

Marja-Leena Kilpeläinen


MÄNNYN VALIOSIEMENVILJELYSTEN JALOSTUSHYÖDYN ARVIOINTI MAASTOKOKEIDEN PERUSTEELLA


Opinnäytetyö
Metsätalouden liiketoiminta
ylempi amk-tutkinto

Toukokuu 2015



KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä 16.4.2015
Tekijä Marja-Leena Kilpeläinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden ylempi amk-tutkinto Metsätalouden liiketoiminta	
Nimeke Männyn valiosiemenviljelysten jalostushyödyn arviointi maastokokeiden perusteella		
Tiivistelmä <p>Männyn 1. polven siemenviljelyksiä on perustettu yli 3000 ha ja niihin on istutettu noin 6000 pluspuuta. Pluspuut ovat kasvun ja laadun perusteella luonnonmetsistä valittuja parhaita puita. Pluspuiden jälkeläistestausta varten perustettiin yli tuhat jälkeläiskoetta, joihin siemen kerättiin siemenviljelysvarteista. Jälkeläiskoesta mitattiin puiden pituutta ja puiden varttuessa myös laatuominaisuuksia. Testaustulosten perusteella pluspuut voitiin laittaa paremmuusjärjestykseen. Parhaat pluspuut vartettiin uusiin 1,5-polven siemenviljelyksiin eli valiosiemenviljelyksiin. Ensimmäinen valiosiemenviljely perustettiin vuonna 1997 Joroisiin.</p> <p>Opinnäytetyössäni arvioin viiden ensimmäisen valiosiemenviljelyksen jalostushyötyjä kolmen koeviljelyksen mittaustulosten perusteella. Kokeissa näitä valiosiemenviljelyksiä edustivat simuloitunut koe-erät, jotka muodostettiin keräämällä siementä kyseisiin viljelyksiin valituista pluspuista 1. polven siemenviljelyksistä. Kokeissa oli mukana myös kaksi 1. polven siemenviljelyserää sekä luonnonmetsistä peräisin olevia vertailueriä. Kokeet perustettiin vuonna 1999. Jälkeläisten vartuttua 13–14-vuoden ikään, niistä mitattiin puiden pituus ja läpimitta, yhden oksan paksuus ja oksakulma sekä laskettiin kehityshäiriöitä sisältävien oksakiehkuroiden lukumäärä. Lisäksi oksiston laatua arvosteltiin silmävaraisella luokituksella. Tulokset analysoitiin SPSS:n kaksisuuntaisella sekamallivarianssianalyysillä.</p> <p>Valiosiemenviljelyserissä puiden pituus oli keskimäärin 12 % ja tilavuus 35 % suurempi kuin metsikkösiemenerillä. Vastaavasti 1. polven siemenviljelyserien pituushyöty oli keskimäärin 6 % ja tilavuudessa 17 %. Jalostetun aineiston oksalaadusta tai paremmasta elävyydestä ei saatu selvää näyttöä, vaikka suhteellinen oksanpaksuus olikin jalostetuilla aineistoilla keskimäärin 2–4 ja elävyys 4 % -yksikköä parempi kuin metsikköerillä.</p> <p>Tulosten perusteella valiosiemenen käyttö metsänviljelyssä on erittäin suositeltavaa, koska valiosiemennellä kasvatettu puusto kasvaa selvästi paremmin kuin metsikkösiemennellä viljelty. Myös 1. polven siemenviljelyserät kasvoivat metsikköerää paremmin.</p>		
Asiasanat (avainsanat) mänty, <i>Pinus sylvestris</i> , 1. ja 1,5-polven siemenviljelys, valiosiemenviljelys, kasvu, laatu		
Sivumäärä 46 s. + liitteet 10 s.	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Seppo Ruotsalainen ja Matti Haapanen (Luke), Pasi Pakkala (Mamk)	Opinnäytetyön toimeksiantaja Metsäntutkimuslaitos (1.1.2015 alkaen Luonnonvarakeskus)	

		Date of the master's thesis April 16, 2015	
Author Marja-Leena Kilpeläinen		Degree programme and option Master's Degree in Natural Resources Business Operations in Forestry	
Name of the master's thesis The genetic gain of seedlings produced by 1,5th generation seed orchards' seed of Scots pine (Pinus sylvestris) according to the field tests.			
Abstract Over 6000 Scots pine plus-trees selected in natural stands for their outstanding growth and quality have been propagated by grafting and planted into 3000 hectares of seed orchards. Open-pollinated seed have been collected from the orchard grafts, and used to establish more than one thousand field trials. These progeny trials have been measured for height and quality traits at the age of 10 to 20 years. Following the analysis of the results, the best plus-trees have been selected (backward selection) and used to establish a new round of 1,5th generation seed orchards (also called elite seed orchards). The aim of this thesis was to estimate the genetic gain of 1st and 1,5th generation seed orchard stock in comparison to local unimproved seedlots used as controls. The analyses based on three field trials established in Southern and Central Finland in the spring of 1999. The seeds for the "elite seed orchard" entries were formed arbitrarily by collecting seedlots from grafts of elite (1.5 generation) plus-trees growing in the old 1st generation seed orchards, and mixing them up. The three trials also comprised two entries representing first-generation seed orchard seedlots and unimproved seedlots collected from natural stands. The measurements of diameter, height and quality traits (e.g. branch diameter, branch angle and the number of ramicornes) were carried out as the trials were 13 or 14 years old. Differences in growth and quality traits between control and genetically improved materials were analyzed using a mixed model. The main results of my study were that the height and volume growth of the genetically improved material were greater than in the local natural stand check-lots. The height and volume growth of elite seed orchard material were, on average, 12 % and 35 % greater, respectively, compared to the local control. The differences for height and volume of 1st generation seed orchard material and the local natural stand was on the average 6 % and 17 %, respectively. There were no significant differences in quality traits between the local control and genetically improved materials. The results indicate that it is very advisable to use seedlots from elite seed orchard seed in forest regeneration due to its substantially better growth. Also the seedlots of 1st generation seed orchard grew better than local controls.			
Subject headings, (keywords) Scots pine (Pinus sylvestris), 1st generation seed orchard, 1,5th generation seed orchard, elite seed orchard, growth and quality traits			
Pages 46 p. + app. 10 p.		Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices			
Tutor Seppo Ruotsalainen and Matti Haapanen (Luke) Pasi Pakkala (Mamk), Principal Lecturer		Employer of the master's thesis Finnish Forest Research Institute (1.1.2015 Natural Resources Institute Finland, Luke)	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
1.1 Siemenviljelysten perustaminen johtaneet syyt	1
1.2 Männyn ensimmäisen polven siemenviljelyksistä valiosiemenviljelysten perustamiseen.....	2
1.3 Tutkimuksen tarkoitus jo toteutus	2
2 MÄNNYN VILJELYN TAUSTAA	3
2.1 Männyn viljelyn historiaa	3
2.2 Metsänjalostuksen alkuvaiheet ja männyn pluspuiden valinta	4
3 ENSIMMÄISEN POLVEN SIEMENVILJELYKSISTÄ VALIOSIEMENVILJELYKSIIN.....	6
3.1 Männyn 1. polven siemenviljelykset, satoennusteet ja -määrät.....	6
3.2 Männyn jälkeläistestaus.....	8
3.2.1 Taustaa männyn testauksesta	8
3.2.2 Testauksen tulokset käyttöön – valiosiemenviljelysten perustaminen.....	10
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	12
4.1 Koesarjan 2123 koejärjestely	12
4.2 Koeaineisto	13
4.3 Aineiston mittaus.....	17
4.3.1 Läpimitta ja puun edustavuus läpimitan suhteen	17
4.3.2 Pituus	17
4.3.3 Oksanpaksuusluokka ja oksanpaksuus	18
4.3.4 Oksakulmaluokka ja oksakulma.....	18
4.3.5 Häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärä	19
4.4 Aineiston käsittely	19
4.5 Aineiston analyysi	20
4.6 Laskennassa huomioon otettavia seikkoja.....	21
4.6.1 Tuusulan osakoe 212301	21

4.6.2 Padasjoen osakoe.....	22
4.6.3 Punkaharjun osakoe.....	23
4.7 Tilastolliset menetelmät.....	24
5 TULOKSET.....	26
5.1 Puun pituus.....	26
5.2 Rungon tilavuus.....	27
5.3 Oksanpaksuus.....	29
5.4 Oksakulma	32
5.5 Häiriintyneiden oksakiehkuroitten lukumäärä.....	34
5.6 Elävyys	35
6 TULOSTEN TARKASTELUA.....	35
6.1 Kasvu.....	35
6.2 Laatu.....	39
6.3 Elävyys	40
6.4 Tulosten luotettavuuteen vaikuttavat tekijät.....	41
6.5 Johtopäätökset.....	42
LÄHTEET	44

LIITTEET

1 Lähtöisyysalueet

2 Tuusulan kokeen koeasiakirjat (kansisivu, alkuperät ja ruutukartta)

3 Siemenviljelysten 124 ja 150 käyttöaluekartat

4 Valiosiemenviljelyksiin vartettujen pluspuiden määrä sekä pluspuiden vertailu
2123-sarjan vastaaviin koe-eriin

5 Maastomittausohjeet

1 JOHDANTO

1.1 Siemenviljelysten perustaminen johtaneet syyt

Suomessa metsägeneettinen tutkimus alkoi jo 1900-luvun alussa, jolloin Olli Heikinheimo perusti ensimmäiset männyn ja kuusen laajat provenienssikoesarjat (Heikinheimo, 1949). Metsänjalostukseen alettiin panostaa sotien jälkeen 1940-luvun lopulla, jolloin järeää puuta tarvittiin yhä enemmän rakentamiseen ja sotakorvausten maksamiseen. Metsäammattiväki ja tutkijat huolestuivat metsiemme kunnan ja laadun heikkenemisestä ja parhaiden tukkipuiden häviämisen pelättiin johtavan metsien geneettisen laadun huononemiseen. Tämän kehityksen torjumiseksi ja luonnonmetsien parhaan perimäaineksen hyödyntämiseksi metsänviljelyssä aloitettiin parhaiden siemenkeräysmetsiköiden (plumetsiköt) ja parhaiden puiden (pluspuiden) valinta. Plumetsiköiden valinnan tarkoituksena oli turvata välitön siemenhuolto, pluspuiden valinnalla sen sijaan turvattiin pitkäaikainen siemenhuolto ja jalostustoiminta. Pluspuista kerättiin varteoksat ja niiden varttaminen aloitettiin Ruotsinkylässä, Metsäntutkimuslaitoksen jalostusasemalla Tuusulassa. Ensimmäinen männyn siemenviljely perustettiin vuosina 1952–1954 Kymi-yhtiön maille. (Hagman 1989, Oskarsson 1995, Mikola 2010, 272–275, Tyystjärvi 1998, 11–16.)

Laajemmassa mitassa siemenviljelysten perustaminen käynnistyi Suomessa vuonna 1963. Valtio alkoi tällöin voimakkaasti tukea siemenviljelysten perustamista siemenhuollon turvaamiseksi ja samalla Metsähallitus otti päävastuun siemenviljelysten perustamisesta vuosien 1964–1976 aikana. Samaan aikaan myös männyn pluspuiden valintatyö saatiin päätökseen. (Mikola 2010, 274–277.) Havupuiden siemenviljelyksiä perustettiin vuoteen 1977 mennessä noin 3440 ha, josta männyn siemenviljelyksiä oli noin 90 % pinta-alasta (Metsäpuiden siemenviljelyohjelma..., 1989, s. 18, 24 ja 27). Siemenviljelysten perustamisen yhteydessä suurin osa etelä- ja keskisuomalaisista pluspuista vartettiin talteen myös kokoelmiin, pohjoissuomalaiset pluspuut sen sijaan vartettiin pääosin vain siemenviljelyksiin (Metsäntutkimuslaitos, 18.11.2013.)

1.2 Männyn ensimmäisen polven siemenviljelyksistä valiosiemenviljelysten perustamiseen

Siemenviljelysten perustamisen jälkeen metsänjalostuksessa aloitettiin niihin vartettujen, ilmiäsuun perusteella valittujen pluspuiden jälkeläistestaus. Testaussiementä kerättiin ensin pluspuista ja myöhemmin pluspuiden vartteista. Siemenistä kasvatettiin taimet, jotka istutettiin jälkeläiskokeisiin. 1980-luvun loppuun mennessä lähes kaikkien Etelä- ja Keski-Suomen plusmäntyjen jälkeläiset oli viljelty jälkeläiskokeisiin. Jälkeläiskokeilla tehtiin runsaasti mittauksia vuosien 1986–94 välisenä aikana, jolloin nuorista puista mitattiin yleensä pituuskasvua. 1990-luvulla mitattiin myös tilavuutta ja laatuominaisuuksia Etelä- ja Keski-Suomeen perustetuilla kokeilla (Mikola 2010, 276–278, Ruotsalainen 2013, Hahl, 1997, 3–5).

Jälkeläisten pituus- ja laatumittaustuloksia on hyödynnetty muuan muassa siemenviljelysten harvennuksissa eli kenttäkokeissa huonoimmin menestyneet pluspuut poistettiin siemenviljelyksiltä. Siemenviljelyksiä harventamalla voitiin vain osittain parantaa siemenviljelyksiltä kerättävän siemenen geneettisiä ominaisuuksia, koska harvennuksessa ei voitu poistaa kaikkia huonolaatuisiksi tai -kasvuisiksi todettuja pluspuita ilman että siementuotanto olisi kärsinyt. (Nikkanen & Pukkala, 1987, 3–6.) Sen sijaan perustamalla uusia siemenviljelyksiä, joihin istutettaisiin jälkeläistestauksen perusteella vain parhaat pluspuut, siemenviljelyksiltä kerättävän siemenen laatu parantuisi. Tämän johdosta jo vuosituhaten vaihteessa perustettiin ensimmäiset, ns. 1,5-polven siemenviljelykset eli *valiosiemenviljelykset*. Näihin valiosiemenviljelyksiin valittiin vain jalostusarvoltaan parhaat pluspuut ja niiden perustamisessa hyödynnettiin kaikki uusi tutkimus ja tieto siitä, mitkä tekijät vaikuttavat siemenviljelysten siemenen tuotantomääriin ja siemenen laatuun. (Nikkanen & Antola, 1998, 423.)

1.3 Tutkimuksen tarkoitus jo toteutus

Valiosiemenviljelysten jalostushyödyistä ei ole tähän mennessä ollut saatavilla mittaustuloksia kenttäkokeilta vaan odotetut jalostushyödyt ovat perustuneet pluspuiden jälkeläistöjen mittaustuloksiin. *Jalostushyödyllä tarkoitetaan siemenvilje-*

lys- ja metsikköaineiston eroa kasvu- ja laatuominaisuuksissa. Valiosiemenviljelyksistä on jo kerätty siementä metsänviljelytarpeisiin, mutta niiltä ei ole kerätty siemeneriä, joilla olisi perustettu vertailukokeita jalostushyödyn arvioimiseksi. Sen sijaan ensimmäisten valiosiemenviljelysten perustamisen aikaan perustettiin koesarja, johon kerättiin vanhoilta siemenviljelyksiltä siementä niistä pluspuista, jotka tultaisiin varttamaan viidelle uudelle valiosiemenviljelykselle. Pluspuiden siemenistä kasvatettiin taimet ja perustettiin kenttäkokeet. Koetaimista mitattiin vuosina 2011–2012 pituus-, läpimitta- ja laatuominaisuuksia. Koe-erien mittaustulosten perusteella voidaan estimoida valiosiemenviljelyksiltä saatavan metsänviljelyaineiston jalostushyötyjä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on verrata kolmen eri paikkakunnalla sijaitsevan kokeen mittaustulosten perusteella, kuinka suuri jalostushyöty on odotettavissa valio- eli 1,5 polven siemenviljelysten tuottamalla metsänviljelymateriaalilla verrattuna paikalliseen metsikköaineistoon puun kasvu- tai laatuominaisuuksissa. Lisäksi opinnäytetyössäni koesarjassa mukana olleiden kahden 1. polven siemenviljelyksen taimiaineistoja verrattiin paikalliseen metsikköerään.

2 MÄNNYN VILJELYN TAUSTAA

2.1 Männyn viljelyn historiaa

1900-luvulla Metsähallitus alkoi perustaa metsänvartijakouluja, joissa alettiin kasvattaa suurempia määriä taimia valtion metsiin ja joissa varastoitiin myös metsästä kerättyjä käpyjä. Yksityismetsissä istutusta oli harjoitettu lähinnä kartanoiden ja suurten tilojen mailla, mutta vuosisadan vaihtuessa myös talonpojat tilasivat istuttajia mailleen. Sen sijaan metsäteollisuusyritykset ostivat itselleen runsaasti metsätiloja vuosituhannen vaihteessa, ja yhtiöiden mailla istutettiin ja tehtiin metsäkylvöjä 1920- ja 1930-luvuilla moninkertaiset määrät valtion ja yksityismetsiin verrattuna. Männyn viljely alkoi Suomessa käytännön mitassa vasta 1920-luvulla, jolloin yleinen mielipide

muuttui metsätaloudelle suopeammaksi. Sen seurauksena syntyi sekä yksityis- että metsänparannuslaki vuonna 1928, jotka lisäsivät etenkin yksityismailla metsänviljelyä. 1920-luvulla metsänviljely oli etupäässä kylvöä, josta männyn osuus oli 83 %. Kylvöpinta-ala kohosi lähes 10 000 hehtaariin vuodessa. Istutusala vaihteli 400–800 hehtaaria vuodessa, josta männyn osuus oli 58 %. (Cajander 1932, 14–21.) Taimituotannon uudistusten ja poliittisten linjausten vuoksi taimituotanto alkoi kasvaa vasta sotien jälkeen 1950-luvulta lähtien. Metsien käyttö ylitti metsien kasvun ensimmäisen kerran 1950-luvun lopulla, ja kestämaton kehitys jatkui 1970-luvun alkuun saakka. Männyn siemenpulaa helpotettiin 1950-luvulla keräämällä käpyjä pääosin avohakkuu-alueilta. (Tasanen, 2010, 9–20, 63–66.)

Kylvöpinta-ala lisääntyi 1960-luvulla ollen huipussaan vuonna 1964, 77 300 ha. Myös männyn istutus lisääntyi ja vuonna 1966 männyn istutusala ylitti ensimmäisen kerran kylvöpinta-alan, tällöin mäntyä istutettiin 70 200 ha. (Metsäntutkimuslaitos 2005, 120). Huoli metsien riittävydestä kasvoi, kun paikoin vajaatuottoisia ja puustomäärältään nykyistä heikompia metsiä hakattiin voimakkaasti. (Tasanen, 2010, 56–67.)

2.2 Metsänjalostuksen alkuvaiheet ja männyn pluspuiden valinta

Metsänjalostustoiminta alkoi vuonna 1947, kun pluspuuvalinta aloitettiin ja Metsäpuiden rodunjalostussäätiö (myöh. Metsänjalostussäätiö) perustettiin. Huoli parhaiden rotupuiden häviämisestä Suomen metsistä käynnisti laajan pelastusoperaation puiden perimän talteen ottamiseksi ja Metsänpuiden rodunjalostussäätiön ja sen yhteistyökumppaneiden eli Metsäntutkimuslaitoksen, Metsähallituksen ja metsäyhtiöiden panoksella Suomessa aloitettiin parhaiden puiden eli pluspuiden valinta luonnonmetsistä. (Mikola 2010, 271–278.)

Pluspuiden valintakriteereitä olivat kasvunopeus ja rungon tekniset ominaisuudet kuten rungon suoruus, karsiutuminen, oksien paksuus ja latvusmuoto sekä tuhonkestävyys. Valittavan puun lisäksi arvioitiin kasvuympäristöä, jottei valittaisi puuta

pelkän ympäristön muokkaaman fenotyypin eli ilmiasun perusteella. Alkuvuosina pluspuuehdokasta verrattiin 20 metrin säteellä sijaitseviin, neljään paksuimpaan puuhun, jotka mitattiin vertailupuiksi. Myöhemmin pluspuiden valintaan liittyviä ohjeita noudatettiin välillä hyvin kirjavasti, sillä uusia pluspuita piti valita nopealla aikataululla siemenviljelyksille, jonka vuoksi pluspuiden valitsijoita oli useista eri organisaatioista ja jopa vertailupuiden mittauksista tingittiin. 1960-luvulla pluspuiden mittaaminen ja vertaileminen ympäröivään metsään otettiin uudelleen käyttöön valintaeron selvittämiseksi. Metsikkö, josta pluspuuvalintoja tehtiin, arvioitiin iän, boniteetin ja puuston perusteella yhtenäiseksi alueeksi arvioimislinjan avulla. Linjalta mitattiin 20 valtapuun otos, joihin pluspuita myöhemmin verrattiin. Näin varmistettiin, että pluspuut olivat sekä pituudeltaan että laadullisesti metsikön parhaita puita. (Oskarsson 1972, 3–5 ja 1995, 1–25.) Männyn pluspuita valittiin yhteensä yli 7000 kpl, joista siemenviljelyksiin vartettiin noin 6000 puuta (Yrjänä-Ketola ja Karvinen 1997).

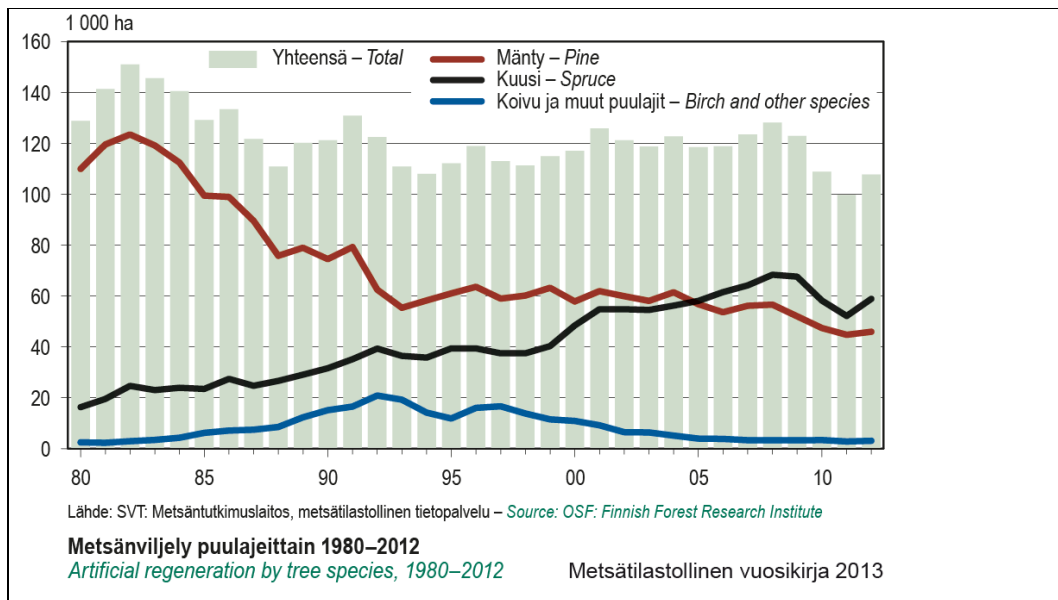
Valintojen jälkeen pluspuut vartettiin siemenviljelysten perustamista varten. Toisin sanoen pluspuiden latvuksista kerättiin oksat, jotka vartettiin männyntaimien (=perusrunko) latvaksi. Näin syntyneitä yhdistelmätaimea kutsutaan vartteeksi. Varttaminen tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän jalostusasemalla ja myöhemmin 1960-luvulta lähtien Metsänjalostussäätiön Haapastensyrjän jalostuskeskuksessa. Vartteiden kasvatus kestää noin 4 vuotta perusrunkojen koulimisesta istutukseen. (Mikola 2010, 273–278, Siementuotannon suunnittelu...1997, 11.)

3 ENSIMMÄISEN POLVEN SIEMENVILJELYKSISTÄ VALIOSIEMENVILJELYKSIIN

3.1 Männyn 1. polven siemenviljelykset, satoennusteet ja -määrät

Männyn 1. polven siemenviljelykset perustettiin pääosin vuosien 1963–1976 välisenä aikana. Vuonna 1989 perustettiin työryhmä, jonka tehtävänä oli laatia jalostetun metsänviljelyaineiston tuottamista varten ohjelma, jonka avulla metsänjalostuksella saavutetut tulokset voitaisiin parhaiten hyödyntää. Työryhmä laati vuosille 1990–2025 metsäpuiden siemenviljelyohjelman, jossa mm. arvioitiin siemenviljelysten siementuottoja tuleville vuosikymmenille eri osissa Suomea. Samalla pohdittiin, miten eri toimenpiteillä voidaan parantaa ensimmäisen polven siemenviljelysten siemenen tuottoa ja millä toimenpiteillä niiden tuotantoaikaa voidaan pidentää, sillä siemenviljelysten siemensato alkaa laskea noin 40 vuoden iässä. (Metsäpuiden siemenviljely...1989, 1–23.) Männyn ensimmäisen polven siemenviljelyksiä oli perustettu 1950-, 1960- ja 1970-luvuilla yhteensä yli 3000 ha, mutta jo vuoteen 1999 mennessä siemenviljelyksistä oli lakkautettu noin 560 ha. (Metsäpuiden siemenhuolto...2004, 9, Nikkanen ym. 1999, s. 9.)

Vuosituhanen vaihteessa 1. polven siemenviljelykset olivat parhaassa siementuotantovaiheessa, koska niiden ikä vaihteli tuolloin 20–30 vuoden välillä (Nikkanen & Antola 1998, 422). Siemenviljelysten kehittyminen siementuotantoikään kestää noin 15 vuotta. Sen vuoksi uusien siemenviljelyksien suunnittelu on aloitettava hyvissä ajoin ennen vanhojen siemenviljelysten siementuotannon päättymistä. Vuonna 1997 siementuotannon suunnitteluryhmä päivitti siemenviljelysten perustamissuunnitelman. Suunnitteluryhmän muistion mukaan tarvittava männyn siemenviljelyspinta-ala laskisi puoleen vuoden 1989 arviosta, koska siemenviljelyssiemenen käyttö metsäkylvöihin oli ollut odotettua pienempää ja männyn viljely oli vähentynyt (kuva 1).



KUVA 1. Männyn (punainen käyrä) ja muiden puulajien metsänviljelymäärät vuosina 1980–2012. (Metinfo 2013.)

Siemenviljelyspinta-alaa laskivat myös jo perusteilla olevat 1,5-polven siemenviljelykset eli *valiosiemenviljelykset*, koska niiden siemenen tuotanto olisi tehokkaampaa kuin 1. polven siemenviljelysten. Valiosiemenviljelysten perustamisessa voitiin välttää myös ne virheet, jotka tehtiin ensimmäisen polven siemenviljelysten perustamisessa. Valiosiemenviljelykset perustetaan mikro- ja makroilmastollisesti sekä maaperältään parhaille peltomaille. Viljelyksiä hoidetaan tehokkaasti ja kloonivalinnassa pystytään huomioimaan siementuotto eli huonosti kukkivia klooneja ei enää valita valiosiemenviljelyksille. Lisäksi valiosiemenviljelyksiin pluspuut valitaan ainoastaan jälkeläistestauksen perusteella ja siten valiosiemenviljelyksiltä kerättävä siemen on yleensä testattua aineistoa. Edellä mainittujen syiden johdosta siementuotannon suunnitteluryhmä arvioi vuonna 1997 uusien männyn valiosiemenviljelysten pinta-alatarpeen olevan koko Suomessa noin 650 ha. (Siementuotannon suunnittelu...1997, 5–19).

Viimeisin arvio siementarpeesta tehtiin vuonna 2011. Ensimmäisen polven siemenviljelyksiä oli tuolloin noin 1550 ha (Antola 2011). Muistion päätavoitteina oli mm. päivittää Suomen metsätalouden siementarve 2030-luvulle ja tarkentaa

siemenviljelysten perustamisohjelmia. Metsäkylvöjä varten männyn siementarpeen odotetaan nousevan tulevaisuudessa ja sen arvioidaan myös pysyvän korkealla. Sen sijaan männyn istutuspinta-alojen odotetaan edelleen hieman laskevan, joten siementarve vähenee taimitarhoilla (taulukko 1). Männyn siemenviljelyksen tuotto Etelä- ja Keski-Suomessa arvioitiin 6–7 kg/ha/v. (Metsäpuiden siementarve...2011, 8–24.) Tällä hetkellä useat 1. polven siemenviljelykset tuottavat vielä runsaasti siementä, mm. vuonna 2012 niiltä kerättiin siementä 3554 kg (Evira3, 2014.)

TAULUKKO 1. Arvioidut männyn viljelyalat vuonna 2025 lähtöisyysalueittain. Vertailupinta-aloina on käytetty vuoden 2004 siemenviljelysten perustamisohjelman pinta-aloja. (Metsäpuiden siementarve...2011, 19.)

Lähtöisyysalue	Männyn viljely, ha					
	Männyn istutus		Männyn kylvö		Yhteensä	
	Siemenviljelysten perustamisohjelma					
	2011	2004	2011	2004	2011	2004
0-1	2 596	2 276	2 942	3 495	5 538	5 771
2	2 079	3 368	3 647	3 879	5 726	7 247
3	4 583	5 413	5 635	4 809	10 218	10 222
4	3 577	5 062	7 356	5 605	10 933	10 667
5	2 469	3 568	3 425	2 163	5 893	5 731
6	1 042	1 161	2 788	1 470	3 830	2 631
7	2 369	1 974	2 610	987	4 979	2 961
8	3 230	2 390	2 429	1 334	5 660	3 724
9	2 343	1 831	981	915	3 324	2 746
10	918	616	598	137	1 515	753
11	189	275	70	69	258	344
Yhteensä	25 394	27 934	32 481	24 863	57 875	52 797

3.2 Männyn jälkeläistestaus

3.2.1 Taustaa männyn testauksesta

Männyn pluspuiden valinta luonnonmetsistä perustui fenotyypiseen eli puun ilmiäsuun perustuvaan arviointiin puun kasvusta ja laadusta. Valituista yli 7000 männyn pluspuusta noin 3000 puuta on Etelä- ja Keski-Suomesta. Pluspuiden perimän selvittämiseksi perustettiin jälkeläiskokeita, joissa vertailtiin yksittäisten pluspuiden jälkeläisiä. Jälkeläiset testattiin aina vähintään kahdella eri paikkakunnalla, jotta testaus tehtäisiin eri ilmasto- ja maaperäolosuhteissa, mutta myös siksi, että tulokset voitaisiin koostaa, jos jokin ulkoinen tuho aiheuttaisi suuria vahinkoja toisella

osakokeella. Pluspuista on noin 70 % testattu jälkeläiskokeissa. (Metsäntutkimuslaitos 2013, Mikola 1985, 227–230, Nikkanen ym. 1999, 11.)

Männyn pluspuiden jälkeläisten testaaminen toteutettiin kenttä- ja testaustarhakokeissa. Kenttäkoe on jalostusaineiston testaamiseen perustettu koeviljelmä, jolla sovelletaan normaalin metsänhoidon menetelmiä ja yleensä metsänhoitosuosituksen mukaisia istutustiheyksiä. Männyllä istutustiheys oli pääosin 2000–2500 puuta hehtaarilla. Kenttäkokeita hoidettiin hieman intensiivisemmin kuin normaalia istutustaimikoita (Metsäntutkimuslaitos 2013, Mikola 1985, 226). Testaustarhakokeet eroavat kenttäkokeista eniten siinä, että niissä istutustiheys on selvästi suurempi kuin kenttäkokeilla. Istutustiheys testaustarhoilla vaihteli 8000–10000 puuta hehtaarilla. Pienellä pinta-alalla pystyttiin testaamaan suuria määriä pluspuiden jälkeläisiä ja vähentämään kenttäkokeissa ilmennyttä maaperän ja ympäristön aiheuttamaa virhevaihtelua. Metsämaalle perustettavilta testaustarhoilta poistettiin kannot ja hakkuutähteet ja alueet yleensä myös aidattiin hirvieläintuhojen estämiseksi. Testaustarhoja hoidettiin myös kenttäkokeita tehokkaammin ja siksi ne pyrittiin sijoittamaan siten, että niiden saavutettavuus oli helppoa. (Mikola 1985, s. 227–230, Haapanen 2002, s. 23.)

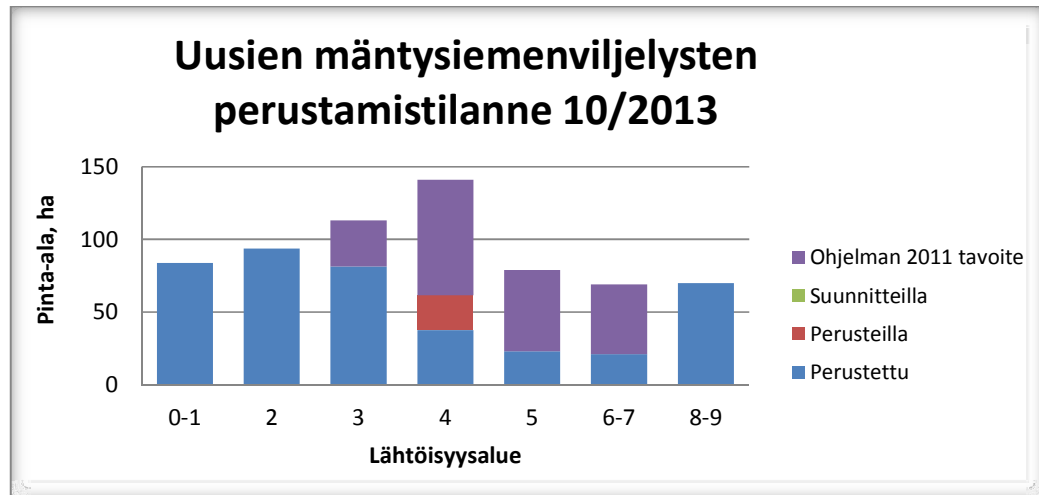
Jälkeläiskokeiden aineistona on käytetty enimmäkseen vapaapölytyksellä syntyneitä taimia. Suomessa jälkeläiskokeita perustettiin noin 1500 kpl, yli 2000 ha:n pinta-alalle, joista männyn jälkeläiskokeita oli suurin osa, yli 1000 koetta. Suurin osa jälkeläiskokeista perustettiin 1970- ja 1980-luvuilla. Kun jälkeläiskokeet olivat nuoria, mitattiin vain taimien pituus. Kun taimet varttuivat, aloitettiin jälkeläiskokeilla 1980-luvun lopulla myös tilavuus- ja laatumittaukset. Laatuominaisuus mitattiin joko kaikista jälkeläistöiltä tai vain pituuskasvun perusteella valitusta parhaimmistosta, sillä laatumittaukset olivat työläitä ja resurssit piti kohdistaa järkevästi sellaisiin kokeisiin, joissa puuston elävyys ja kunto oli mahdollisimman hyvä. (Hahl 1997.) Etelä- ja Keski-Suomen eli lähtöisyysalueet 1–4 (liite 1) plusmäntyjen testaustiedot on koostettu Metsäntutkimuslaitoksen testaustulosrekisteriin. (Haapanen & Mikola, 2008, 10–11, Venäläinen ym. 1994.) Vuoden 1996 lopulla testaustulosrekisterissä oli lähes 1600 plusmännyn pituusmittaustulos ja lisäksi 65 % pluspuista laatumittaustulos oli

mitattu vähintään yhdestä kokeesta. Yhdistämällä pituus- ja laatumittaustulokset jokaiselle pluspuulle laskettiin indeksiarvo, jonka perusteella kantamännyt voitiin jaotella kasvun, laadun tai näiden molempien ominaisuuksien mukaan paremmuusjärjestykseen. Tulosten perusteella voidaan siis suorittaa geneettisiä harvennuksia 1. polven siemenviljelyksillä ja valita parhaat pluspuut valiosiemenviljelyksiin sekä jatkojalostukseen. (Nikkanen & Pukkala 1987, Antola & Hahl 1995, Hahl 1997, 10.)

3.2.2 Testauksen tulokset käyttöön – valiosiemenviljelysten perustaminen

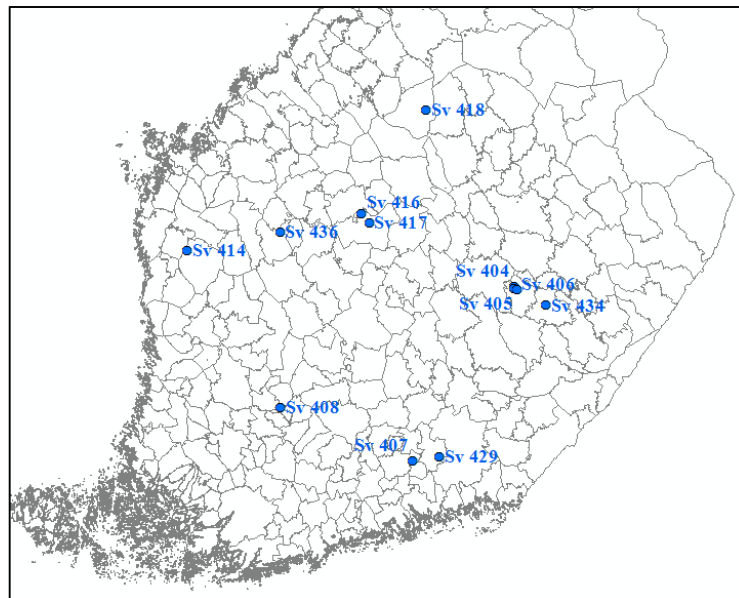
Männyn valiosiemenviljelysten suunnittelu alkoi 1990-luvun puolivälissä, kun pluspuiden jalostusarvot etelä- ja keskisuomalaisille pluspuille oli estimoitu ja parhaat pluspuut voitiin valita valiosiemenviljelyksiin. Parhaista pluspuista valittiin vain 10–20 % uusiin valiosiemenviljelyksiin (Mikola 1995). Pluspuiden geneettisen paremmuuden lisäksi myös pluspuiden vartteiden kukintaa oli arvioitava 1. polven siemenviljelyksillä, jotta huonosti kukkivia pluspuita ei valittaisi valiosiemenviljelyksille. Männyn valiosiemenviljelykset ovat ensimmäisiä siemenviljelyksiä, jotka on hyväksytty luokkaan ”testattu”. Siemenviljelyksen hyväksyminen luokkaan ”testattu” edellyttää, että siemenviljelykseen valitut pluspuut on testattu direktiivin 1999/105/EY liitteen V (Evira2, 2013) mukaisesti. Esimerkiksi valiosiemenviljelyksen jokainen pluspuu on testattava kahdella tai useammalla paikkakunnalla, joista ainakin yhden paikkakunnan on sijaittava viljelyaineiston ehdotetulla käyttöalueella.

Ensimmäinen valiosiemenviljelyksen perustamissuunnitelma valmistui vuonna 1995 (Antola, J. & Hahl, J. 1995) ja ensimmäinen valiosiemenviljelys Suhola 404, istutettiin Joroisiin vuonna 1997. Valiosiemenviljelyksiä on perustettu vuoden 2013 loppuun mennessä yhteensä noin 300 ha männyn lähtöisyysalueille 1–4 (Antola 2013). Testattu -luokan siementä on saatavissa melko runsaasti Etelä- ja Keski-Suomeen, mutta Pohjois-Pohjanmaalle (lämpösumma-alueelle 970 d.d.-yksikköä saakka) rajoitetummin, joskin siementuotanto on tällekin alueelle kasvamassa (Järvenpää 2013). Lokakuussa 2013 perustamisvaiheessa olevia männyn valiosiemenviljelyksiä oli 24 ha lähtöisyysalueella neljä ja valiosiemenviljelysten perustaminen jatkuu lähtöisyysalueilla 3–7 (Antola, 2013, kuva 2).



KUVA 2. Siemenviljelysten perustamistilanne 10/2013 verrattuna vuoden 2011 siemenviljelysten tarkennettuun perustamisohjelmaan (Antola 2013).

Vuonna 2012 valiosiemenviljelyksiltä kerättiin 666 kg siementä (Evira3, 2014), mutta valiosiemenviljelysten siemensadot ovat vaihdelleet suuresti mm. kukintavuosien vaihtelusta ja vartteiden leikkauksesta johtuen, joka hetkellisesti alentaa siemensatoa (Antola, 2013 ja 2015.). Karttaan on merkitty niiden 12 valiosiemenviljelyksen sijainti, jotka Evira oli hyväksynyt vuoteen 2013 mennessä (kuva 3).

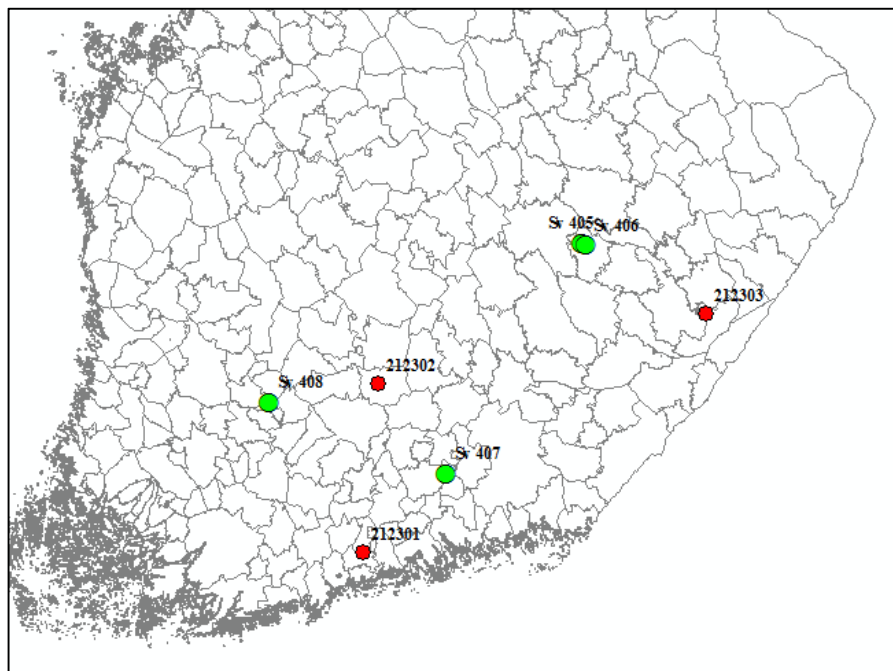


KUVA 3. Männyn valiosiemenviljelysten sijainti Suomessa (Evira4 2013, kartan laatinut Ari Kinnunen, Metla.)

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Koesarjan 2123 koejärjestely

Koesarja 2123 perustettiin vuonna 1999. Se koostuu kymmenestä eri puolilla Etelä- ja Keski-Suomea sijaitsevasta kenttäkokeesta (osakokeesta), joista kolme oli käyttökel-poista tähän jalostushyötyä koskevaan tutkimukseen, sillä ne sijaitsivat tutkittavien siemenviljelyserien keskeisellä käyttöalueella ts. missä valiosiemenviljelysten aineistoa voitaisiin myöhemmin käyttää (kuva 4). Nämä kolme osakoetta sijaitsivat Tuusulassa (212301), Padasjoella (212302) ja Punkaharjulla (212303), ja ne sijaitsivat lämpösumma-alueella 1211–1309 d.d. -yksikköä. Muut koesarjan osakokeet oli perustettu käyttöalueen laajuuden ja siemenviljelysten sisältämien pluspuiden jalostusarvojen selvittämiseksi.



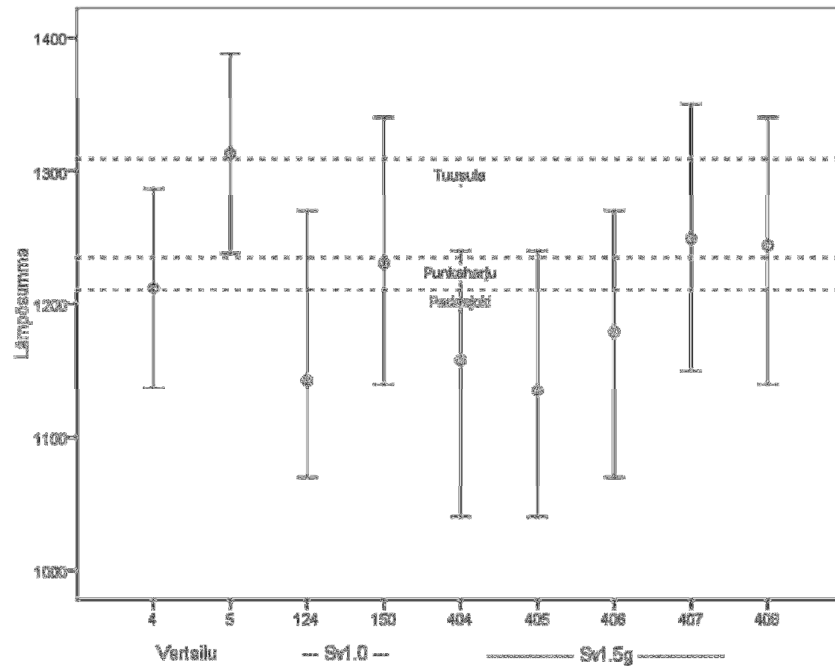
Kuva 4. Koesarjan 2123 kolmen koepaikan (punainen piste) sekä viiden valiosiemenviljelyksen (vihreä piste) sijainti.

Näissä kokeissa oli kussakin 12 koe-erää, ja jokaisessa koe-erässä oli yhteensä 160 tainta / koe. Jokaisessa kokeessa koealue oli jaettu kymmeneen lohkoon, joihin istutettiin yksi 16 taimen ruutu jokaisesta koe-erästä. Kokeessa ruutukoko oli 8 x 8 m ja taimien istutusväli noin 2 x 2 m eli taimien istustiheys oli 2500 kpl/ha. Koejärjestely toteutettiin yhtenäisruutumenetelmällä, toisin sanoen jokaisessa lohossa kukin koe-erä esiintyi kerran, ja koe-erät sekoitettiin satunnaisesti jokaiseen lohkoon (liite 2, Tuusulan kokeen kansisivu, alkuperät ja ruutukartta). Kaikki osakokeet istutettiin touko-kesäkuussa 1999. Tuusulan osakoe istutettiin muokkaamattomaan, puolukka-tyypin kivennäismaahan. Padasjoen koe istutettiin kulotettuun ja äestettyyn kivennäismaahan, joka vastasi ravinteisuudeltaan mustikkatyyppiä. Punkaharjun osakoe perustettiin täysmuokattuun kivennäismaapeltoon, jossa heinätorjunta oli tehty ennakkokäsittelynä Gardoprim-torjunta-aineella kesäkuussa 1995 eli kolme vuotta ennen istutusta.

Koesarjan perustamiseen liittyvät asiakirjat ovat Metlan metsägeneettisessä rekisterissä. Kokeen perustaja on tutkija Teijo Nikkanen.

4.2 Koeaineisto

Koesarjassa 2123 on viisi metsikköerää, joista vain Padasjoen ja Lapinjärven metsikköerät ovat tässä tutkimuksessa riittävän paikallisia metsikön lämpösunnan perusteella. Tapion hyvän metsänhoidon suosituksen (2006, s. 90) mukaan männyn metsänviljelysaineistoa voidaan Etelä- ja Keski-Suomessa siirtää alkuperäalueeltaan lämpimämmälle alueelle enintään 150 d.d.-yksikköä ja kylmemmälle alueelle enintään 100 d.d.-yksikköä. Metsikkövertailuerien käyttöalue on rajattu tässä tutkimuksessa tiukemmin, +-75 d.d.-yksikköä, koska valiosiemenviljelyssiementä simuloivia koe-eriä haluttiin vertailla vain todella paikallisiin metsikköeriin. Koe-erien metsänviljelysaineistojen käyttöalueet sekä koepaikkojen sijainti lämpösunnan perustuen on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Koe-erien käyttöalueet (pystyjanat) sekä koepaikat (katkoviivat) lämpösukseen perustuen. (Kuva M. Haapanen.)

Koe-erät 124 ja 150 on kerätty ensimmäisen polven siemenviljelyksiltä sv124 ja sv150 (liite 3). Koeasiakirjojen alkuperäluettelossa (liite 2) 1,5-polven siemenviljelyserien seoserien koe-erät 404–408 viittaavat samalla numerolla perustettuun männyn valiosiemenviljelykseen. Ne ovat vapaapölytteisiä siemenseoksia, jotka on kerätty pluspuiden vartteista useammalta ensimmäisen polven siemenviljelykseltä. Siemenet kerättiin niiden pluspuiden vartteista, jotka oli suunniteltu istutettavaksi kuhunkin valiosiemenviljelykseen. Siten siemenet simuloivat valiosiemenviljelyksiltä myöhemmin kerättäviä siemensatoja ja niistä viljelyllä saatavaa tuotosta. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Koeviljelysten alkuperien ja koepaikan keskilämpösummat.

(Metsiköiden käyttöalue on laskettu ± 75 d.d.)

Työ-numero	Siementunnus	Emo	Isä	Huom	Koe-erän d.d.	Koe-erän käyttöalue d.d.	Koepaikan lämpösumma d.d. a)			Koepaikan ja koe-erän lämpösummaero			Aineiston ryhmä
							212301 Tuusula	212302 Padasjoki	212303 Punkaharju	212301 Tuusula, d.d. ero	212302 Padasjoki, d.d. ero	212303 Punkaharju, d.d. ero	
1	G01-85-0547	StMä10	Kun625	EmoJalvyoh:3 Pyhäjoki	1039	964-1114	1309	1211	1235	270	172	196	Mets.pohj
2	G01-85-0310	StMä12	Kun422	EmoJalvyoh:4 Lieksa	1082	1007-1157	1309	1211	1235	227	129	153	Mets.pohj
3	G01-85-0464	StMä13A	Kun992	EmoJalvyoh:2 Äänekoski	1090	1015-1165	1309	1211	1235	219	121	145	Mets.pohj
4	G01-77-0587	StMä17	Kun576	EmoJalvyoh:2 Padasjoki	1212	1137-1287	1309	1211	1235	97	-1	23	Mets.vertailu
5	G04-84-0618	StMä20	Kun407	EmoJalvyoh:1 Lapinjärvi	1313	1238-1388	1309	1211	1235	-4	-102	-78	Mets.vertailu
124	T03-96-0031	Sv124	Kun142	EmoJalvyoh:1 Iiti Suokanta	1143	1070-1270	1309	1211	1235	166	68	92	Sv1.0KS
150	M29-92-0078	Sv150	Kun489	EmoJalvyoh:1 Miehikkälä Palvaanjärvi	1231	1140-1340	1309	1211	1235	78	-20	4	Sv1.0ES
404				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): 35 kloonaa	1180	1080-1280	1309	1211	1235	129	31	55	Sv1.5KS
405				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): 27 kloonaa	1170	1070-1270	1309	1211	1235	139	41	65	Sv1.5KS
406				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): 34 kloonaa	1195	1095-1295	1309	1211	1235	114	16	40	Sv1.5KS
407				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): 34 kloonaa	1245	1145-1345	1309	1211	1235	64	-34	-10	Sv1.5ES
408				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): 31 kloonaa	1240	1140-1340	1309	1211	1235	69	-29	-5	Sv1.5ES

a) Kullakin koepaikalla tarkasteltujen koe-erien lämpösummat on korostettu eri väreillä.

Perustettavien valiosiemenviljelysten pluspuuvalinta ei toteutunut aivan suunnitelmien mukaisesti. Siten koe-erät 404–408, joihin siemenet oli kerätty alkuperäisen suunnitelman mukaan, eivät täysin vastanneet kyseisen valiosiemenviljelyksen pluspuukoostumusta. Siemenviljelyksellä 404 yksi kokeessa oleva pluspuu oli vaihtunut toiseksi. Siemenviljelyksellä 408 vastaava ero oli viiden pluspuun osalta ja lisäksi yksi pluspuu, joka esiintyi kokeessa, puuttui siemenviljelyksestä. Vastaavasti siemenviljelyksiä 405–407 simuloivissa koe-erissä oli 2–4 sellaista pluspuuta, jotka eivät olleet mukana siemenviljelyksillä. (Liite 4.).

Valiosiemenviljelysten tuottamaa siementä simuloiville siemenerille laskettiin sen käyttöalue siihen sisältyvien emopuiden alkuperäisen kasvupaikan lämpösumman ja siemenerän isien keskimääräisen lämpösumman keskiarvona. Viimeksi mainittu on arvioitu siemenviljelyksen sijaintipaikan ja siemenviljelyksen sisältyvien pluspuiden keskimääräisen lämpösumman keskiarvona (oletuksena 50 % taustapölytys). Kokeessa olevan siemenerän lämpösummaa laskettaessa oletettiin, että emokloonit ovat siemenerässä edustettuina tasaosuuksin. Käyttöalueen lämpösumman laskenta-kaava perustuu Nikkasen ym. (1999, 12–16) siemenviljelyssiemenen käyttöalueen määrittelyyn.

Valiosiemenviljelyserän käyttöalueen lämpösummakeskisarvon laskentakaava:

$$Sv1.5(d.d.)_{ij} = \text{keskiarvo } (E_i + (0.5 \times Sv_j + 0.5 \times SvK_j))$$

$Sv1.5(d.d.)_{ij}$ = Kokeessa olevan siemenerän keskimääräinen lämpösumma

E_i = Siemenerään sisältyvän emon (pluspuu) lämpösumma

Sv_j = Siemenen keräyspaikan (1. polven siemenviljelys) lämpösumma

SvK_j = 1. polven siemenviljelyksen pluspuiden keskimääräinen lämpösumma

Siemenerän käyttöalue määräytyy keskimääräisen lämpösumman perusteella +/- 100 d.d.-yksikköä.

Kuten edellä todettiin, koe-erät 404–408 eivät olleet pluspuukoostumukseltaan täysin samanlaisia kuin vastaavat valiosiemenviljelykset. Tästä johtuva ero oli kuitenkin melko pieni pluspuiden lämpösummalla mitattuna. Suurin ero oli koe-erällä 405, jonka keskilämpösumma oli vastaavan valiosiemenviljelyksen todellisesta keskilämpösummaa 35 d.d. -yksikköä suurempi (taulukot 2 ja 3). Koe-erien sisältämät pluspuut selviävät koeasiakirjan alkuperäsivulta (liite 2), ja koe-eriä vastaavien valiosiemenviljelysten pluspuuluettelot ja vartemäärät sekä eroavaisuudet koe-erien pluspuuluetteloihin liitteestä 4.

TAULUKKO 3. Valiosiemenviljelysten sijaintitiedot, keskilämpösummat ja viljelyksiltä kerättävän siemenen käyttöalue sekä kloonien keskilämpösumman erotus koe-erän keskilämpösummaan.

Sv:n numero	Sv:n nimi	Sijainti	Sv:n viljelys-paikan d.d.	a) Sv-kloonien d.d. (ka)	b) Koe-erän d.d. (ka)	erotus (b-a)	Siemenen käyttöalue	Aineiston luokka	Klooneja	Pinta-ala ha	Tiheys vartteita/ha	Perust. vuosi
404	Subola	Joroinen, 62°15'N, 27°42'E, 88 m	1167	1158	1180	22	1060 - 1260	Testattu	35	26	259	1997
405	Peräsuu	Joroinen, 62°14'N, 27°42'E, 85 m	1167	1135	1170	35	1040 - 1240	Testattu	25	14	228	1999
406	Seppälä	Joroinen, 62°13'N, 27°45'E, 88 m	1167	1179	1195	16	1070 - 1270	Testattu	30	16	267	1998
407	Ruhala	Orimattila, 60°50'N, 25°60'E, 70 m	1275	1249	1245	-4	1150 - 1350	Testattu	31	22	212	1998
408	Hinkka	Akaa, 61°14'N, 23°46'E, 85 m	1240	1244	1240	-4	1140 - 1340	Testattu	30	21	208	1999

4.3 Aineiston mittaus

Tuusulan ja Padasjoen osakoe mitattiin vuonna 2012, Punkaharjun osakoe vuonna 2011. Mittaushetkellä Tuusulan ja Padasjoen kokeissa kasvukausia oli kertynyt 14 vuotta ja Punkaharjulla 13 vuotta. Puusto oli kehitysluokaltaan varttunutta taimikkoa. Mitattavien ominaisuuksien maastomittausohje on liitteessä 5.

4.3.1 Lämpimitta ja puun edustavuus läpimitan suhteen

Lämpimitta (d13) mitattiin kaikista puista millimetrin tarkkuudella. Lisäksi jokainen puu luokiteltiin kolmeen eri edustavuusluokkaan (EDUST) sen perusteella, kuinka paljon jokin ulkoinen tekijä oli vaikuttanut läpimitan kasvuun. Edustavuustunnuksella voitiin poistaa laskennasta ne puut, joiden läpimitan kasvu oli selvästi heikentynyt tai parantunut jonkin ulkoisen tekijän vuoksi (esim. vesakon kilpailu, hirven aiheuttama vaurio tai puun sijainti taimikossa olevan aukon laidalla).

4.3.2 Pituus

Puun pituus (h) mitattiin desimetrin tarkkuudella ruudun lävistäjällä kasvavista neljästä puusta. Jos lävistäjällä oleva puu oli kuollut tai sen kasvu oli selvästi kärsinyt vesakosta, hirvituhosta tms. ulkoisesta tekijästä, sen tilalle otettiin lähinnä oleva puu siten, että lävistäjän ensimmäinen ja viimeinen puu korvattiin ensisijaisesti muilla reunapuilla ja toinen ja kolmas puu muilla ruudun keskellä kasvavilla puilla. Ruudun lävistäjällä kasvaneita puita, joista eri ominaisuuksia mitattiin, nimitetään tässä tutkimuksessa *otantapuiksi*. Niiden osuus puiden kuolleisuudesta riippuen oli 25 % tai enemmän ruudun puista.



KUVA 6. Markku Ahlqvist ja Asko Harju mittaamassa Padasjoen koetta 212302. (Kuva Markku Ahlqvist.)

4.3.3 Oksanpaksuusluokka ja oksanpaksuus

Otantapuista oksanpaksuutta arvioitiin sekä silmämääräisesti että mittaamalla. Otantapuista arvioitiin silmämääräisesti puun oksanpaksuusluokka (OPLK9) eli puun oksien paksuus arvioitiin suhteessa puun läpimittaan ja ympäristön puihin verrattuna (luokat 1–9). Luokassa 1 oksat olivat erittäin paksuoksiset, luokassa 5 keskimääräiset ja luokassa 9 erittäin ohuet, muut luokat sijoittuvat oksaisuudeltaan näiden välille. Jokaisesta otantapuusta mitattiin yhden oksan paksuus (millimetrin tarkkuudella, OP2PAKS13) 1,3 metrin korkeuden lähimmän ala- ja yläpuolisen oksakiehkuran yhdessä muodostaman oksiston toiseksi paksuimmasta, normaalista oksasta.

4.3.4 Oksakulmaluokka ja oksakulma

Oksakulma arvioitiin sekä silmämääräisesti että mittaamalla kuten oksanpaksuus otantapuista. Puun oksien oksakulmaluokka (OKLK9) ympäristön puihin verrattuna

arvioitiin silmävaraisesti yhdeksään eri luokkaan, jossa luokassa 1 oksakulmat olivat erittäin terävät, luokassa 5 keskimääräiset ja luokassa 9 erittäin suorat. Absoluuttinen oksakulma (OK2PAKS13) mitattiin astemitalla 5° tarkkuudella samasta oksasta kuin oksanpaksuus.

4.3.5 Häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärä

Kaikista otantapuista laskettiin häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärä (KHKIEHKPL) koko rungon osalta. Kaikki oksakiehkurat, joissa poikaoksa tai ranganvaihdos esiintyi, laskettiin häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärään. Häiriötön puu sai arvon nolla.

4.4 Aineiston käsittely

Tulokset laskettiin kullekin osakokeelle erikseen ottamalla laskentaan edellä esitetyn mukaisesti kullakin paikkakunnalla sille lämpösummaltaan soveltuvat koe-erät (kuva 5). Koe-erät jaettiin aineistoryhmiin metsikkö-, siemenviljelys- tai valiosiemenviljelyserien käyttöalueen perusteella. Siemenviljelysten käyttöalueet selviävät Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) www-sivujen siemenviljelyskartoista (Evira4, 2013). Lyhenne Sv1.0KS tarkoittaa ensimmäisen polven siemenviljelyssiemenereää sv124, jonka käyttöalue on Keski-Suomessa ja lyhenne Sv1.0ES vastaavasti siemenviljelyssiemenereää sv150, jonka käyttöalue on Etelä-Suomessa (liitteet 3 ja 4). Valiosiemenviljelyserien aineistoryhmät Sv1.5ES ja Sv1.5KS on laadittu edellä mainitulla tavalla. Koe-erät 404–406 muodostavat Sv1.5ES-aineistoryhmän ja koe-erät 407–408 Sv1.5ES-aineistoryhmän. (Taulukko 2.) ES-aineisto soveltuu siis hieman etelämmäksi kuin KS-aineisto. Koe-erien 404–408 eli valiosiemenviljelyssiemenerien käyttöalue määriteltiin ± 100 d.d. -yksikköä koe-erän pluspuiden keskilämpösummasta. Kunkin osakokeen sijaintiin perustuvan, tehoisan lämpösummakertymän pitää sisältyä kunkin koe-erän käyttöaluerajaukseen. Edellä mainitun ±75 d.d. -yksikön käyttöaluerajauksen perusteella Lapinjärven metsikköerä soveltuu ainoastaan Tuusulassa vertailueräksi valiosiemenviljelyserille, Padasjoella ja Punkaharjulla vertailueräksi soveltuu

Padasjoen metsikköerä. Kaikkien valiosiemenviljelyskoe-erien 404–408 käyttöalueet ulottuvat sekä Punkaharjulle että Padasjoelle. Tuusulassa valiosiemenviljelyskoe-erät 404–406 eivät sovellu kasvatettaviksi, mutta sen sijaan koe-erien 407–408 käyttöalue vastaa Tuusulan tehoista lämpösummaa.

4.5 Aineiston analyysi

Elävyysprosentti laskettiin jokaiselle koeruudulle elävien (mitattujen) puiden lukumääränä suhteessa istutettujen puiden lukumäärään. Puun pituus muille kuin otantapuille ennustettiin regressioanalyysin avulla. Koska viimeisen mittauksen yhteydessä pituutta ei mitattu kaikista puista vaan otantana, muiden kuin otantapuiden pituus ennustettiin otantapuihin sovitetulla regressiomallilla, jossa selittäjiä olivat otantapuista mitattu rungon läpimitta sekä otantapuiden pituus vuoden 2008 mittauksessa. Vuonna 2008 pituus oli mitattu kaikista puista kolmella kokeella. Tuusulan kokeella kaikkien puiden sijaintia ei vuoden 2012 mittauksessa pystytty määrittämään yksilöllisesti, ja siten vuoden 2008 pituutta ei voitu hyödyntää joidenkin puiden osalta. Pituutta ennustavat regressioyhtälöt on esitelty kunkin kokeen kohdalla myöhemmin. Mallin selitysaste oli kaikissa osakokeissa korkea ($r^2 = 0,85\text{--}0,89$). Joissakin osakokeissa aineistosta hylättiin muutama havainto huomattavan poikkeavien jäännösarvojen (residuaalin) perusteella.

Rungon tilavuus laskettiin jokaiselle puulle mitatun läpimitan sekä ennustetun tai (koepuiden kohdalla) mitatun pituuden perusteella Laasasenahon (1982), tilavuuskaavalla:

$$V = 0.036089 * d_{13}^{2.01395} * (0.99676)^{d_{13}} * (H)^{2.07025} * (H - 1.3)^{-1.07209}, \text{ jossa}$$

V = rungon tilavuus, dm^3

d_{13} = rungon läpimitta, cm

H = otantapuun mitattu pituus tai otantapuiden avulla estimoitu pituus, m

4.6 Laskennassa huomioon otettavia seikkoja

Koska osakokeet sijaitsivat kolmella eri paikkakunnalla, jokaisessa osakokeessa esiintyi koejärjestelyistä tai ulkoisista tekijöistä johtuvia eroavaisuuksia, jotka piti ottaa huomioon laskennassa. Kunkin kokeen laskentaa on selitetty jäljempänä tarkemmin ja laskennassa mukana olevat koe-erät tai aineistoryhmät on esitetty kunkin kokeen kohdalla. Tuloksissa verrataan jalostettuja aineistoja eli ensimmäisen ja 1,5-polven siemenviljelyseriä metsikköerään, joka on valittu kullekin kokeelle koepaikkakunnan vuotuisen lämpösumman perusteella.

4.6.1 Tuusulan osakoe 212301

Tuusulan kokeen laskennassa verrattiin valiosiemenviljelyskoe-eriä 407–408 (eli aineistoryhmää Sv1.5ES) sekä ensimmäisen polven siemenviljelyseriää (sv 150) Lapinjärven metsikköerään, koska vain edellä mainitut siemenaineistot sopivat Tuusulassa viljeltäviksi (taulukko 4). Tuloksissa ovat kuitenkin mukana myös sv124 ja keskisuomalainen 1,5- polven siemenviljelysaineistoryhmä, vaikka edellä mainittujen aineistojen käyttöalue ei ulotu aivan Tuusulaan asti. Niiden avulla voidaan tutkia, onko aineiston alkuperän ja viljelypaikan lämpösummaerolla vaikutusta viljelyaineiston kasvuun ja laatuun.

TAULUKKO 4. Tuusulan laskennassa analysoidut aineistoryhmät.

Työ- numero	Sementtunus	Emo	Isä	Huom	a)		b)		Aineiston ryhmä
					Koe- erän d.d.	Koe-erän käyttöalue d.d.	212301 Tuusula	212301 Tuusula, d.d. ero	
5	G04-84-0618	StMä20	Kun407	EmoJalvyöh:1 Lapinjärvi	1313	1238-1388	1309	-4	MetsikköVert
124	T03-96-0031	Sv124	Kun142	EmoJalvyöh:1 Iiti Suokanta	1143	1070-1270	1309	166	Sv1.0KS
150	M29-92-0078	Sv150	Kun489	EmoJalvyöh:1 Miehkälä Palvaanjärvi	1231	1140-1340	1309	78	Sv1.0ES
404				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 35 kloonina	1180	1080-1280	1309	129	"Sv1.5KS"
405				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 27 kloonina	1170	1070-1270	1309	139	"Sv1.5KS"
406				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonina	1195	1095-1295	1309	114	"Sv1.5KS"
407				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonina	1245	1145-1345	1309	64	"Sv1.5ES"
408				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 31 kloonina	1240	1140-1340	1309	69	"Sv1.5ES"

a) Koe-erät, joiden käyttöalue ei sovellu Tuusulaan, on korostettu harmaalla värillä.

b) Koepaikan ja koe-erän lämpösummaero

Tuusulan kokeessa oli useita häiriötekijöitä, kuten reunametsän varjostus ja ulkoilijoiden polkuverkosto, joiden vuoksi joitakin ruutuja hylättiin laskennasta. Lämpimittä mitattiin taulukossa mainituista eristä 842 puusta. Osakokeen pohjois- ja itäisivun reunaruutuja (yhteensä 20 ruutua, 108 puuta) ei reunametsän voimakkaan varjostuksen vuoksi sisällytetty laskentaan (ks. liite 2, koekartta). Lämpimittan kasvultaan poikkeaviksi arvioituja puita jäljelle jääneissä ruuduissa oli 79 kpl. Nämä puut poistettiin laskennasta. Elävyyden laskentaan kuitenkin sisällytettiin myös poikkeavat puut. Yhdessä vertailuruudussa oli elossa vain kolme puuta ja tämä ruutu poistettiin kokonaan laskennasta, koska ainoastaan yksi ruudun puu oli kasvanut normaalisti ilman ulkoisen tekijän vaikutusta. Edellä mainitun johdosta voidaan olettaa, että jokin ulkoinen tekijä on vaikuttanut ruudun kuolleisuuteen. Kaikkiaan edustavaksi arvioituja puita analysoitiin Tuusulan osakokeessa 654 kpl.

Otantapuita mitattiin 316 puuta, mutta edellisessä kappaleessa mainittujen syiden vuoksi laskentaan jäi 242 kpl eli noin 23 % otantapuista (74 kpl) jouduttiin hylkäämään kokeessa esiintyvien ulkoisten tekijöiden vuoksi. Tuusulan kokeessa puiden pituus muille kuin otantapuille ennustettiin kahdella eri regressiomallilla. Selittävinä muuttujina käytettiin joko puun läpimittaa eli

$$H_{(2012)} = 9.262687 + 0.658011 * D_{13(2012)} - 0.001422039 * D_{13(2012)}^2, (r^2 = 0,89)$$

tai läpimittaa ja vuoden 2008 pituutta eli

$$H_{(2012)} = 14.378873 + 0.05635134 * D_{13(2012)} + 0.10819463 * H_{(2008)}, (r^2=0.86).$$

Jälkimmäistä mallia käytettiin vain niille puille, joiden sijainti voitiin määrittää yksilöllisesti molemmissa mittauksissa.

4.6.2 Padasjoen osakoe

Padasjoen kokeessa valiosiemenviljelyskoe-eriä 404–406 (Sv1.5KS) ja 407–408 (Sv1.5ES) sekä kahta 1. polven siemenviljelyserää verrattiin Padasjoen metsikköerään (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Padasjoen laskennassa analysoidut aineistoryhmät.

a)

Työ-numero	Siementunnus	Emo	Isä	Huom	Koe-erän d.d.	Koe-erän käyttöalue d.d.	212302 Padasjoki	212302 Padasjoki, d.d. ero	Aineiston ryhmä
4	G01-77-0587	StMä17	Kun576	Emo:Jalvyöh2 Padasjoki	1212	1137-1287	1211	-1	MetsikköVert
124	T03-96-0031	Sv124	Kun142	Emo:Jalvyöh1 Iitti Suokanta	1143	1070-1270	1211	68	Sv1.0KS
150	M29-92-0078	Sv150	Kun489	Emo:Jalvyöh1 Miehikkälä Palvaanjärvi	1231	1140-1340	1211	-20	Sv1.0ES
404				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 35 kloonia	1180	1080-1280	1211	31	"Sv1.5KS"
405				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 27 kloonia	1170	1070-1270	1211	41	"Sv1.5KS"
406				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonia	1195	1095-1295	1211	16	"Sv1.5KS"
407				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonia	1245	1145-1345	1211	-34	"Sv1.5ES"
408				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 31 kloonia	1240	1140-1340	1211	-29	"Sv1.5ES"

a) Koeaikojen ja koe-erän lämpösomaero

Näistä eristä mitattiin läpimitta 1148 puusta. Edustavaksi arvioituja puita analysoitiin Padasjoen osakokeessa 1033 kpl eli 10 % puista (115 kpl) poistettiin laskennasta lukuun ottamatta elävyytstarkastelua. Suurin osa laskennasta poistetuista puista kärsi hirvien aiheuttamista tuhoista.

Otantapuita mitattiin tarkastelluista edustaviksi arvioiduista puista 316 kpl. Pituus estimoitiin muille kuin otantapuille otantapuiden pituus- ja läpimittahavaintojen perusteella regressioanalyysillä. Regressioanalyysissä hyödynnettiin myös pituusmittaushavaintoja vuodelta 2008. Mallin avulla estimoitiin pituus muille kuin otantapuille seuraavasti:

$$H_{(2012)} = 17.897 + 1.105 * H_{(2008)} + 0.038 * D_{13(2012)}, (r^2 = 0,86).$$

4.6.3 Punkaharjun osakoe

Punkaharjun kokeessa valiosiemenviljelyskoe-eriä 404–406 (Sv1.5KS) ja 407–408 (Sv1.5ES) sekä molempia 1. polven siemenviljelyseriä verrattiin Padasjoen metsikköerään (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Punkaharjun laskennassa analysoidut aineistoryhmät.

Työ-numero	Siementunnus	Emo	Isä	Huom	Koe-erän d.d.	Koe-erän käyttöalue d.d.	212303 Punkaharju	212303 Punkaharju, d.d ero	Aineiston ryhmä
4	G01-77-0587	StMä17	Kun576	EmoJalvyöh:2 Padasjoki	1212	1137-1287	1235	23	MetsikköVert
124	T03-96-0031	Sv124	Kun142	EmoJalvyöh:1 Iitti Suokanta	1143	1070-1270	1235	92	Sv1.0KS
150	M29-92-0078	Sv150	Kun489	EmoJalvyöh:1 Michikkälä Palvaanjärvi	1231	1140-1340	1235	4	Sv1.0ES
404				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 35 kloonina	1180	1080-1280	1235	55	"Sv1.5KS"
405				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 27 kloonina	1170	1070-1270	1235	65	"Sv1.5KS"
406				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonina	1195	1095-1295	1235	40	"Sv1.5KS"
407				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 34 kloonina	1245	1145-1345	1235	-10	"Sv1.5ES"
408				Seoserä (kerätty eri viljelysiltä): 31 kloonina	1240	1140-1340	1235	-5	"Sv1.5ES"

a) Koepaikan ja koe-erän lämpösommaero

Läpimitta mitattiin 1178 puusta ja edustavaksi arvioituja puita niistä oli 957 kpl. Otantapuita mitattiin mittausohjeen mukaan 320 kpl. Mittaajat olivat merkinneet edustavuusarvon yksi tai kaksi 72 otantapuulle eli noin 23 % otantapuista jouduttiin hylkäämään laskennasta. Otantapuita jäi laskentaan 248 kpl.

Punkaharjun osakokeessa estimoitiin pituus muille kuin otantapuille kuten Padasjoen osakokeessa vuoden 2010 läpimitan ja otantapuiden pituushavaintojen ja vuoden 2008 pituusmittaushavaintojen perusteella. Mallin avulla estimoitiin kaikille puille pituus eli

$$H_{(2011)} = 11,430 + 1,05 * H_{(2008)} + 0,042 * D_{13(2011)}, (r^2 = 0,86)$$

4.7 Tilastolliset menetelmät

Mittausaineisto analysoitiin SPSS:n tilasto-ohjelmalla käyttäen kaksisuuntaista sekamallivariansianalyysiä, jossa ominaisuudessa esiintyvää vaihtelua selitettiin aineiston ryhmä- ja lohkokotekijällä. Tilastollinen malli:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + TB_{ij} + e_{ijk}, \text{ jossa}$$

y_{ijk} = aineistoryhmään i kuuluvan, lohkoksa j ja koeruudussa ij kasvavasta puusta k mitattu ominaisuus y

μ = yleiskeskisarvo

T_i = alkuperäryhmän i kiinteä vaikutus

B_j = lohkon j satunnainen vaikutus

TB_{ij} = aineistoryhmän i ja lohkon j satunnainen yhdysvaikutus

e_{ijk} = puun k jäännöspoikkeama.

Yksi ominaisuus, elävyysprosentti, laskettiin koeruututasolla ja elävyysprosentille tehtiin varianssianalyysiä varten arcsin neliöjuurimuunnos. Tämän analyysin tilastollinen malli:

$$y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Jalostushyötyä arvioitiin vertaamalla siemenviljelyserille laskettuja pienimmän neliösumman keskiarvoja (SPSS: *estimated marginal means*) paikalliseen metsikköerään kullakin koepaikalla.

$$G = ((T_{sv} / T_{vert}) - 1) \times 100, \text{ jossa}$$

G = jalostushyöty, %,

T_{sv} = siemenviljelyserän keskiarvo

T_{vert} = paikallisen vertailuerän keskiarvo

P -arvoja on korjattu Bonferronin monivertailukorjauksella. Keskiarvojen erotus on merkitsevä, kun $p \leq 0,05$.

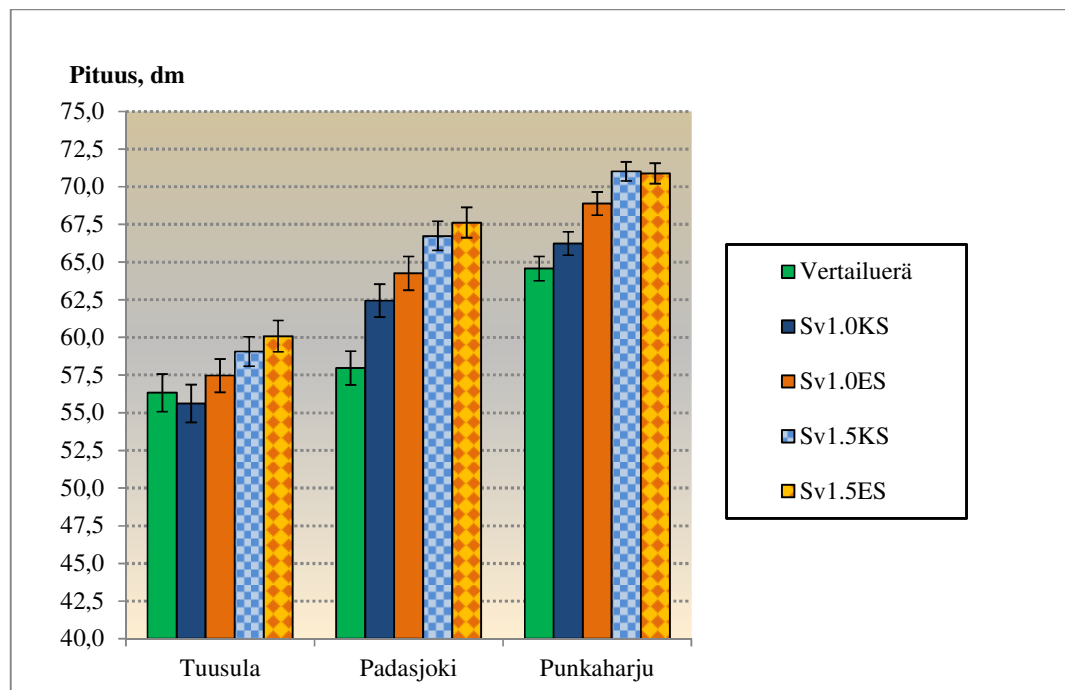
5 TULOKSET

5.1 Puun pituus

Tuusulan kokeessa puiden keskipituudessa oli tilastollisesti merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä ($p=0.006$). Verrattaessa Tuusulaan ilmastollisesti sopeutuneita jalostettuja aineistoryhmiä paikalliseen metsikköerään, molempien eteläsuomalaisten siemenviljelysaineistoryhmien (Sv1.0ES ja Sv1.5ES) puut olivat hieman vertailuerän puita pitempiä (kuva 7). Sv1.0ES-erän puiden keskipituus oli 57,5 dm ja Sv1.5ES-aineistoryhmän noin 60 dm, vertailuerän 56,3 dm. Sv1.0ES erässä puiden keskipituus oli vain noin 2 % ja Sv1.5ES-aineistoryhmässä lähes 7 % vertailuerää suurempi. Tuusulan kokeessa ensimmäisen polven siemenviljelyserien keskipituudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi vertailuerän keskipituudesta ($p=1$). Sv1.5ES-aineistoryhmän puuston keskipituus erosi tilastollisesti merkitsevästi paikalliseen metsikköerään verrattuna ($p=0,027$). Keskisuomalainen valiosiemenviljelyserä (Sv1.5KS) kasvoi paikallista metsikköerää paremmin (keskipituus 59 dm), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,144$). Sen sijaan ensimmäisen polven keskisuomalainen siemenviljelyserä (Sv1.0KS) oli kasvanut jopa hieman heikommin (keskipituus 55,6 dm) kuin Lapinjärven metsikköerä, mutta ero ei ollut merkitsevä ($p=1$).

Padasjoen kokeessa puiden keskipituudessa oli tilastollisesti erittäin merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä ($p<0,001$) ja pituuserot jalostettujen aineistoryhmien ja vertailuerän välillä olivat selvästi suurempia kuin Tuusulassa. Padasjoen metsikköerän puiden pituus oli keskimäärin 58 dm, Sv1.0KS-erän ryhmän puilla 62 dm ja Sv1.0ES-ryhmässä 64 dm. Sv1.5ES-ryhmän puiden keskipituus (67,6 dm) oli lähes metrin paikallista vertailuerää suurempi. Sv1.5ES ja Sv1.5aineistoryhmien keskipituus oli 15–16,6 % suurempi kuin paikallisen vertailuerän ($p<0.001$). Myös eteläsuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän pituus oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi paikallista vertailuerää pitempi. (Kuva 7.)

Punkaharjun kokeessa, sekä metsikkövertailuerän että jalostettujen aineistojen pituus oli suurempi kuin muissa osakokeissa, vaikka koe mitattiin yhtä kasvukautta aikaisemmin kuin Tuusulassa ja Padasjoella. Punkaharjun kokeessa vertailuerän puiden pituus oli keskimäärin 64,6 dm ja etelä- ja keskisuomalaisessa valiosiemenviljelysaineistoryhmissä vastaavasti noin 71 dm. Ryhmien välinen ero pituudessa oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Eteläsuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän (69 dm) ero vertailuerään oli myös tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Sen sijaan keskisuomalainen 1. polven siemenviljelyserä ei poikennut tilastollisesti merkitsevästi paikallisesta metsikköerästä. (Kuva 7.)



KUVA 7. Puiden keskipituus ja keskivirhe aineistoryhmittäin kolmella eri paikkakunnalla.

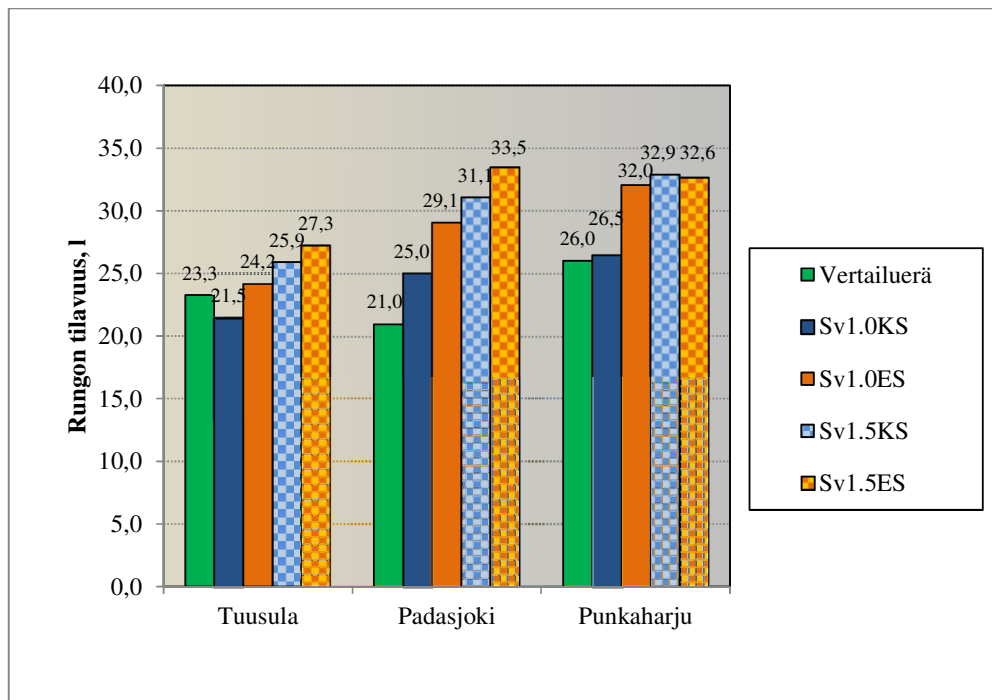
5.2 Rungon tilavuus

Tuusulan kokeessa rungon keskitilavuus oli jalostetuilla aineistoilla, lukuun ottamatta Sv1.0KS-erää, suurempi kuin paikallisella vertailuerällä (kuva 8). Rungon keskitila-

vuus oli eteläsuomalaisessa valiosiemenviljelysaineistoryhmässä (Sv1.5ES) noin 27,3 litraa (+17 %) ja paikallisessa metsikköerässä 23,3 litraa. Eron tilastollinen merkitsevyys on vain suuntaa antava ($p=0,067$). Eteläsuomalaisen ensimmäisen polven siemenviljelyserässä rungon keskitilavuus oli noin 3,7 % suurempi kuin paikallisessa vertailuerässä, mutta tilavuusero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p=0,374$). Tilavuudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja myöskään muiden jalostettujen aineistojen ja metsikkövertailuaineiston välillä.

Padasjoella rungon keskitilavuus oli valiosiemenviljelyserillä 31,1–33,5 litraa, ensimmäisen polven siemenviljelyserillä 25 ja 29 litraa sekä paikallisella metsikköerällä 21 litraa. Kaikissa jalostetuissa aineistoissa rungon keskitilavuus oli suurempi kuin paikallisen Padasjoen metsikköerän (kuva 8). Valiosiemenviljelyserien rungon keskitilavuus erosi tilastollisesti erittäin merkitsevästi paikallisesta metsikköerästä ($p<0,001$). Sv1.5ES-aineistoryhmässä rungon keskitilavuus oli 12,5 l eli lähes 60 % suurempi kuin vertailuerällä ja Sv1.5KS-aineistoryhmässä noin 10 l eli 48 % suurempi. Ensimmäisen polven siemenviljelyserillä rungon keskitilavuus oli Sv1.0KS-erällä noin 19 % ja Sv1.0ES-erällä 39 % suurempi kuin paikallisella vertailuerällä ja erot olivat tilastollisesti merkitseviä (Sv1.0KS, $p=0,028$). ja 39 % (Sv1.0ES, $p\leq 0,001$).

Punkaharjulla rungon keskitilavuus oli Sv1.5-erillä keskimäärin noin 33 litraa. Sv1.0-erissä rungon tilavuus vaihteli 26–32 litran välillä ja paikallisella metsikköerällä se oli noin 26 litraa. Molemmissa 1.5-polven aineistoryhmissä ero paikallisen erän keskitilavuuteen (noin +26 %) oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p<0,001$). Sv1.0ES-erän vastaava ero paikalliseen, +23 % oli tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan Sv1.0KS-erässä rungon tilavuus ei eronnut tilastollisesti paikallisesta metsikköerästä ($p=1$). (Kuva 8.)



KUVA 8. Rungon keskitilavuus aineistoryhmittäin kolmella eri paikkakunnalla.

5.3 Oksanpaksuus

Tuusulan kokeessa oksan paksuus suhteessa rungon läpimittaan ts. suhteellinen oksanpaksuus erosi eri aineistoryhmissä ($p \leq 0,001$). Valiosiemenerillä suhteellinen oksanpaksuus oli merkitsevästi pienempi paikalliseen metsikköerään verrattuna. Sv1.5ES-aineistoryhmässä suhteellinen oksanpaksuuden jalostushyöty oli 2,2 % -yksikköä paikalliseen metsikköerään verrattuna ($p=0,01$) ja Sv1.5KS- aineistoryhmässä 2,6 % -yksikköä ($p=0,001$). Suhteellinen oksanpaksuus oli myös 1. polven siemenviljelyserillä hieman pienempi paikalliseen metsikköerään verrattuna, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p=1$). (Taulukko 7.)

Silmävaraisesti luokitellussa oksanpaksuudessa paikallinen vertailuerä oli arvioitu keskimäärin luokkaan neljä, ensimmäisen polven siemenviljelyserät keskimäärin luokkaan 4,6 ja 1,5- polven siemenviljelysaineistoryhmät luokkaan viisi (taulukko 7). Eteläsuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän, Sv1.0ES:n oksanpaksuusluokka ei

eronnut tilastollisesti merkitsevästi metsikkövertailuerän oksanpaksuusluokasta ($p=0,486$), kuten ei myöskään Sv1.5ES-aineistoryhmän ($p=0,079$). Sv1.5KS-aineistoryhmässä silmävaraisesti arvioitu oksanpaksuusluokka (5,0) oli arvioitu oksiltaan hieman paikallista vertailuerää ohuemmaksi ja luokkien ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,023$).

TAULUKKO 7. Suhteellinen oksanpaksuus ja silmävaraisesti luokiteltu oksanpaksuus Tuusulan kokeessa.

Aineistoryhmä	Suhteellinen oksanpaksuus, %	Keskiarvon keskivirhe	Keskimääräinen oksanpaksuusluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	22,6	,612	4,0	,316
Sv1.0KS	21,7	,613	4,6	,321
Sv1.0ES	22,1	,540	4,6	,281
"Sv1.5KS"	20,0	,353	5,0	,223
"Sv1.5ES"	20,4	,421	4,9	,247

Padasjoen kokeessa suhteellinen oksanpaksuus erosi tilastollisesti erittäin merkitsevästi toisistaan eri aineistoryhmissä ja verrattaessa metsikköerää 1. polven ja valiosiemenviljelyseriin ($p \leq 0,001$). Padasjoen osakokeessa metsikkövertailuerän suhteellinen oksanpaksuus oli 22 %. Pienin suhteellinen oksanpaksuus oli Sv1.5KS-aineistoryhmällä (17,9 %), 4,1 % -yksikköä vertailuerän oksanpaksuutta pienempi. Vastaavasti Sv1.5ES -aineistoryhmällä suhteellinen oksanpaksuus oli 3,6 % -yksikköä vertailuerää pienempi. Ensimmäisen polven siemenviljelyserien suhteellinen oksanpaksuus oli puolestaan 3–3,5 % -yksikköä pienempi kuin vertailuerän suhteellinen oksanpaksuus. (Taulukko 8.)

Padasjoen kokeessa silmävaraisesti luokitellussa oksanpaksuudessa oksanpaksuus paikallisella vertailuerällä oli 4,7, ensimmäisen polven siemenviljelyserillä keskimäärin 5,4 ja valiosiemenviljelyserillä 5,1 (Sv1.5KS) ja 5,4 (Sv1.5ES), (taulukko 8). Eri aineistoryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p=0,056$).

TAULUKKO 8. Suhteellinen oksanpaksuus ja silmävaraisesti luokiteltu oksanpaksuus Padasjoen kokeessa.

Aineistoryhmä	Suhteellinen oksanpaksuus, %	Keskiarvon keskivirhe	Keskimääräinen oksanpaksuusluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	22,0	,579	4,7	,245
Sv1.0KS	19,0	,579	5,4	,245
Sv1.0ES	18,5	,579	5,5	,245
Sv1.5KS	17,9	,392	5,5	,140
Sv1.5ES	18,4	,446	5,1	,172

Punkaharjun kokeessa suhteellinen oksanpaksuus ei eronnut tilastollisesti toisistaan eri aineistoryhmien välillä ($p=0,098$). Jalostettujen aineistoryhmien ja vertailuerän välillä ei myöskään ollut tilastollisesti merkitseviä eroja suhteellisessa oksanpaksuudessa, joskin Sv1.5KS-aineistoryhmässä suhteellinen oksanpaksuus erosi suuntaa antavasti metsikköerän suhteellisesta oksanpaksuudesta ($p=0,053$). Kaikilla siemenviljelysaineistoryhmillä suhteellinen oksanpaksuus oli keskimäärin 2 % -yksikköä pienempi verrattuna paikalliseen metsikköerään.

Silmävaraisesti luokiteltu oksanpaksuus oli kaikilla siemenviljelysaineistoryhmillä hieman pienempi kuin paikallisella metsikköerällä Punkaharjun kokeella, mutta aineistojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p=0,17$). (Taulukko 9.)

TAULUKKO 9. Suhteellinen oksanpaksuus ja silmävaraisesti luokiteltu oksanpaksuus Punkaharjun kokeessa.

Aineistoryhmä	Suhteellinen oksanpaksuus, %	Keskiarvon keskivirhe	Keskimääräinen oksanpaksuusluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	23,1	,655	4,7	,321
Sv1.0KS	21,0	,570	5,7	,281
Sv1.0ES	20,9	,604	5,2	,297
Sv1.5KS	21,2	,354	5,4	,188
Sv1.5ES	21,2	,472	5,4	,239

5.4 Oksakulma

Oksakulma mitattiin samasta oksasta kuin oksan paksuus. Tuusulan kokeessa eri aineistoryhmien välillä oli merkitseviä eroja oksakulman suuruudessa ($p=0,007$). Paikallisen, Lapinjärven metsikköerän mitattu oksakulma oli keskimäärin 63° ja vastaavasti eteläsuomalaisen 1,5-polven siemenviljelysaineiston, (Sv1,5ES) oksakulma oli keskimäärin 67 astetta. Eteläsuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän(Sv1.0ES) oksakulma oli suurin (70°) ja se oli yli 7° -yksikköä suurempi kuin paikallisen Lapinjärven metsikköerän. Myös Sv1.5KS-erän ja vertailuerän oksakulmaero oli lähes 5° . Erot olivat tilastollisesti merkitseviä ($p=0,001$ ja $p=0,026$).

Vastaavasti silmävaraisesti arvioidut oksakulmat oli luokiteltu myös suurimmiksi Sv1.0ES ja Sv1.5KS- erillä. Sekä Sv1.0ES- että Sv1.5KS-erän oksakulmaluokka erosi tilastollisesti merkitsevästi paikallisesta metsikköerästä ($p=0,005$ ja $p=0,026$). (Taulukko 10.)

TAULUKKO 10. Oksakulman ja oksakulmaluokan arviointitulokset Tuusulassa

Aineistoryhmä	Oksakulma ⁰	Keskiarvon keskivirhe	Oksakulmaluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	62,8	1,527	4,5	,266
Sv1.0KS	66,6	1,532	4,8	,266
Sv1.0ES	70,2	1,351	5,6	,235
Sv1.5KS	67,4	,907	5,3	,156
Sv1.5ES	67,0	1,070	5,0	,185

Padasjoen kokeella paikallisen vertailuerän oksakulma oli keskimäärin 60° . Suurin oksakulma oli 1. polven eteläsuomalaisella siemenviljelyserällä, keskimäärin 63° (taulukko 11). Oksakulmaerot eri ryhmien välillä olivat pienet eikä tilastollisesti merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä esiintynyt ($p=0,515$).

Padasjoen kokeessa paikallisen metsikkövertailuerän silmämääräisesti luokiteltu oksakulma, OKLK9 oli keskimäärin 4,9 eli hieman terävämpi kuin jalostetuilla aineistoilla. Molemmat eteläsuomalaiset jalostetut aineistot olivat oksakulmaltaan arvioitu hieman suuremmiksi (luokka 5,4) kuin keskisuomalaiset jalostetut aineistot (luokka 5,2). (Taulukko 11). Oksakulmaluokkien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä ($p=0,600$).

TAULUKKO 11. Oksakulman ja oksakulmaluokan arviointitulokset Padasjoella

Aineistoryhmä	Oksakulma ⁰	Keskiarvon keskivirhe	Oksakulmaluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	59,8	1,451	4,9	,228
Sv1.0KS	61,4	1,451	5,2	,228
Sv1.0ES	63,0	1,451	5,4	,228
Sv1.5KS	60,8	1,011	5,2	,169
Sv1.5ES	61,8	1,137	5,4	,186

Punkaharjulla Sv1.5ES-aineiston mitattu oksakulma oli pienin, 61,8° ja vastaavasti suurimmat oksakulmat olivat keskisuomalaisella 1. polven ja 1,5- polven siemenviljelysaineistoilla (taulukko 12). Aineistoryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ($p=0,356$).

Silmämääräisesti luokiteltu oksakulma oli metsikkövertailuerässä keskimäärin 5,1. Myös silmävaraisesti arvioituna keskisuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän oksakulma oli arvioitu suurimmaksi (luokka 5,6). Myös Sv1.5KS:n oksakulma oli hieman suurempi kuin metsikköerän. Oksakulmaluokkien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä ($p=0,556$). (Taulukko 12.)

TAULUKKO 12. Oksakulman ja oksakulmaluokan arviointitulokset Punkaharjulla

Aineistoryhmä	Oksakulma ⁰	Keskiarvon keskivirhe	Oksakulmaluokka	Keskiarvon keskivirhe
MetsikköVert	63,6	1,572	5,1	,296
Sv1.0KS	64,7	1,368	5,6	,259
Sv1.0ES	63,8	1,448	5,0	,274
Sv1.5KS	64,6	,849	5,2	,171
Sv1.5ES	61,9	1,132	5,1	,219

5.5 Häiriintyneiden oksakiehkuroitten lukumäärä

Kaikissa kolmessa kokeessa erot puissa esiintyneiden häiriintyneiden oksakiehkuroitten lukumäärissä eri aineistojen välillä olivat hyvin pieniä (taulukko 13), eivätkä tilastollisesti merkitseviä ($0,188 \leq p \leq 0,865$). Tuusulassa metsikkövertailuerän kehityshäiriöisten kiehkuroiden lukumäärä oli keskimäärin 0,5 runkoa kohden, hieman pienempi kuin Sv1.5ES-aineistoryhmän keskiarvo 0,7. Padasjoen kokeessa paikallisessa metsikköerässä häiriintyneitä oksakiehkuroita oli keskimäärin 0,6 kpl/puu. Vähiten niitä esiintyi Sv1.0KS-aineistoryhmän puissa, keskimäärin 0,5 häiriintynyttä oksakiehkuraa puussa. Punkaharjun kokeessa paikallisessa metsikköerässä häiriintyneitä oksakiehkuroita oli keskimäärin 0,5 kpl/puu, vähiten niitä esiintyi Sv1.5ES-aineiston puissa, keskimäärin 0,4 häiriintynyttä oksakiehkuraa puussa.

Taulukko 13. Häiriintyneiden oksakiehkuroiden keskimääräinen lukumäärä rungossa ja keskiarvon keskivirhe aineistoryhmittäin kolmella eri koepaikkakunnalla.

Aineistoryhmät	Häiriintyneiden oksakiehkuroitten lkm, keskiarvo ja sen keskivirhe					
	TUUSULA		PADASJOKI		PUNKAHARJU	
MetsikköVert	0,46	,14	0,61	,15	0,54	,16
Sv1.0KS	0,50	,14	0,47	,15	0,43	,14
Sv1.0ES	0,50	,12	0,64	,15	0,55	,15
Sv1.5KS	0,57	,08	0,64	,10	0,70	,09
Sv1.5ES	0,70	,10	0,62	,11	0,39	,12

5.6 Elävyys

Tuusulan kokeessa paikallisen vertailuerän elävyys oli noin 63 %. Ensimmäisen polven siemenviljelyserillä ja valiosiemenviljelysaineistoryhmillä elävyys vaihteli Tuusulassa välillä 67–72,5 %, mutta elävyydessä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri aineistoryhmien välillä ($p=0,740$). Padasjoen kokeessa vertailuerän elävyys oli 85 %, ja valiosiemenviljelysaineistoryhmien elävyys oli 89–92 %. Elävyys oli suurin Sv1.0KS-erällä (93,8 %). Elävyydessä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitseviä eroa eri aineistoryhmien välillä ($p=0,161$). Punkaharjun peltomaalla kasvavassa kokeessa elävyys oli kaikilla erillä korkea ollen yli 90 %. Elävyys oli alin vertailuerällä, (90,6 %) ja korkein Sv1.0ES-erällä (93,1 %). Elävyyserot eri aineistoryhmien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p=0,814$). (Taulukko 14.)

Taulukko 14. Elävyyden keskiarvot ja keskiarvon keskivirhe eri aineistoryhmissä koepaikkakunnittain.

Aineistoryhmät	Elävyyden keskiarvo, % ja sen keskivirhe					
	TUUSULA		PADASJOKI		PUNKAHARJU	
Metsikkö Vert	63,2	5,22	85,0	3,33	90,6	2,20
Sv1.0KS	68,7	5,58	93,8	3,33	91,9	2,20
Sv1.0ES	72,5	4,67	85,6	3,33	93,1	2,20
Sv1.5KS	67,0	2,98	91,9	2,03	92,5	1,27
Sv1.5ES	69,4	3,60	88,8	2,42	91,6	1,55

6 TULOSTEN TARKASTELUA

6.1 Kasvu

Paikkakunnalle lämpösummaltaan sopivat jalostetut aineistot (ensimmäisen polven ja 1,5- polven siemenviljelyserät) kasvoivat pituutta enemmän kuin paikallinen metsikköerä kaikissa kolmessa kokeessa. Valiosiemenviljelysaineistoryhmien (puiden) pituuskasvu oli puolestaan ensimmäisen polven siemenviljelyseriä suurempi.

Myös rungon tilavuus oli jalostetuilla aineistoilla suurempi kuin paikallisella metsikköerällä. Ainoastaan Tuusulan osakokeessa keskisuomalainen ensimmäisen polven siemenviljelyserä menestyi paikallista metsikköerää hieman heikommin sekä pituus- että tilavuuskasvussa. Tulos on ymmärrettävä, sillä kyseisen siemenviljelyksen käyttöalue oli selvästi Tuusulan koepaikkaa pohjoisempi.

Kolmen eri osakokeen kasvutulokset erosivat toisistaan jonkin verran, erityisesti Tuusulan osakoe. Tuusulassa sekä puiden pituus että tilavuus olivat jalostetuissa aineistoryhmissä suurempia kuin paikallisella Lapinjärven metsikköerällä. Erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä lukuun ottamatta eteläsuomalaista valiosiemenviljelyserää, jonka pituuskasvu erosi merkitsevästi ja tilavuus lähes merkitsevästi vertailuerästä. Tuusulan kokeessa virhevaihtelua aiheutti puuston aukkoisuus, joka heijastui yksittäisten, jäljelle jääneiden puiden suurempana kasvuna verrattuna puihin, jotka kasvoivat lähes alkuperäisessä istutustiheydessä. Aukkoisuus johtui muun muassa ulkoilijoiden tallaamista taimista heti kokeen istuttamisen jälkeen. Lisäksi useiden koeruutujen hylkääminen reunametsän varjostuksen vuoksi vähensi merkittävästi aineistoryhmien puumääriä. Edellä mainittujen koetuloksiin vaikuttaneiden ulkoisten häiriöiden vuoksi Tuusulan tuloksia ei tarkastella kovin perusteellisesti tässä opinnäytetyössä.

Punkaharjulla ja Padasjoella etelä- ja keskisuomalaiset sekä ensimmäisen polven siemenviljelyserät että valiosiemenviljelyserät olivat sekä pitempiä että tilavuudeltaan järeämpiä kuin paikalliset metsikköerät. Valiosiemenviljelyserien suhteellinen pituushyöty oli Padasjoen kokeella yli 15 % ja Punkaharjun kokeella lähes 10 %. Vastaavasti eteläsuomalaisen ensimmäisen polven siemenviljelyserän puuston pituus oli Padasjoella lähes 11 % ja Punkaharjulla lähes 7 % paikallista vertailuerää suurempi. Keskisuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän vastaavat luvut olivat pituuskasvussa pienemmät ja vaihtelivat enemmän (Padasjoella noin 7,7 % ja Punkaharjulla 2,6 %). Eteläsuomalaisen 1. polven siemenviljelyserän pituuskasvu oli siis selvästi suurempi kuin vastaavan keskisuomalaisen erän. Tämä selittyy pitkälle sillä, että männyn siemenen siirto etelästä pohjoiseen lisää kasvua (Koski 1989, 36–37). Kahdesta siemenviljelyksestä sv150:n käyttöalue on lähes 90 d.d.-yksikköä

lämpimämpi (eteläisempi) kuin sv124:n. Lisäksi kokeessa siemenviljelysten 124:n ja 150:n siemenerät on kerätty eri vuosina, jonka vuoksi siemenviljelyksen taustapölytys on voinut olla koostumukseltaan erilainen. Kosken (1970, 8) mukaan siitepöly voi nousta ilmavirtojen mukana jopa kilometrien korkeudelle ja lentää ilmassa kymmeniä tai jopa satoja kilometrejä. Näin ollen taustapölyä voi saapua kaukaakin siemenviljelyksille. Männyn siemenviljelyksillä taustapölytyksen määrä myös vaihtelee eri vuosina suuresti johtuen siitepölykukinnan määrästä ympäröivissä metsissä ja siemenviljelyksillä. Harjun & Muonan (1989) mukaan taustapölytyksen määrä oli keskimäärin 26 % yli 30-vuotiaissa siemenviljelyksissä, jossa siemenviljelyksen oma siitepölyntuotanto oli jo huipussaan. Haapasen ja Variksen (2010, 14) mukaan taustapölytyksen vuoksi nuorissa siemenviljelyksissä menetetään jopa 50 % ja vanhoissa siemenviljelyksissä noin 25 % jalostuksella saavutetusta perinnöllisestä jalostushyödystä.

Ensimmäisen polven siemenviljelyserien kasvutulosten yleistämisessä on syytä olla varovainen, koska tarkastelu koskee vain kahta ensimmäisen polven siemenviljelyserää. Venäläinen ym. (1994, 33–34) arvioivat jalostusvyöhykkeiden 1–2 pluspuiden jälkeläisten perusteella, että pituuden jalostushyöty olisi 1,8–3,4 % ensimmäisen polven siemenviljelyssiemenestä kasvatetuilla puilla. Venäläisen tutkimuksessa jälkeläiskokeissa kasvavien taimien siemen oli kerätty pääosin 15 vuoden ikäisistä tai sitä nuorimmista siemenviljelyksistä. Tässä ikävaiheessa taustapölytyksen määrä siemenviljelyksissä on ollut vielä huomattavan suuri ja kokeissa olleet koe-erät ovat todennäköisesti syntyneet lähes kokonaan taustapölytyksen tuloksena. Haapanen ja Ruotsalainen (2007) arvioivat 10–18 vuotiaista kasvu- ja vertailukokeista saaduista alustavista mittaustuloksista, että ensimmäisen polven siemenviljelyserien pituuskasvu olisi 5–15 % nopeampaa kuin metsikköerien. Kokeet oli perustettu 1980-luvun lopulla ja koetaimien siemen oli kerätty siten jo vanhemmilta siemenviljelyksistä verrattuna Venäläisen (1994) aineistoon. Ruotsissa männyn ensimmäisen polven siemenviljelysten pituushyödyksi oli arvioitu 9,2 %, Iso-Britanniassa 8–12 % (Mullin 2011, 66–67).

Punkaharjun ja Padasjoen kokeissa ensimmäisen polven siemenviljelyserän pituuden jalostushyöty vaihteli 2,6–10 % eli jalostushyöty oli samaa suuruusluokkaa kuin aiemmat arviot. Myös valiosiemenviljelyserien pituushyödyt (10–15 %) olivat siis odotusten mukaisesti suurempia kuin 1. polven siemenviljelyserillä.

Padasjoen ja Punkaharjun kokeista saadut arviot ensimmäisen polven siemenviljelyserien tilavuushyödystä olivat melko vaihtelevia. Keskisuomalaisen, ensimmäisen polven sv124:n tilavuushyöty oli Punkaharjulla vain 1,7 % ja Padasjoella 19 % metsikköerään verrattuna. Sen sijaan käyttöalueeltaan eteläisimmän sv150:n tilavuushyöty vaihteli edellä mainituilla kokeilla 23–38 % välillä paikalliseen metsikköerään verrattuna. Keskisuomalaisen ensimmäisen polven siemenviljelyserän odottamattoman alhainen tilavuuskasvuhyöty Punkaharjulla johtui siitä, että tutkimuksessa vertailuna käytetty metsikkösiemenerä oli kasvanut Punkaharjulla poikkeuksellisen hyvin (mahdollisena syynä tähän on kyseisen erän osuminen satunnaistamisen tuloksena kasvupaikkatekijöiltään keskimääräistä edullisempiin koeruutuihin).

Tilavuushyöty vaihteli myös valiosiemenviljelyserillä, mutta tilavuserot metsikköerään verrattuna olivat huomattavan suuret. Padasjoella niiden tilavuus ylitti metsikkövertailut jopa 48–60 %:lla ja Punkaharjulla noin 25 %:lla. Männyllä valiosiemenerien kasvutuloksia ei voi vertailla muihin tutkimustuloksiin, sillä vastaavanlaisia koeaineistoja ei ole muualla olemassa. Todellisia vertailukohteita tuloksille ei ole siten saatavissa. Jälkeläiskoetulosten perusteella ensimmäisen polven siemenviljelyssiemenen paremmuus metsikkösiemeneen verrattuna on ollut 15–20 % luokkaa (Haapanen & Mikola, 2008). Tämän suhteen valiosiemenviljelyssiemenelle saadut suuremmat tilavuushyödyt ovat täysin odotettuja, koska valiosiemenviljelyksiin on vartettu vain parhaat pluspuut.

Tutkimuksessa saadut kasvuhyödyt yksittäisten nuorten puiden kasvutunnuksille eivät luonnollisesti sellaisenaan kuvasta puuston koko kiertoajan aikana saavutettavaa kasvun lisäystä. Tilavuushyötyjä on arvioitu myös koko kiertoajan puitteissa. Rosvall

ym. (2002) ovat arvioineet ensimmäisen polven jälkeläisten kasvutulosten perusteella männyn tilavuushyödyn olevan Ruotsissa ensimmäisen polven siemenviljelyssiemenellä tuotetulla materiaalilla 10–15% ja valiosiemenviljelyksillä tuotetulla materiaalilla 20–25 % puuston koko kiertoajalla laskettuna. Tämän perusteella on oletettavaa, että tässä työssä nuorista puista mitatut tilavuuskasvun jalostushyödyt yliarvioivat jossain määrin koko kiertoajan puuntuotoksessa saatavaa kasvuhyötyä.

6.2 Laatu

Suhteellinen oksanpaksuus oli keskimäärin pienempi jalostetuilla aineistoilla verrattuna paikalliseen metsikköerään kaikilla koepaikoilla, joskaan rehevällä pellolla kasvavalla Punkaharjun osakokeessa erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Oksan paksuus suhteessa rungon läpimittaan oli ensimmäisen polven siemenviljelyserillä 2–3,5 % -yksikköä ja 1,5- polven siemenviljelyserillä noin 2–4 % -yksikköä pienempi kuin paikallisella metsikköerällä. Myös silmävaraisen oksanpaksuusarvioinnin perusteella oksanpaksuus oli hieman ohuempi jalostetuilla aineistoilla, vaikka tilastollisesti erot olivat merkitseviä vain Tuusulan ja Padasjoen kokeilla ja vain joillakin jalostetuilla erillä.

Valiosiemenviljelysaineistoryhmien oksakulman suuruus ei eronnut paikallisen metsikkövertailuerän oksakulmasta tilastollisesti merkitsevästi, vaikka Tuusulan ja Padasjoen kokeilla sekä mitattu että silmävaraisesti arvioitu oksakulma oli jalostetuilla aineistoilla vertailuerää suurempi.

Häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärä vaihteli sekä aineistoryhmien että koepaikkojen välillä, eikä tulosten perusteella voida arvioida, esiintyykö jalostetuilla aineistoilla vähemmän ranganvaihdoksia tai poikaoksia. Tuusulan kokeella häiriöitä oli vähiten metsikköerässä, Padasjoella keskisuomalaisessa ensimmäisen polven siemenviljelyserässä ja Punkaharjulla niitä esiintyi vähiten eteläsuomalaisessa valiosiemenviljelysaineistoryhmässä. Puiden oksakiehkuroista 5–6 % oli häiriintyneitä eli keskimäärin vähemmän kuin yksi kiehkura runkoa kohden.

Eri siemenviljelyssiemenien puuston laatuominaisuuksista ei ole julkaistu prosentuaalisia eroja metsikköaineistoihin verrattuna. Haapanen ja Ruotsalainen arvioivat tuotokokeista saatujen mittaustulosten perusteella, että siemenviljelyserien ja metsikköerien laatuarvostelujen jakaumat eroavat johdonmukaisesti toisistaan mm. siten, että parhaassa kolmessa yleisarvosanaluokassa on yleensä vain pluspuiden jälkeläisiä, kun taas heikoimmissa luokissa metsikköerien puilla oli huomattava yliedustus (Taimiuutiset 2, 2007, 8–9). Laatua arvioitiin pääosin silmävaraisesti ja puusto oli näissä kokeissa lähes samanikäistä kuin tässä tutkimuksessa eli varttunutta taimikkoa.

6.3 Elävyys

Paikallisen metsikkövertailuerän ja ensimmäisen polven siemenviljelyserien tai valiosiemenviljelysaineistoryhmien välillä ei ollut elävyydessä tilastollisesti merkitseviä eroja. Tuusulan kokeessa kaikkien aineistoryhmien elävyys oli kauttaaltaan alhaisempi kuin Padasjoen ja Punkaharjun kokeissa, johtuen ulkoisten tekijöiden, kuten ulkoilijoiden ja viivästyneen taimikonhoidon aiheuttamasta kuolleisuudesta. Tuusulan osakokeessa eteläsuomalaiset, jalostetut aineistot olivat elävyydeltään 6–9 %-yksikköä parempia kuin paikallinen vertailuerä. Sekä Padasjoella että Punkahajulla koko puuston elävyys oli molemmissa kokeissa korkea ollen noin 90 %. Padasjoen ja Punkaharjun kokeissa jalostettujen aineistojen elävyys oli aina hivenen korkeampi kuin paikallisen vertailuerän, mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei aineistoryhmien välillä ollut. Padasjoen kokeella jalostettujen aineistojen elävyys oli 0,6–6,9 %-yksikköä ja Punkaharjun kokeella vain 1–2 %-yksikköä paikallista vertailuerää korkeampi. Venäläisen (1994, 33) mukaan ensimmäisen polven siemenviljelyserien elävyys oli ensimmäisen jalostusvyöhykkeen pluspuilla 3,5 % parempi kuin vertailuerien, mikä sopii yhteen tämän tutkimustuloksen kanssa. Valiosiemenviljelysaineistoryhmien elävyys vaihteli melko suuresti, ja koepaikasta riippuen valiosiemenviljelysaineistoryhmien elävyys oli pienimmillään vain 1 %-yksikköä ja suurimmillaan lähes 7 %-yksikköä suurempi kuin vertailuerillä.

6.4 Tulosten luotettavuuteen vaikuttavat tekijät

Valiosiemenviljelyssiementä simuloivat koe-erät 404–408 eivät koostumukseltaan täysin vastanneet vastaavien valiosiemenviljelysten pluspuukoostumusta. Näillä eroilla ei kuitenkaan ollut vaikutusta tässä opinnäytetyössä saatuihin tuloksiin, sillä valiosiemenviljelyksille valituille pluspuille laskettu pituuden menestystaso erosi suurimmillaan vain noin yhden yksikön ja laadun menestystaso erosi suurimmillaan 2,2 yksikköä vastaavan koe-erän pluspuille lasketusta menestystasosta. (Ks. menetelmästä Venäläinen ym. 1994.) Esimerkiksi valiosiemenviljelyksen 408, jonka pluspuukoostumus erosi eniten verrattuna vastaavaan koe-erään 408, pituuden menestystaso oli 75,3 ja vastaavan koe-erän 408 menestystaso oli 76,4. Laadun menestystaso oli puolestaan valiosiemenviljelyksellä 79,4 ja koe-erässä 77,2. Toisin sanoen menestystasoeroja oli molempiin suuntiin.

Koesarjan viidestä vertailuerästä pystyttiin hyödyntämään vain yhtä tai kahta vertailuerää vertailtaessa jalostettua aineistoa paikalliseen vertailuerään. Tämä oli liian vähän. Jatkossa uusia vertailukokeita perustettaessa olisi kiinnitettävä huomiota siihen, että vertailueriä on kokeessa riittävästi, niiden käyttöalue on koepaikalle sopiva, niiden siemen on hyvin itävää ja taimet ovat jo istutushetkellä samankokoisia. Geenireservimetsistä saatava siemen ja niistä kasvatetut taimet olisivat tulevaisuudessa hyviä vertailueriä.

Koesarjan tarkoituksena oli selvittää 1,5-polven siemenviljelysten siemenerien menestymistä eri ilmastovyöhykkeillä ja muuttuvissa olosuhteissa. Huolimatta siitä, että tutkitut kolme koetta kasvoivat rehevydeltään erilaisilla kasvupaikoilla ja kahdessa kokeessa esiintyi erilaisia tuhoja, tässä tutkimuksessa voitiin kuitenkin hyvin osoittaa saavutetut jalostushyödyt.

Koesarja 2123 perustettiin vuonna 1999, ja vuonna 2000 Metsänjalostussäätiö ja Metsäntutkimuslaitos yhdistyivät. Organisaatiomuutoksen ja henkilövaihdosten vuoksi mm. Tuusulan osakokeen varhaisheidosta ei ole mitään muistiinpanoja.

Esimerkiksi vesakoitumisesta ensimmäiset havainnot ovat vasta vuodelta 2008, kun koetaimien pituus mitattiin ensimmäisen kerran. Sen sijaan Padasjoen ja Punkaharjun kokeita on hoidettu intensiivisemmin, koska kokeenhoidosta vastanneet henkilöt pysyivät samoina organisaatiomuutoksesta huolimatta.

6.5 Johtopäätökset

Tämän tutkimusaineiston mukaan valiosiemennellä viljellyn puuston sekä pituus- (12 %) että tilavuuskasvu (35 %) on selvästi suurempi kuin metsikköerillä. Valiosiemennelä viljelyssiemenellä tuotetun puuston laatuominaisuuksista ei näin nuoren puuston perusteella voi tehdä johtopäätöksiä, joskin oksat olivat valiosiemennellä tuotetulla viljelyaineistolla tämän tutkimuksen perusteella hieman ohuempia metsikkösiemenellä tuotettuun viljelyaineistoon verrattuna.

Huolimatta siitä, että tutkitut kolme koetta poikkesivat suuresti toisistaan, ne antavat kuitenkin yhtenäisen kuvan aineiston kasvusta. Näiden kolmen kokeen tulosten perusteella saatiin tulokset 1,5-polven siemenviljelysten kasvun paranemisesta 20–30 vuotta etuajassa. Vasta vuonna 2016 perustetaan ensimmäiset 1,5-polven siemeneriä testaavat kokeet, koska 1,5-polven siemenviljelykset ovat tuottaneet siementä vasta muutamia vuosia.

Tämän opinnäytetyön tutkimustulokset vahvistavat aikaisempia arvioita valiosiemennelä viljelysten jalostushyödyistä, joita on esitetty ensimmäisen polven siemenviljelysjälkeläisten kasvun perusteella. Männyn valiosiemennelä viljelyksiltä saatavan siemenen käyttäminen niin metsä- kuin taimitarhakylvöissä on tämän tutkimuksen perusteella tulevaisuudessa erittäin suositeltavaa.

Kiitokset

Opinnäytetyöni ohjaajina toimivat Metsäntutkimuslaitoksessa tutkijat Seppo Ruotsalainen ja Matti Haapanen. Männyn jalostuksesta vastaava tutkija Seppo Ruotsalainen ohjasi minua etenkin opinnäytetyöni sisällöllisissä asioissa ja Matti Haapanen puolestaan tulosten laskennassa. Ilman heidän kärsivällisyyttään tämä opinnäytetyö olisi jäänyt tekemättä. Suuret kiitokset myös Juuso Lapille, joka opasti minua tilastollisissa ongelmissa.

Kansisivun valokuvat ovat Seppo Ruotsalaisen ja Markku Ahlqvistin arkistoista.

LÄHTEET

- Antola, Jukka 2011. Henkilökohtainen sähköinen tiedosto (18.11.2011) Eviran tilastotietoihin perustuen.
- Antola, Jukka 2013. Siemenviljelysten perustamistilanne 2.10.2013. Henkilökohtainen työsuunnitelmatiedosto.
- Antola, Jukka 2015. Sähköpostikeskustelu 16.1.2015.
- Antola, Jukka & Hahl, Juhani 1995. Metsänjalostussäätien työraportteja 22, 14 sivua.
- Cajander, Erkki K. 1932. Tietoa metsänviljelystoiminnasta Suomessa 1923–1930. *Silva Fennica* 22, 35 sivua.
- Evira1, 2013 Elintarviketurvallisuusvirasto. WWW-dokumentti.
<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/metsanviljely/kartat/lahtoisuusalueet>. Päivitetty 16.12.2011, luettu 20.2.2014. (Liite 1.)
- Evira2 2013. Elintarviketurvallisuusvirasto. WWW-dokumentti.
<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/metsanviljely/valvonta/perusaineisto/testattu-luokan+vaatimukset/>. Päivitetty 13.11.2012, luettu 9.12.2013
- Evira3 2014. Elintarviketurvallisuusvirasto. WWW-dokumentti.
http://www.evira.fi/files/attachments/fi/kasvit/metsanviljely/viljely_ja_tuotanto/tilasto_t/siementuotantotilasto_2002_2012.pdf. Päivitetty 11.3.2014, luettu 24.4.2014.
- Evira4 2013. Elintarviketurvallisuusvirasto. WWW-dokumentti.
<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/metsanviljely/kartat/siemenviljelysten+kayttoalueet/>. Päivitetty 15.03.2013, luettu 3.12.2013.
- Haapanen, Matti 2002. Evaluation of options for use in efficient genetic field testing of *Pinus sylvestris* (L.) Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 826, 14–24.
- Haapanen, M. & Ruotsalainen, S. 2007. Siemenviljelyssiemenen jalostushyödyt lunastavat metsänjalostuksen lupaukset. *Taimiuutiset* 2: 7–10.
- Haapanen, Matti & Mikola, Jouni 2008. Metsänjalostus 2050 – pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 71. 50 sivua.
- Haapanen Matti ja Varis Saila 2010. Männyn siemenviljelykset. *Taimiuutiset* 1/10.
- Hagman, Max 1989. Varttamisesta varianssianalyysiin – 40 vuotta jalostustoimintaa Ruotsinkylässä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328, 5–19.
- Hahl, Juhani 1997. Tuloksia Etelä- ja Keski-Suomen kantamäntyjen jälkeläiskokeiden mittauksista. Metsänjalostussäätien työraportteja 40.
- Harju Anni & Muona Outi 1989. Background Pollination in *Pinus sylvestris* Seed Orchards. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 4 513–520.

- Heikinheimo, Olli 1949. Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisellä roduilla suoritetuista kokeista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37.2, 5-44.
- Järvenpää, Jari 2013. Metsäkeskuksen siemenviljelys 408, Komu ja kerätyt siemenmäärät. Yksityinen sähköpostiviesti 9.12.2013. Metsäpalveluesimies. OTSO Metsäpalvelut, Pohjois-Pohjanmaa – Kainuu
- Koski, V. 1970. A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 70. 78 s.
- Koski, V. 1989. Siemensirrot ja ilmastoon sopeutuminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 20–37.
- Metsäntutkimuslaitos 2005. Metsätilastollinen vuosikirja.
- Metsäntutkimuslaitos, 18.11.2013. Metsägeneettinen rekisteri, sähköinen tietokanta.
- Metinfo 2013. Metsäntutkimuslaitos. Sähköinen tilasto. [Http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/taulukot/2013/luku03/vsk13_k3-1.png](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/taulukot/2013/luku03/vsk13_k3-1.png). Luettu 24.4.2014. Ei päivitystietoja.
- Metsäpuiden siemenviljelyohjelma vuosille 1990 - 2025, Siemenviljelytyöryhmä 1989, 52 sivua.
- Metsäpuiden siemenhuoltotyöryhmän muistio. Työryhmämuistio 2004:12. Helsinki 2004. 56 sivua.
- Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio, MMM, Helsinki 2011:6. 54 sivua.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: F.G. Lönnberg, 100 s.
- Mikola, Jouni 1985. Methods used for the genetic evaluation of tree breeding material in Finland. *Crop Physiology of Forest Trees* (Edis: Tigerstedt, P., Puttonen, P. & Koski, V.). University of Helsinki, Dept. of Plant Breeding 138-143.
- Mikola, Jouni 1995. Siemenviljelyssä uusi aikakausi alkamassa. *Metsänjalostussäätiön vuosikertomus* 1994, 4-11.
- Mikola, Jouni 2010. Metsänjalostus. Teoksessa Tasanen, Tapani, (toim.) 2010. Siemenestä taimeksi, Metsäpuiden taimituotannon historia Suomessa. Tampere: Tammerprint Oy. 349 s.
- Mullin, T.J., Andersson, B., Bastien, J.-C., Beaulieu, J., Burdon, R.D., Dvorak, W.S., King, J.N., Kondo, T., Krakowski, J., Lee, S.J., McKeand, S.E., Pâques, L., Raffin,., Russell, J., Skrøppa, T., Stoehr, M., and Yanchuk, A. 2011. Economic importance, breeding objectives and achievements. In *Genetics, Genomics and Breeding of Conifers*. Edited by C Plomion, J. Bousquet, and C. Kole. Science Publishers, Enfield, sivut 62–67.

Nikkanen, Teijo & Pukkala, Timo 1987. Siemenviljelysten harvennussuunnitelman laatiminen atk-ohjelmistolla. *Folia Forestalia* 701, 26 sivua.

Nikkanen, Teijo & Antola, Jukka 1998. Männyn valiosiemenviljelysten perustamisperiaatteet. *Metsätieteen aikakauskirja* 3. 421–428.

Nikkanen, Teijo, Kaarlo Karvinen, Veikko Koski, Mari Rusanen & Leena Yrjänä-Ketola 1999. Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 730.

Oskarsson, Ole 1972. Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset. *Folia Forestalia* 150, 138 sivua.

Oskarsson, Ole 1995. Silmällä tehty savotta. Pluspuiden valinnan historia ja arki. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 579. Punkaharju: KT- Paino.

Rosvall O, Jansson G, Andersson B, Ericsson T, Karlsson B, Sonesson J, Stener LG. 2002. Predicted genetic gain from existing and future seed orchards and clone mixes in Sweden. *Finnish Forest Research Institute, Research Papers* 842: 71-85.

Ruotsalainen Seppo 2013, männynjalostaja ja opinnäytetyön ohjaaja. Haastattelu tai suullinen tiedonanto. *Metsäntutkimuslaitos*.

Siementuotannon suunnitteluryhmän muistio 1997. Nikkanen, Teijo, Antola, Jukka, Salmi, Oiva & Pönniö, Sakari. Männyn, kuusen ja koivun perustamissuunnitelmat. 45 sivua.

Tasanen T. (toim.) 2010. Siemenestä taimeksi, Metsäpuiden taimituotannon historia Suomessa, 349 sivua. Tampere, Tammerprint Oy.

Tyystjärvi, Pentti 1998. Ei kirveellä vaan geneillä. *Metsänjalostussäätiö* 1947–1997. 349 sivua.

Varis Saila, Pakkanen Anne, Galofre aina ja Pulkkinen Pertti 2009. The extent of South-North pollen transfer in Finnish Scots pine. *Silva Fennica* 43(5).

Venäläinen, Martti, Annala, Marja-Leena, Kosonen, Erkki, Rantanen Hannu & Tynkkynen Heimo, 1994. Plusmäntyjen testaustulosrekisteri ja jalostushyöty. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 497.

White, Timothy L., Adams, W. Thomas, Neale, David, B. 2007. *Forest Genetics*, s. 376 - 393. Cabi. Towbridge.

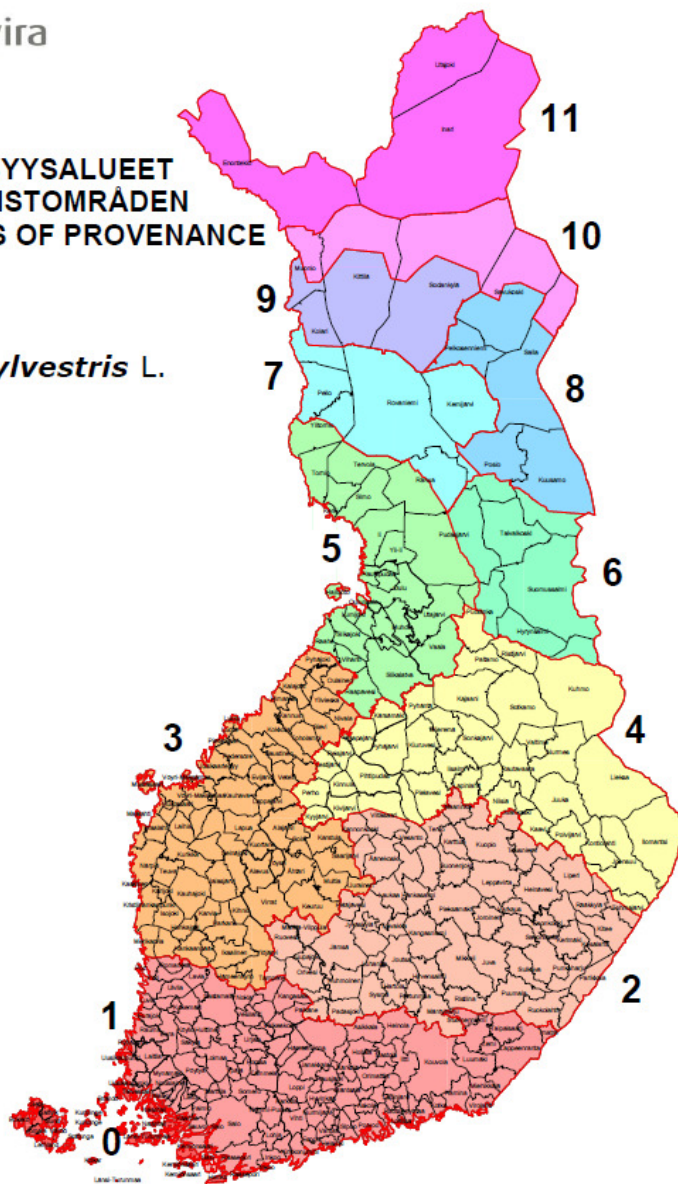
Yrjänä-Ketola, Leena & Karvinen, Kaarlo, 1997. Suomen metsänjalostuksen yleistilastoa 1997. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 642, 42 s.



**LÄHTÖISYYSALUEET
HÄRKOMSTOMRÅDEN
REGIONS OF PROVENANCE**

Pinus sylvestris L.

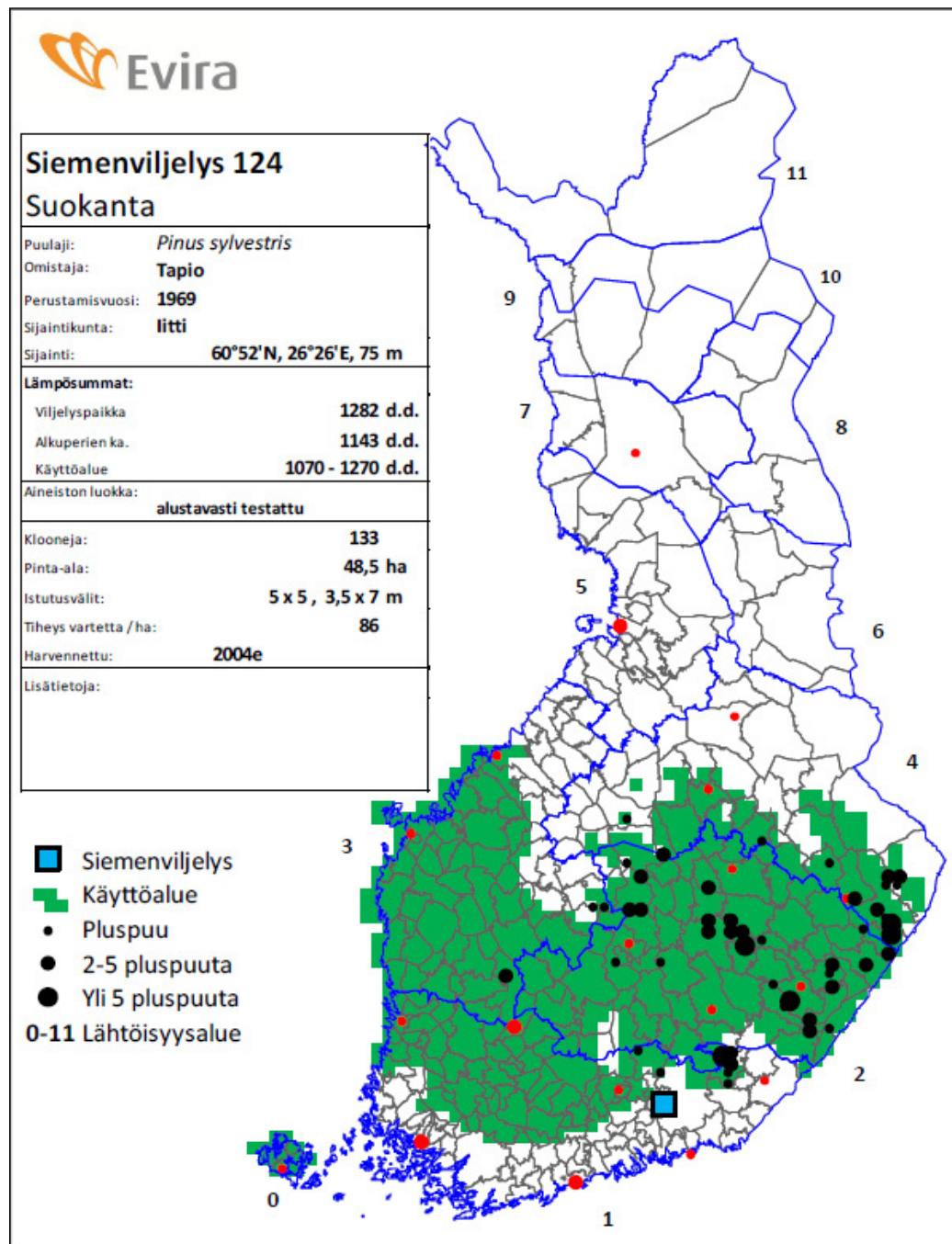
mänty
tall

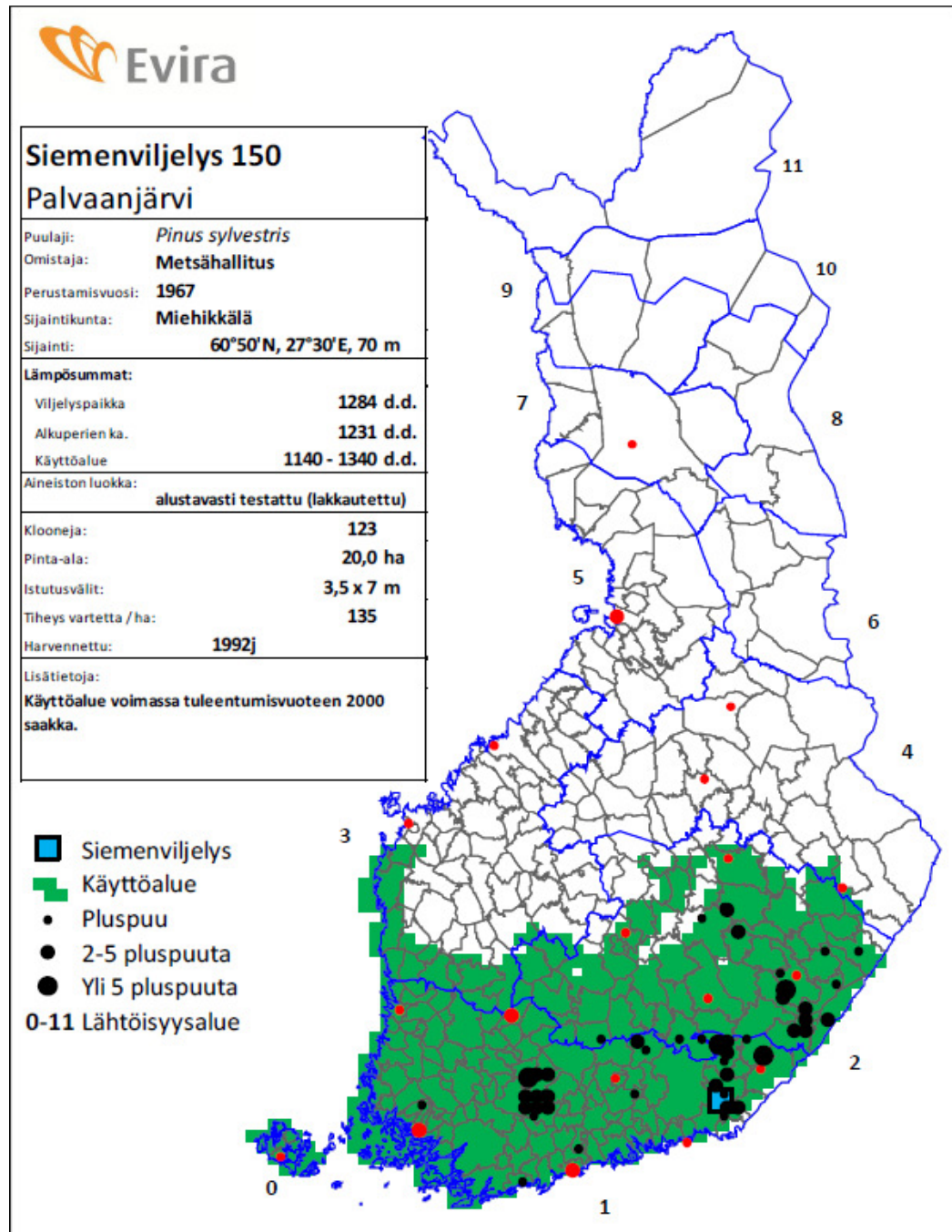


METSÄNTUTKIMUSLAITOS Vantaan toimipaikka Jokiniemenkuja 1 PL18, 01301 Vantaa		METSÄNJALOSTUKSEN KOEVILJELYS 212301 Koerekisteriavain: 9209	
Koe: 212301	Puulaji: Pinus sylvestris		
Perustamisaika: 14.05.1999	Jalostusvyöhyke: 1	Lämpösumma: 1309	
Maa: Suomi	Kunta: Tuusula / 858 Paikka: Maantiekylä		
Peruskartta: 204305	Lisäpaikka: Mv775		
Lev: 60*21'	Pit: 25*01'	M.p.y: 64m	p. 6695850 i. 3390510
Omistaja: Metla, Ruotsinkylän tutkimusalue			
Lähiosoite: PL 18,01301 VANTAA			
Kokeen tarkoitus: Selvittää kuinka perustettavien 1,5 -polven siemenviljelysten siemenerät menestyvät eri ilmastovyöhykkeillä ja muuttuvissa ilmasto-oloissa.			
Biologinen laatu: Jalosteiden vertailu		Tekninen koelaji: Kenttäkoe	
Tutkija: Seppo Ruotsalainen		Jalostusyksi:	Kohdealue: 1
Koejäseniä: 12 Kpl	Taimia/kylvöpaikkoja ruudussa: 16 Kpl	Pinta-ala: 0.77 ha	
Lohkoja: 10 Kpl		Vaippataimia: 352 Kpl	
Koeruutuja: 120 Kpl	Taimia/kylvöpaikkoja yhteensä: 1920 Kpl	Vaippa-ala: 0.15 ha	
Ruutu/lohko: 8 x 8 m	Istutusväli: 2 x 2 m	Ruututyyppi:	
Metsätyyppi: VT	Maalaji: HHkMr	Kaltevuus: 3 - %	
Rinteensuunta: kaakko	Viljelytapa: pottiputki		
Taimitarha: Saarijärvi			
Maanpinnan käsittely: ei käsitelty, muokkaamaton			
Taimityyppi: 1Mk			
Ensimmäinen inventointi: 22.10.1999	Taimia elossa: 93%	Lopetuspv:	
Lopetusyyt:			
Muut osakok.: 02 Padasjoki,03 Punkaharju,04 Kinnula,05 Pyhäjärvi,06 Kuhmo,07 Tuusula,08 Kinnula, 09 Tammisaari,10 Punkaharju,			
Lisätietoja: Taimet käsitelty GORI 920:llä 3.5.1999. Vaippana etelässä koe 2123/7 ruudut 31-34. Maalaji lähes lajitunut ja hyvin vettä läpäisevä. Ulkoilijat, koiran omistajat ja suunnistajat tallovat hieman taimia.			

LIITE 2(2)

Työnumero	Taimia, kpl	Siementunnus	Emo	Isä	HUOM
1	160	G01-85-0547	StMä10	Kun625	Emo:Jalvyöh:3 Pyhäjoki
2	160	G01-85-0310	StMä12	Kun422	Emo:Jalvyöh:4 Lieksa
3	160	G01-85-0464	StMä13A	Kun992	Emo:Jalvyöh:2 Äänekoski
4	160	G01-77-0587	StMä17	Kun576	Emo:Jalvyöh:2 Padasjoki
5	160	G04-84-0618	StMä20	Kun407	Emo:Jalvyöh:1 Lapinjärvi
124	160	T03-96-0031	Sv124	Kun142	Emo:Jalvyöh:1 Iitti Suokanta
150	160	M29-92-0078	Sv150	Kun489	Emo:Jalvyöh:1 Miehikkälä Palvaanjärvi
404	160				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): E172, E636C, E637D, E710, E729, E1694, E1881, E2126, E2128, E2201, E2231, E2259, E2882, E4039, K216, K255, K393, K612, K634, K680, K682, K684, K689, K696, K755, K795, K818, K827, K834, K881, K887, K909, K925, K942, K1094
405	160				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): E634, E1678, E1883, E1956, E2120, E2199, E2201, E2644, E2856, E3157, K255, K327, K393, K452, K606, K634, K649, K657, K660, K672, K803, K826, K872, K873, K905, K1141, K1284
406	160				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): E83, E151, E172, E468, E616D, E618, E634, E636C, E637D, E729, E1694, E1944, E2126, E2128, E2231, E2259, E2312, E2882, E4025, E4039, K216, K297, K606, K612, K682, K683, K689, K696, K755, K795, K818, K827, K834, K942
407	160				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): E15, E25, E31, E35, E39, E48, E56, E78, E83, E95, E97, E104, E112, E115, E138, E264, E344, E442, E466D, E468, E611, E616D, E618, E1681, E1682, E1748, E2027, E2152, E2167, E2171, E2174, E2312, E2871, E4025
408	160				Seoserä (kerätty eri viljelyksiltä): E25, E31, E35, E83, E95, E97, E104, E112, E115, E138, E172, E264, E345D, E347, E468, E618, E634, E636C, E637D, E729, E1591, E1681, E1883, E1888, E2174, E2201, E2231, E2312, E2350, E2644, E4039





LIITE 4

SV404			SV405			SV406			SV407			SV408		
35 6731 kpl			25 3186 kpl			30 4276 kpl			31 4658 kpl			30 4378 kpl		
Pluspuu	Vartteita		Pluspuu	Vartteita		Pluspuu	Vartteita		Pluspuu	Vartteita		Pluspuu	Vartteita	
E172	205		E634	133		E83	142		E15	152		E25	147	
E636C	204		E1678	132		E151	145		E25	154		E31	148	
E637D	170		E1883	130		E172	141		E31	148		E35	149	
E710	201		E1956	132		E468	145	E616D	E35	153		E83	147	
E729	207		E2120	131		E618	143		E39	147		E95	148	
E1694	201		E2199	96		E634	145		E48	150		E97	122	
E1881	180		E2201	108		E636C	145		E56	149	E78	E104	138	
E2126	187		E2644	115	E2856	E637D	141		E83	152	E95	E112	147	
E2128	198		E3157	127		E729	143		E97	153		E115	150	E138
E2201	169		K255	128		E1694	137		E104	154		E264	146	E172
E2231	188		K327	133		E1944	142		E112	152		E468	148	E345D
E2259	176		K393	132		E2126	145		E115	153		E618	146	E347
E2882	166		K452	131	K606	E2128	142		E138	156		E634	145	E636C
E4039	204		K634	130		E2231	141		E264	141		E729	151	E637D
K216	196		K649	132		E2259	142		E344	145		E1591	146	
K255	191		K657	130		E2312	145		E442	154		E1681	150	
K393	190		K660	132		E2882	144	E4025	E466D	134		E1883	151	
K612	204		K672	128		E4039	141		E468	156		E1888	147	
K634	190		K803	129		K216	144		E611	156		E2174	143	
K680	208		K826	127		K297	144		E616D	154		E2201	141	
K682	190		K872	132		K606	143		E618	150		E2231	147	
K684	204		K873	131		K612	143		E1681	148		E2312	150	
K689	197		K905	130		K682	144		E1682	150		E2350	148	
K696	199		K1141	125		K683	140		E1748	141		E2644	147	
K755	196		K1284	132		K689	140		E2027	143		E3184	150	
K795	208					K696	137		E2152	156		E345D	149	
K803	207					K795	145	K755	E2167	156	E2171	E4039	136	
K818	202					K818	142	K827	E2174	153		E636C	144	
K827	190					K834	140		E2312	153		E637D	149	
K834	197					K942	145		E2871	147		E710D	148	
K887	207	K881							E4025	148				
K909	205													
K925	182													
K942	208													
K1094	104													
1		1	0		2	0		4	0		3	5		6
=klooni eli pluspuu on valiosiemenviljelyksessä, mutta puuttuu koesarjan 2123, vastaavan koe-erän aineistosta														
=klooni eli pluspuu on koesarjan 2123, vastaavan koe-erän aineistossa, mutta puuttuu valiosiemenviljelyksestä														

- 1) Lämpimitta rinnankorkeudelta (D13), mm
 - Kaikki puut
- 2) Puun edustavuus läpimitan suhteen (EDUST)
 - Kirjataan jos jokin tekijä on selvästi haitannut tai edistänyt puun läpimitan kasvua. Käytetään seuraavaa luokitusta:
 0 = ei merkittävää vaikutusta
 1 = selvästi nähtävissä/pääteltävissä oleva tekijä on haitannut läpimitan kasvua (esim. vesakon kilpailu)
 2 = jokin tekijä on edistänyt läpimitan kasvua (esim. sijainti taimikossa olevan aukon laidalla)
- 3) Pituus ruudun lävistäjällä olevista neljästä puusta (H), dm
 - Lävistäjä alkaa ruudun numeropaalulta. Jos lävistäjällä oleva puu on kuollut, tai sen kasvu on selvästi kärsinyt vesakosta, hirvituhosta tms. ulkoisesta tekijästä, otetaan tilalle lähinnä oleva puu siten, että lävistäjän ensimmäinen ja viimeinen puu korvataan ensisijaisesti muilla reunapuilla ja toinen ja kolmas puu muilla ruudun keskellä kasvavilla puilla.

Pituusmitatuista puista tehdään myös seuraavat laatumittaukset:

- 4) OPLK9
 - oksanpaksuusluokka (1 – 9) Pohjois-Suomen laatumittausohjeen mukaan
- 5) OKLK9
 - oksakulmaluokka (1 – 9) Pohjois-Suomen laatumittausohjeen mukaan Kohdissa 3) ja 4) vertailu on tehtävä kokeeseen laajemmin, ei pelkästään kyseisen ruudun sisällä, koska kyseessä ovat yhtenäisruutukokeet, jolloin saman ruudun puut ovat keskenään samanlaisempia kuin kokeen puut keskimäärin.
- 6) KHKIEHKPL, lukumäärä
 - Häiriintyneiden oksakiehkuroiden lukumäärä Pohjois-Suomen laatumittausohjeen mukaisesti.
- 7) Oksanpaksuus (OP2PAKS13), mm
 - mitataan 1,3 metrin korkeuden lähimmän **ala- ja yläpuolisen** kiehkuran **yhdessä muodostaman oksiston toiseksi paksuimman normaalin oksan paksuus**. Oksia laskettaessa poikaoksat jätetään huomioimatta, ts. jos tarkasteltavien kiehkuroiden paksuin oksa on poikaoksa, mitataan paksuus vasta 3. paksuimmasta oksasta, jne.
- 8) Oksakulma (OK2PAKS13), astetta
 - Oksakulma 5°:n luokituksella määritetään samasta oksasta kuin oksanpaksuus edellä.

Männyn silmävaraiset laatumittaukset Pohjois-Suomen 1-puuruutujälkeläiskokeissa

B. Häiriintyneiden oksakiehkuroitten lukumäärä taimessa eli poikaoksat ja ranganvaihdokset kiehkurassa. (KHKPL)

Jos puun kaikki oksakiehkurat ovat kehittyneet häiriöttömästi, tämä muuttuja saa arvon 0.

D. Oksanpaksuusluokka (OPLK9)

Arvioidaan oksien paksuus suhteessa puun läpimittaan ja ympäristön puihin verrattuna. Luokkia on kaikkiaan yhdeksän (1-9) seuraavasti:

- 1 = erittäin paksut oksat
- 2
- 3 = keskimääräistä selvästi paksummat oksat**
- 4
- 5 = keskimääräiset oksat**
- 6
- 7 = keskimääräistä selvästi ohuemmat oksat**
- 8
- 9 = erittäin ohuet oksat

E. Oksakulma (OKLK9)

Oksien oksakulma ympäristön puihin verrattuna.

- 1 = erittäin terävät oksakulmat
- 2
- 3 = keskimääräistä selvästi terävämmät oksakulmat**
- 4
- 5 = keskimääräiset oksakulmat**
- 6
- 7 = keskimääräistä selvästi suuremmat oksakulmat**
- 8
- 9 = erittäin suorat oksakulmat

Lisäohjeita kohtiin D ja E:

Luokituksessa ei huomioida kahta ylintä oksakiehkuraa eikä noin 50 cm:n osaa rungon tyveltä. Luokitus tehdään vain siinä tapauksessa, että puussa on vähintään kaksi normaalisti kehittynyttä oksakiehkuraa. (Huom. Kohdissa D ja E luokitellaan vain siis terveet oksakiehkurat. Kommentti lisätty 18.8.2009 S.R.)

Näissä silmämääräisissä luokituksissa on siis tarkoitus käyttää suhteellista luokitusta. Riippumatta siitä millainen koe on näiden ominaisuuksien suhteen absoluuttisella asteikolla, pitää keskimääräiseen luokkaan tulla (yleensä) eniten havaintoja. Käytännön luokitusyössä pärjätään pitkälle kolmella luokalla. Jos puu poikkeaa selvästi keskimääräisestä huonompaan suuntaan, annetaan sille arvo 3, jos taas parempaan suuntaan, saa se arvon 7. Mikäli poikkeama on erityisen suuri, annetaan vielä äärevämpi arvo, jos taas on vaikea päättää onko puu keskimääräinen, vai poikkeako se hieman parempaan tai huonompaan suuntaan, annetaan arvo 6 tai 4. Ennen luokituksen aloittamista on syytä tarkastella koetta laajemmin, jotta saadaan yleiskuva vaihtelusta.