
**KUUSEN ERIKOISMUOTOJEN KASVULLINEN
LISÄÄMINEN**

Erilaisten varttamistekniikoiden vertailu



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaan toimipiste kevät 2017

Kosti Kytöjoki

LEPAA

Puutarhatalouden koulutusohjelma

| | | |
|---------------------|--|-------------------|
| Tekijä | Kosti Kytöjoki | Vuosi 2017 |
| Työn nimi | Kuusen erikoismuotojen kasvullinen lisääminen: erilaisten varttamistekniikoiden vertailu | |
| Työn ohjaaja | Arto Vuollet | |

TIIVISTELMÄ

Metsäkuusen (*Picea abies*) erikoismuodot ovat metsistä löytyneitä puuyksilöitä, joiden ulkoasu on lajin normaalista poikkeava. Kotimaiset kuusen erikoismuodot soveltuvat koristeellisuutensa ansiosta hyvin koristekäyttöön ja viherrakentamiseen sekä pohjoisiin kasvuolosuhteisiin. Tällä hetkellä kotimaisia kuusen erikoismuotoja ei kuitenkaan markkinoilla juuri ole. Erikoismuotoja voidaan lisätä kasvullisesti varttamalla ja pistokkaista, jolloin poikkeava ulkoasu säilyy muuttumattomana emokasvin jälkeläisillä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin lastusilmutus- ja sivuliitevarttamismenetelmän soveltuvuutta metsäkuusen erikoismuotojen lisäyksessä. Työssä selvitettiin myös varttamismenetelmien ajankäyttöä, tehokkuutta, varteoksansaantoa ja varttamisajankohdan merkitystä vartteen kasvuun. Lastusilmutuksen soveltuvuudesta kuusen erikoismuodoilla ei ole aiempaa kotimaista tutkimusta.

Kokeen aineisto koostui Luonnonvarakeskuksen kokoelmiin ja lisäystarhaan valituista metsäkuusen erikoismuodoista. Kokeessa oli mukana 11 eri genotyyppiä. Tutkimus suoritettiin Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun toimipaikalla. Työn tilaaja oli Luonnonvarakeskus.

Lastusilmutuksen todettiin onnistuvan kuusen erikoismuodoilla. Kloonienvälillä onnistumisessa havaittiin eroja. Pöytäkuusi E2165 onnistui parhaiten sekä silmuttamalla että varttamalla. Varteiden saanto oli alhainen, mikä saattoi johtua varttajan vähäisestä kokemuksesta havupuiden varttamisesta. Lastusilmutuserien ajankohtien välillä ja silmun kehitysasteella ei ollut merkittävää vaikutusta onnistumiseen. Sivuliitevarttaminen onnistui ammattivarttajan tekemänä myös loppukesällä.

Mikäli lisäysmateriaalia on vähän, lastusilmutus voi olla ratkaisu joidenkin erikoismuotojen lisäykseen. Silmutusmenetelmän tekniikkaa pitäisi tutkia lisää ja seurata millainen vaikutus lisäysmenetelmällä on taimen jatkokasvuun.

Avainsanat Metsäkuusen erikoismuoto, varttaminen, lastusilmutus, kasvullinen lisäys

Sivut 37 s.

LEPAA
Degree Programme in Horticulture

| | | |
|-------------------------------------|--|------------------|
| Author | Kosti Kytöjoki | Year 2017 |
| Subject of Bachelor's thesis | Propagation of special forms of Norway spruce (<i>Picea abies</i>): comparison of different grafting methods | |
| Supervisor | Arto Vuollet | |

ABSTRACT

Special forms of Norway spruce (*Picea abies*) are tree genotypes whose phenotype differs from the one normally found in the species. Special formed trees can be sparsely found in nature. Domestic ornamental forms of spruce are suitable for landscaping and harsh northern environment. At the moment there are hardly any spruces of Finnish origin available on the market. The utilization of special forms usually requires vegetative propagation i.e. either grafting or production of rooted cuttings.

The aim of this study was to examine the applicability of chip-budding and side-veneer-grafting for propagation of special forms of Norway spruce. In addition, efficiency of these grafting methods, work load, yield of scion and the effect of timing on grafting success were studied. There are no previous reports on the applicability of chip-budding for propagation of special forms of *Picea abies*.

The material of the grafting experiment consisted of 11 different genotypes of special forms. Genotypes were chosen from the collection of Natural Resources Institute Finland (Luke). This research was performed at Luke's Punkaharju Unit. Luke was commissioner of this thesis.

The results show that chip-budding can be applied in special forms of Norway spruce. Significant differences in grafting success were observed among genotypes tested. In the clone E2165, the grafting success was the best both using grafting and budding methods. Timing of budding and the developmental stage of buds had no effect on grafting success. Overall, the yield of grafts in chip-budding was low. Side-veneer-grafting performed in August, made by a skilled expert, worked out well.

Chip-budding could be an applicable method for propagation of ornamental spruces if the origin material of scions is limited. Effects of rootstock and chip-budding on the growth habit of special forms should, however, also be studied.

Keywords *Picea abies*, special form, grafting, chip-budding, vegetative propagation
Pages 37 p.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | KUUSEN ERIKOISMUODOT..... | 2 |
| 2.1 | Poikkeavuuden synty ja ilmeneminen..... | 2 |
| 2.1.1 | Kasvutapa | 2 |
| 2.1.2 | Neulasten väri ja koko | 3 |
| 2.2 | Erikoismuotojen valinta ja säilytys | 4 |
| 2.2.1 | Valinta ja rekisteröinti | 4 |
| 2.2.2 | Erikoismuotokokeelmat ja lisäystarhat | 4 |
| 3 | KASVULLINEN LISÄYS | 5 |
| 3.1 | Varttaminen ja muut kasvullisen lisäyksen menetelmät | 5 |
| 3.2 | Varttamistekniikat | 6 |
| 3.2.1 | Sivuliitevarttaminen | 7 |
| 3.2.2 | Silmutus..... | 9 |
| 3.3 | Perusrungon vaikutus | 12 |
| 4 | AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT | 13 |
| 4.1 | Tutkimukseen valitut erikoismuodot..... | 13 |
| 4.2 | Aineiston keruu ja käsittely..... | 20 |
| 4.2.1 | Koeolosuhteet ja perusrungot | 20 |
| 4.2.2 | Varteoksien keruu ja käsittely | 21 |
| 4.2.3 | Varteoksien saannon arviointi | 22 |
| 4.3 | Tutkimuksessa käytetyt varttamismenetelmät | 23 |
| 4.3.1 | Lastusilmutus..... | 23 |
| 4.3.2 | Sivuliitevarttaminen | 24 |
| 4.4 | Vartteiden hoito ja seuranta..... | 25 |
| 4.4.1 | Vartteiden hoito | 25 |
| 4.4.2 | Vartteiden kasvun seuranta..... | 26 |
| 4.4.3 | Varttamiskohdan anatominen tarkastelu | 26 |
| 5 | TULOKSET | 27 |
| 5.1 | Varteoksien saanto ja varttamisen työmenekki..... | 27 |
| 5.2 | Varttamisen onnistuminen..... | 27 |
| 5.2.1 | Lastusilmutus..... | 27 |
| 5.2.2 | Sivuliitevarttaminen | 28 |
| 5.2.3 | Loppukesän sivuliitevarttaminen..... | 29 |
| 5.3 | Vartteiden kasvu..... | 30 |
| 5.3.1 | Varttamisen anatominen tarkastelu | 31 |
| 6 | TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT..... | 32 |
| | LÄHTEET | 35 |

1 JOHDANTO

Puiden normaalista poikkeavat muodot ovat kiinnostaneet ihmisiä erikoisuutensa takia vuosisatojen ajan. Poikkeavia muotoja kutsutaan erikoismuodoiksi, sillä niiden ulkoasu on muuttunut lajin normaalista kasvutavasta puun perimässä tapahtuneen mutaation seurauksena. Normaalista poikkeavilla puuyksilöillä on myös koristearvonsa, jonka ansioista erikoismuotoja voi hyödyntää taimimarkkinoilla ja kotipuutarhoissa.

Suomen taimimarkkinoilla myytävät puiden ja pensaiden koristemuodot ovat kuitenkin edelleen useasti lähtöisin muualta Euroopasta. Ulkomailta tuotujen, kotipihoilla sekä julkisella sektorilla käytettävien, havujen kestävyys pohjoisissa olosuhteissa ei aina ole itsestäänselvyys. Lähivuosien aikana kiinnostus taimien alkuperästä on kuitenkin kasvanut niin viheralan ammattilaisten, kuin kuluttajienkin keskuudessa. Vaikka kotimaisia erikoismuotoja on tullut markkinoille jo 30 vuotta sitten, on niitä taimikaupassa hyvin vähän. Koristemuotojen tuotanto ja jalostus on kuitenkin käynnistetty tutkijoiden ja taimituottajien toimesta.

Kotimaisen metsäkuusen erikoismuotojen tuotantoketjuun, lisäystarhoista vähittäismyyntiin, on olemassa edellytyksiä, mutta tuotannossa on vielä haasteita. Erikoismuotojen erityinen ulkoasu saadaan parhaiten säilymään kasvullisessa lisäyksessä. Erikoismuodoille on olemassa kasvullisia lisäysmenetelmiä, kuten varttaminen ja pistokaslisäys, mutta niiden tehokkuutta pitäisi tutkia ja parantaa.

Varttamismenetelmiä on olemassa useita erilaisia ja niitä käytetään vaihtelevasti lisättävästä kasvilajista riippuen. Sivuliitevarttaminen on varttamismenetelmä, jota käytetään yleisimmin havupuita vartettaessa. Menetelmä perustuu kahden kasviyksilön versojen liittämiseen toisiinsa niin, että ne muodostavat yhteen kasvaessaan yhden kasviyksilön. Lastusilmutus on taas varttamismenetelmä, jossa versojen yhteen liittämisen sijaan liitetään silmu versoon. Lastusilmutuksessa lisättävää lähtömateriaalia tarvitaan vähemmän perinteiseen sivuliitevarttamiseen verrattuna.

Havupuut vartetaan Suomessa yleensä keväällä tai alkukesällä. Varttaminen voidaan kuitenkin suorittaa myös loppukesällä. Loppukesä voi olla varttamisajankohtana suotuisampi taimistojen keväistä työmäärää ajatellen. Loppukesän varttamisen onnistumisen näkee kuitenkin vasta talven jälkeen seuraavana keväänä kasvukauden alkaessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää sivuliitevarttamis- ja lastusilmutusmenetelmien soveltuvuus, tehokkuus ja ajankäyttö kuusen erikoismuotoja lisättäessä, sekä määrittää varteoksasaanto ja varttamisajankohdan vaikutus vartteen onnistumiseen ja kehitykseen. Tutkimuksen tuloksista saadaan tietoa sekä vaihtoehtoisia toimintatapoja koristehavujen lisäyksestä työn tilaajalle ja sen yhteistyökumppaneille. Työ tehtiin Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun toimipaikassa.

2 KUUSEN ERIKOISMUODOT

2.1 Poikkeavuuden synty ja ilmeneminen

Erikoismuodolla tarkoitetaan puuyksilöä, jonka ulkoasussa on selvästi normaalista poikkeava ominaisuus, joka ei aiheudu ulkoisista tekijöistä tai puun kasvuympäristöstä. Tällöin puun perintötekijöissä on tapahtunut mutaatio. (Nikkanen & Velling 2011, 13.) Tässä työssä tarkastellaan metsäkuusen (*Picea abies*) erikoismuotoja.

Mutaatio voi tapahtua kasvusilmussa tai sukusolussa. Mikäli mutaatio tapahtuu kasvusilmussa, erikoinen ominaisuus ilmenee vain silmusta kasva-
neesta puun osasta. Sukusoluissa tapahtunut mutaation ilmenee puun koko ulkoasussa. Hyvä esimerkki sukusoluissa tapahtuneesta mutaatiosta on surukuusi, (*Picea abies* f. *pendula*). Metsäkuusen tuulenpesät (*Picea abies* f. *globosa*) ovat syntyneet puun silmussa tapahtuneesta mutaatiosta. (Oskars-
son & Nikkanen, 2001, 6.)

Erikoismuodon poikkeavuus voi näkyä monella tapaa. Se voi näkyä kasvu-
tavassa, neulasten värissä ja koossa, puun rungossa sekä kävyissä. Koriste-
tarkoituksiin valituilla kuusen erikoismuodoilla poikkeavuus ilmenee kää-
piökasvuisuutena, erikoisena kasvutapana tai neulasten värissä. Metsäkuu-
silla on myös havaittu rungon poikkeavia kasvutapoja sekä neulasten koko-
muutoksia. Neulaskoon muuntelu on havupuilla vähäistä.

2.1.1 Kasvutapa

Oksien haaromistavan muutos on puun ulkoasuun vaikuttava tekijä, jonka perusteella viljelyyn ja markkinoille on lisätty useita metsäpuiden erikois-
muotoja. Oksien kasvutavassa tapahtuneen muutoksen oletetaan johtuvan puun hormonitasapainon muutoksesta. Oksien kasvutavan mukaan on ni-
metty useita muotoja ja lajikkeita kuten; riippaoksainen surukuusi (Kuva 1) (*Picea abies* f. *pendula*), sekä käärmeukuusi (*Picea. abies* f. *virgata*), jonka pitkissä ja rennoissa, alaspäin kaartuvissa oksissa on vähän sivuversoja. (Väre 2011, 26, Nikkanen & Uimonen 2011, 80.)

Kääpiökasvuisilla erikoismuodoilla kasvu on normaalia lajin puuyksilöä hi-
taampaa. Kuusella kääpiöiviä erikoismuotoja tavataan usein. Kääpiökasvu-
suuden oletetaan johtuvan kärkikasvupisteen jakautumista säätelevien hor-
monien, auksiinin ja sytokiniinin, tasapainon häiriintymisestä. Jos gee-
neissä, jotka tuottavat kasvunsäätelyyn vaikuttavia hormoneja, tapahtuu
mutaatio, voi seurauksena olla puun kasvunopeuden muuttuminen. Kää-
piöivä kasvutapa voi olla myös väliaikainen ominaisuus, jolloin puu löytää
myöhemmin latvahakuisuuden, alkaen kasvaa taas normaalisti. Normalisoi-
tumisessa kyse voi olla takaisinmutaatiosta, jossa kärkikasvupisteen hormo-
nitasapaino palautuu ennalleen. (Väre 2011, 24–25.)



Kuva 1. Surukuusi *Picea abies* f. *pendula*, Punkaharjun puulajipuistossa. Kuva: Kosti Kytöjoki

2.1.2 Neulasten väri ja koko

Mikäli mutaatio tapahtuu puun neulasissa lehtivihreän tuotantoon erikoistuneissa soluissa, puun värityys voi muuttua. Havupuilla häiriintyneen lehtivihreän kehityksen seurauksena on luonnosta löydetty erityisesti kultakuusia ja -mäntyjä. Purppurakuusi, jonka lehtivihreän kehitys on myös häiriintynyt, on luonnossa kultakuusta harvinaisempi. Yleensä lehtivihreän kehittyminen on ainoastaan viivästynyt ja puu saa normaalin värityksensä heinäkuun puoliväliin mennessä tai viimeistään seuraavana kasvukautena. Lajille ominaisen vihreän värityksen kehittyminen vaihtelee puuyksilöittäin. Neulasten värityksen lisäksi myös neulasen muoto voi vaihdella. Havupuilla yleisin poikkeama on lyhytneulaisuus. (Väre 2011, 26.)

2.2 Erikoismuotojen valinta ja säilytys

2.2.1 Valinta ja rekisteröinti

Metsäpuiden erikoismuotoja alettiin valita ja rekisteröidä Suomen metsistä vuonna 1947 metsänjalostuksen perusaineiston valinnan osana. Vaikka erikoismuodoilla ei katsottu olevan metsätaloudellista arvoa, arveltiin erikoisten kantapuiden merkitseminen olevan tärkeää metsägenetiikan tutkimukselle. (Velling, Yrjänä & Nikkanen 2011, 31.)

Normaalista poikkeavien erikoismuotojen vaikutus metsien geneettiseen monimuotoisuuteen on kuitenkin verrattain pieni. Ainutlaatuisilla poikkeamilla on silti esimerkiksi koristeellinen arvonsa, jota voi hyödyntää myös kaupallisesti. Ihmissilmää jo kauan miellyttäneiden erikoismuotojen koristeellinen arvo on edellytys kaupalliselle hyödynnettävyydelle. (Oskarsson & Nikkanen, 2001, 6–7).

Luonnonvarakeskuksen, entisen Metsäntutkimuslaitoksen, ylläpitämässä metsägeneettisessä kantapuurekisterissä on kotimaisten puulajien erikoismuotoja yhteensä 1856 kappaletta, joista pelkästään kuusia 951 kappaletta (Taulukko 1) (Velling ym. 2011, 35.) Oskarssonin ja Nikkasen (2001, 6) mukaan kantapuurekisterin lisäksi luonnossa kasvavia erikoismuotoja voidaan myös suojella virallisesti esimerkiksi luonnonsuojelulain avulla, rauhoittamalla ainutlaatuinen puu.

Taulukko 1. Kantapuurekisteriin erikoismuodoiksi merkityt metsäkuuset. (Velling ym. 2011, 35)

| Muoto | Lukumäärä |
|--------------------------------|------------------|
| | kpl |
| Kapealatvaiset | 685 |
| Käärmeet ja riipat | 42 |
| Tuulenpesät | 37 |
| Kääpiökasvuiset ja lamoavat | 82 |
| Neulasten poikkeavuudet | 63 |
| Rungon ja kuoren poikkeavuudet | 40 |
| Käpyjen poikkeavuudet | 2 |
| Yhteensä | 951 |

Kantapuurekisteriin on viety valittujen puiden sijainti- ja mittaustiedot sekä peruste puun rekisteriin valinnalle. Nimeämisjärjestelmä noudattaa muotoa E1234. Kantapuiden numerotunnus on juokseva luku puun rekisteröimisjärjestyksen mukaan. Tunnuksen kirjain tarkoittaa puun sijaintia. E-puut sijaitsevat 62. leveyspiirin eteläpuolella ja K-puut 62. ja 64. leveyspiirien välissä ja P-puut 64. leveyspiirin pohjoispuolella. (Luonnonvarakeskus 2016.)

2.2.2 Erikoismuotokokoelmat ja lisäystarhat

Suurin erikoismuotojen kokoelma sijaitsee Luonnonvarakeskuksen Haapastensyrjän toimipaikassa, Lopella Haapastensyrjän Rotupuistossa kasvaa

eri puulajien erikoismuotoja yhteensä noin 4000 vartetta. Erikoismuotoja on koottu myös Luken Punkaharjun toimipaikan kokoelmiin ja arboretuumiin. Runsaasti kuusen erikoismuotoja löytyy myös Imatran Pelkolan erikoismuotokokoelmasta, joka on perustettu Enso Gutzeitin toimesta, mutta on nykyään Imatran kaupungin ja osittain vielä Tornator Oy:n omistuksessa. (Velling ym. 2011, 34–35; ks. myös Nikkanen 2013a, 175.)

Kokoelmista on valittu lisäystarhoihin erikoismuotoja mm. koristearvon hyödynnettävyyden perusteella. Kuusen erikoismuotojen yksi tärkeimmistä hyödyntämistavoista on koristekäyttö viherrakennuksessa. Tunnetuimmat ja yleisimmät koristehavut ovat erilaisia pallo- ja kultakuusimuotoja. (Os-karsson & Nikkanen, 2001, 6–7).

Kokoelmiin kerätyistä erikoismuodoista voidaan lisätä tasalaatuisia emokasveja lisäystarhoihin kasvullisen lisäyksen menetelmin. Asiantuntijoiden lisäystarhoihin valitsemat koristepuut tuovat koristeelliset, kotimaiset ja kestävät havupuut taimituottajien saataville. Lisäystarhat mahdollistavat lisäysmateriaalin, kuten pistokkaiden ja varteoksien saannin kaupallisten taimitarhojen tuotantoon.

3 KASVULLINEN LISÄYS

3.1 Varttaminen ja muut kasvullisen lisäyksen menetelmät

Kasvullisessa lisäysmenetelmässä kasvi saa alkunsa jostain muusta kasvin osasta kuin siemenestä (Fagerstedt, Lindén, Santanen & Väinölä 2008, 149). Kasvullinen lisäys on suvutonta lisäämistä, jolloin syntyneet taimet ovat perintötekijöiltään identtisiä kopioita eli klooneja emokasvin kanssa (Aronen 2011, 93). Suvuttomia kasvullisen lisäyksen menetelmiä ovat jakaminen, taivukaslisyys, pistokaslisyys, varttaminen ja solukkoviljely (mm. Fagerstedt ym. 2008, 149). Näistä lisäysmenetelmistä pistokaslisyys ja eri varttamismenetelmät sopivat kuusen erikoismuodoille. (Aronen 2011, 93). Solukkoviljelymenetelmiä kuusella on tutkittu aktiivisesti viime vuodet, ja kuusen solukkolisäykseen on olemassa siemenalkiolähtöinen menetelmä. Aikuisten puiden solukkolisäystä ei vielä hallita, vaikka lisäys onkin onnistunut nuorien taimien muutamilla genotyypeillä. (Högberg & Varis 2016; ks. myös Varis, Lappalainen, Tikkinen & Aronen 2016.)

Varttaminen on yleisesti käytetty perinteinen ja tehokas kasvullisen lisäyksen menetelmä. Varttamismenetelmät taimitarhatuotannossa on erityisesti monilla puuvartisilla kasvilajeilla ainoa kustannustehokas lisäysmenetelmä. (Hartmann ym. 2011, 415). Varttamisesta voidaan käyttää monia eri nimityksiä kuten jalontaminen, varrentaminen, oksastaminen sekä aiemmin yleisesti käytetty ympääminen (Kallio 2004).

Varttaminen perustuu kahden tai useamman kasviyksilön versojen yhteen liittämiseen. Onnistuneesti liitettyjen versojen kuorikerrosten alla kulkevat jälsi- ja johtosolukot osuvat kohdakkain, mahdollistaen yhteenkasvamisen sekä ravinteiden ja yhteyttämistuotteiden kulkeutumisen liitoskohdan ohi.

Vartettavien kasviyksilöiden tulee olla sukulaislajeja keskenään, jotta versojen yhteenkasvaminen on mahdollista. Yhteen kasvaneet versot muodostavat vartteen. (Aronen 2011, 95.)

Vartteen latvaosa muodostuu perusrunkoon liitetystä varteoksasta eli jaloversosta. Varteoksana käytetään yleensä versoa, mutta varteoksana voi olla myös pelkkä silmu. Varteoksen silmujen tulee olla lepotilaisia ja terveitä kasvun mahdollistamiseksi. Perusrunko, joka muodostaa vartteen juuriston, on kasviyksilö, johon varteoksa liitetään. (Hartmann ym. 2011, 418.)

Silmuttaminen on varttamisen kaltainen lisäysmenetelmä, joka perustuu varteoksen sijasta pelkän silmun siirtämiseen. Siirrettävä silmu voi olla kiinni pienessä kuoren palassa tai lastussa jaloverson puuainesta. Silmuttamismenetelmissä käytetään vain yksittäistä silmua, varteoksassa silmuja on useampia. (Hartman ym. 2011, 512, 465–466.)

Varttamisen onnistumisprosenttiin vaikuttaa lisättävä laji ja sille sopiva varttamismenetelmä, perusrungon ja jaloversojen elinvoimaisuus, sekä ympäristöolosuhteet varttamisajankohtana ja jatkokasvatuksen aikana. Kasvin fysiologinen tila on huomioitava vartettaessa, sillä kaikkia varttamismenetelmiä ei voi suorittaa samana ajankohtana. Vartteen onnistumiseen vaikuttavat myös virus- ja kasvitaudit, sekä kasvintuhoojat ja yleinen työhygienia. Varttajan kokemuksella on suuri vaikutus vartteiden onnistumiseen. (Hartmann ym. 2011, 433–434, 465.) Beeson & Proebsting (1989) pitävät varteoksen onnistunutta asettamista perusrunkoon yhtenä tärkeimpänä tekijänä havupuuvartteiden onnistumiselle. Tutkimukset osoittavat, että varteoksen sijainnilla emokasvissa voi olla vaikutusta vartteen kasvutapaan. Alaoksista otetussa varteoksa- ja pistokasmateriaalissa on havaittu selkeästi enemmän kasvutapaongelmia, kuin puun yläosista otetuissa. (Nikkanen, Heiska ja Aronen, 2012.)

Vartteiden onnistuminen on varmempaa varteoksien säilytysajan ollessa lyhyt oksien keruun ja varttamisajankohdan välillä (Blada & Panea 2011). Havupuiden lisääminen varttamalla voi olla melko vaativaa, sillä havupuulajien haavasolukon tuotanto on hidasta (Lewis & McEvan, 2008, 65; ks. myös Beeson & Proebsting, 1989). Lepistön, Aaltosen ja Pirttilän (1998, 7) suorittamissa kokeissa emopuun iällä ei todettu olevan merkitystä kuusivartteiden onnistumiseen. Havupuiden varttamisketjussa korostuu kaikkien työvaiheiden onnistuminen emokasvin ravinnetilasta aina vartteen hoitotekniikkiin.

3.2 Varttamistekniikat

Hartmannin ym. (2011, 465–466) mukaan varttamistekniikoita voidaan jaotella jaloverson varttamiskohdan mukaan. Kallio (2004) on esitellyt ja suomentanut varttamiskokeessaan eri varttamistekniikoita ja niiden nimityksiä. Suomessa ei ole vakiintunutta termistöä eri varttamismenetelmille. MacDonald (2014) on perehtynyt käsikirjamaaisessa teoksessaan eri varttamistekniikoihin laajasti.

Kokeessa käytettyä perinteistä perusrungon kylkeen tehtävää varttamismenetelmää kutsutaan tässä työssä sivuliitevarttamiseksi. Silmutusmenetelmää jota kokeessa tutkittiin, kutsutaan tässä työssä lastusilmutukseksi.

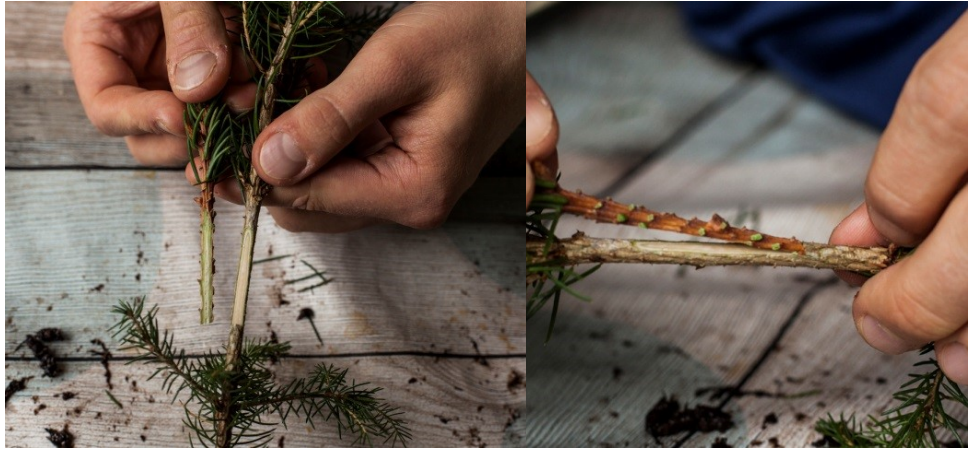
3.2.1 Sivuliitevarttaminen

Sivuliitevarttamista käytettäessä jaloverso liitetään perusrungon kylkeen. Perusrungon ja varteoksen paksuuden ei tarvitse olla sama, mutta varteoksa ei saa olla perusrunkoa paksumpi. Sivuliitevarttamisesta voidaan käyttää myös nimityksiä kylkivarttaminen ja kylki-viiluvarttaminen.

Sivuliitevarttaminen on yleinen varttamismenetelmä lehtipuilla ja pensailta, mutta myös havupuilla kuten kuusella ja männyllä. Sivuliitevarttaminen on yleisimpiä varttamismenetelmiä ja sopii monille eri lajeille, toisin kuin monet muut varttamismenetelmät. Kylkivarttaminen tehdään yleensä lepotilaiseen perusrunkoon, joka voi kasvaa taimena ruukussa tai maassa. (Hartmann ym. 2011, 467,481.)

Hartmannin ym. (2011) ohjeiden mukaan sivuliitevarttamisessa perusrungon versoon viilletään alaspäin ja rungon keskustaan suuntautuva matala viilto, joka on pituudeltaan noin 2,5–4,0 cm. Viillon alapäähän tehdään toinen lyhyt alas- ja sisäänpäin suuntautuva viilto, joka leikkaa ja irrottaa pidemmän viillon tekemän kappaleen puu- ja kuoriainesta. Perusrunkoon viillettyyn koloon liitetään varteoksa, jonka verso on viilletty toiselta puolelta ja alapäästä siten, että se asettuu perusrungon koloon (Kuva 2). Varteoksen viiltopinnan ja perusrungon kolon tulisi olla lähes yhtä pitkiä ja leveitä, jotta jälsikerrokset osuvat mahdollisimman vastakkain. Perusrungon verson tulee olla varttamiskohdassa suora ja tasainen.

Kaikissa varttamismenetelmissä varteoksa tulee asettaa perusrunkoon oikein päin. Varteoksen silmujen kärkiosien tulee osoittaa ylöspäin ja pois päin perusrungosta. Perusrungon koloon asetettu varteoksa sidotaan napakasti kiinni kuminauhalla tai parafiinikalvolla (Kuva 3). Vartettavasta kasvusta ja liitoskohdan sidontamateriaalista riippuen vartekohta voidaan peittää lisäksi erilaisilla vaha-aineilla haihdunnan estämiseksi. Kun varteoksa on lähtenyt selvästi kasvuun, katkaistaan perusrungon latva asteittain tai kerralla (Kuva 4). (Hartmann ym. 2011, 471, 478–479.) Pyykön (2016) mukaan perusrungon latvan lopullinen katkaisu tulisi tehdä mahdollisimman läheltä varteoksen liitoskohtaa, ettei perusrungon latvaan jää silmuja, jotka myöhemmin puhkeavat kasvuun.



Kuva 2. Metsäkuusen perusrungon koloon asetetaan viilletty varteoksa. Kuva: Kosti Kytöjoki



Kuva 3. Metsäkuusen erikoismuodon varteoksan sekä perusrungon jälsikerrokset asetetaan vastakkain ja sidotaan kiinni. Kuva: Kosti Kytöjoki



Kuva 4. Kuva on otettu seitsemän viikon kuluttua metsäkuusen erikoismuotojen varttamisajankohdasta ja perusrunkon latvaa on typistetty varttamisen jälkeen keran. Kuvan vasemmassa laidassa varteoksen silmut ovat pullistuneet ja aukeamaisillaan. Kuvan keskellä ja oikeassa laidassa varteoksen silmut ovat jo selvästi kasvussa.

3.2.2 Silmutus

Silmuttaminen on varttamisen kaltainen lisäystekniikka, jossa varteoksana toimii pelkkä silmu tai verson palassa kiinni oleva silmu. Silmuttamismenetelmiä on useita erilaisia lisättävästä kasvilajista riippuen. Lastusilmutus ja T-silmutus ovat yleisimpiä hedelmä- ja koristepuiden, sekä pensaiden lisäysmenetelmiä. (Hartmann ym. 2011, 418, 522.) Sekä lastusilmutuksesta että T-silmutuksesta jaloversoksi pyritään valitsemaan läpimitaltaan yhtä paksu, tai hieman kapeampi verso, kuin perusrunko on (Lewis & McEvan, 2008, 20).

Lastusilmutuksessa perusrunkoon liitetään silmu, joka on kiinni verson palassa. Ensin perusrunkoon tehdään 30–45 asteen kulmassa oleva viilto, jonka syvyys on korkeintaan $\frac{1}{4}$ rungon paksuudesta. Viillon yläpuolelta noin 2,5 cm päästä tehdään alaspäin rungon keskustaan suuntautuva viilto,

joka päättyy ensimmäisenä tehtyyn viiltoon irrottaen lastun puuainesta. Perusrungon koloon liitettävä silmu, varteoksa, viilletään irti lisättävän lajikkeen versosta samalla menetelmällä.

Silmun lastun ja perusrungon kolon muoto sekä pituus tulee olla mahdollisimman identtisiä. Silmu, joka on puulastussa kiinni, asetetaan perusrungon koloon siten, että versojen jälsikerrokset asettuvat vastakkain. Silmutuksen onnistumiseksi jälsikerroksien on asetuttava vastakkain verson molemmilta laidoilta, tai vähintään toiselta (Kuva 5).



Kuva 5. Lastusilmutuksessa jaloversosta viilletty lastussa kiinni oleva silmu siirretään perusrunkoon. Kuva: Kosti Kytöjoki

Perusrunkoon liitetyn varteoksan, eli lastussa kiinni olevan silmun, on pysyttävä paikoillaan asettamisen jälkeen. Varteoksa sidotaan välittömästi kiinni varttamisteipillä, parafilmillä tai kuminauhalla kuivumisen estämiseksi ja yhteenkasvun varmistamiseksi (Kuva 6). Lastusilmutusta käytetään yleensä hedelmäpuulajeilla ja puuvartisilla koristekasveilla kuten ruusuilla. (Hartmann ym. 2011, 520,521.)

Lastusilmutusta on tutkittu Ruotsissa metsäkuusella ja männyllä (Hajek 2009). Ruotsalaisten saamat tulokset lastusilmutuksessa ovat olleet niin hyviä, että lisäysmenetelmää voi ajatella kaupalliseen tuotantoon. Myös Alho (2016) mainitsi työssään Luonnonvarakeskuksen aiempia kokeiluja kesältä 2015 kuusen erikoismuotojen silmutuksesta. Alhon tuloksissa erikoismuotojen onnistuminen silmuttamalla oli noin 30 %.



Kuva 6. Metsäkuusen erikoismuodon silmutus. Paikalleen asetettu lastu sidotaan napakasti kuminauhalla, liian tiukka sidonta aiheuttaa myöhemmin vartteen kehitystä hidastavan kuristumisen. Kuva: Kosti Kytöjoki



Kuva 7. Lastusilmutetusta pöytäkuusikloonista vain silmu jää näkyviin sidonnan jälkeen, perusrungon kärkikasvu on katkaistu silmutuksen yhteydessä.

Hartmannin ym. (2011, 521–523, 525) ohjeiden mukaan T-silmutuksessa perusrungon läpimitta on noin 6–25 mm. Perusrungon tulee olla kasvuvaiheessa, jotta puun kuori irtoaa vaivattomasti ja silmulastu saadaan työnnettyä puun ja kuoren väliin (Lewis & McEvan 2008, 14).

T-silmutus tehdään juuren niskan yläpuolelle 5–25 cm korkeudelle. Perusrunkoon tehdään n. 2,5 cm pitkä pystyviilto. Poikittainen viilto, noin 1/3 perusrungon varren ympärysmitasta, tehdään pitkittäisen viillon yläpäähän. Vaaka- ja pitkittäisviiltojen yhtymäkohdan kuorikerros avataan veitsen kärjellä.

Jaloversosta viilletään silmu, joka on kiinni lastussa. Silmun lastu on noin 1,2 cm pitkä silmun alapuolelta ja noin 2,0 cm pitkä silmun yläpuolelta. Silmu lastussa työnnetään perusrungon T-muotoisen viillon kuoriliuskojen väliin niin että perusrungon ja silmun lastun vaakasuorat viillot osuvat kohdakkain. Silmulastu sidotaan napakasti kiinni kuminauhalla tai parafiinikallolla.

Alho (2016) totesi opinnäytetyönsä tutkimustuloksissa, ettei T-silmutus sovellu kuusen erikoismuotojen lisäykseen. Alhon 2014 suorittamissa kokeissa T-silmuttamalla lisättyjen erikoismuotojen silmut kehittyivät, mutta eivät lähteneet kasvamaan.

3.3 Perusrungon vaikutus

Hedelmäpuilla perusrungolla voidaan vaikuttaa puun kokoon, kasvutapaan, sadon määrään ja ajoitukseen, sekä taudin- ja talvenkestävyyteen. (Hartmann ym. 2011, 451–452, ks. myös Kallio 2014.) Havupuiden perusrungoilla lienee myös merkittäviä vaikutuksia vartettujen puiden kasvuun.

Melchiorin (1984) mukaan voimakaskasvuinen perusrunko metsäkuusella voi kiihdyttää myös varteoksan kasvua. On myös viitteitä, että perusrunko saattaa vaikuttaa kuusella pidemmällä aikavälillä puun muotoon ja lajikeominaisuuksiin (Jayawickrama, Jett & McKeand 1991). Hillier (1966) ja Welch (1966, 1991) kehottavat Teivosen (2010) mukaan jopa välttämään istuttamasta voimakaskasvuiseen perusrunkoon vartettuja kääpiömuotoja, sillä kääpiöivä kasvutapa voi myöhemmin muuttua.

Teivosen ja Raision (2011) mukaan Euroopassa, Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa havupuiden kääpiömuodot lisätään yleensä pistokkaista perusrungon vaikutusten välttämiseksi. Hillier (1966) ja Welch (1966, 1991) kehottavat Teivosen (2010) mukaan jopa välttämään istuttamasta voimakaskasvuiseen perusrunkoon vartettuja kääpiömuotoja, sillä kääpiöivä kasvutapa voi myöhemmin muuttua.

4 AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimukseen valitut erikoismuodot

Tutkimukseen valittiin Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun toimipaikan lisäystarhassa viljeltyjä erikoismuotoja. Lisäystarhan emotaimet on istutettu 2010 ja 2012. Tarhan erikoismuodot on valittu viljelyyn viheralan asiantuntijaraadin kanssa yhteistyössä (Nikkanen 2013a, 177).

Tutkimuksessa käytettiin kaikkiaan 11 kuusigenotyyppiä (Taulukko 2). Tutkimukseen valittiin sekä ohut että paksuversoisia erikoismuotoja varttamismenetelmien soveltuvuuden selvittämiseksi. Kaikki tutkimukseen valitut erikoismuotokloonit on esitelty alla.

Taulukko 2. Varttamiskokeessa mukana olevat metsäkuusen erikoismuodot. LS = lastusilmutus, SV = sivuliitevarttaminen

| Muoto | Tieteellinen nimi | Klooni | Emo- puun ikä, v | Varttamismene- telmä |
|-----------------|---|--------|------------------------|-------------------------|
| Kartiokuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>pyramidata</i> | K359 | 6 | LS / SV |
| Surukuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>pendula</i> | E479 | 8 | SV |
| Surukuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>pendula</i> | E2583 | 6 | SV |
| Surukuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>pendula</i> | K1487 | 8 | LS / SV |
| Kultasurukuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>pendula</i> × <i>aurea</i> | E11405 | 8 | LS / SV |
| Kultakuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>aurea</i> | K219 | 8 | SV |
| Pallolatvakuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>globosa</i> | E11387 | 8 | LS / SV |
| Pallolatvakuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>globosa</i> | E11388 | 8 | SV |
| Pallolatvakuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>globosa</i> | E11435 | 6 | SV |
| Pallolatvakuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>globosa</i> | E11437 | 60 | LS / SV |
| Pöytäkuusi | <i>Picea abies</i> f. <i>tabulaeformis</i> | E2165 | 6 | LS / SV |

Kartiokuusi *Picea abies* f. *pyramidata*, on Vellingin ym. (2011, 36–37) mukaan latvukseltaan tiheäoksainen ja säännöllisen kartiomainen. Kookkaan kartiokuusen latvuksen alaoksat ovat pitkiä ja oksakulma lähes suora, mutta ylempänä oksakulma on terävämpi. Tutkimuksen kartiokuusen kantapuu K359 valittiin Rautalammilta v. 1964 ja varteita istutettiin suuri määrä kuusen erikoismuotokokoelmaan Imatran Pelkolaan (Kuva 8). Kartiokuusi K359 on saanut lajikenimekseen 'Pelkola'. Julkisen viherrakentamisen lisäksi kartiokuusi sopii myös joulupuuviljelmille. (Nikkanen 2014, 175–176.)



Kuva 8. Kartiokuusi 'Pelkola' Imatran Pelkolassa. Kartiokuusen latvaosasta kerätään varteoksamateriaalia. Kuva: Teijo Nikkanen

Surukuusi, *Picea abies* f. *pendula*, on latvukseltaan kapea. Surukuusen oksat roikkuvat rungon myötäisesti alaspäin. Kantapuuksi valittu E479 löydettiin luontaisena esiintymänä Mäntsälän Sälinkään kylästä v. 1950. Surukuusi E479 on saanut lajikenimen 'Sälinkään Pilari' (Kuva 9). Surukuusten ulkomuodoissa on havaittu olevan melko paljon vaihtelua, E479 klooni ei kuulu kaikkein kapeimpiin surukuusiin. (Nikkanen 2013c, 185.)



Kuva 9. E479-surukuusia Haapastensyrjän rotupuistossa ja Punkaharjun Luken lisäystarhassa. Kuva: Teijo Nikkanen

Tutkimuksessa vartettiin myös ”kumopatakuusta”, *Picea abies* f. *cubans*, joka on valittu surukuusena. Kuvan 11 Tohmajärveltä peräisin olevan kantapuun K1487 vartteilta puuttuu kyky kasvaa pystysuunnassa (Nikkanen & Uimonen 2011, 81).



Kuva 10. ”Kumopatakuusi”, toiselta nimeltään mätäskuusi K1487 Imatran Pelkolassa 2014. Kuva: Teijo Nikkanen

Kultasurukuusella, *Picea abies* f. *aurea* × *pendula*, ”Haapasten kulta” ei ole vielä vakiintunutta nimeä. Kultasurukuusen kantapuu E11405 on syntynyt kahden surukuusen risteymästä Haapastensyrjän rotupuistossa Lopella (Kuva 10). (Nikkanen 2014.) Puun kasvutapa vastaa surukuusta, mutta aukeavien silmujen uusi kasvu on väriltään kullankeltainen. Keltainen väritys kasvussa säilyy usean viikon kasvukauden sääolosuhteista riippuen.



Kuva 11. Kultasurukuusi E11405 (*Picea abies* f. *pendula*) viiden vuoden ikäisenä Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun tutkimusaseman lisäystarhassa. Kuva: Teijo Nikkanen

Kultakuusen, *Picea abies* f. *aurea*, uudet versot ovat alkukesällä vaalean- tai kullankeltaiset. Keltaisen värin kesto määrittyy kasvukauden lämpöolosuhteiden mukaan, vähitellen keltainen väritys muuttuu vihreäksi. Tavanomaisesta poikkeava väritys johtuu mutaatiosta joka viivästyttää lehtivihreän kehittymistä. (Velling ym. 2011, 42.) Kokeeseen valitun kultakuusen K219 kantapuu on rekisteröity Viitasaarella v. 1951 (Kuva 12). Pistokaslisätyllä kultakuusella keltainen väritys säilyi seitsemän viikkoa kesällä 2015 tehdyssä kasvatapaseurannassa Luken Punkaharjun toimipaikalla. Joissakin kultakuusiyksilöissä keltainen väritys voi erottua vielä talvellakin (Oskarsson & Nikkanen 2001, 12).



Kuva 12. Kultakuusiklooni K219 (*Picea abies f. aurea*) Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun tutkimusaseman lisästarhassa. Kuva: Teijo Nikkanen

Tuulenpesä- tai pallolatvakuusen, *Picea abies f. globosa*, oksat haaroittuvat voimakkaasti (Kuva 13). Tuulenpesä syntyy silmussa tapahtuneen mutaation seurauksena. Mikäli mutaatio tapahtuu latvasilmussa, syntyy tuulenpesä puun latvaan, mutta se voi syntyä myös sivuoksiin (Velling ym. 2011, 39.) Nikkasen (2013, 183) mukaan pallomainen kuusi voi syntyä myös tuulenpesän siemenestä, tällöin puun muoto voi vaihdella suuresti munan-, kupumaisen-, ja puolipallonmuotoisesta epäsäännölliseen.

Tutkimukseen valitut tuulenpesäkuusikloonit E11387, E11388 ja E11437 on lisätty siemenestä Lohjalta löytyneestä tuulenpesäkuusesta. Ne löytyvät prof. Sakari Saarnijoen v. 1962 Punkaharjulle perustamasta siemensyntyisten tuulenpesäkuusien kokeesta. Niistä E11388 (Kuva 13) on kuvattu lajikkeeksi ja saanut lajikenimeksi 'Punkalatva'. (Nikkanen 2013b, 183.) Kokeessa mukana oleva tuulenpesäkuusiklooni E11435 on löytynyt Suomusjärveltä.



Kuva 13. Kuvan keskellä varttamalla lisättyjä pallolatvakuusen (*Picea abies* f. *globosa*) E11388 kuuden vuoden ikäisiä klooneja Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun tutkimusaseman lisästarhassa. Kuva: Teijo Nikkanen

Pöytäkuusi, *Picea abies* f. *tabulaeformis*, kasvaa enemmän leveyttä kuin korkeutta. Pöytäkuuselta puuttuu kokonaan ylöspäin kasvava pääranka. (Oskarsson & Nikkanen 2001, 23.) Pöytäkuusikantapuu E2165 valittiin Suomusjärveltä v. 1963. Haapastensyrjän rotupuistossa kasvavat 50-vuotiaat pöytäkuuset olivat korkeudeltaan 1,5 metriä ja latvuksen leveydeltään jopa 4 metriä. Pöytäkuusi E2165 on saanut lajikenimen 'Tapion Pöytä' (Kuva 14). Pöytäkuusi soveltuu koristekäyttöön niin yksittäisenä kuin puuryhmänäkin. (Nikkanen 2014, 177.)



Kuva 14. Pöytäkuusi, *Picea abies* f. *tabulaeformis*. Noin 20 vuotta vanha pöytäkuusi, ”Tapion pöytä”, on lisätty varttamalla Luonnonvarakeskuksen Punkaharjun tutkimusasemalla. Kuva: Teijo Nikkanen

4.2 Aineiston keruu ja käsittely

4.2.1 Koeolosuhteet ja perusrungot

Tutkimus suoritettiin Luonnonvarakeskus (Luke), Punkaharjun toimipaikassa keväällä ja kesällä 2016. Siinä tutkittiin kahta varttamistekniikkaa, lastusilmutusta ja sivuliitevarttamista. Varttamistekniikoiden tehokkuutta ja varteoksien saantoa eri erikoismuodoista selvitettiin samoin kuin selvitettiin vartteiden kasvuun lähtöä, sekä varttamisajankohdan vaikutusta. Varttaminen tehtiin ja vartteet kasvatettiin lämmittämättömässä muovikatteisessa kausihuoneessa.

Kokeessa käytetyt perusrungot olivat 2-vuotiaita metsäkuusen, *Picea abies*, siementaimia (Kuva 15). Perusrungot oli kasvatettu Taimityöllä Oy:n taimistolla metsätalouskäyttöön 49-kennostoissa. Tutkimukseen pyrittiin valitsemaan elinvoimaisimmat perusrungot. Kokeessa käytettyjen perusrunkojen paksuudet vaihtelivat 6–10 mm välillä.



Kuva 15. Kokeessa perusrunkoina käytettyjä metsäkuusen, *Picea abies*, 2-vuotiaita siementaimia.

Varteoksien silmujen kehitysasteen määrittämisessä apuna käytettiin tehokkaan lämpösumman kertymää (d.d). Lämpösumma saadaan laskemalla vuorokausien keskilämpötilojen määritetyn raja-arvon (+ 5 °C) ylittävä aste-summa. (Fagerstedt ym. 2008, 112).

4.2.2 Varteoksien keruu ja käsittely

Varteoksat kerättiin lisästarhoista 6–8-vuotiaista emopuista, ainoastaan kloonit E11437 kerättiin 60-vuotiaasta emopuista tutkimusalueelta. Varteoksat otettiin sekatooreilla puiden yläosan oksien latvoista. Kerätty varteoksamateriaali, edellisen kesän kasvu, leikattiin saksilla verson kärkiosasta. Lastusilmutettavien oksien pituudet vaihtelivat 11–21 cm ja paksuudet 3–6 mm välillä. Varteoksia kerättiin hieman yli arvioidun tarpeen. Kutakin silmuvartettavaa kloonit kerättiin seitsemän varteoksa, jotta kymmenen vartetta saatiin varmasti tehtyä. Poikkeuksena kääpiömuoto E11437 jota kerättiin 13 varteoksa kymmenen lastusilmutuksen varmistamiseksi.

Lastusilmutettavat oksat kerättiin kolmena eri ajankohtana 3.–10.5 kloonit kerrallaan emopuista Minigrip-pusseihin ja silmutettiin välittömästi oksien valmistelun jälkeen. Sivuliitevartettavat varteoksat kerättiin 4.5.2016 lämpösumman ollessa 45 d.d. Varteoksat säilytettiin varttamisajankohtaan saakka kylmiössä, jonka lämpötila oli + 2 °C.

Sivuliitevartettavien oksien pituus oli 5–10 cm ja paksuus 4–6 mm välillä. Varteoksia sivuliitevarttamiseen kerättiin 25 kpl jokaista kloonit, jotta 20 vartetta saatiin varmasti tehtyä. Kääpiömuotoisten kloonien oksamateriaali oli selvästi keskimääräistä varteoksamateriaalia lyhyempää ja kapeampaa.

Lastusilmutettavat oksat valmistettiin varttamiskelpoisiksi neulaset poistamalla. Neulaset leikattiin saksilla lyhyiksi vahingoittamatta varteoksan

runko-osaa. (Kuva 16) Kun varteoksa oli neulasista paljas, se asetettiin odottamaan varttamista kostean rätin alle oksan kuivumisen ehkäisemiseksi.



Kuva 16. Vasemmalla kerättyjä jaloversoja lastusilmutettavaksi. Oikealla jaloversot on valmisteltu neulasettomiksi lastusilmutusta varten. Kuva: Kosti Kytöjoki

Sivuliitevartettavat oksat leikattiin samalla tavalla neulasista paljaiksi, varteoksan päähän jätettiin kuitenkin pieni ”tupsu” leikkaamattomia neulasia (Kuva 17). Leikkaamattomat neulaset mahdollistavat varteoksan yhteyttämiskyvyn ja elossapysymisen yhteenkasvun aikana (Teivonen 2010). Sekä varteoksien keruu, että oksien valmistelu kelloitettiin klooniikohtaisesti. Ajanotto tapahtui sekuntikellolla.



Kuva 17. Vasemmalla on sivuliitevartamiseen soveltuva varteoksa ja oikealla varteoksa valmisteltuna vartettavaksi. Kuva: Kosti Kytöjoki

4.2.3 Varteoksien saannon arviointi

Varteoksien saantoa arvioitiin kustakin klooniasta laskemalla leikkaamattoman emopuun elinvoimaisimmat varttamiskelpoiset kärkiversot. Varteoksien määrä laskettiin kolmesta puuyksilöstä / valittu klooni ja saannosta laskettiin keskiarvo. Saannon laskennassa huomioitiin vain puun elinvoimaisimmat varttamiskelpoiset kärkiversot noin 1/3 puun yläosasta.

4.3 Tutkimuksessa käytetyt varttamismenetelmät

4.3.1 Lastusilmutus

Lastusilmutus tapahtui kolmessa erässä. Kolmella varttamiserällä haluttiin selvittää, onko silmun kehitysasteella merkitystä vartteen onnistumiseen. Kussakin lastusilmutuserässä lisättiin kuutta valittua erikoismuotoa, jokaista tehtiin 10 vartetta (Taulukko 2). Yhteensä lastusilmutuksia tehtiin 180 kappaletta.

Kokeen ensimmäinen lastusilmutuserä tehtiin 3.5.–4.5.2016 lämpösumman ollessa 38 ja 45 d.d. Toinen lastusilmutuserä tehtiin 6.5.–7.5.2016 jolloin lämpösumma oli 62 ja 71 d.d. Kolmas lastusilmutuserä silmutettiin 9.5.–10.5.2016 lämpösumman ollessa 90 ja 98 d.d.

Lastusilmuttamisen ensimmäinen työvaihe oli varteoksien keruu Minigrip-pusseihin. Tämän jälkeen varteokset valmisteltiin neulasettomiksi saksilla. Varttaja arvioi tarvitsemansa varteoksamäärän niissä olevien käyttökelpoisten silmujen määrän perusteella, eikä aina jokaista kerättyä oksaa valmisteltu. Varteoksien tarve kymmenen silmuvartteen valmistamiseen oli keskimäärin neljä kappaletta. Pienisilmuisen E11437-kloonin varteoksien tarve oli 10 kpl. Kun tarvittavat varteokset oli valmisteltu, aloitettiin silmuttaminen.

Lastusilmutus tapahtui pöydän ääressä istuen. Ensin varttaja valitsi mahdollisimman saman paksuisen varteoksen ja perusrungon. Seuraavaksi nypittiin neulaset ja leikattiin oksia perusrunkoon tehtävän silmutuskohdan ympäriltä. Varttamiskohdan korkeus perusrungossa määräytyi varteoksen paksuuden perusteella. Varteoksa pyrittiin sijoittamaan perusrungon toiseen vuosikasvaimeen. Valitussa silmutuskohdassa perusrunko kasvoi suoraan.

Varttaja viilsi haluamansa silmun oksan kappaleessa varteoksasta. Seuraavaksi perusrungon neulasista paljaaksi nypittyyn kohtaan viillettiin silmun oksankappaletta vastaava kolo. Silmu oksankappaleessa asetettiin perusrunkoon viillettyyn koloon niin, että vähintään toisen laidan jälsikerrokset osuivat kohdakkain. Asettamisen jälkeen liitos sidottiin napakasti kuminauhalla, jonka mitat olivat 0,8 cm × 24 cm. E11437 kloonissa käytettiin pienempää 0,6 cm × 16 cm kuminauhaa jolla kapeaversoisen varteoksen sitoaminen oli helpompaa.

Lastusilmutetut taimet asetettiin 49-kennoon siten että taimirivien välille jäi yksi tyhjä kennoston lokero. Kun kymmenen kappaletta klooneja oli silmutettu kennoon, perusrungon latva typistettiin vartekohtaisesti. Typistämisessä poistettiin 2,0–5,0 cm vartteen latvasta silmutuskohdan korkeuden perusteella. Kun vartteiden latvat oli typistetty, ajanotto lopetettiin ja varttamiseen käytetty aika kirjattiin ylös. Vartteet koulittiin kahden viikon kuluttua silmuttamisesta 18.5.2016 49-kennosta 25-kennoon Kekkilän White 420 F6 peruslannoitettuun rahkaturpeeseen (Kuva 18).



Kuva 18. Sivuliitevartteet ja lastusilmutukset koulinnan jälkeen 18.5.2016. Kuva: Kosti Kytöjoki

4.3.2 Sivuliitevarttaminen

Sivuliitevarttaminen aloitettiin 11.5.2016 lämpösumman ollessa 101 d.d. Varttaminen tehtiin 11.5.–13.5 ja 16.5.–17.5.2016 välisenä aikana. Varttamiseen käytetyt varteokset säilytettiin Minigrip-pusseissa kuusi päivää kylmiössä + 2 °C:ssa ennen varttamisen aloittamista.

Kylkivartteita tehtiin 20 kappaletta kutakin samaa kuutta erikoismuotoa kuin lastusilmutuksia (Taulukko 2). Lisäksi sivuliitevartteita tehtiin myös viidestä muusta kuusen erikoismuodosta, jokaista kloonina 20 kappaletta. Sivuliitevartteita tehtiin yhteensä 220 kappaletta.

Loppukesän sivuliitevartteet tehtiin 28.8.2015 jolloin lämpösumma oli 1037 d.d. Vartteita tehtiin yhteensä viidestä kloonista, jotka kaikki olivat samoja klooneja kuin 2016 vuoden kokeessa, lukuun ottamatta surukuusta E479, 'Sälinkään Pilari'. Kutakin kloonina tehtiin 30 kpl eli yhteensä 150 kpl. Vartteet tehtiin samassa työtilassa kuin kesän 2016 vartteet. Loppukesän vartteet teki ammattivarttaja.

Molemmat varttamismenetelmät suoritettiin samoissa tiloissa Luken kasvihuoneilla. Sivuliitevarttaminen suoritettiin istuen pöydän ääressä. Perusrunkoina käytettiin samoja 2-vuotiaita siementaimia kuin lastusilmutuksissa. Sivuliitevarttamisessa perusrunkon kylkeen tehtiin hahlo, johon samalla tavalla viilletty varteoksa asetettiin. Liitoskohta sidottiin napakasti kuminauhalla.

Sekä lastusilmutus että sivuliitevarttaminen toteutettiin yhden työntekijän panoksella. Työntekijä keräsi, valmisteli ja kellotti varteoksien keruuseen ja valmisteluun käytetyn ajan. Ainoastaan sivuliitevarttamiseen käytetyn varteoksamateriaalin keräsi avustava henkilö.

4.4 Vartteiden hoito ja seuranta

4.4.1 Vartteiden hoito

Lastusilmutuksille ja sivuliitevartteille tehtiin niin sanottu tilaa-antava leikkaus 6.6.2016. Leikkauksessa vartteiden perusrungon latvaa typistettiin ta-pauskohtaisesti. Perusrungon latvan typistämällä pyrittiin ohjaamaan nes-tevirtauksen ja ravinteiden kulkeutuminen varteoksan silmuihin. Toinen kasvua ohjaava leikkaus tehtiin kaikille vartteille hillitysti 17.6.2016 jossa latvaosan kärkiversoja typistettiin 1,5–2,0 senttimetriä. Kolmannen kerran 12.7.2016 vartteiden perusrunkoja karsittiin yksilöllisesti taimen kasvun ja kehityksen mukaan taimista, joiden varteoksa oli kasvussa (Kuva 19).



Kuva 19. Sivuliitevartettu pöytäkuusi E2165 noin kolmen kuukauden päästä varttamisesta. Perusrungon latva on kokonaan katkaistu. Kuva: Kosti Kytöjoki

Vartteiden kastelu ja lannoitus suoritettiin manuaalisesti. Taimien kasvu-alustan annettiin kuivahtaa hieman kastelujen välissä. Hellepäivinä taimia sumutettiin letkulla kaksi kertaa päivässä. Vartteet lannoitettiin ensimmäi-

sen kerran kuuden viikon kuluttua varttamisesta. Kastelulannoitteen väkevyyks ensimmäisellä lannoituskerralla oli 1.8 ms/cm. Lannoitteena käytettiin Taimi-Suprex NPK 19-4-20.

Kokeen aikana taimissa havaittiin ensimmäisen kerran havukirvoja 6.6.2016. Havaintojen perusteella kirvoja oli koko osastolla, jossa koe suoritettiin. Havukirvoja torjuttiin seoksella, joka sisälsi mäntynestesaippuaa ja vettä 2:5. Ruiskutukset tapahtuivat sumuttamalla viileää vesi-saippuainuosta kasvustoon tasaisesti kirvoja havaittaessa noin kahden viikon välein.

4.4.2 Vartteiden kasvun seuranta

Sivuliitevartteiden ja lastusilmutusten kasvuseurannan aineisto koostui sekä keväällä 2016 että loppukesällä 2015 vartetuista erikoismuodoista. Kaudella 2015 vartettiin samoja klooneja kuin keväällä 2016. Kasvunseurannassa selvitettiin vartteiden kasvuun lähdön ajankohta, verson pituuskasvu ja varttamisajankohdan merkitys vartteen kehitykselle lämmittämättömissä kasvihuoneolosuhteissa.

Lastusilmutusten verson kasvu mitattiin viivaimen mitta-asteikolla kasvuun lähteneen silmun tyveltä verson kärkisilmuun. Verson pituuden mittaus suoritettiin kasvun päätyttyä 3.8.2016. Sivuliitevartteissa yhdestä varteoksa saattoi lähteä kasvuun useampikin verso. Sivuliitevartteiden versojen pituudet mitattiin kuten lastusilmutuksissa ja kasvuun lähteneistä versoista laskettiin keskiarvo vartteen verson pituuskasvulle. Loppukesällä 2015 vartettujen taimien verson kasvu mitattiin 2.8.2016.

4.4.3 Varttamiskohdan anatominen tarkastelu

Keväällä 12.5.2016 sivuliitevartetusta pallokuusen E11388 ja pöytäkuusen E2165 vartteista tehtiin käsivaraleikkeitä laboratorio-olosuhteissa 6.10.2016. Käsivaraleikkeet leikattiin vartekohdasta, jossa perusrunko ja varteoksa kasvavat yhteen. Leike tehtiin vartekohdan keskiosasta ja se oli paksuudeltaan noin 0,3–0,5 mm. Leikkeet tehtiin skalpellin ja pinsettien avulla Petrimaljan päällä. Kun onnistunut käsivaraleike saatiin leikattua, se asetettiin stereomikroskoopissa olevalle Petrimaljalle, jossa oli 70 % etanolia solukon kuivumisen estämiseksi. Leike upotettiin alkoholiin pinsettien avulla siten että alkoholi imeytyi leikkeeseen. Kun mahdollisimman tasaisesti leikattu käsivaraleike oli kyllästynyt alkoholista, se kuvattiin stereomikroskoopin kameralla.

5 TULOKSET

5.1 Varteoksien saanto ja varttamisen työmenekki

Varteoksia kerättiin 6–8 vuoden ikäisistä emopuista, jotka olivat noin 1–2 metrin mittaisia. Keskimäärin tällaisesta puusta laskettiin saatavan 18 varttamiseen soveltuvaa oksaa.

Pallolatvakuusista saatiin laskennassa 15 kpl varttamiskelpoista kärkiver-soa / emotaimi. Kuusivuotiaan kartiokuusen laskettu varteoksasaanto oli suurin 18 kpl. Jalostamalla aikaansaadut punapallokloonin, pallolatvakuusi × purppurakuusi, E11394, lajikenimeltään 'Punahilkka' varteoksasaanto oli pienin viisivuotiailla taimilla 11 kpl.

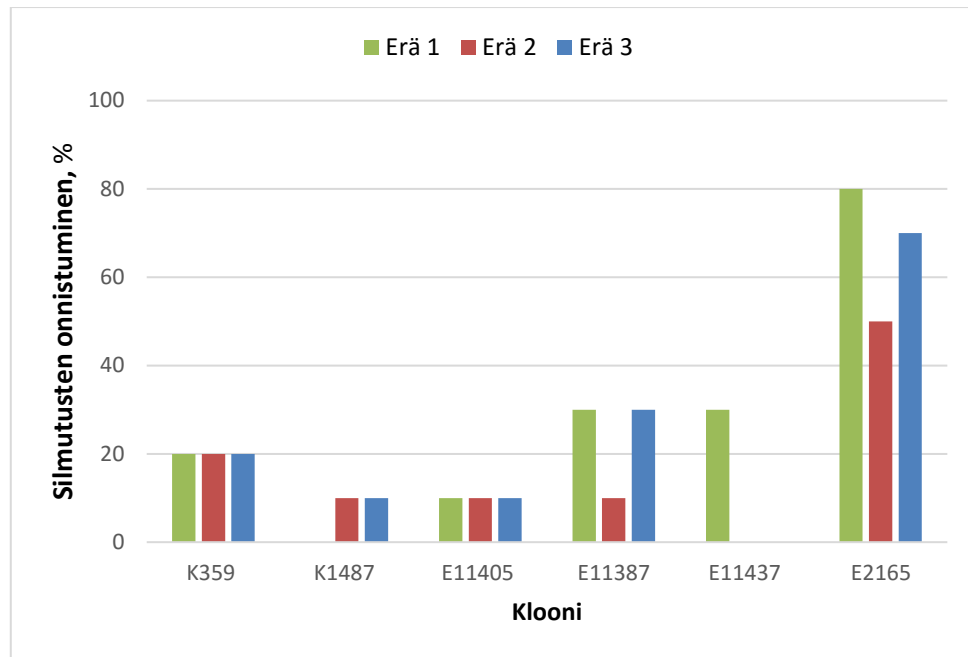
Varttamiseen kuluva aika mitattiin molemmille varttamistekniikoille. Yhden lastusilmutuksen tekemiseen kului aikaa keskimäärin 5 minuuttia ja sivuliitevartteen tekemiseen 4 minuuttia.

5.2 Varttamisen onnistuminen

5.2.1 Lastusilmutus

Lastusilmutus tehtiin kolmessa erässä. Ensimmäinen silmutuserä tehtiin 3.5–4.5.2016 tehoisälämpösumman ollessa 38 ja 45 d.d. Toinen silmutuserä tehtiin 6.–7.5 lämpösumman ollessa 62 ja 71 d.d. Kolmas 9.–10.5 lämpösumman ollessa 90 ja 98 d.d (Kuvio 1).

Ensimmäisessä silmutuserässä onnistuminen oli keskimäärin 28 % (± 11), toisessa erässä 17 % (± 7) ja kolmannessa 23 % (± 10) (Kuvio 1). Tuulenpesäkuusikloonin E11437 lastusilmutukset onnistuivat vain ensimmäisessä erässä, jossa onnistuminen oli 30 %. K1487 onnistuminen oli ensimmäisessä erässä 0, mutta toisessa ja kolmannessa erässä 10 %.



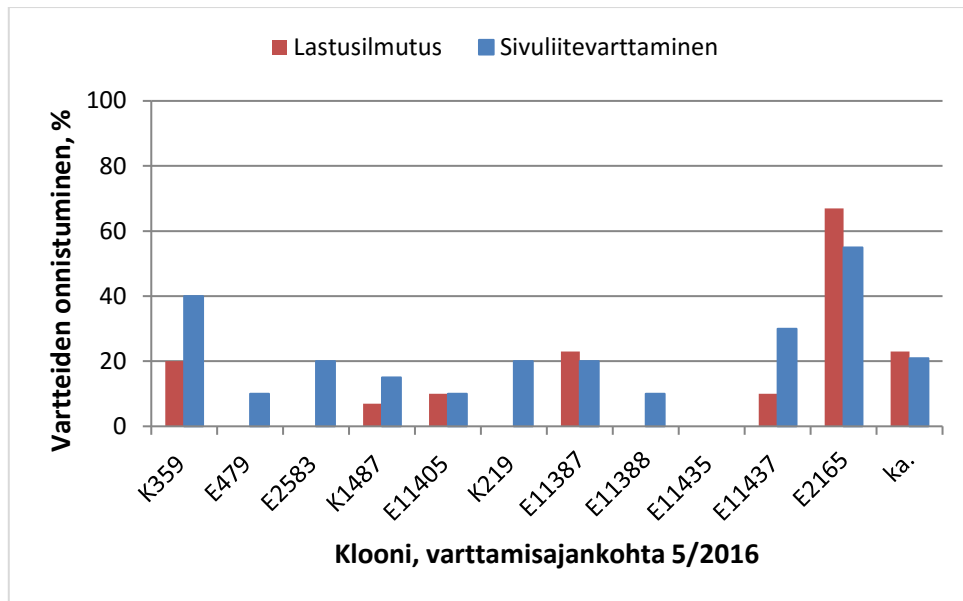
Kuvio 1. Silmutus-erien onnistuminen kuudella eri erikoismuotokloonilla kolmessa erässä. Erä 1 3.–4.5., erä 2 6.–7.5. ja erä 3 9.–10.5.2016.

Pöytäkuusiklooni E2165 onnistui parhaiten, 67 % lastusilmutuksista lähti kasvuun. Kartiokuusen K359 ja tuulenpesäkuusen E11387 onnistuminen oli noin 20 % ja kokeen muut kloonit jäivät 10 prosenttiin. Kaikista lastusilmutuksista onnistuminen oli 23 % (± 9). (Kuvio 1).

5.2.2 Sivuliitevarttaminen

Sivuliitevartteet tehtiin viiden päivän aikana 11.–17.5.2016. Vuorokauden keskilämpötila oli varttamispäivinä 8–15 °C ja lämpösumma kohosi tänä aikana 101 d.d.:stä (11.5) 135 d.d.:hen (17.5).

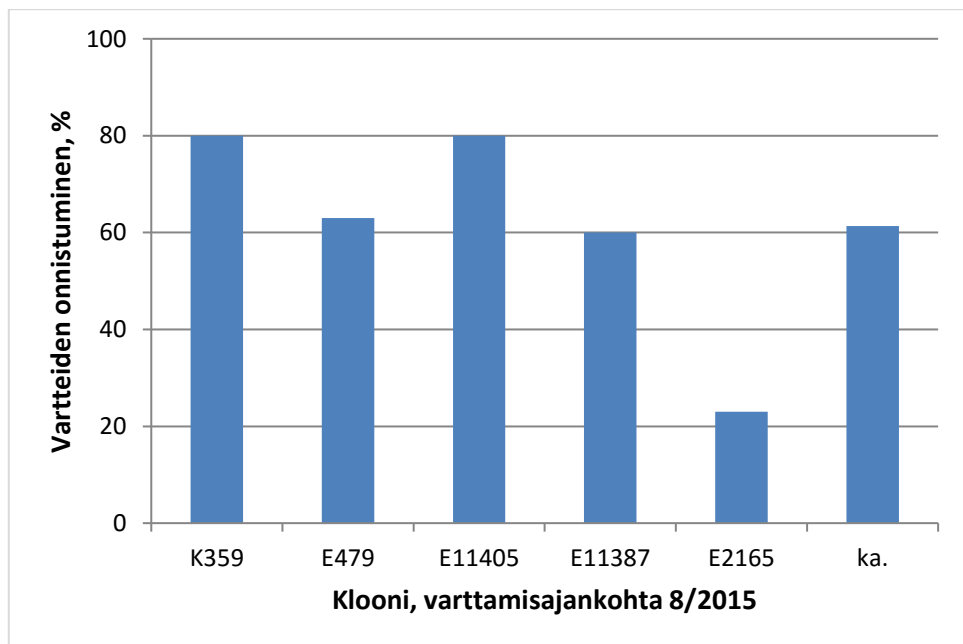
Sivuliitevarttaminen tehtiin 11 kloonilla ja onnistuminen oli keskimäärin 21 % (± 5), kun se lastusilmutuksessa oli 23 % (± 9) (Kuvio 2). Parhaiten sivuliitevartteista onnistui pöytäkuusi E2165, kuten silmutuksessakin. Vartteista 55 % lähti kasvuun. Kartiokuusen K359 onnistuminen oli 40 %. Muiden kloonien onnistuminen vaihteli 10–30 prosenttiin. Pallolatvakuusen E11435 vartteet eivät onnistuneet ollenkaan.



Kuvio 2. Sivuliitevartteiden onnistuminen 11 metsäkuusen kloonilla. Vertailuna lastusilmuksen onnistuminen kuudella tutkimuksessa mukana olleilla kloonilla.

5.2.3 Loppukesän sivuliitevarttaminen

Loppukesän vartteet tehtiin 28.8.2015 jolloin d.d oli 1037. Loppukesällä kylkivartetun kartiokuusen K359 ja kultasurukuusen E11405 kasvuunlähtöprosentit olivat 80 (Kuvio 3). Matalin onnistuminen 23 % oli E2165 pöytäkuusella. Loppukesän kylkivartteiden kasvuunlähdön onnistuminen oli yhteensä 61 % (± 10). Loppukesän sivuliitevartteet teki ammattivarttaja, joka on tehnyt työtä vuosien ajan, useita satoja vartteita vuodessa.



Kuvio 3. Loppukesän 2015 sivuliitevartettujen metsäkuusen erikoismuotojen onnistuminen.

5.3 Vartteiden kasvu

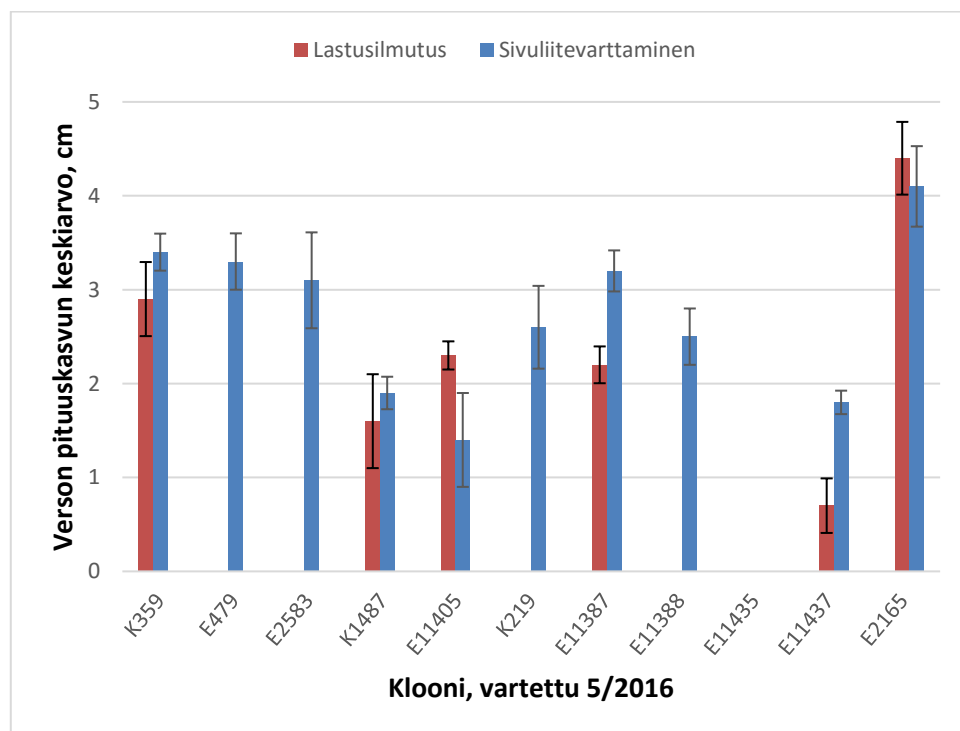
Kloonin E2165 lastusilmutukset lähtivät ensimmäisenä kasvuun. Ensimmäiset avautuneet silmut havaittiin 34 päivän kuluttua varttamisesta. Sivuliitevartteista ensimmäisinä kasvuun lähtivät E2165 ja K359 35 päivän kuluttua varttamisesta. Suurin osa lastusilmutuksista ja sivuliitevartteista lähti kasvuun 35–50 päivän kuluttua varttamisesta.

Pöytäkuusi E2165 kasvoi eniten pituutta kasvukauden aikana, lastusilmutetun pöytäkuusen kasvun keskiarvo oli 4,5 cm ja sivuliitevartetun 4,0 cm.

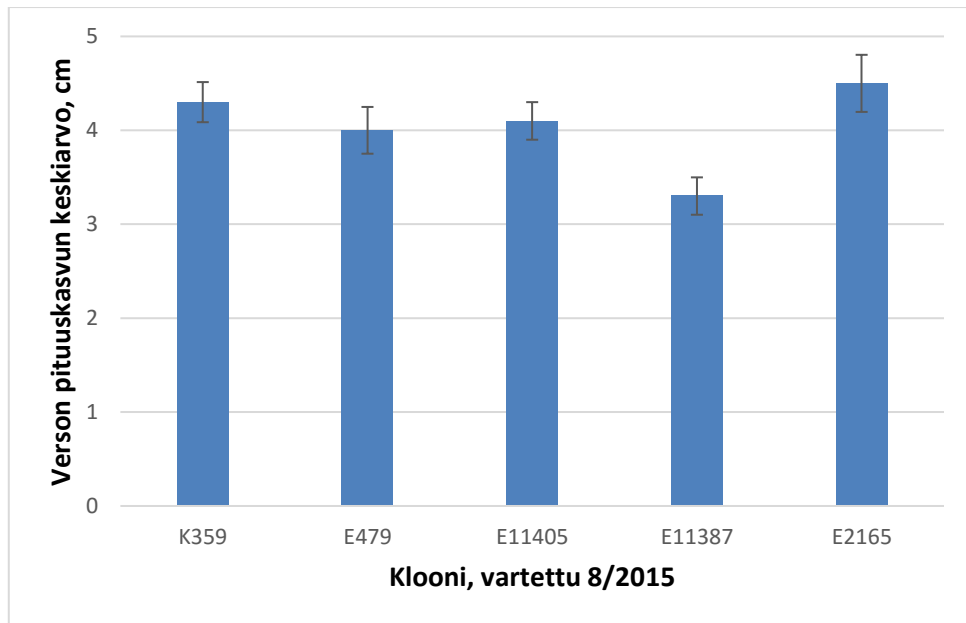
Verson pituuskasvu varttamista seuraavana kasvukautena mitattiin kuudesta lastusilmutetusta ja kymmenestä sivuliitevartetusta kloonista, sekä loppukesällä 2015 vartetusta viidestä kloonista. Lastusilmutetut kasvoivat keskimäärin 2,5 cm ja sivuliitevartetut 3,0 cm (Kuvio 4). Enimmillään vartverso kasvoi lastusilmutuksessa 7,5 cm ja sivuliitevartteessa 6,5 cm.

Loppukesällä 2015 sivuliitevartetut versot kasvoivat varttamista seuraavana kasvukautena keskimäärin 4,0 cm (Kuvio 5). Enimmillään vartverso kasvoi kloonilla E2165 loppukesän vartteilla 7,5 cm.

Suurimmat erot genotyyppien versojen pituuskasvussa on nähtävissä E2165 ja E11437 kloonien välillä. Sivuliitevartetettujen ja lastusilmutettujen E2165 versot kasvoivat keskimäärin 3 cm enemmän pituutta kuin E11437 versot.



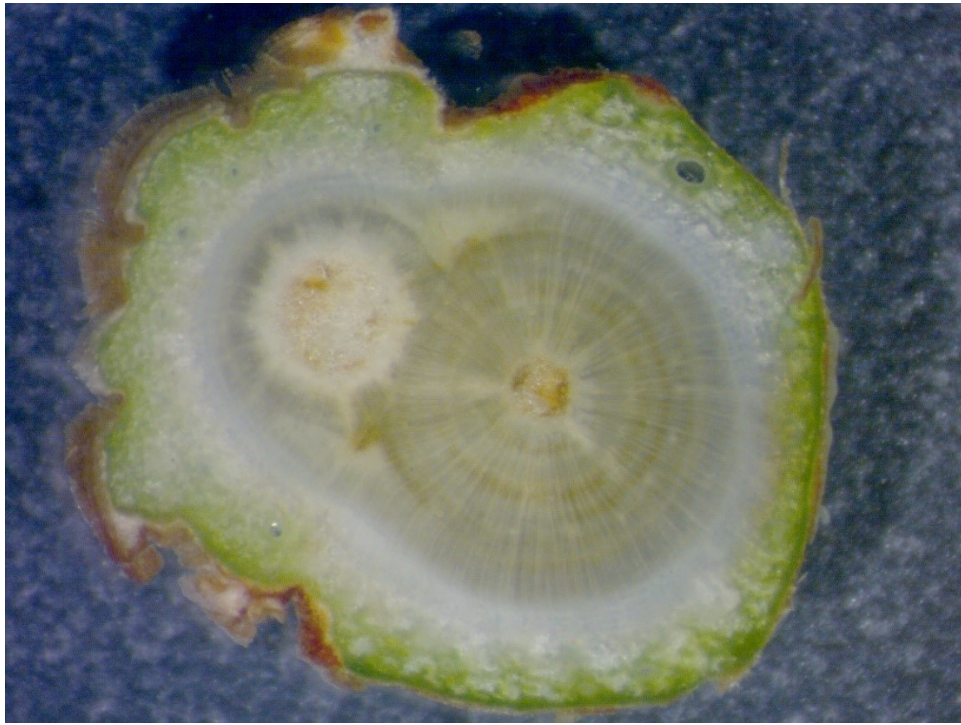
Kuvio 4. Metsäkuusen vartteversion pituuskasvun keskiarvo ja keskivirhe kasvihuoneolosuhteissa ensimmäisenä kasvukautena mitattuna 3.8. pituuskasvun päätyttyä.



Kuvio 5. Loppukesän 2015 metsäkuusen sivuliitevartteiden verson pituuskasvun keskiarvo ja keskivirhe mitattuna 2.8.2016.

5.3.1 Varttamisen anatominen tarkastelu

Sivuliitevartteiden onnistumista tarkasteltiin myös varttamiskohdasta tehtyjen käsivaraleikkeiden mikroskooppitarkastelun avulla. Varttamisen onnistuminen leikkeestä näkyy selvästi. Leikkeen oikealla puolella on perusrunko ja vasemmalla liitetty varteoksa. Varteoksan ja perusrungon solukot ovat kasvaneet hyvin yhteen (Kuva 20).



Kuva 20. Stereomikroskooppikuva sivuliitevartteen E11388 vartekohdan läpileikkauksesta. Oikealla puolella perusrunko johon liitetty varteoksa on kasvanut kiinni. Kuva: Kosti Kytöjoki

6 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Kokeen tulokset osoittavat, että lastusilmutus onnistuu metsäkuusen erikoismuodoilla. Kotimaista tutkimusta lastusilmutuksesta kuusen erikoismuodoilla ei ole virallisesti aiemmin tehty. Ruotsalaisten tutkimusten mukaan lastusilmutus on mahdollista metsäkuusella kaupallistakin tuotantoa ajatellen, kun onnistuminen on ollut noin 90 %. (Hajek 2009).

Kokeen lastusilmuserien ajankohtien välillä ja silmun kehitysasteella ei ollut merkittävää eroa onnistumiseen. Silmutettujen kloonien välillä ero oli selkeämpi. Ainakin niin että yksi kloni, pöytäkuusi E2165, onnistui parhaiten sekä lastusilmuttamalla että sivuliitevarttamalla.

Sivuliitevarttamisen tiedetään entuudestaan olevan toimiva ja yleinen varttamismenetelmä metsäkuusen erikoismuodoilla (Teivonen 2011). Tämän kokeen tuloksista ilmenee, että sivuliitevarttaminen ja lastusilmutus onnistuivat kokeen varttajalla suunnilleen yhtä hyvin. Saanto oli kuitenkin alhainen.

Varttamiskokeen alhaiseen saantoon lienee vaikuttanut varttajan tekninen osaaminen ja aiempi kokemus havupuiden varttamisesta. Varttajan aiempi kokemus havupuiden varttamisesta perustui koetta edeltävänä kesänä tehtyihin noin 150 kpl erikoismuotojen varteita. Vertauskohtana mainittakoon, että ammattivarttajalla joka on tehnyt vuosien aikana tuhansia varteita, onnistuminen on normaalisti 80–100 % kloonista riippuen (Pyykkö 2016). Varttaminen on ammattitaitoa vaativaa käsityötä, joka karttuu kokemuksen myötä. Oikean varttamistekniikan lisäksi onnistumiseen vaikuttaa

myös koko varttamisketjun eri työvaiheiden onnistuminen. (Hartmann ym. 2011, 433–434).

Kokeiden tulokset osoittavat, että lastusilmutus vaatii useimmilla metsäkuusen erikoismuodoilla huomattavasti vähemmän oksamateriaalia kuin sivuliitevarttaminen saman vartemäärän tekemiseksi. Tällä voi olla merkitystä, jos lisäysaineistoa on rajoitetusti saatavilla. Toisaalta tämän kokeen tulokset osoittivat lastusilmutuksen vaativan hieman enemmän työaikaa kuin sivuliitevarttaminen yhtä tehtyä vartetta kohden. Syynä tähän on mm. se, että lastusilmutuksessa jaloversosta on poistettava enemmän neulasia ja että tavanomaista pienemmän silmulastun käsitteleminen on teknisesti hankalampaa.

Tämän työn tulosten perusteella varteoksien vuosittainen saanto lisäästarhassa kasvavista, 6–8-vuotiaista emopuista jäisi melko vähäiseksi, selvästi alle 20 kpl / emopuu. Jälkikäteen ajatellen rajausta varttamiskelpoisten kärkiversojen laskemisesta vain puun ylimmästä kolmanneksesta oli turhan tiukka, sillä elinvoimaisia varteoksia voidaan kerätä myös alemmasta. Puun yläosien käyttöä lisäysaineistona puoltaa se, että niistä lisätyssä aineistossa on havaittu vähemmän kasvutapaongelmia, kuten maanmyötäistä kasvutapaa, kuin alaosista kerätyissä (mm. Nikkanen, Heiska & Aronen 2012). Varteoksiksi kelpaavien versojen laskemista vaikeuttaa se, että perusrunkomateriaalista riippuen osa verson kärjistä voi olla liian paksuja vartettavaksi, ja toisaalta taas sivuversot voivat olla liian hentoja.

Vartteiden kasvuunlähtö tapahtui odotetusti. Osa kokeen varteista lähti kuitenkin selvästi muita myöhemmin kasvuun. Syynä voi olla perusrunkon kasvuvoima, sillä merkkejä kloonikohtaisesta myöhäisestä kasvuunlähdestä ei ollut. MacDonaldin (2014, 54) mukaan metsäkuusen vartteiden jälkikerroksen muodostuminen, joka mahdollistaa yhteyttämistuotteiden kulkeutumisen varteverson silmuihin, kestää 21–42 päivää. Kokeen taimet lähtivät pääosin kasvuun 35–50 kuluttua varttamisesta.

Vartteiden verson kasvu kesän aikana oli melko hidasta. Tämä selittynee osittain sillä, että taimet pidettiin koko kasvukauden ajan kasvihuoneessa. Versojen pituuskasvun erot kloonien välillä kuvastavat myös genotyypin kasvutapaa. Kaikkein pallomaisimman tuulenpesäkuusen verso kasvaa alle 1 cm kasvukaudessa kasvutapansa takia. Jälkeenpäin ajatellen taimet olisi kannattanut laittaa alusta alkaen suurempiin ruukkuihin. Keväällä saatu perusrunkomateriaali oli osittain avojuuritaimia, joissa osassa oli hyvin hento juuristo, mikä on voinut osaltaan vaikuttaa taimen kasvuun. Hajekin (2009) tutkimuksessa verson kasvu vaihteli kasvukaudella 10–16 cm välillä.

Kokeen tuloksista on havaittavissa, että loppukesän varttaminen ammattivarttajan tekemänä onnistuisi niin hyvin, että tämä ajankohta voisi olla vaihtoehtoinen varttamisajankohta kaupallistakin tuotantoa ajatellen. Kokeen loppukesän varttamisen onnistuminen poikkesi selvästi ammattivarttajan normaalista onnistumisesta. Vartteiden 60 % onnistumiseen on voinut vaikuttaa ajankohdan lisäksi myös jaloversojen laatu. Jaloversomateriaali loppukesällä vartettaessa on kuluneen kasvukauden versoja, täten vartettavat

silmut eivät ole vielä karaistuneet talven aikana. Silmun fysiologisella kehityksellä voisi kuvitella olevan vaikutusta onnistumiseen.

Teivosen (2011) pro gradu-tutkielman tuloksista selvisi, että perinteinen sivuliitevarttaminen ei sovellu hyvin kääpiöiville pallomuodoille. Vartettu taimi ei ole kasvun edetessä esteettisesti kaunis. Lastusilmutus voisi soveltaa ainakin joillekin erikoismuodoille, kuten kääpiömuodoille, mutta sen vaikutusta taimen kasvatapaan tulisi seurata. Menetelmää voisi myös soveltaa, mikäli lisättävää lähtömateriaalia on vain rajoitetusti saatavilla.

LÄHTEET

- Alho, S. (2016). *Metsäkuusen erikoismuotojen lisääminen silmustamalla ja mikropistokkaista*. Opinnäytetyö. Puutarhatalouden koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 1.1.2017 osoitteesta <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106060/OPN%202.pdf?sequence=1>
- Aronen, T. (2011). Erikoismuotojen lisäysmenetelmät. Teoksessa T. Nikkanen & P. Velling (toim.) *Metsäpuiden erikoismuodot – Koristepuita viherrakentamiseen*. Keuruu: Metsäkustannus, 93–99.
- Beeson, R. & Proebsting, W. (1989). Physiology and culture of *Picea pungens* ‘Hoopsi’/*Picea abies* grafts. *Ornamentals Northwest archives* 13 (2), 9–12. Haettu 13.9.2016 osoitteesta <http://horticulture.oregonstate.edu/system/files/onn130209.pdf>
- Blada, I. & Panea, T. (2011). Improvement of grafting procedures of the ornamental species: I. *Picea pungens* Engelm. Var. *glauca* Regel. *Ann. For. Res.* 54(2): 185–196. Haettu 31.8.2016 osoitteesta <http://www.editurasilvica.ro/afr/54/2/blada.pdf>
- Fagerstedt, K., Linden, L., Santanen, A. ja Väinölä, A. 2008. Kasvioppi, Siemenestä satoon. Helsinki: Edita.
- Hajek J. (2009). Chip-budding and apical grafting – breeder’s tools. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute* 114: 34 – 38. *Vegetative propagation of conifers for enhancing landscaping and tree breeding*. Haettu 13.9.2016 osoitteesta <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp114-08.pdf>
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. Jr. & Geneve, R.L. (2011). *Hartmann & Kester’s Plant Propagation, Principles and Practices*. Eight Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hillier, H. G. & Kemp, E. E. 1966. Dwarf Conifers. St. Andrews: W. C. Hendersson & Son, Ltd. 83.
- Högberg, K-A., Varis, S. (2016). Vegetative propagation of Norway spruce: Experiences and present situation in Sweden and Finland. *Vegetative propagation of forest trees*, 538–550.
- Jayawickrama, K., J., S., Jett, J., B. & Mckeand, S., E. (1991). Rootstock effects in grafted conifers: A review. *New Forests* 5: 157–173. Haettu 1.7.2016 osoitteesta <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00029306>
- Kallio, J. (2004) *Varttamiskorkeuden merkitys omenapuiden uusilla MTT:n puolikäpiöivillä perusrungoilla*. Opinnäytetyö. Puutarhatalous. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Lepistö, M., Aaltonen, M., Pirttilä, V. & Sirviö, J. (1998). *Kuusen varttamisessa ilmenneiden ongelmien selvittäminen*. Metsänjalostussäätiön työraportteja 48. Metsänjalostussäätiö.

Lewis, WJ., & McEwan, D. (2008). *Grafting and Budding: A Practical Guide for Fruit and Nutplants and Ornamentals*, First Edition. Collingwood, AU: Landlinks Press

Luonnonvarakeskus (2016). Metsägeneettisen rekisterin tilastot, Kanta-puut. Haettu 1.1.2017 osoitteesta <http://www.metla.fi/palvelut/geenivarat/gen-rek-kantapuut.htm>

MacDonald P., T. (2014). *The Manual of Plant Grafting – Practical Techniques for Ornamentals, Vegetables, and Fruit*. Lontoo: Timber press, Inc.

Melchior, G. (1984). The influence of defined rootstock of grafts of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.). *Silvae Genetica* 33(1): 28–32. Haettu 15.6.2016 osoitteesta http://www.sauerlaender-verlag.com/fileadmin/content/dokument/archiv/silvaegenetica/33_1984/33-1-28.pdf

Nikkanen T., Heiska S. & Aronen T. 2012. New ornamental conifers for harsh northern conditions through cutting propagation of special forms of Norway spruce, *Integrating vegetative propagation, biotechnologies and genetic improvement for tree production and sustainable forest management* June 25-28, 2012. 98–109. Brno, Czech Republic” Haettu 8.5.2017 osoitteesta <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.638.5420&rep=rep1&type=pdf#page=112>

Nikkanen, T. (2012). 951 erilaista kuusta. *Suomen Luonto* 1, 29–30.

Nikkanen, T. (2013a). Kuusen ja männyn erikoismuodoista koristepuita. *Sorbifolia* 44 (4), 172–182.

Nikkanen, T. (2013b). Kuusen tuulenpesästä koristepuulajike 'Punkalatva'. *Sorbifolia* 44 (4), 183–184.

Nikkanen, T. (2013c). Surukuusesta koristepuulajike 'Sälinkään Pilari'. *Sorbifolia* 44 (4), 185–186.

Nikkanen, T. (2014a). Erikoishavujen pitkä tie metsästä taimipeltoon. *Puutarha & Kauppa* 18, 9.

Nikkanen, T. (2014b). Kartiokuusesta koristepuulajike 'Pelkola'. *Sorbifolia* 45 (4), 175–176.

Nikkanen, T. (2014c). Pöytäkuusesta koristepuulajike 'Tapion Pöytä'. *Sorbifolia* 45 (4), 177–178.

Nikkanen, T. & Oskarsson, O. (2001). *Metsäpuiden erikoismuotoja – kultakuusesta luutakoivuun*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 670. Punkaharju: Metsäntutkimuslaitos.

Nikkanen, T. & Uimonen, J. (2011). Erikoismuodot koristepuina. Teoksessa T. Nikkanen & P. Velling (toim.) *Metsäpuiden erikoismuodot – Koristepuita viherrakentamiseen*. Keuruu: Metsäkustannus, 80.

Nikkanen, T. & Velling, P. (2011). Metsistä puistoihin ja pihaille. Teoksessa T. Nikkanen & P. Velling, *Metsäpuiden erikoismuodot – Koristepuita viherrakentamiseen*. Keuruu: Metsäkustannus, 11–15.

Pyykkö, J. (2016) Tapaaminen 10.8.2016. Luonnonvarakeskus Punkaharjun Toimipaikka.

Teivonen, T. (2010). *Havupuiden erikoismuotojen lisäysmenetelmät*. Pro gradu -tutkielma. Kasvituotannon biologia. Helsingin yliopisto.

Teivonen, S. & Raisio, J. 2011. Compressa, Nana ja Aurea – havupuiden erikoismuotojen vanhoja viljelylajikkeita. *Sorbifolia* 42(1), 3–15

Varis, S., Lappalainen, F., Tikkinen, M. & Aronen, T. (2016). Kuusen solukkolisäyksen tutkimus jatkuu Lukessa. *Taimiuutiset* 2016(2), 13–16. Haettu 17.4.2016 osoitteesta https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/535906/Taimiuutiset_2_2016_web2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velling, P., Yrjänä, L. & Nikkanen, T. (2011). Kotimaisten metsäpuiden erikoismuotoja. Teoksessa T. Nikkanen & P. Velling (toim.) *Metsäpuiden erikoismuodot – Koristepuita viherrakentamiseen*. Keuruu: Metsäkustannus, 31–35.

Väre, H. (2011). Metsäpuiden erikoismuotojen taksonomiaa. Teoksessa T. Nikkanen & P. Velling (toim.) *Metsäpuiden erikoismuodot – Koristepuita viherrakentamiseen*. Keuruu: Metsäkustannus, 24–26

Welch, H. J. 1966. Dwarf Conifers: A Complete Guide. London: Faber and Faber, 334.

Welch, H. J. 1991. The Conifer Manual. Vol 1. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 436.

