

**KUUMAN KETJUN SYYSISTUTUSTEN ONNISTUMINEN
KUHMOSSA**

Mattila Sampo

Opinnäytetyö

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

2020

Metsätalous
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Sampo Mattila	Vuosi	2020
Ohjaaja	Merja Laajanen		
Toimeksiantaja	Metsähallitus Metsätalous Oy Kuhmo		
Työn nimi	Kuuman ketjun syysistutusten onnistuminen Kuhmossa		
Sivu- ja liitesivumäärä	49 + 4		

Tämä tutkimus käsittelee kuumen ketjun syysistutusten onnistumista Kuhmossa. Kuumen ketjun syysistutus tarkoittaa istuttamista samana vuonna tehdyille maanmuokkausjäljelle. Normaalisti istutus tapahtuu edellisvuonna tehdyille maanmuokkausjäljelle, jolloin maanmuokkauksen ja istutuksen välisen talven lumi tiivistää muokattua maata. Tutkimuksen toimeksiantaja on Metsähallitus Metsätalous Oy.

Kuumen ketjun syysistutuksella pyritään mahdollisimman tehokkaaseen metsänuudistamiseen. Kuumen ketjun uudistamisesta ei ole saatavilla juurikaan tietoa. Tästä syystä ei tiedetä, mitä asioita kuumen ketjun uudistamisessa on huomioitava ja onko kuumen ketjun uudistaminen ylipäätään kannattavaa metsänuudistamisen näkökulmasta.

Tutkimuksessa pyrin selvittämään, kuinka kuumen ketjun syysistutus Kuhmossa on yleisesti onnistunut. Toisena tutkimusongelmana on, mitkä tekijät ovat voineet vaikuttaa kuumen ketjun syysistutusten yleiseen onnistumiseen. Näihin tutkimusongelmiin pyrin löytämään vastaukset vertaamalla kuumen ketjun syysistutusta perinteiseen syysistutukseen. Tutkimus on toteutettu määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän keinoin.

Käytin tutkimusyksikkönä ympyräkoealaa, joita mittasin tutkimuslohkoilta kaikkiaan 424 kappaletta. Kunkin ympyräkoealan säde oli 5,64 metriä. Laskin ympyräkoealoilta istutettujen ja kuolleiden taimien lukumäärät sekä määritin istutetun puulajin, vallitsevan maalajin ja käytetyn maanmuokkaustyyppin. Selvitin myöhemmin tutkimuslohkojen tarkat istutus- ja maanmuokkausajankohdat.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kuumen ketjun syysistutus on onnistunut Kuhmossa erinomaisesti. Kaikkien tutkimusaineistojen välillä verrattujen muuttujien väliset erot ovat pieniä eikä niiden vaikutuksia kuumen ketjun syysistutusten onnistumiseen voida pitää varmana.

Degree Programme of Forestry
Forestry Engineer

Author	Sampo Mattila	Year	2020
Supervisor	Merja Laajanen		
Commissioned by	Metsähallitus Metsätalous Oy Kuhmo		
Subject of thesis	Success of hot chain autumn planting in Kuhmo		
Number of pages	49 + 4		

This study considered the success of the hot chain autumn planting in Kuhmo. The hot chain autumn planting means planting seedlings to the tillage which has been done the same year. Normally, the planting takes place to the tillage of the previous year, when the soil covered with snow has compressed during the winter. The study was ordered by Metsähallitus Metsätalous Oy.

The hot chain autumn planting aims at more efficient reforestation. There is very little information available of hot chain autumn planting. Because of that there was not precise knowledge concerning what factors should be considered in hot chain regeneration and whether the hot chain autumn planting is profitable from the reforestation point of view.

The purpose of the study was to find out how the autumn planting of the hot chain has generally succeeded in Kuhmo. Another research problem was what factors may have influenced the overall success of the hot chain autumn planting. This study aimed to answer to these research problems by comparing hot chain autumn planting with traditional autumn planting. The research has been carried out by quantitative research method.

The research was carried out by using the circle plots with radius of 5.64 meters. These test plots were the total of 424 pieces from the research area. The number of planted and dead seedlings was counted in the circle plots and the species of trees, the prevailing soil type and the type of tillage used were determined. Later the exact planting and tillage dates for each plot was clarified.

The results of the study indicated that the autumn planting of the hot chain has succeeded perfectly in Kuhmo. The differences between all the variables which were compared in the research data were small and their impact on the success of the hot chain autumn planting cannot be considered with certainty.

Key words

planting, reforestation, autumn planting, seedling

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	METSÄN UUDISTAMINEN	9
2.1	Yleistä metsän uudistamisesta	9
2.2	Taimimateriaali	10
2.3	Taimihuolto	10
2.4	Maalajit	11
2.5	Maanmuokkaus	12
2.6	Istutus uudistamismenetelmänä	14
2.7	Männyn ja kuusen syysistutus	15
2.8	Kuuman ketjun uudistaminen.....	18
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	20
3.1	Tutkimusmenetelmä ja tutkimusongelmat.....	20
3.2	Yhtenäinen tiedonkeruu Koillismaalla ja Kuhmossa	20
3.3	QGIS-ohjelmiston valitseminen tutkimuksen aineistoalustaksi	21
3.4	Tutkimuskohteiden valinta	23
3.5	Tutkimuksen perusjoukko ja otoskoko	25
3.6	Tutkimusaineiston kerääminen	26
4	TUTKIMUSTULOKSET	28
4.1	Tutkimusaineisto	28
4.2	Selviytymisprosentti	29
4.3	Olosuhdemuuttujat.....	30
4.4	Puulajien väliset erot.....	31
4.5	Maalajien väliset erot	34
4.6	Maanmuokkaustapojen väliset erot	36
4.7	Istutusajankohtien väliset erot.....	37
4.8	Johtopäätökset	38
4.8.1	Puulajien väliset erot	39
4.8.2	Maalajien väliset erot.....	40
4.8.3	Maanmuokkaustapojen väliset erot	41
4.8.4	Istutusajankohtien väliset erot	42
4.8.5	Alueiden väliset erot.....	42
5	POHDINTA	44

LÄHTEET.....	48
LIITE	50

ALKUSANAT

Suurin kiitos mahdollisuudesta tutkia kuumen ketjun syysitutusta harjoitteluni aikana kuuluu Metsähallitus Metsätalous Oy:lle ja erityisesti Kuhmon metsätiimin metsänhoitoesimiehelle Hanna Karppiselle. Kiitos myös vastauksistasi lukemattomiin tutkimuksen aikana mieltäni askarruttaneisiin kysymyksiin.

Hyvästä yhteistyöstä haluan kiittää Arto Lohea. Tutkimuksen suunnittelu ja ongelmien ratkaiseminen oli kanssasi vaivatonta erilaisista aikatauluista huolimatta. Kiitoksia myös kärsivällisestä opastuksestasi. Menestystä tuleviin koitoksiin!

Kiitos Pekka Polviselle mittausavusta. Toivotan menestystä ja intoa omiin opintoihisi!

1 JOHDANTO

Kevättalvella 2019 tulin valituksi harjoittelijaksi Metsähallitus Metsätalous Oy:n metsänhoito- ja tienrakennusprosessille, Kuhmon metsätiimiin. Välittömästi harjoittelupaikan saatuani tiedustelin, olisiko Metsähallituksella sopivaa tutkimusaihetta opintoihini sisältyvää opinnäytetyötä varten. Pian minuun otti yhteyttä Kuhmon metsätiimin metsänhoitoesimies Hanna Karppinen kertoen, että sopiva tutkimusaihe olisi löytynyt. Sain aiheekseni tutkia kuumen ketjun syysistutusten onnistumista Kuhmossa.

Kuumen ketjun syysistutuksella tarkoitetaan istuttamista samana vuonna tehdyille maanmuokkausjäljelle. Perinteisemmässä metsänviljelyssä istutus tapahtuu edellisvuonna tehdyille maanmuokkausjäljelle, jolloin maanmuokkauksen ja istutuksen välisenä talvena lumi tiivistää muokattua maata. Metsähallituksen tarpeet kuumen ketjun syysistutuksen käyttöön johtuvat resurssien vähäisyydestä sekä maanmuokkaus- ja istutusmäärien kasvamisesta. (Karppinen 2019.) Lisäksi kuumen ketjun syysistutus voi onnistuessaan mahdollistaa, että uudistusala saadaan mahdollisimman pian tuottamaan uudelleen puuta (Lohi 2019).

Kuumen ketjun syysistutuksen onnistumista tutkittiin samanaikaisesti kahdessa metsätiimissä Pohjanmaa-Kainuu-alueella. Tehdessäni omaa tutkimustani Kuhmon metsätiimin alueella, toteutti harjoittelijana työskennellyt Arto Lohi omaa tutkimustaan samasta aiheesta Koillismaan metsätiimin alueella. Kahden tutkimuksen toteuttamisella pyrittiin saamaan laajempi käsitys kuumen ketjun syysistutuksen onnistumisesta. Tutkimustuloksia oli myös tarkoitus vertailla keskenään, mikä edellytti tutkimusten yhdenmukaista toteuttamista. Tätä varten laadimme Arto Lohen kanssa mittausohjeen, jota molemmat noudattivat.

Tämän tutkimuksen keskeiset **tutkimusongelmat** ovat, kuinka kuumen ketjun syysistutus Kuhmossa on yleisesti onnistunut ja mitkä tekijät ovat voineet vaikuttaa kuumen ketjun syysistutusten yleiseen onnistumiseen. Näihin tutkimusongelmiin pyrin löytämään vastaukset vertaamalla kuumen ketjun syysistutusta perinteiseen syysistutukseen.

Tutkimuksen perusaineiston muodostavat vuoden 2018 kuuman ketjun syysistutuslohkot ja yksi vuoden 2017 kuuman ketjun syysistutuslohko. Verrokkiaineiston muodostavat vuoden 2018 syysistutuslohkot, joiden maanmuokkaus on tehty vuoden 2017 aikana. **Syysistutuslohko** tarkoittaa yhden tai useamman toimenpidekuvion muodostamaa kokonaisuutta. Kaikki tutkimukseen valitut syysistutuslohkot sijaitsevat Kuhmon metsätiimin alueella, joka kattaa valtion maat Kuhmon ja Sotkamon kuntien alueella. Tekstissäni tarkoitan **Kuhmolla** Kuhmon metsätiimin aluetta.

Metsähallitus tilasi tämän työn, koska kuuman ketjun syysistutuksesta ei ole saatavilla juurikaan tietoa. Tämän tutkimuksen tulokset voivat tulevaisuudessa ohjata viljeltävien kohteiden valintaa. (Karppinen 2019.)

2 METSÄN UUDISTAMINEN

2.1 Yleistä metsän uudistamisesta

Metsän uudistaminen on metsänkasvatuksen tärkein vaihe, joka vaikuttaa metsän kehitykseen ja metsästä saataviin tuloihin kiertoajan loppuun asti. Onnistunut metsän uudistaminen luo mahdollisuuden kasvupaikan tuottokyvyn täysimääräiseen hyödyntämiseen. (Valkonen, Ruuska, Kolström, Kubin & Saarinen 2001, 8; Luoranen, Saksa & Uotila 2012, 9.) Metsän uudistaminen on onnistunut, kun vanhan metsän tilalle saadaan nopeasti uusi, tuottoisa puusukupolvi mahdollisimman pienin kustannuksin metsäluonnon monimuotoisuutta vaarantamatta (Valkonen ym. 2001, 8–9). Toisaalta metsän uudistamisen onnistumista voidaan arvioida myös esimerkiksi maiseman tai metsän muiden käyttömuotojen näkökulmasta (Valkonen 2008, 145).

Metsänuudistamisvaihe alkaa päätehakkuusta (Valkonen ym. 2001, 8). Metsänuudistamisvaiheeseen liittyy useita toimenpiteitä, joiden muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan uudistamisketjuksi (Luoranen ym. 2012, 9). Uudistamisketjun muodostavat yleensä päätehakkuu, maanpinnan käsittely, metsänviljely, taimikon varhaishoito ja taimikon harvennus (Valkonen 2008, 145). Lisäksi uudistamisketjuun voi liittyä suojus- tai siemenpuiden poistamista (Luoranen ym. 2012, 9). Metsänuudistamisvaihe päättyy, kun uudistamiseen tähtäävät toimenpiteet on saatettu loppuun (Valkonen ym. 2001, 8).

Metsän uudistaminen edellyttää suunnittelua ja päätöksentekoa, joita helpottavat tutkimuksiin ja käytännön kokemuksiin perustuvat metsänhoitosuosituksot ja -ohjeet. Metsän uudistamista koskevia päätöksiä ja valintoja ohjaavat myös ilmastolliset tekijät, maaperän ja kasvupaikan ominaisuudet, aikaisempi puusto, metsälaki ja metsäsertifiointi. (Valkonen ym. 2001, 8.)

Metsää uudistaessa on tiedostettava siihen liittyvät riskitekijät. Vaikka kaikki metsän uudistamiseen liittyvät toimenpiteet tehtäisiinkin huolellisesti, on syytä varautua luonnontuhon tai inhimillisen virheen aiheuttamaan epäonnistumiseen. Metsän uudistamista voidaankin kutsua ihmisen ja luonnon väliseksi peliksi, jossa

suotuisat olosuhteet johtavat usein ihmisen kannalta onnistuneeseen lopputulokseen. (Valkonen ym. 2001, 8.)

2.2 Taimimateriaali

Taimitarhoilla tuotetut taimet voidaan jakaa kolmeen taimityyppiin, joita ovat paljasjuuriset taimet, paakkutaimet ja juurrutetut pistokkaat. Nykyään taimitarhat tuottavat lähinnä vain paakkutaimia, joiden etuna on turvepaakku, joka suojaa juuristoa ja toimii vesivarastona. Taimierät voidaan jakaa myös kasvatushistoriansa (ikä, koulinta-aika, paakkutyyppi) mukaan pienempiin ryhmiin, taimilajeihin. (Luoranen ym. 2012, 97.)

Paakun koko ja kasvatustiheys vaikuttavat kasvatettavien taimien kokoon. Erikoisissa paakuissa kasvatetuista taimista käytetään nimityksiä mini-, pieni-, keski-, iso- ja jättipaakkutaimi. Nimityksillä kuvataan sekä paakun että taimen kookoa. Taimilaji kannattaa valita istutusalan kasvupaikkatyyppin mukaan. Viljavammille kasvupaikoille kannattaa istuttaa kookkaampia taimia pintakasvillisuuden kilpailun takia, kun taas karummilla kasvupaikoilla voidaan käyttää pienempiä taimia. (Luoranen ym. 2012, 97)

Metsähallituksen käyttämät taimilajit vaihtelevat metsätiimien välillä. Käytettävät taimilajit riippuvat metsätiimien ja taimitoimittajien välisistä sopimuksista sekä taimien saatavuudesta. Kuhmon metsätiimissä käytetään kuusen ja männyn osalta vain yksivuotiaita pienipaakkuisia taimia. Aiemmin Kuhmossa käytettiin myös männyn minipaakkutaimia. (Karppinen 2020.)

2.3 Taimihuolto

Taimitarhalta kuljetetut taimet toimitetaan välivarastoon, jossa taimien kasteluun ja hallalta suojaamiseen on hyvät edellytykset. Vastaanottaessa taimia on syytä tarkastaa niiden kunto ja laatu, ja että kaikki toimittajan kanssa sovitut asiat täyttyvät. (Luoranen ym. 2012, 103.) Jälkikäteen vastuukysymysten selvittäminen eri osapuolten kesken on ongelmallista. Taimien huono laatu voi johtaa istutuksen epäonnistumiseen. (Valkonen ym. 2001, 162.) Välivarastolle toimitetaan yleensä

parin viikon tarvetta vastaava määrä taimia (Luoranen ym. 2012, 103). Metsähalituksen istutuksilla taimihuolto siirtyy istutusyrittäjän vastuulle, kun taimet on toimitettu ennalta sovittuun välivarastopaikkaan (Karppinen 2019).

Istutusten edetessä taimet jaetaan välivarastosta metsävarastoihin, lähelle uudistusalaan. Hyvä metsävarastopaikka on varjoinen, tasainen ja siellä on taimien kastelumahdollisuus. Taimet eivät saa päästä kuivumaan, sillä niiden uudelleen kastelu on vaikeaa. Kerran kuivahtamaan päässeiden taimien mahdollisuudet selvitä istutusstressistä ovat heikot. Taimi on riittävän kostea, kun paakkua hennosti puristaessa se tiputtaa hieman vettä. Metsävarastoa ei kannata sijoittaa kanto- tai korjuutähdekasojen läheisyyteen tukkimiehentäin aiheuttaman tuhoriskin takia. (Luoranen ym. 2012, 103, 106.)

2.4 Maalajit

Metsämaa jaetaan kivennäismaaksi tai suoksi sen orgaanisen eli eloperäisen kerroksen paksuuden mukaan (Luoranen, Saksa, Finer & Tamminen 2007, 8; Luoranen ym. 2012, 12). Suolla turvekerroksen paksuus kertoo, onko kyseessä ohut- vai paksuturpeinen suo. Ohutturpeisella suolla turvekerroksen paksuus on alle 30 senttimetriä. Kivennäismaat voivat myös soistua, jolloin niille muodostuu ohut turvekerros. (Luoranen ym. 2012, 12.) Kivennäismaalla on tyypillisesti kangashumuskerros kivennäismaakerroksen päällä (Luoranen ym. 2007, 9).

Kivennäismaalajit voidaan jakaa kolmeen luokkaan: hienot, keskikarkeat ja karkeat. Hienoilla mailla vallitsevat maalajit ovat savi, hiesu tai hieno hieta, keskikarkeilla mailla karkea hieta tai hieno hiekka sekä karkeilla mailla hiekka tai sora. Vallitseva maalaji määritetään luotettavasti näytteellä, joka otetaan kangashumuksen alta, noin 10–30 senttimetrin syvyydestä. Maalaji määritetään maastossa usein tarkastelemalla maalajin raekokoa silmämääräisesti tai niin sanotulla rulaustestillä, jossa kosteaa maa-ainesta pyöritetään käsissä ohueksi pötköksi. (Luoranen ym. 2007, 10.)

Metsän uudistamisessa maalajilla on tärkeä merkitys. Maalaji vaikuttaa mm. maan vesitalouteen, routivuuteen ja eroosioherkkyyteen. Edellä mainitut tekijät

vaikuttavat puolestaan puulajin ja maanmuokkausmenetelmän valintaan (Luoronen ym. 2012, 13). Hienot maalajit pidättävät hyvin vettä ja ravinteita, mutta rouhivat voimakkaasti. Keskikarkeat maalajit eivät puolestaan roudi, mutta pidättävät vettä ja ravinteita hienoja maalajeja heikommin. (Luoronen ym. 2007, 13–14.)

2.5 Maanmuokkaus

Maanmuokkaus on tarpeellinen toimenpide, uudistettiinpa metsä istuttaen, kylvään tai luontaisesti (Hannelius, Leikola & Tuimala 1989, 92). Oikean maanmuokkausmenetelmän valinta on yksi tärkeimmistä tekijöistä hyvän metsänuudistamistuloksen varmistamisessa. Maanmuokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat kasvupaikan viljavuus, maakerroksen paksuus, kangashumus- tai turvekerroksen paksuus, maan kivisyys, maalaji, kasvupaikan vesitalous, uudistettava puulaji sekä uudistamistapa. (Luoronen ym. 2007, 7–8; Luoronen ym. 2012, 77.)

Maanmuokkauksella pyritään parantamaan siementen ja taimien kasvuedellytyksiä ensimmäisten vuosien aikana. Sillä pyritään myös parantamaan taimien ravinteiden saantia (Luoronen ym. 2007, 22), hallitaan uudistamisalan vesitaloutta, vähennetään pintakasvillisuuden kilpailua, nostetaan maan lämpötilaa, lisätään maan ilmavuutta ja vähennetään tukkimiehentäin tuhoja. Lisäksi maanmuokkaus helpottaa viljelytyötä, parantaa metsänuudistamisen laatua sekä alentaa mahdollisesti myös uudistamisen kokonaiskustannuksia. (Luoronen ym. 2012, 72–77.)

Äestys ja laikutus ovat maanpintaa paljastavia maanmuokkausmenetelmiä. Niimensä mukaisesti niiden tarkoituksena on paljastaa kivennäismaata poistamalla humuskerrosta kivennäismaakerroksen päältä. (Luoronen ym. 2012, 78.) Äestyksessä tehdään jatkuvaa kivennäismaata paljastavaa maanmuokkausjälkeä, kun taas laikutuksessa maan humuskerrosta poistetaan laikuittain. Vaotus eli säätöaura on myös toimiva maanpintaa paljastava maanmuokkausmenetelmä, mutta monet toimijat ovat luopuneet sen käytöstä ympäristö- ja mielikuvasyiden takia. (Valkonen 2008, 157–158.) Maanpintaa paljastavat maanmuokkausmenetelmät sopivat parhaiten karkeille tai keskikarkeille kivennäismaille, joissa vesitalous on kunnossa ja pintakasvillisuuden kilpailu on vähäistä. Laikutusta voidaan käyttää myös turvemaidilla. (Luoronen ym. 2012, 79.)

Viljavammilla kasvupaikoilla, pintakasvillisuuden kilpailun aiheuttaessa ongelmia, käytetään kohoumia muodostavia maanmuokkausmenetelmiä (Kuvio 1). Niitä ovat kääntö-, laikku-, navero- ja ojitusmätästys. Mätästysmenetelmä valitaan usein uudistusalan vesitaloustilanteen mukaan. (Luoranen ym. 2012, 79.) Kääntö- mätästyksessä maanmuokkaus tehdään nostamalla kaivinkoneen kauhalla maata, joka pudotetaan kääntäen samaan kuoppaan, josta se on otettu. Laikku- mätästys tehdään kääntämällä maata muokkaamattoman maan pinnalle. Navero- ja ojitusmätästyksissä mätätyt tehdään ojasta tai navero-ojasta otetusta maa-aineksesta. Ojitusmätästyksellä pyritään parantamaan uudistusalan vesitaloutta ja naveromätästyksellä kuivattamaan maaperää. (Luoranen ym. 2007, 32–39.) Kohoumia muodostavassa maanmuokkauksessa tehdään vähintään taimikon perustamistiheyttä vastaava määrä mätäitä (Luoranen ym. 2012, 79).



Kuvio 1. Kohoumia muodostavaa maanmuokkausjälkeä tutkimuslohkolla

2.6 Istutus uudistamismenetelmänä

Metsänuudistamismenetelmät voidaan jakaa kahteen perusmenetelmään: luontainen uudistaminen ja metsänviljely. Luontaisessa uudistamisessa hyödynnetään uudistusosalalle jätettyjä emopuita, jotka siementävät uudistettavan alan. (Valkonen ym. 2001, 118.) Metsä uudistetaan viljellen, jos uudistusosalalle kylvetään siemeniä tai istutetaan taimia. Istutus on uudistamismenetelmistä kallein, ja sitä käytetään, kun olosuhteet luontaiselle uudistamiselle tai kylvämiselle eivät ole suotuisat. (Hannelius ym. 1989, 80, 100.)

Istutus on varma uudistamismenetelmä. Viljaville maille viljeltävän uuden puuskupolven suurin uhkaaja on pintakasvillisuuden kilpailu, johon istuttamalla saatu etumatka voi ratkaista uudistamisen onnistumisen. Istutuksen avulla uudistamisaika lyhenee, joka osaltaan korvaa viljelykustannuksista aiheutuvaa korkeaa hintaa. Korkeat kustannukset johtuvat siitä, että istutus tapahtuu edelleen pääosin ihmistyönä, vaikka koneellisen istutuksen osuus lisääntyy koko ajan. (Valkonen ym. 2001, 144; Luoranen ym. 2012, 107.)

Yleisimmät istuttajan työvälineet ovat pottiputki ja taimien kantamiseen tarkoitettu taimivakka. Istuttajalla tulee olla myös käsineet tukkimiehentäitä vastaan torjunta-ainekäsitellyjä taimia käsitellessään. Istutuskohteella on oltava riittävä määrä istutuskelpoisia taimia, joita voidaan levittää istutusosalalle esimerkiksi mönkijällä. (Luoranen ym. 2012, 107.)

Istuttajan on hallittava oikea istutustekniikka, jolla taataan istutettaville taimille hyvät selviytymisedellytykset ja joudutetaan työskentelyä. Taimet tulee istuttaa riittävän syväälle ja pystysuoraan. Myös oikean istutuskohtan valitseminen on istuttajan tärkeä taito. Istutusväli voi vaihdella yhdestä viiteen metriin. Istutuskohtan valintaan vaikuttavat muun muassa muokkausjäljen kosteus, maalaji ja maaston muoto. (Valkonen ym. 2001, 146–147.)

Suosittelut istutustiheydet vaihtelevat yleensä 1600–2200 kappaleen hehtaari-
heyksien välillä (Hannelius ym. 1989, 111). Puulaji, kasvatustavoitteet ja käytetty uudistusmenetelmä vaikuttavat suositeltuun taimitiheyteen (Valkonen 2008,

111). Esimerkiksi mäntyä istuttaessa voidaan parantaa viljeltävän puun laatua nostamalla istutustiheyttä (Valkonen ym. 2001, 145). Metsähallituksen käyttämät tavoitetiheydet ovat olleet samat jo vuosia: kuusella 1600 kappaletta hehtaarilla ja männyllä 1800 kappaletta hehtaarilla (Karppinen 2019). Istuttajan on huolehdittava istutustiheyden säännöllisestä tarkistamisesta, jossa hyvä apuväline on neljä metriä pitkä naru tai keppi (Luoranen & Kiljunen 2006, 72). Silmävarainen istutustiheyden tarkistaminen on halvin ja yksinkertaisin, mutta myös epäluotettavin keino (Hannelius ym. 1989, 108).

2.7 Männyn ja kuusen syysistutus

Istutusajankohdan valinta on onnistuneen metsänuudistamisen kannalta keskeinen seikka, sillä juurten kasvun ajoittuminen, maan kosteus, lämpötila ja ravintilanne vaikuttavat taimien juurtumiseen ja kehitykseen. Nopealla juurtumisella taimet turvaavat riittävän veden ja ravinteiden saannin. (Luoranen 1998, 596–597.)

Valtaosa taimista istutetaan keväisin ja jonkin verran syksyisin (Luoranen 1998, 596). Kuusta voidaan istuttaa lähes kaikenlaisille kohteille myös kesäisin, mutta kevät- ja syysistutuskohteet tulee valikoida tarkemmin (Luoranen & Kiljunen 2006, 47–48). Männyn kesäistutusta voidaan suositella vain sellaisille kasvupaikoille, jotka ovat kosteita läpi kesän (Hyppönen, Hallikainen & Jalkanen 2005, 85).

Istutuskausien pituudet vaihtelevat istutuskohteen maantieteellisestä sijainnista ja istutusvuoden sääoloista riippuen. Istuttaminen eri ajankohtina edellyttää sopivan taimimateriaalin käyttämistä ja sääolojen huomioimista. Kasvukauden eri vaiheissa istutukseen liittyy maalajin, ilmasto-olojen ja istutusalan pinnanmuotojen aiheuttamia riskitekijöitä. (Luoranen & Kiljunen 2006, 47.)

Istutusten koneellistuminen ja työvoiman väheneminen edellyttävät mahdollisimman pitkää istutuskautta (Luoranen ym. 2012, 99). Männyn ja kuusen paakku-taimia voidaan istuttaa syksyllä edellyttäen, että taimien versot ovat puutuneet ennen istutusta. Syksyllä istutetut taimet voivat kasvattaa juuriaan lokakuulle asti,

joten elo- ja syyskuun aikana istutetut taimet ehtivät juurtua riittävästi. (Hyppönen ym. 2005, 85.) Havupuiden taimien juurtumista säätelee maaperän lämpötila, sillä taimien juuriston kasvu päättyy lämpötilan laskettua alle +5 celsiusastetta (Tamminen 2015, 15). Tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella istutuskausi olisi suositeltavaa lopettaa syyskuun loppuun mennessä, jonka jälkeen istutusten epäonnistumisen riski kasvaa (Luoranen ym. 2012, 102).

Syysistutuksessa kannattaa suosia lyhytpäivä-käsiteltyjä taimia. Lyhytpäivä-käsittelyllä tarkoitetaan taimien pituuskasvun pysäyttämistä lyhentämällä keinotekoisesti päivän pituutta. Lyhytpäivä-käsittelyn tarkoituksena on aikaistaa syysistuttavien taimien karaistumista, jotta ne kestäisivät syyshalloja paremmin. (Luke 2020.)

Syysistutukseen soveltuvat parhaiten keskikarkean maalajin kohteet. Huonoiten syysistutukseen puolestaan soveltuvat routivat, hienojakoisen maalajin kohteet sekä turvemaat. Etenkin syysrouste nostaa huonosti juurtuneita taimia helposti ylös maasta (Kuvio 2). (Hyppönen ym. 2005, 85; Luoranen & Kiljunen 2006, 48.) Rouste voi nostaa taimia maasta kokonaan tai osittain aiheuttaen taimien kuolemista, kasvun hidastumista, taimien juromista tai tyvilenkoutta (Hyppönen ym. 2005, 85). Myös karkealle maalajille istuttamista kuivuuden aiheuttamien vahinkojen vuoksi on syytä välttää (Luoranen, Saksa & Lappi 2018, 89).



Kuvio 2. Mahdollinen rousteen aiheuttama taimen kuolema

Taimien huono juurtuminen voi johtaa huonoon maastomenestykseen etenkin sellaisina vuosina, jolloin sääolot ovat taimien kannalta tavanomaista ankarammat (Luoranen 2018, 2). Kuivan istutussyksyn jälkeen taimet voivat olla herkempiä talviolosuhteille. Taimien kuivuminen voi johtua juurivaurioista, sillä riittämätön juurimassa pienentää taimen vedenottokykyä. Taimien vauriot voivat myös osaltaan heikentää uusien juurien kehittymistä. Heikosti kehittyneet juuret voivat aiheuttaa taimien kuivumista vielä istutuksen jälkeisenä keväänä. (Luoranen ym. 2018, 84–85.) Syysistutettuja taimia uhkaavat myös mm. syysshallan aiheuttamat vauriot ja ahavatuhot (Luoranen & Kiljunen 2006, 51–52).

Lumipeite suojaa taimia pakkaselta. Tulevaisuudessa yleistyvät lumettomat talvet voivat aiheuttaa syysistutetuille taimille ankaria talviolosuhteita. Ankarampien talviolosuhteiden myötä talvivaurioiden riski kasvaa ja voi heikentää syysistutettujen taimien selviytymismahdollisuuksia. (Luoranen ym. 2018, 80.)

Aiemmassa syysistutukseen liittyvässä tutkimuksessa todetaan, että suurimmat syysistutukseen liittyvät riskitekijät ovat istutuksen ja maanmuokkauksen laatu sekä maalaji. Syysistutettujen taimien heikkoon selviytymiseen ei voida nimetä yhtä yksittäistä tekijää, vaan syysistutuksen epäonnistuminen johtuu todennäköisemmin monesta tekijästä. (Luoranen ym. 2018, 79, 84.)

2.8 Kuuman ketjun uudistaminen

Kuuman ketjun uudistaminen tarkoittaa, että maanmuokkaus ja istutus tapahtuvat samana vuonna. Normaalisissa tilanteissa maanmuokkauksen jälkeisenä talvena lumi tiivistää mättään ennen istuttamista. Metsähallituksen tarve kuuman ketjun uudistamisen käyttöön johtuu resurssien vähäisyydestä sekä maanmuokkaus- ja istutusmäärien kasvamisesta. (Karppinen 2019.)

Metsähallitus pyrkii mahdollisimman tehokkaaseen metsänuudistamiseen. Kuuman ketjun uudistaminen voi mahdollistaa, että uudistusala saadaan mahdollisimman pian tuottamaan uudelleen puuta. Lisäksi kuuman ketjun etuna voidaan nähdä istutettavien puuntaimien saama etumatka pintakasvillisuuden kilpaillessa valosta ja ravinteista rehevillä kasvupaikoilla. (Lohi 2019.) Kuuman ketjun uudistaminen nähdään myös yhtenä keinona luoda nopeasti uusi hiilinielu (Vaara 2018).

Metsähallitus istutti vuonna 2019 Pohjanmaa-Kainuu-alueella kaikkiaan 8,5 miljoonaa tainta, joista syysistutuksena istutettiin vajaa kaksi miljoonaa tainta. Kokonaismäärästä noin kymmenen prosenttia, eli 850 000 kappaletta, istutettiin kuuman ketjun syysistutuksena. Kuuman ketjun syysistutusten määrät vaihtelevat Pohjanmaa-Kainuu-alueen viiden metsätiimin välillä. (Karppinen 2019.)

Kun kuuman ketjun uudistamista lisätään, maanmuokkausta joudutaan tekemään yhä enemmän kevät- ja kesäkaudella. Pohjois-Suomessa maanmuokkausta tulisi kuitenkin välttää lintujen pesimäkaudella 15.5.–31.7. (Metsäteho 2000, 5), joka voi olla kuuman ketjun uudistamisen kannalta ongelmallista.

Kuuman ketjun uudistamisesta ei ole saatavilla juurikaan tietoa. Tästä syystä ei voida tietää mitä asioita kuuman ketjun uudistamisessa on huomioitava ja onko kuuman ketjun uudistaminen ylipäättään kannattavaa metsänuudistamisen näkökulmasta. (Karppinen 2019.)

3 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

3.1 Tutkimusmenetelmä ja tutkimusongelmat

Opinnäytetyötutkimukseni, kuuman ketjun syysistutusten onnistuminen Kuhmossa, on toteutettu määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän keinoin. Kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä tietoa tarkastellaan numeerisesti eli tutkittavia asioita ja niiden muuttujia käsitellään numeroiden avulla. Kvantitatiivisen tutkimuksen tarkoitus on selittää, kuvata, kartoittaa, vertailla ja ennustaa asioita, ominaisuuksia tai ilmiöitä. (Vilkkä 2007, 14,19.)

Opinnäytetyöni tutkimusongelmat ovat seuraavat:

1. Kuinka kuuman ketjun syysistutus Kuhmossa on yleisesti onnistunut?
2. Mitkä tekijät ovat voineet vaikuttaa kuuman ketjun syysistutusten yleiseen onnistumiseen?

Tutkijakollegani, Arto Lohi, tutki kuuman ketjun syysistutusten onnistumista Koillismaalla. Kahdella tutkimuksella pyrittiin saamaan laajempi käsitys tutkittavasta aiheesta. Lisäksi tutkimustuloksia oli tarkoitus verrata keskenään, alueiden välisten erojen selvittämiseksi. Alueiden välisten erojen tarkastelu edellytti tutkimusten yhdenmukaista toteuttamista. Arto Lohi toteutti oman opinnäytetyönsä vertaamalla kuuman ketjun syysistutuksen eroja Koillismaan ja Kuhmon välillä, joten jätän alueiden välisten erojen seikkaperäisen tarkastelun pois omasta opinnäytetyöstäni.

3.2 Yhtenäinen tiedonkeruu Koillismaalla ja Kuhmossa

Tutkimuksen tiedonkeruuta varten laadimme Arto Lohen kanssa mittausohjeen (Liite). Mittausohjetta laatiessamme pidimme useita yhteisiä palavereja. Apuna mittausohjeen laatimisessa käytimme toimeksiantajan käytössä olevaa metsänhoidon laadunseurannan ohjetta. Laadittuamme mittausohjeen vietimme yhden yhteisen maastopäivän testaten mittausohjeen toimivuutta käytännön mittaus-työssä.

Päädyimme käyttämään tutkimusyksikkönä ympyräkoealaa, jonka säteenä käytimme 5,64 metriä (yksi aari). Maastomittauksessa laskimme jokaiselta koealalta istutettujen ja kuolleiden taimien lukumäärät. Lisäksi määritimme koealoilta puulajin (kuusi/mänty), maanmuokkaustyyppin (kohoumia muodostava/maanpintaa paljastava) sekä vallitsevan maalajin (hieno/keskikarkea/karkea/turve).

Kirjasimme huomioita koealoilta infokenttään. Vaikka tutkimuksessa ei pyritty systemaattisesti selvittämään taimien kuolinsyitä, yleisimmät infokenttiin merkitsemämme huomiot liittyivät arvioihin mahdollisista syistä, jotka olisivat voineet johtaa taimien kuolemiin. Koealatietojen infokenttiin kirjattuja huomioita ei avata tässä tutkimuksessa.

Lisäsimme paikkatietojärjestelmässä kullekin koealalle numerotunnisteen. Lisäsimme koealoille myös lohkon nimen, kuvion numeron, maanmuokkaus- ja istutusvuoden, korkeuden merenpinnasta sekä lämpösummakertymän. Pyysin myöhemmin tutkimuksen toimeksiantajalta tiedot koskien tarkempia maanmuokkaus- ja istutusajankohtia. Lisäsin toimeksiantajan lähettämät tiedot tutkimuksen koealatietoihin.

Mitattavien koealojen lukumäärät vaihtelivat kuvion pinta-alan mukaan viiden ja kymmenen koealan välillä. Sijoitimme koealat satunnaisesti kuvioille paikkatietojärjestelmässä, millä vältimme koealapisteiden sijaintien subjektiivisen valikoitumisen. Päädyimme sijoittamaan myös kullekin kuviolle yhden varapisteen. Varapistettä tuli käyttää, mikäli joku koealoista sattui sijaitsemaan sellaisessa kohdassa kuviota, jossa mittausta ei ollut mahdollista suorittaa. Tällaisia olivat esimerkiksi kuvioille jätetyt säästöpuuryhmät.

3.3 QGIS-ohjelmiston valitseminen tutkimuksen aineistoalustaksi

Tutkimusta aloittaessamme pohdimme parasta keinoa tutkimusaineiston koaamiseen. Olisimme voineet toteuttaa tutkimuksen ilman paikkatieto-ohjelmistoa, mutta mielsimme sen tutkimuksen kannalta tarpeelliseksi työkaluksi. Esimerkiksi suunnistaminen paperikartoille piirretyille koealapisteille olisi ollut haasta-

vaa. Myös sääolosuhteet olisivat luoneet omat haasteensa, jos olisimme keränneet tutkimusaineiston paperille. Päädyimme käyttämään QGIS 3.4 ohjelmistoa ja sen mobiiliversiota QFieldiä.

Suunnitteluvaiheessa selvitimme mahdollisuutta käyttää tutkimuksessamme toimeksiantajan käytössä olevia paikkatietojärjestelmiä. Totesimme Silvian, joka on ArcGis:n pohjalle räätälöity Metsähallituksen prosesseja vahvasti tukeva sovellus, taipuvan huonosti tutkimuksen tarpeisiin. Paljaan ArcGis:n sijaan päädyimme QGIS:iin, koska meillä oli siitä enemmän aiempaa kokemusta.

Loimme QGIS:llä projektit, joihin latasimme taustakartat Maanmittauslaitoksen avointen aineistojen palvelusta. Saimme toimeksiantajalta karttatasot valitsemistamme tutkimuslohkoista SHP-muotoisina aluetasoina. Ne sisälsivät geometriat tutkimukseen valituilta istutuslohkoilta. Toimeksiantajan meille luovuttamien SHP-muotoisten aluetasojen avulla sijoittelimme tutkittavien koealojen pisteet tutkimusaineistotasoillemme muodostaen SHP-pistetason (Kuvio 3).



Kuvio 3. Koealapistet tutkimuslohkolla (Maanmittauslaitos 2019)

Siirsimme QGIS-projektin USB-johdon avulla mobiililaitteen QField-sovellukseen. Maastomittauksissa suunnistimme ennalta sijoitetuille koealapistelle GPS-

sijaintia apuna käyttäen. Tallensimme koealatiedot QFieldin koealapisteisiin. Jokaisen mittauspäivän jälkeen päivitimme kerätyt koealatiedot USB-johdon avulla QFieldistä tietokoneelle QGIS-ohjelmiston projektiin.

Tutkimusaineiston keräämisen päätyttyä yhdistimme tutkimusaineistotasomme yhdeksi tasoksi. Sen jälkeen siirsimme yhteiseltä tasolta kaikkien koealapisteiden sisältämät tiedot QGIS-ohjelmiston attribuuttitaulusta Exceliin, jossa aloitimme tutkimustulosten tarkastelun ja vertailun.

3.4 Tutkimuskohteiden valinta

Tutkimuksen perusaineiston muodostavat vuoden 2018 kuumen ketjun syysistutuslohkot. Kuhmon metsätiimin alueelta löytyi 18 kappaletta vuoden 2018 kuumen ketjun syysistutuslohkoja, jotka sijaitsivat eri puolilla metsätiimin aluetta, neljällä eri suunnittelupiirillä. Löydetyistä lohkoista valitsin tutkimukseen 14 lohkoa (Kuvio 4). Vuoden 2018 kuumen ketjun syysistutuslohkojen lisäksi valitsin tutkimuksen perusaineistoon yhden vuoden 2017 kuumen ketjun syysistutuslohkon.

Karsin jokaiselta suunnittelupiiriltä pinta-alaltaan suurimman lohkon pois tutkimuksesta, sillä koealojen lukumäärä olisi paisunut tarpeettoman suureksi. Tutkimuksen ulkopuolella karsitut lohkot toimivat varalohkoina, joilla olisin voinut tarvittaessa korvata tutkimukseen valittuja lohkoja. Varalohkojen käyttämiselle ei ilmennyt tutkimuksen aikana tarvetta.

Verrokkiaineiston muodostavat neljä vuoden 2018 syysistutuslohkoa, joiden maanmuokkaus oli tehty vuonna 2017. Verrokkilohkot sijaitsevat myös Kuhmon metsätiimin alueella. Verrokkilohkoista kolme sijaitsee Etelä-Sotkamon alueella ja yksi Kuhmon itäosassa.



Kuvio 4. Tutkimuslohkot kartalla (Maanmittauslaitos 2019)

Pyrin mittaamaan koealoja tutkimuslohkojen jokaiselta kuviolta. Tutkimuksen aikana jouduin jättämään verrokkilohkolta yhden kuvion tutkimuksen ulkopuolelle, sillä se oli heinittynyt niin runsaasti, että taimien löytäminen oli lähes mahdotonta (Kuvio 5). Kyseisen verrokkilohkon muiden kuvioiden koealat olivat helpommin mitattavissa, joten en nähnyt koko lohkon poistamista tutkimuksesta tarpeelliseksi.



Kuvio 5. Runsaasti heinittynyt toimenpidekuvio

Tutkimukseen valitsemieni lohkojen pinta-alat ja kuvioiden lukumäärät vaihtelivat paljon. Suurin tutkimukseen valittu lohko oli pinta-alaltaan 29,43 hehtaaria ja pienin 0,47 hehtaaria. Kuvioiden lukumäärät vaihtelivat lohkoilla yhden ja 14 kuvion välillä.

Tutkimuksessa ei oteta kantaa maanmuokkaus- ja istutustyön laatuihin. Selvitin kuitenkin näiden työlajien osalta, kuinka monta yrittäjää tutkimuslohkoilla on työskennellyt, yrittäjien välisten erojen tiedostamiseksi. Tutkimuslohkoilla on työskennellyt kaikkiaan neljä maanmuokkausyrittäjää ja kaikilla tutkimuslohkoilla on työskennellyt sama istutusyrittäjä (Karppinen 2019).

3.5 Tutkimuksen perusjoukko ja otoskoko

Kaikki tutkimuslohkot mukaan lukien tutkimukseeni kuuluu 19 lohkoa, joilta mittasin 424 koealaa. Tutkimuslohkojen kokonaispinta-ala on 151,55 hehtaaria. Yhden koealan vastatessa aarin kokoista aluetta, koealojen otoskoko on 4,24 hehtaaria. Otos on tutkimuslohkojen kokonaispinta-alasta 2,8 prosenttia.

Tutkimuslohkoista 15 on kuuman ketjun syysistutuslohkoja, joiden kokonaispinta-ala on 100,19 hehtaaria. Mittasin kuuman ketjun syysistutuslohkoilta 343 koealaa eli otoksen koko on 3,43 hehtaaria. Otos on perusjoukosta 3,42 prosenttia. Neljän verrokkilohkon kokonaispinta-ala on 51,36 hehtaaria. Verrokkilohkoilta mittasin 81 koealaa. Otoskoko on tällöin 0,81 hehtaaria, joka kattaa 1,58 prosenttia perusjoukosta.

Otoskoon vaikuttaa eniten yksittäisten kuvioiden pinta-alat. Laitimassamme mittaushojeessa käytimme toimeksiantajan metsänhoitotöiden laadunseurannassa käyttämää koealojen lukumäärän määräytymistapaa (Kuvio 6). Kyseinen tapa painottaa selvästi pinta-alaltaan pieniä kuvioita.

Kuvion pinta-ala, ha	Koealoja vähintään, kpl
0,5 - 1,9	5
2 - 3,9	6
4 - 5,9	7
6 - 7,9	8
8 - 9,9	9
10+	10

Kuvio 6, Kuvioiden pinta-aloihin perustuvat koealojen lukumäärät.

Kuuman ketjun syysistutuslohkon perusjoukko on vain puolet verrokkilohkojen perusjoukkoa suurempi, mutta sen otoskoko on verrokkilohkoihin nähden yli nelinkertainen. Voin siis päätellä, että kuuman ketjun syysistutuslohkoilla kuvioiden pinta-alat ovat keskimäärin pienempiä kuin verrokkilohkoilla.

3.6 Tutkimusaineiston kerääminen

Aloitin tutkimusaineiston keräämisen 2.7.2019. Arto Lohi aloitti oman tutkimuksensa tiedonkeruun samanaikaisesti Koillismaalla. Valitsimme yhteisen aloitusajankohdan, jotta pystyimme ratkaisemaan alussa havaitsemiamme ongelmatilanteita yhdessä. Tutkimusaineiston kerääminen päättyi osaltani 22.7.2019.

Avustajanani tiedonkeruussa toimi suorittavan työn harjoittelija, Pekka Polvinen. Työnjako tiedonkeruun aikana tapahtui siten, että osoitin Polviselle koealanpisteiden sijainnin, jonka jälkeen hän pyörähti onkivavan kanssa täyden ympyrän koealan keskipisteessä minun kiertäessäni kehällä laskien taimia ja tehden havainnot. Polvinen laski apunani taimia, osallistui maalajin määritykseen ja teki havainnot. Hän osallistui jokaiseen tutkimusaineiston keruupäivään.

4 TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Tutkimusaineisto

Löysin mittaamiltani 424 koealalta yhteensä 6249 istutettua tainta. Löytämistäni istutetuista taimista laskin kuolleeksi 131 tainta. Kuolleiden taimien osuus on 2,1 prosenttia kaikista tutkimuksessa laskemistani taimista. Koealojen lukumäärät sekä löytyneiden ja kuolleiden taimien kokonaismäärät jakautuvat tutkimusaineistojen välillä taulukon 1 mukaan.

Taulukko 1. Mitattujen koealojen määrät sekä löydettyt ja kuolleet taimet

Tutkimusaineisto	Koealat (kpl)	Löydetyt (kpl)	Kuolleet (kpl)	Kuolleet (%)
Kuuma	343	5171	105	2,0
Verrokki	81	1078	26	2,4
Yhteensä	424	6249	131	2,1

Vähentämällä löydettyjen taimien lukumäärästä kuolleet taimet saadaan löydettyjen elävien taimien lukumäärä. Löydetyt, elävät ja kuolleet taimet ovat esitetty puulajeittain taulukossa 2.

Taulukko 2. Koealoilta löydetty istutetut ja kuolleet taimet sekä elävät taimet niiden erotuksena

Puulaji	Löydetyt (kpl)	Elävät (kpl)	Kuolleet (kpl)	Kuolleet (%)
Kuusi	1976	1933	43	2,2
Mänty	4273	4185	88	2,1
Yhteensä	6249	6118	131	2,1

Jakamalla löydettyjen elävien taimien lukumäärä koealojen lukumäärällä saadaan keskimääräinen elävien taimien lukumäärä koealaa kohden. Kun koeala vastaa pinta-alaltaan aaria, saadaan hehtaarikohtainen tiheys kertomalla koealan elävien taimien lukumäärä luvulla sata (Tapio 2014). Hehtaarikohtaiset taimitiheydet ovat esitetty taulukossa 3 puulajeittain ja yhteensä.

Taulukko 3. Löydettyjen elävien taimien perusteella lasketut hehtaariitiheydet puulajeittain

Puulaji	Elävät	Koealat	Tiheys (kpl/ha)
Kuusi	1933	149	~1300
Mänty	4185	275	~1500
Yhteensä	6118	424	~1450

Taulukon 3 osoittamista hehtaarikohtaisista taimitiheyksistä huomataan, etteivät istutustyön tavoitetiheydet täyty. Taulukossa 3 esitetyt taimitiheydet eivät kerro taimikoiden todellista tiheyttä, sillä huolellisesta etsimisestä huolimatta osa istutetuista taimista on todennäköisesti jäänyt löytymättä. Tästä syystä tutkimuksessa esitettävät päätelmät eivät perustu tutkimuslohkoilta löytyneisiin taimitiheyksiin, vaan löytyneiden taimien selviytymisprosenttiin.

4.2 Selviytymisprosentti

Määrittelimme kerätyn numeerisen aineiston selventämiseksi koealakohtaisen selviytymisprosentin. Selviytymisprosentti kertoo vertailtavassa muodossa, kuinka koealan taimet ovat selviytyneet. Koealakohtainen selviytymisprosentti laskettiin seuraavasti:

$$S = ((L - K) / L) * 100$$

missä

<i>S</i>	on	selviytymisprosentti
<i>L</i>	on	kaikkien koealalta löytyneiden taimien lukumäärä
<i>K</i>	on	koealalta löytyneiden kuolleiden taimien lukumäärä

Selviytymisprosentti kuvaa elävien taimien osuutta kaikista koealalta löydettyistä taimista. Käytän tässä tutkimuksessa taulukon 4 mukaista luokittelua istutustuloksen arvioinnissa. Istutustulosta voidaan pitää erinomaisena, jos yli 95 prosenttia istutetuista taimista on eläviä. Istutustulos on välttävä, jos istutetuista taimista on elossa alle 80 prosenttia.

Taulukko 4. Istutustulos selviytymisprosentin mukaan

Selviytymis-%	Istutustulos
>95	Erinomainen
90 – 95	Hyvä
80 – 90	Tyydyttävä
<80	Välttävä

Taulukossa 5 esitetään molempien tutkimusaineistojen selviytymisprosenttien keskiarvot. Kun sovelletaan taulukon 4 mukaista luokittelua taulukon 5 selviytymisprosenttien keskiarvoilla, huomataan, että molempien tutkimusaineistojen istutustulos on erinomainen.

Taulukko 5. Tutkimusaineistojen selviytymisprosenttien keskiarvot

Tutkimusaineisto	Selviytymis-% (ka)	Istutustulos
Kuuman ketjun syysistutus- koealat	97,7	Erinomainen
Verrokkikoealat	97,6	Erinomainen

Taulukossa 6 osoitetaan, millaiseen istutustulokseen päästäisi vertaamalla toteutuneita istutustiheyksiä puulajeille asetettuihin tavoitetehtyksiin. Istutustulokset olisivat erinomaisen sijaan tyydyttävät.

Taulukko 6. Istutustiheydet suhteessa tavoitetehtyksiin puulajeittain

Puulaji	Istutustiheys (kpl/ha)	Tavoitetehtyys (kpl/ha)	Selviytymis-% (ka)	Istutustulos
Kuusi	1300	1600	81,3 %	Tyydyttävä
Mänty	1500	1800	83,3 %	Tyydyttävä

4.3 Olosuhdemuuttajat

Halusin todentaa kahden tutkimusaineiston vertailukelpoisuuden vertaamalla kahta olosuhdemuuttujaa tutkimusaineistojen välillä. Lisäsin tutkimuskoealoille

tiedot koealanpisteen tehoisasta lämpösummakertymästä ja korkeudesta merenpinnasta. Osoitan taulukossa 7, että edellä mainitut olosuhdemuuttujat eroavat vain vähän toisistaan tutkimusaineistojen välillä, joka lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Taulukko 7. Keskeisten olosuhdemuuttujien keskiarvojen vertailut tutkimuskoealojen ja verrokkikoealojen välillä

Muuttuja	Kuuman ketjun koealat (ka)	Verrokkikoealat (ka)	Ero
Lämpösumma	1008 °Cvrk	1036 °Cvrk	28 °Cvrk (2,8 %)
Korkeus merenpinnasta	211 m	222 m	11 m (5,2 %)

4.4 Puulajien väliset erot

Tutkimuksessa mittaamistani koealoista 149:lle (35,1 %) on istutettu kuusta. Niistä 119 on kuuman ketjun syysistutuskoaloja ja 30 verrokkikoealoja. Kuusen osalta kuuman ketjun syysistutuskoalojen selviytymisprosenttien keskiarvo on 97,9 prosenttia ja verrokkikoealojen 96,5 prosenttia. Molemmissa tutkimusaineistoissa istutustulos on erinomainen. Kuusen osalta kuuman ketjun syysistutuskoalojen selviytymisprosenttien keskiarvo on 1,4 prosenttiyksikköä parempi kuin verrokkikoealoilla (Taulukko 8).

Mittaamistani koealoista 275:lle (64,9 %) on istutettu mäntyä. Männyn osalta koealoista 224 on kuuman ketjun syysistutuskoaloja ja 51 verrokkikoealoja. Koealojen selviytymisprosenttien keskiarvo kuuman ketjun syysistutuskoaloilla on 97,6 prosenttia ja verrokkikoealoilla 98,2 prosenttia. Myös männyn osalta molemmat ovat siis onnistuneet erinomaisesti, joskin verrokkikoealoilla tulos on 0,6 prosenttiyksikköä parempi kuin kuuman ketjun syysistutuskoaloilla.

Taulukko 8. Koealojen jakautuminen sekä selviytymisprosenttien keskiarvot tutkimusaineistoittain ja puulajeittain

Tutkimusaineisto	Puulaji	Koealat (kpl)	Koealat (%)	Selviytymis-% (ka)
Kuuma	Kuusi	119	34,7	97,9
	Mänty	224	65,3	97,6
Verrokki	Kuusi	30	37,0	96,5
	Mänty	51	63,0	98,2
Yhteensä	Kuusi	149	35,1	97,2
	Mänty	275	64,9	97,9

Jaoin tutkimuksessa mitaamani koealat puulajeittain selviytymisprosenttiensa mukaan kymmenen prosentin luokkiin (Taulukko 9). Jako tapahtui pyöristämällä kunkin koealan selviytymisprosentti lähimpään kymmeneen. Kuusen osalta kuumen ketjun syysistutuskoealat jakautuivat neljään luokkaan. Koealoista 99 kpl (83,2 %) jakautui luokkaan 100. Vain yksi koeala (0,8 %) lukeutui luokkaan 50 eli heikoimmin selviytyneeseen luokkaan.

Männyn osalta kuumen ketjun syysistutuskoealat jakautuivat puolestaan viiteen luokkaan. Koealoista 177 kpl (79,0 %) jakautui luokkaan 100. Yksi koeala (0,4 %) lukeutui luokkaan 60.

Taulukko 9. Kuumen ketjun syysistutuskoealat puulajeittain selviytymisprosenttiensa mukaan kymmenen prosentin luokissa

Selviytymis-% luokat	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (koealat, %)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (koealat, %)	Yhteensä (koealat, kpl)	Yhteensä (koealat, %)
100	99	83,2	177	79,0	276	80,5
90	17	14,3	38	17,0	55	16,0
80	-	-	6	2,7	6	1,7
70	2	1,7	2	0,9	4	1,2
60	-	-	1	0,4	1	0,3
50	1	0,8	-	-	1	0,3
Yhteensä	119	100	224	100	343	100

Verrokkilohkojen koealat jakautuivat selviytymisprosenttiensa mukaan vain kolmeen luokkaan (Taulukko 10). Kuusen osalta luokkaan 100 jakautui 20 (66,7 %) ja männyn osalta 42 koealaa (82,4 %). Huonoiten selviytyneiden koealojen luokkaan, 80, jakautui molempien puulajien osalta kaksi koealaa.

Taulukko 10, Verrokkikoealat puulajeittain selviytymisprosenttiensa mukaan 10% luokissa.

Selviytymis-% luokat	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (koealat, %)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (koealat, %)	Yhteensä (koealat, kpl)	Yhteensä (koealat, %)
100	20	66,7	42	82,4	62	76,5
90	8	26,7	7	13,7	15	18,5
80	2	6,7	2	3,9	4	4,9
Yhteensä	30	100	51	100	81	100

4.5 Maalajien väliset erot

Määrittelin jokaiselta koealalta vallitsevan maalajin. Jaoin maalajit raekokonsa mukaan karkeaan, keskikarkeaan ja hienoon kivennäismaalajiin sekä turpeeseen. Maalajin määrittäminen tapahtui silmämääräisin arvioin ja tunnustelemalla. Haastavissa tilanteissa määrittelin koealalta vallitsevan maalajin sovitusti kolmelta, koealan keskipistettä lähimpänä olevalta maanmuokkausjäljeltä.

Koealojen vallitsevat maalajit jakautuvat taulukon 11 mukaan. Molempien tutkimusaineistojen yleisin maalaji on keskikarkea, joka on määritetty vallitsevaksi 236 koealalla (55,7 %). Myös muuten järjestys yleisimmästä maalajista harvinaisimpaan näyttää olevan molemmissa tutkimusaineistoissa samanlainen, vaikka niiden osuudet eroavatkin toisistaan tutkimusaineistojen välillä. Molempien tutkimusaineistojen harvinaisin maalaji on karkea, joka oli vallitseva maalaji 45 koealalla (10,6 %).

Taulukko 11. Koealojen jakautuminen maalajeittain sekä koealojen osuudet tutkimusaineistoittain

Maalaji	Koealat (kpl)	Koealat (%)	Kuuma (%)	Verrokki (%)
Hieno	84	19,8	16,3	34,6
Keskikarkea	236	55,7	59,2	40,7
Karkea	45	10,6	10,8	9,9
Turpe	59	13,9	13,7	14,8
Yhteensä	424	100	100	100

Kuusen osalta kuumen ketjun syysistutuskoealoilla yleisin maalaji on keskikarkea (63,0 %). Keskikarkean maalajin koealat ovat myös selviytyneet kaikkein parhaiten (98,8 %). Harvinaisin maalaji puolestaan on karkea (2,5 %). Heikoimmin kuusen osalta selviytyneet kuumen ketjun syysistutuskoealat ovat maalajiltaan hienoja (96,2 %). Maalajeittain parhaiten ja heikoiten selviytyneiden koealojen selviytymisprosenttien keskiarvot eroavat toisistaan 2,6 prosenttiyksikköä (Taulukko 12).

Männyn osalta kuuman ketjun syysistutuskoaloilla yleisin maalaji on niin ikään keskikarkea (57,1 %). Keskikarkean maalajin koealat ovat myös selviytyneet kaikkein parhaiten (98,0 %). Männyn osalta kuuman ketjun koealojen harvinaisin maalaji puolestaan on turve (12,5 %). Koealoilla, joiden vallitsevaksi maalajiksi on määritelty turve, on myös heikoin selviytymisprosentti (96,8 %). Maalajeittain parhaiten ja heikoiten selviytyneiden koealojen selviytymisprosenttien keskiarvot eroavat toisistaan 1,2 prosenttiyksikköä.

Taulukko 12. Kuuman ketjun syysistutuskoalat ja selviytymisprosenttien keskiarvot maalajeittain ja puulajeittain

Maalaji	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (Koealat, %)	Kuusi (selviyty- mis-%)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (koealat, %)	Mänty (selviyty- mis-%)
Hieno	22	18,5	96,2	34	15,2	96,9
Keski- karkea	75	63,0	98,8	128	57,1	98,0
Karkea	3	2,5	97,2	34	15,2	97,8
Turve	19	16,0	96,4	28	12,5	96,8
Yh- teensä	119	100	97,9	224	100	97,6

Kuusen osalta verrokkikoealoilla selvästi yleisin maalaji on hieno (70 %). Selvästi harvinaisin maalaji on karkea, sillä se on määritetty kuusen osalta vallitsevaksi maalajiksi vain yhdellä verrokkikoealalla (3,3 %). Karkealle maalajille istutetut taimet ovat selviytyneet kaikkein heikoimmin (90,0 %). Parhaiten ovat selviytyneet keskikarkealle maalajille sekä turpeelle istutetut kuusen taimet (molemmilla 100 %). Maalajeittain parhaiten ja heikoiten selviytyneiden koealojen selviytymisprosenttien keskiarvot eroavat toisistaan kymmenen prosenttiyksikköä (Taulukko 13).

Myös männyn osalta verrokkikoealoilla yleisin maalaji on keskikarkea (58,8 %). Koealoja, joilla vallitseva maalaji on hieno, karkea tai turve, on kaikkia seitsemän kappaletta (jokaista 13,7 %). Parhaiten ovat selviytyneet turpeelle istutetut männyn taimet (100 %). Puolestaan heikoimmin ovat selviytyneet hienolle maalajille

istutetut männyn taimet (97,1 %). Maalajeittain parhaiten ja heikoiten selviytyneiden taimien selviytymisprosenttien keskiarvot eroavat toisistaan 2,9 prosenttiyksikköä.

Taulukko 13. Verrokkikoealat ja selviytymisprosenttien keskiarvot maalajeittain ja puulajeittain

Maalaji	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (Koealat, %)	Kuusi (selviyty- mis-%)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (koealat, %)	Mänty (selviyty- mis-%)
Hieno	21	70,0	95,5	7	13,7	97,1
Keski- karkea	3	10,0	100	30	58,8	98,0
Karkea	1	3,3	90,0	7	13,7	98,3
Turve	5	16,7	100	7	13,7	100
Yh- teensä	30	100	96,5	51	100	98,2

4.6 Maanmuokkaustapojen väliset erot

Kirjasin jokaiselta koealalta maanmuokkaustavan. Jaoin maanmuokkaustavat kohoumia muodostavaan ja maanpintaa paljastavaan maanmuokkaustapaan. Kuumen ketjun syysistutuskoealoilla selvästi yleisin maanmuokkaustapa on kohoumia muodostava. Kohoumia muodostavaa maanmuokkaustapaa on käytetty 301 koealalla (87,8 %). Maanpintaa paljastavaa maanmuokkaustapaa on käytetty 42 kuumen ketjun syysistutuskoealalla (12,2 %), joille yhtä koealaa lukuun ottamatta on istutettu mäntyä (Taulukko 14).

Maanmuokkaustavan ja puulajin mukaan paras selviytymisprosentti (100 %) on koealalla, jossa kuusta on istutettu maanpintaa paljastavaan maanmuokkausjälkeen. Tällaisia koealoja on vain yksi kappale. Heikoin selviytymisprosenttien keskiarvo (96,4 %) on puolestaan koealoilla, joilla mäntyä on istutettu maanpintaa paljastavalle maanmuokkausjäljelle. Eroa parhaimman selviytymisprosentin ja heikoimman selviytymisprosenttien keskiarvon välillä on 3,6 prosenttiyksikköä.

Taulukko 14. Kuuman ketjun syysistutuskoealojen maanmuokkaustavat puulajeittain

Maanmuokkaustapa	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (selviytymis-%)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (selviytymis-%)	Yhteensä (koealat, kpl)
Kohoumia muodostava	118	97,9	183	97,9	301
Maanpintaa paljastava	1	100	41	96,4	42

Verrokkikoealoilla on käytetty ainoastaan kohoumia muodostavaa maanmuokkaustapaa (Taulukko 15). Kohoumia muodostavaa maanmuokkaustapaa on siis käytetty 81 koealalla. Maanmuokkaustavan ja puulajin mukaan männyn selviytymisprosentti (98,2 %) on 1,7 prosenttiyksikköä parempi kuin kuusella (96,5 %).

Taulukko 15. Verrokkikoealojen muokkaustavat puulajeittain

Maanmuokkaustapa	Kuusi (koealat, kpl)	Kuusi (selviytymis-%)	Mänty (koealat, kpl)	Mänty (selviytymis-%)	Yhteensä (koealat, kpl)
Kohoumia muodostava	30	96,5	51	98,2	81
Maanpintaa paljastava	-	-	-	-	-

4.7 Istutusajankohtien väliset erot

Kaikkien tutkimuslohkojen taimet on istutettu 16.8.–31.9. välisenä aikana. Jaoin koealat istutusajankohtien mukaan kolmeen luokkaan. Ensimmäiseen luokkaan (Elokuu 2) jaetut koealat on istutettu 16.–31.8., toiseen luokkaan (Syyskuu 1) jaetut koealat 1. –15.9. ja kolmanteen luokkaan (Syyskuu 2) jaetut koealat 16.–30.9.

Kuuman ketjun syysistutuskoealoista suurin osa on istutettu 16.–30.9. Puolestaan vähiten on istutettu 16.–31.8. Parhaiten kuuman ketjun syysistutuksesta ovat selviytyneet Elokuu 2 –luokan taimet (98,6 %) ja heikoimmin Syyskuu 1 –

luokan taimet (97,3 %). Eroa parhaan ja heikoimman istutusajankohdan selviytymisprosenttien keskiarvoissa on 1,3 prosenttiyksikköä (Taulukko 16).

Taulukko 16. Kuuman ketjun syysistutuskoealat istutusajankohtien mukaan

Istutusajankohta	Kuusi (Koealat, kpl)	Kuusi (Selviytymis-%)	Mänty (Koealat, kpl)	Mänty (Selviytymis-%)	Yhteensä (Koealat, kpl)	Yhteensä (Selviytymis-%)
Elokuu 2	27	98,6	-	-	27	98,6
Syyskuu 1	45	96,9	83	97,6	128	97,3
Syyskuu 2	47	98,5	141	97,7	188	97,9
Yhteensä	119	97,9	224	97,6	343	97,7

Kaikki verrokkilohkot on istutettu 1.–15.9. Tänä ajankohtana istutettujen koealojen selviytymisprosenttien keskiarvo on 97,6 prosenttia, joka on 0,3 prosenttiyksikköä parempi kuin vastaavana ajankohtana istutetuilla kuumen ketjun syysistutuskoealoilla (Taulukko 17).

Taulukko 17. Verrokkikoealat istutusajankohdan mukaan

Istutusajankohta	Kuusi (Koealat, kpl)	Kuusi (Selviytymis-%)	Mänty (Koealat, kpl)	Mänty (Selviytymis-%)	Yhteensä (Koealat, kpl)	Yhteensä (Selviytymis-%)
Syyskuu 1	30	96,5	51	98,2	81	97,6

4.8 Johtopäätökset

Tutkimuksessa pyrin ensisijaisesti vastaamaan kysymykseen, kuinka kuumen ketjun syysistutus Kuhmossa on yleisesti onnistunut. Pyrin saamaan vastauksen tutkimusongelmaani vertaamalla toisiinsa kuumen ketjun syysistutuksen ja perinteisen syysistutuksen tutkimusaineistoja. Loimme Arto Lohen kanssa taimien selviytymistä kuvaavan tunnusluvun, selviytymisprosentin. Selviytymisprosentti kuvaa elävien taimien osuutta kaikista koealalle istutetuista taimista.

Kuuman ketjun syysistutus on onnistunut Kuhmossa erinomaisesti (97,7 %). Myös verrokkikoealoilla syysistutus on onnistunut erinomaisesti (97,6 %). Tulokista huomataan, että kuuman ketjun syysistutus on kokonaisuudessaan onnistunut jopa hieman perinteistä syysistutusta paremmin. Mikäli onnistumista olisi tarkasteltu vertaamalla elävien taimien lukumääriä puulajikohtaisiin tavoitetiheyksiin, olisi tutkimuksen tulokset olleet selvästi heikommat.

Toinen tutkimusongelmani oli, mitkä tekijät ovat voineet vaikuttaa kuuman ketjun syysistutusten yleiseen onnistumiseen. Tähän kysymykseen pyrin löytämään vastauksen vertaamalla muuttujia kahden tutkimusaineiston välillä. Vertaamani muuttujat ovat puulaji, maalaji, maanmuokkaustapa ja syysistutuksen ajankohta. Lisäksi varmistin kahden tutkimusaineiston vertailukelpoisuuden vertaamalla kahta olosuhdemuuttujaa, korkeutta merenpinnasta ja tehoisan lämpösummakertymää, tutkimusaineistojen välillä.

Tehoisan lämpösummakertymän keskiarvoissa tutkimusaineistot eroavat toisistaan 28 °Cvrk (2,8 %). Koealojen korkeudet merenpinnasta eroavat tutkimusaineistojen välillä keskimäärin 11 metriä (5,2 %). Kyseisten olosuhdemuuttujien välisten erojen ollessa näin pienet varmistutaan, etteivät kyseiset muuttujat ole vaikuttaneet tutkimusaineistojen välisiin eroihin tai erot ovat hyvin pieniä. Tämä tekijä myös lisää tutkimuksen luotettavuutta.

4.8.1 Puulajien väliset erot

Kuusen osalta koealojen taimet ovat selviytyneet keskimäärin erinomaisesti niin kuuman ketjun syysistutuskoealojen kuin verrokkikoealojen osaltakin. Kuuman ketjun syysistutuskoealoille istutetut kuusen taimet ovat selviytyneet keskimäärin 1,4 prosenttiyksikköä paremmin, kuin verrokkikoealat, mikä on merkillepantavaa.

Männyn osalta kuuman ketjun syysistutuskoealojen taimet ovat selviytyneet myös erinomaisesti, samoin verrokkikoealojen taimet. Tutkimusaineistojen välinen ero männyn osalta on pieni, sillä verrokkikoealojen taimet ovat selviytyneet vain 0,6 prosenttiyksikköä kuuman ketjun syysistutuskoealojen taimia paremmin.

Tämän tutkimuksen tulokset siis osoittavat, että kuuman ketjun syysistutus on onnistunut erinomaisesti molempien puulajien osalta. Puulajilla ei siis näytä olevan vaikutusta kuuman ketjun syysistutusten onnistumiseen tässä tutkimuksessa.

4.8.2 Maalajien väliset erot

Kuusen osalta kuuman ketjun syysistutuskoealat ovat selviytyneet parhaiten keskikarkealla maalajilla. Verrokkikoealoille istutetut taimet ovat selviytyneet niin ikään parhaiten keskikarkealla maalajilla, mutta myös turpeelle istutetut taimet ovat selviytyminen on ollut erinomaista. Kuuman ketjun syysistutuskoealoille istutettujen kuusen taimien osalta heikoimmin ovat selviytyneet hienolle maalajille istutetut taimet, mutta istutustulos niidenkin osalta on erinomainen. Verrokkikoealoilla heikoimmin ovat selviytyneet karkealle maalajille istutetut kuusen taimet, mutta tällaisia koealoja on vain yksi. Selvästi suurin osa verrokkikoealoille istutetuista kuusista on istutettu hienolle maalajille, joiden istutustulos on toiseksi heikoin.

Myös männyn osalta kuuman ketjun syysistutuskoealojen taimet ovat selviytyneet parhaiten keskikarkealla maalajilla. Puolestaan heikoimmin kuuman ketjun syysistutuksesta ovat selviytyneet turpeelle istutetut männyn taimet, mutta eroa hienon maalajin istutustulokseen on vain 0,1 prosenttiyksikköä. Turpeelle istutetut verrokkikoealojen männyn taimet ovat puolestaan selviytyneet täydellisesti. Verrokkikoealojen heikoin istutustulos männyn osalta on hienolla maalajilla.

Kaikkien tutkimuskoealojen taimet ovat selviytyneet keskimäärin erinomaisesti maalajista riippumatta, lukuun ottamatta karkealle maalajille istutettuja kuusen taimia verrokkikoealalla. Maalajin vaikutusta kuuman ketjun syysistutuksen onnistumisessa on syytä tarkastella kriittisesti. Selvästi suurin osa verrokkikoealojen kuusen taimista on istutettu hienolle maalajille, joten otokset muiden maalajien osalta jäävät todella pieniksi. Myös männyn osalta muiden kuin keskikarkean maalajin otokset verrokkikoealoilla ovat todella pieniä. Vaikka yhdelläkään maa-

lajilla kuumen ketjun syysistutus ei ole tässä tutkimuksessa epäonnistunut, tuloista ei voida verrokkiaineiston otoskokojen takia pitää kovinkaan luotettavana, pikemminkin suuntaa antavana.

4.8.3 Maanmuokkaustapojen väliset erot

Kuusen osalta kuumen ketjun syysistutuskoelohojen taimet ovat yhden koelohojen taimia lukuun ottamatta istutettu koelohojelle, joissa on käytetty kohoumia muodostavaa maanmuokkaustapaa. Kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle istutetut kuumen ketjun syysistutuskoelohojen kuusen taimet ovat selviytyneet erinomaisesti. Maanpintaa paljastavalle maanmuokkausjäljelle istutetut kuusen taimet ovat selviytyneet myös erinomaisesti, mutta tällaisia koelohoja on vain yksi. Kaikki verrokkikoelohojen kuusen taimet ovat istutettu kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle. Ne ovat selviytyneet myös erinomaisesti, mutta ei aivan kuumen ketjun syysistutuksen veroisesti.

Männyn osalta kuumen ketjun syysistutuskoelohojista 183 on istutettu kohoumia muodostavalle ja 41 maanpintaa paljastavalle maanmuokkausjäljelle. Kaikki verrokkikoelohojen männyn taimet ovat istutettu kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle. Männyn taimien istutustulos kuumen ketjun syysistutuksessa on erinomainen molemmilla maanmuokkaustavoilla. Kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle istutetut männyn taimet ovat selviytyneet 1,5 prosenttisyysistä paremmin kuin maanpintaa paljastavalle maanmuokkaustavalle istutetut taimet. Verrokkikoelohojen männyn taimet ovat selviytyneet myös erinomaisesti kohoumia muodostavalle maanmuokkaustavalle istutettuna.

Molempien puulajien taimet ovat selviytyneet erinomaisesti maanmuokkaustavasta riippumatta. Valitettavaa on, että yhdelläkään verrokkikoelohojalla ei ole maanpintaa paljastavalle maanmuokkausjäljelle istutettuja taimia, jonka vuoksi kuumen ketjun syysistutuksen onnistumista tällä maanmuokkaustavalla ei päästä vertaamaan verrokkikoelohojen onnistumiseen. On kuitenkin huomioitava, että kuusen osalta kuumen ketjun syysistutus on onnistunut kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle paremmin kuin verrokkikoelohojilla. Männyn osalta istutus-

tulos kuumen ketjun syysistutuskoealoilla on vain vähän verrokkikoealojen istutustulosta heikompi. Männyn osalta kuumen ketjun syysistutuskoealat ovat onnistuneet kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle hieman paremmin kuin maanpintaa paljastavalle, joten tämän tutkimuksen mukaan männyn osalta maanmuokkaustavalla voi olla vaikutusta kuumen ketjun syysistutuksen onnistumiseen. Kuusen osalta vaikutusta on mahdotonta arvioida, sillä maanpintaa paljastavaa maanmuokkaustapaa on käytetty vain yhdellä koealalla.

4.8.4 Istutusajankohtien väliset erot

Kaikki tutkimuslohkot on istutettu elo- ja syyskuun aikana. Istutusajankohtien välistä vertailua varten jaoin tutkimuskoealat istutusajankohtansa mukaan kolmeen luokkaan: Elokuu 2 (16.–31.8.), Syyskuu 1 (1.–15.9.) sekä Syyskuu 2 (16.–30.9.). Istutusajankohtien välisellä vertailulla pyrin selvittämään, onko kuumen ketjun syysistutusajankohdalla vaikutusta onnistumiseen.

Istutustuloksissa ei ole juurikaan eroja 15.8.–30.9. välisenä aikana. Kaikkien luokkien istutustulos on erinomainen ja suurin luokkien välinen ero on vain 1,3 prosenttiyksikköä. Valitettavaa istutusajankohtien välisessä vertailussa on, että kaikki verrokkikoealojen taimet on istutettu 1.–15.9., joten kuumen ketjun syysistutuskoealojen taimien selviytymistä voidaan verrata verrokkikoealojen taimien selviytymiseen vain tässä luokassa. Tuloksista voidaan päätellä, että tässä tutkimuksessa istutusajankohdalla ei näyttäisi olevan vaikutusta kuumen ketjun syysistutuksen onnistumiseen 15.8.–30.9. välisenä aikana.

4.8.5 Alueiden väliset erot

Tutkimuksen kolmas tutkimusongelma oli alun perin, millaisia alueiden välisiä eroja Koillismaan ja Kuhmon tutkimustuloksista ilmeni. Tähän tutkimusongelmaan olisin etsinyt vastausta vertaamalla kuumen ketjunsyysistutuksen onnistumista Kuhmon ja Koillismaan välillä. Koska Arto Lohi toteutti oman opinnäytetyötutkimuksensa tarkastellen alueiden välisiä eroja, päätin jättää sen pois omasta tutkimuksestani. Tämä seikka supistaa tutkimusaineistoani.

Seikkaperäisen alueiden välisen tarkastelun sijaan totean, että kuumen ketjun syysistutuksen onnistuminen Koillismaalla tukee osittain Kuhmon tuloksia. Koillismaalla kuumen ketjun syysistutus on kuusen osalta onnistunut erinomaisesti (99,6 %). Männyn kohdalla kuumen ketjun syysistutus on onnistunut Koillismaalla tyydyttävästi (84,8 %), mikä poikkeaa Kuhmon tuloksista. Koillismaalla männyn heikompaan menestymiseen johtaneita syitä on mahdotonta sanoa varmasti. (Lohi 2019.)

5 POHDINTA

Kuuman ketjun syysistutus on onnistunut Kuhmossa erinomaisesti. Toiseen tutkimusongelmaan vastaaminen ei ole yhtä yksinkertaista, sillä tutkimuksessa verrattavien muuttujien väliset erot ovat todella pieniä. Lisäksi verrokkiaineisto on suppea. Kun verrokkiaineisto jaetaan kunkin muuttujan mukaan ositteisiin, jää kunkin ositteen koko todella pieneksi. Tämä seikka tulee parhaiten esiin maalajin vaikutusta tarkasteltaessa, jossa molempien tutkimusaineistojen koealat jaettiin maalajinsa mukaan neljään ryhmään. Verrokkiaineiston suppeus on tekijä, joka heikentää eniten tämän tutkimuksen luotettavuutta.

Kuuman ketjun syysistutusta voidaan tämän tutkimuksen mukaan suositella Kuhmossa myös tulevaisuudessa. Vaikka aiemmissa havupuiden syysistutukseen liittyvissä tutkimuksissa ei suositellakaan männyn syysistutusta, tämän tutkimuksen tulosten perusteella selviytyminen on ollut erinomaista puulajista riippumatta. Maalajien osalta aiemmat tutkimukset tukevat tämän tutkimuksen tuloksia siten, että kuuman ketjun syysistutus onnistuu parhaiten keskikarkealla maalajilla. Kuuman ketjun syysistutusta näyttäisi olevan järkevintä toteuttaa kohoumia muodostavalle maanmuokkausjäljelle.

Kuuman ketjun syysistutuksen onnistumiseen voi vaikuttaa tutkimuksessa vertailtujen muuttujien lisäksi moni muu tekijä. Tämän tutkimuksen toimeksiantajalle palautetussa raportissa tarkastelimme Arto Lohen kanssa syksyn 2018 sääolojen vaikutusta kuuman ketjun syysviljelyn onnistumiseen. Koska kuuman ketjun syysistutus on onnistunut Kuhmossa erinomaisesti, ei sääolojen tarkastelu tuo lisäarvoa tälle opinnäytetyötutkimukselle. Tutkimustulosten perusteella voin olettaa, että sääolot ovat olleet suotuisat kuuman ketjun syysistutukselle.

Taimihuollon rooli onnistuneessa metsänuudistamisessa on suuri. Taimihuollon siirtyessä istutusyrittäjän vastuulle, yrittäjä vastaa taimihuollon onnistumisesta. Taimihuollon onnistumista ei voida mitata luotettavasti jälkikäteen, eikä siihen ole myöskään tässä tutkimuksessa otettu kantaa. Kuuman ketjun syysistutuksen erinomaisen onnistumisen vuoksi oletan istutusyrittäjän huolehtineen taimihuollosta hyvin.

Vaikka kaikki istutus- ja maanmuokkausyrittäjät olisivatkin noudattaneet Metsähallituksen työajakohtaista palvelunkuvausta, voi työnjäljissä olla yrittäjien välisiä eroja. Näin ollen on todennäköistä, että maanmuokkauksen työnjäljessä on enemmän eroja kuin istutuksen työnjäljessä. Toisaalta istutusyrityksessäkin voi työskennellä monta työntekijää, joiden työn laadussa voi olla vaihtelua.

Vaikka tutkimuksessa ei otettu kantaa istutustyön ja maanmuokkauksen laatuihin, tein joitakin huomioita kuolleiden taimien sijainteihin liittyen. Usein kuollut taimi sijaitsi kelvottomassa maanmuokkausjäljessä. Yleensä tällaisia olivat osittain korjuutähdekanan päälle käännetyt mättäät. Maanmuokkausyrittäjän vastuuta unohtamatta, on istuttajankin tunnistettava mihin taimi kannattaa istuttaa. Korjuutähteiden päällä olevassa mättäässä taimi todennäköisesti kuivuu.

Tutkimuksen tiedonkeruussa ilmeni joitakin haasteita. Yksi verrokkilohkojen tiedonkeruussa ilmennyt haaste oli istutettujen taimien löytäminen. Eräät istutuslohkot olivat heinittyneet runsaasti, mikä vaikeutti istutettujen taimien löytämistä (Kuvio 5, s. 25). Tästä syystä selvitin istutusajankohtien lisäksi maanmuokkausajankohdat kaikkien tutkimuslohkojen osalta. Maanmuokkausajankohdista ilmeni, että runsaimmin heinittyneiden uudistusalojen maanmuokkaus oli tehty aiemmin kuin muilla tutkimuslohkoilla. Tämän tarkempaa maanmuokkausajankohtien välistä tarkastelua en katsonut tutkimuksen kannalta tarpeelliseksi.

Pintakasvillisuuden peittäessä verrokkilohkoille istutettuja taimia heräsi ajatus, olisiko tässä aiheetta jatkotutkimukseen. Jatkotutkimuksessa voitaisi tarkastella istutettujen taimien alkukehitystä kuuman ketjun syysistutuslohkoilla ja verrokkilohkoilla vertaamalla istutettujen taimien pituuskasvuja toisiinsa. Tutkimus voisi paljastaa hyötykö kuuman ketjun syysistutetut taimet saadessaan etumatkaa pintakasvillisuuden kilpailussa ensimmäisten kasvukausien aikana. Kohteet jatkotutkimukseen voitaisi valita tämän tutkimuksen aineistosta. Jatkotutkimus tulisi tehdä lähivuosien aikana.

Tutkimuksen tiedonkeruun alkuvaiheessa haasteita aiheutti kuolleiden taimien määrittäminen. Laatiessamme Arto Lohen kanssa tutkimuksen mittausohjetta sovimme, että taimi lasketaan kuolleeksi, kun siinä ei ole yhtään vihreää, yhteyttävää neulasta. Vaikka sääntö oli yksiselitteinen, aiheutti se hieman epäselvyyksiä. Kohtasin välillä taimia, joiden kohdalla täytyi miettiä, näyttäisikö taimi olevan kuolemassa vai elpymässä. Tällaisissa tilanteissa jaoimme Arto Lohen kanssa toisillemme kuvia ja mietimme tilannekohtaisesti, lasketaanko taimi kuolleeksi vai eläväksi. Alun ongelmatilanteiden jälkeen kuolleiden taimien määrittäminen sujui helpommin.

Myös maalajin määrittäminen oli toisinaan haastavaa. Kuivan maa-aineksen takia en voinut hyödyntää rullaustestiä, vaan vallitsevan maalajin määrittäminen perustui lähes poikkeuksetta silmämääräisiin havaintoihin ja tunnusteluun. Yhdellä maanmuokkausjäljelläkin saattoi esiintyä monenlaista maalajia. Määritin maalajin aina maanmuokkausjäljen päältä, istutetun taimen vierestä. Tässä työvaiheessa avustajasta oli paljon apua.

Ennalta sijoitetut koealapisteet sijaitsivat usein kohdassa, jossa en voinut suorittaa mittausta. Useimmiten tällaisissa tapauksissa koeala sijoittui säästöpuuryhmään, mutta muunlaisiakin tilanteita tuli vastaan. Kun koealapiste sijoittui kohtaan, jossa en voinut suorittaa mittausta, käytin ensisijaisesti varapistettä. Yksi varapiste ei aina riittänyt. Tällaisissa tilanteissa siirsin koealaa alkuperäisen koealapisteen sijainnista lähimpään kohtaan, jossa mittaaminen oli mahdollista. Tutkimuslohkoilla oli paljon korjuutähdeksioja, joiden takia en muuttanut ennalta sijoitettujen koealapisteiden sijainteja. Tämä seikka voi osaltaan vaikuttaa siihen, että koealojen tavoiteteheydet jäivät usein täyttymättä.

Tutkimusta voidaan kokonaisuudessaan pitää luotettavana. Tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen on käytetty runsaasti aikaa. Lisäksi toteutin tiedonkeruun mahdollisimman huolellisesti ja yhdenmukaisesti. Käytössäni olleilla resursseilla en olisi kyennyt toteuttamaan tämän tarkempaa tutkimusta. Tutkimuksen aihe oli kiinnostava ja tutkimuksen toteuttaminen mielekästä. Se kehitti omaa ajattelua ja ongelmanratkaisukykyäni, joista hyödyn varmuudella tulevaisuu-

dessa metsätalousinsinöörin työtehtävissä. Toivon, että tutkimuksen toimeksiantaja hyötyy tutkimuksestani tulevaisuudessa suunnitellessaan tulevia metsänviljelytoimenpiteitä.

LÄHTEET

Hannelius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. Metsäkirja – Metsänomistajan käsikirja. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset.

Hyppönen, M., Hallikainen, V. & Jalkanen, R. 2005. Metsätaloutta kairoilla – Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Karppinen, H. 2019. Kysymyksiä. Sähköposti sampo.i.mattila@gmail.com 30.12.2019. Tulostettu 15.1.2020

Karppinen, H. 2020. Metsähallitus Metsätalous Oy. Metsänhoitoesimiehen haastattelu 15.1.2020.

Lohi, A. 2019. Kuumanketjun syysistutusten onnistuminen. Vertaileva tutkimus Koillisella ja Kuhmossa. Lapin ammattikorkeakoulu. Metsätalous. Opinnäyte-työ.

Luke. 2020. Kehityshyppy metsänhoitoon. Viitattu 22.2.2020 <https://www.luke.fi/kehityshyppy/metsanhoitotieto/istutus-2/616-2/syysistutus/>.

Luoranen, J. 1998. Paakkutaimien kesäistutus – voidaanko istutuskautta jatkaa istuttamalla kasvussa olevia taimia kesällä? Metsätieteen aikakauskirja 4/1998, 596-601. Viitattu 19.1.2020 <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/article6007.pdf>.

Luoranen, J. 2018. Istutusajankohta vaikuttaa kuusen ja männyn taimien juurten kasvun alkamiseen seuraavana keväänä sekä sitä kautta myöhempään maastomenestymiseen. Metsätieteen aikakauskirja 2018:9994. Viitattu 29.1.2020 <https://doi.org/10.14214/ma.9994>.

Luoranen, J. & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Luoranen J., Saksa, T., Finer, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokausopas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Luoranen, J., Saksa, T. & Lappi, J. 2018. Seedling, planting site and weather factors affecting the success of autumn planting in Norway spruce and Scots pine seedlings. Forest Ecology And Management 419-420/2018, 79-90.

Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Maanmittauslaitos 2019. Karttakuvapalvelu. Viitattu 12.2.2020 <https://www.maanmittauslaitos.fi/karttakuvapalvelu>.

Metsäteho 2000. Maanmuokkauksen koulutusaineisto. Helsinki: Tummuvuoren Kirjapaino Oy. Viitattu 22.2.2020 http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Maanmuokkauksen_koulutusaineisto_vihko.pdf.

Tamminen, L. 2017. Syysistutuksien onnistuminen Metsä Groupilla vuonna 2015. Tampereen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opin-
näytetyö. Viitattu 28.1.2020 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127700/Tamminen_Lauri.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Tapio 2014. Maastotaulukot. 5. uudistettu painos. Metsätalouden kehittämiskes-
kus Tapio.

Vaara, I. 2018. Ilmastoviisas metsätalous. Metsähallitus. Viitattu 30.1.2020
<http://www.metsa.fi/documents/10727/7690999a-b6d6-47d1-afef71fb20783ddc>.

Valkonen, S. 2008. Metsän uudistaminen. Teoksessa S. Rantala (toim. Tapion
taskukirja. 25. painos. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino. 145-164.

Valkonen, S., Ruuska, J., Kolström, T., Kubin, E. & Saarinen, M. 2001. Onnistu-
nut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Viitattu
24.1.2020 https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-ja-mittaa_2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LIITE

1(4)

Arto Lohi

Sampo Mattila

Syysistutuksen onnistumisen mittausohje

Mitä mitataan?

Jokaiselta ympyräkoevalta (5,64 m) määritetään:

- Lohkon nimi
- Kuvio
- Tiimin numero
- Puulaji (kuusi/mänty)
- Maalaji (karkea/keskikarkea/hieno/turve)
- Maanmuokkaustyyppi (mätästys/maanpintaa paljastava)
- Maanmuokkausvuosi
- Korkeus merenpinnasta
- Istutusvuosi
- Istutetut taimet
- Kuolleet taimet
- Infokenttään huomioita koevalta (esim. oletettu taimen kuolinsyy, jos havaittavissa)

Koealojen määrä ja sijoittelu

Koealojen määräksi valitaan 5-10 ympyräkoevala ”Metsänhoidon laadunseurannan ohjeen” mukaisesti. Koealat sijoitetaan kuviolle satunnaisesti paikkatietojärjestelmässä, jolloin vältetään koelan paikan subjektiivinen valikoituminen. Mahdollisten säästöpuuryhmien tai muiden ennalta arvaamattomien esteiden varalta valitaan ”Metsänhoidon laadunseurannan ohjeen” antaman koelamäärän lisäksi yksi koela varalle.

2(4)

Kuvion pinta-ala, ha	Koealoja vähintään, kpl
0,5 - 1,9	5
2 - 3,9	6
4 - 5,9	7
6 - 7,9	8
8 - 9,9	9
10+	10

Kuva 1: 5,64 m:n koealojen määrä kuviolla "Metsänhoidon laadunseurannan ohjeen" mukaan.

Miten mitataan?

Tutkimusyksikkönä on ympyräkoeala, joka voidaan paikantaa lohkon ja kuvioon. Tutkimuksen kannalta olennaiset tiedot mitataan kultakin koealalta seuraavasti.

Kuvio

Kuviotieto on olennainen tieto, jonka avulla voidaan koealat koota tarkasteltavaksi tietyssä istutustoimenpiteessä. Kuvio-tieto sisältää lohkon nimen ja kuvion numeron (esim. "Harakkalampi2, 1").

Tiimin numero

Koillismaan ja Kuhmon aineistoja yhdistettäessä on tärkeää, että koeala voidaan yhdistää tiimiin, jonka alueelta se on poimittu. Tiiminumero voidaan lisätä tietoihin yhdistämisen yhteydessä.

Puulaji

Koeala on viljelty joko kuusella tai männyllä. Jokaiselta koealalta kirjataan viljelty puulaji. (koodit: 1=mänty, 2=kuusi)

3(4)

Maalaji

Maalaji määritetään asteikolla karkea/keskikarkea/hieno/turve. Maalajiryhmä määritetään seuraavan taulukon ”Tunnistamisohje”-sarakkeen mukaan. Rajatapauksissa arvioidaan kolmen lähimmän perusteella.

Maalajiryhmä	Moreenit	Lajittuneet maat ja raekoko, mm	Tunnistamisohje
Karkea	Soramoreenit	Sora 2–20 Hiekka 0,2–2	Raekoko arvioitavissa silmävaraisesti.
Keskikarkea	Hiekkamoreeni Karkea hietamoreeni	Karkea hieta 0,06–0,2	Yksittäiset rakeet voi erottaa paljain silmin, rakeet ovat irrallisia.
Hieno	Hieno hietamoreeni Hiesumoreeni	Hieno hieta 0,02–0,06 Hiesu 0,002–0,02	Jyväsiä ei erota silmällä, märkänä valuvaa ja kuivana kokkaroituu. Kosteana saa kämmenten välissä pyöriteltyä 2–6 mm paksua pötköä.
	Savimoreeni	Savi alle 0,002	Kosteana saa kämmenten välissä pyöriteltyä alle 2 mm paksua pötköä. Ei hajoa täydellisesti kuivana.

Kuva 2. Kivennäismaalajien ominaisuuksien tunnistaminen raekoon ja ominaisuuksien perustella (Hyvän metsänhoidon suositukset, s. 153)

Maanmuokkaustyyppi

Jokaiselta koealalta kirjataan maanmuokkaustyyppi, joka voi olla **mätästys (1) tai maanpintaa paljastava (2)** maanmuokkaus. Mätästys voi olla laikkumätästystä (myös brackella tehty), kääntömätästystä, ojitusmätästystä tai naveromätästystä.

Maanmuokkausvuosi

Maanmuokkausvuosi on olennainen suure, sillä sen perusteella määräytyy, onko kyse kuuman ketjun syysistutuksesta vai normaalista syysistutuksesta (verrokkikohteet). Jos maanmuokkausvuosi on sama kuin istutusvuosi, on kyseessä kuuman ketjun syysistutus.

Korkeus merenpinnasta

Saadaan Maanmittauslaitoksen tarjoamasta korkeusmallista. Kiinnostava kysymys on, vaikuttaako korkeus merenpinnasta kuuman ketjun syysistutuksen onnistumiseen.

4(4)

Istutusvuosi

Istutusvuosi kirjataan lohkon toteutustiedoista.

Istutettujen taimien määrä

Vain rikottuun maahan istutetut lasketaan.

Lasketaan koelalalta rikottuun maahan istutettujen taimien määrä.

Kuolleiden taimien määrä

Lasketaan kuolleiden taimien määrä. Kuolleeksi taimeksi lasketaan taimi, jossa ei ole lainkaan vihreitä neulasia.