikonhoidon ajoitukseen. Laatupuuta tuottavat taimet saattavat mahdollistaa nykysuosituksia voimakkaamman harvennuksen mäntyvaltaisessa taimikossa ilman, että oksanpaksuus kasvaa merkittävästi.

Jatkossa on syytä tarkastella, onko männyn kylvö jalostushyödyn ansiosta kannattava myös hieman nykyisiä kylvökohteita karummilla kohteilla.

4.2.3 Seminaari: Metsätiedepaja

Metsätiedepajan seminaari järjestettiin 15.11.2016 männyn metsikkösiemenen siirtosuositusseminaarin yhteydessä. Näin oli mahdollista tavoittaa myös joukko käytännön toimijoita. Seminaariin osallistui 30 henkilöä. Metsätiedepajan otsikkona oli ”Metsänjalostus kannattaa”. Seminaarin ohjelma ja osallistujaluettelo ovat liitteessä 3.

Seminaarissa lähdettiin liikkeelle Kansallisen metsästrategia 2025 asettamista tavoitteista ja metsänjalostuksen osuudesta siinä. Esityksen piti ylitarkastaja Sanna Paanukoski maa- ja metsätalousministeriöstä. Metsien käytön kestävyys turvaaminen ja ilmastopolitiikka luovat perusteita toimenpiteille, joka tukevat metsien kasvun lisäämistä:

Puuston vuotuinen kasvu talousmetsissä (runkopuu)

- Lähtötaso 2013: 99 milj. m³
- Tavoite 2025: 100–110 milj. m³
- Tavoite 2050: 120–130 milj. m³

Metsänjalostus on erittäin tärkeässä roolissa strategisen tavoitteen saavuttamisessa. Metsänjalostuksen merkitys kasvaa, sillä erilaisiin kasvu- ja ilmasto-olosuhteisiin sopeutuneen jalostetun metsänviljelyaineiston käytöllä voidaan parantaa runkopuun kasvua puulajista ja siemenien jalostusasteesta riippuen 15–30 prosenttia tinkimättä laatuominaisuuksista.

Lisäksi puun laatuominaisuuksien kehittäminen sekä kestävyys parantaminen tauteja ja tuholaisia vastaan ovat tärkeitä jalostuksen tavoitteita pyrittäessä vastaamaan biotalouden tarpeisiin. Biotekniikka tarjoaa lupaavia keinoja metsänjalostuksen nopeuttamiseen ja täsmentämiseen.

Tämän jälkeen MMT Risto Päivinen Tapio Oy:stä esitteli metsätiedepaja-konseptin seminaarin osallistujille.

Erikoistutkija Matti Haapanen Luonnonvarakeskuksesta piti esityksen Jalostushyödyt tutkimustiedon valossa. Itse jalostusprosessi ei tuota ajantasaista ja tarkkaa tietoa realisoituvista jalostushyödyistä. Siemeneriä on vertailtava järjestetyissä kenttäkokeissa ja tiedon saaminen vie paljon aikaa. Useimmin mitattu tunnus on pituuskasvu, mutta varttuneemissa kokeissa on mitattu myös rungon läpimittaa sekä erilaisia oksikkuuslaatua kuvaavia tunnuksia.

Tutkimuksen tuottamia päätuloksia:

- Keskituotoksen lisäys
 - o 1. polven siemenviljelykset: n. 12-13% keskituotoksen lisäys
 - o 1.5-polven varttuneet siemenviljelykset: n. 24%
 - o 1.5-polven nuoret siemenviljelykset: n. 15%
- Kiertoajan lyheneminen skenaariosta riippuen
 - o 1. polven siemenviljelyssiemen 4...8 vuotta
 - o 1.5 polven siemen 8...17 vuotta

[Männyn ja kuusen jalostuksessa on nyt siirrytty ensimmäisestä jalostussyklistä eli sukupolvesta seuraavaan. 1. polven siemenviljelysten perustana on luonnosta valittujen kasvultaan ja laadultaan erinomaisten ns. pluspuiden perimä. 1.5-polven siemenviljelysten kantapuut on valittu jälkeläiskokeiden antamien tulosten perusteella.]

Jalostetun materiaalin käytön vaikutus metsätalouden kannattavuuteen on suuri: Paljaan maan arvo kaksinkertaistuu jalostettua materiaalia käytettäessä. Arviot taloudellisista parannuksista ovat silti vielä aliarvioita. Laadussa saatujen parannusten mallintamiseen ei ole vielä hyviä työkaluja

Metsäpäällikkö Hannu Niemelä Tapio-Silva Oy:stä käsitteli esityksessään Metsänjalostuksen tutkimus- ja muut haasteita siementen tuottajan ja markkinoijan näkökulmasta.

Tuotos muodostuu puiden kasvusta ja elävyydestä. Tämä on tärkeää sekä itse jalostusprosessin että siemenen käyttäjien kannalta. Tutkimusten erilaisilla oletuksilla lasketut tulokset voivat kuitenkin aiheuttaa epätietoisuutta käyttäjien piirissä. Tulos on silti käyttäjien / hyötyjen saajien näkökulmista täysin selvä: Jalostetun materiaalin käyttö on taloudellisesti erittäin kannattavaa sekä metsänomistajan että kansantalouden tasolla.

Viestintää käyttäjille kannattavuudesta voisi selkeyttää siten, että korko-% ja jalostushyöty olisivat viestinnässä vakioitu ja esitetty mahdollisimman hyvin puulajeittain ja siemenviljelyksittäin. Paremman laadun merkitys on vähän tutkittu asia. Se tunnetaan huonosti, vaikka laadun merkitys metsänomistajalle saattaa olla samaa suuruusluokkaa kuin lisäkasvun.

Ilmaston lämpenemisen vaikutuksen metsänjalostukseen pitäisi käsitellä perusteellisemmin kuin edellisessä jalostusohjelman tarkistuksessa. Riskinä on muutoin, että jalostuksen

ja siemenviljelmien investoinnit voivat mennä osin hukkaan tai ainakin poiketa optimaalisista ratkaisuista.

Havupuiden kukkimista voidaan lisätä gibberelliinillä avulla. Tarvetta on kuitenkin tehokkaammille levitystekniikoille. Pölytys pitää tuntea nykyistä paremmin. Kysymyksenä on, onko mahdollista siirtää alkuperiä enemmän pohjoiseen ilman pakastustestausta.

Siemenviljelysten perustamisohjelman päivitys ja mitoitus on suunniteltava. Tähän vaikuttaa mm. tavoiteltava siemenviljelyssiemenen käytön osuus männyn metsäkylvössä. Lisäksi on otettava huomioon puun kysyntäennusteet ja ilmaston lämpeneminen.

Jalostuksen talousvaikutuksia valtakunnan tasolla toi esille puuntuotannon asiantuntija Arto Koistinen Tapio Oy:stä. Tutkimus ei ole juurikaan tuottanut tällaisia laskelmia, mitä voi pitää merkittävänä puutteena.

Tapiossa oli tehty seminaaria varten karkeita laskelmia siitä, mille tasolle metsänjalostuksen käytännön merkitys asettuu. Jalostuksella on iso potentiaali eli koko viljelyala. Jalostushyöty tekee metsänviljelymateriaalin käyttämisen entistä kannattavammaksi, jolloin entistä useampi männikkö kannattaa viljellä luontaisen uudistamisen sijasta. Tämä ei kuitenkaan koske karuimpia ja helposti taimettuvia kohteita. Viimeksi mainittuja (kuivahkoja ja karuja kangasmaita sekä niitä vastaavia turvemaita) on noin 6,8 % metsämaan alasta, ja ne painottuvat Pohjois-Suomeen (VMI, Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelut).

Jalostushyöty voisi edellä esitetyn pohjalta siirtyä käytäntöön noin 90 %:lla metsämaan alasta. Vuotuinen lisäys kasvussa on silloin 11 miljoonaa kuutiometriä, jonka rahallinen arvo on nykyhinnoin 350 miljoonaa euroa. Vaikka oletettaisiin että ko. hyöty saataisiin vasta 80 vuoden kiertoajan jälkeen, lisäyksen nykyarvo olisi vielä 33 miljoonaa euroa 3 %:n korkokannalla laskettuna. Todellisuudessa hyötyä realisoituu sitä mukaa kun jalostetulla materiaalilla viljeltyjä metsiä hakataan.

Taloudellista kannattavuutta lisäävät entisestään parempi puun laatu sekä viljelyvarmuus, joita laskelmassa ei ole otettu huomioon. Jos kasvunlisäys hyödynnetään kotimaisen metsäteollisuuden tuotannossa, metsäteollisuuden reaalin bruttoarvon lisäys olisi 3,3 miljardia €/vuosi.

Metsätiedepajassa esitetyt koosteet tutkimuksista ovat liitteessä 4.

4.3 Metsätiedepajan tulokset

4.3.1 Tutkimuksen evidenssi

Metsätiedepajassa todennetaan tutkimustulosten analysoinnin pohjalta, miten hyvin tietty asia on perusteltu. Tätä tietoa on tarkoitus täydentää aina, kun merkittävää uutta tutkimustietoa ja käytännön kokemuksia kertyy.

Metsänjalostus kannattaa –seminaarin keskeisenä pohjana olivat luvussa 4.2.1 esitetyt hypoteesit. Näiden hypoteesien paikkansapitävyyttä arvioitiin mm. eri puulajien, kasvupaikkojen ja maantieteellisen sijainnin suhteen.

Metsänjalostus lisää kasvua

Metsänjalostuksen tuotosvaikutuksia käsittelevät tutkimukset painottuvat mäntyyn. Myös muiden puulajien osalta on saatavissa selkeää tukea hypoteesille. Muista puulajeista tutkimuksia on selvästi vähemmän tutkimukseen soveltuvien kenttäkokeiden nuoruuden ja vähäisyyden vuoksi.

Suomalaiset tutkimukset painottuvat eteläiseen Suomeen ja kasvupaikoista kivennäismaille. Muista Pohjoismaista saadut tutkimustulokset ovat suhteellisen hyvin yleistettävissä Suomen oloihin.

Turvemaiden osalta tietoa on niukasti. Tämän vuoksi kokonaishyötyä arvioitaessa joudutaan tällä hetkellä oletamaan, että turvemaiden jalostushyöty on samaa tasoa kuin kivennäismailla. Nykytietojen perusteella oletuksena on, ettei kasvupaikan pitäisi vaikuttaa jalostushyötyyn eli jalostuksen ja kasvupaikan yhdysvaikutusta ei ole.

Lisää tutkimustietoa tarvittaisiin näin ollen etenkin kuusen sekä turvemaiden osalta. Pohjois-Suomen osalta tieto täydentyy, kun tällä hetkellä nuoret pohjoissuomalaiset siemenviljelmät alkavat tuottaa siementä.

Metsänjalostus parantaa laatua

Laadun merkitystä jalostushyötynä on todennäköisesti vähätelty. Tutkimuksen kohteena laatu ei ole ollut yhtä paljon kuin puuntuotos. Tämänhetkinen tutkimustieto osoittaa kuitenkin, että jalostuksella on onnistuttu erittäin hyvin saamaan aikaan laadullisia parannuksia.

Myös laatua koskevat tutkimukset koskevat pääosin mäntyä. Männen laatu on lähtökohdaisesti vaihtelevampi kuin kuusen ja laadulla on suuri merkitys sahatavaran hintaan. Muidenkin puulajien laatuun tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota tutkimuksissa.

Metsänjalostus parantaa kannattavuutta

Tutkimusaineisto tukee Etelä-Suomen osalta yksiselitteisesti hypoteesia, että jalostetun viljelymateriaalin käyttö on kannattavaa. Näyttö on varsin vahva. Tutkimustulokset Pohjois-Suomen osalta eivät kaikissa tapauksissa tue hypoteesia. Siellä jalostetun viljelymateriaalin käyttö – tai viljely yleensä – ei ole välttämättä kannattavaa, kun kasvupaikan puuntuotantokyky on alun perin heikko.

Hankaluutena taloustarkasteluissa on laadun huomioonottamisen vaikeus. Laadun vaikutus onkin jäänyt taka-alalle, vaikka laadulla on selvä taloudellinen merkitys tuotettaessa raakapuuta saha- ja vaneriteollisuuden käyttöön.

Jalostuksella on myös ulkoisvaikutuksia

Jalostuksella on myös sellaisia vaikutuksia, joihin jalostuksella ei suoranaisesti ole pyritty, mutta ne syntyvät kuitenkin jalostetun materiaalin käytön tuloksena. Tutkimuksen evidenssi jalostetun materiaalin käytön ulkoisvaikutuksista on varsin vähäistä. Riskit, jotka johtuisivat nykymuotoisesta jalostuksesta, on arvioitu pieniksi.

Jalostuksella saatava kasvunlisä kasvattaa tietenkin puuston hiilensidontaa. Jalostuksella on mahdollista parantaa puiden tuhonkestävyyttä ja siemenviljelyksillä tuotetun siemenen laatu on hyvä. Vaikka jalostus lisää merkittävästi puuntuotosta, vaikutukset muihin ekosysteemipalveluihin ovat nykytiedon valossa vähäiset.

Jalostuksen aiheuttama geeniperimän kapeneminen on mahdollista pitää vähäisenä myös kasvullista lisäystä käytettäessä. Kloonimäärän tulee olla riittävä, jotta minimoidaan mm. tautiriskit kiertoajan kuluessa. Metsäluonnon monimuotoisuus vähentää eri riskejä.

4.3.2 Suositukset toimenpiteiksi metsätiedepajan pohjalta

Viestit metsänomistajille

Jalostetun kylvösiemenen käyttö on kannattavaa korkeammasta hinnasta huolimatta. Jalostetun materiaalin käytöstä saadut hyödyt – viljelyvarmuus, kasvu ja laatu – ovat ylivoimaiset.

Taimia hankittaessa metsänomistajien on perusteltua huolehtia, että käytetään alueelle sopivaa jalostettua viljelymateriaalia, jos sitä on saatavissa. Lisäksi on oltava selvitys viljelymateriaalin alkuperästä. Viljelymateriaalin laadusta on sovittava, ennen kuin päätetään viljelytöistä.

Viestit metsä- ja taimituotannon ammattilaisille

Jalostetun materiaalin eduista on tarpeellista kertoa metsänomistajille. On kaikkien etu käyttää jalostettua materiaalia aina, kun sitä on saatavilla.

Viljelymateriaalin markkinoinnissa on syytä nostaa esille teema ”jalostetusta siemenestä hyväkasvuinen ja laadukas puusto”. Jalostetun materiaalin etuja voidaan nostaa esille markkinoinnissa ja samalla parantaa jalostetun materiaalin erottuvuutta jalostamattomasta erityisen merkinnän tai ”laatuleiman” avulla.

Viestit politiikkatasolle

Metsänjalostuksen aiheuttamat kustannukset yhteiskunnalle ovat pienet kansantaloudellisiin hyötyihin nähden (ks. luku 4.2.3). Jalostus on edullinen ja ekologisesti kestävä keino lisätä puuntuotantoa, jota biotalouden kasvu edellyttää. Jalostuksen hyöty ei kuitenkaan ole ulosmitattavissa kovin nopeasti, vaan vaatii vuosikymmeniä. Haitalliset vaikutukset muihin ekosysteemipalveluihin ovat ilmeisen vähäiset.

Jalostetun viljelymateriaalin erottuvuus jalostamattomasta tulee taata. EU-direktiiviin perustuvan lainsäädännön luokittelun mukaan jalostettua materiaalia ovat ”alustavasti testattu” ja ”testattu”. Luokkien nimet eivät kerro metsänomistajalle, mitkä luokat tarkoittavat jalostettua materiaalia. Jalostettu materiaali tulisi merkitä selkeämmin.

Metsänjalostustyön edellytykset on turvattava. Tutkimus tarvitsee nykyistä paremmat toimintaedellytykset.

Viestit tutkimukselle

On tuotava esille, millaisia laadullisia parannuksia metsänjalostus tuottaa. Parannuksille on myös laskettava taloudellinen arvo. Lisää tietoa tarvitaan muistakin puolajeista kuin männystä.

Jalostuksen vaikutukset eri ekosysteemipalveluihin ja mahdolliset oheisvaikutukset on todennettava. On tärkeää osoittaa myös, ettei vaikutuksia ole tai että ne ovat vähäisiä. Turvemaiden mahdolliset erityispiirteet on syytä huomioida tarkasteluissa.

Metsätalouden tulevaisuuden kannalta merkittäviä aiheita ovat ilmastonmuutoksen ja jalostuksen yhteisvaikutus sekä tuhoihin liittyvät kysymykset. Kansantalouden näkökulma on tarpeen ottaa nykyistä vahvemmin mukaan jalostushyötyjen talousvaikutuksien tarkasteluun.

Esimerkkikuvaus, johon on sovellettu lääketieteen Käypä hoito –suosituksen rakennetta:

Metsänhoidon suositus jalostetun metsänviljelymateriaalin kannattavasta käytöstä²²

Keskeinen sisältö

- Metsänomistajan on syytä käyttää metsänviljelyssä jalostettuja siemeniä tai taimia, mikä parantaa metsätalouden kannattavuutta.
- Tärkein lopputulosta parantava tekijä on ajoissa tehty kohteelle sopivan viljelymateriaalin valinta.

Tavoite

- Suosituksella pyritään edistämään tieteelliseen tutkimusnäyttöön perustuvaa, kannattavaa jalostetun metsänviljelymateriaalin käyttöä, joka on ekologisesti, ekonomisesti ja sosiaalisesti kestävä. Suositukset auttavat metsänuudistamistavan valinnassa.

Kohderyhmä

- Suositukset on laadittu metsänomistajien näkökulmasta. Ensimmäisenä kohderyhmänä ovat metsäalan ja siementuotannon ammattilaiset, jotka suoraan tai välillisesti palvelevat metsänomistajia. Suositukset on tarkoitettu myös omatoimisten, yritysmäistä metsätaloutta harjoittavien metsänomistajien käyttöön.

Määritelmiä ja aiheen raja

- Metsänjalostus pyrkii muuttamaan metsänviljelyyn käytettävien siementen ja taimien perinnöllisiä ominaisuuksia entistä paremmin ihmisen tarpeita vastaaviksi niin, että puusta valmistettavien tuotteiden arvo lisääntyy ja metsänkasvatuksen taloudellinen kannattavuus paranee.
- Tässä suosituksessa ei käsitellä itse jalostustyön tai siemen- ja taimituotannon kannattavuutta.

Metsänjalostuksen taloudellinen merkitys

- Jalostetun viljelymateriaalin käyttö metsänuudistamisessa on kalliimpaa etenkin kylvössä. Kustannukset ovat kuitenkin niin pienet metsänomistajan kannalta, ettei jalostamatonta materiaalia ole taloudellisesti kannattavaa käyttää metsänviljelyssä, jos jalostettua on saatavissa.

²² vrt. Hoitosuositusryhmien käsikirja 21.2.2013. Käypä hoito –toimitus. <http://www.terveysportti.fi/dtk/khk/koti>

Tarkennettu suositus

Kun kohde uudistetaan viljellen, on taloudellisesti kannattavaa käyttää jalostettuja siemeniä tai taimia. Jalostetun viljelymateriaalin käytöllä saadaan nopeakasvuinen ja hyvälaatuisen puusto, mikä kattaa myös kylvössä hieman korkeammat materiaalikustannukset. [Etenkin Pohjois-Suomen karujen kasvupaikkojen uudistamisessa luontainen uudistaminen on viljelyä kannattavampaa.]²³

Käyttämällä männyn jalostettua siemenviljelysiementä saavutetaan tilavuuskasvussa 10–15 %:n lisäys ensimmäisen sukupolven siemenviljelmiltä ja 25–30 %:n lisäys 1,5 sukupolven viljelmiltä²⁴. Lisäksi puun laatu on parempi ohuempien oksien ansiosta. Nopea kasvu lyhentää puuston kiertoaikaa useilla vuosilla²⁵.

Rauduskoivulla on koeolosuhteissa mitattu 20–26 %:n luokkaa olevia lisäyksiä²⁶ rungon tilavuuskasvussa ja merkittävä laadun paraneminen käytettäessä jalostettua siementä. Kuusen siemenviljelysten jalostushyödyistä ei ole yhtä paljon tuloksia kuin männyllä ja koivulla. Kuitenkin siemenviljelyssiemenestä kasvatetun kuusikon pituuskasvun on todettu olevan Pohjois-Suomessa 10 % parempi.²⁷

Erityistä

Istutuksessa ja kylvössä saadaan käyttöön jalostushyöty, jonka ansiosta puut kasvavat nopeammin ja ovat laadukkaampia. Hyötyä menetetään kuitenkin merkittävästi, jos jalostetusta materiaalista syntyneen puuston hoito laiminlyödään.

Mahdollinen jalostushyöty jää saamatta, jos uudistuminen perustuu luontaisesti syntyneeseen taimiainekseen kuten tasaikäisrakenteisen metsän luontaisessa uudistamisessa tai eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatuksessa.

²³ Ahtikoski, A., Salminen, H., Ojansuu, R., Hynynen, J., Kärkkäinen, K. & Haapanen, M. 2013. Optimizing stand management involving the effect of genetic gain: preliminary results for Scots pine in Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 43: 299-305.

²⁴ Jansson, Hansen, Haapanen, Kvaalen & Steffenrem 2016. The genetic and economic gains from forest tree breeding programs in Scandinavia and Finland. *Scand J For Res*.

²⁵ Haapanen M, Hynynen J, Ruotsalainen S, Siipilehto J, Kilpeläinen, M. 2016. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. *European Journal of Forest Research*

²⁶ Hagqvist R, Hahl J. 1998. Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty Etelä- ja Keski-Suomessa. [Summary: Genetic gain provided by seed orchards of Silver birch in Southern and Central Finland.] *Reports from the Foundation for Forest Tree Breeding* 13:1–32.

²⁷ Ruotsalainen S, Nikkanen T. 1998. Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja*

5 Kokemukset metsätiedepaja-konseptista ja kehitysehdotukset

Kytkeä metsänhoitosuositusprosessiin.

Kuten luvussa 1. todetaan, metsänhoidon suositukset ovat Suomessa yksi keskeinen tutkimustiedon välittämiskeino. Metsätiedepaja-konsepti onkin parhaiten sovellettavissa työkaluna suositusten tekoon.

Kun suosituksiin kootaan tutkimustietoa, metsätiedepajan avulla voidaan tuottaa tutkimustiedot rajatusta aihepiiristä perusteellisen tutkimusten arvioinnin kautta. Tämä lisää paitsi tutkimustiedon hyödyntämistä myös itse suositusten uskottavuutta tieteellisten perusteiden osalta.

Tiedepajojen avulla on mahdollista keventää yksittäisten aiheiden päivitystyötä. Tällöin varsinaisessa metsänhoidon suositusten prosessissa tarvittaisiin vähemmän panostusta laadittavien suositusten perusteiden pohjaksi. Nopeammat päivitykset parantavat suositusten ajantasaisuutta.

Vuorovaikutus suositusten tekijöiden ja käyttäjien kesken

Prosessissa on tärkeää huolehtia, että yhteys tutkimuksen ja käytännön työn välillä on vahva. Sekä metsäammattilaisten että metsänomistajien kokemukset on hyödynnettävä. Tuotetun tiedon on toisaalta vastattava tiedon käyttäjien tarpeeseen.

Metsätiedepajan vuorovaikutteisuuden takaamiseksi tarvitaan esimerkiksi metsänhoidon suositusten verkkosivulle mahdollisuus antaa palautetta metsätiedepajassa käsiteltävistä aiheista. Tällainen palautekanava tekisi myös olemassa olevien suositusten kommentoinnista nykyistä helpompaa ja avoimempaa.

Metsätiedepajan organisointi

Peruslähdekohdaksi voidaan ottaa nykyinen metsänhoidon suositusten prosessi, jossa on mukana erittäin laaja toimijoiden joukko. Olisi kuitenkin luontevaa, että tiedepiirit olisivat organisoidusti – ja sitoutuneesti – mukana tutkimusten evidenssin selvittämisessä. Luotettavien toimijoiden puolueettomien ja kompetenttien asiantuntijoiden valitsemisessa aihepiireittäin olisi metsäntutkijoiden kattojärjestö Suomen Metsätieteellinen Seura. Seuran ja tutkimuslaitosten sekä yliopistojen tarvitsemat resurssit erilaisissa metsätiedepajan organisointitavoissa olisi selvitettävä.

Pohjoismainen ulottuvuus

Metsätiedepaja-konseptia on syytä laajentaa mahdollisuuksien mukaan Pohjoismaiselle tasolle. Luonnonolot muissa Pohjoismassa, erityisesti Ruotsissa, muistuttavat paljon Suomen vastaavia. Tätä tutkimustietoa on mahdollista hyödyntää aiempaa paremmin myös suomalaisissa metsänhoidon suosituksissa.

Metsätiedepajaa kehittäneen projektin yhteydessä on tehty hankehakemus SNS (pohjoismaisen metsäntutkimuksen) –verkostoon²⁸ metsätieteen tulosten hyödyntämisen tehostamisesta. Pohjoismaiden lisäksi mukana ovat Viro, Puola ja Saksa. Rahoitushakemus on hyväksytty ja hankkeen ensimmäinen kokous on keväällä 2017 Puolassa.

Jo nyt tutkijat tekevät merkittävää yhteistyötä mm. metsänjalostuksessa. Metsätiedepaja olisi luonteva foorumi nostaa pohjoismainen tutkimus nykyistä vahvemmin tarkasteluun Suomessa.

²⁸ <http://www.nordicforestresearch.org/>

Lähteet

(Huom. Metsänjalostusta koskevan pilotin kirjallisuuskatsaukset ovat liitteissä 1 ja 3.)

- Greis, I., Perälä, M., Perälä, T. & Teppo, M. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset metsäteiden kunnossapitoon, työopas. Tapion julkaisuja. 57 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Hoitosuositustyöryhmien käsikirja 21.2.2013. Käypä hoito –toimitus. <http://www.terveysportti.fi/dtk/khk/koti>
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2012. Hyvän metsänhoidon suositukset – Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 78 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Kansallinen metsästrategia 2025. 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös 12.2.2015. Maa- ja metsätalousministeriö 6/2015 <http://mmm.fi/documents/1410837/1504826/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025/c8454e55-b45c-4b8b-a010-065b38a22423>
- Kestävää kasvua biotaloudesta - Suomen biotalousstrategia. 2014. Biotalous. https://www.tem.fi/files/39784/Suomen_biotalousstrategia.pdf
- Koistinen, A., Luuro, J-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2016. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. 96 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Kärkkäinen M. 2014. Tapion metsänhoitosuosituksset – sutta vai sekunda. Koneyrittäjä-lehti 3/2014.
- Lindén, M., Lilja-Rothsten, S, Saaristo. L. & Keto-Tokoi, P. 2014. (toim.) Metsänhoidon suositukset riistametsänhoitoon, työopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 62 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Malmivaara, A. ja Komulainen, J. 2014. Luotettavaa vaikuttavuustietoa järjestelmällisistä katsauksista. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2014;130(16):1635-41. <http://www.kaypahoito.fi/documents/10184/12762/duo11791.pdf/874823d9-bab4-4287-ba1c-62f32088b06b>
- OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014 Finland. http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-outlook-2014/finland_sti_outlook-2014-48-en#page8
- Petrokofsky, G., Holmgren, P. & Brown ND. 2011. Reliable forest carbon monitoring – systematic reviews as a tool for validating the knowledge base. International Forestry Review 13 (1), 56-66. <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/cfa/14655489/v13n1/s6.pdf?expires=1461236380&id=86738915&titleid=41000064&accname=Guest+User&checksum=6EC-BFEC88F05F8FFCD94B20D5622C60A>
- Päivinen R., Mäki P. ja Lehtoviita J. 2016. Puun tarjonta yksityismetsistä. Tapion raportteja nro 7. <http://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/puun-tarjonta-yksityismetsista/>

- Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas. Tapion julkaisuja. 176 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Seppälä, R. 2014. Metsäntutkimuksen kokonaistarkastelu. Metsämiesten Säätiön rahoittaman esiselvityksen loppuraportti. <http://www.mmsaatio.fi/eNewsletter4/Metsantutkimuksen-kokonaistarkastelu-loppuraportti.pdf>
- Sved, J. & Koistinen, A. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset kannattavaan metsätalouteen, työopas. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 104 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- The Evidence-Based Forestry Initiative. 2013. CIFOR. <http://www.cifor.org/library/4342/the-evidence-based-forestry-initiative/>
- Tutkimuksen vaikuttavuus biotieteiden ja ympäristöntutkimuksen aloilla. 2006. Suomen Akatemian julkaisuja 7/06. http://www.aka.fi/globalassets/awanhat/documents/tiedostot/julkaisut/7_06-by_n-vaikuttavuusraportti.pdf
- Valkonen, J. ja Hourunranta P. 2006. Tutkimustiedon välitys - selvitys tutkimustiedon välittymisestä käytännön metsätalouteen. Työtehoseuran raportteja ja oppaita 28 http://www.tts.fi/images/stories/tts_julkaisut/tr28.pdf
- Vanhatalo, K., Väisänen, P., Joensuu, S., Sved, J., Koistinen, A. & Äijälä, O. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset suometsien hoitoon, työopas. Tapion julkaisuja. 157 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. 264 s. <http://metsanhoitosuosituksset.fi/suosituksset/>

Liitteet

Liite 1 Metsänjalostustutkimusten alkuperäinen arviointimatriisi (taulukot A ja B).

Arviointi (vasemmanpuoleisin sarake): Jalostetun viljelymateriaalin käyttö A) nopeuttaa kasvua / tuottaa lisäkasvua, B) tuottaa parempaa puun laatua C) on taloudellisesti kannattavaa

Arviointiskaala: 1) tutkimus tukee väitettä, 2) tutkimus ei tue väitettä, 3) tutkimuksen tulos väitteen suhteen epäselvä, [0] tutkimus ei käsittele väitettä] ”Tutkimus” tarkoittaa tässä julkaisua, raporttia tai tutkimusten koosteteosta.

Taulukko A. Koonnut Anssi Ahtikoski, Luonnonvarakeskus.

Artikkeli	Luokka	Teema (ml. puulajit ja olosuhteet)	Päätulokset	Tulosten käytäntöön sovellettavuus	Huomioitavaa / Eri-tyistä	
Ahtikoski, A., Salminen, H., Ojansuu, R., Hynynen, J., Kärkkäinen, K. & Haapanen, M. 2013. <i>Optimizing stand management involving the effect of genetic gain: preliminary results for Scots pine in Finland</i> . Canadian Journal of Forest Research 43: 299-305.	tieteellinen (vertaisarvioitu) artikkeli	- Paljaan maan arvon maksimointi metsikkötason optimoinnilla (Motti metsikkösimulaattori): jalostettu vs. jalostamaton materiaali kuivahkon (VT) kankaan kylvömannikko (laskentakorkokantana 3% ja 4%) - Maantieteellinen gradientti: eteläinen – keskinen ja Pohjois-Suomi - Maksimaalisen paljaan maan arvon tuottavan optimaalisen metsänkäsittelyn rakenteen tarkastelu: harvennusten ajoitus & intensiteetti, optimaalinen kiertoaika	- Absoluuttinen paljaan maan arvon parannus (ΔBLV, €/ha) on merkittävästi suurempi jalostetulla materiaalilla (vrt. jalostamattomaan) eteläisessä Suomessa kuin Pohjois-Suomessa - Jalostushyödyn (kasvunlisänä ilmaistuna) pitää olla vähintään 3% eteläisessä Suomessa ja Pohjois-Suomessa enemmän, jotta männyn kylvössä olisi perusteltua käyttää jalostettua siemenmateriaalia 4%:n laskentakorkokannalla (tuottovaateella) jalostetun materiaalin käyttö Pohjois-Suomessa kyseenalaista	- Koska tutkimus toteutettiin ainoastaan kahdella jalostushyötyoletuksella (3% ja 15% kasvunlisä vrt. jalostamattomaan materiaaliin), rajaa tämä jonkin verran tulosten käytäntöön sovellettavuutta – mutta toisaalta tässä tutkimuksessa näkökulmana olikin tarkastella josko jalostetulla siemenellä kylvetyssä kuivahkon kankaan männikössä voitaisiin päästä korkeampaan maksimaaliseen paljaan maan arvoon kuin vastaavasti jalostamattomalla siemenellä - Jossain määrin tuloksia voidaan hyödyntää jalostetun materiaalin käyttöalueiden määrittämisessä – ei kuitenkaan suoraan (Ks. artikkelissa Taulukko 3, sivulla 304) - Jotta tuloksia voitaisiin hyödyntää enemmän käytännössä, pitäisi tehdä uusia analyysejä (herkkyysanalyysejä): esim. useampia jalostushyötylukuarvoja mukaan tarkasteluun & useampia maantieteellisiä alueita	- Tutkimus toteutettu teoreettisesti valdissa laskentakehikossa, mikä luonnollisesti rajaa tulosten suoraan käytäntöön sovellettavuutta - Puun tekninen laatu (jalostettu vs. jalostamaton materiaali) jätetty kokonaan taloustarkastelun ulkopuolelle - Ainoastaan yksityisen metsänomistajan näkökulma (ts. vaikka toiminta olisi taloudellisesti perusteltua, ei se välttämättä sitä ole esimerkiksi siemenentuottajan näkökulmasta !)	A=1 B=0 C=1, va-rauksin: korkovaatimus ja alue
Ahtikoski, A., Ojansuu, R., Haapanen, M., Hynynen, J. &	tieteellinen artikkeli	Jalostushyödyn mallintaminen olemassa oleviin Motin puuston kasvumalleihin	Paljaan maan absoluuttiset arvot (€/ha) vaihtelivat merkittävästi	Tuloksia voidaan suoraan soveltaa käytäntöön päätettäessä jalostetun mate-	Tässä artikkelissa ei optimoitu metsikön	A=0 B=0

Kärkkäinen, K. 2012. <i>Financial performance of using genetically improved regeneration material of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in Finland</i> . New Forests 43(3): 335-348.		(Chapman-Richards funktio-sovellus) männyllä Modifioiduilla kasvumalleilla (sis. jalostushyödyn) tarkasteltiin paljaan maan arvoa laajalla lämpösumma-alueella (750 d.d. – 1350 d.d.) , ja edelleen verrattiin taloustulosta jalostamattomalla materiaalilla perustetun metsikön vastaavaan (laskentakorkokanta 2%, 3% ja 4%)	lämpösumman funktiona: esimerkiksi lämpösummalla 1350 d.d. ja jalostushyödyn ollessa 12 %, oli paljaan maan arvo yli 10-kertainen verrattuna paljaan maan arvoon lämpösumma-alueella 850 d.d. (laskentakorko 3%) Lämpösumman ollessa ≤ 800 d.d. paljaan maan arvo oli negatiivinen jopa 15% jalostushyödyllä kun tuottovaade oli 4%	riaalin taloudellisesti perusteltuja käyttöalueita (rajoja) Suomessa, yksityisen metsänomistajan näkökulma Jalostushyödyn ollessa vähintään 7% ja sovellettaessa hyvän metsänhoidon suosituksia Etelä-Suomessa voidaan kuivahkon kankaan männikössä lyhentää kiertoaikaa jopa 10 vuodella, vaarantamatta kuitenkaan ainespuun (absoluutt.) kokonaiskertymää, m³/ha	käsittelyä, vaan tukeuduttiin metsänhoidon suosituksiin (2006) s.e. metsikköä käsiteltiin ao. suositusten mukaisesti sekä jalostetussa että jalostamattomassa vaihtoehdossa	C= 1, varauksin, vrt. riippuu lämpösummasta)
Ahtikoski, A. & Pulkkinen, P. 2003. <i>Cost-benefit analysis of using orchard or stand seed in Scots pine sowing, the case of northern Finland</i> . New Forests 26: 247-262.	tieteellinen artikkeli	- Siemenviljelyssiemenen (sv-siemen) ja metsikkösiemenen kokonaiskustannusten vertailu Kustannus-Hyöty-Analyysillä (KHA, engl. CBA) - Perustui 15 männyn kylvökokeeseen keskisessä ja Pohjois-Suomessa - Sv-siemenen ao. kylvökokeisiin perustuvan paremman itävyyden ja arvioitun jalostushyödyn (3%, 7% tai 10% tilavuuskasvussa) yhteisvaikutuksen esitettiin talouslaskelmassa pienentävän sv-siementuotannon nettokustannuksia, ja näitä nettokustannuksia edelleen verrattiin metsikkösiemenen poiminnan kustannuksiin	- Jos sv-siemenen itävyys oli vähintään 12% parempi kuin metsikkösiemenen, jalostushyödyn ollessa 10% tilavuuskasvussa, oli sv-siementuotanto nettokustannuksiltaan vähemmän kuin metsikkösiemenen poiminnan aiheuttamat kustannukset (laskentakorkokanta 3%, siementen kylvö vv. 1996-2010) - Vastaavasti, jos jalostushyöty tilavuuskasvussa oli ainoastaan 3%, niin tällöin sv-siemenen itävyyden pitäisi olla vähintään 18% parempi kuin metsikkösiemenen	- Koska kyseessä oli tapaustutkimus (case study & rajattu määrä kloonveja itävyytestauksessa) ei tuloksiakaan voida suoraan yleistää käytännön metsätalouteen - Toisaalta tutkimus osoitti, että varsin realistisilla paremman itävyyden (n 10-20%) ja kasvunopeuden (jalostushyöty tilavuuskasvussa: 3%, 7% tai 10%) lukuaroilla ovat sv-siemenen tuotantokustannukset pienemmät kuin metsikkösiemenen poiminnan kustannukset kerättäessä männyn kylvöön siemenet luonnonmetsistä	KHA pohjautuu tässä erään aikaisemman tutkimuksen empiiriseen osioon, jonka perusteella edelleen määritettiin siemenviljelystoiminnan kustannusten ns. varjohinnat (engl. shadow prices) → <i>Huom.</i> varjohinnat eivät siis määntyneet endogeen. mallin mukaan – tämä on tärkeä tiedostaa, sillä talousteoreettisesti nyt käytetty terminologia on harhaanjohtava (päätyminen tähän puolestaan johtui alun perin käsikirj. arvioitsijoiden tulkintavirheestä terminologiassa...)	A=1 B=0 C=1
Ruotsalainen, S. 2014. <i>Increased forest production through forest tree breeding</i> . Scan. J. For. Res. 29(4):333-344	tieteellinen artikkeli (Review-artikkeli)	Metsänjalostusmenetelmien kuvaus ja eri maiden metsänjalostusohjelmien tarkastelu: saavutukset ja jalostustoiminnan rakenne (jalostussyklin pituus, siemenviljelysten pääperiaatteet yms.)	24 EU maassa (28:sta) harjoitetaan käytännön metsänjalostusta s.e. on perustettu siemenviljelyksiä (sv:sten kokonais-pinta-ala Euroopassa 10 000 ha) - Yksittäisten jalostuspopulaatioiden kooksi näyttäisi riittävän 40-50 puuta (jotta taataan jatkuva	Koska tämä on ns. kokooma-artikkeli (Review), kuvataan artikkelissa lähinnä eri maissa käytössä olevat jalostusohjelmat taustateorioineen, ja lisäksi tähdästä metsänjalostusohjelmien saavutukset meillä ja muualla – Näin ollen suoria, konkreettisia käytännön kannalta relevantteja tuloksia ei tästä artikkelista voida saada		A=1 B=1 C=1

			jalostushyöty ja vältetään sisäsiitos) - Jalostushyöty voi konkretisoitua esimerkiksi parempana tukkipuusaantona (kun rungon suoruus on jalostettava ominaisuus), millä on merkittävä taloudellinen vaikutus – ei siis pelkääntään nopeampi kasvu ole taloudellisesti tärkeä - Australiassa on radiata-männnyllä päästy jopa 20% sisäiseen korokoon jo ensimmäisen polven jalostuksessa - Ruotsissa kolmannen polven siemenviljelykset ovat tuottaneet 7% sisäisen koron - Etelä-Suomessa yksityisen metsänomistajan on perusteltua käyttää sv-siementä männyn kasvossa jopa 4% tuottovaateella (jalostushyödyn ollessa maltillinen, 7% tilavuuskasvussa)	Toisaalta, artikkelissa on varsin selkeästi kuvattu metsänjalostuksen teoreettiset perusteet, käytännön jalostusohjelmien rakenne, tähänastiset jalostusohjelmien tulokset tiivistetysti eri maissa sekä mahdolliset uhat (ympäristövaikutukset) – teos sopiikin eräänlaiseksi käsikirjaksi, josta voi aina tarvittaessa tarkistaa metsänjalostuksen perusteet ja käytännön toiminnan		
Venäläinen, M., Hahl, J. and Pöykkö, T. 1996. Assessing the quality of young stems in predicting the total monetary yield of Scots pine progenies. Can J. For. Res. 26: 2227-2231	tieteellinen artikkeli	- Visuaalisella arvioinnilla (visual assessment) määritettiin Keski-Suomessa (Leppävirta) sijaitsevilla männyn jälkeläiskokeella perheiden välisiä eroja puun laadussa ja edelleen rungon rahallisuudessa arvossa - Teknisesti analyysi toteutettiin siten, että kategorinen 10-portainen asteikko muutettiin ensiksi numeeriseksi siten, että 3072 puuyksilön aineistossa kumulatiiviset esiintymistiheydet muunnettiin käänteisten ja-kaumafunttioiden avulla intervalliasteikoksi, jossa keskiarvo oli 0 ja keskihajonta standardisoitu 1:ksi. Tällöin jokaiselle intervalliasteikon luokalle pystyttiin erikseen	- Parhaimman ja huonoimman perheen (family) ero puun laadussa oli peräti 197 mk m⁻³, toisin sanoen parhaan perheen keskiarvo oli noin 2.5-kertainen puun rahallisessa arvossa verrattuna huonoimman perheen mukaiseen arvoon (321 mk vs. 124 mk) - Puuyksilöiden erot olivat kuitenkin suurempia kuin perheiden väliset erot - Varianssianalyysin mukaan tilastollisesti merkitseviä eroja perheiden välillä muodostui puun laadussa, pohjapinta-alassa (tässä tutkimuksessa sillä kuvattiin puuntuotosta) ja puiden rahallisessa arvossa - Tutkimus osoitti myös, että ohutoksaisa ja samalla nopea-	- Periaatteessa tutkimuksessa sovellettua visuaalista arviointia (jossa yhdistyy sekä holistinen, kokonaisvaltainen että monen ominaisuuden samanaikainen tarkastelu) voidaan hyödyntää arvioitaessa jälkeläiskokeessa eri perheiden puuyksilöiden taloudellista arvoa (tukkipuu → sahatavara) - Tutkimuksessa toteutettu tilastollinen menetelmä (kuvattu sivulla 2228-229) ja 10-portainen laatuluokitusjärjestelmä (Table 1, s. 2228) ovat edelleen käyttökelpoisia !	Tutkimus toteutettiin markka-aikaan 1990-luvulla	A=0 B=1 C=1

		määrittämään tilastollisten testien avulla tunnusluvut koeala- ja perhekohtaisesti	kasvuisia perheitä on, mikä puolestaan mahdollistaa hyvälaatuisten ja nopeakasvuisten yksilöiden jalostamisen			
Berlin, M., Jansson, G., Lönnstedt, L., Danell, Ö. and Ericsson, T. 2012. Development of economic forest tree breeding objectives: review of existing methodology and discussion of its application in Swedish conditions. Scan. J For. Res. 27: 681-691.	tieteellinen artikkeli (Review-artikkelit)	Tutkimuksessa tarkasteltiin vaihtoehtoisia menetelmiä kehittää metsänjalostuksen taloudellisia päämääriä/tavoitteita ja edelleen analysoitiin millainen menetelmä sopisi Ruotsin olosuhteisiin. Erityisesti korostettiin mitä haasteita mahdollisesti liittyy menetelmän käyttöön	- Tutkimuksessa muodostettiin erityinen tarkastelukehikko (menetelmä), jossa ensin kuvattiin koko Ruotsin metsänjalostuksen tuotantokokonaisuus, jonka sisällä erikseen määritettiin taloudelliset jalostuksen tavoitteet s.e. tuotantokokonaisuuden tulot ja kustannukset sekä jalostetavat ominaisuudet (esim. kasvuvauhti, rungon suoruus ja puuntiheys) määritettiin, seuraavaksi esitettiin miten taloudelliset painot (economic weights) voitaisiin laskea (joko voittofunktioiden tai bioekonomisten mallien avulla) ja lopuksi keskityttiin epävarmuustekijöihin kuten pitkät aikajänteet ja laskentakoron valinta - Tutkimus tukeutui hyvin voimakkaasti muiden maiden esimerkeihin mm. taloudellisten painojen määrittämisessä/laskennassa (metodologia)	- Johtuen kokoomatutkimuksen (Review) luonteesta, tutkimuksen päätuloksia ei sinänsä voida suoraan soveltaa käytäntöön - Sen sijaan tutkimus tarjoaa nuotit tehdä kokonaisvaltainen metsänjalostuksen taloustarkastelu valitussa maassa - Tutkimus korostaa poikkitieteellisen lähestymistavan merkitystä analyysissä, jossa tarkastellaan metsänjalostuksen taloudellisten kannustimien ja vaikutusten kokonaisuutta – on tärkeää, että itse jalostukseen liittyvä osaaminen kytkeytyy kiinteästi ja kivuttomasti taloustarkasteluihin (Figure 1, sivu 684)		A=0 B=0 C=0
Berlin, M., Danell, Ö., Jansson, G., Andersson, B., Elfving, B. and Ericsson, T. 2009. A model to estimate economic weight of tree survival relative to volume production taking patchiness into account. Scan J For Res 24 (4): 278-287	tieteellinen artikkeli	- Tutkimuksessa kehitettiin malli määrittämään taimien eloonjäännille taloudellinen paino (economic weight) suhteessa kasvunlisäykseen (volume production per unit area). Taimien eloonjäämisen laikkaisuus (patchiness) sisällytettiin malliin - Puulajina oli mänty ja malli laadittiin Pohjois-Ruotsin kasvuolosuhteisiin kasvupaikkatyypeille T14-T24 (Ruotsin luokitus, site idexing)	- Taimien eloonjäämisen suhteelliseen taloudelliseen painoon vaikuttivat (relative economic weight) sekä eloonjäämisen että laikkaisuuden asteet - Kun taimien eloonjääminen > 50%, niin tällöin eloonjäämisen suhteellinen taloudellinen paino kasvoi absoluutt. eloonjäämisen pienentyessä jai laikkaisuuden kasvaessa - Herkkyysanalyysi kuitenkin osoitti, että malli oli hyvin herkkä lähtötilanteen taimitiheydelle kun taas malliin ei niinkään	- Tekijät korostavat että mallia voisi soveltaa myös toisilla puulajeilla ja eri kasvuolosuhteissa, mutta käytännössä kukin osamalli pitää kuitenkin kalibroida aina erikseen valitulla aineistolla - Malli ei sovellu suoraan Suomen olosuhteisiin, vaan edellyttäisi yllä kuvattua kalibrointiprosessia (mikä ei suinkaan ole ”pikku” juttu toteuttaa)		A=0 B=0 C=0

		- Mallissa oli kolme alamallia (submodels): 1) kasvunlisäyksen malli yhdistettynä laikkaisuuskertoimeen (patchiness coefficient) 2) kasvunlisäyksen malli laikkaisuuden ja eloonjäämisen funktiona ja 3) taloudellisen painoarvon malli suhteessa kasvunlisäykseen. Alamalli 3 muuntaa eloonjäämisen ja kasvunlisäyksen välisen suhteen asteikolle, jossa sovelletaan erityistä kynnyksarvoa	vaikuttanut kasvupaikkatyyppi eikä päätehakkuun ikä			
Berlin., M., Jansson, G., Danell, O. 2009. Economic weight of tree survival relative to volume production in tree breeding: A case study with Pinus sylvestris in northern Sweden. Scan. J For. Res 24(4):288-297	tieteellinen artikkeli	- Tutkimuksen tarkoituksena oli soveltaa Berlin et al. 2009 (Ks.yllä) kehittämää taimien eloonjäämisen suhteellisen taloudellisen painon mallia viidellä eri männyn jalostuspopulaatiolla Pohjois-Ruotsissa - Samalla tarkasteltiin miten taloudellinen paino muuttuu ilmaston "ankaroituessa" (increasing harshness) ja miten elonjäämisen ja laikkaisuuden muutokset vaikuttavat mallissa taloudelliseen painoon - Lisäksi tässä tutkimuksessa malli sekä uudelleen parametrisoitiin että validoitiin	- Yleisellä tasolla tulokset osoittivat, että sekä alentunut eloonjääminen että laikkaisuuden kasvu molemmat paransivat elonjäämisen suhteellista taloudellista painoa - Periaatteessa viis jalostuspopulaatiota voitiin jakaa kolme eri ryhmään, joilla kaikilla toisistaan hieman poikkeavat eloonjäämisen taloudelliset painot - Yhtä jalostuspopulaatiota lukuun ottamatta voidaan yleistäen sanoa, että eloonjäämisen suhteellinen taloudellinen paino oli < 0.2, ja edelleen 1% -yksikön muutos eloonjäämisessä aikaansaa alle 0.5%-yksikön muutoksen kasvunlisäyksessä - Lämpösumman aleneminen ei aikaansaanut eloonjäämisen taloudellisen painon kasvua, mikä puolestaan tarkoittaa sitä ettei lämpösumma yksistään riitä selittämään eloonjäämisen taloudellisen painon määräytymistä (vaan tähän vaikuttavat lisäksi mm. taimitiheys, eloonjäämisen yleinen taso ja laikkaisuus)	- Edelleen, tutkimus toteutettiin Pohjois-Ruotsissa ja paikall. viidellä männyn jalostuspopulaatiolla $\leftarrow \rightarrow$ tekijät korostavatkin tätä käyttämällä jo otsikossa sanaparia "case study" - Malli sinänsä on elegantti, mutta edellyttää aina käytöltä uuden aineiston parametrisointia ja erillistä mallin validointia		A=1 B=0 C=3?

Ahtikoski, A. 2014. Jalostetua siementä männyn kylvöön. Julkaisussa: Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. (toim.). Metsänkasvatus - menetelmät ja kannattavuus. Metsäkustannus Oy, Porvoo. s. 120-121.	referoimaton (ei-tieteellinen) artikkeli	- Kirjan aukeamalla (2s.) kuvataan yhden metsikön esi-merkin avulla, onko yksityisen metsänomistajan taloudellisesti perusteltua käyttää jalostettua materiaali männyn kylvössä - Talouslaskennan rajoitteet ovat tarkasti määritetyt (mm. olet. Että jalostettu materiaali maksaisi 50€/ha enemmän kuin jalostamaton, metsikkösiemen, jalostushyöty olet. 7% pituuden ja läpimitan kasvussa)	- Tulokset osoittavat yksiselitteisesti, että jalostetun materiaalin käyttö männyn kylvössä on <u>yksityiselle metsänomistajalle taloudellisesti perusteltua</u>: 3%:n laskentakorkokannalla paljaan maan arvo oli jalostetulla materiaalilla kylvetyssä männikössä noin kaksinkertainen verrattuna metsikkösiemenellä kylvettyyn männikköön (714 €/ha vs. 388 €/ha) 4%: laskentakorkokannalla ainoastaan jalostetulla materiaalilla perustettu kylvömännikkö aikaansai positiivisen paljaan maan arvon (> 0) - Päätehakkuu aikaistui jopa 12 vuodella jalostetulla materiaallilla kylvetyssä männikössä verrattuna metsikkösiemenellä kylvettyyn männikköön (päätehakkuun kriteerinä läpimita, 27 cm)	- Kirjan laskentaesimerkki kuvaa ainoastaan yhden metsikön tapauksen, mikä ei riitä yleistämään tuloksia - Toisaalta kirjan esimerkki riittää käytännön ohjeistukseen vastaavanlaiselle metsikölle (männyn kylvö, kuivahko kangas, eteläinen Suomi)		A=1 B=0 C=1
Ahtikoski, A. 2010. Metsänjalostus taloudellisesta näkökulmasta. Julkaisussa: Tasanen, T. (toim.). Siemenestä taimeksi. Metsäpuiden taimituotannon historia Suomessa. Metsäpuiden taimituotannon historiatoimikunta 2010, s. 311-320.	referoimaton artikkeli	- Kirjankappaleessa tarkasteltiin suomalaisen metsänjalostuksen toimintaympäristöä taloudellisesta näkökulmasta - Erityisen vuokaavion (Kaa-vio 5, s. 312) avulla kuvattiin Suomen metsänjalostuksen toimintaympäristö: toimintaan osallistuvat tahot, rahoitusmekanismi (mm. valtion tuki), käyttäjät ja mahdolliset jalostushyödyt - Jalostushyötyjä tarkasteltiin toimintaan osallistuvien tahojen (yksityinen metsänomistaja, siemenviljelyssiemenen tuottaja ja yhteiskunta) näkökulmasta	- Valtion tuki metsänjalostukseen todettiin perustelluksi lähinnä kahdella argumentilla: kansallisen siemenhuollon turvaaminen ja toiminnan yksityistaloudellisten kannustimien puute - Yksityisen metsänomistajan oli perusteltua käyttää jalostettua materiaalia esim. männyn kylvössä - Siemenviljelyssiemenen tuottajan näkökulmasta valtion osittainen tuki (< 100%) siemenviljelysten perustamis- vaiheessa ja edelleen siementä tuottamattoman jakson (n 10-15 vuotta) aikana oli ehdoton edellytys liike- taloudellisesti kannattavalle toiminnalle - Yhteiskunnan näkökulmasta metsänjalostuksen tukeminen oli perusteltua jos saavutettava jalostushyöty oli vähintään 8%	- Kirjankappaleen laskentaesimerkit ovat vain ja ainoastaan suuntaa-antavia, ja täten niiden merkitys on enemmänkin deskriptiivinen kuin konkreettinen - Toisaalta metsänjalostuksen toimintaympäristö kuvata seikkaperäisesti, ja toimintaympäristön rakenteen kuvauksesta voi myöhemmin olla hyötyä, kun tehdään uusia taloustarkasteluita	Karkea jaottelu kolmeen toimijaan (yksityinen metsänomistaja, siemenviljelyssiemenen tuottaja ja yhteiskunta) ei ole enää validi, sillä toimijoiden välinen dynamiikka on muuttunut ja toiminnan uudelleen järjestämistä on tapahtunut viimeisten vuosien aikana	A=1 B=0 C=1

			Etelä- ja Keski-Suomessa (korkokanta 4%) ja 10% Pohjois-Suomessa (korkokanta 3%)			
Clapham, D., Egertsdotter, U. & Aronen, T. 2014. Adap-CAR workshop report: "Somatic embryogenesis for future forestry — capturing the genetic gains from the breeding programme and securing elite plant deployment for production and climate adaptability; status, implementation and expected results".	referoimaton artikkeli	- Raportissa tarkasteltiin kuusen kasvullisten alkioiden tuotantoa (SE, somatic embryogenic) ja sen mahdollisuuksia käytännön metsätaloudessa - Esialkioita sisältävien solukoiden (proembryogenic masses, (PEMs) menetelmä kuvattiin seikkaperäisesti ja kasvullisia alkioita tuottavien solukkojen syväjäädytyksellä saatavat edut esim. pistokkaisuun nähden esiteltiin - Raportissa esiteltiin myös menetelmä, jossa parhaita/valittuja täyssisarperheitä monistetaan metsänviljelyyn (Ns. family forestry-lähestymistapa: "risteytysperheiden massamonistus")	- Esimerkiksi Ruotsissa yksityinen yritys on jo aloittanut kuusen kasvullisten alkioiden tuotannon s.e. 10 solulinjaa on perustettu 15 täyssisarperheestä, jotka on valittu kansallisessa jalostusohjelmassa "Kloonimetsä"-menetelmällä, "clonal forestry" (kun esim. juurutettuja (verso)pistokkaita hyödynnetään) voidaan säästää jopa 20 vuotta jalostusohjelmassa, sillä kloonit voidaan testata kenttäkokein ennen kuin niitä monistetaan varsinaisessa jalostusohjelmassa - On esitetty, että 25 testaamatonta kloonit, jotka edustavat 6 testattua perhettä edustaa keskimäärin samansuuruisia jalostushyötyä kuin saman testatun perheen puut, jotka olisi tuotettu sv-siemenestä - Mahdollisista kloonimetsätalouden riskeistä: lähtökohtaisesti viljelemällä useampia SE-kloonit tietyllä viljelyalalla (ha), voidaan ratkaisevasti pienentää riskiä epäsuotuisille genotyypille X ympäristö- vaikutuksille (G X E interactions) → Ruotsissa on käytännössä määritetty, että korkeintaan 5% metsäpinta-alasta olisi kloonimetsiä (jotta turvataan kuusen lajievoluutio) - Suomessa Eviran mukaan kloonisekoituksissa (clonal mixtures) sallitaan vähintään 11 kloonit ja maksimissaan miljoona tainta tuotettavan yhdestä kloonista - Jalostetun materiaalin tuottajat (mm. Siemen Forelia Oy) korostivat, että kasvullisten alkioiden	Työpajamuistiossa (workshop report) kuvataan kuusen kloonien tuotannon tekniset perusteet, massatuotannon mahdollisuudet, edut (suhteessa perinteiseen jalostukseen: sv-siemen) ja mahdolliset riskit ← → Raportti onkin lähinnä status quo senhetkisestä (vuosi 2014) kuusen kloonien tuotannosta, eikä itsessään tarjoa suoraan käytäntöä palvelevia ratkaisuja	A=0 B=0 C=0	

			massatuotannon pitää olla kustannustehokasta, mikä käytännössä tarkoittaa useiden työvaiheiden automatisointia			
Haapanen, M. & Mikola, J. 2008. Metsänjalostus 2050 - Pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metlan työraportteja/Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 71. 50 s	referoimaton artikkeli	- Raportissa esitetään Suomen pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma s.e. sekä jalostustavoitteet että jalostustyön toimintamallit (mm. jalostusyökin populaatiot, populaatiorakenteet, metsänjalostuksen kohdealueet puulajeittain, osalinjat ja jalostustavoitteet) kuvataan seikkaperäisesti - Lisäksi raportissa esitetään suomalaisen metsänjalostuksen visio ja tulevaisuuden haasteet (joista tärkeimpänä varautuminen ilmastonmuutokseen)	- Metsänjalostuksen pääpaino on taloudellisesti arvokkaimmissa puulajeissamme (mä, ku, rako, hiko) - Jalostuskierros(-sykli) kestää pääpuulajeillamme noin 20-40 vuotta, ja jälkeläiskokeiden keskeisaika on tyypillisesti 15-20 vuotta – tämän lisäksi jälkeläistestaus edellyttää sopivien taimiaineistojen tuottamisen, mikä vie 10-15 vuotta (myöhäinen kunkin alku) - Laajan perinnöllisen muuntelun säilyttäminen on avainasia suomalaisessa metsänjalostuksessa (ei ”pikavoittoja”) - Suurin osa resursseista suunnataan jalostusaineiston parhaan osan kehittämiseen (mikä lisää saatavia jalostushyötyjä) - Männillä jalostushyödyksi on arvioitu eteläisessä Suomessa noin 5-15% pituuskasvussa verrattuna metsikköeriin, kuusella vastaavasti 5-10% ja rauduskoivulla noin 20-26% puuntuotoksessa - Parantuneen pituuskasvun lisäksi myös puun laatuominaisuuksissa on havaittu (mitattu) edistystä kaikilla pääpuulajeilla, eritoten männillä laatuominaisuuksien parantuminen on selvää - Raportissa Suomi jaetaan kuuteen kohdealueeseen lämpösumman mukaan, ja kaikille pääpuulajeille sovelletaan samaa aluejakoa - Itsenäisiä jalostuspopulaatioita on männillä kuusi, kuusella viisi ja rauduskoivulla kaksi	- Raportissa linjataan pitkän aikavälin metsänjalostuksen toimintamallit ja tavoitteet Suomessa → raportti antaa ikään kuin suuntalinjat käytännön metsänjalostukselle, ja tarjoaa täten konkreettisen toimintaympäristön - Raportin rajoitteena voidaan pitää sitä, että se pitäytyy voimakkaasti jalostuksen teoriataustassa, ja tästä syystä moni käytäntöön mahdollisesti sovellettava avaus/ehdotus jää tekemättä ← → toisaalta, raportin tarkoituksin on nuotittaa suomalainen pitkän aikavälin metsänjalostus pohjautuen vankkaan jalostuksen teoriaan - Varsinaista taloudellista analyysia (metsänjalostuksella mahdollisesti aikaansaatavien hyötyjen arvottaminen) raportissa ei esitetä – sen sijaan raportissa määritetään taloudellisesti tärkeimpien puulajien jalostusohjelmat	A=1 B=1 C=0	

			• Perustetuilla jalostuksen osalinjoilla pyritään pienentämään perinnöllisen muuntelun ehtymistä, ja Suomessa männyllä ja kuusella osalinjat koostetaan toisen jalostuskierroksen lopulla s.e. jokaiseen osalinjaan valitaan ei-sukulaisen risteytysperheen kaksi parasta testattua ehdokasta, yhteensä siis neljä yksilöä • Tutkimus- ja kehittämistarpeista: havupuiden kasvullisen lisäyksen (ml. kasvullinen joukkomonistus) mahdollisuuksia tutkitaan ja testataan tiiviisti koko ajan			
Haapanen, M. 2014. Metsänjalostuksen merkitys puuntuotokselle. Julkaisussa: Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. (toim.). Metsänkasvatus - menetelmät ja kannattavuus. Metsäkustannus Oy, Porvoo. s. 117-119	referoimaton artikkeli	• Kirjankappaleessa esitettiin metsänjalostuksen merkitys puuntuotokselle Suomessa • Aluksi kuvattiin tiiviisti metsänjalostuksen tarkoitus: perinnöllisten ominaisuuksien parantaminen puusta valmistettavien tuotteiden arvon lisäämiseksi ja metsänkasvatuksen taloudellisen kannattavuuden parantamiseksi, ja toteutus: haluttuihin ominaisuuksiin suotuisasti vaikuttavien perintötekijöiden rikastaminen toistuvan valinnan, risteyttämisen ja testauksen avulla)	• Jalostustyön perustan Suomessa(kin) muodostavat elinvoimaiset yksilöt, pluspuut, jotka on alun perin fenotyyppisen valinnan avulla kartoitettu ja valittu • Siemenviljelyssiemen on perimältään tutkitusti yhtä monimuotoista kuin jalostamaton metsikkösiemen • Arviot ensimmäisen polven jalostushyödyistä Suomessa pohjautuvat noin 10-25 vuoden ikäisiin kenttäkokeisiin, ja männyllä rungon keskitilavuus jalostetussa aineistossa on noin 15-20% suurempi jalostamattomaan metsikköaineistoon verrattuna • Kuusella ensimmäisen polven jalostushyödyn arvioiminen on merkittävästi haasteellisempaa, koska jälkeläiskokeita on vähän (sillä kuusen siemenviljelyn käpytuotanto on ollut ongelmallista) • Männyllä ja rauduskoivulla nykyiset kasvunlisäykset (1.polvi) yhdistyvät oksikkuuslaadun hienoiseen paranemiseen, mikä on suoraan seurausta jalostusohjelman painotuksista (panostaminen puun laatutekijöihin)	• Kirjankappale on lähinnä tiivis kuvaus männyn, kuusen ja rauduskoivun metsänjalostuksen nykytilasta ja lähitulevaisuudesta Suomessa • Teksti ei suoraan, konkreettisesti tuota käytännön metsänjalostusta (tai metsänjalostukseen osallistuvien tahojen toimintaa) tukevaa tietoa, vaan on <i>status quo</i> katsaus oppikirjassa		A=1 B=1 C=0

			• Erityisesti männyllä on kokein todennettu, että siemenviljelys- ja risteytyserien puista merkittävästi suurempi osa kuuluu parempaa laatua kuvastaviin puun ulkoisen laadun yleisarvosanaluokkiin, mikä puolestaan indikoi jalostetun materiaalin parempaa runkokohtaista taloudellista arvoa sahatavarana • Lähitulevaisuudessa kuusen jalostuksen tulosten hyödyntäminen tulee tehostumaan nykyisestä kontrolloitujen parhaiden pluspuiden risteytyksillä ja kasvulliseen alkulisäykseen perustuvan taimituotantomenetelmän avulla			
Paanukoski, S., Ahtikoski, A., Antola, J., Hagqvist, R., Leinonen, K., Napola, M.-L., Pöykkö, S. & Ruotsalainen, S. 2011. Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio. Työryhmämuistio MMM 2011:6. 53 s	referoimaton artikkeli	• Maa- ja metsätalousministeriön asettaman työryhmän raportti tarkasteli Suomen metsätalouden siementarpeen ja –huollon nykytilaa ja kehitystä aina vuoteen 2030 asti, tarkensi männyn, kuusen ja koivun siemenviljelysten perustamisohjelmia ja määrittä näistä aiheutuvat kustannukset valtiolle. Lisäksi raportissa tehtiin seikkaperäinen liiketaloudell.analyysi siemenviljelysten kannattavuuksista (avomaan sv:t ja muovihuonesv:t)	• Lähtökohtaisesti nykytilanteessa jalostettu aineisto siirretään talousmetsiin suvullisesti siemenviljelysten kautta, mutta jo lähitulevaisuudessa kasvullisen lisäyksen käyttö mahdollistaa entistä suuremman jalostus-hyödyn, eritoten kuusella • Raportin analyysit siemenhuollosta ja –tarpeesta pohjautuivat Siemenviljelysten Perustamisohjelmaan 2004 (Työryhmämuistio MMM 2004:12) • Raportissa esitetään, että männyn siementarve nousee, koska männyn metsäkylvöjen pinta-ala on kasvanut. Samalla kuitenkin siementarve taimitarhakylvöihin vähenee, sillä männyn istutus- alat laskevat. Männyn sv-siemenen tarve vuotuisesti olisi 3 213 (metsäkylvöt)+25 kg (taimitarhat). • Kuusella vuotuinen siementarve arvioidaan puolestaan aikaisempaa pienemmäksi, koska kuusen	• Työn luonteesta johtuen (työryhmäraportti, joka pohjautuu aikaisempaan työryhmäraporttiin) raportin tuloksia ei ole mahdollista soveltaa suoraan käytäntöön • Toisaalta, raportti tarjoaa konkreettisia viitearvoja, joiden puitteissa käytännön metsänjalostusta voidaan Suomessa harjoittaa → tätä tietoa puolestaan voidaan hyödyntää käytännössä • Lisäksi, raportin <u>seikkaperäinen liiketaloudellinen analyysi siemenviljelystöiminnan kannattavuudesta</u> eri puula-jeilla mahdollistaa potentiaalisten uusien yrittäjien kiinnostuksen (mukaan-tulon) toimintaan: sv-toiminnan kannattavuus on kuvattu yleisillä liiketaloustieteen tunnuksilla, mikä helpottaa asian sisäistämistä ja tulosten tulkintaa	• Raportti on jo hie-man ”out-of-date”, ja pitäisi päivittää lähi-vuosina...	A=1 B=0 C=1

			istutuspinta-alat arvioidaan laskevan. Kuusen vuotuinen siementarve (taimitarhakylvöt) on 1 440 kg, josta sv-siemenen osuus > 90% (lähtöisyysalueilla 1-4: 100%) • Rauduskoivulla taimitarhakylvöihin tarvitaan vuotuisesti 25kg, josta sv-siemenen osuus on n 24 kg (lähtöisyysalueet 1-3: 100%) • Männyn 1.5 polven siemenviljelysten perustaminen (1.5 polven viljelykset) on hieman jäljessä Siemenviljelysten Perustamisohjelmassa esitettyyn nähden, ja alueelliset erot ovat merkittäviä (esim. lähtöisyysalueilla 3-5 ollaan paljon jäljessä suunniteltua). Männyn siemenviljelysten perustamistarve koko maassa on 565 ha, josta raportin julkaisuvuonna (2011) oli perustettu 411 hehtaaria • Kuusen 1.5 polven siemenviljelysten perustamistarve koko maassa on 265 ha, josta raportin julkaisuvuonna oli perustettu 130 ha. • Rauduskoivulla uusien siemenviljelysten perustamistarve lähivuosina (raportissa 2012-2020) olisi 2000 m² (Huom. muovihuone-siemenviljelykset), ja vuonna 2025 rauduskoivun svsiementuotannoksi arvioidaan 60 kg, joka tuotettaisiin kokonaisuudessaan 5000m² muovihuonepinta-alalla • Männyn siemenviljelystoiminnan liiketaloudellinen analyysi paljasti, että männyn sv:t ovat erittäin herkkiä muuttujien (kuten perustamiskustannukset, vuotuiset hoitokustannukset, keskimääräinen sato) arvoille, mikä merkittävästi lisää sv-toiminnan liiketaloudellisesta riskiä			
--	--	--	---	--	--	--

			→ valtion subventio on välttämätöntä esim. siementä tuottamattoman vaiheen kustannusten (osittaiseksi: 20-80%) kattamiseksi • Kuusella sv-toiminnan kannattavuus ei ole yhtä herkkä muuttujien arvoille kuin männyllä, mutta kuusellakin valtion subventiota tarvitaan, jotta sv-toiminta olisi liiketaloudellisesti kannustavaa yrittäjän näkökulmasta • Rauduskoivulla sv-toiminnan kannattavuus oli ratkaisevasti riippuvainen siitä, millä materiaalilla (liimapuukarret vs. metallikaaret) muovihuoneen runko rakennettiin: esimerkiksi valtion tuen tasolla 70% metallikaarilla rakennettu muovihuonesiemenviljelys mahdollisti yli 5%-yksikköä korkeamman sisäisen koron kuin vastaava liimapuukarilla perustettu muovihuonesiemenviljelys. Myös rauduskoivulla tarvittiin valtion subventiota jossain määrin, jotta muovihuonesiemenviljelys saatiin liiketaloudellisesti kannattavaksi			
--	--	--	---	--	--	--

Taulukko B. Koonnut Matti Haapanen, Luonnonvarakeskus.

<i>Julkaisu</i>	<i>Luokka</i>	<i>Teema (Puulaji/olosuhteet)</i>	<i>Menetelmät</i>	<i>Päätulokset</i>	
Jansson, Hansen, Haapanen, Kvaalen & Steffenrem 2016. The genetic and economic gains from forest tree breeding programs in Scandinavia and Finland. Scand J For Res.	Referoitu (tällä hetkellä toimitettavana)	Pääpuulajit Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska	Review	"The main findings from this review are that (i) tree breeding has increased volume growth in the range 10 to 25%, (ii) the bare land value associated with genetically improved gives a better return on investment and a shorter rotation period compared to the unimproved forests."	A=1, B=1, C=1
Haapanen, Jansson, Nielsen, Steffenrem & Stener . 2015. The status of tree breeding and its potential for improving production. Skogforsk.	Referoimaton	Pääpuulajit Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska	Review	Siemenviljelyssiemenen hyöty (tuotos) nykyisin 10..25%, vuonna 2050 noin 20..35%. Kasvullisesti lisätyn aineiston (kuusi) hyöty 25%, vuonna 2050 noin 40%	A=1, B=1, C=1
Ruotsalainen S. 2014. Increased forest production through forest tree breeding. Scand J For Res. 29:333-334.	Referoitu	Pääpuulajit Globaali	Review	"Most improved materials currently deployed are seed crops from first-generation phenotypic or tested seed orchards, which offer 10–25% gains in yield depending on the selection intensity of parent trees."	A=1, B=1, C=1
Andersson B, Elfving B, Ericsson T, Persson T, Gregorsson B. 2003. Performance of improved Pinus sylvestris in Northern Sweden. Scand J For Res. 18: 199-206.	Referoitu	Männyn pluspuiden täyssisarjälkeläisiä, 9-13 v Pohjois-Ruotsi	1. pluspuiden täyssisarjälkeläisten vertailu metsikösiemenverrokkeihin 9-13 v iällä, siirtokorjaus. Site index –funktio.	Pituuskasvu +10%, elävyydessä ei eroa. Arvio tuotoslisäyksestä site index -funktioiden pohjalta 7–9% (1. polven harventamattomat viljelykset) "The effect of improved regeneration stock on volume production during an entire rotation period ... indicated substantial volume gain at the time of both first thinning and final harvest."	A=1
Andersson B, Elfving B, Persson T, Ericsson T, Kroon J. 2007. Characteristics and development of improved Pinus sylvestris in northern Sweden. Can J For Res. 37:84-92.		Männyn 27 v täyssisarjälkeläisiä, Pohjois-Ruotsi	1. pluspuiden täyssisarjälkeläisten vertailu metsiköverrokkeihin (27 v),	Pituus +9%, läpimitta +5%, tilavuus +20% rungon solakkuus +6%; ennuste kiertoajan tuotokselle noin +10%	A=1, B=1

			siirto- ja kilpailukorjaukset → site index –funktiot		
Jansson G. 2007. Gains from selecting <i>Pinus sylvestris</i> in southern Sweden for volume per hectare. <i>Scand J For Res.</i> 22: 185-192.	Referoitu	Etelä-Ruotsi	1. pluspuiden täyssisarjälkeläisten vertailu metsikkösiemenverrokkeihin 8-36 v iällä → geneettiset parametrit + breeder's equation	Realisoitu tuotosparannus 30 v iällä +12%, testauksen ja valinnan jälkeen 25%...28% (25% vs 10% valintaosuuksilla)	A=1
Haapanen M, Hynynen J, Ruotsalainen S, Siipilehto J, Kilpeläinen, M. 2016. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. <i>European Journal of Forest Research</i>	Referoitu	Mänty, Etelä-Suomi 1. Ja 1.5 polven siemenviljelyssiemen	Siemenviljelyssiemen ja metsikkösiemenerien vertailu kokeissa (14-15 v) → geneettiset kertoimet, Motti-analyysi.	Keskituotos kiertoaikana n. +12..+24%, (vastaava kiertoajan lyheminen 5..17 vuotta) riippuen sv:n valintaintensiteetistä ja pölytyksestä. Suhteellinen oksanpaksaus noin -6...8%, oksakulmassa ei eroa, paljaan maan arvonn lisäys n. +30%..60%	A=1, B=1, C=1
Simonsen, Rosvall, Gong & Wibe 2010. Profitability of measures to increase forest growth. <i>Forest Policy and Economics.</i>	Referoitu	Pohjois-Ruotsi, Holmen Skog Ab. Metsät	Kasvu- ja tuotosmallit, lineaarinen ohjelmointi	Jalostetun aineiston viljelyllä kasvunlisäys 14% (mänty), 40% kontortämänty, 26% (kuusi, kasvullinen aineisto), 7.5% (kuusi, sv-aineisto), sisäinen korko +6...+9% (Holmen Ab:n korkovaatimus 2.45%). <i>"Changing species from Scots pine (Pinus sylvestris L.) to lodgepole pine and the use of genetically improved regeneration materials were found to be very profitable due to low investment costs and considerable increase of forest growth."</i>	A=1, C=1
Rosvall O, Jansson G, Andersson B, Ericsson T, Karlsson B, Sonesson J, Stener LG. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk arbetsrapport.	Referoimaton	Kaikki pääpuulajit	Geneettiset parametrit + breeder's equation, kasvu- ja tuotostaulukot	Kiertoajan tuotoksen lisäys 1. .. 1.5-polvelle välillä 10%..25% puulajista riippuen. <i>"In general the genetic gain of existing seed orchards is 10–25%, while it can reach 20–25% in all third cycle orchards. The feasible gain from thinning is 2–3%. That is half of the theoretical gain, which can be attained only in the most closely spaced orchards. The next step of improvement will reach 35% for orchard establishment in the period 2015–2020, in some cases already in 2010. Clone mix gains are of the same magnitude as seed orchards, but</i>	A=1

				<i>can be realised in commercial planting stock with less delay."</i>	
Hagqvist R, Hahl J. 1998. Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty Etelä- ja Keski-Suomessa. [Summary: Genetic gain provided by seed orchards of Silver birch in Southern and Central Finland.] Reports from the Foundation for Forest Tree Breeding 13:1–32.	Referoimaton	Rauduskoivun sv-siemen, Etelä-Suomi	Siemenviljelyssiemen ja plusmetsikkösiemenerien vertailu kokeissa (8-12 v ja 20-36 v iällä)	Rungon tilavuus +26-29%, rungon kapeneminen -10%, suhteellinen oksanpaksuus -7...-10%, elävyydessä ei eroa.	A=1, B=1
Hynynen J. 1999. Haavan ja hybridihaavan kasvu ja tuotos. Metlan tiedonantoja 725.	Referoimaton	Hybridahaava, Etelä-Suomi	250 haava- ja hybridihaa-paviljelystä, keski-ikä 145 v	Hybridahaavan tuotos 20-25 vuoden iällä 60% korkeampi kuin haavalla, 30% korkeampi kuin rauduskoivulla	A=1
Ruotsalainen S, Nikkanen T. 1998. Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja.	Referoimaton	Pohjois-Suomi Kuusi	Siemenviljelys- ja metsikkösiemenerät jälkeläiskokeissa	Siemenviljelysaineiston pituuskasvu +10% metsikköaineistoon verrattuna	A=1
Rosvall O, Lundström A. 2011. Förädlingseffekter i Sveriges skogar. [Summary: Effects of planting genetically improved seedlings on forest growth and potential harvest in Sweden.] Redogörelse nr 1, Skogforsk, Uppsala. (Swedish).	Referoimaton	Koko Ruotsi	Site index –funktio, Hugin-simulointiohjelma	<i>"Genetically improved seedlings can be applied on most forest sites where planting is used for regeneration (150 000-200 000 ha) to increase annual growth by 10 million m³ in the second half of this century. This growth increase is up to ten times greater than that achieved by the planting of fast-growing exotic lodgepole pine... It is also ten times that achievable by a moderate level of forest fertilization (60 000 ha/year)."</i>	A=1, C=1

Liite 2. Metsätiedepajan paneelin muistio

Metsätiedepaneeli – pilottina metsänjalostus 12.10.2016

Osallistujat

Avaintutkijat

Ahtikoski Anssi Luke

Haapanen Matti Luke

Kutsutut asiantuntijat

Huuskonen Saija Luke

Kärkkäinen Katri Luke (etäyhteydellä)

Mikkola Eero (Luke) metsänomistajanäkökulma

Valsta Lauri HY

Projektiryhmä

Koistinen Arto Tapio

Käär Liisa Tapio

Päivinen Risto Tapio

Lehtoviita Jouko Tapio

Liite 1. Tiedepaneelin esityslista

A. Paneelin keskustelussa esille tulleita asioita:

Jalostushyöty

Koska puuston kiertoaika on pitkä, jalostushyötyä voidaan käytännössä arvioida kiertoajan alkuvaiheen osoittamien hyötyvaikutusten perusteella. *Tarkennus: Tieteellisesti valideja menetelmiä hyötyjen ekstrapoloimiseksi kiertoajan yli on olemassa, ja niitä myös käytetään. Pitemmän ajan tuotoshyödyistä ei siis puhuta arvauspohjalta. Toinen keskeinen ydinasia on se, että jalostushyötyjä voidaan arvioida vain kenttäkokeiden avulla. Mitään muuta menetelmää ei ole. Tutkimuksen mahdollisuudet riippuvat täysin taroitukseen soveltuvien kenttäkokeiden olemassaolosta.*

Jalostetun viljelymateriaalin käyttö on yksinkertaisin ”metsänparannustyö”, käytännössä lähes ilmaista metsänomistajalle, ja se täyttää kestävyys kriteerit.

Jalostushyöty säilyy jossain määrin, vaikka viljelymetsikkö uudistettaisiin jatkossa luontaisesti. Muualta tuleva pölytys vaikuttaa kuitenkin siten, että seuraavissa luontaisesti syntyneissä puusukupolvissa jalostushyöty on pienempi. Lisäksi metsän kiertoaikana tehdyn jalostustyön tuottamat edut jäävät saamatta.

Jatkokysymyksenä on, mihin jalostushyöty perustuu (perustutkimuksen asiaa: yhteyttämiskyky, juuriston koko - syy vai seuraus, ravinteiden hyödyntämiskyky sekä onko puiden välisellä kilpailu merkitystä).

Puun laatu

Tutkimus on todennäköisesti aliarvioinut jalostuksella saatujen laatuparannusten merkitystä. Laatuominaisuuksien mallintamista koskeva (Risto Ojansuun ja) Harri Mäkisen tutkimus julkaistaan lähiaikoina.

Alueet ja puulajit

Pohjois-Suomen osalta tutkimusaineisto on puutteellista. Perusongelmana on pohjoisen viljelymateriaalin tuotanto. *Tarkennus: Pohjoisen siemenviljelykset ovat nuoria eivätkä ole vielä tuottaneet siementä. Tämä ”perusongelma” tulee siis helpottamaan itsestään ajan myötä.*

Siemenviljelyksillä tapahtuu pölyttymistä paikallisella (eteläisemmällä) siitepölyllä, mistä on haittaa, kun haluttaisiin tuottaa pohjoisempiin oloihin sopivaa materiaalia.

Puulajeista männystä on selvästi eniten tutkittua tietoa. Muiden puulajien osalta tietopohjassa on enemmän puutteita *[täydennys] tutkimukseen soveltuvien kenttäkokeiden nuoruuden ja vähäisyyden vuoksi.*

Kasvupaikat

Lähtökohtaisesti kasvupaikan ei pitäisi vaikuttaa jalostushyötyyn eli ns. jalostuksen ja kasvupaikan *yhdysvaikutusta* ei ole.

Poikkeavatko turvemaat tässä suhteessa kivennäismaista, ei ole tiedossa.

Kannattavuus

Jalostetun viljelymateriaalin hinta ei käytännössä näy taimien hinnassa. Männyn kylvössä lisähinta jalostetun siemenen käytöstä on selvä mutta kuitenkin vain muutamia kymmeniä euroja kylvettyä hehtaaria kohti.

Uudistamistilanteessa päätösvaihtoehto tulee esille siinä, käytetäänkö luontaista uudistamista vai viljelyä jalostetulla materiaalilla. Jalostushyöty lisää viljelyn kilpailukykyä.

Jalostuksen puutavaran laatua parantavaa vaikutusta ei tutkittu riittävästi.

Paljaan maan arvojen vertailussa (jalostamaton / jalostettu puuston alkuperä) on huomattava, ettei suuri prosentuaalinen nousu arvossa tarkoita vastaavan suuruista lisäystä kassavirrassa. Paljaan maanarvo on sinänsä olennainen kannattavuuden mittari, mutta em. muutosprosentti antaa helposti liian suotuisan kuvan.

Kiinnitettiin huomiota, että jalostushyödyt esitetään esim. tuotos ”15...20 %” *Tarkennus: Vaihteluväli johtuu siitä, että eri luvut viittaavat geneettisesti erilaiseen siemeneen, jota kuitenkin siemenkaupassa voidaan markkinoida samalla nimellä. Esimerkiksi 1.5 polven siemenviljelyssiemenen jalostushyöty on*

ensimmäisinä tuotantovuosina vain noin 15 %, ja loppuvaiheessa 25 %. Ero johtuu siemenviljelyksen taustapölytyksestä, joka muuttuu (pienenee) nopeasti viljelyksen varttuessa.

Eri kokeiden tulosten vaihteluväli on mahdollista esittää.

Kansantalous

Jalostuksen kannattavuutta koskevista tutkimuksista puuttuu lähes kokonaan kansantalouden näkökulma. Kansantaloudelle etua tuo hyvälaatuisen raaka-aineen saanti aiempaa lyhemmin kiertoajoin.

Vertailu Ruotsiin: Miksi siellä haluttu panostaa jalostukseen? Arvio sieltä, että jalostuksella saataisiin 10 milj m³:n lisäys. Arvio vaikuttaa jopa aika pieneltä.

Tarkennus: Em. on hyvin karkea arvio, joka viittaa lähimpiin vuosikymmeniin. (Se ei sisällä kontortan viljelyä). Miksi luku tuntuu pieneltä? Täytyy muistaa aikahorisontti, joka pitkäikäisillä metsäpuilla on vuosikymmeniä ja jopa -satoja. Nykykasvuja ei voida muuttaa hetkessä, koska ”villimetsien” korvaaminen jalostetun aineiston viljelyllä vie aikaa.

10 milj. m³ on tietyn hetken läpileikkausestimaatti eikä mikään lopullinen maksimiluku lisäykselle. Jalostuksen tuoma kasvunlisäys suurenee Ruotsissakin sen myötä, kun yhä suurempi osa metsistä uudistetaan jalostetulla aineistolla. Jalostuksen tuoma kasvunlisäys on siis kahden tekijän funktio: pinta-ala ja aika. Kolmantena tekijänä on jalostushyöty, joka myös kasvaa tulevien vuosikymmenten aikana.

Kasvumallit

Nykyisissä kasvumalleissa männyllä on mukana jalostushyöty - *tarkennus: mukana ainoastaan tutkija-Motissa -*, kuusen osalta tämä puuttuu ja koivun osalta mallit ovat myös puutteelliset.

Jalostetun materiaalin näkyvyys metsänomistajalle ja tunnistaminen

Metsänomistajat eivät todennäköisesti tiedä, käytetäänkö heidän metsiensä uudistamisessa jalostettua viljelymateriaalia.

Eviran luokittelun mukaan jalostettua materiaalia ovat ”alustavasti testattu” ja ”testattu”. Luokkien nimet eivät kerro metsänomistajalle, mitkä luokat tarkoittavat jalostettua materiaalia. Viestintää tässä suhteessa selvennettävä.

Metsänviljelyaineiston luokka	Perusaineiston tyyppi (mistä metsänviljelyaineisto on peräisin)
Siemenlähde tunnettu	Siemenlähde tai metsikkö (lähtöisyysalue tai metsikkö, josta siemenet on kerätty)
Valikoitu	Metsikkö (rekisteröity siemenkeräysmetsikkö)
Alustavasti testattu	Siemenviljelys
Testattu	Siemenviljelys, jonka tuottaman metsänviljelyaineiston paremmuus on osoitettu testeillä

Tuhonkestävyys

Uusi tutkimushanke (Teemu Teeri, HY) selvittää jalostuksen vaikutusta tuhonkestävyyteen.

Muut ekosysteemipalvelut ja hiilitase

Oletuksena on, ettei metsänjalostus vaikuta muihin ekosysteemipalveluihin. Jalostetut puut eivät siten paikallisesti muuttaisi muita ekosysteemipalveluita. Hiilensidonta kuitenkin lisääntyisi paremman kasvun vuoksi.

[Tarkennuksia avaintutkijoilta 13.10.] Tilanne voi olla toinen, jos ryhdytään suuntaamaan metsätaloutta intensiivikasvatukseen (lyhennetyt kiertoajat, uudet puulajit, pelloja puuntuotantoon, lannoitukset, viljely siemenviljelyssiemenellä). Tämä voisi olla kokonaisuutena oma aiheensa metsätiedepajaan.

Välillisesti jalostuksella voi olla vaikutusta esim. luonnon monimuotoisuuteen: Tehostamalla puuntuotantoa (jalostuksella) voidaan tarvittava puuraaka-aine tuottaa pienemmällä pinta-alalla, jolloin voidaan vastaavasti suojella suurempi osa metsän alasta.

B. Vaikutukset metsänhoitosuosituksiin

Jalostetulla materiaalilla uudistetuissa metsissä on tarkasteltava taimikonhoidon ajoitusta ja voimakkuutta. Laatu puuta tuottavat taimet saattavat mahdollistaa nykysuosituksia voimakkaamman harvennuksen mäntyvaltaisessa taimikossa ilman, että oksanpaksuus kasvaa merkittävästi.

Muuttuuko luontaisen uudistamisen ”raja” eli esim. männyn kylvö jalostushyödyn ansiosta kannattavaa myös karummilla kohteilla?

Selvitettävä, vaikuttaako jalostushyöty etenkin kuusivaltaisissa metsissä metsänhoitosuosituksissa esitettyyn taimikonhoidon ajoitukseen

Käytännön ratkaisuja (metsänhoitosuositusten kautta)

- Työopas metsänuudistamisesta, mm. viljelytavan ja -materiaalin valinta
- Työopas koneellisesta istutuksesta

Paneelin ohjelma

1. Metsätiedepaja-konseptin esittely (Projektiryhmä)
2. Tilaisuuden tavoitteet pilottiaiheen osalta (Projektiryhmä)
 - a) Ovatko tutkimuskoosteet kattavia ko. aiheiden osalta?
 - b) Mihin olennaisiin kysymyksiin nykytutkimus ei vastaa?
 - c) Antaako synteesi relevanttia tietoa päätöksentekijöille?
3. Tutkimustulokset (Ahtikoski, Haapanen)
 - jalostushyödyt: tuotos, laatu, kannattavuus
4. Kommentit (Huuskonen, Valsta, Kärkkäinen) ja keskustelu
 - kasvu- ja tuotosnäkökulma
 - talousnäkökulma
 - jalostustyön näkökulma
5. Päätöksentekijöiden kysymykset tiedepajalle (Mikkola, [Paanukoski]) ja keskustelu
 - metsänomistaja
 - politiikkataso
6. Päätöskeskustelu ja yhteenveto sekä metsätiedepajakonseptista että pilottiaiheen käsitte-
lystä

Liite 3. Metsätiedepajan seminaari

SIEMENSEMINAARI

1. Metsätiedepaja "Metsänjalostus kannattaa" (AAMUPÄIVÄ)
2. Männyn metsikkösiemenen siirtosuositukset (ILTAPÄIVÄ)

Sokos Hotel Vantaa, Hertaksentie 2, puh. 020 1234 618

Ohjelma 15.11.2016

9.00	Kahvi
9.15	Kansallinen metsästrategia 2025 ja metsänjalostus, Sanna Paanukoski, maa- ja metsätalousministeriö
9.30	Metsätiedepaja konseptina, Risto Päivinen, Tapio
9.50	Jalostushyödyt tutkimustiedon valossa, Matti Haapanen, Luonnonvarakeskus
10.15	Tauko
10.30	Jalostuksen talousvaikutukset valtakunnan tasolla, Arto Koistinen, Tapio
10.50	Metsänjalostuksen tutkimus- ja muut haasteet siementen tuottajan ja markkinoijan näkökulmasta, Hannu Niemelä, Tapio
11.15	Keskustelu: Millaisia toimia tarvitaan hyötyjen viemiseksi käytäntöön?
11.45	Tietoisku männyn siemenviljelysten käyttöalueiden laskentamallista ja käyttöönotosta, Matti Haapanen, Luonnonvarakeskus
12.00	Lounas
12.45	Männyn metsikkösiemenen siirtosuositukset, tausta ja tavoitteet, Hannu Niemelä, Tapio
13.00	Siirtosuosituksen laskentamalli ja tulokset, Seppo Ruotsalainen, Luonnonvarakeskus
14.30	Kahvi
15.00	Keskustelu siirtosuosituksesta
15.45	Tapahtuman päätös.

Liite 3. jatkuu

Osallistujat

Jose Alastalo Tapio Silva Oy
Jukka Antola Luonnonvarakeskus
Rainer Bodman Mellanåplant Ab
Matti Haapanen Luonnonvarakeskus
Eljas Heikkinen Suomen metsäkeskus
Elisa Helasniemi UPM-Kymmene
Esko Ikäheimonen Finforelia Oy
Rauno Kataja Pohjantaimi Oy
Tuula Kenttälä Siemenforelia Oy
Liisa Käär Tapio Oy
Esko Korsulainen Metsähallitus
Kari Lahtinen Siemenforelia Oy
Kari Leinonen Evira
Antti Lännpää Finforelia Oy
Markku Kankkunen Tapio Silva Oy
Arto Koistinen Tapio Oy
Katri Kärkkäinen Luonnonvarakeskus
Kalle Mäkikokko Finforelia Oy
Eero Mikkola (aamup.) Luonnonvarakeskus
Hannu Niemelä Tapio-Silva Oy
Sanna Paanukoski MMM
Pasi Puttonen Helsingin Yliopisto
Jouko Paija Tapio Silva Oy
Risto Päivinen Tapio Oy
Jari Peteri Finforelia Oy
Sakari Pönniö Tapio Silva Oy
Seppo Ruotsalainen Luonnonvarakeskus
Timo Salminen Finforelia Oy
Saija Stranius Siemenforelia Oy
Olli Äijälä Tapio Oy

Liite 4. Jalostustutkimuksesta tehdyt koosteet (Metsätiedepajan seminaarissa esitetyt)

Jalostuksen aikaansaama kasvun lisäys. Lähde: Gunnar Jansson, Jon Kehlet Hansen, Matti Haapanen, Harald Kvaalen & Arne Steffenrem (2016): The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland, Scandinavian Journal of Forest Research

Table 1. Summary of estimates of genetic gains for various growth traits. Further details are described in the text.

Species	Trait	Genetic gain vs. unimproved (%)	Gains refer to	Reference
Scots pine	Volume per unit area through rotation based on genetic parameters	10	First round of seed orchards (Sweden)	Rosvall et al. (2001)
	Volume per unit area through rotation based on genetic parameters	25	Third round of seed orchards (Sweden)	Rosvall et al. (2001)
	Volume per unit area through age 30	12	Control-pollinated progenies of phenotypically selected plus-trees (southern Sweden)	Jansson (2007)
	Volume per unit area through age 30	25	Control-pollinated progenies of the best 25% plus-trees (southern Sweden)	Jansson (2007)
	Volume per unit area through rotation	8.3–10.7	Control-pollinated progenies of phenotypically selected plus-trees (northern Sweden)	Andersson et al. (2007)
	Stem volume growth (age 27)	18.9	Control-pollinated progenies of phenotypically selected plus-trees, northern Sweden	Andersson et al. (2007)
	Mean annual yield per area through rotation	11.5	First-generation seed orchard seedlots (Finland)	Haapanen et al. (2016)
	Mean annual yield per area through rotation	23.9	1.5-generation seed orchard seedlots (Finland)	Haapanen et al. (2016)
Norway spruce	Volume per unit area through rotation based on genetic parameters	10	First round of seed orchards (Sweden)	Rosvall et al. (2001)
	Volume per unit area through rotation based on genetic parameters	25	Third round of seed orchards (Sweden)	Rosvall et al. (2001)
	Stem volume growth (age 29)	10–25	First-generation seed orchard seedlots (Norway)	Kvaalen et al. (2008)
Birch	Volume per unit area through rotation based on genetic parameters	5–20	Seed orchards with phenotypically selected plus-trees and tested plus-trees, respectively (Sweden)	Rosvall et al. (2001)
	Stem volume growth (age 8–12 years)	26–29	Seed orchard progenies of second-generation phenotypically selected plus-trees (Finland)	Hagqvist and Hahl (1998)

Jalostuksen tuottama kiertoajan lyheneminen ja taloudellinen hyöty. Lähde kuten edellä.

Table 2. Summary of reduction in rotation length and economic gains.

Species	Trait	Gain	Reference
Scots pine	Rotation length	15–25 years reduced rotation length up to 1300 EUR per ha in southern Finland	Ahtikoski et al. (2013)
	Bare land value		
	Economy	4.6–8.9% internal rate of return	Simonsen et al. (2010)
	Rotation length	4–17 years reduced rotation length	Haapanen et al. (2016)
Norway spruce	Bare land value	500–1800 EUR per ha in southern Finland (using 3% interest rate)	Haapanen et al. (2016)
	Rotation length	reduced rotation length by 5–10 years and increased NPV by 30–400%	Kvaalen (2010)
	Economy	5.2–8.3% internal rate of return	Simonsen et al. (2010)
Beech	Economy	up to 26% higher bare land value	Hansen et al. (2003)
Overall gains	Volume	10 million m ³ (10%) increased volume growth in Sweden by the end of the century	Rosvall and Lundström (2011)
	Economy	7% internal rate of return using improved seedlings	Rosvall and Ståhl (2008)
	Economy	1.7 billion SEK gain per year from Swedish breeding programmes, total value of harvest 12.3 billion SEK (i.e. 14% increase from using genetically improved seedlings)	Rosvall (2011)
	Economy	14–18% Increased biomass production by the end of the century	Graudal et al. (2013)

Liite 4. jatkuu

Jalostuksen vaikutus puun laatuun(koottu Anssi Ahtikosken [AA] ja Matti Haapasen [MH] alkuperäisen taulukon pohjalta

M/L/O = Muoto/Luston paksuus/Oksakulma tai –paksuus

- myönteinen vaikutus = +
- ei mukana = e
- kielteinen vaikutus = -
- ei vaikutusta = 0

		Mänty M/L/O	Kuusi M/L/O	Koivu M/L/O	Haapa M/L/O
Jansson, Hansen, Haapanen, Kvaalen & Steffenrem 2016. <u>The genetic and economic gains from forest tree breeding programs in Scandinavia and Finland</u> . Scand J For Res.	A=1, B=1, MH C=1	(+)	(+)	(+)	(+)
Haapanen, Jansson, Nielsen, Steffenrem & Stener. 2015. The status of tree breeding and its potential for improving production. Skogforsk.	A=1, B=1, MH C=1	(+)	(+)	(+)	(+)
Ruotsalainen S. 2014. Increased forest production through forest tree breeding. Scand J For Res. 29:333-334.	A=1, B=1, MH C=1	(+)	(+)	(+)	(+)
Andersson B, Elfving B, Persson T, Ericsson T, Kroon J. 2007. Characteristics and development of improved Pinus sylvestris in northern Sweden. Can J For Res. 37:84-92.	MH A=1, B=1	+/?			
Haapanen M, Hynynen J, Ruotsalainen S, Siipilehto J, Kilpeläinen, M. 2016. <u>Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland</u> . European Journal of Forest Research	A=1, B=1, MH C=1	+e/0			
Hagqvist R, Hahl J. 1998. Rauduskoivun siemenviljelysten jalostushyöty Etelä- ja Keski-Suomessa. [Summary: Genetic gain provided by seed orchards of Silver birch in Southern and Central Finland.] Reports from the Foundation for Forest Tree Breeding 13:1–32.	MH A=1, B=1			+e/+	
Ruotsalainen, S. 2014. Increased forest production through forest tree breeding. Scan. J. For. Res. 29(4):333-344	A=1 B=1 AA C=1	(+)	(+)	(+)	
Haapanen, M. & Mikola, J. 2008. Metsänjalostus 2050 - Pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metlan työraportteja/Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 71. 50 s	A=1 B=1 AA C=0	(+)	(+)	(+)	
Haapanen, M. 2014. Metsänjalostuksen merkitys puuntuotokselle. Julkaisussa: Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. (toim.). Metsänkasvatus - menetelmät ja kannattavuus. Metsäkustannus Oy, Porvoo. s. 117-119	A=1 B=1 AA C=0	(+)	(+)	(+)	
Venäläinen, M., Hahl, J. and Pöykkö, T. 1996. Assessing the quality of young stems in predicting the total monetary yield of Scots pine progenies. Can J. For. Res. 26: 2227-2231	A=0 B=1 AA C=1	(+)			



Maistraatinportti 4
00240 Helsinki
tapio@tapio.fi

www.tapio.fi