

Janne Kotanen

Koneellisen kuusen istutuksen ajankohdan vaikutus taimien alkukehitykseen

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalouden Tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalous

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Kotanen Janne

Työn nimi: Koneellisen kuusen istutuksen ajankohdan vaikutus taimien alkukehitykseen

Ohjaajat: Lahti Juho & Toopakka Jorma

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyössä tutkitaan koneistutettujen kuusentaimien alkukehitystä. Työssä verrataan kesä- ja syysistutettujen taimikoiden mittaustuloksia kevätistutettujen taimikoiden mittaustuloksiin. Tutkimuksella selvitetään, onko istutusajankohdalla merkitystä alkukehitykseen.

Mitatut taimikot sijaitsevat Keuruun, Soinin ja Virtojen kunnissa. Taimikot siis sijaitsevat keskisessä Suomessa. Kaikki taimikot oli koneistutettu vuonna 2013.

Mittaukset toteutettiin maastossa kartalle ennalta mitatuissa GPS-pisteissä. GPS-pisteeseen muodostettiin 50 m² ympyräkoeala. Koealalta laskettiin istutettujen elävien ja kuolleiden taimien määrät, mitattiin pituuskasvut, taimien pituudet ja määritettiin kasvupaikka ja maalaji. Tuloksista laskettiin keskiarvot, joiden perusteella kohteita verrataan.

Tulosten mukaan koneistutus onnistuu koko sulan maan ajan. Keskikesällä istutetut taimet kärsivät kuitenkin helposti kuivuudesta. Tämän selvityksen perusteella syysistutus olisi keskikesää parempi vaihtoehto, ainakin toteutuneen pituuskasvun suhteen. Syksyllä istutettujen taimien kuolleisuus kuitenkin kasvaa jonkin verran kevät- ja kesäistutukseen verrattuna. Syystaimien kuolleisuuteen ovat saattaneet vaikuttaa muun muassa poikkeukselliset sääolot istutuskesänä ja sitä seuraavana talvena sekä istutuksessa käytetty taimimateriaali, joka oli eri kuin muilla kohteilla.

Avainsanat: koneistutus, kuusi, metsänuudistaminen, metsänviljely, satelliittipaikkannus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Forestry

Specialisation:

Author: Kotanen Janne

Title of thesis: The effect of the planting time on the early development of machine planted spruce seedlings

Supervisors: Lahti Juho & Toopakka Jorma

Year: 2015

Number of pages: 38

Number of appendices: 1

The thesis studies the early development of machine planted spruce. The measurements of seedling stands that were planted in the summer and fall were compared to the results of seedling stands planted in the spring. The meaning of the thesis is to clarify the significance of the planting time on the early development of seedling.

The measured seedling stands are located in the central part of Finland in Keuruu, Soini and Virrat. The seedling stands were machine planted in 2013.

Measurements were made on the terrain at GPS-points that were decided upon in advance. A 50 m² circle plot was formed at each GPS-point. On each plot the number of living and dead planted seedlings was counted, the amount of growth was measured and the forest site and soil type defined. From the results averages were calculated which were then used to compare the different sites.

According to the results machine planting is successful when the soil is not frozen. However seedlings that were planted at midsummer easily suffered from dehydration. Planting in the fall comparing to planting at midsummer is a better option on the basis of the growth measured in this report. The seedling stands that were planted in the fall had however a slightly higher death rate than the seedling stands that were planted in the spring and summer. The death rate in the seedling stands that were planted in the fall may have been effected by, among other things, the exceptional weather conditions during the planting season and during the following winter. Also the seedlings that were used for planting in the fall were from a different batch of seedlings than those used on the other sites.

Keywords: machine planting, spruce, forest regeneration, forest cultivation, satellite tracking

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO.....	7
1.1 Tutkimuksen tarpeellisuus.....	7
1.2 Yhteistyökumppanit.....	7
1.3 Tutkimuksen tavoitteet.....	8
2 TUTKIMUKSEN TAUSTA.....	9
2.1 Uudistaminen.....	9
2.2 Maanmuokkaus ja sen tavoitteet.....	9
2.3 Istutus.....	11
2.4 Taimien laatuvaatimukset.....	12
2.5 Koneistutus.....	12
3 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	17
3.1 Kohteet ja niiden yleiskuvaus.....	17
3.2 Maastomittaukset.....	23
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	25
4.1 Maalajit.....	25
4.2 Kasvupaikat.....	26
4.3 Taimikoiden terveydentila.....	27
4.4 Puustotiedot.....	28
4.4.1 Mittaustulosten vertailu tilastollisesti.....	32
5 PÄÄTELMÄT.....	34
LÄHTEET.....	36
LIITTEET.....	38

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Istutuskone M-Planter kahdella istutuspäällä.....	13
Kuva 2. Istutuskone Risutec yhdellä istutuspäällä.	14
Kuva 3. Maanmuokkaus istutuskoneella.....	15
Kuva 4. Kartta, jossa näkyvät koneistutuskohteet.....	17
Kuva 5. Koneistutettu kuusen taimi kevätkohteella.	19
Kuva 6. Kesäkohteella useilla taimilla oli jälkikasvua.	20
Kuva 7. Mätäs on sortunut veden vaikutuksesta ja taimi kaatunut kesäkohteella.	21
Kuva 8. Mätäs on sortunut veden vaikutuksesta ja taimi kaatunut kesäkohteella.	22
Kuva 9. Kuusentaimen viereen on istutettu männyntaimi syyskohteella.	23
Kuvio 1. Koealojen maalajijakaumat.	25
Kuvio 2. Koealojen jakautuminen kasvupaikkoihin.....	27
Kuvio 4. Elävien taimien hehtaarikohtaiset keskiarvot ja niiden keskihajonnat.	28
Kuvio 5. Kaikkien koealojen keskipituudet ja pituuksien keskihajonnat.....	29
Kuvio 6. Pituuden keskikasvut vuodessa ja niiden keskihajonnat.	30
Kuvio 7. Keskiuolleisuudet ja niiden keskihajonnat.	31
Taulukko 1. Tutkimuskohteiden pinta-alat ja koealat.	18
Taulukko 2. T-testin tulokset.	33

Käytetyt termit ja lyhenteet

GPS	Global Positioning System on maailmanlaajuinen satelliit-tipaikannusjärjestelmä, ja se on Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä.
Hienoainesmoreeni	Maa-aines on peruskoostumukseltaan hienoa eli ei läpäise vettä helposti. Moreenilla tarkoitetaan, että maa-aines sisältää myös kiviä ja maa-ainekseen on sekoittunut eri raekokoja.
Karkea moreeni	Maa-aines on peruskoostumukseltaan karkeaa eli läpäisee veden helposti. Moreenilla tarkoitetaan, että maa-aines sisältää myös kiviä ja maa-ainekseen on sekoittunut eri raekokoja.
Keskipaakku	Paakkutaimia on saatavissa erikokoisilla paakuilla esimerkiksi mini-, pikku-, keski-, iso- ja jättipaakkuja. Keskipaakun tilavuus on 81 cm ³ . Taimien juuret ovat paakuissa esimerkiksi turpeen seassa. Paakku toimii taimen kasvualustana ja ravinnevarastona.
Koneistutus	Kaivinkoneeseen liitetyllä istutuslaitteella tehtävää istutustyötä. Maanmuokkaus ja istutus tapahtuvat samalla koneella yhtä aikaa.
Kuivahko kangas	Kangasmaan kasvupaikka, jonka yleisin metsätyyppi on puolukkatyyppi (VT). Metsätaloudellisesti suositeltavin puulaji on mänty.
Tuore kangas	Kangasmaan kasvupaikka, jonka yleisin metsätyyppi on mustikkatyyppi (MT). Metsätaloudellisesti suositeltavin puulaji on kuusi.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tarpeellisuus

Ensimmäiset kokeilut koneistutuksesta Suomessa ovat jo 1960-luvulta, mutta työ ei ole ollut taloudellisesti kannattavaa miestyöhön verrattuna (Hynönen 2014). Koneellinen istutustyö on viimevuosina yleistynyt ja nyt Suomessa koneellisesti istutetaan vuosittain noin kolme prosenttia koko istutusmäärästä. Vuonna 2012 istutuskoneita on ollut maassa noin 35 kappaletta. Istutuskoneiden yleistyminen on ollut hidasta, ja se on vieläkin alkuvaiheessa. (Hallongren, Laine & Juntunen 2012.) Investointien ja kannattavuuden kannalta koneistutusta tulisi voida tehdä koko sulan maan ajan. Näin saataisiin vähennettyä kevääseen kohdistuvia ruuhkahuippuja työmäärissä ja koneille parempi käyttöaste.

Aikaisemmin istutus on suositeltu tehtäväksi kevään tai syksyn aikana. Syynä keväristutuksiin ovat olleet myönteiset kokemukset siitä pitkällä ajalla. Kesällä istutetut taimet ovat kärsineet usein kuivuudesta, ja syksyllä istutetut taimet eivät ole aina ehtineet karaistua talvea varten. Näiden tekijöiden seurauksena taimia on kuollut paljon, ja uudistetut alat ovat jääneet liian harvoiksi, jollei niitä ole täydennysistutettu. (Rantala 2008, 160-161.)

Nykyään kalliiden koneiden tulisi olla työssä koko sulan maan ajan. On mahdollista, että keskikesällä istutetut taimet kärsivät esimerkiksi kuivuudesta eivätkä menesty. Taimihuollon logistiikkaa yritetään parantaa pitämällä taimet pakastimessa ja sulattamalla ne juuri ennen istutusta. Lisäksi taimien selviytymistä yritetään parantaa säätelemällä päivän pituutta keinotekoisesti eli lyhentämällä taimien päivittäistä valoisaa aikaa. Näin saadaan pituuskasvu päätymään ja taimi valmistautumaan paremmin syksyn olosuhteisiin ja tulevaan kasvukauteen.

1.2 Yhteistyökumppanit

Yhteistyökumppaneiden tuki on ollut tutkimukselle tärkeää. UPM tarjosi koneistutetut taimikot käyttöön tutkimusta varten. UPM:llä yhteyshenkilönä toimi Jarkko

Karppinen. Metsämiesten säätiö, Jouko Tuovolan säätiö ja Veljekset Saarelaisen säätiö tukivat tutkimusta. Tukijat mahdollistivat maastotyöt, koska matkakulut olivat tutkimuksen suurin kustannus. Kiitokset kuuluvat kaikille tutkimusta tukeneille henkilöille ja tahoille.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Tavoitteena tutkimuksessa on saada selville, kuinka hyvin koneellisesti istutetut taimet selviävät ensimmäisestä talvesta, ja kuinka istutusajankohta vaikuttaa taimikon perustamisen onnistumiseen. Tutkimuksessa vertaillaan keväällä, kesällä ja syksyllä istutettujen taimien alkukehitystä taimien eloonjäämisen ja pituuskehityksen avulla.

Opinnäytetyöstä saatua tietoa on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa muun muassa uudistamista ja istutusajankohtaa suunniteltaessa. Tavoitteena on saada aikaan tuloksia, joiden mukaan voidaan valita koneistutukselle sopiva ajankohta, jotta taimen alkukehitys olisi hyvää ja uudistaminen onnistunutta.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA

2.1 Uudistaminen

Hakkuukypsän puuston korvaamista uudella puusukupolvella kutsutaan metsänuudistamiseksi. Uudistamisen yhteydessä tehdään metsikköä koko kiertoajan koskevia päätöksiä, kuten esimerkiksi puulajin valinta. Päätösten tekoon vaikuttavat monet eri tekijät kuten kasvupaikka, sijainti ja markkinatilanne. Onnistuneella uudistamisella uusi puusukupolvi saadaan kasvamaan mahdollisimman hyvin ja nopeasti. (Kukkonen & Kukkonen 2013, 15-16.)

Valtaosa Suomen metsistä uudistetaan männylle tai kuuselle, yhteensä noin 96 prosenttia uudistuksessa käytettävistä taimista on havupuiden taimia. Mänty kasvaa karummilla kasvupaikoilla, mutta kuusi tarvitsee kasvaakseen ravinteikkaamman kasvupaikan. (Kukkonen & Kukkonen 2013, 15-16.)

Ensimmäiset toimenpiteet viljellen tapahtuvassa uudistamisketjussa ovat vanhan metsikön päätehakkuu, uudistusalan raivaus ja mahdolliset hakkuutähteiden keruu ja kantojen nosto. Seuraavaksi vuorossa ovat maanmuokkaus ja metsänviljely eli perustamistoimenpiteet. Taimikonhoitotyöt luetaan usein uudistamiseen liittyviksi, joten metsikkö on uudistettu lopullisesti kun on päästy ensiharvennus vaiheeseen. (Kukkonen & Kukkonen 2013, 15-16.)

2.2 Maanmuokkaus ja sen tavoitteet

Hyvän uudistamistuloksen varmistamisessa maanmuokkaus ja oikein valittu muokkausmenetelmä ovat avainasemassa. Muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat muun muassa uudistettava puulaji, maaperän ominaisuudet ja -ravinteisuus. Maanmuokkauksella pyritään parantamaan siementen itävyyteen ja taimien alkukehitykseen vaikuttavia maan ominaisuuksia. (Luoranen ym. 2007, 7.)

Maaperän ollessa hyvin kostea on järkevää tehdä ojitus maanmuokkauksen yhteydessä. Maaperä voi myös olla niin kivinen, ettei maanmuokkaus onnistu. Tavallisimmat maanmuokkausmenetelmät ovat äestys, laikutus, säätöauraus, kääntö-

mätästys, laikkumätästys, naveromätästys ja ojitusmätästys. (Luoranen ym. 2007, 8, 26-39.)

Oikein suoritettu maanmuokkaus pienentää myös viljelykustannuksia. Maanmuokkaus auttaa myös luontaista uudistumista ja siten varmistaa luontaisen taimettumisen, jolloin taimikosta syntyy riittävän tiheä. Muokkaus vaikuttaa näin ollen koko metsikön kiertoajan sen tuottoon. (Immonen ym. 2000, 3.)

Maanmuokkauksen tavoitteina ovat maaperän vesitalouden, tiiveyden, lämpötilan ja ravinnetilan kunnossapitäminen. Lisäksi maanmuokkauksen metsänhoidollisina tavoitteina pidetään pintakasvillisuuden kilpailun ja tuhojen vähentämistä ja viljelytyön helpottumista. Vesitalouden kunnossapitämisellä tarkoitetaan sitä, että maanmuokkauksen yhteydessä huolehditaan taimien riittävästä vedensaannista, mutta samalla huolehditaan riittävästä kuivatuksesta. Liian tiivis metsämaa lämpeenee hitaasti, ja usein puunkorjuun jälkeen luonnostaan tiivis maa tiivistyy entisestään, varsinkin ajourien kohdilta. Maanmuokkauksella voidaan vähentää maan tiiviyttä, jolloin maa lämpeenee nopeammin. Tässä on kuitenkin varottava, ettei kasvualustan tiiveys vähene liikaa, jolloin taimi ei pysty juurtumaan maahan kiinni. (Luoranen ym. 2007, 19-25.)

Eniten taimille käyttökelpoisia ravinteita on humuskerroksessa ja kivennäismaan pintakerroksessa. Muokkaustavoilla, joissa humuskerros tai tuplahumuskerros jää kivennäismaan alle, voidaan lisätä taimien käytössä olevien ravinteiden määrää. (Luoranen ym. 2007, 19-25.)

Muokkaus antaa myös apua kilpailussa pintakasvillisuutta vastaan. Taimia ympäröivä alue on vapautettu pintakasvillisuudelta muokkausjäljessä ja pintakasvillisuuden aiheuttamat haitat vähenevät 1-5 vuodeksi riippuen maantieteellisestä sijainnista, maan ravinteikkuudesta ja muokkausmenetelmästä. Tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot vähenevät myös kun maanmuokkaus on suoritettu. Kun taimea ympäröi vähintään 15 senttimetriä leveä yhtenäinen kivennäismaa-alue, vähenee tukkimiehentäin tuhoriski. Maanmuokkaus vähentää myös myyrätuhoja ja kohoumia tekevä maanmuokkaus myös hallatuhoja. Kuitenkin korkeilla kohoumilla olevat taimet altistuvat herkemmin ahavatuhoille, koska kohoumat routaantuvat helpommin, ja lumi sulaa nopeimmin kohoumien päältä. Maa-aineksen ollessa

hienorakeista saatetaan maanmuokkauksella lisätä roustetuhoja, mutta istuttamalla taimet riittävän syväälle voidaan välttää roustetuhoja. (Luoranen ym. 2007, 19-25.)

Maanmuokkauksesta on pitkällä ajalla saatu myönteisiä käytännön tuloksia. Esimerkiksi useissa koejärjestelyissä on todettu, että muokatussa maassa on elossa olevia taimia keskimäärin 80 prosenttia ja muokkaamattomassa maassa keskimäärin noin 50 prosenttia alkuperäisestä istutusmäärästä viiden vuoden jälkeen. (Luoranen ym. 2007, 7.)

2.3 Istutus

Istutus on suunniteltava hyvin ja siihen on varattava oikeat välineet ja riittävästi sulia ja elinvoimaisia taimia. Suunnitteluun kuuluu varastopaikkojen ja kulkureittien valinta. Taimivarastot ja välivarastot kannattaa suunnitella niin, että turha liikkuminen jää mahdollisimman vähäiseksi. Taimia istuttaessa on myös huolehdittava, että istutettavat taimet ovat riittävän kosteita. Taimet haihduttavat tuulisella ja aurinkoisella säällä vettä nopeasti. (Luoranen & Kiljunen 2006, 66-67.)

Kilpailu pintakasvillisuuden kanssa on kovaa, joten taimet istutetaan mättään keskelle (Luoranen & Kiljunen 2006, 66-70). Paakku taimi tulee istuttaa myös riittävän syvään eli niin, että paakku on mättään humuskerroksessa ja paakun päälle tulee noin kaksi senttimetriä kivennäismaata. (Taimitapio 2001.) Kuitenkin on huomiotava myös se, että taimesta tulee jäädä vähintään puolet mättään päälle näkyviin (Luoranen & Kiljunen 2006, 66-70).

Suomessa viljellyistä puulajeista kuusta viljellään eniten. Kuusen kylvön tulokset ovat olleet heikkoja, joten kuusta suositellaan uudistettavaksi vain istuttamalla. Istuttamalla uudistettujen kohteiden tulokseen on mahdollista vaikuttaa oikealla maanmuokkauksella, taimimateriaalivalinnalla ja huolellisella istutustyöllä ja taimihuollolla. Istutetut kuusen taimet saattavat kasvaa aluksi huonosti, eli ne jurovat. Syynä juromiseen voivat olla esimerkiksi heikko taimimateriaali, tuhot tai istutuskohdan epäsuotuisat olosuhteet. Jurominen vähenee käytettäessä oikeaa taimi-

materiaalia, maanmuokkausta ja istutusmenetelmää. (Luoranen & Kiljunen 2006, 7.)

2.4 Taimien laatuvaatimukset

Hyvälle taimelle tärkeimpiä tunnusomaisia merkkejä ovat muun muassa tasapainoinen ja elävä juuristo ja ehjä paakku. Lisäksi paakun ravinnepitoisuus tulee olla ohjeiden mukainen ja taimen kehitysvaihe sopiva istutusajankohtaan nähden. Taimen alkuperä on oltava sopiva, eikä taimessa saa olla tuholaisia tai vaurioita. Taimen rangan tulee olla suora, silmut terveet ja neulaset vihreät sekä taimen pituuden ja läpimitan tulee olla sopivat paakun kokoon ja kasvatustiheyteen nähden. (Luoranen.)

Koneellisessa istutuksessa taimimateriaalin tulee olla tasalaatuista ja -kokoista. Lisäksi taimien tulee olla keskipituudeltaan vähintään 15 senttimetristä. Koneistutuksessa taimien terveyteen ja alkuperään pätevät samat vaatimukset kuin käsinistutuksessa. Jokaiseen istutusajankohtaan on valittava siihen tarkoitettuja taimia. Lyhytpäiväkäsitellyt taimet on keinotekoisesti valonmäärää säätämällä saatu päättämään pituuskasvu ja muodostamaan silmu, josta kasvu jatkuu keväällä. Lyhytpäiväkäsiteltyjen taimien silmut puhkeavat keväällä aikaisemmin kuin käsittelemättömillä taimilla olevat silmut (Laine & Syri 2012, 28-30).

2.5 Koneistutus

Koneellinen istuttaminen ei koske pelkkää istuttamista eikä tarkoita vain istuttamisen koneellistamista, vaan se koskee koko uudistamisketjua. Koneistutuksen onnistumiseksi on kaikkien uudistamisketjun vaiheiden onnistuttava ja tuettava toisiinsa. Tämä ketju alkaa jo taimitarhalta, jossa taimet jalostetaan ja pakataan kuljetuslaatikoihin. Jotta tulos olisi onnistunut, olennaisia asioita ovat hyvä maanmuokaus ja oikeankokoinen ja istutusajankohtaan soveltuva taimimateriaali. (Laine & Syri 2012, 8, 24.)

Taimien istutus koneistutuksena ei vaadi etukäteen tehtyä maanmuokkausta. Muokkaus tapahtuu istutustyön yhteydessä (Koneistutus.) Nykyisin koneistutuksessa käytettävänä peruskoneena on tela-alustainen kaivinkone. (Kuva 1; Kuva 2.) Siihen on liitetty puomin päähän istutuslaite, jolla tehdään maanmuokkaus ja taimen istutus. Istutuslaitteita on joko vain yhtä tai kahta tainta samanaikaisesti istuttavia malleja. Hakkuukone ei sovellu istutuskoneen peruskoneeksi yhtä hyvin kuin kaivinkone, sillä sen puomi ei ole tarpeeksi kestävä, eikä sitä ole suunniteltu vetävään liikkeeseen. Puomi joutuu kovalle rasitukselle maanmuokkauksessa, jolloin istutuslaitteella vedetään mätäs, johon taimi istutetaan. Lisäksi hakkuukone on peruskoneeksi huomattavasti kaivinkonetta kalliimpi. (Laine & Syri 2012, 18-21.)



Kuva 1. Istutuskone M-Planter kahdella istutuspäällä.
(Tasanen 2009.)



Kuva 2. Istutuskone Risutec yhdellä istutuspaällä.
(Tasanen 2010.)

Taimi saa parhaan mahdollisen kasvualustan, koska taimi istutetaan juuri tehtyyn tuoreeseen mättääseen. (Kuva 3.) Lisäksi haitalliset ympäristövaikutukset jäävät pieniksi, koska muokattavan maan pinta-ala jää pieneksi. Taimet voidaan myös syväistuttaa, jolloin roudan ja rousteen tekemät tuhot jäävät mahdollisimman pieniksi. (Koneistutus.) Syväistutuksessa taimet istutetaan noin seitsemän senttimetrin syvyyteen paakun päältä mitattuna (Tarvainen, Kemppainen & Kubin 2008). Lisäksi taimen juuret ulottuvat syväistutuksessa laikkumätästyksen ansiosta syntyneeseen tuplahumukseen, ja saavat näin mahdollisimman paljon ravinteita. Taimi myös kiinnittyy maahan paremmin ja saa paremmat kosteusolot. (Koneistutus.)



Kuva 3. Maanmuokkaus istutuskoneella.
(Tasanen 2009.)

Taimihuolto helpottuu, sillä taimia voidaan hoitaa välivarastolla (Pilkama 2013.) Välivarastolta otetaan vain yhden työpäivän tai työvuoron taimet kerrallaan. Välivarastoon voidaan varastoida useamman eri kohteen taimia ja sieltä otetaan aina sinne ensiksi tulleet taimet käyttöön. Istutuskoneenkuljettaja on suuressa roolissa työn onnistumisen ja laadun kannalta. Kuljettajan on hallittava kaivinkone ja osattava tehdä hyviä mättäitä. Lisäksi kuljettajan tulee osata istuttaa taimi oikeaan kohtaan mätästä. (Laine & Syri 2012, 18-22.)

Koneistuksessa muokkausjäljen vaatimukset ovat yhtenevät normaalin muokkausjäljen vaatimusten kanssa. Koneellisessa istutustyössä ei muokkaustapaa valita, vaan valitaan menetelmälle ja siinä tehdylle maanmuokkaukselle sopivat kohteet. (Luoranen ym. 2007, 70.)

Usein koneistutetut taimet jäävät vähän vinoon, mutta ne oikenevät muutamassa vuodessa. Tästä ei ole syntynyt puihin laatua heikentäviä tekijöitä. Etuna koneistuksessa on työn tasalaatuisuus, koska istutetut taimet on istutettu vakiovoimalla maahan. (Laine & Syri 2012, 24-25.)

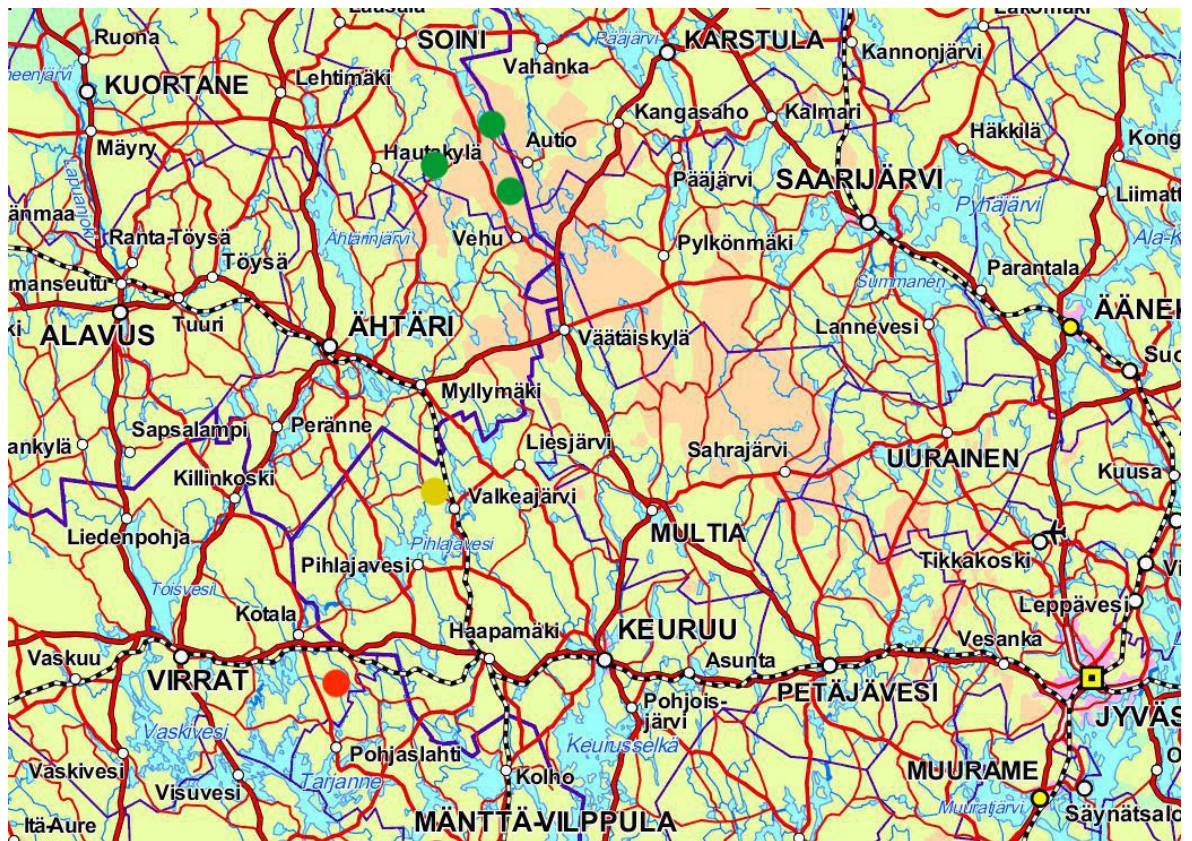
Koneistutuskohteiksi sopivat parhaiten yli kahden hehtaarin kangasmaan uudistamisalat, joilla vesitalous on kunnossa ja kannot ja hakkuutähteet on korjattu pois. Koneistutus ei kuitenkaan sovellu kohteille, joilla on paljon kiviä tai esimerkiksi maapuita, kohde on turvemaata, jyrkkärinteistä tai kohde on heinittynyt. Tällaiset kohteet on edelleen istutettava käsityönä. (Laine & Syri 2012, 38-43.) Pilkaman (2013) mukaan pinta-alaltaan pienemmillä kuin kahden hehtaarin kohteilla toimivissa koneen siirtokustannukset nousevat liikaa, eikä työ ole enää kannattavaa.

Tuottavuuden parantaminen koneellisessa metsänhoidossa ja myös koneistutuksessa perustuu työvaiheiden samanaikaiseen tekemiseen, eri töiden yhdistämiseen, automatisointiin, joukkokäsittelyyn ja jatkuvatoimisuuteen. Koneistutuksen voi arvioida vielä tehostuvan, kun ohjaustekniikat ja aistintekniikat kehittyvät, jolloin istutuslaitteiden käytettävyys paranee. (Metsämaailma 2012.)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Kohteet ja niiden yleiskuvaus

UPM toimitti tutkimusta varten tiedot taimikosta, jotka sijaitsivat Soinissa, Keuruulla ja Virroilla. (Kuva 4.) Kevättaimikoita olivat touko–kesäkuussa istutetut, ja ne sijaitsivat juuri Keuruun puolella, lähellä Ähtärin Myllymäkeä. Kesätaimikot olivat istutettu heinä–elokuussa, ja ne sijaitsivat Soinissa Matosuon lähistöllä ja lähellä Karstulan Autiota. Syyskohde oli istutettu syys–lokakuussa ja se sijaitsi Virroilla.



Kuva 4. Kartta, jossa näkyvät koneistutuskohteet.

Keltainen pallo kevätkohteet, vihreillä palloilla kesäkohteet ja punainen pallo syyskohde.

(Paikkatietoikkuna.fi.)

Tutkimuksen kohteena oli yhteensä kahdeksan uudistusala (Taulukko 1.), joiden pinta-ala oli yhteensä 33,3 hehtaaria. Kevättaimikoita oli kaksi, joiden pinta-ala oli 8,5 hehtaaria ja niistä otettiin koealoja yhteensä 23 kappaletta. Kesätaimikoita oli

viisi, joiden pinta-ala oli 10,8 hehtaaria, koealoja niistä otettiin 41 kappaletta. Syyskohteena oli yksi kuvio, jonka pinta-ala oli 14 hehtaaria, ja siitä otettiin 19 koealaa.

Taulukko 1. Tutkimuskohteiden pinta-alat ja koealat.

	Kevät		Kesä					Syksy
Kuvio, ha	7,4	1,1	1,3	0,9	1,7	1,8	5,1	14,0
Yhteensä, ha	8,5		10,8					14,0
Kuvio, koealoja	17	6	7	5	9	9	11	19
Yhteensä, koealoja	23		41					19

Koneistutettujen taimien alkuperä oli kevätkohteilla sama. Kesäkohteilla oli kolmea eri alkuperää olevia taimia, kuitenkin niin, että kevätkohteiden taimialkuperää oli myös kesäkohteilla. Syyskohteella oli yhden alkuperän taimimateriaalia. Kaikki istutetut taimet olivat kaikilla kohteilla kuitenkin yksivuotisia kuusen keskipaakkutaimia. Työssä käytetyistä kohteista pohjoisimmalla ja eteläisimmällä kohteella oli etäisyyttä toisiinsa yli 70 kilometriä.

Koneistutustyön on tehnyt kevät- ja kesäkohteilla sama yrittäjä, mutta syyskohteella on ollut eri toimija. Silmämääräisesti ei ollut havaittavissa eroa työn jäljessä eri yrittäjien kohteilla.

Kuvassa 5. on kevätkohteella oleva kuusentaimi. Taimi on elinvoimainen, vaikka maaperä on ollut karua. Kuvassa 6. kesäkohteella oleva taimi, jolla oli jälkikasvua.



Kuva 5. Koneistutettu kuusen taimi kevätkohteella.
Maaperä oli paikoin kuuselle karua.

(Kotanen 2014.)



Kuva 6. Kesäkohteella useilla taimilla oli jälkikasvua.
Kuva on otettu 30.8.2014.

(Kotanen 2014.)

Maan ollessa hyvin hienorakenteista voi taimipaakun päältä valua maa-aines pois veden vaikutuksesta (Kuva 7; Kuva 8). Tällöin taimi kaatuu ja todennäköisesti kuolee, koska paakun paljastuessa taimen juuret kuivuvat ja aiheuttavat koko taimen kuivumisen. Kohteella, jolla taimet olivat kaatuneet mättäiden sortumisen seurauksena, eivät taimet olleet muutenkaan kovin tiukasti kiinni mättäissä. Kuitenkin sama urakoitsija oli tehnyt myös muita kohteita, eikä vastaavaa tilannetta esiintynyt muualla. Kuviolla, jolla mättäitä oli sortunut, oli maa-aineksessa paljon hienoja maalajeja. Hienot maalajit, kuten savi ja hiesu, valuvat veden mukana pois mättään päältä.



Kuva 7. Mätäs on sortunut veden vaikutuksesta ja taimi kaatunut kesäkohteella.
(Kotanen 2014.)



Kuva 8. Mätäs on sortunut veden vaikutuksesta ja taimi kaatunut kesäkohteella. (Kotanen 2014.)

Syyskohteelle oli istutettu männyn taimia koneistutettujen kuusten vierelle kuvan 9. mukaisesti. Mäntyjä oli suurella alueella, mutta ei kuitenkaan koko kuviolla. Koneistus oli tehty syksyllä 2013, joten männyt oli istutettu keväällä 2014, koska ne olivat samoissa mätäissä. Kohde oli suurelta osin männylle paremmin soveltuvaa kuivahkoa kangasta, mutta kahden puulajin istuttaminen on kallista ja toinen joudutaan poistamaan taimikonhoitovaiheessa kuitenkin. Työmaalla on ollut tarkoitus koneistuttaa kuuset alaosaan kuviota ja tehdä samalla maanmuokkaus istutuskooneella männylle kuvion yläosaan, mutta istutuskoneen kuljettaja on istuttanut mätäisiin samalla kuuset, jolloin metsurityönä istutetuille männylle ei ole ollut tyhjiä mätäitä. Tutkimuksessa ei käsitelty alueen mäntyjä, koska tarkoitus oli vertailla vain koneistutettuja kuusentaimia.



Kuva 9. Kuusentaimen viereen on istutettu männynntaimi syyskohteella. (Kotanen 2014.)

3.2 Maastomittaukset

Maastomittaukset tehtiin loppukesästä 2014, jolloin voitiin mitata vuoden 2014 kasvu. Mittaukset suoritettiin GPS-pisteissä, jotka oli valittu ennakkoon kuvion rajojen sisään tasaisin välein maastokartalta mittaamalla. Maastossa kuljettiin GPS-paikantimen osoittamaan kohtaan, josta koeala mitattiin. Näin saatiin maastotyötä nopeutettua, ja myöhemmin on mahdollista tehdä uusi inventointi samoilta koealoilta, koska sijainti on tiedossa.

Koealavälejä sovellettiin käyttäen pohjana Suomen metsäkeskuksen ohjetta ”Hirvieläinvahinkojen maastoarviointi ja kasvu- ja laatutappiokorvausten laskeminen” (Rakemaa ym. 2014). Koealavälit olivat seuraavat: yhden hehtaarin tai sen alle olevalla kuviolla koealaväli oli 30 metriä, kuitenkin niin, että mitattavia koealoja oli vähintään viisi. 1,1-3,0 hehtaaria olevalla kuviolla koealaväli oli 40 metriä. 3,1-10,0

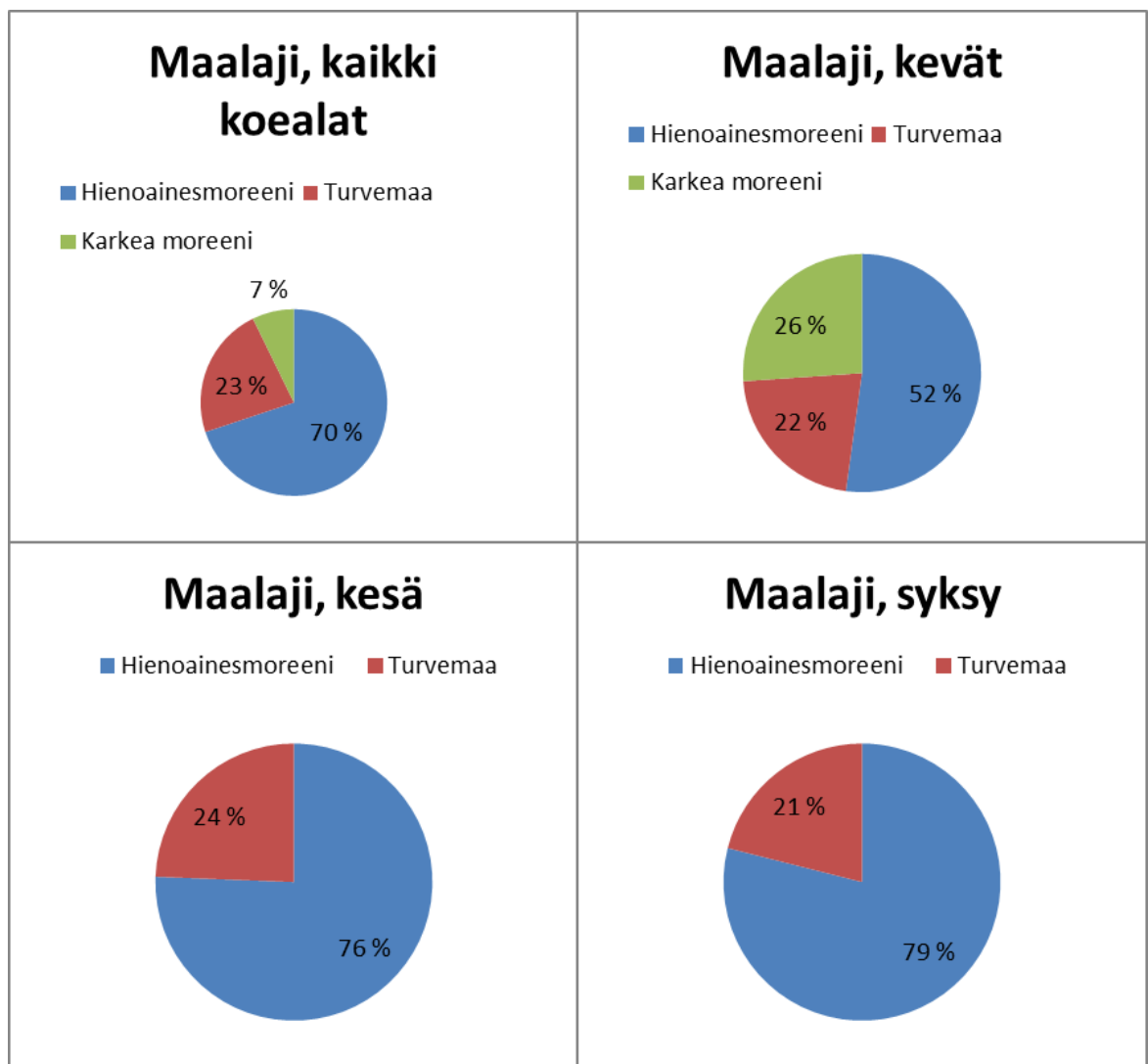
hehtaaria olevalla kuviolla koealaväli oli 60 metriä. Yli kymmenen hehtaarin kuviolla koealaväli oli 80 metriä.

Maastossa koealapisteelle muodostettiin 50 m² ympyräkoela. Koealalta määritettiin istutettujen elävien ja kuolleiden taimien lukumäärät. Istutettujen taimien lukumäärän laskemisen jälkeen mitattiin koealalta neljän keskipistettä lähimmän taimen pituus ja vuoden 2014 pituuskasvu. Pituuksista, pituuskasvuista ja taimimäärästä laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Koealoilla laskettiin vain koneistutetut kuusen taimet, eikä luontaisia taimia otettu huomioon. Lisäksi määritettiin maalaji ja kasvupaikka sekä muut huomiot taimien kunnosta ja ympäristöstä. Tulokset kirjattiin muistiin maastotyötä varten tehdylle lomakkeelle, ja sama toistettiin jokaisella koealapisteellä.

4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELO

4.1 Maalajit

Kaikki taimikot olivat maalajiltaan hyvin samankaltaisia (Kuvio 1.). Maa-aines oli suurimmaksi osaksi hienoainesmoreenia, joissa paikoin oli soistumia, jolloin pinnassa oli turvetta. Yhdellä kuviolla maa-aines oli karkeampaa hiekkamoreenia. Osa kuvioista oli joko kokonaan tai osittain myös kivisiä silmämääräisesti arvioituna.



Kuvio 1. Koealojen maalajijakaumat.

Tulosten mukaan kevätkohteiden maalajeissa oli eniten vaihtelua, koska yksi kuvio oli karkeampaa maa-ainesta. Kuitenkin yli puolet kevätkohteidenkin koealoista oli hienoa maa-ainesta. Karkeaa maa-ainesta oli kevätkohteiden koealoista 26 prosentilla, mikä kaikkien koealojen tuloksessa vastasi 7 prosentin osuutta. Kevätkohteiden koealoista 22 prosenttia oli turvemaata.

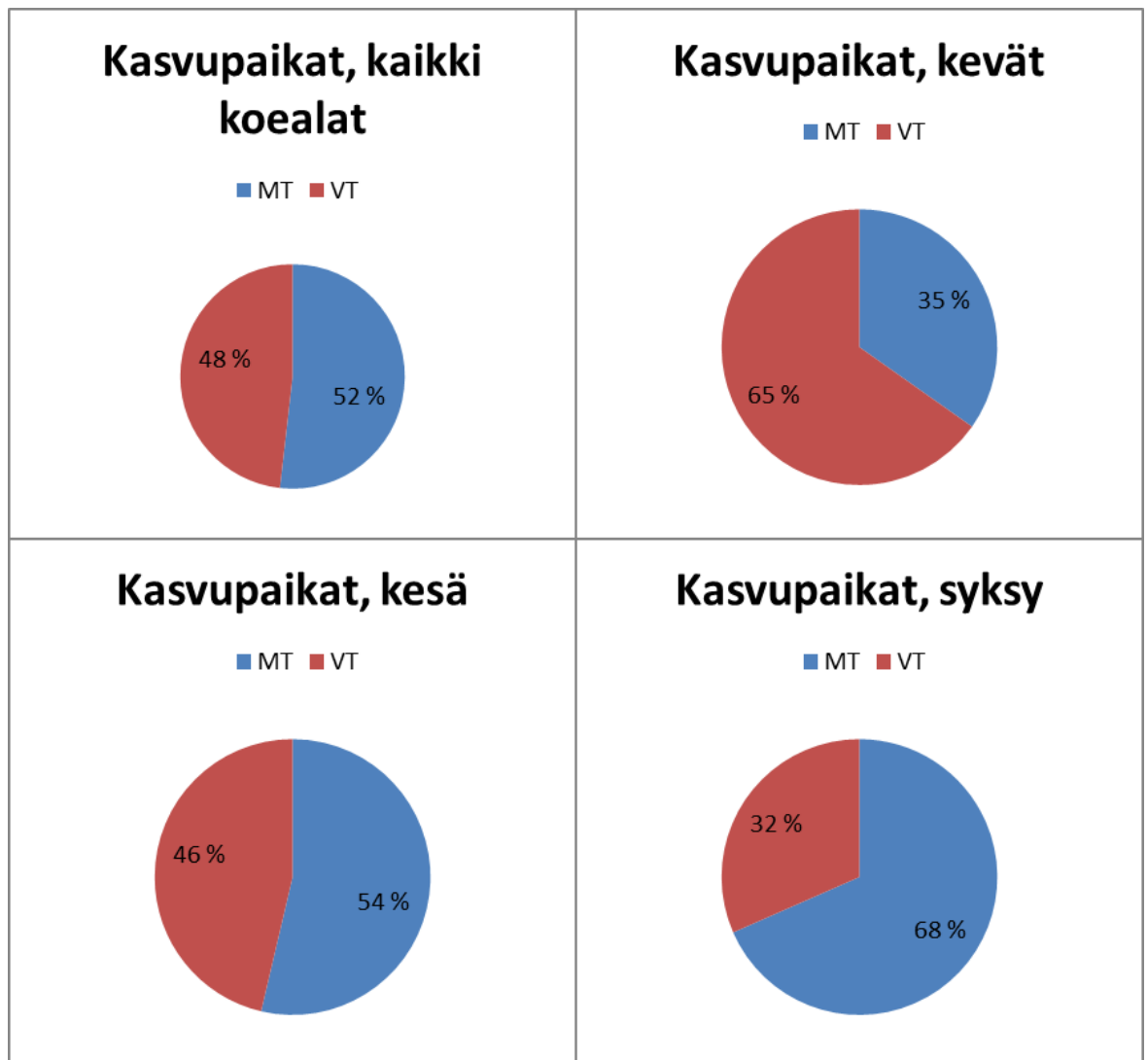
Kesäkohteiden koealat jakautuivat maalajeihin siten, että 76 prosenttia oli hienoa maa-ainesta ja 24 prosenttia turvemaata. Kesäkohteilla yksi kuvio oli silmämääräisesti huomattavasti kivisempi kuin muut tutkimuksessa mukana olleet kuviot. Maa-aines oli kuvion kivisellä osuudella hienoainesmoreenia.

Syksyllä istutetun taimikon koealat jakautuivat siten, että turvemaata oli 21 prosenttia ja hienoainesmoreenia 79 prosenttia koealoista.

4.2 Kasvupaikat

Kohteet olivat kasvupaikaltaan tuoreita tai kuivahkoja kankaita. (Kuvio 2.) Osassa kohteissa kasvupaikka olisi ollut siis männylle soveliaampi kuin kuuselle, mutta syinä kuusen istutukseen päätymiseen voi olla työn helppous, työnjohdon puuttuminen tai kuljettajan ammattitaidon puute istutuspaikkaa valittaessa. Maanmuokaus ja istutus siis hoituivat samalla kertaa konetyönä. Tuottavampi vaihtoehto karuille alueille olisi ollut koneistutuksen yhteydessä muokata ne ja istuttaa metsurityönä. Näin alueen puuntuotto olisi ollut parempaa.

Kaikista koealoista lähes puolet oli kuivahkoa kangasta. Suuri osa alueista olisi ollut siis myös männylle soveltuvia kasvupaikkoja, sillä mänty kasvaa usein parhaiten kuivahkolla kankaalla ja kuusi parhaiten tuoreella kankaalla.



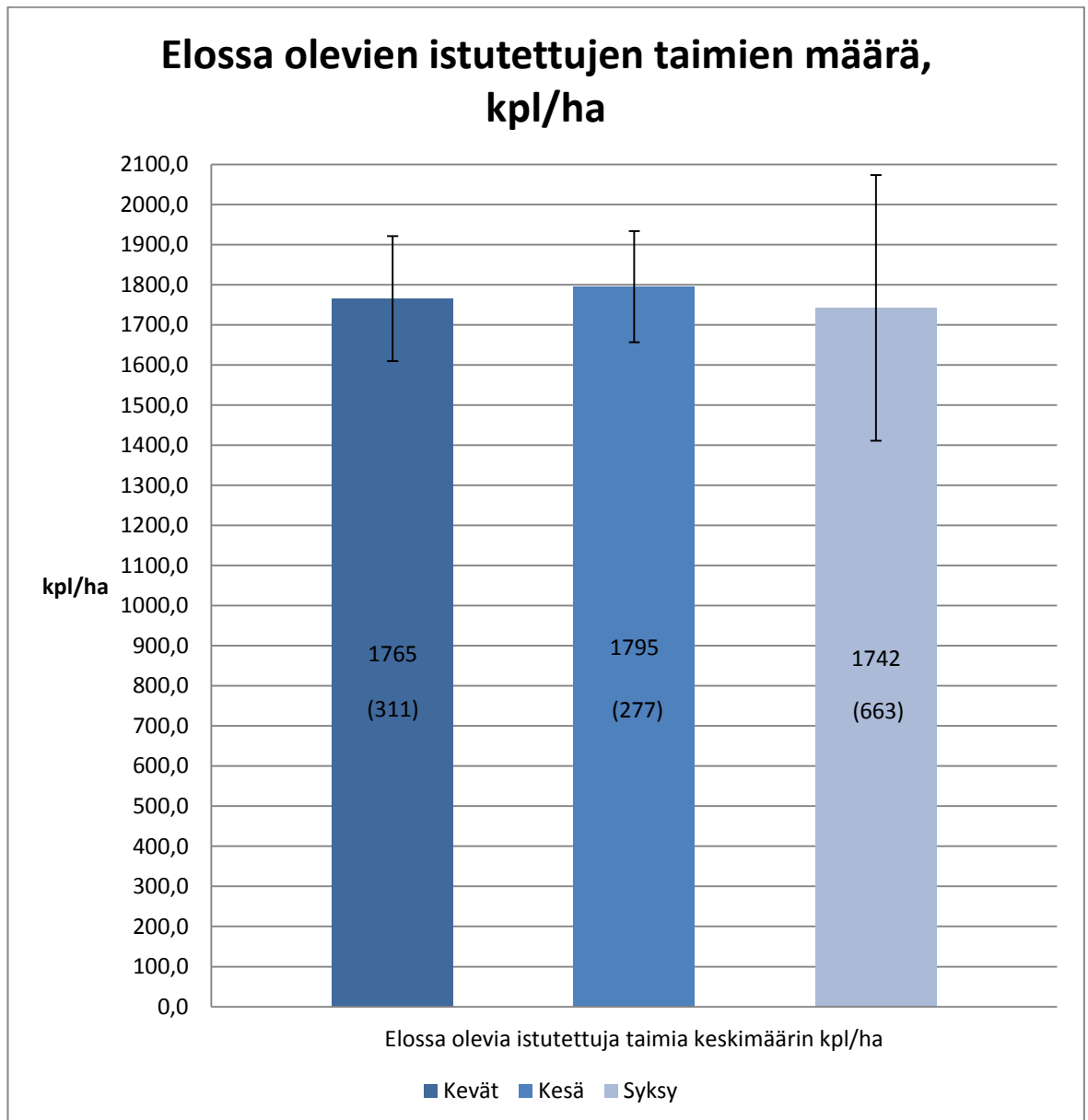
Kuvio 2. Koealojen jakautuminen kasvupaikkoihin.

4.3 Taimikoiden terveydentila

Kaikkien taimikoiden terveydentila oli silmämääräisesti arvioituna kokonaisuutena vähintään kohtalainen. Paikoitellen oli kaikilla kohteilla joitain huonompia kohtia tai yksittäisiä taimia, mutta kokonaisuutena taimikot olivat mittausajankohtana kehityskelpoisia. Kaikilla kohteilla oli sellaisia taimia, joilla oli jälkikasvua, ravinnepuutosta tai paleltumista. Syyskohteen taimet olivat silmämääräisesti kaikkein parhaimmassa kunnossa. Siellä olevilla taimilla oli vähiten kasvuhäiriöitä ja taimet olivat terveimmän näköisiä. Kesäkohteiden eri alkuperää olevilla taimilla ei myöskään ollut havaittavissa eroavaisuutta mittauksissa eikä silmämääräisesti keskenään.

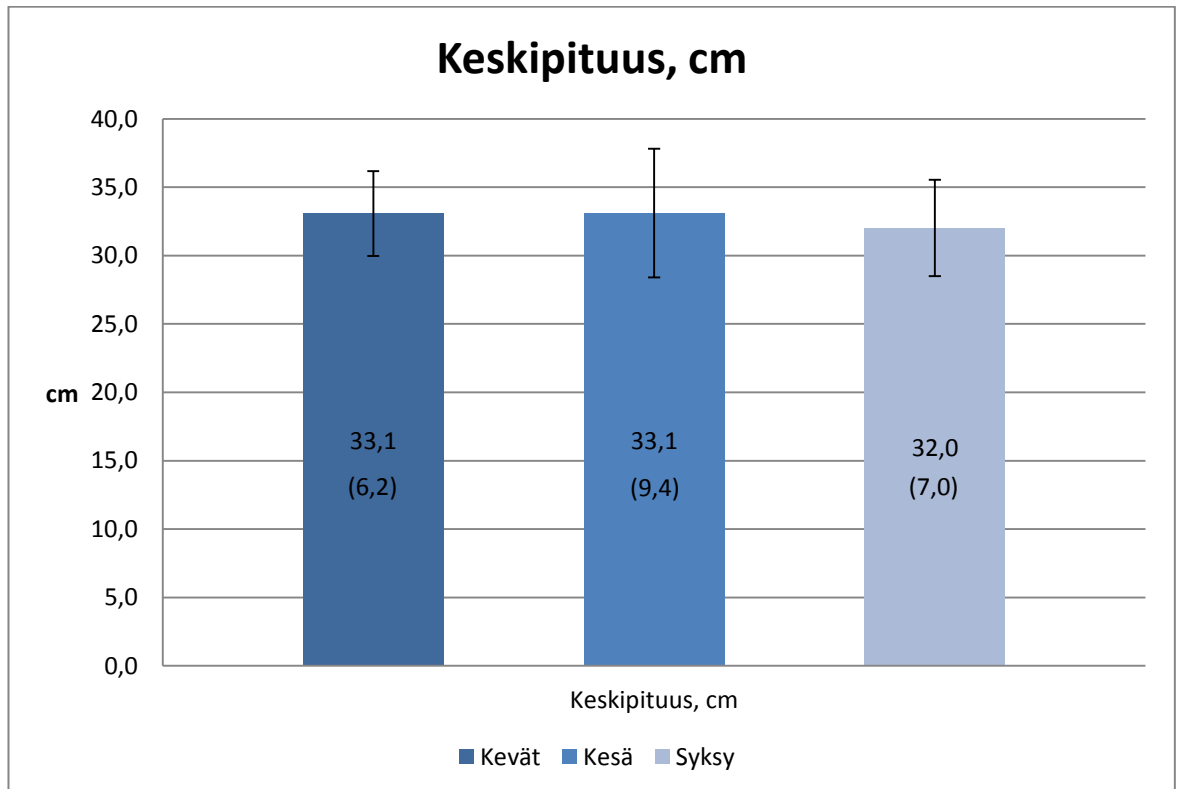
4.4 Puustotiedot

Tulosten perusteella keskimääräinen elossa olevien istutettujen taimien määrä oli suurin kesällä istutetuissa taimikoissa ja pienin syksyllä istutetuissa taimikoissa. Eroa kesä- ja syksykohteilla keskimääräisessä elossa olevien istutettujen taimien määrässä oli 53 kpl/ha. Vaikka syksykohteella keskimääräinen elossa olevien istutettujen taimien määrä oli pienin, olivat taimet siellä silmämääräisesti arvioiden parhaassa kunnossa. (Kuvio 4.)



Kuvio 3. Elävien taimien hehtaarikohtaiset keskiarvot ja niiden keskihajonnat.

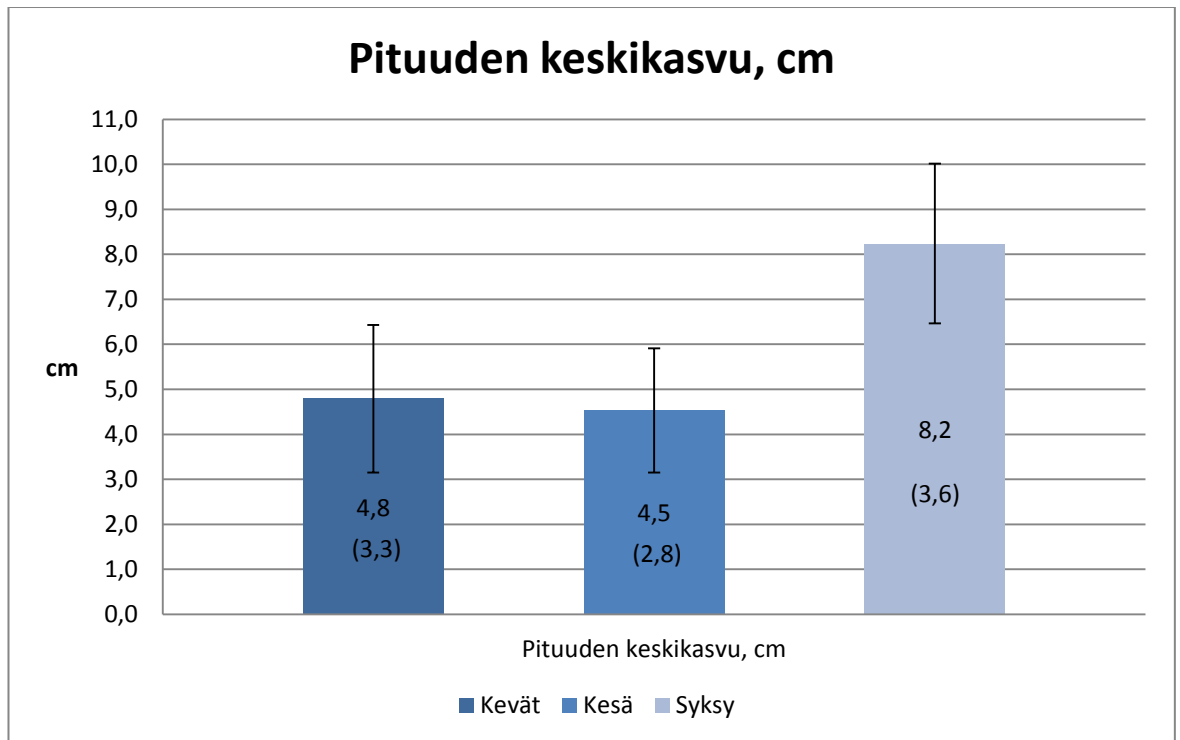
Taimien keskipituus oli yhtä suuri kevät- ja kesäkohteilla ja pienin syyskohteella (Kuvio 5.). Asiaa selittää se, että kevät- ja kesäkohteiden taimet ovat saaneet kasvaa jo kaksi kasvukautta, mutta syyskohteen taimet eivät ole kasvaneet kuin yhden kasvukauden. Näin ollen syyskohteen tainten olettaakin olevan lyhyempiä kuin kevät- ja kesäkohteilla olevat taimet. Ero keskipituudelta pisimpien, eli kevät- ja kesäkohteiden keskipituuden, ja lyhimmän eli, syyskohteen keskipituuden välillä, oli kuitenkin vain 1,1 senttimetriä.



Kuvio 4. Kaikkien koealojen keskipituudet ja pituuksien keskihajonnat.

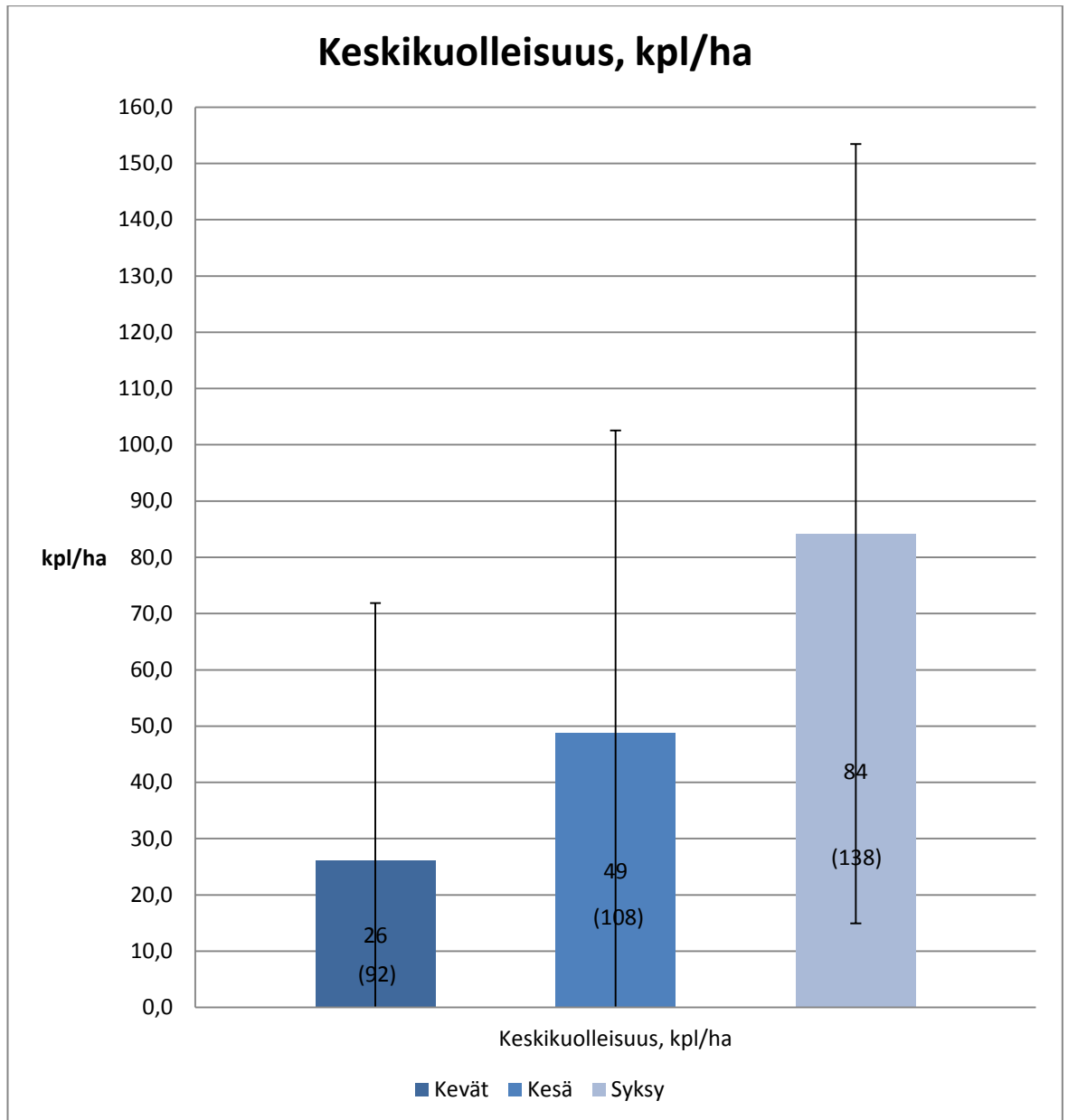
Taimikoiden keskimääräinen pituuskasvu kasvukaudella 2014 oli paras syysistutetuilla taimilla ja heikoin kesäistutetuilla taimilla (Kuvio 6.). Kevät- ja kesäkohteiden koealojen välillä ei ollut eroa käytännössä lainkaan, vain 3 millimetriä. Syyskohteiden koealojen keskimääräinen pituuskasvu oli 8,2 senttimetriä, jolloin ero heikoimpaan eli kesäkohteiden koealojen keskiarvoon oli 3,7 senttimetriä. Tulosten perusteella myöhään syksyllä istutetut taimet kasvavat hyvin ainakin seuraavana kasvukautena. Tulokseen saattaa vaikuttaa myös se, että syyskohteella oli eri alkuperää oleva taimilajike ja eri koneurakoitsija kuin muilla kohteilla.

Yhtenä syynä syystaimikon hyvään pituuskasvuun ja onnistumiseen voi myös olla, että siellä käytetyt taimet saattavat olla hyvin lyhytpäiväkäsiteltyjä. Niiden silmut ovat saaneet kehittyä lämpimään aikaan kesällä, joten kasvu on alkanut hyvin seuraavana kasvukautena.



Kuvio 5. Pituuden keskikasvut vuodessa ja niiden keskihajonnat.

Kuolleisuus oli suurinta syyskohteiden koealoilla kuvion 7 mukaan. Keskikuolleisuus kasvaa keväästä loppuvuoteen mennessä melko tasaisesti. Kevätkohteella oli taimia kuollut keskimäärin 26 kpl/ha, kun syyskohteella kuolleita taimia oli keskimäärin 84 kpl/ha. Prosentuaalisesti kevätistutetuilla taimilla taimikuolleisuus oli vain 1,5 prosenttia, kesäistutetuilla taimilla 2,7 prosenttia ja syysistutetuilla 4,8 prosenttia. Tulos kuvaa taimikuolleisuuden tasaista kasvua istutus ajankohdan siirtyessä loppuvuotta kohti.



Kuvio 6. Keskikuolleisuudet ja niiden keskihajonnat.

Kaiken kaikkiaan syyskohteen taimet olivat silmämääräisesti parhaassa kunnossa. Muilla kohteilla oli enemmän monilatvaisuutta ja jälkikasvua. Tähän voivat vaikuttaa myös taimien alkuperäerot ja kohteiden maantieteelliset sijainnit sekä poikkeuksellinen kesä vuonna 2013. Ilmatieteen laitoksen (2014) mukaan tällöin kesäkuu ja elokuu olivat tavanomaista lämpimämpiä kuukausia ja heinäkuu oli lähes normaali. Hellepäiviä oli touko- ja kesäkuussa normaalia enemmän, kun taas heinä- ja elokuussa hellepäiviä oli normaali määrä.

Lisäksi talvi 2013-2014 oli hyvin vähäluminen, ja pakkasen oli hetkellisesti paikoin hyvinkin kireää. Vähäluminen talvi voi olla yhtenä vaikuttavana tekijänä suurem-

paan kuolleisuuteen, koska lumipeite ei ole suojannut taimia talven aikana. Lumipeitteen puuttuessa taimet ovat altistuneet pakkaselle paljon kovemmin kuin jos lunta olisi ollut taimien päällä suojana.

Monilla varsinkin kesällä istutetuilla taimilla oli jonkinlaisia kasvuhäiriöitä tai jälkikasvua. Monilla taimilla oli istutusvuotta seuraavan kasvukauden latvakasvain haaroittunut, ja pahimmissa tapauksissa se oli jopa kuollut. Syynä voi olla paikoitellen pakkaneen. Myös kesän poikkeuksellisen lämmin alku ja välillä oleva viileämpi kausi voivat vaikuttaa kasvuun. Monet taimet kasvoivat syksyllä uutta kasvua, jälkikasvua, eli taimien vuodenaikarytmi oli häiriintynyt.

4.4.1 Mittaustulosten vertailu tilastollisesti

Mittaustulokset testattiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä. Testin mukaan eri aikoina istutettujen taimien keskipituuksissa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Testaus voitiin tehdä vain kevät- ja kesätaimien pituuksien kesken, koska syystaimet ovat kasvaneet yhden kasvukauden vähemmän. Näin ollen testi olisi ollut niiltä osin harhaanjohtava. (Taulukko 2.)

Taimien pituuskasvujen keskiarvoja verrattaessa kevät- ja kesäistutuksilla ei ole ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Kevät- ja syysistutuksia ja kesä- ja syysistutuksia verrattaessa keskenään erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tulosten mukaan syysistutus eroaa muista istutusajankohdista niin paljon, että eroa pituuskasvuun ei voi selittää otantavirheellä. Kesäistutusten keskikasvun hajonta on myös kaikkein pienin, koska niiden kasvu on pienin. Syynä saattaa olla, että kesäistutetut taimet jurovat eniten. Syysistutusten pituuskasvun keskihajonta on taas suurin. (Kuvio 6.) Elossa olevien taimien hehtaarikohtaisten keskiarvojen erot eivät testin mukaan olleet merkitseviä. Siis myös syyskohteella oli elossa olevia taimia riittävästi suhteessa muihin kohteisiin. (Taulukko 2.) Keskikuolleisuuden hajonta on syysistutuksissa kuitenkin suurin (Kuvio 7.).

Taulukko 2. T-testin tulokset.

	Pituus	Pituuskasvu	Elävät istutetut taimet/ha
Ajankohta	p-arvo	p-arvo	p-arvo
Kevät-Kesä	0,972628656906109	0,516364759123615	0,703556471770967
Kevät-Syksy		0,000000001400058	0,889961292317293
Kesä-Syksy		0,000000000001039	0,740699925241405

Syysistutetut taimet ovat kasvaneet niin hyvin, että erot pituuskasvussa kevät- ja kesäistutettuihin taimiin ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Syysistutettujen taimien kuolleisuus ei ollut tilastollisesti merkitsevän suurta verrattuna kevät- ja kesätaimien kuolleisuuteen. Testien mukaan syysistutus on onnistunut parhaiten, koska elävien taimien määrässä ei ole merkitsevää eroa ja pituuskasvussa on erittäin merkitsevä ero verrattaessa kevät- ja kesäistutuksiin. Siis tämän aineiston perusteella koneellinen syysistutus tuottaa paremman tuloksen kuin koneellinen kevät- ja kesäistutus tuottavat.

5 PÄÄTELMÄT

Tutkimuksen tavoite oli selvittää ajankohdan vaikutusta koneellisen kuusen istutuksen onnistumiseen ja kuusten alkukehitykseen. Tutkimuksessa verrattiin keväällä, kesällä ja syksyllä koneellisesti istutettuja kuusentaimikoita. Kesä- ja syyskohteita verrattiin kevätkohteisiin. Kevätkohdetta pidettiin verrokkikohteena, koska aikaisemmin olleen tiedon ja opin mukaan istutustyön tulos on paras kun työ tehdään keväällä. Kevät on myös istutusajankohdista yleisin. Näin taimilla on ollut aikaa kasvaa koko kasvukausi ja sopeutua luontaisesti talveen.

Tutkimuksessa olleet taimikot oli koneistutettu vuonna 2013. Tällöin kesäkuu ja elokuu olivat tavanomaista lämpimämpiä kuukausia, ja heinäkuu oli lähes normaali (Ilmatieteen laitos). Lisäksi talvi 2013-2014 oli hyvin vähäluminen, jolloin lumi ei ole suojannut taimia talvella yhtä hyvin kuin normaalisti.

Istutuskesän ja sitä seuraavan talven poikkeukselliset sääolot saattavat vaikuttaa taimien kehitykseen. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että koneistutusta voidaan tehdä kuusen taimille koko sulan maan ajan. Istutustyötä tehtäessä kannattaa ottaa huomioon kesän ja syksyn osalta taimikuolemat, jotka ovat vähän suuremmat kuin keväällä. Tutkimuksen mukaan syysistutuskohteilla kuolleisuus oli jonkin verran suurempaa kuin kevät- tai kesäistutuksissa. Tulokset osoittavat jopa, että syksyllä istutetut taimet kasvaisivat muita paremmin, mutta syynä saattaa olla poikkeukselliset sääolot. Jos kesät ja talvet alkavat yhä enemmän muistuttaa vuoden 2013 kesää ja talvea, niin istutustyön suorittaminen syksyllä ei vaikuta huonolta vaihtoehdolta.

Tutkimus olisi ollut vielä luotettavampi, jos kaikki kohteet olisivat olleet lähempänä toisiaan, ja kaikkien taimien alkuperä olisi ollut sama. Nyt taimien alkuperässä oli eroja, mutta kaikki taimet olivat kuitenkin yksivuotiaita kuusen keskipaakkutaimia. Kohteet sijaitsivat pohjois-eteläsuunnassa kuitenkin alle sadan kilometrin sisällä, eikä itä-länsisuunnassakaan ole suuria vaihteluja. Kohteet ovat riittävän lähellä toisiaan, ja taimialkuperät on valittu parhaiten kohteen maantieteelliselle sijainnille sopivina, joten tutkimus tukee siitä saatavia tuloksia. Tutkimuksen aineiston perusteella voidaan väittää, että koneellinen kuusten syysistutus tuottaa paremman tuoksen, kuin kevät- ja kesäistutukset tuottavat, ainakin keskisessä Suomessa.

Tutkimus antaa perusteet suorittaa istutustyötä koko sulan maan ajan tai ainakin keväällä ja syksyllä. Keskikesän kuuma ja kuiva aika eivät kuitenkaan paranna taimikon alkukehitystä ja siten uudistamisen onnistumista. Kuitenkin istutuskauden jatkaminen mahdollistaa istutustyön koneellistamisen kehityksen jatkamisen, jolloin uusilla, paremmilla laitteilla voidaan istutustyö tehdä entistä kustannustehokkaammin. Kustannustehokkaampi istutustyö on loppujen lopuksi metsänomistajan etu.

On kuitenkin muistettava, että jos kohteella on useampaa kasvupaikkatyyppiä kuin yhtä, on niille järkevintä istuttaa niillä parhaiten kasvavaa puulajia. Tällöin puuntuottokyky on parhaimmillaan. Tutkimus osoittaa myös, että työn valvonta ja ohjeistus ovat erittäin tärkeässä asemassa, jotta työn tulos on paras mahdollinen. Istutuskoneella voidaan muokata alueita, ja jättää ne istuttamatta, jolloin valmiiksi muokattuihin mättäisiin voidaan käsinistuttaa eri puulajia. On myös huolehdittava, että käsinistuttaja tietää, mihin hän taimet istuttaa, jotta kahta tainta ei tule samaan mättääseen. Esimerkiksi mäen laella oleva alue voisi olla kuivahkoa kangasta, jolla mänty on kuusta menestyvämpi puulaji. Tämä alue voidaan muokata istutuskoneella samalla kertaa, kun kuusta istutetaan mäen laen alapuolella olevalle tuoreelle kankaalle. Kun muokkaus on tehty, taimet istutetaan metsurityönä mäen laella oleviin muokattuihin mättäisiin. Näin saadaan uudistusalueelle tuottavin uusi puusukupolvi.

LÄHTEET

- Hallongren, H., Laine, T. & Juntunen, M-L. 2012. Metsänhoitotöiden koneellistamisesta ratkaisu metsuripulaan?. [Verkojulkaisu]. Metsätieteen aikakauskirja 2/2012. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 13.2.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff12/ff122095.pdf>
- Hynönen, A. 2014. Koneistutuksen nykytila ja tulevaisuus Suomessa: Toimintamalli koneistutuksen laajentamiseen ja kehittämiseen. [Verkojulkaisu]. Metsätieteen pro gradu. Itä-Suomen Yliopisto. [Viitattu 13.2.2015]. Saatavana: http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20141152/urn_nbn_fi_uef-20141152.pdf
- Ilmatieteen laitos. [Verkkosivu]. 2.9.2013. [Viitattu 9.2.2015]. Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2013>
- Immonen, K., Kauppinen, A., Kuru, K., Tamminiemi, M., Kallonen, J. & Strandström, M. 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Metsäteho. Helsinki: Oy Kirjapaino tt tryckeri Ab.
- Koneistutus. [Verkkosivu]. 20.9.2013. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 13.1.2015]. Saatavana: <http://www.metla.fi/hanke/7497/koneistutus.htm>
- Kukkonen, M. & Kukkonen, E. 2013. Koneellinen metsänhoito. [Verkojulkaisu]. Karelia-ammattikorkeakoulu. Kuopio: Kopijyvä Oy. [Viitattu 14.1.2015]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-275-085-3>
- Laine, T. & Syri, M. 2012. Koneellisen metsänistutuksen opas. Metsäntutkimuslaitos & Suomen metsäkeskus, Etelä- ja Keski-Pohjanmaa. Vammalan kirjapaino.
- Luoranen, J. [PPT-esitys]. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana: <http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/mita-istuttajan-on-hyva-tietaa-taimista-ja-niiden-hoidosta.pdf>
- Luoranen, J. & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakutaimien viljelyopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Metsämaailma. Koneella syntyy hyvä taimikko. [Verkkosivu]. 28.8.2012. UPM. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana: <https://www.metsamaailma.fi/fi/News/Sivut/Koneella-syntyy-hyva-taimikko.aspx>

- Paikkatietoikkuna.fi. Kartta. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.2.2015]. Saatavana: <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta;jsessionid=FFCC31DE2310CBCEF99A95EDF7857C3E>
- Pilkama A. 1.7.2013. Koneellista istutusta karsastetaan turhaan. [Verkkosivu]. Maaseudun Tulevaisuus. [Viitattu 4.2.2015]. Saatavana: <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/mets%C3%A4/koneellista-istutusta-karsastetaan-turhaan-1.42461>
- Rakemaa, A., Lohi, T., Korhonen, J., Lehtosalo, M., Palén, T., Pykäläinen, J., Välikangas, K. & Hostikka, A. Hirvieläinvahinkojen maastoarviointi ja kasvu- ja laatu-tutappiokorvauksen laskeminen. 5.6.2014. [Verkkojulkaisu]. Suomen metsäkeskus. [Viitattu 25.11.2014]. Saatavana: http://www.skogscentralen.fi/sites/default/files/hirvivaahinkojen_arviointiohje_sm_k_7_8_2013_muutos_0.pdf
- Rantala, S. 2008. Tapion taskukirja. Metsäkustannus Oy. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.
- Taimitapio. 2001. Tavoitteena tuottava taimikko. 3/2001. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.2.2015]. Saatavana: <http://www.taimitapio.fi/istutus.pdf>
- Tarvainen, O., Kemppainen, S. & Kubin, E. 2008. Laikkumätästyksestä vaihtoehto säätöauraukselle eli vaotukselle. [Verkkojulkaisu]. Taimiutiset 1/2008. Metsäntutkimuslaitos. [Viitattu 13.2.2015]. Saatavana: <http://issuu.com/metla/docs/taimi-1-08/5>
- Tasanen, T. 2009-2010. Valokuvat.

LIITTEET

Liite 1. Maastolomake

LIITE 1 Maastolomake

Tila nro.						
Kuvion nro.						
Koeala	kasvupaikka	maalaji	runkoluku, kpl/ha	keskipituus, cm	kasvu, cm	kuoleiden taimien määrä, kpl/ha
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

Koeala	tuhon aiheuttaja	muut huomiot / taimien kunto
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		