



Karelia-ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri (AMK)

Kuusen ja männyn syysistutusten onnistuminen kivennäis- ja turve- mailla

Vuosina 2021 ja 2022 tehtyjen syysistutusten onnistumisen tarkastelu Metsähallituksen monikäyttömetsissä

Elina Mäkihonko

Opinnäytetyö, helmikuu 2024

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2024
Metsätalouden koulutus

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Elina Mäkihonko

Nimeke
Kuusen ja männyn syysistutusten onnistuminen kivennäis- ja turvemilla

Toimeksiantaja
Metsähallitus Metsätalous Oy

Tiivistelmä

Istutukset suositellaan tehtäväksi keväällä, mutta istutusresurssien puutteessa niitä on jouduttu siirtämään myös syksyisin tehtäväksi. Aikaisempien tutkimusten mukaan syksyllä toteutetuissa istutuksissa istutuksen laadulla ja puulaji- sekä kohdevalinnalla on ollut suuri merkitys onnistumisen kannalta. Männyn syysistutuksia ei nykyisten suositusten mukaan suositella tehtäväksi lainkaan.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli arvioida männyn ja kuusen syysistutusten onnistumista kivennäis- ja turvemilla. Tarkastelua tehtiin Metsähallitus Metsätalous Oy:n monikäyttömetsissä Nurmeksen tiimin alueella vuosina 2021 ja 2022 syksyillä tehdyillä istutustyömailla. Opinnäytetyön aineisto kerättiin maastoinventoinnein ositetun satunnaisotannan avulla. Mittauksia suoritettiin kaikkiaan 25 eri kuviolla ja yhteensä otanta kattoi noin 6,5 % kaikista vuonna 2021 ja 2022 syksyllä istutetuista istutustyömaista.

Tulosten perusteella voitiin todeta, että syysistutukset olivat onnistuneet paremmin kuusella kuin männyllä. Lisäksi voitiin todeta, että turvemilla toteutunut istutustiheys on jäänyt huonommaksi kuin kivennäismailla, mutta turvemaille istutetut taimet voivat paremmin kuin kivennäismailla istutetut. Männyllä myöhäisempi istutusajankohta näyttäisi vaikuttavan taimen kuntoon negatiivisesti, kun taas kuusen istutusajankohdalla ei näyttäisi olevan suurta vaikutusta taimen kuntoon.

Kieli
suomi

Sivuja 68
Liitteet 2
Liitesivumäärä 6

Asiasanat
istutus, metsänuudistus, taimet



THESIS
February 2024
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)
Elina Mäkihonko

Title
Success of autumn plantings of spruce and pine on mineral and peat soils

Commissioned by
Metsähallitus Forestry Ltd

Abstract

The planting is recommended to be done in spring, but due to a lack of planting resources, it has also been necessary to postpone them to be carried out in the autumn. Previous research indicates that in autumn plantings, the success depends significantly on the quality of planting, as well as the choice of tree species and target location. Current recommendations do not advise the autumn planting of pine at all.

The aim of this thesis was to assess the success of autumn plantings for pine and spruce in mineral and peat soils. The study was conducted in the multipurpose forests of Metsähallitus Forestry Ltd around team Nurmes during the autumns of 2021 and 2022 on planting sites. The data for the thesis were collected through field inventories using a stratified random sampling method. Measurements were carried out on a total of 25 different plots, covering approximately 6.5 % of all planting sites in the autumns of 2021 and 2022.

Based on the results, it was observed that autumn plantings were more successful for spruce than for pine. Additionally, it was noted that the real planting density on peatlands was lower than on mineral soils, but the seedlings planted on peatlands performed better than those on mineral soils. For pine, a later planting date seems to have a negative impact on the condition of the seedlings, whereas for spruce, the planting date does not seem to have a significant effect on the seedling's condition.

Language
Finnish

Pages 68
Appendices 2
Pages of Appendices 6

Keywords
planting, forest regeneration, seedlings

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Metsänuudistamiseen vaikuttavat tekijät.....	6
2.1	Kasvupaikka	6
2.2	Maalaji	7
2.3	Maan vesitalous.....	9
2.4	Maaston topografia ja kivisyys	10
2.5	Sääolosuhteet ja ilmasto.....	10
3	Maanmuokkausmenetelmät.....	11
3.1	Maan pintaa paljastavat menetelmät	12
3.2	Kohoumia muodostavat maanmuokkausmenetelmät	13
4	Istutus uudistamismenetelmänä	15
4.1	Kuusen uudistamisketju istuttamalla	18
4.2	Männyn uudistamisketju istuttamalla	19
4.3	Kuusen ja männyn syysistutuksen erityispiirteet.....	20
5	Taimituhot.....	22
5.1	Bioottisista tekijöistä johtuvat tuhot	22
5.2	Abioottisista tekijöistä johtuvat tuhot	24
5.3	Taimituhojen ennaltaehkäisy	25
6	Työntilaajan esittely	26
6.1	Metsähallitus organisaationa	26
6.2	Metsähallituksen metsänuudistamisketju istuttamalla.....	27
7	Tutkimuksen tavoite	28
8	Aineisto ja menetelmät.....	28
8.1	Tutkimusaineiston hankinta	28
8.1.1	Kohteista etukäteen määriteltävät tiedot.....	30
8.1.2	Maastoinventoinnit.....	30
8.2	Mitattujen kohteiden esittely.....	32
8.3	Sääolosuhteet istutusvuosina	33
8.4	Aineiston analysointi	35
9	Tulokset	36
9.1	Mittaustulosten havainnot	36
9.2	Istutuksen onnistuminen	39
9.3	Maanmuokkauksen onnistuminen	43
9.4	Taimien kunto	46
9.4.1	Maalajin vaikutus taimien kuntoon.....	53
9.4.2	Istutuksen laadun vaikutus taimien kuntoon	54
9.4.3	Maanmuokkauksen laadun vaikutus taimien kuntoon.....	56
9.4.4	Istutusajankohdan vaikutus taimien kuntoon	58
10	Pohdinta.....	60
10.1	Tulosten tarkastelu	60
10.2	Tutkimuksen luotettavuus	65
10.3	Jatkotutkimukset	65
	Lähteet.....	67

Liitteet

Liite 1	Tiedonkeruulomake ja selitteet
Liite 2	Kuviokohtaiset tiedot

1 Johdanto

Metsän uudistamisvelvoite Suomessa on määritetty metsälaissa. Metsähallitus hallinnoi Suomen metsistä noin kolmasosaa ja vuosittain uudistusluonteisia, monikäyttömetsissä tehtäviä hakkuita tehdään sen alueella noin 24 000 hehtaaria, joista noin 14 000 hehtaaria uudistetaan istuttamalla. Tämä tarkoittaa lähes 20 miljoonan taimen istutusta istutuskauden aikana ja tästä määrästä Etelä-Suomen alueelle istutetaan syksyn aikana yhteensä lähes 3 miljoonaa tainta.

Metsähallituksella istutukset tehdään pääosin käsin pottiputkella yrittäjien ja omien metsureiden toimesta. Istutukset olisi hyvä toteuttaa pääosin keväisin, mutta istutusresurssien rajallisuus on johtanut istutuskauden pitenemiseen. Aikaisempien tutkimusten mukaan syksyllä toteutetuissa istutuksissa on ollut haasteita ja niiden puulaji- ja kohdevalintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Erityisesti männyn syysistutuksia ei nykyisten suositusten mukaan kannattaisi tehdä lainkaan. Syysistutuksen suurimmat haasteet liittyvät taimien lyhyeen juurtumisaikaan syksyllä, ja siksi taimet ovat herkkiä muun muassa roustevaurioille.

Tämä opinnäytetyö keskittyy kuusen ja männyn syysistutusten onnistumisen tarkasteluun kivennäis- ja turvemailla. Tavoitteena on saada yleiskuva syksyllä tehtyjen kuusen ja männyn istutusten onnistumisesta eri maalajeilla ja antaa niiden myötä suosituksia tuleviin syysistutuksiin, ja näin vaikuttaa suoraan uudistamisen kustannuksiin, jotta täydennysistutuksilta tai pahimmassa tapauksessa koko uudistamisketjun toistamiselta vältyttäisiin.

2 Metsänuudistamiseen vaikuttavat tekijät

Metsänuudistamisen velvoite on määritelty laissa. Metsälain 5 a §: n mukaan uudistushakkuun, joka ylittää kooltaan 0,3 hehtaaria, jälkeen seuraa uudistamisvelvoite. Velvoite on täytetty, kun metsälain 8 §: n mukaisesti uudistusalalle on saatu aikaan keskipituudeltaan 0,5 metriä korkea ja tiheydeltään riittävä taimikko 10–25 vuoden aikana. Uudistaminen voidaan toteuttaa viljelemällä tai luontaisesti uudistamalla. (Metsälaki 1085/2013.)

Metsänuudistamista voidaan tehdä joko luontaisesti, kylvämällä tai istuttamalla. Istutus on uudistamistavoista yleisin, nopein ja varmin, mutta myös kallein. (Huuskonen, Hynynen & Valkonen, 2014, 58.) Kylvö on istutusta edullisempi uudistamismenetelmä, kun uudistetaan karkeita ja karuja maita männyille ja halutaan käyttää jalostettuja tai valikoituja siemeniä (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen, 2019, 72). Kylvämistä voidaan tehdä joko käsin tai konekylvönä. Kylvö edellyttää aina kivennäismaan paljastamista maanmuokkauksella. (Huuskonen ym., 2014, 58.)

Luontaisessa uudistamisessa taimikko syntyy uudistusalalle jätettävien siemenpuiden siemenistä tai alueelle jo valmiiksi syntyneistä alikasvospuista ja on uudistustavoista taimikon perustamiskustannuksiltaan halvin, mutta myös hitain ja epävarmin. Luontaisessa uudistamisessa maanmuokkaus on yleensä joko tarpeeton tai menetelmältään edullinen. (Huuskonen ym., 2014, 52–55.)

2.1 Kasvupaikka

Kasvupaikka on maaperän ominaisuuksien sekä ilmaston muodostama kokonaisuus, joka vaikuttaa puiden kasvuun ja kehitykseen (Huuskonen ym., 2014, 15). Maaperän ominaisuuksiin kuuluvat maaperän ilmavuus ja vesi-, ravinne- sekä lämpöolot (Äijälä ym., 2019, 19). Metsänuudistamisessa on otettava huomioon kasvupaikka ja sen ominaisuudet, sillä ne vaikuttavat maanmuokkausmenetelmän, puulajin, taimilajin sekä istutusajankohdan valintaan (Luoranen &

Kiljunen, 2006, 10). Suomessa kasvupaikka luokitellaan pintakasvillisuuteen perustuvilla kasvupaikkatyypeillä. Luokittelu perustuu siihen, että tietylle kasvupaikkatyypille muodostuu tietylainen kasviyhdyksunta, jonka ekologinen luonne, rakenne ja lajikoostumus ovat sille tyypilliset. (Huuskonen ym., 2014, 15–17.) Luokittelulla pystytään määrittelemään kasvupaikan puuntuotoskyky (Äijälä ym., 2019, 19).

Ilmasto muuttuu maantieteellisesti siirryttäessä alueelta toiselle, jolloin se vaikuttaa myös kasviyhdyksunnan rakenteeseen. Tämän takia Suomi on jaettu kuuteen omat metsätyypinsä omaavaan metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen. Kasvupaikkatyypit ilmentävät lähinnä maan ravinteisuustasoa ja ne yhdistävät koko maan metsäkasvillisuusvyöhykkeiden metsätyypit samankaltaisiksi ryhmiiksi. (Huuskonen ym., 2014, 15–17.) Kivennäismaiden kasvupaikkatyyppejä ovat viljavimmasta karuimpaan lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas ja karukkokangas. Kaikkein viljavin kasvupaikka, lehto, luokitellaan omaksi luokakseen. Kivennäismailla tärkein kasvua rajoittava tekijä on typen niukkuus (Äijälä ym., 2019, 19.)

Ojitettujen turvemaiden kasvupaikat luokitellaan turvekangastyyppeihin, jotka ovat rinnastettavissa saman ravinteisuustason kivennäismaiden kasvupaikkatyyppeihin (Äijälä ym., 2019, 19). Ojituksen jälkeen pintakasvillisuus muuttuu ja suo alkaa muistuttamaan saman ravinteisuustason kangasta (Huuskonen ym., 2014, 17–18). Ruohoturvekangas vastaa lehtomaista kangasta, mustikkaturvekangas tuoretta kangasta, puolukkaturvekangas kuivahkoa kangasta, varputurvekangas kuivaa kangasta ja jäkäläturvekangas karukkokangasta. Turvemaiden vesi- ja ravinnetalous poikkeavat kivennäismaista. Turvemaiden kasvua rajoittaa yleisimmin kaliumin, boorin ja fosforin puutos. Turvemaiden myös märkyys haittaa yleisesti puiden kasvua. (Äijälä ym., 2019, 19.)

2.2 Maalaji

Kasvupaikan ominaisuudet riippuvat paljon maalajista, joten sen tunnistaminen on tärkeää. Maalajit jaotellaan kivennäis- ja turvemaihin. Kivennäismaat

jaotellaan koostumuksen karkeuden perusteella ja turvemaat taas turpeen maatuneisuuden mukaan. (Tapio, 2023.) Raekoostumus vaikuttaa maan routimiseen, ilmavuuteen, vedenjohtamis- ja ravinteiden pidätyskykyyn sekä kantavuuteen (Luoranen & Kiljunen, 2006, 14).

Suomessa moreeni eli koostumukseltaan epätasainen, kaikkia raekokoja sisältävä maa-aines on yleisin ja ne luokitellaan yleisimmän lajitteen mukaan. Lisäksi Suomessa on lajittuneita maalajeja, joissa hienot ja karkeat ainekset eivät ole sekoittuneet vaan ovat kerroksittain. (Äijälä ym., 2019, 217.)

Kivennäismaat jaetaan kolmeen maalajiryhmään vallitsevan raekoon perusteella: hienot, keskikarkeat ja karkeat (taulukko 1). Vettä ja ravinteita tehokkaimmin pidättävät hienojakoiset maalajit, vedenjohtamiskyky tosin heikkenee mitä enemmän niissä on savea. Hienolle maalajille on tyypillistä hyvä veden pidätyskyky, jonka vuoksi maa myös routii helposti. Kun vallitseva raekoko on alle 0,06 mm, maalaji on hienoa. Hienoja lajitteita ovat savi, hiesu ja hieno hieta, moreeneista taas hieno hietamoreeni sekä hiesumoreeni. Keskikarkeita maita ovat maat, joiden raekoko on 0,06–0,2 mm. Siihen kuuluvat karkea hieta ja hieno hiekka sekä moreeneista hiekkamoreeni ja karkea hietamoreeni. Keskikarkeiden maalajien vesitalous on yleensä kunnossa. Karkeat maalajit (sora ja karkea hiekka sekä soramoreenit) ovat puolestaan helposti vettä läpäiseviä ja raekooltaan yli 0,2 mm kokoisia. (Tapio, 2023.)

Maalajin karkeutta voidaan tarkastella aistinvaraisesti rullauskokeella. Hienoista maalajeista saa tehtyä helposti koossa pysyvän rullan ja mitä karkeampi maalaji on, sitä herkemmin se puolestaan katkeaa käsittelyssä. (Tapio, 2023.)

Maalajiryhmä	Moreenit	Lajittuneet maat ja raekoko, mm	Tunnistamisohje	Ominaisuuksia
Karkea	Soramoreenit	Sora 2–20 Hiekka 0,2–2	Raekoko arvioitavissa silmävaraisesti.	Läpäisevät helposti vettä. Karuja maita.
Keskikarkea	Hiekkamoreeni Karkea hietamoreeni	Karkea hietä 0,06–0,2	Yksittäiset rakeet voi erottaa paljain silmin, rakeet ovat irrallisia.	Vesitalous yleensä kunnossa. Metsänkasvatuksen kannalta parhaita maita.
Hieno	Hieno hietamoreeni Hiesumoreeni	Hieno hietä 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.	Läpäisee heikosti vettä, märkänä juoksevaa, erittäin routivaa, kovettuu kuivuessaan.
	Savimoreeni	Savi <0,002	Kosteana saa kämmenten välissä pyöriteltyä alle 2 mm paksua pötköä. Ei hajoa täydellisesti kuivana.	Vesi liikkuu hyvin hitaasti, märkänä sitkeää, tiivistä ja kovettuu ja halkeilee kuivuessaan.

Taulukko 1. Kivennäismaalajien ominaisuuksien tunnistaminen (Tapio, 2023)

Soilla on oleellista tietää turvelaji ja sen maatuneisuusaste, turvekerroksen paksuus sekä alkuperäisen suotyyppin vesitalous ennen kuivatusta. Nämä tekijät vaikuttavat alueen ravinnetalouteen. (Luoranen, Saksa & Uotila, 2020, 12, 14–15.) Turpeet voidaan luokitella kolmeen luokkaan maatuneisuuden perusteella: maatumattomiin, kohtalaisesti maatuneisiin ja pitkälle maatuneisiin (Tapio, 2023). Suot voidaan myös määritellä turpeen paksuuden mukaan paksu- tai ohutturpeiseksi. Jos turvekerroksen paksuus on alle 30 cm, suo on ohutturpeinen. (Luoranen ym., 2020, 12, 14–15.)

2.3 Maan vesitalous

Maan vesitalous riippuu maan vedenpidätyskyvystä sekä ilmastosta, maan pinnan muodoista ja pohjaveden pinnan korkeudesta. Maan vedenpidätyskyky riippuu ensisijaisesti raekoosta. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 14.) Raekoon lisäksi uudistusalan maanpinnan muodot vaikuttavat vesitalouteen. Rinnemailla vesitalousongelmia on yleensä vähän, tasaisella maalla taas vesi voi jäädä seisoamaan erityisesti keväisin lumien sulamisen aikana, mikäli maalaji ei läpäise helposti vettä. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 15.)

Päätehakkuun jälkeen pohjaveden pinta voi nousta ja jäädä kuoppiin sekä painanteisiin. Tällöin maaveden määrä lisääntyy ja ilmatila vähenee, jolloin taimien juuristo alkaa kärsiä. (Luoranen & Kiljunen. 2006, 15.) Pohjavedenpinnan nousu ilmenee yleensä suokasvillisuuden lisääntymisenä eli soistumisena. Jos soistumista on havaittavissa jo ennen päätehakkuuta, tulee vesitalous alueella hoitaa kuntoon maanmuokkauksen yhteydessä. (Luoranen ym., 2020, 22.) Märkyden aiheuttamat tuhot voidaan välttää kohteelle sopivalla maanmuokkaustavalla, ojituksella sekä istutuspaikan valinnalla (Luoranen & Kiljunen. 2006, 15).

2.4 Maaston topografia ja kivisyys

Alueen maastonmuodot vaikuttavat maan pintaa lähellä olevaan pienilmastoon. Kukkulat ovat yleensä ympäristöään lämpimämpiä, kun taas syviin laaksoihin kerääntyy kylmää ilmaa vuodenajasta riippumatta. (Ilmatieteenlaitos, 2023a.) Maaston pinnanmuodot vaikuttavat alueen puuntuotoskykyyn ravinteisuuden sekä vesi- ja lämpöolojen välityksellä. Maaston muodot tulee huomioida myös maanmuokkauksessa niin, että kivennäismaita lähtisi mahdollisimman vähän liikkeelle muokkauksen yhteydessä. Eroosiota eli maan pinnan kulumista esiintyy erityisesti rinteissä sekä ojitetuilla soilla. (Luoranen ym., 2020, 22–23.)

Myös runsas kivisyys vaikuttaa puuntuotoskykyyn alentavasti. Eniten kivisyys vaikuttaa maanmuokkausmenetelmän valintaan. Metsämaat jaetaan kolmeen kivisyysluokkaan: vähäkivisiin, kivisiin ja erittäin kivisiin. Kun kivien osuus maakerroksen tilavuudesta on alle 30 %, luokitellaan se vähäkiviseksi. Jos kivien osuus maakerroksen tilavuudesta on 30–60 %, luokitellaan se kiviseksi ja jos kivien osuus on yli 60 % maakerroksen tilavuudesta, kohde on erittäin kivinen. (Luoranen ym., 2020, 22–23.)

2.5 Sääolosuhteet ja ilmasto

Metsänuudistamisessa tulee varmistaa siementen ja taimien ilmasto- ja kasvu- paikkavaatimukset. Suomen ilmasto on kostea ja kylmä ja puuntuotannollisesti

olosuhteet ovat hyvin erilaiset maan eri osissa. Alueen lämpöolosuhteita kuvataan tehoisan lämpösumman avulla. (Äijälä ym., 2019, 19, 23.) Lämpösummaa kertyy päiviltä, jolloin vuorokauden keskilämpötila on yli + 5 astetta ja siihen lasjetaan viiden asteen ylittävä osa. Tehoisan lämpösumman avulla seurataan terminen kasvukautta. Terminen kasvukausi alkaa keväällä, kun vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi yli + 5 asteen vähintään 10 vuorokauden ajaksi. Terminen kasvukausi päättyy syksyllä, kun vuorokauden keskilämpötila laskee pysyvästi alle + 5 asteen tai saadaan pysyvä lumipeite. (Ilmatieteenlaitos, 2023b.)

Suomessa vuotuinen sademäärä vaihtelee vuosittain noin 500 ja 650 mm välillä. Vähiten sataa kevätkuukausina ja tyypillisesti eniten sataa heinä-elo-kuussa. Syksyisin sademäärät pienenevät, mutta sadepäiviä esiintyy useammin. (Ilmatieteenlaitos, 2023c.)

Päätehakkuun jälkeen sääolosuhteet muuttuvat säteily- ja lämpöolojen osalta istutusaloilla äärevämpään suuntaan. Maan lämpeneminen riippuu maan kosteudesta ja ilmavuudesta, sekä maalajista. Huonoiten lämpenee turve, parhaiten hiekka. Syksyllä maan lämpötila vaihtelee mättään pintakerroksissa enemmän kuin syvemmissä kerroksissa. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 16.)

3 Maanmuokkausmenetelmät

Maanmuokkauksen tarkoituksena on luoda suotuisat olosuhteet siemenille itää ja taimille kasvaa. Muokkausmenetelmän valintaan vaikuttavat kasvupaikan viljavuus, maalaji, vesitalous, pienilmasto, tuhoriskit sekä uudistukseen käytettävä taimimateriaali. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 23–24, 29). Maanmuokkausmenetelmää valittaessa on huomioitava myös maan kerroksellisuus, kivisyys sekä maanpinnan kaltevuus (Luoranen ym., 2020, 78).

Uudistussalaa muokatessa tavoitteena on luoda tavoitetiheyttä vastaava määrä laadukkaita kylvö- tai istutuspaikkoja. Usein samalla uudistusosalalla on tarpeen

käyttää useampia maanmuokkausmenetelmiä vesitalouden tai maalajin mukaan. (Äijälä ym., 2019, 126–127.) Maanmuokkaus myös helpottaa kylvö- ja istutustyötä (Luoranen & Kiljunen, 2006, 23–24). Uudistusmenetelmät voidaan jatolla maanpintaa paljastaviin ja kohoumia muodostaviin muokkausmenetelmiin (Äijälä ym., 2019, 128).

Maanmuokkaus on uudistamisketjun yksi tärkeimmistä työvaiheista. Siksi maanmuokkauksen laadunvarmistukseen tulisi kiinnittää huomiota ja sitä tulisi tehdä jo työtä tehdessä. Äestyksessä mitataan äesjälkien tiheyttä sekä leveyttä, syvyyttä sekä ajolinjojen etäisyyttä toisistaan. Laikutuksessa ja mätästyksessä mitataan ympyräkoealoin muokkausjälkien tiheyttä esimerkiksi kaivinkoneen puomin tai mittakepin avulla. Mättäiden laatua tulisi tarkastella mättäiden koon ja korkeuden perusteella sekä rakenteen osalta. Muokkaustyön laatuun vaikuttavat uudistettavan kohteen kivisyys, kantojen ja hakkuutähteiden sekä siemenpuiden määrä. (Luoranen ym., 2020, 91–92.)

3.1 Maan pintaa paljastavat menetelmät

Maan pintaa paljastavia menetelmiä eli äestystä ja laikutusta käytetään yleensä kylvöalojen ja luontaisen uudistamisen kohteilla kivennäismailla. Turvemaiden kylvökohteilla voidaan käyttää laikutusta, mikäli kuivatus on kunnossa. (Huuskonen ym. 2014, 57.) Kivennäismaiden istutuskohteille laikutus ja äestys sopivat silloin, kun uudistusala sijaitsee karkealla tai keskikarkealla, hyvin vettä läpäisevällä maalla. Turvemaiden istutuksille laikutus ja äestys eivät sovi. (Äijälä ym., 2019, 129.)

Äestyksessä kivennäismaata paljastetaan tekemällä 60–80 cm levyisiä vakoja ja vakojen väli toisistaan on noin kaksi metriä. Kylvöä tai luontaista uudistamista varten muokkausjäljen pintaan tulisi jäädä ohut kerros humusta. Äestettäessä istutusta varten, vaon tulisi olla syvempi ja humusvapaa. (Äijälä ym., 2019, 129.)

Laikutuksessa kivennäismaata paljastetaan poistamalla humuskerrosta maanpinnalta laikuittain. Turvemaalla poistetaan elävä sammalkasvusto sekä raaka-humuskerros ja paljastetaan kostea turvepinta. Laikkujen tulisi olla pituudeltaan ja leveydeltään 50–70 cm kokoisia. Alaville, tiiville ja hienojakoisille maille laikutus ei sovi, sillä vesi voi jäädä seisomaan pitkäksi aikaa muokkausjälkeen ja lisäksi paljastettu hienojakoinen maa routii voimakkaasti, jolloin taimet voivat rousteen takia nousta ylös. (Äijälä ym., 2019, 129.)

3.2 Kohoumia muodostavat maanmuokkausmenetelmät

Kohoumia muodostavia maanmuokkausmenetelmiä käytetään yleensä kaikilla istutusaloilla sekä turvemaiden kylvökohteilla, joissa vesitalous ei ole kunnossa (Huuskonen ym., 2014, 53, 57). Kohoumia muodostavassa maanmuokkausmenetelmässä eli mätästyksessä maasta tehdään mättäitä niin, että mättään alle jää humuskerros. Humuskerros katkaisee kapillaarisen veden nousun mättäeseen ja estää näin voimakkaan routimisen. Lisäksi humuskerroksessa kosteus säilyy pidempään ja siitä vapautuu ravinteita taimen käyttöön. (Äijälä ym., 2019, 128.)

Turvemailla turvelaji ja maatuneisuusaste vaikuttavat mättäiden kosteusvaihteluihin. Puuvaltaiset sararahka- ja rahkaturpeet ovat hyviä uudistamisaloja hyvän maatuneisuuden takia, saravaltaisten turvemaiden mättäissä pintakosteus puolestaan vaihtelee. (Luoranen ym., 2020, 12, 14–15.)

Mätästyistä käytetään yleensä viljavammilla kohteilla, joissa pintakasvillisuuden kilpailu aiheuttaa ongelmia (Luoranen ym., 2020, 84). Mätästyksellä pyritään siihen, että maanpintaa paljastetaan mahdollisimman vähän, jolloin perkaustarve pysyy kohtuullisena (Äijälä ym., 2019, 79.) Mätästäväällä muokattu maa on vesakon kehityksen osalta todettu olevan hitaampaa ja vähäisempää (Luoranen & Kiljunen, 2006, 23–24). Mättäiden pinta kuivuu nopeasti, joten se toimii huonona itämisalustana kilpailevalle kasvillisuudelle (Huuskonen ym., 2014, 57).

Kasvupaikan ahavaherkkyys olisi myös hyvä huomioida, sillä se vaikuttaa mätästystapaan ja mättään korkeuteen (Luoranen ym., 2020, 78). Ahavaherkkiä paikkoja ovat alueet, joissa keväisin lumi sulaa nopeasti, mutta maa pysyy pitkään roudassa tai joissa lumipeite on ohut (Luoranen & Kiljunen, 2006, 24).

Mätästystekniikoita ovat laikku-, käntö-, ojitus- ja naveromätästys. Laikkumätästys soveltuu keskikarkeille ja hienojakoisille kivennäismaille sekä harkiten ojitetuille turvemaille, joissa ei ole vesitalouden järjestelytarvetta. Mätäs tehdään kääntämällä pintamaata laikusta laikun viereen siten, että mättään alle jää yksinkertainen humuskerros ja humuskerroksen päälle 5–10 cm kivennäismaata. Turvemaalla raakahumuksen päälle käännetään turvetta. (Äijälä ym., 2019, 130–131.) Mättään tavoiteleveys on 50–60 cm ja pituus 60–80 cm. Keskikarkeilla mailla tavoitekorkeus on 15–20 cm ja hienoilla mailla 5–10 cm. (Luoranen ym., 2020, 84–85.)

Kääntömätästys sopii turvemaille ja keskikarkeille kivennäismaille, joilla vesitalous on kunnossa. Tavoitteena on tehdä laakea, hiukan maanpintaa korkeammalla oleva turve- tai kivennäismaamätäs kääntämällä maa ylösalaisin samaan kohtaan kuin mistä se on otettu. Mättään pohjalle jää tällöin yksinkertainen humuskerros. (Äijälä ym., 2019, 130.) Kääntömättään korkeuden tulisi olla heti muokkauksen jälkeen noin 5 cm ja mättään leveyden 50–60 cm, pituuden 60–80 cm. (Luoranen ym., 2020, 85.) Kääntömätästys soveltuu myös kohteille, joissa on suuri ahavariski (Luoranen & Kiljunen, 2006, 32).

Naveromätästystä käytetään muokkausmenetelmänä hienojakoisilla ja veden vaivaamilla kivennäismaille sekä viljavilla turvemaille, joissa on puu- tai saraturvetta. Turvemaille peruskuivatuksen tulee olla kunnossa ja kivennäismaillakin saa olla vain lievää kuivatustarvetta. Menetelmä sopii myös erittäin kivisille viljaville kivennäismaille, joihin ei pysty tekemään laikkumättäitä. Naveromätästystä käytetään yleensä täydentävänä muokkausmenetelmänä alueille, jossa osa alueesta on vedenvaivaamaa. (Äijälä ym., 2019, 130.)

Naveroiden mätäsmateriaali saadaan matalista maahan kaivettavista vaoista eli naveroista. Naveroilla taas pyritään ohjaamaan pintavesiä haluttuun suuntaan.

Tarkoituksena ei kuitenkaan ole kuivattaa aluetta tai laskea pohjaveden pintaa. Naveromätästyksessä on huomioitava vesiensuojelu tekemällä tarvittaessa kaidukatkoja tai lietekuoppia naveroihin ja lisäksi naveroita ei suositella tehtäväksi rinteiden suuntaisesti eroosioriskin vuoksi. (Äijälä ym., 2019, 130.) Naverot ovat syvyydeltään 20–30 cm ja mättäiden korkeus voi vaihdella 5–25 cm välillä siten, että hienoilla mailla mättäät voivat olla matalampia. Mättäiden leveys ja pituus on 60–80 cm. Pituudeltaan naverot ovat vain muutaman metrin pituisia. (Luorinen ym., 2020, 85, 87.)

Ojitusmätästystä käytetään veden vaivaamilla kivennäismailla sekä turvemailla, joissa on kuivatustarve. Ojitusmätästyksessä voidaan tarpeen mukaan perata vanhoja ojia, tehdä täydennysojia sekä käyttää tarvittaessa laikku-, kääntö- tai naveromätästystä täydentävänä menetelmänä. Jos pohjaveden vedenpinnan taso hakkuiden jälkeen on jatkuvasti alle 30 cm maan pinnasta, on tarpeen tehdä kuivatusojia. Ojan syvyys määräytyy kuivatustarpeen mukaan.

Ojitusmätästyksessä mättäät tehdään ojista saatavalla pintamaalla. Mättäät tulisi olla 10–20 cm korkeita ja 60–80 cm leveitä eikä mättäitä tarvitse tiivistää. Ojien pohjalta otettuun vähäravinteiseen maahan ei ole suositeltavaa istuttaa taimia, joten yleensä se läjitetään ojien läheisyyteen. Ojitusmätästyksessä on otettava vesiensuojelu huomioon ja tehtävä kaivettuihin ojiin lietekuoppia 50 metrin välein sekä mietittävä sopivin vesien poisjohtamiseen tarkoitettu vesiensuojelumenetelmä tapauskohtaisesti, yleisin näistä on pintavalutus. (Äijälä ym., 2019, 131.)

4 Istutus uudistamismenetelmänä

Istutuksen tavoitteena on perustaa sellainen taimikko, joka hyödyntää täysimääräisenä kasvupaikan kasvuedellytykset. Taimikosta tulisi muodostua riittävän tiheä, tilajärjestykseltään tasainen ja puulajikoostumukseltaan kasvupaikalle soveltuva. Taimikon perustamisvaiheessa tiheyden tulee olla ensiharvennusvaiheen tavoiterunkolukua suurempi, sillä istutustaimista osa kuolee aina

pintakasvillisuuden kilpailuun ja taimituhoihin. Valtaosa kuolleisuudesta tapahtuu 2–3 vuoden sisällä istutuksesta. Suomessa ja Ruotsissa kerättyjen tutkimusaineistojen mukaan keksimääräinen elävyys mätästetyillä kohteilla oli noin 84 % 3–4 vuoden kuluttua istutuksesta. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 11.)

Istutukseen käytetään taimitarhoilla tuotettuja taimia, jotka voivat olla paljasjuurisista taimia, paakkutaimia tai juurrutettuja pistokkaita. Metsäpuiden taimia kasvattavat taimitarhat tuottavat nykyisin vain paakkutaimia. Paakkutaimi on taimi, jossa taimen juuret ovat turvepaakussa. Turvepaakku suojaa juuria ja toimii vesivarastona. Männyn taimet ovat yleensä yhden kasvukauden ikäisiä, kuuset puolestaan yhden tai kahden kasvukauden ikäisiä. Taimien koko vaihtelee paakun koon sekä kasvatustiheyden mukaan. Erikokoisista paakuista käytetään nimiä mini-, pieni-, keski-, iso- ja jättipaakku. Laissa ei määritellä taimille minimi- tai maksimipituuksia, mutta tutkimusten perusteella taimierille on määriteltävissä keskipituudet. Viljavimmille paikoille kannattaa istuttaa kookkaampia taimia, karuilla paikoilla lyhyemmätkin taimet menestyvät. (Luoranen ym., 2020, 104–106.)

Siemenien ja taimien alkuperä vaikuttaa merkittävästi metsänuudistamisen onnistumiseen. Käytettävän materiaalin on oltava paikallisiin olosuhteisiin sopeutuvaa, joten tämän vuoksi Suomi on jaettu ilmasto- ja luonnonolosuhteiltaan yhtenäisiin lähtöisyysalueisiin, joista viljelymateriaalia kerätään, ja jota voidaan alueen sisällä sekoittaa samaan siemenerään. Alueiden avulla voidaan arvioida metsänviljelyaineiston alkuperien sopivuutta metsänviljelyyn tietyllä alueella. Lähtöisyysalueet eivät sellaisenaan siis kuvaa käyttöalueita. (Luoranen ym., 2020, 94–95.)

Taimitarha toimittaa tilatut taimet välivarastoihin tai metsävarastoihin. Ennen kun taimet istutetaan maahan, on taimia kasteltava säännöllisesti varastoinnin aikaisen kuivumisen ehkäisemiseksi. Kerran kuivahtaneen taimen mahdollisuus selvitä istutuksen aiheuttamasta stressistä on huono. (Luoranen ym., 2020, 111–113.)

Taimia voidaan istuttaa joko käsin tai koneellisesti. Suomessa yleisin tapa on edelleen käsin tehtävä istutus pottiputkella. Käsityönä istutettujen kohteiden määrä vuonna 2021 koko maassa oli noin 74 000 ha, kun taas koneellisesti istutettujen alojen määrä reilu 600 hehtaaria. Vuonna 2022 käsin istutettujen alojen määrä oli puolestaan noin 70 000 hehtaaria ja koneellisesti istutettujen vain noin 260 hehtaaria. (Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta, 2023.)

Käsin tehtävä istutus tehdään yleensä pottiputkella, joka on sopivan kokoinen valitulle taimimateriaalille. Lisäksi istutuksessa tulee käyttää nitrilihanskoja, sillä havupuiden taimet on käsitelty tukkimiehentäin torjunta-aineella. Istutukseen valitaan taimia, jotka ovat terveitä ja elinvoimaisia. Taimissa ei saa olla merkkejä vaurioista, tuholaisista tai homeesta, neulasten on oltava vihreitä ja lujasti kiinni taimessa, taimen kuori on luja ja tasaisen värinen, juuret terveitä ja juuripaakut ehjiä. Lisäksi ennen istutusta on varmistettava, että taimipaakku on riittävän kostea. Paakusta tulisi tippua vettä, kun paakkua puristetaan. Tuulisella ja aurinkoisella säällä veden haihdutus on voimakasta ja sen vuoksi taimien kastelusta on pidettävä huolta. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 67, 73.)

Taimi istutetaan mättään keskelle niin, että taimen ympärille jää 10–20 cm kivennäismaata. Istutuskelpoiseen mättääseen istutetaan vain yksi taimi per mättäs. Taimea ei kannata istuttaa humusmättääseen tai runsaasti hakkuutähteitä sisältävään mättääseen sillä näissä hylkymättäissä kuivuus- ja tukkimiehentäituhojen riski on suuri. (Luoranen & Kiljunen, 2006. 67–70.)

Taimi tulisi istuttaa siten, että paakku olisi mättään humuskerroksessa. Se tarkoittaa, että paakun päälle tulisi jäädä 5–10 cm maata. Istutetusta taimesta olisi hyvä näkyä noin puolet, jotta taimella olisi riittävästi neulasia maanpinnalla yhteyttämistä varten. Istutuksen jälkeen maa taimen ympärillä tulee tiivistää siten, että taimi jää suoraan. (Luoranen & Kiljunen, 2006. 67–70.)

4.1 Kuusen uudistamisketju istuttamalla

Kuuselle istutuksen on todettu olevan nopein ja varmin uudistamismenetelmä. Maalajiltaan keskikarkeat ja hienot ja kasvupaikkatyypiltään tuoreet ja lehtomaiset kankaat ovat kuuselle sopivia istutuskohteita. Lisäksi kuusi menestyy ruoho- ja mustikkaturvekankailla sekä puolukkaturvekankailla, kun ravinnetasapainosta on huolehdittu. (Äijälä ym., 2019, 78–79.) Jos kuusta istuttaa karuille kasvupaikoille, voivat kuuset kuivuuden vaivaaminen altistua kirjanpainajatuhoille (Luoronen, Uotila & Jari, 2023a).

Kuusella on pinnallinen juuristo ja se kasvaa pääosin maanpinnan lähellä kivennäismaassa sekä humuskerroksessa, tämän takia kuusi kestää huonosti kuivuutta. Maaperän tulee olla ilmava ja riittävän kostea. (Luoronen & Kiljunen, 2006, 14.)

Edellytyksenä kuusen onnistuneelle istutukselle on maalajin ja kohteen vesitalouden mukaan valittu maanmuokkaustapa sekä onnistunut maanmuokkausjälki. Kuuselle suositellaan muokkausmenetelmänä kohoumia muodostavaa muokkaustapaa, sillä mättäessä taimi lähtee hyvin kasvuun ja pärjää hyvin kilpailevaa kasvillisuutta vastaan. Hyvä muokkausjälki antaa myös suojaa tukkimiehentäitä vastaan. Turvemaiilla ja kosteilla tiivistyneillä mailla, joissa on tarpeen parantaa maan ilmavuutta sekä vesitaloutta, käytetään navero- tai ojitusmätästystä. Keskikarkeilla mailla ja ojitetuilla turvemaiilla, joissa kuivatus on hyvä, laikkumätästys tai kääntömätästys yleensä riittää. (Äijälä ym., 2019, 78–79.)

Kuuselle sopiva istutustiheys on 1800 tainta per hehtaari, mutta tavoite voi olla myös 200 tainta pienempi tai suurempi. Erityisen kivisillä tai viljavuudeltaan huonommilla kohteilla tiheys voi jäädä matalaksi. Mikäli taas tavoitellaan kuusen nopeaa kehitystä voimakkailla harvennuksilla, tiheydeksi riittää 1600 tainta hehtaarille. (Äijälä ym., 2019, 79.)

Kuusen istutuksessa käytetään taimitarhoilla tuotettuja paakutaimia, joita voidaan istuttaa tämänhetkisen tutkimustiedon mukaan kevästä syyskuun

loppuun asti. Eri istutusajankohtiin on käytettävä niihin sopivia taimia. (Luoranen ym., 2020, 107–110.) Kuusen paakkutaimet juurtuvat nopeimmin keskikesällä, syyskesällä juurtuminen hidastuu säteilyn vähentyessä ja lämpötilan laskiessa. Juurten kasvu jatkuu syksyllä niin kauan, kunnes lämpötila laskee alle +5 asteen. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 41.)

Keväisin istutuskohteina voivat olla kaikenlaiset uudistuskohteet. Erityisesti hienoja maa-aineksia sisältävät uudistusalat on istutettava keväisin roustetuhoris-kin vuoksi, jotta turvataan taimien riittävä juurtuminen ennen syksyä. Kuusen taimia voidaan istuttaa myös kesäkuun puolivälistä heinäkuun loppuun tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella, kunhan välttää helposti kuivuvia karkeita ja kivisiä maita. Heinäkuun lopusta lähtien voidaan istuttaa lyhytpäiväkäsiteltyjä taimia, jotka sietävät paremmin syyshalloja. Kuusen istutuskausi olisi turvalisinta lopettaa syyskuun lopussa. (Luoranen ym., 2020, 107–110.)

4.2 Männyn uudistamisketju istuttamalla

Mänty kasvaa laadukkaaksi tukkipuuksi kuivahkoilla ja sitä karuimmilla kankailla sekä rämeissä ja karuilla korvilla. Mänty uudistetaan yleisimmin kylväen, mutta männyn istutusta suositaan hienojakoisilla kuivahkoilla kangasmailla sekä keskikarkeilla ja karkeilla tuoreilla kankailla erityisesti puulajin vaihtoa suunniteltaessa. Mäntyä voidaan istuttaa myös puolukkaturvekankaille ja ohutturpeisille mustikkaturvekankaille. (Äijälä ym., 2019, 75–76.)

Männyn istutuskohteille suositellaan mätästystä, jos kyseessä on hienojakoinen kivennäismaa tai turvekangas (Äijälä ym., 2019, 76). Mänty voi mättääseen istutettuna kasvaa paksuoksaiseksi, sillä kaksinkertaisesta humuskerroksesta vapautuu runsaasti ravinteita (Rikala, 2002, 59). Hyvin vettä läpäisevillä kohteilla riittää kevyt maata paljastava muokkaus, kuten laikutus tai äestys (Äijälä ym., 2019, 76).

Männylle istutustiheydeksi suositellaan 2200 tainta hehtaarille, mutta tiheys voi olla myös 200 tainta pienempi tai suurempi. Kivisillä tai viljavuudeltaan

heikommilla aloilla istutustiheys voi jäädä alhaiseksi. Istutusmännikön laatu kehittyy paremmaksi, jos puusto on taimikkovaiheessa tiheä, istutustiheytenä voi siis käyttää jopa 2400 tainta hehtaarille. Tiheyttä voidaan toisaalta lisätä luontaisesti syntyneiden männyn taimien avulla. (Äijälä ym., 2019. 76.)

Männyn taimia suositellaan istutettavaksi vain keväisin. Pakkasvarastoidut männyn taimet tulisi istuttaa touko-kesäkuun aikana, ulkona varastoidut taimet puolestaan kesäkuun puoliväliin mennessä. (Luoranen ym., 2020, 107–19.)

4.3 Kuusen ja männyn syysistutuksen erityispiirteet

Suomessa istutetaan vuosittain noin 150 miljoonaa tainta, ja tästä määrästä noin 20 miljoonaa tainta istutetaan syksyllä. Riskinä syysistutuksissa on, että taimet eivät ehdi juurtua ennen talvea ja siksi alkukehitys voi olla hitaampaa ensimmäisinä kasvuvuosina. Syysistutuksissa korostuvat huolellinen maanmuokkaus ja istutustyö sekä kasvupaikan valinta. (Remes, 2020.)

Taimia tulisi istuttaa syksyisin vain keskikarkeille maalajeille tuhoriskien pienentämiseksi, sillä hienojakoisilla mailla maan toistuva jäätyminen ja sulaminen nostavat taimia ylös ja karkeilla maalajeilla taas taimet voivat kuivuuden takia kärsiä vedenpuutteesta (Remes, 2020). Syysistutuksia tulisi välttää myös turveilla suuren rousteriskin takia (Luoranen & Kiljunen, 2006, 48). Alavat paikat ovat riskipaikkoja syyshallojen aiheuttaman vaurioriskin vuoksi (Remes, 2020). Ahavaherkille kohteille ei tulisi istuttaa taimia syksyllä lainkaan (Luoranen & Kiljunen, 2006, 46).

Syysistutuksiin sopivat periaatteessa samat taimet, joita voidaan istuttaa seuraavana keväänä. Tärkeintä on, että taimet ovat oikean kokoisia käytettyyn kasvatustiheyteen ja paakun tilavuuteen nähden. Etenkin hallanaroille paikoille kannattaa istuttaa lyhytpäiväkäsiteltyjä taimia. Näiden taimien pituuskasvu on pysäytetty lyhentämällä päivän pituutta keinotekoisesti. Tämä aikaistaa taimen karaistumista ja kasvattaa syyshallojen sietokykyä (Luoranen, Uotila & Jari, 2023b.) Taimet tulisi istuttaa myös riittävän syvälle (Remes, 2020).

Taimihuollosta on pidettävä huolta myös syksyisin, sillä sää voi olla lämmin ja aurinkoinen, joka lisää taimien haihduntaa. Taimet voivat kuivua aurinkoisessa ja tuulisessa olosuhteessa nopeasti vielä lokakuussakin. (Luoranen ym., 2023b.)

Kuusen paakkutaimia voidaan istuttaa syys-lokakuuhun saakka. Edellytyksenä on, että sääolosuhteet otetaan huomioon ja istutetaan istutusajankohtaan sopivia taimia. Istutuskauden aloitus- ja lopetusajankohta voi vaihdella parilla viikolla sijainnista ja sääoloista riippuen. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 47.) Turvallisinta on lopettaa istutuskausi syyskuun loppuun mennessä, sillä sen jälkeen riski istutusten epäonnistumiselle kasvaa (Luoranen ym., 2020, 110). Tämän hetken tutkimusten mukaan männyn taimia suositellaan istutettavaksi vain keväisin (Luoranen ym., 2020, 107).

Syysistutusten tulokset ovat olleet kevään istutuksiin verrattuna vaihtelevampia, sillä syksyllä istutetut taimet, jotka eivät ehdi kunnolla juurtumaan, ovat alttiimpia seuraavan kevään ahavalle ja kuivuudelle. (Rikala, 2002, 66.) On todettu, että syysistutukseen sopivat parhaiten kuusen paakkutaimet, männyn ovat puolestaan kärsineet kuusta enemmän kuivumisesta syysistutuksissa. (Remes, 2020.)

Myös Lauri Tammisen (2015) opinnäytetyössä todettiin, että männyn syysistutustulokset olivat selkeästi kuusta heikompia. Lisäksi havaittiin, että istutusajankohta vaikutti männyn enemmän kuin kuusella. Männyn merkittävin tuho oli kuivuminen, jonka aiheuttajina olivat olleet pakkanen ja ahava, kuusella tuhoja aiheuttivat pakkanen, ahava sekä tukkimiehentäi, nisäkästuhot ja rouste. Kuusella merkittävin kuolleisuutta lisäävä tekijä oli epäonnistunut maanmuokkaus. (Tamminen, 2015, 51–52.)

Pikkaraisen, Luorasan, Kilpeläisen, Oijalan ja Peltolan (2020, 7) tutkimuksessa vertailtiin kuusen ja männyn istutustuloksia yhden istutuskauden ajalta kevään, kesän ja syksyn osalta. Tutkimuksessa havaittiin, että kuusen syysistutus oli

varsin onnistunut, männyn syysistutuksen osalta taas tulokset olivat koko tutkimuksen heikoimmat. (Pikkainen, Luoranen, Kilpeläinen, Oijala & Peltola, 2020.)

Jaana Luorasan (2018) tutkimuksen mukaan kuusen ja männyn istuttaminen myöhään syksyllä on mahdollista sellaisina vuosina, kun sääolosuhteet eivät ole istutuksen jälkeen taimille liian ankarat ja taimet on istutettu huolellisesti. Mitä myöhemmin taimet istutetaan, sen huonommin niiden juuret lähtevät keväällä kasvuun, jos taimia verrataan aiemmin istutettuihin taimiin. Hidas kasvuun lähtö myös heikentää verson kasvua myöhempinä vuosina. (Luoranen, 2018.)

5 Taimituhot

Metsä- ja taimituholle on tyypillistä alueelliset ja ajalliset vaihtelut. Vaihtelua aiheuttavat esimerkiksi kuivuusjaksot. Tuhon syynä on harvoin yksittäinen tekijä, vaan puun tai taimen kasvun heikkeneminen tai kuolema on usein seurausta useamman tuhonaiheuttajan yhteisvaikutuksesta. Tuhojen aiheuttajat voidaan jakaa bioottisiin eli elollisiin ja abioottisiin eli elottomiin tuhonaiheuttajiin. Bioottisiin tuhoihin kuuluvat hyönteis- ja eläintuhot sekä sienitautien aiheuttamat tuhot. (Huuskonen ym., 2014, 167.) Abioottisia tuhoja aiheuttavat muun muassa kuivuus, halla, pakkanen, ahava ja rouste (Luoranen ym., 2020, 46–47).

5.1 Bioottisista tekijöistä johtuvat tuhot

Hyönteis- ja eläintuhot

Tukkimiehentäi on merkittävä tuhonaiheuttaja havupuiden taimikoissa. Nämä kuoriaiset syövät havupuuntaimen kuoreen laikkuja, jotka estävät ravinteiden sekä veden kulkua nilakerroksessa. Jos syöntijälki kiertää koko rungon ympäri, taimi kuolee. (Huuskonen ym., 2014, 168.)

Myyrät aiheuttavat merkittäviä tuhoja uudistusaloille ja voi jopa kokonaan tuhota vastaperustetun taimikon. Riski myyrätuhoille vaihtelee kasvupaikan, taimien koon ja myyräkantojen mukaan. Myyräkannat vaihtelevat vuosittain ja yleensä kannat ovat Etelä-Suomen alueella huipussaan noin 3 vuoden välein. Tuhoriski on suurin rehevillä kasvupaikoilla. (Huuskonen ym., 2014, 169–170.)

Myyristä metsä- ja peltomyyrä aiheuttavat eniten tuhoja. Peltomyyrä syö talvisin taimien rungon kuorta lumen alla ja voi pahimmillaan silputa koko taimen palasiksi. Peltomyyriä syö kaikkia puulajeja. Metsämyyrä puolestaan suosii kuusen ja männyn taimia ja syö niistä latvakasvaimien kuorta sekä kärkisilmuja. Metsämyyrien latvasyöntejä sekoitetaan usein hirvien aiheuttamiin tuhoihin. (Huuskonen ym., 2014, 169–170.)

Taimituhoja voivat aiheuttaa myös jänikset, hirvet sekä metsäkanalinnut. Jänis syö taimien latvoja ja tuhon tunnistaa vinosta katkaisupinnasta. Latvakatkaisu ei yleensä tapa tainta, mutta siitä tulee monilatvainen. Hirvet voivat syödä etenkin mättäillä olevia pieniä männyntaimia ja vetää taimia ylös maasta. Metsäkanalinnut puolestaan syövät havupuun päätesilmuja sekä neulasia. Metsäkanalintujen aiheuttamat tuhot harvoin tappavat taimia, mutta taimet voivat pensastua, jos päätesilmut on syöty. (Luoranen ym., 2020, 51.)

Sienitaudit

Harmaahome on yleinen kaikilla puulajeilla ja sitä tavataan yleisesti luonnossa. Alkuvaiheessa harmaahome näkyy laikkuina neulasissa, josta se kasvattaa harmaata rihmastoja taimen pinnalle. Harmaahometta esiintyy taimitarhoilla tiheästi kasvatettujen taimien alaosissa, joten ennen istutusta taimet olisi hyvä tarkistaa. (Luoranen ym., 2020, 51–52.)

Männynversoruoste on sieni, jonka väli-isäntänä toimii haapa. Männynversoruoste muodostaa kasvavaan männyn versoon keltaisia laikkuja, joihin syntyy myöhemmin itiöpesäkkeitä. Männynversoruoste aiheuttaa verson käyristymistä, koroja tai jopa tappaa verson latvan. (Luoranen ym., 2020, 52.)

Versosurmaa esiintyy havupuilla, mutta tuhot ovat yleisimpiä männyllä. Versosurma ilmenee taimessa edellisen vuoden neulasten harmaantumisena ja ruskehtumisena. Versojen kärkisilmut eivät myöskään lähde kasvuun. Kuusella latvakasvain kuolee talven aikana. Versosurmalle altistavat kylmät kasvukaudet, perättäiset sateet sekä taimien alkuperäsiirrot. (Luoranen ym., 2020, 53.)

5.2 Abioottisista tekijöistä johtuvat tuhot

Kuivuus

Maa voi olla liian kuivaa ohuthumuksisilla, kivisillä sekä etelään viettävillä mailla. Myös hyvin hienojakoiset maat voivat pitkien poutajaksojen aikana kuivua istutuskelvottomiksi. Myös muu kasvillisuus kuivattaa maata ja heikentää taimien kasvua. (Rikala, 2002, 60.)

Maan liiallinen kosteus

Maan liiallinen kosteus on yleinen ongelma. Erityisesti hienojakoisilla moreenimailla pohjaveden pinnan taso nousee hakkuiden jälkeen ja vesi jää helposti seisomaan muokkausjälkiin sateen jälkeen. (Rikala, 2002, 60.) Taimen kunto heikkenee, jos se seisoo vedessä useita viikkoja. Seisova vesi ja märkyys heikentävät juuristoa ja ennen pitkää tappavat taimen. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 15.)

Rouste

Rousteella tarkoitetaan keväällä ja syksyllä esiintyvää maanpinnan liikehdintää, joka johtuu maan vuorottaisesta jäätymisestä ja sulamisesta lämpötilaerojen vuoksi. Roustetuhoja esiintyy hiesu- ja savilajitteita sisältävillä mailla. Rouste katkoo taimien juuria ja nostaa niitä ylös istutuskuopista. (Rikala, 2002, 61.)

Routa ja ahava

Kun maa on vielä roudassa eli jäässä, taimien juuristo ei saa vettä ja tämän seurauksena neulaset kuivuvat. Taimi ei välttämättä kuole tähän, mutta sen kasvu kärsii. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 26.) Ahavaksi kutsutaan tuulen ja auringon paisteen sekä jäässä olevan maan aiheuttamaa neulasten kuivumista. Ahavaa esiintyy hienojakoisilla, routaantuvilla mailla, joissa lunta on vähäisesti. (Rikala, 2002, 62.)

Halla

Halla tarkoittaa ilman kylmenemistä 0 asteen alapuolelle lämpimänä vuoden aikana (Luonnonvarakeskus, 2023a.) Hallaa esiintyy syksyisin yleensä elokuun puolivälistä eteenpäin. Erityisesti alavissa maastonkohdissa esiintyy alhaisimpia lämpötiloja. Myöhäisissä syyshalloissa mättäillä voi olla jopa kylmempää kuin matalammissa kohdissa. Kasvussa olevat taimet vaurioituvat jo alle -3 asteen lämpötiloissa, ja erityisesti kuusentaimien uudet kasvut paleltuvat herkästi. Mänty on kuusta kestävämpi hallalle pituuskasvun alkuvaiheessa, kun neulaset eivät ole vielä kehittyneet. (Rikala, 2002, 62.)

5.3 Taimituhojen ennaltaehkäisy

Tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja voidaan torjua käsittelemällä taimet torjunta-aineella taimitarhalla sekä onnistuneella maanmuokkauksella, sillä tukkimiehentäi ei mielellään liiku paljaalla kivennäismaalla. Myyrätuhoja on vaikea torjua, mutta onnistuneella maanmuokkauksella parannetaan taimien elinvoimaa. Lisäksi myyrätuhoherkillä kohteilla istutus olisi hyvä ajoittaa hetkeen, kun myyräkanta on juuri romahtanut. (Huuskonen ym., 2014, 168–170). Jänisten aiheuttamilla tuhoilla ei ole suurta metsätaloudellista merkitystä (Luonnonvarakeskus, 2023b). Hirvituhojen ennaltaehkäisyyn kuuluu hirvikannan hallinta sekä tiheät taimikot erityisesti ongelma-alueilla (Luonnonvarakeskus, 2023c).

Harmaahometta voidaan torjua asianmukaisella säilytyksellä, männynverso-ruostetta poistamalla haavat uudistusaloilta ja versosurmaa välttämällä männyn istutusta riskialueille sekä eteläisten alkuperien siirtoa pohjoiseen. (Luoranen ym., 2020, 51–53.)

Kuivuustuhoja voidaan yrittää ehkäistä hyvällä taimihuollolla sekä istuttamalla taimet riittävän syvälle istutuskelppisiin muokkausjälkiin. Kesällä istutusta olisi hyvä välttää pitkien poutajaksojen aikana. (Luoranen ym., 2020, 45.) Halla-, pakkas- ja roustetuhoja voidaan yrittää ennaltaehkäistä sopivilla kohdevalinnoilla, istutusajankohdalla sekä käyttämällä kohteille sopivia taimia. (Luoranen ym., 2020, 46–47.)

Taimen rasituskestävyys on riippuvainen taimen koosta. Kookkaat taimet kestävät erilaisia tuhoja ja kilpailua paremmin kuin pienemmät taimet. Kookkaita taimia kannattaa istuttaa viljaville kasvupaikoille, sillä ne pystyvät kilpailemaan pintakasvillisuuden kanssa kasvutilasta ja valosta. Kookkaat taimet kestävät myös paremmin tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja. Korkeissa paakuissa kasvatetut kuustentaimet sopivat myös rousteherkille kohteille toisin kuin pienipaakuiset lyhyet taimet, sillä korkeapaakuiset taimet voidaan istuttaa syvemmälle. Syyskesällä on turvallisinta istuttaa lyhytpäiväkäsiteltyjä taimia. (Luoranen & Kiljunen, 2006, 45–46.)

6 Työntilaajan esittely

6.1 Metsähallitus organisaationa

Metsähallitus on valtion liikelaitos, jonka hallinnassa on kaikkiaan 12,6 miljoonaa hehtaaria valtion omistamia maa- ja metsäalueita. Suurin osa valtion omistamista maista sijaitsee Itä- ja Pohjois-Suomessa. (Metsähallitus, 2023a.) Metsähallitus Metsätalous Oy on Metsähallituksen omistama tytäryhtiö, joka vastaa liiketoiminnan piirissä olevista metsätalousmetsistä eli monikäyttömetsistä. Monikäyttömetsiä valtion mailla on yhteensä 2,77 miljoonaa hehtaaria.

(Metsähallitus, 2023b.) Metsähallitus Metsätalous Oy jaetaan kolmeen alueeseen, Lappiin, Pohjanmaa-Kainuuseen ja Etelä-Suomeen. Etelä-Suomen alue jaetaan edelleen aluetiimeihin, joita ovat Nurmes, Lieksa, Keski-Suomi, Järvi-Suomi ja Länsi-Suomi. Aluetiimit jaetaan edelleen pienempiin suunnittelupiireihin, joita Nurmeksen alueella ovat Valtimo, Juuka, Kaavi, Rautavaara, Varpaisjärvi ja Nurmes. (Metsähallitus 2023c.)

6.2 Metsähallituksen metsänuudistamisketju istuttamalla

Metsähallitus ostaa kaikki tarvitsemansa metsänhoidon konetyöt sekä merkittävän osan istutus- ja taimikonhoitotoista alan yrittäjiltä. Kaikille urakointilajeille on laadittu tarkat palvelukuvaukset, joissa määritellään Metsähallituksen ja palveluntuottajan tehtävät ja velvollisuudet, laadulliset kriteerit sekä laatumittausperiaatteet ja laatuun liittyvät sanktioperiaatteet. (Metsähallitus, 2023d.)

Metsähallituksen monikäyttömetsissä kuusta istutetaan tuoreille kankaille ja sitä paremmille kangasmaille sekä saman ravinteisuusasteen turvekankaille. Pellot metsitetään kuuselle. Kuusen istutusalueet mätästetään ja kuuselle suositellaan syväistutusta. Tavoitetiheys on 1600 tainta per hehtaari. Runsaasti heinittyillä alueilla pyritään nopeaan uudistamiseen ja käytetään kookkaita taimia. (Metsähallitus, 2023, 24–25.)

Mäntyä istutetaan hienojakoisille, heinittyville tai soistuneille kuivahkoille kankaille sekä tuoreiden kankaiden karummille osille. Turvemaiden osalta mäntyä istutetaan Etelä-Suomessa II-tyyppin puolukkaturvekankaille. Männyn istutuksen tavoitetiheytenä käytetään 1800 tainta hehtaarille. Männyn istutusalueet laikutetaan, äestetään tai mätästetään. (Metsähallitus, 2023, 24.)

Kuusen ja männyn istutuksia voidaan Metsähallituksen hallinnoimilla alueilla tehdä keväisin ja syksyisin. Männylle kuitenkin suositellaan ensisijaisesti kevätistutusta. Syysistutusten ajankohdaksi suositellaan elo-syyskuuta ja taimien tulee olla lyhytpäiväkäsiteltyjä. Syysistutuksissa tulisi välttää routivia maita. (Metsähallitus, 2023, 24.)

7 Tutkimuksen tavoite

Aihe opinnäytetyölle tuli Metsähallitus Metsätalous Oy:n Nurmeksen tiimin tarpeesta saada tarkempaa tietoa syysistutusten onnistumisesta alueellaan. Lisäksi toiveena oli, että istutuksia tarkasteltaisiin useamman vuoden ajalta. Tämän vuoksi tutkimuksen otos rajattiin vain Nurmeksen tiimin alueelle ja vuosina 2021 ja 2022 syksyllä tehtyihin istutuksiin, sillä näiltä ajankohdilta löytyi riittävästi tietoa Metsähallituksen toiminnanohjausjärjestelmästä ja lisäksi tätä vanhempien istutusten mittaaminen olisi ollut käytännössä hankalaa. Tutkimuksen kohteet rajattiin vain mätästettyihin kohteisiin. Tässä opinnäytetyössä ei tarkastella taimien laatua taimitarhalla lähtiessä tai taimien kuljetuksen, taimien varastointiajankohtien tai varastoinnin aikaisen huollon vaikutusta taimien kuntoon.

Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää kuinka syysistutukset ovat kokonaisuutena onnistuneet istutuksen, maanmuokkauksen ja taimien kunnan osalta sekä tutkia onko maalajien välillä eroa onnistumisessa. Tutkimuksessa tarkastellaan myös taimien vaurioita ja sitä, kuinka yleisiä ne ovat. Lisäksi tutkitaan vaikuttaako maalaji, istutusajankohta, istutuksen tai maanmuokkauksen laatu taimien kuntoon ja onko puulajien välillä eroa.

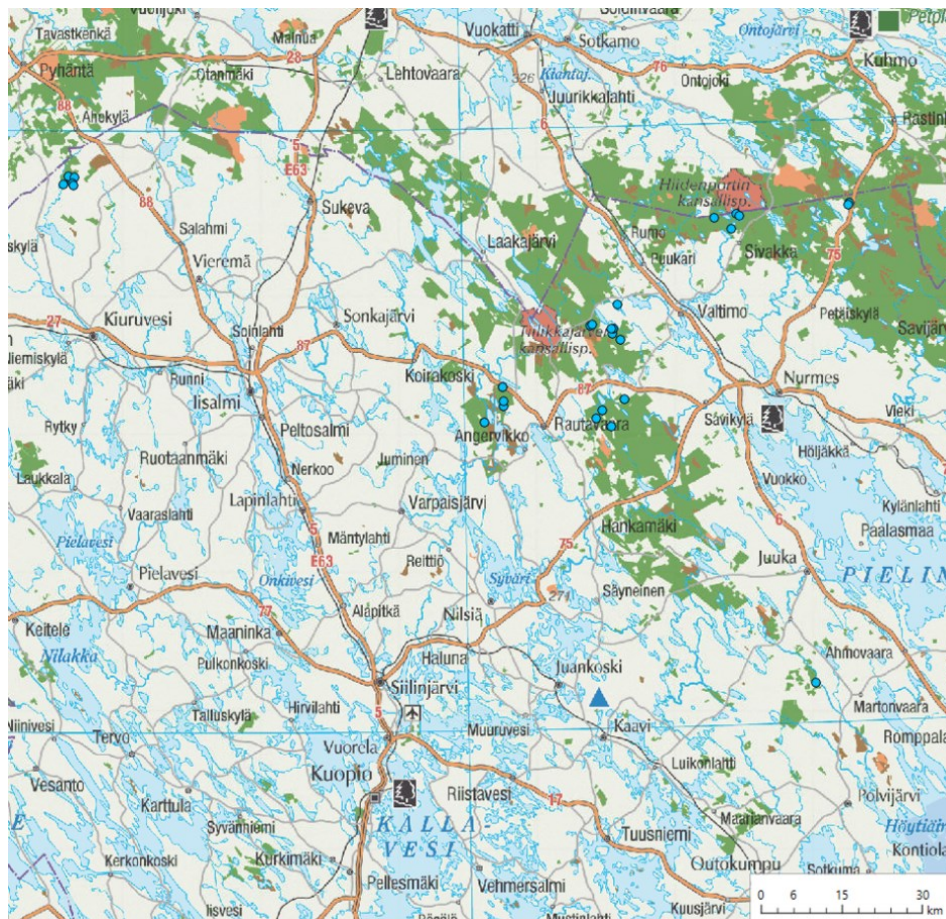
8 Aineisto ja menetelmät

8.1 Tutkimusaineiston hankinta

Tutkimusaineisto kerättiin Metsähallituksen toiminnanohjausjärjestelmästä sekä maastoinventoinnein. Tutkimusaineiston keruu aloitettiin suodattamalla ja valitsemalla Metsähallituksen toiminnanohjausjärjestelmästä sopiva ositettu otos ennalta määrättyin kriteerein. Kuvioden tuli sijaita Nurmeksen tiimin alueella, muokattu mätästämällä ja tehty vuosina 2021 tai 2022 elo-lokakuussa. Näillä kriteereillä tehtyjä istutuksia on tehty yhteensä 334 kuviota ja noin 825

hehtaaria, joista 147 kuviota ja 379 hehtaaria vuonna 2021 ja 187 kuviota ja 446 hehtaaria vuonna 2022. Suodatusta jatkettiin suodattamalla kuvioita puulajin, pinta-alan (1–5 hehtaaria), maalajin sekä piirin perusteella.

Otokseksi valittiin kaikkiaan 40 kuviota, joista 20 kuviota on istutettu vuonna 2021 ja 20 kuviota vuonna 2022. Kummankin vuoden 20 kuviosta 10 tuli olla männyn ja 10 kuusen istutuskuvioita ja kooltaan ne saivat olla 1–5 hehtaaria, jotta koealojen määrä pysyi maltillisena. Lisäksi mitattavaksi haluttiin kivennäismaalla sekä turvemaalla sijaitsevia männyn ja kuusen istutuskohteita, joita molempia tuli olla 5 kuviota per vuosi per puulaji. Lopuksi tarkasteltiin suodatettuja kuvioita karttatasolla ja valittiin mitattavat kuviot satunnaisesti eri piirien alueelta kuitenkin niin, että kuviot sijaitsivat sopivissa ryppäissä, jotta mittaustyö olisi tehokasta. Tutkittavien kuvioiden sijainti kartalla kuvassa 1 sinisillä ympyröillä.



Kuva 1. Toiminnanohjausjärjestämän kautta suodatetut mitattavat kuviot kartalla. (Metsähallitus, 2023e.)

8.1.1 Kohteista etukäteen määriteltävät tiedot

Tutkimukseen valitusta 40 kuvion otoksesta määritettiin etukäteen toimitustyönä seuraavat tiedot toiminnanohjausjärjestelmästä:

- kuvion nimi ja numero
- puulaji ja taimityyppi
- pinta-ala hehtaareina
- istutusajankohta (aloitus- ja lopetuspäivämäärä)
- tavoitetiheys kpl/ha
- kasvupaikkatyyppi ja maalaji
- hakkuu- ja maanmuokkausvuosi
- maanmuokkausmenetelmä
- taimen alkuperä
- istutettujen taimien lukumäärä.

8.1.2 Maastoinventoinnit

Aineiston keräämistä varten laadittiin tietojen keruulomake (liite 1), jonka pohjana toimii Metsähallituksen maanmuokkauksen ja istutuksen laatumittauslomakkeet sekä Lauri Tammisen opinnäytetyössä (Tamminen, 2015, 30.) esiteltyt tiedot. Näitä tietoja yhdistelemällä luotiin lomake, johon kerättiin maastossa mitatut ja havainnoidut tiedot. Tiedot kerättiin ensin paperiselle lomakkeelle, jonka jälkeen tiedot koottiin yhteen Excel-tiedostoon analyysiä varten.

Maastomittaukset noudattivat pääpiirteissään Metsähallituksen laatumittausohjeita, eli ensimmäiseltä hehtaarilta otettiin 5 koealaa ja jokaiselta ylimenevältä hehtaarilta otettiin yksi koeala lisää. Koealat mitattiin 5,64 m mittakepillä noin 30 metrin päästä toisistaan. Koealojen välit mitattiin askelmitalla ja ne sijoitettiin tassaisesti koko kuviolle. Kuvion reunasta mitattuna ensimmäinen koeala otettiin noin 30 metrin päästä.

Jokaiselta kuviolta tarkastettiin ensin maalaji ja kasvupaikkatyyppi, jotka oli etukäteen tietojärjestelmästä otettu ylös. Lisäksi kuviolta arvoitiin kivennäismaalla raekoko tai turvemaalla turpeen paksuus. Lisäksi kuviolta määritettiin silmävauraisesti kohteen kivisyys ja vesitalous. Jokaiselta ympyräkoealalta arvoitiin heinittymistilanne sekä kohteen maaston topografia. Lisäksi kirjattiin ylös erityishuomiot kohteesta sanallisesti.

Jokaiselta ympyräkoealalta mitattiin tai arvioitiin jokaisen taimen kohdalta seuraavat asiat:

- taimen kunto
- latva
- pituus, cm
- pituuskasvu
- vauriot
- maanmuokkausmenetelmä
- mättään laatu
- mättään korkeus, cm
- istutuskohta
- taimen sijainti
- istutussyvyys
- tiivistys

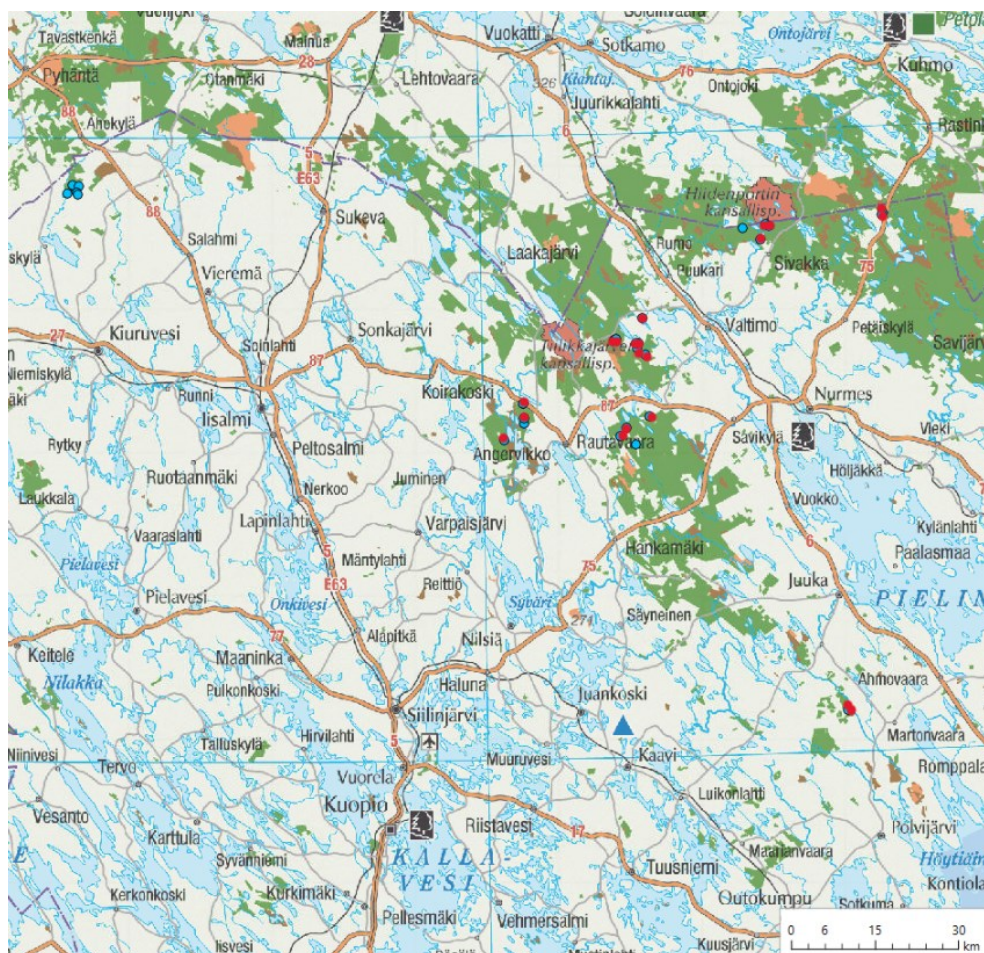
Tarkemmat selitteet jokaiselle mitattavalle asialle löytyvät liitteestä 1. Pituudet ja korkeudet mitattiin senttimetreissä välimatka-asteikolla ja muut ominaisuudet luokiteltiin etukäteen numeerisiin luokkiin.

Tietojen keruulomaketta testattiin ensimmäisellä mitattavalla kuviolla, jonka jälkeen luokittelua muutettiin taimissa havaittujen vaurioiden osalta. Vaurioluokkia lisättiin neljästä kuuteen luokkaan, sillä aiempi neljän luokan luokittelu ei ollut riittävä. Vaurioiden kohdalla tehtiin myös taimikohtaisesti sanalliset lisähavainnot, jos valittu luokka ei itsessään kuvaillut vauriota riittävän tarkasti. Tämä mahdollisti luokittelun tarkentamisen digitoinnin jälkeen. Lisäksi istutuksen osalta istutuksen laatu muutettiin tiivistyksen arvioksi sekä istutussyvyyden

mittaus silmämääräisesti arvioivaksi, sillä erityisesti istutussyvyyden mittaus vei ajallisesti liian paljon aikaa.

8.2 Mitattujen kohteiden esittely

Maastomittaukset suoritettiin elo-syyskuun aikana, mutta koska lumi tuli alueelle maahan hyvin aikaisin, jouduttiin mitattavien kuvioiden määrää pudottamaan 40 kuviosta 25 kuvioon. Kuvassa 2 punaisella on merkitty mitattujen kuvioiden sijainnit (yhteensä 25 kuviota), kuvassa sinisellä mittaamatta jääneiden kuvioiden sijainnit (yhteensä 15 kpl). Tarkemmat kuviokohtaiset tiedot löytyvät liitteestä 3. Mitattujen kohteiden määrä yhteensä hehtaareissa oli 54,14 hehtaaria.

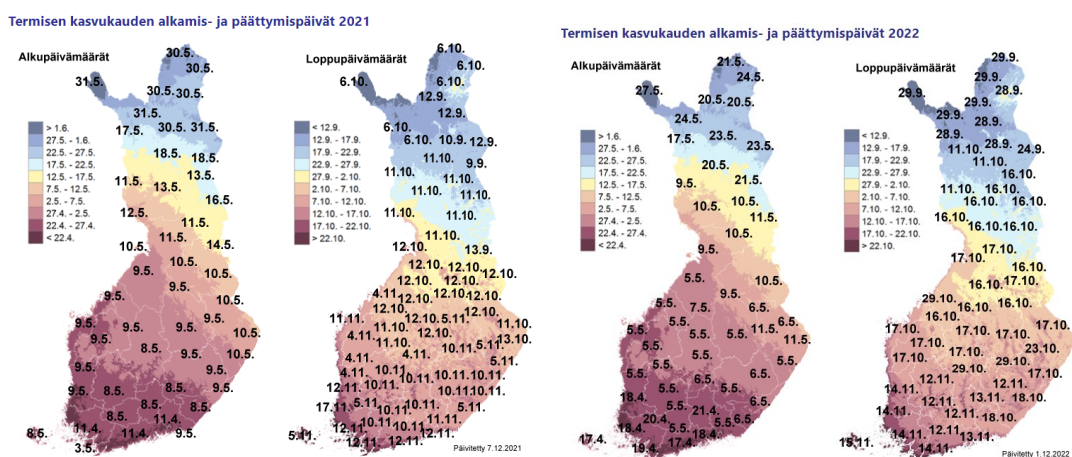


Kuva 2. Maastomittauksissa mitatut kuviot (Metsähallitus, 2023e.)

8.3 Sääolosuhteet istutusvuosina

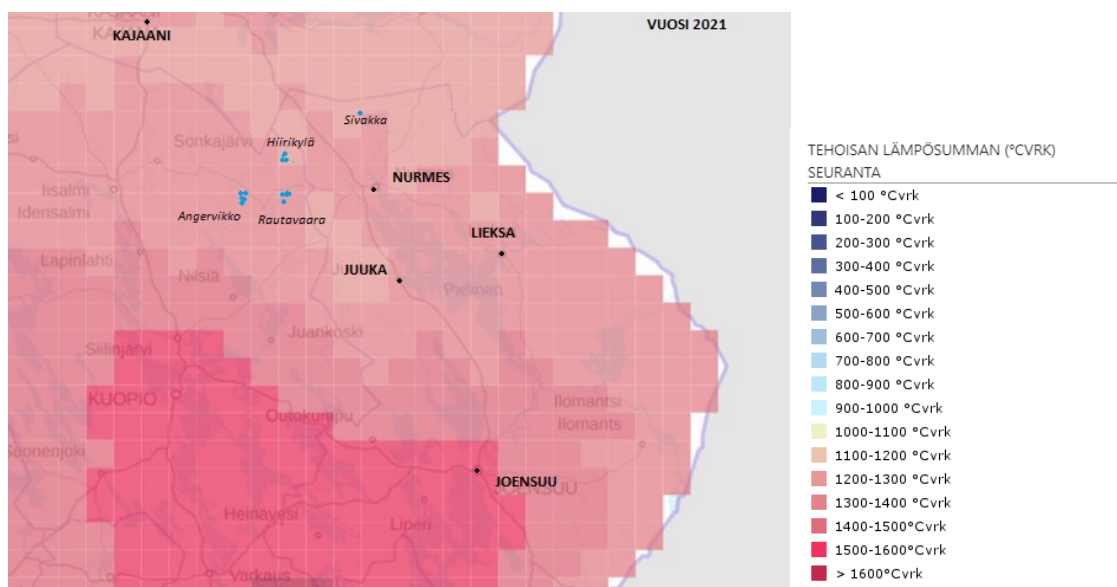
Vuosien 2021 ja 2022 sääolosuhteet erosivat toisistaan. Vuoden 2021 kasvukausi oli hieman lyhyempi, mutta lämpimämpi kuin vuoden 2022. Lisäksi vuoden 2021 syksyn sademäärä oli suurempi kuin vuoden 2022

Vuonna 2021 terminen kasvukausi alkoi keskimäärin 10.toukokuuta ja päättyi 12. lokakuuta. Vuonna 2022 terminen kasvukausi alkoi keskimäärin 6. toukokuuta ja päättyi 16.lokakuuta (kuva 3).



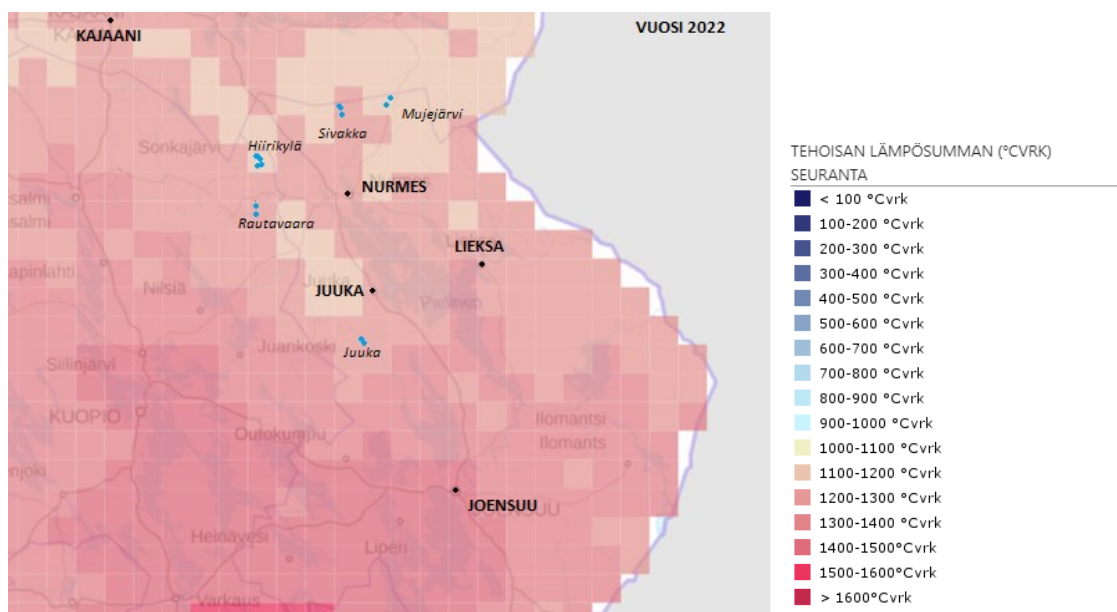
Kuva 3. Terminen kasvukausi vuonna 2021 ja 2022 (Ilmatieteen laitos, 2023 b; Ilmatieteen laitos 2023 c).

Vuoden 2021 tehoisa lämpösusma tutkimusalueella oli keskimäärin 1200 +Cvrk. Eroja esiintyi paikallisesti, pohjoisemmissa kohteissa tehoisa lämpösusma jäi välille 1100-1200 +Cvrk ja muualla 1200-1300 +Cvrk. Kuvassa 4 tehoisan lämpösusman karttaan merkattu sinisillä ympyröillä mitattujen kuvioiden sijainti sekä alueiden nimet, joita käytetty kohteiden sijainnin nimeämiseen.



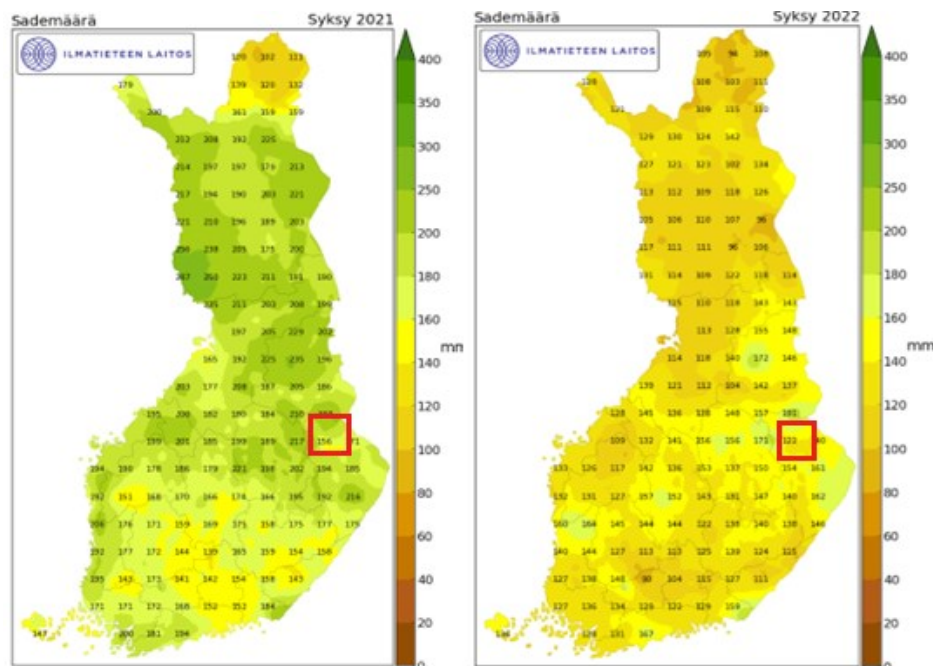
Kuva 4. Tehoisa lämpösomma tutkimusalueella vuonna 2021 (Luonnonvarakeskus, 2023) (Muokattu 16.1.2023, muokkaaja Elina Mäkihonko).

Vuoden 2022 tehoisa lämpösomma oli keskimäärin 1100 +Cvrk ja jäi siis pienemmäksi kuin vuoden 2021 lämpösomma. Pohjoisimmilla mitatuilla kuvioilla tehoisa lämpösomma jäi 1000-1100 +Cvrk välille ja muualla 1100-1200 +Cvrk välille. Kuvassa 5 tehoisan lämpösomman karttaan vuodelta 2022 merkattu sinisillä ympyröillä mitattujen kohteiden sijainnit ja alueiden nimet.



Kuva 5. Tehoisa lämpösomma tutkimusalueella vuonna 2022 (Luonnonvarakeskus, 2023) (Muokattu 16.1.2023. Muokkaaja Elina Mäkihonko)

Syksyn 2021 sademäärä oli keskimäärin tutkimusalueella 195 mm ja vuoden 2022 sademäärä keskimäärin 160 mm (kuva 6.). Tutkimusalue esitelty kuvassa punaisella neliöllä. Vuoden 2021 syksy oli siis sateisempi.



Kuva 6. Syksyn 2021 ja 2022 sademäärät Suomessa (Ilmatieteen laitos, 2023d).

8.4 Aineiston analysointi

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Tutkimuksen luonteeksi valittiin määrällinen, sillä sen avulla voidaan tarkastella syysistutuksen onnistumista mittauksiin perustuen. Laadullisella tutkimuksella syysistutusten konkreettista onnistumista ei olisi pystytty tutkimaan. Tutkimusta varten kerättiin tietoa toiminnanohjausjärjestelmästä sekä maastomittauksin siten, että kerätty tieto saatiin numeerisessa muodossa, jota voitiin tilastollisin analysein tutkia ja tulkita. Sanalliset kuvailut tarvittaessa luokiteltiin ja muutettiin numeeriseen muotoon.

Perusjoukosta ositetun otannan avulla otetut satunnaisotokset ovat toisistaan riippumattomia. Tulokset esitellään suorien jakaumien, ristiintaulukoinnin sekä jakauma -ja tunnuslukujen avulla graafisesti tai taulukoin. Riippuvuuksien suuruutta analysoidaan kahden otoksen t-testin, khiin neliötestin,

korrelaatioanalyysin ja regressioanalyysin keinoin. Tulosten perusteella annetaan kehittämisehdotuksia syysistutuksiin ja kohdevalintoihin.

9 Tulokset

Mitattujen kuvioiden pinta-ala oli yhteensä 54,14 hehtaaria ja kun lasketaan hehtaaritasolla otoskoon prosenttiosuus, tulokseksi saadaan noin 6,5 %. Otoskoon jäädessä pieneksi suhteessa perusjoukkoon, ei tutkimuksen tuloksia voida yleistää. Tutkimus jää luonteeltaan tapaustutkimukseksi ja otos näytteeksi. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan kuitenkin tehdä harkiten yleistyksiä istutusten onnistumisesta.

Syysistutusten onnistumista arvioitiin istutuksen ja maanmuokkauksen onnistumisella toteutuneen istutus- ja mätästiheyden sekä laadun perusteella. Lisäksi tarkasteltiin taimien kuntoa ja vaurioita sekä sitä, onko istutuksen ja maanmuokkauksen laadulla, maalajilla tai istutusajankohdalla vaikutusta taimien kuntoon.

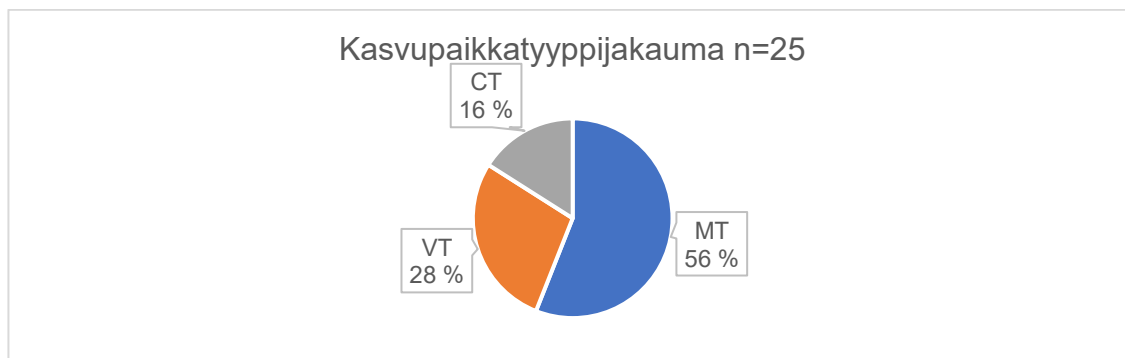
9.1 Mittaustulosten havainnot

Mitatuilta kuvioilta tehtiin yhteensä 2554 havaintoa, jotka sisälsivät havainnot kaikista istutetuista taimista sekä mätästä. Istutettuja taimia oli yhteensä 2473 ja niihin laskettiin mukaan kaikki istutetut taimet huolimatta siitä, oliko taimi istutettu mätääseen vai ei. Mätäshavainnot oli yhteensä 2501 ja niihin laskettiin kaikki mätäshavainnot, myös tyhjät mätäät jos ne olivat istutuskelpoisia. Istutetuista taimista 1387 oli kuusia ja 1086 mäntyjä. Vuoden 2021 istutuksista tehtiin 1230 havaintoa ja vuoden 2022 yhteensä 1243 havaintoa (taulukko 2).

Koealojen lukumäärä	Havainnot yhteensä	Taimihavainnot	Mätäshavainnot	Kuusi	Mänty	Vuosi 2021	Vuosi 2022
168	2554	2473	2501	1387	1086	1230	1243

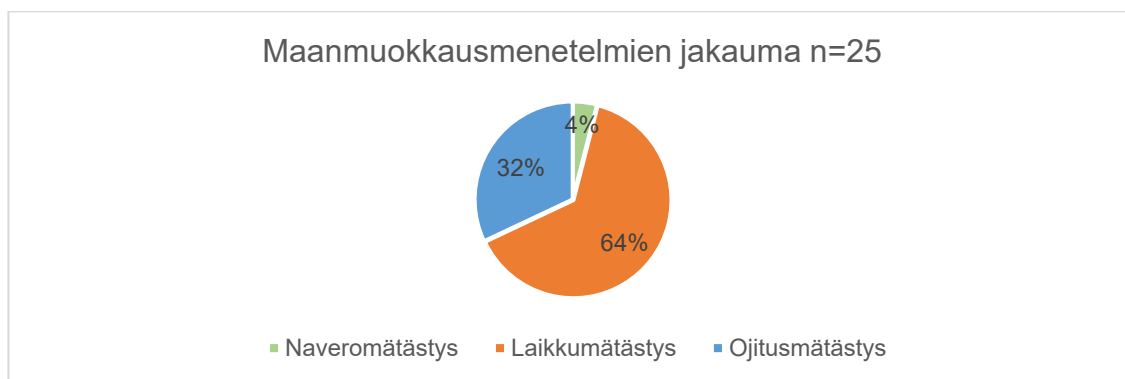
Taulukko 2. Havainnot mitatuilla kuviolla yhteensä.

Kuvioiden kasvupaikkatyypeistä ravinteisuusasteeltaan tuoreita (MT) oli kaikkiaan noin puolet (56 %), kuivahkoja vajaa kolmasosa (28 %) ja kuivia lähes joka viides (16 %) mitatuista kuvioista (kuvio 1).



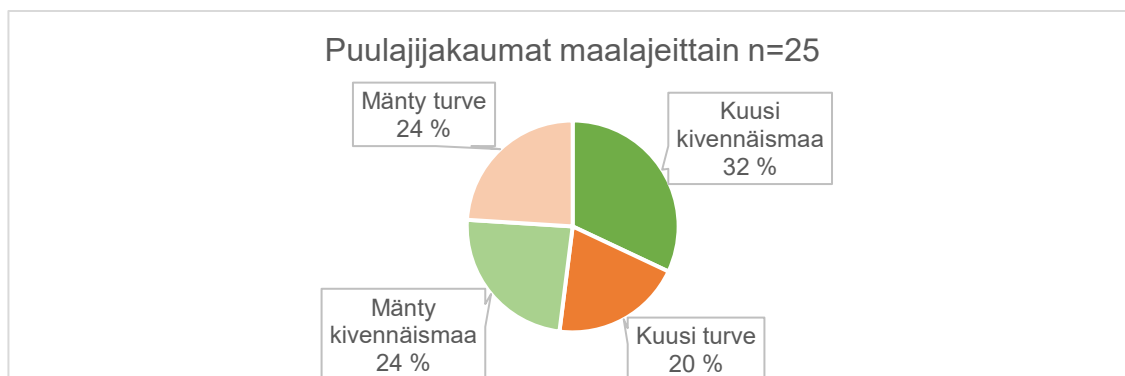
Kuvio 1. Kasvupaikkatyypijakauma

Mitatuista kuvioista yli puolet (64 %) oli laikkumätästetty, noin kolmasosa (32 %) ojitusmätästetty ja loput (4 %) naveromätästetty (kuvio 2). Osalla kuvioista oli tehty mätästystä eri tekniikoin kosteustilanteen mukaan, mutta laskennassa jokaiselle kuviolle määriteltiin vallitseva mätästystekniikka.



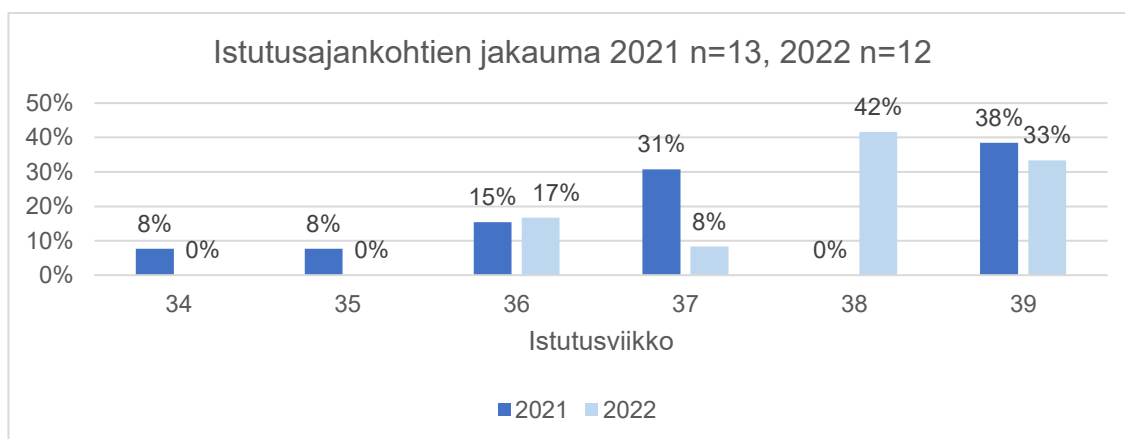
Kuvio 2. Maanmuokkausmenetelmien jakauma.

Mitatuista kuvioista reilu puolet (56 %) oli kivennäismaalla ja loput (44 %) turvemaalla. Kuusen istutuskuvioita kivennäismaalla oli noin joka kolmas (32 %) ja turvemaalla joka viides (20 %) kuvio, männyn istutuskuvioita kivennäismaalla oli noin joka neljäs (24 %) ja turvemaalla myös noin joka neljäs (24 %) kaikista mitatuista kuvioista (kuvio 3).



Kuvio 3. Puulajijakaumat puulajeittain.

Kuviosta 4 nähdään, istutusajankohdat jakautuivat siten, että vuoden 2021 mitatuista kuviosta noin joka kolmas oli istutettu viikolla 37 (31 %) ja noin joka kolmas viikolla 39 (38 %). Vuonna 2022 puolestaan lähes puolet mitatuista kuviosta oli istutettu viikolla 38 (42 %) ja noin kolmasosa viikolla 39 (33 %). Jakauma vuosien välillä on epätasaisesti jakautunut, sillä otoksessa ei otettu huomioon istutusajankohtien jakaumaa istutusviikon perusteella.



Kuvio 4. Istutusajankohtien jakauma vuosittain

Vuosikohtaisesti viikot jakautuvat päivämäärällisesti taulukon 3 mukaan. Jokaiselle kuviolle määriteltiin keskimääräinen istutusviikko istutuksen aloitus- ja lopetuspäivämäärien perusteella. Muutamalla kuviolla aloitus- ja lopetuspäivämäärän välinen aika oli useita viikkoja, jolloin kuviolle laskettiin istutusviikoksi viikkojen keskiarvo.

Vuosi	vko 34	vko 35	vko 36	vko 37	vko 38	vko 39
2021	23.8.- 29.8	30.8–5.9	6.9–12.9	13.9– 19.9	20.9– 26.9	27.9– 3.10
2022	29.8– 28.8	29.8–4.9	5.9–11.9	12.9– 18.9	19.9– 25.9	26.9– 2.10

Taulukko 3. Istutusviikkojen vuosittaiset päivämäärät

9.2 Istutuksen onnistuminen

Istutuksen onnistumista tarkasteltaessa istutus katsotaan onnistuneeksi, kun kuviolle asetettuun tavoitetiheyteen on päästy huolimatta siitä, oliko istutettu taimi selvinnyt vai ei tai oliko se istutettu mättääseen vai ei. Jokaiselle kuviolle laskettiin toteutuneen istutustiheyden keskiarvo jakamalla kuvion koealoilla havaittujen taimien lukumäärä koealojen lukumäärällä. Luku kerrottiin 100:lla ja näin saatiin keskiarvo kuvion toteutuneesta istutustiheydestä.

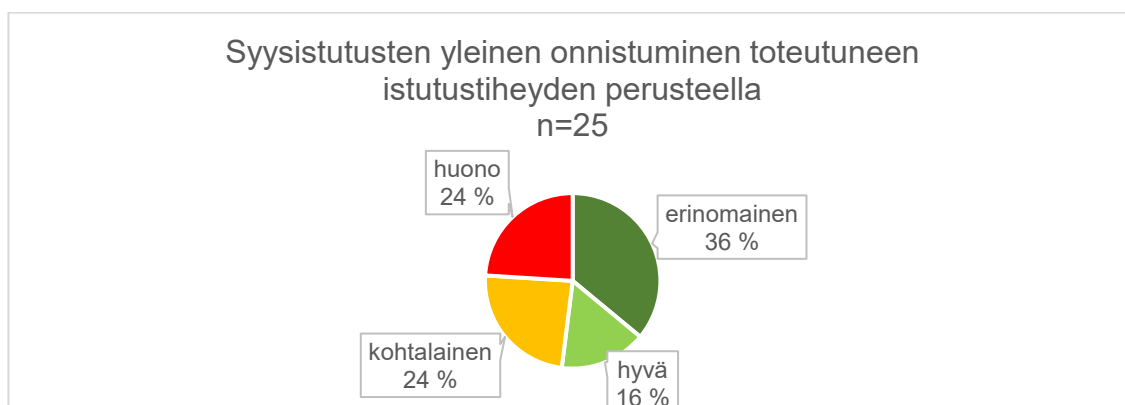
Toteutuneen istutustiheyden perusteella kuviot jaettiin luokkiin erinomainen, hyvä, kohtalainen ja huono. Luokittelussa käytettiin samaa luokittelua kuin Pikkaraisen ym. (2020) tutkimuksessa. Istutus katsottiin erinomaiseksi, jos toteutunut tiheys oli 95 % tai enemmän tavoitetiheydestä, hyväksi, jos toteutunut tiheys oli 85–95 % tavoitetiheydestä, kohtalaiseksi jos toteutunut tiheys oli alle 85 % tavoitetiheydestä ja huonoksi jos toteutunut tiheys oli alle 1200 kpl/ha (Pikkarainen ym., 2020, 5). Taulukossa 4 on määritelty istutuksen onnistumisen luokat tavoitetiheyteen verrattuna. Yksikkönä on kpl/ hehtaari. Kuviokohtaiset toteutuneet istutustiheydet löytyvät liitteestä 2.

Puulaji	Tavoite- tiheys	Erinomainen	Hyvä	Kohtalainen	Huono
Kuusi	1600	yli 1520	1519–1360	1359–1200	alle 1199
Mänty	1800	yli 1710	1709–1530	1529–1200	alle 1199

Taulukko 4. Istutuksen onnistumisen luokat.

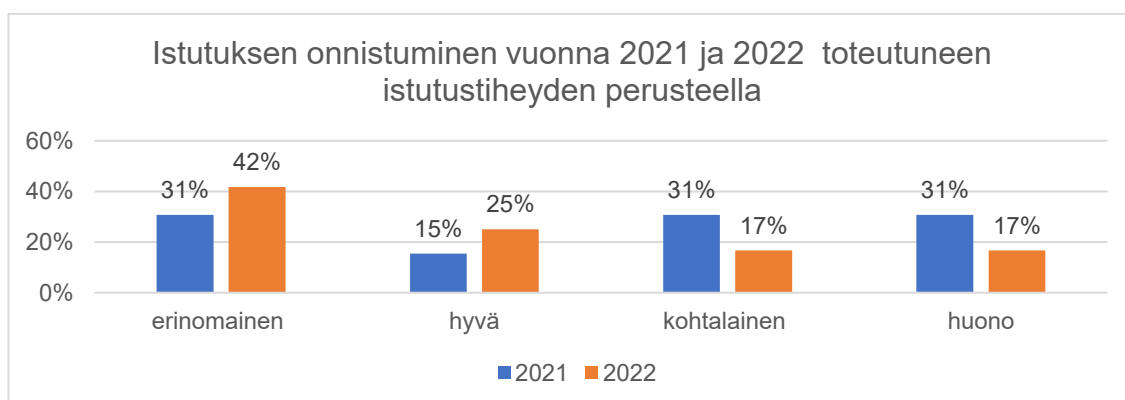
Kuviosta 5 nähdään, että kaikista mitatuista kuvioista noin kolmasosa (36 %) oli onnistunut erinomaisesti, noin viidesosa (16 %) hyvin, noin neljäsosa (24 %) kohtalaisesti ja noin neljäsosa (24 %) huonosti toteutuneen istutustiheyden perusteella. Tuloksista voidaan todeta, että mitatuilla kuvioilla tavoitetiheyteen on

päästy erinomaisesti tai hyvin noin puolella mitatuista kuvioista (52 %) ja kohtalaisesti tai huonosti hieman alle puolella (48 %) mitatuista kuvioista.



Kuvio 5. Syysistutusten yleinen onnistuminen toteutuneen istutustiheyden perusteella kaikista mitatuista kuvioista.

Jos istutuksen onnistumista tarkastellaan vuositasolla, niin vaikuttaisi siltä, että vuoden 2022 syysistutukset ovat onnistuneet kuviotasolla keskimäärin paremmin kuin vuoden 2021 (kuvio 6). Vuonna 2022 lähes puolet (42 %) oli onnistunut erinomaisesti, kun taas vuonna 2021 vain noin kolmasosa. Hyvin vuonna 2022 oli onnistunut viidesosa istutuksista, vuonna 2021 vain reilu kymmenes. Kohtalaisesti onnistui vuonna 2022 vajaa neljännes (17 %) ja vuonna 2021 reilu kolmasosa (31 %). Huonosti vuonna 2022 onnistui vajaa neljännes ja vuonna 2021 reilu kolmasosa (31 %).

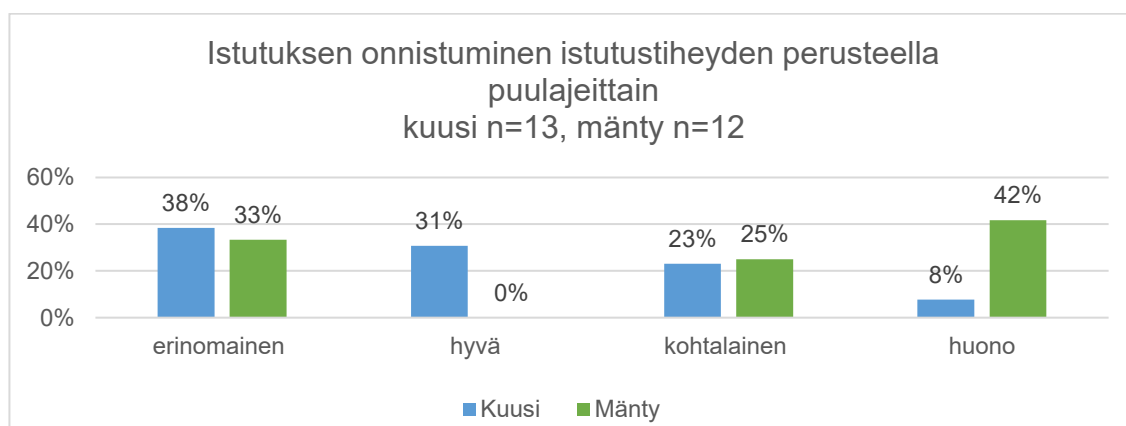


Kuvio 6. Istutuksen onnistuminen vuosina 2021 ja 2022

Toteutunutta istutustiheyttä tarkasteltiin myös puulajikohtaisesti samalla luokittelulla. Kuvioista 7 nähdään, että kuusen syysistutuksista erinomaisesti onnistui noin kolmasosa (38 %), hyvin noin kolmasosa (31 %), kohtalaisesti noin

neljäsosa (23 %) ja huonosti noin joka kymmenes (8 %) mitatuista kuusen istutuskuvioista. Männyllä puolestaan erinomaisesti onnistui noin kolmasosa (33 %), hyvin ei lainkaan (0 %), kohtalaisesti neljäsosa (25 %) ja huonosti jopa lähes puolet (42 %) mitatuista männyn istutuskuvioista.

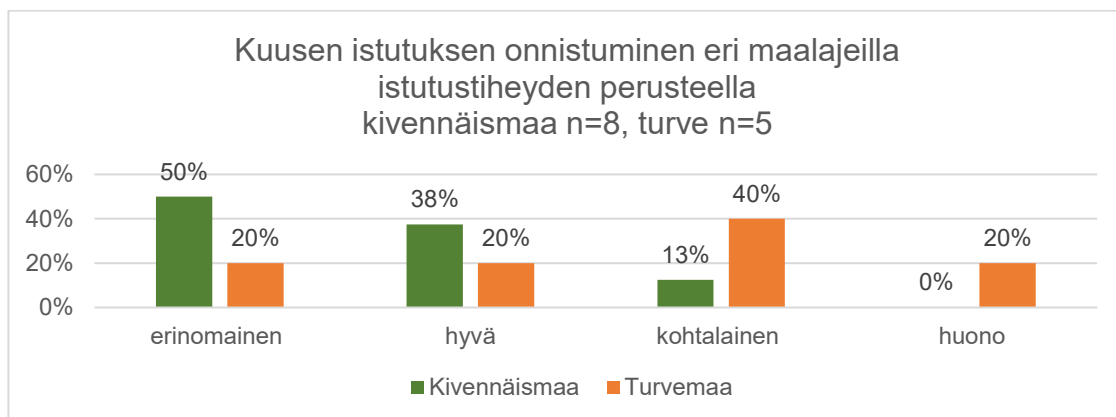
Toteutuneen istutustiheyden perusteella näyttäisi siltä, että syysistutukset onnistuivat kuusella paremmin kuin männyllä mitatuilla kuvioilla. Eron merkittävyyttä laskettaessa Khiin neliötestillä, testiä ei voida laskea, koska kuvioiden lukumäärät ovat liian pienet. Puulajien välistä eroa ei voida siis tilastollisesti näyttää toteen, kun tarkastelua tehdään kuviotasolla. Tämä puoltaa myös sitä, että kyseessä on tapaustutkimus, jonka tuloksia ei voida yleistää perusjoukkoon.



Kuvio 7. Istutuksen onnistuminen puulajikohtaisesti toteutuneen istutustiheyden perusteella

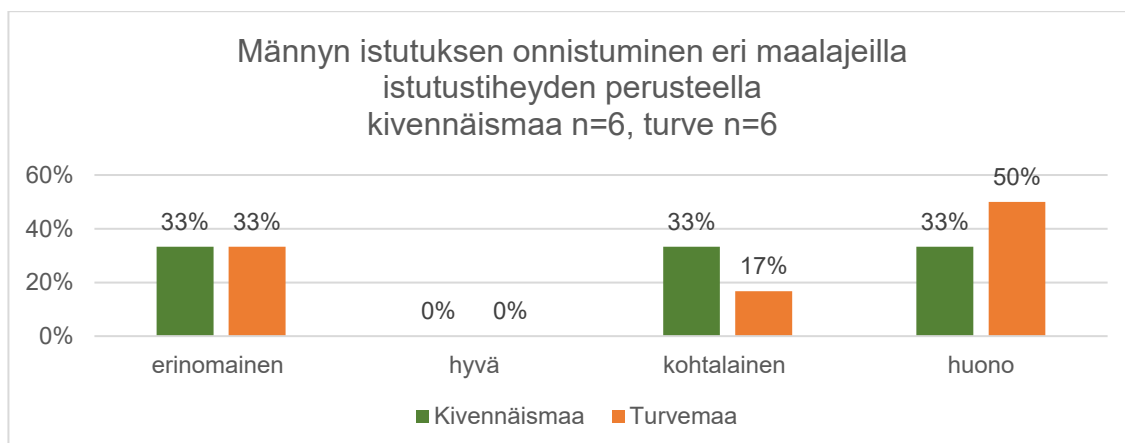
Samaa luokittelua käytettiin myös syysistutuksen onnistumisen arviointiin maa-lajeittain puulajikohtaisesti. Kuvioista 8 havaitaan, että kuusen syysistutukset onnistuivat kivennäismailla erinomaisesti puolella (50 %), hyvin noin kolmasosalla (38 %), kohtalaisesti noin joka kymmenennellä (13 %) ja huonosti ei millään (0 %) mitatuista kuvioista, joissa kivennäismaalle oli istutettu kuusta. Turvemailla kuusen syysistutuksista puolestaan erinomaisesti onnistui viidesosa (20 %), hyvin viidesosa (20 %), kohtalaisesti alle puolet (40 %) ja huonosti viidesosa (20 %) mitatuista kuvioista, joissa kuusta oli istutettu turvemaalle. Tästä voidaan todeta, että syysistutukset kuusen osalta vaikuttaisivat onnistuneen paremmin kivennäismailla kuin turvemailla. Eron merkittävyyttä laskettaessa Khiin neliötestillä, testiä ei voida laskea, koska frekvenssit ovat liian pienet. Eron

merkitsevyyttä maalajien välillä ei siis voida tilastollisesti näyttää toteen kuviota-solla tarkasteltuna.



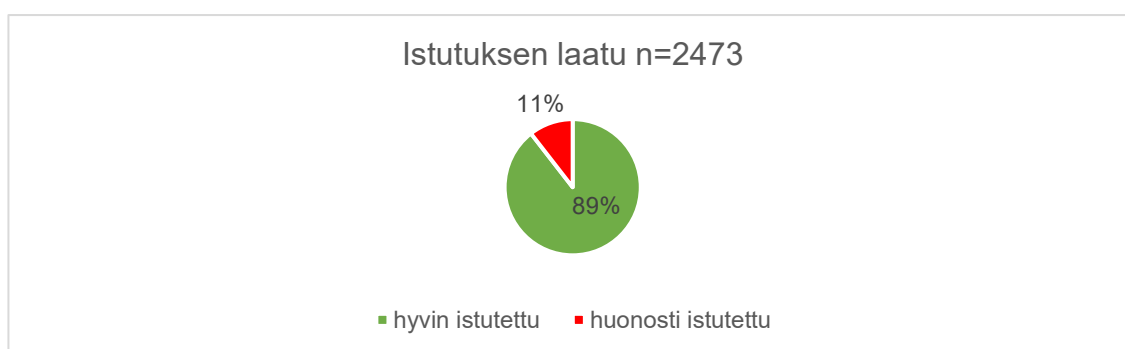
Kuvio 8. Kuusen syysistutusten onnistuminen eri maalajeilla toteutuneen istutustiheyden perusteella

Kuviosta 9 havaitaan, että mitatuista männyn syysistutuskuvioista kivennäismaalla erinomaisesti onnistuneita oli noin joka kolmas (33 %), hyvin ei yhtään (0 %), kohtalaisesti noin joka kolmas (33 %) ja huonosti noin joka kolmas (33 %) mitatuista kuvioista, joissa mäntyä oli istutettu kivennäismaalle. Turvemaalla puolestaan erinomaisesti onnistuneita oli noin kolmasosa (33 %), hyvin ei lainkaan (0 %), kohtalaisesti noin viidesosa (17 %) ja huonosti puolet (50 %) mitatuista kuvioista, joissa mäntyä oli istutettu turvemaalle. Tästä voidaan päätellä, että männyn syysistutukset onnistuivat hieman paremmin kivennäismailla kuin turvemailla toteutuneen istutustiheyden perusteella. Jälleen eron merkitsevyyttä ei voida todentaa Khiin neliötestillä, sillä frekvenssit ovat liian pienet.



Kuvio 9. Männyn syysistutusten onnistuminen eri maalajeilla istutustiheyden perusteella.

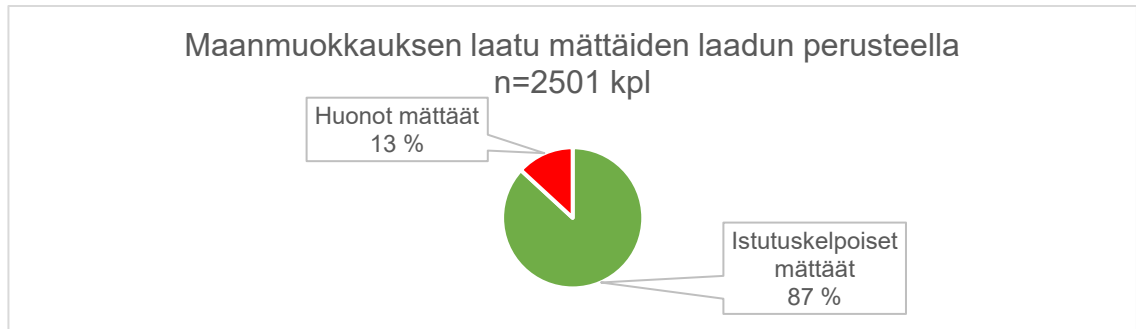
Koealoilla havaittiin yhteensä 2473 istutettua tainta. Havaintoihin otettiin mukaan kaikki koealoilta löytyneet istutetut taimet huolimatta siitä, oliko taimi istutettu mättääseen vai mättään ulkopuolelle. Luontaisia taimia ei havaintoihin otettu mukaan. Rungas luontaisten taimien määrä kirjattiin muihin huomioihin koealakohtaisesti. Kaikista istutetuista taimista hyvin istutettuja oli lähes kaikki (89 %) ja huonosti istutettuja vain noin kymmenesosa (11 %) (kuvio 10). Huonosti istutetuiksi laskettiin ne taimet, jotka oli joko istutettu mättään ulkopuolelle, mättääseen, mutta liian lähelle humusta, liian pintaan tai taimi oli tiivistetty puutteellisesti.



Kuvio 10. Istutuksen laatu koealoilla havaittujen taimien perusteella.

9.3 Maanmuokkauksen onnistuminen

Toteutuneeseen istutustiheyteen vaikuttaa voimakkaasti maanmuokkauksella tehtyjen mättäiden laatu ja mätästiheys. Koealoilta mitattiin kaikkiaan 2501 mätästä. Koealoilta laskettiin mätästiheys siten, että mukaan otettiin kaikki mätääät, joihin oli istutettu taimi huolimatta siitä, oliko mätäs istutuskelpoinen vai ei ja lisäksi mukaan laskettiin kaikki istutuskelpoiset tyhjät mätääät. Näistä mätäistä istutuskelpoisia mätäitä oli lähes kaikki (87 %) ja huonoja mätäitä vain noin kymmenesosa (13 %) (kuvio 11). Huonoiksi mätäiksi laskettiin ne mätääät, jotka olivat hakkuutähteiden päällä, mätäässä oli isoja kiviä tai mätäässä ei ollut tarpeeksi kivennäismaata.

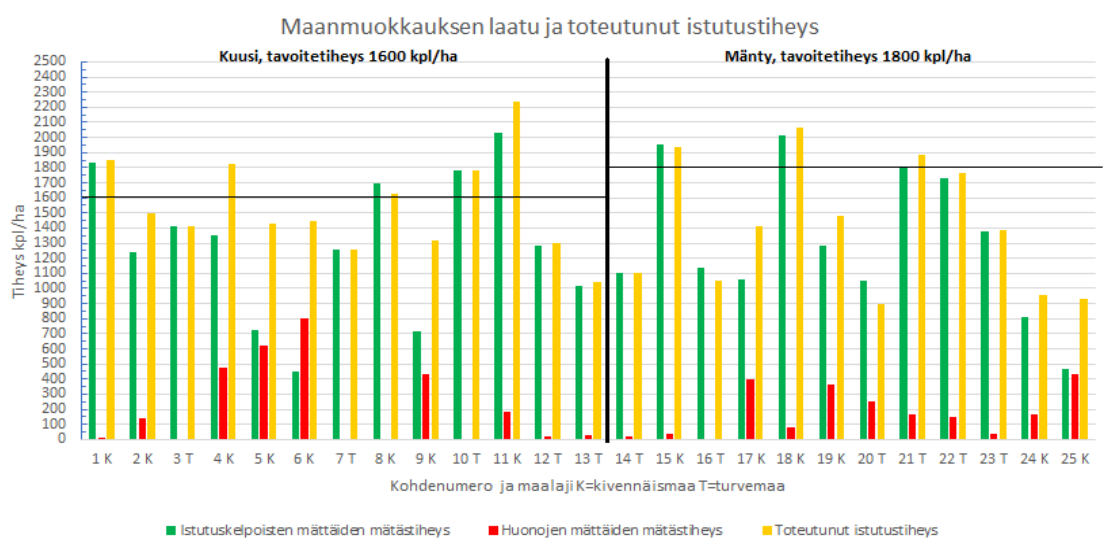


Kuvio 11. Maanmuokkauksen laatu mättäiden laadun perusteella

Toteutuneet istutustiheydet sekä istutuskelpoisten ja huonojen mättäiden mätästiheydet laskettiin yhteen kaavioon kuviokohtaisesti, jotta voidaan vertailla mättäiden laadun vaikutusta toteutuneeseen istutustiheyteen ja onko taimia jouduttu istuttamaan huonoon mättäiseen tai mättään ulkopuolella tavoitetiheyteen pääsemiseksi (kuvio 12). Kohdenumerot 1-13 ovat kuusen istutuskuvioita ja kohdenumerot 14-25 ovat männyn istutuskuvioita, nämä on kaaviossa erotettu toisistaan mustalla pystyviivalla. Kuusen tavoitetiheys on 1600 tainta/ha ja männyn 1800 tainta/ha, nämä on merkattu kaavioon mustalla vaakasuuntaisella viivalla. Kuvioon on merkattu myös maalaji kohdenumeron viereen, jossa K tarkoittaa kivennäismaata ja T turvemaata.

Kuviosta 12 havaitaan, että tavoitetiheyteen on päästy vain kahdeksalla kuviolla. Lisäksi osalla kohteista (kohteet 5, 6, 9, 17, 25) on ollut huonoja mättäitä huomattavan paljon ja niihin oli istutettu taimi eikä tavoitetiheyteen ole silti päästy. Kohteilla 6 ja 9 vaikuttaisi siltä, että taimia on istutettu myös mättäiden ulkopuolelle, mutta tavoitetiheyteen ei ole silti päästy. Kuvion perusteella voidaan todeta, että jo maanmuokausvaiheessa mätästiheys on jäänyt tavoitetiheydestä ja sen vuoksi ei myöskään istutustyöllä ole voitu päästä tavoitetiheyteen.

Jos tarkastelua tehdään myös maalajin osalta, niin näyttäisi siltä, että turvemailla mätästiheys on jäänyt vajaaksi kahdeksalla kuviolla ja kivennäismaalla kahdeksalla kuviolla. Istutuskelpoisten mättäiden osalta tavoitetiheyteen on päästy kivennäismaalla viidellä kuviolla ja turvemaalla kahdella kuviolla. Tämä kertoo siitä, että erityisesti turvemaiden maanmuokkauksessa vaikuttaisi olevan parannettavaa.



Kuvio 12. Maanmuokkauksen laatu ja toteutunut istutustiheys kuvioittain.

Mätästihedden ja mättään laadun lisäksi mätäille laskettiin mättään korkeuden keskiarvot maalajeittain vuosille 2021 ja 2022 (taulukko 5), jotta nähdään, onko mättään tavoitekorkeuteen (20 cm) päästy mitatuilla kuvioilla. Mättään korkeutta käytetään yhtenä maanmuokkauksen laadun mittarina. Lisäksi mättäiden korkeuksille laskettiin keskiarvon lisäksi keskihajonta, mediaani, minimi ja maksimi. Keskihajonta ilmaisee, millä välillä mättään korkeus vaihtelee keskiarvon molemmin puolin. Mediaani on mitattujen mättäiden korkeuksien keskiluku, ja jos se on lähellä keskiarvoa, viittaa se jakauman symmetrisyyteen. Minimi ja maksimi laskettiin, jotta voidaan tarkastella mättäiden pienintä ja suurinta mitattua korkeutta eli todellista mättäiden korkeuksien vaihtelua. Lisäksi mättään keski- korkeuksille laskettiin keskiarvon virhemarginaalit tulosten yleistämiseksi koko populaatioon.

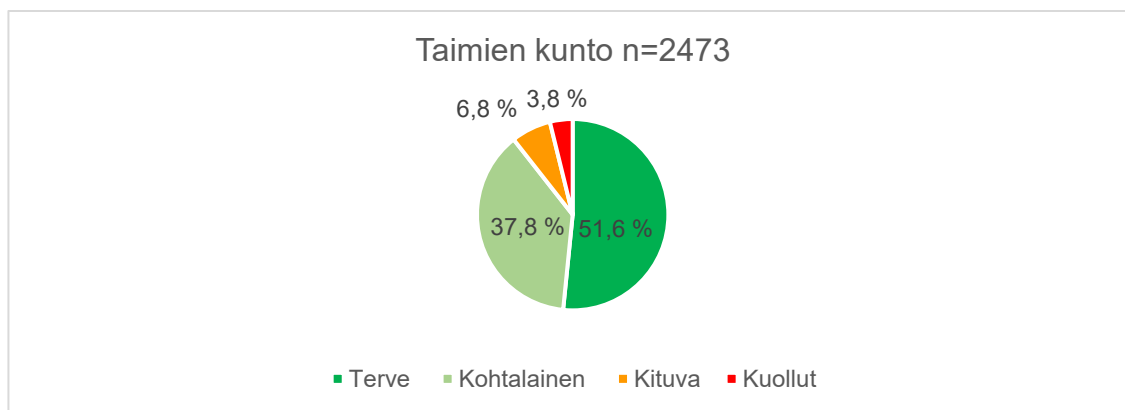
Maalaji	Vuosi	Mättäiden lkm.	Korkeuden keskiarvo, cm	Keskiarvon luottamusväli 95 %, +/- cm	Keskihajonta	Mediaani	Minimi	Maksimi
Kivennäismaa	2021	584	18	0,3	4	20	5	25
Kivennäismaa	2022	912	17	0,3	5	20	3	20
Turve	2021	642	19	0,16	2	20	5	30
Turve	2022	363	20	0,3	3	20	3	40

Taulukko 5. Mättäiden korkeuden tunnusluvut

Kun kaikkia lukuja tarkastellaan, niin voidaan todeta, että mättäiden korkeuksissa ei ole merkittävää eroa kivennäismaan ja turvemaan välillä käytännössä. Turvemaalla kuitenkin vaikuttaisi siltä, että tavoitekorkeus (20 cm) toteutuu paremmin kuin kivennäismaalla, sillä keskiarvo on suurempi ja keskihajonta on pienempi. Maalajien välisen eron merkitsevyyden todentamiseksi lasketaan kahden otoksen t-testin avulla p-arvo. P-arvoksi saadaan 0,02, joten ero on tilastollisesti merkitsevä. Tuloksen tulkinnassa on kuitenkin otettava huomioon otoskoon pienuus suhteessa populaatioon, ero voi siis selittyä myös otantavirheellä.

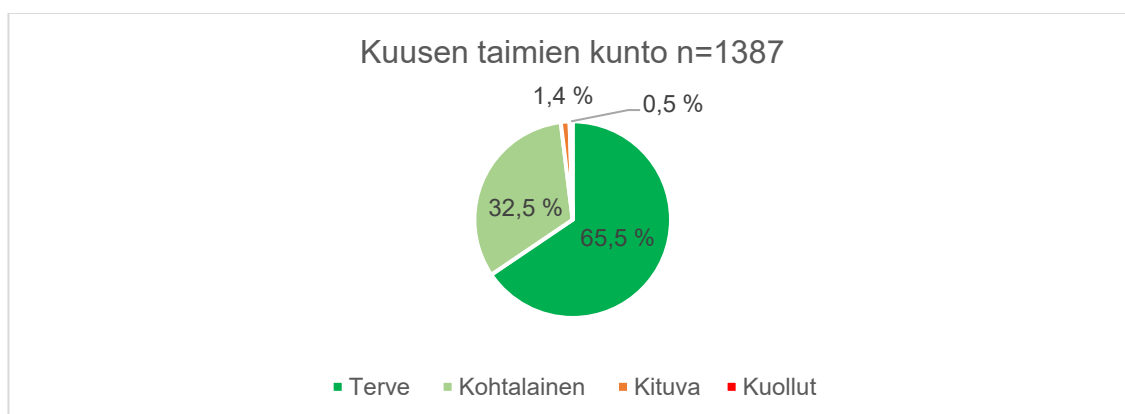
9.4 Taimien kunto

Koelaloilta mitattiin yhteensä 2473 istutettua tainta. Näiden kuntoa tarkasteltiin taimien yleisen kunnan ja vaurioiden perusteella. Kun kaikkia mitattuja taimia tarkastellaan taimien kunnan perusteella (kuvio 13), voidaan todeta, että noin puolet (52 %) kaikista istutetuista taimista oli terveitä, eli niissä ei ole kunnan osalta huomautettavaa, ne ovat elinvoimaisia eikä niissä ole merkittäviä laatuun vaikuttavia vaurioita. Taimista noin kolmasosa (38 %) oli kunnoltaan kohtalaisia eli taimet ovat elinvoimaisia, mutta niissä on laatuun merkittävästi vaikuttavia vaurioita tai jokin kuntoa lievästi heikentävä vaurio. Kituvia taimia oli vajaa kymmenesosa (7 %) eli niissä on vakavia vaurioita ja taimi tulee todennäköisesti kuolemaan. Kuolleita taimia kaikista mitatuista taimista oli vajaa 4 %. Voidaan siis sanoa, että yleisesti syysistutukset olivat pääsääntöisesti onnistuneita, mutta kohtalaisessa kunnossa olevia taimia eli taimia, joissa on laatuun vaikuttava tai kuntoa lievästi heikentävä vaurio, on melko paljon. Kuolleiden ja kituvien taimien osuus ei ole merkittävä.



Kuvio 13. Taimien kunto kaikissa istutetuissa taimissa.

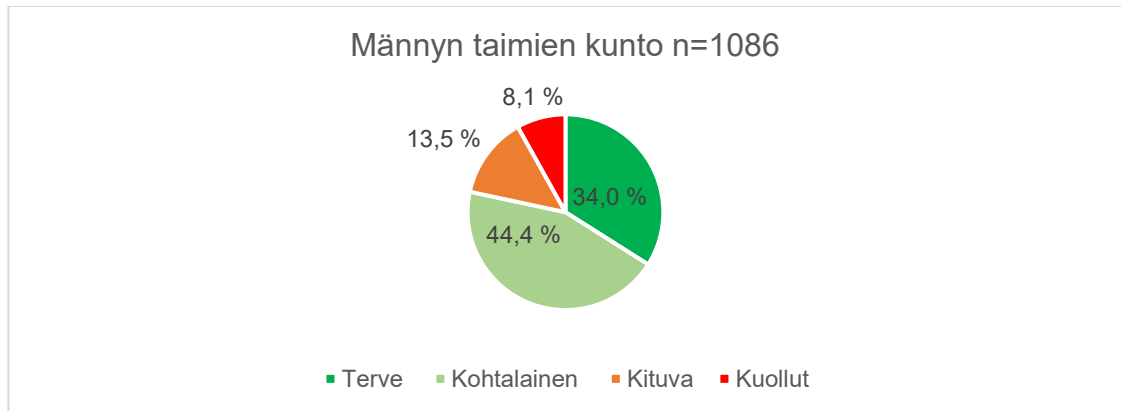
Kun tarkastellaan taimien kuntoa puulajikohtaisesti (kuvio 14), havaitaan, että kuusen taimista terveitä on yli puolet (66 %), kohtalaisia noin kolmasosa (32 %), kituvia 1,4 % ja kuolleita 0,5 %. Kuusen syysistutusten voidaankin sanoa onnistuneen pääsääntöisesti hyvin, istutetut taimet ovat säilyneet elossa ja kuolleisuus on ollut pientä. Huomio kiinnittyy kuitenkin kohtalaisesti voivien taimien osuuteen, joka on kohtalaisen suuri.



Kuvio 14. Kuusen taimien kunto kaikista istutetuista kuusen taimista

Kuviosta 15 havaitaan, että istutetuista männyn taimista noin kolmasosa (34 %) oli terveitä, kohtalaisia vajaa puolet (44 %), kituvia noin kymmenesosa (14 %) ja kuolleita noin joka kymmenes (8 %). Männyllä taimien kuolleisuus vaikuttaisi olevan siis suurempaa kuin kuusella, lisäksi kituvia taimia on myös kuusta enemmän. Terveiden taimien osuus jää melko pieneksi, kun taas kohtalaisesti voivien eli taimien, jotka ovat elinvoimaisia, mutta niissä laatuun vaikuttava vaurio tai muu kuntoa lievästi heikentävä tekijä, osuus on suurin. Tämä viittaisi siihen, että männyn syysistutuksissa on suurempia riskejä epäonnistumiselle kuin

kuusen istutuksissa. Khiin neliötestillä testataan eron merkitsevyyttä puulajien välillä ja p-arvoksi saadaan alle 0,001, joten tilastollisesti puulajien välillä on erittäin merkitsevä ero. Männyn syysistutukset siis onnistuivat huonommin kuin kuusen syysistutukset.



Kuvio 15. Männyn taimien kunto kaikista istutetuista männyn taimista.

Taimille laskettiin myös pituuden keskiarvot puulajeittain, siten että maalaji sekä istutusvuosi otettiin huomioon (taulukko 6). Taimien pituuksille laskettiin myös muut tilastolliset tunnusluvut keskiarvon lisäksi. Keskihajonta on molempien puulajien osalta melko suurta eli taimen pituus vaihtelee. Varsinkin vuoden 2021 syysistutuksissa keskihajonta on suurta. Tämä voi johtua siitä, että osa taimista on juurtunut hyvin ja lähtenyt kasvuun, kun taas osalla taimista alkukehitys on ollut hitaampaa ja taimi ei ole kasvanut pituutta. Molempien puulajien taimen pituuksien mediaanit verrattuna keskiarvoon ovat lähellä toisiaan, joten taimen pituuden keskiarvot kuvaavat hyvin otosta ja se on normaalisti jakautunut. Taimien maksimipituuksia tarkasteltaessa vuosien välillä on selvä ero, samoin kuin maalajien välillä.

KUUSI	Taimien lkm.	Taimen keskipituus, cm	Keskiarvon luottamusväli 95 %, cm	Keskiahajonta	Mediaani	Minimi	Maksimi
Kivennäismaa 2021	456	33	0,81	9	35	2	60
Kivennäismaa 2022	486	23	0,45	5	25	1	45
Turve 2021	346	39	1,06	10	40	3	70
Turve 2022	99	25	0,80	4	25	15	35
MÄNTY	Taimien lkm.	Taimen keskipituus, cm	Keskiarvon luottamusväli 95 %, cm	Keskiahajonta	Mediaani	Minimi	Maksimi
Kivennäismaa 2021	142	22	1,99	12	20	2	55
Kivennäismaa 2022	428	8	0,48	5	7	2	20
Turve 2021	286	28	1,63	14	27,5	5	65
Turve 2022	230	11	0,78	6	10	2	30

Taulukko 6. Taimien pituuden tunnusluvut

Jos tarkastellaan vuosien välistä eroa taimien keskipituuksien välillä, huomataan, että taimien keskipituuksissa on eroa vuosittain. Vuonna 2021 istutetut taimet ovat pidempiä kuin vuonna 2022 istutetut taimet, ja sen vuoksi voidaan olettaa, että ainakin vuoden 2021 taimissa on kasvua, sillä taimet ovat yhden kasvukauden edellä vuoden 2022 taimia. Tekemällä parittaisen kahden otoksen t-testin vuosien keskiarvoille, saadaan selville, että istutusvuosien välinen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p=0,04$). Ero selittyy kasvukaudella.

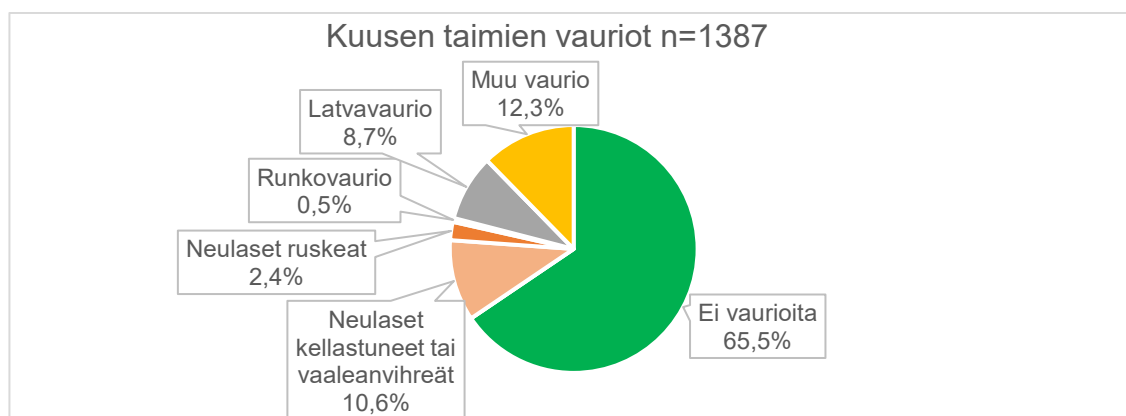
Taulukosta 5 havaitaan myös, että samoina vuosina istutettujen taimien keskipituuksissa näyttäisi olevan eroja maalajien osalta. Turvemaille istutetut taimet vaikuttaisivat kasvavan hieman paremmin kuin kivennäismaille istutetut molemmissa puulajeissa. Parittaisella kahden otoksen t-testillä p-arvoksi saadaan 0,6, joten tilastollisesti ero ei ole merkitsevä taimien pituuksissa eri maalajeilla. Testauksen tulokseen vaikuttaa keskihajonnan suuruus, tämän vuoksi maalajien välille ei tule tilastollisesti riittävän suurta eroa. Lisäksi taimen pituuteen voi vaikuttaa käytetty taimityyppi ja taimen laatu, joten maalajin vaikutusta taimen kasvuun ei voida varmistaa.

Taimien kunnon lisäksi tarkasteltiin taimien vaurioita. Taimien vauriot luokiteltiin siten, että luokkaan 1 laskettiin taimet, joissa ei ollut vaurioita. Luokkaan 2 luokiteltiin taimet, joiden neulasissa oli vaurioita (kellastuneet tai ruskeat), mutta maastoinventoinneissa kirjattiin sanallisesti ylös myös tarkempi

neulasvauriotyyppi, sillä vaurioiden vakavuudessa oli eroja. Neulasvauriot luokiteltiin myöhemmin tulosten digitoinnin jälkeen alaluokkiin, jossa alaluokkaan 21 kuului taimet, joissa oli lieviä neulasvaurioita, eli neulasia oli syöty tai ne olivat muuten lievästi vaurioituneet. Alaluokkaan 22 kuuluivat taimet, noiden neulaset olivat joko kellastuneet tai vaaleanvihreät ja alaluokkaan 23 kuuluivat taimet, joiden neulaset olivat ruskeat.

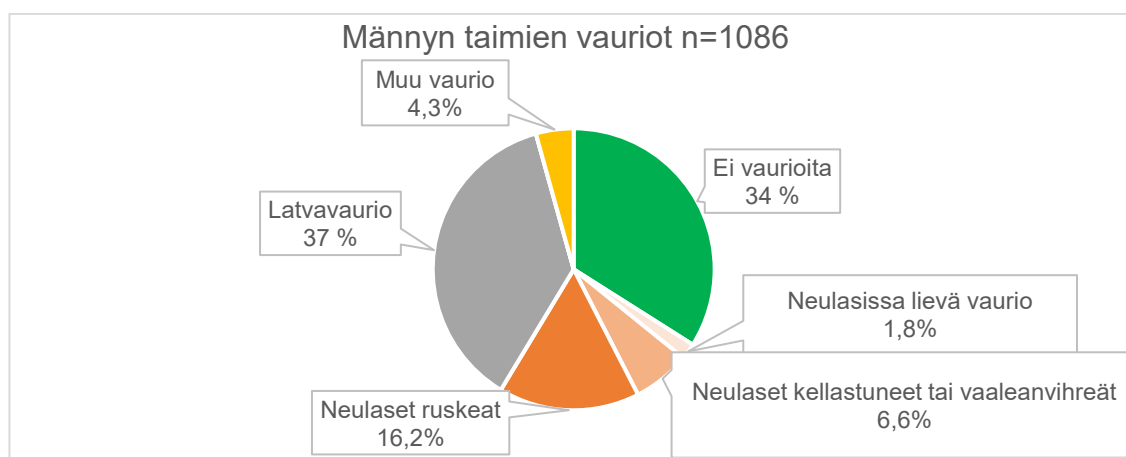
Runkovaurioiset taimet luokiteltiin luokkaan 3, latvavaurioiset taimet luokkaan 4, rousteen nostamat taimet luokkaan 5 ja muut vauriot luokkaan 6, johon kuuluivat tallotut taimet, kitukasvuiset taimet tai muu havaittu vaurio. Vaurioiden tarkastelun luotettavuutta heikentää se, että taimessa saattoi olla useampi vaurio, joista vain vakavin vaurio huomioitiin. Lisäksi vaurioiden aiheuttajaa ei voida tarkasti määrittellä, sillä osa vaurioista oli vanhoja ja taimiin oli ehtinyt tulla jo uutta kasvua. Tämän vuoksi päädyttiin tarkastelemaan vain taimien vaurioita, eikä niiden tuhon aiheuttajia.

Kuusen taimissa vaurioita esiintyi yhteensä noin kolmasosassa (34,5 %) kaikista mitatuista kuusen taimista (kuvio 16). Yleisimmät vauriot kuusen taimilla olivat kellastuneet tai vaaleanvihreät neulaset (10,6 %), muut vauriot (12,3 %) ja latvavauriot (8,7 %). Roustevaurioita ei mitatuilla kuusen taimilla esiintynyt. Muita vaurioita olivat erityisesti kitukasvuisuus, eli taimissa ei ole ollut merkittävää pituuskasvua ja taimen yleisilme oli vaatimaton. Tähän on syynä voinut olla esimerkiksi runsas heinittyminen, liiallinen kosteus tai kuivuus.



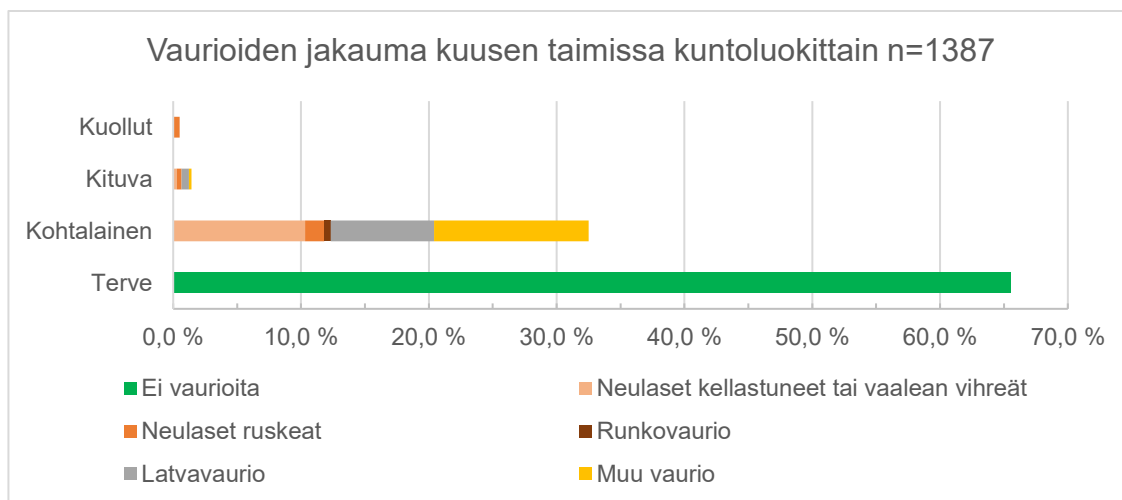
Kuvio 16. Kuusen taimien vauriot

Männyn taimissa vaurioita esiintyi jopa 66 % mitatuista männyn taimista (kuvio 17). Yleisin vaurio männyn taimilla oli latvavaurio, joita oli noin reilussa kolmasosassa (37 %) mitatuista männyn taimista. Noin viidesosalla (16,2 %) männyn taimista neulaset olivat ruskeita ja vajaalla kymmenesosalla (6,6 %) neulaset olivat kellastuneita vai vaaleanvihreitä. Muiden vaurioiden osuus oli vähäinen. Muita vaurioita männyn taimilla oli muun muassa kitukasvuisuus, eli taimessa ei ollut merkittävää pituuskasvua ja taimen yleisilme on ollut vaatimaton. Roustevaurioita ei männyn taimilla esiintynyt.



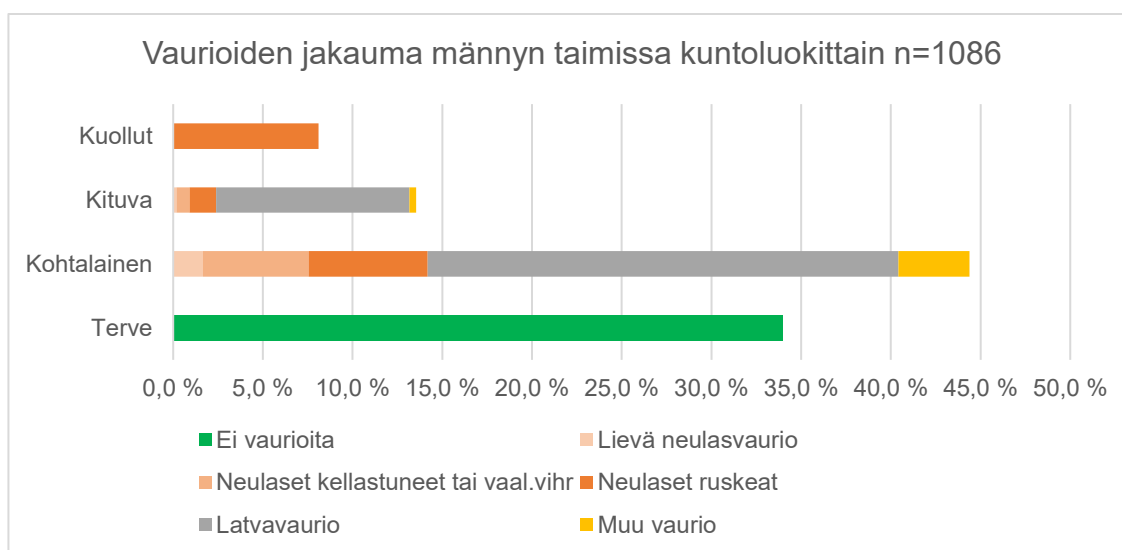
Kuvio 17. Männyn taimien vauriot

Vaurioiden tarkastelua tehtiin myös taimien kunnon osalta. Kuvioista 18 nähdään, että kuusella kohtalaisten taimien kuntoon eniten vaikuttivat kellastuneet tai vaaleanvihreät neulaset (10,3 %), latvavauriot (8,1 %) ja muut vauriot (12,1 %). Muista vaurioista yleisin vaurio kuusella oli kitukasvuisuus. Vauriot aiheuttivat kuusen taimille kuntoa lievästi heikentäviä tai laatuun vaikuttavia vaurioita, mutta taimi säilyi elinvoimaisena. Kituvilla taimilla oli samanlaisia vaurioita kuin kohtalaisesti voivilla taimilla, mutta vauriot olivat vakavampia ja johtavat todennäköisesti taimen kuolemaan. Kuolleet taimet olivat kuivuneet pystyyn eli niiden neulaset olivat ruskeat.



Kuvio 18. Vaurioiden jakauma kuusen taimissa kuntoluokittain

Kuviosta 19 nähdään, että männyn taimien laatuun vaikutti selvästi eniten latvavauriot. Kohtalaisesti voivilla taimilla latvavaurioita oli reilussa neljäsosassa (26,2 %), kellastuneita (5,9 %) tai ruskeita (6,6 %) neulasia ja muita vaurioita (4 %) vain vähän. Kituvilla taimilla esiintyi myös latvavaurioita noin joka kymmenessä (10,8 %) kituvassa taimessa. Kituvilla taimilla oli latvavaurion lisäksi myös yleensä vähäisesti vihreitä neulasia tai ne olivat kellastuneita tai ruskeita. Kuolleet taimet olivat selvästi kuivuneet pystyyn, joissakin taimissa oli havaittavissa myös latvavaurio.

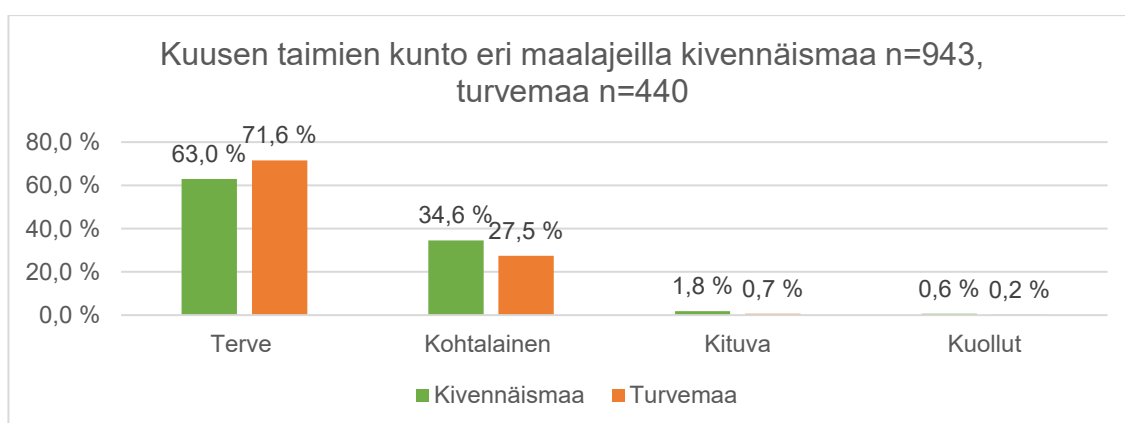


Kuvio 19. Vaurioiden jakauma männyn taimissa kuntoluokittain

9.4.1 Maalajin vaikutus taimien kuntoon

Maalajin vaikutusta taimen kuntoon tarkastellaan eri maalajien osalta puulajeittain taimitasolla. Terveiden, kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden taimien osuudet laskettiin kummankin puulajin kohdalta erikseen eri maalajeilla. Tarkastelulla haetaan vastausta siihen, onko maalajilla vaikutusta taimien kuntoon.

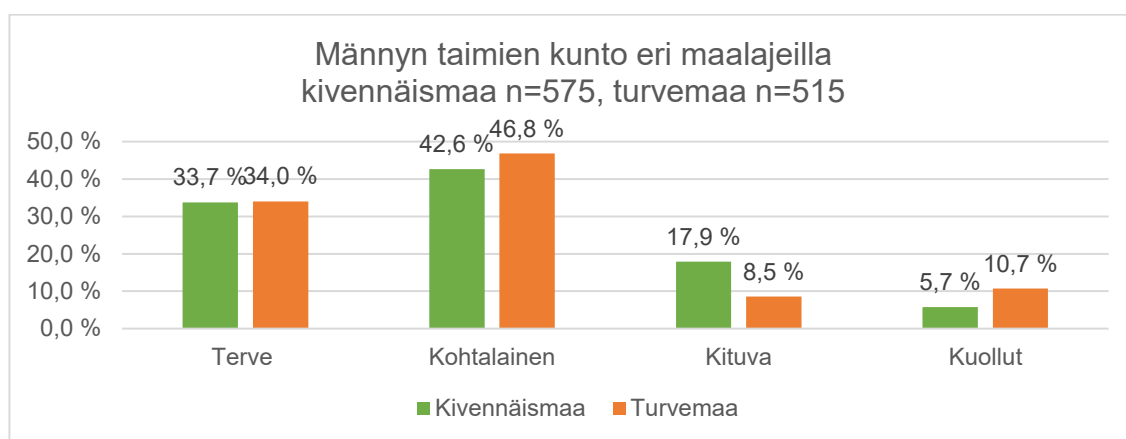
Kuviosta 20 havaitaan, että kuusen taimista kivennäismaalla reilusti yli puolet (63 %) oli terveitä, noin kolmasosa (34,6 %) oli kohtalaisia ja kituvia (1,8 %) tai kuolleita (0,6 %) taimia ei juuri lainkaan. Turvemailla terveitä kuusen taimia oli reilusti yli puolet (71,6 %), kohtalaisia vajaa kolmasosa (27,5 %) ja kituvia (0,7 %) tai kuolleita (0,2 %) ei juuri lainkaan. Vaikuttaisi siltä, että maalajilla on vaikutusta taimen kuntoon, siten, että turvemailla taimet ovat paremmassa kunnossa kuin kivennäismaalla. Käyttämällä Khiin neliötestiä, saadaan p-arvoksi alle 0,001 ($p=0,00000006$) eli kuusen taimien kunto riippuu maalajista tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Tulosta arvioitaessa on kuitenkin huomioitava erot havaintojen lukumäärissä, jotka poikkeavat toisistaan melko paljon. Kuuset voivat turvemaalla todennäköisesti paremmin kosteuden ansiosta. Kivennäismaalla kuusen taimet ovat alttiimpia kuivuudelle.



Kuvio 20. Kuusen taimien kunto eri maalajeilla

Kuviosta 21 havaitaan, että kivennäismaalla terveitä männyn taimia oli noin kolmasosa (33,7 %), kohtalaisia vajaa puolet (42,6 %), kituvia noin viidesosa (17,9 %) ja kuolleita vain vähän (5,7 %). Turvemailla puolestaan terveitä oli reilu kolmasosa (34 %), kohtalaisia vajaa puolet (46,8 %) kituvia vajaa kymmenesosa

(8,5 %) ja kuolleita reilu kymmenesosa (10,7 %). Vaikuttaisi siltä, että männyn taimien kuntoon maalajilla olisi merkitystä siten, että turvemailla taimet voivat hieman paremmin isommasta kuolleisuudesta huolimatta. Otos testataan Khiin neliötestillä riippuvuuden suuruuden selvittämiseksi. P-arvoksi saadaan alle 0,001 ($p=0,00002$), joten taimien vointiin maalaji vaikuttaa tilastollisesti erittäin merkittävästi. Eroa saattaa selittää se, että taimet ovat alttiimpia kuivumiselle kivennäismaalla kuin turvemaalla.



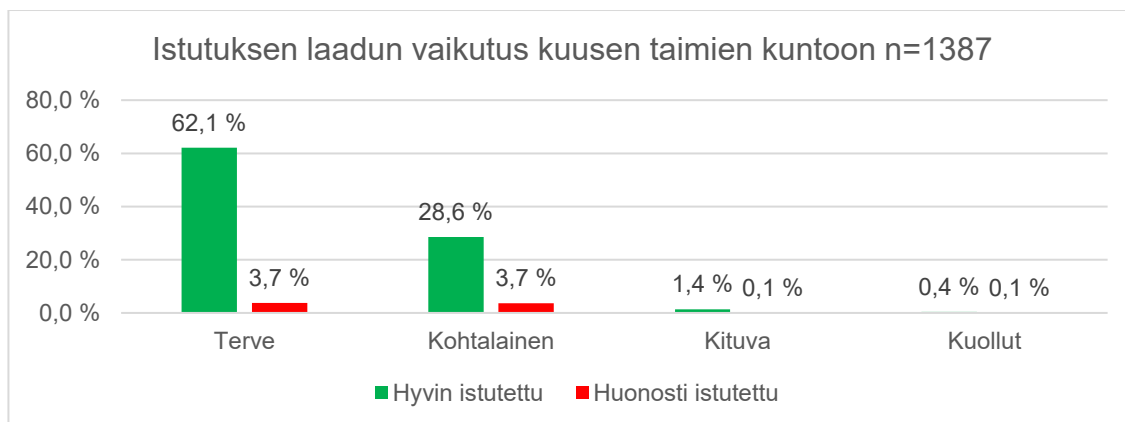
Kuvio 21. Männyn taimien kunto eri maalajeilla

9.4.2 Istutuksen laadun vaikutus taimien kuntoon

Istutuksen laadun vaikutusta taimien kuntoon tarkasteltiin yleisesti kaikkien istutettujen kuusen taimien kesken, joita oli yhteensä 1387 tainta sekä männyn taimien kesken, joita oli yhteensä 1086 tainta. Huonosti istutetuiksi laskettiin ne taimet, jotka oli joko istutettu mättään ulkopuolelle, mättääseen, mutta liian lähelle humusta, liian pintaan tai taimi oli tiivistetty puutteellisesti.

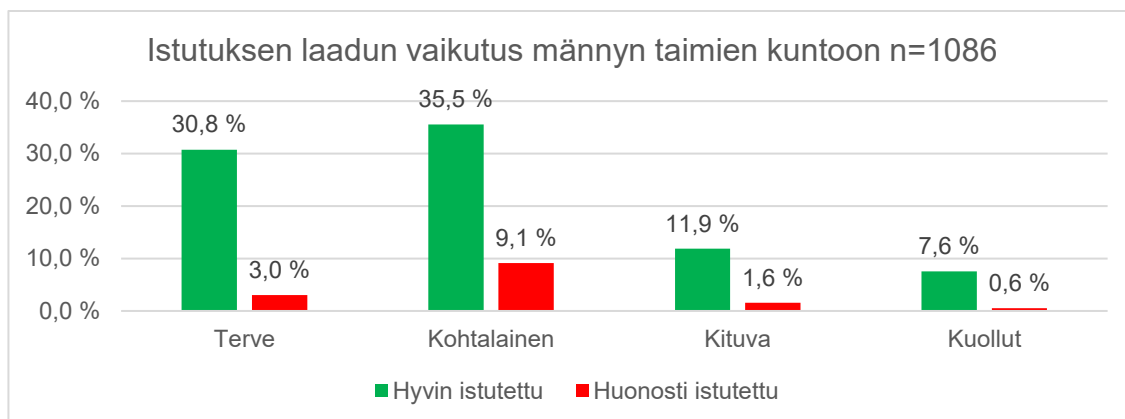
Kuviosta 22 voidaan todeta, että kaikista mitatuista kuusen taimista hyvin istutettuja terveitä taimia oli reilu puolet (62,1 %), kohtalaisia vajaa kolmasosa (28,6 %) ja kituvia (1,4 %) ja kuolleita (0,4 %) vain vähän. Huonosti istutuksesta huolimatta terveitä taimia oli 3,7 % ja kohtalaisia 3,7 % kaikista mitatuista istutetuista kuusista. Huonosti istutettuja kituvia (0,1 %) ja kuolleita (0,1 %) taimia oli vain vähän. Voidaan siis todeta, että istutuksen laadulla on merkitystä taimen kuntoon. Eron merkittävyttä tutkitaan Khiin neliötestillä ja p-arvoksi saadaan

0,001, joten istutuksen laatu vaikuttaa tilastollisesti erittäin merkitsevästi kuusen taimien kuntoon. Istutuksen huono laatu ei kuitenkaan yksinään selitä kohtalaisesti voivien tai kituvien ja kuolleiden taimien määrää, mutta voi olla yksi taimen kuntoon vaikuttava tekijä.



Kuvio 22. Istutuksen laadun vaikutus kuusen taimien kuntoon

Kuviosta 23 voidaan todeta, että kaikista mitatuista männyn taimista hyvin istutettuja terveitä taimia oli noin kolmasosa (30,8 %) ja kohtalaisia reilu kolmasosa (35,5 %), kituvia noin kymmenesosa (11,9 %) ja kuolleita vajaa kymmenesosa (7,6 %). Huonosti istutettuja terveitä taimia oli vain vähän (3 %), kohtalaisia vajaa kymmenesosa (9,1 %), kituvia (1,6 %) ja kuolleita (0,6 %) vain vähän. Näyttäisi siltä, että istutuksen laatu vaikuttaa männyn taimien kuntoon siten, että hyvin istutetut taimet selviävät paremmin. Eron merkitsevyyttä tutkitaan Khiin neliotestillä ja p- arvoksi saadaan alle 0,001 ($p=0,000004$), joten istutuksen laadun vaikutus taimien kuntoon on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Lisäksi voidaan todeta, että kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden männyn taimien osuutta voidaan osittain selittää huonolla istutuksen laadulla, mutta taimien kuntoon vaikuttaa myös joku muu tekijä.

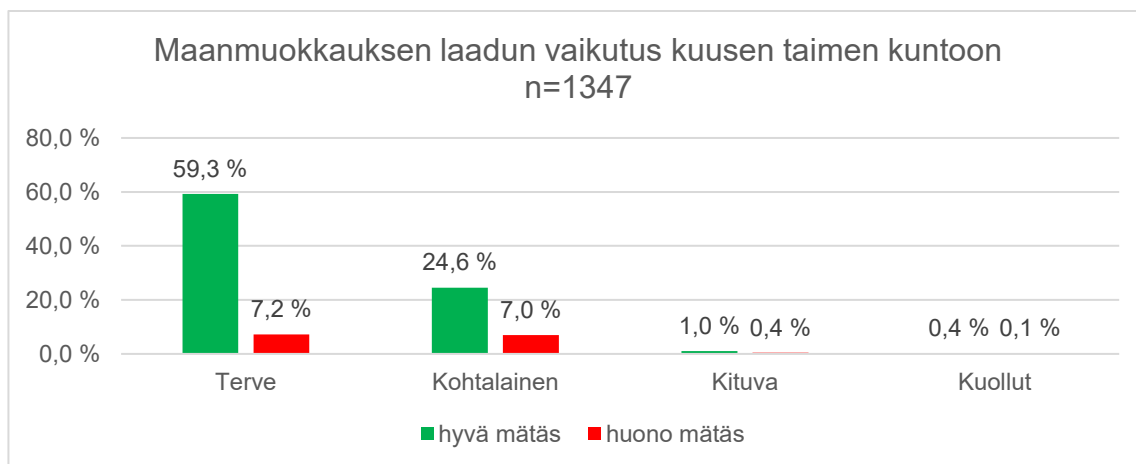


Kuvio 23. Istutuksen laadun vaikutus männyn taimien kuntoon

9.4.3 Maanmuokkauksen laadun vaikutus taimien kuntoon

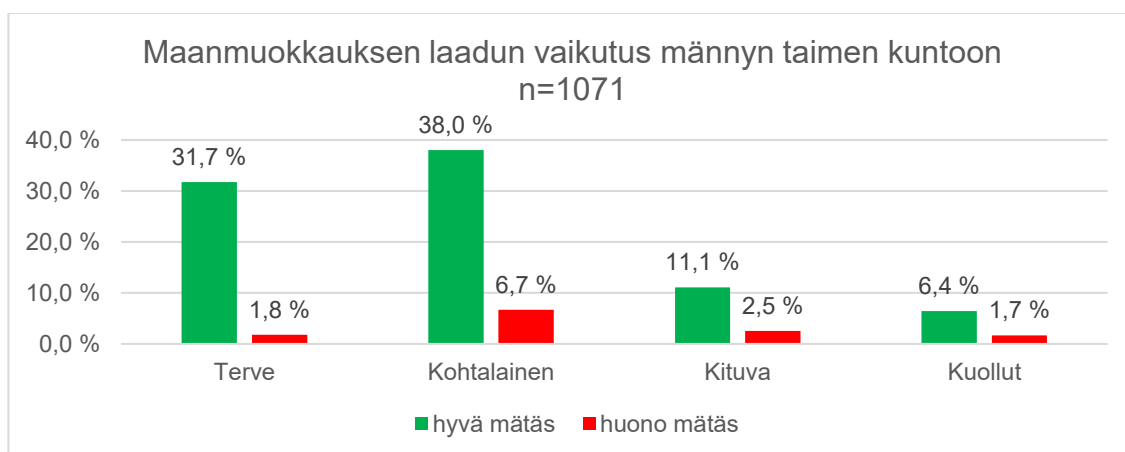
Koelaloilta havaittiin yhteensä 2418 mättääseen istutettua tainta, joista 1347 oli kuusia ja 1071 mäntyä. Huonoiksi mättäiksi laskettiin ne mättäät, jotka olivat hakkuutähteiden päällä, mättäässä oli isoja kiviä tai mättäässä ei ollut tarpeeksi kivennäismaata. Maanmuokkauksen laadun vaikutusta taimen kuntoon tarkastellaan puulajeittain. Tarkastelulla haettiin vastausta siihen, onko maanmuokkauksen laadulla vaikutusta taimen kuntoon.

Kuviosta 24 voidaan todeta, että kaikista mättääseen istutetuista kuusista hyvässä mättäässä terveitä oli yli puolet (59,3 %), kohtalaisia vajaa neljännes (24,5 %), kituvia (1 %) ja kuolleita (0,4 %) vain vähän. Huonossa mättäässä terveitä kuusen taimia oli vajaa kymmenesosa (7,8 %), kohtalaisia vajaa kymmenesosa (7 %), kituvia (0,4 %) ja kuolleita (0,1 %) vain vähän. Vaikuttaisi siltä, että maanmuokkauksen laadulla on merkitystä taimen kuntoon. Väitettä testataan Khiin neliötestillä, ja p-arvoksi saadaan alle 0,001 ($p=0,0000004$), joten maanmuokkauksen laadun vaikutus taimen kuntoon on tilastollisesti erittäin merkitsevä. On lisäksi huomioitava, että huonoon mättääseen istuttaminen voi selittää osan kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden kuusen taimien osuudesta.



Kuvio 24. Maanmuokkauksen laadun vaikutus kuusen taimien kuntoon

Kuviosta 25 voidaan todeta, että kaikista mättääseen istutetuista männystä hyvässä mättäässä terveitä oli noin kolmasosa (31,7 %), kohtalaisia yli kolmasosa (38 %), kituvia noin kymmenesosa (11 %) ja kuolleita vajaa kymmenesosa (6,4 %). Huonossa mättäässä terveitä männyn taimia oli vain vähän (1,8 %), kohtalaisia vajaa kymmenesosa (6,7 %), kituvia (2,5 %) ja kuolleita (1,7 %) vain vähän. Vaikuttaisi siltä, että maanmuokkauksen laadulla on vaikutusta taimen kuntoon siten, että hyvään mättääseen istutetut taimet voivat paremmin. Väitettä testataan Khiin neliötestillä ja p-arvoksi saadaan alle 0,001 ($p=0,000002$), joten maanmuokkauksen laatu vaikuttaa taimen kuntoon tilastollisesti erittäin merkittävästi. On lisäksi huomioitava, että huonoon mättääseen istuttaminen voi selittää osan kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden männyn taimien osuudesta.



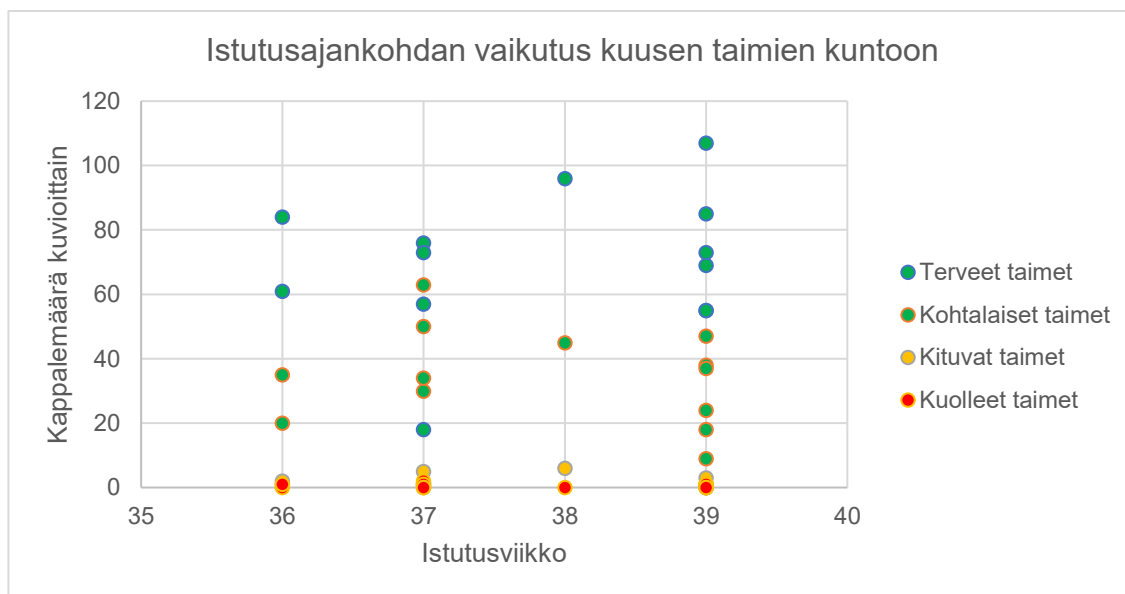
Kuvio 25. Maanmuokkauksen laadun vaikutus männyn taimien kuntoon

9.4.4 Istutusajankohdan vaikutus taimien kuntoon

Istutusajankohdan vaikutusta taimien kuntoon tarkasteltiin puulajeittain taimen kunnan ja istutusviikon perusteella. Molempia puulajeja tarkasteltiin omina kuvaajinaan. Kuvaajaan sijoitettiin taimien kuntojakauma lukumäärissä kuvioittain istutusviikon mukaisesti. X-akselilla on istutusviikko ja Y-akselilla taimien kuntojakaumaosuudet lukumäärissä terveiden, kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden taimien osalta. Istutusviikko on määritelty ilmoitettujen aloitus- ja lopetuspäivämäärien perusteella. Molemmat istutusvuodet on sijoitettu samaan kuvaajaan yleiskuvan saamiseksi. Tarkastelulla haetaan vastausta siihen, onko istutusajankohdalla merkitystä taimien kuntoon.

Kuviosta 26 havaitaan, että kuusen istutusajankohta ei näyttäisi vaikuttavan merkittävästi kuusen taimen kuntoon. Pisteiden hajontakaaviota tarkasteltaessa pisteet ovat melko satunnaisesti jakautuneet, mikä kertoo siitä, että istutusajankohdalla ja taimen kunnolla ei olisi merkittävää yhteyttä. Muuttujille lasketaan korrelaatiokerroin muuttujien yhteyden ja riippuvuuden voimakkuuden tarkastelemiseksi. Jos korrelaatiokerroin on lähellä nollaa, niin muuttujien välillä ei ole korrelaatiota. Jos korrelaatiokerroin on negatiivinen, niin riippuvuus on negatiivista ja jos korrelaatiokerroin on positiivinen, niin riippuvuus on positiivista. Jos korrelaatiokerroin on alle 0,4, tekijöiden välillä ei ole riippuvuutta, jos kerroin on 0,4–0,8, riippuvuus on kohtalaista ja jos kerroin on yli 0,8, riippuvuus on voimakasta (Kananen, 2015, 314–315).

Kuusen osalta terveiden taimien lukumäärän ja istutusajankohdan välinen korrelaatiokerroin $r=0,22$, kohtalaisten $r=-0,21$, kituvien $r=-0,2$ ja kuolleiden $r=-0,1$. Kertoimien mukaan istutusajankohdan ja kuusen taimien kunnan välillä ei siis ole voimakasta riippuvuutta. Koska korrelaatiokerroin arvot eivät ole korkeat, ei ole tarpeen selvittää riippuvuuden tarkempaa matemaattista muotoa regressioanalyysin keinoin.

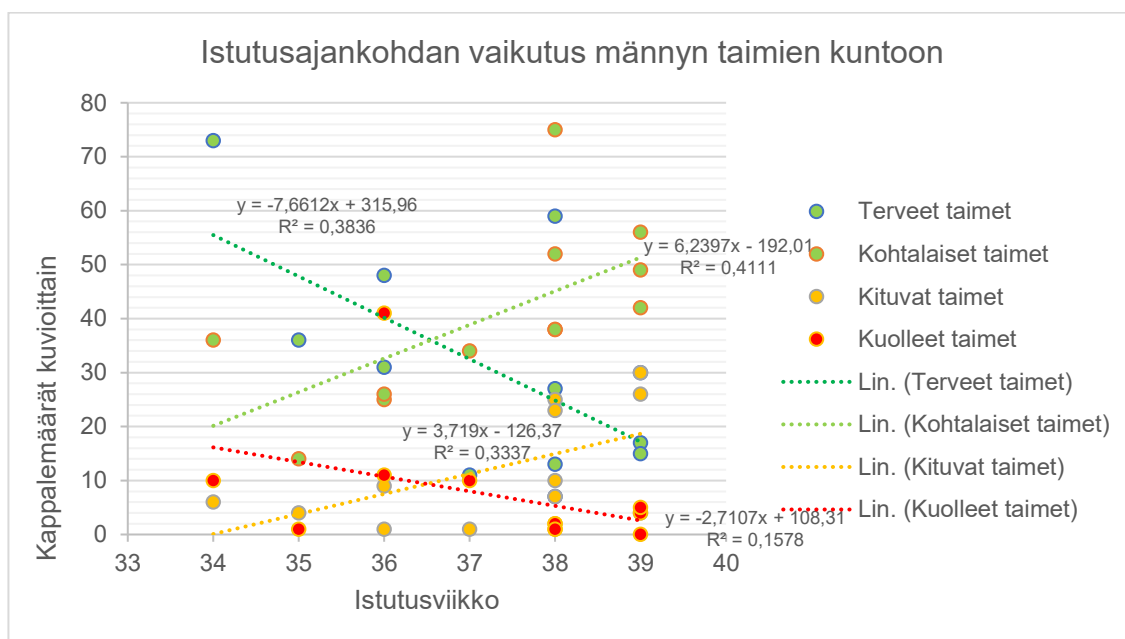


Kuvio 26. Istutusajankohdan vaikutus kuusen taimien kuntoon

Kuviosta 27 havaitaan, että istutusajankohdalla saattaa olla merkitystä männyn taimien kuntoon pisteiden hajontakaaviota tarkastellessa, vaikka pisteet ovat melko satunnaisesti jakautuneet. Määritellään korrelaation voimassaolo korrelaatiokertoimien avulla. Männyn osalta terveiden taimien lukumäärän ja istutusajankohdan välinen korrelaatiokerroin $r=-0,62$, kohtalaisten $r=0,64$, kituvien $r=0,58$ ja kuolleiden $r=-0,4$. Kertoimien perusteella terveiden taimien ja istutusajankohdan välillä on kohtalainen negatiivinen riippuvuus, eli mitä myöhemmin männyn taimia istutetaan, sen vähemmän terveitä taimia esiintyy. Kohtalaisten taimien ja istutusajankohdan välillä on kohtalainen positiivinen riippuvuus eli mitä myöhemmin männyn taimia istutetaan, sen enemmän esiintyy kohtalaisesti voivia taimia. Kituvien taimien ja istutusajankohdan välillä on kohtalainen positiivinen riippuvuus eli mitä myöhemmin männyn taimia istutetaan, sen enemmän kituvia taimia esiintyy. Kuolleiden taimien ja istutusajankohdan välillä on negatiivinen heikko riippuvuus eli mitä aiemmin männyn taimia on istutettu, sen suurempi on ollut kuolleisuus. Tähän kuolleisuuteen voi vaikuttaa taimihuollon epäonnistuminen tai se, että taimet ovat jo ennen istutusta päässeet kuivumaan esimerkiksi taimien kuljetuksen aikana.

Tarkemman analyysin tueksi kullekin taimen kunnon hajontakuviolle etsitään sitä parhaiten kuvaava suora regressioanalyysin keinoin. Kuviosta 27 nähdään

regressiosuorat, r^2 - arvo sekä regressiosuoran muoto. Jos r^2 -arvo on välillä 0,25–0,50, kertoo se kohtalaisesta selityskyvystä (Kananen, 2015, 317).



Kuvio 27. Istutusajankohdan vaikutus männyn taimien kuntoon.

10 Pohdinta

10.1 Tulosten tarkastelu

Kuten aiemmin jo tulosten tarkasteluosiossa todettiin, tämä opinnäytetyö täyttää tapaustutkimuksen kriteerit, sillä otanta jäi varsin pieneksi suhteutettuna perusjoukkoon, joten tuloksia voidaan yleistää vain harkiten. Kuviotasolla tarkasteltuna otos on pieni ja tilastollisia testejä ei voitu tehdä, mutta taimitasolla otoskoon puolesta tilastollisia testejä pystyttiin laskemaan.

Tämän tutkimuksen tulosten valossa vuonna 2021 ja 2022 tehdyt syysistutukset olivat kokonaisuutena onnistuneet kohtalaisen hyvin, tosin vuoden 2021 tulokset olivat heikommät kuin vuoden 2022, joka voi vaikuttaa kokonaistulokseen heikentävästi. Kokonaistarkastelussa syysistutusten onnistumista nostaa myös onnistuneet kuusen syysistutukset ja laskee puolestaan männyn heikommät

tulokset. Istutustuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomioida myös se, että vaikka toteutunut istutustiheys on voinut jäädä tavoitetiheyttä matalammaksi, niin luontaisesti syntyneet taimet paikkaavat todellisuudessa kuviolla olevaa taimitiheyttä. Tuloksia on siis tärkeä tarkastella myös kuviokohtaisesti, mikäli halutaan saada tarkempaa tietoa onnistumisesta käytännössä.

Erytyisesti kuusen syysistutukset olivat onnistuneet hyvin toteutuneen istutustiheyden perusteella varsinkin kivennäismailla. Turvemaidilla toteutuneeseen istutustiheyteen päästiin huomattavasti huonommin kuin kivennäismailla. Tähän voi vaikuttaa harva maanmuokkausjälki, haasteellisempi istutustyö, sillä kulkeminen on hankalampaa ja mätäitä voi olla hankala löytää ja tunnistaa. Todennäköisin syy matalille toteutuneille istutustiheyksille oli vajaan jäänyt mätäistiheys. On kuitenkin huomioitava, että tämän tutkimuksen havaintoja tehdessä, osa kuvioista oli erittäin heinittyneitä ja sen vuoksi osa mätäistä on voinut jäädä huomaamatta.

Kuusella yleisimpiä vaurioita olivat kellastuneet, vihertävät tai ruskeat neulaset sekä latvavauriot ja muut vauriot, kuten kitukasvuisuus. Kellertävyys neulasten värissä voi viitata alhaisteen typpipitoisuuteen ja värivikoja voivat aiheuttaa myös pakkanen, veden puute, liika vesi, ravinteiden yliannostus tai eräät tuholaiset. Neulasten ruskettumista voi puolestaan aiheuttaa pakkanen, hyönteiset, sienitaudit ja kevätahava. (Rikala, 2002, 29–30.) Vaurioiden aiheuttajaa ei tässä tutkimuksessa selvitetty, sillä havainnot sen suhteen olisivat olleet epätarkkoja sekä epäluotettavia. Yleisin vaurio oli kitukasvuisuus, mutta kuusen osalta, tämä osuus todennäköisesti siirtyy terveiden luokkaan tulevaisuudessa, kunhan taimi saa enemmän tilaa kasvaa.

Kuusen taimien kuntoon näyttösi merkittävästi vaikuttavan maanmuokkauksen ja istutuksen laatu sekä maalaji. Kaikissa näissä merkitys taimen kuntoon oli erittäin merkitsevä. Onnistunut istutus ja hyvä mätäs edesauttavat taimen selviytymistä. Lisäksi syksyllä turvemaidille istutetut kuusen taimet pärjäsivät paremmin kuin kivennäismaalle istutetut, vaikka toteutuneessa istutustiheydessä turvemaidilla olikin enemmän ongelmia. Koealoilla havaittiin suhteellisesti enemmän terveitä taimia turvemaidilla kuin kivennäismailla. Tämä johtunee siitä, että

kivennäismailla kuusen taimet voivat kuivahtaa helpommin kuin kosteilla turvemaidilla. Tuloksista voidaan myös päätellä, että istutuksen ja maanmuokkauksen laatu sekä maalaji eivät suoraan selitä kohtalaisten, kituvien ja kuolleiden ja taimien osuutta, mutta voivat olla yksi selittävä tekijä niiden esiintyvyydelle.

Kuusen istutusajankohdalla ei tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaisi olevan suurta merkitystä syysistutusten onnistumiselle. Tämä puoltaisi sitä, että kuusen osalta istutuskautta on mahdollista pidentää syksyille ainakin viikolle 39 saakka ilman, että istutustulokset heikentyvät merkittävästi. Vallitsevat sääolosuhteet on kuitenkin otettava huomioon.

Männyn syysistutuksissa puolestaan tulokset olivat huonommat. Toteutuneen istutustiheyden perusteella jopa vajaa puolet mitatuista männyn istutuskuvioista oli onnistunut huonosti eli toteutunut istutustiheys oli jäänyt alle 1200 kpl/ha. Erinomaisesti onnistuneita oli vain kolmasosa toteutuneen istutustiheyden perusteella.

Myös männyn osalta syysistutukset vaikuttaisivat onnistuneen hieman paremmin kivennäismailla kuin turvemaidilla toteutuneen istutustiheyden perusteella. Alhaisia tiheyksiä selittänevät harva maanmuokkausjälki sekä männyn taimien suuri vaurioitumisriski, joka takia taimia on voinut kuolla jo varastointivaiheessa kuivuuteen tai heti istutustyön jälkeen, eikä mittauksissa näitä kuolleita taimia ole enää ollut nähtävissä. Osa kuvioista oli pahoin heinittyneitä, joten osa istutetuista männyn taimista ja mätäistä on voinut jäädä havaintojen ulkopuolelle.

Männyn taimissa esiintyi vaurioita jopa yli puolessa mitatuista taimista. Yleisin vaurio oli latvavaurio, joka voi johtua nisäkkäiden tai istutuksen aiheuttamasta vauriosta tai hallan tai pakkasen aiheuttamasta latvakasvaimen paleltumisesta. Terveitä ja elinvoimaisia oli vain noin kolmasosa mitatuista taimista. Kohtalalaisesti voivia taimia oli vajaa puolet, kituvia ja kuolleita myös enemmän kuin kuusen syysistutuskuvioilla. Näiden tulosten valossa voidaan todeta, että männyn taimet ovat herkempiä vaurioille ja syysistutustulokset kuuseen verrattuna heikompia.

Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että männyn taimen kuntoon näyttäisi vaikuttavan istutuksen ja maanmuokkauksen laatu siten, että onnistunut istutus ja maanmuokkaus on edellytys hyvinvoivalle taimelle. Lisäksi maalajilla havaittiin olevan merkitystä istutuksen onnistumiseen männyllä siten, että turvemaille istutetut männyn taimet voivat hieman paremmin kuin kivennäismaalle istutetut. Turvemaille kuolleisuus on kuitenkin ollut suurempaa kuin kuusen taimilla. Tämä voi johtua siitä, että maanmuokkauksella ei ole onnistuttu kuivattamaan muokkausalaa riittävästi ja männyn taimet ovat kuolleet liialliseen märkyyteen. Kohteilla, jossa maanmuokkaus on puolestaan onnistunut, ovat männyn taimet pärjänneet hyvin.

Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että istutusajankohta vaikuttaa männyn taimien kuntoon siten, että terveiden taimen osuus vähenee mitä myöhemmin männyn taimet istutetaan ja kohtalaisten voivien ja kituvien taimien osuus puolestaan nousee. Kuolleisuutta myöhäisempi istutusaika ei näyttäisi nostavan, mutta tarkastelua tehtiin kuviotasolla, joten otoskoon pienuuden takia tulosta on tulkittava kriittisesti. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon myös se, että tutkimuksessa ei tarkasteltu taimien kuljetuksen ja taimihuollon eikä taimen laadun vaikutusta männyn taimien kuntoon, joten tämänkään vuoksi suoria päätelmiä istutusajankohdan vaikutuksesta ei voida tehdä. Tilastollisesti testattuna istutusajankohdalla näyttäisi kuitenkin olevan kohtalainen selityskyky taimen kuntoon.

Maanmuokkauksen ja istutuksen laadulla on erittäin suuri merkitys syysistutusten onnistumisessa. Kun molemmat suoritetaan huolellisesti, antaa se hyvän lähtökohdan uudelle puusukupolvelle kasvaa. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella istutuksen ja maanmuokkauksen laadussa ei yleisesti ole ollut suuria ongelmia, mutta kuviotasolla tarkasteltuna toteutuneet istutus- ja mätästiheydet ovat osalla kuvioista jääneet reilusti tavoitetiheydestä. Tämä viittaisi siihen, että erityisesti maanmuokkaukseen tulisi kiinnittää huomiota siten, että mätästiheydessä tulisi pyrkiä tavoitetiheyteen tai mielellään jopa hieman yli, jolloin joukkoon voi mahtua myös huonolaatuisia mätäitä, jotka voidaan istutuksessa jättää istuttamatta. Kuviokohtaisesti on aina arvioitava soveltuvin maanmuokkausmenetelmä, jolla varmistetaan riittävä mätäsmäärä ja tekniikka on tarvittaessa

vaihdettava kosteusolojen muuttuessa. Turvemaidilla on erityisen tärkeää saada vesitalous hyvään kuntoon, jotta taimilla on mahdollisuus selvitä.

Tämän tutkimuksen tulokset puoltavat sitä, että männyn syysistutuksia olisi hyvä välttää, mutta mikäli istutuksia on resurssien, työmaiden tai taimien saata-
vuuden puolesta pakko tehdä, männyn olisi syytä istuttaa heti alkusyksystä ja istutus olisi tehtävä huolellisesti. Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat Pikkaraisen ym. (2020) tutkimuksen tuloksia siitä, että männyn syysistutuksia tulisi välttää syksyisin, sillä tulokset ovat huonompia kuin kevään istutuksissa. Myös Lauri Tammisen (2015) opinnäytetyössä todettiin, että männyn syysistutustulokset olivat selkeästi kuusta heikompia ja, että istutusajankohta vaikutti männyllä enemmän kuin kuusella taimikuolleisuuteen.

Syysistutusten onnistumiseen vaikuttaa todella moni tekijä eikä yhtä selittävää tekijää syysistutusten epäonnistumiselle voida nimetä. Istutettavat kohteet ovat ominaisuuksiltaan erilaisia, istutettavien taimien laatu voi vaihdella vuosittain ja valmistuserittäin, taimihuollossa voi olla ongelmia, taimet voivat kuivahtaa kuljetuksen ja varastoinnin aikana, kovakourainen käsittely voi aiheuttaa vaurioita, talvien pakkas- ja lumiolosuhteet vaihtelevat ja maanmuokkauksessa voi olla haasteita. Voidaan kuitenkin todeta, että ainakaan kuusen osalta syysistutuksille ei näyttäisi olevan estettä. Tärkeää on huolehtia taimipaakun riittävästä kosteudesta, laadukkaasta istutustyöstä sekä tietenkin maanmuokkauksen onnistumisesta laadun ja mätästiheyden osalta.

Istutusresurssien tasaamiseksi ja toisaalta istutuksen onnistumisen varmistamiseksi, olisi turvallisinta keskittää männyn istutukset keväälle ja korkeintaan alkusyksyille, kuusta voitaisiin istuttaa keväisin sekä syksyisin jopa syyskuun loppuun saakka. Lisäksi tämänhetkisen tutkimustiedon mukaan kuusen taimia voitaisiin istuttaa myös kesäkuun puolivälin ja heinäkuun lopun välisenä aikana käyttämällä puolitoistavuotiaita kuusentaimia, mikäli taimia käsitellään varoen ja taimien kastelusta huolehditaan. (Luoranen, ym., 2020, 110.) Kuusen kesäistutuksista voisi siis olla apua istutusresurssien tasaamiseksi ja istutuskauden pidentämiseksi, mikäli kuusen istutuskuvioita on riittävästi tarjolla.

10.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin parantamaan jo aineiston ja otoksen valinnassa siten, että ns. ääritapaukset jätettiin valinnan ulkopuolelle, sillä ne olisivat voineet vaikuttaa merkittävästi yleistulkintaan. Tiedonkeruun virhelähteitä pyrittiin minimoimaan lomakkeen testaamisella ja suorittamalla mittaukset tarkasti luotettavilla mittausvälineillä sekä riittävän tarkkoilla havainnointikriteereillä. Tutkimuksen reliabiliteetti eli toistettavuus on toteutunut kohtalaisesti, sillä jos mittaukset tehtäisiin nyt uudestaan, koealat voisivat sijoittua eri tavalla kuvioille ja tulokset voisivat siksi olla erilaisia. Lisäksi taimet kasvavat ja ovat alttiina vaurioille koko ajan, joten myös se vaikuttaa tulosten toistettavuuteen. Kuviotasolla tulosten pitäisi kuitenkin olla riittävän luotettavia ja kuvaavat keskimäärin hyvin istutuksen onnistumista. Tämän opinnäytetyön ulkoinen validiteetti eli kuinka saadut tulokset ovat yleistettävissä, on kyseenalainen. Otoskoon jäädessä pieneksi, tulosten yleistämistä voidaan tehdä vain harkiten, mutta tutkimuksen tulokset tukevat aiheesta jo aiemmin tehtyjä tutkimuksia. Täten voidaan todeta, että validiteetti on kohtalainen.

10.3 Jatkotutkimukset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella syysistutuksia hyvin yleisellä tasolla, jotta voitaisiin havaita mahdollisia ongelmakohtia. Koska valmista analysoitavaa aineistoa ei ollut saatavilla, haluttiin tutkimusta varten kerätä mahdollisimman laaja aineisto, jota voitaisiin tarvittaessa käyttää myös tarkempiin tutkimuksiin syysistutusten kohdalla. Aineiston laajuuden vuoksi osa tiedoista jäi siis analysoimatta, mutta tietoja voidaan hyödyntää jatkotutkimusaineistona.

Aikaisemmin on todettu, että hienoja maalajitteita sisältävät istutuskohteet ovat alttiimpia roustevaurioille (Remes, 2020). Tässä tutkimuksessa kivennäismaat olivat karkeita tai hienoainesmoreanimaita. Tulosten tarkastelua ei kuitenkaan tehty erikseen maalajin karkeuden perusteella vaan haluttiin nimenomaan saada selville kivennäis- ja turvemaiden välinen ero. Kerätystä aineistosta voi kuitenkin tehdä tarvittaessa jatkotutkimuksia maalajin karkeuden vaikutuksesta

syysistutusten onnistumiseen. Maalajin vaikutusta olisi hyvä tarkastella syväliemmin, kivennäismaiden osalta karkeuden ja turvemaiden osalta turpeen maatuneisuuden ja paksuuden perusteella ja tutkia miten nämä tekijät vaikuttavat syysistutusten onnistumiseen. Turvemaidella on todettu olevan suurempi rousteriski, joten syysistutuksia on aiemmin suositeltu vältettäväksi turvemaakohteilla (Luoranen & Kiljunen, 2006, 48).

Jatkotutkimuksia voisi kohdentaa erityisesti turvemaidelle ja tutkia suuremmalla otoksella, kuinka syysistutukset onnistuvat ja onko tulos taimien kunnon osalta todellakin parempi kuin kivennäismailla. Lisäksi olisi hyvä tutkia, mitkä syyt turvemaidella vaikuttavat matalaan toteutuneeseen istutustiheyteen. Jos tulokset puoltaisivat syysistutusten kohdentamista turvemaidelle taimien kunnon osalta, olisi Nurmeksen tiimille tästä paljon hyötyä syysistutusten suunnittelussa, sillä sen alueella on paljon metsätalouskäytössä olevia turvemaita.

Lähteet

- Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. 2014. Metsän kasvatusta. Porvoo. Metsäntutkimuslaitos.
- Ilmatieteenlaitos 2023a. Valitse oikea kasvi oikealle kasvuyöhykkeelle. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvuyohykkeet> 16.11.2023
- Ilmatieteenlaitos 2023b. Terminen kasvukausi. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi> 27.10.2023
- Ilmatieteenlaitos 2023c. Nykyinen ilmasto- 30 vuoden keskiarvot. Ilmasto-opas. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/nykyinen-ilmasto-30-vuoden-keskiarvot> 16.11.2023
- Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Luonnonvarakeskus. 2023. Tilastotietokanta. <https://urly.fi/3qpM> 9.11.2023
- Luonnonvarakeskus. 2023a. Metsäinfo. Halla. <https://met-sainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/halla> 8.11.2023
- Luonnonvarakeskus. 2023b. Metsäinfo. Jänikset. <https://met-sainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/janikset> 16.11.2023
- Luonnonvarakeskus. 2023c. Metsäinfo. Hirvi. <https://met-sainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/hirvi/> 16.11.2023
- Luoranen, J. 2018. Metsätieteen aikakauskirja. Istutusajankohta vaikuttaa kuusen ja männyn taimien juurten kasvun alkamiseen seuraavana keväänä sekä sitä kautta myöhempään maastomenestymiseen. <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/article/9994> 31.10.2023
- Luoranen, J., & Kiljunen, N. 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö.
- Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2020. Metsänuudistaminen. Porvoo. Luonnonvarakeskus.
- Luoranen, J., Uotila, K. & Jari, M. 2023a. Puulajivalinta. Luonnonvarakeskus Kehityshyppy metsänhoitoon. <https://projects.luke.fi/kehityshyppy/metsanhoitotieto/puulajivalinta/> 31.10.2023
- Luoranen, J., Uotila, K. & Jari, M. 2023b. Syysistutus. Luonnonvarakeskus Kehityshyppy metsänhoitoon. <https://projects.luke.fi/kehityshyppy/metsanhoitotieto/istutus-2/616-2/syysistutus/> 3.11.2023
- Metsähallitus. 2023. Metsänhoito-ohje. Metsähallituksen julkaisu. https://www.metsa.fi/wp-content/uploads/2023/01/mh-ohje_mtjr20230105.pdf 15.11.2023
- Metsähallitus. 2023a. Metsähallituksen hallinnoimat valtion maa- ja vesialueet. Metsähallituksen verkkosivut. <https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/pinta-arat/> 15.11.2023
- Metsähallitus. 2023b. Metsähallitus Metsätalous Oy - hyvinvointia ja uusiutuvaa raaka-ainetta. Metsähallituksen verkkosivut. <https://www.metsa.fi/metsahallitus/nain-toimimme/vastuualueet/metsatalous-oy/> 15.11.2023
- Metsähallitus. 2023c. Metsähallituksen yhteystiedot pelastuslaitoksille. Metsähallituksen verkkosivut. <https://www.metsa.fi/yhteystiedot/yhteystiedot-pelastuslaitoksille/> 15.11.2023

- Metsähallitus. 2023d. Metsätalouden urakointi ja hankinnat. Metsähallituksen verkkosivut. <https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/metsatalous/metsatalouden-urakointi/> 15.11.2023
- Metsähallitus. 2023e. Metsähallituksen toiminnanohjausjärjestelmä Metsälaki 1085/2013
- Remes, M. 2020. Syysistutukset tasaavat metsätalouden työvoimatarvetta. Metsäkeskus. <https://www.metsakeskus.fi/fi/ajankohtaista/syysistutukset-tasaavat-metsatalouden-tyovoimatarvetta> 31.10.2023
- Rikala, R. 2002. Metsätaimiopas - taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistus- alalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja.
- Pikkarainen L., Luoranen J., Kilpeläinen A., Oijala T., Peltola H. 2020. Comparison of planting success in one-year-old spring, summer and autumn plantings of Norway spruce and Scots pine under boreal conditions. *Silva Fennica* vol. 54 no. 1 article id 10243. <https://doi.org/10.14214/sf.10243> 15.11.2023
- Tamminen, L. 2015. Syysistutusten onnistuminen Metsä Groupilla vuonna 2015. Tampereen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127700/Tamminen_Lauri.pdf?sequence=2&isAllowed=y 8.11.2023
- Tapio. 2023. Maalajit ja niiden tunnistaminen. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion verkkosivut. <https://metsanhoidonsuosituksien.fi/fi/metsatilan-hoito/metsanhoidon-perusteita#section-p1951> 3.11.2023
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksien_Tapio_2019.pdf 16.11.2023

Selitteet:
Taimen yleisilme
Taimen kunto (1=elinvoimainen, ei vaurioita 2=elinvoimainen, mutta laatuun vaikuttavia vaurioita 3=kituva, todnäk kuolee, vakavia vaurioita 4= kuollut)
Latva (1=yksilatvainen 2= monilatvainen)
Taimen pituus, cm
Pituuskasvu 1=taimessa uutta kasvua 2=ei uutta kasvua
Vauriot 1=ei vaurioita 2=kellastuneet/ruskeat neulaset 3=runkovaurio 4=latva poikki 5=rouste (taimi ei istutuskuopassa) 6=muu vaurio, mikä?
Maanmuokkaus
Muokkausmenetelmä 305 (kääntö) / 306 (navero) / 307 (laikku) / 309 (ojitus)
Mättään laatu 1=ok 2=hakkuutähteiden päällä 3=mättäässä isoja kiviä 4=humusmätäs, ei riittävästi kiv.maata
Mättään korkeus, cm
Istutus
Istutuskohta (1=mätäs 2=laikku 3=muokkaamaton maa)
Taimen sijainti (1= 15 cm tai yli muokattua maata ympärillä 2=alle 15 cm muok.maata ympärillä)
Istutussyvyys 1=potti ei näkyvissä 2=pinnallinen, potti näky
Tiivistys 1=tiivistetty, taimi ei liiku vedettäessä 2= tiivistys vajaa, taimi heiluu vedettäessä 3= tiivistys huono, taimi irtoaa vedettäessä

Liite 2. Kuviokohtaiset tiedot

Kohde nro	Sijainti	Pinta-ala, ha	Puulaji	Kasvu-paikka	Maalaji	Istutusajan kohta	Istutusstheys/ mätästheys kpl/ha	Taimen pituus, cm	Muokkaus menetelmä	Mättään korkeus, cm	Vesi-talous	Kivisyys	Taimien kunto	Huomioitavaa
1	Mujejärvi	3,73	kuusi	VT	karkea moreeni	vko 38/2022	1850/ 1850	20	307	20	kuiva	normaali	Terve 66 % Kohtalainen 30 % Kituva 4 % Kuollut 0 %	
2	Sivakka	2,33	kuusi	MT	hieno ainesmoreeni	vko 36/2022	1500/ 1700	21	307	19	kostea	normaali	Terve 80 % Kohtalainen 19 % Kituva 1 % Kuollut 0 %	
3	Sivakka	2,35	kuusi	CT	paksu turve	vko 36/2022	1414/ 1414	25	309	20	kostea	vähä kivinen	Terve 62 % Kohtalainen 35 % Kituva 2 % Kuollut 1 %	
4	Hiirikylä	3,87	kuusi	MT	hieno ainesmoreeni	vko 39/2022	1825/ 1925	22	307	14	kostea	normaali	Terve 75 % Kohtalainen 25 % Kituva 0 % Kuollut 1 %	
5	Hiirikylä	4,58	kuusi	MT	karkea moreeni	vko 37/2021	1433/ 1433	26	307	12	kostea	normaali	Terve 60 % Kohtalainen 37 % Kituva 1 % Kuollut 2 %	heinittynyt
6	Hiirikylä	1,86	kuusi	MT	karkea moreeni	vko 37/2022	1450/ 1450	27	307	10	kostea	normaali	Terve 22 % Kohtalainen 71 % Kituva 6 % Kuollut 1 %	heinittynyt paljon luontaisia männyn taimia

7	Angervikko	2,42	kuusi	MT	paksu turve	vko 37/2021	1257/ 1257	35	309	20	märkä	vähäkivinen	Terve 65 % Kohtalainen 34 % Kituva 1 % Kuollut 0 %	heiniytynyt paljon luontaisia männyn taimia
8	Rautavaara	2,11	kuusi	MT	hieno ainesmoreeni	vko 39/2021	1629/ 2129	33	307	20	kostea	normaali	Terve 65 % Kohtalainen 32 % Kituva 3 % Kuollut 1 %	heiniytynyt
9	Hiirikylä	1,4	kuusi	MT	hieno ainesmoreeni	vko 39/2021	1317/ 1317	38	307	16	kostea	normaali	Terve 70 % Kohtalainen 30 % Kituva 0 % Kuollut 0 %	heiniytynyt paikoin kivinen
10	Angervikko	1,28	kuusi	VT	paksu turve	vko 37/2021	1783/ 1783	37	309	20	kostea	vähäkivinen	Terve 68 % Kohtalainen 32 % Kituva 0 % Kuollut 0 %	heiniytynyt
11	Rautavaara	1,19	kuusi	MT	hieno ainesmoreeni	vko 39/2021	2233/ 2233	39	307	20	kostea	normaali	Terve 65 % Kohtalainen 34 % Kituva 1 % Kuollut 1 %	heiniytynyt
12	Angervikko	1,12	kuusi	MT	paksu turve	vko 39/2021	1300/ 1300	43	307	20	kostea	vähäkivinen	Terve 88 % Kohtalainen 12 % Kituva 0 % Kuollut 0 %	heiniytynyt
13	Angervikko	2,2	kuusi	MT	ohut turve	vko 39/2021	1043/ 1043	29	307	20	kostea	normaali	Terve 75 % Kohtalainen 25 % Kituva 0 % Kuollut 0 %	heiniytynyt

Kohdenro	Sijainti	Pinta-ala	Puulaji	Kasvupaikka	Maalaji	Istutusajankohhta	Istutus tiheys ja mätästheys kpl/ha	Taimen pituus, cm	Muokausmenetelmä	Mättään korkeus, cm	Vesi-talous	Kivisyys	Taimien kunto	Huomiottavaa
14	Angervikko	1,02	mänty	CT	paksu turve	vko 35/2021	1100/ 1120	20	309	20	kostea	vähä kivinen	Terve 65 % Kohtalainen 25 % Kituva 7 % Kuollut 2 %	heinitynyt
15	Rautavaara	1,63	mänty	VT	hieno ainesmoreeni	vko 39/2022	1933/ 1983	21	307	20	kostea	vähä kivinen	Terve 26 % Kohtalainen 48 % Kituva 22 % Kuollut 3 %	heinitynyt paljon luontaisia taimia
16	Rautavaara	1,08	mänty	VT	paksu turve	vko 39/2022	1050/ 1133	25	309	20	kostea	vähä kivinen	Terve 27 % Kohtalainen 67 % Kituva 6 % Kuollut 0 %	heinitynyt paljon luontaisia taimia
17	Hiirikylä	2,03	mänty	VT	hienoainesm oreeni	vko 39/2022	1414/ 1457	22	307	17	kostea	normaali	Terve 15 % Kohtalainen 49 % Kituva 30 % Kuollut 5 %	heinitynyt paljon luontaisia taimia
18	Mujejärvi	1,29	mänty	MT	hienoainesm oreeni	vko 38/2022	2067/2100	26	307	19	kuiva	normaali	Terve 48 % Kohtalainen 31 % Kituva 20 % Kuollut 2 %	heinitynyt
19	Juuka	1,63	mänty	VT	hienoainesm oreeni	vko 38/2022	1483/ 1650	27	307	15	kostea	normaali	Terve 15 % Kohtalainen 58 % Kituva 26 % Kuollut 1 %	

20	Juuka	1,63	mänty	VT	turve ohut	vko 38/2022	900/ 1300	35	306	20	kostea	normaali	Terve 13 % Kohtalainen 70 % Kituva 13 % Kuollut 4 %	pajon luontaisia taimia osa kuviosta kivennäismaata
21	Hiirikylä	1,2	mänty	CT	paksu turve	vko 38/2022	1883/ 1967	33	309	20	kostea	vähäkivinen	Terve 25 % Kohtalainen 65 % Kituva 9 % Kuollut 1 %	
22	Hiirikylä	1,85	mänty	CT	paksu turve	vko 36/2021	1767/ 1883	38	309	18	märkä	vähäkivinen	Terve 29 % Kohtalainen 24 % Kituva 8 % Kuollut 39 %	pajon luontaisia taimia
23	Rautavaara	4,11	mänty	CT	paksu turve	vko 34/2021	1389/ 1411	37	309	19	kostea	vähäkivinen	Terve 61 % Kohtalainen 26 % Kituva 5 % Kuollut 8 %	heinittynyt luontaisia taimia turpeen paksuus vaihtelee
24	Angervikko	4,53	mänty	MT	hienoainesm oreeni	vko 36/2021	956/ 978	39	307	19	kostea	normaali	Terve 56 % Kohtalainen 30 % Kituva 1 % Kuollut 13 %	heinittynyt pajon luontaisia taimia
25	Sivakka	1,7	mänty	MT	hienoainesm oreeni	vko 37/2021	933/ 900	43	307	19	kuiva	erittäin kivinen	Terve 20 % Kohtalainen 61 % Kituva 2 % Kuollut 18 %	