

OPINNÄYTETYÖ

Juho Puikko 2012

**KONEKYLVÖN ONNISTUMINEN SODAN-
KYLÄN METSÄTIIMIN ETELÄOSISSA
VUOSINA 2003–2006**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

METSÄTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

**KONEKYLVÖN ONNISTUMINEN SODANKYLÄN
METSÄTIIMIN ETELÄOSISSA VUOSINA 2003–2006**

Juho Puikko

2012

Toimeksiantaja Metsähallitus, Itä-Lappi

Ohjaaja Liisa Kuutti

Hyväksytty _____ 2012 _____

Työ on kirjastossa lukusalikappale



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyön
tiivistelmä

Tekijä	Juho Puikko	Vuosi	2012
Toimeksiantaja	Metsähallitus, Itä-Lappi		
Työn nimi	Konekylvön onnistuminen Sodankylän metsätiimin eteläosissa 2003–2006		
Sivu- ja liitemäärä	60 + 5		

Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää konekylvön onnistumista viljelyvuosina 2003–2006 Sodankylän metsätiimin eteläosissa. Metsähallituksen tavoitteena on lisätä koneellisen kylvön määrää kyseisellä alueella, mutta koneellisen kylvön onnistumisesta haluttiin saada lisätietoa, sillä istutus on ollut perinteisesti kylvöä suosivampi menetelmä myös männylle. Koneellisen kylvön onnistumista arvioin kasvatuskelpoisten männynntaimien määrällä erilaisissa kasvuolosuhteissa ja vertasin tuloksia aikaisempiin tutkimustuloksiin.

Metsähallituksen Itä-Lapin metsänhoitopäällikkö Olli Lipponen rajasi tutkimusalueen piireihin 24–26, jotka kattavat Sodankylän eteläpuoleisen osan. Alkuperäinen tarkoitus oli rajata inventointivuodet vuosiin 2000–2006, mutta käyttämässäni yksinkertaisen satunnaisotannan mukaisessa otoksessa tutkimusalue rajautui vain vuosiin 2003–2006. Mitattujen koealojen yhteismäärä tässä tutkimuksessa oli 584 kappaletta, jotka olivat jakautuneet 31 kuvioille. Kaikki kuviot oli muokattu äestämällä. Inventointimenetelmänä käytin linjoittaista ympyräkoelamenetelmää, mutta linjat tein perinteisestä poiketen valmiiksi tietokoneella. Mittauksessa käytin 2,52 metrin koealasädettä. Tutkimusaineisto koostui koealoilta mittaamistani puulajitiedoista sekä kuviokohtaisista tiedoista, joista tärkeimpiä olivat kasvupaikka, maalaji ja korkeus merenpinnasta. Tutkimusaineistoa analysoin SPSS-ohjelmistolla.

Konekylvöt olivat onnistuneet pääasiassa hyvin, vaikka vuosien, kuvioiden ja piirien välillä oli eroa. Pelkästään kasvatuskelpoiset männynntaimet huomioiden täydennysrajan (alle 1100 kpl/ha) yläpuolella oli yli 70 prosenttia koealoista. Luontainen taimiaines huomioiden määrä on suurempi. Muutamilla kuvioilla taimimäärään vaikuttivat etenkin kasvupaikan kivisyys ja maanmuokkauksen voimakkuus. Suhteellisen tasaiset lämpö- ja kosteusolot takasivat onnistuneen taimettumisen vuosien välisessä vertailussa. Yli 262 metrin korkeudella olevat kuviot olivat taimettuneet sen sijaan huonoiten. Siemenpuilla ei ollut suurta merkitystä kasvatuskelpoisten männynntaimien mediaanilla mitattuna. Taimikkotuhoista esiintyi paikoin männynntalvihometta.

Opinnäytetyöni tuloksien perusteella voidaan olettaa koneellisen kylvön onnistuneen alueella, mutta vuosittainen vertailu on paikoin suurta. Muihin Pohjois-Suomessa tehtyihin tutkimuksiin verrattuna tulokset ovat samansuuntaiset. Onnistunut maanmuokkaus sekä hyvät kasvuolosuhteet takasivat onnistuneet kylvötulokset. Tulokset ovat yleistettävissä mielestäni samoissa olosuhteissa sekä samalla korkeudella oleviin konekylvöalueisiin.

Avainsanat: konekylvö, uudistamismenetelmä, taimimäärä

Author	Juho Puikko	Year	2012
Commissioned by	Metsähallitus, East-Lapland		
Subject of thesis	The success of machinery sowing at southern parts of Sodankylä forest team in 2003 - 2006		
Number of pages	60 + 5		

The aim of this thesis is to find out how machinery sowing has succeeded in the southern parts of Sodankylä forest team in 2003–2006. The target of Metsähallitus is to increase the sowing in this area. More information about this subject is required because planting has traditionally been a more popular method for pine. The success of machinery sowing was evaluated by the number of valid pine plants in different kinds of growing conditions. The results were compared to the previous research results.

The Chief of forest management (Metsähallitus, East-Lapland) Olli Lipponen defined the research area for the domains 24–26 which extend to the southern parts of Sodankylä. The original function was to define the stock including the years 2000–2006 but because the simple random sampling method for the research area was used the stock taking bordered only to the years 2003–2006. The total number of the measured experimental plots in this study was 584 objects which grouped to 31 forest stand figures. All compartments were prepared by harrowing. The stock taking method used was the rectangular circular sample plot but all the lines were drawn by computer which digressed in the traditional way. The 2.52 meter radius of experimental plots was used. Research material consisted of information about wood species which was measured in the experimental plots including information of the compartments. The most important figure information was habitat, soil type and elevation. The research material was analyzed by SPSS-software.

In most cases machinery sowing succeeded well even though there were variations between the years, figures and domains. If only the valid pine plants are studied there were more than 70 percent of the experimental plots above the supplementary limit (1 100 pc/hectare). The percent is even bigger if the natural plant material is taken into account. Some figures, especially the stoniness of the habitat and the intensity of preparation of soil affected the number of plant numbers. Relatively constant heat and moisture conditions guaranteed the successful growth of plants in stock taking years. Instead, the compartments which were above 262 meters the growth of plants had succeeded the worst. There was pine winter mould which caused the damage in some seeding stands.

On the basis of the thesis results it could be assumed that machinery sowing has succeeded in the research area, but the difference between the years are big in some places. Successful preparation of soil and good growing conditions guaranteed success in sowing results. The results can be generalized for the machinery sowing areas where the growing conditions and elevation are the same.

Key words: sowing by machine, regeneration method, number of saplings

SISÄLTÖ

KUVIO – JA TAULUKKOLUETTELO	1
1. JOHDANTO	2
2. MÄNNYN UUDISTAMINEN VILJELLEN	5
2.1 MÄNTY PUULAJINA.....	5
2.2 UUDISTAMISEN SUUNNITTELU	7
2.2.1 <i>Männyn uudistamisajankohta</i>	7
2.2.2 <i>Hakkuualan raivaus ja maamuokkaus</i>	8
2.3 UUDISTAMISEN TAVOITTEET JA SEURANTA METSÄHALLITUKSESSA....	11
3. KONEKYLVÖ MÄNNYN UUDISTAMISMENETELMÄNÄ	13
3.1 MÄNNYN KONEKYLVÖ.....	13
3.1.1 <i>Konekylvön soveltuvuus eri kohteille</i>	14
3.1.2 <i>Kylvölaitteet</i>	15
3.1.3 <i>Taimettumiseen vaikuttavat tekijät</i>	17
3.1.4 <i>Metsänviljelyssä käytettävä siemen</i>	17
3.2 KONEKYLVÖN HYÖDYT JA HAITAT	19
4. AINEISTO JA MENETELMÄT	21
4.1 TUTKIMUSALUEEN SIJAINTI JA RAJAUS	21
4.2 INVENTOINTIMENETELMÄ.....	22
4.3 KOEALOILTA MITATUT TUNNUKSET.....	23
4.4 AINEISTON KÄSITTELY.....	25
4.4.1 <i>Tiedon keruu ja käsittely</i>	25
4.4.2 <i>Aineiston luokittelu</i>	26
4.4.3 <i>Todellisten lämpö- ja sadesummatietojen käyttö tutkimuksessa</i>	26
5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	29
5.1 MÄNNYNTAIMIEN MÄÄRÄT VUOSITTAIN, KUVIOITTAIN JA PIIREITTÄIN	29
5.1.1 <i>Männyn taimimäärien vuosivertailu</i>	29
5.1.3 <i>Männyntaimien määrä piireittäin</i>	35
5.2 KASVUPAIKAN JA MAALAJIN JAKAUTUMINEN KUVIOITTAIN	37
5.3 MAANMUOKKAUKSEN ONNISTUMINEN KUVIOILLA.....	39
5.4 KORKEUDEN, LÄMPÖ- JA SADESUMMAN VAIKUTUS TAIMIMÄÄRIIN	40
5.4.1 <i>Korkeuden vaikutus männyntaimien määriin</i>	40
5.4.2 <i>Lämpö- ja sadesumman vaikutus taimimääriin</i>	41
5.5 LUONTAISESTI SYNTYNYT PUUAINES	44
5.5.1 <i>Luontaisesti syntynyt koivu ja kuusi koealoilla</i>	44
5.5.2 <i>Siemenpuiden vaikutus taimimääriin</i>	47
5.6 TAIMITUHOT MITTAUSALUEELLA	48
5.7 TUTKIMUKSEN VIRHELÄHTEET	49
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	50
LÄHTEET	54
LIITTEET	60

KUVIO – JA TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Vähimmäisiät ja läpimitat kasvupaikoittain männyn uudistamiskypsyyden määrittämiseen Pohjois-Suomessa (Suomen säädöskokoelma 2010, 10).....	8
Taulukko 2. Taloudellisesti kasvatuskelpoisten taimien hehtaarikohtaiset minimimäärät taimikoissa (Metsähallitus 2008).....	11
Taulukko 3. Punaisella: Männyn konekylvöön soveltuva kasvualusta kasvupaikan ja maalajin mukaan sekä oikea muokkausmenetelmä (Keskimölo ym. 14.).....	15
Taulukko 4. Metsähallituksen taimikontarkastusohjeen mukaiset koealamäärät (Metsähallitus 2008)	22
Taulukko 5. Puulajikohtainen luokittelu tutkimuksessa	26
Kuvio 1. Sadesummat Sodankylässä vuosina 2003–2006 sekä pitkänajan keskiarvo 1971–2000 (Simola 2011)	27
Kuvio 2. Lämpösummat (d.d) Sodankylässä kesäkuukausina 2003–2006 (Simola 2011)	28
Kuvio 3. Koealat taimiluokakohtaisesti viljelyvuosina 2003 ja 2004.....	30
Taulukko 6. Inventointivuosien koealamäärät, taimimäärän keskiarvo ja mediaani.	30
Taulukko 7. Aiemmat konekylvötutkimukset (Kinnunen 2003, 71)	33
Kuvio 4. Inventointikuviot (31 kpl) taimiluokakohtaisesti.....	34
Kuvio 5. Männyntaimien määrät kolmen piirin alueella taimiluokittain.....	36
Kuvio 6 Inventointikuviot kasvupaikkojen perusteella (kaikki inventointivuodet).....	37
Kuvio 7. Inventointikuviot maalajeittain	38
Kuvio 6. Erittäin kivinen inventointikuvio piirillä 24	40
Taulukko 8. Männyntaimien määrät viljelyvuosittain sekä vuosittaiset lämpö- ja sadesummatiedot	43
Kuvio 8. Kasvatuskelpoisten koivuntaimien määrä koealoilla (kpl/ha).....	45
Kuvio 9. Kasvatuskelpoisten kuusentaimien määrä koealoilla (kpl/ha)	46
Kuvio 10. Siemenpuiden vaikutus kuviokohtaisiin männyn taimimääriin	47
Kuvio 11. Männyntalvihometta kylvötuppaassa (piiri 26)	48

1. JOHDANTO

Metsien uudistaminen on ollut aikaisemmin pitkälti käsityönä tehtävää metsienviljelyä, jonka vanhin ja perinteisin metsien keinollisen uudistamisen metsienviljelymenetelmä on kylvö. Manuaalisesti suoritettussa siementen hajakylvössä siemenet levitettiin uudistusalueelle mahdollisimman laajasti. (Rummukainen–Tervo–Kautto–Pulkinen 2011, 29.) Käsikylvömenetelmistä on olemassa myös kehittyneimpiä muotoja, joiden käyttö kuitenkin vähentyi 1990-luvulle tultaessa, jolloin koneellisesti suoritettu suunnattu hajakylvö yleistyi männyn uudistamismenetelmänä (Kinnunen 2003, 69). Kustannustehokas konekylvö on noussut käytetyimmäksi kylvömenetelmäksi etenkin metsäyhtiöiden sekä Metsähallituksen hallinnoimilla ja hoitamilla alueilla. Konekylvön kehittyminen on vaatinut ja tulee vaatimaan tutkimustyötä, jotta menetelmän tehokkuus paranisi ja kylvetyt taimikot kasvaisivat mahdollisimman hyvin tuottaviksi metsiksi. (Rummukainen ym. 2011, 29.)

Opinnäytetyössäni tutkin konekylvön onnistumista Sodankylän eteläpuoleisissa osissa. Aiheen sain Metsähallituksen Itä-Lapin metsänhoitopäällikkö Olli Lipposelta kesällä 2011. Lipponen toi esille selkeän tarpeen tutkimuksen aloittamiselle, sillä Metsähallituksen tavoitteena on lisätä konekylvön määrää Sodankylän metsätiimin eteläosissa, mutta istuttaminen on kuitenkin ollut konekylvöä suositumpi uudistamismenetelmä myös männylle (Lipponen 2011). Kyseinen tiimi hoitaa yhdessä Savukosken tiimin kanssa Metsähallituksen Itä-Lapin metsätalousaluetta

Opinnäytetyöksi aihe oli mielestäni kiinnostava, sillä oma koulutus pohja tarjosi hyvät eväät tämän kaltaiselle tutkimukselle ja yksi olennainen syy aiheen valinnalle oli työn toimeksiantajan selkeä tarve saada tuoretta tutkimustietoa. Tutkimukseni tulokset, käyttökelpoisuudesta riippuen, voisivat näin ollen helpottaa toimeksiantajan päätöksen tekoa konekylvön lisäämisestä. Opinnäytetyöni aineiston sain kerätä työharjoittelun aikana, kesällä 2011, joka näin ollen helpotti työskentelyä ja opinnäytetyön eteenpäin viemistä.

Tutkimusaineiston määrään ja rajaukseen vaikuttivat paljolti opinnäytetyön laajuudelle ohjaavan opettajan toimesta asetetut vaatimukset. Tutkimusaineistoa tuli olla 500–600 koealaa, jotta opinnäytetyölle asetetut vaatimukset

täytyisivät ja toinen perusteltu näkökulma oli tutkimusaineiston kelvollisuus tilastollisessa käsittelyssä. Tutkimusalue kävi selville jo opinnäytetyön aiheesta, mutta tutkimuksen kohdentaminen tietylle alueelle edellytti tarkempaa rajausta, mistä päätti metsänhoitopäällikkö Olli Lipponen. Tutkimusalue rajautui Metsähallituksen Itä-Lapin metsätalousalueen piireille 24–26, jotka sijaitsevat Sodankylän eteläpuolella, Sodankylän tiimin alueella. Lipponen rajasi tutkimusaineiston myös vuosille 2000–2006, sillä kyseisiltä vuosilta löytyivät kattavat kuviotiedot Metsähallituksen SutiGis-järjestelmästä. Vuoden 2006 jälkeen tehdyt konekylvöalueet olivat liian tuoreita konekylvön onnistumisen arvioinnissa. Kolmen piirin ja kuuden vuoden ajalta löytyi paljon konekylvettyjä alueita, minkä vuoksi rajasin kuvioiden määrää yksinkertaisella sattunaisotannalla vastaamaan tavoiteltua koealamäärää. Koealamäärät olivat suhteessa kuvioiden pinta-aloihin ja tutkimuksen lopulliseksi aineistoksi muodostui 31 äestettyä ja konekylvettyä kuvioita, joista keräsin 584 koealaa.

Aineistoa kerätessäni käytin inventointimenetelmänä paljon taimikoninventoinnissa käytettyä linjoittaista ympyräkoealamenetelmää, jossa koealasäde oli 2,52 metriä. Suurempaa koealasädettä käytettäessä virhemäärä olisi kasvanut taimien laskennassa, ja etenkin kun työskentelin yksin. Tavallisesta poiketen tein koealalinjat etukäteen SutiGis-ohjelmalla, josta siirsin koordinaattitiedot navigointilaitteeseen, jonka avulla koealat löytyivät kahden kolmen metrin tarkkuudella.

Kerätty tutkimusaineisto tuli myös luokitella, jotta SPSS ohjelmalla tehty tilastollinen tuotos olisi selkeä ja tavoitteet täyttävä. Erityisesti mäntytaimien luokittelu oli syytä tehdä siten, että tulosten analysoinnissa olisi selkeästi erotettavissa täydennysviljelyn tarve (alle 1100 kpl/ha), Metsähallituksen tavoitetiheys (1800–2200kpl/ha) ja vielä paremmin taimettuneet kohteet (Metsähallitus 2008). Luokittelu oli tarpeen myös koealoilta mitattujen muiden puulajien (koivu ja kuusi) sekä kuviokohtaisten korkeustietojen ja siemenpuutietojen osalta.

Metsähallituksella metsien uudistamisen tavoitteena on saada taloudellisesti ja mahdollisimman nopeasti kasvupaikalle sopiva ja hyvälaatuinen sekä täysitiheä taimikko, jotta metsistä kehittyisi taloudellisesti arvokkaita (Metsähallitus

2008). Näin ollen tämän kaltaisessa tutkimuksessa on olennaista tuoda esille taimettumiseen vaikuttavia tekijöitä, joiden perusteella voidaan tehdä suuntaa-antavia johtopäätöksiä konekylvön käyttökelpoisuudesta erilaisilla kohteilla. Tutkimuksessani keräsin tiedot kehityskelpoisten taimien (mänty, koivu ja kuusi) lisäksi esimerkiksi kasvupaikasta, maalajista ja korkeudesta merenpinnasta, mitkä olivat kuviokohtaisia tietoja. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös tarkastella lämpösumman ja kosteusolojen vaikutusta männyn taimettumisen onnistumiseen.

Opinnäytetyöni pääasiallinen tavoite oli selvittää onko konekylvö männyn uudistamismenetelmänä kelvollinen Metsähallituksen Sodankylän metsätien eteläosissa. Tulosten tueksi tarkoitukseni oli tuoda esille taimettumiseen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä ja verrata tuloksia aikaisempaan, etenkin Pohjois-Suomessa kerättyyn tutkimustietoon, jotta tuloksista saisi paremman kokonaiskuvan. Konekylvön onnistumiseen vaikuttavat todella monet tekijät, minkä vuoksi kaikkien tekijöiden yhtäaikainen huomioiminen on hankalaa ja näin ollen tuloksia ei tule tuijottaa absoluuttisena totuutena.

2. MÄNNYN UUDISTAMINEN VILJELLEN

2.1 Mänty puulajina

Mänty (*Pinus Sylvestris*) on suomalaisille tuttu ja tavallinen puulaji. Suomessa esiintyvistä puulajeista männyn osuus puuston tilavuudesta on 49 prosenttia ja Suomen Metsäkeskuksen, Lapin alueyksikön alueella männyn osuus puuston tilavuudesta on 63 prosenttia. (Metsäntutkimuslaitos 2011, 39, 68) Männyn päälevinneisyysalue käsittää suurimman osan Eurooppaa ja Siperiää. Päälevinneisyysalueen reunamilla mäntyä tavataan useina pienehköinä erillisesiintyminä. (Sarvas 2002, 368, 371.) Suomeen männyn katsotaan levinneen 8 000 vuotta sitten (Kolström 2001, 56). Mäntyä esiintyy koko Suomessa aivan pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Männyn pohjoisraja Suomessa kulkee itä-länsi suunnassa Enontekiön pohjoispuolitse, josta raja kääntyy koilliseen kulkien Inarinjärven pohjoispuolelta. Yksittäisiä mäntymetsä esiintymiä toki löytyy tämän rajan pohjoispuoleltakin, mikä korostaa männyn merkitystä metsänrajapuuna. (Kalela 1961, 87.) Männyn puuraja asettuu lämpösummakäyrällä 550 (d.d) astetta vastaavalle kohdalle (Kolström 2001, 57).

Kasvupaikan suhteen mänty on todella vaatimaton puulaji. Sitä esiintyy niukkaravinteisilla ja erittäin rehevillä kivennäis- ja turvemaan kasvupaikoilla. (Sipilä 2006.) Laadultaan parhaimmat mäntymetsiköt löytyvät kuitenkin niukkaravinteisimmilta kasvupaikoilta eli kuivahkoilta ja kuivilta kankailta (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2008, 134). Toisaalta männyn tuotos ja kasvu ovat parhaimmillaan tuoreilla kankailla (Sipilä 2006). Metsien sukkessiossa mänty on pioneeripuulaji, jonka vuoksi se vaatii kasvaakseen runsaasti valoa. Liikavarjostus aiheuttaa latvuksen pienenemistä ja kasvun heikentymistä. Männyn alkukehitys on yleensä nopeaa, mutta viljavilla kasvupaikoilla ja sukkession edetessä mänty ei kykene vastaamaan kuuseen kasvuvauhtiin ja joutuu näin ollen väistymään kuusen tieltä. Sen sijaan karuimmilla kasvupaikoilla mänty pystyy vastaamaan puulajien väliseen kilpailuun koko sukkession ajan. (Kolström 2001, 56.) Männyn sitkeydestä kertoo sen luontaisesti pitkä elinikä, vaikka mäntyä ei voida lukea pitkäikäisiin puulajeihin (Sarvas 2002, 379).

Mänty on paljassiemainen, tuulipölytteinen ja yksikotinen laji eli hede- ja emikukinnot ovat samassa puussa (Kolström 2001, 57), mutta erillään kukkien yksineuvoisen rakenteen vuoksi (Nygren 2003, 18). Mänty lisääntyy ainoastaan suvullisesti (Kolström 2001, 57). Siemensadon syntymisen päävaiheet ovat: kukkasilmujen syntyminen, kukinta, pölytys, hedelmöitys, siementen tuleentuminen ja siementen leviäminen. Kehitysvaiheiden aikana vallitsevat sääolosuhteet vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka hyvä siemensato syntyy. Mikäli kukintaa edeltävä kesä on lämmin, on tuloksena yleensä onnistunut siemensato. Kosteus ja kylmyys eivät sen sijaan edesauta onnistunutta kukintaa. Pitkäaikainen sade vaikeuttaa myös pölytyksen onnistumista. (Hokkanen 2001, 69–71.)

Kylmien ja sateisten kesien vuoksi myös siementen tuleentuminen epäonnistuu ja tuloksena on heikosti itäviä siemeniä. Männyn tuleentumisen kannalta alin tehoisa lämpösumma (d.d astetta) asettuu 600–700 d.d kohdalle. Tuleentumisen maksimi-arvot ovat sen sijaan 900–1100 d.d. lämpösumma-alueella. Männynsiemenet kehittyvät melko hitaasti, sillä siemenet karisevat maahan vasta kolmantena keväänä. Siementen itäminen alkaa samana kesänä. Mäntyjen siemensato on runsas yleensä vain keskimäärin kolme kertaa kymmenessä vuodessa Etelä-Suomessa, mutta pohjoisemmaksi mentäessä hyvät siemenvuodet käyvät harvemmaksi. (Hokkanen 2001, 69–71.)

Männyllä on useita erityyppisiä tuhonaiheuttajia, jotka voivat pilata metsän uudistamisen aiheuttaen puuntuotannollisia ja taloudellisia tappioita. Uudistustavasta riippumatta mäntytaimikoiden kehittyminen voi tyrehtyä jo sirkkaimivaiheessa (Annala–Kurkela 2001, 101). Männyn tuhonaiheuttajat voidaan jakaa abioottisiin eli elottoman luonnon aiheuttamiin tuhoihin sekä biotisiin eli elollisen luonnon aiheuttamiin tuhoihin. Abioottisiin tuhoihin voidaan lukea pakkasen, hallan, tuulen, kuivuuden, ilmansaasteiden, maan jäätymisen (routa) sekä pintaroudan (rouste) aiheuttamat tuhot. Bioottiset tuhot voidaan jaotella erilaisiin sieni-, hyönteis- ja selkärankaistuhoihin. Hyönteisten aiheuttamat tuhot ovat monessa tapauksessa sekundaarisia, jolloin puun terveydentila on jo heikentynyt jonkin abioottisen tekijän aiheuttaman vaurion vuoksi. Terve puusto onnistuu yleensä melko hyvin torjumaan hyönteis- ja sienituhot. (Aalto-Kallonen–Janhonen–Kallela 1990, 166–167.)

2.2 Uudistamisen suunnittelu

Mäntymetsät uudistetaan samalla periaatteella kuin muutkin luontaiset puulajit Suomessa. Tarkoituksena on saada kasvupaikalle kohtuullisessa ajassa tuottava, terve ja täystiheä metsä (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 35). Metsänuudistamisen perusta on suunnittelu. Metsän uudistaminen alkaa pääte- eli uudistushakkuun suunnittelusta ja päättyy, kun uusi taimikko on vakiintunut. Oikein ja huolella suunniteltu metsien uudistaminen vaikuttaa tuleviin hoitotoimenpiteisiin, hakkuisiin ja metsän kasvatuksen kannattavuuteen. Uudistamisen suunnittelussa tarkastellaan ja tehdään koko uudistamisketjua koskevat päätökset. Metsänuudistamiseen liittyviä suunnitteluvaiheita ovat uudistamisajankohdasta päättäminen, hakkuualan rajaaminen, pääpuulajin valinta sekä uudistamistoimenpiteiden valinta. Näihin toimenpiteisiin luetaan hakkuualan raivaus, maanmuokkaus, istutus tai kylvö sekä heinätorjunta. (Keskimölä–Heikkinen–Keränen 2007, 8.)

Suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon useita uudistusmenetelmään vaikuttavia tekijöitä, joihin luetaan ainakin uudistusalan kasvupaikka, maalaji, maaston korkeus, maaperän kivisyys ja uudistamismenetelmän kustannukset sekä kannattavuus (Hyppönen 2005a, 56). Metsän uudistaminen on usean peräkkäisen toimenpiteenketju, mikä vaihtelee metsiköittäin. Luontaiseen uudistamiseen kuuluvat uudistushakkuu ja useimmiten myös uudistusalan raivaus ja maanmuokkaus. Metsänviljelyssä edellisten toimenpiteiden lisäksi varsinainen uudistaminen tehdään joko kylväen tai istuttamalla, perustuen siihen käytetäänkö viljelyssä puiden siemeniä vai taimia. (Hyppönen–Lohi 2001, 187.)

2.2.1 Männyn uudistamisajankohta

Metsälaissa on määritelty uudistushakkuulle selkeät 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”. (ML 5a§ 2010.)

Lain perusteella jokaiselle puulajille on asetettu omat uudistuskypsyysrajat. Uudistuskypsyys on määritelty pohjapinta-alalla painotetun rinnankorkeuslä-

pimitan (1,3 m), keski-iän, kasvupaikan ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Toinen uudistuskypsyttä määrittelevä tekijä on metsikön keski-ikä. Metsikön uudistaminen on lain mukaan mahdollista, mikäli jompikumpi näistä rajoitteista täyttyy (Taulukko 1.). (Keskimölo ym. 2007, 10.)

Taulukko 1. Vähimmäisiät ja läpimitat kasvupaikoittain männyn uudistamiskypsyyden määrittämiseen Pohjois-Suomessa (Suomen säädöskokoelma 2010, 10)

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

Ensisijaisesti uudistuskypsyys määritellään puuston järeyden perusteella, koska se on puuntuotannollisesti yleensä kannattavin vaihtoehto erityisesti kivennäismailla. Mitä ravinteikkaammalla kasvupaikalla puusto kasvaa, sitä järeämmäksi puusto kannattaa kasvattaa. Sama tilanne on myös hyvin hoidetuissa ja hyvä laatuissa metsiköissä, oli kyseessä sitten mänty- tai kuusimetsikkö. Uudistaminen on kannattavaa keski-iän perusteella, jos puuston kasvu on selkeästi taantunut jostain syystä eikä edelleen kasvattaminen ole järkevää. Ikään perustuvaa suositusta käytetään epätasaisissa ja harventamattomissa metsissä. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 32.) Metsälain tarkoittama erityinen syy metsikön uudistamiselle voi tarkoittaa mäntymetsikön kohdalla esimerkiksi totaalista hirvi- tai myyrätuhoa. Metsikkö voi olla vajaatuottoinen myös, mikäli puulaji on kasvupaikalle sopimatonta tai puusto on vähäistä (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 34).

2.2.2 Hakkuualan raivaus ja maamuokkaus

Hakkuualan raivauksen tarkoituksena on poistaa uudistusalueelta taimien kehitystä haittaavat etukasvuiset ja huonolaatuiset männyt, alikasvoskuuset ja haittaava lehtipuusto, joka on tavallisesti koivun vesakkoa. Niin sanotun susipuuston haittana on se, että se vie uusien taimien kasvutilaa. Mikäli susipuut poistetaan vasta taimikonhoidon yhteydessä, on tuloksena aukkoinen taimikko. Männyn uudistusaloilla on yleistä, että raivaamattomat lehtipuut lähinnä vesakoivut haittaavat männyn taimien kehitystä piiskamaalla taimien latvustoja. On siis tärkeää, että hakkuualan raivaus tehdään ennen uuden taimikon syntymistä tai mahdollisimman pian sen jälkeen. (Harstela 2006, 34.)

Hakkuualan raivauksessa ei kuitenkaan poisteta kasvatuskelpoisia metsikköön sopivia taimiryhmiä. Luontaisesti uudistettavalla kylvöalueella raivaamalla voidaan jättää alle puolen metrin mittaiset ja istutuslalla yli metrin mittaiset havupuuntaimet. Mitä pidempiä säästettävät taimet ovat, sen selkeämpi ryhmä niistä tulee muodostaa. Taimiryhmien koko tulisi olla vähintään puoli aaria. (Keskimölo ym. 2007, 11.) Pienialaiset kosteat painanteet jätetään myös raivauksen ulkopuolelle, koska ne ovat riistalle tärkeitä ravinto- ja suojapaikkoja. Monimuotoisuuden kannalta uudistuslalle on hyvä jättää sopiviin kohtiin esimerkiksi koivua, haapaa, pihlajaa ja katajaa. Hakkuussa jätetyt, pieneliöstölle tärkeät pötkelöt on syytä jättää myös raivaamalla sekä säästöpuuryhmien alustat jätetään koskemattomiksi. (Metsäteho Oy 2002, 17.)

Maanmuokkauksen tarkoituksena ja tavoitteena on turvata metsänuudistamisen onnistuminen ja parantaa puuston pitkäaikaista kehitystä (Mälkönen 2003, 161). Onnistunut maanmuokkaus on tärkeää metsikön tulevan tuoton kannalta, mutta oleellista se on myös metsänhoitokustannuksia laskettaessa. Oikea maanmuokkausmenetelmä laskee taimikuolleisuutta ja lisää taimien kasvua, minkä vuoksi koko uudistamisketjun kustannukset laskevat. (Harstela 2006, 36.) Maanmuokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat uudistusalan kasvupaikan viljavuus, maalaji, maan vesitalous ja ympäristötekijät. Uudistusmenetelmä ja uudistettava puulaji vaikuttavat myös olennaisesti maanmuokkausmenetelmän valintaan. (Mälkönen 2003, 161.)

Kangasmaan taimettumisen keskeinen tekijä on humuskerros, joka suurimassa osassa tapauksista on huono itämisalusta, minkä vuoksi maanpinnan rikkominen ja kivennäismaan paljastaminen on tärkeää. Taimettumisen kannalta olennaisia metsämaan tekijöitä ovat myös maan vedenläpäisevyys, maan ilmavuus, routiminen, ravinteiden saatavuus ja pintakasvillisuuden kilpailu, mihin pyritään vaikuttamaan maanmuokkauksella. (Mälkönen 2003, 159–160.)

Kivennäismaapinnan paljastaminen on tärkeää etenkin lämpöolojen parantumisen vuoksi, sillä paljastettu kivennäismaa lämpiää nopeammin ja paremmin kuin orgaanisenkerroksen peittämä maa. Humuskerroksen poiston seurauksena itäminen onnistuu paremmin, koska tie kivennäismaan vesi- ja ravinnevaroihin avautuu. (Mälkönen 2003, 165; Luoranen–Saksa–Finer–

Tamminen 2007, 21.) Ravinteita vapautuu myös enemmän muokkauksen seurauksena, sillä muokkauksesta aiheutuva lämpötilan nousu, maan ilmaisuuden parantuminen sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittuminen edistävät mikrobitoimintaa (Mälkönen 2001, 128). Pintakasvillisuudesta ja juuristokilpailusta ei myöskään saa aiheutua haittaa, minkä vuoksi päätehakkuun jälkeinen maanmuokkaus tulisi tehdä mahdollisimman pian. Pintakasvillisuudesta ei ole kuitenkaan pelkkää haittaa, vaan sillä on suuri merkitys valunnan ja ravinteiden huuhtoutumisen pysäyttäjänä. Etelä-Suomessa muokkausjälki säilyy taimettumiskelpoisena kolme – neljä vuotta ja Pohjois-Suomessa noin kymmenen vuotta. (Mälkönen 2003, 165–166.)

Männyn luontaisen uudistamisen kohteilla, kuten kuivilla kankailla, maanmuokkausta ei yleensä tarvita uudistamisen tueksi. Luontainen uudistaminen onnistuu yleensä myös kuivahkoilla kankailla edellyttäen kuitenkin maanmuokkausta. Pääasiallinen uudistamismenetelmä kuivahkoilla kankailla on kuitenkin maanmuokkaus ja viljely. Tuoreilla kankailla ja sitä ravinteikkaimilla uudistusaloilla uudistamisen edellyttää myös maanmuokkausta ja viljelyä, jotta uudistaminen onnistuisi kerralla ja kohtuullisessa ajassa. (Mälkönen 2003, 161.) Yleisimmät maanmuokkausmenetelmät ovat laikutus, äestys ja mätästys. Männyn karuimmilla kasvupaikoilla (kuiva ja kuivahko kangas) missä vesitalous on kunnossa, käytetään yleisesti äestystä ja laikutusta etenkin luontaisen uudistamisen ja kylvön tukena (Luoranen ym. 2007, 55). Näillä uudistamismenetelmillä pyritään matalaan muokkausjälkeen, etteivät taimet joutuisi syviin vakoihin, joissa taimien kasvuedellytykset olisivat huonommat (Mälkönen 2003, 163). Viljavilla kasvupaikoilla maanmuokkauksessa pyritään tekemään taimien kehitystä parantavia kohoumia, joiden tekoon soveltuu hyvin kääntö-, laikku- ja naveromätästys. (Luoranen ym. 2007, 55.) Mätästyksen eri muotoja käytetään uudistusalan ominaisuudet huomioiden.

2.3 UUDISTAMISEN TAVOITTEET JA SEURANTA METSÄHALLITUKSESSA

Metsähallituksen tarkoituksena on kasvupaikkalähtöinen ja suhteellisten pienten metsikkökuvioiden käsittely, millä turvataan metsien terve kehitys. Metsät uudistetaan käyttämällä paikallisiin olosuhteisiin soveltuvia kotimaisia puulajeja. (Leskinen ym. 2011, 74.) Uudistamisen tavoitteena on saada taloudellisesti ja nopeasti kullekin kasvupaikalle sopiva, täystiheä ja hyvälaatuinen taimikko, joista jatkossa kehittyy taloudellisesti arvokkaita metsiä (Metsähallitus, 2008).

Metsähallituksella uudistamismenetelmän valinnassa noudatetaan samoja periaatteita kuin valtakunnallisissa metsienhoitosuosituksissa. Menetelmän valinnassa otetaan huomioon kasvupaikan ominaisuudet ja arvioidaan kullekin kohteelle optimaalinen uudistamismenetelmä tai -menetelmät. Lähtökohdiana on uudistusalalle valitun puulajin luontaiset puuntuotos- ja selviytymismahdollisuudet. Jalostetun viljelymateriaalin laatu- ja tuotoshyöty pyritään ottamaan mahdollisimman hyvin huomioon uudistamismenetelmää valittaessa. Uudistamiskohteen eri osien kasvupaikkaominaisuudet voivat poiketa toisistaan, jolloin voi olla tarpeen käyttää eri puulajeja ja uudistamismenetelmää. Karuimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta Metsähallituksen tavoitteena on saada havupuutaimikoihin 10–30 prosentin lehtipuusekoitus. Kuten aikaisemmin tuli esille (ks. luku 2.1) männyn pääasialliset kasvupaikat kivennäismaalla ovat karukokankaat sekä kuivat ja kuivahkot kankaat. Mäntyä viljellään myös karkearakeisilla tuoreilla kankailla. Kuusta ja koivua voidaan kasvatata sekapuina kuivahkolla kankaalla ja aukkopaiikkojen täytepuuna myös karuimmilla kankailla. (Metsähallitus 2008.)

Taulukko 2. Taloudellisesti kasvatuskelpoisten taimien hehtaarikohtaiset minimimäärät taimikoissa (Metsähallitus 2008)

	Lappi	Muu maa
Mäntyvaltaiset taimikot	1100	1300
Kuusivaltaiset taimikot	1100	1200
Lehtipuuvalltaiset taimikot	1000	1000

Metsähallituksessa uudistamisen seuranta perustuu taimikoidentarkastuksiin, joissa tarkastetaan taloudellisesti kasvatuskelpoisten taimienmäärät. Uudistusalalla on oltava Metsälain vaatima taimimäärä suhteellisen tasaisesti ja

kautuneena, ilman että taimikko olisi laikuittain harva. (Taulukko 2.). Pohjois-Suomen viljelytaimikoissa taimikontarkastukset tehdään 2 - 5 vuoden kuluttua viljelystä ja luontaisesti uudistettujen alueiden ensitarkastus tehdään Pohjois-Suomessa viimeistään seitsemän vuoden kuluttua maankäsittelystä. Mikäli taimikontarkastuksessa katsotaan, että kasvatuskelpoisia taimia ei ole riittävästä joudutaan tekemään täydennysistutus. (Metsähallitus 2008.) Suomen Metsäkeskus, Lapin alueyksikön alueella sallitaan kuitenkin 50 prosentin hieskoivusekoitus mäntytaimikon vähimmäismäärään (MMM 15§ 2011).

Mahdollinen täydennysviljely on hyvä tehdä mahdollisimman pian, jolloin se onnistuu paremmin ja edullisemmin avoimen muokkausjäljen vuoksi. Jos uudistusosalalla tai jollain sen selkeästi erottuvalla osalla kehityskelpoisten taimien määrä jää alle puoleen minimimäärästä on uusintaviljely taloudellisesti perusteltua. Uusintaviljelyn yhteydessä voidaan harkita myös maanmuokkusta ja puulajin vaihtoa. (Metsähallitus 2008.)

3. KONEKYLVÖ MÄNNYN UUDISTAMISMENETELMÄNÄ

3.1 Männyn konekylvö

Männyn viljelymenetelmistä kylvön osuus on jatkuvasti kasvanut valtakunnallisesti katsottuna. Istutuksen ja luontaisen uudistamisen osuus on sitä vastoin vähentynyt. Uudistamismenetelmien käytössä on kuitenkin jonkin verran vuosittaista vaihtelua. (Metsäkustannus Oy 2011.) Vuonna 2010 kylvön osuus männynviljelyalasta oli Suomen Metsäkeskuksen, Lapin alueyksikön alueella 39 prosenttia ja istutuksen osuus 61 prosenttia. (Metsäntutkimuslaitos 2011, 136.) Kylvö on vanhin ja perinteinen keinollisen uudistamisen metsänviljelymenetelmä. (Aalto–Kallonen ym. 1990, 138; Rummukainen ym. 2011, 14.) 1990-luvulle tultaessa perinteisen käsinkylvön rinnalle on tullut kustannustehokas konekylvö (Kinnunen 2003, 69).

Manuaalisesti suoritettu hajakylvö on perinteisin käsikylvön muoto. Siinä siemenet levitettiin uudistusalueelle mahdollisimman laajalle alueelle. Apuna voitiin käyttää myös erilaisia kylvölaitteita. Suunnattu hajakylvö on modernimpi kylvön muoto, jossa siemenet levittää tasaisin välein muokkausjälkeen kattaen koko muokkausalueen. Pistemäisissä kylvömenetelmissä ideana on ripotella siemenet määrävälein muokkausjälkeen. Yleisin käsinkylvömenetelmä on nykyään suunnattu hajakylvö, jossa siemenet ravistellaan esimerkiksi pullosta, jonka korkkiin on tehty reikiä. Ehdottomasti käytetyin kylvömenetelmä on kuitenkin koneellisesti tehtävä suunnattu hajakylvö. Varsinkin suurten metsäyhtiöiden ja Metsähallituksen mailla kylvöt tehdään koneellisesti. Koneelliseen kylvöön on kehitetty hyvin käyttökelpoisia kylvölaitteita. (Hyppönen–Karvonen 2005, 76.) Koneellisesti tehdyssä suunnatussa hajakylvössä maanmuokkaus tehdään yhtäaikaaisesti, jolloin uudistamiskustannuksia saadaan laskettua. Koneellinen kylvö on luontaisen uudistamisen jälkeen edullisin metsänviljelymenetelmä (Rummukainen ym. 2011, 29).

Männyn kylvöt tehdään yleensä touko- ja kesäkuussa. Aikaisella kylvöajankohdalla tavoitellaan siementen parempaa itävyyttä kosteassa maaperässä. Siementen on ehdittävä myös kehittyä ensimmäisenä kasvukautenaan talvenkestäviksi. Keskikesä on männyn kylvöön tavallisesti ollut liian myöhäinen ajankohta. Männyn syyskylvöä on myös kokeiltu, mutta tulokset eivät ole ol-

leet suurimmassa osassa tapauksista kehuttavia. (Nygren 2002, 1.) Metsäntutkimuslaitoksen tutkijat ovat saaneet kuitenkin yllättäviä tuloksia männyn syyskylvön onnistumisesta napapiirin pohjoispuolella. Tutkimuksessa mukana olleissa kohteissa taimia oli keskimäärin 3 000 kappaletta hehtaarilla. Tutkijat mainitsevat syyskylvön edellytykseksi myöhäisen kylvöajankohdan (loka-marraskuu), sillä siemenet eivät saa itää ennen kuin seuraavana keväänä. Siemenet eivät saa myöskään imeä vettä ennen ensimmäisten pakkasten tuloa. Hyvät taimettumistulokset puoltavat myöhäistä syyskylvöä männyn uudistamismenetelmänä, mutta ainoastaan Pohjois-Suomessa. (Mäntyranta 2009.)

3.1.1 Konekylvön soveltuvuus eri kohteille

Männyn kylvöä suositellaan kasvupaikoille, missä luontaiselle uudistamiselle ei ole edellytyksiä esimerkiksi siemenpuiden vähyyden vuoksi (Hyppönen – Karvonen 2005, 75). Männyn kylvölle otollisimmat kasvupaikat ovat kuiva ja kuivahko kangas, missä itäminen, taimettuminen ja puun laatu on todettu parhaimmaksi (Rummukainen ym. 2011, 13). Mäntyä kylvetään myös tuoreille kankaille, jotka ovat maalajiltaan karkeita tai keskikarkeita. Männyn kylvö ei näin ollen sovellu hienojakoisille, heikosti vettä läpäiseville, routiville tai soistuneille kasvupaikoille (Hyppönen–Karvonen 2005, 75). Länsi-Lapissa tehdyn tutkimuksen tulokset osoittavat, että muokatut uudistusalat, jotka ovat maalajiltaan karkeaa hietaa ja hietamoreenia kylvö onnistuu parhaiten. Maalajin ollessa hienoa hietaa tai hienoa hietamoreenia tulokset olivat huonommat. Taimettumistulokset olivat kuitenkin huonoimmat karkeimmilla sora- ja hiekkamailla paitsi muokkausjäljen ulkopuolella. (Hyppönen 1998, 71–72.)

Taulukko 3. Punaisella: Männyn konekylvöön soveltuva kasvualusta kasvupaikan ja maalajin mukaan sekä oikea muokkausmenetelmä (Keskimölo ym. 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

Muokkaamaton = O, Laikutus = L Äestys = Ä, M= Mätästys, Säätöauraus = SA

Hienojakoisten maiden ongelmatekijöitä männyn kylvön suhteen ovat pintakasvillisuuden voimakas kehittyminen ja rouste. Kylvötaimien juuristo on alkukehityksessä hyvin pinnallinen, minkä vuoksi taimet ovat arkoja rousteelle. Karkeahkoilla mailla kylvön haittatekijänä on yleensä kuivuus. (Kinnunen 2001, 139.) Männyn konekylvö ja kulotus soveltuvat myös hyvin yhteen. Kulotuksen jälkeen tehtävä kevyt maanpinnan muokkaus äestämällä tai laikutamalla parantaa maaperän ominaisuuksia. Kulotuksessa vapautuu paljon ravinteita puiden käyttöön ja maaperän happamuus vähenee. (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 44.) Kiviset kohteet uudistetaan myös yleensä kylväen männylle. Tällaisilla kohteilla maanmuokkausmenetelmänä käytetään yleensä laikutusta. Kylvön onnistumisen varmistamiseksi pohjoisen vaikeasti uudistettavilla (alle 800d.d.) alueilla käytetään myös siemenpuita. (Keskimölo ym. 2007, 11.) Taulukosta (3.) voi nähdä nimenomaan konekylvöön soveltuvat kohteet kasvupaikan ja maalajin mukaan sekä eri kohteille soveltuvat maanmuokkausmenetelmät. Huomioitavaa on, että Metsähallitus käyttää säätöaurauksen sijaan mätästystä (Metsähallitus 2010, 1).

3.1.2 Kylvölaitteet

Tällä hetkellä Suomessa on käytössä noin sata konekylvölaitetta. Yleisimpiä konekylvölaitteita ovat Bracke TTS:n myymä Sigma sekä NewForest Oy:n myymä SeedGun ja Ramek Oy:n valmistama Top-100. Muita kylvölaitemalleja ovat esimerkiksi Malli/Palonen, Tume MKL 2 sekä Toimi Holck ja Käpy. (Rummukainen ym. 2011, 15.) Kylvölaitteet koostuvat yleensä siemensäiliöstä, annostelijasta, kylvölaitteesta, putkistosta sekä ohjausyksiköstä. Yksinkertaisemmissa laitteissa siemensäiliön pohjassa olevaan kolopyörään kertynyt

siemenmäärä tippuu maahan kolopyörän pyörytyksessä. Tämän kaltaisissa laitteissa on kuitenkin riskinä siementen vahingoittuminen. Kehittyneimmät laitteet ovat kuitenkin varusteltu hellävaraisella annostelijalla ja niissä on myös tietokoneohjattu siemenmäärän- ja kylvövälin säätö. Kylvölaite liitetään maanmuokkaimen kuten äestys- tai laikutuskoneeseen. Konekylvössä jatkuvaa muokkausjälkeä tekeville koneyhdistelmille kylvölaitteiden toteutus on teknisesti helpompaa kuin laikutuskoneille. Tuoreen tutkimuksen mukaan äestys näyttää edelleen olevan hyvin toimiva muokkausmenetelmä konekylvöön soveltuvilla maille. Äesyhdistelmien kylvökoneet ovat todettu luotettavaksi, mutta siementen annostelutarkkuutta tulisi kehittää edelleen. (Rummukainen ym. 2011, 29.) Konekylvön kustannustekijöitä ovat itse maanmuokkaus ja konekylvö sekä laitteiden pääomakulut, siemenmateriaalin hankinta ja käsittelykustannukset. (Rummukainen 2001, 142.)

New Forest Oy:n myymä SeedGun sekä Bracke TTS:n Sigma ovat viimeisimpiä ja merkittävimpiä kehityshankkeita konekylvössä (Rummukainen ym. 2011, 30). SeedGun-kylvölaitteen perusyksikkö on sama, joten se soveltuu kaikkiin metsäkoneisiin, ainoastaan asennussarjat ovat konekohtaisia. SeedGun-kylvölaite soveltuu näin ollen sekä äestys- ja laikutuskoneisiin. Ainoana vaatimuksena on paineilmalaitteisto ja sähköjärjestelmä. Kuljettaja kontrolloi kylvöä ohjaamosta käsin. Paineilmalaitteiston avulla haluttu siemenannos ammutaan kaivinkoneenkauhaan, josta edelleen muokattuun kylvökohtaan. Bracke TTS:n valmistama Sigma soveltuu niin ikään äestyksen ja laikutuksen yhteydessä tehtävään konekylvöön. Bracke TTS valmistaa myös metsäkoneisiin tarkoitettuja äestys- ja laikutuskoneita, joihin konekylvölaite on tarkoitettu asennettavaksi. Bracke S35.a (Sigma) kylvölaite tuntee maanmuokklauslaitteen etenemisnopeuden ja säätää kylvön sen mukaan. Kylvö voidaan ohjelmoida maanmuokkauksen kanssa siten, että siemenet levitetään vain kylvökohtaan. (NewForest Oy 2010; Bracke Forest 2010.)

Vuonna 2008 Bracke TTS Oy kehitti maailman ensimmäisen nelirivisen äestyskoneen (T45.a). Yhtiön mukaan äkeellä pystyy muokkaamaan 2,8 hehtaaria tunnissa ja keskimääräisen tuottavuus on 80 prosenttia parempi kuin kaksirivisellä äkeellä. (Bracke Forest 2008.) Kylvölaitteiden ja maanmuokkuskoneiden jatkuva kehittäminen ja pitkälle viety automatisointi vähentää kus-

tannuksia ja parantaa siemenhävikkiä, millä on vaikutusta koko uudistamisketjun konekylvön kustannuksiin.

3.1.3 Taimettumiseen vaikuttavat tekijät

Taimettumisen eli siemenen itämisen ja sirkkataimien menestymisen ja kasvun kannalta oleelliset olosuhdetekijät ovat maanpinnan lämpötila ja kosteusolot etenkin alkukesästä. Näihin olosuhdetekijöihin vaikuttavat kasvupaikan sijainti kuten pohjoisuus ja korkeus merenpinnasta. Topografialla kuten rinteiden suunnalla tai kaltevuudella on myös merkitystä taimettumiseen. Kuten edellä on mainittu (ks. luku 2.2.2) maanmuokkauksella on suuri merkitys kasvupaikan ominaisuuksien kuten maanpinnan lämpö- ja kosteusolojen parantamisessa. Riittävän lämmön ja vedensaannin lisäksi onnistunut itäminen ja taimettuminen edellyttävät, että humuskerroksesta tai puuston ja pintakasvillisuuden kilpailusta ei ole haittaa. Heinän ja vesakon aiheuttama kilpailu ei kuitenkaan ole suurin taimettumisen este Lapissa. Sen sijaan Pohjois-Suomessa taimettumista rajoittavat erityisesti kasvukauden lyhyys ja kylmyys. (Hyppönen 2005b, 37–39.)

Siementen itämisen kannalta eniten kosteutta on maan pintakerroksissa lumien ja roudan sulettua, jolloin maanpinnan lämpötila on kuitenkin liian kylmä. Männyn siemenet vaativat itääkseen +5 - +6 celsius asteen lämpötilan, mutta itäminen ja taimettuminen on hidasta. Lämpötilan noustessa kasvuvauhti kuitenkin lisääntyy nopeasti. (Nygren–Saarinen 2001, 85.)

3.1.4 Metsänviljelyssä käytettävä siemen

Metsälain mukaan taimikon perustamiseksi saa käyttää sellaisen puulajin siemeniä tai taimia, mitkä soveltuvat alkuperältään ja muilta ominaisuuksiltaan uudistusalan olosuhteisiin (ML 8a§ 2010). Metsähallituksella pyritään käyttämään ensisijaisesti jalostettua siemenmateriaalia, joka on alkuperältään käyttöalueelle sopivaa (Metsähallitus 2008).

Paikallinen siemenrotu on yleensä viljelyvarmaa, mutta paikallisia siemeniä ei kuitenkaan aina ole saatavilla. On päätetty, että siemenmateriaalin alkuperä saa poiketa pohjois-etelä suunnassa noin sata kilometriä ja itä-länsi suunnassa useita satoja kilometrejä. Kasvukauden lämpösumman perusteella

lämpösumma saa poiketa kymmenen yksikköä (d.d.) viljelypaikan lämpösummasta. (Nygren 2003, 52.) Metsähallituksen metsänhoito-ohjeessa (2008) mainitaan, että metsikkölähtöistä viljelymateriaalia ei suositella siirrettäväksi kylmempään suuntaan, lisäksi metsikkösiemenen tulee olla peräisin viljelypaikkaa vastaavalta korkeudelta ja samalta lähtöisyysalueelta. Metsikkösiementä käytettäessä on otettava huomioon, että viljelypaikan sadan metrin korkeuden nousu vastaa noin sadan kilometrin siirtymistä ilmasto-olosuhteissa.

Metsäpuiden siemenet kerätään joko siemenviljelyksiltä, rekisteröidyistä siemenkeräysmetsikoistä tai uudistushakkuun yhteydessä, mikäli metsikkö on ulkoisen laadun mukaan kelvollinen (Nygren 2003, 51). Siemenviljelysten ideana on valita metsänjalostuksen menetelmin luonnonpopulaatioiden parhaita puuyksilöitä. Viljelysten tavoitteena on hyvä siementuotanto, jonka siemenet ovat geneettisiltä ja fysiologisilta ominaisuuksiltaan laadukkaita. Tavoitteena on myös varmistaa, että maan eri osien olosuhteisiin sopivia siemeniä on myös pitkälle eteenpäin. Siemenkeräysmetsät ovat hyvän kasvun ja laadun omaavia luonnonmetsikoitä. (Metsäntutkimuslaitos 2010.) Riippumatta siitä onko kyseessä metsikkö- vai siemenviljelyssiemen, kaupattavasta siemenerästä on löydyttävä alkuperäistodistus, josta ilmenee tiedot siemenerän alkuperästä, alkuperäluokasta, itävyydestä ja 1000-jyväpainosta (Savonen 2001, 156).

Siemenmenekkiä laskettaessa siemenen laadulla on oleellinen osa, josta kertovat siemenen 1000-jyväpaino ja itävien siementen määrä kilogrammassa. Siemenerän puhtaus on myös tärkeä tekijä erityisesti koneellisen kylvön kannalta, vaikka käytännössä siemenet saadaan puhdistettua niin hyvin, että kylvö onnistuu. (Nygren 2003, 76.) Alkuperätodistuksessa kuvataan siementen itämistä parhaissa olosuhteissa. Viljelykohteessa kenttäitävyyys (10–40 %) on kuitenkin paljon huonompi kuin laboratorio-olosuhteissa, mikä on otettava huomioon. (Savonen 2001, 157). Siemenmäärään vaikuttaa myös riskitaso millä halutaan toimia sekä työn ja siementen hinta (Kinnunen 2001, 144). Metsähallituksella siemenviljelyssiementä käytetään konekylvössä ja käsikylvössä 100 – 400 grammaa hehtaarilla (g/ha) (Metsähallitus 2008). Esimerkiksi Sodankylän alueella konekylvössä tyypillisesti käytetty siemenmäärä on

300–400 g/ha (Lipponen 2011). Metsikkösiementä käytettäessä siemenmäärä määräytyy siemenerän itävyyden lisäksi siemenpainon mukaan (Metsähallitus 2008).

Mikäli kylvöalalla voidaan hyödyntää reunametsän vaikutusta ja hyviä siemensatoja on odotettavissa, siemenmäärä voidaan vähentää uudistusalan reunoilla (Hyppönen–Karvonen 2005, 74). Siemenmenekkiä on syytä miettiä tarkoin ja eri tekijät huomioiden, sillä laadukkaat siemenet ovat arvokkaita. Esimerkiksi tammikuussa 2011 Tapion Siemenkeskuksen hinnaston mukaan männyn siemenviljelyssiemen (itävyysprosentti on 93,9–90) maksoi 595 euroa per kilogramma (Tapion Siemenkeskus 2011).

Laadukkaita siemeniä on myös syytä käyttää säästeliäästi, jotta siemeniä riittää tulevaisuuden tarpeisiin. Metsähallituksen metsätalouden johtaja Jussi Kumpula on huolissaan Pohjois-Suomen metsäpuiden siemenhuollosta. Valtion tulisi panna nopeasti 2,5 - 3 miljoona euroa siemenhuoltoon ja käpyjen keräykseen. Kumpulan mukaan kymmenen vuoden varmuusvarasto pitäisi aina olla olemassa. Joillakin alueilla ei voida tehdä metsäkylvöjä siementen vähyyden takia, vaan on turvaututtava kalliimpiin istutuksiin. Tämän hetkinen poikkeuksellisen hyvä siemenvuosi (2011) tulisi hyödyntää ja käpyjä tulisi kerätä paljon. Kumpula korostaa, että näin hyvä siemenvuosi saattaa olla vasta kymmenen vuoden päästä. (Saarela 2011, A14)

Metsähallituksen Itä-Lapin metsänhoitopäällikkö Olli Lipposen mukaan esimerkiksi Sodankylän alueella käytettävää metsikkösiemenmateriaalia on ollut hyvin tarjolla ja siementen itävyys on ollut hyvää luokkaa. Siementen alkupeura paikkakunnalla ei Lipposen mielestä ole juurikaan merkitystä kunhan siemenmateriaalin lähtösyysalue oikea ja korkeus merenpinnasta samalla tasolla ja itävyysprosentti on hyvä. Näin ollen Kittilän alueelta kerättyä siementä voidaan käyttää Sodankylässä kunhan alueiden korkeudet täsmäävät. (Lipponen 2011.)

3.2 Konekylvön hyödyt ja haitat

Luontaiseen uudistamiseen verrattuna konekylvöllä uudistamisaikaa voidaan lyhentää muutamilla vuosilla sekä taimet jakautuvat paremmin uudistusosalalle.

Konekylvön etuna on myös tuulenskaatoriskin puuttuminen ja riippumattomuus siemenvuosista. (Kinnunen 2002, 3.) Kylvö mahdollistaa myös jalostetun siemenaineksen käytön, millä saadaan enemmän ja paremmin kasvavia taimia kuin metsikkösiemenellä (Wennström–Bergsten–Nilsson 2007, 312).

Istutukseen verrattuna kylvön etuna on kasvatustiheyden kasvattaminen. Tiheän taimikon kasvatuksessa voidaan käyttää hyväksi laatukasvatuksen periaatteita, millä pyritään saamaan päätehakkuvaiheessa laadukasta sahatarvaa. (Hyppönen–Karvonen 2005, 80; Kinnunen 2002, 3.) Kylvön etuna istutukseen nähden on myös helpompi koneellistaminen (Kinnunen 2002, 3). Istutukseen käytettävät koneet eivät ole vielä suuressa suosiossa etenkin Pohjois-Suomessa. Kustannuksia ajatellen koneellinen kylvö on myös kustannustehokas viljelymenetelmä, sillä etenkin välittömät kustannukset ovat alhaisia. Koneellisen kylvön muita etuja ovat pintakasvillisuuden haittavaikutusten vähentäminen sekä konekylvöllä pystytään jonkin verran tasaamaan myös työvoimahuippuja. (Hyppönen–Karvonen 2005, 80.)

Koneellisella kylvöllä on myös riskitekijänsä. Siemeniä syövät linnut ja pienjyrsijät sekä monet sienitaudit ovat kylvön onnistumisen haittana. Koneellisen kylvön yksi haittatekijä on myös havupuiden lyhyt kylvökausi. (Nygren 2002, 1.) Talvikylvöä on kuitenkin kokeiltu kaivurilaikutuksessa ja SeedGun-kylvölaitteella. Pidentämällä kylvökoneiden vuotuista käyttöaikaa pääomakustannuksia saataisiin laskettua ja koneellisen kylvön kustannustehokkuus paranisi entisestään. (Rummukainen ym. 2011, 29–30.)

4. AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tutkimusalueen sijainti ja rajaus

Opinnäytetyössäni keskityin tutkimaan konekylvön onnistumista Sodankylän kunnan eteläosissa. Metsähallituksen Itä-Lapin metsänhoitopäällikkö Olli Lipponen halusi saada faktatietoa konekylvön onnistumisesta Sodankylän metsätiimin eteläosissa, sillä Sodankylässä istutus on ollut perinteisesti kylvöä suositumpi viljelymenetelmä myös männylle (Lipponen 2011).

Tutkimukseni mittausalueet sijaitsevat Metsähallituksen Itä-Lapin metsätalouso-alueella. Itä-Lapin metsätalouso-alueen hoidosta vastaavat Sodankylän sekä Savukosken metsätiimit. Tutkimuksessa mukana olevat inventointikuviot sijaitsevat pääosin Sodankylän kunnan eteläpuoleisissa osissa tarkemmin sanottuna Itä-Lapin metsätalouso-alueen toimintapiireillä 24, 25 ja 26 (Liite 1). Toimintapiirit eivät myöskään kuitenkaan kuntarajoja, joten osa inventointikuvioista sijaitsevat Pelkosenniemen kunnan puolella. Tutkimusalue kuuluu Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen (Hotanen–Nousiainen–Mäkipää–Reinikainen–Tonteri 2008, 27). Pitkänajan seurannan mukaan (1971–2000) Sodankylässä kasvukauden pituus vaihtelee keskimäärin välillä 20.5–18.9 ja tehoisan lämpötilan summa on keskimäärin 781 (d.d.) sekä kasvukauden sadesumma 224 millimetriä (mm) (Simola 2011). Mitatut alueet sijaitsevat 203–292 metriä (m) merenpinnan yläpuolella.

Suurin osa piirillä 24 olevista mittauskuvioista sijaitsevat Pelkosenniemen kunnan puolella (Liite 2). Piiri 25 sijaitsee Sodankylän kunnan lounaisosassa, jonka mittauskuviot sijaitsevat lähellä Kittilän kunnan rajaa (Liite 3). Piirin 26 inventointikuviot sijaitsevat Pyhä–Luosto Kansallispuiston kupeessa. Myös piirillä 26 osa mittauskuvioista sijaitsevat Pelkosenniemen kunnan puolella, mutta aivan Sodankylän kuntarajan tuntumassa (Liite 4).

Opinnäytetyön perusaineistoksi valitsimme Lipponen kanssa kaikki edellä mainittujen piirien koneellisesti kylvetyt alueet vuosilta 2000–2006. Rajaus tehtiin nimenomaan kyseisille vuosille, koska Metsähallituksen paikkatietojärjestelmässä (SutiGis) kattavat historiatiedot löytyvät vasta vuodesta kaksituhatta lähtien (Lipponen 2011). Kaikki kolme piiriä mukaan lukien kuvioita oli

yhteensä 89 kappaletta (532,4 ha), josta tein yksinkertaisen satunnaisotannan. Opinnäytetyön vaatimuksena oli kerätä noin 500–600 koealaa, jotta aineistoa olisi riittävästi ja se olisi tilastollisen käsittelyn kannalta kelvollista. Valitsin kuvioita niin monta, että vaadittu koealamäärä täyttyi. Koealamäärät olivat suhteessa kuvioiden pinta-aloihin (Taulukko 4.).

Taulukko 4. Metsähallituksen taimikontarkastusohjeen mukaiset koealamäärät (Metsähallitus 2008)

Kuvion Pinta-ala (ha)	Koealamäärä
yli 10	30
5-10	25
2,5-5	20
alle 2,5	15

Yksinkertaisen satunnaisotannan periaatteen mukaisesti tehdyssä summitteisessä otannassa sain kuvioiden yhteismääräksi 31 kappaletta, joiden keskipinta-ala oli 4,9 hehtaaria. Kaikki tutkimukseen mukaan tulleet inventointikuviot olivat muokattu äestämällä, joten laikutettuja konekylvöalueita ei käsitellä tässä tutkimuksessa. Alkuperäinen koealamäärä oli 610 kpl, mikä kuitenkin hieman muuttui inventoinnin kuviokohtaisessa suunnittelussa, mistä lisää seuraavassa luvussa.

4.2 Inventointimenetelmä

Inventointimenetelmänä käytin linjoittaista ympyräkoelamenetelmää, mutta linjojen suunnittelun tein jo etukäteen SutiGis-paikkatietosovelluksella. Koealojen sijoittamisessa kuvioille käytin apuna millimetripaperille piirrettyjä hilaverkkoja. Hilaverkkojen pisteväli muodostui siten, että pisteväli vastasi maastossa taimikontarkastus ohjeen (Metsähallitus 2008) mukaista linja- ja koealaväliä. Käytännössä asetin kalvolle piirretyn hilaverkon tietokoneen näyttöpäätteelle, jonka taustalla oli SutiGis-ohjelma ja kulloisenkin inventointikuvion kuviokartta. Tällä tavoin pystyin merkkamaan koealapaikat suoraan kuvioille pistetiedoin. Koealojenmäärät saattoivat kuitenkin vaihdella hieman alun perin suunnitelluista määristä, sillä koealoja ei pystynyt merkkamaan aina haluttua määrää lähinnä kuvioiden muodon vuoksi. Mitään suuria ja merkittäviä muutoksia kuviokohtaisiin koealamääriin ei tullut. Lopullinen inventointiaineisto muodostui 584 koealasta.

Valmiit koealaverkot siirsin Garmin-navigointilaitteeseen (60Csx) Garminin omalla MapSource-ohjelmalla. Pistetiedot olisi voinut siirtää myös Metsähallituksen maastolaitteeseen (Intermec), mutta paikannustarkkuus ei ole niin hyvä ja navigointiominaisuudet ovat paremmat Garmin GPS-laitteessa. Garminin paikannustarkkuus oli joka inventointikuviolla suhteellisen hyvä ($\pm 2\text{--}3$ m). Paikannuslaitteen käyttöä tämän kaltaisessa inventoinnissa puoltaa se, että avohakkuukohteilla ei ole paikannustarkkuutta häiritsevää puustoa sekä GPS:n käyttö helpotti ja nopeutti käytännön mittaustyötä huomattavasti.

Koealanmittauksessa käytin taimikontarkastuksissa perinteisesti käytettyä teleskooppista onkivapaa. Olli Lipposen kanssa päätimme, että käytän lyhyttä koealasädettä (2,52 m, koealan koko 20m^2), jotta taimien runkoluvun määrittäminen sujuisi helpommin ja varmemmin yksin työskennellessä. Lyhyemmän koealasäteen käytössä oli myös se etu, että koealan keskipisteeltä ei tarvinnut liikkua taimimäärää laskettaessa. Merkkasin onkivapaan tarkasti 2,52 metrin kohdan ja tarkastin aika ajoin että pituus on säilynyt ennallaan, sillä kyseessä oli teleskooppivapa, jossa pituus ei välttämättä pysy aina täsmälleen samana.

4.3 Koealoilta mitatut tunnuksat

Mittasin koealalta männyntaimien runkoluvun siten, että taimien välinen etäisyys tuli olla vähintään puoli metriä. Etäisyyden arvioin suurimmassa osassa tapauksista silmällä, mutta tarkistin kuitenkin mittanauhalla aika ajoin, että silmällä arvioitu etäisyys on oikea. En mitannut männyntaimien kokonaisrunkolukua, koska Metsähallitus mittaa taimikontarkastuksessa ainoastaan kasvatuskelpoiseksi katsotut taimet eikä kokonaisrunkolukua. Otin runkoluvun arvioinnissa huomioon ainoastaan terveet ja kehityskelpoiseksi katsomani taimet.

Osalla inventointikuvioista oli myös siemenpuita, joten osa mukaan lasketuista taimista saattoi olla myös luontaisesti syntyneitä. Käytännössä on mahdollista erottaa luontaista taimiaineista kylvötaimesta, jos pituus ja ikä ovat samat. Laskin runkolukuun mukaan myös taimia, jotka olivat äestys jäljen välissä, sillä kylvökoneesta osa siemenistä voi lentää myös muokkaamattomaan

osaan. Koealalta laskin mukaan myös muiden puulajien taimimäärät käyttäen samaa puolen metrin sääntöä. Muista puulajeista koealoilla esiintyi vain kuusta ja koivua, mutta en erotellut oliko kyseessä raudus- tai hieskoivu. Mikäli koivua tai kuusta esiintyi männyntaimen välittömässä läheisyydessä (alle 0,5m) jätin puulajit merkkäämättä, sillä mänty on kasvatettava puulaji.

Suunnitteluvaiheessa sovittiin, että käytän valmiita kuviotietoja mahdollisimman paljon, sillä kuvioiden edellisestä päivityksestä oli vain vähän aikaa. Kasvupaikka ja maalajitiedot otin suoraan kuviotiedoista, mutta tarkistin kaikilla inventointikohteilla tietojen paikkansa pitävyyden silmämääräisesti. Toisaalta tutkimuksen kannalta kasvupaikan ja maalajin olisi voinut mitata koealakohtaisesti, jotta kasvupaikan ja maalajin merkitys taimimääriin olisi antanut paremman kuvan. Muita kuviokohtaisia tietoja olivat korkeus merenpinnasta sekä lämpösumma. Korkeus merenpinnasta ja lämpösumma ovat tämän tutkimuksen kannalta oleellisia muuttujia taimimäärien vertailussa. Kuviokohtaiset lämpösummat eivät kuitenkaan kerro todellista tietyn ajankohdan lämpösummaa, vaan päätin käyttää tutkimuksessa hyödyksi Ilmatieteenlaitokselta tilattua aineistoa viljelyvuosien todellisista lämpö- ja sadesumma tiedoista.

Inventointikuvioilta merkkasin myös Metsähallituksen käyttämiä kuviokohtaisia lisämääreitä eli mahdollisia työvaikeustekijöitä. Lisämääreitä olivat kivisyys, kunnaisuus ja kallioisuus. Suurin osa lisämääreistä oli jo merkattu aikaisempiin kuviotietoihin, joten useimmalla inventointi kohteella riitti pelkkä lisämääreen tarkistaminen silmämääräisesti. Muokkausjäljen onnistumista arvioin kuviokohtaisesti asteikolla onnistunut/epäonnistunut. Muokkausjäljessä kiinnitin huomiota siihen kuinka hyvin kivennäismaa oli paljastunut ja oliko menetelmä riittävän tehokas taimimäärällä mitattuna.

Metsähallituksen maanmuokkaukseen liittyvässä palvelukuvauksessa on olemassa kriteerit muokkausmenetelmille. Äestyksessä tehdään kivennäismaata paljastavaa 60–70 senttimetriä levvää yhtenäistä tai katkottua muokkausjälkeä. Rinteissä äestysjäljen tulee leikata mahdollisimman vähän korkeuskäyriä. Muokkausjäljen syvyystavoite on 5–15 senttimetriä kohteesta ja

viljelymenetelmästä riippuen. (Metsähallitus 2010, 3). Mikäli, muokkausjälki oli epäonnistunut arvioin sanallisesti epäonnistumisen mahdollisia syitä.

Arvioin lisäksi konekylvön soveltuvuutta yleisesti inventoidulle kuviolle asteikolla kyllä/ei. Mikäli männyn taimimäärä jäi alle lakirajan (1 100 tainta/ha), arvioin sanallisesti, miksi menetelmä ei sovellu kyseiselle kohteelle. Inventointikuvioilta kirjasin myös, oliko kohteella siemenpuita vai ei, sillä tutkimuksen yhtenä tarkoituksena on arvioida siemenpuiden ja konekylvön yhteisvaikutusta taimimääriin. Inventointikohteilta kirjasin myös mahdollisia muita erityishuomioita kuten taimituhot, joiden määrän ja laadun arvioin silmämääräisesti.

4.4 Aineiston käsittely

4.4.1 Tiedon keruu ja käsittely

Maastossa keräsin tiedot tekemilleni maastolomakkeille ja työn edetessä siirsin tietoja sähköiseen muotoon tietokoneella oleville maastolomakkeille. Sen jälkeen, kun olin saanut kerättyä kaikkien kuvioidentiedot, siirsin tiedot Exceltaulukkolaskenta ohjelmaan, josta edelleen SPSS-tilasto-ohjelmaan tilastollista käsittelyä varten. Aineiston analysoinnissa käytin hyväksi aineistosta muodostettuja kaavioita sekä muuttujien välistä tilastollista riippuvuutta selvitin Mann–Whitneyn ja Kruskal–Wallisin testillä. Molemmat testit ovat epäparametrisia eli eivät edellytä aineiston olevan normaalisti jakautunut, jonka vuoksi käytin kyseisiä testejä oman aineiston tilastollisessa tulkinnessa (Nummenmaa 2004, 250, 255).

Mann–Whitneyn testi on kahden riippumattoman otoksen testi, jolla voidaan verrata tutkittavan muuttujan kuten taimimäärän arvoja ryhmittelymuuttujan (esimerkiksi vuodet) määäämissä kahdessa ryhmässä. Kruskal–Wallisin testillä pystyy sen sijaan vertailemaan useampaa kuin kahta riippumatonta otosta (Rasi–Lepola–Muhli–Kanniainen 2007, 93–94). Testeistä saadun p-arvon avulla voidaan selvittää onko muuttujien välillä riippuvuutta. Mikäli p-arvo jää alhaiseksi (alle 0,05), tutkimuksen vastahypoteesi ei jää voimaan ja näin ollen voidaan todeta, että vertailtavien muuttujien välillä on tilastollista riippuvuutta (Nummenmaa 2004, 136 – 137). Mann–Whitneyn testillä testasin onko viljelyvuosilla eroa taimimääriin. Vuosille 2003 – 2004 ja 2005 – 2006

tein testin erikseen, koska viljelyvuodet 2003 ja 2004 ovat vertailukelpoisuudeltaan parempia koealamäärän vuoksi. Kruskal–Wallisin testiä käytin sen sijaan piirien välisen vertailun testaamiseen, koska vertailtavia tekijöitä oli kolme.

4.4.2 Aineiston luokittelu

Aineiston järkevän tulkinnan ja tulosten selkeyttämisen kannalta aineisto oli syytä luokitella. Tärkein luokiteltava tekijä oli männyntaimien määrä, sillä sen avulla sai selville uudistamisen onnistumisen. Luokittelun lähtökohtana käytin Metsähallituksen metsänhoito-ohjetta (2008). Luokkajako (Taulukko 5.) oli järkevintä tehdä siten, että siitä saa suoraan selville mahdolliset kohteet, joissa on tarvetta uusintaviljelylle, kohteet jotka täyttävät Metsähallituksen tavoitetiheyden (1800–2200 kpl/ha) sekä kohteet joissa kylvökohde on onnistunut erityisen hyvin ja taimia on runsaasti. Uusintaviljelyn raja perustuu maa- ja metsätalousministeriön määrittämään vähimmäistaimimäärään Lapissa, joka tuli esille luvussa 2.3. Luontaisen taimiaineksen luokittelu perustui neljään tiheysluokkaan sekä koivun että kuusen osalta. Siemenpuita käsittelevässä luvussa luokkajako on sama kuin aineiston keräysvaiheessa (siemenpuita kuviolla: kyllä/ei)

Taulukko 5. Puulajikohtainen luokittelu tutkimuksessa

Puulajikohtainen luokittelu					
Mänty:	alle 1 100 kpl/ha	Koivu:	0 kpl/ha	Kuusi:	0 kpl/ha
	1100-1800 kpl/ha		500-1000 kpl/ha		500-1000 kpl/ha
	1800-2200kpl/ha		1000-2000 kpl/ha		1000-2000 kpl/ha
	yli 2200 kpl/ha		yli 2000 kpl/ha		yli 2000 kpl/ha

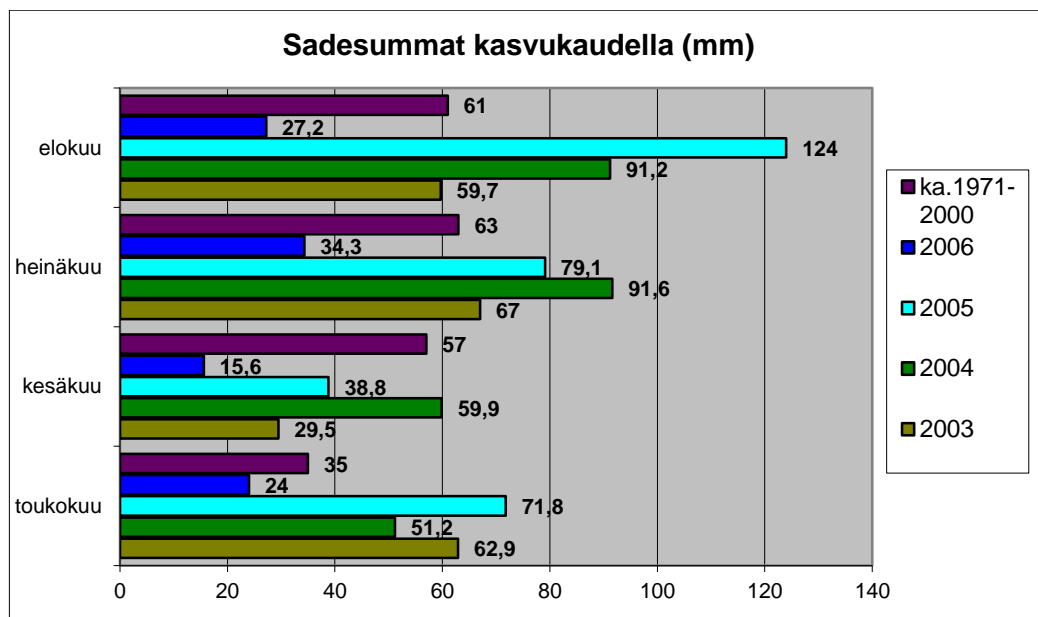
Luokittelin myös tutkimuksessani korkeuden merenpinnasta, joka perustui inventointikuvioiden korkeusjakaumaan. Luokat olivat: 203–232 metriä (m), 233–262 m ja yli 263 m merenpinnasta. Lämpösumman osalta en tehnyt luokittelua, koska käytin Ilmatieteenlaitokselta tilaamiani vuosikohtaisia lämpösumma tietoja, joita vertailin vuotuisiin taimimääriin.

4.4.3 Todellisten lämpö- ja sadesummatietojen käyttö tutkimuksessa

Tehoisan lämpösumman vaihtelu oli kuviotietojen perusteella 686–784 d.d astetta. Metsähallituksen kuvioirekisterissä olevat lämpösummat eivät kuiten-

kaan olleet tutkimuksen kannalta käyttökelpoisia, sillä ne perustuvat pitkäaikaisiin keskiarvoihin. Lapin Ilmatieteen Laitoksen Sodankylän mittausasemalta saatujen tietojen perusteella pystyy osaltaan arvioimaan kylvön onnistumista ja taimimäärien vuosittaista vaihtelua. Tutkimustuloksia tarkastellessa on kuitenkin syytä piittää mielessä, että Ilmatieteenlaitokselta saadun aineiston perusteella voi saada yleiskuvan koko Sodankylän alueen ilmastokehityksestä. Inventoidut kuviot sijaitsevat eri korkeuksilla ja osa hyvin etäällä toisistaan, joten säätekijöiden vaikutusta on syytä arvioida harkiten.

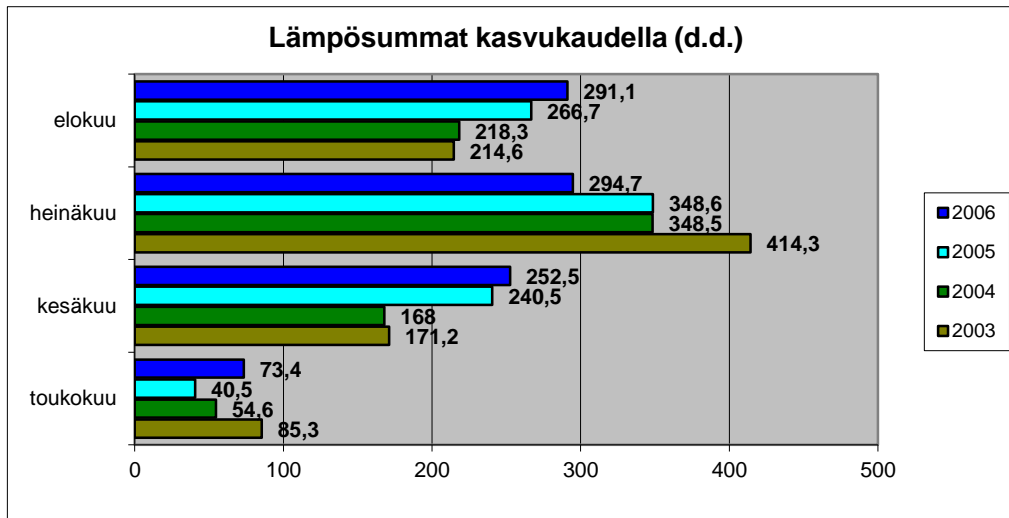
Vuosi 2005 erottuu selkeästi sateisimpana kesänä (Kuvio 1.) Sodankylässä, etenkin loppukesästä sadesumma on ollut selvästi suurempi, verrattuna pitkänajan keskiarvoon sekä muihin vertailu vuosiin. Vuonna 2006 sen sijaan sadesumma on jäänyt selvästi muita vuosia pienemmäksi kaikkina kesäkuukausina. Vuoden 2006 sadesummat ovat jääneet selvästi alle myös pitkänajankeskiarvoista.



Kuvio 1. Sadesummat Sodankylässä vuosina 2003–2006 sekä pitkänajan keskiarvo 1971–2000 (Simola 2011)

Vuonna 2003–2006 välisenä aikana kasvukausi on alkanut aikaisimmillaan 4.5.2006 ja päättynyt myöhäisimmillään 14.10.2005 (Simola 2011). Vuonna 2006 lämpösumman nousu on ollut tasaisempaa touko-elokuun aikana verrattuna muihin vuosiin (Kuvio 2.). Vuosi 2006 on ollut myös selkeästi kuivin, sillä sademäärä on ollut todella alhainen. Vuonna 2003 heinäkuussa läm-

pösumma on kohonnut selvästi muita vuosia isommaksi, mutta laskenut kuitenkin selvästi loppukesää kohden.



Kuvio 2. Lämpösummat (d.d) Sodankylässä kesäkuukausina 2003–2006 (Simola 2011)

5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

5.1 Männyntaimien määrät vuosittain, kuvioittain ja piireittäin

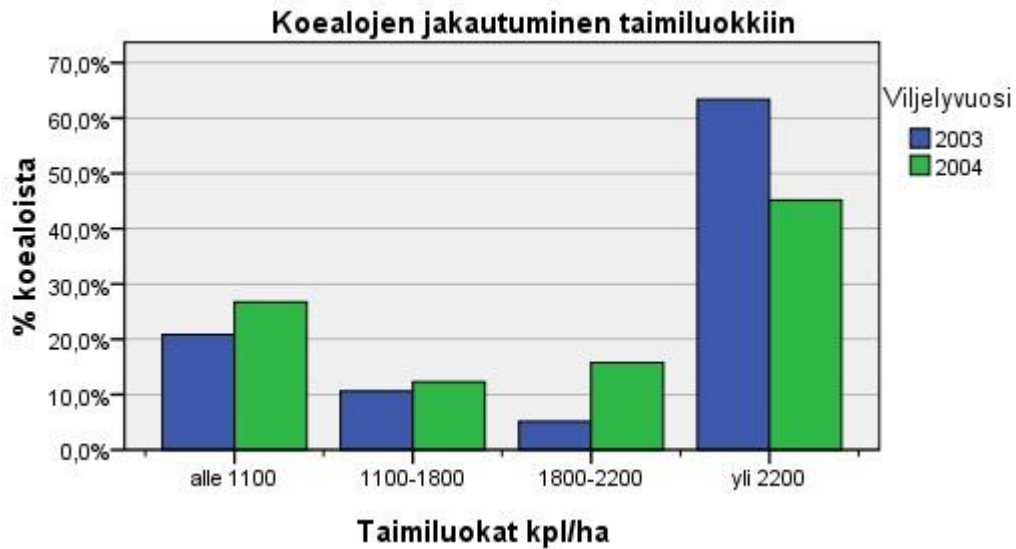
Tutkimukseni tulokset osoittavat, että männyn konekylvöllä on saatu hyviä uudistamistuloksia. Tulokset tukevat aikaisemmista tutkimuksista saatuja hyviä tuloksia. Pelkästään männyntaimien määrää tarkasteltaessa kaikki inventointivuodet mukaan lukien täydennysrajan yläpuolella on yli 70 prosenttia koealoista. Luontainen taimiaines mukaan luettuna keskimääräinen kasvatuskelpoisten taimien määrä täyttää reilusti Metsähallituksen tavoiteteheyden suurimmalla osalla koealoista ja kuvioista. Tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa taimien laskentatapa. Konekylvön onnistumista on arvioitu laskemalla mukaan taimet, jotka ovat vähintään puolen metrin etäisyydellä toisistaan. Taimien kokonaismäärää tässä tutkimuksessa ei ole arvioitu.

5.1.1 Männyn taimimäärien vuosivertailu

Tutkimuksessa mukana olleet viljelyvuodet eivät olleet kaikilta osin vertailukelpoisia vähäisen koealamäärän vuoksi. Viljelyvuosilta 2003 ja 2004 koealoja oli kuitenkin reilusti ja niiden välinen vertailu onnistui hyvin. Viljelyvuosilta 2005 ja 2006 koealoja ei tullut kuitenkaan niin paljon, joten tulokset näiden vuosien osalta ovat enemmän suuntaa antavia ja tämän vuoksi ne on käsitelty erillisinä. Taimimäärien vertailussa on huomioitu pelkästään männyn kasvatuskelpoiset taimet.

Vuonna 2004 täydennysrajan (Kuvio 3.) alapuolelle jäi 20,9 prosenttia, kun vuonna 2003 koealoista vastaavassa luokassa oli enemmän koealoja (26,8 %). Taimiluokassa 1100–1800 oli vähiten koealoja molempien viljelyvuosien osalta. Vuosien välinen ero kyseissä luokassa oli ainoastaan prosentin luokkaa. Selkeä ero vuosien välillä oli sen sijaan kahdessa viimeisessä luokassa. Metsähallituksen käyttämä tavoiteteheys (1 800–2 200 kpl/ha) täyttyi viljelyvuonna 2003 hieman yli viidellä prosentilla koealoista, kun vuonna 2004 vastaavassa luokassa oli kolme kertaa enemmän koealoja. Viljelyvuosien erot kääntyvät kuitenkin toisinpäin viimeisessä luokassa, joka kuvastaa hyvää taimiteheyttä. Viljelyvuoden 2003 kaikista koealoista 63,4 prosenttia oli luokassa yli 2 200, joka on mielestäni erittäin hyvä tulos. Viljelyvuonna 2004 erot luokkien välillä ovat tasaisemmat, minkä vuoksi yli 2 200 taimen luokassa oli

koealoja ainoastaan 45,2 prosenttia, mikä sinänsä on mielestäni myös erittäin hyvä tulos.



Kuvio 3. Koealat taimiluokkakohteisesti viljelyvuosina 2003 ja 2004

Viljelyvuonna 2003 tehtyjen kylvöjen onnistumisesta kertoo hyvin männyntaimien korkea keskiarvo sekä mediaani (Taulukko 6.). Keskiarvossa sekä mediaanissa on mukana pelkästään kasvatuskelpoiset männyntaimet. Seuraavan viljelyvuoden (2004) männyn taimimäärän keskimääräinen arvo ja mediaani jää selvästi alhaisemmaksi kuin vuonna 2003, mutta täyttää kuitenkin tavoitellun taimitiheyden. Viljelyvuosien välisestä erosta taimimäärien perusteella kertoo myös Mann–Whitneyn testi (p-arvo 0,000). Huomion arvoisinta viljelyvuosien välillä ovat suuret erot tavoiteteiheysluokassa sekä viimeisessä luokassa, jossa koealat olivat parhaiten onnistuneita. Alemmissä taimiluokissa erot ovat melko pieniä.

Taulukko 6. Inventointivuosien koealamäärät, taimimäärän keskiarvo ja mediaani

Vuosi	Koealojen määrä	Keskiarvo (kpl/ha)	Mediaani
2003	254	3045	3000
2004	228	2153	2000
2005	58	1724	1750
2006	44	1159	1000
Kaikki vuodet	584	2423	2000

Kuten aikaisemmin mainitsin viljelyvuosien 2005 ja 2006 osalta aineisto ei ole vertailukelpoinen vuosiin 2003 ja 2004, minkä vuoksi käsittelen aineiston

erikseen. Viljelyvuodelta 2005 koealoja tuli vain 58 ja vuodelta 2006 koealoja oli ainoastaan 44 kappaletta, joten tulokset eivät anna kovin tarkkaa kokonaiskuvaa taimimääristä (Taulukko 6.).

Viljelyvuoden 2005 koealoista suuri osa jäi täydennysrajan alittavaan luokkaan (32,8 %) ja vuoden 2006 koealoista vastaavassa luokassa oli peräti 63,6 prosenttia koealoista. Vuonna 2005 tavoiteteiheyttä täytti kuitenkin noin kolmasosalla koealoista (34,5 %) ja viimeisessä taimiluokassa prosentuaalinen osuus oli 27,6. Sen sijaan vuoden 2006 kohteilla tavoiteteiheyttä täytti ainoastaan pienellä osalla koealoista (4,5 %) ja parhaimmassa taimiteiheyssluokassa koealojen osuus jäi myös pienemmäksi (18,2 %) kuin vuonna 2005. Vuoden 2006 heikompi taimiteiheyttä näkyy vielä selvimmin vertailtaessa viljelyvuosien välisiä taimimääriä keskiarvolla ja mediaanilla mitattuna (Taulukko 6.). Mediaanin perusteella viljelyvuoden 2006 koealojen taimimäärä jää alle täydennysrajan, mutta tästä ei kuitenkaan voi tehdä suurempia johtopäätöksiä, koska koealamäärä on niin alhainen. Myös Mann–Whitneyn testin perusteella kyseisten vuosien välillä on eroa taimimäärien perusteella (p-arvo 0,02).

Tyhjien koealojen määrä jäi melko alhaiseksi kaikki inventointivuodet mukaan lukien. Tyhjien koealojen osuus kaikista koealoista (584 kpl) oli ainoastaan 8,4 prosenttia, kun huomioidaan pelkästään kasvatuskelpoisten männyn- taimien määrä koealoilla. Luontainen puuaineksestä täydensi koealojen taimimäärää hyvin, sillä kaikki puulajit mukaan lukien tyhjien koealojen määrä laski alle neljään prosenttiin kaikista koealoista. Viljelyvuoden 2003 ja 2004 koealoista täysin tyhjiä oli niin ikään hieman alle neljä prosenttia (3,5 % ja 3,9 %). Vastaavat luvut viljelyvuosina 2005 ja 2006 olivat alle kaksi (1,7 %) ja yhdeksän prosenttia. Tyhjien koealojen vähäisen osuuden perusteella taimet ovat tasaisesti jakautuneet ja suuria aukkoja ei ole kehittymässä inventointialueen taimikoihin, etenkin jos huomioidaan luontaisen puuaineksen täydentävä vaikutus.

Tässä tutkimuksessa kehityskelpoisiksi luettavien männyn- taimien määrä on samaa luokkaa mitä aikaisemmin Lapissa tehdyissä kokeissa. Tutkimusten

vertailussa on otettava huomioon alueiden sijainti, minkä vuoksi järkevin vertailukohta on nimenomaan Pohjois-Suomessa tehdyt tutkimukset.

Hyppönen on (1998, 68) tutkinut koneellisen männynkylvön onnistumista Länsi-Lapissa, jonka tulokset olivat erittäin hyvät. Kylvöaloilla oli muokkausjäljessä keskimäärin noin 3 100 männyntainta hehtaarilla, kun kasvatuskelpoisten taimien minimietäisyys oli 80 senttimetriä. Hyppösen tutkimuksessa uudistusalaakohtainen vaihtelu on suurta, sillä enimmillään taimia oli reilu 8 000 kappaletta hehtaarilla (kpl/ha) ja vähimmillään alle 300 kpl/ha.

Riipi (2008, 22) sekä Sarriolehto (2001, 20) tutkivat opinnäytetöissään nimenomaan Sodankylän eteläosien taimitiheyksiä konekylvöalueilla. Molemmat käyttivät laskentatavassa samaa kasvatuskelpoisten taimimäärien minimietäisyyttä kuin Hyppönen. Tämä on varmasti yksi syy siihen, miksi Riipin ja Sarriolehdon tutkimuksissa keskimääräinen taimimäärä on alhaisempi kuin omassa tutkimuksessani (Taulukko 7.). Toisaalta Riipi sekä Sarriolehto ovat lukeneet mukaan kaikki kasvatuskelpoiset puulajit. Suuret vuosittaiset vaihtelut taimimäärissä johtuvat pitkälti erilaisista kasvuolosuhteista, jonka on todennut myös Kinnunen omassa tutkimuksessaan (1982, 17). Muita konekylvötutkimuksista saatuja tuloksia nähtävissä taulukossa 7.

Taulukko 7. Aiemmat konekylvötutkimukset (Kinnunen 2003, 71)

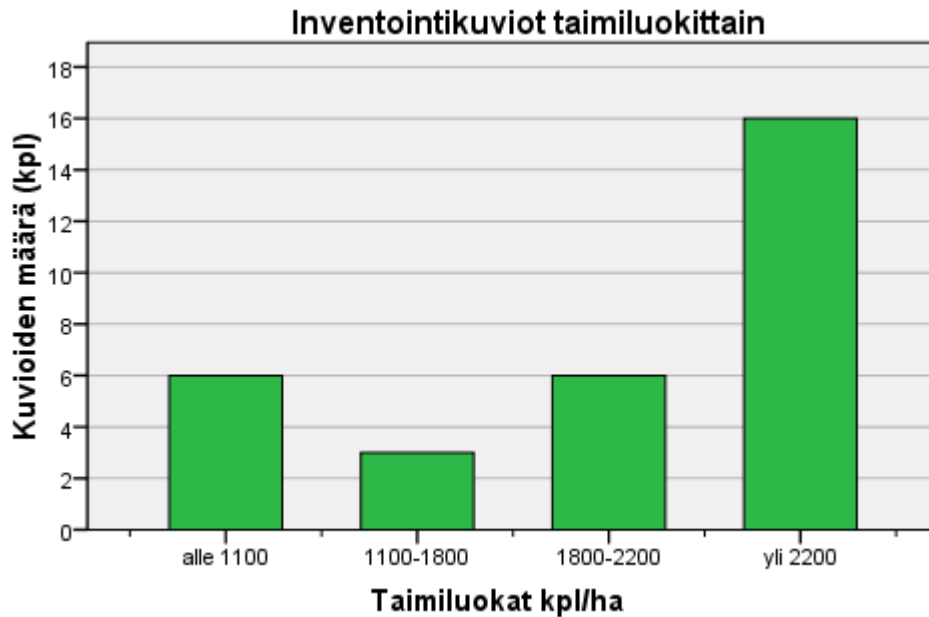
Tekijä ja aika	Kylvövuosi	Metsätyyppi	Keskimääräinen taimimäärä
Ari, 1997	1989-1991	MT, VT, CT	1993
Niskanen, 1991	1990	VT	2500
Raitio, 1995	1990	VT	1977
Säike, 1998	1993-94	VT	1356
Säike, 1998	1993-94	MT	808
Sampo, 1999	1993	VT	2000
Ylänen, 2000	1994-97	VT, MT	1500
Kinnunen 2003	1994-1996	VT	2447
Kinnunen 2003	1994-1996	MT	2013
Hyppönen, 1998	1991-1994		2800
Hinkula, 2006	1998,2002	EVT,VMT	3500*
Riipi, 2008	2003-2004		1938*
Sarriolehto, 2001			1850*
Oma tutkimus, 2011	2003-2006		2423
*Mukana luontainen taimiaines			

5.1.2 Männyntaimien määrä kuvioittain

Metsäsuunnittelu perustuu pitkälti kuviokohtaisen tiedon käsittelyyn, jonka vuoksi tutkimusaineiston kuviokohtainen vertailu on tarkoituksenmukaista. Kuvioiden jakautuminen taimiluokkiin ja vertailu on perusteltua suorittaa kuviottaisten taimimäärien mediaanin perusteella, jolloin yksittäisten koealojen tulokset eivät painotu liikaa. Tutkimuksessa inventoitavia kuvioita oli yhteensä 31 kappaletta, joista eniten – 15:sta kappaletta oli piirin 24 alueella. Piirin 25 alueella kuvioita oli yhdeksän ja piirin 26 alueella seitsemän kappaletta.

Kuviosta 4. voi nähdä hyvin, kuinka inventointikuviot jakautuivat taimiluokkiin kasvatuskelpoisten männyntaimien kuviokohtaisen mediaanin perusteella. Tavoitetiheysluokassa on kuusi kappaletta inventointikuvioista, mutta kuvioiden mediaanitaimimäärä ylittyi peräti 16:sta kuviolla. Tulos on hyvä, kun otetaan huomioon, että laskennassa on mukana pelkästään mäntyntaimien määrät. Täydennysrajan (1 100kpl/ha) alapuolella on kuusi kuviota, mutta luontainen taimiaines huomioiden täydennysraja täyttyy kaikilla kuvioilla, sillä kuten aikaisemmin on tullut esille (ks. luku 2.3) Suomen metsäkeskuksen, La-

pin alueyksikön alueella sallitaan 50 prosentin hieskoivusekoitus männyn-
taimikon vähimmäismäärään (MMM 15§ 2011).



Kuvio 4. Inventointikuviot (31 kpl) taimiluokkakohtaisesti

Kasvatuskelpoisia männyntaimia oli heikoiten vuonna 2006 viljellyllä kuviolla (piiri 26), jossa taimimäärän mediaani jäi 1 000 runkoon hehtaarilla (\bar{x} 928). Muilla täydennysrajan alittaneilla kuviolla männyntaimien mediaani on sama 1 000 kpl/ha, mutta keskiarvo on suurempi. Luontaisesti syntynyttä koivua on muuten vähätaimisilla kuvioilla keskimäärin 300 kpl/ha ja kuusta 80 kpl/ha, joten täydennysviljelylle ei näin ollen ole tarvetta. Parhaimmillaan männyntaimien kuviokohtainen mediaani oli 6 250 tainta hehtaarilla (\bar{x} 6 250 kpl/ha). Kuvio sijaitsi piirin 24 alueella ja oli viljelty vuonna 2003. Kaikkien inventointikuvioiden mediaani oli 2 222 kpl/ha ja keskiarvo hieman suurempi, 2 432 kpl/ha

Kahdella inventointikuvioista oli tehty muihin kuvioihin verrattuna poikkeuksellisia uudistamiseen liittyviä järjestelyjä. Yksi vuonna 2006 viljellyistä kuvioista (piiri 26) oli kulotettu konekylvöä edeltävänä kesänä. Kuvio oli kuivahkoa kangasta, jonka humuskerros oli ilmeisesti alun perin ollut melko ohut, sillä muokkausjäljen välissä näkyi paikoin pahasti palaneita kohtia, jossa humuskerroksesta ei juuri ollut tietoa. Maanmuokkaus oli paikoin epäonnistunut maaperän kivisyyden vuoksi, mikä on varmasti osaltaan vaikuttanut kuvion alhaiseen taimimäärään. Männyn taimimäärän mediaani jäi 1 000 taimeen

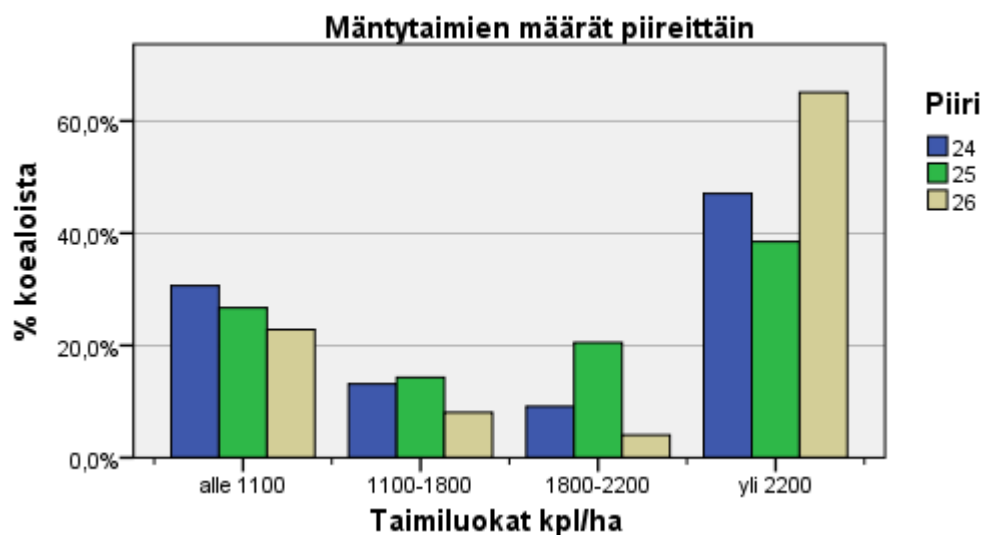
hehtaarilla (\bar{x} 1 369kpl/ha), mutta myös tällä kuviolla luontainen taimiaines täydentää kuviota riittävästi, kuten aikaisemmin tuli esille. Kuvion heikkoon taimettumiseen on vaikuttanut todennäköisesti myös vuoden 2006 liian kuiva alkukesä, mikä käy ilmi tarkemmin luvussa 6.3.

Perusolettamus kuitenkin on, että kulotus parantaa taimettumisen edellytyksiä kuten olen aikaisemmin maininnut (Luku 3.1.1). Tätä tukee myös Lieksassa tehty tarkempi tutkimus, jossa kulotettu ja muokattu maapohja todettiin siementen varhaiskehityksen kannalta otollisimmaksi. Tuloksiin vaikutti kuitenkin erilaiset sääolot viljelyvuosina. (Pitkänen–Järvinen–Turunen–Kolström–Kouki 2005, 391)

Toinen poikkeava kuvio oli piirin 25 alueella. Kuvio oli alun perin kylvetty manuaalisesti yhdeksänkymmentäluvun puolella, mutta taimettuminen oli epäonnistunut jostain syystä, sillä kuvio oli konekylvetty vuonna 2004. Männyntaimia oli aikaisemman kylvön jäljiltä jonkin verran, jotka erottuivat pituuden puolesta selkeästi konekylvetyistä taimista. Konekylvöllä oli saavutettu onnistunut tulos, sillä kuvion taimimäärän mediaani oli 2 750 kappaletta hehtaarilla (\bar{x} 2 545 kpl/ha). Luontaisesti syntynyt puuaines ja käsinkylvetyt taimet huomioiden kuvion taimettuminen oli vähintäänkin onnistunut.

5.1.3 Männyntaimien määrä piireittäin

Männyntaimien piireittäisen vertailun tarkoituksena on kartoittaa kuinka kasvatuskelpoisten kylvötaimien määrät vaihtelevat Sodankylän eteläpuolella. Piirin 24 alueella koealoja oli 46,9 prosenttia (274 kpl) kaikista tutkimuksen käsittävistä koealoista. Piirin 25 ja 26 alueella vastaavat luvut olivat 27,6 (161 kpl) ja 25,5 prosenttia (149 kpl). Piirittäisessä vertailussa on mukana kaikki inventointivuodet, koska tarkoitus on verrata nimenomaan aluekohtaisia taimimääriä.



Kuvio 5. Mäntytaimien määrät kolmen piirin alueella taimiluokittain

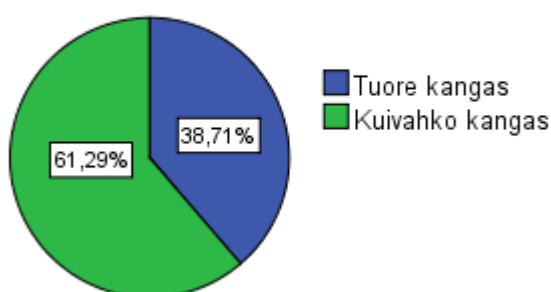
Piirin 24 alueella oli eniten koealoja, jotka olivat heikoimmassa taimiluokassa (30,7 %), mikä selittynee inventointikuvioiden paikoin runsaalla kivisyydellä (Kuvio 5.). Piirin 25 alueella samassa taimiluokassa koealojen suhteellinen osuus jäi 26,7 prosenttiin ja piirin 26 alueella täydennysraja alittui 22,8 prosentilla koealoista. Taimiluokassa 1 100–1 800 koealoja oli vähiten koealoja jokaisen piirin alueella. Piirillä 25, koealoista 14,3 prosenttia oli kyseisessä luokassa ja vähiten oli piirillä 26 (8,1 %). Suurimmat erot piirien välillä ovat kahdessa viimeisessä luokassa, jossa taimia on vähintään tavoiteteheyden verran. Kuten aikaisemmin esitetyt vertailut osoittavat suurin osa koealoista on luokassa yli 2 200 kpl/ha, mutta alueellisesti taimitiheys on selvästi suurin piirin 26 alueella.

Piirin 26 onnistuneesta taimettumisesta kertoo hyvin kehityskelpoisten mäntytaimien mediaani, joka oli 3 000 kpl/ha (\bar{x} 2 828 kpl/ha). Kahdella muulla piirillä mediaani jää 2 000 taimeen hehtaarilla, mutta taimettuminen voidaan katsoa kuitenkin onnistuneeksi. Piirillä 25 taimia oli keskimäärin 1972 kpl/ha ja piirillä 24 keskiarvo oli selvästi suurempi: 2 468 kpl/ha. Kruskal–Wallisin testin perusteella (p-arvo 0,000) voidaan myös sanoa, että erot piirien taimimäärissä ovat selkeitä ja tilastollisesti merkitseviä. Kokonaisuutena ajatellen taimettuminen on onnistunut kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden piirien alueilla, mutta tarkempi analyysi vaatisi kaikkien kasvuoloihin vaikuttavien tekijöiden huomioimista ja mahdollisesti myös lisäkoealoja.

5.2 Kasvupaikan ja maalajin jakautuminen kuviottain

Kasvupaikkaa ja maalajia koskevat tiedot ovat tässä tutkimuksessa kuviokohtaisia. Kuviot jakoutuivat kuivahkon ja tuoreen kankaan kasvupaikkoihin. Konekylvöä käytetään pääosin kuivahkolla kankaalla, jonka vuoksi on hieman yllättävää, että inventointikuvioista miltei 40 prosenttia oli tuoreita kankaita (Kuvio 6). Tosin karkearakeiset tuoreen kankaan kasvupaikat sopivat konekylvökohteiksi ja on myös syytä kuitenkin huomioida, että tutkimuksen kuviojoukko on pieni ja ei näin ollen anna kovin edustavaa kuvaa konekylvön käytöstä eri kasvupaikoilla Sodankylän eteläosissa.

Inventointikuviot kasvupaikoittain



Kuvio 6 Inventointikuviot kasvupaikkojen perusteella (kaikki inventointivuodet)

Muihin tutkimuksiin (Kinnunen 2002, 49; Hinkula 2006, 34) verrattuna kasvupaikkakohtainen ero taimimäärissä on odotetun kaltainen, sillä kuivahkon kankaan kuvioiden taimimäärän mediaani on 2 382 kpl/ha (\bar{x} 2 596 kpl/ha) ja tuoreella kankaalla mediaani jää 2075 taimeen hehtaarilla (\bar{x} 2 174 kpl/ha). Viljelyvuoden 2003 inventointikuvioista 12:sta oli kuivahkoa kangasta ja ainoastaan yksi kuvio oli tuoretta kangasta. Vuoden 2004 kuviot olivat sen sijaan jakautuneet tasaisemmin kasvupaikoittain, sillä kuivahkon kankaan kuvioita oli kahdeksan ja tuoreen kankaan kuvioita oli viisi. Tämä on todennäköisesti yksi selittävä tekijä, miksi viljelyvuoden 2003 kohteilla taimimäärä on suurempi. Muiden inventointivuosien kasvupaikka vertailu ei ollut järkevää, koska kuvioita oli niin vähän.

Vaikka suurin osa tutkimuksista osoittaa, että kuivat ja kuivahkot kankaat soveltuvat männyn konekylvöön tuoreita kankaita paremmin, on olemassa myös toisenlaisia tuloksia, joissa kasvupaikkatyypillä ei ole ollut vaikutusta

taimimääriin (Rummukainen ym. 2011, 13). Länsi-Lapissa tehdyn tutkimuksen mukaan taimimäärissä ei ollut merkitseviä eroja millään puulajilla tuoreen ja kuivahkon kankaan välillä (Hyppönen 1998, 69). Kuten aikaisemmin toin esille (ks. luku 3.1.1) Hyppösen tutkimuksessa mukana olleet tuoreen kankaan kuviot olivat maalajiltaan keskikarkeita, joten taimet eivät näin ollen olleet alttiita rousteelle, mikä on osaltaan vaikuttanut onnistuneeseen tulokseen.

Tutkimuksessa mukana olleiden inventointikuvioiden maalajit koostuivat ainoastaan moreenimaista. Kuviokohtaiset maalajitiedot ovat ryhmitelty ainoastaan keskikarkeaan ja hienoainesmoreeniin, jotka kuitenkin kertovat riittävästi konekylvön soveltuvuudesta kohteelle. Hienoainesmoreeni käsittää maalajiryhmältään hienot moreenimaat, joita ovat hieno hietamoreeni, hiesumoreeni ja savimoreeni. Keskikarkea moreeni käsittää sen sijaan keskikarkeat maalajit, joita ovat hiekkamoreeni ja karkea hietamoreeni. Inventointikuvioista noin 90 prosenttia oli maalajiltaan keskikarkeaa moreenia ja alle 10 prosenttia hienoainesmoreenia (Kuvio 7.). Maalajit voivat kuitenkin vaihdella kasvupaikkojen tapaan kuvioiden sisällä, jolla on vaikutusta taimettumiseen. Näin ollen osa koealoista saattoi olla karkeampaa moreenia kuten soramoreeni.



Kuvio 7. Inventointikuviot maalajeittain

Kuviot, jotka olivat maalajiltaan pääasiassa keskikarkeaa moreenia, taimimäärän mediaani oli 2 302 kpl/ha ja keskiarvo 2 476 kpl/ha. Pääasiassa hienoainesmoreenia olevien kuvioiden mediaani oli tässä tutkimuksessa 1 823 kpl/ha ja keskiarvo 2 030 kpl/ha. Maalajin ollessa hienojakoista männynkylvö on todettu onnistuvan yleensä heikommin kuin karkeammilla mailla kuten aikaisemmin mainitsin. Tässä tutkimuksessa tulokset olivat samansuuntaiset,

mutta mistään taimettumisen epäonnistumisesta ei voida kuitenkaan puhua, oli maalaji sitten keskikarkeaa tai hienoainesmoreenia.

Maan raekoostumuksella ei kuitenkaan aina ole merkitystä männynkylvön onnistumiseen. Tämän totesi Wall–Kubin (2000, 14) omassa tutkimuksessaan, missä he saivat onnistuneita taimettumistuloksia myös hienojakoisilta mailta. Syyksi tähän he arvelivat koekenttien vähäsavisuuden sekä korkean topografisen sijainnin. Kasvualustan laadun vaikutuksella ei ole todettu myöskään olevan niin suurta merkitystä mikäli alkukesästä kosteutta ja lämpöä on riittävästi. Tässä tutkimuksessa ei ole kuitenkaan järkevää lähteä vertailemaan kasvualustan ja säätekijöiden välistä vaikutusta taimimääriin vähäisten tietojen takia.

5.3 Maanmuokkauksen onnistuminen kuvioilla

Maanmuokkauksen arvioinnissa käyttämäni luokittelu on vain kaksijakoinen (onnistunut/epäonnistunut), mutta oleellista tutkimuksessa oli tuoda esille ne kuviot, joissa maanmuokkaus oli selkeästi epäonnistunut. Onnistuneilla kuvioilla maanmuokkausjälki oli laadultaan tasaista koko kuvioilla ja maanpintaa oli rikottu riittävästi onnistuneen taimettumisen perusteella. Maanmuokkaus oli onnistunut suurimmalla osalla kuvioista (29 kpl), mikä näkyi selvästi suurempana taimimääränä kuin heikosti muokatuilla kuvioilla (2 kpl).

Onnistuneesti muokatuilla kuvioilla männynntaimien mediaani oli miltei 2 400 tainta hehtaarilla (\bar{x} 2 521 kpl/ha), mikä täyttää selvästi Metsähallituksen tavoitetiheyden. Maanmuokkauksen kannalta epäonnistuneilla kuvioilla männynntaimien mediaani jäi vain noin 1 100 taimeen hehtaarilla (\bar{x} 1 145 kpl/ha). Piirillä 24 sijaitsevalla kuviolla heikko taimettuminen johtui suurella todennäköisyydellä maaperän runsaasta kivisyystä (Kuvio 6). Kuvion sisällä oli kuitenkin muutamia kohtia, joissa kivisyys ei ollut haitannut maanmuokkausta ja näissä paikoissa taimettuminen oli onnistunut hyvin. Toinen epäonnistunut kuvio sijaitsi piirin 26 alueella, jossa maanmuokkauksen voimakkuus oli ollut erittäin heikko, sillä paikoin muokkausjälkeä ei erottanut ollenkaan. Taimia oli laikuittain, josta kertoo tyhjien koealojen (38,1 %) suuri määrä. Kuvio oli konekylvetty vuonna 2006, joten sääolot eivät ole myöskään olleet siementen itämiselle otolliset.



Kuvio 6. Erittäin kivinen inventointikuvio piirillä 24

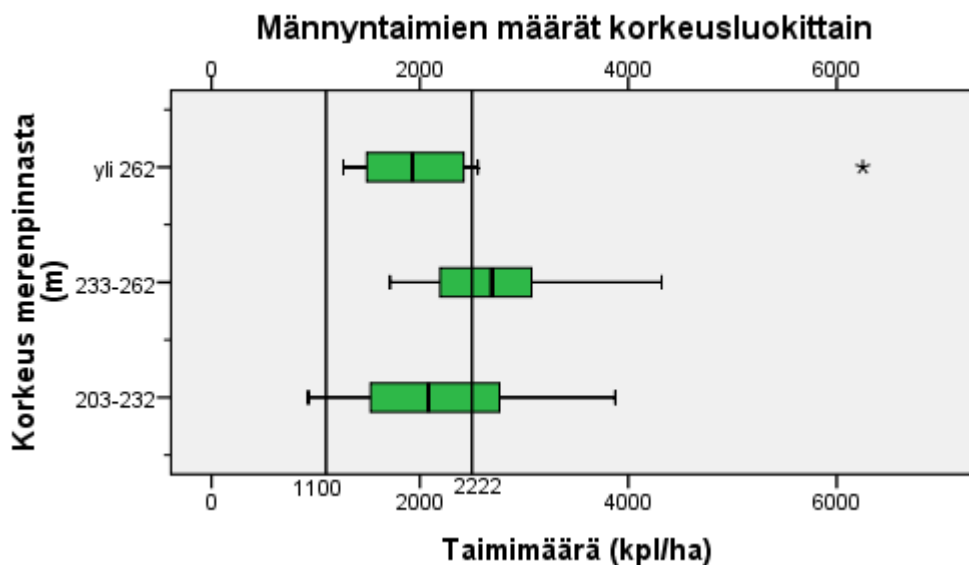
Merkitsin kuvioilta myös kivisyyden lisäksi muita kuviokohtaisia lisämääreitä eli työvaikeustekijöitä, joilla näyttää olevan hieman vaikutusta maanmuokkauksen laatuun kuviokohtaisen taimimäärän perusteella. Kuvioilla, joilla ei ollut mitään taimettumista mahdollisesta haittaavia tekijöitä, kasvatuskelpoisten mäntytaimien mediaani oli 2 470 kpl/ha (Kuvioita 18 kpl). Kivisillä kuvioilla taimimäärän mediaani jäi sen sijaan 2 200 taimeen hehtaarilla (Kuvioita 9 kpl). Kallioisilla (Kuvioita 2 kpl) tai kunntaisilla (Kuvioita 2 kpl) kuvioilla männyntaimien määrä jäi vieläkin alhaisemmaksi, sillä männyntaimien mediaani oli 2 000 kpl/ha. Maalajin ja kasvupaikan lisäksi muilla kasvualustan ominaisuuksilla näyttää näin ollen olevan vaikutusta taimettumiseen. Kuvioittainen arviointi ei tietenkään kerro koko totuutta edellä mainituista haittatekijöistä, sillä kasvualustan ominaisuudet voivat vaihdella maalajin ja kasvupaikan tapaan. Tuloksia voidaan kuitenkin pitää hyvin suuntaa antavina.

5.4 Korkeuden, lämpö- ja sadesumman vaikutus taimimääriin

5.4.1 Korkeuden vaikutus männyntaimien määriin.

Inventointikuvioiden korkeus merenpinnasta vaihteli välillä 203–292 metriä. Korkeustiedot eivät ole näin ollen koealakohtaisia, mikä voi hieman vaikuttaa tuloksiin. Inventointikuviot jakautuivat korkeusluokkiin tasaisesti. Viimeisessä (yli 262 m) luokassa oli loput 11:sta kuviota. Korkeusluokkien mukaisen jaottelun perusteella taimettuminen oli onnistunut parhaiten kuvioilla, joissa kor-

keus vaihteli välillä 233–262 metriä (Kuvio 7.). Kyseisessä luokassa kuvioi-
den taimimäärän mediaani oli 2 692 tainta hehtaarilla ja kuvioiden keskimää-
räinen taimitiheys oli välillä 929–3 875 tainta hehtaarilla. Taimettuminen oli
onnistunut sen sijaan huonoiten kuvioilla, jotka sijaitsivat yli 262 metrin kor-
keudessa merenpinnasta. Näillä kuvioilla taimimäärän mediaani oli 1 928
kpl/ha ja keskiarvon vaihteluväli oli 1 266–6 250 kpl/ha.



Kuvio 7. Inventointikuvioiden korkeusluokittaiset männnytaimimäärät

Olisi voinut olettaa, että taimimäärät laskisivat tasaisesti mitä korkeammalla merenpinnasta ollaan. Ylimmän ja alimman korkeusluokan ero taimimäärän mediaanilla mitattuna ei ole kuitenkaan kovin suuri. Tämän tutkimuksen perusteella voi kuitenkin olettaa, että taimettuminen heikentyy, kun ollaan yli 262 metrin korkeudella. Taimettumisen onnistumiseen vaikuttaa kuitenkin moni tekijä, joiden yhtä aikainen huomioiminen on hankalaa. Pohjois-Suomessa tehty laajempi tutkimus kuitenkin osoittaa korkeuden lisääntymisen vaikuttavan vähentävästi kehityskelpoisten kylvötaimien määrään. Sen sijaan istutustaimien määrässä eroa ei niinkään syntynyt. (Hallikainen–Hyppönen–Jalkanen–Mäkitalo 2004, 13.)

5.4.2 Lämpö- ja sadesumman vaikutus taimimääriin.

Inventointivuodet 2003 ja 2004 ovat lämpö- ja sadesummat huomioiden parhaimmat vertailukohtat tässä tutkimuksessa, sillä tutkimusaineisto painottuu kyseisille vuosille. Kuten aikaisemmin olen todennut, siementen itämisen

kannalta on tärkeää, että alkukesä on kostea ja riittävän lämmin (ks. luku 3.1.3), minkä vuoksi kyseisten tekijöiden huomioiminen tässä tutkimuksessa on paikallaan. Tässä luvussa esitetyt lämpö- ja sadesummatiedot perustuvat aikaisemmin tekstissä esille tuotuihin lämpö- ja sadesummatietoihin (ks. luku 4.4.3).

Viljelyvuonna 2003 taimettuminen oli onnistunut selvästi paremmin muihin vuosiin verrattuna, vaikka pelkästään kasvatuskelpoiset männyntaimet huomioiden (Taulukko 8). Lämpösummien perusteella kesä- ja toukokuun keskimääräinen vuorokausilämpötila oli vuosina 2003 ja 2004 miltei sama ja sadesummissakaan ei ollut suuria eroja. Siementen itämisen kannalta sääolot ovat olleet molempina vuosina näin ollen suhteellisen samat. Yksi syy vuosien väliseen eroon taimimäärissä mitattuna, voi johtua sen sijaan kasvukauden keski- ja loppuvaiheen sääoloista. Erityisesti heinäkuu oli selkeästi lämpimmin vuonna 2003, minkä vuoksi hyvin itäneiden siementen kehitys on voinut olla nopeampaa ja niistä on muodostunut näin ollen vahvempia. Vuonna 2004 sademäärä oli sen sijaan selvästi suurempi kuin vuonna 2003, minkä vuoksi kasvualustan lämpöolot eivät ole olleet niin hyvät.

Inventointivuosilta 2005 ja 2006 kasvatuskelpoisten männyntaimien määrät ovat suuntaa antavia, kuten olen aikaisemmin maininnut. Vuonna 2005 lämpösumma oli korkeampi kuin kahtena edellisenä vuonna (Taulukko 8), mutta sadesumma oli samaa luokkaa vuoden 2004 kanssa. Vuonna 2005 siementen itämisellä on ollut kosteuden puolesta hyvät olosuhteet, kun katsotaan kuukausikohtaisia sadesummatietoja. Myös kasvukauden alku- sekä loppupuolella lämpösummat ovat olleet männyn itämiselle hyvät, kun otetaan huomioon alueen maantieteellinen sijainti. Mikäli viljelyvuodelta 2005 olisi ollut enemmän koealatietao taimimääristä, on todennäköistä, että tulokset olisivat olleet hieman paremmat. Sen sijaan vuoden 2006 taimimäärät voivat pitää lämpö- ja sadesumman perusteella paikkansa, sillä kesä 2006 oli selkeästi kuivempi jo alkukeväästä, minkä vuoksi itäminen on todennäköisesti epäonnistunut.

Taulukko 8. Männyntaimien määrät viljelyvuosittain sekä vuosittaiset lämpö- ja sadesummatiedot

Viljelyvuosi	Keskiarvo (kpl/ha)	Mediaani (kpl/ha)	Lämpösumma (d.d.)	Sadesumma (mm)
2003	3045	3000	962	243
2004	2153	2000	836	343
2005	1724	1750	1025	330
2006	1159	1000	1005	170

Tulevaisuuden metsänviljelyssä on hyvä ottaa huomioon mahdollisesta ilmastonlämpenemisestä aiheutuvat muutokset, sillä jos ennusteet toteutuvat muutoksilla voi olla positiivisia vaikutuksia vaikka pelkästään metsien uudistamisen näkökulmasta. Ilmastoskenaarioiden perusteella on oletettavissa, että ilmasto lämpenee vuoteen 2050 mennessä noin kolme celsius astetta. Suomessa tämä tarkoittaisi ilmaston muuttumista 500 kilometriä etelämmäksi tehoisalla lämpösummalla mitattuna. Pohjois-Suomessa lämpötilan ja sademäärän on arvioitu nousevan jonkin verran Etelä-Suomea enemmän. (Päivinen–Heinonen–Korhonen–Leinonen 2011, 17.)

Ilmastonmuutoksen myötä Suomen metsien kasvun odotetaan parantuvan. Kasvun ennakoitaan olevan suhteellisesti suurempi pohjoisessa kuin etelässä. Pohjoisessa etenkin männyn ja kuusen kasvuedellytykset paranisivat entisestään. (Päivinen ym. 2011, 17.) Ilmaston lämpenemisen odotetaan parantavan metsien kasvun lisäksi myös luontaisen uudistamisen edellytyksiä puulajista riippumatta etenkin Pohjois-Suomessa (Riikonen–Vapaavuori 2005, 112). Toisaalta koivun kasvu paranee myös lämpötilan nousun seurauksena, minkä vuoksi männyn luontainen uudistaminen vaikeutuu ja taimikonhoitotarve kasvaa (Poteri 2007, 22). Kaikkiin ennusteisiin pitää ja tulee suhtautua varauksella, mutta ottaen huomioon metsien pitkät kiertoajat erilaisia näkökulmia on hyvä hakea tulevaisuuden varalta, sillä kuten olen useammassa kohdassa maininnut riittävä lämpötila ja kosteus ovat perusedellytyksiä esimerkiksi konekylvön onnistumiselle.

5.5 Luontaisesti syntynyt puuaines

Uudistusaloille syntyy tavallisesti kylvettyjen taimien lisäksi luontaista taimiainesta, tavallisesti koivua ja kuusta. Luontaisen taimiaineksen runsaus riippuu pitkälti siitä kuinka hyviä siemenvuosia on odotettavissa. Koivun siemenvuodet ovat olleet melko heikkoja vuosien 2003–2006 aikana. Parhain vuosi kyseisellä aikavälillä oli 2003, jolloin siemensadon ennustettiin olevan keskinertainen. Huonoin koivun siemenvuosi oli sen sijaan vuosi 2005, jolloin Metsätieteenlaitos ennusti siemensadon olevan keskimääräistä heikompi. (Metsäntutkimuslaitos 2003–2006.)

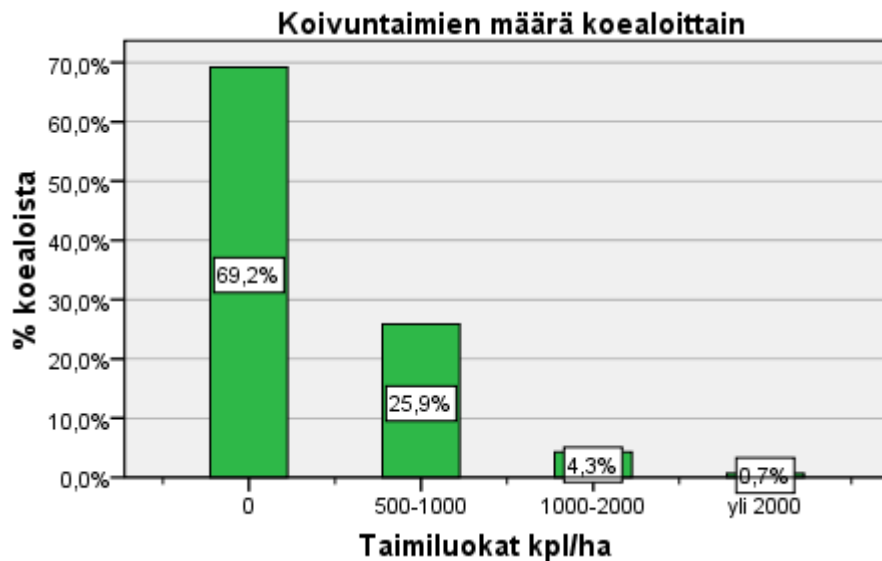
Kuusen siemenvuodet ovat pysyneet vuosien 2003–2006 aikana keskimäärin keskinertaisina. Vuonna 2005 kuusen siemensato oli kuitenkin runsas, mutta seuraavana vuonna siemensato oli erittäin heikko. Vaihtelua siemenvuosien välillä on näin ollen ollut runsaasti. Männyn siemensadot ovat kuusen siemensatoihin verrattuna olleet samaa luokkaa. Poikkeuksen tekivät kuitenkin vuodet 2005 ja 2006, jolloin kasvukauden lämpösumma kohosi pitkänajan keskiarvoa paremmaksi ja olosuhteet olivat otolliset hyvälaatuisen siemensadon muodostumiselle. (Metsäntutkimuslaitos 2003–2006.)

Poronhoitoalueella luontaista taimiaineksen määrää vähentää porojen laidunnus. Erityisesti lehtipuuston määrä vähenee huomattavasti, sillä kesäaikana porojen halutuinta ravintoa on nimenomaan lehtipuiden ja pensaiden lehdet. Etenkin porojen kesälaidunalueille kerääntyy suuria tokkia ja vuodesta toiseen jatkunut laidunnus saattaa jopa pysäyttää lehtipuuston kehittymisen. (Helle 2005, 200–201.)

5.5.1 Luontaisesti syntynyt koivu ja kuusi koealoilla

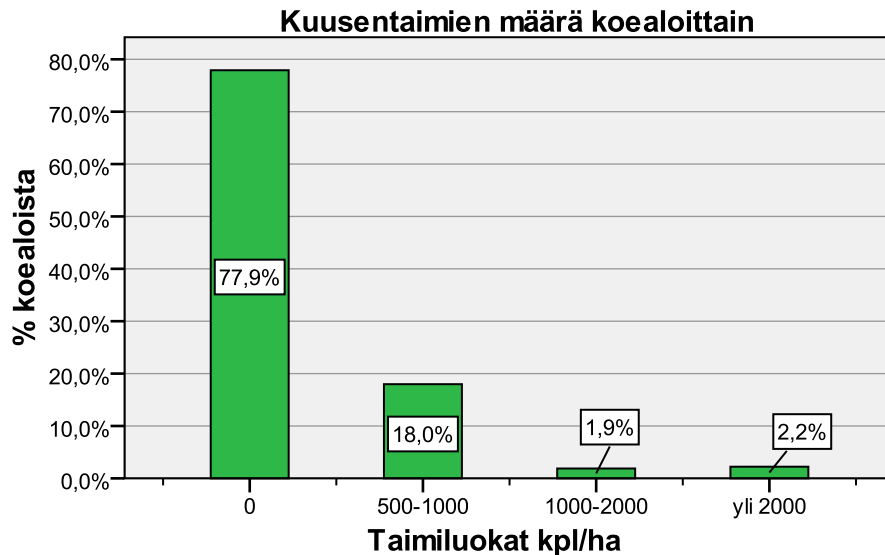
Koealoilla koivun määrä jäi suhteellisen pieneksi, sillä suurimmalla osalla koealoista ei ollut olleenkaan (69,2 %) luontaisesti syntynyttä koivuainesta, kaikki inventointivuodet huomioiden (Kuvio 8.). Luokassa 500–1000 koivuntaimia oli 25,9 prosenttia ja kahdessa viimeisessä luokassa yhteensä vain viisi prosenttia. Taimimääriä arvioitaessa otin huomioon vain kehityskelpoiset ja kasvukykyiset taimet eli mukaan laskettujen taimien väli oli vähintään puoli metriä. Kokonaistaimimäärä olisi näin ollen ollut suurempi, minkä vuoksi on

todennäköistä, että koivu tulee paikoin haittaamaan mäntytaimien kasvua. Koivutaimet olivat keskimäärin erittäin pieniä, jonka vuoksi niistä ei ollut välitöntä haittaa mäntytaimien kehitykselle yhdelläkään koealalla.



Kuvio 8. Kasvatuskelpoisten koivuntaimien määrä koealoilla (kpl/ha)

Vuonna 2003 uudistetuilla kohteilla koivuntaimia oli keskimäärin 179 kpl/ha. Vuonna 2004 uudistetuista kohteista koivun osuus oli suurempi, sillä keskimäärin koivua oli 293 kpl/ha. Vuonna 2005 ja 2006 kylvetyillä kohteilla koivu oli eniten, keskimäärin 308 kpl/ha. Kaikki kylvövuodet huomioiden luontaista koivua oli mittausten mukaan keskimäärin 246 tainta hehtaarilla. Luontaisesti syntyneestä taimiaineksesta kuusta oli melko vähän, sillä 77,9 prosentilla koealoista (kaikki inventointivuodet) kuusta ei ollut laisinkaan (Kuvio 9.). Luokassa 500–1000 kuusen taimia esiintyi 18,9 prosentilla koealoista ja kahdessa viimeisessä luokassa kuusten taimimäärä jäi koivun tapaan vähäiseksi.



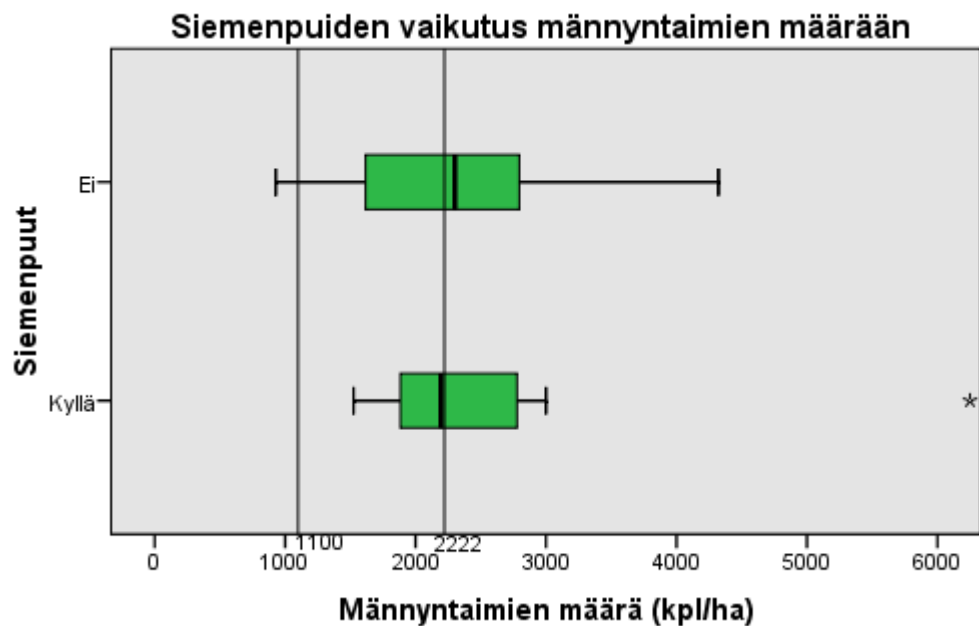
Kuvio 9. Kasvatuskelpoisten kuusentaimien määrä koealoilla (kpl/ha)

Vuosien välillä ei ollut suurta eroa kuusentaimien määrässä. Ainoastaan vuonna 2003 kylvetyistä kohteista kuusentaimia oli keskimäärin 299 kpl/ha. Vuonna 2004 taimi oli 133 kpl/ha ja vuosina 2005–2006 taimia oli lähes saman verran. (137 kpl/ha). Kaikki inventointivuodet huomioiden kuusentaimia oli keskimäärin 206 tainta hehtaarilla. Suurimmalla osalla inventointikuvioista edellytykset kuusen kasvulle eivät olleet niin hyvät, sillä kuuselle parhaiten sopivia kasvupaikkoja ovat keskikarkeat ja hienot tuoreet kankaat sekä sitä ravinteikkaimmat kasvupaikat (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006, 47).

Luontaisesti syntyneen koivun ja kuusen keskimääräinen yhteismäärä (452 kpl/ha) koko inventointialueella ei ole mikään merkittävä, mutta nostaa kuitenkin kasvatuskelpoisten taimien kokonaismäärä kylvetyt männyntaimet mukaan lukien. Metsähallituksen tavoite karuimpien kasvupaikkojen 10–30% prosentin lehtipuusekoituksesta toteutunee ainakin inventoiduilla alueilla hyvin (Metsähallitus 2008). Länsi-Lapissa tehdyn tutkimukseen verrattuna koivuntaimien määrä oli kuitenkin huomattavasti pienempi. Kuusentaimien keskimääräinen määrä oli sen sijaan miltei sama. (Hyppönen 1998, 68.)

5.5.2 Siemenpuiden vaikutus taimimääriin

Inventointikuvioista seitsemällä oli jätetty siemenpuita varmistamaan kylvön onnistumista. Kyseisistä kuvioista yksi (piirillä 24) oli viljelty vuonna 2003 ja loput vuonna 2004 (piirillä 24 ja 25). Kuvioista neljä oli piirin 24 alueella ja kolme piirin 25 alueella. Kuvioittaisia taimimääriä verrattaessa siemenpuukuvioiden taimimäärän mediaani on 2 195 kpl/ha, kun se muilla kuvioilla on 2 300 kpl/ha (Kuvio 10.). Taimimäärien keskiarvoja tarkasteltaessa siemenpuukuviolla on kuitenkin selvästi enemmän (2 756kpl/ha) taimia kuin muilla kuvioilla (2 338 kpl/ha). Keskiarvojen välinen suuri ero selittyy koealakohtaisia taimimääriä tarkasteltaessa. Siemenpuu kuvioilla koealakohtaiset taimimäärät vaihtelivat välillä 0–12 000 kpl/hehtaarilla, kun muilla kuvioilla vaihteluväli oli vain 0–7 000 tainta hehtaarilla. Siemenpuukuviolla oli näin ollen enemmän tihentymiä kuin muilla kuvioilla.



Kuvio 10. Siemenpuiden vaikutus kuviokohtaisiin männyn taimimääriin

Yllättävää oli, että siemenpuilla ei ollut tämän tutkimuksen mukaan suurta merkitystä konekylvön onnistumiseen etenkin taimimäärien mediaanilla mitattuna. Siemenpuukuvioiden tiheet taimiryhmät saattavat sen sijaan edesauttaa sienitautien kuten talvihomeen leviämistä (Jalkanen 2003, 62). On otettava myös huomioon, että Lapissa ylispuiden poistossa kuolee korjuun seurauksena keskimäärin 15–20 prosenttia taimista (Hyppönen 2000, 278) ja taimikon aukkoisuus lisääntyy siemenpuidenpoiston jälkeen noin kahdeksan

prosenttia (Hyppönen 2000, 269). Näin ollen on tarkasti mietittävä antaako siemenpuut tavoiteltua hyötyä konekylvöalueilla.

5.6 Taimituhot mittausalueella

Tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena ei ollut mitata taimituhojen määrää tai tuhonaiheuttajia, mutta inventointikuvioilla, joissa oli selkeästi havaittavissa jokin bioottinen tauti kirjasin tiedon maastolomakkeelle. Piirin 26 alueella taimituhoja oli noin 40 prosentilla kuvioista ja piirin 24 alueella 20 prosentilla kuvioista. Piirin 25 alueella taimituhoja ei ollut lainkaan tai erittäin vähän.

Inventointikuvioilla esiintyi ainoastaan kahta taudinaiheuttajaa. Selkeästi eniten tuhoja oli aiheuttanut männynkalvihome, joka on tyypillinen mäntytaimikoiden sienitauti Pohjois-Suomessa (Uotila–Kankaanhuhta 2003, 94). Toinen taudinaiheuttaja oli myyrätuhot. Männynkalvihometta oli pääasiassa tiheissä kylvötuppaissa (Kuvio 11). Erillään olevissa taimissa talvihometta ei juuri ollut. Myyrätuhoja oli ainoastaan piirin 24 alueella. Suurin osa myyränsyömistä taimista olivat pahoin kärsineitä, mutta yhdelläkään inventointikuvioilla myyrä ei ollut aiheuttanut laajempia tuhoja, joka olisi edellyttänyt täydennystarvetta. On kuitenkin tärkeä tarkastaa taimettumisvaiheessa olevat kuviot säännöllisesti, mikäli kuviolla esiintyy jokin tuhonaiheuttaja, jotta mahdollinen täydennysviljely päästään tekemään ajoissa.



Kuvio 11. Männynkalvihometta kylvötuppaassa (piiri 26)

Ei ole yllättävää, että inventointialueelta löytyi erityisesti männynkalvihometta, sillä Penttisen ym. (2002, 40) tekemän laajan tutkimuksen mukaan yleisin

männyn sienitaudeista oli männyntalvihome, jota esiintyi kaikkialla Lapissa erityisesti Pohjois-Lapissa. Männyntalvihome karsii etenkin tiheistä kylvötuppaista kaikkein alttiimmat taimet ja jättää jäljelle kestävimät yksilöt, tehden näin ollen luonnonmukaista valintaa (Jalkanen 2003, 62).

5.7 Tutkimuksen virhelähteet

Tämänkaltaisessa tutkimuksessa yksi suurimmista virhelähteistä on käytännön mittauksessa sattuneet tiedostamattomat virheet. Etenkin, jos inventointia tekee yksin, voi taimia jäädä huomaamatta, mikä vaikuttaa tuloksiin. Mittavälineiden käytössä on voinut myös tulla virheitä, jolloin esimerkiksi koealansäde on voinut vähän vaihdella tai pääosin silmämääräinen taimien etäisyyden arviointi on voinut tuottaa vääränlaisia tuloksia. Näitä virheitä pyrin kuitenkin välttämään tarkistamalla etäisyydet mittanauhalla epävarmoissa tapauksissa. Tietojen kirjaamista maastolomakkeille vaikeutti myös vaihtelevat sääolosuhteet, mikä lisäsi hieman virheiden mahdollisuutta.

Säättekijät vaihtelevat paljon myös vuosien välillä ja niiden tarkka arviointi on vaikeaa, sillä kuvion sisäisetkin vaihtelut voivat olla suuria. Topografia voi vaihdella paikoin jopa merkittävästi kuvioiden sisällä, jolloin kasvuolot eivät välttämättä ole täysin samanlaiset joka puolella. Korkeuden ja lämpösumman vaikutusta ei näin ollen pysty tarkasti sanomaan, sillä kyseisten muuttujien vaikutus taimimääriin edellyttäisi tarkempia mittauksia. Vuosien välistä vertailua olisi helpottanut mahdollisesti erilainen otantamenetelmä. Ositettu otanta olisi mahdollistanut koealamäärien tasaisen jakautumisen kylvövuosien kesken, jolloin vuosien väliset vertailutiedot olisivat olleet tasapuolisemmat.

Tutkimukseni poikkeaa myös tavallisesti tehdystä linjoittaisesta ympyrä-koealamenetelmästä, sillä käytin hyväksi tietokoneelle muodostettuja koealalinjoja ja koordinaattitietoja sekä GPS navigointia. On kuitenkin vaikea sanoa olisiko tulokset kuinka paljon erilaiset, jos koealojen sijaintitarkkuus olisi ollut täsmällisempi. Tätä ei välttämättä voi lukea varsinaiseksi virhelähteeksi, mutta tutkimuksen kattavuuden ja paremman vertailukelpoisuuden kannalta kasvupaikan ja maalajin koealakohtaiset tiedot olisivat olleet tarpeen. Vaikka kuviot rajataan pitkälti kasvupaikan mukaan, kuvion sisällä voi olla pientä vaihtelua, jolloin puhutaan jo erilaisista kasvuolosuhteista.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoite oli antaa lisätietoa ja tuoda selvyttä konekylvön käytettävyydelle männyn uudistamisen menetelmänä Metsähallituksen Sodankylän metsätiimin eteläosissa. Opinnäytetyöni tutkimusaineisto rajautui kylvövuosiin 2003–2006 sekä Metsähallituksen piireille 24–26. Tutkimukseni tulokset tukevat aiemmin muista tutkimuksista saatuja hyviä tuloksia etenkin Pohjois-Suomessa. Tämän opinnäytetyön tulosten perusteelle voidaan todeta konekylvön onnistuneen suhteellisen hyvin kaikkina inventointivuosina, -kuvioilla ja piireillä. Vuosien sekä alueiden välillä oli paikoin suuria eroja, joihin on vaikuttanut useat toisistaan riippumattomat tekijät, joiden vaikutusta pyrin käsittelemään tutkimuksen tuloksissa mahdollisimman hyvin. Tutkimuksen tulosten analysoinnissa oli järkevää hakea tukea muista etenkin Pohjois-Suomessa tehdyistä konekylvötutkimuksista sekä opinnäytetöistä. Aiheesta on tehty aikaisemmin opinnäytetöitä, jotka käsittelevät konekylvön onnistumista juuri Sodankylän eteläosissa, kuten tulee esille taimimäärien vuosivertailussa.

Tutkimukseni yksi heikkous on otantamenetelmä, sillä yksinkertaisella satunnaisotannalla ei jälkeempään ajateltuna saanut edustavaa ja tasaista otosta halutuilta inventointivuosilta, sillä alkuperäinen tarkoitus oli tutkia vuosia 2000–2006. Inventointivuosien välinen vertailu onnistui kuitenkin hyvin etenkin kylvövuosien 2003 ja 2004 osalta, sillä koealoja oli runsaasti, minkä perusteella voi tulosten antavan erittäin hyvän kuvan näiden kylvövuosien tuloksista. Konekylvö oli onnistunut erityisen hyvin viljelyvuonna 2003, mutta Metsähallituksen taimikon tavoiteteiheys täyttyi hyvin myös viljelyvuonna 2004. Vuosilta 2005 ja 2006 aineistoa ei ollut kovin paljon, joten tulosten yleistettävyys ei ole niin hyvä. Etenkin vuonna 2006 taimettuminen oli onnistunut paljon heikommin kuin muina vuosina. Eräässä tutkimuksessa vuosienvälisen vaihtelun on todettu johtuvan pitkälti kasvuolosuhteista, mitkä vaikuttivat suurella todennäköisyydellä myös tämän tutkimuksen tuloksiin.

Koealakohtainen tieto kertoo tarkkaa tietoa taimimääristä, mutta opinnäytetyössäni halusin tuoda esille myös kuviokohtaisia tuloksia, sillä metsiköiden käsittely perustuu kuitenkin kuviokohtaiseen käsittelyyn. Oleellista kuviokohtaisen tiedon käsittelyssä oli verrata kuvioiden taimimääriä mediaanilla mitat-

tuna, sillä keskiarvotiedoissa korostuu koealakohtaisen tiedon ääripää. Mediaanilla mitattuna selvästi suurin osa (70 %) kuvioista täytti Metsähallituksen tavoitteen kasvatuskelpoisesta taimikosta.

Piirien välinen vertailu oli mielestäni hyvä tuoda myös esille, jolloin konekylvön onnistumista pystyi vertailemaan hieman myös tutkimusalueittain. Piiritäinen vertailu osoittaa konekylvön onnistuneen tavoitteet täyttävästi kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla piireillä ja todella hyvin piirin 26 alueella. Kolmen piirin välinen tarkempi vertailu vaatisi mielestäni enemmän koealoja, mutta tämän tutkimuksen perusteelle voi kuitenkin olettaa koneellisen kylvön onnistuvan Sodankylän eteläpuoleisilla alueilla, kun kasvuolosuhteet ovat kunnossa.

Oikeanlainen kasvupaikka ja maalaji ovat edellytyksiä koneellisen kylvön onnistumiselle ja laadukkaan mäntypuun kasvattamiselle. Kuten aikaisemmin olen (ks. luku 3.1.1) todennut koneellinen kylvö ei sovellu liian reheville maille, jossa pintakasvillisuus on rehevää ja rouste vaivaa hienojakoisen maalajin vuoksi. Näin ollen kasvupaikan ja maalajin vaikutus kehityskelpoisten mäntytaimien määrään oli oleellista tuoda esille myös tässä tutkimuksessa. Kasvupaikka ja maalajitiedot ovat kuitenkin kuviokohtaisia, joka ei kerro koko totuutta, sillä kasvupaikka ja maalaji voivat vaihdella kuvion sisällä, etenkin kuvion reunoilla. Tulokset ovat kuitenkin hyvin suuntaa antavia, etenkin kun teoriatieto ja aikaisempi tutkimustieto tukevat saamiani tuloksia. Kuivahkot kankaat ja maalajiltaan keskikarkeaa moreenia olevat kuviot olivat selvästi paremmin taimettuneita kuin tuoretta kangasta tai hienoainesmoreenia olevat kuviot. On kuitenkin hyvä muistaa, että tuoreella kankaalla, joka on maalajiltaan karkearakeista, konekylvö on käyttökelpoinen menetelmä, jonka todisti esimerkiksi Länsi-Lapissa tehty tutkimus.

Toin tutkimuksessani esille myös maanmuokkauksen ja muiden työvaikeustekijöiden vaikutuksen kasvatuskelpoisten mäntytaimien määrään. Koneellisen kylvön onnistumisen yhtenä edellytyksenä on onnistunut ja riittävän tehokas maanmuokkaus, jotta siementen itämiselle olisi otolliset lämpö- ja kosteusolot ja kasvavat taimet pääsisivät käsiksi ravinnevaroihin, jotka kasvavat maanmuokkauksen seurauksena. Kuvioilla, joissa maanmuokkaus oli epä-

onnistunut kivisyyden tai liian lievän käsittelyn vuoksi taimimäärä oli selkeästi alhaisempi kuin kuvioilla, missä ei ollut muokkausta vaikeuttavia tekijöitä. Kivisyys tai jokin muu työvaikeustekijä voi kuitenkin vaihdella maalajin tai kasvupaikan tapaan kuvioiden sisällä, mikä on huomioitava jo uudistamisen suunnitteluvaiheessa. Tämän vuoksi maanmuokkauksen onnistumista olisin mielestäni voinut arvioida tarkemmin, mutta tulosten perusteella voi kuitenkin helposti olettaa, että maanmuokkauksen onnistumisella ja työvaikeustekijöillä on selvä vaikutus konekylvön onnistumiseen.

Taimettumisen onnistuminen riippuu paljolti viljelyajankohdan lämpötilasta ja kosteusoloista, minkä vuoksi yksi opinnäytetyöni tavoitteista oli selvittää kuinka viljelyvuosien sääolot sekä kuvioiden korkeusmerenpinnasta vaikuttaa konekylvön onnistumiseen. Viljelyvuonna 2003 ja 2004 taimettuminen oli onnistunut hyvin, johon on voinut vaikuttaa etenkin riittävä kosteus alkukesästä, jolloin konekylvö tulee tehdä. Vuonna 2006 kasvukauden sääolot olivat selvästi kuivemmat kuin muina vuosina, mikä on voinut olennaisesti vaikuttaa heikkoon taimimäärään. Tämän tutkimuksen perusteella voi olettaa etenkin liiallisen kuivuuden pilaavan itämisen, mutta suhteellisen tasaiset olosuhteet ovat itämisen kannalta otollisimmat kuten kylvövuosilta 2003 ja 2004 saadut hyvät tulokset osoittavat. On kuitenkin hyvä muistaa, että esimerkiksi voimakkaiden kuurosateiden vaikutusta ei voi arvioida tämän kaltaisessa tutkimuksessa, sillä se edellyttäisi tarkkoja mittauksia. Työssäni toin esille myös ilmastonmuutoksen mahdollisesti aiheutuvia olosuhdemuutoksia, vaikka asia ei annakaan vastausta opinnäytetyöni tavoitteille. Luontaisen uudistamisen ja kylvön edellytykset saattavat kuitenkin parantua etenkin Pohjois-Suomessa.

Pohjois-Suomesta on olemassa tutkimustietoa, jossa korkeilla mailla taimettumisen on todettu olevan huonompaa kuin alavammilla mailla. Tämän tutkimusten perusteella taimimäärä ei kuitenkaan vähene tasaisesti mitä korkeammalla ollaan. Mikäli huomioidaan pelkästään korkeus kaikista taimettumiseen vaikuttavista tekijöistä tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että taimettuminen alkaa heikentyä, kun ollaan yli 262 metrin korkeudella merenpinnasta. Siemenpuiden jättäminen korkeilla kohteilla voi olla näin ollen perusteltua, jotta varmistettaisiin konekylvön onnistuminen.

Pelkästään kasvatuskelpoiset männyntaimet huomioiden koneellisen kylvön tulokset olivat hyviä, mutta kasvatuskelpoiset koivun ja kuusen taimet tukivat uudistamisen onnistumisista, kun otetaan huomioon Lapin alueella sallittu 50 prosentin hieskoivusekoitus männyntaimikon vähimmäismäärän. Inventointikuvioilla oli myös luontaista männyntaimiainesta, jonka erottaminen kylvötaimista olisi ollut liian hankalaa. Tarkoitus oli sen sijaan tarkastella oliko siemenpuilla vaikutusta kasvatuskelpoisten männyntaimien määrään. Oletus oli, että siemenpuukuvioilla taimimäärä olisi suurempi, mutta tulosten perusteella siemenpuilla ei näyttänyt olevan vaikutusta männyntaimien määrään medi-
aanilla mitattuna.

Mikäli olisin mitannut männyn kokonaistaimimäärät, siemenpuiden vaikutuksen olisi huomannut paremmin, sillä siemenpuukuvioilla oli selkeitä taimitihentymiä, joista kertoi suuri vaihteluväli koealakohtaisissa tiedoissa. Vaikka siemenpuilla pyritään varmistamaan koneellisen kylvön onnistumista, on syytä huomioida mielestäni yksi olennainen asia: Pelkällä koneellisella kylvöllä pyritään saamaan tasainen kylvötaimikko, jossa ei ole taimitihentymiä. Siemenpuukuvioiden tiheet taimiryhmät lisäävät männynalvihomeen riskiä, joka on yleinen riesa erityisesti Pohjois-Suomessa. Tuhoja tuli esille myös osalla inventointikuvioista. Ylispuiden poisto karsii taimista myös oman osansa, jolloin myös taimikonaukkoisuus kasvaa hieman. Siemenpuiden jättämisellä tavoiteltu hyöty ei näin ollen välttämättä toteudu, joka on otettava myös huomioon jo uudistamisen suunnittelussa.

Opinnäytetyöni tulokset ovat mielestäni yleistettävissä Pohjois-Suomessa etenkin Keski-Lapin alueella, jossa kasvuolot eivät poikkea kovin paljon. Tärkeintä kuitenkin on, että työn toimeksiantaja eli Metsähallitus saa lisää tietopohjaa päätöstensä tueksi opinnäytetyöni pohjalta.

LÄHTEET

- Aalto-Kallonen, T. – Janhonen, T. – Kallela, K. 1990. Metsän uudistaminen. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Annala, E. – Kurkela, T. 2001. Taimien tuhonaiheuttajat. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen: 101-109. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Bracke Forest 2008. Maailman ensimmäinen nelirivinen äes - T45.a. Osoitteessa <http://www.brackeforest.com/parser.php?did=344:2937>. 6.12.2011
- 2010 ,S35.a .Osoitteessa <http://www.brackegroup.com/app/projects/brackeAllNew/images/S35aFIWeb.pdf>. 6.12.2011
- Hallikainen, V. – Hyppönen, M. – Jalkanen, R. – Mäkitalo, K. 2004. Metsänviljelyn onnistuminen Lapin yksityismetsissä vuosina 1984-1995. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff04/ff041003.pdf>. 16.1.2012.
- Harstela, P. 2006. Kustannustehokas metsienhoito. Gravita Ky. 2. korjattu ja täydennetty painos. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Helle, T. 2005. Metsänuudistaminen ja poronhoito. – Teoksessa M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen . Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa, 199-204. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Hiltunen, V. – Paalamo, P. – Rautiainen, M. – Vaara, I. 2006. Itä-Lapin luonnonvarasuunnitelma kausi 2006-2015. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 58. Edita Prima Oy
- Hinkula, R. 2006. Konekylvön onnistuminen ja nuorten konekylvötaimikoiden laatu Metsähallituksen Pudasjärven Livon alueella. Opinnäytetyö. Rovaniemen ammattikorkeakoulu: Metsätalouden koulutusohjelma.
- Hokkanen, T. 2001. Siemenet ja siemensato. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen: 69-78. 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. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa – Teoksessa Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 1/1998: 65–74.

- 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff00/ff002269.pdf>. 14.1.2012.
 - 2005a. Metsänuudistaminen kangasmailla. – Teoksessa M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen . Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa, 56-62. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
 - 2005b. Metsän uudistamisen perusteita. – Teoksessa M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen . Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa, 35-41. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Hyppönen, M. – Karvonen, L 2005. Kylvö. – Teoksessa M. Hyppönen – V. Hallikainen – R. Jalkanen . Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa, 74-80 Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Hyppönen, M. – Lohi, T. 2001. Metsänuudistamistöiden suunnittelu ja järjestely. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen, 187-198. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Jalkanen, R. 2003. Havupuutaimikoiden tuhojen esiintyminen ja merkittävyys Suomessa. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff031059.pdf>. 31.1.2012.
- Kalela, E.-K. 1961. Metsät ja metsienhoito. 2. Tarkistettu ja ajanmukaistettu painos. Werner Söderström Oy
- Keskimölo, A. – Heikkinen, E. – Keränen, K. 2007. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksat. Metsäkeskus Lappi, Metsäkeskus Pohjois-Pohjanmaa, Metsäkeskus Kainuu. Kalevaprint Oy
- Kinnunen, K. 1982. Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa. Folia Forestalia 531. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki
- 2001. Viljely. – Teoksessa Valkonen, S. - Ruuska, J. - Kolström, T. - Kubin, E. - Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen, 139-147. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
 - 2002. Kylvö metsänuudistamismenetelmänä. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff021047.pdf>. 12.12.2011
 - 2003. Konekylvön käyttökelpoisuus männyn uudistamisessa. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff031069.pdf>. 30.1.2012
- Kolström, T. 2001. Metsänuudistamisen biologiset ja ekologiset perusteet. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen, 56-64 Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.

- Leskinen, A. – Jalkanen, R. – Karvonen, L. – Lipponen, O. – Valkonen, S. – Wallenius, P. – Siekkinen A. 2011. Metsätuhojen ehkäisy. Osoitteessa
<http://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/pdf/mta/ymparistoopas2011.pdf>.
 7.12.2011.
- Lipponen, O. 2011. Metsähallituksen Itä-Lapin metsänhoitopäällikön sähköpostiviesti. 30.11.2011
- Luoranen, J. – Saksa, T. – Finer, L. – Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö. Metsäkustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- MMM= Maa- ja Metsätalousministeriö 2011. Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. Osoitteessa
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101234>. 18.1.2012.
- Metsähallitus 2008. Metsänhoito-ohjeet. Tikkurila.
- 2010. Palvelukuvaus. Metsähallitus. Osoitteessa
http://metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Metsatalous/Urakointi/Metsanhoito/palvelukuvaus/Documents/Palvelukuvaus_maanmuokkaus.pdf.
 20.1.2012.
- Metsäkustannus Oy 2011. Kylvö lisännyt suosiotaan. Metsälehti 8/2011. Osoitteessa
<http://www.metsalehti.fi/metsalehti/kainalojuttu.aspx?ID=1375>.
 6.12.2011.
- ML=Metsälaki.10.9.2010/822. Osoitteessa
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>. 11.12.2011.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2006. Hyvän metsänhoidonsuositukset. Metsäkustannus Oy. 2.painos. Helsinki: Lönnberg Print.
- 2008. Tapion taskukirja. Metsäkustannus Oy. 25. uudistettu painos. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy
- Metsäteho Oy 2002. Metsänkäsittely ja linnusto. Osoitteessa
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Metsankasittely_ja_linnusto_opas.pdf. 3.12.2011.
- Metsäntutkimuslaitos 2003 – 2006. Metsäntutkimuslaitoksen tiedotteet. Siemensatotiedotteet 2003 – 2006. Osoitteessa
<http://www.metla.fi/tiedotteet/index.htm?tyyppi=%3Asiemen&alkuvuosi=2003&loppuvuosi=2007&hakusana=&t=&l=>. 9.1.2012.

- 2010. Metsäpuiden siemenhuolto. Osoitteessa <http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/jalostus-siemenhuolto-menetelmat.htm>. 11.12.2011.
- 2011. Metsätilastollinen vuosikirja 2011. Metsäntutkimuslaitos. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy
- Mälkönen, E. 2001. Uudistusalan valmistus. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen, 123-130. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- 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/A4A6D32AF4FBCB9FC2257687004C5BFD?OpenDocument>. 7.1.2012.
- NewForest Oy 2010. SeedGun kylvölaite. Osoitteessa http://www.newforest.fi/download/pdf/seedgun_fi.pdf. 6.12.2011
- Nummenmaa, L. 2004 Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- Nygren, M. 2002. Havupuiden syyskylvöistä. Osoitteessa <http://www.metla.eu/aikakauskirja/full/ff02/ff021050.pdf>. 10.12.2011.
- 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitos Suonenjoen tutkimusasema. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882. 2 painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Nygren, M. – Saarinen, M. Itäminen ja taimettumisalusta. – Teoksessa S. Valkonen – J. Ruuska – T. Kolström – E. Kubin – M. Saarinen. Onnistunut metsänuudistaminen, 83-90. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto 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> 18.1.2012.
- Penttinen, H. – Jalkanen, R. – Aalto, T. Hallikainen, V. – Hyppönen, M. – Mäkitalo, K. 2002. Taimikkotuhot Lapin lain kohteilla. – Teoksessa M. Hyppönen – S. Jortikka – S. Tapaninen (toim.). Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 876, 39-49.
- Poteri, M. 2007. Ilmastonmuutos – kaasua vai jarrua metsänkasvulle. Osoitteessa <http://www.metla.fi/taimiutiset/2007/taimi-1-07.pdf>. 7.1.2012.

- Päivinen, J. – Heinonen, P. – Korhonen, K.-M. – Leinonen, J. 2011. Metsät ja ilmastomuutos. Osoitteessa <http://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/pdf/mta/ymparistoopas2011.pdf> 5.12.2011
- Rasi, I. – Lepola, E. – Muhli, A. – Kanninen, A. 2007. SPSS 15 for Windows Perusteet. Oulun Yliopisto. Oulun Yliopistopaino.
- Riikonen, J. – Vapaavuori, E. (toim.)2005. Ilmasto muuttuu – mukautuvatko metsät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 944. Metsäntutkimuslaitos. Suonenjoki. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Riipi, T. 2008. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Metsähallituksen Sodankylän metsätiimin alueella vuosina 2003-2004. Opinnäyte-työ. Rovaniemen Ammattikorkeakoulu: metsätalouden koulutusohjelma
- Rummukainen, A. – Tervo, L. – Kautto, K. – Pulkkinen, M. 2011. Maanmuokkaus- ja kylvölaiteyhdistelmien vertailuja männyn kylvössä Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff1111013.pdf> 6.12.2011
- Rummukainen, A. Koneellinen kylvö 2001. – Teoksessa Valkonen, S. - Ruuska, J. - Kolström, T. - Kubin, E. - Saarinen, M. Onnistunut metsänuudistaminen, 142-143 Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Saarela, A. 2011. Käpyjen keräykseen saatava valtiolta kolme miljoonaa. Lapin Kansa 11.12.2011
- Sarriolehto, P. 2001. Viljeltyjen hakkuualojen uudistuminen Etelä-Sodankylän alueella Metsähallituksen talousmetsissä. Opinnäytetyö. Rovaniemen ammattikorkeakoulu: metsätalouden koulutusohjelma.
- Sarvas, R. 2002. Havupuut. 2.painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Savonen, E.M. 2001. Kylvösiemen. Teoksessa Valkonen, S. - Ruuska, J. - Kolström, T. - Kubin, E. - Saarinen, M. 2001. Onnistunut metsänuudistaminen, 156-158. Kustannusosakeyhtiö metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Simola, H. 2011. Olisiko mahdollista saada tietoa opinnäytetyöhöni?. Ilmastokeskukselta saatu sähköpostiviesti ilmastotilastoista. 19.12.2011
- Sipilä, A. 2006. Helsingin yliopisto. Metsätieteiden laitos. Osoitteessa http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/pinus_sylvestris.html#elinkierto. 1.12.2011.

- 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>. 30.1.2012.
- Tapion Siemenkeskus 2011. Siementen hinnasto Suomessa 1.1.2011 Osoitteessa http://www.tapio.fi/files/tapio/Siemenkeskuksen%20dokut/SIEMEN_TEN_HINNASTO_2011.pdf. 11.12.2011.
- Uotila, A. – Kankaanhuhta, V. 2003. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. 2. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- Wall, A. – Kubin, E. Maanmuokkaustavan ja maalajin vaikutus männyn hajakylvön onnistumiseen. Osoitteessa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff00/ff001005.pdf>. 31.1.2012.
- Wennström, U. – Bergsten, U. – Nilsson, J.-E. 2007. Seedling establishment and growth after direct seeding with *Pinus sylvestris*: effect of seed type, seed origin and seeding year. Osoitteessa <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf41/sf412299.pdf>. 16.1.2012.

LIITTEET

Liite 1
Liite 2
Liite 3
Liite 4
Liite 5

Piiri 24,25 ja 26 (ei julkinen)
Piiri 24, kuviot (ei julkinen)
Piiri 25, kuviot (ei julkinen)
Piiri 26, kuviot (ei julkinen)
Taimikon inventointilomake

Liite 1



Sodankylä piirit: 24, 25 ja 26

1:300000

© Metsähallitus 23.1.2012 9:20

© Karttakeskus, Lupa L5293

EI JULKINEN

Liite 2

Piiri 24. Inventointikuviot tummanvihreällä.



Metsätalouskartta

1:150000

© Metsähallitus 30.6.2011 9:43

© Karttakeskus, Lupa L5293

EI JULKINEN

LIITE 3

Piiri 25. Inventointikuviot tummanvihreällä.



Metsätalouskartta

1:150000

© Metsähallitus 30.6.2011 10:03

© Karttakeskus, Lupa L5293

EI JULKINEN

LIITE 4.

Piiri 26. Inventointikuviot tummanvihreällä.



Piiri 26

1:150000

© Metsähallitus 30.6.2011 10:12

© Karttakeskus, Lupa L5293

EI JULKINEN

