

OPINNÄYTETYÖ  
Marko Pitkänen 2013

**MÄNNYN KONEKYLVÖN ONNISTUMINEN  
KUUSAMON ALUEELLA VUOSINA 2006–  
2007**



Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu  
University of Applied Sciences  
LUC

**METSÄTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA**

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

**MÄNNYN KONEKYLVÖN ONNISTUMINEN KUUSAMON ALUEELLA VUOSINA 2006–2007**

Marko Pitkänen

2013

Toimeksiantaja Metsänhoitoyhdistys Kuusamo

Ohjaaja Liisa Kuutti

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2013 \_\_\_\_\_

<b>Tekijä</b>	Marko Pitkänen	Vuosi	2013
<b>Toimeksiantaja Työn nimi</b>	Metsänhoitoyhdistys Kuusamo Männyn konekylvön onnistuminen Kuusamon alueella vuosina 2006–2007		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	39		

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää männyn konekylvön onnistumista Kuusamon alueella vuosina 2006–2007. Männyn konekylvö on yleistynyt uudistamismenetelmä myös yksityisten metsänomistajien mailla, joten lisätieto männyn konekylvön onnistumisesta on tarpeellista. Tulosten pohjalta pyrin selvittämään, mitkä eri tekijät vaikuttavat männyn taimettumiseen ja millä eri kohteilla konekylvö on käyttökelpoinen uudistamismenetelmä.

Tutkimuksessa mukana olleet inventointikuviot on konekylvetty vuosina 2006–2007 ja osa kuvioista on toteutettu syyskylvönä. Tutkimuksessa käytettäviä inventointikuvioita kertyi yhteensä 41 kappaletta, joiden pinta-ala oli yhteensä 93,8 hehtaaria. Koealoja kertyi kaikkiaan yhteensä 567 kappaletta. Kaikki kuviot oli muokattu äestämällä, joten muita muokkausmenetelmiä ei tässä tutkimuksessa käsitellä. Inventointimenetelmänä käytin perinteisesti taimikon inventoinnissa käytettyä linjoittaista ympyräkoelamenetelmää, jossa käytin 3,99 metrin koealasädettä. Koealoilta mittasin puulajitietojen lisäksi kuviokohtaisia tietoja kuten kasvupaikka, maalaji ja korkeus merenpinnasta. Aineiston analysoin SPSS-ohjelmalla.

Kaikki tutkimuksessa mukana olleet koealat huomioituna täydennysrajan (alle 1300 kpl/ha) yläpuolella oli yli 80 prosenttia koealoista, mikä kertoo konekylvön onnistuneen todella hyvin. Myös syyskylvöistä yli 80 prosenttia koealoista ylittää täydennysrajan, joten syyskylvöjen voidaan todeta onnistuneen hyvin. Konekylvön epäonnistumisesta voidaan puhua ainoastaan muutaman kuvion kohdalla, joissa taimien vähyyteen vaikutti oleellisesti maanmuokkauksen epäonnistuminen. Tulosten perusteella korkeudella merenpinnasta on myös vaikutusta taimettumiseen. Yli 274 metrin korkeudella olevat kuviot olivat taimettuneet heikoimmin.

Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan todeta männyn konekylvön onnistuneen Kuusamon alueella pääsääntöisesti hyvin. Tulokset tukevat aiemmin Pohjois-Suomessa tehtyjä tutkimuksia männyn konekylvöistä.

Avainsanat: konekylvö, taimimäärä

<b>Author</b>	Marko Pitkänen	<b>Year</b>	2013
<b>Commissioned by</b>	Forest management association Kuusamo		
<b>Subject of thesis</b>	The success of machinery pine sowing in Kuusamo in 2006-2007		
<b>Number of pages</b>	39		

---

The aim of this thesis is to find out how machinery pine sowing has succeeded in Kuusamo area in 2006-2007. Machinery pine sowing is becoming a more popular regeneration technique also in private forests so further information about machinery pine sowing is necessary. Based on the results the different factors that have an effect on the growth of plants are studied. In addition the sites suitable for machinery sowing are studied.

All forest stand figures in this study were mechanically sowed in 2006-2007, and some have been made by autumn seeding. The total number of the forest stand figures in this study was 41, and total study area is 93.8 square meters. The total number of experimental plots was 567. All compartments were prepared by harrowing. The stock taking method used was the rectangular circular sample. The 3.99 meter radius of experimental plots was used. Research material was taken about wood species of all experimental plots, and also information of the compartments was used for example habitat, soil type and elevation. The research material was analyzed by SPSS-software.

More than 80 percent of the experimental plots were above the supplementary limit (1 300 pc/hectare), and that proved that machinery sowing has succeeded very well. Also the autumn seeding has succeeded well, because more than 80 percent of the experimental plots of autumn seeding are above the supplementary limit. Only a few machine sowing compartments were unsuccessful. Poor preparation of soil affected the number of plant. The reason for the unsuccessful preparation of soil was stoniness of the habitat or intensity of preparation of soil. The compartments which were above 274 meters the growth of plants had succeeded the worst.

On the basis of the thesis results it could be assumed that machinery pine sowing has succeeded well in the Kuusamo area. The results of this study support the earlier machinery pine sowing studies which have been carried out in Northern Finland.

Key words: sowing by machine, number of saplings

## SISÄLTÖ

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....	1
1 JOHDANTO .....	2
2 MÄNNYN UUDISTAMINEN .....	4
2.1 Yleistietoa männystä.....	4
2.2 Männyn uudistamisen suunnittelu .....	5
2.2.1 Kylvöalan valmistaminen .....	6
2.2.2 Maanmuokkaus .....	7
2.3 Männyn uudistaminen kylvään.....	8
2.3.1 Kylvö eri kohteilla ja kylvömenetelmät .....	8
2.3.2 Kylvön onnistumiseen vaikuttavat tekijät.....	10
2.3.3 Männyn kylvösiemen .....	10
2.3.4 Konekylvö ja kylvölaitteisto.....	12
3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	15
3.1 Tutkimusalueen sijainti ja rajaus .....	15
3.2 Inventointimenetelmä ja koelaloilta mitatut tunnuukset .....	15
3.3 Aineiston käsittely ja luokittelu .....	16
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO .....	18
4.1 Männyntaimien määrä .....	18
4.1.1 Männyntaimimäärät vuosittain.....	19
4.1.2 Männyntaimimäärät kuvioittain.....	21
4.1.3 Kevät- ja syyskylvön vertailu.....	23
4.2 Korkeuden sekä lämpö- ja sadesumman vaikutus männyntaimien määrään .....	25
4.2.1 Korkeuden vaikutus taimimääriin.....	25
4.2.2 Lämpö- ja sadesumman vaikutus taimimääriin.....	26
4.3 Kasvupaikan ja maalajin vaikutus taimimääriin.....	28
4.4 Maanmuokkauksen onnistuminen .....	30
4.5 Koivun ja kuusen määrät koelaloilla .....	31
4.6 Tutkimuksen virhelähteet.....	33
5 PÄÄTELMÄT .....	34
LÄHTEET .....	37

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Männyn uudistamiskypsyyden vähimmäisläpimitat ja iät kasvupaikoittain Pohjois-Suomessa (Suomen säädöskokoelma 2010, 10) ....	5
Taulukko 2. Männyn uudistamisen suositukset maanmuokkausmenetelmän, kasvupaikan, maalajin sekä uudistusmenetelmän mukaan (Keskimölä ym. 2007, 14.) .....	7
Taulukko 3. Männyn taimimäärien luokittelu .....	17
Kuvio 1. Koealojen jakautuminen taimiluokkiin vuosina 2006–2007 .....	18
Taulukko 4. Aiempia konekylvötutkimuksia (Kinnunen 2003, 71) .....	19
Kuvio 2. Koalat taimiluokittain vuosina 2006–2007 .....	20
Kuvio 3. Inventointikuviot (41 kpl) laatikko-jana-kuviossa .....	22
Kuvio 4. Kevät- ja syyskylvöjen koalat taimiluokittain .....	24
Kuvio 5. Inventointikuvioiden taimimäärät korkeusluokittain .....	25
Kuvio 6. Lämpösummat (d.d.) Kuusamossa vuosina 2006–2007 (Ilmatieteen laitos 2013) .....	27
Kuvio 7. Sadesummat (mm) Kuusamossa vuosina 2006–2007 (Ilmatieteen laitos 2013) .....	28
Kuvio 8. Kasvupaikan jakautuminen inventointikuvioissa .....	29
Kuvio 9. Maalajien jakautuminen inventointikuvioissa .....	30
Kuvio 10. Koivuntaimien määrä koealoilla (kpl/ha) .....	31
Kuvio 11. Kuusentaimien määrä koealoilla (kpl/ha) .....	32

## 1 JOHDANTO

Metsää uudistettaessa tarkoituksena on saada aikaan ennalta asetettujen tavoitteiden mukainen taimikko. Uudistamisen tulokseen vaikuttavat erilaiset luonnon uudistumisprosessit sekä ihmisen aiheuttamat uudistamistoimenpiteet. Uudistamistavoitteen toteutumista voidaan arvioida useasta eri näkökulmasta. Tavallisesti arviointi tapahtuu taimikon tiheyden, tilajärjestyksen, puulaji- ja kokojakauman, pituuskehityksen sekä laadun perusteella. Lisäksi tavoiteltua uudistamistulosta voidaan tarkastella myös kustannusten, kannattavuuden, uudistumisajan sekä luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta. (Hyppönen 2005, 35–36.) Uudistamismenetelmän valinnalla on suuri merkitys tavoiteltavan taimikon syntymiseen ja kehittymiseen. Metsää uudistetaan joko luontaisesti tai viljelemällä, ja viljelymenetelmiä ovat istutus ja kylvö.

Kylvö on vanha ja perinteinen metsänuudistamismenetelmä. Suomessa metsäpuiden kylvöä on tehty 1850-luvun lopulta alkaen, jolloin varhaisimmat kylvöt olivat kaskimaille tai kuloaloille suunnattuja männyn ja kuusen hajakylvöjä joissa siemenet levitettiin tasaisesti koko uudistusalueelle. Käsinkylvömenetelmistä tehtiin jo varhain myös kehittyneempiä muotoja, ja erilaisia ruutukylvömenetelmiä kehitettiin hajakylvön vaihtoehdoksi. (Nygren 2011, 5–7.) Männyn uudistamismenetelmänä maanmuokkaukseen yhdistetty koneellinen kylvö on yleistynyt 1990-luvulla ja se on edullisuutensa vuoksi korvannut suurimmaksi osaksi käsinkylvön. Menetelmän yleistymisen myötä kylvöala kasvoi 1990-luvulla yli puolitoistakertaiseksi. (Rummukainen 2001, 142).

Opinnäytetyöni aiheena on tutkia männyn konekylvön onnistumista Kuusamon alueella vuosina 2006–2007. Aihe syntyi kesällä 2011 ollessani työharjoittelussa Kuusamon Metsänhoitoyhdistyksellä, jossa yhtenä työtehtävänäni oli kartoittaa konekylvettyjen alueiden onnistumista. Metsänhoitoyhdistys Kuusamon toiminnanjohtaja Anne Polojärvi ehdotti, että voisin kyseistä tutkimusta eteenpäin ja tekisin aiheesta opinnäytetyön. Konekylvö on yleistynyt menetelmä männyn uudistamisessa, joten tutkimustieto kyseisestä uudistamismenetelmästä olisi tarpeellista. Opinnäytetyön tekeminen kyseisestä aiheesta tuntui mielenkiintoiselta ja luontevalta, sillä olin jo työtehtävänäni kautta päässyt perehtymään aiheeseen, sekä olin jo kerännyt suurimman osan tutkimusaineistosta. Polojärvi toimi myös työn ohjauksessa Metsänhoitoyhdis-

tyksen puolelta. Rovaniemen ammattikorkeakoulun puolelta ohjaavana opettajana toimi lehtori Liisa Kuutti.

Tutkimusaineiston keräyksessä käytin perinteisesti taimikoninventoinnissa käytettyä linjoittaista ympyräkoealamenetelmää, jossa koealasadie oli 3,99 metriä. Linja- ja koealavälit määräytyivät kuvion koon mukaan. Maastossa käytin GPS-navigointilaitetta, jonka avulla pystyin seuraamaan että linja- ja koealavälit tulivat oikeille etäisyyksille. Inventoituja koealoja kertyi yhteensä 567 kappaletta, jotka jakautuivat 41 konekylvetylle kuviolle. Kuviodien kokonaispinta-ala on yhteensä 93,8 hehtaaria. Tutkimuksessa huomioin männyn- taimien lisäksi myös luontaisesti syntyneet kuusen- ja koivuntaimet. Lisäksi käytin kuviokohtaisia tietoja jotka olivat: kasvupaikka, maalaji ja korkeus merenpinnasta. Kerätyn aineiston taulukoin aluksi Excel- taulukkolaskentaohjelmaan, josta siirsin aineiston SPSS-tilasto-ohjelmaan jolla suoritin aineiston tilastollisen käsittelyn.

Männyn konekylvön kustannustehokkuus on aiheuttanut menetelmän yleistymisen myös yksityisten metsänomistajien mailla. Kyseisen uudistamismenetelmän edullisuus saattaa lisätä metsänomistajien halukkuutta valita juuri konekylvö männyn uudistamiseen, vaikka se ei välttämättä olisi aina paras vaihtoehto. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuoda esille taimettumiseen vaikuttavia tekijöitä, jotka antavat suuntaa männyn konekylvön käyttökelpoisuudesta eri kohteilla.

Opinnäytetyöni päätavoitteena on selvittää ovatko männyn konekylvöt onnistuneet Kuusamon alueella. Tulosten pohjalta on tarkoitus selvittää, miten erilaiset olosuhteet ja eri tekijät vaikuttavat taimettumisen onnistumiseen. Omia tutkimustuloksia on tarkoitus verrata aiempiin Pohjois-Suomessa tehtyihin tutkimuksiin männyn konekylvöstä. Tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että konekylvön onnistumiseen vaikuttavat hyvin monet eri tekijät jotka voivat olla täysin riippumattomia ihmisen toiminnasta, joten pelkästään jonkin yksittäisen tekijän tuijottaminen ei välttämättä kerro koko totuutta.



## 2 MÄNNYN UUDISTAMINEN

### 2.1 Yleistietoa männystä

Mäntyä (*Pinus Sylvestris*) esiintyy lähes koko Suomessa lukuun ottamatta aivan pohjoisinta Lappia, ja mänty on keskeisimpiä puulajeja Suomen metsätaloudessa. Mänty on levinnyt Suomeen noin 8 000 vuotta sitten. (Kolström 2001, 56.) Suomen puuston tilavuudesta männyn osuus on 50 prosenttia. Männyn osuus puustosta on 1950-luvulta alkaen lisääntynyt ja kuusen osuus vähentynyt. Kuusen osuus puuston tilavuudesta on 30 prosenttia, koivun 16 prosenttia, ja muiden lehtipuiden kolme prosenttia. (Metsäntutkimuslaitos 2012, 38.) Kasvupaikan suhteen mänty on vaatimaton puulaji. Mäntyä esiintyy kivennäis- ja turvemaidella karuimmilla sekä hyvin viljavilla kasvupaikoilla. Laadultaan parhaimmat mäntymetsät löytyvät kuitenkin kuivilta ja kuivahkoilta kankailta. (Kolström 2001, 56.)

Mänty on tuulipölytteinen ja yksikotinen puulaji eli hede- ja emikukat ovat samassa puussa. Mänty uudistuu pelkästään suvullisesti (Kolström 2001, 57.) Keskeisimmät vaiheet siemensadon muodostumisessa ovat: kukkasilmujen syntyminen, kukinta ja pölytys, siementen tuleentuminen ja siementen leviäminen. Kaikki nämä kehitysvaiheet sekä niiden aikana vallitsevat olosuhteet vaikuttavat suurelta osin siemensadon määrään ja laatuun. Kesäajan lämpötilat vaikuttavat keskeisesti männyn siementuotantoon, etenkin kukintaa edeltävän kesän sääolosuhteilla on ratkaiseva merkitys. Lämpiminä kesinä kukkasilmujen syntyminen on runsasta, kun taas kylmyys, kosteus ja pilvisyys ehkäisevät kukkasilmujen muodostumista. (Hokkanen 2001, 69–71.)

Männyllä, kuten muillakin puulajeilla on erilaisia tuhonaiheuttajia, jotka voivat olla joko abioottisia tai bioottisia tuhoja. Abioottiset tuhot ovat elottoman luonnon aiheuttamia, kuten esimerkiksi halla, pakkanen, kuivuus, routa, rous-te ja ilmansaasteet. Bioottiset tuhot ovat erilaisia selkärankais-, sieni- sekä hyönteistuhonajia. Moniin tuhoihin voidaan kuitenkin vaikuttaa oikeilla menetelmillä ja töiden huolellisella toteutuksella. Esimerkiksi männynjuurikäävän leviäminen voidaan ehkäistä käsittelemällä hakkuiden yhteydessä kannot harmaaorvakka- tai urealiuksella. (Luoranen–Saksa–Uotila 2012, 41–43.)

## 2.2 Männyn uudistamisen suunnittelu

Niin männyn kuin muidenkin puulajien uudistamisessa tarkoituksena on saada aikaan ennalta määriteltyjen tavoitteiden mukainen ja kehityskelpoinen taimikko (Hyppönen 2005,35.) Tavoiteltuun uudistamistulokseen pääseminen edellyttää huolella tehtyä uudistamissuunnitelmaa. Suunnitelman pääpiirteet ovat uudistamisajankohdan valinta, hakkuualan rajausta, pääpuulajin valinta sekä uudistamistoimenpiteiden valinta. Uudistamistoimenpiteisiin kuuluvat hakkuualan raivaus, maanmuokkaus, istutus tai kylvö sekä heinä- ja vesakontorjunta. (Keskimölo–Heikkinen–Keränen 2007, 8.)

Uudistamistoimenpiteet alkavat kun metsikkö on saavuttanut uudistuskypsyyden. Metsänomistajan tavoitteet huomioon ottaen, metsikkö suositellaan uudistettavaksi kun se on taloudellisesti uudistuskypsä. Uudistuskypsyyden perusteena käytetään ensisijaisesti puuston järeyttä, mikä on puun tuotannollisesti yleensä kannattavinta. Jos puusto on ollut pitkään harventamatta ja epätasaista, voidaan uudistaminen tehdä myös iän perusteella. Laissa on määritelty puulajikohtaisesti uudistuskypsyyserajat. Uudistuskypsyyttä määritetään pohjapinta-alalla painotetun 1,3 metrin korkeudelta mitatun keskiläpimitan, keski-iän, puulajin, kasvupaikan ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Metsikön uudistaminen on mahdollista, jos keskiläpimitta tai keski-ikä täyttää lain asettamat vaatimukset (Taulukko 1.). (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 32–33.)

**Taulukko 1. Männyn uudistamiskypsyyden vähimmäisläpimitat ja iät kasvupaikoittain Pohjois-Suomessa (Suomen säädöskokoelma 2010, 10)**

Pohjois-Suomi 750-1000 d.d.	Läpimitta (cm)	Ikä (v)
Tuore tai ravinteikkaampi kangas	22	80
Kuivahko kangas	21	90
Kuiva kangas	20	110

Metsälaki määrittää uudistushakkuulle myös seuraavat ehdot:

”Uudistushakkuu on tehtävä uuden puuston aikaansaamista edellyttävällä tavalla. Uudistushakkuu saadaan tehdä, kun puusto on saavuttanut riittävän järeyden tai iän taikka jos erityiset syyt sitä muuten puoltavat. Uudistushakkuu voidaan toteuttaa luontaiseen uudistumiseen tähtäävällä tavalla, jos alueella on puus-

ton, maaperän ja pintakasvillisuuden perusteella ennalta arvioiden riittävät edellytykset luontaisen taimiaineksen muodostumiseen”. (ML 2010.)

Uudistamisen suunnittelussa pyritään valitsemaan oikeat toimenpiteet, joilla päästään uudistamistavoitteisiin mahdollisimman nopeasti ja kustannustehokkaasti. Uudistamisen suunnittelussa tulee huomioida tavoitteista riippuen myös muut kuin taloudelliset päämäärät, kuten luonnon monimuotoisuus, maisema-arvot, riistakohteet ja muut käyttömuodot. Uudistetun metsikön ekologista ja monikäyttöistä arvoa on vaikea mitata, mutta niitä voidaan kuitenkin arvioida esimerkiksi miettimällä, ovatko hyvän metsänhoidon suositukset toteutuneet. (Saarenmaa–Valkonen 2001, 52–55.)

### 2.2.1 Kylvöalan valmistaminen

Kylvöala valmistellaan raivaamalla taimettumista ja taimikon kehitystä haittaavat jätepuustot ja vesakot. Kehityskelpoiset ja kylvötaimikkoon sopeutuvat havupuuntaimet kuitenkin säästetään, sekä yhtenäiset pidemmätkin mäntytaimiryhmät voidaan jättää raivaamatta. Jätetyn taimiryhmän laajuus tulisi kuitenkin olla vähintään kaksi kertaa taimiryhmän keskipituus. (Hyppönen-Karvonen 2005, 75–76.) Kylvöalalla alle puolen metrin pituiset havupuuntaimet voidaan jättää raivaamatta, mutta vaikeissa ja korkeissa olosuhteissa voidaan kuitenkin sallia suurempikin pituusvaihtelu (Keskimölo ym. 2007, 11.) Lehtipuuston ja kuusen raivaaminen on tärkeää erityisesti männyn kylvöaloilla. Lehtipuut valtaavat nopeasti kasvutilaa männyn taimikossa ja ne voivat piiskata mäntyjen latvat pilalle. Myös etukasvuiset susipuuksi kehittyvät männyn on syytä poistaa hakkuualan raivauksen yhteydessä. Jos susipuut poistetaan vasta myöhemmin taimikonhoidon yhteydessä, on tuloksena yleensä epätasainen ja aukkoinen taimikko. (Harstela 2006, 34.)

Perinteisesti männyn kylvön yhteydessä käytettyä kulotusta voidaan käyttää paksukunttaisilla kangasmailla kylvöalan valmistukseen. Kulotuksen jälkeen kylvöalat on kuitenkin vielä kevyesti muokattava. Kulotukseen sopivia kohteita ovat kuivahkot ja tuoreet kankaat joiden vesitalous on kunnossa, sekä jotka ovat viljavuudeltaan männylle sopivia kasvupaikkoja. Kulotus parantaa kasvupaikan ravinne- ja lämpöoloja, jotka taas vaikuttavat positiivisesti taimikon syntyyn ja kehitykseen. Kulotuksia tehtiin runsaasti aina 1960-luvun lopulle saakka, mutta nykyisin kulotuksen käyttö uudistusalan valmistuksen

yhteydessä on kuitenkin hyvin vähäistä, vaikka kulotuksella olisi hyviä vaikutuksia taimikon kehittymisen kannalta. (Nygren 2011, 39.)

### 2.2.2 Maanmuokkaus

Onnistunut maanmuokkaus on yksi tärkeimmistä tekijöistä pyrittäessä hyvään uudistamistulokseen. Maanmuokkauksen tavoitteena on turvata metsänuudistamisen onnistuminen sekä parantaa pitkäaikaisesti taimikon kehitystä. Maanmuokkauksen onnistumisen kannalta on tärkeää valita oikea muokkausmenetelmä. Muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat uudistettava puulaji, kasvupaikan viljavuus, maalaji, vesitalous ja ympäristötekijät. (Mälkönen 2003, 161.) Yleisimmin käytetyt muokkausmenetelmät ovat äestys, laikutus ja mätästys. Äestystä ja laikutusta käytetään etenkin luontaisen uudistamisen ja kylvön yhteydessä kuivilla ja kuivahkoilla kankaila, joissa vesitalous on kunnossa. Kääntö-, laikku- ja naveromätästystä käytetään viljavilla kasvupaikoilla. (Luoranen–Saksa–Finer–Tamminen 2007, 55.) Äestyksessä ja laikutuksessa pyritään mataliin muokkausjälkiin, etteivät taimet joutuisi syviin vakoihin, joissa taimien kasvuolosuhteet ovat heikot. Mätästystä käytetään ensisijaisesti veden vaivaamilla alueilla. Mätästämällä pyritään luomaan lämpöolojen-, kuivatuksen, ravinteisuuden, ilmavuuden sekä pintakasvillisuuden kilpailun suhteen edullisia istutusalueita. (Mälkönen 2003, 163.)

**Taulukko 2. Männyn uudistamisen suositukset maanmuokkausmenetelmän, kasvupaikan, maalajin sekä uudistusmenetelmän mukaan (Keskimölo ym. 2007,14.)**

Kasvupaikka	Maalaji	Luontainen	Kylvö	Istutus
Kuiva kangas	Karkea	O		
	Keskikarkea	O	Ä/L	
Kuivahko kangas	Karkea	Ä/L	Ä/L	
	Keskikarkea	Ä/L	Ä/L	
	Hieno			Ä/M/SA
Tuore kangas	Karkea	Ä/L	Ä/L	Ä/M/SA
	Keskikarkea		Ä/L	Ä/M/SA
	Hieno			M/SA

O= Muokkaamaton, L= Laikutus, Ä= Äestys, SA= Säätoauraus, M= Mätästys (laikku-, kääntö-, navero- tai ojitusmätästys)

Maanmuokkauksessa on tarkoitus poistaa eristävää humuskerrosta kivennäismaan pinnalta tai muodostaa kohoumia, joissa lämpöolosuhteet ovat paremmat kuin tasaisella maalla (Mälkönen 2003, 165.) Maanmuokkaus on tärkeää lämpöolosuhteiden parantamisen kannalta, sillä maanmuokkauksessa paljastettu kivennäismaa lämpiää nopeammin kuin kasvillisuuden ja orgaanisen kerroksen peittämä pinta (Luoranen ym 2007, 21.) Lämpötilan nousu on taimien juurten kasvun suhteen eduksi kaikilla kasvupaikkatyypeillä. Etenkin pohjoisissa ja viileissä oloissa lämpötilan nousu on merkityksellinen. Kaksinkertainen humuskerros kuitenkin hidastaa lämmön johtumista syvälle maahan ja tästä johtuen routa voi säilyä kohoumien alla pitkään. Maanmuokkauksen seurauksena myös ravinteiden vapautuminen nopeutuu, sillä lämpötilan nousu, maan ilmavuuden paraneminen sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittuminen edistävät mikrobitoimintaa. (Mälkönen 2003, 165.)

## 2.3 Männyn uudistaminen kylvään

### 2.3.1 Kylvö eri kohteilla ja kylvömenetelmät

Kotimaisista pääpuulajeista ainoastaan männyn kylvää toteutetaan nykyisin laajamittaisesti. Vuosittaisesta metsänviljelypinta-alasta kylvetään noin 25 prosenttia. Pohjois- Suomessa ja Pohjanmaalla on runsaasti männylle soveltuvia karuja kasvupaikkoja, joten myös männyn kylvö on näillä alueilla yleisintä. (Luoranen ym. 2012, 93.)

Männyn kylvö toteutetaan yleensä avohakkuun, uudistusalan raivauksen ja maanmuokkauksen jälkeen. Myös kulotetut uudistusalat ovat hyviä kohteita männyn kylvämiseen. (Hyppönen-Karvonen 2005, 74.) Lieksassa tehdyn tutkimuksen mukaan kulotettu ja muokattu maa on otollinen kasvualusta siementen varhaiskehityksen kannalta (Pitkänen–Järvinen–Turunen–Kolström–Kouki 2005, 391.) Avohakkuun jälkeen tulosäteilyn määrä kasvaa, joka aiheuttaa maanpinnan ja alimpien ilmakerrosten lämpiämisen. Kasvualustan kosteus lisääntyy sillä sadanta pääsee suoraan maan pintakerrokseen, eikä haihuttavaa puustoa ole. Lämmön, kosteuden ja säteilyn lisääntyminen edistävät siementen itämistä ja uusien taimien syntymistä. Männyn kylvö on varmintä suorittaa keväällä heti lumen sulamisen jälkeen. Kun siemen pääsee itämään jo aikaisin keväällä, ehtii taimi kasvattaa suuremman juuriston kesän

aikana. Hyvin kehittynyt juuristo sitoo taimen hyvin maahan ja ehkäisee siten roustetuhoja. (Nygren 2011, 32–33.)

Uudistamismenetelmän valinnassa oleellista on uudistettavan alueen kasvupaikan viljavuus sekä maalajien ominaisuudet. Karuimmat, männylle sopivat uudistamisalat uudistetaan yleisesti ottaen edullisilla uudistamismenetelmillä, eli luontaisesti tai kylväen. Viljavammat kasvupaikat kannattaa yleensä muokata ja istuttaa. (Luoranen ym. 2012, 38.) Kuivahkot ja kuivat kankaat ovat ensisijaisia männyn kylvökohteita. Näillä männyn luontaisilla kasvupaikoilla pintakasvillisuus on vähäistä eikä siitä näin ollen ole haittaa männyntaimien kehitykselle. Kylvökohteiksi sopivat myös vähäravinteiset tuoreet kankaat, joissa maaperä on karkeaa ja vedenläpäisevyys hyvä. Maaperän ominaisuudet ovat kylvön onnistumisen kannalta oleellisia. Maaperän kyky pidättää ja johtaa vettä on tärkeä tekijä kylvön ja siementen itämisen kannalta. (Nygren 2011, 28.)

Hienojakoiset, heikosti vettäläpäisevät, routivat ja soistuneet kasvupaikat ovat kylvön onnistumisen kannalta huonoja kasvupaikkoja (Hyppönen–Karvonen 2005, 75.) Hienojakoisilla mailla on hyvä ravinteiden saatavuus suuren humuspitoisuuden vuoksi, joka aiheuttaa pintakasvillisuuden voimakkaan kehittymisen mikä puolestaan haittaa taimien kehittymistä (Luoranen ym. 2005, 40.) Maalajin vaikutuksesta kylvön onnistumiseen on saatu kuitenkin ristiriitaisia tuloksia. Yleiskäsityksen mukaan hienojakoisilla mailla kylvötulokset ovat olleet heikompia kuin karkeilla mailla. Maalajin vaikutuksia taimettumiseen sekä taimien alkukehitykseen olisi tarpeen tutkia lisää, jotta pystyttäisiin löytämään parhaat maaperät kylvön onnistumisen kannalta. (Hyppönen–Karvonen 2005, 79–80.)

Kylvöjä on toteutettu ajan saatossa monella eri tavalla. Kylvömenetelmät ovat vaihdelleet pistemäisistä käpykylvöistä jopa lentokoneella tai helikopterilla tehtyihin hajakylvöihin. (Nygren 2011, 42.) Pistemäisissä kylvöissä siemenet ripotellaan määrävälein muokattuun maahan. Hajakylvössä on nimensä mukaan tarkoitus kylvää siemenet maastoon mahdollisimman hajalleen. Hajakylvön käyttö on nykyisin vähäistä, sillä menetelmä vaatii suuren siemenmäärän osan siemenistä joutuessa muokkaamattomaan maahan. Perinteistä hajakylvöä suositumpi menetelmä on nykyään suunnattu hajakylvö. Suunnatus-

sa hajakylvössä on tarkoitus kylvää siemenet hajalleen muokkausjälkeen. Käsinkylvössä siemenet ravistellaan muokkausjälkeen esimerkiksi pullosta jonka korkkiin on tehty sopivan kokoisia reikiä. (Hyppönen–Karvonen 2005, 76.)

### 2.3.2 Kylvön onnistumiseen vaikuttavat tekijät

Suotuisat kosteus- ja lämpöolosuhteet ovat siementen itämisen kannalta oleellisia, etenkin alkukesästä. Näihin tekijöihin vaikuttaa osaltaan alueen sijainti, esimerkiksi kuinka pohjoisessa kylvöalue sijaitsee. Männyn kylvön onnistumiseen vaikuttaa myös alueen topografia. Männyn kylvötulokset yleensä heikkenevät mentäessä korkeille maille. Korkeilla mailla tulisikin harkita kylvön sijasta männyn tai kuusen istutusta. Kylvötaimet saavuttavat hankirajan myöhemmin kuin istutustaimet, ja tämä voi aiheuttaa sen, että talvisin kylvötaimet altistuvat pidempään männyn talvihomeelle. (Hyppönen–Karvonen 2005, 79.)

Erilaiset tuhot ovat myös haittana kylvön onnistumisessa. Kylvösiementuhoja aiheuttavat siemeniä syövät pikkunisäkkäät, linnut ja hyönteiset. Nisäkkäistä etenkin metsämyyrät ja päästäiset käyttävät männyn siemeniä ravinnokseen. Eläinten aiheuttamia siementuhoja voidaan kuitenkin vähentää siementen peittämisellä. Siementuhoja aiheuttavat myös monet sienitaudit, jotka voivat tarttua maasta tai levitä uudistusalalle kylvösiementen mukana. Kylvösiementen uhkana on myös äärevät sääolot. Etenkin karuilla kasvupaikoilla kuivuus ja paahde voivat tuhota itämisen alkuvaiheessa olevia siemeniä. Rankkasateet ja tuuli aiheuttavat siementen hautautumista ja kulkeutumista pois kylvökohdista. Syyskylvön riskinä on kosteiden siementen jäätyminen maahan. (Nygren 2011, 59- 66.)

### 2.3.3 Männyn kylvösiemen

Mänty kukkii Etelä-Suomessa kesäkuun alussa ja Pohjois-Suomessa noin viikon myöhemmin. Siitepölyhiukkaset leviävät tuulen mukana hedekukinnoista emikukintoihin. Emisuomujen raoista hiukkaset kulkeutuvat siemenaiheen pölykammioon, ja alkavat itää siellä pian kukinnan jälkeen. Siiteputki kasvaa siemenaiheeseen hitaasti, ja uusi siemen kehittykin vasta kukinta-kesää seuraavana kasvukautena. Siemen tulee tulla syksyyn mennessä.

Seuraavan talven siemenet ovat kävyissä, josta ne varisevat seuraavana keväänä touko-kesäkuun vaiheessa. (Nygren 2011, 11–12.) Etelä-Suomessa hyvät männyn siemensadot talousmetsissä toistuvat 3–5 kertaa kymmenessä vuodessa. Pohjanmaalla ja Kainuussa hyviä siemen vuosia on 5–10 vuoden välein ja Lapissa 10–20 vuoden välein. Siemenviljelyksillä siemensatojen vaihtelu on pienempää. (Karvonen–Hyppönen 2005, 142.)

Metsäpuiden siemenet kerätään joko siemenviljelyksiltä tai keräämällä ne suoraan talousmetsistä hakkuiden yhteydessä. Talousmetsistä kerätyt siemenet ovat jalostamatonta siementä. Hakkuukohteilla kävyt kerätään kaadetujen puiden latvoista. Keräys tapahtuu yleensä jonkin metsätalouden organisaation esimerkiksi metsänhoitoyhdistyksen ohjauksella. Siemenviljelykset tuottavat jalostettua siementä, jolla pyritään tulevan puuston parempaan laatuun ja kasvuun. Siemenviljelyksiin on tarkoitus valita luonnonpopulaatioiden parhaat puuyksilöt. Viljelyksillä pyritään hyvän siementuotannon lisäksi turvaamaan siemenien korkea geneettinen ja fysiologinen laatu. (Metsäntutkimuslaitos 2010.) Etelä- ja Keski-Suomessa eri siemenluokkien tarjonta on parempi kuin Pohjois-Suomessa, sillä siemenviljelysiementen saanti pohjoiseen on rajallisempaa. Tilanne kuitenkin paranee Pohjois-Suomessa lähivuosina, kun uusimmat siemenviljelykset aloittavat siementuotannon. (Nygren 2011, 21–22.) Myytäessä joko metsikkö- tai siemenviljelyssiementä, tulee ostajalla aina saada siementen alkuperäistodistus. Alkuperäistodistuksesta ilmenee tiedot siementen alkuperästä, alkuperäluokasta, itävyydestä ja tuhatjyväpainosta. (Savonen 2001, 156–158.)

Siementen itävyyden, tuhatjyväpainon ja puhtauden perusteella voidaan arvioida siemenmenekki kylvöalueella. Siementen itävyydestä ja kylvötavasta riippuen siementä kuluu noin 200–400 grammaa hehtaaria kohti. Tämä määrä sisältää siemeniä 50 000–80 000 kappaletta. (Nygren 2011, 15.) Koneellisessa kylvössä siemeniä kuluu huomattavasti enemmän kuin käsinkylvössä, koska konekylvössä osa siemenistä joutuu muokkausjäljen ulkopuolelle. Koneellisessa äeskylvössä siementä kuluu hehtaaria kohti noin 350 grammaa ja käsin kylvössä noin 200 grammaa. (Luoranen ym. 2012, 95.) Laadukkaat siemenet ovat luonnollisesti arvokkaampia, joten siemenmenekki kannattaa laskea tarkasti. Tapion siemenkeskuksen 2013 hinnaston mukaan laadukkaimmat männyn siemenviljelysiemenet (itävyydsprosentti 100–97,0) maksaa



700 euroa per kilogramma. Männyn Seed & Go siemenyhdiste (itävyysprosentti 90,0–95,0) maksaa puolestaan 540 euroa per kilogramma. (Tapion siemenkeskus 2013.)

Kylvösiementen säilytyksessä ja käsittelyssä on syytä olla huolellinen, sillä siemenet voivat rikkoutua huolimattomassa käsittelyssä, eikä vaurioita aina huomaa päällepäin. Siemenet tulee säilyttää kuivana, viileässä (<10°C) sekä valolta ja kolhuilta suojattuna. Työmaalle kannattaa kuljettaa vain päivän siementarve kerrallaan. Siemeniä ei tule säilyttää kylvölaitteessa, sillä ylijääneet siemenet tulee viedä takaisin viileään ja kuivaan säilytystilaan. (Helenius 2013, 1–3.)

Puut ovat perinnöllisesti sopeutuneet kasvupaikkansa ilmastoon, joten käytettävä siemenmateriaali tulisi olla alkuperältään sopivaa. Etelä-Suomen männyt ovat sopeutuneet pitkään kasvukauteen, ja jos eteläsuomalaista siementä käytetään pohjoisessa, taimet jatkavat kasvuaan pitkälle syksyyn ja kuolevat syyspakkasissa. Jos pohjoista lyhyeen kasvukauteen sopeutunutta siementä käytetään etelässä, taimet lopettavat kasvunsa liian aikaisin kesällä ja taimien kasvu on siten vähäistä. Siementen lähtöisyys- ja käyttöalueen ilmaston tulisi siis vastata toisiaan. Paikallinen siemenmateriaali on viljelyvarmaa ja kestää kasvupaikan lämpöilmaston vuosivaihtelut. Paikallista siemenmateriaalia ei kuitenkaan aina ole saatavilla, joten joudutaan käyttämään esimerkiksi eteläisemmän seudun siemeniä. Männyn siemensierroja tehtäessä yleissääntönä voidaan pitää noin sadan kilometrin siirtoja pohjois-eteläsuunnassa. Myös itä-länsi suuntaisissa siemensierroissa pyritään välttämään pitkiä siirtomatkoja. (Nygren 2011, 18–20.)

#### 2.3.4 Konekylvö ja kylvölaitteisto

Nykyisin käytetyin kylvömenetelmä on koneellisesti tehty suunnattu hajakylvö. Etenkin metsäyhtiöiden ja Metsähallituksen toteuttamat kylvöt tehdään pääosin koneellisesti maanmuokkauksen yhteydessä. Valtion metsissä konekylvön osuus kylvöalasta on noin 90 prosenttia. Vuonna 2001 yksityismetsien kylvöalasta 40 prosenttia toteutettiin konekylvöinä, ja neljässä vuodessa konekylvön osuus nousi 60 prosenttiin. Pohjois-Pohjanmaalla konekylvön osuus kylvöalasta on yli 70 prosenttia. Lapissa konekylvön osuus on hieman yli 60 prosenttia. (Metsäntutkimuslaitos 2012, 109.) Kustannustehokas kone-

kylvö on yleistynyt, ja valtaosa männyn kylvöstä tehdään nykyään koneellisesti, ja juuri edullisuutensa vuoksi maanmuokkauksen yhteydessä tehtävä konekylvö on korvannut suurimmaksi osaksi perinteisen käsinkylvön. Menetelmän yleistymien kasvatti kylvöalaa yli puolitoistakertaisesti 1990-luvulla. (Rummukainen 2001, 142.)

Käsinkylvöön verrattuna konekylvön etuna on, että siemenet kylvetään tuoreeseen muokkausjälkeen jossa olosuhteet ovat taimien kehittymisen kannalta hyvät. Lisäksi siemenet leviävät muokkausjälkeen tasaisesti, joten uudistusalalle ei synny tuhoille alttiita kylvötuppaita. Konekylvön muita etuja ovat pintakasvillisuuden haittavaikutusten väheneminen ja työvoimahuippujen tasaaminen. Koneellisesti tehtävä kylvö on kustannustehokas metsänviljelymenetelmä, jossa etenkin välittömät kustannukset ovat alhaiset. (Hyppönen–Karvonen 2005, 80.)

Perinteisesti männyn konekylvöjä on toteutettu keväällä touko- kesäkuun vaihteessa, ja käytännön ohjeena on pidetty, että kylvöt tulee tehdä juhannukseen mennessä. Aikaisin keväällä tehdyissä kylvöissä siemenet päätyvät kosteaan maaperään, jossa siementen itävyys on parempaa. Konekylvössä kylvön aloittamista hidastavat kevätkosteat maat jotka eivät kestä muokkauskalustoa. Keskikesä on männynkylvölle sopimatonta aikaa. Kevätkylvöt ovat useitten tutkimusten perusteella onnistuneet paremmin kuin syyskylvöt. (Nygren 2011, 51.) Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksen perusteella männyn syyskylvöt voivat kuitenkin onnistua Pohjois-Suomessa erittäin hyvin. Tutkimuksen tuloksena kehityskelpoisia männyn taimia oli keskimäärin 3000 tainta hehtaaria kohti. Syyskylvössä parhaat tulokset saadaan, kun kylvö tehdään mahdollisimman myöhään ennen lumien tuloa, sillä siemenet saavat itää vasta seuraavana keväänä, eivätkä siemenet saa imeä vettä ennen pakkasten tuloa. Etelämpänä talven ja kevään tuloon liittyy paljon lämpötilan ja kosteuden vaihtelua, mikä aiheuttaa siementen tuhoutumisen. Syyskylvö onkin käyttökelpoinen ainoastaan Pohjois-Suomessa. (Mäntyranta 2009.)

Konekylvöön soveltuvia laitteita on kehitelty runsaasti. Kylvölaitteisto on yleensä asennettu kevyesti maata muokkaaviin koneisiin, mutta se voidaan asentaa myös esimerkiksi kaivinkoneen kauhaan. (Hyppönen–Karvonen 2005, 76.) Kylvölaitteet koostuvat yleensä siemensäiliöstä, annostelijasta,

kylvölaitteesta, putkistosta sekä näiden ohjausyksiköstä. Yksinkertaisemmissa kylvölaitteissa siemenmäärät putoavat maahan siemensäiliön pohjassa olevan kolopyörän pyörytyksen seurauksena. Tässä on kuitenkin riskinä siementen vahingoittuminen. Kehittyneemmissä kylvölaitteissa on hellävarainen annostelija sekä tietokoneohjauksella toimiva siemenmäärän- ja kylvövä-linsäätö. Kylvölaite liitetään maanmuokkaimeen kuten äestyskoneeseen. (Rummukainen 2001, 142.)

Äestys on yleisimmin käytetty muokkausmenetelmä konekylvökohteilla. Jatkuvaa muokkausjälkeä tekeville koneyhdistelmille kylvölaite on teknisesti helpompi toteuttaa kuin laikutuskoneille. Äesyhdistelmien kylvökoneet toimivat yleensä luotettavasti, mutta siementen annostelutarkkuutta voitaisiin edelleen kehittää. (Rummukainen ym. 2011, 29.)

Suomessa on käytössä noin sata konekylvölaitetta. Yleisimmin käytettyjä laitteita ovat Bracke TTS:n myymä Sigma, NewForest Oy:n myymä SeedGun ja Ramek Oy:n valmistama Top-100. Muita Suomessa käytettäviä kylvölaitteita ovat esimerkiksi Malli/Palonen, Tume MKL 2 sekä Toimi Holck ja Käpy. (Rummukainen ym. 2011, 15.)

Konekylvön laadun kannalta on tärkeää, että konekuljettajat tarkastavat säännöllisesti työnjälkeä. Työntekijöillä on oltava selvästi tiedossa tavoitteet, jotta vertailu työntuloksen kanssa onnistuu. Jatkuvatoimisessa muokkaus ja kylvö yhdistelmässä omavalvonta sisältää kolme mittausajankohtaa. Tarkastusmittaukset tehdään työn alussa, työn puolella välissä sekä työn loppupuolella. Tarkastusmittauksissa katsotaan että koneen siemensyöttö on kunnossa, mitataan muokkausjäljen leveys ja syvyys, määritetään siemenmenekki. Lisäksi kylvötyön jälkeen kirjataan kylvöalalle syntyneiden muokkausjälkien määrä. Omavalvontaa tulisi pyrkiä tekemään jokaisella kylvökohteella ja jokaisen konekuljettajan osalta. Huolellisesti tehty omavalvonta palvelee työntekijän lisäksi myös metsänomistajaa sekä toimihenkilöitä. (Haataja 2013, 1-12.)

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

#### 3.1 Tutkimusalueen sijainti ja raja

Opinnäytetyössäni tutkin männyn konekylvön onnistumista Kuusamon alueella. Tutkimukseni rajautui vuosina 2006–2007 tehtyihin männyn konekylvöihin yksityisten metsänomistajien mailla. Kyseisinä vuosina tehdyt männyn konekylvöt sijoittuivat eripuolille Kuusamo, joten tarkempaa aluerajausta ei tehty. Kuusamo kuuluu pohjoisboreaaliseen metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen.

Konekylvö männyn uudistamismenetelmänä on yleistynyt ja myös yksityiset metsänomistajat valitsevat yhä useammin edullisen konekylvön metsän uudistamiseen. Kesällä 2011 Metsänhoitoyhdistys Kuusamon toiminnanjohtaja Anne Polojärven kanssa sovimme, että alkaisin tutkia kyseisinä vuosina tehtyjen konekylvöjen onnistumista tarkemmin. Tutkimuksesta ajankohtaisen teki myös muutamat tarkastuspyynnöt tehtyjen konekylvöjen onnistumisesta, joten tuore tutkimustietotieto männyn konekylvöistä olisi tarpeellista.

Opinnäytetyöni aineisto koostui yksityisten metsänomistajien mailla tehdyistä konekylvöistä vuosina 2006–2007. Tutkimus rajattiin vuosille 2006–2007, koska männyn konekylvöjä tehtiin näinä kyseisinä vuosina Kuusamon alueella runsaasti, joten tutkimus aineistoa sai kerättyä riittävästi. Edellä mainitulla rajauksella tutkimukseen tuli yhteensä 41 kuviota ja kuvioiden pinta-ala on yhteensä 93,8 hehtaaria. Kuvioiden keskipinta-ala oli 2,3 hehtaaria. Tutkimuksessa mitattuja koealoja kertyi yhteensä 567 kappaletta. Kaikki tutkimuksessa käytettävät inventointikuviot oli muokattu äestämällä.

#### 3.2 Inventointimenetelmä ja koealoilta mitatut tunnuks

Taimien inventointimenetelmänä käytin linjoittaista ympyräkoealamenetelmää. Inventointimenetelmästä sekä linja- ja koealavälien käytöstä keskustelimme yhdessä Anne Polojärven kanssa. Linja- ja koealavälit suunnittelin aina kuvion koon mukaan. Pienillä kuvioilla linja- ja koeala väli oli pienempi kuin pinta-alaltaan suuremmilla kuvioilla. Hehtaarin kuviolle tuli noin kymmenen koealaa ja 2–5 hehtaarin kuviolle noin 20 koealaa. Kuviot ovat kuitenkin yleensä epäsäännöllisen muotoisia, jonka vuoksi koealamäärät saattoivat vaihdella. Linjat suuntasin kuvion pituussuuntaa kohden. Maastossa käytin apuna Garmin-navigointilaitetta. Garminin avulla pystyi katsomaan että linja-

ja koealavälit tulivat oikeille etäisyyksille. Koealojenmittauksissa käytin teleskooppista onkivapaa. Käytin 3,99 metrin koealasädettä, joten koealan koko oli 50m<sup>2</sup>. Lyhyemmän koealasäteen käyttö olisi ollut ehkä helpompaa, sillä 3,99 metrin koealasädettä käyttäessä koealan keskipisteeltä joutui näköesteiden takia useasti liikkumaan taimia laskiessa.

Jokaiselta koealalta mittasin taimien runkoluvun. Männyn taimien lisäksi laskin myös kuusen ja koivun taimimäärät. Raudus- ja hieskoivua en erotellut erikseen. Muita puulajeja ei koealoilla esiintynyt. Osa mitatuista taimista saattoi olla myös luontaisesti syntyneitä, etenkin koealoilla jotka sijaitsivat siementävän reunametsän vieressä. Olisi ollut hyvin vaikeaa erottaa luontaisesti syntyneitä taimia kylvötaimista, koska ne voivat olla saman ikäisiä ja pituisia. Laskin koealoilta myös taimet jotka eivät olleet muokkausjäljellä, sillä koneellisessa kylvössä siemeniä voi lentää myös muokkaamattomaan maahan. Vaurioituneita tai kehityskelvottomia taimia en ottanut runkoluvun arvioinnissa huomioon.

Metsänhoitoyhdistys Kuusamon tietokannoissa oli valmiiksi pääosin ajan tasalla olevat kuviotiedot kuten kasvupaikka- ja maalajitiedot, joten käytin valmiita kuviotietoja hyväksi. Inventointikohteilla tarkistin kuitenkin silmämääräisesti että tiedot pitävät paikkansa, ja päivitin kuviotiedot tarpeen mukaan. Lisäksi kirjasin ylös korkeuden merenpinnasta kuviokohtaisesti. Kuvioilla kiinnitin huomiota myös muokkausjäljen onnistumiseen. Muokkausjäljen onnistumisessa oleellisinta oli, että kivennäismaata on paljastunut riittävästi.

### 3.3 Aineiston käsittely ja luokittelu

Maastossa keräsin tiedot jokaiselta koealalta paperille tehtyihin taulukoihin. Lisäksi kirjasin myös mahdolliset huomautukset ja päätelmät. Maastotöiden jälkeen siirsin keräämäni tiedot Excel-tilastokolaskentaohjelmaan, josta siirsin tiedot SPSS-tilasto-ohjelmaan. SPSS-ohjelmalla suoritin tilastollisen käsittelyn sekä tein työssä käytettävät kuviot ja taulukot.

Aineiston tilastollisessa käsittelyssä käytin SPSS-ohjelman Mann-Whitneyn testiä, jolla tutkin muuttujien välistä tilastollista riippuvuutta. Kyseinen testi ei edellytä aineisto olevan normaalisti jakautunut, joten se toimi hyvin oman aineistoni käsittelyssä. Mann-Whitneyn testillä pystyy vertaamaan tutkittavan

muuttujan arvoja kahden eri ryhmittelyluokan välillä. Testi perustuu järjestyslukuihin, ja sillä verrataan tutkittavan muuttujan luokkien mediaaneja toisiinsa. (Nummenmaa 2004, 250–253.) Testin tuloksena saadun p-arvon perusteella voidaan selvittää onko vertailtavien muuttujien välillä tilastollista riippuvuutta. Vertailtavien muuttujien välillä on tilastollista riippuvuutta jos p-arvo jää alle 0,05. (Nummenmaa 2004, 135–138.)

Tutkimustulosten tulkinnan selkeyttämiseksi taimimäärät oli syytä luokitella. Aineiston luokittelun lähtökohtana oli, että konekylvettyjen männyn taimien määrät ovat taulukoista selkeästi luettavissa. Luokkajako on tehty siten, että siitä ilmenee suoraan täydennysviljelyn tarpeessa olevat kohteet (alle 1300 kpl/ha) sekä kohteet joilla täydennysviljely ei enää riitä, vaan uudistusala on syytä viljellä kokonaan uudestaan (alle 500 kpl/ha). (Keskimölo ym, 20.) Lisäksi luokkajaossa ilmenee kohteet joissa kylvö on onnistunut, sekä kohteet joissa taimia on syntynyt erittäin runsaasti. Luokkajaosta keskustelimme yhdessä Anne Polojärven kanssa, joten aineiston luokittelussa on otettu huomioon työn tilaajaan mielipiteet. Männyn taimimäärien luokkajako on nähtävillä taulukossa 3. Luokittelin myös korkeuden merenpinnasta, jossa luokkajako oli: 238–255 metriä (m), 256–273 m ja yli 274 m merenpinnasta.

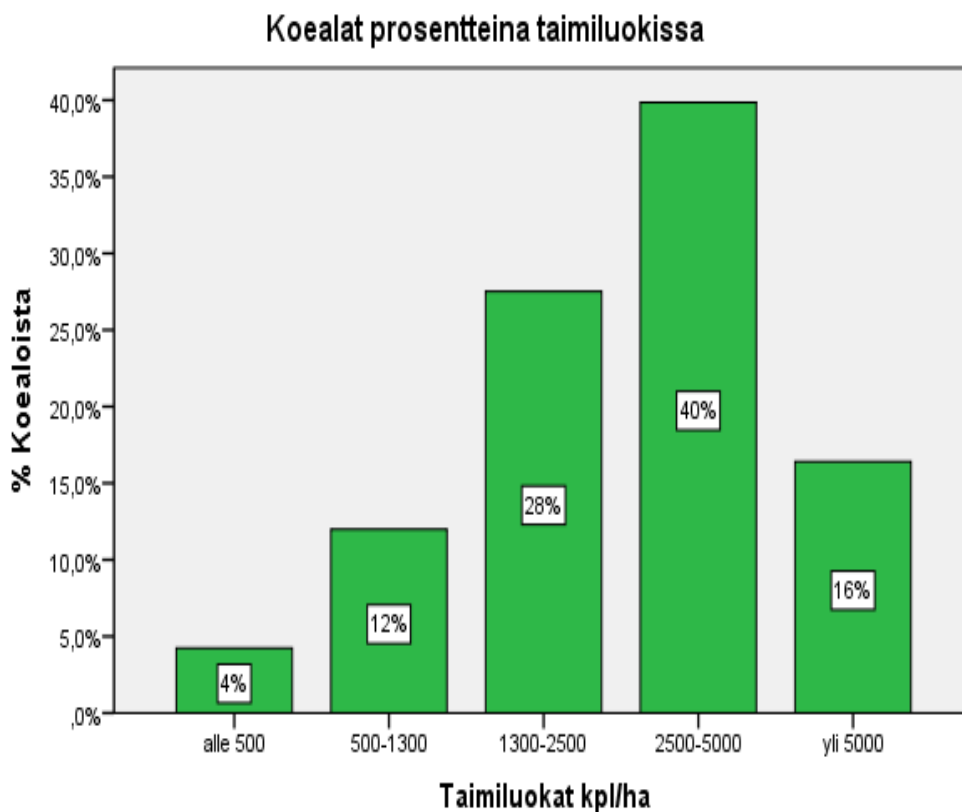
**Taulukko 3. Männyn taimimäärien luokittelu**

Taimimäärä (kpl/ha)	
Alle 500	Epäonnistunut
500-1300	Heikko
1300-2500	Tyydyttävä
2500-5000	Hyvä
Yli 5000	Erinomainen

## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1 Männyntaimien määrä

Tutkimustulosten perusteella Kuusamossa vuosina 2006–2007 tehdyt männyin konekylvöt ovat onnistuneet pääsääntöisesti erittäin hyvin. Kuviosta 1. voidaan havaita, että täydennysviljelyrajan yläpuolella (yli 1300 kpl/ha) on yli 80 prosenttia koealoista. Täydennysviljelyrajan alapuolella on 16 prosenttia koealoista, josta 4 prosenttia on luokassa epäonnistunut (alle 500 kpl/ha). Konekylvön erittäin hyvästä onnistumisesta kertoo, että luokassa hyvä (2500–5000 kpl/ha) oli 40 prosenttia koealoista. Usealla koealalla männyntaimia oli syntynyt runsaasti, ja luokassa erinomainen (yli 5000 kpl/ha) oli peräti 16 prosenttia koealoista.



**Kuvio 1. Koealojen jakautuminen taimiluokkiin vuosina 2006–2007**

Oman tutkimukseni tulokset tukevat aiemmin Pohjois-Suomessa saatuja hyviä tutkimustuloksia. Aiemmissä tutkimuksissa männyntaimimäärät ovat vaihdelleet 808–2500 kappaletta hehtaaria kohden. Omassa tutkimuksessani kylvettyjä männyntaimia oli yhteensä 2800 tainta hehtaarilla. Kylvölaitteiston

kehittyminen on varmasti osa syynä nykyvuosien hyviin konekylvötuloksiin. Aiempia männyn konekylvötutkimuksia on nähtävillä taulukossa 4.

**Taulukko 4. Aiempia konekylvötutkimuksia (Kinnunen 2003, 71)**

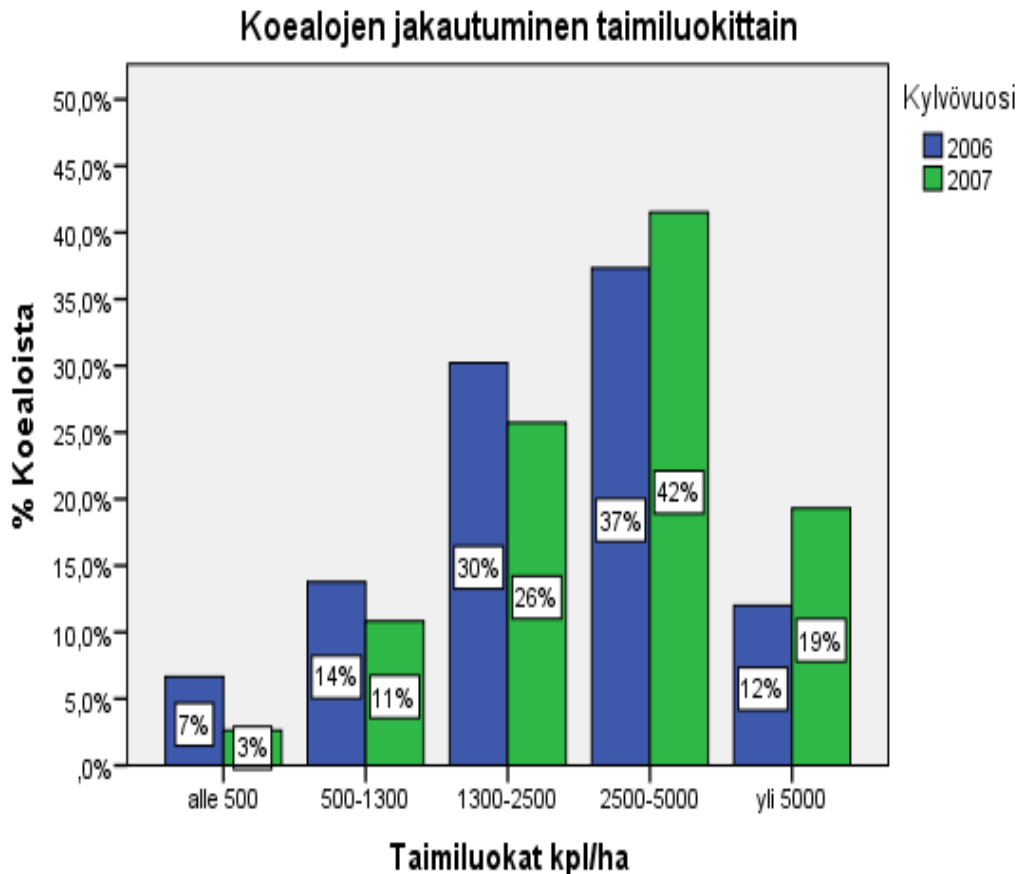
<b>Tekijä</b>	<b>Kylvövuosi</b>	<b>Metsätyyppi</b>	<b>Taimimäärä</b>
Ari, 1997	1989-1991	MT,VT,CT	1993
Niskanen, 1991	1990	VT	2500
Raitio, 1995	1990	VT	1977
Säike, 1998	1993-94	VT	1356
Säike, 1998	1993-94	MT	808
Sampo, 1999	1993	VT	2000
Ylänen, 2000	1993-1997	VT,MT	1500
Kinnunen, 2003	1994-1996	VT	2447
Kinnunen, 2003	1994-1996	MT	2013
Puikko, 2011	2003-2006		2423
Oma tutkimus, 2013	2006-2007		2800

Tutkimuksia on tehty pääsääntöisesti kuivahkoilla kankailla, joten tuoreen kankaan tutkimusaineistoa on niukasti. Säiken tutkimuksesta käy ilmi, kuinka tuoreen kankaan tulokset ovat jääneet selvästi alhaisemmaksi kuin saman vuoden kuivahkon kankaan tulokset. Yläsen tutkimuksessa männyn taimimäärät ovat samat sekä kuivahkoilla että tuoreilla kankailla. Arin tutkimuksessa taimimäärät ovat vaihdelleet suuresti kasvupaikkatyyppien ja paikkakunnan välillä. Tulokset ovat kuitenkin parantuneet kasvupaikan muuttuessa karummaksi. Myös Kinnusen tuloksista ilmenee kuivahkon kankaiden paremmat tulokset verrattuna tuoreisiin kankaisiin. (Kinnunen 2003, 71.)

#### 4.1.1 Männyntaimimäärät vuosittain

Tutkimuksessa käytettävien koealojen määräksi tuli yhteensä 567 kappaletta, ja ne jakautuvat vuosille 2006 ja 2007. Vuodelta 2006 koealoja kertyi yhteensä 223 kappaletta ja 2007 vuoden koealamäärä on yhteensä 344 kappaletta. Mann-Whitneyn testin tuloksena saatu p-arvo 0,001 osoittaa, että vuosien välinen ero taimimäärissä on merkitsevä. Kuvioista 2. voi nähdä kuinka taimimäärät vaihtelevat vuosien 2006 ja 2007 välillä.





**Kuvio 2. Koalat taimiluokittain vuosina 2006–2007**

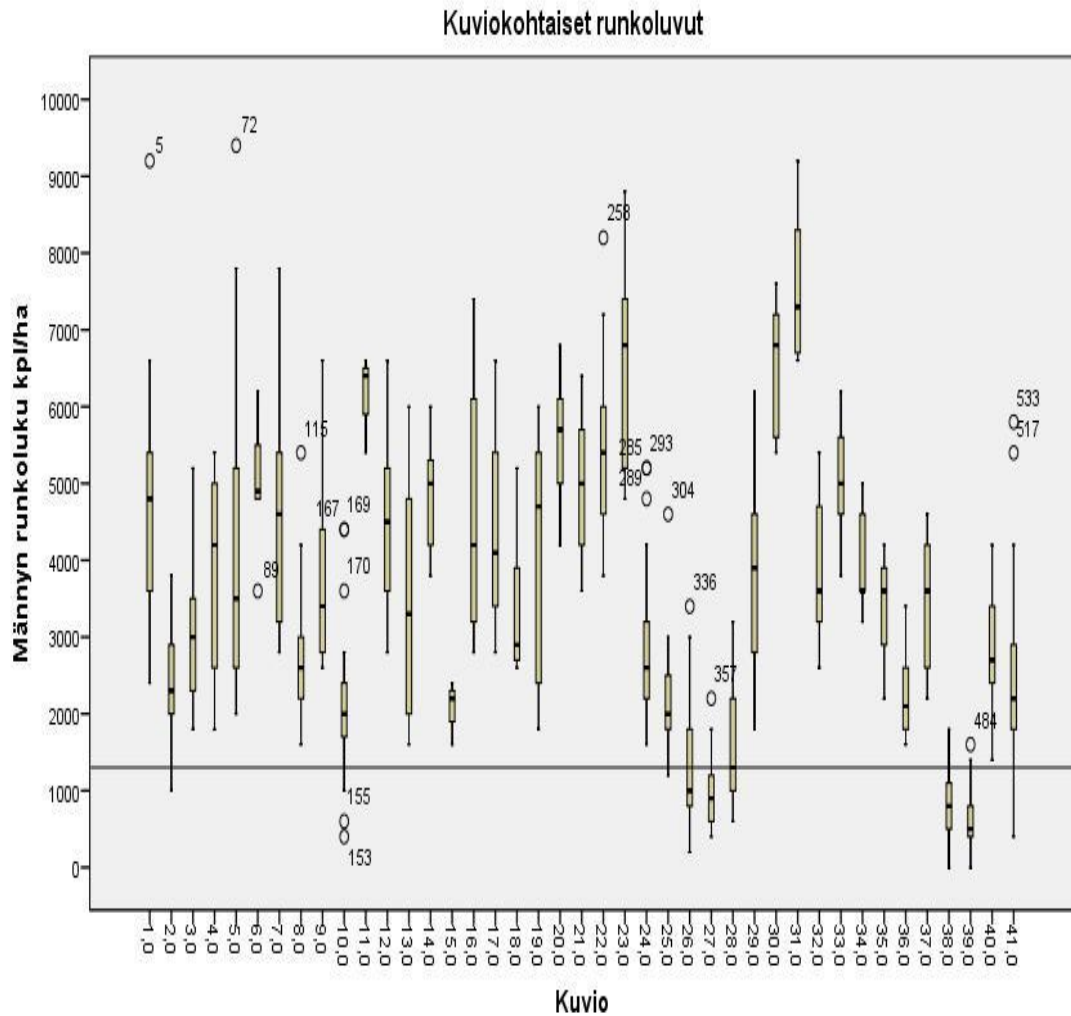
Vuosien välinen vertailu osoittaa, että vuoden 2007 konekylvöt ovat onnistuneet hieman paremmin kuin vuonna 2006 tutkimuksessa mukana olleet konekylvöalueet. Täydennysrajan (alle 1300 kpl/ha) alapuolelle jää vuoden 2006 koealoista 21 prosenttia, kun vastaava luku vuoden 2007 kylvöistä on 14 prosenttia. Vuoden 2006 konekylvökohteista muutama kuvio oli täysin epäonnistunut, jonka vuoksi tulokset ovat vuonna 2006 hieman heikommat. Molempien vuosien kohdalla suurin osa koealoista on kuitenkin täydennysrajan (1300 kpl/ha) yläpuolella. Vuonna 2006 täydennysrajan (1300 kpl/ha) ylittää 79 prosenttia koealoista ja vuonna 2007 peräti 86 prosenttia. Molempina vuosina suurin osa koealoista sijoittuu luokkaan hyvä (2500–5000 kpl/ha). Vuonna 2007 kahdessa suurimmassa luokassa on 61 prosenttia koealoista, joista peräti 19 prosenttia luokassa erinomainen (yli 5000 kpl/ha). Vuonna 2006 koealamäärät ovat hieman pienemmät suurimmissa luokissa, mutta 2006 vuoden koealoista kuitenkin 49 prosenttia sijoittuu näihin luokkiin, joten tulos on molempien vuosien osalta mielestäni todella hyvä.

Konekylvön hyvästä onnistumisesta kertoo myös molempien vuosien konekylvettyjen taimimäärien keskiarvo ja mediaani. Vuonna 2006 konekylvettyjä männyntaimia oli keskimäärin 2801 kappaletta hehtaarilla ja mediaani oli 2400 kappaletta hehtaarilla. Vuonna 2007 männyntaimia oli keskimäärin 3268 tainta hehtaaria kohden mediaanin ollessa 2800 tainta hehtaarilla.

#### 4.1.2 Männyntaimimäärät kuvioittain

Inventointikuvioita kertyi tutkimuksessa yhteensä 41 kappaletta, joista 15 kappaletta on vuonna 2006 konekylvettyjä kuvioita ja loput 26 kuviota on konekylvetty vuonna 2007. Kuvioiden tarkastelussa ja vertailussa huomio kannattaa kiinnittää kuviokohtaisten taimimäärien mediaaniin. Kuviokohtaisessa tarkastelussa mediaani on keskiarvoa parempi vaihtoehto, sillä mediaania käytettäessä yksittäisten koealojen tulokset eivät painotu liikaa, joten se antaa selkeämmän kuvan kuvion taimimäärästä. Kaikkien inventointikuvioiden mediaani on 2800 kappaletta hehtaarilla ja keskiarvo 3083 kappaletta hehtaarilla. Suurin kuviokohtainen mediaani oli 7300 tainta hehtaarilla, ja kuvion keskiarvo oli 7750 tainta hehtaarilla. Inventointikuvio on konekylvetty keväällä 2006.

Kuviossa 3. on esitetty jokaisen tutkimuksessa käytetyn inventointikuvion taimimäärät laatikko-jana-kuviolla. Jokainen laatikkokuva kuvaa yhtä inventointikuviota. Laatikoiden päistä lähtevät janat kuvaavat havaintojen suurinta ja pienintä arvoa ja lisäksi kuviossa näkyvät pisteet kertovat erityisen poikkeavista havainnoista. Mediaanit näkyvät kuviokohtaisesti ja ne on merkattu laatikoihin mustalla poikkiviivalla. Tulokinnan selkeyttämiseksi kuvioon on piirretty viiva täydennysrajan (1300 kpl/ha) kohdalle. Kuviossa 3 on käytetty kuviokohtaisesti ainoastaan männyntaimien määriä, joten luontaisesti syntyneitä muita puulajeja ei ole huomioitu. Kuviossa inventointikuvioiden numerot on muutettu selkeyttämisen vuoksi järjestykseen 1–41.



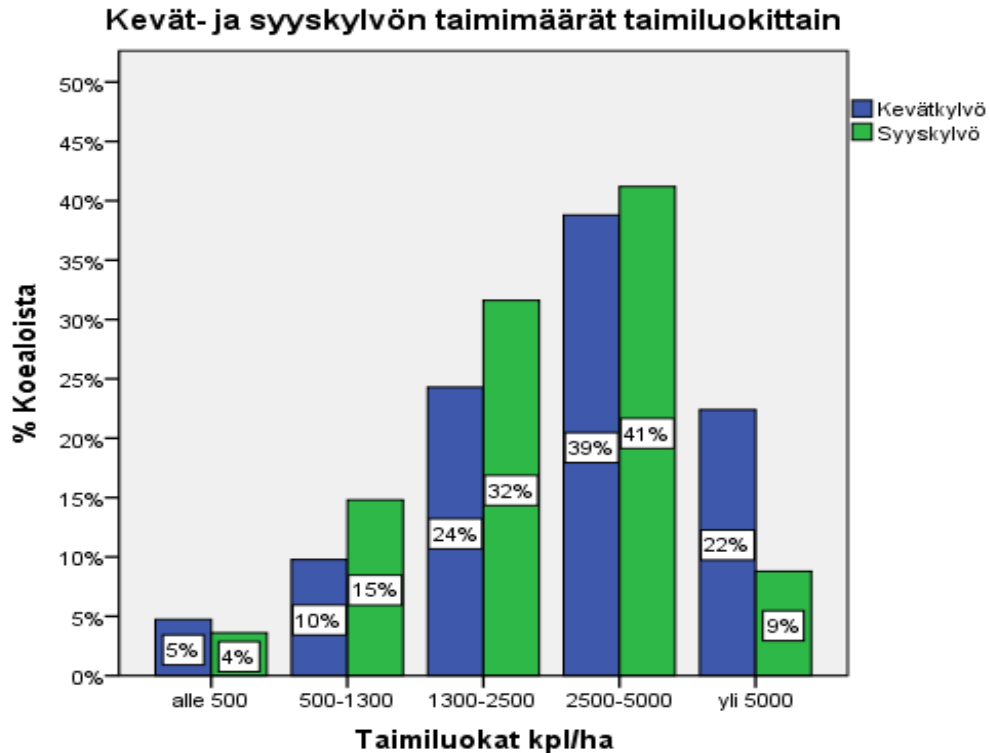
**Kuvio 3. Inventointikuviot (41 kpl) laatikko-jana-kuviossa**

Kuviosta 3 nähdään, että yhteensä neljä inventointikuviota (26, 27, 38 ja 39) jää alle täydennysrajan (1300 kpl/ha). Inventointikuvio 26 on vuonna 2007 syyskylvönä toteutettu konekylvökohde. Kuvion mediaani jää tuhanteen taimen hehtaarilla, mutta kuvion keskiarvo on 1362 tainta hehtaarilla, joten keskiarvon puolesta se ylittäisi täydennysrajan. Inventointikuvio on pinta-alaltaan 7,4 hehtaaria, ja aukkoisuutta männyntaimien suhteen esiintyy koko kuviolla, varsinkin keskellä kuviota. Inventointikuvio 27 on myös vuonna 2007 syyskylvönä toteutettu 3,2 hehtaarin kuvio, jonka mediaani on 900 tainta hehtaarilla. Kuvion männyntaimimäärän keskiarvo on tuhat kappaletta hehtaarilla, joten myöskään keskiarvo ei ylitä täydennysrajaa. Molempien kuvioiden (26 ja 27) luontaisesti syntynyt taimiaines on myös hyvin vähäistä. Luontaisesti syntyneitä taimia, kuusi ja koivu huomioituna on keskimäärin 50 kappaletta hehtaarilla molemmissa kuvioissa. Inventointikuvioiden 26 ja 27 osalta täydennysviljelyä tulisi harkita ainakin osalla kuvioista, sillä kuvioilla esiintyy

liiallista aukkoisuutta männyntaimien suhteen. Inventointikuviot 38 (4,1 ha) ja 39 (2,0 ha) ovat vuonna 2006 keväällä toteutettuja konekylvökohteita. Kuvion 38 männyntaimien mediaani on 800 kappaletta hehtaarilla ja keskiarvo 764 kappaletta hehtaarilla, ja kuvion 39 mediaani on 500 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 614 tainta hehtaarilla. Molemmat kuviot jäivät siis reilusti täydennysrajan alapuolelle. Kuvioden luontainen taimiaines jää keskimäärin 500 kappaleeseen hehtaarilla, joten luontaisesti syntyneet kuusi ja koivu eivät riitä täydentämään kuvioita riittävästi. Kuvioden 38 ja 39 epäonnistumiseen ei ollut nähtävillä selvää yksittäistä tekijää. Taimettumisen epäonnistuminen kyseisillä kuvioilla voi johtua esimerkiksi konekylvölaitteen toimintahäiriöstä tai paikallisista säätekijöistä.

#### 4.1.3 Kevät- ja syyskylvön vertailu

Kuten aiemmin on mainittu (ks. luku 3.1) männyn konekylvö toteutetaan perinteisesti keväällä, mutta myös syyskylvöistä on saatu yllättävän hyviä tuloksia. Myös omassa tutkimuksessani osa inventointikuvioista on toteutettu syyskylvönä, joten vertailu kevät- ja syyskylvön välillä on aiheellista. Männyn taimimäärien erot kevät- ja syyskylvön välillä ovat tilastollisesti merkitseviä (p-arvo 0,000). Keväällä konekylvettyjä inventoituja koealoja kertyi tutkimukseen yhteensä 318 kappaletta, ja syyskylvönä toteutettujen inventoitujen koealojen määrä oli yhteensä 249 kappaletta. Vertailussa on otettu huomioon ainoastaan männyn taimet, joten luontaisesti syntyneitä muita puulajeja ei ole otettu huomioon (Kuvio 4.).



**Kuvio 4. Kevät- ja syyskylvöjen koealat taimiluokittain**

Tulosten perusteella kevätkylvö näyttäisi odotetun mukaisesti olevan onnistunut hieman syyskylvöä paremmin. Keväällä kylvetyistä inventointikoealoista peräti 22 prosenttia on luokassa erinomainen (5000 kpl/ha). Syyskylvöistä vastaavassa luokassa koealoja on yhdeksän prosenttia. Luokassa epäonnistunut (alle 500 kpl/ha) koealoissa on vain yhden prosentin ero kevät- ja syyskylvön välillä. Kevätkylvöistä 15 prosenttia koealoista jää alle täydennysrajan (1300 kpl/ha), ja vastaavasti syyskylvöistä 19 prosenttia alittaa täydennysrajan. Vaihtelua voidaan havaita myös kolmannessa (1300–2500 kpl/ha) luokassa, jossa syksyllä kylvettyjä inventointikoealoja on kahdeksan prosenttia enemmän. Neljännessä (2500–5000 kpl/ha) luokassa keväällä kylvettyjen koealojen osuus kasvaa huomattavasti, kun kasvua tapahtuu edellisestä luokasta 15 prosenttia. Suurin ero kevät- ja syyskylvön välillä on kuitenkin suurimmassa (yli 5000 kpl/ha) luokassa.

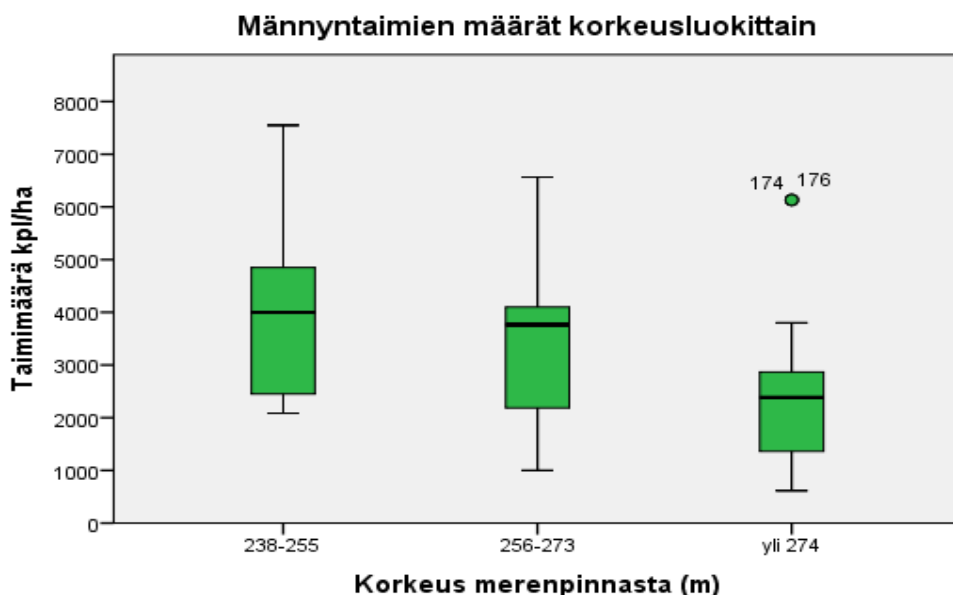
Tulosten perusteella voidaan todeta, että molempina ajankohtina tehdyt männyn konekylvöt ovat onnistuneet hyvin. Täydennysviljelyrajan yläpuolella on yli 80 prosenttia koealoista sekä kevät- että syyskylvöissä. Kevätkylvöistä 61 prosenttia koealoista sijoittuu kahteen suurimpaan luokkaan, joka kertoo hyvästä taimitiheydestä. Männyntaimien mediaani kaikki inventointikoealat

mukaan otettuna on kevätkylvöissä 3000 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 3380 tainta hehtaarilla. Syyskylvöissä männyntaimien mediaani on 2500 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 2706 tainta hehtaarilla.

## 4.2 Korkeuden sekä lämpö- ja sadesumman vaikutus männyntaimien määrään

### 4.2.1 Korkeuden vaikutus taimimääriin

Tutkimuksessa käytettävät korkeudet merenpinnasta ovat kuviokohtaisia, joten tarkempaa koealakohtaista vertailua ei pystytä suorittamaan. Inventointikuvioiden korkeudet merenpinnasta vaihtelivat välillä 238–307 metriä. Ensimmäisessä luokassa (238–255 m) inventointikuvioita oli yhteensä 16 kappaletta. Ensimmäisen luokan männyntaimimäärän mediaani oli 4000 tainta hehtaarilla ja keskiarvon vaihteluväli oli 2085–7550 tainta hehtaarilla. Toisessa luokassa (256–273 m) kuvioita oli yhteensä 14 kappaletta. Luokan mediaani oli 3764 tainta hehtaarilla ja keskimääräinen taimitiheys oli 1000–6566 kappaletta hehtaarilla. Viimeisessä luokassa (yli 274 m) kuvioita oli yhteensä kymmenen kappaletta. Viimeisen luokan mediaani oli 2385 tainta hehtaaria kohden ja kuviokohtaiset taimimäärät vaihteli 614–6133 kappaletta hehtaarilla (Kuvio 5.).



**Kuvio 5. Inventointikuvioiden taimimäärät korkeusluokittain**

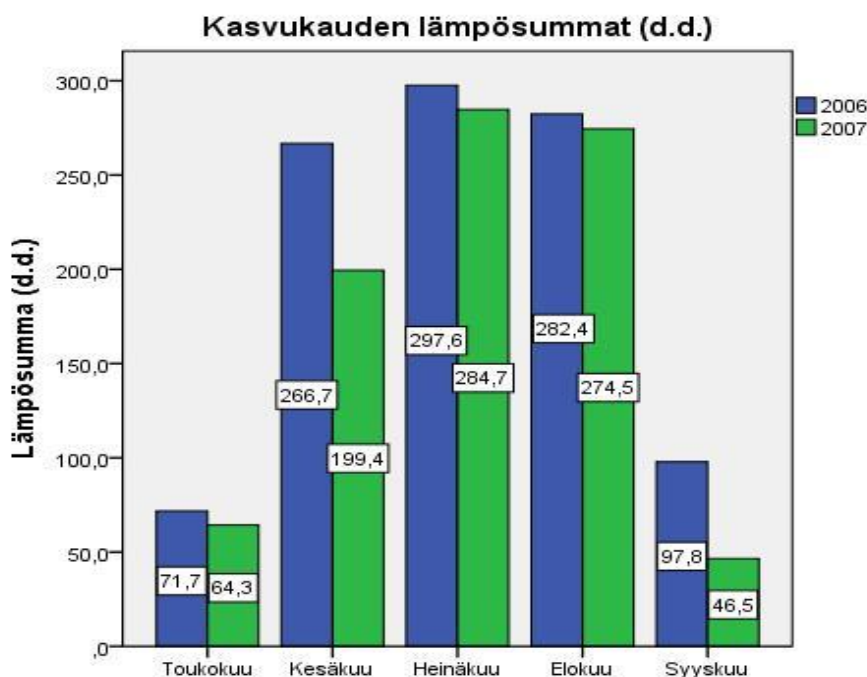
Kahden ensimmäisen luokan erot eivät ole kovin suuria taimimäärien mediaania tarkasteltaessa, mutta viimeisessä luokassa taimimäärä jää selvästi

alhaisemmaksi kuin kahdessa ensimmäisessä luokassa. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että taimettuminen heikkenee yli 274 metrin korkeudella, mutta tuloksia tarkasteltaessa tulee kuitenkin huomioida, että taimettumisen onnistumiseen vaikuttavat useat eri tekijät.

#### 4.2.2 Lämpö- ja sadesumman vaikutus taimimääriin

Lämpö- ja sadesummatiedot perustuvat ilmatieteen laitokselta saatuihin tilastoihin. Lämpö- ja sadesummatilastot ovat koko Kuusamon alueen yleistilastoja ja tutkimuksessa käytettävät kuviot voivat sijaita hyvin etäällä toisistaan, joten säätekijöiden vaikutukset ovat tässä tutkimuksessa suuntaa antavia. Tarkempi vertailu säätekijöiden suhteen vaatisi kuvio- tai koealakohtaisen lämpö- ja sadesummatietojen mittaamisen.

Vuonna 2006 kasvukausi alkoi Kuusamossa 19.5 ja päättyi 24.9. Vuonna 2007 kasvukausi alkoi 18.5 ja päättyi 6.10. Kasvukausi alkoi ja päättyi molempina vuosina hyvin tavanomaiseen tapaan pitkänaikan keskiarvoa ajatellen (Ilmatieteen laitos 2013.) Kuviosta 6. Ilmenee, että vuonna 2006 lämpösumma on ollut selvästi suurempi kuin vuonna 2007. Lämpösumman välinen ero on suurinta kesäkuussa, kun vuonna 2006 kesäkuussa lämpösumma on ollut 266,7 ja 2007 lämpösumma oli 199,4.

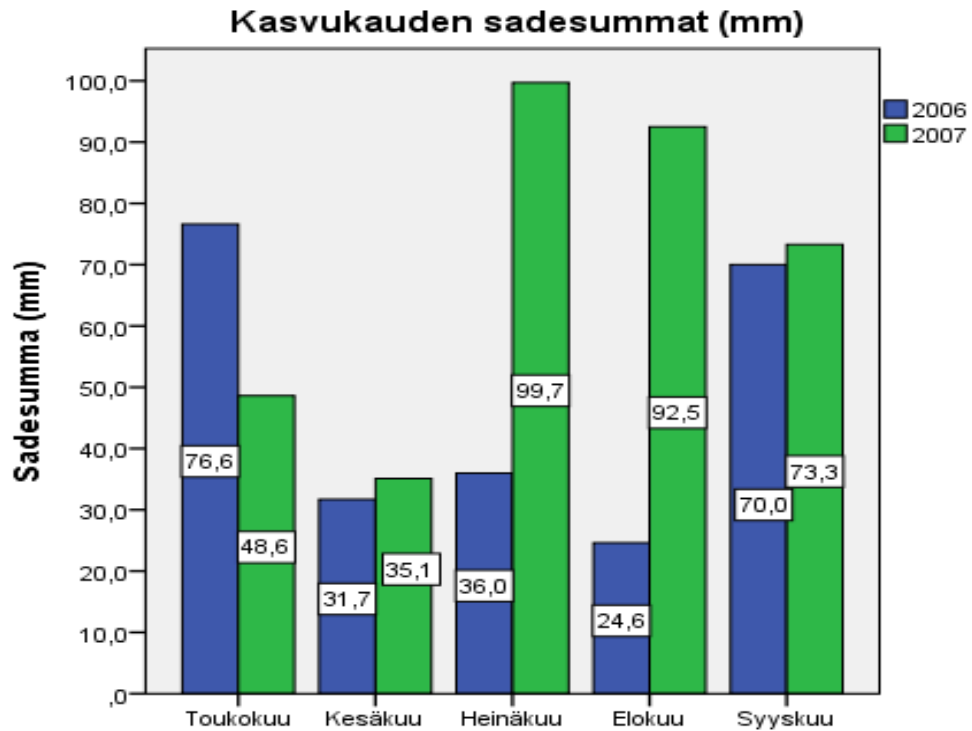


**Kuvio 6. Lämpösummat (d.d.) Kuusamossa vuosina 2006–2007 (Ilmatieteen laitos 2013)**

Lämpösummien välinen vertailu osoittaa, että vuonna 2006 lämpösummat ovat olleet keskimäärin suuremmat kuin vuonna 2007. Varsinkin touko-kesäkuun lämpösummat ovat olleet huomattavasti suuremmat vuonna 2006, mutta erot lämpösummissa tasoittuvat heinä–elokuussa. Syyskuu taas on ollut vuonna 2006 huomattavasti lämpimämpi. Lämpösummien perusteella kasvuolot ovat olleet vuonna 2006 hieman paremmat kuin vuonna 2007. Kasvukauden keskivaiheen lämpöolosuhteiden perusteella voidaan olettaa, että vuonna 2006 siemenet ovat voineet kehittyä paremmin ja vahvemiksi kuin vuonna 2007.

Sadesummaa tarkasteltaessa voidaan selvästi huomata, että vuonna 2007 kesä on ollut huomattavasti sateisempi (Kuvio 7.). Vuonna 2007 heinä- ja elokuussa sadesummat olivat keskimäärin yli 90 millimetriä, jonka vuoksi kasvualustan lämpöolot ovat voineet olla heikommät. Kosteusolosuhteet ovat olleet koko kasvukautta ajatellen suhteellisen hyvät molempina vuosina, ja ainakaan liiasta kuivuudesta ei oletettavasti ole ollut haittaa.





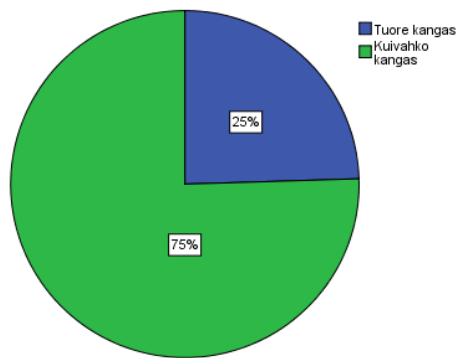
**Kuvio 7. Sadesummat (mm) Kuusamossa vuosina 2006–2007 (Ilmatieteen laitos 2013)**

Lämpö- ja sadesummaa tarkasteltaessa voidaan olettaa, että vuosi 2006 on oletettavasti ollut säätekijöiden suhteen parempi vuosi siementen kehitykselle. Taimimäärät kuitenkin osoittavat, että vuonna 2007 taimettuminen on ollut hieman parempaa kuin vuonna 2006. Tämä taas kertoo osaltaan sen, että männyn konekylvön onnistumiseen vaikuttavat monet erilaiset tekijät, joiden yhtä aikainen tarkastelu voi olla hyvin vaikeaa.

#### 4.3 Kasvupaikan ja maalajin vaikutus taimimääriin

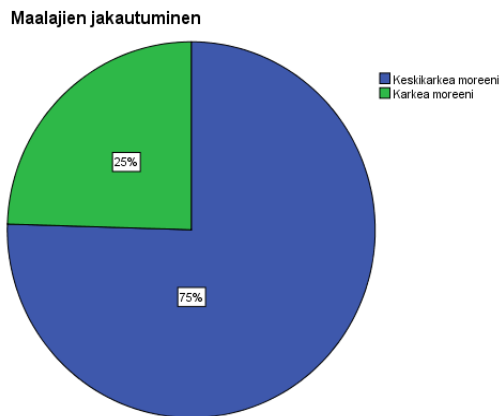
Tässä tutkimuksessa kuviot jakautuvat kuivahkon ja tuoreen kankaan kasvupaikkoihin (Kuvio 8.). Konekylvöä suositellaan yleensä kuivahkon kankaan kasvupaikkoihin, ja tässäkin tutkimuksessa 75 prosenttia kuvioista oli konekylvetty kuivahkolle kankaalle. Kuvioista 25 prosenttia oli tuoreita kankaita, joten vertailu kasvupaikkojen välillä ei anna kovin tarkkaa kuvaa konekylvön onnistumisesta kasvupaikkojen välillä. Tässä tutkimuksessa kasvupaikkatiedot ovat kuviokohtaisia.

Kasvupaikan jakautuminen

**Kuvio 8. Kasvupaikan jakautuminen inventointikuvioissa**

Mann-Whitneyn testin tuloksena saatu p-arvo 0,000 osoittaa, että taimimäärien erot ovat tilastollisesti merkitseviä kasvupaikkojen välillä. Kuivahkon kankaan kaikkien inventointikuvioiden taimimäärien mediaani on 3008 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 3392 tainta hehtaarilla. Tuoreen kankaan inventointikuvioilla taimia oli vähemmän mediaanin ollessa 2385 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 2116 tainta hehtaarilla. Mukaan on laskettu ainoastaan männyn taimet, joten muita luontaisesti syntyneitä puulajeja ei ole kasvupaikan vertailussa huomioitu. Vuonna 2006 konekylvetyistä kuvioista neljä kuviota oli tuoretta kangasta ja vuonna 2007 tuoreen kankaan kuvioita oli kaksi kappaletta. Kaikki loput tutkimuksessa käytettävät 35 inventointikuvioita oli kuivahkoa kangasta.

Tutkimuksessa käytettyjen inventointikuvioiden maalajit jakautuivat keskikarkeaan ja karkeaan moreeniin (Kuvio 9.). Keskikarkea moreeni tarkoittaa keskikarkeita maalajeja, eli hiekkamoreenia tai hietamoreenia. Karkeamoreeni on koostumukseltaan karkeampaa maalajia, soramoreenia. Inventointikuvioista suurin osa (75 %) oli maalajiltaan keskikarkeaa moreenia ja 25 prosenttia karkeaa moreenia.



**Kuvio 9. Maalajien jakautuminen inventointikuvioissa**

Keskikarkeaa moreenia sisältävien kuvioiden männyntaimien mediaani oli yhteensä 3100 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 3346 tainta hehtaarilla. Pääasiassa karkeaa moreenia käsittävien kuvioiden mediaani oli 2592 kappaletta hehtaarilla ja keskiarvo 2993 kappaletta hehtaarilla. Tulosten perusteella taimettuminen on onnistunut hyvin molempien maalajien osalta, joten mitään merkittäviä eroja ei ole keskikarkean ja karkean moreenin välillä. Maalajien vertailussa tulee kuitenkin huomioida, että maalajitiedot ovat kuviokohtaisia, joten maalajien vaihtelua voi tapahtua kuvion sisällä, mikä taas saattaa vaikuttaa taimettumiseen.

#### 4.4 Maanmuokkauksen onnistuminen

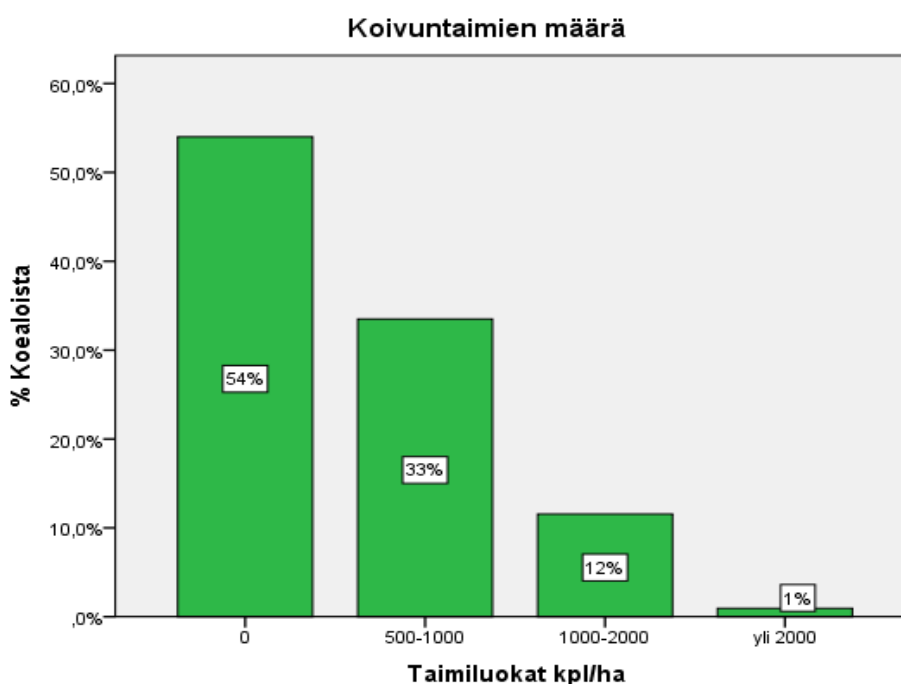
Maanmuokkauksen onnistumisen arvioinnissa oleellisinta oli, että maanpintaa oli rikkoutunut riittävästi sekä muokkausjälkeä tuli olla tasaisesti koko kuviolla. Maanmuokkauksen onnistumisen arvioinnissa muokkaus kuvioilla oli joko onnistunut tai epäonnistunut. Epäonnistuneita ja heikosti muokattuja kuvioita oli ainoastaan kaksi kappaletta ja loput 39 kuviota oli maanmuokkauksen osalta onnistuneita.

Maanmuokkauksen epäonnistuminen näkyy selvästi suoraan taimimäärissä. Männyntaimien määrä oli selvästi suurempi kuvioilla joissa maanmuokkaus oli onnistunut, sillä onnistuneiden kuvioiden männyntaimien mediaani oli 2937 tainta hehtaarilla ja keskiarvo 3326 kappaletta hehtaaria kohden. Maanmuokkauksen suhteen epäonnistuneilla kuvioilla männyntaimia oli huomattavasti vähemmän, sillä mediaani oli vain tuhat tainta hehtaarilla ja keskiarvo 1017 tainta hehtaarilla. Toisella epäonnistuneella kuviolla muokausjälki oli erittäin heikkoa, joten maanpintaa ei ollut rikkoutunut riittävästi.

Kuvio oli konekylvetty syksyllä 2007. Kuviolla oli männyntaimia keskimäärin 1062 kappaletta hehtaaria kohden mediaanin jäädessä 1162 taimeen hehtaarilla. Toinen maanmuokkauksen suhteen epäonnistunut kuvio oli keväällä 2006 konekylvetty kohde, jossa maanmuokkausta oli selvästi haitannut liiallinen kivisyys. Osalla kuviota oli myös kalliota, jossa maanmuokkausta ei pystynyt tekemään juuri lainkaan. Männyntaimia oli syntynyt kuviolle paikoittain hyvin, mutta vain niille alueille missä kivisyyttä oli selvästi vähemmän. Kuviolle oli männyn taimia keskimäärin 712 kappaletta hehtaarilla ja männyntaimien mediaani oli 764 kappaletta hehtaarilla. Kyseisellä kuviolla äestystyksen yhteydessä tehty konekylvö oli selvästi väärä uudistamismenetelmä, sillä riittävän voimakasta muokkausjälkeä koko kuviolle on hyvin vaikea saada aikaan runsaan kivisyyden takia.

#### 4.5 Koivun ja kuusen määrät koaloilla

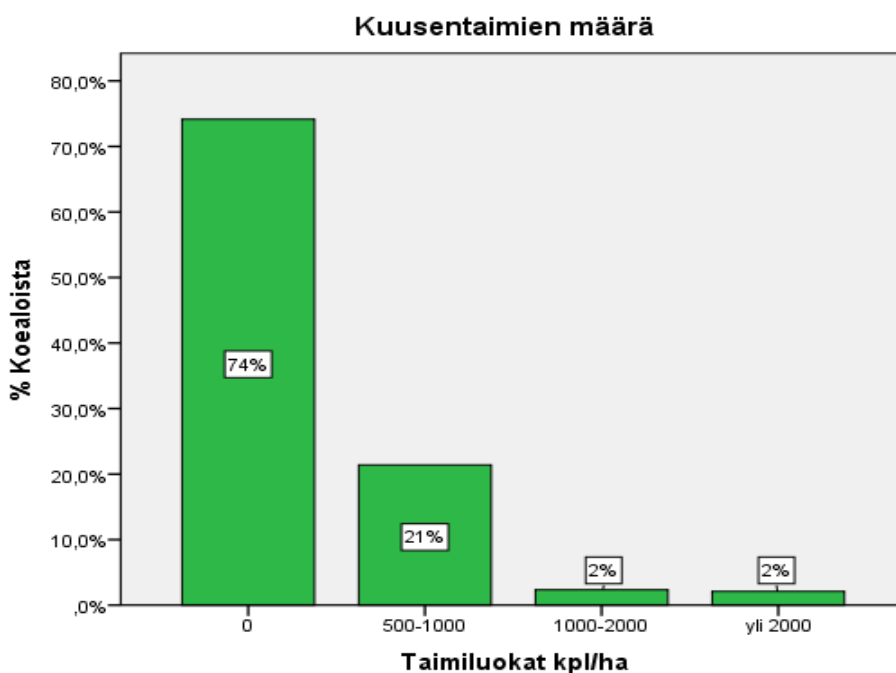
Kaikki koalat huomioituna luontaisesti syntyneen koivun määrä ei ollut kovinkaan suuri, sillä 54 prosentilla koaloista ei esiintynyt ollenkaan luontaisesti syntynyttä koivua. Mikäli koivua esiintyi koaloilla, ne olivat yleisimmin (33 %) luokassa 500–1000 tainta hehtaarilla. 12 prosenttia koaloista sijoittui luokkaan 1000–2000 tainta hehtaarilla ja kaikista koaloista ainoastaan yksi prosentti ylitti 2000 taimen rajan (Kuvio 10.).



**Kuvio 10. Koivuntaimien määrä koaloilla (kpl/ha)**

Vuoden 2006 konekylvökohteilla koivua oli keskimäärin 434 tainta hehtaaria kohden. Vuonna 2007 tehdyissä konekylvöissä koivun osuus oli pienempi, sillä koivua oli keskimäärin 336 kappaletta hehtaarilla. Molemmat kylvövuodet huomioon ottaen koivun osuus oli keskimäärin 367 tainta hehtaarilla. Osalla koaloista koivuntaimia oli kuitenkin runsaasti, joten todennäköisesti koivu-vesakon raivausta joudutaan paikoin suorittamaan. Inventointihetkellä koivuntaimet olivat vielä keskimäärin hyvin pieniä.

Myöskään luontaisesti syntyneitä kuusia ei esiintynyt kovin paljoa kaikki inventointikoalat huomioon ottaen. 74 prosentilla koaloista ei esiintynyt kuusta ollenkaan ja luokkaan 500–1000 tainta hehtaarilla koaloja sijoittui 21 prosenttia. Kahdessa viimeisessä luokassa kuusta esiintyi ainoastaan neljä prosenttia (Kuvio 11.).



**Kuvio 11. Kuusentaimien määrä koaloilla (kpl/ha)**

Vuosien välisessä vertailussa myös kuusentaimia on keskimäärin enemmän vuonna 2006 konekylvetyillä kohteilla, sillä vuonna 2006 kylvökohteiden keskimääräinen kuusentaimi määrä oli 302 tainta hehtaarilla ja vuonna 2007 kuusentaimia oli keskimäärin 214 tainta hehtaarilla. Molemmat vuodet huomioon ottaen kuusentaimia oli keskimäärin 242 kappaletta hehtaaria kohden.

#### 4.6 Tutkimuksen virhelähteet

Yksi suurimmista virhelähteistä tällaisessa tutkimustyössä on maastotöissä tapahtuvat tiedostamattomat virheet. Näitä virheitä voi tapahtua mittaustöissä huomaamatta varsinkin jos työskentelee yksin. Esimerkiksi taimimäärän inventointia tehdessä osa taimista voi jäädä huomaamatta, mikä luonnollisesti vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Virheitä on voinut tapahtua myös mittavälineiden käytössä. Huomaamatta muuttunut koealasäde vaikuttaa oleellisesti tuloksiin, minkä vuoksi tietyin väliajoin on tarkastettava, että koealasäde ja muut mittausvälineet ovat kunnossa ja oikein säädetty. Maastotöissä virheiden lisääntymisriskiä lisäsi myös vaihtelevat sääolosuhteet. Rankkasäde tai kova tuuli vaikeutti taimien inventointia sekä tietojen kirjaamista paperille

Aineisto käsittelyssä on voinut tapahtua huomaamatta virheitä, kuten tulosten syöttämisessä tapahtuvat kirjausvirheet. SPSS-tilasto-ohjelman käyttö ei ollut ennestään minulle tuttua, joten ohjelmaan täytyi tutustua huolella ennen varsinaista aineiston analysointia, jotta virheitä ohjelman käytössä ei pääsisi tapahtumaan. Väärin toteutettu aineiston käsittely voi aiheuttaa suuria virheitä tuloksissa.

Tutkimuksessa käytettävät kasvupaikka- ja maalajitiedot ovat kuviokohtaisia, mutta kuvioiden sisällä voi kuitenkin tapahtua vaihtelua kasvupaikan tai maalajin suhteen. Tutkimustulosten varmuuden sekä paremman vertailukelpoisuuden kannalta kasvupaikka- ja maalajitiedot olisivat voineet olla koealakoh-  
taisia. Lisäksi korkeus merenpinnasta voi vaihdella huomattavasti kuvioiden sisällä, jolloin kasvuolosuhteet voivat muuttua.

## 5 PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää miten männyn konekylvö on onnistunut Kuusamon alueella vuosina 2006–2007. Tarkoituksena oli myös selvittää konekylvön käyttökelpoisuutta eri kohteilla ja tutkia erilaisten tekijöiden vaikutusta taimettumiseen. Vuosien välinen vertailu onnistui hyvin, koska molemmilta vuosilta koealoja kertyi riittävästi. Tämän opinnäytetyön tulokset kertovat konekylvön hyvästä onnistumisesta molempina tutkimusvuosina. Kuviokohtaisesti ainoastaan muutaman kuvion kohdalla voidaan puhua epäonnistuneesta uudistamistuloksesta, joten kaikki inventointikuviot huomioituna männyn konekylvö voidaan todeta suhteellisen hyvin onnistuneeksi. Männyntaimien määrissä on paikoin suuriakin eroja etenkin koealakohdaisesti. Taimimäärien vaihtelut johtuvat useista erilaisista tekijöistä, ja näiden eri tekijöiden vaikutuksia olen pyrkinyt selvittämään tulosten tarkastelussa.

Tutkimuksessani osa inventointikuvioista oli toteutettu syyskylvönä, joten vertailu perinteisen kevätkylvön ja syyskylvön välillä oli aiheellinen ja myös mielenkiintoinen. Tutkimustulosten perusteella myös syksyllä tehdyt männyn konekylvöt ovat onnistuneet pääsääntöisesti hyvin. Kuten aiemmin olen maininnut (ks. luku 3.1) männyn syyskylvöistä on saatu hyviä tuloksia Pohjois-Suomessa, joita myös oman tutkimukseni tulokset tukevat. Keväällä toteutettu männyn konekylvö oli onnistunut taimimäärien perusteella hieman paremmin, mutta myös syyskylvö oli onnistunut yleisesti ottaen mielestäni erittäin hyvin. Tulosten perusteella männyn konekylvöjä voidaan mielestäni tarpeen vaatiessa toteuttaa syksyllä jatkossakin, mutta ainoastaan Pohjois-Suomessa ja edellyttäen, että kylvö tehdään riittävän myöhään syksyllä. Myöhäinen ajankohta on perusteltua, sillä siemenet eivät saa imeä vettä ennen pakkasten tuloa, ja siemenet saavat itää vasta seuraavana keväänä.

Kasvupaikka ja maalaji vaikuttavat oleellisesti männyn taimettumiseen ja konekylvön onnistumiseen, joten kasvupaikan ja maalajin vaikutus taimimääriin oli aiheellista tuoda esille tässä tutkimuksessa. Kuten olen aikaisemmin todennut (ks. luku 3.1.1) kuivahkot ja kuivat kankaat ovat ensisijaisia männyn kylvökohteita, mutta myös vähäravinteiset tuoreet kankaat, joissa veden läpäisevyys on hyvä ja maalaji karkeaa, sopivat myös kylvökohteiksi. Konekylvöä ei kuitenkaan suositella liian reheville, hienojakoisille, huonosti vettä lä-

päiseville, routiville tai soistuneille kasvupaikoille. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että konekylvettyjen alueiden taimimäärä on odotetun mukaisesti suurempi kuivahkoilla kuin tuoreen kankaan kasvupaikoilla, joten tulokset tukevat aikaisempia tutkimustietoja. On kuitenkin syytä muistaa, että kasvupaikka- ja maalajitiedot ovat kuviokohtaisia ja näin ollen tulokset ovat suuntaa antavia. Kasvupaikka ja maalaji voivat vaihdella kuvion sisällä, joten tarkempaa tutkimustietoa ajatellen kasvupaikan ja maalajin olisi voinut mitata joka koealalta erikseen.

Aiempien tutkimusten mukaan korkeilla mailla taimettuminen on männyn kylvössä heikompaa kuin alavilla mailla. Oman tutkimuksen perusteella kylvettyjen männyntaimien määrä heikkenee mentäessä yli 274 metrin korkeudelle merenpinnasta. Alavammilla kylvöalueilla ei ollut suuria eroja taimimäärissä. Kuten aiemmin olen maininnut (ks. luku 3.1.1) korkeilla mailla kylvötaimilla on suurempi riski altistua pidemmäksi aikaa männyntalvihomeelle kuin istutus-taimilla. Korkeilla mailla männyn tai kuusen istutus saattaa olla kylvöä varmempi uudistamismenetelmä.

Lämpö- ja kosteusolot vaikuttavat suuresti taimettumisen onnistumiseen sekä siementen kehitykseen. Vuosien 2006 ja 2007 männyn konekylvön hyvään onnistumiseen on voinut osaltaan vaikuttaa alkukesän hyvät kosteusolosuhteet, joten liialta kuivuudelta on suurimmilta osin vältytty. Lämpö- ja kosteusolot ovat olleet myös suhteellisen tasaisia ja mitään erityisen poikkeavaa ei ole tilastojen perusteella tapahtunut. Suhteellisen tasaisten sääolojen voidaan olettaa olevan osa syynä hyviin taimettumistuloksiin. Lämpö- ja sadusummien tarkastelussa tulee kuitenkin muistaa, että tässä tutkimuksessa tulokset ovat suuntaa antavia, ja sääolosuhteiden tarkempi tutkiminen vaatisi paljon tarkempia mittauksia ja menetelmiä.

Männyn konekylvössä onnistunut maanmuokkaus on yksi tärkeimmistä edellytyksissä pyrittäessä hyvään uudistamistulokseen. Maanmuokkauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että muokkausjälki on riittävän voimakasta, jotta lämpö- ja kosteusolot olisivat mahdollisimman hyvät siementen itämisen kannalta. Tehokkaan maanmuokkauksen seurauksena tapahtuva maan lämpötilan nouseminen on merkityksellistä etenkin pohjoisen viileissä olosuhteissa. Omassa tutkimuksessani on myös selvästi havaittavissa, kuinka maan-



muokkaus vaikuttaa taimettumiseen. Maanmuokkauksen suhteen epäonnistuneilla kuvioilla taimimäärät olivat selvästi alhaisemmat kuin kuvioilla joissa maanmuokkaus oli onnistunut hyvin. Maanmuokkauksen arvioinnissa on kuitenkin huomioitava kuvioiden sisällä tapahtuva vaihtelu. Liian kivisillä konekylvö kuvioilla taimettuminen on voinut paikoin onnistua hyvin. Tämä tulisi huomioida jo kuvion rajauksessa sekä uudistamisen suunnittelussa. Tässä tutkimuksessa maanmuokkauksen arviointi oli kuviokohtaista, mutta tulosten perusteella voidaan todeta onnistuneen maanmuokkauksen olevan tärkeää konekylvön onnistumisen kannalta.

Opinnäytetyössäni käyttämät tutkimusmenetelmät soveltuvat mielestäni hyvin konekylvön tutkimiseen. Tutkimuksen tärkein tavoite oli selvittää, onko tutkimuksessa käytettyjen konekylvettyjen alueiden taimimäärät riittävät. Tämän tutkimuksen tuloksista käy ilmi, että männyn konekylvö on onnistunut Kuumamon alueella erittäin hyvin ja menetelmää voi suositella käytettäväksi jatkossakin. Konekylvöä uudistamismenetelmänä voisi toki tutkia tarkemminkin, mutta se vaatisi runsaasti aikaa ja resursseja, sillä taimettumisen onnistumisessa puhutaan monesta eri tekijästä ja näiden tekijöiden vaikutusten tutkiminen vaatisi tarkkoja ja yksityiskohtaisia mittauksia.

## LÄHTEET

- Haataja, L. 2013. Konekylvön omavalvonta. Metsäntutkimuslaitos. Avustava tutkija. Metsänkylvöurakoitsijoiden koulutuspäivä Rovaniemellä 26.4.2013
- Harstela, P. 2006. Kustannustehokas metsienhoito. Gravita Ky. 2. korjattu ja täydennetty painos. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy
- Helenius, P. 2013. Metsäkylvön siemenhuolto. Metsäntutkimuslaitos. Vanhempi tutkija, projektitutkija. Metsänkylvöurakoitsijoiden koulutuspäivä Rovaniemellä 26.4.2013
- Hokkanen, T. 2001. Siemenet ja siemensato. – Teoksessa. Onnistunut metsänuudistaminen (S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen), 69–71. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Hotanen, J-P. – Nousiainen, H – Mäkipää, R – Reinikainen, A – Tonteri, T 2008. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. Metsäkustannus Oy ja tekijät. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Hyppönen, M. – Karvonen, L. 2005. Kylvö. – Teoksessa. Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa (M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen), 74–76. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Hyppönen, M. 2005. Metsänuudistamisen perusteita. – Teoksessa. Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa (M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen), 35–36. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Ilmatieteen laitos. 2013. Tilastotietoa opinnäytetyöhöni?. Ilmatieteen laitokselta saatu sähköpostiviesti ilmastotilastoista. 8.5.2013
- Karvonen, L. – Hyppönen, M. 2005. Siemen- ja taimimateriaali.–Teoksessa. Metsätaloutta kairoilla–Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa (M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen), 142. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Keskimölo, A. – Heikkinen, E. – Keränen, K. 2007. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksat. Kalevaprint Oy
- Kinnunen, K. 2002. Kylvö metsänuudistamismenetelmänä. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff021047.pdf>. 2.2.2013
- Kolström, T. 2001. Metsänuudistamisen biologiset ja ekologiset perusteet. – Teoksessa. Onnistunut metsänuudistaminen (Valkonen, S. – Ruuska, J. – Kolström, T. – Kubin, E. – Saarinen, M), 56–57. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy

- Luoranen, J. – Saksa, T. – Finer, L. – Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Metsäkustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Luoranen, J. – Saksa, T. – Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy
- Metsäntutkimuslaitos. Metsätilastollinen vuosikirja 2012. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy
- 2010. Metsäpuiden siemenhuolto. Osoitteessa <http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/jalostus-siemenhuolto-menetelmat.htm>
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006. Hyvän metsänhoidonsuositukset. Metsäkustannus Oy. 2. Painos. Helsinki: Lönnberg Print.
- ML=Metsälaki. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>. 10.9.2010
- Mälkönen, E (toim) 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsäntutkimuslaitos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Mäntyranta, H. 2009. Syyskylvön tutkijat yllättivät metsäntutkijat. Osoitteessa <http://www.forest.fi/smyforest/forest.nsf/allbyid/A4A6D32AF4FB CB9FC2257687004C5BFD?OpenDocument>. 1.2.2013
- Nummenmaa, L. 2004. Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy
- Nygren, M. 2011. Metsänkylvöopas – kylvön biologiaa ja tekniikkaa. Metsäntutkimuslaitos. Suonenjoki: Vammalan kirjapaino Oy
- Pitkänen, A. – Järvinen, E. – Turunen, J. – Kolström, T. – Kouki, J. 2005. Kulituksen ja maanmuokkauksen vaikutus männyn siementen itämiseen ja kylvötaimien varhaiseen eloonjääntiin. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff05/ff054387.pdf>. 5.2.2013
- Rummukainen, A. Koneellinen kylvö 2001. Teoksessa. Onnistunut metsänuudistaminen (Valkonen, S. – Ruuska, J. – Kolström, T. – Kubin, E. – Saarinen, M), 142–143 Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Rummukainen, A. – Tervo, L. – Kautto, K. – Pulkkinen, M. 2011. Maanmuokaus- ja kylvölaiteyhdistelmien vertailuja männyn kylvössä Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff111013.pdf>. 15.1.2013
- Saarenmaa, L. – Valkonen, S. 2001. Metsänuudistamisen tulos. Teoksessa. Onnistunut metsänuudistaminen (Valkonen, S. – Ruuska, J. –

Kolström, T. – Kubin, E. – Saarinen, M), 52–55. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy

Savonen, E.M. 2001. Kylvösiemen. Teoksessa. Onnistunut metsänuudistaminen (Valkonen, S. – Ruuska, J. – Kolström, T. – Kubin, E. – Saarinen, M), 156–158. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy

Suomen säädöskokoelma 2010. N:o 1234. Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. Säädetty metsälain (1093/1996) nojalla. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2010/20100170.pdf>. 1.3.2013

Tapion siemenkeskus 2013. Siemenhinnasto 2013. Osoitteessa [http://www.tapio.fi/files/tapio/Siemenkeskuksen%20dokut/Siemenhinnasto\\_\\_2013\\_Julkinen.pdf](http://www.tapio.fi/files/tapio/Siemenkeskuksen%20dokut/Siemenhinnasto__2013_Julkinen.pdf). 12.2.2013