

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Hanna Nevalainen

MÄNNYN KONEKYLVÖN ONNISTUMINEN KEVÄT- JA SYYSKYLVÖNÄ
MYRSKYTUHOALOILLA

Opinnäytetyö
Helmikuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2017
Metsätalouden koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
(013) 260 6900

Tekijä
Hanna Nevalainen

Nimeke
Männyn konekylvön onnistuminen kevät- ja syyskylvönä myrskytuhoaloilla

Toimeksiantaja
Tornator Oyj

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tapaustutkimuksena männyn koneellisen kevät- ja syyskylvön onnistumista Tornator Oyj:n myrskytuhoaloilla vuosina 2011 ja 2012. Tulosten pohjalta selvitettiin, mitkä eri tekijät vaikuttavat männyn taimettumiseen sekä sitä, eroavatko kevät- ja syyskylvö tässä suhteessa toisistaan.

Tutkimuskohteiden kuviot on kylvetty koneellisesti 2011 vuoden keväällä ja syksyllä sekä 2012 keväällä. Inventointikuvioita kertyi yhteensä 30 kappaletta, joiden yhteispinta-ala oli 107,8 ha. Kaikilla kuvioilla maanmuokkaustapa oli äestys, joten muita muokkausmenetelmiä ei tässä tutkimuksessa käsitellä. Inventointi suoritettiin käyttäen systemaattista linjoittaista ympyräkoealamenetelmää, jossa koealasäde oli 3,99 metriä. Aineiston analyysissä käytettiin apuna SPSS-ohjelmaa.

Taimien kokonaismäärää ei arvioitu tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen luokittelussa ei otettu kantaa täydennysviljelyn tarpeeseen, koska muiden puulajien kasvatuskelpoiset taimet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Tulosten perusteella keväällä tehdyt konekylvöt olivat onnistuneet hieman paremmin kuin syksyllä kylvetyt myrskytuhojen uudistusalat. Kevätkylvöissä männyn taimien keskiarvo oli 3 924 kpl/ ha ja syyskylvöissä 3 581 kpl/ha. Taimiluokassa "epäonnistunut" (alle 1 000 kpl/ha) ei ollut yhtään kuviota.

Kieli
suomi

Sivuja 51

Liitteet 2

Asiasanat
konekylvö, taimimäärä, taimettuminen, syyskylvö



THESIS
February 2017
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
(013) 260 6900

Author
Hanna Nevalainen

Title
Success of Autumn and Spring Direct Seeding of *Pinus sylvestris* L.

Commissioned by
Tornator Oyj

Abstract

The aim of the thesis is to find out the success of pine (*Pinus sylvestris* L.) direct seeding in 2011–2012. Research was performed in Tornator Oyj storm damage areas as a case study in the autumn and spring seeding in 2011–2012. Based on the results, the different factors that have an effect on the growth on plants were studied. And also, if there were any differences between spring and autumn seeding in this relation.

All forest sites in this study were direct-seeded in 2011 during spring and autumn as well as in the spring 2012. The total number of the forest sites in this study was 30, and the total study area was 107.8 square meters. All the sites were prepared by harrowing. Material was collected by generating a systematic, straight lined experimental circular sample plot network to the sites. The 3.99 meter radius of experimental plots were used. The research materials were analysed by SPSS-software.

In this study, only the valid pine plants were studied. Other quality seedling species are not noticed in this study and the need of repair planting is not noticed in this study classification.

On the basis of the results, spring direct seeding had succeeded a little bit better than with autumn seeding. The arithmetic mean of pine seedlings in spring seeding was 3924 specimens per square meter. There was not any forest stands in seedling classification "unsuccessful" (<1 000 specimens per square meter).

Language
Finnish

Pages 51

Appendices 2

Keywords
direct seeding in autumn, number of saplings, seedling establishment

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Tornator Oyj.....	7
3	Metsänuudistamisen lainsäädäntö.....	8
4	Metsän uudistaminen.....	8
5	Mänty.....	9
6	Männyn uudistaminen.....	11
6.1	Uudistusalan raivaus ja maanmuokkaus	11
6.2	Kylvö.....	13
6.3	Kylvöajankohta	13
6.4	Männyn syyskylvö.....	14
6.5	Männyn kylvölle soveltuvat kohteet	14
6.6	Männyn konekylvö	15
6.7	Kylvölaitteet	17
6.8	Viljelymateriaali.....	17
6.9	Männyn taimettuminen ja kylvötaimikon vakiintuminen	20
6.10	Kylvötaimien pituuskasvu ja taimimäärät	21
7	Tutkimusongelma ja rajaukset	22
8	Aineisto ja menetelmät.....	23
8.1	Aineisto ja rajaus	23
9	Tutkimusmenetelmä.....	26
9.1	Inventointimenetelmä.....	27
9.2	Kuvioilta kerätyt tunnuksset.....	29
9.3	Aineiston käsittely	29
10	Lämpö- ja sadesummatiedot tutkimuksessa	31
11	Kuviolta kerätyt taimettumiseen vaikuttavat tiedot	34
11.1	Maanmuokkauksen onnistuminen kuvioilla.....	34
11.2	Heinittyminen	35
11.3	Bioottiset ja abiottiset tuhot.....	35
12	Tulosten tilastollinen analysointi	35
12.1	Taimimäärä.....	35
12.2	Taimien pituus	36
12.3	Tyhjien koealojen määrä.....	37
12.4	Taimimäärän ja tyhjien koealojen välinen riippuvuus.....	38
12.5	Pinta-alan vaikutus taimimäärään.....	39
12.6	Maalajin vaikutus taimimääriin	40
12.7	Kylvösiemenien määrän vaikutus taimimäärään.....	40
12.8	Syklisyys.....	41
13	Tulosten tarkastelu.....	42
13.1	Taimimäärä.....	42
13.2	Taimien pituus	43
13.3	Männyn taimimäärät tutkimuksessa.....	43
13.4	Kylvösiemenien määrän vaikutus taimimäärään.....	44
13.5	Pinta-alan vaikutus taimimäärään.....	44
13.6	Kasvupaikan vaikutus taimettumisen onnistumiseen.....	45
14	Tutkimuksen virhelähteet	45
15	Pohdinta.....	49
	Lähteet.....	52

Liitteet

Liite 1 Taimikoninventoinnin maastotyölomake

Liite 2 Kylvötaimien pituuskasvu

1 Johdanto

Metsätaloudessa metsänuudistamisen tavoitteena on saada aikaan kustannustehokkaasti, kestävyys- ja ympäristöperiaatteita noudattaen, kasvupaikan puuntuottokyvyn mahdollisimman hyvin hyödyntävä taimikko, joka on riittävän tiheä, koostuu tuottavista puulajeista ja jolla on ripeä pituuskehitys. (Luoranen, Saksa & Uotila 2012, 9.)

Suomessa uudistettiin metsiä vuonna 2013 yhteensä 121 000 hehtaaria. Tästä määrästä viljelemällä uudistettiin 98 000 ja luontaisesti uudistamalla 23 000 hehtaaria. Männylle uudistettiin viljelemällä 42 000 ha ja luontaisesti uudistamalla 23 000 ha, yhteensä 64 000 ha. Koneellisena kylvönä uudistettiin hieman yli 16 000 hehtaaria. (Metsätalastollinen vuosikirja 2014, 105.)

Kylvö on perinteinen metsänuudistamismenetelmä. Varhaisimmat metsänkylvöt Suomessa on tehty kaskimaille valtionmetsien järjestelyn yhteydessä 1850-luvun lopulla. Varhaisimmat kylvöt olivat haja- ja ruutukylvöjä. 1990-luvulla yleistyi maanmuokkaukseen yhdistetty koneellinen männyn kylvö sekä Suomessa että Ruotsissa. Männyn kylvön etuina istutukseen ja luontaiseen uudistamiseen verrattuna on menetelmän yksinkertaisuus, laatupuun kasvatusta ajatellen riittävän tiheänä syntyvä taimikko, sekä kokonaiskustannusten edullisuus. Verrattaessa kylvöä luontaiseen uudistamiseen on todettu, että uudistamisaika lyhenee ja taimien jakautuminen uudistusosalalle on tasaisempaa. (Nygren 2011, 5–7.)

Männyn syyskylvöä on kokeiltu koneellisen kylvön työkauden pidentämiseksi kuivilla ja kuivahkoilla kankailla ja routimattomilla kasvupaikoilla. Kylvö on tehtävä niin myöhään, että siementen itäminen tapahtuu vasta seuraavana keväänä, eivätkä ne saa imeä vettä ennen pakkasten tuloa. Turvallisimpana ajankohtana pidetään lokakuun puolivälin jälkeistä aikaa, jolloin maaperä on vielä lumeton, mutta lumipeite saadaan melko pian kylvön jälkeen. Siemenen on tarkoitus jäädä kuohkeaan muokkausjälkeen, jolloin itämisolot keväällä ovat suotuisimmat lämmön ja kosteuden puolesta. Talven ja kevään tuloon liittyvät lämpötilan ja kosteuden vaihtelut voivat aiheuttaa siementen tuhoutumisen. (Hyppönen & Karvonen 2005, 74–75; Nygren 2011, 51.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia männyn kevät- ja syyskylvöä tapaustutkimuksena Asta ja Veera myrskyjen seurauksena Tornator Oyj:n maille syntyneiden myrskytuhoalojen uudistamisessa. Uudistusaloille ei jäänyt siemenpuita, jolloin luontainen uudistaminen ei tullut kyseeseen vaan uudistusmenetelmäksi valittiin keinollinen uudistaminen, männyn koneellinen kylvö. Kohteet kylvettiin kevät- ja syyskylvönä. Syyskylvöä käytettiin uudistamisruuhkan purkamiseksi ja käytävissä olevan kone- ja laitekapasiteetin hyödyntämiseksi.

Tutkimus antaa mahdollisuuksia keväälle ajoittuvien metsänuudistamistöiden ruuhkien tasoittamiseen sekä konekylvöön käytettävän kaluston ja työvoiman hyödyntämiseen tehokkaammin, mikäli syyskylvöä voidaan käyttää konekylvökauden pidentämiseen.

Työskennellessäni harjoittelijana Tornator Oyj Saimaan tiimin palveluksessa heräsi ajatus tutkia koneellisen männynkylvön onnistumista syyskylvönä Etelä-Suomessa. Tornatorilla on tutkittu taimikoiden varhaiskehitystä, männyn koneellisen kylvön tehokkuutta ja laatua, mutta aiempia vertailututkimuksia männyn konekylvöstä syys- ja kevätkylvönä ei ole tehty. Tässä tutkimuksessa on käytetty lähteinä yleistä kirjallisuutta sekä metsienhoito-ohjeita.

2 Tornator Oyj

Tornator Oyj on kestävään metsätalouteen erikoistunut yhtiö, jonka pääliiketoimintaa ovat puun tuottaminen ja hakkuuoikeuksien myynti. Konsernilla on Suomen lisäksi metsäomaisuutta Virossa ja Romaniassa, yhteensä noin 650 000 hehtaaria. Vuonna 2015 konsernin liikevaihto on yli 113 miljoonaa euroa vuodessa. Tornatorin tehtävänä on luoda kestävää hyvinvointia metsästä. (Tornator Oyj 2017.)

Tornatorin metsänhoidon tavoitteena on hyödyntää metsävaroja täysimääräisesti kestävyys- ja ympäristöperiaatteita noudattaen. Metsänhoitotöiden oikea ajoitus ja menetelmävalinta ovat tärkeimpiä edellytyksiä maan tuottokyvyn täydelliseen hyödyntämiseen. Metsänuudistamisessa on yhtenä tavoitteena tehokkuus, jolloin uudistushakkuuta seuraavat metsän uudistamiseen tähtäävät

toimenpiteet suoritetaan loppuun viimeistään 1,5 vuoden aikana. (Tornator Oyj 2017.)

3 Metsänuudistamisen lainsäädäntö

Metsien hoitoa ja käyttöä Suomessa määrittävä lainsäädäntö on osa metsälakia (1996/1096). Viimeisin metsänuudistamista koskeva lakiversio astui voimaan 1. tammikuuta 2014. Lakia on päivitetty valtioneuvoston asetuksella (1308/2013) metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä.

Uudistushakkuun päättymisestä seuraa metsälain mukaan metsänomistajalle uudistamisvelvoite. Velvoite koskee myös kasvatushakkuita, mikäli jäljelle jäävä puusto ei laadultaan tai määrältään ole kelvollinen kasvatettavaksi edelleen. Metsälaki velvoittaa, että päätehakkuun jälkeen uudistusalalle on perustettava kohtuullisessa ajassa taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehittymiselle muu kasvillisuus ei välittömästi ole uhkana. Uudistamistapana voidaan käyttää luontaista uudistamista tai metsänviljelyä. (1996/1093.)

4 Metsän uudistaminen

Metsänuudistamisen tavoitteena on saada aikaan kasvupaikan puutuotoskyvyn mahdollisimman hyvin hyödyntävä puusto alueelle, jolla nykyisen puusukupolven kasvattaminen ei ole enää taloudellisesti tai muusta syystä järkevää. Uudistamisketju koostuu uudistamiseen käytetystä menetelmästä, puulajista, maanmuokkaustavasta, viljelymateriaalista sekä viljelytiheydestä, joilla saadaan kohtuullisessa ajassa terve, tuottava ja täystiheä taimikko. Uudistamisketjussa tehtyjen toimenpiteiden ajoitus ja laatu vaikuttavat ketjussa myöhemmin tehtäviin toimenpiteisiin. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo, Väisänen 2014, 71; Saksa & Kankaanhuhta 2007, 9.)

Uudistamisstrategian lähtökohtana on hyödyntää metsien luontaista uudistumispotentiaalia täysimääräisesti (Nygren, Ahonen, Koskinen, Kubin & Mälkönen 1997, 27). Kasvupaikan ja ilmaston lisäksi puulajin ja uudistamistavan valintaa ohjaavat metsänomistajan metsänkasvatukselle asettamat tavoitteet. Uudistuminen päättyy, kun taimikko on vakiintunut eli on tapahtunut metsittyminen. Uudistumisen tulosta arvioidaan taimikon tiheyden, puulaji- ja

kokojakauman, tilajärjestyksen, kunnon, pituuskehityksen sekä laadun perusteella. Tulosta voidaan tarkastella myös kustannusten, kannattavuuden, uudistamisajan ja luonnon monimuotoisuuden kannalta. (Hyppönen ym. 2005, 35–36.)

Uudistamisen suunnittelussa, kasvupaikasta tai olosuhteista riippuen, päätöksen uudistamistavasta tulisi perustua vaihtoehtojen vertailuun taloudellisin perustein silloin, kun vaihtoehtoina voidaan käyttää luontaista uudistamista, kylvöä tai istutusta. Luontaisessa uudistamisessa metsä harvennetaan siemen- tai suojuspuuasentoon, jolloin taimikko muodostuu luontaisesti siemenpuiden avulla. Metsänviljelyn avulla uudistettaessa, käytetään uudistamiseen kylvöä tai istutusta. (Hyppönen ym. 2005, 57). Männyllä kylvö soveltuu karujen maiden uudistamiseen. Männyllä istutus soveltuu karkeiden, tuoreiden kankaiden sekä keskikarkeiden ja hienojen kuivahkojen kankaiden uudistamiseen. (Mielikäinen 2008, 96.)

5 Mänty

Mänty, (*Pinus sylvestris*) esiintyy lähes koko Suomessa, lukuun ottamatta saariston ulkosaaria ja aivan pohjoisinta Lappia. Männyllä osuus Suomen metsien puuston tilavuudesta on 60 %. (Kellomäki 2005, 74.) Mäntyä esiintyy karuilla kankailla ja hyvin viljavilla kivennäis- ja turvemaidella. Parhaimmat tuotokset saadaan kuitenkin kuivahkoilta ja tuoreilta kankailta. (Kellomäki 2001, 75–76.)

Mänty on tuulipölytteinen, yksikotinen laji, joka uudistuu vain suvullisesti. Siementen itäminen tapahtuu samana vuonna, kun ne ovat varisseet puusta. (Kellomäki 2001, 76.) Männyllä siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavat metsikön ominaisuudet; puuston tiheys ja puiden tilajärjestys vaikuttavat säteily-, lämpö-, tuuli- ja sadantasuhteisiin metsässä, jotka vaikuttavat ravinne- ja kosteusolosuhteisiin kasvupaikalla. (Kellomäki 2005, 157–159.) Männyllä siementen tuleentumiseen vaikuttaa tehoisa lämpösumma, jonka kynnyksarvona on 600 – 700 dd. Maksimi-arvot tuleentumisessa saavutetaan 900 – 1100 d.d. summa-alueella (Hokkanen 2001, 71).

Männyn siemensato vaihtelee vuosittain, mutta siemensadon vaihtelu on vähäisempää kuin muilla puulajeilla. Männyllä runsaimmat siemensadot saadaan keskimäärin kolme kertaa kymmenessä vuodessa. Männyllä keskimääräinen vuotuinen siemensato Etelä-Suomessa on 2,5 – 5 kg/ha vähentyen pohjoiseen päin mentäessä ja ollen Kittilän korkeudella vajaa 1 kg/ha. Parhaimpina siemenvuosina siemeniä on kertynyt Etelä-Suomessa noin 18 kg/ha vuodessa. Vuotuiset käpysadot vaihtelevat metsiköittäin ja puuyksilöiden väliset erot voivat olla huomattavia. (Hokkanen 2001, 69 - 79.)

Kasvupaikkatekijöillä on vaikutusta siemensatoon (taulukko 1). Keskeisimpiä tekijöitä ovat metsikön maantieteellinen sijainti, maan viljavuus sekä korkeus merenpinnasta. Etelä- ja Keski-Suomessa männyn keskimääräiset siemensadot ovat lähes samaa suuruusluokkaa, mutta Lapin metsissä ne jäävät selvästi Etelä-Suomea alhaisemmiksi. Siemensadot suurenevat jonkin verran kasvupaikan viljavuuden lisääntyessä. Metsän lannoitus lisää männyn siemensatoa, mikäli olosuhteet ovat sopivat. Lannoitusta ei kuitenkaan suositella sen pintakasvillisuutta rehevöittävä vaikutuksen takia. Kasvupaikan korkeus merenpinnasta ja rinteiden kaltevuussuunta vaikuttavat siemensadon määrään ja laatuun. Siementen kehittyminen ja tuleentuminen onnistuu etelärinteissä paremmin kuin pohjoisrinteissä. (Hokkanen 2001, 72–73.)

Taulukko 1. Siemensadon määrä laskettuna maahan varisseista siemenistä (Sarvas 1962, 156).

Etelä- Suomi	
CT	40 kpl/m ²
VT	60 kpl/m ²
MT	90 kpl/m ²

Mänty kasvaa nuorena nopeasti. Kasvu taittuu Etelä-Suomessa 50 – 60 vuoden iässä. Männyn runkopuun kokonaistuotos luonnontilaisissa puolukkatyyppin männiköissä 100 vuoden aikana on 500 – 750 m³/ha. Mänty elää Etelä-

Suomessa tuoreilla kankailla 250 – 300 vuotta, Pohjois-Suomessa mänty voi saavuttaa jopa 700 - 800 vuoden iän. (Kellomäki 2001, 76.)

Männyn tuhonaiheuttajat voidaan jakaa abioottisiin ja bioottisiin. Abioottiset tuhot ovat elottoman luonnon aiheuttamia tuhoja kuten hallan, kuivuuden, maan jäätyamisen (routa), rousteen (pintarouta), tuulen ja ilmansaasteiden aiheuttamat tuhot. Bioottiset tuhot ovat elollisen luonnon aiheuttamia tuhoja kuten sien-, hyönteis- ja selkärankaistuhot. (Helenius, Himanen, Nygren, Vaahtera & Ylioja 2015, 73–81.)

6 Männyn uudistaminen

Viljeltäessä mänty uudistetaan joko istuttamalla tai kylväen. Kylvön osuus kokonaismäärästä on noin 50 % (Metsätilastollinen vuosikirja 2013). Käytettäessä kylvöä oikeilla kohteilla saadaan taimikosta riittävän tiheä, 4000 – 5000 tainta hehtaarille, korkealaatuisen tukkipuun kasvatukseen. Liian ravintekkailla ja hienojakoisilla kohteilla kylvettäessä suurin osa sirkkataimista tuhoutuu hakkuun jälkeen nopeasti kehittyvän pintakasvillisuuden ja roustevaurioiden vuoksi. (Nygren 2011, 8). Mänty uudistetaan luontaisesti yleisimmin siemenpuuhakkuulla. Muita luontaisen uudistamisen vaihtohetoja ovat pienialaiset avohakkuut, joissa hyödynnetään reunametsän siemennystä tai avohakkuut, jolla alikasvustaimikko on emopuuston alla. (Hyppönen 2002, 13.)

6.1 Uudistusalan raivaus ja maanmuokkaus

Uudistusalan raivaus nopeuttaa maanmuokkausta, helpottaa myöhemmin tehtävää perkausta sekä takaa viljeltäville taimille tasaisemmat kasvuolosuhteet. (Luoranen ym. 2012, 72.) Uudistusosalta raivataan pienpuusto, etenkin alikasvoskuuset, jotta männyn taimet eivät joudu kilpailemaan veden ja ravinteiden saannista alikasvospuiden kanssa. Erityisen tärkeää on poistaa männyn kylvöaloilta haapavesakko, joka toimii männyn versoruosteen välisäntänä. Haapavesakko poistetaan raivaussahalla tai vesakontorjunta-aineilla. (Nygren 2011, 35; Helenius & Jalkanen 2014, 11.) Etukasvuinen lehtipuusto valtaa männyn taimikossa nopeasti kasvutilaa ja piiskaa männyn latvat pilalle. Myös etukasvuiset männyt, jotka kehittyvät susipuiksi poistetaan. (Harstela 2006, 34.)

Maanmuokkauksella vähennetään maan tiiviyyttä sekä poistetaan tai käännetään pintakasvillisuutta. Muokkaus takaa siemenille ja istutettaville taimille ympäröivää aluetta paremmat itämis- ja kasvuolosuhteet. (Luoranen, Saksa, Finèr & Tamminen 2007, 19–25.) Maanpinnan käsittelyn tarkoituksena on parantaa tulevan metsän alkukehitystä ja helpottaa viljelytöitä. Käsittely vähentää pintakasvillisuuden kilpailua, nopeuttaa ravinteiden kiertoa ja nostaa itämisalustan lämpötilaa, jolloin itäminen helpottuu. (Nygren 2001, 39.)

Maanpinnan käsittelyllä poistetaan humusta ja paljastetaan kivennäismaan pintakerros, jolloin siemenet pääsevät välittömään kosketukseen maaveden kanssa ja pystyvät paremmin imemään itämiseen tarvittavan veden. Kivennäismaahan sekoittunut humus lisää taimien käytössä olevaa ravinteiden määrää. Se myös suojaa itäviä siemeniä ja sirkkataimia pintaeroosiolta ja lisää kasvualustan huokoisuutta, jolloin roustevauriot vähenevät. Kivennäis- ja turvemailla muokkaus nostaa maan lämpötilaa ja edistää näin taimien juurtumista ja alkukehitystä. (Valkonen, Ruuska, Kolström, Kubin & Saarinen 2001, 89.) Kylvökohdan pienkäsittely (mikropreparaatio) parantaa kylvösiemen itämisolosuhteita. Pienkäsittelyssä muokkausjälkeen tehdään pieniä painaumuksia, joihin siemenet kylvetään. Pienkäsittely lisää kapillaariveden nousua ja siemen kontakti maahan parenee sekä haihdunta vähenee, kun painauman reunat romahtavat eroosion vaikutuksesta ja siemen peittyy hieman. (Bergsten 1988.)

Muokkausmenetelmää valittaessa on huomioitava maalaji ja vesitalous, uudistamismenetelmä, viljeltävä puulaji ja muokkauksen ympäristövaikutukset (Leikola 2001, 124–125). Kylvöön parhaiten soveltuvia menetelmiä ovat kevyet, maanpintaa paljastavat menetelmät (Nygren 2011, 37–40).

Maanmuokkaus tehdään nykyään koneellisesti. Muokkausmenetelmien, äestys, laikutus ja mätästys, valinta tehdään maaperän perusteella. Tavoitteena on valita aina menetelmä, jolla ei tarpeettomasti mennä maan pintakerrosta syvemmälle. Eroosion ehkäisemiseksi ja kaukomaisemassa näkyvien muokkausjälkien vähentämiseksi muokkausjälkiä ei tehdä rinteillä pääkaltevuuden suuntaisesti vaan kohtisuoraan tai vinosti pääkaltevuutta vastaan. Mikäli rinteiden jyrkkyys aiheuttaa toteuttajalle turvallisuusriskin koneen kaatumisvaaran takia, voidaan muokkausjäljet tehdä rinteiden suuntaisesti, mutta tällöin muokkausjälkiin on jätettävä katkoja. (Luoranen ym. 2007, 65.)

Maanmuokkaustoimenpiteet ja uudistamistoimet tehdään mahdollisimman pian päätehakkuun jälkeen, jolloin taataan uuden puusukupolven nopea kehitys, kun pintakasvillisuus ja juuristokilpailu on vähäisempää. Etelä-Suomessa muokkausjälki on taimettumiskelpoinen kolme – neljä vuotta. (Mälkönen 2003, 165–166.) Tärkeillä pohjavesialueilla ehkäistään mahdollista nitraatin huuhtoutumista pohjaveteen käyttämällä vain humuspintaa rikkovia maanmuokkausmenetelmiä, kuten äestystä ja laikutusta (Luoranen ym. 2007, 66–67).

Äestystä käytetään vettä läpäisevillä, vähä- ja normaalikivisillä, vähintään keskikarkeilla kangasmailla uudistettaessa männylle. Äestyksessä kivennäismaata paljastetaan yhtäjaksoisella jäljellä, 60–80 cm leveydeltä, 4 000–5 000 metriä hehtaarille. Näin männyn kylvössä päästään 4000 kpl/ha tavoitettiheyteen, kun paljastuneen kivennäismaan osuus on vähintään 20 % uudistusalan pinta-alasta. Muokkausjäljen syvyys riippuu uudistamistavasta. Äesvakojen väli on yleensä noin 1,5 metriä, mitattuna vaon reunasta reunaan. (Nygren 2011, 37–45.)

6.2 Kylvö

Nykyään suurin osa männyn kylvöstä tehdään koneellisesti metsämaan äestyksen tai laikutuksen yhteydessä. Koneellisen kylvön helppous ja halpa hinta voivat houkuttaa menetelmän käyttöön huomioimatta kasvupaikan ja ajankohdan asettamia rajoituksia. (Valkonen ym. 2001, 140.) Mäntyä voidaan kylvää myös käsinkylvönä, jolloin siemenet kylvetään muokkausjälkeen sormin tai ripottelemalla pullosta. (Hyppönen & Karvonen 2005, 76–77.)

6.3 Kylvöajankohta

Männyn kylvö suositellaan suoritettavaksi keväällä heti lumien sulamisen jälkeen, samaan aikaan kun suurin osa männyn siemenistä varisee luonnossa, käytännössä touko–kesäkuussa. Aikaisen kylvöajankohdan ansiosta siemen pystyy hyödyntämään maaperässä olevan kosteuden ja itävyys paranee. Heinäelokuu on todettu männylle sopimattomaksi kylvöajaksi sekä kivennäis- että turvemilla. (Nygren 2011, 51.)

Keväällä kylvetyistä siemenistä kehittyvien taimien juuret ehtivät kasvaa kesän aikana ja ankkuroida taimet maahan, jolloin taimien roustetuhot ja

taimikuolleisuus vähenevät. Kasvukauden lämpösumman on oltava 500–600 d.d., jotta sirkkataimet ehtivät karaistua ennen syksyä. Tästä johtuen viimeiset kylvöt suositellaan tehtäväksi viimeistään juhannuksena, jolloin orastuminen tapahtuu ennen heinäkuun puoliväliä. (Luoranen ym. 2012, 96.)

6.4 Männyn syyskylvö

Männyn oikeana kylvöajankohtana pidetään kevättä ja alkukesää (Nygren 2011, 51). Kylvöajankohdasta on tehty useita tutkimuksia (Kinnunen 1992; Winsa ja Sahlén 2001; de Chantal, Leinonen, Ilvesniemi & Westman 2003; Wibeck 1927), jotka tukevat edellä mainittua käsitystä. Männyn kylvö voidaan tehdä tietyin rajoituksin myös syyskylvönä (lokakuun puolivälin jälkeen), joka on parempi vaihtoehto kuin kylvökauden jatkaminen heinäkuulle (Helenius 2014, 7). Kivennäismailla männyn syyskylvön on todettu olevan epävarmempi menetelmä kuin kevätkylvö, mutta turvemaiden syyskylvöstä (loka-marraskuu) on saatu parempia tuloksia (Nygren 2011, 56). Lapissa syyskylvöstä on saatu hyviä tuloksia, mutta Etelä-Suomessa syyskylvön onnistuminen on epävarmaa. (Hyppönen & Hallikainen, 2011, 515-529). Siemenen talvehtiminen metsämaassa voi toisinaan onnistua sillä monissa kylvökokeissa on havaittu männyn jälki-itämistä etenkin Pohjois-Suomessa tehdyissä tutkimuksissa. (Häggman 1987; Siren 1952; Wibeck 1917). Syyskylvössä suurimpina riskeinä ovat siementen kostuminen, jolloin ne joko itävät syksyllä tai jäätyvät talvella sekä siemensyönte (Helenius 2012, 73–82).

6.5 Männyn kylvölle soveltuvat kohteet

Ensisijaisesti mäntyä kylvetään kuivahkoille (VT) ja kuiville (CT) kankaille. Näissä paikoissa pintakasvillisuutta on niukasti eikä näin haittaa kylvötaimien kehitystä ja maalaji on yleensä niin karkea, että roustetuhot jäävät vähäisiksi. (Äijälä ym. 2014, 73.) Mäntyä voidaan kylvää myös vähäravinteisille tuoreille kankaille (MT), joissa maaperä on karkeaa ja läpäisee vettä hyvin. Turvekankailla männyn kylvöön soveltuvat ravinteisuudeltaan kuivahkoja ja kuivia kankaita vastaavat kasvupaikat. (Nygren 2011, 28).

Suomen metsäpinta-alasta kuivahkojen kankaiden osuus on Etelä-Suomessa noin 18 % ja Pohjois-Suomessa 36 %. Kuivahkoja kankaita esiintyy lähes saman

verran sekä moreenimailla että lajittuneilla mailla. Lajittuneet maat taimettuvat hyvin luontaisesti runsaina siemenvuosina ja niitä voidaan uudistaa kylväen onnistuneesti. (Nygren ym. 1997, 34.)

Männyn kylvöä käytetään kohteilla, joissa maaperä sopii luontaiseen uudistamiseen, mutta joissa ei ole riittävästi määrää hyvälaatuisia siemenpuita tai puusto ei tuota enää siemeniä tai halutaan hyödyntää jalostuksella saatava parannus kasvussa.

Maalajilla määritellään tarkemmin maaperän keskimääräinen raekoko. Maalajista riippuvia tekijöitä kylvön onnistumiselle ovat veden läpäisevyys, routiminen, ravinteiden saatavuus, hengittävyys ja pintakasvillisuuden kilpailu. (Nygren 2011, 28.) Kivennäismaiden karkeat ja keskikarkeat kankaat ovat osoittautuneet kylvön kannalta edullisiksi kohteiksi. Karkeat sora- ja hiekkamaat läpäisevät helposti vettä ja veden haihtuminen on voimakasta, jolloin itäminen vaikeutuu ja sirkkataimet voivat kuivua. Aukeilla uudistusaloilla paljastetun maan pintakerrokset kuivuvat helposti tuulen vaikutuksesta sitä nopeammin mitä karkeampi maalaji on kyseessä. (Nygren 2011, 31.)

6.6 Männyn konekylvö

Koneellisessa kylvössä kylvölaite on yhdistetty muokkauskoneeseen. Yleisin koneellisessa kylvössä käytetty kylvömuokkauslaite on metsä-äes, johon automaattinen kylvölaite on asennettu. Kylvö voidaan tehdä myös koneellisen laikutuksen yhteydessä, jolloin muokkaus ja kylvö tehdään kaivinkoneella tai jatkuvatoimisella laikkurilla, johon siemenannostelija on asennettu. (Nygren 2011, 43–45.) Maanmuokkaukseen yhdistetty männyn kylvö takaa hyvän lähtökohdan siementen itämiselle. Siemenet kylvetään tuoreeseen muokkausjälkeen, jolloin siemen pystyy hyödyntämään maassa olevan kosteuden. Maan pinta on kuohkeaa ja muokattu maa tasoittuu ja painuu muokkauksen jälkeen, jolloin osa siemenistä kätkeytyy maahan, ja kosteus- ja lämpöolot siemenen lähiympäristössä tasoittuvat. (Luoranen ym. 2012, 95-96.) Konekylvössä oleellista on siementen suuntaaminen tarkasti ja hallitusti muokkausjälkeen, jolloin siemenmenekki ja siemenen vaurioituminen vähenevät.

Kinnusen (2003, 72) mukaan käsin- ja konekylvöt ovat kustannuksiltaan hyvin lähellä toisiaan, jolloin valinta menetelmästä voidaan tehdä tilanteen mukaan.

Koneellisen kylvön kustannukset muodostuvat muokkaustavasta, kylvöalueen pinta-alasta ja käytettävän siemenen laadusta. Jatkuvatoimisilla laitteilla (äes, laikkuri) muokattaessa kustannukset ovat alhaisempia kuin yksittäin (kaivinkone) muokkaavalla laitteella (Nygren 2011, 46). Kylvön välittömät kustannukset ovat melko alhaiset. Kylvöön perustuvan metsänviljelyn kustannukset ovat Etelä-Suomessa keskimäärin maanmuokkaus 200 – 300 €/ha, kylvölisä 50 €/ha ja siemenkustannus 150-300 €/ha (Luonnonvarakeskus 2017).

Kone- ja käsinkylvöä vertaileissa tutkimuksissa tulokset ovat vaihtelevia. Kinnusen (2003, 72) tutkimuksessa Pirkanmaan ja Lounais-Suomen alueella uudistamistulos oli likimain samanlainen kone- ja käsinkylvössä. Saksan ja Kankaanhuhdan (2007, 48) mukaan männyn konekylvössä saavutetaan parempi tulos kuin muokkauksen jälkeen tehdyssä käsinkylvössä. Paremmat tulokset johtunevat mm. käytetystä siemenmäärästä, muokkausjäljen kosteusoloista, maanpinnan pienmuotojen hyödyntämisestä sekä kylvöjen oikeasta ajoituksesta (toukokuu-kesäkuun alkupuoli).

Konekylvöllä uudistettaessa on mahdollista saada aikaan taimikko, jonka myöhemmässä kasvatuksessa voidaan käyttää laatukasvatuksen periaatteita hyväksi. Männyn kylvössä tavoitettavuudenä pidetään 4 000–5 000 kpl/ha. Taimikkovaiheessa tiheänä kasvanut mänty jää oksiltaan ohuemmaksi ja alaoksat kuivuvat aikaisemmassa vaiheessa kuin väljemmässä asennossa kasvaneessa taimikossa. Tiheässä kasvatettava kylvötaimikko sietää hirvituhoja istutustaimikkoa paremmin. Kylvötaimikossa on vähemmän juuristo-ongelmia kuin istutustaimikossa, koska taimi kasvaa maastossa siemenestä alkanen. (Kolström 2001,182–185; Valkonen ym. 2001, 139; Varmola 2001,172.)

Käyttämällä männyn koneellista kylvöä voidaan uudistamisaikaa lyhentää muutamalla vuodella luontaiseen uudistamiseen verrattuna. Koneellinen kylvö mahdollistaa siemenen päätyksen välittömästi tuoreeseen, kosteaan muokkausjälkeen. Se myös poistaa kylvötuppaisiin ja niiden käsittelyyn liittyviä ongelmia, varmistaa taimikon hyvän tilajärjestyksen ja laadun sekä alentaa kylvökustannuksia. (Hyppönen & Karvonen 2005, 80.)

Konekylvössä tulosta heikentäviä tekijöitä ovat väärä kohdevalinta, maanmuokkauksen heikko laatu, kivisyys, kannot, runsas hakkuutähteiden

määrä, kylvölaitteen toimintahäiriöt, kylvösuuttimen tukkeutuminen sekä se, että siemenet eivät sijoitu optimaalisesti muokkausjälkeen (Luoranen ym. 2012, 96). Koneita ei saada riittävän ajoissa kuvioille liiallisen märkyyden takia, jolloin muokkaus ja kylvö viivästyvät (Helenius 2012).

6.7 Kylvölaitteet

Kylvölaite koostuu siemensäiliöstä, annostelijasta, kylvölaitteesta, putkistosta sekä ohjausyksiköstä. Annostelija on yleensä sähkötoiminen kolopyörä tai kierukka. Paineilmaa käytetään siemenen siirtämiseen annostelijalta muokkausjälkeen. (Bracke Forest 2017.)

Yleisin koneellisessa kylvössä käytettävä kylvö-muokkauslaite on metsä-äes, johon automaattinen kylvölaite on asennettu. Koneellisen laikutuksen yhteydessä käytetään kaivinkonetta tai jatkuvatoimista laikkuria, johon siemenannostelija on asennettu. (Nygren 2011, 45.) Suomessa konekylvöön käytettäviä erilaisia kylvölaitteita on noin sata. Yleisimpiä Rummukaisen ym. (Rummukainen, Tervo, Kautto & Pulkkinen 2011, 15) maanmuokkausta- ja kylvölaiteyhdistelmiä vertailuja männyn kylvöä käsittelevässä tutkimuksessa mainitaan Bracke TTS:n myymä Sigma sekä NewForest Oy:n myymä SeedGun ja Ramek Oy:n valmistama Top-100. Muista kylvölaitemalleista mainitaan Malli/Palonen, Tume MKL 2 sekä Toimi Holck- ja Käpy-kylvölaitteet. Kylvölaite koostuu siemensäiliöstä, annostelijasta, kylvölaitteesta, putkistosta sekä ohjausyksiköstä. Nykyaikaisissa kylvölaiteissa paineilmatoiminen annostelija annostelee siemenen muokkausjälkeen. (Rummukainen 2001, 142–143; Uusitalo 2003, 207.)

6.8 Viljelymateriaali

Viljelymateriaalin valinnassa tulee huomioida alueen ilmastolliset ja maantieteelliset olot ja pyritään aina käyttämään paikallista alkuperää (Luoranen ym. 2012, 87). Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on jaotellut Suomen luonnonolosuhteiltaan mahdollisimman yhtenäisiin lähtöisyysalueisiin. Lähtöisyysalue tarkoittaa aluetta, jolla luonnonolot ovat riittävän yhdenmukaiset ja alueella sijaitsevat metsiköt ovat ilmiasultaan tai geneettisiltä

ominaisuuksiltaan riittävän samankaltaisia. Korkeusvaihtelut huomioidaan tarvittaessa. (Nygren 2011, 18–19.)

Suomessa männyn lähtöisyysalueita on 12 kappaletta. Alueiden sisällä metsikkökeräyssiemeniä voidaan kerätä ja sekoittaa samaan siemenerään. Lämpösumman keskihajonta koko Suomen alueella on noin ± 100 d.d., eli puut ovat sopeutuneet vähintään tämän suuruisiin poikkeamiin. (Nygren 2003, 52; 126.)

Siementen itävyys ja kylvötapa vaikuttavat siemenmenekkiin kylvöalueella. Siementä kuluu noin 200 - 400 grammaa hehtaarilla, jolloin siemenmäärä on 50 000–80 000 kappaletta tuhatjyväpainosta riippuen (Nygren 2011, 15). Koneellisessa äeskylvössä siemenmenekki on noin 300 - 400 g hehtaaria kohden, kun vastaava siemenmäärä käsinkylvössä on 200 - 300 g hehtaarille. Tämä johtuu siitä, että konekylvössä siemenet kylväytyvät muokkausjälkeen satunnaisesti. Siementä joutuu myös äesjäljen ulkopuolelle tai kivien ja kantojen päälle. Konekylvössä tavoitteena on kylvää keskimäärin 13–20 siementä vakometriä kohden. (Luoranen ym. 2012, 95.)

Ostajalle ilmoitettavista siemenerää koskevista tiedoista säädetään laissa metsänviljelyaineiston kaupasta (241/2002). Siementen alkuperäistodistuksessa tulee ilmoittaa siemenen alkuperään liittyvät tiedot. Näitä tietoja ovat kantatodistuksen koodi ja numero, siemenluokka, siementen käyttötarkoitus, perusaineiston tyyppi, perusaineiston rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnistekoodi, siementen tuleentumisvuosi, lähtöisyysalue tai tarkka maantieteellinen sijainti sekä perusaineiston alkuperätieto. Siementen tuhatjyväpaino ja puhtaus (roskat, rikkoutuneiden siementen määrä yms. siemenerässä) ovat oleellisia tietoja itävyyden lisäksi. Tiedot käyvät ilmi myyntipakkauksesta. Siemenerän tunnuksista tuhatjyväpaino ilmoittaa siementen lukumäärän kilogrammaa kohden. Tuhatjyväpainon avulla voidaan arvioida siemenmenekki kylvössä. Tuhatjyväpaino määritellään puhtaasta siemenestä. (Nygren 2003, 97.)

Siementen tärkein ominaisuus on itävyys. Hyvin itävä siemen pienentää siemenmenekkiä ja taimet orastuvat nopeasti ja täydellisesti. Itämisprosentti on suure, joka kertoo itämiskykyisten siementen osuuden siemenerässä laboratorio-

olosuhteissa. Maastossa itävyys on yleensä alempi kuin laboratorio-olosuhteissa. Siemenistä on ilmoitettu yleensä itävyysprosentin lisäksi myös itämistarmo. Itämistarmo kertoo siemenerän elinvoimaisuudesta ja ilmaisee siemenerän itämisen nopeuden laboratorio-olosuhteissa. Maastossa männyn kylvöjen keskimääräinen orastuvuus on 10–30 prosenttia kylvetystä itämiskykyisestä siemenestä ensimmäisen kasvukauden lopussa mitattuna. Lopullinen taimettumisprosentti on noin puolet tästä. Siemenen itäminen maasto-olosuhteissa riippuu kasvupaikasta, käytetystä kylvömenetelmästä ja kasvukauden olosuhteista. (Nygren 2011, 15–16; 68.) Sarvas (1937) ja Häggman (1987) ovat tutkimuksissaan todennet, että siementen jälki-itämistä on havaittu erityisesti Pohjois-Suomessa. Epäsuotuisina kesinä osa siemenistä voi jäädä itämättä. Mitä huonommin siemen on tuleentunut ja mitä vähäsateisempi kylvökesä on, sitä suurempi osa siitä jälki-itää. Useimpien tutkimusten (Kinnunen 1992; Winsa & Bergsten 1994; Winsa 1995; Winsa ja Sahlèn 2001) mukaan voitaisiin taimikon aukkoisuutta vähentää tekemällä pienkuoppia (mikroperparaatio). Yli-Vakkurin ja Räsänen (1971) mukaan siementen peittämisellä voidaan myös parantaa taimettumista.

Siemenet on säilytettävä alkuperäispakkauksissaan kuivassa ja alle 10 °C:n lämpötilassa sekä suojattuna valolta ja kolhuilta. Siementen pitkäaikainen varastointi tapahtuu alle 0 °C:n lämpötilassa. Siemenet voivat rikkoutua pelkästään siemenpurkkia ravistelemalla, eikä vaurioita ei aina huomaa päällepäin. (Helenius 2012) Siemeniä ei pidä säilyttää kylvölaitteessa. Yli jääneet siemenet on säilytettävä viileässä ja kuivassa. Työmaalle viedään vain päivän siementarve. (Helenius 2010, 60.)

Kylvöön tarvittava siemenmäärä riippuu siemenen itävyydestä ja massasta. Jalostettua siemenviljelyssiementä käytettäessä tarvitaan kappalemääräisesti hehtaarille vähemmän kuin metsikkösiementä, koska siemenviljelyssiemen taimettuu maastossa paremmin. Jalostettu siemen painaa enemmän kuin metsikkösiemen, joten molempia kuluu painon mukaan mitoitettuna saman verran. Käytettävistä siemenmääristä löytyy tarkempia ohjeita esimerkiksi siementuottajilta. Siementen säilytyksestä ja käsittelystä saa tietoa Markku Nygrenin 2003 julkaistusta Metsäpuiden siemenoppaasta. (Luoranen ym. 2012, 94–95).

Metsikkösiemenet ovat hyvälaatuisista metsistä yleensä päätehakkuiden yhteydessä kerättyjä siemeniä. Kävyt kerätään hakkuukohteilta kaadettujen puiden latvoista. Siemenviljelyssiemenet on kerätty siemenviljelyksillä kasvatettavista pluspuiden vartteista, joiden hyvät laatu- ja kasvuominaisuudet periytyvät syntyviin siemeniin. (Luoranen ym. 2012, 87.)

Jalostetun siemenen käytöllä saadaan laadullisesti ja kasvullisesti parempi puusto kuin metsikkösiemenellä (Äijälä ym. 2014, 73). Kolmen prosentin korkokannalla tarkasteltuna on mahdollisuus päästä 25 prosentin nettonykyarvon lisäykseen metsikön kiertoajalla. Etelä-Suomessa jalostetun siemenen käyttö, aina kun mahdollista, kannattaa, vaikka jalostettu siemen on metsikkösiementä kalliimpaa. (Ahtikoski, Ojansuu, Haapanen, Hynynen & Kärkkäinen 2012, 335–348.)

Seed & Go yhdistelmässä on sekä jalostettua että jalostamatonta siementä. Molempien siementen itävyys on vähintään 90 prosenttia. Käytettäessä metsäkylvössä siemenyhdistelmää saadaan taimikkoon jalostushyöty sekä riittävä taimikon alkutiheys edullisesti. Etenkin kuivina kesinä eri aikaan itävillä siemenillä voidaan pienentää sirkkataimille kuivuudesta aiheutuvaa kuolleisuutta. (Tapion siemenkeskus 2015.)

6.9 Männyn taimettuminen ja kylvötaimikon vakiintuminen

Taimettumisen eli siementen itämisen ja sirkkataimien menestymisen onnistumisessa avainasemassa ovat maan vesi- ja lämpöolot. Taimettuminen edellyttää siementen itämiselle sopivia lämpöoloja sekä siementen ja sirkkataimien riittävää vedensaantia. (Nygren ym. 1997, 24.) Alhaiseen taimettumiseen voivat olla syynä kuivuus, siemensyönte, eroosio, rouste, ravinnepuutos, pintakasvillisuus, halla, sienitaudit ja siemenen väärä käsittely. (Helenius 2012). Lämpöolojen äärevöityminen lisää hallariskiä etenkin pienillä, noin puolen hehtaarin suuruisilla aukoilla, joissa ilma liikkuu heikommin ja joihin kylmä ilma valuu ympäristöstä. Taimettumiseen vaikuttavat myös pitkät poutajaksot sekä runsaiden sateiden jaksot. (Hyppönen 2005, 35–41.)

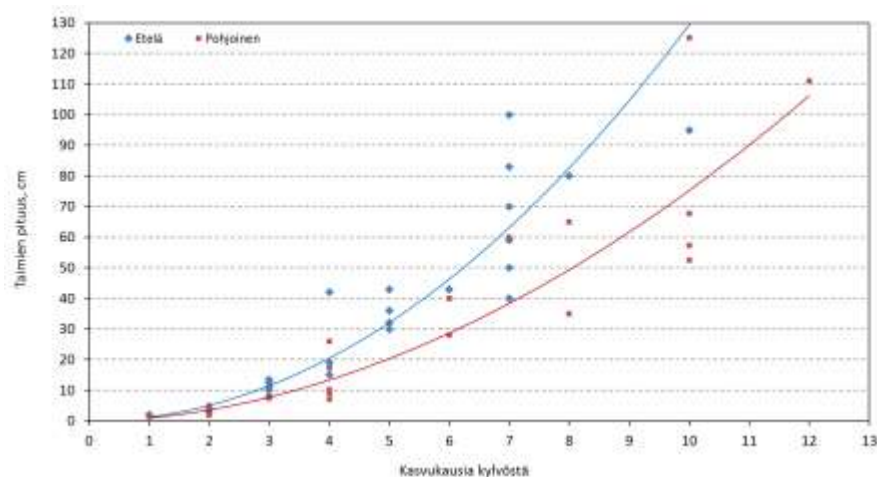
Kylvötaimikossa luonnonsiemennys Kinnusen ja Mäki-Kojolan (1980) mukaan on pienillä aloilla suurempi kuin suurilla kuvioilla. Paras taimettumistulos saavutettiin kuvioilla, joiden pinta-ala vaihteli 0,5–1,0 ha. Pinta-alan edelleen kasvaessa

huonontui uudistamistulos jonkin verran. Mitä suurempi osa kuvion piiristä oli siementävää puustoa, sitä parempi uudistamistulos saavutettiin. Reunametsällä on merkitystä alan taimettumiselle silloin, kun mänty on valtapuulajina. Pienillä kuvioilla reunametsän sijainti pohjoissivun puolella vaikuttaa edullisesti alan lämpö- ja vesitalouteen. Etelälaidalla sijaitseva reunametsä voi varjostuksellaan haitata taimettumista. Suurilla kuvioilla reunametsä vaikuttaa edullisesti silloin, kun se sijaitsee vallitsevan tuulen suunnassa.

Männyn kylvötaimikoissa taimien katsotaan vakiintuneen kylvöä seuraavien 2–4 vuoden aikana, jolloin kylvöjen onnistuminen voidaan inventoida. Taimikko katsotaan vakiintuneeksi lopullisesti, kun taimien pituus on keskimäärin puoli metriä ja kehityskelpoisia taimia on riittävästi jakautuen tasaisesti uudistusalueelle. (Nygren 2011, 71.) Perustamisvaiheessa männyn taimitiheys on 3 000–10 000 kpl/ha (Nygren 1997, 27).

6.10 Kylvötaimien pituuskasvu ja taimimäärät

Männyn kylvötaimien pituuskehitys on verkkaista. Useissa eri taimien pituuskehitystä käsittelevissä tutkimuksissa (Liite 2) taimet ovat 19–43 senttimetrin mittaisia kasvettuaan 4–5 kasvukautta (kuvio 1). Etelä- ja Keski-Suomessa taimet saavuttavat kahden metrin keskipituuden noin 12 vuoden iässä ja Pohjois-Suomessa noin 16 vuoden iässä. Runsaat vaihtelut männyn taimimäärissä (taulukko 2) eri kylvövuosien välillä ovat tyypillistä männyllä. (de Chantal, Leinonen, Ilvesniemi & Westman 2003; Hallikainen 2004; Kinnunen 1982; Miina & Saksa 2008.)



Kuva 1. Kylvötaimien pituuskasvu (Metla 2017)

Publication	Years from seeding	Research area	Seedlings, ha ⁻¹	Cutting method
Hyppönen (1998)	2-5	West Lapland	3100	Clear-cut
Hyppönen and Kemppe (2002)	6	South Lapland	7700	Seed-tree cut
	10	South Lapland	11,200	Seed-tree cut
	12	South Lapland	10,100	Seed-tree cut
Wall and Kubin (2000)	4	Ostrobothnia	4600-20,300	Clear-cut
Hallikainen et al. (2004)	10-20	Lapland	3400-4400	Clear-cut
Miina and Saksela (2008)	3-5	South Finland	3200	Clear-cut
Kankaanhuhta et al. (2009)	4	South Finland	3100	Clear-cut

Taulukko 2. Männyn taimimäärät suomalaisissa kevätkylvötutkimuksissa (Hyppönen & Hallikainen 2011).

7 Tutkimusongelma ja rajaukset

Laajojen myrskytuhoalojen uudistaminen kylvämällä, vaikka kasvupaikka ei soveltuisi kylvämiseen, voi houkutella pelkästään kustannussyistä. Kylvön luonnonmukaisuus ja suhteellisen pienet toteuttamiskustannukset voivat johtaa siihen, että menetelmää käytetään liian ravinteikkailla ja hienojakoisilla kasvupaikoilla, kohteilla joihin kylvö ei sovellu. (Nygren 2011, 7–8.)

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat männyn konekylvöalojen taimettumiseen
2. Eroavatko kevät- ja syyskylvö tässä suhteessa toisistaan

Opinnäytetyön tavoite oli selvittää, voidaanko syyskylvöä käyttää tietyin rajoituksin kylvökauden jatkamiseen Tornator Oyj:n kohteilla sekä tutkia kylvöalojen taimettumisastetta.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään maanmuokkausmenetelmän osalta vain äestystä. Tutkimuksen tulokset antavat tietoa männyn kylvön onnistumisesta tapaustutkimuksena tarkasti rajatuilla kohteilla. Tutkimuksessa tarkastellaan konekylvöä kokonaisprosessina, jonka vuoksi eri työvaiheiden sisältämät yksityiskohdat jäävät vähemmälle huomiolle.

8 Aineisto ja menetelmät

8.1 Aineisto ja rajaus

Kerätty aineisto on rajattu tapauskohtaisesti, eikä siitä voi tehdä johtopäätöksiä yhtiön kaikkien konekylvöjen laadusta tai taimettumisen onnistumisesta. Inventoituja kuvioita kertyi yhteensä 30 kappaletta, joiden yhteispinta-ala oli 107,9 hehtaaria. Kevätkylvökohteilla inventoituja kuvioita oli 20 kappaletta ja syyskylvökohteilla 10 kappaletta. Koealoja oli 688 kappaletta (taulukko 3).

Taulukko 3. Tutkimuskohteiden yhteenveto

Kylvöt yhteensä				
Kylvöajankohta	%	ha	kuvioita (kpl)	koealoja (kpl)
Kevätkylvöt 2011	59	63,1	16	397
Kevätkylvöt 2012	2	2,7	4	37
Kevätkylvöt yht.	61	65,8	20	434
Syyskylvöt 2011	39	42,1	10	254
Yhteensä	100	107,9	30	688

Tutkimusalueeksi valittiin Etelä-Karjalan alueella olevat, työskentelyalueeseeni kuuluvat vuonna 2010 Asta ja Veera -myrskyyihin liittyvät kuivahkon kankaan (VT) uudistusalat, joiden uudistamismenetelmänä käytettiin koneellista metsä-äkeellä maanmuokkauksen yhteydessä tehtyä männyn kylvöä. Kylvöajankohdat ajoittuivat vuosien 2011 ja 2012 kevääseen ja vuoden 2011 syksyyn. Tutkimuksen aineiston muodostavat 30 äestettyä ja konekylvettyä kuviota, joilta pinta-aloihin suhteutettuja koealoja kerättiin 688 kappaletta. Tutkimusaineisto koostuu ainoastaan männyn taimista. Muiden puulajien (koivu ja kuusi) taimimäärää ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

Kyseessä on tapaustutkimus eivätkä tutkimuksesta saadut tulokset pyri edustamaan yleistettävyyttä. Tässä tutkimuksessa männyn taimilla tarkoitetaan tavanomaisesta poiketen sekä pituudeltaan yli 10 senttimetrin (cm) taimia että sitä pienempää taimiainesta riippumatta pituudesta, koska osa männyn taimista oli vielä alle 10 cm pituisia.

Tutkimuskohteet sijaitsevat Etelä-Karjalassa Ruokolahden ja Rautjärven kunnanrajalla, Torsa- ja Jukajärven välisellä alueella (kuva 2). Kohteet sijaitsevat maantieteellisesti pienellä alueella ja työmaiden korkeus merenpinnasta vaihteli 80 – 125 metrin välillä (Mertanen 2015). Kohteet sijaitsevat kuudella eri palstalla ja kauimmaisten kohteiden etäisyys toisistaan on 12 km.

Vuoden 2011 kylvöt on tehty keväällä ja syksyllä ja vuoden 2012 kylvöt keväällä. Vuoden 2011 kylvöt ajoittuivat 9.6. – 29.6.2011 ja 11.11. – 25.11.2011 väliselle ajalle. Kevätkylvöt 2012 on tehty 21.6.2012.

Alueen kasvukauden pituus pitkän ajan seurannan mukaan (1981–2010) vaihtelee keskimäärin välillä 27.4. – 22.10. ja tehoisan lämpötilan summa on 1300-1400 (d.d.) sekä sadesumma kasvukaudella 360–380 millimetriä. (Karlssoon 2015a/b.)



Kuva 2. Kohteiden sijainti (Paikkatietoikkuna 2017).

Metsätyypiltään inventoidut kuviot sijoittuivat puolukkatyyppin kankaalle (VT). Maalajeina inventoiduilla kuvioilla oli hienojakoinen- ja keskikarkea kangasmaa. Hienojakoisen kangasmaan osuus tutkimusalasta on 81,1 ha ja keskikarkean kangasmaan osuus on 26,8 ha (taulukko 4). Kevätkylvöissä maalajit jakautuivat 62 % hienojakoiseen kangasmaahan ja 38 % keskikarkeaan kangasmaahan. Syyskylvöissä maalajijakauma oli hienojakoinen kangasmaa 95 % ja keskikarkea

kangasmaa 5 %. Hienojakoisen kangasmaan osuus tutkimusalasta on 81,1 ha ja keskikarkean kangasmaan osuus on 26,8 ha (taulukko 4).

Taulukko 4. Maalajien jakautuminen kohteilla

Kylvöt yhteensä				
Maalaji	%	ha	kuvioita (kpl)	koaloja (kpl)
hienojakoinen kangasmaa	75 %	81,1	21	509
keskikarkea kangasmaa	25 %	26,8	9	179
	100 %	107,9	30	688

Kaikkiin kylvöihin käytetyt erät ovat olleet Seed&go siementä eli puolet siemenistä on siemenviljelyssiementä ja puolet metsikkösiementä. Siemenviljelyssiemenen alkuperä on ollut Sv 338 Mellonkylä. (Juha-Veli Hyytiäinen 2015).

Tutkimuskohteiden vieressä olevat metsät olivat pääasiassa varttuneita kasvatusmetsiä (kehitysluokka 03), pääpuulajina mänty. Vähäinen osa tutkimuskohteita ympäröivistä kuvioista jakautui pieniin ja varttuneisiin taimikoihin (kehitysluokat T1 ja T2) sekä nuoriin kasvatusmetsiin (kehitysluokka 02), pääpuulajina mänty (kuva 3).



Kuva 3. Tutkimuskohteiden reunametsää (Kuva: Hanna Nevalainen)

8.1 Maanmuokkaus ja kylvölaite

Tutkimusalueen kuvioilla maanmuokkaus- ja kylvölaitteena oli käytetty metsätraktoriin liitettyä TTS-Delta II hydraulipainatuksella varustettua metsä-äestä, johon oli liitetty TTS Sigma IIA kylvölaite (kuva 4). TTS-Delta II:n ominaisuuksia ovat mm. hydraulinen kevennys/painatus, lautasten pyörintänopeuden säätö, lautaskulman säätö sekä katkotus. Lautaskulman säätö mahdollistaa jäljen leveyden valinnan ja katkotuksella säädetään katkon ja muokkausjäljen pituutta. TTS Sigma -kylvölaitetta ohjataan elektronisesti metsätraktorin ohjaamosta. Ennalta määritetty siemenmäärä annostellaan muokkausjälkeen muokkaimen ajonopeuden mukaan. Näin annosteltu siemenmäärä pysyy vakiona pinta-alayksikköä kohden (TTS Forest Oy.) Äesjälkeä oli keskimäärin 4018 m/ha laskettuna toimijan ilmoittamasta kuvioittaisesta äesmetrimäärästä. Toimijan ilmoittama äesjäljen leveys kuviolla oli 2,3 m keskeltä keskelle. Kylvetty siemenmäärä kaikille tutkimuksen kuvioille keskimäärin oli 302 g/ha.



Kuva 4. Metsätraktoriin liitetty TTS-Delta II hydraulipainatuksella varustettu metsä-äes sekä TTS-Sigma kylvölaite kuormatilassa. (Kuva: Hanna Nevalainen)

9 Tutkimusmenetelmä

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kevät- ja syyskylvöalojen taimettumista, jolloin puhutaan empiirisestä tutkimuksesta. Empiirisessä tutkimuksessa

tutkimuskohteelta tehdään konkreettisia havaintoja ja analysoidaan sekä mitataan niitä (Jyväskylän yliopisto 2015).

Tutkimusaineistona käytettiin systemaattisella linjoittaisella koealaverkostolla maastosta ympyräkoealoilta laskettuja männyn taimimääriä. Ilmiöiden välisiä yhteyksiä tarkastellaan numeeristen muuttujien avulla, joten kyseessä on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Määrällisessä tutkimuksessa kiinnostuksen kohteina ovat erilaiset luokittelut, syy- ja seuraussuhteet, vertailut sekä numeeristen tulosten perusteella ilmiöiden selittäminen (Jyväskylän yliopisto 2015).

Tutkimus rajattiin koskemaan ainoastaan pienellä maantieteellisellä alueella sijaitsevia myrskytuhojen seurauksena uudistettavia alueita, jolloin tutkimus sai myös tapaustutkimuksen piirteitä. Tapaustutkimuksessa valitusta tapauksesta pyritään intensiiviseen ja yksityiskohtaiseen tiedon tuottamiseen, joiden avulla pyritään ymmärtämään ja tulkitsemaan yksittäisiä tapauksia (Jyväskylän yliopisto 2015). Opinnäytetyön menetelmänä oli siten empiirinen määrällinen tutkimus, jossa on myös piirteitä tapaustutkimuksesta.

9.1 Inventointimenetelmä

Inventoinnin kriteeristönä käytettiin valtioneuvoston asetuksessa metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (1308/2013) olevia 11 §:n mukaisia taimikon arviointiperusteita. Inventointimenetelmänä käytettiin systemaattista linjoittaista ympyräkoealamenetelmää, jossa koealan säteenä oli 3,99 m, jolloin koko on 50 m².

Koealaverkoston (kuva 6) linja- ja koealavälit määräytyivät inventoitavan kuvion koon mukaan (taulukko 6). Inventointilinjat piirrettiin inventoitaville kuvioille käyttäen apuna yhtiön karttaohjelmaa. Linjasto suunnattiin maastokuvioiden pääsuuntaan nähden poikittain ja vedettiin samansuuntaisina alueen laidasta laitaa. Suuremmilla kuvioilla koealoja on enemmän kuin pienemmillä kuvioilla. Ympyräkoealojen keskipisteet merkittiin karttaan koordinaattipisteinä koealavälin päähän toisistaan. Koealapisteet paikannettiin maastossa GPS avusteisesti 2 – 3 m:n tarkkuudella. Koealojen paikantamiseen maastossa käytettiin Nautiz X3 maastotallenninta ja RoyalTek GPS-vastaanotinta. Paikannustarkkuus avoimilla

alueilla, kun paikannustarkkuutta häiritsevää puustoa ei ole, katsottiin riittäväksi tämän kaltaisessa inventoinnissa.



Kuva 6. Koealaverkosto kuviolla (Saksa ym. 2007, 18)

Taulukko 6. Inventoinnin linja- ja koealavälit.

Alueen pinta-ala ha	Linjaväli m	Koealaväli m	Koealojen määrä kpl
< 1,0	20	20	-25
1,1 – 5,0	30	20	15 - 75
5,1 – 10,0	30	30	45 - 90
> 10,1	40	30	80 -

Säteen määrittämiseen käytettiin lasikuitukeppiin kiinnitettyä narua, johon 3,99 metrin kohdalle oli tehty merkki. Lasikuitukeppi painettiin maahan koealan keskipisteeseen ja keppiin kiinnitettyä narua apuna käyttäen, laskettiin koealalla olevat kehityskelpoiset taimet. Koska käytettävä koealasäde oli yksin työskentelyyn pitkä, merkittiin jokainen kriteerit täyttävä taimi taimen viereen maahan suihkutettavalla maalipisteellä ja tulos tarkastettiin teleskooppisella onkivavalla, jonka pituus oli 3,99 m. Näin toimittaessa jokainen kasvatuskelpoinen männyn taimi tuli varmasti huomioitua koealalta.

9.2 Kuvioilta kerätyt tunnukset

Kuviot inventoitiin 1.– 8.6.2015 välisenä aikana. Tutkimuksen aineisto kerättiin käsin maastotyönä ja hehtaarin kuviolla oli keskimäärin 6 koealaa. Kuvioiden epäsäännöllisen muodon ja kallioisuuden takia koealamäärät vaihtelivat, eikä koealoja ei siirretty tai paikkaa valittu harkinnanvaraisesti. Mikäli koeala sattui osittainkin tarkasteltavan alueen ulkopuolelle, sitä ei mitattu eikä otettu lukuun.

Inventoinnissa koealoilta laskettiin kaikkien kehityskelpoisten, vähintään puolen metrin päässä toisistaan olevien männyn taimien kokonaismäärä erottelematta kolme- tai neljävuotisia. Inventointikuvioilla oli myrskytuhojen seurauksena tehtyjen uudistushakkuiden yhteydessä muodostettuja säästöpuuryhmiä ja reunametsän siemennysvaikutuksesta johtuen osan männyn taimista oletettiin syntyneen luontaisesti. Luontaisesti syntynyttä taimiainesta ei eroteltu kylvötaimista inventoinnissa, koska käytännössä luonnontaimien erottaminen kylvötaimista on mahdotonta. Myös muokkausjäljen ulkopuolella oleva taimiaines laskettiin mukaan, koska koneellisessa kylvössä männyn siemenet lentävät helposti myös muokkaamattomaan maahan (Nygren 2011, 44).

Taimien pituus mitattiin 1 cm tarkkuudella rullamitalla jokaisesta taimesta. Inventointikuvioiden pinta-alat, kasvupaikka- ja maalajitiedot saatiin yhtiön järjestelmässä olevista kuviotiedoista. Silmämääräisesti arvioitiin kasvupaikka- ja maalajitietojen paikkansapitävyys, sekä maanmuokkauksen onnistuminen jokaisella kuviolla. Maanmuokkauksen arviointi suoritettiin asteikolla hyvä/välttävä/heikko. Arvioinnissa kiinnitettiin huomiota kivennäismaan paljastumiseen, muokkausjäljen sijoitteluun kuviolla maaston muotoon nähden sekä muokkausjäljen määrään kuviolla. Kuviolle tehtiin myös Tornator Oyj:n metsienhoito-ohjeen mukaiset tarkastukset heinätorjunnan ja varhaisperkauksen tarpeesta sekä arvioitiin silmämääräisesti bioottiset- ja abioottiset tuhot.

9.3 Aineiston käsittely

Aineisto kerättiin käsin maastotyölomakkeelle (liite 1) ja siirrettiin Excel- taulukkolaskentaohjelmaan tulosten analysointia varten. Mittaustulokset analysoitiin kevät- ja syyskylvöjen kesken käyttäen Microsoft Office Excel 2013 -

taulukkolaskentaohjelmassa olevia analysointityökaluja sekä SPSS-tilasto-ohjelmaa.

Aineisto käsiteltiin regressioanalyysillä. Regressioanalyysin avulla on mahdollista ilmaista yhden tai useamman selittävän muuttujan toiminnallinen vaikutus selitettävään muuttajaan (Ranta, Rita & Kouki 1989, 365). Selittävänä eli riippumattomana muuttujana aineistossa ovat kylvöajankohta (kevät–syksy), maalaji, siemenmäärä ja pinta-ala. Selitettävänä eli riippuvana muuttujana tyhjen koealojen määrä sekä kylvötaimien lukumäärä.

Kylvöjen vertailussa aineiston normaalijakautuneisuutta testattiin Kolmogorov-Smirnov -testillä ja Shapiro-Wilk -testillä. Nollahypoteesina molemmissa testeissä on ”Muuttuja noudattaa normaalijakaumaa”. Nollahypoteesi jää voimaan, kun p-arvot ovat suurempia kuin 0,05. (Taanila 2015; Karjalainen 2010, 230.)

Aineiston testauksessa käytettiin myös Mannin-Whitleyn'n U-testiä, joka on kahden riippumattoman otoksen testi eikä edellytä aineiston olevan normaalisti jakautunut. Testiä voidaan käyttää, kun otokset on poimittu satunnaisesti, mitattava muuttuja on järjestysasteikollinen ja perusjoukkojen jakaumat ovat keskenään samanlaisia. (Karjalainen 2010, 234.) Tilastollisen merkitsevyyden rajana tutkimuksessa pidettiin 5 prosentin todennäköisyyttä. Kruskal-Wallis -testillä testattiin keväällä 2012 ja syksyllä 2011 kylvettyjen taimien pituuksien eroa. Testiä käytettiin, koska otoskoko kevätkylvössä oli pieni. Kylvöajankohdan vaikutusta taimimäärien keskiarvoihin tutkittiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä.

Syksyllä 2011 ja keväällä 2012 kylvettyjen työmaiden taimien pituudet olivat keskenään vertailukelpoisia, koska ne olivat kasvaneet inventointiin mennessä yhtä monta kasvukautta. Keskilämpötilat ja kuukausisademäärät touko-marraskuussa 2011 ja 2012 saatiin Ilmatieteen laitokselta.

Taimikoiden tilajärjestystä tutkittiin tyhjen koealojen suhteellisen osuuden eli aukkoisuuden perusteella. Koealan katsottiin olevan tyhjä, jos sillä ei ollut yhtään kehityskelpoista männyn tainta. Täysin tyhjen koealojen prosenttiosuus kevät- ja syyskylvössä kertoo taimikon tilajärjestyksestä. Aukkoisuuden määritelmänä käytettiin tyhjen koealojen osuutta mitattujen koealojen kokonaismäärästä.

Taimimäärät luokiteltiin neljään luokkaan (taulukko 7) Saksan & Kankaanhuhdan (2007, 27) Metsänuudistamisen laadun hallinta -hankkeen loppuraportin mukaisesti. Luokkien rajat määriteltiin siten, että ne olisivat käytännön metsänuudistamisen kannalta relevantteja ja informatiivisia. Luokkajako on tehty silmälläpitäen sitä, että tutkimuksessa oli tavoitteena tarkastella ainoastaan kehityskelpoisten männyn taimien määrää. Osite ”välttävä” sisältää uudistamistulokset, joissa on riski lievään puuntuotannon alenemisen. Osite ”heikko” sisältää kohteet, joissa puuntuotannon alenemisen riski on merkittävä. Osite ”epäonnistunut” sisältää kohteet, joissa uudistamistoimet on syytä aloittaa alusta. Uudistamisketjun epäonnistumisen riski saadaan ositteiden ”heikko” ja ”epäonnistunut” yhteenlasketusta osuudesta. Luokittelussa ei oteta kantaa täydennysviljelyn tarpeeseen, koska muiden puulajien kasvatuskelpoiset taimet jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Taulukko 7. Männyn taimimäärien luokittelu.

Taimimäärä (kpl/ha)	
yli 3000	Hyvä
2000 - 2999	Välttävä
1000 - 1999	Heikko
alle 1000	Epäonnistunut

10 Lämpö- ja sadesummatiedot tutkimuksessa

Tutkimusalueen lämpö- ja sadesummatiedot saatiin Ilmatieteen laitoksen ilmastopalvelusta. Kohteita lähimpänä oleva mittausasema, josta on saatavissa sekä lämpö- että sadesummatiedot, sijaitsee Lappeenrannassa. Säätekijöiden vaikutukset ovat tässä tutkimuksessa suuntaa-antavia. Tarkempi vertailu säätekijöiden vaikutuksesta taimettumiseen vaatisi kuvio- tai koealakohtaiset lämpö- ja sadesummatiedot.

Vuonna 2011 kasvukausi alkoi 21.4.2011 ja päättyi 3.11.2011 (Karlsson 2015b). Vuonna 2012 kasvukausi alkoi 21.4.2012 ja päättyi 20.10.2012. Tehoisa lämpösumma kasvukausilla vaihteli 1398 – 1651 d.d. astetta. (taulukko 8.)

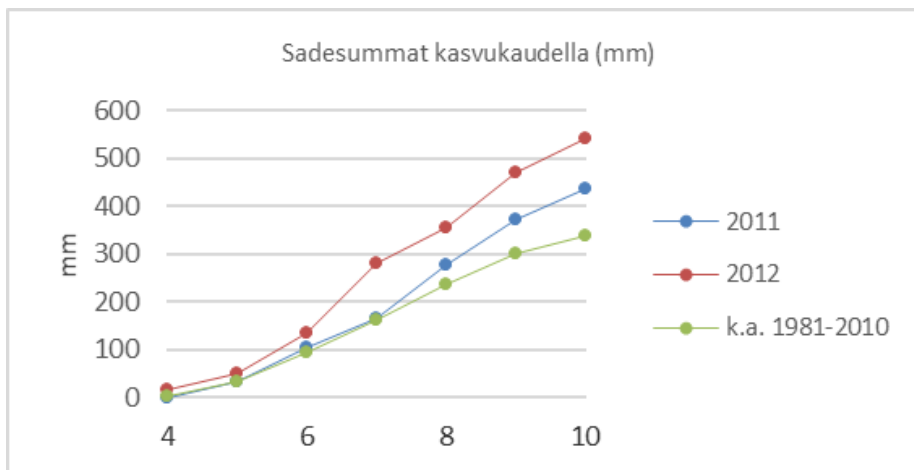
Taulukko 8. Kasvukausitiedot. (Karlsson 2015b)

Kasvukausitiedot					
Vuosi	Mittausasema		Lappeenranta Lepola		
	Alkoi	Päättyi	Pituus (vrk)	Lämpösumma	Sadesumma
2011	21.4.2011	3.11.2011	197	1651	438
2012	21.4.2012	20.10.2012	183	1398	542

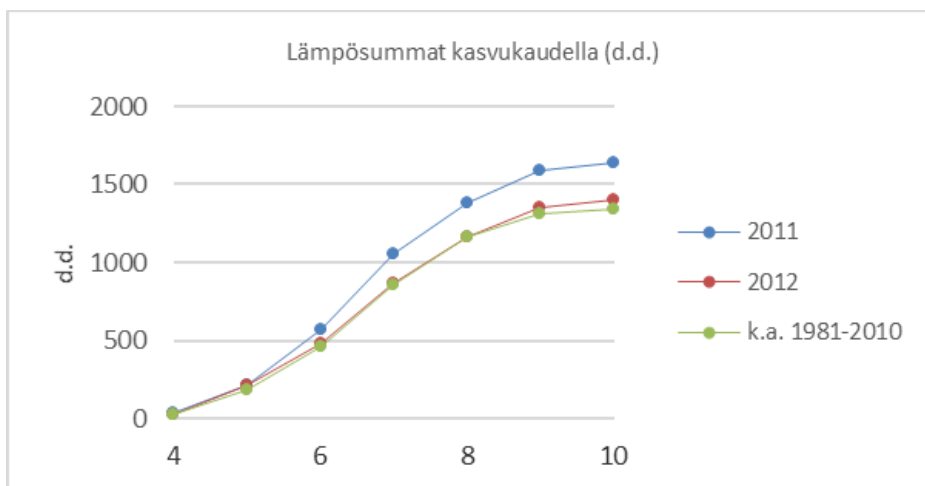
Vuoden 2011 sademäärä oli kasvukauden päättyessä noin 440 mm kun se vuonna 2012 oli 540 mm. Pitkänajan keskiarvoon (340 mm) verrattuna molemmat kasvukaudet olivat selvästi sateisempia. Kasvukauden alku oli lähellä pitkänajan keskiarvoa, mutta elokuulta lokakuulle sadesumma oli selvästi korkeampi pitkänajan keskiarvoon nähden. Vuoden 2012 kuukausittaiset sademäärät olivat kesä-, heinä-, syys- ja lokakuussa selvästi suurempia kuin vuoden 2011 ja pitkän ajan keskiarvon vastaavat sademäärät. Vuoden 2011 kesä-, elo- ja syyskuu olivat myös selvästi sateisempia kuin pitkänajan keskiarvoon vastaavat kuukaudet. (kuvio 1.

Vuonna 2012 lämpösumman nousu on ollut tasaisempaa ja lähempänä pitkän ajan keskiarvoa kuin vuonna 2011, jolloin jakso kesäkuusta lokakuuhun oli selvästi lämpimämpi (kuvio 2).

Pysyvä lumi tulee Lappeenrannan alueelle 20.11. – 6.12. välillä. Pitkän ajan keskiarvoa ei alueelta ole saatavana. Vuonna 2011 pysyvä lumi saatiin vasta 4.1.2012 ja vuonna 2012–1.12.2012 (taulukko 9).



Kuvio 1. Sadesummat (Lappeenranta Simola) vuosina 2011 ja 2012 sekä pitkänajan keskiarvo 1981 – 2010 (Lappeenranta Lentoasema).



Kuvio 2. Lämpösummat (d.d.) kasvukaudella.

Taulukko 9. Pysyvä lumi. (Karlsson 2015a)

Talvi (Lappeenrantaan tulee pysyvä lumi keskimäärin 26.11. – 6.12. välillä. Tarkkaa arvoa ei saa, koska Lappeenrannasta ei ole koko 30-vuotista havaintojaksoa saatavilla.

Mittausasema Lappeenranta Lepola

Vuosi Lunta 1 cm maassa

2011 4.1.2012

2012 1.12.2012

On huomioitava, että sekä vuoden 2011 että 2012 kevätkylvöt on tehty verrattain myöhään kevätkylvön optimiajankohtaan nähden, joka on toukokuu ja kesäkuun alkupuolisko. Myöhäinen kylvöajankohta voi aiheuttaa itämisen viivästymistä kasvukauden loppupuolelle eivätkä sirkkataimet ehdi kehittyä talvenkestäviksi (Nygren 2011, 51–56.).

Myöhäinen lumen tulo on voinut aiheuttaa keväällä 2011 kylvetyille taimille pakkasvaurioita. Vuoden 2011 tehtyjen syyskylvöjen onnistumisen kannalta myöhäinen lumen tulo on voinut jopa parantaa siemenen säilymistä keväeseen, kun maanpinta on ollut paljas ja kuiva eikä siemenet ole päässeet kostumaan ja jäätymään.

11 Kuviolta kerätyt taimettumiseen vaikuttavat tiedot

11.1 Maanmuokkauksen onnistuminen kuvioilla

Maanmuokkausta arvioitiin kaksijakoisella luokittelulla (onnistunut/epäonnistunut). Oleellista maanmuokkauksen arvioinnissa oli tuoda esille kuviot, joissa muokkaus oli selvästi epäonnistunut. Kaikilla kuvioilla oli myrskyn seurauksena juuriltaan kaatuneiden puiden kantoja, joka selvästi oli haitannut maanmuokkauksen onnistumista uudistusaloilla. Huomioiden edellä mainitun seikan, onnistuneilla kuvioilla maanmuokkausjälki oli laadultaan tasaista, maanpintaa oli paljastettu kevyesti ja rinteissä suunnattu vinosti rinteitä vastaan. Maanmuokkaus oli onnistunut hyvin suurimmalla osalla kuvioista (25 kpl). Heikosti muokattuja kuvioita oli viisi (5) kappaletta. Kuvioiden heikko muokkausjälki johtui kallioisuudesta, kivisyydestä sekä myrskytuhossa juuriltaan kaatuneiden puiden kannoista, maapuista sekä hakkuutähteistä.

Kevätkylvöissä heikosti muokattuja kuvioita oli kolme kappaletta ja syyskylvöissä kaksi. Onnistuneesti muokatuilla kevätkylvökuvioilla männyntaimia oli keskimäärin 4 200 kpl/ha ja syyskylvökuvioilla 3 800 kpl/ha. Maanmuokkauksen kannalta epäonnistuneilla kuvioilla kevätkylvökuvioilla männyntaimia oli 2 500 kpl/ha ja syyskylvökuvioilla 2600 kpl/ha.

11.2 Heinittyminen

Osalla tutkimuksen kuvioista havaittiin tarve mekaaniselle heinäntorjunnalle. Kevätkylvöissä mekaanisen heinäntorjunnan tarve oli viidellä (5) kuviolla ja syyskylvöissä kolmella (3) kuviolla. Heinittyneillä kevätkylvökuvioilla männyntaimimäärän keskiarvo jäi 2 900 kpl/ha ja syyskylvetyillä kuvioilla keskiarvo oli 2 800 kpl/ha.

11.3 Bioottiset ja abioottiset tuhot

Inventointikuvioilla oli havaittavissa tuhoutuneita männyn taimia. Silmämääräisesti tarkasteltuna tuhot olivat aiheutuneet pääasiassa sadeeroosiosta, kuivuudesta tai myyrätuhoista. Yhdelläkään kuviolla ei kuitenkaan havaittu täydennysistutustarvetta bioottisten tai abioottisten tuhojen vuoksi.

12 Tulosten tilastollinen analysointi

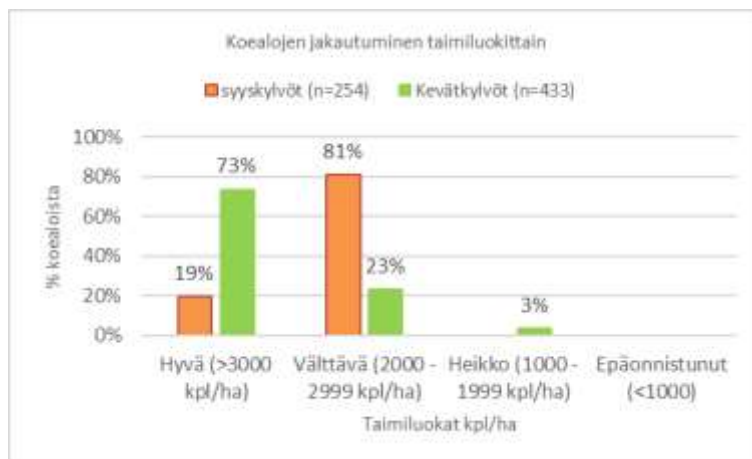
12.1 Taimimäärä

Kylvöajankohtien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa taimimäärissä ($p=0,403$) merkitsevyystasolla 95 % (0,05). Kevätkylvön taimimäärien keskiarvo oli 3 924 kpl/ha (keskihajonta = 1 099 kpl/ha, $n=4$) ja syyskylvöjen 3 581 kpl/ha (keskihajonta = 964, $n=10$). Pienet erot keskiarvoissa voivat selittyä otantavirheellä.

Taulukko 10. Kylvöjen taimimäärät, taimimäärän keskiarvo ja mediaani, keskihajonta, minimi ja maksimi.

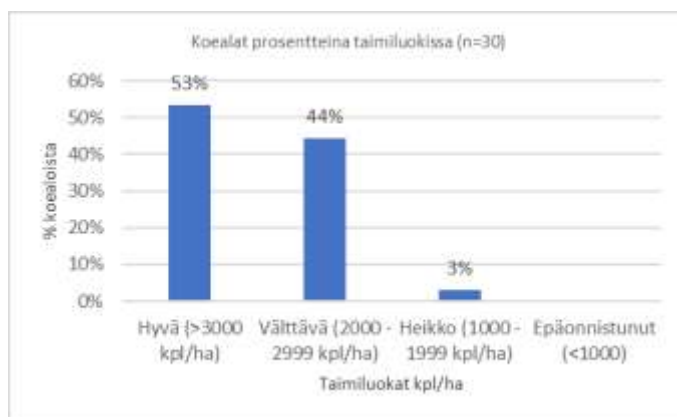
	taimimäärä (kpl/ha)				
	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Kevät 2011 (n=16)	3868	3874	896	2720	5460
Kevät 2012 (n=4)	4150	4993	1882	1347	5267
Kevätkylvöt yhteensä (n=20)	3924	4053	1098	1347	5460
Syyskylvöt 2011 (n=10)	3581	3442	963	2481	5325
Kaikki kylvöt yhteensä (n=30)	3810	4007	1051	1347	5460

Kylvöajankohtien välinen vertailu osoittaa, että keväällä tehdyt konekylvöt myrskytuhojen uudistusaloille ovat onnistuneet hieman paremmin kuin syksyllä kylvetyt myrskytuhojen uudistusalat. Mänty on taimettunut heikosti vain 3 prosentilla kevätkylvökohteista. Tulosten perusteella kevätkylvöt ovat onnistuneet hyvin ja syyskylvöt välttävästi. (kuvio 3).



Kuvio 3. Koealojen taimiluokat kylvöajankohdittain.

Taimiluokassa “Heikko” (1 000 – 1 999 kpl/ha) oli vain 3 prosenttia kuvioista. Luokassa “Hyvä” (yli 3 000 kpl/ha) oli yli 50 prosenttia taimista (kuvio 4).



Kuvio 4. Koealat taimiluokkakohtaisesti.

12.2 Taimien pituus

Tutkimuksessa vertailtiin syksyllä 2011 ja keväällä 2012 kylvettyjen, neljän kasvukauden ikäisten, taimien pituuksia (kuvio 9.). Kyseisiä pituuksia voitiin

verrata, koska taimet olivat kasvaneet inventointiin mennessä yhtä monta kasvukautta.

Aineiston normaalijakautuneisuutta testattiin Kolmogorov-Smirnov -testillä ja todettiin, että aineisto ei ole normaalisti jakautunut, jolloin aineisto analysoitiin käyttäen Mann-Whitney U -testiä, jossa ryhmittelevänä muuttujana oli kylvöaika ja testattavana muuttujana taimien pituudet. Nollahypoteesi (H_0 =taimien pituuksissa ei ole eroa ryhmien välillä) merkitsevyystasolla 0,05. Mann-Whitney U -testin p-arvo = 0,151, joten nollahypoteesi jää voimaan.

Keväällä 2012 kylvettyjen taimipituuksien keskiarvo 14,2 cm (keskihajonta = 4,7; n=35) ei poikennut tilastollisesti merkittävästi syyskylvöjen 2011 taimipituuksien keskiarvosta 15,9 cm (keskihajonta 5,5; n=255). (taulukko 11). Keväällä 2012 kylvettyjen taimien pituuksien keskiarvo 14,2 cm ei poikennut tilastollisesti merkisevästi ($p=0,151$) syyskylvöjen taimipituuksien keskiarvosta (15,7 cm). Käytännössä tämä tarkoittaa, että kylvöajankohta ei ollut vaikuttanut taimien pituuteen.

Taulukko 11. Taimipituuksien keskiarvo, mediaani, keskihajonta, minimi ja maksimi.

Kylvöajankohta	Keskiarvo	Mediaani	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
Syyskylvö 2011	16	14,5	5,47	6	32
Kevätkylvö 2012	14	15	4,67	6	24

12.3 Tyhjen koealojen määrä

Taimikoiden tilajärjestystä tutkittiin aukkoisuuden perusteella. Aukkoisuus määritettiin tyhjen koealojen suhteellisena osuutena kunkin uudistusalan koealojen kokonaismäärästä.

Tyhjiä koealoja oli kevätkylvöissä keskimäärin alle 5 % ja vaihtelu oli vähäistä. Syyskylvöissä tyhjiä koealoja oli kevätkylvöihin verrattuna hieman enemmän, ja vaihtelu oli hieman suurempaa. Tyhjen koealojen määrä vaihteli jonkin verran.

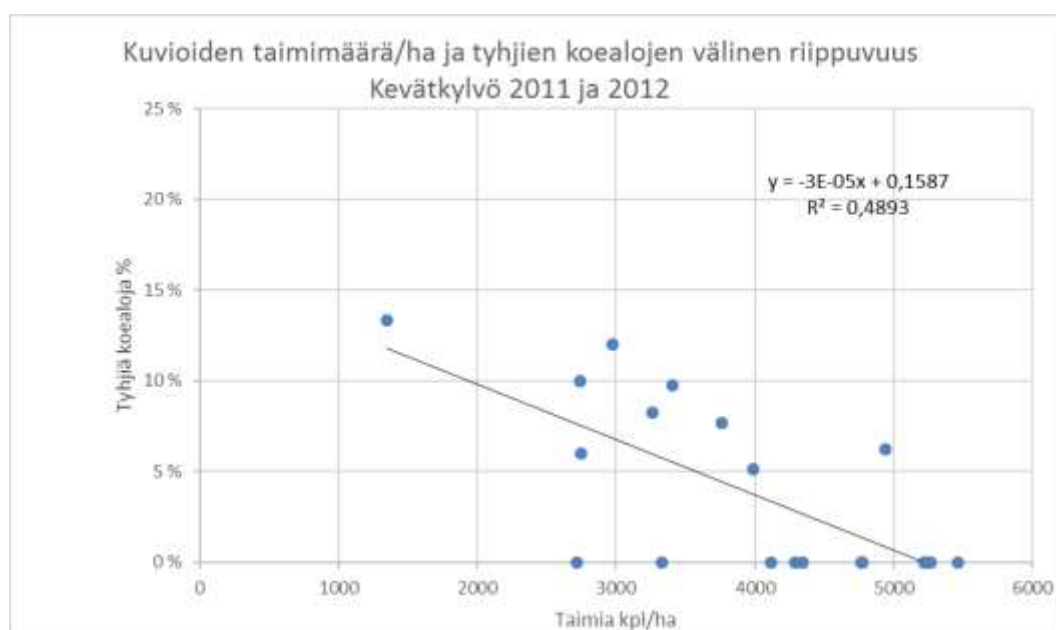
Enimmillään tyhjiä koaloja oli 20 prosenttia, ja vähimmillään niitä ei ollut yhtään (taulukko 12).

Taulukko 12. Uudistusalojen aukkoisuus.

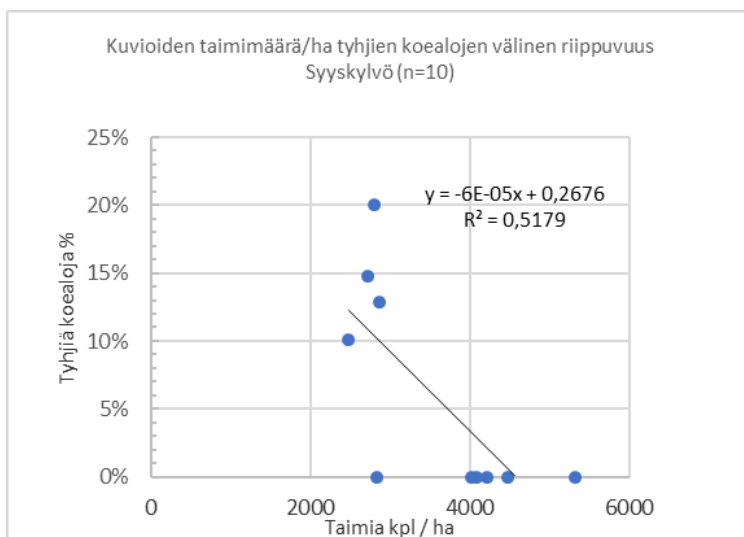
Tyhjiä koalojen suhteellinen osuus, %				
	Keskiarvo	keskihajonta	min	max
Kevätkylvö 2011 (n=396)	4,1	4,4	0	12
Kevätkylvö 2012 (n=37)	3,3	5,8	0	13
Kevätkylvöt yhteensä (n=433)	3,9	4,7	0	13
Syyskylvö 2011 (n=254)	5,8	7,4	0	20
Kylvöt yhteensä (n=687)	4,5	5,8	0	20

12.4 Taimimäärän ja tyhjiä koalojen välinen riippuvuus

Tarkasteltaessa tyhjiä koalojen prosenttiosuutta regressiosuorana, vähenee tyhjiä koalojen osuus taimimäärän kasvaessa (kuvio 4 ja kuvio 5). Kevätkylvöissä selitysaste on lähes 50 prosenttia, $r^2 = 0,489$ ja syyskylvöissä selitysaste on hieman yli 50 %, $r^2 = 0,517$.



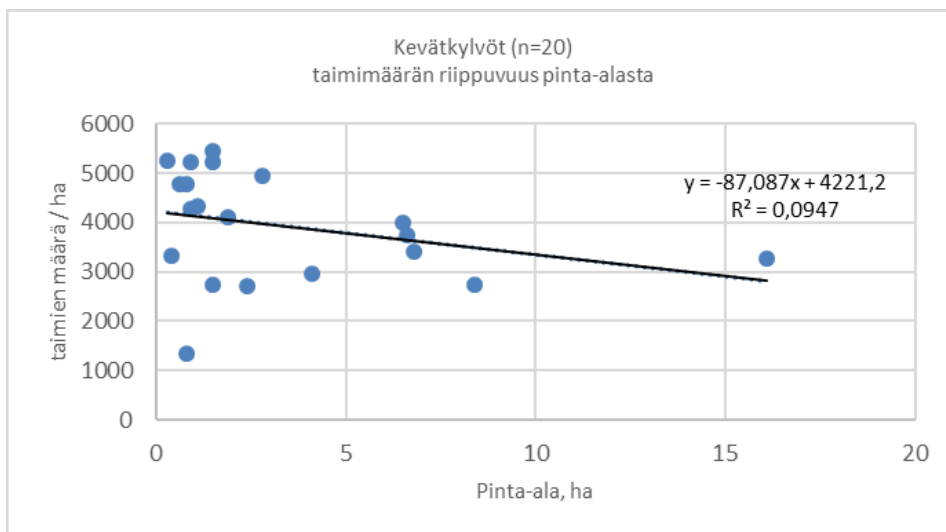
Kuvio 4. Taimimäärän ja tyhjiä koalojen välinen riippuvuus kevätkylvöissä.



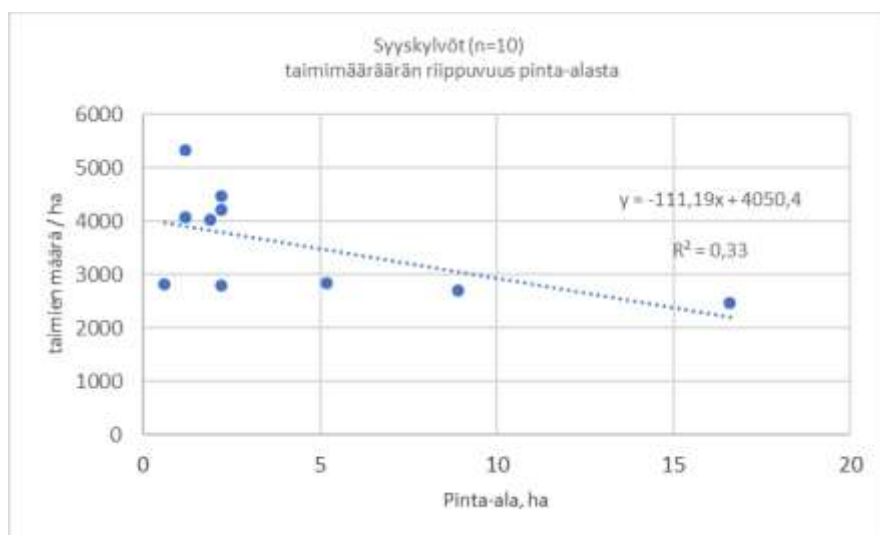
Kuvio 5. Taimimäärän ja tyhjiä koealojen välinen riippuvuus syyskylvöissä.

12.5 Pinta-alan vaikutus taimimäärään

Tarkasteltaessa työmaiden pinta-alan vaikutusta taimimääriin (kpl/ha) regressiosuorana vähenee taimien määrä pinta-alan kasvaessa sekä kevät- että syyskylvöissä (kuvio 6 ja kuvio 7). Selitysaste ($r^2=0,09$) kevätkylvöissä jää kuitenkin pieneksi, ollen vain 9,5 prosenttia. Syyskylvöissä selitysaste ($r^2=0,33$) on korkeampi, 33 prosenttia. Pinta-ala ei korreloinut männyn taimimäärien kanssa tässä tutkimuksessa. Merkittävä osa pienten (< 3 ha) kuvioiden korkeista taimimääristä voidaan tulkita luonnonsiemennykseksi.



Kuvio 6. Taimimäärän riippuvuus pinta-alasta kevätkylvöissä.



Kuvio 7. Taimimäärän riippuvuus pinta-alasta syyskylvöissä.

12.6 Maalajin vaikutus taimimääriin

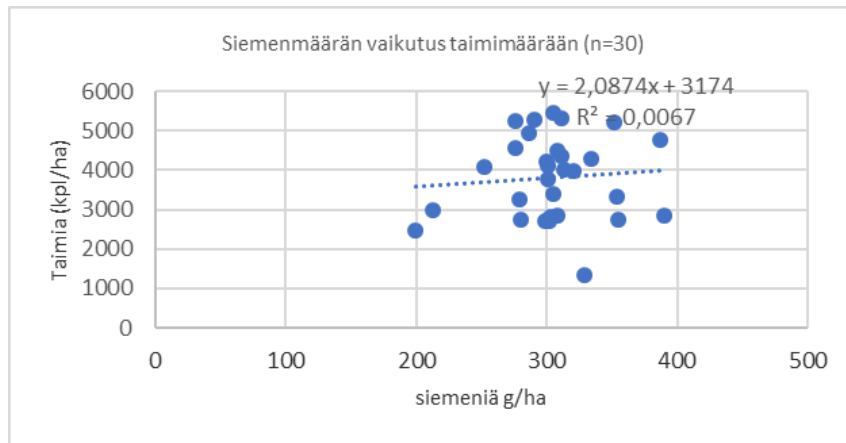
Tarkasteltaessa maalajin vaikutusta taimimääriin (taulukko 13.), Kruskal-Wallis -testin p-arvo 0,213 (0,05) osoitti, että taimimäärän ja maalajin välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa tässä tutkimuksessa käytetyllä luokituksella (2 kpl). Maalaji selittää hieman yli 6 prosenttia taimien määrästä ($r^2=0,065$).

Taulukko 13. Maalajit uudistusaloilla.

		Keskiarvo	Mediaani	Keskiahajonta	Minimi	*Maksimi
Männyntaimimäärä kangasmaa, kpl/ha	hienojakoinen	3983	4086	1029	2481	5460
Männyntaimimäärä keskikarkea kangasmaa, kpl/ha		3405	3333	1048	1347	4767
Männyntaimien kokonaismäärä, kpl/ha		3810	4007	1092	1347	5460

12.7 Kylvösiemenien määrän vaikutus taimimäärään

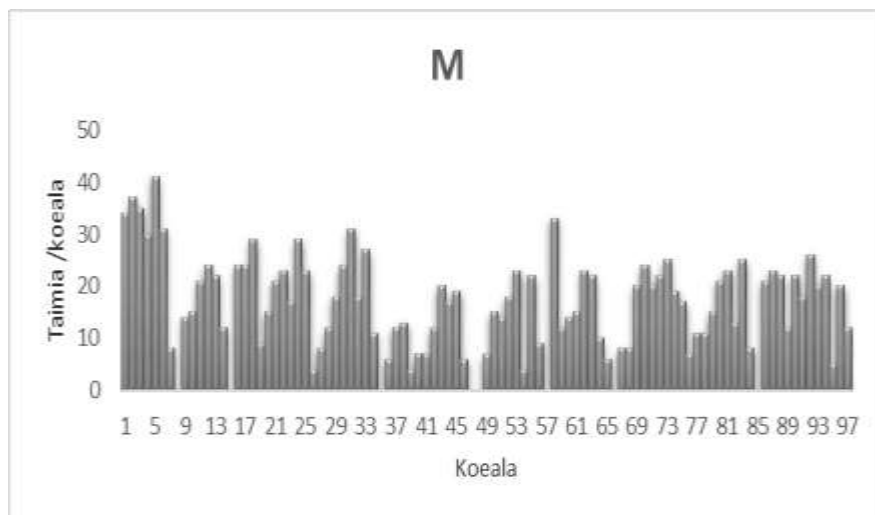
Kylvetty siemenmäärä ei selitä taimimäärää koko aineistossa (kuvio 8.). Vaihtelu siemenmäärissä on melko pieni, suurin osa havainnosta on keskimäärin 300 grammaa. Kylvetty siemenmäärä selittää alle 1 prosenttia taimimäärästä ($r^2=0,0067$).



Kuvio 8. Taimimäärän (kpl/ha) riippuvuus kylvettyjen siemenien määrästä (g/ha)

12.8 Syklisyys

Tarkasteltaessa kuviota koealoittain, havaittiin, että suuremmilla (> 10 ha) kuviolla taimimäärien minimi ja maksimi toistuivat sykleissä. Käytettyyn inventointimenetelmään viitaten, näyttäisi, että minimi ovat keskeisellä kylvöalalla olevia koealoja ja maksimit sijaitsevat reunametsän lähellä (kuvio 6.)



Kuvio 6. Taimimäärien syklisyys kuviolla M. Kuvion pinta-ala 16.1 ha ja maksimietäisyys reunasta reunaan 725 m.

13 Tulosten tarkastelu

Tuloksissa esitetään inventoitujen männyn taimien määrä erottelematta kylvettyjä ja luontaisesti syntyneitä taimia. Tuloksissa luontaista taimiainesta oletettiin olevan yhtä paljon kevät- ja syysinventoinneissa, koska reunametsäsiemennyksen vaikutusta ei pystytty testaamaan eikä mitatusta taimiaineksesta erottelemaan kylvö- ja luontaisesti syntyneitä taimia erikseen.

Tulosten tarkastelussa tulee huomioida taimien laskentatapa. Kylvön onnistumista on arvioitu laskemalla mukaan kasvatuskelpoiset männyn taimet, jotka ovat vähintään puolen metrin etäisyydellä toisistaan. Taimien kokonaismäärää uudistusaloilla ei arvioitu tässä tutkimuksessa, ainoastaan männyn taimet.

Tutkimuksessa käytettyjen koealojen määräksi tuli yhteensä 688 kappaletta ja ne jakautuivat vuosille 2011 ja 2012. Vuodelta 2011 kevätkylvöaloja kertyi yhteensä 397 kappaletta ja syyskylvöaloja 254 kappaletta. Vuoden 2012 kevätkylvön koealamäärä oli 37 kappaletta.

Kevätkylvöissä ei tarkasteltu erikseen vuosien 2011 ja 2012 tuloksia vaan käytettiin yhdistettyä aineistoa. Taimipituuksien vertailussa aineistona käytettiin keväällä 2012 ja syksyllä 2011 kylvettyjä taimien pituuksia, koska taimet olivat kasvaneet inventointiin mennessä yhtä monta (4) kasvukautta.

13.1 Taimimäärä

Verrattaessa syyskylvön taimimääriä Kinnusen (Kinnunen 2002) tutkimukseen, jossa kasvatuskelpoisia männyn kylvötaimia oli 2 447 kpl/ha voidaan todeta, että syyskylvöt olivat taimettuneet hyvin. Pitkänen (Pitkänen 2013) on opinnäytetyössään saanut männyn kevätkylvöjen taimimäärän keskiarvoksi 3380 kpl/ha ja syyskylvöissä 2 706 kpl/ha. Tutkimuksen taimimäärien keskiarvot ovat kevätkylvöissä samaa suuruusluokkaa, mutta syyskylvöissä korkeammat kuin Pitkäsen tutkimuksessa.

Kevätkylvöjen taimiaines muodostui kahdesta ikäluokasta, 2011 ja 2012 konekylvetyistä männynntaimista, jotka olivat 4. ja 5. kasvukauden ikäisiä inventointihetkellä. Kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden kevätkylvöjen

taimimäärä vaihteli välillä 1 347–5 460 kpl/ha. Tutkimuksesta saadut tulokset olivat hieman heikompia, verrattuna aiempiin kylvöä käsitteleviin tutkimuksiin. Männyn eri konekylvötutkimuksissa taimiaineksen määrä vaihteli 1–4 vuoden kuluttua koneellisesta kylvöstä välillä 2 200–7 600 kpl/ha (Korhonen ja Mänty 1991; Korhonen ja Kumpare 1994, 1995; Kinnunen 1992). Kinnusen (1982) mukaan männyn kylvölle on ominaista olosuhteista johtuva suuri vuosien välinen vaihtelu taimimäärissä.

13.2 Taimien pituus

Taimipituuksien vertailussa aineistona käytettiin keväällä 2012 ja syksyllä 2011 kylvettyjen inventointikuvioiden taimipituuksia. Taimet olivat kasvaneet inventointiin mennessä neljä (4) kasvukautta. Kevätkylvöaineisto oli melko pieni (n=35), joka voi aiheuttaa epätarkkuuksia tuloksiin.

Tämän tutkimuksen taimipituuksien vertaamisessa aiempiin tehtyihin tutkimuksiin täytyy suhtautua varauksella, koska tutkimuksen aineistossa kylvettyä ja luontaista taimiainesta ei eroteltu. Kinnunen (1996) toteaa omassa tutkimuksessa männyn luonnontaimien olleen hieman lyhyempiä kuin kylvötaimet. Verrattaessa taimien pituuksia muihin männyn kylvötaimien pituuskehitystä käsitteleviin tutkimuksiin (Kinnunen 1982; Kinnunen 1992; Wennström, Bergsten & Nilsson 1999; Wennström, Bergsten & Nilson 2007) ovat tämän tutkimuksen taimipituudet saman suuntaisia. Kinnusen (Kinnunen 1996) tutkimuksessa männyn kylvötaimien pituus oli 3 – 5 kasvukauden jälkeen 20 cm ja luonnontaimet hieman lyhyempiä. Tutkimuksessa puulajilla ja kylvöajankohdalla oli melkein merkitsevä yhdysvaikutus ($p=0,027$). Tässä tutkimuksessa yhdysvaikutusta ei ollut ($p=0,151$).

13.3 Männyn taimimäärät tutkimuksessa

Männyn taimitiheyden keskiarvo koko aineistossa oli 3 810 kpl/ha. Koealakohtainen vaihtelu oli melko suurta. Enimmillään taimia oli lähes 5 500 kpl/ha, kun heikoimmin taimettuneella kuvioilla vain hieman yli 1 300 kpl/ha.

Hieman yli puolet kuvioista (53 %) oli taimettunut hyvin tai välttävästi. Yhdelläkään tutkituista kuvioista ei todettu uudelleenviljely- tai täydennysistutustarvetta. Tulos on hieman parempi kuin Saksan ja

Kankaanhuhdan raportissa (2007, 40), jossa kuivahkon kankaan männyntaimikon keskitiheys oli 3 504 kpl/ha. Tulos on parempi kuin Väänäsen (Väänänen 2012) opinnäytetyössään saama tulos Tornator Oy:n männyn kylvökoealojen taimitiheyden keskiarvoksi Saimaa tiimin alueella oli 2 353 kpl/ha sekä Kaipaisen ja Pulliaisen (2000, 25) tutkimuksen tulos, jossa kylvötaimia oli 2 090 kpl/ha.

13.4 Kylvösiemenien määrän vaikutus taimimäärään

Koska työmaakohtaista siemenmäärää ei oltu todennettu tarkistusmittauksin vaan tutkimuksessa käytetyt siemenmäärät perustuvat urakoitsijan työpäiväkirjoissa ilmoittamiin työmaakohtaisiin siemenmääriin, joudutaan oletamaan, että työmaakohtaisissa siemenmäärissä saattaa olla epätarkkuuksia. Kylvölaitteen siemenlaskurilla mitattu tai punnittu siemenmäärä olisi antanut tarkemman tuloksen.

Selkeää yhteyttä kylvetyn siemenmäärän ja taimimäärän välillä ei havaittu. Tutkimuksessa kylvetty siemenmäärä vaihteli 199–390 g/ha. Suurin osa havainnoista oli keskimäärin 300 g/ha. Siemenmäärää ei todennettu tarkistusmittauksin vaan käytössä olivat ainoastaan sopimusurakoitsijan ilmoittamat siemenmäärät kuviokohtaisesti. Mitä enemmän siementä kylvetään pinta-alayksikköä kohden sitä enemmän taimia syntyy (Kinnunen 1982; Saksa & Lähde 1982; Pohtila ja Pohjola 1985). Tutkimuksen aineisto on kylvetyn siemenmäärän osalta liian epätarkka tarkempaan vertailuun etenkin, kun luonnonsiemennyksen vaikutusta ei tutkittu.

13.5 Pinta-alan vaikutus taimimäärään

Tutkittaessa työmaiden pinta-alan vaikutusta taimimäärään, ei havaittu korrelaatiota pinta-alan ja taimimäärän välillä. Pinta-alan vaikutus taimimäärään oli vain 16 prosenttia. Merkittävä osa pienten (<3 ha) kuvioiden korkeahkoista taimimääräistä voidaan tulkita luonnonsiemennykseksi.

Etelä-Suomessa keskimääräiset vuotuiset siemensadot uudistuskypsissä VT-männiköissä ylittävät yleensä uudistumisen kriittisenä rajana pidetyn 100 kpl/m². Harvennus ja lannoitus lisäävät männikön siemensatoa. Kosken ja Tallqvistin (1978, 1–60) tutkimuksessa männyn keskimääräinen siemensato Etelä-

Suomessa, 21 metrin valtapituudessa, on 120 kpl/m². Kinnusen ja Linnimäen (Kinnunen & Linnimäki 1978, 6–11) tutkimuksessa luontaisesti syntyneitä taimia kuivahkolla kankaalla oli 158 kpl/ha, kun kehityskelpoisten kylvötaimien määrä oli noin 1 500 kpl/ha. Prosentteina tämä on 10 / 90.

13.6 Kasvupaikan vaikutus taimettumisen onnistumiseen

Kasvupaikka vaikuttaa maalajia enemmän taimimääriin. Tässä tutkimuksessa, kuivahkon kankaan kasvupaikoilla, hyvien kylvötulosten osuus oli 53 % ja konekylvön epäonnistumisriski oli 3 %. Saksan ja Kankaanhuhdan (Saksa & Kankaanhuhta 2007) tutkimuksessa kuivahkolla kankaalla hyvien kylvötulosten osuus oli 53 % ja konekylvön epäonnistumisriski oli alle 20 %. Tuoreella kankaalla hyvien kylvötulosten osuus oli vain 34 % ja epäonnistumisen riski nousi 40 %. Kinnunen ja Mäki-Kojola (1980) ovat tutkimuksessaan todenneet hiekka- ja hietamaiden taimettuvan paremmin kuin moreenimaiden. Voidaan todeta, että tämän tutkimuksen aineiston taimettumistulosten perusteella kasvupaikka oli valittu suurimmalla osalla kuvioista oikein. Heikoimmin taimettuneilla kohteilla todenäköisin taimettumista heikentävä syy oli väärä kasvupakkavalinta, josta kielii runsas heinittyminen kuviolla.

14 Tutkimuksen virhelähteet

Suurimpana virhelähteenä tässä tutkimuksessa on maastotyössä tapahtuvat tiedostamattomat virheet. Inventoinnissa käytetyn koealasäteen (3,99 m) sijasta olisi ollut mielekkäämpää käyttää 1,78 metrin koealasädettä, jolloin yksin työskentely olisi ollut mielekkäämpää ja inventoinnin tarkkuus olisi parantunut etenkin heinittyneillä kohteilla. GPS:n avulla koealojen paikannustarkkuutta vaikeuttivat maasto-olosuhteet sekä sääolot.

Aineiston käsittelyssä mahdollisesti tapahtuneet siirtovirheet eri ohjelmistosovellusten välillä ovat voineet aiheuttaa epätarkkuuksia tuloksiin. SPSS-tilasto-ohjelman käyttö tuotti hankaluuksia harjaantumattomalle käyttäjälle. Ohjelman sujuva käyttö vaatisi selvästi enemmän tutustumista, jotta voitaisiin taata ohjelman käytön oikeellisuus.

Tutkimuksessa käytetyt kasvupaikka- ja maalajitiedot olivat kuviokohtaisia. Koealakohtaiset kasvupaikka- ja maalajitiedot olisivat antaneet paremman vertailukelpoisuuden. Kuvioiden kallioisuus ja kivisyys sekä myrskytuhoista aiheutuneet pitkät kannot ovat voineet vaikuttaa maanmuokkaukseen ja tätä kautta taimettumiseen. Tutkimuksessa kylvettyä siemenmäärää ei todennettu tarkistusmittauksin. Käytössä olivat ainoastaan sopimusyrittäjän raportissa ilmoittamat kylvetyt siemenmäärät työmaittain. Tästä johtuen jouduttiin olettamaan, että kylvökone oli kylvänyt oikean määrän siemeniä (kpl) äesmetriä kohden. Tutkimuksessa muita merkittäviä virhelähteitä ovat reunametsän siemennysvaikutus sekä heinittymisen vaikutus lannotetuilla kevätkylvökohteilla.

Kylvövuodet olivat normaalia sateisempia verrattuna pitkänajan keskiarvoon ja kylvövuosien lämpösummat olivat pitkänajan keskiarvoja selvästi korkeammat. Vuonna 2011 pysyvä lumi saatoi melko myöhään. Kevätkylvön ajankohtaan osunut pitkä kuiva jakso ja sitä seurannut runsaamman sateen jakso voivat vaikuttaa taimettumisen onnistumiseen. Vuoden 2011 syyskylvöjen onnistumiseen saattoi vaikuttaa myös talven tulo varsin myöhään. Pysyvä lumi saatiin vasta 4.1.2012. Syyskylvöjä uhkaa kostuneiden siementen jäätyminen metsämaassa, tällöin siemen joko itää myöhään ja tuhoutuu tai siemen ei idä, mutta kostuu ja jäätyy, jolloin kummassakin tapauksessa seurauksena on tuhoutuminen. Myös vauriot siemenkuoressa alentavat pakkasenkestäyttä (Nordström 1995). Tutkimuksessa ei myöskään tutkittu lintujen siemensyöntiä eikä kylvösiemenen peittoa.

Kevät- ja syyskylvön taimipituuksien vertailussa kevätkylvöjen 2012 pieni aineisto aiheuttaa epätarkkuutta tuloksiin. Koska luontaista taimiainesta ei pystytä erottelemaan, ei aukottomasti voida johtaa tuloksia koskien konekylvön onnistumista.

Männyn kylvön ajankohdaksi on ohjeissa ja suosituksissa mainittu kevät ja alkukesä (Hokajärvi 1997; Keskimölo, Heikkinen & Keränen 2007). Syyskylvö on suurimmassa osassa kylvöajankohtaa käsittelevissä tutkimuksissa suositeltu tehtäväksi myöhään syksyllä, loka-marraskuussa, ennen lumen tuloa (Bergsten, Goulet, Lundmark & Löfvenius 2001; Hyppönen & Hallikainen 2001; Nygren & Leinonen 1992; Wennström ym. 2007).

Vanhemmissa kirjallisuuslähteissä männyn myöhäistä syyskylvöä on varauksella suositeltu maan ollessa jo roudassa (Hedemann-Gade 1927). Useiden tutkimusten mukaan yleisimmin syyskylvöissä siemenille ja taimille vaurioita aiheuttavat siemenen edestakaisin sulaminen ja jäätyminen sekä sirkkataimien routavauriot ja talvituhot. Routa ja jää aiheuttavat eniten siementen ja taimien tuhoutumista (Bergsten ym. 2001; de Chantal ym. 2003; Kinnunen 1982; Wennström, Bergsten & Nilson, 2007; Wibeck 1972; Winsa & Bergsten 1994). Keskitalvella lumi suojaa siemeniä pakkasvaurioilta. Kuivan siemenen on todettu kestävän hyvin pakkasta, mutta maasto-olosuhteissa siemenet eivät säily kuivana. Kylvökohtien valinnalla kuivemmilta pienmuodoilta kuin kevätkylvöissä voidaan syyskylvöihin liittyvää siemen kostumiseen liittyvää riskiä pienentää (Kinnunen 2002, 47–48).

Tämän tutkimuksen perusteella syyskylvö voidaan katsoa tehdyksi parhaaseen mahdolliseen aikaan Etelä-Suomen olosuhteissa ajatellen kylvön onnistumista. Uudistusalat on kylvetty marraskuussa, joten haasteellisin ajankohta sään vaikutuksen kannalta oli lienee jo ohitettu. Molemmat kevätkylvöt on tehty melko myöhään, kun kevätkylvön optimiajaksi katsotaan toukokuu ja kesäkuun alkupuoli (Kinnunen 1992). Nygren, Ikonen ja Helenius (2013) ovat todenneet tutkimuksessaan orastumisesta, että myöhäinen kevätkylvöajankohdata ja sitä seurannut poutajakso vaikuttaa orastumiseen negatiivisesti. Lisäksi, myös laboratorioitävyydeltään hyvän, mutta suhteellisen vanhan siemenen käyttö vaikuttaa negatiivisesti itävyyteen. Sääoloilla, kylvöajankohdalla ja siemenellä on tämän tutkimuksen tapauksessa voinut olla selvä vaikutus taimettumisen onnistumiseen kevätkylvöissä.

Männyn kylvötaimikoissa luontaisella uudistumisella on tärkeä merkitys männyn viljelyn onnistumisessa (Kinnunen 1992, 1996). Uudistusaloille syntyneissä taimissa on aina sekä kylvösiemenistä että reunametsästä ja säästöpuista lentäneitä siemeniä (Kinnunen 1992). Tässä tutkimuksessa uudistusaloille voidaan olettaa tulleen kohtalaisesti luonnonsiemennyksestä syntyneitä taimia. Kinnunen (1996) on todennut tutkimuksessaan männyn luontaisen taimettumisen parantuneen kaksinkertaiseksi vielä toisen kasvukauden jälkeen, pääosin kolmantena kasvukautena ja männyn taimettumisen olleen hyvä muissakin kokeissa samana vuonna. Todennäköisimpänä syynä edellä mainittuun

Kinnusen mukaan on, että kasvukausi oli humidinen; lämpösummaa kertyi vähiten ja sadanta oli tarkastelujakson toiseksi korkein. Kinnusen havaintoihin viitaten voidaan spekuloida syyskylvöaineistossa männyn taimien jakatutumista pituuden perusteella kylvö- ja luontaisesti syntyneisiin taimiin sekä mahdollisesti myös kylvösiementen jälki-itämistä. Kinnun ja Mäki-Kojola (1980) ovat todenneet, että hakkuutähteillä on välitön vaikutus taimettumiseen, koska niistä varisee siementä maahan. Vuonna 2010 siemenvuosi oli keskinkertainen, joten myös hakkuutähteiden täydentävä siemennysvaikutus voitaneen huomioida tämänkin tutkimuksen tapauksessa.

Hokkasen (2016) mukaan Punkaharjun karikekoaloilta mitattujen vuosittaisten männyn siemensadon mittaustietojen mukaan männyllä oli keskimääräistä runsaampi siemenvuosi vuonna 2012 (233 kpl/m²). Vuoden 2011 siemensato (150 kpl/m²) oli hieman alhaisempi verrattuna vuosien 1963–2012 keskiarvoon (163 kpl/m²). Tutkimusalueita ympäröivät metsät, joiden valtapuulajina on mänty, koostuivat pääasiassa nuorista (02 kehitysluokka) ja varttuneista (03 kehitysluokka) kasvatusmetsistä. Tutkimusalueen reunametsillä voidaan olettaa olevan hyvä uudistumispotentiaali, joka vaikuttaa luonnonsiemennykseen tutkimuskohteilla ja tätä kautta männyn taimimääriin positiivisesti. Kinnusen ja Mäki-Kojolan (1980) mukaan ratkaisevana seikkana uudistusalan metsittymisessä ei pääsääntöisesti voida pitää alalle tullutta siemenmäärää, vaan alan taimettumiskyky vaikuttaa taimettumiseen enemmän. Viljavimmilla kasvupaikoilla samaan taimimäärään pääsemiseksi, tulee siementävän puuston olla lähempänä kuin karummilla kasvupaikoilla. Reunametsä siementää pienestä (< 3 ha) uudistusalaista enemmän kuin suuresta uudistusalaista. Suurilla uudistusaloilla alueen keskiosiin ei tule siementä enää reunametsistä, kuten tässäkin tutkimuksessa havaittiin. Reunametsäsiemennysvaikutus on voimakkaimillaan 0,5–1,0 ha kuvioilla. Lehdon (Lehto 1956) tutkimuksen mukaan männyn siementen leviäminen reunapuustosta aukeassa maastossa on tehokasta 30–40 metriin saakka. Norokorven (1983) mukaan taimimäärä oli kolminkertainen kuvion reunassa verrattuna kauempana (yli 200 m) uudistusalan reunasta Luonnontaimia ei tässä tutkimuksessa eroteltu kylvötaimista. Taimettumisen lopputuloksen tarkastelun kannalta asialla ei ole suurta merkitystä tämän tutkimuksen tapauksessa.

Tämän tutkimuksen havainnot olivat saman suuntaisia kuin Kinnusen ja Mäki-Kojolan (1980) tutkimuksen tulokset, jossa tarkasteltiin hakkuutähteiden määrän vaikutusta taimettumisen onnistumiseen. Tämänkin tutkimuksen tapauksessa huomattiin, että männyn uudistusaloilla hakkuutähteiden määrällä ei ollut heikentävää vaikutusta taimimääriin, vaan hakkuutähteiden vaikutus oli taimien kannalta pikemminkin edullinen. Uudistusalan hakkuutähteet hidastavat heinittymistä ja vähentävät näin pintakasvillisuudesta aiheutuvaa kilpailua. Risut ja oksat myös varjostavat taimia suojaten niitä kuivumiselta.

Kylvötaimikko oli inventointihetkellä kasvanut 4-5 kasvukautta. Uudistamisen onnistumisen lopullista arviointia ei tämän tutkimuksen perusteella voida vielä tehdä, koska taimikko ei ollut vielä lopullisesti vakiintunut. Tässä tutkimuksessa syyskylvöistä syntyneet taimikot eivät poikkea keväällä kylvetyistä taimikoista.

15 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mitkä tekijät vaikuttavat männyn konekylvöalojen taimettumiseen sekä eroavatko kevät- ja syyskylvö toisistaan tämän tutkimuksen tapauksessa. Tulosten perusteella voidaan todeta, että myrskytuhojen uudistusalat olivat taimettuneet hyvin eivätkä syys- ja kevätkylvöjen tulokset eronneet toisistaan taimettumistulosten osalta.

Männyn koneellinen syys- ja kevätkylvö eivät eronneet tässä tutkimuksessa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Tämän tutkimuksen perusteella männyn syyskylvö oli onnistunut hyvin, mutta tutkimus sisälsi liikaa puutteellisuuksia, jotta asiasta voitaisiin vetää yhtiötasolle yleistettäviä johtopäätöksiä.

Tässä tutkimuksessa taimikon inventointi suoritettiin muun maastotyön ohessa neljän- ja viiden kasvukauden ikäisille männyn taimille. Kasvupaikka- ja maalajitiedot saatiin yhtiön järjestelmästä ja tarkastettiin silmämääräisesti maastossa. Kylvetty siemenmäärä ja äesmetrimäärä kuvioittain saatiin työpäiväkirjoista. Siemenmäärän tarkistusmittauksia ei voitu suorittaa ja äesmetrimäärää ei tarkastusmitattu, joten tuloksiin sisältyy kohtalainen inhimillisen virheen mahdollisuus. Vaikka inventointi suoritettiin kesäkuun alussa, jolloin kasvillisuus on vielä matalaa, taimien löytymistä vaikeutti kuvioden runsas heinittyminen, jonka vuoksi taimien löytäminen kasvillisuuden seasta oli

haasteellista, mikä saattoi aiheuttaa virheitä taimimääriin. Runsas heinittyminen viittaa väärään kylvökohteeseen, joka on voinut vaikuttaa myös taimimääriin. Yksin työskennellessä kaikkia männyn taimia oli haasteellista havaita runsaan pintakasvillisuuden alta, vaikka taimien juureen merkatulla värimerkillä sekä merkkauksen jälkeen tehdyllä uusintalaskennalla pyrittiin minimoimaan riski, ettei kaikki taimet tulleet löydetyksi.

Aineisto oli tarkasti rajattu, joten taimien pituuksien vertailuun ei saatu riittävästi aineistoa, jotta tuloksia voitaisiin yleistää. Tulokset ovat vain suuntaa-antavia. Mitattu aineisto oli kuitenkin selkeä kokonaisuus, joka kattoi kaikki työskentelyalueellani olleet myrskytuhojen jälkeen konekylvetyt kohteet. Menetelmävalinnan ja kasvupaikan osalta oli onnistuttu osittain.

Kevätkylvöt oli tehty suhteellisen myöhään yleisiin suosituksiin nähden jolloin maaperän kosteusolosuhteet eivät ole olleet enää optimaaliset siemenen itämistä ajatellen.

Maanmuokkauksen onnistumisella on vaikutusta taimettumisen onnistumiseen. Joillakin kohteilla maanmuokkaustulos oli jäänyt heikommaksi kallioisuuden, kivisyyden ja myrskytuhojen seurauksena juuriltaan kaatuneiden puiden pitkäksi jääneiden kantojen ja maapuiden vuoksi. Kevätkylvön myöhäinen ajankohta on voinut vaikuttaa siemenmäärää enemmän taimimääriin. Tässä tutkimuksessa ei siemenmäärää pystytty todentamaan, joten varmuutta asiaan ei saatu.

Kasvupaikan valinnalla on myös oleellinen vaikutus taimimääriin. Tutkimusalueella kasvupaikka oli kaikilla inventointikuvioilla sama. Maalajilla ei ollut tämän tutkimuksen kohteilla vaikutusta taimimääriin. Myöhäisen syyskylvön onnistuminen tämän tutkimuksen tapauksessa Etelä-Suomessa antaa vahvoja viitteitä siihen, että myöhäisen syyskylvön tutkimusta etenkin Etelä-Suomessa on syytä jatkaa ja kehittää edelleen kylvön tekniikkaa sekä siemenpeittoon liittyvää laitteistoa yhteistyössä toimijoiden kanssa.

Kokonaisuudessaan tutkimuksen anti muodostui enemmän tutkimuksen tekijän omaa oppimistapahtumaa tukevaksi, aikuiskoulutukseen läheisesti liittyvään oman, jo olemassa olevaan työelämästä hankittuun tietoon ja käytännön kokemukseen sekä erilaisten kirjallisuuslähteiden sisältämän tiedon soveltamiseen uuden oppimisessa.

Tutkimus ei ole tarkoitettu yleistettäväksi ja on erittäin suositeltavaa kohdentaa lisää resursseja syyskylvön tutkimukselle myös Etelä-Suomessa. Lisäksi on edelleen syytä jatkaa siemenen itävyyden, peittämisen sekä maanmuokkausjäljen vaikutusta käsittelevien tutkimusten tekoa sekä konekylvölaitteiden kehittämistä.

Lähteet

- Ahtikoski, A., Ojansuu, R., Haapanen, M., Hynynen, J. & Kärkkäinen, K. 2012. Financial performance of using genetically improved regeneration material of Scots pine in Finland. *New forests* 43: 355-348.
- Bergsten, U. 1988. Pyramidal indentations as a microsite preparation for direct seeding of *Pinus sylvestris* L. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 1-4.
- Bergsten, U., Goulet, F., Lundmark, T. & Löfenius, M.O. 2001. Frost heaving in a boreal soil in relation to soil scarification and snow cover. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 1084-1092.
- Bracke Forest, 2017. Kylvölaite S35.a
<http://www.brackeforest.com/app/projects/brackeAllNew/images/S35aFIWeb.pdf>. 1.2.2017.
- de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H. & Westman, J. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* form seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 33, 931-945.
- Hedemann-Gade, E. 1927. Undersökningar angående lämpligaste tiden för sådd av barrträdsfrö. Summary: Investigations regarding the most suitable time for sowing coniferous seed. *Svenska Skogsvårdföreningens Tidskrift* 25, 5-50.
- Harstela, P. 2006. Kustannustehokas metsänhoito. Vammala: Gravita Ky, 34.
- Helenius, P. 2010. Metsäpuiden siemenhuollon laatuketju. Hankkeen loppuraportti. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos.
- Helenius, P., 2012. Koneellinen metsäkylvö – konekylvöprosessi ja sen kriittiset menestystekijät. Luento. Metsänhoitotöiden koneellistaminen – teemapäivä 16.4.2012. Pohjois-Karjalan ammattiopisto, Valtimo.
- Helenius, P. 2014. Tykistöistä ja männyn kylvökohteiden valinnasta. Metla. https://issuu.com/metla/docs/taimiuutiset_3-2014. 24.9.2015.
- Helenius, P., Himanen, K., Nygren, M., Vaahtera, E., Ylioja, T. 2015. Kuusen ja männyn käpy- ja siementuhot. Tampere: Tammerprint Oy.
- Helenius, P. & Jalkanen R. 2014. Haapa ei-toivottu vieras männyn kylvökohteilla. Metsäntutkimuslaitos.
http://www.metla.fi/taimiuutiset/2014/Taimiuutiset_3-2014.pdf. 1.2.2017.
- Hokajärvi, T. 1997. Metsänhoito-ohjeet. Helsinki: Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. Oy Edita Ab.
- Hokkanen, T. 2001. Siemenet ja siemensato. Teoksessa. Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E., Saarinen, M. (toim.) Onnistunut metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy, 69–79.
- Hokkanen T. 2016. Männyn siemensadot punkaharjulla. hanna.c.nevalainenutlook.com. 27.5.2016.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. Helsinki: Hakapaino Oy, 18.

- Hyppönen, M. 2005. Metsänuudistamisen perusteita. Teoksessa. Hyppönen, M., Hallikainen, V., Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy, 35-41
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., 2011. Factors affecting the success of autumn direct seeding of *Pinus sylvestris* L. on Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(6): 515-529. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02827581.2011.586952?scroll=top&needAccess=true>. 3.2.2017.
- Hyppönen, M. – Karvonen, L. 2005. Kylvö. Teoksessa. Hyppönen M., Hallikainen, V., Jalkanen, R. (toim.) Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy, 35–36; 51; 74-81
- Hyppönen, M., 2015. Männyn kylvö ennen, nyt ja tulevaisuudessa. Luonnonvarakeskus. http://www.metla.fi/taimiuutiset/2015/Taimiuutiset_3-2015.pdf. 1.2.2017.
- Hyytiäinen, J. 2015. Kylvösiemenistä. hanna.c.nevalainen@outlook.com. 27.3.2015.
- Häggman, J. 1987. Voiko männynsiemenen jälki-itää? Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.) Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 115-122.
- Jyväskylän yliopisto 2015. Tutkimusstrategiat. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/utkimusstrategiat>. 28.9.2016
- Kaipainen, A., Pulliainen, K. 2000. Stora Enso Oyj:n metsän uudistamisen tulokset. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalous. Opinnäytetyö.
- Karjalainen, L. 2010. Tilastotieteen perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. 230–234.
- Karlsson, P., 2015a. Sadetietoja Etelä-Karjalasta. hanna.c.nevalainen@outlook.com. 18.3.2015.
- Karlsson, P., 2015b. RE: Kasvukauden lämpösummat. hanna.c.nevalainen@outlook.com. 26.11.2015.
- Keskimölä, A., Heikkinen, E. & Keränen, K. (toim.) 2007. Pohjois- Suomen metsänhoitosuosituksen 2007. 58.
- Kinnunen, K. 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. *Folia Forestalia* 531. Helsinki. Metsäntutkimuslaitos.
- Kinnunen, K. 1992. Kylvöalustan, ajankohdan ja menetelmän vaikutus männyn kylvön onnistumiseen. Summary: Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland. *Folia Forestalia* 785, 45. Helsinki.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447. 36. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1271-2.14.3.2016>.
- Kinnunen, K. 1996. Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593.
- Kinnunen, K. & Linnimäki, J. 1978. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in

- northern Karelia. *Folia Forestalia* 329. 1-32. Helsinki: Valtion Painatuskeskus.
- Kinnunen, K. & Mäki-Kojola S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Folia Forestalia* 449. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, 11–18.
- Kinnunen, K. 2002. Kylvö metsänuudistamismenetelmänä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2022, 47–49.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff021047.pdf>. 11.10.2016.
- Kinnunen, K. 2003. Konekylvön käyttökelpoisuus männyn uudistamisessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2003. 69-72.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff031069.pdf>. 25.5.2016.
- Kolström, T. 2001. Metsänuudistamisen biologiset ja ekonomiset perusteet. Teoksessa. Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E., Saarinen, M. (toim.) *Onnistunut metsänuudistaminen*. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 56-57; 182–185.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364.1—60. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-0355-1>. 26.5.2016.
- Korhonen, P., Mänty, J. 1991. Koneellinen kylvö maanmuokkauksen yhteydessä. Konekylvöjen inventointitulokset ja kylvölaitteiden esittely. *Metsähallitus, kehittämisjaosto, Tiedote* 3/1991.
- Korhonen, P. & Kumpare, T. 1994. Koneellisesti kylvettyjen uudistusalojen taimettumistulokset hyviä. *Metsähallitus, kehittämysyksikkö, Tiedote* 3. 6.
- Korhonen, P. & Kumpare, T. 1995. TTS-Sigma kylvölaite Bräcke-mätäslaikkurin lisälaitteena. *Metsähallitus, kehittämysyksikkö, Tiedote* 5. 4.
- Laki metsänviljelyaineiston kaupasta 241/2002.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020241>. Ei päivitystietoa. 6.5.2016
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Helsinki: Uudenmaan Kirjapaino O.Y.
- Luonnonvarakeskus. 2017. Metsänhoito ja perusparannustyöt.
<http://stat.luke.fi/metsanhoito-ja-metsanparannustyot>
TARGET=_blank>Tilaston kotisivu. 1.2.2017.
- Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäkustannus Oy.
- Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. *Metsänuudistaminen*. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy
- Mertanen, J. 2015. [maanmittauslaitos.fi #21568] Puhelu: +358404175356. hanna.c.nevalainen@outlook.com. 26.11.2015.
- Metsälaki 1996/1093. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>. Ei päivitystietoa. 1.12.2015
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset. 2014. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

- Metsäntutkimuslaitos. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014.
http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/vsk14_03.pdf.
 5.12.2016
- Metsäntutkimuslaitos. 2010. Metlan uutiskirje.
<http://www.metla.fi/uutiskirje/fen/2010-3/uutinen-3.html>. 26.5.2016.
- Metsäntutkimuslaitos. 2011. Metsäpuiden siemensatoennusteet kehittyvät uusien mallien avulla. Tiedote 21.12.2011.
<http://www.metla.fi/tiedotteet/2011/2011-12-21-siemensato.htm>.
 26.5.2016.
- Mielikäinen, K., 2008. Metsänhoito. Teoksessa Rantala, S. (toim.) Tapion taskukirja. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy, 93-99.
- Miina, J. & Saksa, T. 2008. Predicting establishment of tree seedlings for evaluating methods of regeneration for *Pinus sylvestris*.
Scandinavian Journal of Forest Research 23(1): 12–27.
- Mälkönen, E. 2003. Metsämaa ja sen hoito. Kustannusosakeyhtiö metsälehti.
- Nordström, L. 1955. Om eftergroning hos tallfrö. *Svenska SkogsvFören. Tidskr.* 53, 89-100.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57–71.
- Nygren, M. 2002. Havupuiden syyskylvöistä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002.
- Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Nygren, M. 2011. Metsänkylvöopas – Kylvön biologiaa ja tekniikkaa. Metsäntutkimuslaitos. Suonenjoki: Vammalan kirjapaino Oy.
- Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E., Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen – Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 636. Helsinki: Hakapaino Oy. 34.
- Nygren, M., Ikonen, N., Helenius, P. 2013. Siementen itäminen ja taimien orastuminen männyn äeskylvössä – tapaustutkimus. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2013: 127 – 140.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff13/ff132127.pdf>. 25.3.2015.
 14.3.2016
- Nygren, M. & Leinonen, K. 1992. Pääpuulajiemme laboratorio- ja kenttäitävyydestä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 59-78.
- Paikkatietoikkuna. 2017. <http://www.paikkatietoikkuna.fi/web/fi/kartta>.
 16.2.2017.
- Pitkänen, M. 2013. Männyn konekylvön onnistuminen Kuusamon alueella vuosina 2006–2007. Lapin ammattikorkeakoulu.
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013061213932>. 3.12.2016.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. *Biometria – Tilastotiedettä ekologeille*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Rummukainen, A., Tervo, L., Kautto, K. & Pulkkinen, M. 2011. Maanmuokkaus- ja kylvölaiteyhdistelmien vertailuja männyn kylvössä Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2011: 13-33.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff111013.pdf>. 25.5.2016.
- Rummukainen, A. 2001. Koneellinen kylvö. Teoksessa Valkonen, S., Ruuska, j., Kolström, T., Kubin, E., Saarinen, M. (toim.). Onnistunut

- metsänuudistaminen. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy, 142-143.
- Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 418. 1-48. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1224-0>. 25.5.2016.
- Saksa, T., & Kankaanhuhta, V. 2007. Metsänuudistamisen laatu ja keskeisimmät kehittämiskohteet Etelä-Suomessa. Metsänuudistamisen laadun hallinta-hankkeen loppuraportti. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Saksa, T. & Lähde, E. 1982. Siemenen määrä männyn, kuusen ja lehtikuusen syyskylvössä. Folia Forestalia 541: 16.
- Sarvas, R., 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewladung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta Forestalia Fennica 46, 147.
- Sarvas, R., 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201207171085>. 1.2.2017.
- Taanila, A., 2015. SPSS: Explore. Akin menetelmäblogi. 29.11.2015. <https://tilastoapu.wordpress.com/2012/04/28/spss-explore/>. 6.11.2016.
- Tapion siemenkeskus. 2015. Seed & Go. <http://www.metsalehti.fi/Global/Metsakortisto/MetsakorttiPDF/Siemenet.pdf>. 3.12.2015
- Tapion siemenkeskus. 2015. VS: Siemenerien itävyys ja tuhatjyväpaino ym. hanna.c.nevalainen@outlook.com. 25.5.2015.
- Tornator Oyj kotisivut. Tornator Oyj. 2016: <http://www.tornator.fi/>. Viitattu 1.1.2017.
- Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Hämeenlinna. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti: Karisto Oy
- Valkonen, S. 2001. Säästöpuiden vaikutus uudistumiseen. Teoksessa Kolström, T., Kubin, E., Ruuska, J., Saarinen, M., Valkonen, S. (toim.). Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy, 91.
- Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Varmola, M. 2001. Taimikonhoito. Teoksessa Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. (toim.). Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, 172.
- Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1308/2013. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131308>. 3.1.2017.
- Väänänen, A-J., 2012. Taimikosta metsäksi – Vuonna 2001 perustettujen taimikoiden tila Tornator Oy:n eteläisillä tiimeillä. Mikkelin ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012060111235>. 2.1.2017.
- Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J.–E. 1999. Mechanized microsite preparation and direct seeding of *Pinus sylvestris* in boreal forest – a way to reach desired spacing at low cost. *New Forests* 18: 179–198.

- Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J.-E. 2007. Seedling establishment and growth after direct seeding with *Pinus sylvestris*: effects of seed type, seed origin and seeding year. *Silva Fennica* 41(2): 299-314.
- Wibeck, E. 1917. Om eftergroning hos tallfrö. *Sveriges Skogsvårds förbundets tidskrift* 15: 141–174.
- Wibeck, E. 1927. Vår- eller höstsådd. Summary: Spring or autumn sowing. *Medelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 23, 217-294.
- Winsa, H. 1995. Influence of rain shelter and site preparation on seedling emergence of *Pinus sylvestris* L. after direct seeding. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 167-175.
- Winsa, H. & Bergsten, U. 1994. Direct seeding of *Pinus sylvestris* using microsite preparation and invigorated seed lots of different quality. 2-year results. *Canadian Journal of Forest Research* 24, 77-86.
- Winsa, H. & Sahlén, K. 2001. Effects of invigoration and microsite preparation on seedling establishment after direct sowing of *Pinus sylvestris* L. at different dates. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 422-428.
- Yli-Vakkuri, P. & Räsänen, P.K. 1971. Siementen peittämisen ja kylvökohdan polkaisun vaikutus männyn ruutukylvön tulokseen. Summary: The influence of covering and tramping the seeds into the soil on the success of spot sowing of pine. *Silva Fennica* 5(1): 1-10.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K., Väisänen, P., (toim.) 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset. *Metsänhoito. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.*

Taimikoninventoinnin maastotyöhje

Taimikon inventoinnin maastotyölomake

Kuvio _____

Arvioija _____

Arviointiaika _____

Pinta-ala (ha) _____

Uudistamispuulaji _____

Syntytapa _____

Toteutusv. _____

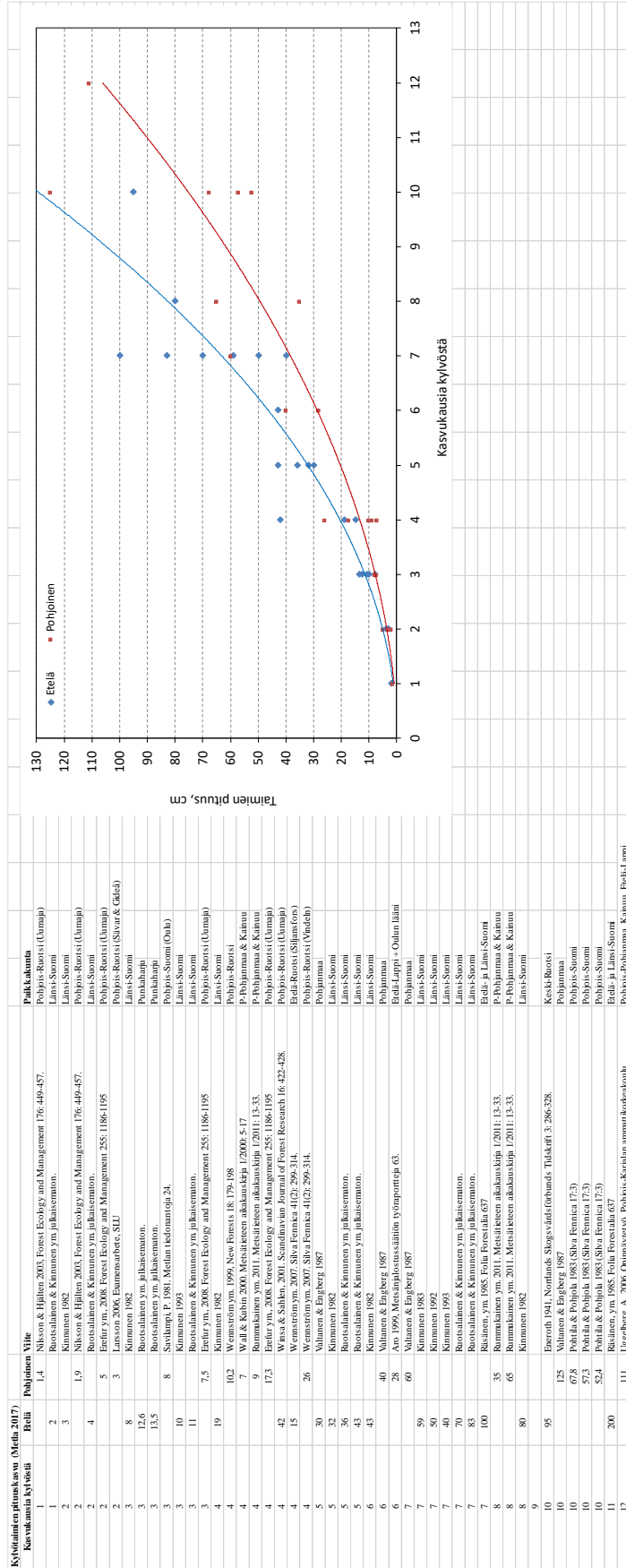
Koealan säde (m) _____

Koealoja (kpl/kuvio) _____

Maalaji	Kasvup.ty.	Lämpös	Mpy (m)	Muok.jälki	Lisäm.	Sovelt.	SMP

Puulaji (kpl/koeala)						Huomautukset	Muok.jälki Onnistunut = O Epäonnistunut = E
Koeala	Mänty	Kuusi	Koivu	Muu			
1							
2							
3							Lisäm.
4							kivisyys = Ki
5							soistuneisuus = S
6							kallioisuus = Ka
7							
8							Sovelt.
9							Kyllä = K
10							Ei = E
11							
12							SMO = siemenpuut
13							Kyllä = K
14							Ei = E
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Kylvötaimien pituuskasvu (Metla 2017)



Kylvötainten pituuskasvu (Metla 2017)	Kasvukausia kylvöstä	Pohjoinen Vile	Paikkakunta
1	1	1,4	Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
1	2		Lains-Suomi
2	3		Roosalaisten & Kinnunen ym. julkaisematon.
2	4	1,9	Roosalaisten & Kinnunen ym. julkaisematon.
2	5		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	6		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	7		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	8		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	9		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	10		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	11		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	12		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	13		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	14		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	15		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	16		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	17		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	18		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	19		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	20		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	21		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	22		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	23		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	24		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	25		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	26		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	27		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	28		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	29		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	30		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	31		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	32		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	33		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	34		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	35		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	36		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	37		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	38		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	39		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	40		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	41		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	42		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	43		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	44		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	45		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	46		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	47		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	48		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	49		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	50		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	51		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	52		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	53		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	54		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	55		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	56		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	57		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	58		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	59		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	60		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	61		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	62		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	63		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	64		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	65		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	66		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	67		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	68		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	69		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	70		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	71		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	72		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	73		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	74		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	75		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	76		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	77		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	78		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	79		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	80		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	81		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	82		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	83		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	84		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	85		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	86		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	87		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	88		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	89		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	90		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	91		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	92		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	93		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	94		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	95		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	96		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	97		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	98		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	99		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	100		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	101		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	102		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	103		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	104		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	105		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	106		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	107		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	108		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	109		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	110		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	111		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	112		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	113		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	114		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	115		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	116		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	117		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	118		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	119		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	120		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	121		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	122		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	123		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	124		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	125		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	126		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	127		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	128		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	129		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	130		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	131		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	132		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)
2	133		Pohjois-Ruotsi (Ulmaj)

