

Maa- ja metsätalousministeriön julkaisusarja 2023:xx

Metsänjalostuksen hyödyt käytäntöön – metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelma 2060

LUONNOS 18.4.2023

Maa- ja metsätalousministeriö Helsinki 2023

Julkaisujen jakelu

Distribution av publikationer

**Valtioneuvoston
julkaisuarkisto Valto**

Publikations-
arkivet Valto

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti

Beställningar av publikationer

**Valtioneuvoston
verkkokirjakauppa**

Statsrådets
nätbokhandel

vnjulkaisumyynti.fi

Publication distribution

**Institutional Repository
for the Government
of Finland Valto**

julkaisut.valtioneuvosto.fi

Publication sale

**Online bookstore
of the Finnish
Government**

vnjulkaisumyynti.fi

[Tuplaklikkaa ja kirjoita ministeriö](#)

Klikkaa ja valitse tekijänoikeustaso

ISBN pdf: [VNK täyttää](#)

ISSN pdf: [VNK täyttää](#)

ISBN painettu: [VNK täyttää](#)

ISSN painettu: [VNK täyttää](#)

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2021 Finland (kieliversioissa)

Paino: PunaMusta Oy, 2021

Tiivistelmä

Metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelman tavoitteena on turvata lakisääteisen metsänuudistamisen toteuttaminen varmistamalla metsänviljelyaineiston riittävä saatavuus ja geneettinen laatu. Ohjelman kautta viedään käytäntöön metsänjalostuksen hyödyt, kuten kasvun, puuaineksen laadun ja viljelyvarmuuden paraneminen.

Ohjelmaa varten Luonnonvarakeskus tuotti tutkimuspohjaista tietoa jalostetun metsänviljelyaineiston tuotantotarpeesta. Siementarvearviolaskennassa on huomioitu tulevaisuuden metsänuudistamisen muutostrendit, joiden mukaan männyn viljely sekä rauduskoivun istutus lisääntyvät jonkin verran ja kuusen istutus puolestaan vähenee.

Ohjelmassa ehdotetaan, että jatkossa kaikki taimitarhakylvöihin käytettävät pääpuulajien siemenet tuotetaan siemenviljelyksillä lukuun ottamatta aivan pohjoisimpia kuusen taimitarhakylvöjä. Männyn metsäkylvön jalostetun siemenen tavoiteosuutta ehdotetaan nostettavan. Aivan pohjoisimmassa Suomessa tullaan edelleen tarvitsemaan metsikkösiemenen varmuusvarastointia, mutta tulevana vuosikymmeninä sen tarve tulee pienenemään. Puulajivalikoiman monipuolistamiseksi ohjelmassa ehdotetaan perustettavan siemenviljelyksiä myös vähemmän käytetyille puulajeille.

Siemenviljelysten perustamisohjelman toteuttaminen vie vuosikymmeniä. On tärkeää, että se toteutetaan aikataulussaan, jotta tulevaisuudessa vältytään siemenpulalta. Ohjelma ja sen perusolettamukset on päivitettävä vähintään kymmenen vuoden välein.

asiasanat siementuotanto, siemenhuolto, siemenviljelys, metsänviljelyaineisto, metsänjalostus, metsänuudistaminen

Sisältö

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Johdanto | 8 |
| 2 | Metsänjalostus siemenviljelytoiminnan perustana | 10 |
| 3 | Siemenhuollon organisointi ja rahoitus | 14 |
| 3.1 | Valtion rahoitus siemenviljelysten perustamiseen | 14 |
| 3.2 | Siemenhuollon toimijat | 17 |
| 3.3 | Siemenviljelysten perustamisohjelman yhteys muihin strategioihin ja ohjelmiin | 20 |
| 4 | Metsäpuiden siemenviljelysten perustamistilanne..... | 22 |
| 4.1 | Mänty | 23 |
| 4.2 | Kuusi | 25 |
| 4.3 | Rauduskoivu | 27 |
| 4.4 | Muut puulajit..... | 28 |
| 5 | Metsäpuiden siementarvearvio | 34 |
| 5.1 | Vuoden 2011 ohjelmassa käytetty arvio metsänuudistamis-pinta-aloista | 34 |
| 5.2 | Metsänuudistamis-pinta-alat tulevaisuudessa..... | 34 |
| 5.3 | Siementarvearvio | 41 |
| 6 | Siemenviljelysten perustamisohjelma | 58 |
| 6.1 | Siemenviljelysten jalostuksellinen tausta | 58 |
| 6.2 | Mänty | 60 |
| 6.3 | Kuusi | 68 |
| 6.4 | Rauduskoivu | 75 |
| 6.5 | Muut puulajit..... | 76 |
| 6.6 | Siemenviljelysten perustamiskustannukset..... | 81 |
| 6.7 | Siemenviljelysten liiketaloudellinen kannattavuus..... | 85 |
| 7 | Pohjois-Suomen siemenhuolto | 94 |
| 8 | Siemenviljelysten perustamisohjelman seuranta ja päivitys | 95 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9 | Siementuotantoon liittyvät tutkimus- ja kehittämiskohteet | 97 |
| 10 | Lausunnot | 101 |
| 11 | Määritelmät | 102 |
| | Lähteet | 107 |
| | Liitteet | 110 |
| | Liite 1. Männyn lähtöisyysalueet | 110 |
| | Liite 2. Kuusen lähtöisyysalueet | 111 |
| | Liite 3. Kyselyt Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle | 112 |
| | Liite 4. Taimitarhahaastattelujen vastaukset | 129 |
| | Liite 5. Kuvas kuusen SE-tuotannon nykytilanteesta | 135 |
| | Liite 6. Arvio kasvinsuojelutoimenpiteiden vaikutuksesta siemenviljelytuotantoon kuusella ja männyllä | 138 |
| | Liite 7. Arvio kukittamisen vaikutuksesta kuusen ja männyn siemenviljelysten käpytuotantoon | 151 |

1 Johdanto

Toimiva, ennustettava ja riittävä metsäpuiden siemenhuolto on tärkeä tekijä kestävästä metsätalouden harjoittamiselle. Lakisääteisen uudistamisvelvoitteen toteutumiseksi metsänviljelyaineiston eli siemenien ja niistä kasvatettavien taimien saatavuus on turvattava.

Suomessa metsäpuiden siemenhuolto perustuu pääasiassa siemenviljelyksillä tuotettuun jalostettuun siemeneen. Metsäpuiden siemenviljelysten perustaminen on määritelty SGEI-palveluksi (Services of General Economic Interest), mikä tarkoittaa sitä, että palvelu halutaan turvata yhteiskunnassa kaikissa olosuhteissa ja sen voidaan katsoa olevan osa huoltovarmuutta. Siemenviljelyksiä perustamalla turvataan metsänuudistamisessa tarvittavan metsänviljelyaineiston saatavuus ja viedään Suomessa vuosikymmenten ajan harjoitetun metsänjalostuksen hyödyt käytäntöön. Siementarvetta täydentävät metsikkösiemenen keruut erityisesti Pohjois-Suomessa.

Siemenviljelysten perustamisohjelman toteuttaminen vie vuosikymmeniä. Tärkein opetus aiemmista ohjelmista on, että tehtyjen päätösten vaikutukset, niin myönteiset kuin kielteisetkin, ovat metsätaloudessa aina hyvin kauaskantoisia. Uutta ohjelmaa laadittaessa on tärkeää paitsi ennakoida tulevaisuuden kehityskulkuja, myös tarkastella ja hyödyntää edellisistä ohjelmista ja aiemmin perustetuista siemenviljelyksistä saatuja kokemuksia.

Viimeisin, vielä käynnissä oleva metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelma valmisteltiin maa- ja metsätalousministeriön asettamassa laajapohjaisessa työryhmässä vuonna 2004 (Työryhmämuistio 2004:12) ja tarkistettiin vuonna 2011 (Työryhmämuistio mmm 2011:6). Ohjelmaa on toteutettu maa- ja metsätalousministeriön rahoituksella. Nykyinen perustamisohjelma saadaan valmiiksi kuluvan vuosikymmenen aikana. Jotta uuden ohjelman aloitus voidaan tehdä jouhevasti, eikä siemenviljelysten perustamisessa tule taukoja tai viivästymisiä, on uusi ohjelma valmisteltava hyvissä ajoin. Tästä syystä maa- ja metsätalousministeriö asetti 1.2.2022 uuden metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelman valmistelutyöryhmän, jonka tehtäväksi tuli

- 1) päivittää arvio Suomen metsätalouden siementarpeesta vuoteen 2060;
- 2) tarkentaa edellä mainitun arvion pohjalta männyn, kuusen ja koivun siemenviljelysten perustamisohjelmia siten, että metsätalouden siemenhuolto tulisi turvattua, huomioiden nykyisen perustamisohjelman loppuunsaattamisen;
- 3) esittää mitä muiden puulajien siemenviljelyksiä tulisi perustaa ja mille alueille;

4) esittää arvio siitä, missä määrin Pohjois-Suomessa on mahdollista perustaa siemenviljelyksiä ja missä määrin siemenhuolto perustuisi jatkossa metsikkösiemenen varmuusvarastoinnille;

5) päivittää arvio siemenhuollon turvaamisesta aiheutuvista kustannuksista siemenviljelysten perustamisen osalta; sekä

6) päivittää siemenviljelysten liiketaloudellisen kannattavuuden analyysi.

Työryhmän puheenjohtajana toimi neuvotteleva virkamies Sanna Paanukoski maa- ja metsätalousministeriöstä ja jäsenenä johtava asiantuntija Kari Leinonen Ruokavirastosta, erikoistutkija Matti Haapanen, erikoistutkija Katri Himanen, erikoistutkija Niina Stenvall ja erityisasiantuntija Jukka Antola Luonnonvarakeskuksesta. Skenaariot tulevaisuuden metsänuudistamisesta maan eri osissa erilaisilla metsävarojen käyttöstrategioilla tuotti tutkimusprofessori Jari Hynynen työryhmineen Luonnonvarakeskuksesta. VMI-tiedon saannissa työryhmää auttoi tutkimuspäällikkö, johtava tutkija Kari T. Korhonen Luonnonvarakeskuksesta. Siemenviljelysten liiketaloudellisen kannattavuuden analyysistä vastasi johtava tutkija Anssi Ahtikoski Luonnonvarakeskuksesta. Koivun siemenviljelysten osalta työryhmää auttoi tutkimusinsinööri Sirkku Pöykkö Luonnonvarakeskuksesta. Kasvinsuojelutoimenpiteiden vaikutusten arviointia siementuotantoon olivat tekemässä tutkija Tiina Ylioja ja tutkimusinsinööri Leena Aarnio Luonnonvarakeskuksesta. Kukittamisen vaikutuksia siemenviljelysten käpytuotantoon arvioivat tutkija Pekka Helenius ja Tiina Ylioja Luonnonvarakeskuksesta.

Työryhmä kokoontui työnsä aikana X kertaa ja esitteli työn etenemistä Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle X kertaa. Lisäksi työryhmä kuuli erillistapaamisissa metsäpuiden siementuottajien ja valtiovarainministeriön edustajia sekä haastatteli kahdeksaa metsätaimia tuottavaa yritystä. Neuvottelukunnalle lähetettiin kaksi erillistä kyselyä siemenviljelysten perustamisohjelman tavoitteisiin, puulajivalikoimaan ja metsänuudistamisen trendeihin liittyen. Lisäksi työ oli julkisella lausuntokierroksella. Tässä raportissa esiteltävän siemenviljelysten perustamisohjelman aikajänne ulottuu vuosikymmenten päähän ja on tarkoituksenmukaista, että ohjelman perusteet ja tavoitteet tarkistetaan vähintään kymmenen vuoden välein.

2 Metsänjalostus siemenviljelytoiminnan perustana

Metsänjalostuksessa seulotaan ja rikastetaan luonnossa esiintyvää metsäpuiden taloudellisesti tärkeissä ominaisuuksissa esiintyvää perinnöllistä vaihtelua sukupolvesta toiseen jatkuvan valinnan, risteyttämisen ja testauksen avulla. Parantunut perimäaines hyödynnetään metsänviljelyssä suvullisen lisäyksen eli siemenviljelyn kautta.

Suomessa metsänjalostuksesta vastaa Luonnonvarakeskus asetuksensa mukaisesti viranomaistehtävänä. Pitkän aikajänteen jalostusohjelmassa "Metsänjalostus 2050" (Haapanen & Mikola 2008) on määritelty jalostettavat ominaisuudet eri puulajeille, käytettävät populaatiokoot ja muut keskeiset jalostusohjelman tunnuksat. Metsänjalostusohjelman aineistot koostuvat pääosin jo 1950- ja 1960-luvuilla eri puolilta Suomea luonnonmetsistä valituista terveistä, kasvultaan ja laadultaan hyvistä yksilöistä eli pluspuista sekä niiden kenttäkokeissa kasvavista jälkeläisistä. Männyn (*Pinus sylvestris*) pluspuita on valittu yli 7000, kuusen (*Picea abies*) pluspuita noin 3000 ja rauduskoivun (*Betula pendula*) pluspuita yli 2000. Jalostusohjelman pääpaino on näissä kolmessa kotimaisessa pääpuulajissa. Niiden lisäksi suppeammassa laajuudessa jalostetaan myös kolmea vähemmän viljeltyä puulajia, siperianlehtikuusta (*Larix sibirica*), tervaleppää (*Alnus glutinosa*) ja hybridihaapaa (*Populus tremula* x *P. tremuloides*). Jalostusaineistoja on vuosikymmenten mittaan koostettu myös lukuisilla muilla koti- ja ulkomaisilla puulajeilla. Jalostuspanostusten kohdentamiseen eri puulajeille ja maan eri alueille on vaikuttanut etupäässä metsänviljelyn määrä ja siinä odotettavissa oleva kehitys käytettävissä olleiden resurssien rajoissa.

Laajalta alueelta valitut pluspuut ovat sopeutuneet oman alkuperäalueensa lämpöilmastoon ja valojaksoon, josta syystä ne on ryhmitelty itsenäisesti kehitettäviin erillisiin puujoukkoihin I. populaatioihin. Jokaiselle populaatiolle on määritelty kasvukauden lämpösumman perusteella ilmastollisesti yhtenäinen kohdealue. Jalostusohjelmassa käytetty kohdealuejako vastaa käytännössä kuusen lähtöisyysalueita.

Jalostusvalinnassa suositaan kasvun ja laadun lisäksi muuttuvassa ilmastossa hyödyllisiä ominaisuuksia, kuten elinvoimaisuutta ja viljelyvarmuutta, jolla tarkoitetaan laajaa mukautumiskykyä ilmastoon, taudin- ja muiden tuhojen kestävyyttä sekä hyvää ympäristöolosuhteiden vaihtelun sietokykyä. Muuttuvaan ilmastoon varaudutaan hankkimalla jalostusaineistojen testauksessa tietoa yksilöiden ja perheiden tuotoksesta ja stabiiliisuudesta erilaisissa ilmasto- ja kasvupaikkaolosuhteissa. Testausvaiheen aikana kiinnitetään myös huomiota erilaisten vajavaisesta

sopeutuneisuudesta kertovien kehityshäiriöiden (poikaoksat ja latvanvaihdot) esiintymiseen. Tuhoalltiutta osoittavat yksilöt karsitaan jalostuksesta. Esimerkiksi kuusella kasvukausien aikaistumisen ennakoidaan lisäävän keväthalloista aiheutuvia tuhoja. Tuhoriskiä vähennetään karsimalla jalostusaineistoista varhaisimmin keväällä kasvunsa aloittavia yksilöitä. Myös kuivuusstressin sieto ja juurikäävän kestävyys nähdään kuusen jalostuksessa tärkeinä ominaisuuksina. Niiden ottaminen jalostuksen kohteiksi vaatii kuitenkin vielä lisää tutkimustietoa. Ympäristön muutoksiin sopeutumisen kannalta yksi metsänjalostuksen eduista on sen suhteellisen lyhyt sukupolven väli verrattuna talousmetsän kiertoaikaan. Tämä luo hyvät edellytykset nopealle ilmastonmuutokseen sopeutumiselle ja parantaa jalostusohjelman reagointivalmiutta myös siinä tapauksessa, että ilmastonmuutoksen suunta jossain vaiheessa kääntyisi.

Jalostuksella saavutettavat parannukset siirretään metsätalouteen hyödyntämällä kunkin jalostussukupolven parhaat yksilöt siementuotannossa. Siemenviljelyksille puut valitaan joko niiden oman ilmiänsun tai, kuten nykyisin, jälkeläiskokeissa todennetun menestymisen perusteella. Männyn 1. polven siemenviljelyksistä on noin tuhat hehtaaria edelleen tuotannossa. Kuusen 1. polven siemenviljelyksiä on tuotannossa yhteensä noin 250 hehtaaria. Jalostusasteeltaan edistyneimpiä 1,5-polven siemenviljelyksiä perustettu männyllä noin 500 ja kuusella noin 200 hehtaaria.

Arviot jalostetun metsänviljelyaineiston paremmasta kasvusta ja laadusta suhteessa metsikkösiemenestä kasvatettuun aineistoon perustuvat vertailevista kenttäkokeista saatuihin tuloksiin. Koko kiertoajan jalostushyötyjä on ennustettu kiertoajan alkuvaiheen koetuloksista metsikkösimulointien avulla. Männyn 1. polven siemenviljelyssiemenen on arvioitu antavan Etelä- ja Keski-Suomessa noin 10 prosentin lisäyksen kiertoajan keskikasvussa. Korkeamman jalostusasteen (1,5-polven) siemenviljelyssiemenellä puuntuotoksen lisäys on kaksinkertainen, noin 20 prosenttia. Nämä tuotoslisäykset vastaavat muissa Pohjoismaissa saatuja tuloksia. Männyn ja rauduskoivun jalostuksella on saatu aikaan myös selviä parannuksia rungon laadussa ja varsinkin oksikkuusominaisuuksissa.

METSÄNJALOSTUKSEN HYÖDYT METSIEN KASVULLE, ILMASTOLLE JA YHTEISKUNNALLE

Jalostetun metsänviljelyaineiston käytöllä on mahdollista vaikuttaa positiivisesti Suomen metsävarojen kehittymiseen ja lisätä hiilensidontaa pitkällä aikajänteellä.

Metsänjalostuksella saavutettu puuntuotoksen lisäys on tällä hetkellä 10–20 prosenttia puulajista ja siemenen jalostusasteesta riippuen. Hyödyt lisääntyvät jokaisen uuden jalostussukupolven myötä. Kasvun lisäksi jalostuksella parannetaan myös vaneri- ja sahapuun laatuominaisuuksia sekä puiden laaja-alaista mukautumiskykyä erilaisiin ilmasto-oloihin, tautien ja tuholaisten kestävyyttä sekä ympäristöolosuhteiden vaihtelun sietokykyä.

Luken skenaariolaskelmien mukaan tähän mennessä viljellyn jalostetun metsänviljelyaineiston tuoma puuntuotoksen lisäys 80 vuoden aikana on yhteensä noin 500 miljoonaa kuutiometriä (noin 6 milj. m³ vuodessa), mikä vastaa noin 13,5 miljardin euron lisäystä kantorahatuloihin. Vuotta kohti laskettuna tämä on 168 miljoonaa euroa tarkoittaen noin 6–7 prosenttia lisäystä viime vuosina tilastoituihin bruttokantorahatuloihin.

Jalostettu siemen saa alkunsa siemenviljelykselle vartettujen hyvien pluspuiden risteytyessä vapaasti keskenään tuulipölytyksen avulla. Siemenviljelyksillä tuotetun aineiston viljelyllä ei todennettujen hyötyjen lisäksi ole sellaisenaan mitään tunnettuja kielteisiä ympäristö- tai biodiversiteettivaikutuksia verrattuna metsikköaineistojen viljelyyn. Jalostettu aineisto on perimältään monimuotoista ja se on lisäksi käytännössä vapaata haitallisista sukurasitusilmiöistä, koska siemenviljelykset on koostettu useista metsiköistä laajalta maantieteelliseltä alueelta valituista pluspuista.

Siemenviljelyksille monistetaan varttamalla tyypillisesti 20–30 hyvän kasvunsa ja laatunsa perusteella valittua pluspuuta. Vaikka siemenviljelyskloonit valitaan tiukalla seulalla, seuraavassa sukupolvessa perinnöllinen vaihtelu palautuu pluspuiden vapaan risteytymisen ja perintötekijöiden uudelleenjärjestymisen tuloksena. Siemenviljelyssiemenen monimuotoisuutta tukee myös ulkoinen taustapölytys sekä se, että siemenviljelyskloonit ovat peräisin useasta metsiköstä laajalta maantieteelliseltä alueelta. Siemenviljelysten perustamistapa ehkäisee tehokkaasti haitallisten sukurasitusilmiöiden esiintymistä metsänviljelyaineistoissa.

Jokaisessa jalostussukupolvessa saadaan jalostushyötyä, joka siirretään käytäntöön siemenviljelysten avulla. Siementuotannon jalostushyödyt seuraavat ajallisesti metsänjalostusohjelman etenemistä viiveellä, joka vaihtelee puulajeittain. Samaan aikaan kun monet männyn ja kuusen 1,5-polven siemenviljelykset ovat vasta varttumassa täyteen tuotantokuntoon, jalostusohjelmassa on jo luotu ja luodaan

edelleen risteyttämällä uusia toisen sukupolven valinta-aineistoja, joiden parhaimmisto hyödynnetään testausmenettelyn kautta siemenviljelyssä.

Männyllä jalostustyössä ollaan pisimmällä kahdella eteläisimmällä kohdealueella, joilla valintakokeissa kasvavat toisen polven aineistot ovat jo kypsyneet valintaikään. Jälkeläisaineistojen hyödyntämistä siemenviljelyssä hidastaa alkuvaiheessa niukkuus valituista nuorista puuyksilöistä saatavista varteoksista. Keskisen Suomen männyn jalostuksessa luodaan risteyttämällä toisen polven aineistoja. Aineistoilla perustetaan uudet valintakokeet lähivuosina. Pohjois-Suomen jalostuspopulaatiot on jo koostettu ja vartettu ulkokokoelmiin, joissa uudistamisristeytykset päästään aloittamaan 2020-luvun aikana varteiden saavuttaessa kukintakypsyuden.

Kuusen risteytys- ja vapaapölytysaineistoista valittujen toisen sukupolven ehdokkaiden testaus on käynnissä koko maassa. Toisen polven jalostuspopulaatioiden koostaminen päästään aloittamaan Etelä- ja Keski-Suomessa 2020-luvun toisella puoliskolla ja Pohjois-Suomessa 2030-luvulla.

Rauduskoivulla testaustietoa jälkeläiskokeista käytettiin hyväksi jo ensimmäisten muovihuonesiemenviljelysten perustamisessa 1970-luvulla. Koivun siemenviljelyshuoneiden kloonaineistot on siitä lähtien uudistettu noin vuosikymmenen välein aina kulloinkin saatavilla olevilla parhailla testatuilla klooneilla.

Kuusta voidaan monistaa myös kasvullisen alkioisäyksen avulla käyttäen lähtömateriaalina hyvien testattujen vanhempien kypsymättömiä risteytyssemiä. Luonnonvarakeskuksessa tehty kasvullisen lisäyksen kehittäminen lisää metsänjalostuksesta saatavaa hyötyä ja tarjoaa vaihtoehdon korkeaa intensiteettitasoa kaipaavalle metsänomistajalle. Lisäysmenetelmästä riippumatta tärkeintä on, että metsänviljelyaineisto tuotetaan vallitseviin ilmasto-olosuhteisiin sopeutuneista, testauksessa viljelyvarmuutensa ja muut edulliset ominaisuutensa osoittaneista yksilöistä.

3 Siemenhuollon organisointi ja rahoitus

3.1 Valtion rahoitus siemenviljelysten perustamiseen

Yhteiskunnan varoilla toteutettavan Metsänjalostusohjelman tulokset viedään käytäntöön siemenviljelyn ja metsänviljelyn kautta. Metsälaki velvoittaa metsänomistajan uudistamaan metsänsä päätehakkuun jälkeen ja tämän vuoksi valtion intressissä on varmistaa laadukkaan metsänviljelyaineiston saatavuus.

Maa- ja metsätalousministeriö myöntää valtionavustuksia siemenviljelysten perustamiseen. Siemenviljelystoiminta sekä siihen liittyvä siementen markkinointi ja myynti on Euroopan unionin valtiontukinäkökulmasta katsottuna taloudellista toimintaa ja sen vuoksi avustusten myöntämisen on oltava EU:n valtiontukisääntelyn mukaista. Metsäpuiden siemenviljelysten perustaminen on maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä määritelty SGEI-palveluksi (Services of General Economic Interest) vuonna 2018.

Yleisiin taloudellisiin tarkoituksiin liittyviä palveluja (SGEI) koskevaa valtiontukisääntelyä voidaan tietyin ehdoin soveltaa niissä tapauksissa, jos markkinoiden toiminta on puutteellista, mutta viranomaisen haluaa turvata kaikissa olosuhteissa kansalaisille tärkeän palvelun saatavuuden. Siemenviljelystoiminnan harjoittamisen on todettu Suomessa olevan itsenäisenä liiketoimintamuotona erittäin riskialtista (Ahtikoski 2000 ja 2010). Investoinnit perustamisvaiheessa ovat merkittäviä ja siemenen myyntituloja joudutaan odottamaan pitkään, männyllä noin 12 vuotta ja kuusella noin 18 vuotta. Siemenviljelysten siemensadoissa on lisäksi merkittävää vuosittaista vaihtelua. Toiminnassa joutuu siis sitoutumaan pitkäksi aikaa riskialttiiseen, pääomia sitovaan toimintaan.

Siemenviljelysten perustamiseen ja siihen myönnettävään valtionavustukseen sovelletaan komission SGEI-päätöstä (2012/21/EU). Kyseistä komission päätöstä voidaan soveltaa, jos kyseessä on enintään 15 miljoonan euron vuotuinen korvaus SGEI-palvelujen tuottamisesta muilla kuin liikenteen ja infrastruktuurin aloilla. Siemenviljelysten perustamisen tuki vaihtelee vuosittain, mutta vuotuinen korvaus on selvästi alle 15 miljoonan euron. Viime vuosina valtion talousarviossa toimintaan on varattu 0,440 miljoonaa euroa.

Kaudella 2018–2022 SGEI-palveluntarjoajana toimi Siemen Forelia Oy. Ministeriö käynnisti uuden haun SGEI-palvelun tarjoajaksi 9.11.2022 ja valitsi hakemusten perusteella 13.12.2022 Siemen Forelia Oy:n ja Tapio Palvelut Oy:n siemenviljelysten perustamisen palveluvelvoitteen toteuttajiksi kaudelle 1.1. 2023–31.12.2032 (päätos VN/28856/2022-MMM-4). Vain kyseisille toimijoille on mahdollista myöntää valtionavustusta siemenviljelysten perustamiseen. Ohjelman ulkopuolisia siemenviljelyksiä on mahdollista perustaa kenen tahansa toimesta ilman valtion tukea.

Valtionavustusta voidaan myöntää seuraaviin hyväksyttäviin toimiin:

- 1) perustamisessa tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden hankinta,
- 2) perustamistöiden suorittaminen tai teettäminen; sekä
- 3) perustamisvaiheen suunnittelu, hallinto ja työjohto.

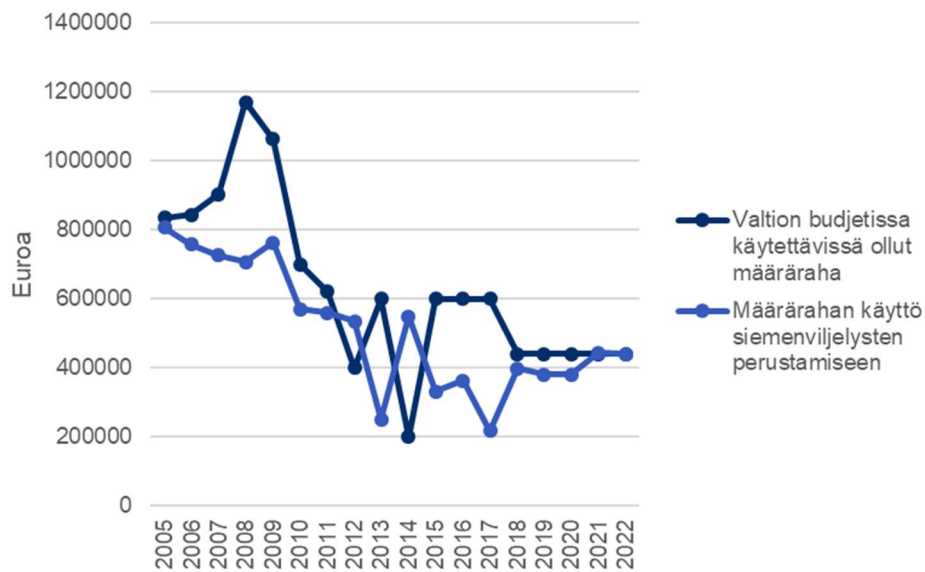
Valtion tuen taso edellä mainittuihin työlajeihin on tällä hetkellä kuusella 85 prosenttia, männyllä, rauduskoivulla ja muilla puulajeilla 75 prosenttia. Maa-alueen hankinnan ei katsota kuuluvan perustamistoimiin, eikä sitä näin ollen tueta. Nuoruvaiheen hoidon tukeminen lopetettiin vuonna 2013. Siemenviljelyksen perustamisvaiheen on katsottu kestävän männyllä ja kuusella noin neljä vuotta ja koivulla noin kolme vuotta. Nämä vuodet lasketaan ajankohdasta, jolloin vähintään puolet vartteista on toimitettu viljelykselle.

Valtion tuen myöntämisen ehtona on, että toiminnot edistävät metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelmaa. Siemenviljelysten perustaminen täytyy toteuttaa Luonnonvarakeskuksen avomaan siemenviljelysten perustamis- ja hoito-ohjeiden (Antola ym. 2009) mukaisesti. Jos valtionavustuksen saajan on pitänyt perustelluista syistä poiketa kyseisistä ohjeista, on siitä saatava maa- ja metsätalousministeriön hyväksyntä. Siemenviljelykset täytyy perustaa Luonnonvarakeskuksen tekemän ja Ruokaviraston hyväksymän suunnitelman mukaisesti siten, että vartteista ei Ruokaviraston tekemän perustamistarkastuksen yhteydessä ole kuolleita ja/tai puutu yli viittä prosenttia. Lisäksi valtion tuen myöntämisen ehtona on, että siemenviljelyksillä tuotettujen siementen markkinoinnissa, myynnissä ja toimituksissa siementen käyttäjiä kohdellaan tasapuolisesti. Valtionavustuksen avulla perustettuja siemenviljelyksiä ei saa lopettaa tai jättää hoitamatta viljelyksen tuotantovaiheen aikana ilman erityisen painavaa syytä. Maa- ja metsätalousministeriö valvoo valtion tuen käyttöä ja päätöksen noudattamista vuosittain.

Siemenviljelyksiä on tarkoituksenmukaista perustaa valtionavulla vain kotimaisen kulutuksen tarpeisiin. Siemenviljelyksillä tuotetun siemenen markkinointia ulkomaille ei voida estää, mutta jos jonkin tietyn siemenen myynti kohdistuisi merkittävässä

määrin ulkomaille, voi ministeriö harkita kyseisen siemenen tuottamisen tuen vähentämistä.

Valtion vuotuisissa talousarvioissa on metsäpuiden siemenhuoltoon varten varattu kiinteä määräraha momentilla 30.40.53 (Eräät luonnonvaratalouden valtionavut) (kuvio 1). Määrärahaa saa käyttää metsäpuiden siemenviljelysten perustamista varten myönnettävien valtionavustusten ja metsäpuiden siementuotannon kehittämiseen liittyvien kulutusmenojen maksamiseen. Kyseessä on kaksivuotinen siirtomääräraha, jota voidaan käyttää sekä myöntää sekä kuluvana että seuraavana vuonna. Ministeriö on rahoittanut kyseiseltä momentilta kaksi Luonnonvarakeskuksen vetämää metsäpuiden siementuotannon kehittämishanketta vuosina 2018–2021 (MESIKE- ja SITKE-hankkeet).



Kuvio 1. Siemenviljelysten perustamiseen käytettävissä ollut määräraha valtion budjetissa ja määrärahan todellinen käyttö siemenviljelysten perustamiseen vuosina 2004–2022.

3.2 Siemenhuollon toimijat

Maa- ja metsätalousministeriö

Maa- ja metsätalousministeriö vastaa metsänjalostuksen ja metsäpuiden siemenhuollon yleisestä ohjauksesta ja kehittämisestä. Ministeriö vastaa metsäpuiden siemenhuollon SGEI-palveluntarjoajan valinnasta ja metsäpuiden siemenhuoltoon valtion talousarviossa osoitetun rahoituksen myöntämisestä ja siihen liittyvästä valtion talousarvioihin liittyvästä valmistelusta. Ministeriö myös päättää valtiontuen tasosta.

Maa- ja metsätalousministeriö on asettanut viime vuosikymmenten aikana useita neuvottelukuntia, komiteoita ja työryhmiä, joiden toimeksiantoihin on liittynyt metsänjalostukseen ja siemenhuoltoon liittyviä tehtäviä. Vuonna 2004 ministeriö asetti Metsäpuiden siemenhuoltotyöryhmän, jonka tehtävänä oli laatia arvio Suomen metsätalouden siementarpeesta vuosina 2005—2030, tarkentaa edellä mainitun arvion pohjalta männyn, kuusen ja koivun siemenviljelysten perustamisohjelmia siten, että metsätalouden siemenhuolto tulisi turvattua, arvioida siemenhuollon turvaamisesta aiheutuvat kustannukset sekä laatia yleiset periaatteet valtion ja muiden toimijoiden rooleista metsätalouden siemenhuollon käytännön toteutuksessa ja rahoituksessa. Työryhmä esitti, että kaikki kuusen, männyn ja rauduskoivun taimitarhoilla tehtäviin kylvöihin tarvittavat siemenet ja puolet metsäkylvöihin tarvittavista männyn ja rauduskoivun siemenistä tuotetaan siemenviljelyksillä.

Vuonna 2010 ministeriö asetti työryhmän, jonka tehtävänä oli päivittää vuonna 2004 laadittu työryhmän arvio Suomen metsätalouden siementarpeesta vuoteen 2030, tarkentaa sen pohjalta männyn, kuusen ja koivun siemenviljelysten perustamisohjelmia siten, että metsätalouden siemenhuolto tulisi turvattua, päivittää arvio siemenhuollon turvaamisesta aiheutuvista kustannuksista siemenviljelysten perustamisen osalta, sekä päivittää siemenviljelysten liiketaloudellisen kannattavuuden analyysi. Vuonna 2018 ministeriön johdolla toimi Metsäpuiden siementuotannon kehittämisryhmä, jonka tehtävänä oli tunnistaa siemenhuollon pahimmat pullonkaulat ja etsiä niihin ratkaisuja. Lisäksi työryhmä arvioi vuoden 2011 metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelman ajantasaisuuden.

Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunta

Maa- ja metsätalousministeriön asettaman Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnan tehtävänä on edistää metsänjalostuksen ja siementuotannon alalla tehtävää yhteistyötä metsänjalostajien, alan tutkijoiden, viranomaisten ja toiminnanharjoittajien kesken sekä seurata ja tukea valtakunnallisen Metsänjalostus 2050 -ohjelman toteuttamista Luonnonvarakeskuksesta annetun valtioneuvoston asetuksen (715/2004) mukaisena tehtävänä. Neuvottelukunnan tehtävänä on myös edistää jalostuksen integrointia metsätalouteen, metsäpuiden geenivaratyöhön, kasvulliseen lisäykseen, ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen, metsägeneettiseen tutkimukseen ja muuhun metsäntutkimukseen. Lisäksi neuvottelukunta seuraa ja tukee metsänjalostuksen tulosten viemistä käytäntöön metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelman kautta, seuraa siementuotannon valtakunnallista tilannetta sekä metsänjalostuksen ja siementuotannon kehitystä ja tutkimusta. Nykyinen neuvottelukunta on asetettu 25.2.2020 ja sen toimikausi päättyy 31.12.2023.

Luonnonvarakeskus

Luonnonvarakeskuksen lakisääteinen tehtävä on huolehtia metsänjalostustoiminnasta. Tähän viranomaistehtävään kuuluu myös siemenviljelysten perustamisen suunnittelu ja ohjaus. Luonnonvarakeskus myös vastaa metsäpuiden siementuotannon kehittämistä tukevasta tutkimustoiminnasta. Luonnonvarakeskus myös tuottaa vartteita siemenviljelyksille asiakasrahoitteisena toimintana.

Metsähallitus

Metsäpuiden siementen hankintaan ja varmuusvarastointiin liittyvät tehtävät ovat Metsähallituksen julkisia hallintotehtäviä. Näillä tehtävillä tarkoitetaan talousmetsistä suoritettavaa metsäpuiden siementen hankintaa ja varmuusvarastointia Pohjois-Suomen niillä alueilla, joilla metsäpuiden siemenhuolto perustuu harvoin toistuvien luontaisten siemensatojen tehokkaaseen hyödyntämiseen. Tehtävästä vastaa Metsähallituksen Luontopalvelut, eikä se koske siemenviljelyksillä tapahtuvaa metsäpuiden siementuotantoa. Metsähallituksen varmuusvarasto sijaitsee Rovaniemellä.

Ruokavirasto

Ruokavirasto valvoo metsänviljelyaineiston kaupan säädöksiä. Ruokavirasto tarkastaa uudet siemenviljelykset ja merkitsee ne metsänviljelyaineiston perusaineistorekisteriin sekä vahvistaa niiden käyttöalueet. Ruokavirasto valvoo siemenkeräyksiä ja metsänviljelyaineiston markkinointia sekä myöntää metsänviljelyaineistolle kantatodistukset. Lisäksi Ruokavirasto valvoo EU:n sisämarkkinakauppaa ja metsänviljelyaineiston tuontia EU:n ulkopuolelta. Valvonnan tavoitteena on varmistaa metsänviljelyaineiston tuottamiseen käytetyn perusaineiston korkealaatuisuus, markkinoitavien siementen ja taimien vaatimusten mukaisuus sekä se, että ostajat saavat tarpeelliset tiedot tiettyyn käyttötarkoitukseen soveltuvan aineiston valinnan tueksi.

Siemen Forelia Oy

Siemen Forelia Oy harjoittaa metsäpuiden siementen tuotantoa ja kauppaa. Yhtiö on Metsähallituksen täysin omistama ja sen hallinnassa on noin 1400 hehtaaria tuotantovaiheessa olevia siemenviljelyksiä kuudelle eri puulajille. Pääpuulajien osalta siemenviljelysten käyttöalue kattaa lähes koko maan alueen pois lukien aivan pohjoisimpia metsäalueita. Siemenviljelysten perustaminen on keskeinen osa yhtiön strategiaa ja tällä hetkellä uusia viljelyksiä on perusteilla noin 300 hehtaaria eri puolille Suomea. Siemen Forelia Oy:llä on karistamo Saarijärvellä ja siemenkeskus Rovaniemellä.

Tapio Palvelut Oy

Tapio Palvelut Oy (emoyhtiö Tapio Oy) on valtio-omisteinen yhtiö, joka perustaa ja hoitaa siemenviljelyksiä sekä tuottaa ja myy jalostettuja siemeniä. Tapio tuottaa siemenviljelyksillään (460 ha) männyn, kuusen, lehtikuusen ja koivun siemeniä. Hausjärven Oitissa sijaitsevalla Tapion siemenkeskuksella on kaksi karistuslinjaa, tarvittavat laitteistot siementen puhdistukseen ja käsittelyyn, siemenvarastot ja pakkaus- ja lähetystoiminnot. Tapio perustaa uusia siemenviljelyksiä siemenviljelysten perustamisohjelman mukaisesti.

3.3 Siemenviljelysten perustamisohjelman yhteys muihin strategioihin ja ohjelmiin

Siemenviljelysten perustamisohjelma linkittyy useisiin ajankohtaisiin strategioihin ja ohjelmiin.

Kansallinen metsästrategia 2035

Joulukuussa 2022 hyväksytty Kansallinen metsästrategia 2035 tavoittelee kasvavaa hyvinvointia metsistä ja metsille. Sen päämääränä on muun muassa, että metsät ovat aktiivisessa, kestävässä ja monipuolisessa käytössä ja metsien elinvoimaisuutta, monimuotoisuutta ja sopeutumiskykyä on tarkoitus edelleen vahvistaa. Metsästrategiaa toteutetaan kärkihankkeiden kautta. Metsien kasvu –kärkihankkeessa lisätään metsien hiilensidontaa ja puuntuotosta kannattavasti, kestävästi ja vastuullisesti. Tämän kärkihankkeen toimenpiteisiin kuuluu sekä metsänjalostusohjelman että metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelman toteuttaminen.

Metsänjalostus 2050 -ohjelma

Metsänjalostus 2050-ohjelmaa (Haapanen & Mikola 2008) toteuttaa Luonnonvarakeskus lakisääteisenä viranomaistehtävänä. Siemenviljelysten perustamisohjelma nivoutuu tiiviisti metsänjalostusohjelmaan, sillä sen avulla viedään metsänjalostuksen hyödyt käytäntöön. Siementuotanto seuraa metsänjalostuksen edistymistä tietyllä viiveellä.

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU)

Maankäyttösektorilla tarkoitetaan maatalousmaan, metsätalouden ja muun maankäytön muodostamaa kokonaisuutta. Valtioneuvosto hyväksyi ja antoi eduskunnalle selonteon maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta heinäkuussa 2022. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmassa määritetään ne keinot, joihin panostamalla vähennetään maankäyttösektorin ilmastopäästöjä sekä vahvistetaan hiilinieluja ja -varastoja. Metsänjalostus 2050 -ohjelman sekä siemenviljelysten perustamisohjelman toteuttaminen mainitaan suunnitelmassa metsien nopeaa ja

tehokasta uudistumista edistävinä toimenpiteinä ja samalla hiilensidontaa ja -varastointia edistävinä toimenpiteinä.

Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2030 (KISS2030)

Joulukuussa 2022 valtioneuvoston selontekona hyväksytty Kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma 2030 kattaa vuoteen 2030 asti keskeiset tavoitteet ja toimet, joilla varaudutaan ja sopeudutaan muuttuvan ilmaston vaikutuksiin. Sopeutumissuunnitelman yhtenä tavoitteena on, että uusiutuvien luonnonvarojen käytössä on sopeuduttu nykyistä paremmin ilmastonmuutokseen vuoteen 2030 mennessä. Tämä tarkoittaa muun muassa, että metsien elinvoimaisuus, monimuotoisuus ja sopeutumiskyky on vahvistunut. Yhtenä keinona tämän saavuttamiseksi esitetään, että osana Kansallisen metsästrategia 2035:n toteutusta valmistellaan uusi metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelma, jolla varmistetaan erilaisiin ilmasto-olosuhteisiin soveltuvan jalostetun metsänviljelyaineiston saatavuus.

Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallinen geenivaraohjelma

Vuonna 2018 julkaistu Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallinen geenivaraohjelma kattaa viljelykasvien, kotieläinten, metsäpuiden ja kalojen geenivarat. Geenivarojen suojelulla turvataan monimuotoisuuden saatavuus viljelijöiden, jalostuksen ja tutkimuksen tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa. Geenivaraohjelma ohjaa geenivarojen säilytystä, suojelua ja kestäväää käyttöä koskevaa toimintaa.

Metsäpuiden geenivaratyön tehtävä on tukea metsänjalostusta ja varmistaa, että geneettisessä mielessä alkuperäinen aineisto säilyy näyteenomaisesti geenireservimetsissä, kun taloudellisesti merkittävimpien puulajien metsänviljelyssä käytetään jalostettua aineistoa. Harvinaisten puulajien geenivarakokoelmat tuottavat monimuotoista siementä suoraan metsänviljelyyn sekä myös jalostuksen tarpeisiin tilanteessa, jossa ilmasto muuttuu suotuisammaksi jaloille lehtipuille.

4 Metsäpuiden siemenviljelysten perustamistilanne

Nykyisen siemenviljelysten perustamisohjelman periaatteet on laadittu maa- ja metsätalousministeriön johdolla laajapohjaisessa työryhmässä vuonna 2004 (Metsäpuiden siemenuhottotyöryhmän muistio MMM 2004:12). Perustamisohjelma käsittää kolme pääpuulajiamme; männyn, kuusen ja rauduskoivun. Ohjelma tarkistettiin vuonna 2011 Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän toimesta (Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio MMM 2011:6). Periaatteellisia tavoitteita ei tuolloin tarkistuksessa muutettu. Taimitarhakylvöissä nykyisen ohjelman tavoite on ollut, että niillä alueilla, joilla jalostettuja siemeniä on tarjolla, kaikki taimitarhakylvöihin käytettävä pääpuulajien siemen tuotetaan siemenviljelyksillä vuoteen 2030 mennessä. Männyllä tavoitteena oli näin ollen, että kaikki taimitarhakylvöihin tarvittava siemen, pois lukien aivan pohjoisin Lappi, tuotetaan siemenviljelyksillä. Kuusella tavoitteena oli tuottaa kaikki lähtöisyysalueiden 1–4 ja puolet lähtöisyysalueen 5 taimitarhakylvöihin tarvittava siemen siemenviljelyksillä. Rauduskoivulla tavoite on ollut, että kaikki lähtöisyysalueilla 1–2 taimitarhakylvöihin tarvittava siemen tuotetaan siemenviljelyksillä. Männyn metsäkylvöissä tavoitteena on ollut, että 1,5-polven siemenviljelyssiementen käytön osuus olisi Etelä-Lappiin saakka 50 prosenttia sekä Keski-Lapin alueella 25 prosenttia. Sitä pohjoisempänä ei siemenviljelyssiementä käytettäisi lainkaan metsäkylvöissä.

Männyn ja kuusen 1,5-polven siemenviljelykset perustetaan peltomaalle (Antola ym. 2009) ja taustapölytyksen haitan minimoimiseksi siemenen käyttöalueelle. Poikkeuksena ovat männyn lähtöisyysalueiden 6–9 siemenviljelykset, jotka perustetaan siemensatojen turvaamiseksi käyttöaluettaan etelämmäksi lähtöisyysalueelle 5 (liite 1). Myös kuusen osalta pohjoisimpien lähtöisyysalueiden (4–5) siemenviljelykset perustetaan etelämmäksi lähtöisyysalueelle 3 (liite 2).

Käynnissä olevan siemenviljelysohjelman mukaisesti perustettavat havupuiden siemenviljelykset kuuluvat valtaosin testattu-luokkaan. Vuoteen 2022 mennessä on rekisteröitynä 23, perusteilla kolme ja suunnitteilla yksi männyn siemenviljelys. Kuusella on rekisteröitynä yhdeksän, perusteilla neljä ja suunnitteilla yksi vartesiemenviljelys. Kuusella on lisäksi rekisteröity kolme ja perusteilla yksi siemenviljelys, jotka koostuvat pluspuiden siementaimiperheistä. Näihin siementaimisiemenviljelyksinä tunnettuihin viljelykseen viitataan tässä raportissa jatkossa termillä **perheiden siemenviljelys**.

4.1 Mänty

Siemenviljelysten perustamishjelman 2011 (Työryhmämuistio MMM 2011:6) mukaisten männyn siemenviljelysten tarpeeksi arvioitiin 566 hehtaaria. Ruokaviraston perusaineistorekisterissä on perustettuja siemenviljelyksiä 426 hehtaaria, minkä lisäksi perusteilla on 68 hehtaaria ja suunnitteilla 57 hehtaaria eli yhteensä 551 hehtaaria (taulukko 1). Tämän lisäksi maanhankinta on tehty 29 hehtaarin pinta-alalle. Näiden lisäksi tarvitaan vielä 66 hehtaaria männyn siemenviljelyksiä, mikä merkitsee yhteensä 646 hehtaarin kokonaistavoitetta. Männyn siemenviljelykset ovat vartesiemenviljelyksiä.

Männyn lähtöisyysalueilla 1–2 ja 8–9 tavoitteet on jo saavutettu tai ylitetty, ja uusien siemenviljelysten perustaminen painottuu tällä hetkellä lähtöisyysalueille 3–7 (liite 1). Perustamistavoitteiden ylitykset johtuvat siitä, että perustamishjelman päivityksessä (2011) siementarve arvioitiin edellä mainituilla alueilla pienemmäksi kuin vuonna 2004. Siemenviljelykset oli näillä alueilla kuitenkin jo ehditty perustaa tai ne olivat perusteilla. Lähtöisyysalueille 1–2 on perustettu siemenviljelyksiä siinä laajuudessa, että taimitarhakylvöjen lisäksi noin 70 prosenttia (tavoite 50 %) metsäkylvöistä voidaan tehdä siemenviljelyssiemenellä. Myös lähtöisyysalueiden 8–9 viljelyksillä voidaan kattaa taimitarhakylvöjen lisäksi 15 prosenttia (tavoite 0 %) metsäkylvöistä.

Taulukko 1. Männyn siemenviljelysten perustamistilanne 31.12.2022 vuoden 2011 ohjelmassa käytetyn männyn lähtöisyysaluejaon mukaan (liite 1).

| Mänty Lähtöisyysalue | Sv- ohjelma 2011 ha | Rekisterissä ha | Perusteilla ha | Suunnitteilla ha | Yht. ha | Maa hankittu ha | Vajaus ha | Tavoite yht. ha | Huom. |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-------|
| 0-1 | 59 | 83 | | | 83 | | | 83 | *1 |
| 2 | 71 | 93 | | | 93 | | | 93 | *1 |
| 3 | 113 | 81 | | | 81 | | 32 | 113 | |
| 4 | 141 | 62 | 16 | | 78 | 29 | 34 | 141 | |

| | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|
| 5 | 79 | 23 | | 57 | 80 | | | 80 | |
| 6-7 | 69 | 21 | 51 | | 72 | | | 72 | |
| 8-9 | 34 | 63 | | | 63 | | | 63 | *1 |
| | | | | | | | | | |
| Yhteensä | 566 | 426 | 68 | 57 | 551 | 29 | 66 | 646 | |

*1 Perustetut siemenviljelykset mahdollistavat tavoitetta suuremman metsäkylvöpinta-alan.

Selitykset

Rekisterissä: rekisteröity siemenviljelys (testattu tai alustavasti testattu)

Perusteilla: viljelyksen istutus aloitettu

Suunnitteilla: vartetuotanto aloitettu

Maa hankittu: maa-alue on hyväksytty ja hankittu

Männyn siemenviljelykset ovat pääsääntöisesti testattu-luokan viljelyksiä, jotka koostuvat jälkeläistestauksen perusteella kasvultaan, laadultaan ja kestävyydeltään parhaiksi todetuista ensimmäisen polven pluspuista. Pluspuiden valinnassa siemenviljelyksille otetaan huomioon lisäksi kloonien puukohtainen emikukintarunsaus tai käpysato. Lähtöisyysalueiden 8–9 siemenviljelysten pluspuut on valittu pakastustestausten perusteella ja viljelykset ovat alustavasti testattu-luokassa.

Tässä perustamisohjelmassa siirrytään käyttämään männyllä samaa lähtöisyysaluejakoa kuin kuusella. Taulukon 2 pinta-alat muunnettiin vuoden 2011 ohjelman männyn lähtöisyysaluejaon pohjalta kuusen lähtöisyysalueille (liite 2) (taulukko 2). Taulukko on suuntaa antava, koska vanhat ja uudet lähtöisyysalueet sijaitsevat limittäin.

Taulukko 2. Männyn siemenviljelysten perustamistilanne 31.12.2022 kuusen lähtöisyysaluejaon mukaan (liite 2). Taulukko on muunnettu vuoden 2011 ohjelmassa käytetyn männyn lähtöisyysaluejaon pohjalta kuusen lähtöisyysalueisiin.

| Mänty Lähtöisyysalue | Sv- ohjelma 2011 ha | Rekisterissä ha | Perusteilla ha | Suunnitteilla ha | Yhteensä ha | Maa hankittu ha | Vajaus ha | Tavoite yhteensä ha |
|-------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|----------------|-----------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | 78 | 72 | | | 72 | | | 72 |
| 2 | 179 | 190 | 6 | | 196 | 3 | 7 | 206 |
| 3 | 173 | 80 | 10 | 29 | 119 | 23 | 53 | 195 |
| 4 | 72 | 33 | 36 | 29 | 98 | 3 | 7 | 108 |
| 5 | 55 | 45 | 15 | | 60 | | | 60 |
| 6 | 9 | 6 | | | 6 | | | 6 |
| Yhteensä | 566 | 426 | 68 | 57 | 551 | 29 | 66 | 646 |

Selitykset ks. taulukko 1.

4.2 Kuusi

Viimeisimmässä siemenviljelysten perustamishjelmassa (Työryhmämuistio MMM 2011:6) kuusen siemenviljelysten tarve arvioitiin 257 hehtaariksi. Näistä on perustettu ja perusaineistorekisterissä 146 hehtaaria, perusteilla 67 hehtaaria ja suunnitteilla 15 hehtaaria eli yhteensä 228 hehtaaria. Perheiden siemenviljelyksiä näistä on yhteensä 37 hehtaaria (taulukko 3). Tämän lisäksi lähtöisyysalueiden 3-4 tavoitteesta puuttuva 35 hehtaarin maa-alue on jo hankittu (liite 2). Ohjelman käytännön kokonaistavoitteeksi realisoituu näin ollen 263 hehtaaria.

Siemenviljelysten perustaminen on painottunut Etelä-Suomen lähtöisyysalueille 1 ja 2. Perusteilla ja suunnitteilla sekä vielä aloittamatta olevat siemenviljelykset ovat pääosin Pohjois-Suomen siemenviljelyksiä lähtöisyysalueilla 3–5.

Taulukko 3. Kuusen siemenviljelysten perustamistilanne 31.12.2022 lähtöisyysalueittain (liite 2).

| Kuusi Lähtöisyysalue sv-tyyppi | Sv- ohjelma 2011 ha | Rekisterissä ha | Perusteilla ha | Suunnitteilla ha | Yht. ha | Maa hankittu ha | Vajaus ha | Tavoite yht. ha |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| 1 varte | 48 | 39 | 14 | | 53 | | | 53 |
| 1 perhe | 21 | 5 | 13 | | 18 | | | 18 |
| 1 yhteensä | 69 | 44 | 27 | | 71 | | | 71 |
| 2 varte | 79 | 82 | | | 82 | | | 82 |
| 2 perhe | 22 | 19 | | | 19 | | | 19 |
| 2 yhteensä | 101 | 101 | | | 101 | | | 101 |
| 3 | 62 | | 40 | | 40 | 25 | | 65 |
| 4 | 19 | | | 9 | 9 | 10 | | 19 |
| 5 | 6 | | | 6 | 6 | | | 6 |
| Yhteensä | 257 | 145 | 67 | 15 | 228 | 35 | 0 | 263 |

Selitykset

Varte: vartesiemenviljelys

Perhe: perheiden siemenviljelys (siementaimisiemenviljelys)

Rekisterissä: rekisteröity siemenviljelys (testattu tai alustavasti testattu)

Perusteilla: viljelyksen istutus aloitettu

Suunnitteilla: vartetuotanto aloitettu

Maa hankittu: maa-alue on hyväksytty ja hankittu

Kaikki uudet kuusen vartesiemenviljelykset tulevat olemaan testattu-luokan viljelyksiä, joissa pluspuiden valinta perustuu kukinnan määrän lisäksi jälkeläiskokeista kertyvään tietoon kasvusta, laadusta ja kestävydestä.

Kuusen perheiden siemenviljelykset on perustettu kuusen toisella valintakierroksella (1990–2003) valittujen uusien pluspuiden vapaapölytyksestä syntyneillä siementaimilla. Perheiden siemenviljelykset eroavat vartesiemenviljelyksistä siten, että niiden perustamistiheys on huomattavasti korkeampi ja viljelysten perinnöllistä tasoa kehitetään toistuvien harvennuksien avulla. Ensimmäinen harvennus tehdään perheen sisäisenä valintana, jossa kaikista perheistä jätetään jäljelle niiden parhaat yksilöt pituuskasvun, elinvoimaisuuden, kasvurytmin ja tuhojen perusteella. Myöhemmät harvennukset toteutetaan parhaita yksilöitä suosivina metsänhoidollisina alaharvennuksina. Sen lisäksi jalostusarvoltaan keskimäärin heikoimmiksi arvioitujen perheiden yksilömääriä karsitaan suhteellisesti enemmän pluspuiden jälkeläiskokeista saatujen tulosten perusteella.

4.3 Rauduskoivu

Koivun siemenviljelykset eroavat männyn ja kuusen siemenviljelyksistä siten, että ne perustetaan aina muovihuoneisiin. Niiden kiertoaika on huomattavasti lyhyempi kuin avomaan siemenviljelysten. Siemenviljelysten perustamisohjelmassa 2011 ehdotettiin, että tuolloin tyhjillään oleviin koivun siemenviljelyshuoneisiin (4000 m²) perustetaan 2000 neliometriä eteläsuomalaisen ja 2000 neliometriä keskisuomalaisen rauduskoivun vartesiemenviljelyksiä. Nämä ohjelmassa ehdotetut siemenviljelykset perustettiin vuonna 2014. Näistä kaksi on tähän mennessä jo poistettu perusaineistorekisteristä ja niiden tilalle on parhaillaan perusteilla uudet viljelykset.

Tällä hetkellä Ruokaviraston perusaineistorekisterissä on yksi rauduskoivun muovihuonesiemenviljelys, joka tuottaa siementä Etelä-Suomeen (Sv 468, 1000 m²). Keski-Suomeen siementä tuottavan siemenviljelyksen (Sv 460, 1600 m²) hyväksyminen perusaineistorekisteriin on peruutettu vuonna 2022. Sen tuottamaa siementä on kuitenkin edelleen saatavilla.

4.4 Muut puulajit

Tällä hetkellä Suomessa on pääpuulajiemme (mänty, kuusi, rauduskoivu) lisäksi siemenviljelyksiä siperianlehtikuusella, tervalepällä, tammella (*Quercus robur*), vaahteralla (*Acer platanoides*), metsälehmüksellä (*Tilia cordata*) sekä vuori- ja kynäjalavilla (*Ulmus glabra* ja *U. laevis*) (taulukko 4). Vuoden 2011 ohjelmassa muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustamiselle ei asetettu tavoitteita.

Siperianlehtikuusella ja tervalepällä on matalan intensiteetin jalostusohjelmat. Siemenviljelyksiä on muille kuin pääpuulajeille perustettu sekä vartesiemenviljelyksinä että perheiden siemenviljelyksinä. Osa on alun perin perustettu siementuotantoa varten siemenviljelyksi. Vuonna 2021 joukko jalojen lehtipuiden geenivarakokoelmia rekisteröitiin lisäksi siemenviljelyksiksi. Geenivarakokoelmina alun perin perustettuja viljelyksiä ei ole hoidettu siementuotantoa silmällä pitäen, minkä vuoksi eräät niistä ovat siementen tuotantokyvyltään heikkoja. Siperianlehtikuusen rekisterissä olevista siemenviljelyksistä osa on ränsistyneitä ja niiden siementuotantokyky nykyisellään vähäinen.

Siperianlehtikuusen siemenviljelyksiä on rekisterissä kuusi (yht. 55 ha). Nämä kaikki on perustettu 1970- ja 1980-luvuilla. Perusteilla on lisäksi kaksi siemenviljelystä (yht. 8,4 ha). Siperianlehtikuusen siemenviljelysten käyttöalueet kattavat Tunturi-Lappia lukuun ottamatta koko maan, karkeasti kuusen lähtöisyysalueet 1–5.

Tervalepällä on Manner-Suomessa kaksi vartesiemenviljelystä (yht. 4,14 ha), joista molemmat on perustettu vuonna 2006. Pohjoisemman siemenviljelyksen käyttöalueen pohjoisraja kulkee Oulun ja Lieksan välillä. Tervalepän siemenviljelyssiemen käyttöalueet kattavat siten kuusen lähtöisyysalueet 1–2 sekä osittain lähtöisyysalueen 3. Tammella on yksi, vuonna 2006 perustettu Hollolassa sijaitseva vartesiemenviljelys (1,5 ha). Lisäksi yksi pienialainen (0,46 ha), vuonna 1998 perustettu geenivarakokoelma on rekisteröity myös siemenviljelykseksi. Tammen siemenviljelysten käyttöalueet sijoittuvat kuusen lähtöisyysalueelle 1.

Vaahteralla on rekisterissä kolme perheiden siemenviljelystä (yht. 2,69 ha), joista suurin on vuonna 2005 siemenviljelykseksi perustettu Hollolassa sijaitseva viljelys. Kaksi muuta on alun perin perustettu geenivarakokoelmiksi. Vaahteran viljelysten käyttöalueet noudattavat likimain kuusen lähtöisyysalue 1:n rajoja.

Metsälehmüksellä on kaksi, vuosina 1998 ja 1999 alun perin geenivarakokoelmiksi perustettua siemenviljelystä (yht. 2,12 ha). Näistä pienemmän (0,07 ha) viljelyksen käyttöalueen pohjoisraja kulkee karkeasti kuusen lähtöisyysalue 2:n keskivaiheilla.

Vuorijalavalla on yksi, hyvin pienialainen, vuonna 1998 alun perin geenivarakokoelmaksi perustettu siemenviljelys. Kynäjalavalla on kaksi geenivarakokoelmiksi alun perin perustettua siemenviljelystä (yht. 1,2 ha).

Taulukko 4. Rekisterissä olevat ja perusteilla olevat (*) muiden kuin pääpuulajien siemenviljelykset. Osa viljelyksistä on alun perin perustettu geenivarakokoelmiksi (**)

| Puulaji | Siemenviljelyksen nimi | | Siemenviljelystyyppi | Perustamis- vuosi | Pinta- alat | Sijaintikunta |
|--------------------|------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|----------------|---------------|
| Siperianlehtikuusi | Sv205 | Metsä-lhala | Vartesiemenviljelys | 1972 | 10,4 | Virrat |
| | Sv234 | Kivimäki | Vartesiemenviljelys | 1972 | 5 | Pieksämäki |
| | Sv309 | Lassinmaa | Vartesiemenviljelys | 1974 | 15,6 | Jämsä |
| | Sv356 | Neitsytniemi | Perheiden siemenviljelys | 1971 | 21 | Imatra |
| | Sv368 | Hepoharju | Vartesiemenviljelys | 1983 | 2 | Luumäki |
| | Sv380 | Hepoharju | Vartesiemenviljelys | 1983 | 1 | Luumäki |
| | Sv480 | Orimattila | Vartesiemenviljelys | 2022* | 4 | Orimattila |
| Tervaleppä | Sv481 | Käpymattila | Vartesiemenviljelys | 2022* | 4,4 | Orimattila |
| | Sv438 | Rasila | Vartesiemenviljelys | 2006 | 2,05 | Hollola |
| | Sv439 | Mikonranta | Vartesiemenviljelys | 2006 | 2,09 | Muurame |
| Tammi | Sv437 | Rasila | Vartesiemenviljelys | 2006 | 1,5 | Hollola |

| | | | | | | |
|-------------|---------|----------|--------------------------|------|------|------------|
| | Sv479** | Kalvdal | Perheiden siemenviljelys | 1998 | 0,46 | Raasepori |
| Vaahtera | Sv446 | Rasila | Perheiden siemenviljelys | 2005 | 1,5 | Hollola |
| | Sv484** | Preitilä | Perheiden siemenviljelys | 1998 | 0,85 | Paimio |
| | Sv485** | Turvala | Perheiden siemenviljelys | 1998 | 0,34 | Savonlinna |
| Metsälehmus | Sv482** | Preitilä | Vartesiemenviljelys | 1998 | 2,05 | Paimio |
| | Sv487** | Turvala | Perheiden siemenviljelys | 1999 | 0,07 | Savonlinna |
| Vuorijalava | Sv483 | Preitilä | Vartesiemenviljelys | 1998 | 0,12 | Paimio |
| Kynäjalava | Sv486** | Preitilä | Vartesiemenviljelys | 2001 | 0,81 | Paimio |
| | Sv488** | Yltöinen | Vartesiemenviljelys | 2018 | 0,39 | Kaarina |

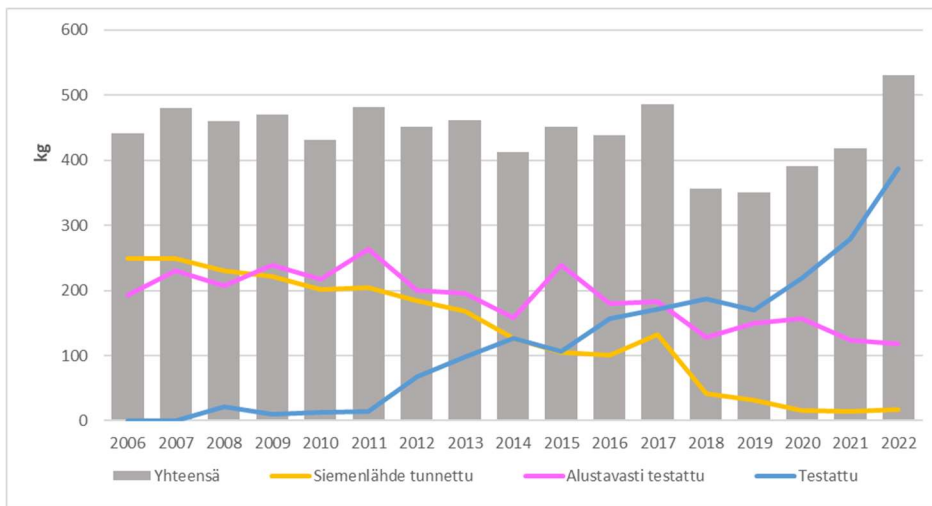
Siementen käyttö ja saatavuuden tilanne

Männyn taimitarhakylvöihin vuosittain käytetty siemenmäärä vaihteli pitkään 400 ja 500 kilon välillä, mutta viimeisimpänä tilastovuotena 2022 siemenen käyttö nousi yli 500 kiloon neljän pienemmän kylvömäärävuoden jälkeen (kuvio 2). 1,5-polven testattu-luokkaan kuuluvan siemenen käytön osuus taimitarhakylvöissä on selvästi noussut viimeisten kymmenen vuoden aikana.

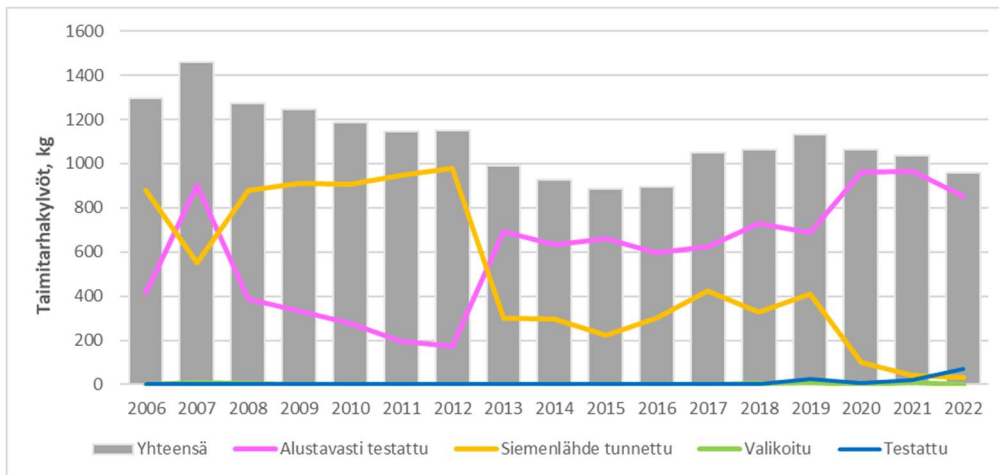
Metsäkylvössä käytettävän siemenen määrän ja luokan tilastointi on vasta kehitteillä, joten virallista tilastotietoa ei ole tällä hetkellä käytettävissä. Luonnonvarakeskuksen tutkijan Pekka Heleniuksen arvion mukaan männyn siementä käytetään metsäkylvöissä tällä hetkellä noin 6250 kg (\pm 500 kg) vuodessa. Toimijoille vuonna 2020 tehdyn julkaisemattoman kyselyn mukaan koko maan keskiarvo jalostetun siemenen käytössä metsäkylvöissä oli 61 prosenttia (mukana 1. ja 1,5-polvi). Jalostetun siemenen osuus väheni mitä pohjoisemmaksi mentiin.

Kuusen taimitarhakylvöihin vuosittain käytetty siemenmäärä on viimeisten viiden vuoden aikana vaihdellut 1000 kilon molemmin puolin (kuvio 3). 2010-luvulla esiintyneen jalostetun siemenen puutteen jälkeen siemenviljelyssiemen käyttöosuus on kohonnut ja vakiintunut. Testattu-luokan siementä on viime vuosina tullut pieniä määriä markkinoille. Kuusen ajoittaista pulaa jalostetusta siemenestä on voitu

helpottaa myös tuonnilla Ruotsista ja Virossa. Ulkomaisen siemenen osuutta taimitarhakylvöistä on tilastoitu vuodesta 2017 lähtien ja se on vaihdellut kuusella välillä 6–25 prosenttia ja männyllä välillä 0–7 prosenttia. Osa ulkomaisella siemenellä Suomessa kasvatetuista taimista on markkinoitu takaisin Ruotsin ja Viron markkinoille.



Kuvio 2. Männyn siementen kylvömäärät metsänviljelyaineistoluokittain taimitarhoilla vuosina 2006–2022.



Kuvio 3. Kuusen siementen kylvömäärät metsänviljelyaineistoluokittain taimitarhoilla vuosina 2006 - 2022.

Muiden kuin pääpuulajiemme (kuusi, mänty, rauduskoivu) siemen käyttö taimituotannossa on vähäistä. Pääpuulajikolmikon ulkopuolisten lajien osuus tuotetuista taimista sekä absoluuttinen kylvettyjen siementen määrä on pudonnut 2000-luvun ajan (Ruotsalainen ym. 2022). Selityksenä on erityisesti siperianlehtikuusen ja visakoivun viljelyn väheneminen. Kilomääräisesti eniten taimitarhakylvöissä kuluu tammen terhoja, mutta kappalemääräisesti merkittävin puulaji pääpuulajien jälkeen on siperianlehtikuusi. Kiloina ilmaistu siemenen käyttömäärä kuvaa huonosti puulajien välisiä runsaussuhteita, sillä eri lajien siementen keskipainot ovat hyvin erilaisia.

Siperianlehtikuusen siementä on 2010-luvulla käytetty vuosittain taimitarhakylvöihin hieman yli 20 kg. Siemenviljelyssiemenen käytön osuus on ollut lähes sata prosenttia lajin taimituotannossa. Lajin siemeniä viety ajanjaksolla 2010–2019 Suomesta ulkomaille yli kaksinkertainen määrä kotimaiseen käyttöön nähden (Ruotsalainen ym. 2022).

Tervalepän siemenen vuotuinen käyttö taimitarhakylvöihin on ollut viimeisen tilastovuosikymmenen aikana keskimäärin puolisen kiloa. Vuonna 2006 perustettujen kahden siemenviljelyksen siementä alettiin saada taimitarhakylvöihin 12 vuotta perustamisen jälkeen ja osa kylvöistä on sen jälkeen tehty siemenviljelyssiemenellä. Tammen terhojen käyttömäärät taimitarhoilla vaihtelevat suuresti vuosittain mm. siemensatojen vaihtelun vuoksi. Keskimäärin terhoja on kylvetty taimitarhoilla hieman

yli 50 kiloa. Tammella ensimmäiset siemenviljelysterhot kylvettiin taimitarhoilla 11 vuotta Rasilan siemenviljelyksen perustamisen jälkeen.

Metsätaimituottajien haastatteluissa yleinen näkemys oli, että männyn siemenen saatavuustilanne on nykyisin hyvä. Osa vastaajista oli huolissaan männyn siemenen saatavuudesta pohjoisimmassa Suomessa. Kuusen jalostetun siemenen saatavuustilanteen on koettu parantuneen viime vuosina, mutta samalla ollaan huolissaan siemenen saatavuudesta tulevaisuudessa. Osalla taimitarhoista valinnanvara kuusen siemenerissä on rajallinen. Rauduskoivulle ei ole saatavilla jalostettua siementä niin pohjoiseen kuin osalla taimitarhoista olisi tarve. Kaksi vastaajaa ilmaisi haluavansa ostaa hieskoivun siementä, mutta sitä ei ole saatavilla. Tammella on puutetta terhojen saatavuudessa, siperianlehtikuusella on koettu saatavuus- ja siementen laatuun liittyviä ongelmia. Douglaskuusi nähdään pienimuotoisena puulajina, mutta sen siemen saatavuudessa ja geneettisessä ja siementen teknisessä laadussa on ongelmia.

5 Metsäpuiden siementarvearvio

5.1 Edellinen arvio metsänuudistamis-pinta-aloista

Vuoden 2011 ohjelmassa esitetyn uudistamis-pinta-ala-arvion pohjana olivat valtakunnan metsien inventointeihin perustuvat tiedot talousmetsien lähtöisyysalueittaisista pinta-aloista luokiteltuna kasvupaikkatyyppin ja maalajin mukaan. Näiden tietojen pohjalta arvioitiin eri puulajien istutukseen ja metsäkylvöön soveltuvien kasvupaikkojen pinta-alat. Metsäalan toimijoille tehdyn kyselyn perusteella arvioitiin metsänuudistamisen määrät ja metsänuudistamisessa käytettävät vaihtoehdot silloisten metsäkeskusten toimialueilla vuonna 2025. Arvioiden perusteella vuosittaiseksi uudistushakkuiden pinta-alaksi saatiin 176 400 hehtaaria, josta noin 144 000 hehtaaria oli tarkoitus uudistaa viljellen ja loput luontaista uudistumista hyödyntäen.

5.2 Metsänuudistamis-pinta-alat tulevaisuudessa

Uutta siemenviljelysten perustamisohjelmaa varten Luonnonvarakeskus tuotti tutkimuspohjaista tietoa jalostetun metsänviljelymateriaalin tuotantotarpeesta. Jalostetun siemenen tuotantotarpeen arvioimiseksi tuotettiin skenaariot tulevaisuuden metsänuudistamis-pinta-aloista maan eri osissa erilaisilla metsävarojen käyttöstrategioilla. Tarkasteluun sisältyi myös riskianalyysi liittyen arvioituihin uudistamis-pinta-aloihin ja jalostetun materiaalin saatavuuteen.

Skenaariolaskelmat tulevaisuuden viljelypinta-aloista

Laskelmissa tarkasteltiin metsänviljelypinta-alojen kehittymistä vuoteen 2100 saakka. Arviot kymmenvuotiskausittaisista keskimääräisistä uudistuspinta-aloista laskettiin viidelle eteläisimmälle lähtöisyysalueelle ryhmiteltynä uudistamistavoittain ja kasvupaikkaluokittain sekä kivennäis- että turvemaille. Tässä yhteydessä esitetään koko maan kattavat tulokset. Pinta-alat lähtöisyysalueittain olivat perustamisohjelmaa valmisteleavan työryhmän käytössä.

Pinta-ala-arvioiden perustana oli kolme erilaista metsien käsittelyskenaariota, jotka alun perin oli tuotettu maa- ja metsätalousministeriölle vuonna 2022 toteutetussa hankkeessa ”Metsänjalostuksen kustannushyötyanalyysi”. Skenaarioiden tarkastelujakso ulottui vuoteen 2100 saakka. Kaikissa skenaarioissa oletettiin, että Suomen puuntuotannon piirissä oleva metsäpinta-ala säilyy tulevaisuudessakin nykytasolla.

Laskennan lähtöaineistona oli VMI12:n maastokoealoilta vuosina 2014–2018 mitatut tiedot (yhteensä noin 52 000 koealaa). Skenaariolaskelmat toteutettiin siten, että jokaiselle maastokoealalle simuloitiin Luken Motti-ohjelmistolla puuston kehitysennusteet useilla erilaisilla metsänkasvatusohjeilla. Sen jälkeen kaikille koealoille simuloituista erilaisista kehitysennusteista valittiin lineaarista ohjelmointia käyttäen sellainen yhdistelmä, joka toteutti skenaarioissa määritellyt metsien käsittelyn tavoitteet.

Perusskenaariossa (PERUS) oletettiin, että metsien hakkuumäärät säilyvät tulevaisuudessakin viime vuosien tasolla 72,4 miljoonaa kuutiometriä. Myöskään metsähoitotoimien pinta-aloissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia. Jalostettua viljelyaineistoa oletettiin käytettävän tulevaisuudessa samassa laajuudessa kuin tällä hetkellä. Skenaariota laskettaessa vuotuiset hakkuumäärät ja metsänhoitopinta-alat asetettiin vastaamaan viime vuosien keskimääräistä tasoa.

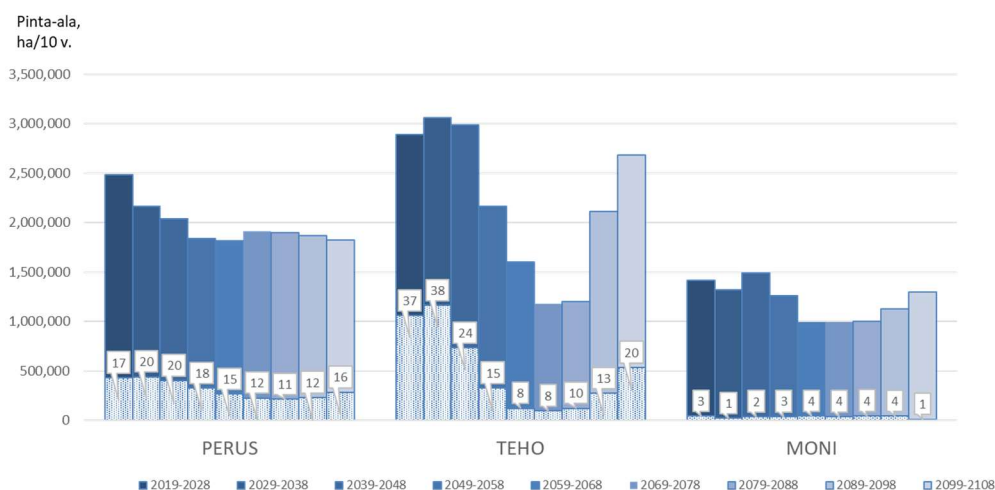
Tehostetun metsähoidon skenaariossa (TEHO) tavoitteena oli määrittää metsien tehostetulla käsittelyllä saavutettava puuntuotannollinen ja taloudellinen potentiaali. Vuotuisiin hakkuumääriin ei asetettu rajoituksia, kunhan puustovaranto ei pysyvästi pienentynyt. Metsänuudistaminen, taimikonhoito ja harvennukset oletettiin toteutettaviksi metsänhoitosuosituksen mukaisesti ilman viivytyksiä. Jalostettua viljelyaineistoa käytettiin aina metsänviljelyssä. Metsänlannoitus- ja kunnostusojituspinta-alat säilyvät nykytasolla.

Ilmastokestävän metsähoidon skenaariossa (MONI) tarkasteltiin monitavoitteisen metsienkäsittelyn vaikutuksia puuntuotantoon. Siinä pyrittiin vahvistamaan metsien hiilensidontaa pidentämällä kiertoaikoja nostamalla päätehakkuujäreyttä nykyisistä suosituksista noin 15 prosenttia. Metsien elinvoimaisuutta ja monimuotoisuutta pyrittiin vahvistamaan lisäämällä lehtipuuston osuutta 20 prosenttiin kasvupaikoilla, joissa se on puuntuotannollisesti mahdollista. Vuotuiset hakkuumäärät pidettiin puuntuotannollisesti kestäväällä tasolla. Jalostettua materiaalia käytettiin aina metsänviljelyssä.

Skenaariolaskelmien tulokset

Skenaarioissa tuotettiin metsävaraennusteet sadan vuoden jaksolle. Tavoitteena oli saada aikaan skenaariot, jotka mahdollisimman hyvin noudattavat asetettuja tavoitteita ennalta annettujen rajoitteiden puitteissa koko sadan vuoden jakson ajan.

Viljelypinta-alat vaihtelivat huomattavasti eri skenaarioiden välillä (kuvio 4). Eniten niihin vaikuttivat vuosittaiset hakkuumäärät. TEHO-skenaariossa hakkuu- ja uudistamispinta-alat vaihtelivat eniten. Kannattavan puuntuotannon mittarina oli nettotulojen nykyarvo, jota optimoinnissa maksimoitiin. Se johti hyvin runsaaseen hakkuisiin ja uudistamispinta-aloihin sadan vuoden jakson alussa, jonka jälkeen määrät vähenivät tuntuvasti. Jakson loppua kohti tehostettu metsänhoito mahdollisti hakkuumäärien ja metsänhoitopinta-alojen lisääntymisen.



Kuvio 4. Viljelypinta-alojen arvioitu kehitys eri skenaariossa vuoteen 2100 mennessä.

MONI-skenaariossa kiertoaikojen pidennys ja lehtipuusekoituksen lisääntyminen alensivat vuosittaisia hakkuumääriä ja myös metsien kasvua. Sen vuoksi myös uudistamispinta-alat olivat pysyvästi alemmalla tasolla muihin skenaarioihin verrattuna. Sen sijaan metsien lehtipuuston osuudet ja puuston hiilensidonta lisääntyivät tuntuvasti.

PERUS-skenaariossa oli paljon hakkuumääriin ja metsänhoitopinta-aloihin liittyviä tilavuus- ja pinta-alarajoitteita, jotka pyrittiin pitämään mahdollisimman lähellä viime vuosien keskimääräisiä tilastoituja määriä koko skenaariojakson ajan. Ensimmäisen kymmenvuotisjakson aikana PERUS-skenaarion uudistamis-pinta-alat nousivat korkeiksi, koska tällä hetkellä on paljon metsiä, jotka ovat jo ylittäneet suositusten mukaisen uudistamisiän tai -läpimitan. Jotta skenaarion hakkuumäärät ja muut rajoitteet olisivat pysyneet suhteellisen tasaisina yli jakson, niin ensimmäisellä kymmenvuotisjaksolla hakkuumäärät asettuivat sallitun vaihteluvälin ylärajalle. Koska ne hakkuut kohdistuivat paljolti ”yli-ikäisiin” talousmetsiin, niin seurauksena myös uudistamis-pinta-alat olivat suuria. Myöhemmin kymmenvuotiskausina vaihtelu kuitenkin tasoittui melko vakaalle pinta-alatasolle.

Käytännössä uudistamis-pintojen tai vuotuisten hakkuumäärien nousu PERUS-skenaariossa esitetyille tasolle ei liene realistista. Todennäköisesti päätehakkuuvaiheen jo ohittaneiden metsien hakkuut ajoittuvat tasaisemmin tuleville vuosille, ja osa niistä varmaankin myös siirtyy suojelukohteiksi. Pitkän aikavälin viljelypinta-ala-arvioon ja jalostetun viljelymateriaalin tarpeeseen hakkuu- ja viljelypinta-alojen ”tasoittamisella” ei ole merkittävää vaikutusta.

Riskianalyysi

Edellä esitetyt skenaariot eivät sisältäneet mahdollisten toimintaympäristön merkittävien muutosten vaikutuksia, eikä myöskään merkittävien biottisten tai abioottisten tuhojen vaikutuksia viljelypinta-aloihin. Näiden vaikutusten hahmottamiseksi tehtiin erillinen riskitarkastelu. Tarkasteltavaksi valittiin näköpiirissä olevat merkittävimmät metsien käsittelyyn vaikuttavat muutokset sekä jo nyt ilmastonmuutoksen myötä ennakoitavissa olevat lisääntyvät tuhoriskit. Riskianalyysit toteutettiin herkkyystarkasteluna, joiden taustalla olivat aikaisemmat tutkimukset ja asiantuntija-arviot.

Metsien käsittelyn muutoksista tarkasteltiin jatkuvapeitteisen kasvatuksen yleistymistä sekä metsien suojelupinta-alojen lisääntymisen mahdollisia vaikutuksia. Metsätuhoista tarkasteltiin myrsky- ja lumituhoja sekä sieni- ja hyönteistuhojen mahdollisia vaikutuksia.

Jatkuvapeitteisen kasvatuksen yleistyminen

Jatkuvapeitteisen kasvatuksen osuus tulee oletettavasti kasvamaan tulevaisuudessa nykytasosta. Sen vaikutus viljelymetsätalouteen riippuu siitä, missä määrin jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirrytään. Tarkasteluun valittiin kaksi skenaariota: voimakas ja maltillinen jatkuvapeitteisen kasvatuksen yleistyminen.

Voimakkaan yleistymisen skenaariossa (V) oletettiin, että turvemailla jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirtyvät kaikki ruohoturve- ja varputurvekankaat sekä 70 prosenttia mustikkaturvekankaista ja 25 prosenttia puolukkaturvekankaista. Kivennäismailla 50 prosenttia lehtojen ja lehtomaisten kankaiden pinta-alasta, 20 prosenttia tuoreiden kankaiden, 5 prosenttia kuivahkojen kankaiden ja kaikki kuivat kankaat siirtyvät jatkuvan kasvatukseen piiriin. Maltillisen muutoksen (M) skenaariossa lisäys jatkuvapeitteisessä kasvatuksessa on puolet verrattuna voimakkaan muutoksen skenaarioon.

Voimakkaan yleistymisen skenaarion toteutuminen tarkoittaisi vuotuisten viljelypinta-alojen vähenemistä 57 600 hehtaarilla (34 %). Maltillisen lisäyksen seurauksena vaikutus olisi 28 800 hehtaaria (-17 %).

Suojelupinta-alojen lisäys

Suojelupinta-alojen lisääntymisen skenaariossa oletettiin pinta-alojen lisääntyvän ja kohdentuvan Suomen Luontopaneelin ehdottamassa mittakaavassa (Kotiaho ym. 2021). Suojelutavoitteen saavuttaminen tarkoittaisi vuotuisten uudistamis-pinta-alojen vähenemistä (PERUS-skenaariossa) 43 000 hehtaaria, jos tavoitteeseen pyritään 15 vuodessa (Voimakkaan lisääntymisen skenaario V) ja 21 500 hehtaaria, jos tavoitteeseen pyritään 30 vuodessa (Maltillisen lisääntymisen skenaario M).

Myrskytuhot

Tähän mennessä toteutuneiden laaja-alaisten myrskytuhojen pinta-alat Suomessa ja Ruotsissa ovat olleet suurimmat Ruotsissa Gudrun-myrskyn (2005) aiheuttamat, jossa tuhoalue oli 272 000 hehtaaria ja josta aiheutui 174 000 hehtaarin uudistamistarve. Voimakkaan myrskytuhojen lisääntymisen skenaariossa (V) oletettiin, että tulevaisuudessa vastaava tuho toistuisi joka 10:s vuosi, ja se merkitsisi 17 400 hehtaarin lisätarvetta uudistamis-pinta-aloihin. Maltillisen myrskytuhojen lisääntymisen

skenaariossa (V) vertailukohtana oli Suomessa esiintyneet vakavat myrskytuhot vuonna 2010 (Asta, Veera, Lahja, Sylvi), jotka aiheuttivat 24 000 hehtaarin uudistamistarpeen. Jos tulevaisuudessa vastaava tuho toistuu joka 10:s vuosi, niin se merkitsisi 2 400 hehtaarin lisätarvetta uudistamispinta-aloihin.

Lumituhot

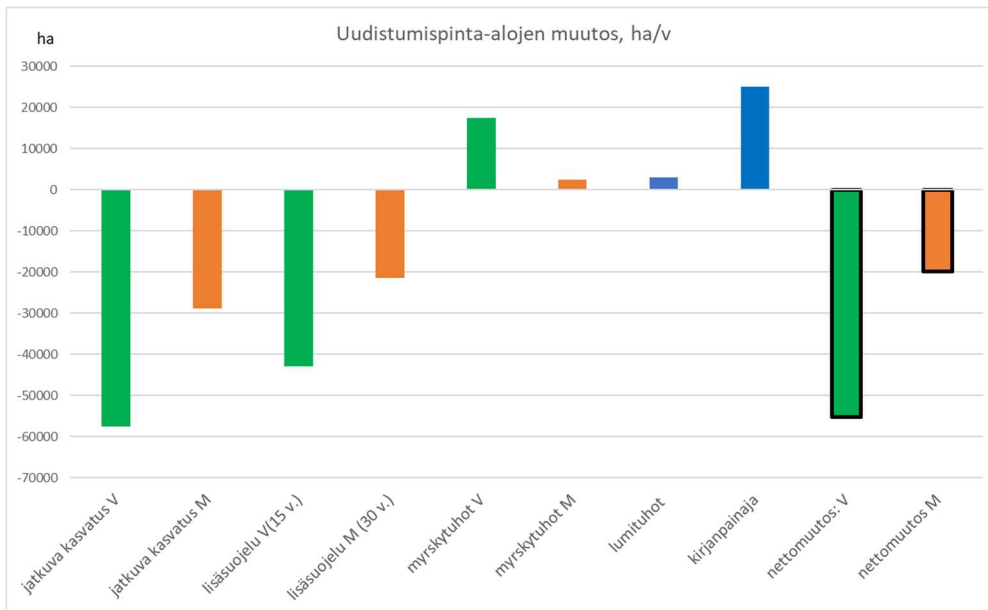
Valtakunnan metsien inventointien mukaan Suomessa runsaita lumituhoja on viimeisen 25 vuoden aikana sattunut viitenä vuotena pinta-alan vaihdella 35 000–55 000 hehtaarin välillä. Jos oletetaan, että kolmannes tuhoista olisi niin vakavia, että se edellyttäisi uudistamista, niin uudistamistarve kasvaisi noin 3 000 hehtaaria vuodessa.

Kirjanpainajatuhot

Kirjanpainajatuhot ovat viime vuosien aikana yleistyneet merkittävästi. Ruotsissa kirjanpainajatuhot aiheuttamat vuosittaiset vahingot ovat vuosina 2020 ja 2021 olleet noin 8 miljoonaa kuutiometriä. Suomessa tuhojen laajuus ei vielä ole yhtä suuri, mutta niiden odotetaan kasvavan meilläkin lähivuosina. Jos Ruotsissa todetut tuhot toistuisivat Suomessakin vuosittain yhtä laajoina, niin vuotuinen uudistamistarve kasvaisi arviolta noin 20 000–30 000 hehtaarilla.

Muutosten aikaansaama yhteisvaikutus viljelypinta-aloihin

Yllä kuvattujen viljelypinta-aloihin vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutus on merkittävä. Jos oletetaan, että kaikki yllä kuvatut muutokset toteutuisivat voimakkaina (skenaario V), niin uudistamispinta-alat vähenisivät yli 50 000 hehtaarilla. Maltillisempien muutosten seurauksena vähennys olisi noin 20 000 hehtaarin luokkaa (kuvio 5).



Kuvio 5. Metsänkäsittelyn muutosten ja metsätuhojen aikaansaamat vaikutukset vuosittaisiin uudistuspinta-aloihin kahdessa skenaariossa, joissa muutokset tapahtuvat joko voimakkaina (V) tai maltillisina (M).

Skenaariolaskelmien päätelmät

Skenaariotarkastelun tavoitteena oli hahmottaa tutkimustietoon perustuen sitä, kuinka paljon erilaiset metsien käsittelystrategiat vaikuttaisivat puuntuotannon piirissä olevien metsien viljelypinta-aloihin. Yksikään skenaarioista ei ole ”ennuste” siitä, mitä tulevaisuudessa tulee mahdollisesti tapahtumaan. Todellisuutta yksinkertaistavista oletuksista huolimatta niiden avulla voidaan hahmottaa viljelytarpeen suuruusluokka tulevaisuudessa.

Skenaariolaskelmien perusteella vaikuttaisi siltä, että varautuminen koko maan tasolla 160 000–180 000 hehtaarin vuotuisiin metsänviljelypinta-aloihin olisi riittävä lähtökohta mitoittamaan jalostetun siemenen tuotantotarvetta, joka turvaisi jalostetun viljelyaineiston riittävän saatavuuden. Kun metsänhoidossa todennäköisesti tapahtuvat muutokset ovat yhteisvaikutuksiltaan viljelytarvetta vähentäviä, saattaisi 150 000 hehtaarin viljelymääriin varautuminen olla riittävä.

5.3 Siementarvearvio

Prosessikuvaus

Siementarvearvion laatimisen lähtökohtana oli oletus, että kasvupaikan ominaisuudet määräävät suurelta osin sen, mille puulajille ja millä menetelmällä metsä voidaan uudistaa. Siementarvearvion laskenta eteni pääpuulajeillamme männyllä, kuusella ja rauduskoivulla seuraavasti:

1. Laskennan pohjana oli Luonnonvarakeskus MOTTI-ohjelmistolla tuottamat skenaariot (kappale 5.1), jotka oli tuotettu kasvupaikkatyypeittäin erikseen kivennäis- ja turvemaille.
2. Tarkentavana aineistona käytettiin valtakunnan metsien inventoinnin (VMI12) maakunnittaisia tuloksia metsämaan pinta-alojen jakaumasta kasvupaikka-, maalaji- ja raekokoluokkiin.
3. Edellä mainittujen tietojen perusteella arvioitiin kullekin kasvupaikkatyyppille uudistettava puulaji ja uudistamismenetelmä noudattaen nykyisiä metsänhoitosuosituksia (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023). Lisäksi otettiin huomioon tarve monipuolistaa puulajivalikoimaa metsänviljelyssä (Ruotsalainen ym. 2022).
4. Metsänuudistamisen nykytilannetta kuvattiin viiden vuoden (2016–2020) tilastotietojen avulla.
5. Metsänuudistamisen muutostrendejä selvitettiin Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle tehdyn kyselyn ja metsätaimituottajien haastattelujen avulla.
6. Metsänistutukseen tarvittava taimimäärä laskettiin puulajeittain uudistettavan pinta-alan ja istutustiheyden tulona.
7. Metsäkylvöön tarvittava siemenmäärä laskettiin uudistettavan pinta-alan ja hehtaarille kylvettävän siemenmäärän tulona.
8. Taimitarhakylvöihin tarvittava siemenmäärä arvioitiin puulajeittain tuotettavan taimimäärän ja niiden tuottamiseen tarvittavan siemenmäärän avulla.
9. Siementarvearvioon vaikuttaa voimakkaasti, kuinka suuri osuus taimitarha- ja metsäkylvöistä on tavoitteena tehdä siemenviljelyssiemenellä maan eri osissa. Tavoitetason asettamiseksi kysyttiin Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnan jäsenorganisaatioiden mielipidettä ja konsultoitiin siemenhuollon toimijoita.
10. Siemenviljelysten perustamistarve saatiin jakamalla vuosittainen arvioitu siementarve siemenviljelysten keskimääräisellä hehtaarisadolla.

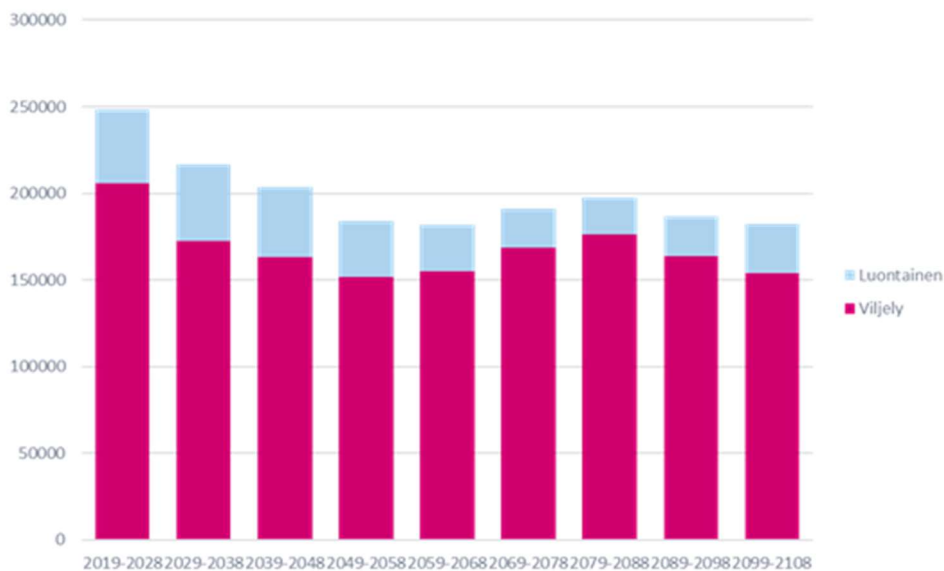
Siementarvearvion aineistot

Siementarvearvion laskentaa varten Luonnonvarakeskus tuotti MOTTI-ohjelmistolla kolme skenaariota (PERUS, TEHO ja MONI) metsänuudistamisen pinta-aloista. Skenaarioiden uudistamis-pinta-alat oli laskettu maakunnittain. Siementarvearvio ja siemenviljelysten perustamisohjelmat määritettiin kaikille puolajaille käyttäen aluejakona nykyisiä kuusen lähtöisyysalueita. Maakunnittaiset uudistamis-pinta-alat muunnettiin lähtöisyysalueittaisiksi metsäpinta-alaosuuksilla painotettuna (kuvio 6).



Kuvio 6. Maakuntien sijoittuminen eri lähtöisyysalueille.

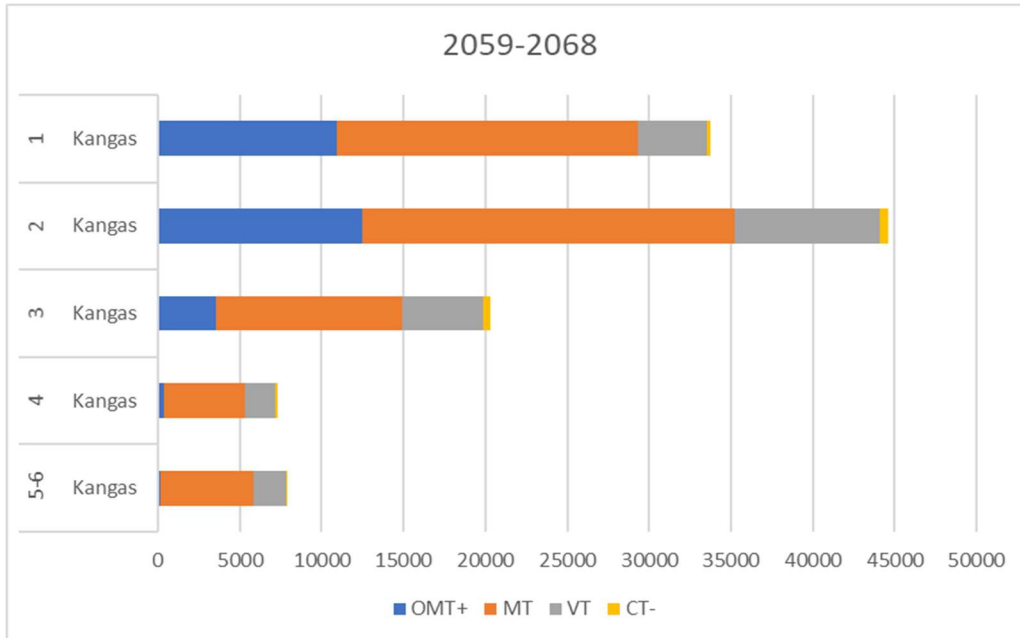
Motti-skenaariossa metsänviljelyala oli laskettu kymmenvuotiskausittain kaudesta 2019–2028 vuosisadan loppuun asti erikseen kaikille skenaarioille. Siementarvearvion pohjaksi valittiin PERUS-skenaario (kuvio 7). Siementarvearvion laskenta tehtiin kymmenvuotiskaudelle 2059–2068 tehdyn ennusteen perusteella. Vuosittain uudistettava metsänviljelyala eri lähtöisyysalueilla oli yhteensä 155 116 ha ja luontaisen uudistamisen ala 26 439 ha (taulukko 5). Lähtöisyysalueittaiset uudistamispinta-alat laskettiin kasvupaikkaryhmittäin erikseen kivennäis- ja turvemaille (kuvio 8).

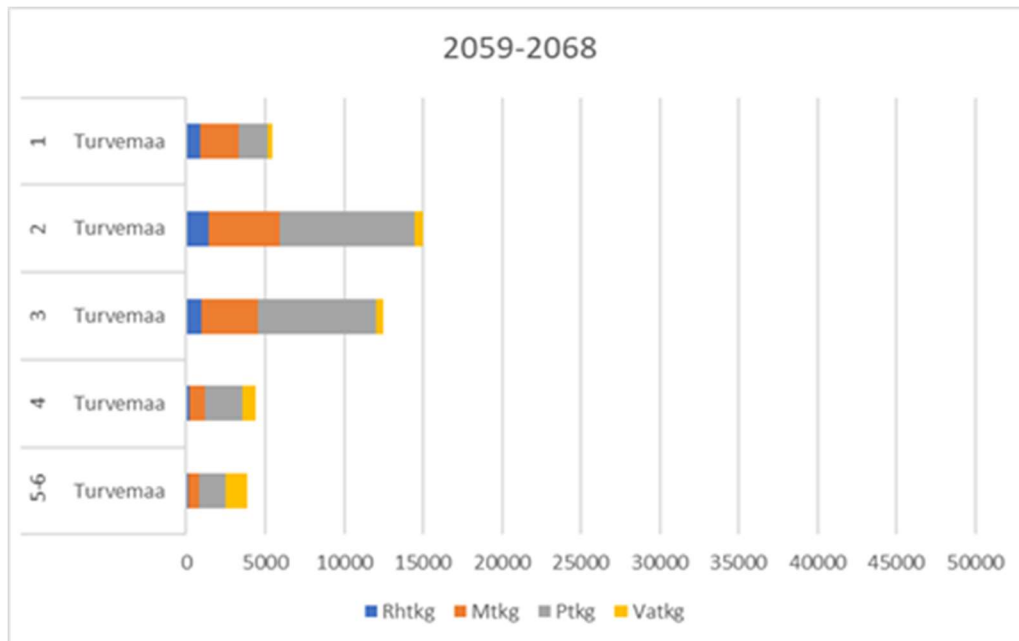


Kuvio 7. PERUS-skenaarion vuosittaiset metsänuudistamispinta-alat kymmenvuotiskausittain.

Taulukko 5. PERUS-skenaation vuosittaiset metsänuudistamis-pinta-alat lähtöisyysalueittain kymmenvuotiskaudella 2059-2068.

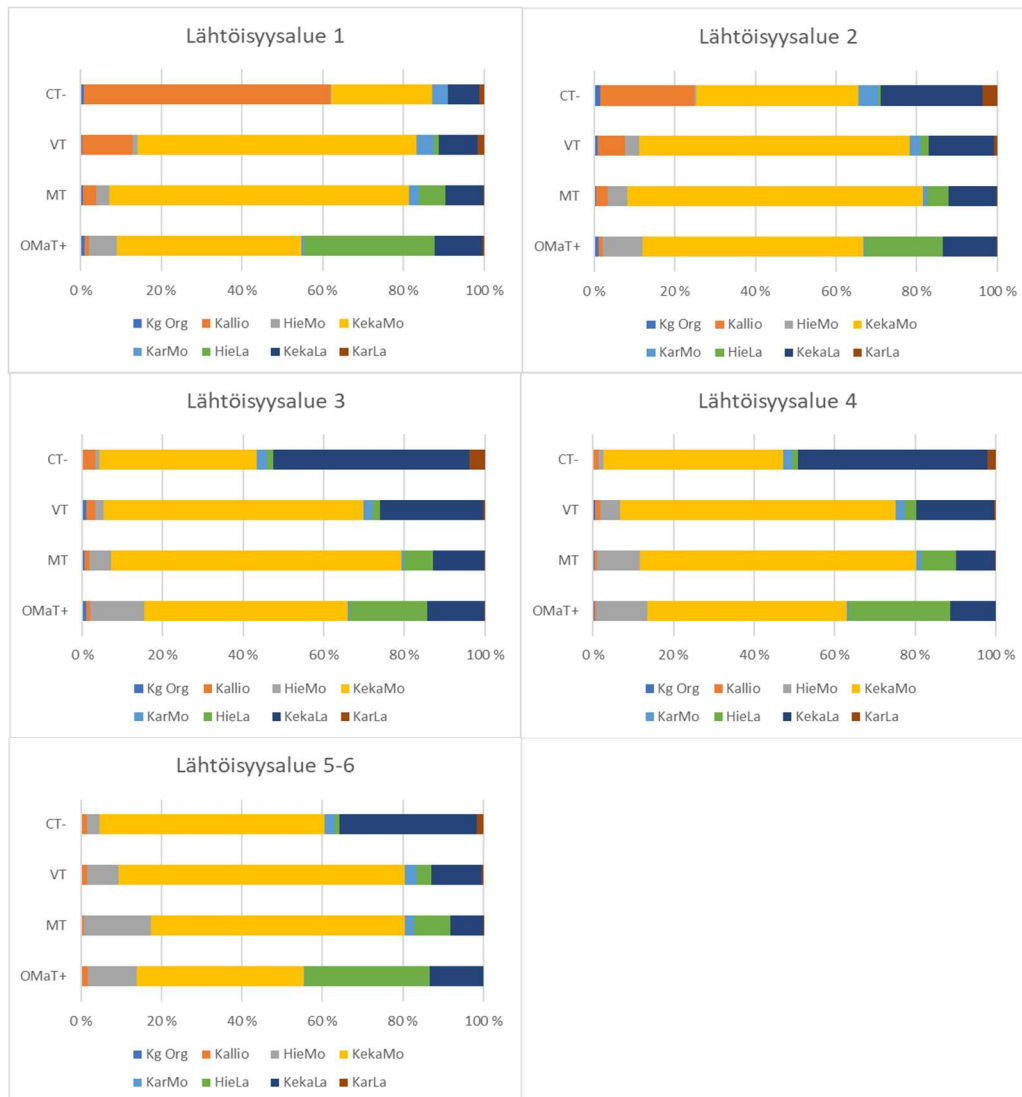
| Lähtöisyysalue | Metsän viljelyala, ha | Luontainen uudistaminen, ha |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | 39 236 | 5 537 |
| 2 | 59 599 | 5 249 |
| 3 | 32 799 | 5 552 |
| 4 | 11 678 | 4 288 |
| 5 ja 6 | 11 804 | 5 813 |
| Yhteensä | 155 116 | 26 439 |





Kuvio 8. PERUS-skenaarion vuosittaiset uudistamis-pinta-alat lähtöisyysalueittain ja kasvupaikkatyypeittäin turve- ja kivennäismaalla. Vuodet 2059-2068. Lehdot ja lehtomaiset kankaat (OMT+), tuoreet kankaat (MT), kuivahkot kankaat (VT), kuivat kankaat (CT-), ruohoturvekangas (Rhtkg), mustikkaturvekangas (Mtkg), puolukaturvekangas (Ptkg) ja varputuorekangas (Vatk).

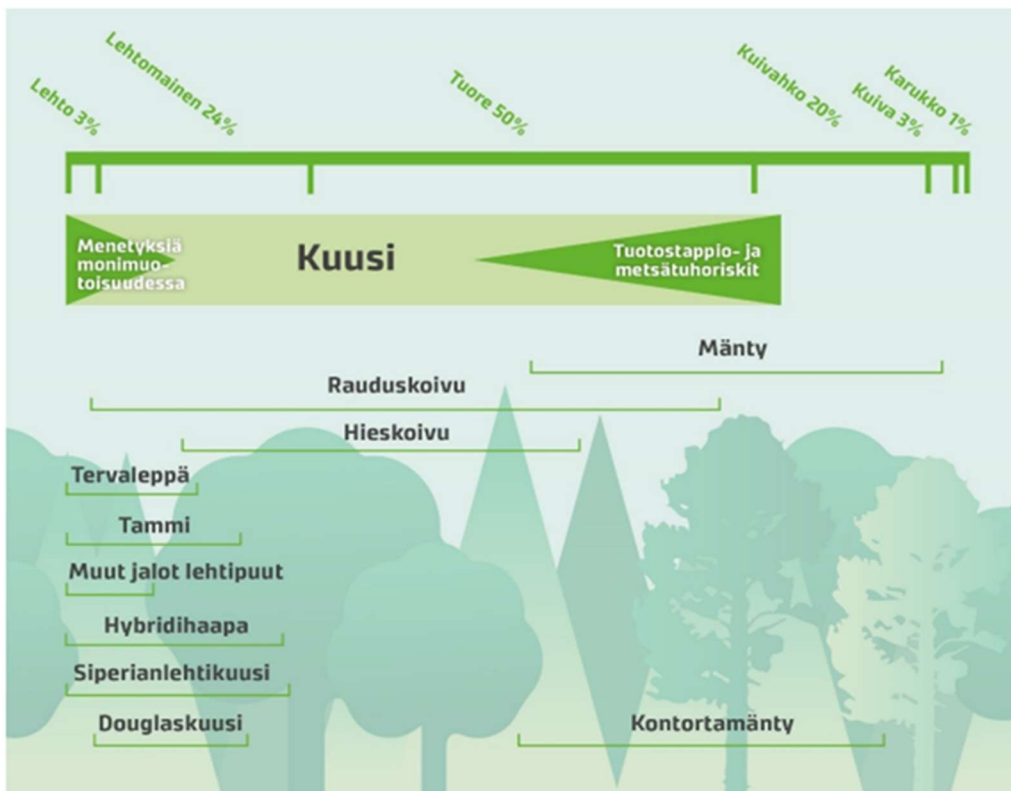
Myös maalaji otettiin huomioon siementarvearvion laskennassa. Luonnonvarakeskus tuotti tätä varten VMI12-aineistosta maakunnittaiset puuntuotantoon käytettävät pinta-alat kasvupaikkaluokan, maalajin ja raekoon mukaan. Myös nämä pinta-alat muutettiin lähtöisyysalueittaisiksi. Siementarvearvion laskennan kannalta keskeisintä oli tieto tuoreiden kankaiden maalajijakaumasta ei lähtöisyysalueilla (kuvio 9). Lisäksi huomiota kannattaa kiinnittää männyn kylvölle soveltuvien riittävän karkealajitteisten kasvupaikkojen esiintymiseen.



Kuvio 9. Maalajijakauma eri kasvupaikkatyypeittäin eri lähtöisyyalueilla. Lehdot ja lehtomaiset kankaat (OMaT+), tuoreet kankaat (MT), kuivahkot kankaat (VT), kuivat kankaat (CT-), ruohoturvekangas (Rhtkg), mustikkaturvekangas (Mtkg), puolukkaturvekangas (Ptkg) ja varputuorekangas (Vatkg). Orgaaninen kangas (KgOrg), kallio, hieno moreeni (HieMo), keskikarkea moreeni (KekaMo), karkea moreeni (KarMo), hieno lajittunut maa (HieLa), keskikarkea lajittunut maa (KekaLa) ja karkea lajittunut (KarLa).

Puulajin ja uudistamismenetelmän valinta

Siementarvearvion laskennassa kullekin kasvupaikkatyypille uudistettava puulaji valittiin noudattaen nykyisiä metsänhoitosuosituksia kangas- ja turvemailla (Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023). Maalaji otettiin huomioon puulajin valinnassa sekä siinä, sopiiko männylle uudistettava kasvupaikka paremmin istutettavaksi vai kylvettäväksi. Lisäksi otettiin huomioon tarve monipuolistaa puulajivalikoimaa metsänviljelyssä (kuvio 10, Ruotsalainen ym. 2022).



Kuvio 10. Puulajien soveltuvuus eri kasvupaikoille. Yläreunan prosenttiosuudet kuvaavat kunkin kasvupaikkatyyppin osuutta Etelä-Suomessa (Ruotsalainen ym. 2022).

Puulajivalinnassa kasvupaikat jaettiin männylle uudistettaviin kuivahkoihin ja kuiviin kankaisiin sekä puolukka- tai varputurvekankaisiin. Kuusta ja muita puulajeja voitiin istuttaa tuoreille kankaille tai mustikkaturvekankaille ja niitä viljavammille

kasvupaikoille. Jalojen kotimaisten lehtipuiden, hybridihaavan, siperianlehtikuusen, douglaskuusen viljely rajoittuu lehtoihin, lehtomaisiin kankaisiin tai ruohoturvekankaisiin. Useiden jalojen lehtipuiden viljely rajoittuu eteläiseen Suomeen. Ilmaston muuttuessa käyttöalueet siirtyvät vähitellen nykyistä pohjoisemmaksi.

Keskikarkeat moreenimaat tuoreilla kankailla ovat puulajivalinnan kannalta keskeisessä roolissa, sillä ne voidaan uudistaa männylle, kuuselle, raudus- tai hieskoivulle. Ilmaston muuttuessa kuusen kasvatuksen riskit lisääntyvät erityisesti tuoreiden kankaiden karummassa osassa, jossa lisääntyvä kuivuus voi aiheuttaa tuotostappiota ja riskit metsätuhoille lisääntyvät (Ruotsalainen ym. 2022). Lehdossa ja lehtomaisilla kankailla kuusen suosiminen voi vähentää metsien monimuotoisuutta.

Siementarvearvion laskennassa männyn kylvö kohdennettiin sille soveltuville kasvupaikoille. Roustetuhojen vuoksi paljon hienoja lajitteita sisältävät lajittuneet ja moreenimaat ei sovellu kylvettäväksi. Männyn istutus lisääntyi erityisesti tuoreiden kankaiden moreenimailla, jossa mänty korvataan kuusella.

Metsänuudistamisen trendit

Metsänuudistamisessa tapahtuvia muutoksia kartoitettiin Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle tehdyssä kyselyssä sekä metsätaimituottajien haastatteluissa (liitteet 3 ja 4). Kyselyssä tiedusteltiin, millaisia trendejä neuvottelukunnan jäsenorganisaatiot näkivät eri puulajien viljelyssä vuoteen 2060 mennessä. Kooste kyselyn tuloksista on koottu liitteeseen 3.

Neuvottelukunta arvioi männyn viljelyn määrän lisääntyvän ja kuusen istutuksen vähenevän lähtöisyysalueilla 1, 2 ja 3. Rauduskoivun ja muiden puulajien istutuksen odotettiin lisääntyvän lähtöisyysalueilla 1, 2 ja 3. Myös männyn kylvön odotettiin lisääntyvän lähtöisyysalueilla 1, 2 ja 3.

Enemmistö metsätaimituottajista arvioi kokonaistaimitarpeen pienenevän tarkastelujaksolla (2060 saakka) hieman. Lähes kaikki vastaajat näkivät, että kuusen osuus tulee pienenevän erityisesti männyn ja rauduskoivun osuuksien kasvaessa lähivuosisikymmeninä. Sitä, kuinka paljon osuus pienenee, pidettiin vaikeana arvioida. Kukaan vastaajista ei kuitenkaan olettaut kuusen osuuden vähentyvän dramaattisesti. Muiden kuin kolmen pääpuulajin osuuksien uskotaan jäävän pieniksi, vaikka niiden viljely kasvaa. Osa taimitarhureista pohti lehtikuusen ja tammen viljelyn lisääntyvän. Myös tervaleppä, douglaskuusi sekä nopeakasvuiset hybridihaapa sekä hieskoivu mainittiin suosiota lisäävinä puulajeina. Eräät vastaajat toisaalta miettivät, voiko kuusen suosio lisääntyä myöhemmin uudelleen.

Metsätaimituottajien kesken vallitsi yhteneväinen näkemys siitä, että jalostetun siemenen tuotannon painopistettä on tarkasteluajanjaksolla tarpeen siirtää nykyistä pohjoisemmaksi. Männyn siemenviljelysten käyttöalueiden nykyistä pohjoisrajaa pidettiin riittävänä. Osa vastaajista näki, että kuusen käyttöalueen pohjoisrajaa on syytä nostaa, erityisesti Itä-Lapissa. Myös rauduskoivun jalostetun siemenen saatavuuden pohjoisrajaa kritisoitiin. Useimmat vastaajat pitivät nykyisen pohjoisimman siemenviljelyksen käyttöalueen pohjoisrajaa riittämättömänä, osa selvästi liian eteläisenä.

Siementarvearvion trendien arvioinnissa käytettiin lähtötilanteena Luonnonvarakeskuksen kokoamia metsänhoito- ja metsänparannustöiden tilastoja vuosilta 2016–2020. Metsänuudistamisessa tapahtuvia muutoksia arvioitiin nykytilanteesta (tilasto 2016–2020) 2060-luvulle saakka (2059–2068) (taulukko 6).

Männyn istutuksen oletettiin lisääntyvän erityisesti tuoreiden kankaiden (MT) keskikarkeilla moreenimailla, jotka soveltuvat männylle paremmin kuin kuuselle tulevassa ilmastossa (taulukko 7). Männyn viljelyn oletettiin olevan lähtöisyysalueilla 1, 2 ja 3 kymmenen, kahdeksan ja viisi prosenttiyksikköä nykyistä suurempi 2060-luvulla. Kuusen viljelyn odotettiin laskevan vastaavasti. Muilla lähtöisyysalueilla ei odotettu tapahtuvan merkittäviä muutoksia.

Taulukko 6. Siementarvearvion laskennassa käytetyt männyn ja kuusen viljelyn muutokset prosentteina eri lähtöisyysalueilla.

| Lähtöisyysalue | Männyn viljely | | Kuusen ja muiden puulajien viljely | |
|----------------|----------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| | 2016-2020 | 2059-2068 | 2016-2020 | 2059-2068 |
| 1 | 24 % | 34 % | 76 % | 66 % |
| 2 | 37 % | 45 % | 63 % | 55 % |
| 3 | 65 % | 70 % | 35 % | 30 % |
| 4 | 65 % | 65 % | 35 % | 35 % |
| 5 ja 6 | 73 % | 73 % | 27 % | 27 % |

Männyn istutuksen osuus männyn viljelystä lisääntyi, koska istutusta lisättiin tuoreiden kankaiden kasvupaikoilla, jotka eivät sovellu kylvettäviksi männylle.

Siementarvearvion laskennassa männyn kylvön oletettiin lisääntyvän maltillisesti koko maassa. Kylvö kohdennettiin sille soveltuville kasvupaikoille. Tavoitteena oli välttää männyn kylvön lisääntyminen liian viljavilla, paljon hienoja lajitteita sisältävillä kasvupaikoilla, joilla roustetuhot johtavat huonoon uudistumistulokseen. Näillä oletuksilla kylvön suhteellinen osuus laski kaikilla lähtöisyysalueilla (taulukko 7).

Taulukko 7. Siementarvearvion laskennassa käytetyt männyn istutuksen ja männyn kylvön muutokset prosentteina eri lähtöisyysalueilla niille sopivilla kasvupaikoilla.

| Lähtöisyysalue | Männyn istutus | | Männyn kylvö | |
|----------------|----------------|-----------|--------------|-----------|
| | 2016-2020 | 2059-2068 | 2016-2020 | 2059-2068 |
| 1 | 60 % | 81 % | 40 % | 19 % |
| 2 | 58 % | 64 % | 42 % | 36 % |
| 3 | 50 % | 71 % | 50 % | 29 % |
| 4 | 40 % | 38 % | 60 % | 62 % |
| 5 ja 6 | 44 % | 36 % | 56 % | 64 % |

Taulukko 8. Siementarvearvion laskennassa käytetyt kuusen, rauduskoivun ja muiden puulajien istutuksen muutokset prosentteina niille sopivilla viljavilla kasvupaikoilla eri lähtöisyysalueilla.

| Lähtöisyysalue | Kuusi | | Rauduskoivu | | Muut puulajit | |
|----------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------|
| | 2016-2020 | 2059-2068 | 2016-2020 | 2059-2068 | 2016-2020 | 2059-2068 |
| 1 | 91,5 % | 80,0 % | 8,1 % | 16,3 % | 0,4 % | 3,7 % |
| 2 | 95,1 % | 90,0 % | 4,7 % | 8,0 % | 0,2 % | 2,0 % |
| 3 | 97,3 % | 95,0 % | 2,7 % | 3,3 % | 0,1 % | 1,7 % |
| 4 | 99,3 % | 99,7 % | 0,7 % | 0,3 % | 0,0 % | 0,0 % |
| 5 ja 6 | 99,0 % | 99,7 % | 1,0 % | 0,3 % | 0,0 % | 0,0 % |

Kuusen istutuksen sille soveltuvilla kasvupaikoilla oletettiin vähenevän lähtöisyysalueilla 1, 2 ja 3 (taulukko 8). Rauduskoivun ja muiden puulajien osuudet lisääntyivät vastaavasti. Lähtöisyysalueen 1 viljavilla mailla (MT, OMT+) kuusen istutuksen osuuden oletettiin laskevan 80 prosenttiin, koivun osuuden kaksinkertaistuvan 16 prosenttiin ja muiden puulajien osuuden lisääntyvän neljään prosenttiin. Lähtöisyysalueella 2 oletettiin, että rauduskoivun osuus olisi kahdeksan ja muiden puulajien kaksi prosenttia. Lähtöisyysalueella 3 rauduskoivun ja muiden puulajien osuuden oletettiin olevan nousevan viiteen prosenttiin viljaville maille uudistettavien puulajien määrästä.

Edellä kuvattujen oletusten perusteella saatiin pääpuulajien istutuspinna-alat ja männyn kylvöala 2060-luvulla lähtöisyysalueittain (taulukko 9). Kuusen ja rauduskoivun viljely painottui lähtöisyysalueille 1 ja 2. Männyn viljely painottui voimakkaasti lähtöisyysalueille 2 ja 3.

Vuoden 2011 ohjelmaan verrattuna kuusen istutusalan oletettiin pienevän noin 14 000 ha. Vastaavasti sekä kuusen että rauduskoivun istutuspinna-alojen odotettiin kaksinkertaistuvan. Männyn kylvöpinna-alan odotettiin pienevän noin 2 900 hehtaarilla vuoden 2011 ohjelman pinna-aloihin verrattuna.

Taulukko 9. Siementarvearvion laskennassa käytetyt pääpuulajien istutusalat ja männyn kylvöalat ja niiden vertailu vuoden 2011 ohjelman pinna-aloihin.

| Lähtöisyysalue | Pääpuulajien istutusala, ha | | | Männyn kylvöala, ha |
|---------------------|-----------------------------|--------|-------------|---------------------|
| | Kuusi | Mänty | Rauduskoivu | Mänty |
| 1 | 21 663 | 9 795 | 4 416 | 2 346 |
| 2 | 30 085 | 16 625 | 2 654 | 9 555 |
| 3 | 9 814 | 16 051 | 343 | 6 420 |
| 4 | 4 073 | 2 920 | 12 | 4 673 |
| 5-6 | 1 431 | 3 763 | 4 | 6 606 |
| Yhteensä | 67 066 | 49 153 | 7 429 | 29 600 |
| Vuoden 2011 ohjelma | 81 312 | 25 394 | 4 719 | 32 481 |

Istutustiheydet ja istutukseen tarvittavat taimimäärät

Metsänistutukseen tarvittava taimimäärä riippuu kunkin puulajin osalta istutuspinnoista. Uusissa metsänhoidon suosituksissa sovelletaan kuusen osalta alhaisempaa istutustiheyttä (1 500–1 800 kpl/ha), koska tavoitteena on sekapuuston saaminen kuusitaimikkoon. Siementarvearvion laskennassa käytettiin kuusella istutustiheyttä 1 700 kpl/ha. Istutustiheys valittiin metsänhoitosuunnitelman vaihteluvälin yläosasta, koska haluttiin varmistaa riittävä taimien saatavuus tulevaisuuden metsänhoidossa. Laskennassa käytetty istutustiheys oli 100 tainta/ha pienempi kuin vuoden 2011 ohjelmassa.

Metsänhoitosuosituksissa ehdotetaan männylle 2 000–2 400 kpl/ ha istutustiheyttä. Siementarvearvion laskennassa käytettiin 2 200 kpl/ha arvoa, mikä on vaihteluvälin keskiarvo. Männyn siementarvearvion laskennassa käytetty istutustiheys oli 200 kpl/ha korkeampi, kuin edellisessä ohjelmassa. Koivulla käytettiin nykyisten metsänhoitosuosituksen arvoa 1 600 kpl/ha, mikä on sama kuin edellisessä ohjelmassa. Toisin kuin edellisessä ohjelmassa, uudessa ohjelmassa ei käytetty Lapissa suurempia istutustiheyksiä kuin maan eteläosissa.

Näillä istutustiheyksillä ja puulajeittaisilla metsänistutusaloilla tulevaisuuden taimitarpeeksi saatiin kuusella, männyllä ja rauduskoivulla 114, 108 ja 12 miljoonaa tainta (taulukko 10). Taimimäärä jakautui eri lähtöisyysalueilla taulukossa 5.5 esitettyjen uudistamispinta-alojen suhteessa.

Taulukko 10. Siementarvearvion laskennassa käytetyt männyn, kuusen ja rauduskoivun taimimäärät ja niiden vertailu Ruokaviraston tilastoisiin taimimääriin vuosilta 2016–2022.

| Lähtöisyysalue | Taimitarve, kpl | | |
|---------------------|-----------------|-------------|-------------|
| | Kuusi | Mänty | Rauduskoivu |
| 1 | 36 827 714 | 21 548 234 | 7 065 813 |
| 2 | 51 144 044 | 36 575 838 | 4 246 111 |
| 3 | 16 683 036 | 35 312 219 | 548 323 |
| 4 | 6 923 771 | 6 423 027 | 19 608 |
| 5-6 | 2 432 820 | 8 277 544 | 6 890 |
| Yhteensä | 114 011 384 | 108 136 862 | 11 886 744 |
| Tilasto (2016-2021) | 114 626 103 | 47 648 714 | 6 795 412 |

Verrattuna tilastoituihin taimimääriin (2016–2020) männyn ja rauduskoivun taimitarve kaksinkertaistui ja kuusen taimimäärä pysyi ennallaan (taulukko 10). Taimimääriä tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon, että kuusen uudistamis-pinta-alan ja istutustiheyden laskivat ja männyllä molemmat arvot olivat korkeampia, kuin vuoden 2011 ohjelmassa. Männyn taimitarpeen lisäyksen syynä on männyn viljelyn oletettu lisääntyminen tuoreilla kankailla. Koivulla taimimäärän lisäys johtuu tarpeesta monipuolistaa metsiemme puulajikoostumusta.

Jalostetun siemenen käytön osuus taimitarha- ja metsäkylvöissä

Jalostetun siemenen tavoiteosuutta taimitarha- ja metsäkylvöissä kartoitettiin Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle tehdyn kyselyn avulla (liite 3). Kyselyjen vastauksista ilmeni, että taimitarhoilla olisi syytä käyttää aina jalostettua siementä, kun se on mahdollista. Männyn metsäkylvöjen jalostetun siemenen tavoiteosuuksia tulisi nostaa selvästi vuoden 2011 ohjelman tavoitteisiin verrattuna. Perusteena tälle oli se, että metsänjalostuksen hyötyjen, kuten kasvun lisäys jää muuten saavuttamatta kylvökohteilla.

Männyllä asetettiin tavoitteeksi, että jalostettua siemenviljelyssiementä käytetään taimitarhakylvöihin aina koko maassa (taulukko 11). Nykyisellään männyn käyttöalueet kattavat jo lähes sen alueen, jolla männyn istutusta tehdään. Jatkossa männyn siemenviljelyksiä on tarkoitus perustaa nykyistä pohjoisemmaksi, mikä mahdollistaa nykyistä pohjoisemmat käyttöalueet.

Taulukko 11. Siementarvearvion laskennassa käytetyt siemenviljelyssiemenen tavoiteosuudet taimitarha ja metsäkylvöissä puulajeittain.

| Lähtöisyysalue | Taimitarhakylvöt | | | Metsäkylvöt |
|----------------|------------------|-------|-------------|-------------|
| | Kuusi | Mänty | Rauduskoivu | Mänty |
| 1 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| 2 | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| 3 | 100 % | 100 % | 100 % | 90 % |
| 4 | 100 % | 100 % | | 80 % |
| 5-6 | 80 % | 100 % | | 60 % |

Kuusen taimitarhakylvöissä tavoitellaan sadan prosentin osuutta niillä lähtöisyysalueilla (1–4), joilla sitä on saatavilla (taulukko 11). Lähtöisyysalueella 5–6 jalostetun siemenen tavoitteeksi asetettiin 80 prosenttia. Rauduskoivun osalta jalostetun siemenen tavoitteeksi asetettiin sata prosenttia lähtöisyysalueilla 1–3. Rauduskoivun osalta tulee varmistaa, että jalostettua siementä on tulevaisuudessa saatavilla koko lähtöisyysalueelle 3.

Siemenviljelyssiemenen osuudeksi männyn metsäkylvöissä tavoitellaan sataa prosenttia lähtöisyysalueilla 1 ja 2 (taulukko 11). Näillä lähtöisyysalueilla jalostetun siemenen osuus on jo nykyisin lähellä sataa prosenttia ja metsiköistä siementä ei juurikaan kerätä, joten sitä ei ole tarjolla. Maan pohjoisosissa lähtöisyysalueilla 3, 4 ja 5 metsäkylvöissä tavoiteosuudet jalostetulle siemenelle ovat 90, 80 ja 60 prosenttia.

Kuusen ja rauduskoivun metsäkylvöihin ei ole tarkoitus tuottaa siemenviljelyssiementä. Metsäkylvöissä käytetään tarvittaessa metsikkösiementä. Näillä puulajeilla kylvön määrä on vähäinen.

Kuusen alkiomonistukseen perustuvan kasvullisen lisäyksen vaikutus siementarpeeseen

Kuusen alkiomonistukseen (somaattinen embryogeneesi, SE) perustuvan kasvullisen lisäyksen tutkimus- ja kehitystyö Lukessa alkoi syksyllä 2011. Alkiomonistuksessa lähtöaineistona käytetään siemenalkioita, joita monistetaan solukkoviljelyyn avulla. Luke rekisteröi ensimmäisenä Euroopassa vuoden 2017 lopulla Etelä-Suomeen tarkoitetun kuusen SE-aineiston metsänviljelyaineistoksi, mikä mahdollistaa kaupallisen tuotannon. Tällä hetkellä Lukessa on meneillään Public-Private-Partnership -projekti, jossa haetaan yksityisten toimijoiden sekä Savonlinnan kaupungin kanssa kansallista toimintamallia SE-tuotannon järjestämiseksi. Projektissa myös rekisteröidään lisää SE-aineistoja metsänviljelyaineistoksi Etelä- ja Keski-Suomeen kaupallisen tuotannon mahdollistamiseksi sekä varmistetaan aineistojen saatavuus kryovarastoa kasvattamalla. Luonnonvarakeskuksen ja projektissa toimivien tahojen arvio on, että kaupallisessa SE-tuotannossa tavoiteltava vuotuinen lisäysmäärä voisi olla 10–20 miljoonaa kuusen taimea (liite 5). Tällä määrällä voitaisiin arvioida olevan merkitystä siemenviljelysten vuotuisten siemensatojen vaihtelun tasaajana, mutta ei siemenviljelyn korvaajana.

Metsätaimituottajien haastatteluissa kaikki vastaajat olivat yksimielisiä siitä, että kuusen kasvullisen lisäyksen kehitystyö ei vaikuta siementarpeeseen. Menetelmän laajamittaiseen käyttöönottoon ei vastaajasta riippuen uskota lainkaan tai sen ei uskota tapahtuvan lähitulevaisuudessa.

Näin ollen voidaan todeta, että tässä vaiheessa SE-tuotannon kehittämistyöllä ei ole vaikutusta kuusen siementarpeen suuruuteen. SE-tuotannon kehittymistä on kuitenkin seurattava ja tarvittaessa huomioitava perustamisohjelman päivityksissä tulevaisuudessa.

Taimitarha- ja metsäkylvöihin tarvittava siemenmäärä

Taimitarhakylvöihin tarvittavan siemenmäärän laskentaan vaikuttaa se, paljonko siemeniä tarvitaan tietyn taimimäärän tuottamiseen. Työryhmä oletti, että tuhannen taimen tuottamiseen tarvitaan kuusella 9,1, männyllä 8,8 ja koivulla 3,3 grammaa siementä eli yhdellä siemenkilolla voidaan tuottaa noin 109 900 kuusen, 113 600 männyn ja 300 000 koivun tainta. Lukuihin päädyttiin työryhmän asiantuntija-arviona metsätaimituottajien haastatteluja ja Ruokaviraston keräämiä tilastoja käyttäen.

Useimpien metsätaimituottajien mukaan siemenen käytön tehokkuus on lisääntynyt taimituotannossa vuoden 2011 siementarvearviossa esitetyistä luvuista. Jalostetun siemenen käytön osuus on noussut, minkä vuoksi siemenerat ovat nykyisin paremmintäisiä ja 2-siemenkylvöjä käytetään entistä harvemmin. Toisaalta jalostettu siemen on painavampaa, mikä vähentää käytettyä siemenkiloa kohti saatavaa taimimäärää. Osa haastattelukysymyksiin vastaajista kommentoi, että tulevaisuuden kilomääräiseen siementarpeeseen vaikuttaakin jalostetun siemenen saatavuus. Rauduskoivun taimituotannossa on tapahtunut muutos edelliseen siementarvearvioon verrattuna, kun on valtaosin siirrytty pilleröidyn siemenen käyttöön. Tämä muutos tekee siemenen käytön tehokkuudessa tapahtuneiden muutosten arvioinnista ja myös tulevan siementarpeen arvioinnista rauduskoivulla vaikeaa.

Useat taimituottajat toivat haastatteluissa esille, että mahdollinen kasvuturpeesta luopuminen taimituotannossa voi vaikuttaa siementarpeeseen. Osa haastatelluista ajatteli, että siementarve voi lisääntyä, sillä kasvualustan vaihtaminen tulee alentamaan taimisaantoja. Toisaalta pohdittiin, että turpeesta luopuminen voi myös nostaa taimien hintoja siinä määrin, että metsänviljely kokonaisuudessaan vähenee luontaisen uudistamisen lisääntyessä, jolloin myös siementarve pienenee.

Edelliseen ohjelmaan verrattuna saantojen arvoitiin paranevan siten, että yhdellä siemenkilolla saadaan kuusella vajaat 5 000 ja männyllä 3 300 tainta enemmän. Koivun siementen saantoarvio päätettiin pitää ennallaan.

Taimitarhakylvöihin tarvitaan koko maassa 1 033 kiloa kuusen siemenviljelyssiementä vuosittain (taulukko 12). Metsikkösiementä tarvitaan neljä kiloa vuodessa Lapin pohjoisosien taimituotantoa varten. Suurin osa (77 %) kuusen siementarpeesta kohdistui Etelä-Suomeen lähtöisyysalueille 1 ja 2. Männyn siementarve taimitarhakylvöihin oli 953 kiloa vuodessa. Siementarve painottui lähtöisyysalueille 2 ja 3, joiden osuus oli 66 prosenttia männyn taimitarhakylvöjen siementarpeesta. Rauduskoivun siementarve taimitarhakylvöihin oli 39 kiloa vuodessa. Rauduskoivun siementä tarvitaan pääasiassa lähtöisyysalueilla 1 ja 2.

Taulukko 12. Siemenviljelyksiltä kerätyn siemenen tarve taimitarha- ja metsäkylvöissä vuosittain. Kylvöihin tarvittavan metsikkösiemenen määrä on ilmoitettu suluissa.

| Lähtöisyysalue | Siementarve taimitarhakylvöihin, kg | | | Siementarve metsäkylvöihin, kg | |
|----------------|-------------------------------------|-------|-------------|--------------------------------|---------|
| | Kuusi | Mänty | Rauduskoivu | Mänty | |
| 1 | 335 | 190 | 23 | 586 | |
| 2 | 465 | 322 | 14 | 2 389 | |
| 3 | 152 | 311 | 2 | 1 445 | (161) |
| 4 | 63 | 57 | 0 | 935 | (234) |
| 5–6 | 18 | (4) | 73 | 991 | (661) |
| Yhteensä | 1 033 | (4) | 953 | 6 345 | (1 055) |

Männyn metsäkylvöön tarvittava siemenmäärä riippuu metsäkylvöpinta-alasta ja hehtaarille kylvettävän siemenen määrästä. Siementarvearvion laskennassa käytettiin kylvömääränä 250 grammaa siementä hehtaarilla. Kylvömäärä on sama kuin vuoden 2011 ohjelmassa. Jalostettu männyn siemenviljelyssiemen on fysiologiselta ja geneettiseltä laadultaan hyvää. Siemenviljelyssiemenet ovat isompia ja niistä kehittyvät suurempia sirkkataimia kuin metsikkösiemenestä. Suuret sirkkataimet kestävät paremmin roustetta ja kilpailua kuin pienet taimet. Toisaalta siemenviljelyssiemenen tuhatjyväpaino on suurempi kuin metsikkösiemenellä, joten siemenviljelyssiemeniä on

kilossa vähemmän kuin metsikkösiementä. Hehtaarille kylvettävän siemenmäärän muuttamiselle ei kuitenkaan nähty perusteita tässä vaiheessa. Metsäkylvömenetelmiä ja -koneita kehitetään jatkuvasti, joten myös kylvömäärää voidaan tarkastaa teknisen kehityksen ja konekannassa tapahtuvien muutosten myötä.

Metsäkylvöjen siementarpeeksi arvioitiin 7 400 kiloa siementä, josta siemenviljelyssiementä oli 6 345 kiloa ja metsikkösiementä 1 055 kiloa (taulukko 12). Siementarve on suurin lähtöisyysalueella 3 ja pienin lähtöisyysalueella 1. Metsikkösiementä tarvitaan lähtöisyysalueiden 3, 4, ja 5–6 metsäkylvöihin.

6 Siemenviljelysten perustamisohjelma

6.1 Siemenviljelysten jalostuksellinen tausta

Siemenviljelyssiemenen tuotanto on tähän asti perustunut luonnosta hyvien ulkoisten ominaisuuksiensa (ensimmäisen polven siemenviljelykset) tai jälkeläiskoetulosten perusteella (1,5-polven siemenviljelykset) valittuihin pluspuihin. Jälkeläiskokeista saatu informaatio mahdollistaa tarkemman jalostusarvostelun ja valinnan alkuperäisessä pluspuujoukossa. Jälkeläistestauksen perusteella jatkoon valitut puut muodostavat ns. jalostuspopulaation, johon hyväksytyjen yksilöiden sallitaan siirtää perintökijänsä seuraavaan sukupolveen. Tämä tarkoittaa yksilöiden risteyttämistä keskenään tietyn suunnitelman mukaan. Näin luodaan uusi, laajasti muunteleva jälkeläisaineisto, josta testausmenettelyn kautta valittava parhain osa muodostaa paitsi saman sukupolven jalostuspopulaation, myös uusien siemenviljelysten rungon.

Männyn ensimmäiset toisen polven risteytysaineistot tuotettiin Etelä- ja Keski-Suomessa 2000-luvun alussa. Yli 300 pluspuun risteytyksistä saadut noin 60 tuhatta siemenjälkeläistä viljeltiin 15 jälkeläiskokeeseen. Jälkeläisten valinta jatkojalostukseen ja siemenviljelyksille perustuu noin 15 vuoden ikäisten jälkeläisten kasvu- ja laatutulosten pohjalta tehtyyn jalostusarvosteluun. Jalostusarvot kokeissa kasvaville jälkeläisille lasketaan hyödyntäen paitsi jälkeläisistä itsestään, myös niiden täys- ja puolisisarista kerättyä mittaustietoa. Käytetty tilastollinen malli huomioi puiden keskinäiset sukulaisuudet ja ennustaa jalostusarvot myös jälkeläisten vanhemmille. Toisen polven jalostuspopulaatiot muodostetaan pääosin kokeista valittujen risteytysjälkeläisten pohjalta ottaen huomioon jalostuspopulaation sukulaistumiselle asetettavat rajoitteet.

Pohjois-Suomeen ei ole toistaiseksi tuotettu männyn toisen polven risteytysaineistoja, ja sinne perustettavat (1,5-polven) mäntysiemenviljelykset koostetaan jälkeläiskokeissa testatuista parhaista pluspuista.

Kuusen toisen sukupolven jalostusaineistoja testataan parhaillaan kymmenissä kenttäkokeissa koko maan laajuudelta. Pluspuiden jälkeläisten parhaimmisto seulotaan tarkempaan testaukseen kasvua, elinvoimaisuutta, tuhonkestävyyttä ja kevätfenologiaa painottavan fenotyypin esivalinnan kautta. Varsinainen testaus ja jalostusarvostelu perustuu kuusella jälkeläiskokeisiin, jotka on perustettu kloonitaimilla eri ympäristöihin. Ensimmäiset valinnat kuusen toisen polven jalostuspopulaatioihin ja

siemenviljelyyn ovat eteläsuomalaisten pluspuiden vapaapölytysjälkeläisistä valittuja ehdokkaita. Tämän aineiston jalostusarvostelu ajoittuu 2020-luvun toiselle puoliskolle. Kuusen pluspuiden risteytysaineistot valmistuivat ja niiden testaus alkoi Etelä-Suomessa 2010-luvun lopulla ja toisen polven valintoja niistä päästään hyödyntämään kuusen siemenviljelyssä 2030-luvun keskivaiheilla. Pohjois-Suomessa vastaavat valinnat ajoittuvat 2030-luvun loppupuolelle.

Rauduskoivun jalostuspopulaatiot ja siemenviljelykset koostetaan jälkeläiskoetulosten perusteella kunkin kohdealueen parhaista (1.–4. sukupolven) pluspuista.

Toisen polven (samoin kuin kaikkien myöhempien polvien) valintojen hyödyntämistä vartesiemenviljelyssä tulee alkuvaiheessa hidastamaan valittujen puuyksilöiden nuoresta iästä johtuva niukkuus varttamiseen kelvollisista varteoksista. Tämä ongelma koskee erityisesti mäntyä, jonka laajan siemenviljelyspinta-alan vuoksi tarvittavat vartemäärät ovat selvästi muita puulajeja suurempia. Yhdestä valitusta nuoresta männystä saadaan vain muutama kymmenen varteoksaa (puun latvomisen mahdollistaa uusintakeruun muutaman vuoden kuluttua). Kuusen 2. polven aineistojen testaus perustuu kloonikokeisiin, jolloin valitusta yksilöstä saadaan varteoksia useista perimältään identtisistä eri koeviljelyksiltä kasvavista puuyksilöistä. Kuusella ongelma on siten lievempi kuin männyn kohdalla. Useista yksilöistä tehtävä varteoksakeruu toisaalta lisää virhevartteiden riskiä. Rauduskoivulla ongelmaa ei esiinny lainkaan siemenviljelyksillä tarvittavan vähäisen vartemäärän vuoksi.

Varteoksien riittävyys tiedostettiin siemenviljelysten perustamisen rajoitteeksi jo 1960-luvulla ensimmäisen polven mäntysiemenviljelysten perustamisen yhteydessä. Ongelma ratkaistiin tuolloin valitsemalla useita tuhansia pluspuita erityisesti Pohjois-Suomesta. 1,5-polven siemenviljelysten kohdalla ongelmalta vältyttiin, koska niihin on ollut saatavilla varteoksia varttuneista ensimmäisen polven siemenviljelysvarteista. Toisen jalostussukupolven kohdalla ylimääräisten toisen polven pluspuiden valinta ei olisi yhtä toimiva ratkaisu. Täydentävistä valinnoista ei saada sen enempää varteoksia kuin alkuperäisistä valituista puista. Lisäksi uudet valinnat olisivat läheistä sukua alkuperäisille valinnoille, koska valinta kohdistuisi samoihin täyssisarperheisiin. Sukulaisuusasteen nousu vaikeuttaisi toisen polven puiden hyödyntämistä siemenviljelyssä, jossa sukurasitusilmiöiden riski on perinteisesti pyritty rajoittamaan mahdollisimman pieneksi.

Varteoksien saatavuusongelma lievenee vähitellen, kun toisen polven mäntyvalinnat on saatu vartettua metsänjalostusohjelman kokoelmiin ja ensimmäisiin siemenviljelyksiin. Valittujen puiden varteet alkavat tuottaa varttamiseen sopivaa uutta oksamateriaalia muutaman vuoden kuluessa. Etelä-Suomeen perustettavat uudet mäntysiemenviljelykset tullaan kuitenkin alkuvaiheessa koostamaan eri sukupolvien puista, kuten on jo rauduskoivulla tapahtunut. Niiden rungon

muodostavat edelleen parhaat testatut 1,5-polven pluspuut, joita täydennetään alkuvaiheessa pienellä määrällä toisen polven valintoja. "Sekasiemenviljelysten" koostamista tulevat vaikeuttamaan paitsi ensimmäisen ja toisen polven kloonien jyrkästi epätasapainoiset vartemäärät, myös puiden keskinäiset sukulaisuudet. Sukulaisuuksien välttäminen kokonaan voi johtaa siemenviljelyksen geneettisen tason laskuun. Kloonikokoonpanon määrittämisestä tulee näissä siemenviljelyksissä ohjelmallisesti ratkaistava optimointiongelma, jossa on otettava huomioon sekä kloonien keskimääräinen jalostusarvo että kokoonpanoon sisältyvä sukusiitosriski. Sekasiemenviljelysten merkitys siementuotannossa tulee pieneneään, kun varteoksia geneettisesti paremmista toisen polven valinnoista tulee runsaammin saataville.

6.2 Mänty

Vuosittainen siemensatoarvio

Männyn 1,5-polven ja 2. polven siemenviljelysten siemensatoarvioiden laskennassa hyödynnettiin Ruokaviraston tietoja siemenviljelyskohtaisista kerätyistä vuosittaisista siemensadoista vuosilta 1959–2020. Siemensadot muunnettiin siemenviljelyksittäin hehtaarikohtaisiksi sadoiksi perustamisiän mukaan. Tästä laskettiin keskimääräinen siemensato siemenviljelyssukupolvittain ja siemenviljelyksen sijainnin määräämän lähtöisyysalueen mukaan. Keskimääräisessä tuotossa keräämättömät tyhjät vuodet olivat nolliina mukana keskiarvolaskennassa. Keskimääräisessä siemensadossa ovat mukana myös tehtyjen hoitotoimenpiteiden vaikutukset siemensatoon.

Keskimääräisessä siemensadossa jätettiin kuitenkin huomioimatta tuottamaton nuoruusvaihe. Näin saatiin 1. ja 1,5-polven siemenviljelyksille sijainnin (lähtöisyysalue) mukaan keskimääräinen siemensatoarvio 12 tai 15 vuodesta eteenpäin. 1. polven siemenviljelyksillä, joilla siemensatojen aikasarja on pitkä, käytettiin 12 vuoden rajaa, jolloin siementuotanto on jo vakiintunut. 1,5-polven viljelyksillä käytettiin 15 vuoden rajaa, koska sadot ovat vielä voimakkaasti nousevia ja aikasarja on lyhyt. Tällä vähennetään nuorempien ikävuosien heikompa siemensadon vaikutusta keskiarvoon. Männyn siemenviljelysten siemensatoarviot perustuvat pääosin 1,5-polven siemenviljelyksiin, mutta tarpeen mukaan myös 1. polven viljelyksiin.

Männyn 1,5-polven siemensatojen ja uuden ohjelman siemenviljelysten tarpeen laskennassa käytettiin taulukossa 6. Männyn 1,5-polven siemensatojen ja uuden ohjelman siemenviljelysten tarpeen laskennassa käytettiin taulukossa 13 esitettyjä siemenviljelyksen sijaintiin perustuvia keskimääräisiä siemensatoarvioita. Vuoden 2011 ohjelmaan verrattuna (3–7 kg/ha/v) ennusteita nostetaan uudessa ohjelmassa noin kahdella kilolla. Ruotsalaisten männyn siemenviljelysten ennuste on ollut 15–40 vuoden iällä 6,5–7,5 kg/ha, riippuen maantieteellisestä sijainnista (Almqvist & Wennström 2020). Ruotsalaisten viljelysten hoito poikkeaa istutustiheyden ja varteiden intensiivisten leikkausten vuoksi huomattavasti Suomen käytännöstä.

Männyn siemenviljelykset perustetaan peltomaalle pääsääntöisesti käyttöalueelleen taustapölytyksen ilmastollisen vaikutuksen minimoimiseksi. Poikkeuksena ovat Pohjois-Suomen lähtöisyysalueille 4–6 siementä tuottavat siemenviljelykset, jotka siirretään etelään lähtöisyysalueelle 3. Männyn pohjoisimpia viljelyksiä (lähtöisyysalue 6) voidaan perustaa lähtöisyysalueelle 4, mieluummin jokivarsien peltomaalle.

Männyn nykyiset 1,5-polven siemenviljelykset ovat vielä vaiheessa, jossa siementuotanto kasvaa voimakkaasti. Männyn siemenviljelysten keskimääräisen sadon arviointiin liittyy geneettisten harvennusten ja erityisesti varteiden leikkausten vaikutus, mikä näkyy hetkellisenä sadon alenemisena. Tehdyt toimenpiteet ovat mukana siemensatoarvioiden laskennassa. Esimerkiksi varteiden leikkauksia on tehty tarpeeseen nähden liian harvoin, minkä vuoksi leikkauksen satoa vähentävä vaikutus on käytetyssä tilastossa mahdollisesti aliarvio. Tästä tulee lisää tietoa 1,5-polven siemenviljelysten hoitotoimenpiteiden vakiintuessa ja siemensatotilastoinnin edetessä ja se pitää ottaa huomioon tulevissa perustamisohjelman päivityksissä.

Männyn 2. polven siemenviljelysten siementuotanto saattaa olla pienempi kuin 1,5-polven viljelyksillä, koska puiden (kloonien) tuotantopotentiaalia ei vielä tunneta eikä sitä voida huomioida kloonivalinnassa. Männyn 2. polven puiden osuus uusien siemenviljelysten perustamisen alkuvaiheessa on kuitenkin melko pieni johtuen varteoksien rajoitetusta saatavuudesta.

Siementuotantotavoite ja siemenviljelysten perustamistarve

Männyn siemenviljelysten perustamisohjelmaa varten laadittu siementarvearvio on kuvattu luvussa 5.3. Uuden perustamisohjelman tavoitteeksi asetettiin tuottaa arvion mukaisesti yhteensä 7 298 kiloa männyn siemenviljelyssiementä vuodessa (taulukko 13). Siemenviljelysten perustamiseen tarvittava pinta-ala saadaan jakamalla lähtöisyysalueittain laskettu siemenviljelysten siementuotantotavoite siemenviljelyshehtaarin tuottamalla keskimääräisellä siemensadolla.

Tavoiteltua siementuotantoa varten täytyy perustaa kaikkiaan 949 hehtaaria uusia männyn siemenviljelyksiä. Siemenviljelysten siementuotantotavoite kaksinkertaistui vuoden 2011 ohjelmaan verrattuna. Siementuotantoon tarvittava pinta-ala lisääntyy 384 hehtaarilla 565 hehtaarista 949 hehtaariin (taulukko 13). Siemenviljelyspinta-alan maltillisempi lisääntyminen verrattuna kilomääräiseen tuotantotavoitteeseen johtuu oletetusta siemensatojen kasvusta.

Siemenviljelyssiemenen käytön arvioidaan lisääntyvän kaikilla lähtöisyysalueilla. Tärkeimpinä syinä käytön lisäämiselle ovat metsänkäsittelyssä tapahtuvat muutokset ja siemenviljelyssiemenen tavoiteosuuden nosto metsäkylvöissä (katso tarkemmin luku 5.3).

Taulukko 13. Männyn siemenviljelysten vuosittainen siementuotantotavoite, siemensato ja perustamistarve verrattuna vuoden 2011 ohjelman tavoitteisiin.

| Lähtöisyysalue | Uusi siemenviljelysten perustamisohjelma 2023 | | | Vuoden 2011 perustamisohjelma | |
|----------------|---|-------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Siementuotanto-tavoite, kg | Siemensato, kg/ha | Perustamistarve, ha | Siementuotanto-tavoite, kg | Perustamistarve, ha |
| 1 | 776 | 9 | 86 | 548 | 78 |
| 2 | 2 711 | 9 | 301 | 1 250 | 179 |
| 3 | 1 755 | 8 | 219 | 1 160 | 173 |
| 4 | 991 | 6 | 165 | 429 | 72 |
| 5 ja 6 | 1 064 | 6 | 177 | 310 | 64 |
| Yhteensä | 7 297 | | 949 | 3 695 | 565 |

Siemenviljelysten perustamisohjelma

Siemenviljelysten perustamisohjelman tavoitteena on perustaa riittävä määrä siemenviljelyksiä täyttämään siementarve lähtöisyysalueittain. Siemenviljelysten perustaminen tulee ajoittaa siten, että tuotannosta poistuneet, oletetun tuotantoiän saavuttaneet viljelykset korvataan uusilla. Tavoitteena on mahdollisimman tasainen siementuotanto.

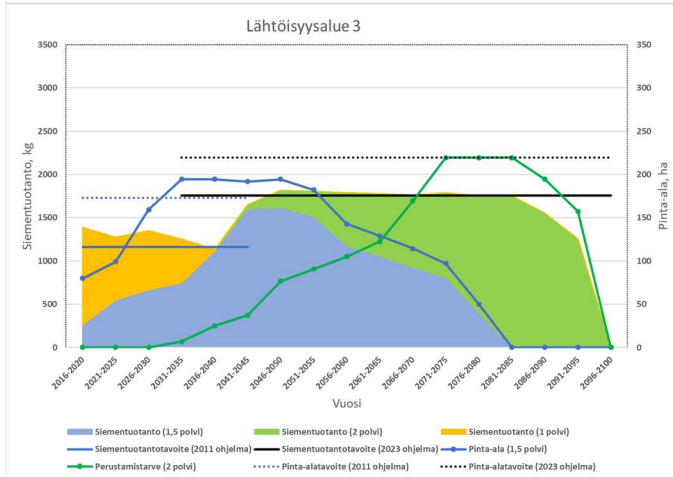
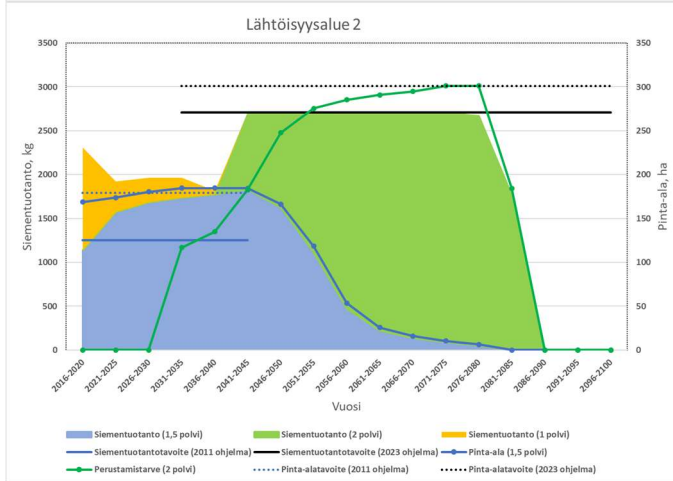
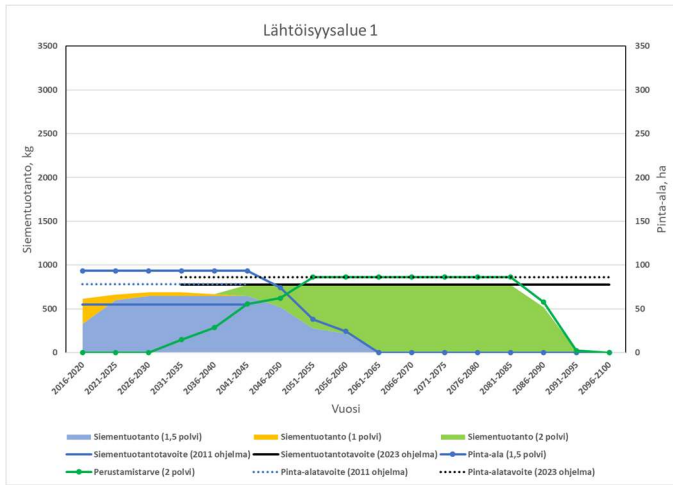
Vuoden 2011 ohjelmassa siemenviljelysten perustamiselle annettiin vain hehtaarikohtaiset tavoitteet lähtöisyysalueittain ja asetettiin tavoitteeksi tietty vuosi, jolloin kaikkien viljelysten tulisi olla perustettuna. Uudessa ohjelmassa tavoitteet siemenviljelysten perustamiselle annetaan edelleen lähtöisyysalueittain, mutta tavoiteaikataulu esitetään entistä tarkemmin, eli viisivuotiskausittain. Suunnitelmassa pyritään näin ollen huomioimaan entistä paremmin tuotantoiässä olevien siemenviljelysten tuotanto ja sen loppumisaika.

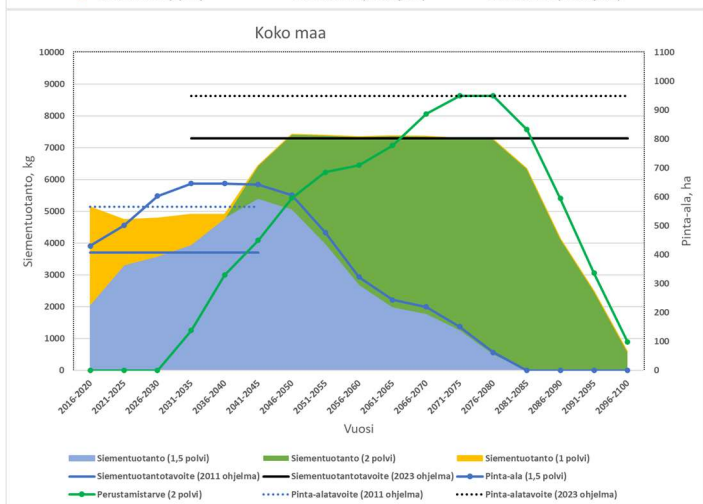
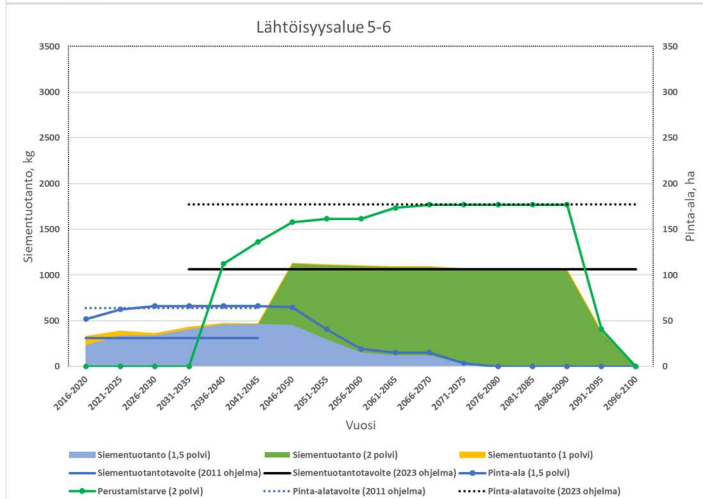
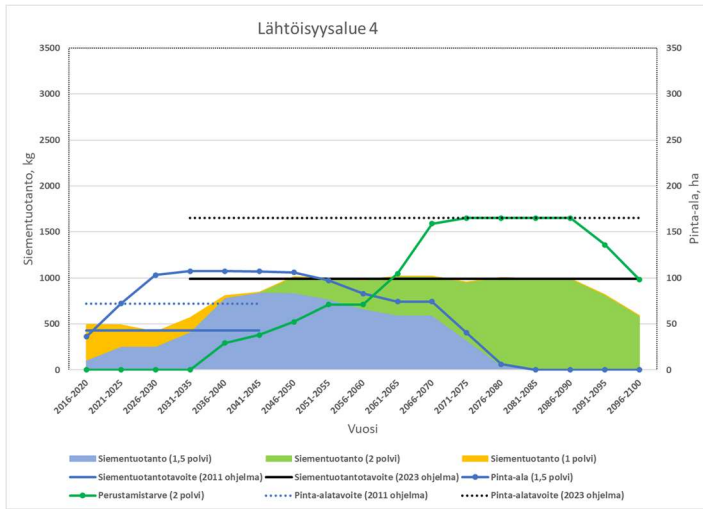
Suurin osa sekä männyn (1. polvi) on tullut tai on tulossa käyttöikänsä päähän. Ne poistuvat tuotannosta lähivuosina. Suuri osa näistä siemenviljelyksistä on perustettu viljavuudeltaan vaihteleville kasvupaikoille, pääsääntöisesti metsämaalle. Niiden kunto, korjuuolosuhteet ja hehtaarisadot vaihtelevat voimakkaasti viljelyksittäin. Näiden siemenviljelysten siementuotantoa on arvioitu niiden vuosina 2016–2020 toteutuneen tuotannon avulla niiden oletetun tuotantoajan loppuun saakka, eli kun ne ovat saavuttaneet 50 vuoden iän. Joitakin kyseisistä 1. polven siemenviljelyksistä tarvitaan edelleen tyydyttämään siementarve tietyissä osissa maata useiden vuosien ajan.

Uuden siemenviljelysten perustamisohjelman suunnittelua varten arviottiin 1,5-polven männyn siemenviljelysten siementuotanto viisivuotiskausittain niiden koko elinkaaren aikana (kuviot 11). Siementuotannon arvioinnissa käytettiin edellä kuvattuja arvioita vuosittaisista hehtaarisadoista. Siemenviljelysten siementuotanto kohdistettiin eri lähtöisyysalueille niiden nykyisten käyttöalueiden perusteella.

Männyn siemenviljelysten siementuotannon oletetaan alkavan kymmenen vuoden kuluttua perustamisesta ja kestävän 40 vuotta. Vanhoja 1.polven siemenviljelyksiä on tarkoitus käyttää tarpeen mukaan ja niiden kiertoaikaa voidaan tarvittaessa jatkaa. Tavoitteena on aluksi saattaa vuoden 2011 ohjelma valmiiksi vuoden 2030 loppuun mennessä. Kun vuoden 2011 ohjelman mukaiset hankkeet ovat pääsääntöisesti valmiita, on mahdollista aloittaa uuden ohjelman rahoittaminen.

Lähtöisyysalueella 1 kaikki männyn 1,5-polven siemenviljelykset on perustettu ennen vuotta 2016 ja ne kaikki ovat tulleet tuotantoiäkään (kuviot 11). Nämä siemenviljelykset tuottavat 645 kg siementä vuosittain. Uusi tuotantotavoite on 776 kg. 1,5-polven siemenviljelykset alkavat poistua tuotannosta 2040-luvulta alkaen. Uusia siemenviljelyksiä on tarve perustaa tasaisella vauhdilla yhteensä kunnes 86 hehtaarin perustamistarve täyttyy (taulukko 14). Ensimmäiset 15 hehtaaria tulee perustaa heti ohjelmakauden alussa 2030-luvulla.





Kuvio 11. Männyn siemenviljelysten vuosittaiset siementuotantoarviot ja siemenviljelysten pinta-alojen muutokset eri lähtöisyysalueilla ja koko Suomessa.

Lähtöisyysalueella 2 vuoden 2011 siemenviljelysten perustamisohjelma on saatu valmiiksi ja siemenviljelykset ovat saavuttaneet tuotantoiän (kuvio 11). Tällä alueella männyn siementarpeen arvioidaan lisääntyvän tulevaisuudessa voimakkaasti (taulukko 13). Jotta siementuotannolle asetettu tavoite 2 711 kiloa voidaan täyttää, tälle alueelle tarvitaan uusia viljelyksiä 301 hehtaaria. Tarve on 122 hehtaaria edellisen ohjelman tavoitetta suurempi. Näiden siemenviljelysten perustaminen tulee aloittaa 2030-luvun alusta lähtien ja painopiste on ohjelmakauden alussa (taulukko 14).

Taulukko 14. Männyn siemenviljelysten perustamisohjelma.

| Vuodet | Lähtöisyysalue | | | | | Yhteensä |
|-------------|----------------|-----|-----|-----|-----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5-6 | |
| 2023-2025* | | | | | | 57,4* |
| 2026-2030** | | | | | | 95,0** |
| 2031-2035 | 15 | 95 | 7 | 0 | 0 | 117 |
| 2036-2040 | 14 | 23 | 18 | 29 | 112 | 166 |
| 2041-2045 | 27 | 57 | 12 | 9 | 24 | 159 |
| 2046-2050 | 6 | 72 | 39 | 14 | 22 | 154 |
| 2051-2055 | 24 | 28 | 14 | 19 | 4 | 89 |
| 2056-2060 | 0 | 10 | 14 | 0 | 0 | 24 |
| 2061-2065 | 0 | 6 | 18 | 34 | 12 | 69 |
| 2066-2070 | 0 | 4 | 47 | 54 | 4 | 109 |
| 2071-2075 | 0 | 6 | 50 | 6 | 0 | 63 |
| Yhteensä | 86 | 301 | 219 | 165 | 177 | 949 |

Lähtöisyysalueella 3 ja 4 vuoden 2011 ohjelma on vielä kesken ja viimeiset siemenviljelykset perustetaan sinne vuoteen 2030 mennessä. Ne saavuttavat

tuotantoiän vasta 2040-luvun lopulla. Lähtöisyysalueella 3 siementuotantotavoite on 1 755 kiloa ja alueella 4 kaikkiaan 911 kiloa. Tavoitteet ovat 595 ja 562 kiloa korkeammat kuin nykyisessä ohjelmassa (taulukko 13). Perustettujen ja perusteilla olevien viljelysten siementuotanto näillä alueilla on lähes uuden ohjelman tavoitteen suuruinen (kuvio 11). Uusia siemenviljelyksiä tarvitaan 219 ja 165 hehtaaria ja niiden perustaminen jakautuu koko ohjelmakauden ajalle, painottuen hieman enemmän ohjelmakauden loppupuolelle (taulukko 14).

Pohjois-Suomen osalta siementuotannon tavoitetta nostetaan, koska siemenviljelyssiemenen tavoiteosuutta metsikkökylvöissä nostetaan merkittävästi Lapin alueella (luku 5.3). Uuden ohjelman tavoitteena on tuottaa 1 064 kiloa siementä lähtöisyysalueiden 5–6 tarvetta varten. Tavoitteen saavuttamiseksi täytyy perustaa 177 hehtaaria uusia siemenviljelyksiä. Siementuotantotavoite kolmikertaistuu ja uusia siemenviljelyksiä tarvitaan 113 hehtaaria enemmän kuin vuoden 2011 ohjelmassa. Pohjois-Suomen viljelysten perustaminen ajoittuu ohjelmakauden alkupuolelle (taulukko 14).

Siemenviljelysten käyttöalueiden pohjoisraja

Siemenviljelysten käyttöalueet määräytyvät pluspuiden alkuperän lisäksi siemenviljelysten sijaintipaikan mukaan. Pohjois-Suomen siemenviljelykset joudutaan siementen kypsymisen varmistamiseksi perustamaan käyttöaluettaan etelämmäksi (tällä hetkellä Oulujokilaaksoon). Pohjoisimmat nykyiset männyn siemenviljelykset sijaitsevat Tervolassa. Niiden käyttöalueiden pohjoisraja ulottuu tällä hetkellä Kittilän, Sodankylän ja Savukosken keskiosiin (noin 67° 40' N). Uusien männyn siemenviljelysten perustaminen nykyistä pohjoisemmaksi, esimerkiksi Kemijoen varteen Rovaniemen korkeudelle, on mahdollista. Tämän vaikutus siemenviljelyksen käyttöalueeseen olisi verrattain pieni, noin leveysasteen kymmenesosan suuruinen. Mahdollisuus tuottaa siemenviljelyssiementä vielä nykyistä selvästi pohjoisemmille alueille, jossa siemenen tarve on vähäistä, vaatisi lisäselvityksiä.

6.3 Kuusi

Vuosittainen siemensatoarvio

Myös kuusen 1,5-polven ja 2. polven siemenviljelysten siemensatoarvioiden laskennassa hyödynnettiin Ruokaviraston tietoja siemenviljelyskohtaisista kerätyistä vuosittaisista siemensadoista vuosilta 1959–2020 kuten männylläkin ja laskentaperiaatteet olivat yhdenmukaisia (ks. 6.2). Kuusen siemenviljelysten siemensatoarviot perustuvat pelkästään 1. polven siemenviljelyksiin. Kuusen 1,5-polven siemenviljelyksistä vanhimmat ovat juuri tulossa tuotantovaiheeseen, joten niistä ei voitu laskea vielä siemensatoarvioita. Kuusen pidemmästä nuoruusvaiheesta johtuen keskisadot laskettiin männystä poiketen 20 vuodesta eteenpäin. Ero kuusen 1. polven siemensatojen keskiarvossa 20 vuodesta eteenpäin oli hyvin pieni, vain 0,1 kg/ha/v.

Kuusen 1,5-polven satojen ja uuden ohjelman siemenviljelysten tarpeen laskennassa käytettiin taulukossa 15 esitettyjä 1. polven siemenviljelyksen sijaintiin perustuvia keskimääräisiä siemensatoarvioita.

Taulukko 15. Kuusen siemenviljelysten vuosittainen siementuotantotavoite, siemensato ja perustamistarve verrattuna vuoden 2011 ohjelman tavoitteisiin.

| Lähtöisyysalue | Uusi siemenviljelysten perustamisohjelma 2023 | | | | | Vuoden 2011 perustamisohjelma | |
|----------------|---|---------|---------------------|---------------------|--------|-------------------------------|---------------------|
| | Siementuotantotavoite, kg | | Siemensato, kg/ha/v | Perustamistarve, ha | | Siementuotantotavoite, kg | Perustamistarve, ha |
| 1 | 335 | (+60*) | 6 | 56 | (+10*) | 419 | 69 |
| 2 | 465 | (+50*) | 5 | 93 | (+10*) | 559 | 100 |
| 3 | 152 | | 4 | 38 | | 308 | 62 |
| 4 | 63 | | 4 | 16 | | 95 | 19 |
| 5 ja 6 | 18 | | 4 | 4 | | 24 | 6 |
| Yhteensä | 1 033 | (+110*) | | 207 | (+20*) | 1 405 | 256 |

Vuoden 2011 ohjelmaan verrattuna (4–7 kg/ha/v) ennusteita on laskettu noin yhdellä kilolla. Ruotsalaisten kuusen siemenviljelysten ennuste on ollut 21–60 vuoden iällä 4,2–5 kg/ha, riippuen maantieteellisestä sijainnista (Almqvist & Wennström 2020).

Myös kuusen siemenviljelykset perustetaan peltomaalle pääsääntöisesti käyttöalueelleen taustapölytyksen ilmastollisen vaikutuksen minimoimiseksi. Poikkeuksena ovat Pohjois-Suomen lähtöisyysalueille 4–5 siementä tuottavat siemenviljelykset, jotka siirretään etelään lähtöisyysalueelle 3.

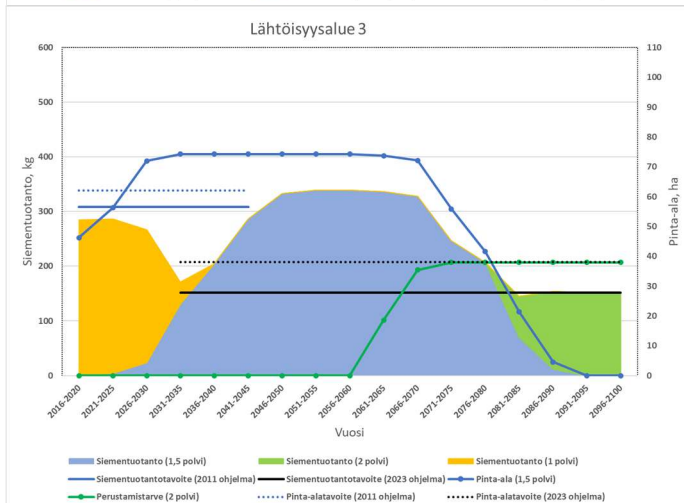
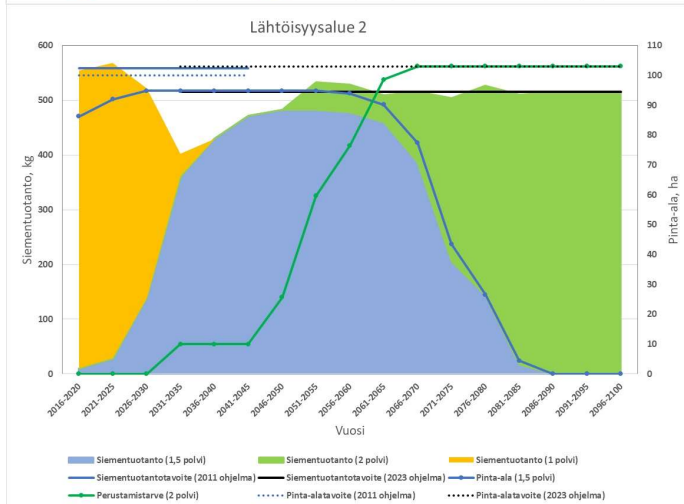
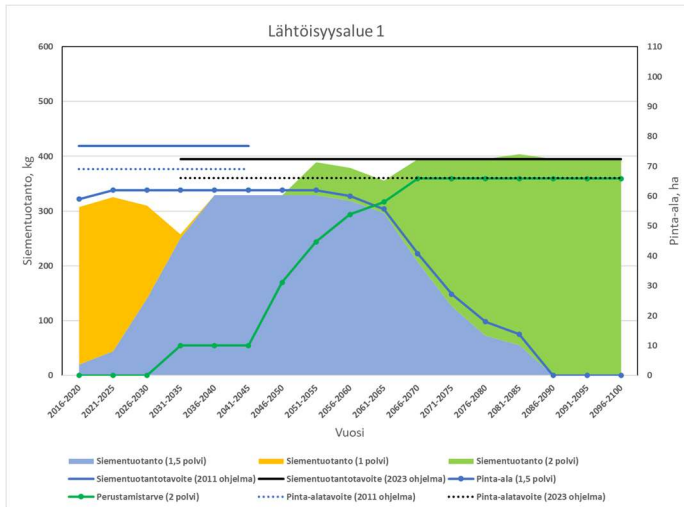
Kuusen siemensatoarviot pitää arvioida tulevissa perustamisohjelman päivityksissä 1,5-polven siemenviljelysten toteutuneiden siemensatojen perusteella. Lisäksi päivityksessä on hyödynnettävä kuusen siemensadon lisäämiseen tähtäävien gibberelliini- ja lannoituskäsittelyiden sekä siementuholaisten torjuntakäsittelyiden käytöstä saatavilla olevaa uusinta tietoa (liite 6 ja 7).

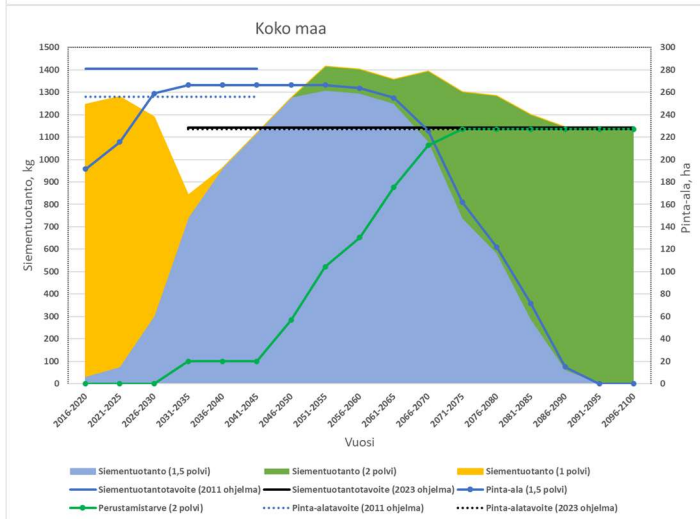
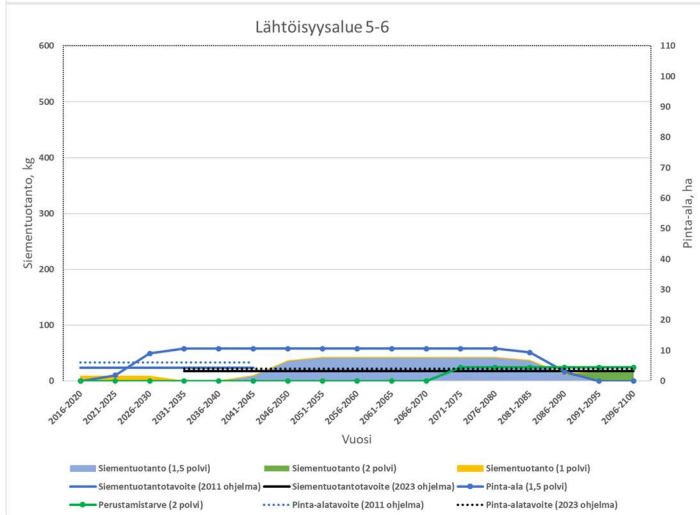
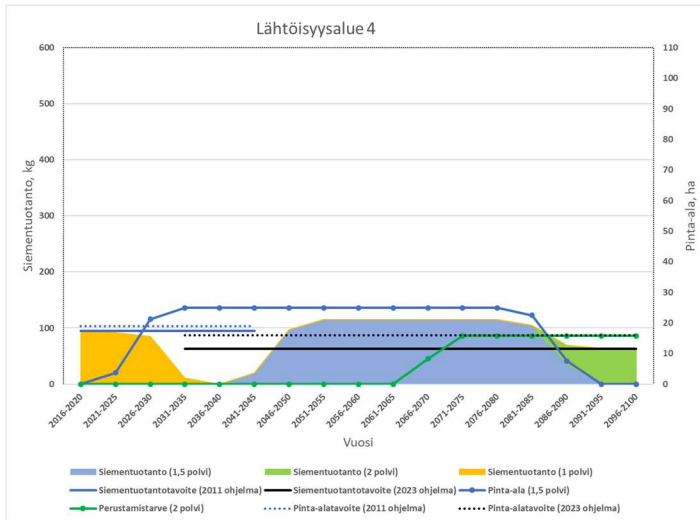
Kuusen 2. polven siemenviljelysten siementuotanto saattaa olla pienempi kuin 1,5-polven viljelyksillä, kuten männylläkin, koska puiden (kloonien) tuotantopotentiaalia ei vielä tunneta, eikä sitä voida huomioida kloonivalinnassa.

Siementuotantotavoite ja siemenviljelysten perustamistarve

Kuusen siemenviljelysten perustamisohjelmaa varten laadittu siementarvearvio on kuvattu luvussa 5.3. Kuusen siemenviljelysten siemensatoarvio on 1 033 kiloa koko maassa. Siementuotantotavoitetta päätettiin huoltovarmuuden turvaamisen vuoksi lisätä lähtöisyysalueilla 1 ja 2 yli laskennallisen tarpeen. Koko maan osalta tavoite lisääntyi 110 kilolla 1 143 kiloon (taulukko 15). Tämän siemenmäärän tuottamiseen tarvitaan kaikkiaan 227 hehtaaria kuusen siemenviljelyksiä. Edelliseen ohjelmaan verrattuna siementuotantotavoite on 262 kiloa pienempi (kuvio 12).

Siemenviljelysten siementuotantotavoitteen nostaminen yli lasketun siementarpeen nähtiin tarpeelliseksi, koska kuusen siementen tuotannossa on merkittäviä epävarmuustekijöitä. Kuusen siemensadot toistuva epäsäännöllisesti ja siemensaantoa pienentävät usein toistuvat käpy- ja siementuhot. Osa siemenviljelysten vartteista voi tuhoutua, jolloin tuotannossa oleva pinta-ala pienenee. Pinta-alaa voi myös siirtyä muuhun kuin siementuotannon käyttöön.





Kuvio 12. Kuusen siemenviljelysten siemensatoarviot ja siemenviljelysten pinta-alojen muutokset eri lähtöisyysalueilla ja koko Suomessa.

Siemenviljelysten perustamisohjelma

Myös kuusella tavoitteena on perustaa riittävä määrä siemenviljelyksiä täyttämään asetettu siementuotantotavoite lähtöisyysalueittain. Siemenviljelysten perustaminen tulee ajoittaa siten, että tuotannosta poistuneet, oletetun tuotantoiän saavuttaneet viljelykset korvataan uusilla. Tavoitteena on mahdollisimman tasainen siementuotanto.

Tavoitteet siemenviljelysten perustamiselle annetaan lähtöisyysalueittain ja viisivuotiskausittain. Suunnitelmassa pyritään näin ollen huomioimaan entistä paremmin tuotantoiässä olevien siemenviljelysten tuotanto ja sen loppumisaika. Suuri osa kuusen vanhoista siemenviljelyksistä (1. polvi) on tullut tai on tulossa käyttöikänsä päähän. Niiden kunto ja hehtaarisadot vaihtelevat voimakkaasti viljelyksittäin. Näiden siemenviljelysten siementuotantoa on arvioitu niiden vuosina 2016–2020 toteutuneen tuotannon avulla niiden oletetun 60-vuoden tuotantoajan loppuun saakka. Näitä viljelyksiä voidaan pitää siementuotannossa tarpeen mukaan ja niiden kiertoaikaa voidaan jatkaa oletetusta 60 vuodesta pidemmälle.

Kuusen uuden siemenviljelysten perustamisohjelman suunnittelua varten arviotiin 1,5-polven kuusen siemenviljelysten siementuotanto viisivuotiskausittain niiden elinkaaren aikana (kuvio 12). Siementuotannon arvioinnissa käytettiin luvussa 6.3 kuvattuja vuosittaisia siemensatoarvioita (taulukko 15). Kuusella on tuotannossa neljä perheiden siemenviljelystä, jotka on perustettu kloonien sijasta valikoitujen perheiden siementaimilla. Näiden viljelysten oletettiin tuottavan neljä kiloa siementä hehtaarilla vuodessa.

Siemenviljelysten siementuotanto kohdistettiin eri lähtöisyysalueille niiden nykyisten käyttöalueiden perusteella. Kuusen vartesiemenviljelysten siementuotannon oletettiin alkavan 20 vuoden ja perheiden siemenviljelysten 25 vuoden iässä. Molemmilla siemenviljelystyypeillä tuotannon oletettiin jatkuvan 40 vuotta.

Tavoitteena on saattaa vuoden 2011 ohjelma valmiiksi vuoden 2030 loppuun mennessä. Näiden siemenviljelysten siementuotanto ja pinta-alat sisältyvät 1,5-polven arvoihin kuviossa 12. Uusi ohjelma käynnistyy kuusen osalta 2030-luvun alkuvuosina. Uuden ohjelma aikana ei perusteta kuuselle uusia perheiden siemenviljelyksiä (siementaimisiemenviljelyksiä).

Lähtöisyysalueella 1 vuoden 2011 perustamisohjelma on saatu valmiiksi ja kaikki siemenviljelykset tulevat tuotantoikään viisivuotiskaudella 2036–2040. Tällä alueella 1,5-polven siemenviljelysten laskennallinen tarve on lähes siementarpeen (335 kg) suuruinen. Siemenhuollon varmistamiseksi siementuotantotavoitetta päätettiin nostaa 60 kilolla 395 kiloon (taulukko 15). Myös lähtöisyysalueella 2 siementuotantotavoitetta nostettiin 50 kiloa yli laskennallisen tarpeen 515 kiloon. Molemmilla alueilla siementuotantotavoitteet ovat kuitenkin 24 ja 54 kiloa pienemmät kuin vuoden 2011 ohjelmassa.

Tavoitteiden saavuttamiseksi täytyy lähtöisyysalueella 1 ja 2 perustaa 66 ja 103 hehtaaria uusia kuusen siemenviljelyksiä. Molemmille alueille täytyy perustaa 10 hehtaarin siemenviljelykset ohjelmakauden alussa (taulukko 16). Näillä lähtöisyysalueilla 1,5-polven siemenviljelykset tulevat tuotantoikänsä päähän vasta 2060-luvulla. Seuraavien viljelysten perustamiselle ei näin ollen ole välitöntä tarvetta ennen kuin 2040-luvun lopulla, jos kuusen siementarpeessa ei tapahdu muutoksia tai tuotannosta ei poistuta ennenaikaisesti viljelyksiä.

Uusien kuusen siemenviljelysten perustamista ohjelmakauden alussa perustellaan sillä, että Metsänjalostusohjelman uusimmat tulokset pyritään viemään käytäntöön niiden avulla. Pitkä tauko kuusen siemenviljelysten perustamisessa on ongelmallinen myös henkilöstön ammattitaidon säilymisen kannalta.

Lähtöisyysalueilla 3 ja 4 vuoden 2011 siemenviljelysten perustamisohjelma on vielä kesken ja se tulee valmiiksi vuoteen 2030 mennessä (kuvio 12). Näillä alueilla kuusen siementarpeen odotetaan laskevan (taulukko 15). Nykyiset siemenviljelykset riittävät tyydyttämään siementarpeen useiden vuosikymmenten ajan. Uusia kuusen siemenviljelyksiä on tarve perustaa vasta ohjelmakauden lopulla korvaamaan tuotannosta puistuvat viljelykset (taulukko 16).

Taulukko 16. Kuusen siemenviljelysten perustamisohjelma esitettynä viisivuotiskausittain.

| Vuodet | Lähtöisyysalue | | | | | Yhteensä |
|-------------|----------------|-----|----|----|-----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5-6 | |
| 2023-2025* | | | | | | 33,0* |
| 2026-2030** | | | | | | 37,6** |
| 2031-2035 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 2036-2040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2041-2045 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2046-2050 | 21 | 16 | 0 | 0 | 0 | 37 |
| 2051-2055 | 14 | 34 | 0 | 0 | 0 | 47 |
| 2056-2060 | 9 | 17 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| 2061-2065 | 4 | 22 | 19 | 0 | 0 | 45 |
| 2066-2070 | 8 | 4 | 17 | 8 | 0 | 37 |
| 2071-2075 | 0 | 0 | 3 | 8 | 4 | 14 |
| Yhteensä | 66 | 103 | 38 | 16 | 4 | 227 |

Lähtöisyysalueille 5–6 on tällä hetkellä perusteilla 1,5-polven siemenviljelys, joka tulee tuotantoikänsä 2040-luvulla. Se täyttää alueen siementarpeen käytännössä koko uuden ohjelmakauden loppuun saakka.

Siemenviljelysten käyttöalueiden pohjoisraja

Siemenviljelysten käyttöalueet määräytyvät pluspuiden alkuperän lisäksi siemenviljelysten sijaintipaikan mukaan. Kuusen nykyisten siemenviljelysten käyttöalueiden pohjoisraja ulottuu tällä hetkellä Kolari–Kuusamo -linjalle. Lisäksi perusteilla on vielä vuoden 2011 ohjelman mukainen viljelys, jonka käyttöalue tulee ulottumaan samoille korkeuksille, lähtöisyysalueen 5 eteläosiin saakka. Tätä pohjoisempaan kuusen siemenen kysyntä on hyvin vähäistä. Kuusen vähäiset viljelymäärät johtuvat lähinnä männylle sopivien lajittuneiden maalajien yleisyydestä Pohjois-Suomessa. Kuusen jalostetun siemenen tuotanto pohjoisimpaan Lappiin

edellyttäisi lisäselvityksiä muun muassa viljelypaikan korkeuden ja alkuperäsiirron vaikutuksesta taimien elossa säilymiseen ja kestävyYTEEN.

6.4 Rauduskoivu

Tuotantotavoite ja perustamisohjelma

Rauduskoivun siemenviljelysten perustaminen poikkeaa männyn ja kuusen siemenviljelysten perustamisesta. Koivun siemenviljelykset on perustettu ja perustetaan jatkossakin muovihuoneisiin.

Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelysten perustamistarvetta varten laskettiin aikaisemmin perustettujen siemenviljelysten keskimääräiset vuosittaiset siemensadot (kg/1000 m²) kahdentyyppisille viljelyksille. Laskenta tehtiin koko viljelyksen elinkaaren ajalle. Useiden kloonien siemenviljelysten keskimääräinen siemensato oli 12,18 kiloa/1 000 m² (n=11) ja kahden kloonin keskimääräinen siemensato oli 11,7 kiloa/1 000 m² (n=7). Jatkossa siemenviljelykset on tarkoitus perustaa useiden kloonien viljelyksinä, joten viljelysten perustamistarve laskettiin käyttäen näiden viljelysten keskituotosta.

Rauduskoivun siementarpeeksi lähtöisyysalueella 1 arvioitiin 23 kiloa (taulukko 17). Sen tuottamiseen riittää noin 1 900 neliometriä muovihuonepinta-alaa. Lähtöisyysalueella 2 tarve on 14 kiloa ja tuotantoon tarvitaan 1 150 neliometriä. Lähtöisyysalueella 3 tarve vain kaksi kiloa.

Vuoden 2011 ohjelmassa asetettiin tavoitteet myös rauduskoivun metsäkylvölle (taulukko 17 sulkeissa oleva luvut), mutta uudessa ohjelmassa metsäkylvöihin ei ole tarkoitus tuottaa siemenviljelyssiementä. Rauduskoivun metsäkylvön määrä on hyvin alhainen.

Taulukko 17. Rauduskoivun siemenviljelysten vuosittainen siementuotantotavoite, siemensato kg/1 000 m² ja perustamistarve verrattuna vuoden 2011 ohjelman tavoitteisiin.

| Lähtöisyysalue | Uusi siemenviljelysten perustamisohjelma 2023 | | Vuoden 2011 perustamisohjelma | |
|----------------|---|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Siementuotantotavoite, kg | Pinta-ala, m ² | Siementuotantotavoite, kg | Pinta-ala m ² |
| 1 | 23 | 1 914 | 14,2 (24,2*) | 2 000 |
| 2 | 14 | 1 150 | 8,6 (34,2*) | 2 000 |
| 3 | 2 | 149 | 2,1 (8,6*) | 0 |
| Yhteensä | 39 | 3 213 | 24,9 (67,0*) | 4 000 |

Nykyiset kasvihuonepinta-alat riittävät siementuotantotavoitteen saavuttamiseen ja tarvittaessa tuotantoa voidaan laajentaa nopeasti, jos siemenen kysyntä lisääntyy.

Siemenviljelysten käyttöalueiden pohjoisraja

Tällä hetkellä perusteilla olevan uuden pohjoisemman rauduskoivun siemenviljelyksen käyttöalue ulottuu edellisiä siemenviljelyksiä pohjoisemmaksi, noin Oulunjärven korkeudelle. Siemenviljelyssiemenen tuottaminen tätä pohjoisemmaksi edellyttäisi uusien pluspuiden valintaa, ts. koivun jalostusohjelman laajentamista koko kolmannelle lähtöisyysalueelle. Poronhoitoalueella rauduskoivua ei käytännössä viljellä, joten sinne ei ole tarkoituksenmukaista tuottaa siemenviljelyssiementä.

6.5 Muut puulajit

Muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustaminen liittyy ensisijaisesti siementen saatavuuden turvaamiseen ja siten metsänviljelyn mahdollistamiseen metsänjalostuksellisten tavoitteiden sijaan. Näin puulajien viljelyn taloudellinen kannattavuus on epävarmaa mm. puutavaramarkkinoiden pienen koon ja vaikean ennustettavuuden vuoksi. Toisaalta ilmaston muuttuessa ja esimerkiksi laajamittaisten metsätuhojen realisoituessa tarve monipuolistaa metsänviljelyn puulajivalikoimaa voi lisätä nopeasti siementarvetta. Lajien siementarpeeseen ja -tuotantoon liittyy monia

epävarmuustekijöitä. Siementuotannosta on myös vähemmän kokemusta kuin pääpuulajeilla; siemenviljelysten tuotannon käynnistymisikää voidaan jaloilla lehtipuilla ja tervalepällä arvioida vain muutamien havaintojen perusteella eikä hoidosta ja tuotantoiästä ole välttämättä kokemusta. Siementen keskimääräisiä hehtaarisatomääriä on niin ikään vaikea arvioida viljelysten vähäisen lukumäärän ja osin nuoren iän vuoksi.

Vähemmän käytettyjen puulajien siemenviljelysten perustaminen voidaan perustella varovaisuusperiaatteella ilmastonmuutokseen varautumisena sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamisella. Toisaalta riskinä on tällöin rajallisten taloudellisten ja käytännöllisten resurssien käyttäminen puulajeihin, joiden siemenen käyttö saattaa jatkossakin jäädä hyvin marginaaliseksi. Muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustamista vaikeuttaa ja niiden metsätaloudellista hyötyä rajoittaa valittujen kantapuiden vähäisyys tai puuttuminen sekä se, että ainoastaan siperianlehtikuusella, tervalepällä ja hybridihaavalla on pääpuulajien lisäksi matalan intensiteetin jalostusohjelmat. Jalostusohjelmien luominen tai uudelleen käynnistäminen edellyttää siemenviljelysten perustamistukea suurempaa taloudellista panostusta.

Puulajien valinta siemenviljelysten perustamiseksi

Metsälain (1093/1996) mukaan taimikon saa perustaa pääpuulajien lisäksi haavan, siperianlehtikuusen, vaahteran, tervalepän, tammen, kynäjalavan, vuorijalavan, metsälehmuksen, saarnen ja hybridihaavan taimilla tai siemenillä. Taimikon saa perustaa hieskoivun taimilla tai siemenillä vain turvemaidella, kangasmaiden soistuneissa osissa ja tiiviillä savi- tai hiesuvaltaisilla mailla. Muilla kasvupaikoilla hieskoivua voidaan käyttää täydentävänä puulajina. Jos taimikko perustetaan muilla puulajeilla, on Suomen metsäkeskukselle jätettävässä metsänkäyttöilmoituksessa esitettävä riittävä selvitys niiden kasvatuskelpoisuudesta ja alkuperän soveltuvuudesta uudistettavan alueen olosuhteisiin.

Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle tehdyn kyselyn mukaan puulajien priorisointijärjestys siemenviljelysten perustamisessa on pisteytyskeskiarvojen mukaan mänty, kuusi, rauduskoivu, lehtikuusi, tammi, tervaleppä, metsälehmus, hieskoivu, vuorijalava, vaahtera, douglaskuusi, kynäjalava, visakoivu sekä kontortamänty. Kyselyn avoimissa vastauksissa esille nousi tarve perustaa lehtikuusen, tammen ja mahdollisesti hieskoivun siemenviljelyksiä. Toisaalta osa vastaajista pohti, että harvinaisempien puulajien siementen saatavuutta voidaan turvata myös siemenkeräysmetsiköiden avulla. Vastauksissa tuotiin esille, että vähemmän käytettyjen puulajien viljely ja siementuotanto ovat taloudellisesti epävarmoja. Metsätaimituottajien haastatteluissa tammen, lehtikuusen, hieskoivun ja

douglaskuusen siementen saatavuuden parantamistarve sai puulajeista eniten mainintoja.

Ruotsalainen ym. (2022) raportissa ”Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänviljelyssä” metsätalouden näkökulmasta potentiaalisimmiksi arvioitiin pääpuulajien lisäksi tammi, tervaleppä, hieskoivu, kotimaisiksi puulajeiksi rinnastuvat hybridihaapa ja siperianlehtikuusi sekä ulkomaiset kontortamänty ja douglaskuusi.

Nykyisten siemenen käyttötilastojen, em. vastausten ja tarkastelujen perusteella siperianlehtikuusen, tervalepän ja tammen siemenviljelyksille on tarvetta. Myös metsälehmuksen ja vaahteran siemenen saatavuus on perusteltua turvata, ja näille lajeille on jo olemassa olevia siemenviljelyksiä.

Haapaa ja hybridihaapaa lisätään kasvullisesti pistokkaista, joten lajeilla ei tarvita siemenviljelyksiä.

Metsälain mukaan taimikko voidaan perustaa kynä- ja vuorijalavalla. Nämä puulajit ovat kuitenkin luonnonsuojelulain rauhoittamia, minkä vuoksi mm. lajien siemenkeruu on tätä lakia valvovan ympäristöministeriön nykytulokinnan mukaan rajoitettua. Maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön kesken käydään parhaillaan keskusteluja näiden puulajien rauhoituksen ja käytön rajanvedosta. Jalavia Euroopassa vakavasti vaurioittavaa hollanninjalavatauti ei ole toistaiseksi havaittu Suomessa laajamittaisesti, sillä sitä levittävä kaarnakuoriaislaji ei selviä nykyilmastossamme. Oletettavaa on, että kaikissa muissa EU-maissa jo tavattu tauti yleistyy Suomessa ilmaston lämmetessä. Tämä heikentää jalavien metsätaloudellisesti merkitystä, mutta korostaa toisaalta geenivaratyön tärkeyttä. Näistä syistä jalavat rajataan tämän raportin arvioinnin ulkopuolelle.

Saarni on metsätaloudellisesti vähämerkityksellinen ja pienialainen puulaji. Saarnella esiintyy Suomessa muiden Euroopan maiden tapaan saarnensurma-tauti, mikä ränsistyyttää ja tappaa puita. Saarnensurma yhdessä puulajia uhkaavien hyönteistuholaisten kanssa (Hantula ym. 2022) vähentää sen käyttökelpoisuutta metsätaloudessa. Tämän vuoksi siemenviljelysten perustaminen lajille ei ole mielekästä huolimatta tarpeesta muutoin tukea lajin esiintymistä ja geenivarojen suojelua.

Hieskoivulla ei tällä hetkellä ole rekisteröityjä siemenviljelyksiä, mutta sen siementä on aiemmin tuotettu rauduskoivun tapaan muovihuonesiemenviljelyksissä. Lajin taimituotantomäärä on pitkään ollut hyvin vähäinen, mutta toisaalta esille on tuotu, että siementä ei ole tarpeen mukaisesti saatavilla. Käynnissä oleva turvemaiden ja -metsien käytön muutos voi lisätä kosteilla kasvupaikoilla selviävän hieskoivun viljelyn

suosiota. Kunnostusojitusten määrän vähetessä ja suometsien vesitalousjärjestelyjen keventyessä vesistöjen ja ilmaston suojelemiseksi kosteaa maaperää heikosti sietävien puulajien, kuten kuusen istuttaminen oletettavasti vähenee. Kohteilla, joilla ei päädytä käyttämään jatkuvaa kasvatusta tai se epäonnistuu, hieskoivun viljely voi olla mahdollinen ratkaisu. Hieskoivulla on valittu reilut 900 pluspuuta, joista osa on testattu jälkeläiskokeissa. Olemassa olevien kokoelmien avulla voidaan todennäköisesti perustaa muovihuonesiemenviljelys, josta saatava siemen olisi metsätaloudellisilta ominaisuuksiltaan (kasvu, runkomuoto) luonnonpuita parempaa. Varsinaisen jalostusohjelman jatkaminen vaatisi lajilla lisäresursointia.

Kontortamännillä on tällä hetkellä Suomessa kloonikokoelmissa 12 pluspuuta. Ruotsissa rekisteröityjä siemenviljelyksiä on lajilla 16, ja Suomeen ilmastollisesti soveltuvaa siementä on mahdollista ostaa sieltä. Douglaskuusella on ollut valittuja kantapuita, mutta kloonikokoelmissa niitä ei ole tällä hetkellä Suomessa lainkaan. Ulkomaisiin puulajeihin liittyy niiden metsien kasvun kannalta hyvien ominaisuuksien lisäksi myös ekologisia riskejä ja niiden viljely on metsäsertifiointijärjestelmissä rajoitettua, vaikkei kiellettyä. Näistä syistä ulkomaisten puulajien siemenviljelysten perustamisen suunnittelu ei nykytilanteessa ole realistista.

On huomioitava, että siemenviljelykset eivät ole ainoa keino huolehtia siementen saatavuudesta metsätalouskäyttöön, eivätkä geenivarojen säilytyksen ensisijainen keino. Puulajeilla, joilla ei ole olemassa jalostusohjelmaa, ero siemenviljelyssiemenen ja metsiköistä kerättyjen siementen välillä esimerkiksi runkomuodossa on jalostuksen piirissä olevia lajeja pienempi. Käsillä oleva raportti keskittyy siemenviljelysten perustamiseen, eikä siten ole kattava tarkastelu muiden siemenlähteiden tarpeesta tai niitä koskevista järjestelyistä. Siemenviljelyksen perustamisesta pidättäytyminen ei ota kantaa puulajin ekologiseen merkitykseen tai suojelutarpeeseen.

Siemenviljelysten perustamistarve- ja aikataulu

Edellä kuvatun tarkastelun perusteella puulajit, joiden siemenen saatavuus on syytä turvata siemenviljelyksiä ylläpitämällä ja perustamalla ovat siperianlehtikuusi, tammi, tervaleppä, hieskoivu, metsälehmus ja vaahtera. Tammella siemenviljelyssiemenen määrä ei tällä hetkellä vastaa tarvetta ja hieskoivun siementä ei ole saatavilla. Siperianlehtikuusen laadukkaasta siemenestä on ajoittain koettu pulaa huolimatta sen siemenviljelyspinta-alan suuresta määrästä. Siperianlehtikuusen siementä on tarpeen olla saatavilla kuusen lähtöisyysalueilla 1–5, eli lähes koko maassa. Tammen ja vaahteran siementä voidaan ilmastollisista syistä tuottaa lähtöisyysalueelle 1. Tervaleppä esiintyy luontaisena Pohjois-Pohjanmaalle saakka, joten siementä on tarpeen tuottaa lähtöisyysalueille 1–2, osin myös lähtöisyysalueelle 3.

Metsälehmuksen siementä on mielekästä tuottaa lähtöisyysalueille 1–2. Hieskoivu menestyy koko Suomessa, mutta sen viljelyn potentiaalisimmat alueet sijaitsevat turvemaavaltaisilla alueilla lähtöisyysalueilla 2–3.

Johtuen näiden puulajien siementarpeen, siemenen käytön tehokkuuden, siemenviljelysten tuotantokyvyn ja -ajan vaikeasta arvioimisesta ei ole tarkoituksenmukaista määrittää siemenviljelysten pinta-alatarvetta pääpuulajeilla käytettävällä laskutavalla. Sen sijaan esitetään luettelo siemenviljelysten perustamistarpeesta puulajeittain ja perustamisvuosittain eri lähtöisyysalueille (taulukko 18). Siemenviljelyksen mahdollisesta pinta-alasta esitetään arvio. Esitetään, että muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustamiselle varataan valtion tuesta osuus viisivuotiskausille ja sen avulla toteutetaan tehtyä suunnitelmaa. Tammella ja vaahteralla siemenviljelyksiä voidaan perustaa perheiden siemenviljelyksinä, mikä on edullisempaa ja perustamiseltaan nopeampaa kuin vartesiemenviljelysten perustaminen. Siemenviljelysten perustamiseen ja tuotannon käynnistymiseen liittyvän viiveen vuoksi on tarpeen selvittää erityisesti tammella ja hieskoivulla siemenkeräysmetsiköiksi sopivien koeviljelysten kuntoa ja soveltuvuutta siementarpeen turvaamiseksi lähivuosina.

Listauksessa esitettyjen ja muiden koti- ja ulkomaisten puulajien siementarvetta suositellaan tarkistettavaksi vähintään 10 vuoden sisällä toimintaympäristön nopean muuttumisen vuoksi. Jo perustetuilta siemenviljelyksiltä saadaan lisäksi tulevana vuosina lisää tietoa niiden keskimääräisestä siementuotantokyvystä, minkä avulla voidaan tarkentaa pinta-alatarvetta.

Taulukko 18. Muiden kuin pääpuulajien siemenviljelysten perustamistarve lähtöisyysalueittain. Siemenviljelysten tuotannon alkamis- ja päättymisvuodet ovat karkeita arvioita.

| Puulaji | Siemenviljelystyyppi | Lähtöisyys- alue | Perustamis- vuosi | Pinta- ala, ha | Tuotannon alkaminen | Tuotannon päättyminen |
|-----------|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Hieskoivu | Vartesiemenviljelys | 2–3 | 2026 | 0,05 | 2031 | 2041 |
| | | | | | | |
| Tammi | Perheiden siemenviljelys | 1 | 2026 | 2 | 2046 | 2096 |
| | Vartesiemenviljelys | 1 | 2030 | 3 | 2040 | 2090 |
| | Vartesiemenviljelys | 1 | 2040 | 3 | 2050 | 2100 |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|-----|------|-----|------|------|
| | | | | | | |
| Siperianlehti- kuusi | Vartesiemenviljelys | 1–2 | 2030 | 4 | 2040 | 2090 |
| | Vartesiemenviljelys | 3–5 | 2030 | 4 | 2040 | 2090 |
| | Vartesiemenviljelys | 1–2 | 2040 | 4 | 2050 | 2100 |
| | Vartesiemenviljelys | 3–5 | 2040 | 4 | 2050 | 2100 |
| | | | | | | |
| Tervaleppä | Vartesiemenviljelys | 1 | 2035 | 2 | 2047 | 2095 |
| | Vartesiemenviljelys | 2 | 2035 | 2 | 2047 | 2095 |
| | | | | | | |
| Vaahtera | Perheiden siemenviljelys | 1 | 2035 | 1,5 | 2051 | 2091 |
| | | | | | | |
| Metsälehmus | Vartesiemenviljelys | 1–2 | 2035 | 2 | 2050 | 2100 |

6.6 Siemenviljelysten perustamiskustannukset

Mänty

Männyn siemenviljelysten perustaminen maksaa toimijoilta saadun arvion perusteella keskimäärin 21 000 €/ha. Vuoden 2011 perustamisohjelma on tarkoitus toteuttaa suunnitellusti aikataulussaan. Perustamiseen tarvitaan vielä tämän hetken arvion mukaan noin 3,2 miljoonaa euroa vuosille 2023–2030, josta valtionavun osuus vuosille on 2,4 miljoonaa euroa. Valtiontuen tasona käytettiin tähänhetkistä 75 prosenttia perustamiskustannuksista. Uuden ohjelman kustannukset on arvioitu viisivuotiskausittain siemenviljelysten perustamismäärän ja perustamiskustannusten tulona koko uuden siemenviljelysten perustamisohjelman ajalle (taulukko 19). Keskimääräiset kustannukset 2030- ja 2040-luvuille on noin 444 000 euroa vuodessa.

Taulukko 19. Männyn siemenviljelysten perustamiskustannukset.

| Vuosi | Määrä, ha | Kustannukset €/ha | Kustannukset, € | Valtionapu, € | Valtionapu, €/v |
|---------------------|--------------|----------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| 2023–2025* | 57 | 21 000 | 1 197 000 | 897 750 | 299 250 |
| 2026–2030* | 95 | 21 000 | 2 835 000 | 2 126 250 | 425 250 |
| 2031–2035 | 117 | 21 000 | 2 457 000 | 1 842 750 | 307 101 |
| 2036–2040 | 166 | 21 000 | 3 486 000 | 2 614 500 | 575 466 |
| 2041–2045 | 159 | 21 000 | 3 339 000 | 2 504 250 | 406 602 |
| 2046–2050 | 154 | 21 000 | 3 234 420 | 2 425 815 | 485 163 |
| 2051–2055 | 89 | 21 000 | 1 863 120 | 1 397 340 | 279 468 |
| 2056–2060 | 24 | 21 000 | 504 000 | 378 000 | 75 600 |
| 2061–2065 | 69 | 21 000 | 1 443 120 | 1 082 340 | 216 468 |
| 2066–2070 | 109 | 21 000 | 2 282 280 | 1 711 710 | 342 342 |
| 2071–2075 | 63 | 21 000 | 1 314 600 | 985 950 | 197 190 |
| Vuoden 2011 ohjelma | 152 | | 3 200 400 | 2 400 300 | 343 867 |
| Vuoden 2023 ohjelma | 949 | | 21 134 505 | 15 850 879 | 15 850 879 |

Kuusi

Kuusen siemenviljelysten perustaminen maksaa toimijoilta saadun arvion perusteella keskimäärin 25 670 €/ha. Siemenviljelysten perustamisohjelman päivityksessä edellytettiin, että vuoden 2011 perustamisohjelma toteutusta varten tarvitaan 1,8 miljoonaa euroa vuosille 2023–2030, josta valtionavun osuus on 1,5 euroa. Valtiontuen tasona käytettiin tämänhetkistä tasoa, joka on 85 prosenttia perustamiskustannuksista. Uuden ohjelman kustannukset on arvioitu viisivuotiskausittain (taulukko 20).

Taulukko 20. Kuusen siemenviljelysten perustamiskustannukset.

| Vuosi | Määrä, ha | Kustannukset €/ha | Kustannukset, € | Valtionapu, € | Valtionapu, €/v |
|---------------------|-----------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 2023-2025* | 33 | 25 670 | 847 110 | 720 044 | 299 250 |
| 2026-2030* | 38 | 25 670 | 965 192 | 820 413 | 164 083 |
| 2031-2035 | 20 | 25 670 | 513 400 | 436 390 | 87 278 |
| 2036-2040 | 0 | 25 670 | 0 | 0 | 0 |
| 2041-2045 | 0 | 25 670 | 0 | 0 | 0 |
| 2046-2050 | 37 | 25 670 | 944 284 | 802 642 | 160 528 |
| 2051-2055 | 47 | 25 670 | 1 218 606 | 1 035 815 | 207 163 |
| 2056-2060 | 26 | 25 670 | 669 576 | 569 140 | 113 828 |
| 2061-2065 | 45 | 25 670 | 1 154 069 | 980 959 | 196 192 |
| 2066-2070 | 37 | 25 670 | 957 788 | 814 120 | 162 824 |
| 2071-2075 | 14 | 25 670 | 371 181 | 315 504 | 63 101 |
| Vuoden 2011 ohjelma | 71 | | 1 812 302 | 1 540 457 | |
| Vuoden 2023 ohjelma | 227 | | 5 828 906 | 4 954 570 | |

Rauduskoivu

Rauduskoivun siemenviljelysten perustamiskustannukset on arvioitu siten, että ne kattavat tarvittaessa uusien kasvihuoneiden rakentamisen (160 000 €), siemenviljelysten muovien vaihdon (24 000 €), vanhan siemenviljelyksen kloonien ja kasvualusta poiston (3 600 €) sekä uuden siemenviljelysten perustamiseen (49 000 €) tarvittavat toimenpiteet. Nämä kustannukset on kohdennettu viisivuotiskausille (taulukko 21). Rauduskoivun siemenviljelysten perustamiseen tarvitaan noin 174 000 euroa vuosille 2023–2030, josta valtionavun osuus (75 %) on noin 148 000 euroa.

Taulukko 21. Rauduskoivun ja muiden puulajien siemenviljelysten perustamiskustannukset.

| | Rauduskoivu | | Muut puulajit | |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| Vuosi | Kustannukset, € | Valtionapu, € | Kustannukset, € | Valtionapu, € |
| 2023-2025* | 125 580 | 94 185 | 26 667 | 20 000 |
| 2026-2030* | 48 300 | 36 225 | 66 667 | 50 000 |
| 2031-2035 | 261 580 | 196 185 | 66 667 | 50 000 |
| 2036-2040 | 181 600 | 136 200 | 66 667 | 50 000 |
| 2041-2045 | 210 580 | 157 935 | 66 667 | 50 000 |
| 2046-2050 | 48 300 | 36 225 | 66 667 | 50 000 |
| 2051-2055 | 125 580 | 94 185 | 66 667 | 50 000 |
| 2056-2060 | 48 300 | 36 225 | 66 667 | 50 000 |
| 2061-2065 | 125 580 | 94 185 | 66 667 | 50 000 |
| 2066-2070 | 48 300 | 36 225 | 66 667 | 50 000 |
| 2071-2075 | 261 580 | 196 185 | 66 667 | 50 000 |
| Vuoden 2011 ohjelma* | 173 880 | 147 798 | 93 333 | 70 000 |
| Vuoden 2023 ohjelma | 1 311 400 | 983 550 | 600 000 | 450 000 |

Muut puulajit

Muiden puulajien kustannukset arvioitiin olevan vuosille 2023–2030 noin 93 300 euroa, josta valtionavun osuus on 70 000 euroa. Uuden ohjelman kustannuksiksi arvioitiin yhteensä 1 311 400 euroa (taulukko 21). Valtionavun tarpeen tasoksi 2030- ja 2040-luvuilla arvioitiin 10 000 euroa vuodessa.

Kokonaiskustannukset

Siemenviljelysten perustamiskustannuksiin tarvitaan vuosille 2023–2030 yhteensä runsaat 6,1 miljoonaa euroa, josta valtion avun osuus on vajaat 4,8 miljoonaa euroa (taulukko 22). Vuosittainen valtionavun tarve on noin 0,6 miljoonaa euroa. Uuden

ohjelman valtionavun vuosittaiseksi tasoksi 2030- ja 2040-luvuilla arvioitiin 0,5–0,6 miljoonaa euroa.

Taulukko 22. Siemenviljelysten perustamiskustannukset

| Vuosi | Kustannukset, € | Valtionapu, € | Valtionapu, € / vuosi |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| 2023-2025* | 2 196 357 | 1 731 979 | 577 326 |
| 2026-2030* | 3 915 159 | 3 032 888 | 606 578 |
| 2031-2035 | 3 298 647 | 2 525 325 | 505 065 |
| 2036-2040 | 3 734 267 | 2 800 700 | 560 140 |
| 2041-2045 | 3 616 247 | 2 712 185 | 542 437 |
| 2046-2050 | 4 293 671 | 3 314 682 | 662 936 |
| 2051-2055 | 3 273 973 | 2 577 340 | 515 468 |
| 2056-2060 | 1 288 543 | 1 033 365 | 206 673 |
| 2061-2065 | 2 789 436 | 2 207 484 | 441 497 |
| 2066-2070 | 3 355 035 | 2 612 055 | 522 411 |
| 2071-2075 | 2 014 028 | 1 547 639 | 309 528 |
| Vuoden 2011 ohjelma* | 6 111 515 | 4 764 867 | |
| Vuoden 2023 ohjelma | 27 663 846 | 20 805 449 | |

6.7 Siemenviljelysten liiketaloudellinen kannattavuus

Männyn, kuusen ja rauduskoivun siemenviljelysten kannattavuus määritettiin tässä työssä vuoden 2011 raportin tavoin tarkastelemalla siemenviljelystoimintaa muusta jalostustoiminnasta erillisenä liiketaloudellisena kokonaisuutena (ks. Luenberger 1995, Salvatore 2009). Tälle kokonaisuudelle (siemenviljelystoiminta) on määritetty sisäinen korko, joka käytännössä tarkoittaa sitä laskentakorkokantaa, jolla

siemenviljelystoiminnan tulojen nykyarvo on yhtä suuri kuin siemenviljelystoiminnan kustannusten nykyarvo (Kuuluvainen & Valsta 2009). Laskentakorkokanta on erikseen määritetty valtion eri tukitasoprosenttiluokilla: 10 %–90 %. Lähtökohtaisesti siemenviljelyksen kannattavuuteen vaikuttavat useat eri tekijät, joista osa on selkeästi biologisia, osa markkinoihin liittyviä (Ahtikoski 2000, Ahtikoski 2010). Kullekin puulajille (mänty, kuusi ja rauduskoivu) on laadittu muuttujien arvot siten, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin tämän hetken (2022) käsitystä eri puulajien siemenviljelysten toimintaympäristöstä ja tuotannon edellytyksistä. Muuttujien keskiarvojen lisäksi niille arvioitiin toiminnan riskien tarkastelua varten minimi- ja maksimiarvot.

Mänty

Männyn avomaan siemenviljelys pyritään perustamaan riittävän ravinteikkaalle maapohjalle, yleensä peltomaalle (Antola ym. 2009). Tämä takaa hyvän siemensadon, ja lyhentää siementä tuottamattoman vaiheen kestoa, jotka molemmat vaikuttavat suotuisasti siemenviljelystoiminnan kannattavuuteen. Muita tärkeitä kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat perustamiskustannukset, vuotuiset hoitokustannukset, maanhankinnan kustannukset ja siemenviljelyssiemenen myyntihinta. Taulukossa 23 on kuvattu talouslaskennassa käytettävien muuttujien lukuarvot kolmella eri skenaariolla: huonoin arvo, keskiarvo ja paras arvo. Edelleen skenaarioiden lukuarvot edustavat keskiarvoa, joka on laskettu toimijoiden (Siemen Forelia Oy ja Tapio Palvelut Oy) esittämistä lukuarvoista.

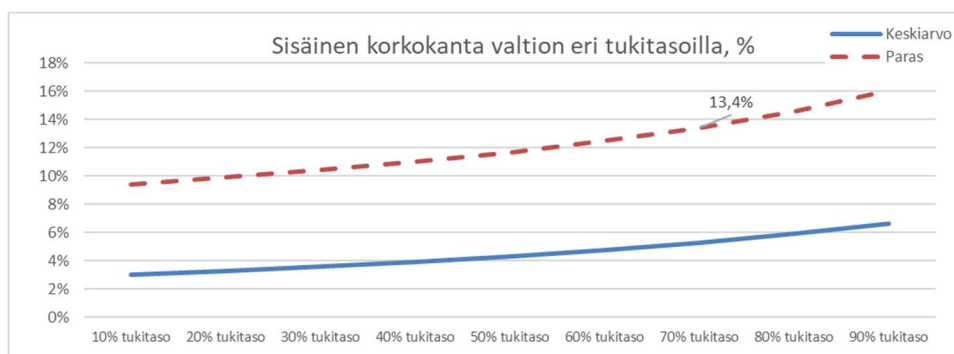
Talouslaskenta toteutettiin samalla tavalla kuin vuoden 2011 raportissa (kaava [1] sivulla 34). Siemenviljelykselle määritettiin sisäinen korkoprosentti, kun perustamiskustannusten valtion tukitasoa muutettiin kymmenen prosenttiyksikön luokissa välillä 10 %–90 %. Investointi on kannattava, jos sisäinen laskentakorkokanta on suurempi kuin tuottovaatimus. Esimerkiksi, jos metsänomistaja on asettanut taloudelliselle toiminnalleen 3 prosentin tuottovaatimuksen, ja investoinnin (esimerkiksi lannoitus) sisäinen korko on 4,5 prosenttia, on investointi varsin kannattava.

Taulukko 23. Männyn siemenviljelyksen kannattavuuteen vaikuttavat muuttajat eri skenaarioissa: Huonoin arvo, Keskiarvo ja Paras arvo.

| Muuttuja | Huonoin arvo ¹⁾ | Keskiarvo | Paras arvo |
|---|----------------------------|-----------|------------|
| Perustamiskustannukset, €/ha | 22 600 | 21 000 | 19 000 |
| Hoitokustannukset, €/ha/v | 500 | 450 | 400 |
| Siementä tuottamaton vaihe, vuosia | 12 | 10 | 8,5 |
| Maanhankintakustannukset, €/ha | 9 000 | 7 200 | 5 200 |
| Tuotantovaiheen kesto, vuosia | 35 | 42.5 | 50 |
| Käpyjen keruu-, kuljetus-, karistus, ym. kustannukset, €/kg | 550 | 410 | 315 |
| Keskimääräinen sato, kg/ha/v | 4,5 | 8 | 12 |
| Hoito- ja hallintokustannukset, €/ha | 750 | 589 | 539 |
| Siemenviljelyssiemenen myyntihinta, €/kg | 642,5 | 695 | 777,5 |

1) Huonoimmalla arvolla tarkoitetaan muuttujan arvoa, joka on haitallisin siemenviljelyksen kannattavuuden näkökulmasta.

Kuten kuviosta 13 nähdään, muuttujien parhailla arvoilla männyn siemenviljelysten liiketaloudellinen kannattavuus on varsin hyvä. Esimerkiksi jos valtiontuki siemenviljelysten perustamiseen on 70 prosenttia, siemenviljelystoiminnan sisäinen korko on 13,4 prosenttia (kuvio 13). Sen sijaan muuttujien huonoimmilla arvoilla (ks. taulukko 23) männyn siemenviljelystoiminnan kannattavuus on negatiivinen (ts. sisäinen korko < 0 %) riippumatta valtiontuen tasosta (kuviossa 13 ei esitetä negatiivisia lukuarvoja). Päivitetyissä talouslaskelmissa männyn siemenviljelystoiminta on muuttujien parhailla lukuarvoilla (ks. taulukko 23) jonkin verran kannattavampaa kuin vuonna 2011 (Metsäpuiden...2011, Kuva 6.1), vaikka tuolloin valtiontuki ulottui myös siementä tuottamattoman vaiheen hoitokustannuksiin.



Kuvio 13. Männyn siemenviljelytoiminnan sisäinen korkoprosentti. Tukitaso (10 %–90 %) kuvaa valtiontuen suhteellista osuutta siemenviljelyksen perustamiskustannuksista.

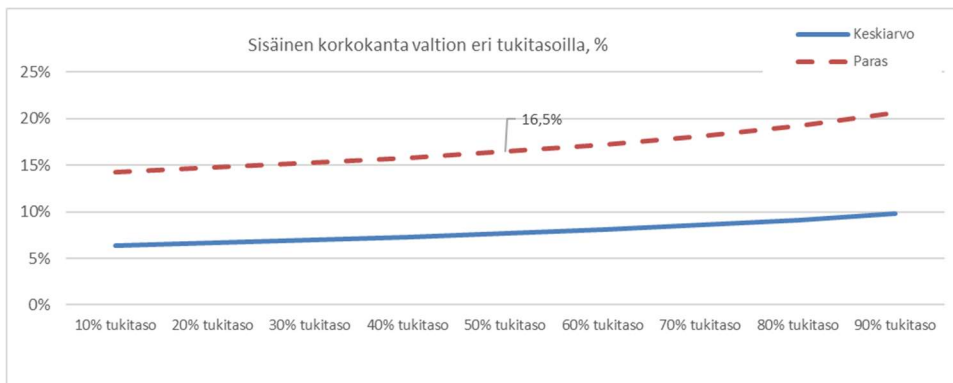
Kuusi

Kuusen siemenviljelyksien liiketaloudelliset laskelmat perustuivat muuttujiin, jotka esitetään taulukossa 24.

Taulukko 24. Kuusen siemenviljelyksen kannattavuuteen vaikuttavat muuttujat eri skenaarioissa: Huonoin arvo, keskiarvo ja paras arvo.

| Muuttuja | Huonoin arvo | Keskiarvo | Paras arvo |
|---|--------------|-----------|------------|
| Perustamiskustannukset, €/ha | 27 050 | 25 670 | 24 350 |
| Hoitokustannukset, €/ha/v | 650 | 605 | 560 |
| Siementä tuottamaton vaihe, vuosia | 20,5 | 17 | 13,5 |
| Maanhankintakustannukset, €/ha | 9 000 | 7 100 | 5 200 |
| Tuotantovaiheen kesto, vuosia | 32.5 | 44.5 | 55 |
| Käpyjen keruu-, kuljetus-, karistus, ym. kustannukset, €/kg | 525 | 245 | 180 |
| Keskimääräinen sato, kg/ha/v | 2,5 | 6.5 | 17,5 |
| Hoito- ja hallintokustannukset, €/ha | 600 | 515 | 480 |
| Siemenviljelyssiemenen myyntihinta, €/kg | 1 050 | 1 425 | 1 700 |

Kuusen siemenviljelysten liiketaloudellinen kannattavuus oli varsin hyvä, erityisesti muuttujien parhailla arvoilla. Esimerkiksi valtion 50 prosentin tuella siemenviljelysten perustamiskustannuksiin (taulukko 24) kuusen siemenviljelystoiminnan sisäinen korko oli peräti 16,5 prosenttia (kuvio 14). Tämä on selkeä parannus verrattuna vuoden 2011 (Metsäpuiden...2011, Kuva 6.2) vastaavaan sisäiseen korkoon, joka oli 10,4 prosenttia. Sen sijaan muuttujien huonoimmilla lukuarvoilla kuusen siemenviljelystoiminta oli päivitettyjen talouslaskelmien mukaan kannattamatonta, kun se vuoden 2011 raportissa oli vielä kannattavaa, tosin sisäinen korko tuolloin vaihteli välillä 2,0 %-5,3 % riippuen valtion tukitasosta (Metsäpuiden...2011, Kuva 6.2). Vuoden 2011 raportissa valtion tuki ulottui siementä tuottamattoman vaiheen hoitokustannuksiin, kun päivitettyissä talouslaskelmissa se kattoi ainoastaan osan (10 %-90 %) siemenviljelyksen perustamiskustannuksista.



Kuvio 14. Kuusen siemenviljelystoiminnan sisäinen korkoprosentti. Tukitaso (10 %-90 %) kuvaa valtiontuen suhteellista osuutta siemenviljelyksen perustamiskustannuksista.

Kuusen siemenviljelystoiminta näyttää päivitettyjen talouslaskelmien mukaan jonkin verran kannattavammalta kuin männyn vastaava (kuvio 13 vrt. kuvio 14).

Herkkyyshanalyysi

Koska avomaan siemenviljelyksien kustannuksista osa koostuu maanhankinnasta, tarkasteltiin tässä mikä vaikutus siemenviljelysten kannattavuuteen on maanhankinnan kustannusten pois jättämisellä. Taustalla maanhankinnan kustannusten poisjättämisessä on se, että toimijoiden maanhankinnan kustannusten laskentaperusteet poikkeavat toisistaan oleellisesti, jolloin on syytä tarkastella maanhankinnan kustannusten pois jättämistä kokonaan. Taulukossa 25 on esitetty valtion eri tukitasoilla (10 %–90 %) maanhankintakustannusten vaikutus sisäiseen korkoon, kun laskelmassa oletetaan maanhankintakustannusten olevan keskiarvossaan (mänty 7 200 €/ha, kuusi 7 100 €/ha). Tuloksista voidaan päätellä, että maanhankinnan kustannukset vaikuttavat puulajista riippuen sisäiseen korkoon keskimäärin noin 1,6–2,3 prosenttiyksikköä (taulukko 25).

Taulukko 25. Maanhankinnan kustannusten vaikutus sisäiseen korkoon männyn ja kuusen avomaan siemenviljelyksillä valtion eri tukitasoilla.

| Tukitaso | Mänty | | Kuusi | |
|----------|---------------------|------|-------|------|
| | Kyllä ^{a)} | Ei | Kyllä | Ei |
| 10 % | 3,0 | 4,1 | 6,4 | 7,2 |
| 20 % | 3,3 | 4,5 | 6,7 | 7,6 |
| 30 % | 3,6 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| 40 % | 3,9 | 5,5 | 7,3 | 8,4 |
| 50 % | 4,3 | 6,2 | 7,7 | 9,0 |
| 60 % | 4,8 | 7,0 | 8,1 | 9,6 |
| 70 % | 5,3 | 8,0 | 8,6 | 10,5 |
| 80 % | 5,9 | 9,5 | 9,1 | 11,6 |
| 90 % | 6,6 | 11,8 | 9,8 | 13,2 |

^{a)}Kyllä tarkoittaa, että maanhankinnan kustannukset (mänty 7 200 €/ha, kuusi, 7 100 €/ha) ovat laskennassa mukana, ja Ei puolestaan tarkoittaa etteivät ne sisälly talouslaskentaan.

Rauduskoivu

Poiketen vuoden 2011 raportista (ss. 37–38) rauduskoivulle määritettiin ainoastaan yksi muovihuonesiemenviljelyslaskelma. Tässä päivitetystä talouslaskelmassa oletetaan, että rauduskoivun muovihuonesiemenviljely perustetaan metallikaarisena ja muovihuonesiemenviljelyksen käyttöiän aikana (40 vuotta) vaihdetaan kattomuovit kolme kertaa ja päätymuovit kaksi kertaa. Valtio tukee muovihuonesiemenviljelyksen perustamiskustannuksia mukaan lukien muovihuoneen rakentamiskustannukset sekä muovien vaihdosta, uuden viljelyksen perustamistöistä (muovihuoneen käyttöiän aikana neljä viljelystä), turpeen poistosta ja päätymuovien vaihdosta aiheutuvia kustannuksia. Koska talouslaskennan perusteet ovat oleellisesti muuttuneet, verrattuna vuoden 2011 raporttiin (Metsäpuiden... 2011, ss. 37–38), tässä esitettyjä tuloksia ei ole perusteltua verrata vuoden 2011 raporttiin (Metsäpuiden...2011), vaan korkeintaan edellä esitettyihin männyn ja kuusen siemenviljelysten vastaaviin tuloksiin. Taulukossa 26 esitetään rauduskoivun muovihuonesiemenviljelysten vuotuisten kustannusten ja siemenviljelyssiemenen myyntihinnan huonoin, keskiarvo ja paras arvo -lukuarvot.

Taulukko 26. Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelysten vuotuisten kustannusten huonoin, keskiarvo ja paras arvo-lukuarvot. Lisäksi siemenviljelyssiemenen myyntihinnan huonoin, keskiarvo ja paras arvo-lukuarvot.

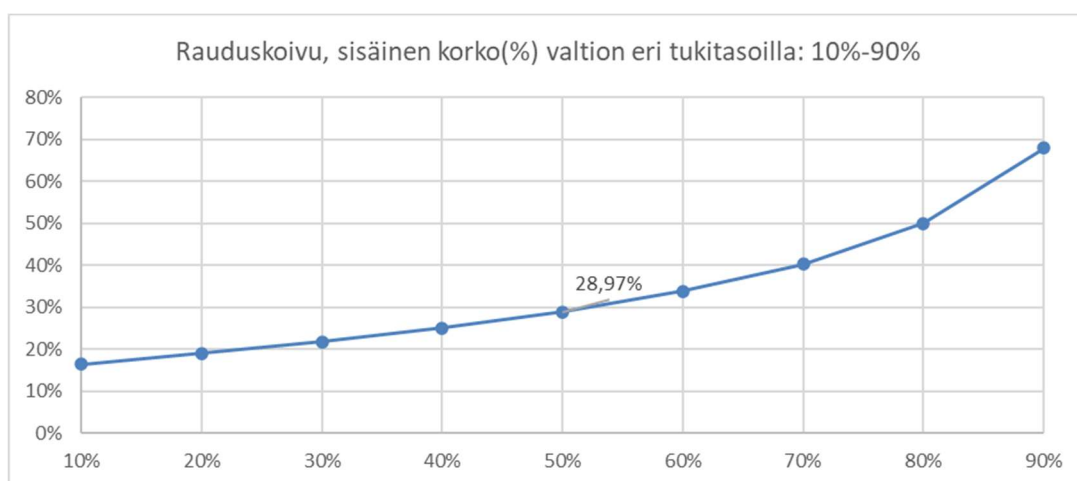
| Muuttuja | Huonoin arvo | Keskiarvo | Paras arvo |
|---|--------------|-----------|------------|
| Hoitokustannukset, tuottamaton vaihe (€/1000m ²) | 4 200 | 3 800 | 3 000 |
| Tuotantovaiheen kesto (vuosia) | 5 | 6,25 | 7,5 |
| Käpyjen keruu-, karistus- ym. kustannukset (€/kg) | 1 300 | 700 | 625 |
| Hoito- ja hallintokustannukset, tuotantovaihe (€/1000m ²) | 4 700 | 4 000 | 3 300 |
| Keskimääräinen sato, tuotantovaihe (kg/1000m ²) | 5 | 17,5 | 31 |
| Siementä tuottamaton vaihe (vuosia) | 3,5 | 3 | 3 |
| Siemenviljelyssiemenen myyntihinta (€/kg) | 600 | 1 220 | 2 500 |

Koska valtio tukee rauduskoivun muovihuonesiemenviljelyksen käyttöaikana perustettavia siemenviljelyksiä (jotka siis uusitaan tietyin väliajoin), on perusteltua esittää myös nämä kustannukset (taulukko 27).

Taulukko 27. Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelyksen käyttöiän aikaiset kustannukset, joita valtio tukee. Taulukossa esitetty vuodet 0, 10, 20, 30 ja 40.

| Kustannuslaji | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
|-----------------------------------|----------|----------|---------|---------|--------|
| Muovihuoneen rakentaminen | 100 000€ | | | | |
| Muovien vaihto | | 15 000€ | 15 000€ | 15 000€ | |
| Uuden viljelyksen perustamistyöt | 31 000€ | 31 000 € | 31 000€ | 31 000€ | |
| Vanhan viljelyksen turpeen poisto | | 2 300€ | 2 300€ | 2 300€ | 2 300€ |
| Päätymuovien vaihto | | 6 500€ | 6 500€ | | |

Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelys oli taloudellisesti kannattamaton (sisäinen korko $< 0\%$) riippumatta valtion tuen tasosta välillä 10% – 90% , kun talouslaskenta tehtiin joko huonoimmilla tai keskiarvo-lukuarvoilla (taulukko 26). Sen sijaan parhailla lukuarvoilla rauduskoivun muovihuonesiemenviljelys oli liiketaloudellisesti erittäin kannattava: sisäinen korkoprosentti valtion 50% tukitasolla oli jo 29% prosenttia (kuvio 15).



Kuvio 15. Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelyksen sisäinen korkoprosentti. Valtion tukitaso 10% – 90% .

Rauduskoivun muovihuonesiemenviljelyksen kannattavuus erosi merkittävästi männyn ja kuusen avomaasiemenviljelysten kannattavuuksista. Esimerkiksi, kun kuusella ja männyllä paras-lukuarvojen mukainen sisäinen korko oli 90 prosentin valtion tukitasolla noin 20 % (kuvio 13 ja 14), saavutettiin rauduskoivulla vastaava sisäinen korko niinkin alhaisella valtion tukitasolla kuin 20 prosenttia (kuvio 15). Lisäksi rauduskoivulla keskiarvo-lukuarvojen mukaan edes 90 prosentin valtion tukitaso ei tehnyt siemenviljelystoiminnasta kannattavaa – kun taas männyllä ja kuusella vastaavilla lukuarvoilla (keskiarvo) sisäinen korko oli parhaimmillaan noin 10 prosenttia. Voidaankin todeta, että rauduskoivun muovihuonesiemenviljelyksen liiketaloudelliset perusteet poikkeavat merkittävästi männyn ja kuusen avomaasiemenviljelysten vastaavista.

7 Pohjois-Suomen siemenhuolto

Pohjois-Suomessa, eli tässä tapauksessa suunnilleen Kemi-Kuhmo -akselin (lämpösummarajan 950 d.d.) pohjoispuolella, hyvät siemenvuodet toistuvat noin kerran kymmenessä vuodessa. Kyseisellä alueella siemenhuolto perustuu näiden harvoin toistuvien luontaisten siemensatojen tehokkaaseen hyödyntämiseen ja varmuusvarastointiin. Metsähallituksesta annetun lain (234/2016) 5 §:n mukaan Metsähallituksen julkisiin hallintotehtäviin kuuluu metsäpuiden siementen hankintaan ja varmuusvarastointiin liittyvät tehtävät. Tähän tehtävään liittyviä männyn ja kuusen metsikkösiemenkeräyksiä ja varmuusvarastointia tehdään niillä alueilla, joilla ei ole siemenviljelyssiementä tarjolla. Metsikkösiemenkeräysten ja siemenen varmuusvarastoinnin tavoitteena on varmistaa, että koko Pohjois-Suomen metsätalouden käyttöön on saatavissa jatkuvasti ja riittävästi hyvälaatuista siementä metsänviljelyyn. Varmuusvarastosiemien kerätään korkeusvyöhykkeittäin, jolla varmistetaan siemenen soveltuvuus myös korkeiden alueiden metsien viljelyyn.

Uudessa siemenviljelysten perustamisohjelmassa jalostetun siemenen tavoiteltua osuutta taimitarha- ja metsäkylvöissä nostetaan Pohjois-Suomessa. Uuden ohjelman mukaan perustettavat siemenviljelykset saavuttavat tuotantoiän vasta 2040-luvulta alkaen, jolloin varmuusvarastosiemien tarve vähenee asteittain. Siihen saakka varmuusvarastointia kuitenkin tarvitaan turvaamaan Pohjois-Suomen siementarve. Varmuusvarastoinnin laajuuden mitoittamisessa on jatkossakin otettava huomioon harvoin toistuvat siemensadot, siemenen tarve korkeilla alueilla ja muut Pohjois-Suomen metsätalouden erityispiirteet.

8 Ohjelman toteuttamisen edellytykset ja seuranta

Ohjelman toteuttamisen edellytykset

Perustamisohjelman toteuttaminen aikataulussaan ja jalostushyötyjen realisoituminen metsissä edellyttää koko metsänjalostus- ja siemenhuoltoketjun saumatonta toimintaa. Valtion tuen riittävyys siemenviljelysten perustamiseen on varmistettava. Siemenviljelysten perustajilla tulee olla riittävät resurssit toimintansa harjoittamiseen. Siemenviljelysten perustamisessa tärkeässä roolissa on myös vartetuotanto. Luonnonvarakeskuksella on siemenviljelyohjelman toteuttamisessa keskeinen rooli, koska sillä on Suomessa ainoana toimijana edellytykset vastata siemenviljelysten vartetuotannon koko toimenpideketjusta (jalostusaineistojen tuottaminen ja ylläpito, vartteiden oikeellisuustarkastukset, varteoksien keruut, varttaminen ja vartekasvatus). Vartteiden tuottaminen laajassa mitassa on ollut jo pitkään pelkästään Luonnonvarakeskuksen vastuulla. On tärkeää, että Luonnonvarakeskus turvaa jatkossa metsänjalostusohjelman ja siemenviljelysten perustamisohjelman vaatimat infrastruktuuri- ja henkilöstötarpeet, ja varmistaa näin ohjelmien toteutumisen aikataulussa. On mahdollista, että tulevaisuudessa osan siemenviljelysten vartteista tuottavat yksityiset toimijat, jos siihen löytyy halukkuutta.

Ohjelman seuranta ja päivitys

Maa- ja metsätalousministeriön asettama Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunta seuraa siemenviljelysten perustamisohjelman etenemistä vuosittain. Seurannassa huomioitavat asiat on esitetty alla luettelona.

Työryhmä suosittaa, että uusi siemenviljelysten perustamisohjelma päivitetään viimeistään vuonna 2033. Päivitys on tarpeellista tehdä sitäkin aikaisemmin, jos metsätalouden toimintaympäristössä tapahtuu merkittäviä metsänuudistamisalaa tavalla tai toisella vaikuttavia muutoksia tätä ennen. Vuonna 2033 ohjelman toteuttaminen on kuitenkin vielä hyvin alkuvaiheessa, jolloin siemenviljelysten perustamismääriin pystytään vielä hyvin vaikuttamaan.

Esitämme perustamisohjelman seurannassa ja päivityksessä huomioitavaksi seuraavia asioita:

- Metsänjalostusohjelman eteneminen ja resursointi
-
- Siemenviljelysten perustamisohjelman eteneminen puulajeittain ja lähtöisyysalueittain sekä ohjelman resursointi
-
- Metsänuudistamisalan muutos, johon vaikuttavat mm. teollisuuden puuntarve, suojelupinta-alan kehitys, jatkuvan kasvatuksen osuus, metsätuhojen esiintyminen
-
- Metsänuudistamisen trendit, kuten. muutokset luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn osuuksissa, eri puulajien istutusmäärissä sekä männyn istutuksen ja kylvön suhteessa.
-
- Eri puulajien osuudet metsänuudistamisesta, kiinnostus uusiin puulajeihin
-
- Taimitarhakylvöissä käytettävä siemenmäärä
-
- Metsäkylvössä käytettävän siemenen määrä g/ha
-
- Metsänistutuksessa käytettävä taimimäärä kpl/ha
-
- Tuotannossa olevien siemenviljelysten tuottoarviot, kg/ha/v
-
- Siemenviljelysten kukittamisen sekä tauti- ja tuholaiсторjunnan mahdollisuudet ja vaikutukset tuottoarvioihin
-
- Jalostetun siemenen tavoiteltu osuus taimitarha- ja metsäkylvöissä
-
- Siemenviljelysten käyttöalueiden mahdolliset muutokset
-
- Kuusen kasvullisesti lisättyjen taimien tuotantomäärät
-

9 Siementuotantoon liittyvät tutkimus- ja kehittämiskohteet

Maa- ja metsätalousministeriön johdolla toimineen Metsäpuiden siementuotannon kehittämissyryhmän (2018) tehtävänä oli tunnistaa siemenhuollon pahimmat pullonkaulat ja etsiä niihin ratkaisuja. Alla olevassa taulukossa listataan kehittämissyryhmän tunnistamat ongelmat, niiden ratkaisuehdotukset, vastuutahot sekä tilanne keväällä 2023 (taulukko 29). Lisäksi listataan uusia kehittämiskohteita (taulukko 30).

Taulukko 28. Aiemmin tunnistetut kehittämiskohteet ja niiden tilanne.

| Ongelma ja sille esitetty ratkaisu | Vastuutahot | Tilanne 2023 |
|--|--------------------------|---|
| Kuusen epäsäännöllinen ja harvoin toistuva kukinta Kukittaminen ja pölytyksen tehostaminen | Luke, siementuottajat | Kehitetty MESIKE- ja SITKE-hankkeissa 2018–2021 |
| Kuusen runsaat hyönteis- ja sienituhot Integroitu torjunta yleisiä tuhohyönteisiä sekä tuomi- ja talvikkiruostetta vastaan, kuusen kukintarytmin ja tuhojen välisen yhteyden manipuloinnin vaikutukset | Luke, siementuottajat | Kehitetty MESIKE- ja SITKE-hankkeissa 2018–2021 |
| Kuusen vanhojen siemenviljelysten hiipuminen pois tuotannosta: kartoitus, keräysten sujuvuus ja hoitotoimenpiteet Selvitetään kuusen siemenviljelysten tuottohistoriaa ja suunnitellaan niille kuntoutusta tähdäten seuraavaan runsaaseen kukintavuoteen. | Luke, siementuottajat | Ei ole tehty tutkijoiden toimesta. |
| Kuusen siemenviljelysten kasvatus: latvuksen leikkauksen vaikutus satoon Selvitetään kasvunsääteiden käyttöä latvuksen leikkaamisen sijaan (vaikutus kukintaan sekä selvitetään ruotsalaisten siemenviljelysten | Luke, siementuottajat | Toistaiseksi tekemättä. |

| | | |
|--|------------------------------|---|
| käytännöt ja sadot). | | |
| Kasvinsuojeluaineiden testauksen hitaus ja hankaluus Selvitetään metsänjalostuksen risteytyksiin käytettyjen kuusen astiavarteiden hyödyntämismahdollisuudet kasvinsuojeluaineiden testaamisessa. | Luke, siementuottajat, Tukes | Asiaa selvitetty, mutta testausta ei tulla toteuttamaan. |
| Männyn ja kuusen käpyjen keruun ja karistuksen sekä siemenen puhdistuksen optimointi Rakennetaan käpyjen keruun ja karistuksen sekä siementen käsittelyn ja niiden analysoinnin laadunhallintajärjestelmä. | Siementuottajat, Luke | Toistaiseksi tekemättä. |
| Siemensatoennusteiden puuttuminen kuusen siemenviljelyksiltä Selvitetään, onko ennusteista hyötyä torjuntatoimenpiteiden, harvennusten ja latvusleikkauksien suunnittelussa ja optimoidaan otantakehikko silmunäytteiden ottamiseksi. | Luke | Kehitetty MESIKE- ja SITKE-hankkeissa 2018-2021. |
| Kuusen koesiemenviljelyksen puute Selvitetään, olisiko mahdollista perustaa tutkijoiden käyttöön koesiemenviljelys ja/tai vartekenttä, jolla voisi testata erilaisia siemenviljelyksen hoitomenetelmiä. | Luke | Asiaa selvitetty, mutta ei ole nähty tarpeelliseksi perustaa erillistä koesiemenviljelystä. |
| Männyn ja kuusen 2. polven siemenviljelysten perustamisen aikataulut Suunnitellaan ajoissa seuraavan polven siemenviljelysten perustaminen ja arvioidaan ohjelman toteutuksen kustannukset. | MMM, Luke, siementuottajat | Uusi perustamisohjelma valmistuu keväällä 2023. |
| Koivun siementarpeen seuranta Päivitetään koivun siementarve ja seuraavien siemenviljelysten perustamisaikataulu sekä arvioidaan perustamiskustannukset. | Luke, MMM, siementuottajat | Uusi perustamisohjelma valmistuu keväällä 2023. |

| | | |
|---|--|---|
| Koivun käyttöalueiden määrittystapaa ei ole raportoitu Raportoidaan koivun käyttöalueiden kriteerit. | Luke | Määrittystapa uudistettu ja raportoitu. |
| Kuusen siemenviljelysten siirto testattu-luokkaan Kuusen jalostuskoeaineistoa on analysoitava ja selvitettävä, voidaanko viljelyksiä siirtää testattu-luokkaan. | Luke | Kuusen siemenviljelyksiä siirretty testattu-luokkaan, perusteet raportoitu |
| Siemenviljelysten käyttöaluesuositusten päivitys Käyttöaluesuositukset päivitetään sitä mukaa kun uutta tutkimustietoa puiden sopeutumisesta ja ilmastonmuutoksesta kertyy. | Luke | Männyn osalta tehty vuonna 2016. |
| Perheiden siemenviljelysten (siementaimisiemenviljelysten) rekisteröinti Selvitetään perheiden siemenviljelysten rekisteröinnin yksityiskohdat. | Ruokavirasto, Luke, siementuottajat | Toteutettu 2017. |
| Metsänjalostuksen resursoinnin tilanne Turvataan metsänjalostuksen resurssit Luken tulosohjauksessa. | Luke, MMM | Jatkuva |
| Kuusen jalostushyödyistä ei ole riittävästi tietoa. Metsänjalostuksen taloudellisesta hyödyistä tarvitaan lisää laskelmia. Selvitetään tarkemmin kuusen jalostushyötyjä. Lasketaan metsänomistajan ja yhteiskunnan metsänjalostuksesta saama arvokasvuhyöty euroina. | Luke | Useita tutkimusjulkaisuja em. aiheista 2018-2020. Jalostuksen tuomat hyödyt laskettu, raportointi jatkuu. |
| Kehittämätön metsäkylvöteknologia ja siitä johtuva alhainen taimisaanto Kehitetään siementen hallittua peittymistä edistävää maanmuokkaus- ja kylvöteknologiaa. | Luke, metsäyhtiöt, Suomen Metsäkeskus, metsäyhtiöt | Kehitetty MEKANEN-hankeessa (2020-2022) |
| Karistuskapasiteetin riittävyys Selvitetään, onko karistuskapasiteettia ja osaavaa työvoimaa tarjolla riittävästi tilanteissa, | MMM, siementuottajat, Metsähallitus | Kokonaisvaltaista selvitystä ei ole tehty. |

| | | |
|---|---|--|
| joissa käpyjä kerätään normaalia enemmän. | | |
| Puulajivalikoiman yksipuolisuus Arvioidaan kotimaisten jalojen lehtipuiden osalta kysyntää ja selvitetään siementuotantomahdollisuuksia. Selvitetään ulkomaisten puulajien käytön mahdollisuuksia. | Luke, Metsähallitus, Ruokavirasto, siementuottajat, arboretumit | Jalojen lehtipuiden geenivarakokoelmia rekisteröity metsänviljelyaineistoksi (2022). Synteesiraportti puulajivalikoiman monipuolistamisesta (2022) |
| Kloonien ja klooniyhdistelmien rekisteröinti ja kantatodistusten myöntäminen Luodaan valmiudet rekisteröidä kasvullisesti lisäävät kloonit ja klooniyhdistelmät perusaineistoksi ja myöntää markkinoitavalle kloonaineistoille kantatodistukset. | Ruokavirasto, Luke | Tehty perheiden vanhemmat –tyyppisen aineiston osalta. Kloonien ja klooniyhdistelmien osalta tehdään, kun tulee ajankohtaiseksi. |

Taulukko 29. Uudet tunnistetut kehittämiskohteet.

| Ongelma ja sille esitetty ratkaisu | Vastuutahot | Aikataulu |
|--|------------------------------|-----------|
| Jalojen lehtipuiden siemenviljelysten hoidon osaaminen Kehitetään jalojen lehtipuiden siemenviljelysten hoitoa, siementen käsittelyä ja testausta | Luke, siementuottajat | 2024- |
| Kuusen käpytuhohyönteistorjunnan laajamittainen käyttöönotto | Siementuottajat | 2023- |
| Siemenen käytön tehokkuuden turvaaminen metsätaimien kasvuturpeen käytön vähentyessä | Luke, metsätaimituottajat | 2022- |

10 Lausunnot

XXXXX

11 Määritelmät

1. polven siemenviljelys siementuotantoa varten perustettu puuviljelmä, joka on perustettu fenotyypillisesti eli ilmiäsun perusteella luonnonmetsistä valittujen pluspuiden vartteilla

1,5-polven siemenviljelys siemenviljelys, johon siementä tuottamaan on vartettu jälkeläiskokeiden perusteella valitut 1. polven pluspuut

2. polven siemenviljelys siemenviljelys, joka koostuu pääosin 1. polven pluspuiden jälkeläisten vartteista

alkio hedelmöitymisen tuloksena syntynyt kasvin (tai eläimen) esiaste

alkiomonistus somaattinen embryogeneesi (SE); kasvullisen lisäyksen menetelmä, jossa tuotetaan kasvisoluista kasvullisesti lisättyjä alkioita laboratorio-olosuhteissa

alkuperä paikka, jossa luontaisesti tai paikallisella siemenillä uudistetun metsikön puut kasvavat

bioreaktori laitteisto, jossa valmistetaan ja/tai hajotetaan biologisia yhdisteitä solujen, solu-uutteiden tai entsyymien avulla

biotekniikka eliöiden, solujen, solujen osien tai solussa esiintyvien molekyylien toimintojen hyödyntämiseen perustuva tekniikka

dd (day degrees) lämpösumma termisen kasvukauden (ajanjakso, jolloin keskilämpötila ylittää +5°C) keskilämpötilojen summa

fenotyyppi yksilön ilmiäsu, silmin havaittavissa olevat yksilön ominaisuudet, perinnöllisten tekijöiden ja ympäristövaikutusten yhteistulos

geenimuuntelu eliön perintöaineksen muuntaminen geenitekniikalla

geenireservimetsä luontaista geneettistä alkuperää edustava laaja metsikkö, joka on varattu metsäpuiden geenivarojen suojeluun

geenivarakokoelma puulajin perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämiseksi, varttamalla tai siementämällä perustettu kokoelma

geenivarat geneettistä ainesta, joka saattaa olla maa-, metsä- ja elintarviketalouden kannalta arvokasta

geneettinen monimuotoisuus, geneettinen variaatio perinnöllinen vaihtelu yksilöiden ja populaatioiden välillä, joka aiheutuu yksilöiden välisistä eroista geeneissä (yksilöllä on vähintään osassa geeneistä eri alleeli eli geenimuoto) tai populaatioiden välisistä eroista alleelifrekvensseissä

hybridahaapa kotimaisen ja amerikkalaisen haavan risteytys

jalostusaineisto jalostuksessa käytetyt pluspuut ja niiden myöhempien sukupolvien jälkeläiset

jalostushyöty valitun puujoukon (yleensä jaloste) keskimääräinen paremmuus vertailujoukkoon verrattuna

jalostuspopulaatio geneettisesti hyvät, valitut yksilöt, joita käytetään jalostuksessa seuraavan sukupolven peruspopulaation vanhempina

jalostusykli valinnasta, risteyttämisestä ja testauksesta koostuva, jokaisessa sukupolvessa toistettava toimenpideketju

juuripistokas juuren osasta juurrutettu ja kasvatettu taimi

jälkeläiskoe koeviljelys, jonka päätarkoituksena on ehdokkaiden jalostusarvojen määrittäminen kasvattamalla ja vertailemalla ehdokaspopulaation yksilöiden jälkeläisiä mahdollisimman yhdenmukaisessa ympäristössä

karistamo laitos, jossa siemenet erotellaan kävyistä, puhdistetaan ja kuivataan varastointiin sopiviksi

karistus siementen erottelu kävyistä

kasvullinen lisäys perimältään identtisten kasviyksilöiden tuottaminen ilman sukusolujen avulla tapahtuvaa lisääntymistä

kenttäkoe maastoon perustettu koeviljelmä (esimerkiksi jälkeläiskoe), jolla sovelletaan normaalin metsänhoidon menetelmiä

klooni tietyistä yksilöistä kasvullisesti (pistokaslisäys, solukkolisäys, varttaminen, juuri- ja kantovesat) lisätty tai lisääntynyt yksilö tai joukko geneettisesti identtisiä yksilöitä

kloonikoe kasviyksilöiden jalostuksellisen paremmuuden testaamista varten perustettu koe

kohtealue ekologisilta tekijöiltään suhteellisen yhtenäinen alue, jonka puitteissa voidaan mm. perustaa jalostuspopulaatio; jalostuspopulaation pääasiallinen ilmastollinen jalostustavoite, joka määräytyy lämpösumman perusteella

kryokonservaatio, kryopreservaatio, kryosäilytys geneettisen materiaalin, esimerkiksi alkoiden tai siemujen säilyttämistä nestemäisessä työssä; syväjäädetyssä säilytys

käyttöalue viranomaisten määrittämä maantieteellinen alue, jossa jalostetun puukannan viljelyvarmuuden on todettu olevan riittävä

luontainen uudistaminen metsän uudistaminen uudistusalalle jätettyjen siemenpuiden tai ympäröivän metsän siemenistä

lähtöisyysalue maantieteellisesti määritelty alue, jolla tietyn puulajin yksilöt ovat perinnöllisiltä tai ulkoisilta ominaisuuksiltaan riittävän samankaltaisia, jotta siellä olevista metsiköistä kerätyt kävyt tai siemennorkot voidaan karistaa yhtenä eränä (=jalostusvyöhyke)

lämpösumma, dd termisen kasvukauden (ajanjakso, jolloin keskilämpötila ylittää + 5°C) keskilämpötilojen summa

metsikkösiemen valituista metsiköistä parhaina siemenvuosina kerättyä siementä

metsänviljely metsänuudistamismenetelmä, jossa taimikko saadaan aikaiseksi joko istuttamalla taimia tai kylvämällä siemeniä; vaihtoehtona on luontainen uudistaminen.

mikrolisäys kasvullisen lisäyksen menetelmä, jossa tuotetaan taimia kasvusolukon palasista (ks. solukkoviljely)

molekyyliarkki DNA:n emäsjärjestys (tai isoentsyymien aminohappojärjestys), joka eroaa tarpeeksi yksilöiden välillä, jotta sen periytyminen sukulinjassa ja/tai erilaisissa soluissa voidaan jäljittää

oksapistokas oksasta juurrutettu ja kasvatettu taimi

organogeneesi prosessi, jossa solut erikoistuvat tiettyihin tehtäviin ja muodostavat tiettyjä kasvinosia (eläimillä elimiä)

perhe siementuotantoon valitut puut (yksi emiyksilö sekä yksi tai useampi hedeüksilö), jotka on risteytetty keskenään sekä siten aikaan saadut jälkeläiset

perheiden siemenviljelys (siementaimisiemenviljelys) pluspuiden siementaimiperheillä perustettu siemenviljelys

pistokas emokasvista otettu osa, joka juurrutetaan sopivassa kasvualustassa ja kasvatetaan taimeksi

pluspuu luonnonpopulaatiosta ulkoisten ominaisuuksien perusteella jalostuspopulaatioon valittu puuyksilö

populaatio ajallisesti ja paikallisesti rajattu yksilöiden joukko; samaan aikaan samalla alueella elävien yksilöiden joukko, jotka kykenevät parittelemaan keskenään

risteytysjälkeläistö tunnettujen puuyksilöiden risteytyksillä aikaansaatu jälkeläisten joukko

SGEI yleisiin taloudellisiin tarkoituksiin liittyvät palvelut (engl. Services of General Economic Interest, SGEI) ovat taloudellisia, jokapäiväisten tarpeiden turvaamiseen liittyviä palveluita tai palveluita, jotka on muuten katsottu yhteiskunnan toiminnan kannalta niin merkittäviksi, että niiden tarjonta on turvattava.

siemenkeräysmetsikkö ulkoisten ominaisuuksien perusteella siementuotantoon valittu metsikkö

siemenlähde puut sillä alueella, jolta siemenet on kerätty

siementarvearvio arvio taimitarhakylvöihin ja metsäkylvöihin tarvittavasta vuotuisesta siemenmäärästä

siementuotantotavoite siementarvearvion perusteella laadittu tavoitetaso siemenviljelysten yhteenlasketulle keskimääräiselle vuotuiselle siementuotannolle

siemenviljelyksen käyttöalue alue, jolla suositellaan käytettäväksi tietyn siemenviljelyksen tiettyyn alkuperäluokkaan kuuluvat siemenet. Käyttöalue määräytyy siemenviljelyksessä olevien kloonien alkuperän ja siemenviljelyksen sijaintipaikan perusteella

siemenviljelys siementen tuottamista varten perustettu alue

solukkoviljely kasvusolukon kasvattaminen laboratorio-olosuhteissa keinotekoisella alustalla

somaattinen embryogeneesi kasvialkioiden tuottaminen muista kuin sukusolulinjan soluista

taustapölytys ympäröivistä metsistä siemenviljelykselle leviävä siitepöly

tuholaisresistenssi perinnöllinen kestävyys hyönteistuhoja vastaan

valinta metsänjalostuksen osa, jossa lähtöaineistosta otetaan jalostuksen käyttöön tai viljelymateriaalin tuottamiseen se osa, joka parhaiten sopii jalostajan tarkoituksiin

valiosiemenviljelys siemenviljelys, jossa siemeniä tuottavat jälkeläistestauksessa parhaimmin menestyneet kloonit, ns. 1,5-polven siemenviljelys

vapaapölytys emikukkien pölyttyminen ilman keinollista pölytystä

varte varttamisen tuloksena syntynyt taimi tai puu

varteoksa valitun puun latvuksesta kerätty oksankärki, joka liitetään varttamalla perusrunkoon; varteoksalla on valitun puun perimä, joka tallennetaan varttamalla kokoelmaan tai siemenviljelykseen

vartesiemenviljelys siemenviljelys, jossa siementä tuottavat valittujen puiden vartteet

varttaminen toisen kasviyksilön oksan tai oksanpalasen liittäminen kasvin versoon

viljelyvarmuus kyky mukautua paikalliseen kasvupaikkatekijöiden yhdistelmään sekä vastustuskyky kasvitauteja ja tuholaisia vastaan

Lähteet

Ahtikoski, A. 2000. The profitability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Silver birch (*Betula pendula* Roth) next-generation seed orchards in Finland. Department of Forest Economics, Research Papers 8. Dissertation, University of Helsinki.

Ahtikoski, A. 2010. Metsänjalostus taloudellisesta näkökulmasta. Julkaisussa: Tasanen, T. (toim.). Siemenestä taimeksi. Metsäpuiden taimituotannon historia Suomessa. Metsäpuiden taimituotannon historiatoimikunta 2010, s. 311–320.

Almqvist, C. & Wennström, U. 2020. Förädlad skogsodlingsmaterial 2020-2064. Skogforsk Arbetsrapport 1066-2020.

Antola, J., Leinonen, K., & Niemi, K. 2009. Avomaan siemenviljelysten perustamis- ja hoito-ohjeet. Metlan työraportteja 117. 16 s.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp117.htm>

Haapanen & Mikola 2008. Metsänjalostus 2050 — pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metlan työraportteja 71: 1-50.

Hantula J., Koivula M., Nuorteva H., Ylioja T. 2022. Saarnen merkittävimmät uhkatekijät: saarnensurma, saarnenjalosoukko ja saarnipistiäinen. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2022 artikkeli 10728. <https://doi.org/10.14214/ma.10728>

Hynynen, J., Salminen, H., Huuskonen, S., Ahtikoski, A., Ojansuu, R., Siipilehto, J., Lehtonen, M., Rummukainen, A., Kojola, S. & Eerikäinen, K. 2014. Scenario analysis for the biomass supply potential and the future development of Finnish forest resources. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 302, 2014.

Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., Lehtonen, M. & Eerikäinen, K. 2015. Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: A scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research*, 134(3), 415–431.
<https://doi.org/10.1007/s10342-014-0860-0>

Kansallinen metsästrategia 2035. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki 2022.

Kotiaho, J. S., Ahlvik, L., Bäck, J., Hofti, J., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Ketola, T. Kulmala, L., Lakka, H-K., Lehikoinen, A., Oksanen, E., Pappila, M., Sääksjärvi, I., ja Peura, M. 2021. Metsäluonnon turvaava suojelun kohdentaminen. Suomen Luontopaneelin julkaisu 4/2021.

Kuuluvainen, J. & Valsta, L. 2009. Metsäekonomian perusteet. Gaudeamus, Helsinki University Press. 332 s.

Luenberger, D. 1995. *Microeconomic theory*. McGraw-Hill, Inc., New York.

Metsänhoidon suositukset, Tapio 2023.

Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio. 2011. Työryhmämuistio MMM 2011:6. Helsinki, 53 s.

Ruotsalainen, S., Himanen, K., Viherä-Aarnio, A., Aarnio, L., Haapanen, M., Luoranen, J., Matala, J., Riikonen, J., Uotila, K. & Ylioja, T. 2022. Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänviljelyssä: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 24/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 135 s.

Salminen, H., Lehtonen, M. & Hynynen, J. 2005. Reusing legacy FORTRAN in the MOTTI growth and yield simulator. *Computers and Electronics in Agriculture* 49(1): 103–113.

Salvatore, D. 2009. Microeconomics: theory and applications. 5th Edition. Oxford University Press, USA.

Suomen maa-, metsä- ja kalatalouden kansallinen geenivaraohjelma. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2018:11a.

Valtioneuvoston selonteko kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelmasta vuoteen 2030. VNS 15/2022 vp.

Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta (2022). Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15.

Liitteet

Liite 1. Männyn lähtöisyysalueet



Liite 2. Kuusen lähtöisyysalueet



Liite 3. Kyselyt Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnalle

Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnan jäsenorganisaatioille tehtiin kaksi kyselyä-, joiden avulla selvitettiin heidän näkemyksiään keskeisimpiin kysymyksiin siemenviljelysten perustamisohjelman valmisteluun liittyen. Kyselyt tehtiin Webropol-työkalulla ja ne lähetettiin jäsenorganisaatioille sähköpostin välityksellä lokakuussa 2022. Ensimmäiseen kyselyyn saatiin vastaukset kahdeksasta ja toiseen yhdeksästä organisaatiosta.

Luonnonvarakeskuksen skenaariot

Ensimmäisessä kyselyssä Metsänjalostuksen ja siementuotannon neuvottelukunnan jäsenorganisaatioilta kysyttiin, mikä kolmesta Luonnonvarakeskuksen tuottamasta skenaariosta (PERUS, TEHO vai MONI) vastaa parhaiten heidän käsityksiään tulevaisuudesta, ja mihin skenaarioista siemenviljelysten perustamisohjelma tulisi perustaa.

PERUS-toimet:

Metsänhoidon taso säilyy nykyisellään (toimenpidepinta-alat viime vuosien tasolla)

Hakkuumäärät säilyvät nykytasolla (72,4 milj. m³ v. 2020)

Jalostettua viljelymateriaalia käytetään tulevaisuudessa samassa määrin kuin nykyisinkin

TEHO-toimet:

Tehostettua ja taloudellisesti kannattavaa puuntuotantoa kestävyysrajoissa

Hakkuumääriin ei rajoituksia, kunhan puustovaranto ei pysyvästi pienene

Jalostettua materiaalia käytetään aina metsänviljelyssä

Metsänlannoitus- ja kunnostusojituspinta-alat säilyvät nykytasolla

MONI-toimet:

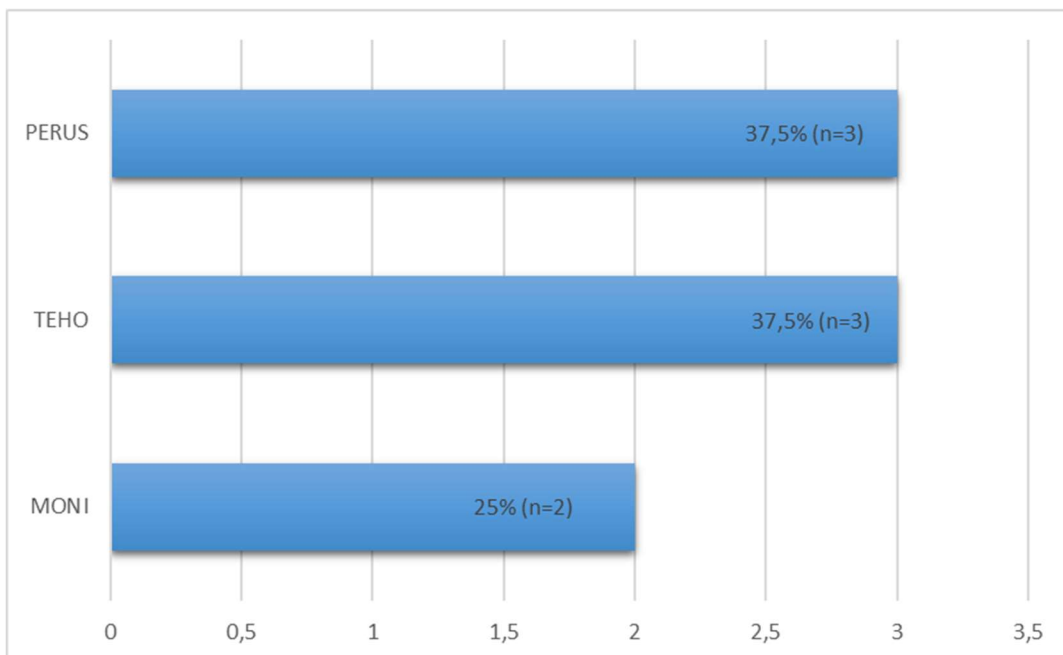
Kiertoaikoja pidennetään nostamalla päätehakkujäreyyttä nykyisistä suosituksista noin 15 %

Ravinteikkailla kasvupaikoilla (MT, OMT, Mtkg, Rhtkg) lehtipuuston osuus yli 20 % ppa:sta

Hakkuumäärät enintään nykytasoa, jos se on puuntuotannollisesti kestävä

Jalostettua materiaalia käytetään nykyistä enemmän metsänviljelyssä

Kyselyssä PERUS- ja TEHO –vaihtoehdot saivat eniten kannatusta. Skenaariot saivat yhtä paljon kannatusta ja niitä kannatti 37,5 prosenttia vastaajista. Vastaajista 25 prosenttia kannatti MONI-skenaariota. Yhteensä kysymykseen vastasi kahdeksan organisaatiota. (Kuva 1)



Kuva 1. Kyselyyn vastanneiden organisaatioiden vastaukset eri skenaarioihin liittyen. (N=8)

Organisaatioiden antamien avointen vastausten perusteella kysymykseen liittyen korostui erityisesti eri vaihtoehtojen väliset yhdistelmät, esimerkiksi TEHO ja MONI-toimien yhdistelmät tai PERUS- ja MONI-toimien yhdistelmät. Avoimissa vastauksissa nostettiin myös esiin, että valittua perustasoa on tarpeellista korjata säännöllisesti vastaamaan metsätaloudessa ja metsänhoidossa tapahtuvia muutoksia. Toisaalta nähtiin myös, että jalostetun siemenen käyttömäärän kasvua ja peitteisen metsätalouden osuuden kasvua ei ollut vaihtoehdoissa huomioitu riittävästi.

Toisessa kyselyssä paneuduttiin puulajien priorisointiin, jalostetun siemenen tavoiteosuuksiin taimitarha- ja metsäkylvöissä sekä metsänviljelyn tulevaisuuden trendeihin.

Puulajien priorisointi

1. Mille puulajeille ja maantieteellisille alueille (lähtöisyysalueille) siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla?

Kyselyssä organisaatioilta kysyttiin näkemyksiä siitä, mille puulajeille ja maantieteellisille alueille (lähtöisyysalueille) siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla. Pohjana käytettiin kuusen lähtöisyysalueita kaikkien puulajien osalta.

Luonnonvarakeskuksen metsänjalostusohjelma käsittää männyn, kuusen, rauduskoivun, lehtikuusen ja tervalepän. Siemenviljelykset pyritään perustamaan aina parhaalla mahdollisella aineistolla lukuun ottamatta niitä jaloja lehtipuita (metsälehmus, kynäjalava, vuorijalava), joilla siemenviljely perustuu geenivarakokoelmiin, ja pyrkimyksenä on turvata monimuotoisen ja viljelyvarman kotimaisen viljelyaineiston saatavuus. Muiden puulajien osalta siemenviljelysten perustaminen edellyttäisi useimmiten pluspuuvalinnan aloittamista ja metsänjalostusohjelman laajentamista. Siemenviljelykset pyritään perustamaan aina parhaalla mahdollisella aineistolla lukuun ottamatta niitä jaloja lehtipuita (metsälehmus, kynäjalava, vuorijalava), joilla siemenviljely perustuu geenivarakokoelmiin, ja pyrkimyksenä on turvata monimuotoisen ja viljelyvarman kotimaisen viljelyaineiston saatavuus. Muiden puulajien osalta siemenviljelysten perustaminen edellyttäisi useimmiten pluspuuvalinnan aloittamista ja metsänjalostusohjelman laajentamista.

Kyselyssä vastaajia pyydettiin valitsemaan eri puulajeille ne lähtöisyysaluevaihtoehdot, joille siemenviljelyssiementä tulisi tulevaisuudessa olla saatavilla.

Kaikki vastaajat (n=9) esittivät, että männyn siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla lähtöisyysalueilla 1-5. Männyn osalta 67 prosenttia vastaajista kannatti siemenviljelyssiementä myös lähtöisyysalueella 6. Kuusen kohdalla kaikki vastaajat esittivät, että siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla lähtöisyysalueilla 1–4. Lisäksi kuusen kohdalla 89 prosenttia vastaajista näki, että siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla myös lähtöisyysalueella 5. Rauduskoivun osalta siemenviljelyssiemenen tarve nähtiin vahvasti lähtöisyysalueilla 1–3. Puolestaan hieskoivun kohdalla vastaukset jakautuivat lähtöisyysalueille 1–4. Hieskoivun kohdalla kuitenkin mikään lähtöisyysalueista ei saanut erityisen vahvaa kannatusta. Vastauksissa nähtiin, että lehtikuusen siemenviljelyssiementä tulisi olla tarjolla lähtöisyysalueilla 1–5 ja tervalepän siemenviljelyssiemenen tarve nähtiin puolestaan vahvimmin lähtöisyysalueilla 1–3. Vaahteran, metsälehmuksen, vuorijalavan ja kynäjalavan osalta vastattiin, että siemenviljelystä tulisi olla tarjolla lähtöisyysalueilla 1–2. Douglaskuusen, kontortamännyn ja visakoivun siemenviljelyssiemenelle ei juurikaan nähty tarvetta verrattuna muihin puulajeihin. (Kuva 2)

Avoimissa vastauksissa ja perusteluissa nostettiin erityisesti esille, että Etelä-Suomeen tarvittaisiin lisää sopivia lehtipuualkuperiä lisäämään metsien monimuotoisuutta. Myös metsätuhoihin voitaisiin paremmin varautua, jos lisättäisiin männyn ja lehtipuiden viljelyä. Pohjois-Suomessa ilmastonmuutos lisää puiden kasvua, mutta siellä ei ole viljelyyn yhtä paljon vaihtoehtoisia puulajeja ja alkuperiä kuin etelämmäksi.

Vastauksissa esitettiin, että männyn, kuusen ja lehtikuusen nykyinen maantieteellinen kattavuus on riittävä ja sitä on vaikea laajentaa. Arvioitiin, että tammen käyttöalue tulee mitä ilmeisemmin laajenemaan, mutta ainakin lähitulevaisuudessa enemmän maisema- ja monimuotoisuustarkoituksessa ja sen vuoksi lähtöisyysalue 1 nähtiin tammelle tässä vaiheessa riittäväksi. Vastausten mukaan kontortamännyn siemenviljelyssiementä olisi riittävästi saatavilla ruotsalaisilta viljelyksiltä.

Douglaskuusi nähtiin kiinnostavana ja mahdollisena ulkomaisena puulajina. Tulevaisuudessa douglaskuusen siemenviljelyksiin arvioitiin olevan tarvetta, vaikka tällä hetkellä välitöntä tarvetta ei ole. Douglaskuuseen liittyen nostettiin esiin mm. metsätaloudellinen hyöty ja toisaalta siementen tuhoalttius. Douglaskuusen haasteena nähtiin Suomen olosuhteisiin soveltuvien alkuperien valinta.

Raudus- ja hieskoivun kohdalla nähtiin viljelyn laajentuessa ja yleistyessä, että ensisijaisesti tulisi kehittää hyvälaatuisten metsikköjen siemenkeräystä. Avoimissa vastauksissa esitettiin myös, että rauduskoivun kysyntä pohjoista kohti mentäessä vähenee dramaattisesti. Hieskoivun kysyntää kuvattiin satunnaiseksi. Niin hies- kuin rauduskoivun kohdalla ongelmana nähtiin kasvihuonetilan rajallisuus ja tuotannon kannattavuus. Vastauksissa nousi myös esiin, että rauduskoivun osalta jalostetun

siemenen saatavuutta voisi laajentaa, jotta käyttöalueet kattaisivat poronhoitoalueen eteläpuolella olevat alueet (lähtöisyysalue 3). Hieskoivun osalta siemenviljelysten perustamistarpeen nähtiin riippuvan kysynnästä. Esitettiin, että mikäli siementä tarvitaan merkittäviä määriä turvetuotantoalueiden metsittämiseen tai soiden ennallistamiseen, niin hieskoivun siemenelle voi tulla tarvetta.

Avoimissa vastauksissa kotimaisten jalojen lehtipuiden kysyntä nähtiin vähäisenä. Arveltiin kuitenkin, että tulevaisuudessa tilanne voi muuttuvan. Haasteena nähtiin erityisesti rajalliset käyttöalueet, tuotannon kannattavuus sekä siementen säilyvyys ja kannattavuus. Jalojen lehtipuiden osalta ilmaston lämpeneminen voi mahdollistaa käyttöalueiden laajenemisen pohjoista kohti. Puulajivalikoiman monipuolistamisen näkökulmasta olisi tärkeää huolehtia, että näiden puulajien siementä olisi tarjolla kysyntää vastaava määrä.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ei tarvetta | en osaa sanoa |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|---------------|
| Puulaji (nykytilanne) | Lähtöisyysalue | Lähtöisyysalue | Lähtöisyysalue | Lähtöisyysalue | Lähtöisyysalue | Lähtöisyysalue | | |
| Mänty (1-5) | 9/9 vastaajaa | 9/9 | 9/9 | 9/9 | 9/9 | 6/9 | | |
| Kuusi (1-4.5) | 9/9 vastaajaa | 9/9 | 9/9 | 9/9 | 8/9 | 1/9 | | |
| Rauduskoivu (1-2) | 9/9 vastaajaa | 9/9 | 7/9 | | | | | |
| Hieskoivu (ei ole viljelyksiä) | 2/9 vastaajaa | 3/9 | 3/9 | 2/9 | | | 2/9 | 3/9 |
| Lehtikuusi (1-5) | 8/9 vastaajaa | 8/9 | 8/9 | 7/9 | 5/9 | | 1/9 | |
| Tammi (1) | 8/9 vastaajaa | 5/9 | | | | | 1/9 | |
| Tervaleppä (1-3) | 8/9 vastaajaa | 8/9 | 8/9 | 2/9 | | | 1/9 | |
| Vaahtera (1) | 6/9 vastaajaa | 4/9 | | | | | 3/9 | |
| Metsälehmus (1-2) | 7/9 vastaajaa | 6/9 | | | | | 2/9 | |
| Vuorijalava (1-2) | 7/9 vastaajaa | 6/9 | | | | | 2/9 | |
| Kynäjalava (1-2) | 7/9 vastaajaa | 6/9 | | | | | 2/9 | |
| Douglaskuusi (ei ole viljelyksiä) | 4/9 vastaajaa | 2/9 | | | | | 5/9 | |
| Kontortamänty (ei ole viljelyksiä) | 2/9 vastaajaa | 1/9 | | | | | 6/9 | 1/9 |
| Visakoivu (ei ole viljelyksiä) | 2/9 vastaajaa | 1/9 | | | | | 6/9 | 1/9 |
| Muu puulaji, mikä? | 0/9 vastaajaa | | | | | | 3/9 | |

Kuva 2. Vastaukset eri puulajien siemenviljelyssiemenen tarpeesta lähtöisyysalueilla. (N=9)

Puulajien priorisointi tulevien siemenviljelysten perustamisessa

Kyselyssä selvitettiin puulajien priorisointia tulevien siemenviljelysten perustamisessa. Eri puulajien välillä joudutaan tekemään priorisointia, sillä käytettävissä olevat resurssit siemenviljelysten perustamiseen ja ylläpitoon ovat rajalliset. Kysymyksessä vastaajat asettivat puulajit tärkeysjärjestykseen asteikolla 1–14 sen mukaan kuinka tärkeää kyseisen puulajin siemenviljelyssiemenen saatavuus on tulevaisuudessa.

Siemenviljelysten perustamisessa tärkeimmiksi puulajeiksi nähtiin pääpuulajimme eli mänty, kuusi ja rauduskoivu. Seuraavaksi tärkeimmiksi nähtiin lehtikuusi, tammi ja tervaleppä. (Kuva 3)

Perusteluissa korostettiin sitä, että ohjelman tärkein ja ensisijainen tavoite on turvata erityisesti jalostetun männyn, kuusen ja rauduskoivun siementen saatavuus maantieteellisesti kattavasti niille sopivilla kasvupaikoilla. Tätä perusteltiin myös sillä, että mäntyä, kuusta ja rauduskoivua tullaan todennäköisesti käyttämään uudistamisessa pääpuulajeina vielä pitkään.

Perusteluissa esitettiin, että rauduskoivua pitäisi pystyä viljelemään pohjoisempana kuin nykyisin. Ilmastonmuutos ja eri lajeista riippuvaisten uhanalaisten lajien riippuvuus isäntäpuulajin esiintymisestä on otettava huomioon ja turvattava harvinaisempien lehtipuiden geneettinen perimä ja yleisyys viljelyn kautta.

Muiden puulajien osalta lehtikuusi, tammi ja tervaleppä priorisoitiin myös tärkeiksi tulevien siemenviljelysten perustamisessa. Lehtikuusen nähtiin menestyvän hyvin ja sen tuotto on myös hyvä. Lehtikuuselle käyttömahdollisuuksia arvioitiin olevan nykyistä enemmän.

Perusteluissa esitettiin, että puulajivalikoiman monipuolistamisen, geenivarojen suojelun ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen näkökulmasta muiden puulajien siemenhuollosta tulee huolehtia hyödyntämällä geenivarakokoelmia, siemenkeräysmetsiköitä ja tarvittaessa perustaa niille siemenviljelyksiä tyydyttämään kysyntää. Perusteluissa nähtiin, että jalojen lehtipuiden käyttöönottoon tulisi varautua jo hyvissä ajoin. Tammi nähtiin erittäin potentiaalisena jalopuulajina uudistamisessa. Tervaleppän osuuden arvioitiin lisääntyvän, kun kosteiden alueiden ennallistaminen etenee.

Hieskoivun osalta vastauksissa tuli esille, että hieskoivun siemenelle voi tulla tarvetta, jos sitä alettaisiin käyttää tulevaisuudessa merkittäviä määriä esimerkiksi turvetuotantoalueiden metsittämisessä tai soiden ennallistamisessa. Hieskoivun pääasiallinen käyttö uudistamisessa arvioitiin kuitenkin jatkossakin olevan luontainen uudistaminen. Nähtiin, että hieskoivun siemenviljelysten tarve käytännön metsätaloudessa on hyvän luontaisen uudistumisen vuoksi vähäistä.

Puulajeista douglaskuusen ja kontortamännyn priorisointi tulevien siemenviljelysten perustamisessa koettiin vähäiseksi. Perusteluissa nähtiin, että niiden avulla voitaisiin kuitenkin lisätä metsien kasvupotentiaalia sopivilla kohteilla. Kontortamännyn kohdalla korostettiin varovaisuutta mm. sen tiettyjen tuhoriskien suhteen (versosurma).

1. **Mänty (ka 1,3)**
2. **Kuusi (ka 1,9)**
3. **Rauduskoivu (ka 2,8)**
4. **Lehtikuusi (ka 4,9)**
5. **Tammi (ka 5,8)**
6. **Tervaleppä (6,6)**
7. **Metsälehmus (8,7)**
8. **Hieskoivu (ka 8,9)**
9. **Vuorijalava (ka 9,8)**
10. **Vaahtera (ka 10)**
11. **Douglaskuusi (ka 10,4)**
12. **Kynäjalava (ka 10,8)**
13. **Visakoivu (ka 11,2)**
14. **Kontortamänty (ka 12)**

Kuva 3. Puulajien priorisointi asteikolla 1–14. (N=9)

Tavoitteiden asettaminen jalostetun siemenen tuottamiselle

Kyselyssä selvitettiin tavoitteita jalostetun siemenen osuudeksi eri lähtöisyysalueilla männyn taimitarha- ja metsäkylvöissä sekä kuusen ja rauduskoivun taimitarhakylvöissä.

Nykyisen siemenviljelysten perustamisohjelman linjaukset on määritelty vuonna 2004 valmistuneessa Metsäpuiden siemenhuoltotyöryhmän muistiossa. Ohjelma tarkistettiin vuonna 2011.

Taimitarhakylvöissä nykyisen ohjelman tavoite on ollut, että niillä alueilla, joilla jalostettuja siemeniä on tarjolla, kaikki taimitarhakylvöihin käytettävä pääpuulajien siemen tuotetaan siemenviljelyksillä vuoteen 2030 mennessä.

Männyn osalta tavoitteena oli näin ollen, että lähtöisyysalueilla 1–5 kaikki taimitarhakylvöihin tarvittava siemen on tavoitteena tuottaa siemenviljelyksillä. (Tässäkin viitataan kuusen lähtöisyysalueisiin.) Kuusen osalta tavoitteena oli tuottaa kaikki lähtöisyysalueiden 1–4 ja puolet lähtöisyysalueen 5 taimitarhakylvöihin tarvittava siemen siemenviljelyksillä. Aivan pohjoisimpaan Suomeen (lähtöisyysalue 6) ei tuotettaisi lainkaan siemenviljelyssiementä.

Rauduskoivun osalta tavoite on ollut, että kaikki lähtöisyysalueilla 1–2 taimitarhakylvöihin tarvittava siemen tuotetaan siemenviljelyksillä.

Männyn metsäkylvöissä tavoitteena on ollut, että 1,5-polven siemenviljelyssiementen käytön osuus olisi Etelä-Lappiin saakka (lähtöisyysalueet 1-3) 50 prosenttia sekä Keski-Lapin alueella (lähtöisyysalue 4) 25 prosenttia. Sitä pohjoisempaan (lähtöisyysalueet 5-6) ei siemenviljelyssiementä käytettäisi lainkaan metsäkylvöissä.

Tietoa jalostusasteen tämänhetkisestä tilanteesta taimitarhakylvöissä löytyy Ruokaviraston sivuilta. Metsäkylvön osalta jalostusasteen mukaista tilastointia on valmisteltu, mutta tuloksia ei vielä ole. Luonnonvarakeskuksen tutkijan Pekka Heleniuksen vuonna 2020 toimijoille tekemän julkaisemattoman kyselyn mukaan koko maan keskiarvo jalostetun siemenen (mukana 1. ja 1,5-polvi) käytössä metsäkylvöissä oli 61 prosenttia. Jalostetun siemenen osuus väheni mitä pohjoisemmaksi mentiin.

Kyselyyn vastaajista 78 prosenttia oli sitä mieltä, että männyn taimitarhakylvöissä jalostetun siemenen osuudeksi tulisi asettaa jatkossakin 100 prosenttia lähtöisyysalueilla 1–5. (Kuva 4) Vastausten perusteluissa todettiin, että 100 prosentin tavoite on jo lähellä nykytilaa. Taimitarhoilla olisi syytä käyttää aina jalostettua siementä, kun se on mahdollista.

| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% | en osaa sanoa |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|
| Lähtöisyysalueet | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | 77,8% | 11,1% |
| 2 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | 77,8% | 11,1% |
| 3 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 4 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 5 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 6 | 11,1% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,3% | ,0% | ,0% | 22,2% | ,0% | 22,2% | 22,2% |

Kuva 4. Männyn taimitarhakylvöt. (N=9)

Männyn metsäkylvöissä yli puolet vastaajista vastasi, että jalostetun siemenen osuudeksi tulisi asettaa 100 prosentiksi lähtöisyysalueilla 1–3. Myös lähtöisyysalueella 4 lähes puolet vastaajista katsoi, että jalostetun siemenen osuudeksi tulisi asettaa 100 prosenttia. Lähtöisyysalueella 5 lähes puolet vastaajista oli sitä mieltä, että jalostetun siemenen tavoiteosuudeksi tulisi asettaa 50 prosenttia kun taas lähtöisyysalueella 6 suurimman kannatuksen sai 20 prosentin osuus jalostetulle siemenelle. (Kuva 5)

Perusteluissa todettiin, että jalostetun siemenen tavoiteosuutta metsäkylvöissä on tarpeen nostaa vähintään vastaamaan nykyistä toteutunutta käyttöä. Tällaiset tavoitteet olisivat vastaajan mukaan realistisia, kun perusteilla olevat viljelykset saadaan tuotantoikään. Kylvömenetelmien kehittyminen (esim. siementen peittäminen) voi pienentää hehtaarikohtaista siementarvetta, joten jalostettua siementä riittää laajemmalle pinta-alalle kylvöissä. Toisaalta ilmaston lämpeneminen voi lisätä pintakasvillisuuden kilpailua uudistusaloilla, jolloin tulevaisuudessa osa nykyisistä kylvöaloista voi olla järkevää uudistaa istuttamalla kylvön sijaan. Tämä voi vähentää siementarvetta.

| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% | en osaa sanoa |
|-------------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| Lähtöisyysalueet | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,2% | 11,1% | 55,6% | 11,1% |
| 2 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,2% | 11,1% | 55,6% | 11,1% |
| 3 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | 11,1% | 11,1% | 55,6% | 11,1% |
| 4 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 22,2% | 11,1% | ,0% | 44,5% | 11,1% |
| 5 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | 44,5% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 22,2% | 11,1% |
| 6 | 22,2% | ,0% | 33,4% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | 11,1% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,2% |

Kuva 5. Männyn metsäkylvöt. (N=9)

Kuusen taimitarhakylvöissä vastauksissa korostui, että jalostetun siemenen osuudeksi tulisi asettaa 100 prosenttia lähtöisyysalueilla 1–5. Lähtöisyysalueella 6 vastaukset jakaantuivat eri prosentiosuuksien välillä. (Kuva 6)

Perusteluissa nousi esiin, että tavoite jo lähes saavutettu. Täysin 100 prosentin tavoitetta ei kuitenkaan ole realistista saavuttaa. Ilmaston lämpeneminen siirtää kuusen metsäraja ja käyttöalueita pohjoisemmaksi, joten jalostettua siementä voidaan käyttää tulevaisuudessa nykyistä pohjoisemmassa.

| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% | en osaa sanoa |
|-------------------------|-------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-------|-------|-----|-------|---------------|
| Lähtöisyysalueet | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 2 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 3 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 4 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 77,8% | 11,1% |
| 5 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,2% | 22,2% | ,0% | 44,5% | 11,1% |
| 6 | 11,1% | ,0% | ,0% | 22,2% | 11,1% | ,0% | ,0% | 11,1% | 11,1% | ,0% | ,0% | 33,4% |

Kuva 6. Kuusen taimitarhakylvöt. (N=9)

Rauduskoivun taimitarhakylvöissä yli puolet vastaajista asettaisi jalostetun siemenen osuudeksi 100 prosenttia lähtöisyysalueilla 1–3. Lähtöisyysalueella 4 kolmasosa vastaajista asettaisi jalostetun siemenen osuudeksi 100 prosenttia. Lähtöisyysalueilla

5 – 6 yli puolet vastaajista asettaisi jalostetun siemenen osuudeksi 0 prosenttia. (Kuva 7)

Perusteluissa nousi esiin muun muassa, että koivun taimia ei kannata tehdä metsikkökylvösiemenellä lainkaan. Lehtipuuosuuden lisääminen ja mahdollisuus siihen on tärkeää. Lähtöisyysalueilla 1 ja 2 tavoite on jo hyvin toteutunut. Kolmosalueen kysyntä on hyvin niukkaa, painottuu länsiosaan. Koska lähtöisyysalue 3 on osin poronhoitoaluetta, tavoitteena voisi olla, että jalostettua koivun siementä olisi tarjolla poronhoitoalueen eteläpuoleisessa osassa maata. Sitä pohjoisempaa koivun käyttö metsänviljelyssä on epärealistista.

| | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% | en osaa sanoa |
|-------------------------|-------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-------|---------------|
| Lähtöisyysalueet | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 88,9% | ,0% |
| 2 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 88,9% | ,0% |
| 3 | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 22,2% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 66,7% | ,0% |
| 4 | 22,2% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | 33,4% | 11,1% |
| 5 | 55,6% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 33,3% |
| 6 | 66,7% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | ,0% | 11,1% | ,0% | ,0% | 22,2% |

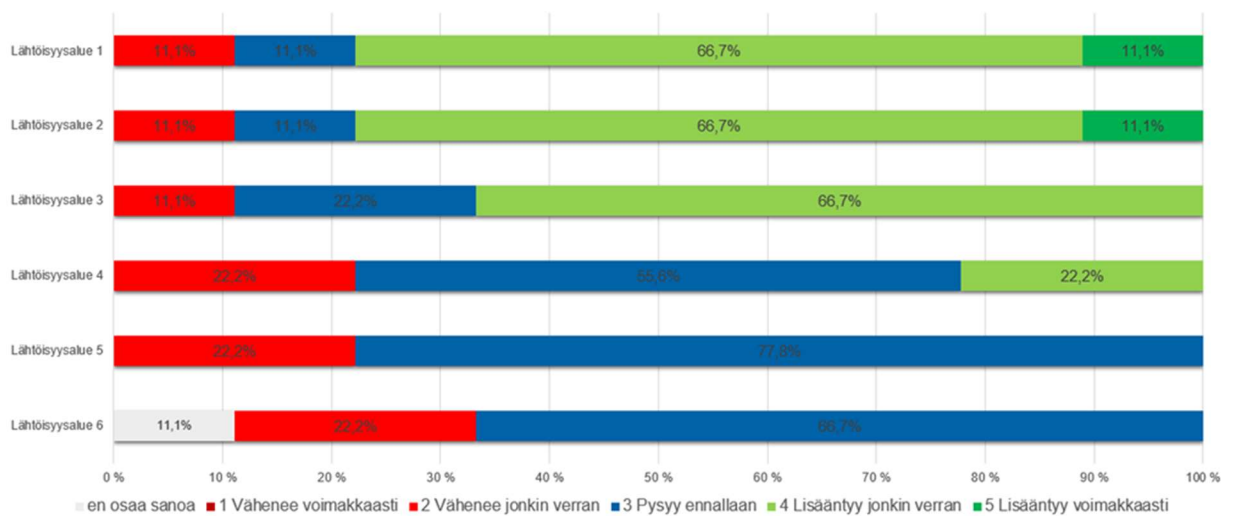
Kuva 7. Rauduskoivun taimitarhakylvöt. (N=9)

Metsäviljelyn trendit

Siementarvearvion laskennassa on arvioitava, millä puulajeilla metsät uudistetaan tulevana vuosikymmeninä. Kyselyssä organisaatioilta kysyttiin näkemyksiä metsäviljelyn trendeihin liittyen. Organisaatioita pyydettiin pohtimaan, miten puulajisuhteiden arvioidaan muuttuvan tulevaisuudessa vuoteen 2060 mennessä ja pysyvätkö ne tulevien vuosikymmenten aikana nykyisenkaltaisina, vai oletetaanko niiden muuttuvan jotenkin. Lähtötilanteena esitettiin, että vuonna 2021 kuusen osuus metsänviljelyyn toimitetuista taimista oli 67 prosenttia, männyn 29 prosenttia, rauduskoivun 4 prosenttia ja muiden puulajien yhteensä 0,2 prosenttia.

Vastaajista 78,8 prosenttia näki männyn istutuksen lisääntyvän jonkin verran tai voimakkaasti lähtöisyysalueilla 1–2. Myös lähtöisyysalueella 3 yli puolet vastaajista (66,7 %) näki männyn istutuksen lisääntyvän jonkin verran. Muilla lähtöisyysalueilla suurin osa vastaajista näki männyn istutusmäärän pysyvän ennallaan. (Kuva 8)

Avoimissa vastauksissa nostettiin esiin, että männyn istutus voi lisääntyä tulevaisuudessa, koska kuivempi osa tuoreista kankaista kannattaa uudistaa männylle kuusen sijaan. Arvioitiin myös, että mäntyä tulnaisiin käyttämään heikkoravinteisilla kuusen kasvupaikoilla jatkossa enemmän. Lisäksi nostettiin esiin, että kunhan hirvikannat kohtuullistuisivat mäntyä uskallettaisiin taas käyttää. Nähtiin myös, että kuuseen verrattuna mänty on ylivertainen lämpenevässä ilmastossa.

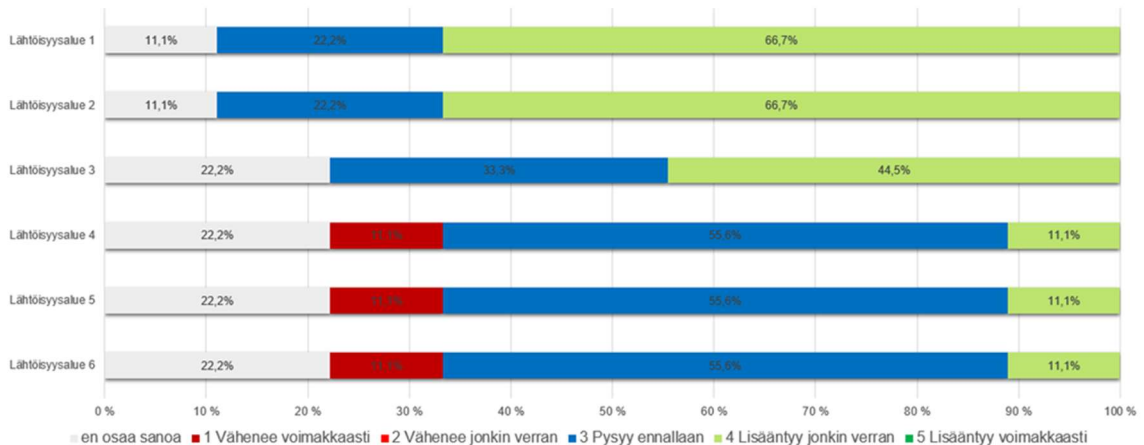


Kuva 8. Männyn istutuksen trendi eri lähtöisyysalueilla vuoteen 2060 saakka.

Yli puolet vastaajista (66,7 %) vastasi männyn kylvön lisääntyvän jonkin verran lähtöisyysalueilla 1–2. Lähtöisyysalueella 3 vastaajista (44,3 %) uskoi männyn kylvön lisääntyvän jonkin verran, mutta toisaalta 33,3 prosenttia uskoi myös männyn kylvömäärän pysyvän ennallaan. Yli puolet vastaajista (55,6 %) vastasi männyn kylvömäärän pysyvän ennallaan lähtöisyysalueilla 4–6. (Kuva 9)

Avoimissa vastauksissa männyn kylvön trendiin liittyen arvioitiin, että mahdollisten suurien metsätuhojen seurauksena kylvön osuus tulee Pohjois-Suomessa lisääntymään. Nähtiin myös, että kuusen istutuksen osuuden pienentyessä männyn viljelyn osuus lisääntyy. Kustannussyistä männyn kylvön koettiin säilyttävän asemansa sille sopivilla kasvupaikoilla. Nostettiin myös esiin, että pintakasvillisuuden rehevöityminen voi vähentää luontaisen uudistamisen osuutta. Luontaisessa uudistamisessa menetetään jalostushyöty ja useissa tapauksessa tuleva taimikko on

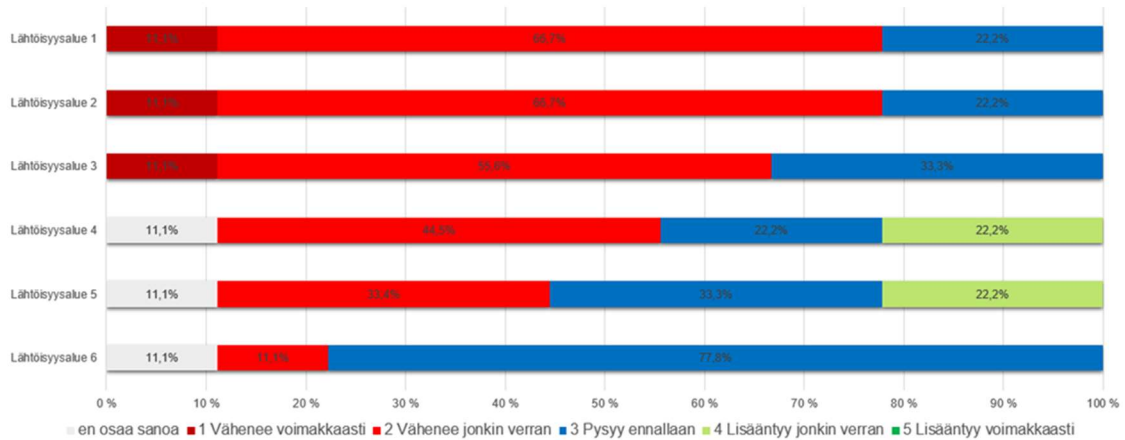
aukkoisempi muokkausjäljen taimettumiskunnon heikentyessä aikaisempaa nopeammin, kun ilmasto lämpenee. Avoimissa vastauksissa kylvö nähtiin parhaana vaihtoehtona, jos halutaan uudistaa männylle hirvituhoille alttiilla alueilla.



Kuva 9. Männyn kylvön trendi eri lähtöisyysalueilla vuoteen 2060 saakka.

Kuusen istutuksen trendin nähtiin pääosin vähenevän tai pysyvän ennallaan kaikilla lähtöisyysalueilla. Ainoastaan lähtöisyysalueilla 4–5 vastaajista 22,2 prosenttia näki kuusen istutuksen lisääntyvän jonkin verran. Voimakkaimmin kuusen istutuksen nähtiin vähenevän lähtöisyysalueilla 1–3. Vastaajista 77,8 prosenttia näki kuusen istutuksen trendin vähenevän jonkin verran tai voimakkaasti lähtöisyysalueilla 1 – 2. Lähtöisyysalueella 3 vastaajista 66,7 prosenttia näki kuusen istutuksen vähenevän jonkin verran tai voimakkaasti. Lähtöisyysalueella 6 vastaajista 77,8 prosenttia näki kuusen istutuksen pysyvän ennallaan. (Kuva 10)

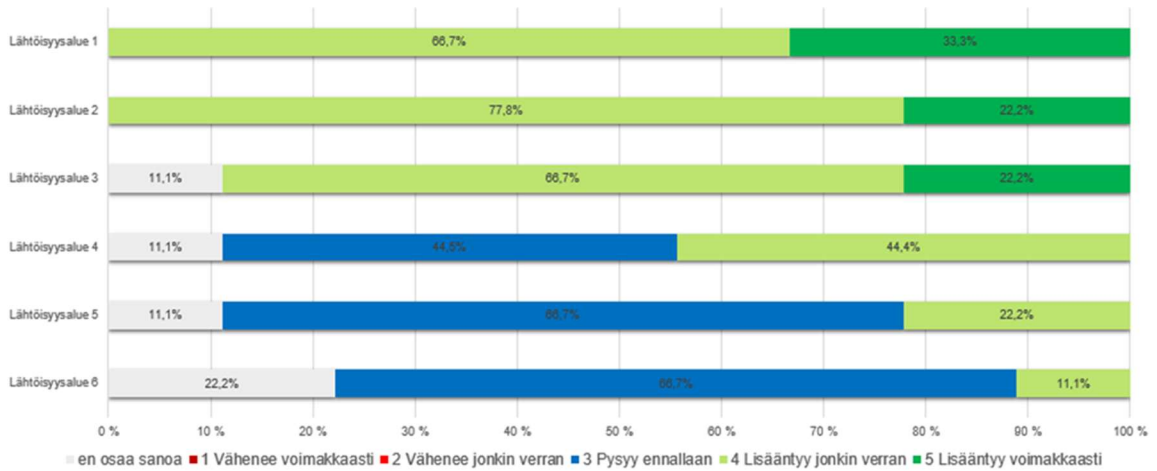
Avoimissa vastauksissa ilmastonmuutoksen nähtiin haastavan kuusta erityisesti Etelä- ja Keski-Suomessa. Vastauksissa arvioitiin, että kuusen viljelyn osuus eteläisessä Suomessa pienenee, koska ilmaston lämmitessä kirjanapainaja- ja muut hyönteistuhot lisääntyvän erityisesti tuoreilla kankailla, joilla osa kasvupaikoista on kuuselle liian kuivia. Vastauksissa kuusen ei nähty pärjäävän entiseen malliin lämpenevässä ilmastossa. Toisaalta kuusen käytön nähtiin myös vähenevän erityisesti etelässä männyn lisääntyvän käytön vuoksi.



Kuva 10. Kuusen istutuksen trendi eri lähtöisyysalueilla vuoteen 2060 saakka.

Rauduskoivun istutuksen kaikki vastaajat näkivät lisääntyvän jonkin verran tai voimakkaasti. Myös lähtöisyysalueella 3 rauduskoivun istutuksen näki lisääntyvän jonkin verran tai voimakkaasti 88,9 % vastaajista. Lähtöisyysalueella 4 44,5 prosenttia vastaajista vastasi rauduskoivun istutusmäärän pysyvän ennallaan ja sama osuus vastasi sen lisääntyvän jonkin verran. Lähtöisyysalueilla 5–6 vastaajista 66,7 prosenttia vastasi rauduskoivun istutusmäärän pysyvän ennallaan. (Kuva 11)

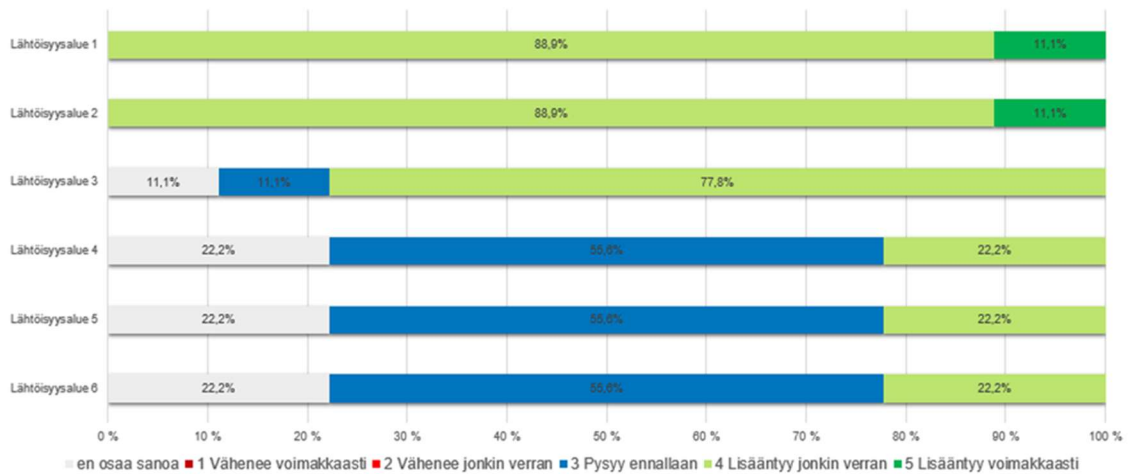
Avoimissa vastauksissa esitettiin, että kun taimia on saatavilla, niin niitä myös aletaan istuttaa. Vastauksissa nähtiin, että koivun viljelyn osuus lisääntyy sille sopivilla kasvupaikoilla, jos hirvieläinkannat sen sallivat. Lisäksi nähtiin, että lehtipuustoa on lisättävä myös istuttamalla, jos halutaan hyödyntää jalostushyötyä ja nostaa koivun osuutta puuston runkoluvusta.



Kuva 11. Rauduskoivun istutuksen trendi eri lähtöisyysalueilla vuoteen 2060 saakka.

Kyselyyn vastaajista kaikki näkivät metsänviljelyn trendin muilla puulajeilla lisääntyvän jonkin verran tai voimakkaasti lähtöisyysalueilla 1–2. Myös lähtöisyysalueella 3 vastaajista 77,8 prosenttia uskoi trendin lisääntyvän jonkin verran. Lähtöisyysalueilla 4–5 yli puolet vastaajista (55,6 %) vastasivat metsänviljelyn trendin muilla puulajeilla pysyvän ennallaan. (Kuva 12)

Avoimissa vastauksissa nousi esiin, että muiden puulajien käyttö lisääntyy niille sopivilla kasvupaikoilla. Jalojen lehtipuiden viljely koettiin perustelluksi erityisesti viljavimmilla kasvupaikoilla kuusen sijasta. Arvioitiin, että eteläisimmissä Suomessa jalot lehtipuut, kuten tammi, tulisivat yleistymään tuhoriskeistä huolimatta. Lisäksi nähtiin, että puulajien osuus erityisesti korkean lämpösumman alueilla tulisi lisääntymään. Myös monimuotoisuutavoitteiden myötä kotimaisten vaihtoehtopuulajien (jalot lehtipuut) käytön uskottiin lisääntyvän. Vastauksissa nousi myös esiin sopivien kohteiden rajallisuus.



Kuva 12. Metsänviljelyn trendi muilla puulajeilla vuoteen 2060 saakka.

Kyselyssä organisaatiolta kysyttiin myös, millaisia kehittämiskohteita vastaajat tunnistavat siemenviljelysten perustamiseen, siementuotantoon ja siemenen käyttöön liittyen. Myös muita huomioita oli mahdollista esittää.

Vastauksissa nousi esille metsänjalostuksen, siemenviljelysten perustamisen ja siementuotannon pitkäjänteinen toiminta, johon liittyvä osaaminen tulisi säilyttää. Osaaminen on myös hyvin harvojen ihmisten varassa, mikä nähtiin riskinä.

Tärkeänä nähtiin ylipäätään jalostetun siemenen saatavuudesta huolehtiminen.

Metsänjalostusohjelman osalta pidettiin tärkeänä, että siinä huomioidaan ilmastonmuutos. Metsänjalostuksesta ja sen hyödyistä toivottiin tarjottavan nykyistä enemmän tietoa eri käyttäjäryhmille.

Siemenviljelysten perustamisohjelman aikataulusta olisi pystyttävä pitämään kiinni, jotta tulevaisuudessa vältetään siemenpulalta. Siemenviljelysten perustamisohjelman tulee olla joustava muutosten tapahtuessa nopeasti ja ohjelma pitäisi tarkistaa vähintään kymmenen vuoden välein. Metsien kasvatus- ja uudistamismenetelmien mahdolliset muutokset nähtiin kysymyksenä, joita on tällä hetkellä vaikeaa arvioida. Siemenviljelysten perustamistoimintaa on kaikesta epävarmuudesta huolimatta syytä jatkaa.

Kuusen osalta koettiin tärkeäksi huomioida ohjelmassa mahdollisuus sadon totaaliseen tuhoutumiseen tuholaisien takia, kuten kävi vuonna 2021. Kuusen siemenviljelysten käyttöalueiden määrittäminen olisi päivitettävä uusilla malleilla, jotka ottavat huomioon ilmastonmuutoksen.

Raudus- ja hieskoivun roolien ja potentiaalin nähtiin kasvavan tulevaisuuden metsänuudistamisessa. Ylipäätään toivottiin puulajivalikoiman monipuolistamista. Toisaalta erikoispuulajien (ml. rauduskoivu) siementuotantoa on hyvin haastavaa saada kannattavaksi. Rauduskoivun siemenviljelysten geneettisen monimuotoisuuden ja efektiivisen populaatiokoon nosto olisi yhden vastaajan mukaan tarpeen. Jalojen lehtipuiden siemenviljelysten hoito, siementen käsittely ja testaus vaativat kehittämistä.

Työvoiman saatavuuden nähtiin olevan haaste siemenkeräyksissä tulevaisuudessa.

Siementuotannon organisoinnin tarkastelua toivottiin ja kysyttiin, onko nykyinen malli toimiva ja valta liian pienten toimijoiden käsissä.

Kasvullinen lisäys nähtiin yhtenä lisäkeinona tuottaa metsänviljelyaineistoa.

Liite 4. Taimitarhahaastattelujen vastaukset

Metsätaimituottajien haastattelut siemenviljelysten perustamisohjelman päivitystä varten

Katri Himanen

Siemenviljelysten perustamisohjelman päivitystä ja siihen liittyvää siementarvearviota varten haastateltiin kahdeksaa suomalaista metsätaimia tuottavaa yritystä. Haastateltavat taimitarhat olivat Pohjan Taimi, Koskelan taimitarha, FinForelia, Mellanå Plant, Taimitylillä, UPM Joroinen, Partaharjun puutarha ja Metsätoimisto Tuomiaho. Kaksi tuottajaa ei vastannut haastattelupyyntöön. Haastattelut suoritti Katri Himanen.

Ennen haastatteluja laadittiin perustamisohjelman päivitystyöryhmässä kysymyspohja, joka lähetettiin samansisältöisenä etukäteen haastateltaville. Etukäteen kerrottiin, että kysymyksiin vastaaminen on vapaaehtoista ja eikä tulosten julkaisuvaiheessa yksilöidä vastausten antajia. Annetut vastaukset koostettiin kunkin haastateltavan tarkistettaviksi ja tarpeen mukaan täydennettäväksi. Seuraava yhteenveto haastatteluiden päätuloksista on haastattelijan laatima.

Yhteenveto

Enemmistö taimituottajista arvioi kokonaistaimitarpeen pienenevän tarkastelujaksolla (2060 saakka) hieman. Syynä tähän pidettiin mm. jatkuvan kasvatuksen suosion mahdollista kasvua sekä mahdollista metsien lisäsuojelua. Kukaan vastaajista ei toisaalta ennakoanut taimimääriin tulevan suurta romahdusta eikä isoa kasvua.

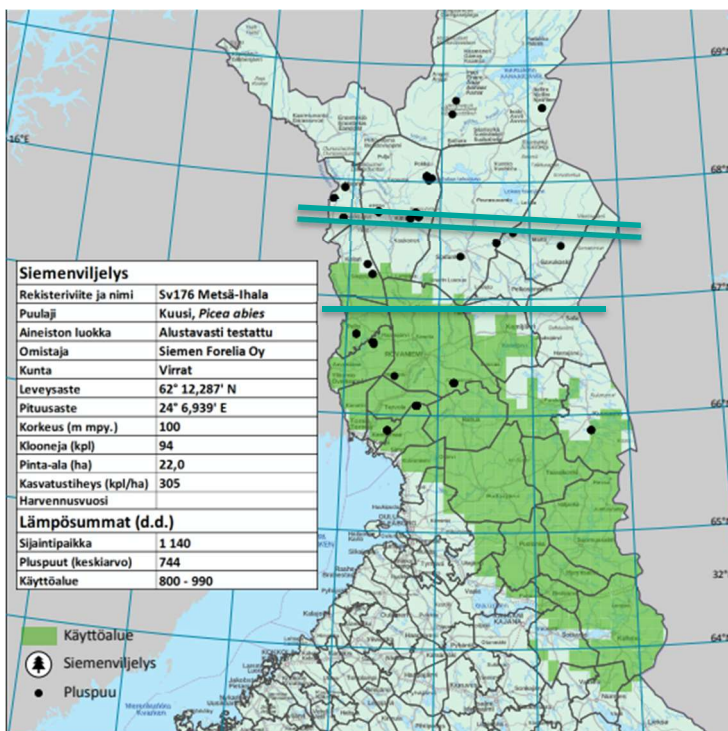
Lähes kaikki vastaajat näkivät, että kuusen osuus tulee pienenevän erityisesti männyn ja rauduskoivun osuuksien kasvaessa lähivuosikymmeninä. Sitä, kuinka paljon osuus pienenee, pidettiin vaikeana arvioida. Kukaan vastaajista ei kuitenkaan olettautunut kuusen osuuden vähentyvän dramaattisesti. Muiden kuin kolmen pääpuulajin osuuksien uskotaan jäävän pieniksi, vaikka niiden viljely kasvaa. Vastaajista neljä pohti lehtikuusen ja tammen viljelyn lisääntyvän. Myös tervaleppä, douglaskuusi sekä nopeakasvuiset hybridihaapa sekä hieskoivu mainittiin suosiota lisäävinä puulajeina. Kaksi vastaaja toisaalta mietti, voiko kuusen suosio lisääntyä myöhemmin uudelleen.

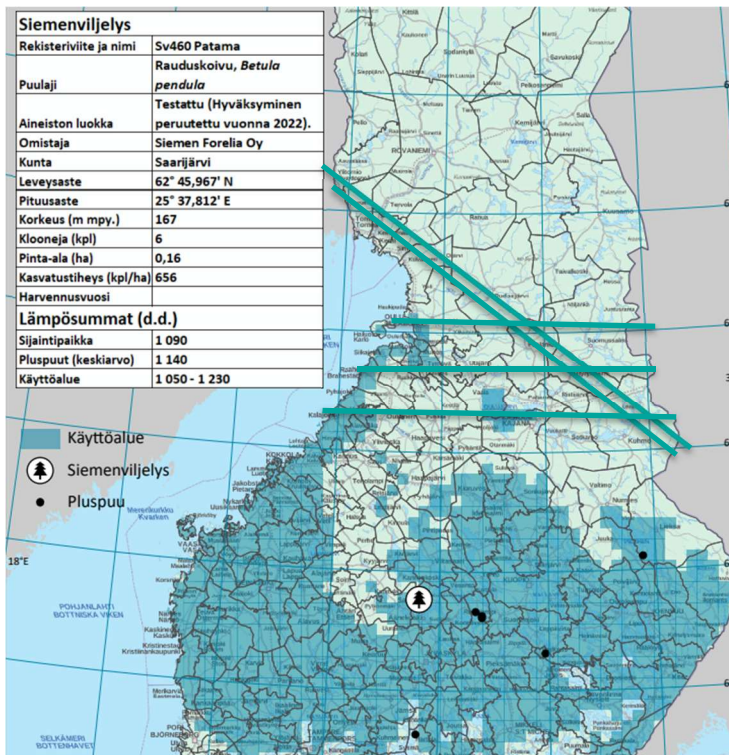
Taimituottajat suhtautuvat yleisesti positiivisesti jalostetun siemenen käyttöön taimituotannossa ja he kertoivat käyttävänsä sitä aina kun siementä on saatavilla. Taimiasiakkaiden tietotaso ja kiinnostus metsänviljelyaineiston jalostusasteeseen sen

sijaan vaihtelee haastateltavien mukaan, mutta sen koetaan kasvaneen. Kaksi vastaajista arveli, että metsikkösiemenelle voi olla jatkossakin jonkinlainen, mutta pieni tarve. Siemenviljelyssiemen saatavuudelle annettiin kritiikkiä.

Siementen tämänhetkistä hintaa pidetään siedettävänä, mutta hinnat ovat nousseet. Osa vastaajista ilmaisi, että nousun varaa ei ole, johtuen mm. muuten kohonneista taimien tuotantokustannuksista.

Vastanneiden kesken vallitsi yhteneväinen näkemys siitä, että jalostetun siemenen tuotannon painopistettä on tarkasteluajanjaksolla tarpeen siirtää nykyistä pohjoisemmaksi. Männyn siemenviljelysten käyttöalueiden nykyistä pohjoisrajaa pidettiin riittävänä. Osa vastaajista näki, että kuusen nykyinen pohjoisin käyttöalueen raja oli liian eteläinen (kuva 1). Myös rauduskoivun jalostetun siemenen saatavuuden pohjoisrajaa kritisoiitiin. Useimmat vastaajat pitivät nykyisen pohjoisimman siemenviljelyksen käyttöalueen pohjoisrajaa riittämättömänä, osa selvästi liian eteläisenä.





Kuva 1. Taimituottajien haastatteluissa ilmaisemat näkemykset jalostetun siemenen tarpeen pohjoisrajasta kuusella (ylempi kuva) ja rauduskoivulla. Karttapohjina on käyttöalueeltaan pohjoisimpien rekisterissä olevien siemenviljelysten käyttöaluekartat. Karttoihin on merkitty ne näkemykset, joiden mukaan nykyisten viljelysten käyttöalueet eivät ole riittävät. Kukin viiva edustaa yhtä taimituottajaa. Haastatteluvaiheessa kuusella käytettiin virheellisesti Lisä-Ruuttulan (sv 450) käyttöaluekarttaa pohjoisimman siemenviljelyksen karttana. Tässä esitetään todellisuudessa pohjoisin viljelys (sv 176). Piirretyt viivat ovat alkuperäisten vastauksien mukaisia.

Kysyttäessä siemenen saatavuustilannetta tällä hetkellä heidän omaan tuotantoonsa yleinen näkemys oli, että männyn siemenen saatavuustilanne on hyvä. Osa vastaajista oli huolissaan männyn siemenen saatavuudesta pohjoisimmassa Suomessa. Kuusen jalostetun siemenen saatavuustilanteen on koettu parantuneen viime vuosina, mutta siemenpulatilanne muistetaan. Osalla taimitarhoista valinnanvara kuusensiemenerissä on rajallinen. Rauduskoivulle ei ole saatavilla jalostettua siementä niin pohjoiseen kuin osalla taimitarhoista olisi tarve. Kaksi vastaajaa ilmaisi haluavansa ostaa hieskoivun siementä, mutta sitä ei ole saatavilla. Tammella on puutetta terhojen saatavuudessa, siperianlehtikuusella on koettu saatavuus- ja siementen laatuun liittyviä ongelmia. Douglaskuusi nähdään pienimuotoisena puulajina, mutta sen siemen saatavuudessa ja geneettisessä ja siementen teknisessä laadussa on ongelmia.

Kaikki haastatellut olivat yksimielisiä siitä, että kotimainen siementarve tulee pyrkiä turvaamaan suomalaisin voimin. Siementuonti nähdään puskurina siemenpulan iskiessä tai siihen suhtaudutaan kriittisesti. Ulkomaisten alkuperien soveltuvuus Suomeen mietitytti useampaa vastaajaa. Esille tuotiin myös se, että Ruotsissa tai muualla ulkomailla sementen hinta on Suomea korkeampi, mikä vähentää tuonnin merkitystä. Siementä ei välttämättä myöskään ole ulkomailla tarjolla.

Useimpien vastaajien mukaan siemenen käytön tehokkuus on lisääntynyt taimituotannossa vuoden 2011 siementarvearviossa esitetyistä luvuista (taulukko 1). Siemenerien ja taimituotantoerien välillä on luonnollisesti vaihtelua siinä, kuinka paljon siemeniä kuluu taimimäärää kohden. Jalostetun siemenen käytön osuus on noussut, minkä vuoksi siemenerät ovat nykyisin paremmin itäviä ja 2-siemenkylvöjä käytetään entistä harvemmin. Toisaalta jalostettu siemen on painavampaa, mikä vähentää käytettyä siemenkiloa kohti saatavaa taimimäärää. Osa vastaajista kommentoi, että tulevaisuuden kilomääräiseen siementarpeeseen vaikuttaakin jalostetun siemenen saatavuus.

Rauduskoivun taimituotannossa on tapahtunut edellisestä siementarvearviosta muutos: suojussuomuja sisältäneen ns. raakasiemenen hajakylvöstä ja priklaamisesta on pääsääntöisesti siirrytty puhdistetun ja pilleröidyn siemenen kylvöön suoraan kasvatuskennostoihin. Tämä muutos tekee siemenen käytön tehokkuudessa tapahtuneiden muutosten arvioinnista ja myös tulevan siementarpeen arvioinnista rauduskoivulla vaikeaa. Kolme haastatelluista taimitarhoista pystyi antamaan numeerisen arvion käytön tehokkuudesta, joista yksi koskee pilleröimätöntä siementä.

Laskemalla aritmeettinen keskiarvo taimitarhojen ilmoittamista tuhannen myyntikelpoisen taimen tuottamiseen tarvittavista siemenmääristä männyn siementarve on pudonnut vuoden 2011 luvuista 17 % ja kuusen 15 %. Männyllä tarvittaisiin tällöin 7,5 g siementä tuhannen taimen tuottamiseksi, ja kuusella 8,1 g. Laskelmassa taimitarhojen 4–6 antamat ei-numeeriset arviot muutettiin tarkoittamaan vuoden 2011 siemenmääriä. Tarkastelu ei ota huomioon vastaajien erisuuruisia tuotantovoluumeja.

Taulukko 1. Vuoden 2011 siementarvearviossa esitetyt luvut tuhannen myyntikelpoisen taimen tuottamiseen tarvittavasta siemenmäärästä sekä haastatteluissa vuonna 2022 taimituottajien antamat arviot nykyisestä siemenen käytön tehokkuudesta. Taimitarhat on esitetty sattumanvaraisessa järjestyksessä.

| 1000 taimen tuottamiseen tarvittava siemenmäärä, g | | | |
|--|--|---------------|------------------------------------|
| | Mänty | Kuusi | Rauduskoivu |
| 2011 arvio | 9,0 => 8,8*** | 9,5 => 9,1*** | 3,3** |
| Tarha 1 | 5,5–6,3 | 5,8–6,6 | Ei arviota |
| Tarha 2 | 6,1 | 7,2 | 12,2*, 1600 pilleriä/1000 tainta |
| Tarha 3 | 7,0 | 7,0 | Pilleröinnin takia vaikea arvioida |
| Tarha 4 | Ei olla kaukana 2011 luvuista | | 1,4** |
| Tarha 5 | 2011 luvut tuntuvat oikeilta | | |
| Tarha 6 | 2011 luvut ovat kuusella ja männyllä hieman yliarvioita. | | Ei arviota |
| Tarha 7 | 6,8–7,7 | 6,9–7,9 | Ei arviota |
| Tarha 8 | 6,4 | 8,4 | 9,3* |

* Pilleröity siemen, ** pilleröimätön ns. raakasiemen

*** laskettu vuosien 2012–2020 tilastoista

Kysyttäessä siementuotannon kehittämiskohteita, joilla voisi olla vaikutusta siementen saatavuuteen, laatuun tai käyttöön, mainintoja sai kuusen käpytuhojen torjunnan tehostaminen. Tuhojen katsotaan vaikuttavan liikaa siementen saatavuuteen. Myös männyn karistuksen tehostamisen pohdittiin voivan lisätä siementen saatavuutta. Esitettiin myös, että tuilla perustettujen siemenviljelysten tuotannon tehokkuuden valvominen on ollut puutteellista. Perustamistuen saannin ehdoksi esitettiin toiminnan auditointia, mikä kannustaisi kehittämään tuotantoa. Sekä rauduskoivun siemenen puhdistamisen kehittäminen että jalojen lehtipuiden siementen laadun nostaminen katsottiin tarpeellisiksi kehittämiskohteiksi. Yksi vastaajista antoi niin ikään kritiikkiä siemen- ja taimituotannon sekä metsänjalostuksen heikosta yliopistokoulutuksesta.

Haastateltavilta kysyttiin lisäksi, onko taimituotannossa näköpiirissä siementarpeeseen vaikuttavia muutoksia, esimerkiksi kasvullisen lisäyksen käyttö siemenlisäyksen sijaan. Kaikki vastaajat olivat yksimielisiä siitä, että kuusen kasvullisen lisäyksen kehitystyö ei vaikuta siementarpeeseen. Menetelmän

laajamittaiseen käyttöönottoon ei vastaajasta riippuen uskota lainkaan tai sen ei uskota tapahtuvan lähitulevaisuudessa. Useat vastaajat toivat esille, että mahdollinen kasvuturpeesta luopuminen taimituotannossa voi vaikuttaa siementarpeeseen. Osa haastatelluista ajatteli, että siementarve voi lisääntyä, sillä kasvualustan vaihtaminen tulee alentamaan taimisaantoja. Toisaalta pohdittiin, että turpeesta luopuminen voi myös nostaa taimien hintoja siinä määrin, että metsänviljely kokonaisuudessaan vähenee luontaisen uudistamisen lisääntyessä, jolloin myös siementarve pienenee.

Pääkohdat

- Taimitarpeen odotetaan hieman supistuvan tulevaisuudessa.
- Kuusen osuus metsänviljelyssä oletettavasti pienenee männyn ja rauduskoivun osuuksien kasvaessa
- Muiden kuin pääpuulajien viljelymäärät lisääntyvät, mutta pysyvät edelleen matalalla tasolla
- Jalostetun siemenen tuotannon painopistettä on siirrettävä pohjoisemmaksi. Männyn nykyinen käyttöalueiden pohjoisraja on riittävä, mutta pohjoisimmassa osassa maata saatavuutta on tarpeen parantaa. Kuusella ja rauduskoivulla nykyisten käyttöalueiden pohjoisrajat ovat selvästi liian eteläisiä.
- Tammen, lehtikuusen, hieskoivun ja douglaskuusen siementen saatavuutta on tarpeen parantaa
- Siemenen käytön tehokkuus on männyllä ja kuusella parantunut vuoden 2011 arviosta. Rauduskoivulla pilleröidyn siemenen käyttöönoton takia vertailu aiempaan siementarvearvioon on vaikeaa.
- Siementuotannossa nähdään kehittämiskohteita
- Kasvullisen lisäyksen kehitystyö ei vaikuta siementarpeeseen
- Mahdollinen kasvuturpeesta luopuminen voi lisätä siementarvetta

Liite 5. SE-tuotannon nykytilanteesta

Tuija Aronen & Mikko Tikkinen

Kuusen alkiomonistukseen (somaattinen embryogeneesi, SE) perustuvan kasvullisen lisäyksen tutkimus- ja kehitystyö Lukessa alkoi syksyllä 2011. Alkiomonistuksessa lähtöaineistona käytetään siemenalkioita, joita monistetaan solukkoviljelyn avulla. Menetelmä sopii hyvin yhteen geenitietoon perustuvan valinnan kanssa, ja sen kautta jalostushyöty voitaisiin saada käytäntöön täysimääräisenä ja siemenviljelyä nopeammin. Samalla on kuitenkin huomioitava, että kasvullinen lisäys aina pienentää viljelyaineiston perinnöllistä monimuotoisuutta yksilötasolla (alleelitasolla monimuotoisuutta pystytään ylläpitämään tuottamalla aineistoa riittävästä määrästä yksilöitä, jotka eivät ole sukua keskenään). Työ on edistynyt hyvin, ja siihen on saatu rahoitusta mm. aluerahoituksesta (Etelä-Savo EAKR, Savonlinnan kaupunki), ERA-NET Forest Values ja Tandem ForestValue-ohjelmista sekä yksityisiltä kumppaneilta. Maaliskuussa 2023 tilannetta voidaan kuvata olemassa olevien SE-aineistojen, lisäysteknologian ja kaupallistamisen osalta lyhyesti näin:

Lisäysaineistot

Lukessa on olemassa syväjäädytettynä yli 5000 kuusen solukkoviljelmää (=SE-linjaa), jotka ovat peräisin jalostusohjelman parhaiden puiden välisistä risteytyksistä syntyneistä siemenalkioista (126 perhettä, 141 emopuuta). Näistä SE-linjoista yli 2200 on eri vaiheissa testausprosessia, joissa selvitetään, miten paljon alkioita linjat tuottavat laboriokasvatuksessa (kpl/g solukkoa), miten hyvin syntyneet kasvulliset alkioit itävät ja taimina menestyvät niin kasvihuoneella kuin kenttäkokeissa. Aineiston tuottamisessa käytetyt emopuut on genotyyppitetty juurikäpkekestävyyteen vaikuttavan PaLAR3-geenin suhteen, kuten myös kestävyyttä parantavaa geenimuotoa kantavien puiden risteytyksistä syntyneet SE-linjat. Aineistoa hyödynnetään myös tutkimuksessa, jossa etsitään lisää sienikestävyyteen vaikuttavia geenejä. Testaustietoa käytetään valittaessa monistettavaa aineistoa, huomioiden sekä linjojen tuotannolliset ominaisuudet että saavutettava jalostushyöty. Kenttäkokeet ovat vielä nuoria, mutta Luken aineistot ovat maailmanlaajuisestikin tarkasteltuna laajat ja antavat erinomaiset mahdollisuudet menetelmän tutkimiseen ja soveltamiseen.

Lisästeknologia

Luken tutkimustyössä on kehitetty alkiomonistuksen menetelmää mahdollisimman sujuvaksi ja perinnöllisesti hyvin laajoille aineistoille sopivaksi. Kaikista testatuista perheistä pystytään tuottamaan SE-taimia massamonistukseen soveltuvasti, joskin hyvin alkioita tuottavien linjojen osuus vaihtelee perheittäin. Laboratoriolisäyksen eri vaiheiden kustannustehokkuutta on pystytty parantamaan, mutta kaupallisen tuotannon edellytyksenä on tuotannon loppupään käsityövaltaisten vaiheiden eli alkioiden idätyksen ja koulinnan automatisointi. Luke ja Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Xamk ovat yhdessä kehittäneet idätysvaiheeseen alkioiden poimintarobottin, jolle on haettu patenttia. Robottiikkaratkaisu käsittää useamman robotin muodostaman tuotantosolun, jota yksi työntekijä ohjaa. Parhaillaan meneillään olevassa projektissa robotin prototyyppiin integroidaan poimintatarkkuuden parantamiseksi keinoälyä ja sen poimintanopeutta lisätään. Idätysvaiheen robotin lisäksi tarvitaan sirkkataimien koulintarobotti, mutta tähän pystytään osittain soveltamaan jo olemassa olevia teknologioita. Lisäksi SE-taimien alkukasvatusta on tarpeen hienosäätää, sillä tähän asti taimia on kasvatettu samoissa oloissa siementaimien kanssa ja niiden vaatimusten mukaisesti.

Alkiomonistuksen kaupallistaminen

Luke rekisteröi ensimmäisenä Euroopassa vuoden 2017 lopulla Etelä-Suomeen tarkoitetun kuusen SE-aineiston metsänviljelyaineistoksi, mikä mahdollistaa kaupallisen tuotannon. PV1 Laukansaari- aineisto on perusaineiston tyyppiä ”Perheiden vanhemmat” ja luokkaa ”alustavasti testattu”, ja se koostuu 12 perheestä – eli säädösten mukaan aineistosta saa tuottaa 48 milj. taimea (4 mil. kpl/perhe). Vuodesta 2018 lähtien Luke on tehnyt pilottituotantoa PV1 Laukansaari- aineistolla, eli myynyt aineistosta tuotettuja sirkkataimia eri toimijoille jatkokasvatukseen. Pilottiaineistossa on monistettu kustakin PV1-Laukansaari -aineiston perheestä 5–10 SE-linjaa, jolloin jokaisessa solukkotaimierässä on ollut yli 100 genotyypin taimia. Tämä on huomattavasti suurempi määrä kuin alan tieteellisessä keskustelussa turvallisena pidetty 20–30 genotyyppiä monistettavassa erässä. Vuotuiset alkioiden tuotantomäärät ovat kasvaneet vähitellen, ja käsityönä tehtynä saavuttaneet 100 000 alkion vuositason.

Luken tekemän kyselytutkimuksen (Tikkinen ym. *Silvae Fennica* 55) metsänomistajilla ja metsäammattilaisilla on kiinnostusta kasvullisesti lisättyyn aineistoon, ja heidän näkemyksensä mukaan osa (keskimäärin 30 %) metsänviljelyaineistosta voisi olla kasvullisesti lisättyä. Vastaajien erityistoiveena oli puiden ilmastonmuutokseen sopeutumiskyvyn ja kestävyysominaisuuksien parantaminen sekä lajien perimän

turvaaminen. Huomattakoon, että kysely tehtiin ennen julkisen metsäkeskustelun kiihtymistä.

Lukessa on meneillään (2021–23) Public-Private-Partnership-projekti, jossa on Luken lisäksi mukana seitsemän yksityistä toimijaa ja Savonlinnan kaupunki. PPP-projektissa haetaan kansallista toimintamallia SE-tuotannon järjestämiseksi Suomessa, sekä rekisteröidään lisää SE-aineistoja metsänviljelyaineistoksi Etelä- ja Keski-Suomeen kaupallisen tuotannon mahdollistamiseksi, sekä varmistetaan aineistojen saatavuus kryovarastoa kasvattamalla. PPP-projektissa toimijoiden kanssa käydyissä keskusteluissa on todettu, että kaupallisessa SE-tuotannossa tavoiteltava vuotuinen lisäysmäärä voisi olla 10–20 miljoonaa taimea, mikä myös kyselytutkimuksen valossa olisi hyvin hyväksyttävissä. Tällä määrällä voitaisiin arvioida olevan myös merkitystä siemenviljelmien vuotuisten siemensatojen vaihtelun tasaajana, mutta ei siemenviljelyn korvaajana.

Liite 6. Arvio kasvinsuojelutoimenpiteiden vaikutuksesta siemenviljelystuotantoon kuusella ja männyllä

Tiina Ylioja, Leena Aarnio ja Katri Himanen

Kuusen ja männyn käpyjen ja siementen vioittajat

Ruostesienet sekä käpy- ja siemenhyönteiset alentavat merkittävästi kuusen siemensatoja ja siten heikentävät siementen saatavuutta (Annala 1981, Rosenberg ym. 2014, Kaitera ym. 2021). Käytännön havaintojen mukaan kuusen siemenviljelyksillä tuhojen esiintyminen voimistuu viljelysten varttuessa. Tuhoille ja niiden torjuntatarpeelle on tyypillistä voimakas vuosien välinen ja alueittainen vaihtelu. Mitä useammin hyviä käpyvuosia on, sitä suuremmaksi hyönteiskanta pääsee kasvamaan, ja mitä pienempi käpysato, sitä suurempi osuus kävyistä kärsii hyönteistuhosta (Annala 1981). Männyn kävyissä yhtä merkittäviä tuhonaiheuttajia ei ole, eikä siten käpytuhojen torjuntatarvetta.

Kuusen käpyjen siemensatoa verottaa kaksi sienitautia: kuusentuomiruoste (*Thekopsora areolata*) ja kuusentalvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolata*). Näistä kuusentuomiruoste, jonka väli-isäntäkasveja ovat tuomi ja muut *Prunus*-suvun lajit, on yleinen. Kuusentuomiruostetta esiintyy sekä luontaisissa metsiköissä että siemenviljelyksillä, ja kukinnanaikaisista sääolosuhteista riippuen epidemiat voivat olla laaja-alaisia. Viimeksi näin kävi kesällä 2021. Kuusentalvikkiruoste on kuusentuomiruostetta paikallisempi, ja runsas niillä siemenviljelyksillä, joilla kasvaa talvikkeja (*Pyrola* sp. ja *Orthilia* sp.). Ruostesienet kuivattavat kävyn ennenaikaisesti, jolloin siementen kehitys pysähtyy; vaikutus siemensatoon on merkittävä.

Kuusen käpyjä ja siemeniä syövät useiden hyönteislajien toukat, joista männynkäpykoisa (*Dioryctria abietella*) ja kuusenkäpykääriäinen (*Cydia strobilella*) ovat merkittävimmät. Männynkäpykoisan toukat syövät pääasiassa kuusen käpysuomuja, mutta samalla myös siemeniä. Syönnillään ne kuivattavat käpyjä ennenaikaisesti, jolloin siementen kehitys heikentyy tai pysähtyy. Käpykoisan pahoin tuhoamat kävyt eivät kelpaa kerättäviksi. Kuusenkäpykääriäisen toukat syövät siemeniä, keskimäärin 14 siementä toukkaa kohden (Annala 1981). Jos kävyssä on 200 täyttä siementä, yksi toukka vie sen siemenistä 7 %. Kuusenkäpykääriäisen toukkien määrä kävyissä riippuu käpysadon suuruudesta suhteessa kuusenkäpykääriäisen kannan suuruuteen.

Ajoittain ja paikallisesti kuusen siemensaantoa verottavat kuusensiemenmittari (*Euphitechia abietaria*) ja kuusenkäpykärpänen (*Strobilomyia anthracina*). Lisäksi siemenissä tavataan kuusensiemenkiilukaista (*Megastigmus strobilobius*) ja kuusensiemensäiskeä (*Plemeliella abietina*). Mitä useampi tuhonaiheuttaja kävyssä on, sitä suurempi vahinko siemensadolle muodostuu (Rosenberg ym. 2014).

Hyönteisten vaurioittamien käpyjen ja siementen osuus vaihtelee maantieteellisesti ja vuosien välillä. Männynkäpykoisa voitti eteläsuomalaisella kuusen siemenviljelyksellä 15–25 % kävyistä yhtenä havaintovuonna (Annala & Heliövaara 1991). Lapissa tehdyssä 30 metsikön tarkastelussa havaittiin puolestaan, että 95 %:ssa kuusen kävyistä oli jokin hyönteis- tai ruostesienivioitus (Nikula & Jalkanen 1990). Keski-Ruotsissa kuusenkäpykääriäistä löydettiin kahtena tutkimusvuonna 23 %:ssa ja 85 %:ssa kävyistä (Rosenberg & Weslien 2005). Tuhohyönteisten esiintyvyys on Metlassa ja Lukessa tehdyissä tuoreissa kasvinsuojelukokeissa niin ikään vaihdellut suuresti (ks. koekuvaukset alla). Tämän vuoksi kasvinsuojeluruiskutuksista saatava sadon lisäys ja käsittelyiden taloudellinen kannattavuus vaihtelevat myös hyvin voimakkaasti vuosien ja siemenviljelysten välillä. Ruotsissa kasvinsuojeluainekokeista karistamalla mitatut siemensaannot ovat jopa kaksinkertaistuneet onnistuneen kasvinsuojeluainekäsittelyn (Fastac) myötä (Rosenberg ym. 2014)

Männyn kävyissä ei esiinny ruosteita, ja merkittävin tuhonaiheuttaja on käypikikärsäkäs (*Pissodes validirostris*) (Annala 1975). Laji ei toistaiseksi ole vaatinut torjuntatoimia. Männyn käpyihin iskeytyy lisäksi männynversokoisa (*Dioryctria simplicella*). Se hyödyntää käypikikärsäkkään jo vioittamia käpyjä (Annala 1979).

Kasvinsuojeluaineiden käytettävyys käpy- ja siementuhoja vastaan kuusen siemenviljelmillä

Kasvinsuojeluaineita ovat kemialliset tai biologiset torjunta-aineet tai muut aineet, joilla pyritään suojelemaan kasveja niitä vioittavilta tuhonaiheuttajilta. Kasvinsuojeluaineet voivat vaikuttaa tuhonaiheuttajiin kosketusvaikutteisesti, syömävaikutteisesti tai heikentämällä muutoin tuhonaiheuttajan menestystä kasvilla. Kasvinsuojeluaineiden tehokkuuden varmistamiseksi niiden käyttö on ajoitettava oikein ja käsittelyt on mahdollisesti toistettava saman kasvukauden aikana. Suomessa Tukes vastaa kasvinsuojeluaineiden nk. päälupien ja minor use -lupien hyväksynnästä. Kasvinsuojelulainsäädäntö edellyttää, että muun kasvinsuojelun tapaan käpytuhojen torjunnassa on käytettävä ns. integroidun kasvinsuojelun periaatetta (IPM), jossa torjunta-aineiden käytön lisäksi on ehkäistävä tuhoja muilla keinoin ja torjuntapäätös tehdään käyttäen tarkkailutuloksia tuhonaiheuttajista.

Kasvinsuojeluaineiden käyttöpäätökseen vaikuttavat paitsi tuhoriski ja käytettävissä oleva valmistevalikoima, myös seurannan ja ruiskutuksen kustannukset sekä siementen arvo, toisin sanoen torjunnan taloudellinen kannattavuus. Johtuen tehokkaiden torjunta-ajankohtien lyhydestä, ruiskutusten laajamittaisuutta rajoittaa tarve torjuntaruiskutuksille useassa paikassa yhtäaikaaisesti. Käytäntö on osoittanut, että yhden ruiskutuskaluston kuljettaminen on mahdollista kahden, korkeintaan 100 km:n etäisyydellä toisistaan sijaitsevan viljelyksen kesken. Useamman viljelyksen käsittelyä rajoittavat ajan ja henkilöresurssien niukkuus, etenkin jos siemenviljelysten läheisyydessä ei ole tarjolla ostopalveluita varteiden/puiden ruiskutuksiin.

Kuusen siemenviljelyksillä käytettävissä olevat ja tutkitut kasvinsuojeluaineet

Käpyruosteita vastaan ei tunneta toimivaa kasvinsuojeluainetta. Vuotuiset vaihtelut ruosteiden esiintymisessä vaikeuttavat aineiden tehokkuuden arviointia: kahden yleisesti kasvinsuojelussa käytetyn kemiallisen fungisidin tehokkuutta ei saatu Ruotsissa arvioitua kuusentuomiruosteen alhaisen esiintymisen vuoksi (Almqvist & Rosenberg 2016). Suomessa kemiallista torjuntaa käpyruosteita vastaan testattiin jo 1989, mutta kukinnan alussa ja lopussa tehdyt ruiskutukset eivät tehonneet (Annala & Heliövaara 1991). Biologisten valmisteiden teho talvehtineiden tuomenlehtien kantaitiöintiä tai käpyjen helmi-itiöintiä ehkäisemään vaikuttaa heikolta (Kaitera ym. julkaisematon). Ne eivät myöskään toimineet kukintoihin ja käpyihin ruiskutettuina vuonna 2019, jolloin ruosteiden esiintyminen oli vähäistä (Himanen ym. 2022).

Metsäntutkimuslaitoksen ja Luonnonvarakeskuksen useissa tutkimushankkeissa on vuosina 2006–2021 testattu kuusen käpyhyönteisten torjuntaan sopivia aineita. Kokeissa on testattu aineiden toimivuutta siementuottajien omistamilla siemenviljelyksillä, mutta käytännön levityksestä osin poikkeavin koeasetelmin ja menetelmin.

Männynkäpykoisaa torjuttaessa kemiallinen kasvinsuojeluaine ruiskutetaan kehittyvän kävyn pinnalle kesällä. Käpykoisan lento ja muninta jatkuu pitkin kesää, joten ruiskutuksia on tehtävä useita, jolloin torjunta-ajankohtaa ja tarvetta olisi haarukoitava feromonipyydyksiä tarkkailemalla. Kuusenkäpykääriäisen kemiallinen torjunta ajoitetaan kuusen kukintavaiheeseen juuri ennen kuin kukinnot alkavat sulkeutua, sillä lajin lento ja muninta keskittyy kyseiseen ajankohtaan.

Siemenviljelyskäyttöön hyönteisiä vastaan on Suomessa hyväksytty muutama kasvinsuojeluaine. Biologisten torjuntavalmisteen Turex WP 50 teho männynkäpykoisan torjunnassa perustuu bakteerikantaan *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* (Glynn & Weslien 2004, Rosenberg & Weslien 2005). Turex 50 WP on Suomessa ainoa biologinen kasvinsuojeluaine, jolla on varsinainen käyttöluva siemenviljelyksille,

30.4.2023 asti. Käpykoisan torjunta Turex WP:llä ajoittuu samaan kukintavaiheeseen kuin kuusenkäpykääriäisen torjunta, mutta torjuntatulokset jäävät usein arvailun varaan kontrollialueiden (ruiskuttamattomien) puuttuessa käytännön torjuntatyössä. Turex WP 50 -valmiste on herkkä hajoamaan UV-säteilyn vaikutuksesta. Siksi toistettu ruiskutus käpykoisan lennon aikaan antaa myös epävarman tuloksen. Ruotsista kuulujen kokemusten mukaan Turex WP 50 toimii epävarmasti käytännön torjuntakeinona, vaikka valmisteen käytöllä on pohjana vankka koetoiminta (Glynn & Weslien 2004, Rosenberg & Weslien 2005). Minor use -luvalla käytössä on myös kaksi kemiallista kasvinsuojeluainetta: Mospilan, jonka tehoaine on asetamipridi (28.2.2023 asti) ja Mavrik, jonka tehoaine on tau-fluvalinaatti (31.8.2025 asti).

Männynkäpykoisan ja kuusenkäpykääriäisen torjuntaan on testattu myös kolmea valmistetta, joiden tehoaineiden hyväksyntä EU:ssa on päättynyt: Steward (indoksakarbi), Calypso (tiaklopridi) ja Fastac (alfa-sypermetriini). Näiden lisäksi on testattu muussa kasvinsuojelussa käytettyä Moventoa (spirotramaatti) ja kokeissa on ollut mukana valmistenäyte, jonka tehoaine on spinetorami. Viimeksi mainittu on ollut käytössä nimenomaan siemenviljelmillä Brittiläisessä Kolumbiassa valmistimenimellä Delegate.

Näillä valmisteilla tehdyt kokeet eivät vastaa suoraan käytäntöön otettavia torjuntaohjelmia, vaan niiden avulla on pyritty löytämään toimivia kasvinsuojeluaineita. Kasvinsuojeluaineiden tehokkuutta ja soveltuvuutta testattaessa on edetty pienimuotoisista kokeista käytännön mittakaavaan ruiskutuksiin, jotka on tehty traktoriin kytketyillä sumuruiskuilla.

Kuusenkäpykääriäisen ja männynkäpykoisan torjuntakokeet kuusen siemenviljelmillä

*Kuusenkäpykääriäisen (*Cydia strobilella*) torjunta*

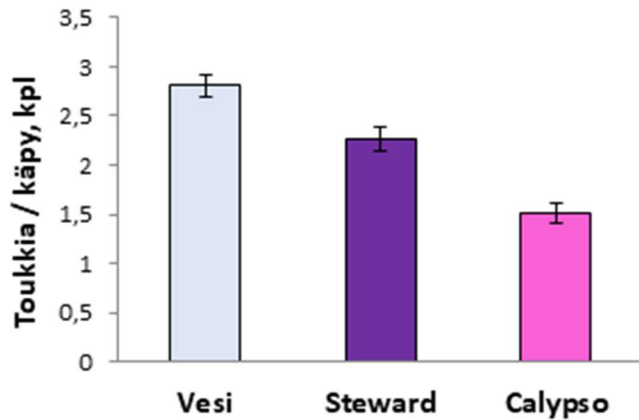
Vuonna 2017 tehdyssä kokeessa Calypso lisäsi toukattomien käpyjen määrää 22 prosenttiyksikköä. Tämän lisäksi toukallisissa kävyissä havaittiin vähemmän toukkia: niissä kävyissä, joissa kuusenkäpykääriäisiä oli, toukkien määrä väheni kontrollin 3,0 toukasta/käpy Stewardin 2,6 toukkaan/käpy, aina Calypson 2,1 toukkaan/käpy (kuva 1). Calypso-ruiskutuksen tehosta laskettiin esimerkkilaskelma käytettäväksi muidenkin valmisteiden arvioimiseksi. Tätä varten tehtiin kaksi oletusta: 1) ilman kuusenkäpykääriäistä kävyssä on 200 täyttä siementä ja 2) yksi kuusenkäpykääriäisen toukka syö 14 siementä.

Näillä oletuksilla Calypson ruiskutuksella saataisiin 1000 kävyn erässä 28 % eli 280 käpyä, joissa ei ole toukkia ja joissa olisi yhteensä $280 * 200 = 56\,000$ täyttä tervettä

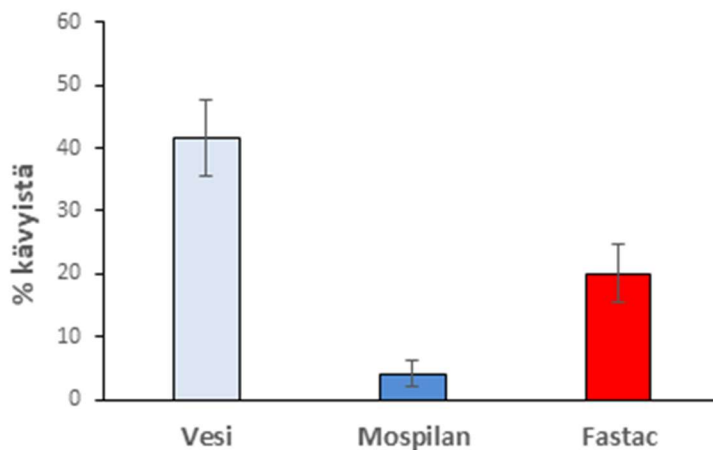
siementä. Tämän lisäksi lopuista 720 kävystä saataisiin jokaisesta 170 siementä eli jokaisesta 12 siementä enemmän kuin ruiskuttamattomista kävyistä. Näin 1000 kävystä saataisiin yhteensä 178 400 siementä. Vastaavasti, jos Calypsoa ei ruiskutettaisi, 1000 kävyn erässä olisi 70 käpyä, joissa ei olisi toukkia, jolloin näissä kävyissä olisi 14 000 siementä. Tämän lisäksi lopuista 930 kävystä saataisiin jokaisesta 158 siementä. Näin ollen ruiskuttamattomista 1000 kävystä saataisiin yhteensä 160 940 siementä. Calypso-ruiskutus siis lisäisi 17 460 siementä 1 000 kävyn erässä. Siemensaanto olisi ruiskutuksen jälkeen 1,11-kertainen verrattuna ruiskuttamattomiin.

Neonikotinoidivalmiste Mospilan (tehoaine asetamipridi), osoitti tehoa käytännön torjuntamenetelmänä traktorivetoisella sumuruiskulla ruiskutettaessa (kuva 2). Tällöin toukkaisten käpyjen osuus laski reilusti: vain 5 % kävyistä sisälsi kuusenkäpykääriäisen toukkia, kun kontrollissa niitä oli 40 %:ssa kävyistä. Nyt jo kielletty valmiste Fastac oli teholtaan heikompi, ja toukkaisia käpyjä havaittiin 20 %:ssa kävyistä. Kävyt, joissa toukkia havaittiin, sisälsivät Mospilanilla ruiskutetuissa ainoastaan yhden toukan, kun Fastacilla ruiskutetuissa oli keskimäärin 1,2 ja kontrollissa 1,5 toukkaa per käpy. Edellä esitetyn tarkastelun mukaisesti siemensaanto 1,04-kertaistui koeruiskutuksen vuoksi. Tämä johtui siitä, että vuonna 2019 kuusenkäpykääriäisiä oli useissa kävyissä, mutta vain vähäisiä määriä (noin 1 toukka per käpy).

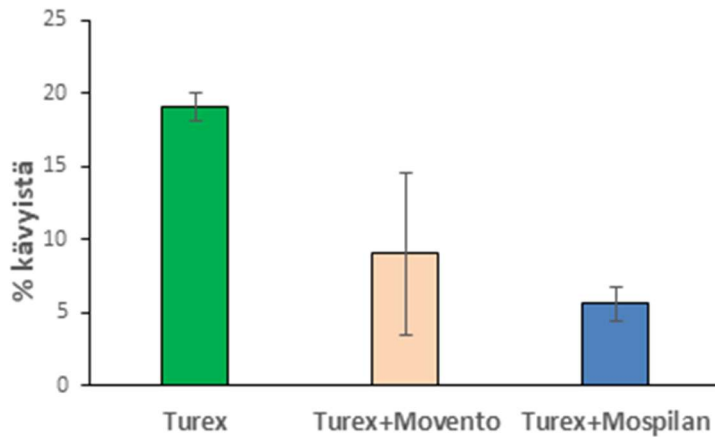
Vuonna 2021 testattiin Mospilania myös kahdessa muussa kokeessa (kuvat 3 ja 4). Puulan siemenviljelmällä traktorilla ruiskutetuilla koeruuduilla (kuva 3) siemensaanto oli vain 1,01-kertainen. Sen sijaan Mikkolanniemen viljelyksellä (kuva 4) toteutetussa kokeessa siemensaanto oli 1,66-kertainen Mavrik-valmisteella ruiskutettaessa, 1,56-kertainen Mospilan-valmisteella ruiskutettaessa ja 1,42-kertainen Steward -valmisteella ruiskutettaessa. Laskelmaan vaikuttaa eniten se, että viljelmällä oli runsaasti kuusenkäpykääriäisiä suhteessa käpysadon suuruuteen. Käsittelemättömässä kontrollissa kuusenkäpykääriäisen valtaamissa kävyissä toukkia oli keskimäärin jopa 9,6 kpl/käpy verrattuna Mavrikin 1,3 ja Mospilanin 2,8 toukkaan/käpy.



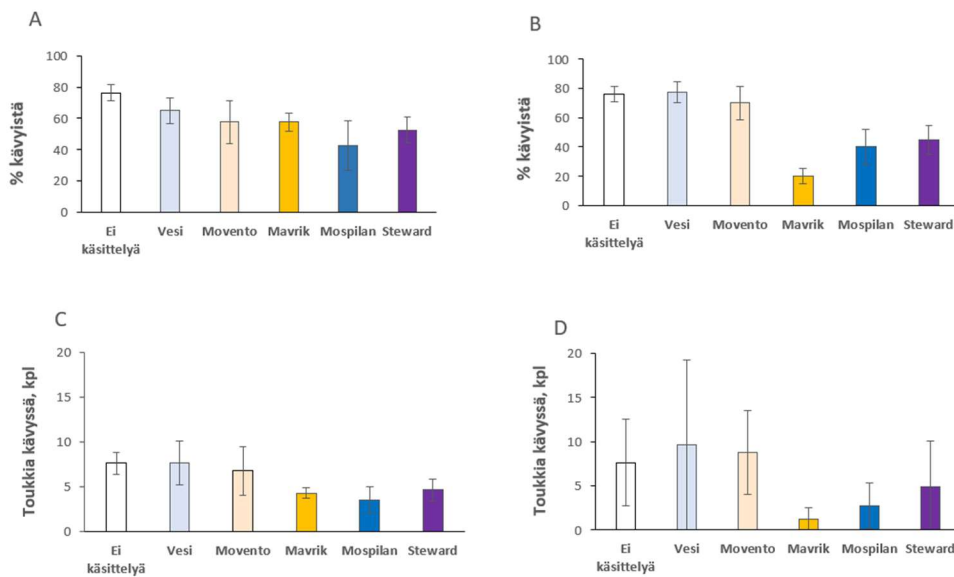
Kuva 1. Kuusenkäpykääriäisen toukkien määrät per käpy kasvinsuojeluainekokeessa kuusenkäpykääriäistä vastaan vuonna 2017 siemenviljelmällä sv412 Puula. Ruiskutus tehtiin reppuruiskulla kuusen kukinta-aikaan. Vesi eli kontrollikäsittely 2,8 kpl/käpy (n=176), Steward 2,3 kpl/käpy (n=158), Calypso 1,5 kpl/käpy (n=183).



Kuva 2. Kuusenkäpykääriäisen asuttamat kävyt keskimäärin kasvinsuojeluainekokeessa vuonna 2019 siemenviljelmällä sv428 Taavetti. Toukkia sisältäneistä kävyistä löydettiin toukkia keskimäärin seuraavasti: Vesi 1,5 kpl (n=120), Fastac 1,2 kpl (n=120) ja Mospilan 1 kpl (n=120). Ruiskutus traktorivetoisella sumuruiskulla kukinta-aikaan.



Kuva 3. Kuusenkäpykääriäisen esiintyminen kävyissä kasvinsuojeluainekokeessa, joka tehtiin kukintavaiheessa käytännön ruiskutusta matkien siemenviljelmällä sv412 Puula vuonna 2021. Koko koeala oli ennen käsittelyä ruiskutettu kauttaaltaan Turex 50 WP-valmisteella, jolla ei ole torjuntatehoa kuusenkäpykääriäistä vastaan. Kokeessa havaitut toukkamäärät per käpy eri käsittelyissä olivat: kontrolli (Turex) 1,3 toukkaa/käpy ja sekä Movento- ja Mospilan-käsittelyissä 1 toukka/käpy.



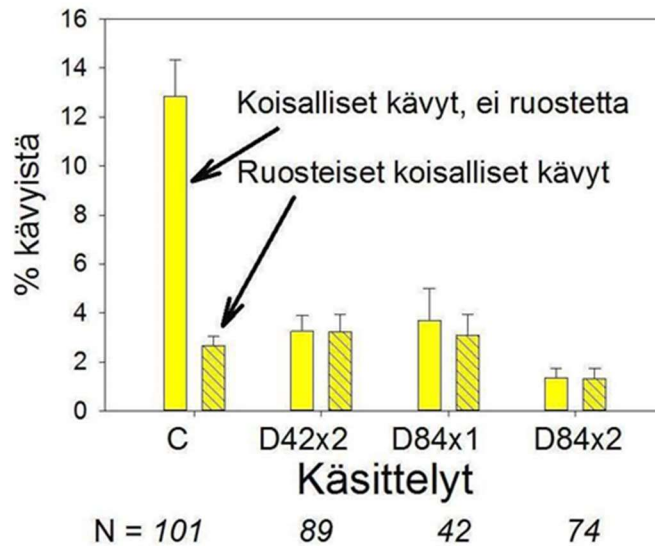
Kuva 4. Kasvinsuojeluainekoe sv447 Mikkolanniemi 2021, ruiskutus kuusen kukinnan aikaan reppuruiskulla yksittäisiin varteisiin. Kuusenkäpykääriäisen esiintyminen kävyissä ensimmäisen (A) ja toisen ruiskutuksen (B) jälkeen sekä kävyissä havaittujen toukkien määrät ensimmäisen (C) ja toisen ruiskutuksen (D) jälkeen. Ruiskutus tehtiin poikkeuksellisesti kahteen kertaan, sillä kukinnot pysyivät pitkään avoimina sään viilenemisestä johtuen.

Männynkäpykoisan (Dioryctria abietella) torjunta kuusella

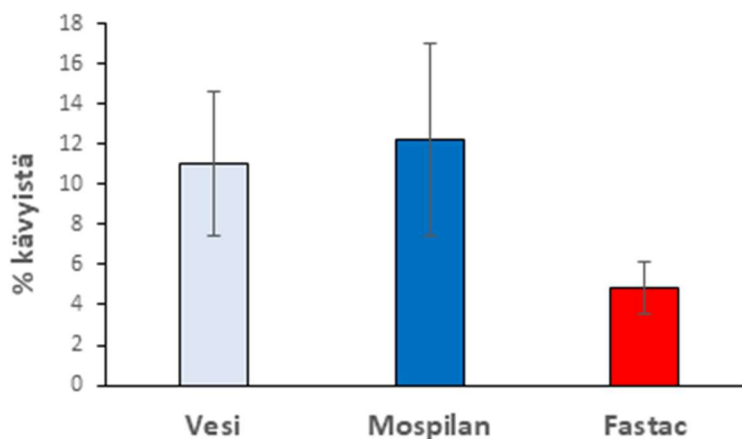
Vuonna 2017 testattiin näyte-erää Pohjois-Amerikassa käpytuhojen torjunnassa käytettävästä spinetoramia tehoaineenaan sisältävästä valmisteesta (kuva 5). Pohjois-Amerikassa valmiste tunnetaan kauppanimellä "Delegate". Kokeessa sitä ruiskutettiin yhteen tai kahteen kertaan kahdella eri pitoisuudella (D42 = 420 g/ha ja D84= 840 g/ha). Kokeen yhteydessä havaittiin, että käpykoisa valikoi ensisijaisesti jo tuomiruosteen saastuttamia käpyjä. Spinetorami osoitti torjuntatehonsa suositellulla pitoisuudella ruiskutettuna (käsittely D42 x 1 kuvassa 5). Vuonna 2017 vaikutusta ei kuitenkaan havaittu niillä kävyillä, joissa oli tuomiruoste (kuva 5). Ruosteettomissa kävyissä ns. koisattomien käpyjen saanto oli 1,13-kertainen ruiskuttamattomiin verrattuna. Vuonna 2017 käpykoisan esiintyminen oli suhteellisen alhaisella tasolla.

Myös vuonna 2019 käpykoisan esiintyminen oli alhaisella tasolla (kuva 6). Silloin kuitenkin havaittiin, että kuusenkäpykääriäisen torjumiseksi tehdyn ruiskutuskokeen kukinta-aikainen Fastac-valmisteen teho riitti torjumaan hieman myös käpykoisaa (kuva 6). Fastac-ruiskutus lisäsi koisattomien käpyjen saannon 1,07-kertaiseksi. Toisella siemenviljelmällä tehdyssä reppuruiskutuskokeessa (kuva 7) ei saatu selvää torjuntatulosta eivätkä koisattomien käpyjen saannot kasvaneet käytännössä kuin 1,03-kertaisiksi (Mospilan- sekä Calypso-ruiskutus).

Vuonna 2021 Puulan viljelmän eri lohkoilla tehdyssä käytäntöä jäljittelevässä ruiskutuskokeessa oli verrokkina mukana myös spinetorami (Delegate) (kuva 8), vaikka sen saaminen hyväksytyksi Suomeen on erittäin epätodennäköistä. Sekä ruosteisissa että ei-ruosteisissa kävyissä valmiste kuitenkin torjui käpykoisaa niin hyvin, että saanto oli 1,45-kertainen (ruosteettomat kävyt, kukinta-aikaan ruiskutettu Mospilan), 1,40-kertainen (ruosteettomat kävyt, kukinta-aikaan Movento), 1,79-kertainen (ruosteiset kävyt, Mospilan kukintavaiheessa) ja 1,73-kertainen (ruosteiset kävyt, Movento kukintavaiheessa) (kuva 8). Kokeessa myös Mospilan osoitti torjuntatehoa koisaa vastaan, jolloin koisattomien käpyjen saanto oli 1,50-kertainen. Kuten kuusenkäpykääriäisen tapauksessa, ruiskutuksen tuoma hyöty on sitä isompi, mitä enemmän tuhohyönteisiä on suhteessa käpysatoon.

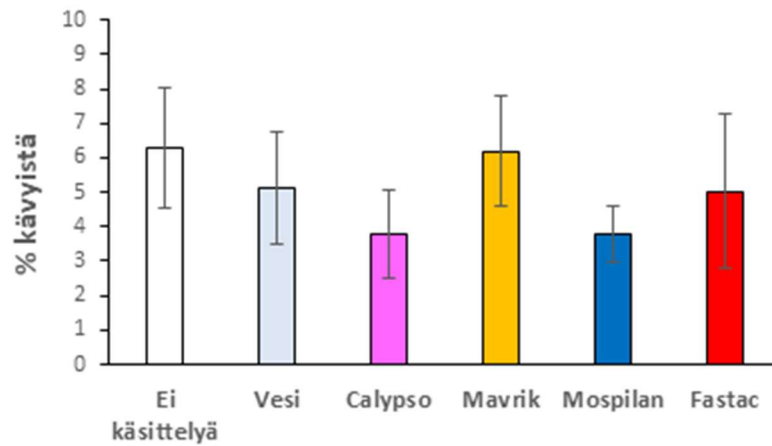


Kuva 5. Männynkäpykoisan valtaamien ruosteisten ja ei-ruosteisten käpyjen osuudet reppuruiskulla yksittäisiin vartteisiin tehdyssä kasvinsuojeluainekokeessa siemenviljelmällä sv428 Taavetti männynkäpykoisaa vastaan vuonna 2017. Kokeessa testattiin Kanadassa käpykoisan torjuntaan käytettävän spinetoramia tehoaineena sisältävän Delegate-valmisteen tehokkuutta kahdella eri pitoisuudella (D42 = 420 g/ha ja D84 = 840 g/ha). Vahvemmallalla pitoisuudella testattiin myös ruiskutuskertojen määrää. Tuloksia tarkasteltaessa kokeessa eroteltiin kuusentuomiruosteen vaivaamat kävyt. Ruiskutukset tehtiin kasvavien käpyjen pinnalle ja ensimmäinen ruiskutus ajoitettiin feromonipyydysten avulla.

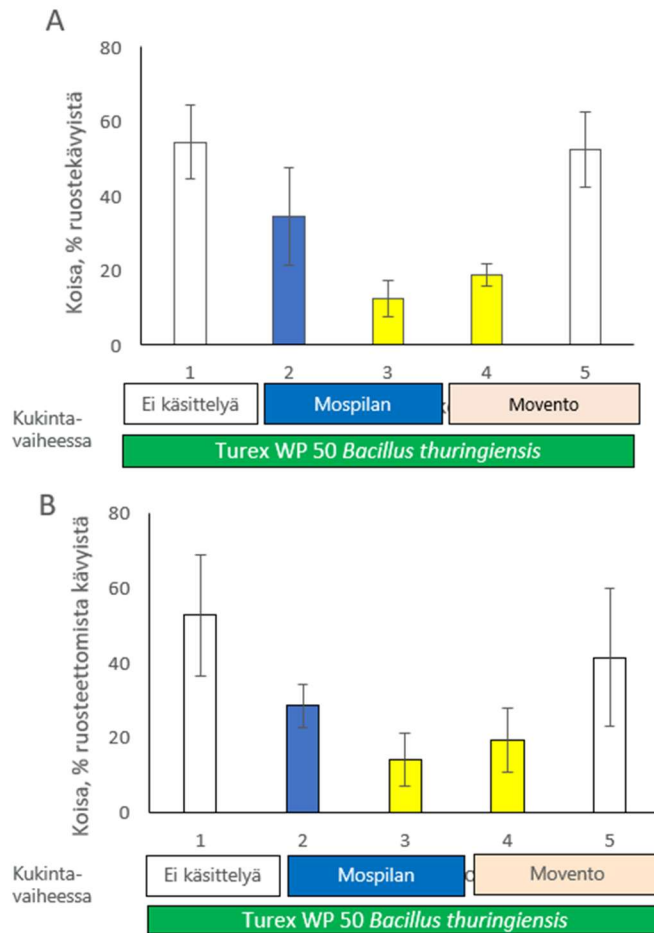


Kuva 6. Osuus kävyistä, jotka olivat männynkäpykoisan voittamia vuonna 2019 tehdyssä kokeessa, joka tähtäsi kuusenkäpykääriäisen torjuntaan (vrt. kuva 2).

Ruiskutus tehtiin ainoastaan kuusen kukinnan aikaan siemenviljelmällä sv428 Taavetti 2019 ja myöhemmin tarkistettiin, oliko kyseinen ruiskutus vaikuttanut käpykoisan esiintymiseen.



Kuva 7. Käpykoisan esiintyminen vuonna 2019 siemenviljelmällä sv412 Puula toteutetussa reppuruiskutuskokeessa, jossa koejäseninä olivat yksittäiset vartteet. Koe ei antanut selvää tulosta, sillä käpykoisan esiintyminen oli vähäistä ja vaihtelevaa.



Kuva 8. Käpykoisan vioittamien käpyjen osuus vuonna 2021 traktoriruikutuksena tehdyissä kasvinsuojeluainekokeissa siemenviljelmällä sv412 Puula. Kukinnan aikaan koko viljelys oli käsitelty ensin Turex 50 WP -valmisteella (vihreä palkki kuvan alalaidassa). Tämän jälkeen oli tehty ruikutuskäsittelyt välittömästi kuusenkäpykääriäisen torjuntatehon testaamiseksi (ei käsittelyä, Mospilan, Movento, palkit x-akselin alapuolella). Näiden käsittelyjen jälkeen koeruudut jaettiin edelleen osiin ja verrattiin pääasiassa Mospilanin (2= sininen pylväs) ja spinetoramin (3 ja 4 =keltaiset pylväät) tehokkuutta käpykoisaa vastaan suhteessa ei-käsiteltyihin (1 ja 5 = valkoiset pylväät).

Pohdinta kasvinsuojelun tulevaisuudesta

Ilmaston lämmetessä käpyhyönteisten aiheuttamien tuhojen ennakoitaan pahenevan. Syynä tähän on kukintaa indusoivien lämpimien ajanjaksojen oletettu yleistymisen, siitä seuraava mahdollinen kukintafrekvenssin tihentyminen sekä lämpötilojen nousun suotuista vaikutus vaihtolämpöisten hyönteisten kehitysnopeuteen. Ilmaston lämpeneminen helpottaa myös uusien käpytuholaiden, kuten *Leptoglossus occidentalis* -luteen asettumista Suomeen. Käpytuholaiden torjuntakeinojen tarve siten kasvaa.

Myös neulasia syövien hyönteisten massaesiintymien todennäköisyys siemenviljelyksillä kasvaa lämpötilojen noustessa, mikä vaikuttaa viljelysten tuotantokuntoon.

Kasvinsuojeluaineiden käyttömahdollisuuksiin tulevaisuudessa liittyy toisaalta paljon epävarmuuksia. Poliittinen paine vähentää ympäristölle ja ihmisille haitallisia valmisteita on niiden käytettävyyteen liittyvä epävarmuustekijä. EU:n biodiversiteettistrategiassa torjunta-aineiden vähentämiselle on asetettu kaksi tavoitetta: kemiallisten torjunta-aineiden kokonaiskäytön ja -riskien vähentäminen 50 %:iin vuoteen 2030 mennessä ja vaarallisempien torjunta-aineiden käytön vähentäminen 50 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Toisaalta mm. droonien käyttö kasvinsuojeluruiskutuksissa voi lisääntyä ja tarjota mahdollisuuksia kukkivien ja kävyllisten vartteiden täsmätorjuntaan. Kasvinsuojeluainevalmistajat harvoin hakevat pieneen metsätalouden käyttöön hyväksyntää valmisteilleen. Tämän vuoksi metsätaloudessa metsäpuiden siementuottajien on tunnettava kasvinsuojeluaineiden valikoimaa ja hyväksynnän käytännöt, jotta onnistuvat ylläpitämään minor use -käyttölupia. Kun jokin valmiste poistuu kansallisesta rekisteristä maatalouskäytöstä, valmisteelle ei voi enää saada minor use -lupaa.

Johtopäätökset

Männyn käpyjä ei ole tarpeen suojella kasvinsuojeluainein. Kuusen käpyjen ruostesieniä vastaan ei ole olemassa toimivia kasvinsuojeluaineita tai -menetelmiä. Kuusella oikea-aikaisesti tehokkaaksi todetuilla kasvinsuojeluaineilla toteutettu käpyhyönteisten torjuntaohjelma voi lisätä käpy- ja siemensatoja 40–70 % etenkin vuosina, jolloin hyönteiskannat ovat runsaita. Valmisteista tehokkaimmat ovat osin menettäneet hyväksyntänsä tai ne ovat olleet koeluvalla maahantuotuja näyte-eriä valmisteista, joilla ei ole hyväksyntää mihinkään käyttötarkoitukseen kasvinsuojelulainsäädännön määrittämällä pohjoisella vyöhykkeellä.

Käytännössä yhdellä traktorivetoisella ruiskulla on pystytty levittämään kasvinsuojeluaineita hyönteistuhoja vastaan vuosittain noin 20 hehtaarilla. Ruiskutuspinna-alaan suuruus riippuu käytettävissä olevasta kalustosta ja työvoimasta sekä toiminnan taloudellisesta kannattavuudesta, mikä riippuu puolestaan mm. siementen hinnasta. Käpysatojen suojelua on syytä kehittää erityisesti siksi, että tuhojen ennakoita pahenevan tulevaisuudessa. Kasvinsuojelutoimiin liittyy tulevaisuudessa kuitenkin lukuisia epävarmuustekijöitä, joten ei ole tällä hetkellä perusteltua huomioida niitä siemenviljelysten tuotantoa lisäävänä tekijänä uusien siemenviljelyksien pinta-aloja suunniteltaessa. Kasvinsuojeluruiskutusten käytön laajuutta, torjuntatarpeen kehittymistä ja valmisteiden saatavuutta on hyvä tarkastella, kun siemenviljelysohjelmia tulevaisuudessa päivitetään.

Kirjallisuus:

- Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. Arbetsrapport från Skogforsk 894. 16 s.
- Annala, E. 1975. The biology of *Pissodes validirostris* Gyll. (Col., Curculionidae) and its harmfulness, especially in Scots pine seed orchards. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 85(6): 95 s.
- Annala, E. 1979. The life cycles of the cone-infesting *Dioryctria* species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. *Notulae Entomologicae* 59:69–74.
- Annala, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. *Comm. Inst. For. Fen.* 101. 32 s.
- Annala, E. & Heliövaara, K. 1991. Chemical control of cone pests in a Norway spruce seed orchard. *Silva Fennica* 25:59–67.
- Glynn, C. & Weslien, J. 2004. *Bacillus thuringiensis* Variety *kurstaki* × *aizawai* Applied to Spruce Flowers Reduced *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae) Infestation without Affecting Seed Quality. *J. Econ. Entomol.* 97(6):1836–1841, <https://doi.org/10.1093/jee/97.6.1836>
- Helenius, P., Himanen, K., Ylioja, T., Hagqvist, R., Kaitera, J., Hokkanen, T. & Aarnio, L. 2020. Metsäpuiden siementuotannon kehittäminen (MESIKE) -hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus.
- Himanen, K., Aarnio, L., Hagqvist, R., Helenius, P., Kaitera, J. & Ylioja, T. 2022. Siemenviljelysten tuotannon kehittäminen -hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus.
- Nikula, A. & Jalkanen, R. 1990. Kuusen käpytuholoisten ja -tautien esiintyminen Pohjois-Suomessa kesällä 1989. Julkaisussa: Varmola, M. & Katermaa, T. (Toim.). 1990. Metsänparannus. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362. s. 83–89.
- Rosenberg, O. & Weslien, J. 2005. Assessment of Cone-Damaging Insects in a Swedish Spruce Seed Orchard and the Efficacy of Large-Scale Application of *Bacillus thuringiensis* variety *aizawai* × *kurstaki* Against Lepidopterans. *J. Econ. Entomol.* 98(2): 402–408 <https://doi.org/10.1093/jee/98.2.402>
- Rosenberg, O., Nordlander, G. & Weslien, J. 2014. Effect of different insect species on seed quantity and quality in Norway spruce. *Agricultural and Forest Entomology* 17:158–163. <https://doi.org/10.1111/afe.12091>

Liite 7. Arvio kukittamisen vaikutuksesta kuusen ja männyn siemenviljelysten käpytuotantoon

Pekka Helenius, Katri Himanen & Tiina Ylioja
Luonnonvarakeskus

Taustaa

Havupuiden kukinnan lisäämisellä eli kukittamisella tarkoitetaan puiden tai vartteiden käsittelyä niin, että kukinnan määrä tai kukintavuosien frekvenssi kasvaa. Siemenviljelyksillä kukittamisella tähdätään satojen kasvattamiseen, mikä parantaa siemenen saatavuutta. Kukittamiskäsittelyiden käyttöä rajoittavat biologiset seikat, mutta myös niiden taloudellinen kannattavuus.

Kukittamiskokeita on tehty Suomessa 1970-luvun lopulta alkaen (Johansson 1979). Ensimmäiset kokeet tehtiin männyllä, mutta 1990-luvulla ne laajennettiin myös kuuseen (Hagqvist 1992). Reilun vuosikymmenen tauon jälkeen kukittamiskoetointia käynnistettiin uudelleen 2010-luvulla, ensin kuusella akuutin siemenpulan takia, mutta myöhemmin myös männyllä.

Kukittamisessa vaikutetaan suoraan tai välillisesti puiden tai vartteiden sisäiseen kasvihormonitasapainoon. Kukintarunsautta säätelevät puissa mm. gibberelliini- ja sytokiniini-hormonit ja niitä edelleen puiden ravinnetasapaino ja vesitalous. Epäsuoria kukittamiskäsittelyitä ovat erilaiset puille tai vartteille stressiä aiheuttavat, ja sitä kautta hormonien tuotantoon vaikuttavat menetelmät, kuten juurten leikkaaminen tai rungon kuristaminen. Lisäksi kukittamista voidaan tehdä suorilla gibberelliinihormonin lisäyskäsittelyillä.

Puiden kukinta määräytyy kukintaa edeltävänä kesänä silmujen muodostuessa, joten myös kukittamiskäsittelyt tehdään kukintaa edeltävänä kesänä. Tehon kannalta oleellista on käsittelyiden ajoitus silmujen erilaistumisen ajankohtaan. Tehoon vaikuttaa myös puiden tai vartteiden luontainen kukinta-alttiutus; hyvinä kukintavuosina käsittelyistä on eniten hyötyä, kukinnan nollavuosina kukittaminen ei onnistu. Kukinta-alttiutta lisäävät lämpö ja kuivuus, sekä vastaavasti vähentävät viileys ja sateisuus silmujen muodostumisen aikaan. Kukinta-alttiudessa ja kukinnan määräytymisen ajankohdassa on myös perinnöllisiä eroja.

Menetelmät

Gibberelliinihormonin (GA_{4/7}) lisääminen vartteisiin on tutkituin ja käytetyin kukittamismenetelmä Pohjoismaissa. Lisäämistä on kokeiltu sekä ulkoisesti lehvästöröiskutuksena, että sisäisesti injektoimalla ainetta suoraan runkoon, josta se kulkeutuu nestevirtauksen mukana latvustoon (kuva 1). Gibberelliinihormonijauhe liuotetaan etanoliin. Hormonijauheen lisäksi on olemassa käyttövalmis, havupuiden siemenviljelysten ja metsänjalostuksen puukokoelmien kukinnan lisäämiseen Suomessa hyväksytty nestemäinen hormonivalmiste (Gibb Plus Forest). Injektiokokeissa vartekohtainen annos on ollut 30–200 mg GA_{4/7} vartteen koosta riippuen. Lehvästöröiskutuksessa annosmäärä on ollut suurempi, mutta toisaalta yhden vartteen käsittelyyn kuluva aika on lyhyempi kuin injektiossa.

Männyllä gibberelliinihormonikokeet on Suomessa tehty pääasiassa nuorilla siemenviljelyksillä, kuusella myös varttuneemmilla ja yhdellä vanhalla viljelyksellä. Suomen lisäksi kukittamiskokeita on tehty männyllä ja kuusella ainakin Ruotsissa (Almqvist & Eriksson 2002, Almqvist 2008, Eriksson ym. 2008), sekä muilla havupuulajeilla Pohjois-Amerikassa (Pharis ym. 1987, Fogal ym. 1996).

Gibberelliinihormonikäsittelyn optimiajankohta tehoisana lämpösummana on kuusella 200–250 ja männyllä 800 astevuorokautta. Etelä-Suomessa em. lämpösummakertymät saavutetaan keskimäärin touko–kesäkuun vaihteessa ja heinäkuun lopulla.

Gibberelliinihormonilisäyksen ohella toinen paljon tutkittu kukittamismenetelmä on varteiden lannoitus eri muodoissaan. Pohjois-Amerikassa silmujen erilaistumisen aikaan annettua nitraattityppilannoitusta on käytetty eri mäntylajien kukittamiseen jo 1970-luvulta alkaen. Suomessa sitä on kokeiltu toistaiseksi kuitenkin vain yhdellä kuusi- ja yhdellä mäntysiemenviljelyksellä. Typpilannoite on Suomessa tehdyissä kokeissa levitetty joko käsin rakeina tai nestemäisenä kastelukannulla vartteen molemmille puolille noin metrin päähän vartteen tyveltä. Vartekohtainen lannoitemäärä on ollut nestemäisenä 1 tai 2 litraa Yara Typpiliuos 390 liuotettuna 3 ja 4 litraan vettä, ja rakeisena 1,46 kg Yara Bela Suomensalpietaria. Ko. määrät sisältävät 390 tai 780 g typpeä. Lisäksi on testattu typpilannoitteen ja gibberelliinihormonin yhdysvaikutusta. Lannoituksen ajankohta on 1–2 viikkoa ennen hormonikäsittelyä, eli kuusella toukokuun lopulla ja männyllä heinäkuun alkupuolella.

Edellä mainittujen lisäksi kukintaa on yritetty lisätä myös muilla käsittelyillä, kuten varteiden kaulaamisella tai kuristamisella ja juurten leikkuulla. Nämä menetelmät kuitenkin vaurioittavat vartteita ja altistavat niitä tuulituhoille, joten niitä tulee käyttää harkitusti, esimerkiksi poistettavilla vartteilla ennen siemenviljelyksen harventamista. Menetelmät ainoastaan täydentävät gibberelliinin vaikutusta, eikä niitä ole syytä käyttää

yksinään vähäisen tehon ja suuren vaurioriskin takia (Pharis ym. 1987, Almqvist ym. 2007, Helenius 2010).

Arvio menetelmien vaikutuksesta ja käytöstä siementuotannossa

Kuusen emikukintaa voidaan tämänhetkisen tiedon mukaan lisätä GA-injektiolla hyvänä tai keskinkertaisena kukintavuotena **150 % (2,5 x)** käytännön mittakaavassa. Typpilannoituksen tehosta GA-injektion vaikutuksen lisääjänä ei Suomessa tehdyssä kokeessa saatu varmaa näyttöä koeteknisten syiden takia. Mikäli ilmiö on todellinen, GA-injektioon yhdistetyllä lannoituksella saatavissa olevan kukinnan lisäyksen arvioidaan olevan **250 % (3,5 x)**. Asian varmistaminen edellyttää kuitenkin lisätutkimuksia. Havaintojen pienehkön määrän, suuren kloonikohtaisen hajonnan ja käsittelyjen ajoitukseen suuressa mittakaavassa liittyvien ongelmien takia em. arviot ovat hieman koetuloksia (taulukko 1, kuvat 2–5) pienempiä.

GA-injektio lisää emikukintaa niin pienillä (D = 10 cm) kuin suurillakin (D = 30 cm) kuusen varteilla. Tarvittava vartekohtainen annosmäärä GA-hormonia on pienillä varteilla 30 mg ja suurilla varteilla 50–100 mg. Yksi millilitra Gibb Plus Forest -hormonivalmistetta sisältää 10 mg GA_{4/7}-hormonia. Vuotuinen käsittelypinta-ala-arvio GA-injektiolle on **20 ha**. Käsittelypinta-alan suuruus riippuu taloudellisista seikoista; jos siemenestä maksetaan enemmän, on teknisesti mahdollista kukittaa merkittävästi suurempia pinta-aloja. Mahdollisia käsittelyvuosia (hyvä tai keskinkertainen kukinta) on kuusella 3–4 kertaa 10 vuodessa. Gibberelliini-injektiossa käytettävälle Gibb Plus Forest -valmisteelle vuonna 2015 myönnetyn määräaikaisen luvan voimassaolo päättyy 3.8.2024. Näin ollen edellä mainittu arvioon liittyy myös varaus jatkoluvan hakemisesta ja hakemuksen hyväksymisestä. Nykyinen luvanhaltija on Globachem N.V. (Belgia).

Ruotsissa GA-injektiolla on saatu merkittävästi vähäisempiä kukinnan lisäyksiä kuusella kuin Suomessa (Almqvist 2008, taulukko 1). Syynä tähän lienee Suomea myöhäisempi käsittelyajakohta (kesäkuun alku vs. heinäkuun alku). Sen sijaan Pohjois-Amerikassa on saatu Engelmännin-valkokuusella vastaavia tuloksia GA-injektiosta kuin Suomessa (Ross 1992).

GA-lehvästöröiskutuksella, pelkällä lannoituksella tai vartteiden kaulaamisella / kuristamisella ei ole kokeiden perusteella kukintaa lisäävää vaikutusta kuusella.

Kukinnan määrän lisäksi GA-injektio kasvattaa keruukelpoisten kloonien määrää siemenviljelyksellä, ja lisää sitä kautta siemenerän perinnöllistä monimuotoisuutta (Ross

1992). GA-injektiolla on mahdollista lisätä myös kukintavuosien määrää. Kukinta ei kuitenkaan kaikkina vuosina välttämättä realisoidu hyvänä siemensatona nollavuosien vähenemisestä johtuvan tuhopaineen lisääntymisen takia.

Männyn kukintaa voidaan nykytiedon mukaan lisätä GA-injektiolla hyvänä tai keskinäertaisena kukintavuotena **40 % (1,4 ×)** käytännön mittakaavassa. Vuotuinen käsittelypinta-ala-arvio GA-injektiolle on sama kuin kuusella eli **20 ha**. Mahdollisia käsittelyvuosia on 5–6 kertaa 10 vuodessa. Käsittelyajankohtien eron takia sekä kuusen että männyn GA-injektiot on mahdollista tehdä samana kesänä.

Kuusen tavoin myös männyllä ammoniumtyppilannoituksen tehosta joko yksinään tai GA-injektioon yhdistettynä ei saatu varmaa näyttöä Suomessa tehdyssä kokeessa. Tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että männyn kukintaa voitaisiin lisätä **25 % (1,25 ×)** myös pelkällä ammoniumtyppilannoituksella. Helpon koneellistamisen ansiosta ammoniumtyppilannoitusta on GA-injektiosta poiketen mahdollista tehdä myös suuressa mittakaavassa: vuotuinen käsittelypinta-ala-arvio on **yli 200 ha** (10 % männyn siemenviljelysten kokonaispinta-alasta). Mahdollisia käsittelyvuosia on männyllä 5–6 kertaa 10 vuodessa. Käsittelyjen ajoittuminen lomakaudelle ja lannoitteiden hinnan voimakas nousu rajoittanevat jonkin verran kukittamista operatiivisessa käytössä. Männyllä typpilannoite ei kuusen tavoin näyttäisi tehostavan gibberelliinihormonin vaikutusta kukintaan (Ylioja ym. julkaisematon).

Edellä mainitut käsittelypinta-ala-arviot niin kuusella kuin männyllä koskevat tilannetta, missä molemmat siementuottajat osallistuvat käsittelyjen tekemiseen.

Myös GA-lehvästöruiikutuksen on vanhemmissa kokeissa todettu lisäävän männyn kukintaa; hyvänä kukintavuotena 100–130 % ja huonona 170–690 % (Hagqvist, 1983). Kokeissa vartteet kasteltiin tippuvan märäksi, mikä ei käytännön mittakaavassa ole kustannussyistä mahdollista.

Tulokset gibberelliinilisäyksen vaikutuksesta hedekukintaan ovat ristiriitaisia sekä kuusella että männyllä (Fogal ym 1996, Eriksson ym. 1998, Almqvist 2002, Almqvist & Eriksson 2002).

Johtopäätökset

Suomessa tehdyissä kukittamistutkimuksissa ainoastaan gibberelliini-injektion on osoitettu lisäävän kuusen ja männyn siemenviljelysten emikukintaa ja sitä kautta käpytuotantoa. Tulosten perusteella arvio käpymäärän lisäyksestä käytännön siementuotannossa on kuusella 150 % (2,5 x) ja männyllä 40 % (1,4 x) hyvänä tai keskinkertaisena kukintavuotena. Mahdollisia käsittelyvuosia on kuusella 3–4, ja männyllä 5–6 kertaa kymmenessä vuodessa. Kukittamistutkimukset on tehty molemmilla puulajeilla lähtöisyysalueilla 1 ja 2, mikä rajoittaa jonkin verran lisäysarvioiden luotettavuutta pohjoisimmilla lähtöisyysalueilla. Gibberelliini-injektiossa käytettävän Gibb Plus Forest -valmisteen tämänhetkinen päälupa vanhenee vuonna 2024. Luvan uusiminen ja hormonin saatavuus ovat edellytys kukittamiskäsittelyiden tekemiselle.

Molemmilla puulajeilla käsittelypinta-ala-arvio on 20 ha vuodessa. Käsittelypinta-alan suuruus riippuu kukittamisen taloudellisesta kannattavuudesta, johon vaikuttaa mm. siementen hinta. Teknisesti on mahdollista kukittaa edellä mainittuja suurempia pinta-aloja.

Sekä kuusella että männyllä tehdyissä kokeissa on saatu viitteitä kukkasilmujen muodostumisen aikaan annetun ammoniumtyppilannoituksen käpysatoa lisäävästä vaikutuksesta. Asian varmistaminen edellyttää kuitenkin lisää tutkimuksia. Lannoituksessa käsittelypinta-ala olisi helpon koneellistamisen ansiosta moninkertainen injektioon verrattuna. Muita kukittamismenetelmiä, kuten vartteiden kaulaamista, kuristamista tai juurten leikkuuta, ei ole mielekästä käyttää käpysatojen lisäämiseen niiden alhaisen tehon ja suuren vaurioriskin takia.

Edellä mainituista epävarmuustekijöistä johtuen kukittamiskäsittelyitä ei ole tällä hetkellä perusteltua huomioida siemenviljelysten keskimääräistä tuotantoa lisäävänä tekijänä uusien siemenviljelyksien pinta-aloja suunniteltaessa. Kukittamiskäsittelyiden käytön laajuuden muutosta ja siemensatoja käytännössä lisäävää vaikutusta on tarpeen tarkastella, kun siemenviljelysohjelma tulevaisuudessa päivitetään.

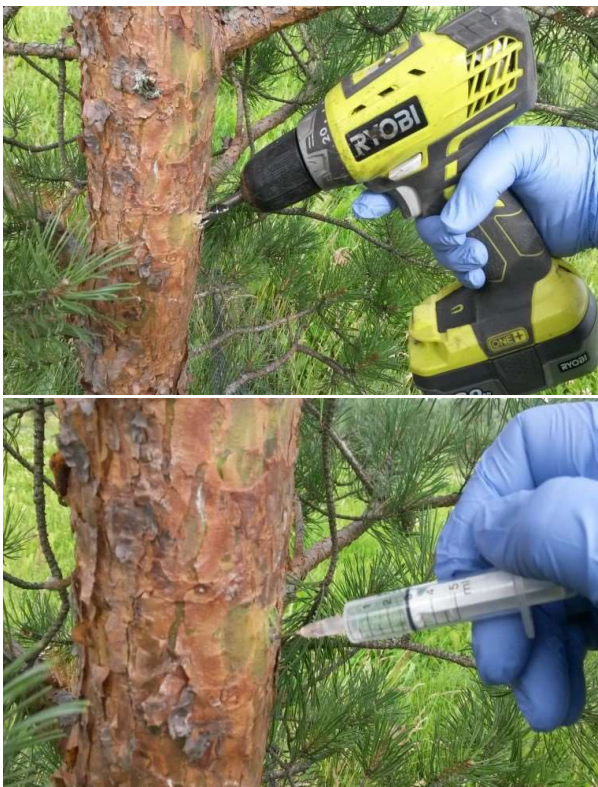
Taulukko 1. Kukittamiskäsittelyt, annosmäärät, ja niiden vaikutus kukintaan tai käpymäärään männyllä ja kuusella eri kokeissa.

| Puu-laji | S V- | Käsittely(t) | Vuosi | Emikukinnan (käpyjen) | Lähde |
|----------|---------|--------------|-------|-----------------------|-------|
| | | | | | |

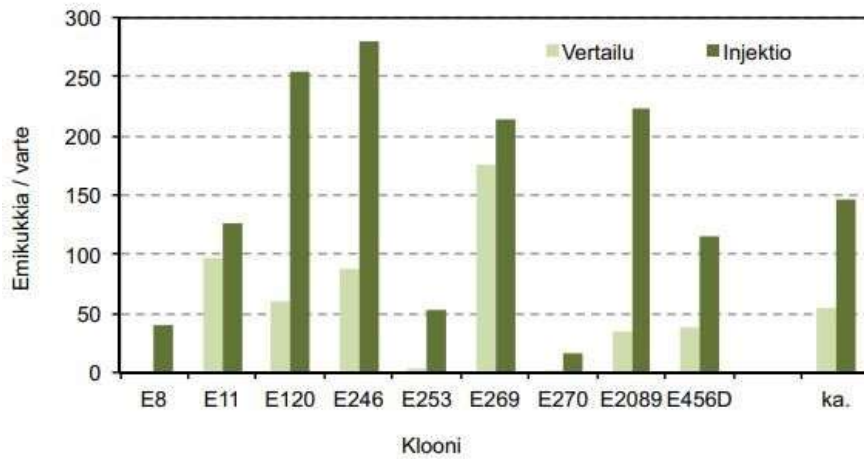
| | ikä | | | lisäys | |
|-----------|--------|--|----------|--------|------------------------------|
| Mänt y | 1 0 | Typpilannoitus, rae, 391 g | 202 0 | 9 % | Ylioja ym., julkaisematon |
| | | Typpilannoitus, neste, 390 g | 202 0 | 17 % | |
| | | Typpilannoitus, neste, 780 g | 202 0 | 30 % | |
| | | GA-injektio, 30 mg (Gibb Plus Forest) | 202 0 | 54 % | |
| | | GA-injektio, 30 mg (Gibb Plus Forest) + tyypilannoitus, neste, 780 g | 202 0 | 57 % | |
| Mänt y | 1 4 | GA-injektio taltan uraan, 20–40 mg | 199 1 | 10 % | Almqvist, 1998 |
| | | | 199 2 | 12 % | |
| | | | 199 3 | - 5 % | |
| | | | 199 4 | 29 % | |
| Mänt y | 2 7 | GA-injektio, 150 mg (2 tai 3 annoksena) | 199 7 | 29 % | Almqvist & Eriksson, 2002 |
| | | | 199 8 | 44 % | |
| | | | 199 9 | - 10 % | |

| | | | | | |
|-----------|--------|---|----------|-------|------------------------------|
| | | | | | |
| Kuus i | 1 4 | GA-injektio, 50 mg (GA pulveri + etanoli) | 201 1 | 167 % | Helenius ym. 2015. |
| | | | | | |
| Kuus i | 1 6 | GA-injektio, 30 mg (Gibb Plus Forest) | 201 8 | 229 % | Ylioja ym., julkaisematon |
| | | GA-spray 200 mg (Gibb Plus Forest) | 201 8 | -1 % | |
| | | GA-spray 500 mg (Gibb Plus Forest) | 201 8 | -30 % | |
| | | GA-injektio + typpilannoitus, neste, 780 g | 201 8 | 382 % | |
| | | Typpilannoitus, neste, 390 g | 201 8 | 107 % | |
| | | Typpilannoitus, neste, 780 g | 201 8 | 10 % | |
| | | | | | |
| Kuus i | 2 2 | GA-injektio, 60 mg (GA pulveri + etanoli) | 199 1 | 833 % | Hagqvist, 1992 |
| | | | | | |
| Kuus i | 4 7 | GA-injektio, 50 mg (Gibb Plus Forest) | 201 5 | 373 % | Hagqvist, julkaisematon |
| | | GA-injektio, 100 mg (Gibb Plus Forest) | 201 5 | 391 % | |

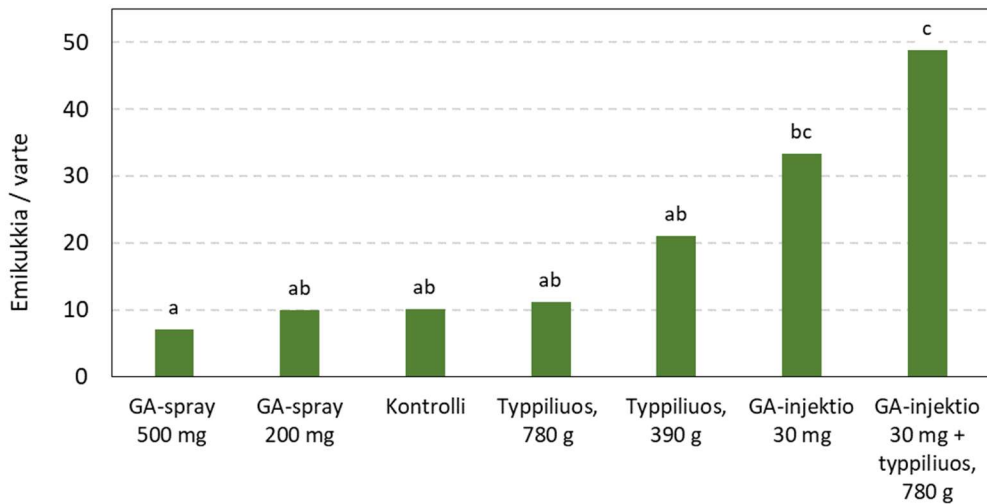
| | | | | | |
|-----------|---|--|------|-------|----------------|
| | | GA-injektio, 200 mg (Gibb Plus Forest) | 2015 | 509 % | |
| | | | | | |
| Kuus i | ? | GA-injektio, 100–150 mg | 2005 | 23 % | Almqvist, 2008 |



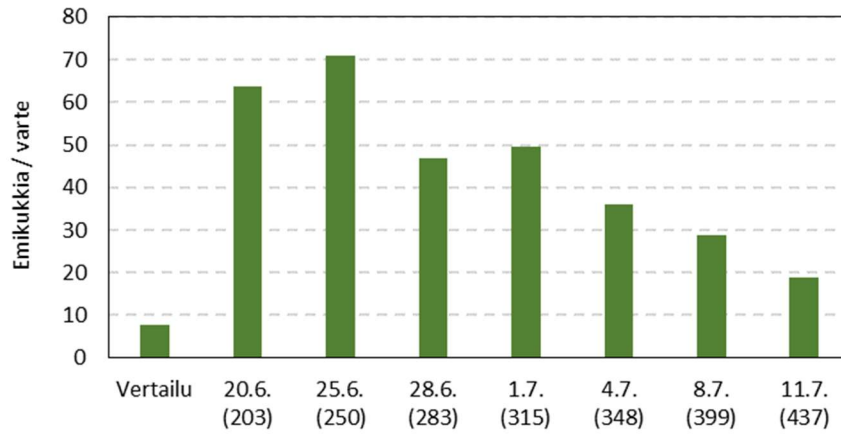
Kuva 1. Vartteiden käsittelyä Gibb Plus Forest -valmisteella Junttilan siemenviljelykselle Hausjärvelle perustetussa kokeessa kesällä 2020. Kokeen tulos näkyy kuvassa 6. Valokuvat Risto Hagqvist.



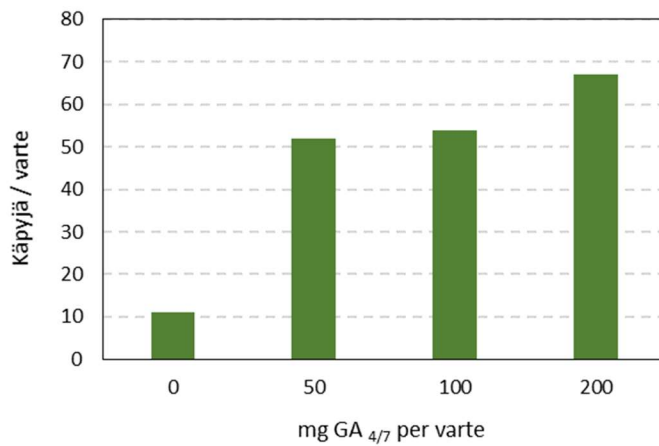
Kuva 2. GA-injektion vaikutus kuusen eri kloonien kukintaan Suholan siemenviljelyksellä Joroisissa. Käsittelyajankohta 13.6.2011 (300 d.d.). Varteiden pituus 9,5 m ja läpimitta 18 cm. Helenius ym. 2015.



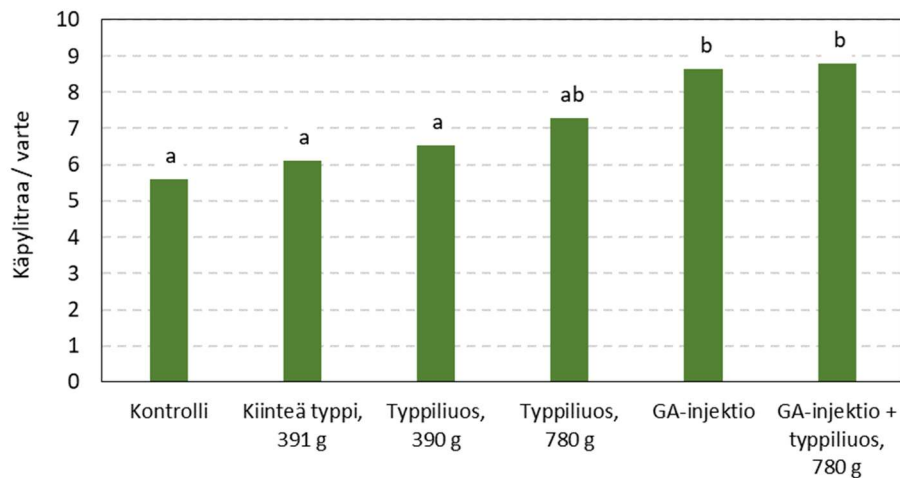
Kuva 3. GA-injektion, GA-sprayn ja lannoituksen vaikutus kuusen kukintaan Puulan siemenviljelyksellä Kangas-niemellä. Lannoitus- ja GA-käsittelyt tehty vajaan viikon välein toukokuun 2018 lopulla. Varteiden pituus 6–8 m. Tilastolliset erot merkitty eri kirjaimilla. Ylioja ym. julkaisematon.



Kuva 4. GA-injektion (60 mg / varte) ajankohdan vaikutus kuusen kukintaan. Vaaka-akselilla päivämäärä ja lämpösomma. Käsittelyt tehty Pieksämäellä kesällä 1991. Piirretty uudelleen Hagqvistin (1992) mukaan.



Kuva 5. GA-injektion annosmäärän vaikutus vanhan (Tammela) kuusen siemenviljelyksen käpymäärään. Vartteiden läpimitta 28 cm. Injektiokäsittely tehty 23.6.2015. Hagqvist julkaisematon.



Kuva 6. GA-injektion ja lannoituksen vaikutus männyn käpysatoon Junttilan siemenviljelyksellä Hausjärvellä. Lannoituskäsittelyt tehtiin 6.–7.7. ja GA-injektio 22.7.2020. Vartteiden pituus 4–5 m. Tilastolliset erot merkitty eri kirjaimilla. Ylioja ym. julkaisematon.

Kirjallisuus:

Almqvist, 2002. Blomningsstimulering av gran i växthus. Arbetsrapport nr. 51. Skogforsk.

Almqvist, E. & Eriksson, M. 2002. Blomningstimulering i praktisk skala för ökad produktion av kott och pollen. Arbetsrapport nr. 495. Skogforsk.

Almqvist, C., Rosvall, O. & Wennström, U. 2007. Fröplantager – anläggning och skötsel. Skogforsk.

Almqvist, C. 2008. Practical use of GA4/7 to stimulate flower production in *Picea abies* seed orchards in Sweden. Teoksessa Lindgren, D. Seed orchards. Proceedings from a conference at Umeå, Sweden, September 26–28, 2007.

Almqvist, C. & Eriksson, M. 2008. Blomningsstimulering i praktisk skala för ökad produktion av kott och pollen. Skogforsk, Arbetsrapport nr. 495.

Eriksson, U., Jansson, G. & Almqvist, C. 1998. Seed and pollen production after stem injections of gibberellin A4/7 in field-grown seed orchards of *Pinus sylvestris*. Can. J. For. Res. 28: 340–346.

Fogal, W.H., Jobin, G., Schooley, H.O., Coleman, S.J. & Wolynetz, M.S. 1996. Stem incorporation of gibberellins to promote sexual development of white spruce, Norway spruce and jack pine. Can. J. For. Res. 26: 186–195.

- Hagqvist, R. 1983. Männyn vartteiden kukinnan lisääminen gibberelliineillä. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsingin yliopisto. 136 s.
- Hagqvist, R. 1992. Effect of GA4/7 injection on flowering of field grown Norway spruce. Seminaariesitys, pohjoismaisten metsänjalostajien kokous. Biri, Norja. 13.–15.10.1992. Moniste, 8 s.
- Helenius, 2010. Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju. Metlan työraportteja 160.
- Helenius, P., Hagqvist, R. & Ylioja, T. 2015. Kuusen siemenviljelykset kukkimaan. Taimiuutiset 3/2015.
- Helenius, P., Himanen, K., Ylioja, T., Hagqvist, R., Kaitera, J., Hokkanen, T. & Aarnio, L. 2020. Metsäpuiden siementuotannon kehittäminen (MESIKE) -hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus.
- Himanen, K., Aarnio, L., Hagqvist, R., Helenius, P., Kaitera, J. & Ylioja, T. 2022. Siemenviljelysten tuotannon kehittäminen -hankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus.
- Johansson, S. 1979. Tutkimuksia gibberelliinien vaikutuksesta männyn vartteiden kukintaan (Investigations into the effect of gibberellins on flowering in Scots pine grafts). - M. For. thesis, Univ. Helsinki. 65 s.
- Luukkanen, O. & Johansson, S. 1980. Effect of exogenous gibberellins on flowering in *Pinus sylvestris* grafts. *Physiol. Plant.* 50: 365–370.
- Pharis, RP., Webber, JE. & Ross, SD. 1987. The promotion of flowering in forest trees by gibberellin A47 and cultural treatments: A review of the possible mechanisms. *Forest Ecology and Management* 19(1–4) 65–84. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(87\)90012-0](https://doi.org/10.1016/0378-1127(87)90012-0).
- Schmidtling, R.C., 1975. Fertilizer timing and formulation affect flowering in a Loblolly pine seed orchard. In: Proc. Thirteenth Southern Forest Tree Improvement Conference, 10–11 July, 1975, Raleigh, NC, pp. 153–160.
- Wesoly, W., Urbanski, K., Barzdajn, W. 1987. Effect of Mineral Fertilization on Flowering of Scots Pine (*Pinus sylvestris*) Grafts. *Forest Ecology and Management*, 19: 191–198.