



Koneistutuksen onnistuminen loka- marraskuussa tehdyissä istutuksissa

Ammattikorkeakoulututkinon opinnäytetyö

Metsätalousinsinööri (AMK)

Kevät 2025

Teemu Salminen

Koulutus	Metsätalousinsinööri (AMK)	
Tekijä	Teemu Salminen	Vuosi 2025
Työn nimi	Koneistutuksen onnistuminen loka- marraskuussa tehdyissä istutuksissa	
Ohjaaja	Maija Leppälä	

Työn tavoitteena on tutkia myöhään syksyisin tehtyjen koneistutusten onnistumista ja taimikkojen tilaa tällä hetkellä. Tutkitaan aiemmin koneellisesti syksyllä istutettuja taimia, niiden kasvua ja mahdollisesti kuolleiden taimien määrää ja kuolinsyitä. Erityisesti halutaan tietää, miten istutusajankohta vaikuttaa taimien kasvuun. Maastokäynneillä on tarkoitus tutkia riittävä määrä taimia, jolloin voidaan todeta miten myöhään syksyllä koneellisesti istutetut taimet ovat lähteneet kasvuun ja selvinneet seuraavan kasvukauden alkuun ja siitä eteenpäin.

Lähtökohtaisesti mahdollinen istutuskauden pidentyminen syksyille tasaisi urakoitsijoiden ja taimitarhojen työruuhkia, jos sesongin kevätpainoisuutta saataisiin tällä tavalla laajennettua myös syksyn puolelle. Toimeksiantajayritys Risutec Oy, voisi ainakin markkinoinnissaan hyödyntää tuloksia, jos ne ovat positiivisia syksyllä tapahtuvan koneistutuksen näkökulmasta.

Toimeksiantajan urakoitsija on toimittanut muutaman koneistutusraportin, joista näkyy taimikkojen sijainti, istutettujen taimien puulajit ja istutustiheydet yms.

Käytettävien taimien laatu on melko tasainen ja urakoitsija käyttää vain jalostettuja taimia. Istutustyön laadun ei myöskään oleteta vaihtelevan, mutta mättään sijainti taimikolla näyttäisi olevan hyvinkin ratkaiseva tekijä kuusentaimien kasvun ja selviämisen kannalta.

Maastotutkimusten perusteella havaittiin, että myöhäinen ajankohta ei juurikaan vaikuta istutusten onnistumiseen. Taimien menestymiseen vaikuttaneet tekijät olivat pääosin samoja, kuin yleensä alkukesällä tehdyissä istutuksissakin yleisesti todetaan olevan. Näin ollen koneistutuksia voidaan jatkaa myöhään loppusyksylle, kuten aiemminkin on tehty.

Avainsanat Metsänuudistus, metsänviljely, taimikasvatus, koneellinen istutus, istutuskoneet
Sivut 29 sivua ja liitteitä 3 sivua

DP Degree Programme in Forestry
Author Teemu Salminen Year 2025
Subject Successful machine-operated tree planting during October and November
Supervisor Maija Leppälä

The aim of this thesis was to investigate the success of machine plantings carried out in late autumn and the current state of recently planted forests. The saplings that were previously planted by machine in autumn, their growth and the number of dead saplings and the causes of death were studied. The main goal was to find out how the time of planting affects the growth of the saplings. The purpose of the field visits was to investigate enough saplings, so that it can be determined how the saplings planted in late autumn had started to grow and have survived to the beginning of the next growing season and beyond.

In principle, a possible extension of the planting season to the fall would even out the work backlog of contractors and nursery gardens, if the spring emphasis of the season could also be extended to the fall side in this way. The commissioner, Risutec Oy, could at least use the results in their marketing, if they were to be positive from the point of view of the machine installation taking place in autumn.

The commissioner's contractor submitted a few machine planting reports, which show the location of the saplings, the tree species of the planted saplings and the planting frequency, etc.

The quality of the saplings used was quite uniform and the contractor only uses processed seedlings. The quality of the planting work is also not supposed to vary, but the location of the clod in the forest seems to be a very decisive factor in terms of the growth and survival of the spruce saplings.

Based on field studies, it was found that late planting does not have much effect on the success of plantings. The factors that influenced the success of seedlings were mainly the same as those generally found in plantings carried out in early summer. Therefore, mechanical plantings can be continued until late autumn, as has been done in the past.

Keywords Forest renewal, forest cultivation, seedling cultivation, mechanized planting, planting machines

Pages 29 pages and appendices 3 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Metsänuudistamisen teoriaa	1
2.1	Puulajin valinta.....	2
2.2	Uudistamismenetelmän valinta	3
2.3	Maanmuokkaus.....	4
2.3.1	Maanmuokkauksen tavoitteet	4
2.3.2	Muokkausmenetelmän valinta	5
2.3.3	Maanpintaa paljastavat muokkausmenetelmät	6
2.3.4	Kohoumia muodostavat muokkausmenetelmät.....	7
2.4	Paakkutaimien istutus	8
2.4.1	Istutus pottiputkella	9
2.4.2	Paakkutaimien istutus koneellisesti.....	10
3	Koneellinen istutus	11
3.1	Koneellisen istutuksen kohdevalinta.....	12
3.2	Koneellisen istutuksen taimimateriaali ja istutusajankohdat.....	13
3.2.1	Kevätistutus	14
3.2.2	Kesäistutus.....	14
3.2.3	Syysistutus	15
3.2.4	Koneistutettujen taimien menestyminen.....	17
3.3	Toimeksiantajayrityksen laitteisto ja taustajärjestelmä.....	18
4	Tutkimukset maastossa.....	21
4.1	Taimien tutkiminen	21
4.2	Kasvupaikkatyyppin määrittäminen	21
4.3	Maaperätutkimukset.....	22
4.4	Navigointi kohteisiin	22
5	Tulokset	23
6	Johtopäätökset.....	25
7	Pohdinta.....	26
	Lähteet.....	29

Kuvat

Kuva 1. Toimeksiantajayrityksen valmistama koneistutuslaite (Risutec, n.d. -b).....	19
Kuva 2. Koneistutusraportti toimeksiantajan järjestelmästä (Risutec, 2021b, s. 2)	20
Kuva 3. Reittisuunnitelma Google Mapsissa (Google,n.d.).....	23
Kuva 4. Kuivanut kuusentaimi maastokoealalla	24
Kuva 5. Alue istutuslalla, jossa vain kuolleita taimia	25

Taulukot

Taulukko 1. istutustiheyden tarkistaminen ympyräkoealan avulla (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 72) ..	11
--	----

Liitteet

Liite 1.	Koneistutusurakoitsijan haastattelu
Liite 2.	Risutecin edustajan haastattelu

1 Johdanto

Koneellisen istutuksen suosio ei ole kasvanut niin paljon kuin sitä ehkä on vuosien saatossa odotettu. Samalla taimitoimitusten suurin sesonki on edelleen pysynyt perinteisesti suosittujen istutusajankohtien palvelemisessa, joka aiheuttaa taimitarhoille ruuhkaa tai jopa vaikeuksia taimien toimittamiseen asiakkaiden haluamilla ajankohdilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, että onko erityisen myöhäiseen ajankohtaan loppusyksyllä koneistutetut taimikot menestyneet yhtä hyvin, kuin yleisten suositusten mukaiseen ajankohtaan tehtyjen istutusten taimikot. Tämän lisäksi pyritään arvioimaan myös mahdollisia koneellisen istutuksen aiheuttamia vaikutuksia verrattuna manuaaliseen pottiputkella tehtyyn istutukseen.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten koneistutetut taimikot ovat menestyneet?
2. Onko myöhäinen istutusajankohta riski istutukselle?
3. Miten istutuskohteen kasvupaikka ja maalaji vaikuttavat tulokseen?
4. Kannattaako istutuksia jatkaa samalla tavalla kuin nyt tehdään?

Vastauksia tutkimuskysymyksiin haetaan maastossa tehtävien havaintojen pohjalta ja niitä verrataan aiempaan tutkimustietoon ja käsitykseen siitä, minkälainen on hyväkasvuinen taimikko missäkin ikävaiheessa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Risutec Oy, joka valmistaa koneistuslaitteita Nakkilassa Porin lähellä. He yhdessä Risutecin istutuslaitetta käyttävän kaivinkoneurakoitsijan kanssa ovat miettineet, että millä tavoin kyseisen urakoitsijan muutamana viime vuonna myöhään syksyllä istuttamat taimikot ovat lähteneet kasvuun, mutta heillä ei ole ollut aikaa eikä resursseja tutkia asiaa.

2 Metsänuudistamisen teoriaa

Metsien uudistaminen tehdään koneistutuksen kyseessä ollessa pääpiirteittäin samojen periaatteiden mukaan, kuin perinteisemmällä uudistusmenetelmilläkin uudistettaessa. Suurin ero verrattuna manuaaliseen pottiputkella istuttamiseen, työn nopeutumisen ja

fyysisen työn vähenemisen lisäksi, vaikuttaisi koneistutuksessa olevan parempi taimipaakun istuvuus maahan, koska roustetta ei ollut käytännössä ollenkaan havaittavissa.

2.1 Puulajin valinta

Suomessa taloudellisesti tärkeimmät puulajit ovat kuusi, mänty ja rauduskoivu, joiden avulla suurin osa metsistä uudistetaan. Näiden lisäksi istutetaan jonkin verran siperianlehtikuusta, hies- ja visakoivua sekä pieniä määriä hybridihaapaa ja muita ulkomaisia puulajeja. Puulajien tuottavuus vaihtelee eri kasvupaikoilla, joten niiden kasvupaikkavaatimukset on otettava huomioon metsien uudistamisessa. (Luoranen ym., 2020, s. 25)

Tässä käydään läpi vain kuusen, männyn ja rauduskoivun valintaa kasvatettavaksi puulajiksi. Tässä opinnäytetyössä tutkitut taimikot on kaikki kahta poikkeusta lukuun ottamatta istutettu kuuselle. Yksi kuvio on istutettu männylle, sekä osa yhdestä kuviosta rauduskoivulle.

Kuusta voidaan viljellä sekä kivennäis- että turvemaidella. Kivennäismailla kuuselle optimaalisia kasvupaikkoja ovat tuoreet, ravinteikkaat kankaat, joissa on riittävästi kosteutta ja ravinteita. Turvemaidella kuuselle sopivia kasvupaikkoja ovat ruoho- ja mustikkaturvekankaat sekä ravinteikkaimmat puolukkaturvekankaat. Kuusen juuristo on suhteellisen matala ja pinnallinen, mikä tekee siitä alttiin tuulivahingoille. Lisäksi kuusi on muita puulajeja herkempi kuiville kausille. Ilmastonmuutoksen myötä on entistä tärkeämpää ottaa nämä seikat huomioon metsänuudistamisessa ja puulajivalinnoissa. Tuulivahinkojen riski on syytä huomioida esimerkiksi kuusen suojustuspuuhakuissa ja säästöpuuryhmien suunnittelussa. Kuusi sietää varjostusta, joten se voi kasvaa myös alikasvoksena. Hallanarkuutensa vuoksi on tärkeää miettiä tarkasti kuusentaimien alkuperien valintaa ja istutusaikoja hallalle alttiilla alavilla alueilla. (Luoranen ym., 2020, s. 25)

Mänty on valoa vaativa pioneerilaji, joka menestyy myös karuilla ja kuivilla kasvupaikoilla. Optimaalisimmat kasvuolosuhteet männylle löytyvät keskihvyiltä kasvupaikoilta. Viljavammilla alueilla mänty voi kehittää huonolaatuisia oksia, mikä heikentää sen teknistä laatua. Turvekankaista on suositeltavaa uudistaa erityisesti puolukkaturvekankaiden karuimmat sekä varputurvekankaan I-tyypin kasvupaikat. Männyn juuristo koostuu osittain humus- ja kivennäismaan pintakerroksessa sijaitsevasta pintajuuristosta, ja osittain se

kasvaa syvemmälle muodostaen erityisesti hiekka- ja someromailla paalujuuren. Männyn kyky kestää tuulituhoja, etenkin paalujuurensa ansioista, on parempi kuin kuusen. (Luoranen ym., 2020, s. 26)

Rauduskoivua kannattaa kasvattaa parhailla tuoreen kankaan ja sitä viljavammilla kivennäismaan kasvupaikoilla. Parhaiten koivut kasvavat ravinteikkailla hiekka- ja hietamoreenimailla sekä lajittuneista maista hienoilla hiekka- ja karkeilla hietamailla. Rauduskoivu ei menesty kosteilla ja vähähappisilla mailla. Turvemaidilla rauduskoivu menestyy vain ohutturpeisilla, hyvin kuivatetuilla korven ojitusalueilla. Yleensä turvemaidelle sopii paremmin hieskoivu. Visakoivua voidaan viljellä samoilla kasvupaikoilla kuin rauduskoivua. (Luoranen ym., 2020, s. 27)

2.2 Uudistamismenetelmän valinta

Yleisperiaatteena uudistamismenetelmien valinnassa on, että viljavilla kasvupaikoilla hyödynnetään istutusta sekä kivennäis- että turvemaidilla. Kivennäismailla puulajina suositaan kuusta, rauduskoivua tai muuta lehtipuuta, kun taas ruoho- ja mustikkaturvekankailla valitaan kuusi. Kuusen uudistaminen toteutetaan avohakkuun, maanmuokkauksen ja istutuksen avulla. Karkearakeisilla tuoreen kankaan kasvupaikoilla uudistaminen tapahtuu männyn osalta maanmuokkauksen ja istutuksen avulla. (Luoranen ym., 2020, s. 61)

Turvemaidilla puolukkaturvekankaat ja karummat kasvupaikat uudistetaan pääasiassa männyllä. Ohutturpeisille mustikkaturvekankailla voidaan istuttaa sekä kuusta että mäntyä. Mikäli turvekankaalla on pitkälle maatuneen turpeen päällä nahkahumusta ja kasvillisuudessa näkyy selvästi kangasmaan piirteitä, siementen itämisedellytykset ovat heikot. Tällöin puolukkaturvekankaat uudistetaan avohakkuun, maanmuokkauksen sekä männyn istutuksen tai kylvön avulla. Luontainen uudistaminen on myös mahdollista, mikäli uudistusala muokataan. (Luoranen ym., 2020, s. 62)

Koivun uudistaminen on varmintä istuttamalla, mutta muut mahdolliset tavat ovat myös kylvö tai luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä (Luoranen ym., 2020, s. 63).

2.3 Maanmuokkaus

Urakoitsijan käyttämässä toimeksiantajayrityksen valmistamassa laitteessa on mahdollista käyttää kahta eri maanmuokkaustapa, laikkumätästystä tai laikutusta. Koneellinen metsänistutus soveltuu kaikille kuusen istutusaloille sekä männyn mätästysaloille. Pelkän koneistuttamisen sijaan pitäisi puhua koneellisesta metsänuudistamisesta, koska koneketju sisältää muutakin kuin pelkän istuttamisen, eli myös kaikki muutkin koneelliseen metsänuudistamiseen tarvittavat laitteet ja järjestelmät. (Risutec, 2021a, s. 1)

Toimeksiantajayrityksen valmistama koneistutuslaite hyödyntää mätästinlevyä maanmuokkaimena, joka muodostaa mättään joko hydraulisesti kääntäen tai mätästinlevyllä hieman maan pintaa kauhaisten. Koneistutuslaitteiston taustalla toimiva raportointijärjestelmä kertoo reaaliaikaisen istutus- ja muokkaustiheyden sekä istutuskohteen pinta-alan. (Risutec, 2021a, s. 1)

2.3.1 Maanmuokkauksen tavoitteet

Maanmuokkausmenetelmän valinta ja toteutus ovat puulajin valinnan jälkeen keskeisiä vaiheita uudistamisketjussa. Maanmuokkauksen avulla parannetaan siementen ja taimien eloonjäämistä sekä kasvua ensimmäisten vuosien aikana. Maanmuokkaus helpottaa viljelytyötä ja nostaa uudistamisen laatua. Maanmuokkaus vähentää myös uudistamisen kokonaiskustannuksia, sillä muokatulla maalla voidaan hyödyntää pienempiä taimia, minkä lisäksi se edistää taimien parempaa kasvua ja eloonjäämistä, sekä vähentää heinäyksen tarvetta. (Luoranen ym., 2020, s. 77)

Maanmuokkaus vaikuttaa metsikön kehitykseen pitkällä aikavälillä ja sillä on merkittävä rooli koko uudistamisketjun kustannustehokkuudessa. Erityisesti hedelmällisillä kasvupaikoilla edullinen, mutta huonosti soveltuva maanmuokkausmenetelmä voi pitkällä tähtäimellä osoittautua kalliiksi. Pelkästään kivennäismaata paljastava maanmuokkaus voi nostaa taimikonhoitokustannuksia ja puuston kasvu jää heikommaksi verrattuna mätästäviin maanmuokkaustekniikoihin. Hitaan pituuskehityksen vuoksi perkaustarve säilyy metsikössä pitkään ja uusiutuu helposti, sillä perkauksen jälkeen lehtipuiden vesat kasvavat nopeasti havupuiden tasolle. Yksi maanmuokkauksen keskeisistä tavoitteista on vähentää tukkimiehentäin aiheuttamia vahinkoja istutustaimille ja tukkimiehentäin tuhojen ehkäisyssä onkin ensisijaisen tärkeää, että muokkausjäljen pinnalle saadaan

kivennäismaata. Taimen etäisyys humuksesta on ratkaiseva tekijä tuhojen estämisessä, ja sen tulisi olla vähintään 10 cm. (Luoranen ym., 2020, s. 77)

2.3.2 Muokkausmenetelmän valinta

Maanmuokkausmenetelmä valitaan kasvupaikan viljavuuden, maan raekoostumuksen tai turvelajin, maan kerroksellisuuden (esimerkiksi ohutturpeisuuden), uudistusalan vesitalouden, kivisyyden, kaltevuuden, uudistettavan puulajin ja käytettävän uudistamismenetelmän perusteella. Karuimmilla kasvupaikoilla, joissa hyödynnetään luontaista uudistamista, maanmuokkausta ei välttämättä tarvita lainkaan. Kuitenkin, mitä viljavampi ja kosteampi kasvupaikka on, sitä voimakkaampia menetelmiä tarvitaan. Vaihtelevissa maastonmuodoissa uudistusaloilla on usein tarpeen soveltaa useita eri menetelmiä maan raekoostumuksesta ja vesitaloustilanteesta riippuen. (Luoranen ym., 2020, s. 78)

Mikäli istutusalueella on muokkaamatonta humusta tai muokkausjäljessä on humusta tai humuksen ja kivennäismaan sekoitusta, tukkimiehentäin aiheuttamien vahinkojen riski kasvaa. Kohoumat tarjoavat tehokkaamman suojan tukkimiehentäin tuhoilta verrattuna menetelmiin, joissa vain pintamaa on poistettu. Tukkimiehentäin tuhoja esiintyy myös turvemaidella, mutta kohoumat vähentävät vahinkoja merkittävästi verrattuna laikuissa tai muokkaamattomassa turvepinnassa. Uudistamishakkuussa poistetaan haihduttavaa puustoa, mikä voi johtaa vesitalousongelmien lisääntymiseen erityisesti hienoja maa-aineksia ja turvemaata sisältävillä alueilla. Tällaisissa kohteissa on tärkeää valita oikeat maanmuokkausmenetelmät ja tarvittaessa toteuttaa ojitusta, jotta uudistamisalueen vesitalous pysyy hallinnassa eikä taimien juuristo altistu liialliselle kosteudelle. (Luoranen ym., 2020, s. 78)

Maanmuokkaus, joka luo kohoumia, vähentää pintakasvillisuuden kilpailua mättäissä kasvaville taimille. Pintakasvillisuus kilpailee taimien kanssa valosta, ravinteista, vedestä ja kasvutilasta. Rungas pintakasvillisuuden kasvu voi estää taimien kehitystä ja heikentää niiden kasvua. Toisaalta maanmuokkaus voi myös lisätä pintakasvillisuuden määrää. Koivun, heinien ja ruohojen siemenet voivat säilyä itämiskykyisinä maaperässä useita vuosia. Uudistusalalla voi olla runsas siemenpankki, josta siemenet itävät hakkuun jälkeen lisääntyvän valon ja lämmön myötä. Rikottu maanpinta voi erityisesti suosia koivun siementen itämistä. Etenkin turvemaidella ja kosteilla kivennäismailla maanpintaa tulisi rikkoa mahdollisimman vähän. (Luoranen ym., 2020, s. 78)

Juurten kehitys sekä ravinteiden ja veden imeytyminen keväällä tapahtuu hyvin hitaasti, kun maan lämpötila on alle +8 °C. Tämän vuoksi erityisesti kohoumia luovien menetelmien yksi keskeinen tavoite on nostaa maan lämpötilaa, mikä puolestaan edistää taimien juurtumista ja alkuvaiheen kasvua. Kohoumat nostavat maan lämpötilaa keväällä nopeammin ja pitävät sen kesällä korkeampana, mikä parantaa juurten kasvun edellytyksiä verrattuna muokkaamattomaan maahan. Suomalaiset metsämaat ovat luonnostaan tiiviitä. Maanmuokkauksen avulla voidaan parantaa maan rakennetta ja lisätä ilmatilaa erityisesti hienojakoisilla mailla, mikä helpottaa juuriston pääsyä tiiviisti pakkautuneiden maarakeiden väliin ja edistää taimien kasvua. Muokkausmenetelmät, joissa humuskerros jää kivennäismaan päälle, lisäävät myös taimien saatavilla olevien ravinteiden määrää. Humuksen hajoamisen myötä taimet saavat ravinteita tehokkaasti, mikä puolestaan parantaa niiden kasvua. (Luoranen ym., 2020, s. 78)

2.3.3 Maanpintaa paljastavat muokkausmenetelmät

Maanpinnan muokkaamiseen käytettävät menetelmät, kuten äestys ja laikutus, paljastavat maan pintakerroksia. Näissä menetelmissä poistetaan ainoastaan humuskerros tai sen suurin osa kivennäismaan pinnalta. Laikutuksessa kivennäismaa paljastuu nimensä mukaisesti laikuittain, noin 50-70 cm kokoiselta suorakaiteen muotoiselta alueelta. Tehokkaassa laikutuksessa on tärkeää, että hyviä laikkuja on vähintään yhtä paljon kuin taimikon perustamistiheys edellyttää. Kylvö- ja luontaisuudistamisprosessissa hehtaarilla tulisi olla 4000-5000 laikkuja. Pienemmät laikut edistävät taimien menestystä sekä kylvöettä istutusvaiheessa. Kylvötilanteessa roustetuhot ovat vähäisempiä pienissä laikuissa. Suurempia laikkuja syntyy kuitenkin usein vähemmän kuin pieniä. Suurissa laikuissa taimien istuttaminen tulisi kohdistaa laikun päihin, jotta saavutetaan riittävä istutustiheys. Humusreunan läheisyydessä taimet ovat kuitenkin alttiimpia tukkimiehentäin aiheuttamille tuhoille, mikä tekee laikun keskiosan istutuksesta vähemmän suotavaa tukkimiehentäin tuhojen vähentämiseksi, minkä lisäksi isojen laikkujen keskellä taimet eivät saa riittävästi typpeä. (Luoranen ym., 2020, s. 81)

Äestyksessä syntyy 60-80 cm leveä jatkuva vako. Hehtaarille on tehtävä 4000-5000 metriä äesjälkiä. Äeslautasten väli on tällöin 1,8-2,0 metriä ja ajolinjojen väli 4-5 metriä. Äesvaot tulee toteuttaa siten, että korkeuskäyriä leikataan mahdollisimman vähän, ja erityisesti rinteissä on syytä jättää katkoja eroosion vähentämiseksi. Mikäli uudistusala saadaan aikaan luontaisesti tai kylvämällä, muokkausjälkeen on hyvä jättää hieman humusta, mikä parantaa kasvualustan vedenpidätyskykyä ja edistää siementen itämistä sekä taimien kasvua. Kylvökohteilla humussekoitus auttaa myös vähentämään pintaeroosiota, estäen

hiekkamaan kulkeutumista rankkasateiden aikana. Siemenet pyritään kylvämään lähelle äesvaon reunaa suojaksi paahteelta, kun taas taimet istutetaan äesvaon keskelle tukkimiehentäin tuhojen estämiseksi. Äestys ja laikutus ovat tehokkaita menetelmiä karkeille ja keskikarkeille kivennäismaille, joissa vesitalous on kunnossa. Äestys on tarkoitettu ainoastaan kivennäismaiden käsittelyyn. Mikäli uudistusalan peruskuivatus on asianmukaisessa kunnossa, kaivurilaikutusta voidaan soveltaa myös turvemaille, joissa turvelajina on keskinkertaisesti tai vähän maatunut puu- tai rahkaturve. (Luoranen ym., 2020, s. 82)

Turvemaille laikutuksen yhteydessä poistetaan elävä sammalkasvusto sekä suurin osa raakahumuskerroksesta, jolloin paljastuu taimettumisen kannalta suotuisa turvepinta. Nämä menetelmät riittävät useimmiten kuivahkoilla kankailla ja puolukkaturvekankailla sekä muilla karummilla kasvupaikoilla, joissa pintakasvillisuuden kilpailu on vähäistä eikä vesitalousongelmia esiinny. (Luoranen ym., 2020, s. 83)

2.3.4 Kohoumia muodostavat muokkausmenetelmät

Kohoumien luomiseen käytettävät muokkausmenetelmät ovat kääntö-, laikku-, navero- ja ojitusmätästys. Näitä menetelmiä sovelletaan erityisesti viljavammilla alueilla, joissa pintakasvillisuuden kilpailu voi aiheuttaa haasteita. Menetelmän valinta perustuu uudistusalan maan vesitaloustilanteeseen. Kaikissa mätästysmenetelmissä on tärkeää tehdä riittävä määrä mätäitä, joka vastaa taimikon perustamistiheyttä, sillä myöhemmin viljelykohtia ei voida lisätä. Taimet istutetaan mätään keskelle siten, että niiden ympärillä on vähintään 10 cm leveä yhtenäinen kivennäismaakerros. Turvemaille on vastaavasti varmistettava, että muokattua pintaa on vähintään 10 cm leveä yhtenäinen vyöhyke. Kivennäis- ja turvemaiden uudistusaloilla, joissa ei esiinny vesitalousongelmia tai joissa vesitalous on järjestetty erillisellä ojituksella, voidaan hyödyntää kääntö- ja laikkumätästystä. Laikkumätästys on erityisen soveltuva keskikarkeille tai hienoille kivennäismaille sekä turvemaille, joissa kuivatusojat ovat kunnossa. Tässä menetelmässä maa käännetään laikusta ylösalaisin muokkaamattoman maan päälle, jolloin mätään alle jää 5-10 cm paksu kivennäismaakerros (turvekerros) ja kaksinkertainen humuskerros (raakahumuskerros). Laikkumätästys toteutetaan tyypillisesti kaivinkoneen kauhalla. Vähäkivisillä alueilla, joilta hakkuutähteet on kerätty kuivumisen jälkeen, voidaan käyttää myös jatkuvatoimista mätästäjää. Kääntömätästystä käytettäessä on tärkeää, että vesitalous on kunnossa. Tämä menetelmä soveltuu erityisesti keskikarkeille kivennäismaille sekä turvemaille. Kääntömätästyksessä maa käännetään takaisin samaan kuoppaan, josta se on alun perin otettu. Kivennäismaille kivennäismaa nostetaan

humuskerroksen alta ja asetetaan sen päälle samaan paikkaan. (Luoranen ym., 2020, s. 84)

Kivennäismaalla kääntömättään alla on siis joko oikeinpäin oleva tai käännetty humuskerros kivennäismaakerroksen alapuolella. Turvemaalla kääntömättään pinnalla on osittain maatunut turve, jonka alla sijaitsee käännetty raakahumuskerros ja sammalkasvusto. Laikku- ja kääntömättään leveys vaihtelee 50-60 cm:n ja pituus 60-80 cm:n välillä. Kääntömätäs on muokkauksen jälkeen noin 5 cm korkea, mutta se madaltuu jo ensimmäisen talven aikana. Laikkumättään korkeus keskikarkeilla mailla on 15-20 cm, kun taas hienoja maa-aineksia sisältävillä mailla se on 5-10 cm. Lisäksi pitkälle maatuneesta turpeesta valmistetaan matalampia mättäitä kuin vähemmän maatuneesta turpeesta. Veden vaikutuksen alaisilla alueilla on tarpeen järjestää vesitaloutta. Naveromätästys on soveltuva menetelmä hiesu- ja savimaille, joissa tarvitaan vain vähäistä kuivatusta. Turvemaista viljavimmat alueet, joissa turve on eriateisesti maatunutta puu- ja saraturvetta, voidaan hyödyntää naveromätästystä, kunhan pintakasvillisuuden kilpailun vuoksi on olemassa kohoumia ja peruskuivatus on kunnossa. Tätä menetelmää voidaan soveltaa myös kivisillä viljavilla alueilla, joissa laikkumätästys ei ole mahdollista. Ojitusmätästystä käytetään uudistusaloilla, joissa on tarpeen kuivata maata ja ohjata vettä pois alueelta. Tällaisista kivennäismaista tyypillisiä ovat hiesu- ja savimaat, joissa veden liikkuminen on rajallista. (Luoranen ym., 2020, s. 85)

2.4 Paakkutaimien istutus

Sopivien paakkutaimien valinta, jonka kriteereistä yksi tärkeimpiä on oikea ja sopiva viljelyaineiston alkuperä sekä perinnöllinen laatu, on onnistuneen istutuksen ohella tärkeä osa onnistunutta metsänkasvatusta. Mikäli taimien alkuperä ei ole istutuskohteeseen sopiva, niin se altistaa taimet erilaisille tuhoille ja heikentää myös taimien kasvua. (Rikala, 2012, s. 11)

Istutuksen suunnittelu vaatii huolellisuutta ja on tärkeää, että istutuspaikalle lähdeettäessä otetaan mukaan oikeat välineet, sekä riittävästi elinvoimaisia, hyvin kasteltuja ja istutuskohteelle sopivia taimia. Työskentely kohteella sujuu helpommin, kun taimien varastointipaikat on suunniteltu etukäteen, sekä varmistetaan myös, millaisia muokkausjälkiä tarvitaan sekä kuinka syväälle taimet tulee istuttaa. Taimien välivarasto voi sijaita kaukana istutuspaikasta. Tällöin on suositeltavaa siirtää taimia työmaavarastoon uudistusosalalle tai sen läheisyyteen, kuitenkin mieluiten vain yhden päivän tarpeita varten,

sillä väliavarastossa taimet säilyvät varmemmin elinvoimaisina. Työmaavarastossa taimet asetetaan varjoisaan paikkaan odottamaan istutusta. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 66)

Ennen istutusta on tärkeää varmistaa, että taimet ovat riittävän kosteita. Istutuskosteuden voi testata puristamalla paakkua kevyesti kädessä; jos siitä valuu vettä, kosteus on sopiva. Tuulisina ja aurinkoisina päivinä taimet haihduttavat runsaasti vettä, joten ne saattavat tarvita kastelua istutuspäivän aikana. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 67)

2.4.1 Istutus pottiputkella

Taimi istutetaan mättään keskelle siten, että sen ympärille jää 10-20 cm yhtenäinen kivennäismaapinta. Tämä toimenpide vähentää kilpailua pintakasvillisuuden kanssa sekä pienentää riskiä, että taimi joutuu tukkimiehentäin uhriksi. Yhteen mättääseen tulisi istuttaa vain yksi taimi. Taimen istuttaminen huonoihin kivennäismaihin, kuten vain humuskerroksesta kevyesti käännettyihin mättäisiin, ei ole suositeltavaa, sillä tukkimiehentäin ja kuivuustuhojen riski on tällöin erittäin korkea. Kuusen taimet voidaan istuttaa melko syväälle. Paakun päälle tulisi jäädä 5-10 cm maata. Tärkeintä on, että paakku sijaitsee mättään humuskerroksessa. Taimi on istutettava niin syväälle, että paakun alapinta on humuskerroksen alareunassa. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 67)

Mättään käännetyn humuksen alla 20 cm syvyydessä maa pysyy kosteampana (vesipotentiaali on korkea) verrattuna mättään päällä 10 cm syvyydessä vallitsevaan kosteuteen. Kun vesipotentiaali laskee alle lakastumisrajan (-1,5 MPa), taimet eivät saa maasta vettä ja alkavat kuivua. Syvemmälle humuskerrokseen istutetut taimet säilyvät kosteampina kuin mättään pinnan kivennäismaahan istutetut taimet. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 69)

Taimesta on kuitenkin jätettävä vähintään puolet maanpinnan ylle, jotta neulaset riittävät hyvän kasvun takaamiseksi. Mättään pinta on usein kuivempi kuin syvemmät kerrokset. Mättään sisällä oleva käännetty humuskerros estää veden kapillaarista nousua, mikä tekee pinnasta kuivemman. Humuskerroksen alla on sen sijaan kosteampaa. Kun taimet istutetaan laikkumättään humuskerrokseen, niiden kuivumisriski on pienempi verrattuna istutukseen mättään pintakerroksen kivennäismaahan. Lisäksi syvemmällä lämpötilan vaihtelut eivät ole yhtä voimakkaita kuin pinnalla, mikä vähentää toistuvan jäätymisen ja sulamisen vaikutuksia sekä rousteen riskiä. Istutuksen jälkeen maata taimen ympärillä on tiivistettävä kevyesti, jotta taimi pysyy pystyssä. Mättään pinnalle (2 cm) istutetuilla taimilla

on suurempi riski routaantua verrattuna mättään keskellä olevaan humuskerrokseen (10 cm) istutettuihin taimiin, sekä oja- että kääntömättäissä. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 70)

2.4.2 Paakkutaimien istutus koneellisesti

Taimet voidaan istuttaa myös koneellisesti ja markkinoilla on useita erilaisia istutuskoneita. Jotkut koneet keskittyvät pelkästään istutukseen, kun taas toiset sekä muokkaavat maata että istuttavat taimia. Tällä hetkellä yleisin muokkaava istutuskonetyyppi tuottaa laikkumättäitä, joiden uudistamistulos on osoittautunut erinomaiseksi. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 70)

Lisäksi on olemassa muitakin konetyyppejä, jotka tuottavat erilaisia muokkausjälkiä. Nykyiset istutuskoneet käyttävät istutuspäitä, jotka muistuttavat pottiputkea, joilla taimet saadaan yleensä istutettua riittävän syvälle maahan. Istutuskuoppa saattaa jäädä hetkellisesti auki istutuksen jälkeen, mutta se täyttyy useimmiten maalla ensimmäisten vesisateiden myötä. Pitkä sateettomuusjakso istutuksen jälkeen voi kuitenkin lisätä taimen kuivumisriskiä, mikäli kuoppa on avoin. Mikäli istutuskone myös muokkaa maata, sen tulisi kevyesti tiivistää muokkausjälki. Löyhä maa ei pidätä vettä yhtä hyvin kuin tiiviimpi maa, mikä lisää taimien kuivumisriskiä. Taimet kuljetetaan istutuspäivänä koneisiin erityisesti rakennetuille taimitelineille. Lämpimissä olosuhteissa taimet haihduttavat runsaasti, joten taimipaakkujen kosteutta on tärkeää seurata ja tarvittaessa kastella päivän aikana. Taimien optimaalisen kosteuden ylläpitämiseksi voidaan myös rakentaa taimitelineen pohja ja reunat vedenpitäviksi sekä lisätä telineeseen vettä useita kertoja päivässä. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 71)

Istutustiheys on tarkistettava säännöllisesti. Tämän määrittämiseen tarvitaan neljä metriä pitkä keppi tai naru. Jos käytetään narua, tarvitaan myös keppi, johon naru kiinnitetään. Kepin tai narun avulla kiertää istutuslalla ympyrä, josta lasketaan istutettujen taimien määrä. Taulukon avulla voidaan varmistaa, että hehtaarille istutetaan riittävä määrä taimia. Istutuskoneille on annettu muokkuskoneiden tiheyden tarkistamisohteet. Istutustiheyden tarkistaminen voidaan suorittaa 2,52 m tai 4,0 m pitkän narun tai kepin avulla. Esimerkiksi, jos naru on 4 m pitkä ja ympyrän sisälle on istutettu 10 tainta, tiheys on 2000 tainta/hehtaari. Taulukosta 1 voidaan nähdä koealan ympyrän sisällä olevien taimien määrä kahta eripituista keppiä käyttämällä, sekä vastaava taimien kokonaismäärä hehtaarilla. (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 72)

Taulukko 1. istutustiheyden tarkistaminen ympyräkoealan avulla (Luoranen & Kiljunen, 2006, s. 72)

Ympyrän sisään jääneitä taimia, kpl	Narun tai kepin pituus 2,25 m	Narun tai kepin pituus 4,0 m
3	1500	600
4	2000	800
5	2500	1000
6	3000	1200
7		1400
8		1600
9		1800
10		2000
11		2200
12		2400

3 Koneellinen istutus

Koneellista istutusta on testattu ja toteutettu erilaisilla koneilla jo useiden vuosikymmenten ajan, mutta silti vain pieni osa istutuksista suoritetaan koneellisesti. Koneellisessa istutuksessa ei ole kyse ainoastaan yhden työvaiheen koneistamisesta, vaan maanmuokkaus ja istutus tapahtuvat samanaikaisesti samalla koneella. Uudistamiskohde saadaan valmiiksi yhdellä kertaa ja saman koneyrityksen toimesta. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 23)

Koneellista istutusta hyödynnetään ensisijaisesti kuusen paakkutaimien istuttamisessa. Istutusprosessin peruskoneena toimii useimmiten kaivinkone, mutta myös hakkuukone voi toimia peruskoneena. Koneellinen istutus on tarkoitettu alueille, joissa käytetään laikkumätästystä ja kuusen istutusta uudistamismenetelmänä. Alueen ei kuitenkaan tulisi olla liian kivinen, ja vesitalouden on oltava kunnossa. Istutusta helpottaa, mikäli hakkuutähteet on poistettu ja kannot nostettu ennen istutustöitä. Koneistutuksen onnistumisen kannalta on olennaista, että maanmuokkaus on tehty huolellisesti ja että istutusajankohta on oikea sekä taimimateriaali sopivan kokoinen. Oikean kohteen valinta ja ammattitaitoinen koneenkuljettaja ovat myös avaintekijöitä hyvän lopputuloksen saavuttamisessa. Tutkimusten mukaan koneistutuksen muokkaus- ja istutustiheys ovat olleet tavoitteiden mukaisia, ja taimien eloonjäämisaste on jopa ylittänyt erikseen toteutettujen laikkumätästysten ja istutuksen tulokset. Tämä johtuu siitä, että

koneistuksessa taimien kasvun käynnistämiseen ja elinvoimaisuuteen vaikuttavat seikat toteutuvat luotettavammin ja laadukkaammin kuin perinteisessä miestyössä. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 24)

Kaikki istutuskoneilla istutettavat taimet ovat paakkutaimia. Puulajeistamme kuusi on parhaiten soveltuva koneelliseen istutukseen, mutta myös mäntyä voidaan istuttaa koneellisesti. Etelä-Suomessa kuusta voidaan istuttaa toukokuusta syyskuun loppuun. Männyn taimia suositellaan istutettavaksi vain keväällä kesäkuun alkuun saakka sekä syyskesällä elokuusta syyskuun loppuun. Kesällä kasvava männyn vuosikasvain on altis vaurioitumiselle, joten kesäistutuksia ei suositella. Koneistuksessa taimimateriaalin alkuperä- ja laatuvaatimukset ovat samat kuin käsityönä tapahtuvassa istutuksessa. Koneistettaessa taimien tasalaatuisuus ja yksittäisten taimierien kokoerojen minimointi korostuvat entisestään. Juuriston tulee olla ehjä ja elinvoimainen, ja juuripaakun on oltava riittävän tiivis, jotta se säilyy ehjänä koneen tärinän aikana. Koska kuusen istutusaika kattaa koko kesäkauden, on eri istutusajankohtiin valittava juuri niihin tuotettuja taimia. Taimihuollon järjestämiseksi on tärkeää tietää eri istutuskauden vaiheissa (kevät-kesä-syysy) tarvittavat taimimäärät, jotta taimitarhalta voidaan toimittaa parhaiten istutusaikaan soveltuva taimimateriaali. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 25)

Koneistuksen avulla voidaan vähentää työnjohdon tarvetta, koska taimet toimitetaan suoraan istutuksesta vastaavan koneyrittäjän välivarastoon. Välivaraston tulee olla tasainen ja varjoisa alue, kuten konehallin läheisyys, mikä helpottaa taimien kastelua ja huoltoa verrattuna maastoon. Välivarastoon toimitetaan noin kahden viikon tarpeen mukainen taimimäärä. Kesäisin taimet kasvavat 1-2 cm päivässä, joten toimitusaikataulut ja -määrät on pidettävä tarkasti hallinnassa, jotta taimet eivät kasva liian pitkiksi. Istutuskoneen kuljettaja vie yleensä päivittäin tarvittavan taimimäärän välivarastolta työmaalle. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 26)

3.1 Koneellisen istutuksen kohdevalinta

Onnistunut kohdevalinta on koneellisessa istutuksessa laadun ja tuottavuuden kannalta keskeinen tekijä. Kaikki uudistamiskohteet eivät kuitenkaan sovellu koneelliseen istutukseen. Periaatteessa kaikki alueet, jotka voidaan mätästää, ovat myös istutettavissa koneellisesti. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 26)

Koneellisesti uudistettavan alueen pinta-alan on oltava riittävän suuri, jotta työskentely on taloudellisesti kannattavaa. Pienemmillä alueilla koneen siirrot ja muut oheistoiminnot vievät kohtuuttoman suuren osan työajasta, mikä nostaa yksikkökustannuksia. Käytännössä uudistettavan alueen tulisi olla vähintään hehtaarin kokoinen. Suunnittelemalla uudistuskohteet riittävän ajoissa ennen istutuskautta, voidaan työkohteet yhdistää järkeviksi kokonaisuuksiksi. Koneistutuskohteiksi parhaiten soveltuvat tuoreet kankaat, sekä viljavammat kasvupaikat ja mätästettävät kuivahkot kankaat, sillä koneellisessa istutuksessa hyödynnetään laikkumätästystä maanmuokkaustapana. Koneellista istutusta on pääasiassa käytetty kivennäismailla, koska turvemaiden koneistutuksesta on vain rajallisesti tutkimustietoa. Koneistutus voi olla mahdollista ruoho- ja mustikkaturvekankaille, joissa kuivatusojat ovat kunnossa. Kuusi on paras puulaji koneistutukseen, koska sen uudistusaloilla laikkumätästys on tehokkain maanmuokausmenetelmä. Kohteen vesitalous ja maaston kaltevuus ovat myös tärkeitä tekijöitä istutuskohteen valinnassa. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 27)

Ojitukset ja muut vesitalouden järjestelyt on suositeltavaa toteuttaa ennen istutusta, mikäli se on tarpeen. Laikkumätästystä voidaan soveltaa alueilla, joissa pohjavesi ei nouse mättään tasolle. Pienet kosteat painanteet voidaan jättää käsittelemättä, jolloin niiden annetaan uusiutua luonnollisesti. Maaston kaltevuuden tulee olla sellainen, että se täyttää konetyön vaatimukset, eikä alue saa olla liian jyrkkärinteinen. Hakkuutärteiden ja kantojen poistaminen nopeuttaa koneellista istutusta, parantaa työn laatua ja helpottaa alueen kivisyyden arviointia. (Kukkonen & Kukkonen, 2014, s. 28)

3.2 Koneellisen istutuksen taimimateriaali ja istutusajankohdat

Istutusajankohdan vaikutuksia metsänuudistamisen onnistumiseen on tutkittu ja tuloksia on esitelty teoksissa ja tieteellisissä julkaisuissa. Tutkimusten tulosten ja tämän opinnäytetyössä tehtyjen havaintojen tarkastelussa on havaittavissa se, että koneistutus soveltuu myöhäiseen istutusajankohtaan paremmin kuin istutus pottiputkella.

Kaikki istutuskoneilla istutettavat taimet ovat paakkutaimia. Kuusi on puulajeistamme se, joka parhaiten soveltuu koneelliseen istutukseen, sillä laikkumätästys on tehokkain maanmuokausmenetelmä tuoreilla kankailla. Männyn koneellinen istutus on myös mahdollista, mutta tällöin on tärkeää valita kasvupaikka, joka on karumpi kuin kuusen istutuksessa. Koivun koneellista istutusta on toteutettu pääasiassa kokeilutarkoituksessa. Etelä-Suomessa kuusia voidaan istuttaa toukokuusta syyskuun loppuun. Männyn taimia

suositellaan istutettavaksi vain keväällä kesäkuun alkuun saakka sekä syyskesällä elokuusta syyskuun loppuun. Kesällä kasvava männyn vuosikasvain on altis vaurioitumiselle, joten kesäistutuksia ei suositella. Eri istutusajankohtiin on tärkeää valita juuri niihin tarkoitettuja taimia. (Laine & Syri, 2012, s. 27)

3.2.1 Kevätistutus

Kevätistutuksissa käytetään ulkona tai pakkasvarastossa säilytettyjä lepotilaisia taimia. Istutettaessa pakkasvarastoitujen taimien juuripaakkujen on oltava täysin sulaneet. Männyn taimien istutukset on lopetettava kesäkuun alussa riippumatta talvivarastointimenetelmästä, kun taas kuusen istutuksia voidaan jatkaa hieman pidempään. Kuusen pakkasvarastoidut taimet on otettava sulamaan viimeistään kesäkuun puolivälissä (juhannukseen mennessä), mutta istutuksia voidaan tehdä myös kesäkuun lopulla. Mikäli pakkasvarastointia jatketaan kesäkuun puolivälin jälkeen, kuusen kasvukausi jää liian lyhyeksi, mikä estää taimien riittävän kasvun ja karaistumisen ennen ensimmäisiä syyshalloja. (Laine & Syri, 2012, s. 28)

Kesäkuun puoliväliin mennessä on istutettava ulkona varastoidut kevätistutuksiin kasvatetut taimet. Muutoin taimet voivat kasvaa liian suuriksi suhteessa juuripaakkuunsa, ja juuristo saattaa kasvaa paakun ulkopuolelle. Ulkona varastoidut taimet alkavat kasvaa toukokuun lopulla, joten on tärkeää ottaa huomioon niiden herkkyys vaurioitumiselle. Keväällä voidaan istuttaa erilaisia maalajeja. Hienojakoiset, rousteherkät maat on parasta istuttaa keväällä, jotta taimet ehtivät juurtua kunnolla ja rousteriski vähenee. Myös ahavaherkät kasvit tulisi istuttaa alkukesällä, roudan sulamisen jälkeen, jotta ne ehtivät juurtua ennen syysy ja niiden toipumiskyky ahavasta paranee. (Laine & Syri, 2012, s. 29)

3.2.2 Kesäistutus

Kesäistutusta ei suositella männylle nykyisten tutkimustulosten perusteella, sillä se altistaa vuosikasvaimen vaurioitumiselle ja kuivuusriskeille. Kuusen istuttaminen kesällä on kuitenkin mahdollista. Heinäkuussa istutettaviksi valitaan riittävän suuria, kasvavia 1,5-vuotiaita taimia, jotka on erityisesti kasvatettu kesäistutusta varten. (Laine & Syri, 2012, s. 29)

Kevätistutuksista jääneet taimet ovat kasvaneet liian suuriksi ja niiden juuristo on päässyt ulos paakusta, joten ne eivät sovellu kesäistutuksiin. Kesäistutuksessa kasvavilla taimilla

on suurempi riski mekaanisille vaurioille verrattuna lepotilaisiin, puutuneisiin taimiin, mutta huolellisella käsittelyllä ja kastelulla kesäistutus voidaan toteuttaa onnistuneesti. Kesällä istutetut kuusen taimet juurtuvat nopeammin lämpimässä maassa, ja niiden kasvu myöhempinä vuosina on parempaa kuin keväällä tai syksyllä istutettujen, hitaasti juurtuvien taimien. Kesällä istutettujen taimien kuivumisriski on suurempi kuin keväällä istutettujen, mutta pienin kuivumisriski esiintyy keskikarkeilla mailla. (Laine & Syri, 2012, s. 30)

3.2.3 Syysistutus

Syysistutuksilla, jotka alkavat heinäkuun lopulla, voidaan istuttaa lyhytpäiväkäsiteltyjä taimia, jotka kestävät syyshalloja ja kuivuutta. Nämä taimet tarjoavat joustoa istutusaikojen suhteen, sillä niiden pituuskasvu on jo päättynyt. On kuitenkin tärkeää muistaa, että seuraavana keväänä käsittelemättömät taimet puhkeavat silmuun aikaisemmin. Nykyisten tutkimustulosten mukaan syyskuun jälkipuoliskolla on mahdollista istuttaa myös käsittelemättömiä taimia. Istutuskauden suositellaan päättyvän syyskuun lopussa. Vaikka maan lämpötila saattaisi olla suotuisa myöhemmin, valon määrä vähenee syyskuun puolivälin jälkeen, mikä johtaa siihen, että yhteyttämistuotteet eivät riitä taimien ylläpitohengityksen jälkeen juurten kasvuun, eikä juurtumista siten tapahdu. Huonosti juurtuneiden taimien riski routaantua kasvaa, ja ne ovat alttiita kevätahaville. Lisäksi lumen saapumisen ajankohdasta riippuen juuristot voivat olla alttiita pakkaselle. Syysistutuksia tulisi erityisesti välttää turvemilla ja hienojakoisilla alueilla suuren routa- ja rousteriskin vuoksi. (Laine & Syri, 2012, s. 30)

Luonnonvarakeskuksen Suonenjoen toimipisteessään tehneen tutkimusten tuloksista selvisi, että istutusajankohta vaikuttaa kuusen ja männyn taimien juurten kasvun alkamiseen seuraavana keväänä sekä sitä kautta myöhempään maastomenestymiseen. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia loppukesällä ja syksyllä istutettujen kuusen ja männyn paakkutaimien juurtumista ja menestymistä verrattuna perinteiseen kevätistutukseen. Elokuun puolivälistä lokakuun puoliväliin istutettiin sekä kuusen että männyn lyhytpäiväkäsiteltyjä paakkutaimia kahden viikon välein ja vertailuerä istutettiin seuraavana keväänä toukokuun puolivälissä. Istutukset suoritettiin kahdessa kokeessa, joista intensiivisemmin seuratus kokeen taimet istutettiin entiselle taimitarhapellolle ja toisessa taimien maastomenestymistä selvittäneessä kokeessa taimet oli istutettu laikkumätästetylle uudistusosalalle. Intensiivikokeessa juurtumista arvioitiin kolmen viikon kuluttua istutuksesta sekä kolme kertaa seuraavan vuoden aikana. Lisäksi istutusta seuranneena keväänä tarkkailtiin verson kasvun alkamista. Käytännön uudistusosalalla taimien eloonjäämistä ja verson kasvua seurattiin kahden vuoden ajan istutuksen jälkeen. Juurten kasvu väheni

merkittävästi syyskuun alun jälkeen heti istutuksen jälkeen ja loppui kokonaan syyskuun puolivälin jälkeen istutetuilla taimilla. Seuraavana keväänä juurten kasvu käynnistyi nopeammin aikaisemmin kasvukaudella istutetuilla taimilla verrattuna loppusyksyllä istutettuihin. (Luoranen, 2018, s. 1)

Verson kasvun aloituksessa ei havaittu eroja eri istutusajankohtien välillä. Kokeissa kaikki taimet pysyivät elossa suotuisien sääolosuhteiden ansiosta heti istutuksen jälkeen sekä seuraavana talvena ja keväänä. Kahden ensimmäisen istutuksen jälkeisen vuoden aikana keväällä istutettujen taimien verson kasvu oli vähäisintä. Parhaiten kehittivät elokuussa ja syyskuun alussa istutetut taimet. Tulosten perusteella voidaan todeta, että sekä kuusen että männyn taimien istuttaminen myöhäisessä syksyssä on mahdollista ainakin sellaisina vuosina, jolloin talven ja kevään sääolosuhteet eivät ole liian ankaria taimille. Tärkeää on, että taimet istutetaan huolellisesti ilman stressitekijöitä ennen tai heti istutuksen jälkeen. Myöhään syksyllä istutetut, heikosti juurtuneet taimet alkavat juurten kasvun seuraavana keväänä hitaammin verrattuna aikaisemmin istutettuihin ja paremmin juurtuneisiin taimiin. Tämä juurten kasvun hitaus vaikuttaa negatiivisesti myös taimien verson kasvuun tulevina vuosina. Heikko juurtuminen voi heikentää taimien menestymistä maastossa erityisesti ankarina säävuosina. (Luoranen, 2018, s. 2)

Metsäyhtiöiden mukaan keväällä ei ole riittävästi istuttajia tai maanmuokkaajia kaikille kohteille, joten syksy tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden kevään istutusruuhkien purkamiseen. Istutustyön ja taimien hinta pysyy samana sekä keväällä että syksyllä. Optimaalisissa olosuhteissa syysistutus voi edistää uuden taimikon kasvua, mutta, jos käy niin että routa nostaa taimet maasta, istutustulokset voivat jäädä heikoiksi. Metsänomistajan näkökulmasta syysistutus tuo mukanaan riskejä, jotka johtuvat pääosin epävarmuudesta kohdevalinnassa. Hienojakoisilla mailla routa nostaa syksyllä istutettuja taimia, minkä vuoksi syysistutusta ei suositella hiesu- ja savimailla tehtäväksi. Maaperältään sopivien syysistutuskohteiden tunnistaminen on kuitenkin haastavaa, koska metsävaratiedon perusteella maalajitteita ei voida luotettavasti määrittää, eikä leimikoita ja viljelyketjuja suunniteltaessa tulevien metsänviljelykohteiden maalajitteita tutkita. Istutus voidaan toteuttaa riskittä vain hieta- ja hietamoreenimailla, jotka tarjoavat riittävät olosuhteet kuusen kasvuille. Myös koivu on soveltuva syysistutuksiin. Kohdevalinnan vaikeutta lisää se, että maalajite voi vaihdella jopa saman metsänviljelykuvion sisällä. (Riikilä, 2023)

Toinen riskialue on syystaimien säilytys ennen istutusta. Syksyllä taimia ei saa pitää pimeässä, koska ovat kasvuvaiheessa ja tarvitsevat sekä vettä että valoa. Jo viikon

pimeässä säilytys voi lisätä taimien kuolleisuutta. Syksyllä taimilaatikoita ei tulisi pinota päällekkäin, vaan laatikot on avattava ja asetettava niin, että jokainen laatikko saa riittävästi valoa. Kevättaimet kestävät huolettomampaa käsittelyä, mutta syksyllä taimien kanssa on oltava huomattavasti tarkempina. Tieteellisen tutkimustiedon mukaan suotuisissakin olosuhteissa istutukset olisi parasta toteuttaa jo elokuun alussa tai viimeistään elokuun vaihteessa. Elokuun alku on hyvin sopiva aika istutuksille, jolloin taimet ehtivät juurtua ennen syksyä. Huolellinen maanmuokkaus ja taimien syväälle istuttaminen parantavat onnistumisen mahdollisuuksia. (Riikilä, 2023)

3.2.4 Koneistutettujen taimien menestyminen

Jotta koneellisella istutuksella olisi mahdollisuuksia yleistyä, tulisi sen olla kilpailukykyinen perinteisen maanmuokkauksen ja istutuksen kanssa. Tuottavuuden ja kustannusten lisäksi myös istutuskoneiden muokkausjäljen ja istutuksen laadun pitäisi olla kilpailukykyisiä ja taimien maastomenestymisen istutuksen jälkeen olla hyvä. Luoranen ym. (2011) tutkivat edellä mainittuja asioita vuosien 2000–2002 aikana käytännön koneistutusaloilla Keski-Suomessa ja Savossa. Tuolloin Suomessa oli käytössä kaksi eri merkkistä istutuskonetta, joista kumpikaan ei ole tämän opinnäytetyön toimeksiantajan valmistama laite. Toinen istutuskoneista tekee laikkumättäitä, joihin kone istuttaa taimen, kun taas toisen maanmuokkaus perustuu jyrshintään, jossa muokkausjälki syntyy jyrsimällä humuksesta ja kivennäismaasta tehty kohouma.

Tehdyssä kokeessa mitattiin koealojen taimet, arvioitiin taimien kunto sekä muokkauksen ja istutuksen laatu istutuksen jälkeisen vuoden syksyllä. Tämän lisäksi uudistusaloilta otettiin 17 ympyräkoealaa, joilta selvitettiin muokkaus- ja istutustiheydet. Nämä mittaukset toistettiin kolmen vuoden kuluttua istutuksesta, jolloin saatiin taimien selviytymisestä vertailukelpoista aineistoa koneistutusaloilta, jota verrattiin samoihin aikoihin toteutettuihin manuaalisiin kuusen istutuksen uudistamistuloksiin. Kummallakin istutuskoneella istutettiin keskimäärin 1800 tainta hehtaarille, joista taimia oli edelleen elossa noin 87 % ja noin 69 %. Manuaalisen istutuksen taimien eloonjäämisprosentti oli noin 77. (Luoranen ym., 2011, s. 311)

Tutkimuksissa havaittiin, että taimien maastomenestyminen oli hyvä, jos mättään pinnalla taimen ympärillä oli kivennäismaakerros ja yhtenäinen kivennäismaakerros myös vähensivät tukkimiehentäin tuhoja. Kivennäismaakerroksen muodostumisessa eri laitemerkkien välillä havaittiin eroja ja suuri humus- ja humus-kivennäismaapintaisten mättäiden määrä voisi selittää istutettujen taimen suuren kuolleisuuden, mutta myös istutuskoneen kuljettajalla voi

olla vaikutusta istutustyön laatuun. Kivisyyden lisääntyminen istutuslalla huononsi maanmuokkauksen ja istutuksen laatua ja lisäsi silloin myös taimien kuivumisriskiä.

Tutkimuskohteiden istutukset tehtiin touko- marraskuun välisellä ajalla ja istutusajankohtien välillä ei havaittu eroa taimien maastomenestymisessä. Taimien tulee olla sopivan kokoisia kasvatustiheyteen nähden ja kehitysvaiheeltaan istutusajankohtaan sopivia ja tutkimuksessa havaittiin kasvatusta- tai kuljetuslaatoissa liian pitkään olleiden taimien kasvun olleen heikkoa istutuksen jälkeen. Johtopäätös tutkimuksesta oli, että koneistus onnistuu kaikkina testatuista ajankohdista, kun maanmuokkauksella pystytään saamaan kivennäismaapintaisia mättäitä ja taimet ovat kuhunkin istutusajankohtaan sopivia.

(Luoranen ym., 2011, s. 312)

3.3 Toimeksiantajayrityksen laitteisto ja taustajärjestelmä

Koneistuslaitteistona käytetään kaivinkoneen puomiin kauhan tilalle liitettyä koneistuslaitetta, johon mahtuu laitteen mallista mukaan jopa 160 tainta yhdellä kertaa. Jos koneistuslaite on varustettu lisävarusteilla, voidaan istutustapahtuman yhteydessä tehdä myös esimerkiksi boorilannoitus tai hirvieläinkarkoitteen levitys. Koneistuslaitteen ja kaivinkoneen muodostaman yhdistelmän tekniset yksityiskohdat: Kaivinkone koko vähintään yli 13 tonnia ja paino 1100-1400 kg. Hydraulijärjestelmän paine vähintään 160 Bar ja virtaus 160 l / min. Kasetin koko 150-160 55 * 55mm tai 120 75 * 75mm. Mätästävä istutuslaite, jonka muokkausleveys on 520mm. Laitteiston sähköjärjestelmä 24V, jossa Parker IQAN -ohjausjärjestelmä ja G11-etäohjaus Bluetooth- modeemi. Kuvassa 1 toimeksiantajayrityksen valmistama koneistuslaite työssä. (Risutec, n.d. -a)

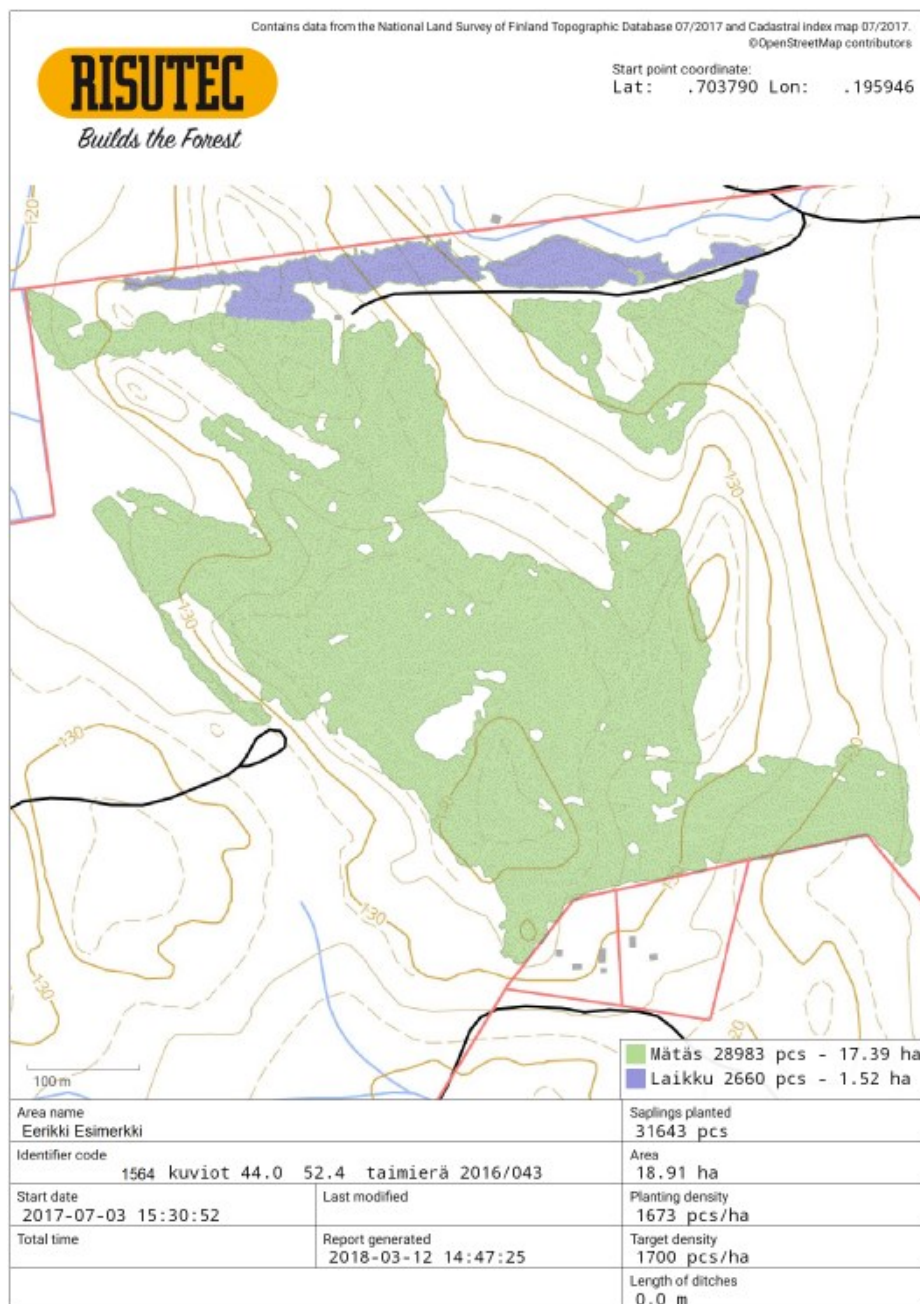
Kuva 1. Toimeksiantajayrityksen valmistama koneistutuslaite (Risutec, n.d. -b)



Toimeksiantajayrityksen järjestelmällä dokumentoitu materiaali on helppo välittää eteenpäin, säilyttää ja jatkokäsitellä. Järjestelmän avulla metsäurakoitsija voi reaaliajassa raportoida tekemistään työnsuorituksista maanomistajalle ja urakanantajalle. Järjestelmän tukemia töitä ovat esimerkiksi mätästys, istutus, ojitus ja kantojen nosto. Järjestelmä tallentaa tehdyn suorituksen paikkatiedon, sekä tähän liitettävissä olevan muun merkityksellisen tiedon, kuten taimien/mättäiden määrä, tiheys, taimilaji ja käsittely. Järjestelmä voidaan asentaa kaikkiin metsässä liikkuviin koneisiin ja se kertoo muokkauspisteen paikan, pinta-alan ja tiheyden. Istutukseen liittyvien työvaiheiden lisäksi järjestelmä toimii myös esimerkiksi linjan raivauksessa sekä kantojen nostossa. Kaivinkoneen joystickin painikkeisiin kytkettävä dokumentointijärjestelmä näyttää sijaintitiedot reaaliajassa ja siihen voidaan esiohjelmoida yleisimmät toiminnot sopivaksi

urakoitsijan työhön. Järjestelmää on mahdollista käyttää myös työsuorituksen maksuperusteena, joko tehdyn pinta-alan tai kappalemäärän perustella ja se voi muuttaa hehtaariperusteisen taksan yksikköperusteiseksi. Järjestelmä eliminoi ylitiheyden istutuksissa ja reaaliaikainen tieto auttaa reagoimaan ja korjaamaan tilannetta välittömästi. Järjestelmä poistaa koealojen mittaustarpeen kokonaan ja näyttää metsätilojen rajat, säästöpuukohteet ja muut arvokkaat kohteet. Kuvassa 2 on esimerkki toimeksiantajan järjestelmästä tulostetusta koneistutusraportista. (Risutec, 2021b, s. 1)

Kuva 2. Koneistutusraportti toimeksiantajan järjestelmästä (Risutec, 2021b, s. 2)



4 Tutkimukset maastossa

Muutaman viime vuoden sisällä tehdyillä koneistutuskohteilla käytiin tekemässä kaksi erillistä kahden päivän maastojaksoa, ensimmäinen kesäkuun alussa ja jälkimmäinen lokakuun alussa. Taimikoissa tehtiin silmämääräisiä havaintoja taimien elinvoimaisuudesta ja kasvusta, sekä runkolukumittauksia koealoilla ja tutkittiin myös kasvupaikkaa sekä maalajia pistolapion avulla.

Koneistutuspalstoilla arvioitiin myös mahdollista taimikonhoidon tarvetta ja sen tekemisen tai tekemättä jättämisen vaikutuksia taimien senhetkiseen tilaan. Tehdyt havainnot raportoitiin koneistutukset tehneelle urakoitsijalle, jotta hänellä on mahdollisuus halutessaan tehdä toimenpiteitä, tai käyttää tietoa hyödyksi jatkossa.

4.1 Taimien tutkiminen

Taimien elinvoimaisuutta arvioitiin ulkoisten seikkojen perusteella ja koealoilla tehtiin pituusmittauksia keskimääräisen vuotuisen kasvuvauhdin selvittämiseksi. Tuoreimpia vuosikasvuja ei erikseen mitattu, mutta merkittiin havainto siitä, onko kuluvan kasvukauden kasvu ollut hyvää vai huonoa. Pituusmittaukset suoritettiin tavallisen rullamitan ja pidempien taimien kohdalla runkolukumittauksissa käytetyn neljän metrin vavan avulla.

Mitattujen taimien pituuksien keskiarvot laskettiin koealakohtaisesti ja ne jälleen lisättiin urakoitsijalle toimitettuun raporttiin, joten niistä voidaan haluttaessa päätellä taimikon vuotuisesta kasvusta, kun istutusajankohta ja taimien alkuperä on tiedossa.

4.2 Kasvupaikkatyyppien määrittäminen

Toimeksiantajalle maastojaksojen jälkeen toimitetuissa väliraporteissa ei kuitenkaan arvioitu sitä, onko puulaji valittu oikein millekin kasvupaikalle, vaan kerrottiin vain taimien senhetkinen tilanne ja suositeltiin tehtäväksi metsänhoitotoimenpiteitä, jos sellainen oli taimikossa ajankohtainen.

Havaintoja tehdessä ei tullut eteen yksityiskohtia, joiden perusteella puulajivalinta olisi ollut väärä millekään kasvupaikalle. Alue missä istutuskohteet sijaitsivat, on melko viljavaa, joten karumpia kasvupaikkatyyppisiä ei juurikaan ollut edes lähistöllä.

4.3 Maaperätutkimukset

Maalajin määrittäminen tehtiin istutuskohteilta silmämääräisen arvion mukaan parista keskimääräistä maalajia edustavan näköisestä kohdasta. Maata kaivettiin vain pienen pistolapiollisen verran, eikä maalajin määrittämisessä pyritty tarkkaan määrittelyyn, vaan lähinnä selvittää, että onko maaperä riittävän sopivan kyseisen puulajin kasvattamiseen.

Taimikkokuvioiden sisälläkin oli maaperässä sellaista vaihtelua, että joka kohdassa taimet eivät aina olleet menestyneet yhtä hyvin. Jokaisessa taimikossa kuitenkin suurin osa pinta-alasta oli hyvät taimien kasvun edellytykset tarjoavaa maaperää ja -lajeja, joten senkään puolesta ei ollut tarvetta kyseenalaistaa puulajin valintaa millään kohteella.

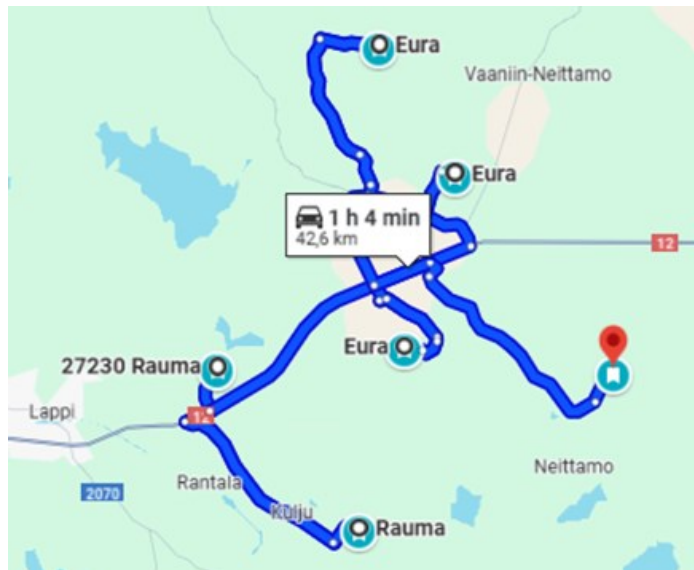
4.4 Navigointi kohteisiin

Tutkitut koneistutuskohteet sijaitsivat paikoissa, jotka eivät olleet millään tavalla etukäteen tuttuja, joten kohteisiin piti löytää perille sijaintitiedon avulla. Toimeksiantajayrityksen järjestelmän raporteissa näkyy vain se osa kartasta, jolla koneistutuspaikat sijaitsivat, joten se ei ollut riittävä tieto löytämään perille kohteisiin. Raporteissa on kuitenkin tieto istutuksen aloituspisteistä koordinaatteina, jolla tiedolla oli mahdollista löytää perille. Koska kohteisiin mentiin autolla, eikä maksullisia karttasovelluksia ollut käytössä, niin navigointivälineeksi valikoitui Google Maps.

Koneistutusraporttien koordinaattitiedot eivät kuitenkaan ole Google Mapsin suoraan ymmärtämässä muodossa, vaan ne vaativat pieniä välimerkkimuutoksia. Raporteilla sijaintikoordinaatit ovat muodossa esimerkiksi Lat: 60,991084 Lon: 22,514415, josta piti muuttaa pilkut pisteiksi ja laittaa pilkku lukemien väliin (60.991084,22.514415), niin Google Maps hyväksyi lukemat ja löysi istutusten aloituspisteiden sijainnit. Maastokohteiden sijainnit tallennettiin etukäteen Google Mapsiin, jolloin ne olivat helppoja autossa löytää ja aloittaa navigointi kohteeseen.

Google Mapsiin tallennettujen sijaintipisteiden perusteella suunniteltiin maastopäivien ajoreitit, joissa välimatkat ja ajoajat yritettiin optimoida mahdollisimman lyhyiksi ja nopeiksi, mutta samalla huomioiden myös matkat. Esimerkki reittisuunnitelmasta kuvassa 3.

Kuva 3. Reittisuunnitelma Google Mapsissa (Google,n.d.)



5 Tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, että miten hyvin myöhään syksyllä koneistutetut taimet on kasvaneet ja selvinneet muutaman kasvukauden jälkeisenä aikana istutuksista. Kyseessä oleva koneistutusurakoitsija ei ollut tehnyt vastaavia istutuksia vielä kovinkaan montaa vuotta, eikä riittävän tarkkaa tietoa istutettujen taimien menestymisestä näin ollen vielä ollut. Urakoitsijan ensisijaisena toiveena oli selvittää, miten paljon kuolleita taimia on ja onko mahdollisesti tarvetta täydennysistutuksille.

Taimien elinvoimaisuuden tutkiminen tapahtui koneistutusaloilla, jotka urakoitsija on istuttanut viimeisen muutaman vuoden aikana. Tutkittavat kohteet oli kaikki istutettu melko myöhään syksyllä, myöhäisimmät marraskuussa. Taimikoita käytiin tutkimassa maastossa kahtena eri ajankohtana; 4.-5.6.2024 ja 6.-8.10.2024. Maastokohteilta otettiin valokuvia taimikoiden yleisilmeestä, sekä taimien kasvua havainnollistavia kuvia ja myös kuvia mahdollisista ongelmakohtista, joista kuva 4 on esimerkkinä.

Kuva 4. Kuivanut kuusentaimi maastokoealalla

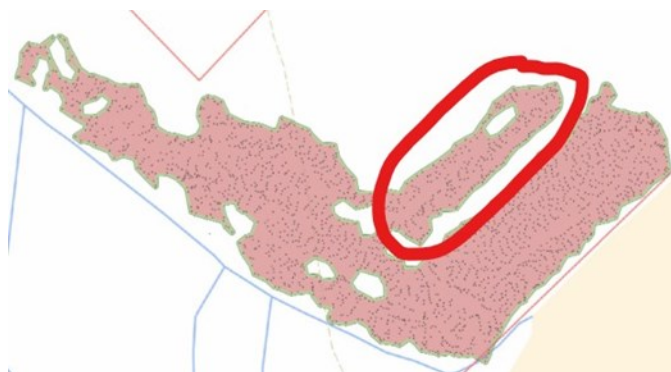


Taimikoilla tehtiin vaihteleva määrä koealamittauksia hehtaaria kohden, riippuen kasvupaikan vaihtelevuudesta taimikon sisällä. Runkolukua hehtaaria kohden verrattiin toteutuneeseen istutusmäärään, josta saatiin taimikkokohtainen kuolleiden tai kadonneiden taimien määrä hehtaaria kohden. Puuttuvien taimien määrä vaihteli eri taimikoiden välillä melko paljon ja parilla kuviolla taimia oli enemmän kuin istutusvaiheessa, joka johtui todennäköisesti mukaan lasketuista luontaisista taimista. Puuttuvien taimien keskiarvo kaikilta taimikoilta oli noin 130 puuttuvaa tainta per hehtaari.

Kuusentaimien kasvu oli ollut normaalia, tai vastaavaa mitä kasvupaikkojen ja maantieteellisen sijainnin perusteella kasvun voidaan olettaa olevan. Riittävästi kasvutilaa saaneiden taimien vuosikasvut olivat pääsin hyviä, eikä sekään poikkea kuusentaimien odotetusta kasvutahdista.

Jos joillakin taimikoilla oli alueita, joissa oli erityisen paljon kuolleita tai todella kitukasvuisia taimia, niin niistä tehtiin erikseen merkintä ja suositeltiin koneistutuksen tehneelle urakoitsijalle mahdollista täydennysistutusta. Huonokasvuisen alueen merkinnästä ja raportoinnista on esimerkkinä kuva 5, jossa alue on ympyröity koneistutusraportin karttapohjalle.

Kuva 5. Alue istutusalueella, jossa vain kuolleita taimia



Maastossa tehtyjen havaintojen pohjalta voidaan todeta, että istutuskohteiden kasvupaikat ja maalajit sopivat pääosin kuusen istutukselle, mutta joissakin kohdin joitakin taimikkoja, maa oli kuuselle hieman liian märkää. Suurin osa märkyshavainnoista tehtiin lokakuuisella maastojaksolla, mutta ne havainnot tehtiin niillä kohdin, missä taimet olivat joko kuolleita, tai pahasti kitukasvuisia.

Mikään taimikoissa tehty maastohavainto ei viitannut siihen, että koneistutuksella tai myöhäisellä istutusajankohdalla olisi suoraan vaikutusta taimien menestymiseen, joten ei ole nähtävissä mitään syytä miksi koneistutuksia ei voisi jatkaa samalla tavalla kuin urakoitsija on niitä tähänkin asti tehnyt.

6 Johtopäätökset

Maastohavaintujen, sekä olemassa olevan tutkimustiedon perusteella voidaan päätellä, että myöhäinen istutusajankohta ei merkittävästi vaikuta koneistutettujen taimien kasvuun ja menestymiseen, vaan tärkeämpää on taimien kasvupaikka ja maalaji. Näyttäisi kuitenkin siltä, että myöhäisen syksyn kylmät ja kosteat ilmat saattaisivat vaikuttaa maaperän märkyteen, mutta roustehavaintoja ei maastokäynneillä tehty. Koneella istutetut paakkutaimet myös painetaan tukevammin mättääseen kuin pottiputkella istutettaessa, joten sillä on myös todennäköisesti vaikutusta siihen, että roustevaurioita ei havaittu. Tästä voidaan päätellä myös se, että koneistutuslaitteen tekemän maanmuokkaus on vähintäänkin riittävän laadukasta.

Kaikki tarkastellut koneistutuskohteet, yhtä mänty- ja yhtä koivupalstaa lukuun ottamatta, oli istutettu kuuselle. Näin ollen oikean puulajin valintaa oikealle kasvupaikalle ei tarvinnut kovinkaan paljon pohdiskella, mutta joissain kohdin kasvupaikka vaikutti olevan kuuselle

liian märkä, joten ehkä niiden tapausten tilalle olisi voinut suositella koivun istutusta. Varsinkin savisiin kohtiin istutettujen taimien selviytymisprosentti vaikutti olevan melko huono.

Tulosten perusteella voitiin kuitenkin melko aukottomasti vetää johtopäätös, että etenkin kun istutusmenetelmänä on koneellinen istutus, niin silloin myöhään syksyllä istutettujen taimikkojen kasvu on alkanut vastaavalla tavalla kuin aiemmin kesällä istutettujen taimikkojenkin yleensä on nähty lähtevän kasvuun.

Mikäli taimikoissa olisi tehty heinäystä, jota ei käytännössä oltu tehty yhdessäkään tukiskelluista taimikoista, niin taimet olisivat hyvin todennäköisesti löytyneet helpommin, sekä myös kasvaneet suuremmiksi ja taimien kuolleisuus olisi ollut pienempi. Tästäkin voidaan vetää johtopäätös, että istutuksen jälkeen tehdyt tai tekemättä jätetyt taimikonhoitotoimet vaikuttavat tulokseen enemmän kuin se, että taimikot on istutettu koneellisesti myöhäissyksyisenä ajankohtana.

7 Pohdinta

Opinnäytetyö lähti koneistutuslaitteita valmistavan yrityksen ja koneistutuksia tekevän yrittäjän tarpeesta saada tietoa muutaman vuoden sisällä istutettujen taimien tilasta istutuksen jälkeen. Tässä opinnäytetyössä tehdyt havainnot ja tutkimukset antoivat heille tietoa siitä, että myöhäinen istutusajankohta loppusyksystä ei ole kovinkaan merkittävästi vaikuttanut taimien kehitykseen ja selviämiseen. Tämän tiedon perusteella he voivat arvioida onko koneistutustyötä järkevää jatkaa yhtä pitkälle loppusyksyyn kuin mitä on nyt tehty, eli käytännössä maan jäätyksen ajankohtaan saakka.

Maastojaksoilla tehdyt havainnot eivät välttämättä olleet kovinkaan tarkkoja, koska kummatkin maastojaksot tehtiin ajankohtana, jolloin aluskasvillisuus oli korkeaa tai melko korkeaa. Varsinkin nuorimpien taimikoiden osalta oli vaikea varmistaa, että onko taimi kuollut ja sen takia hävinnyt korkean aluskasvillisuuden alle, vai eikö elävää taimea vain löytynyt aluskasvillisuuden seasta. Maastokäyntien ajankohdat yritettiin ajoittaa niin, että aluskasvillisuus ei olisi liian pitkää, mutta se ei oikein onnistunut kummankaan maastojakson kohdalla. Ensimmäisellä jaksolla kesäkuussa aluskasvillisuus oli ehtinyt kasvaa jo aika pitkäksi, kun taas toisella jaksolla lokakuussa ei aluskasvillisuus oikein ollut ehtinyt vielä kuihtua pois.

Maastokäynneillä oli tärkeää huomata, että vaikka lähes kaikki maastokohteet sijaitsivatkin maantieteellisesti vain parin kymmenen kilometrin säteisellä alueella, niin ajosuunnittelu ja käyntijärjestys oli syytä suunnitella huolella ajan säästämiseksi. Vaikkakin suurin osa taimikoista oli istutettu kuuselle, niin istutusajankohdat vaihtelivat syyskuun alkupuolelta marraskuun loppupuolelle ja myös kasvupaikoissa oli hieman eroja, joten oli perusteltua käydä mahdollisimman monella maastokohteella.

Koneistutuksia tekevä urakoitsija on toimittanut muutaman toimeksiantajayrityksen järjestelmästä tulostetun koneistutusraportin, joista näkyy taimikkojen sijainti (istutustyön aloituspiste), istutettujen taimien puulajit ja istutustiheydet yms. Kartalle on piirretty myös jokaisen taimen tarkka sijainti istutusalueella, mutta niiden hyödyntäminen ei käytännössä ainakaan tässä tapauksessa onnistunut.

Taimikkojen paikallistaminen ja löytäminen yhdessä rajallisen ajankäytön kanssa vaikeuttivat silmämääräisten havaintojen tekemistä, etenkin jos vierekkäisten kuvioiden välillä ei ollut kovinkaan selvää eroa, tai jos kuviota ei pystynyt paikallistamaan ollenkaan. Vain yhden kuvion kohdalla kuitenkin oli sellainen tilanne, että ei pystytty toteamaan onko istutus jäänyt kokonaan tekemättä, vai eikö koko kuvioita tai taimia vain jostain syystä maastosta löytynyt.

Oman ammatillisen kehittymisen kannalta tämä opinnäytetyö antoi mahdollisuuden tutustua koneistutukseen hieman enemmän kuin mitä lähtötiedot asiasta olivat ja maastokäynnit opettivat tarkastelemaan taimikon laatua tarkemmalla silmällä. Myös havaintojen tekeminen ja tietojen kerääminen opinnäytetyön toimeksiantajan tarpeisiin vastaavasti, oli asia, johon piti erikseen kiinnittää huomiota. Kummankin maastojakson jälkeen koostetut ja toimeksiantajalle ja koneistutusurakoitsijalle toimitetut raportit, näyttivät olevan ainakin suurin piirtein sitä mitä he halusivatkin, koska palaute oli positiivista.

Kuitenkin toivottavaa olisi ollut, että taimikkojen havainnointiin olisi löytynyt enemmän konkreettisia tai tieteellisiä keinoja silmämääräisten havaintojen lisäksi. Näin ollen myös silmämääräisen arvion tekijän oma mielipide vaikuttaa lopputulokseen, mutta toisaalta metsätaloudessa metsäammattilaisen näkemykset ja mielipiteet ovat osa ammattitaitoa.

Jos nyt aloittaisin tämän opinnäytetyön tekemisen uudelleen, niin tekisin selkeämmän suunnitelman maastokäyntejä ja -havaintojen tekemistä varten. Nyt vertailu tutkittuun tieteelliseen pohjaan jäi todella vähäiseksi, koska vertailtavaa tietoa kerättiin osalta istutuskohdeista melko vähän. Myös koealamittauksien määrät vaihtelivat, välillä huonon

ajankäytön seurauksena, mutta myös siksi, että otettavien koealojen määrästä ei ollut riittävän tarkkaa suunnitelmaa. Systemaattisesti samojen asioiden tekeminen kaikilla kohteilla olisi ollut tärkeää johdonmukaisten tulosten aikaansaamiseksi.

Mikäli taimien tulevien vuosien kasvusta ja menestymisestä halutaan lisää tietoa, voisi jatkotutkimusehdotuksena olla seurantatutkimus taimikoille lähivuosina. Varsinkin osalla kuvioista taimet olivat vielä niin nuoria, että mahdollisesti kriittisiä kasvunvaiheita saattaa olla vielä tulossa.

Lähteet

- Google. (n.d.). [Ajo-ohje Rauma-Eura]. Haettu 13.1.2025 osoitteesta <https://www.google.com/maps/>
- Kukkonen, M. & Kukkonen, E. (2014). *Koneellinen Metsänhoito*. Karelia Ammattikorkeakoulu.
- Laine, T. & Syri, M. (2012). *Koneellisen metsänistutuksen opas*. Metsäntutkimuslaitos.
- Luoranen J. (2018). *Istutusajankohta vaikuttaa kuusen ja männyn taimien juurten kasvun alkamiseen seuraavana keväänä sekä sitä kautta myöhempään maastomenestymiseen*. Metsätieteen aikakauskirja, vuosikerta 2018, artikkeli 9994. <https://doi.org/10.14214/ma.9994>
- Luoranen, J. & Kiljunen, N. (2006). *Kuusen paakkutaimien viljelyopas*. Metsäntutkimuslaitos.
- Luoranen, J. & Kiljunen, N. (2006). Istutustiheyden tarkistaminen [taulukko]. *Kuusen paakkutaimien viljelyopas*. Metsäntutkimuslaitos.
- Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. (2011). *Kuusen taimien istuttaminen Bracke- ja Ecoplanter -istutuskoneilla – maanmuokkauksen, istutuksen ja taimien maastomenestymisen arviointi*. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2011 numero 4 artikkeli 6823. <https://www.metsatieteenaikakauskirja.fi/pdf/6823>
- Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. (2020). *Metsänuudistaminen*. Metsäkustannus.
- Riikilä, M. (18.9.2023). *Syysistutus on suuri riski – kohteen valinta on vaikeaa, aikaa on vain syyskuun alkuun*. Metsälehti. <https://urly.fi/3GG8>
- Rikala, R. (2012). *Metsäpuiden paakkutaimien kasvatusopas*. Metsäkustannus.
- Risutec. (n.d. -a). *PM mätästävä istutuskone*. <https://risutec.fi/fi/pm-metsataimien-istutuskone/>
- Risutec. (n.d. -b). PM-160 [kuva]. Risutec. <https://risutec.fi/fi/pm-metsataimien-istutuskone/>
- Risutec. (2021a). *Datasheet, PM - Metsän rakentaja*. <https://risutec.fi/wp-content/uploads/2021/05/PM-Datasheet-FI-1.pdf>
- Risutec. (2021b). *Datasheet, ASTA -järjestelmä*. <https://risutec.fi/wp-content/uploads/2021/05/ASTA-Datasheet-FI.pdf>
- Risutec. (2021b). *ASTA esimerkkiraportti* [kuva]. <https://risutec.fi/wp-content/uploads/2021/05/ASTA-Datasheet-FI.pdf>

Liite 1. Koneistutusurakoitsijan haastattelu

Kerro yrityksestäsi?

-Oma yritys A-S Lämpöenergia Oy. Tekee koneistutuksia yhdessä poikansa kanssa. Pääosa yrityksen tuloista tulee energiapuun, eli oksien ja kantojen keruusta. Ovat yrittäneet myydä asiakkaille ns. avaimet käteen pakettia, joka sisälsi istutuksen ja taimikonhoidon, mutta tuote ei saanut jatkon kannalta riittävää suosiota.

Minkälaisella istutuskaudella teette koneistutuksia?

-Istutuskausi jatkuu vuosittain niin kauan, kunnes maa jäätyy, eli yleensä marraskuun loppupuolelle.

Minkälaisia taimia käytätte?

-Käytämme vain jalostettuja laatutaimia pääasiassa yhdeltä taimitoimittajalta.

Onko koneistutuslaitteisto miten käyttövarma?

-Istutuslaite toimii suurimman osan ajasta hyvin ilman suurempia häiriöitä, vain hydraulikkaletkuja hajoaa välillä.

Liite 2. Risutecin edustajan haastattelu

Mikä Risutecin malli se on, jota urakoitsija käyttää?

-Hänellä on käytössä Risutecin PM160, vuosimalli ehkä 2011.

Miten maanmuokkaustekniikka valitaan ja miten se vaihdetaan/säädetään laitteistossa (mätästys, laikutus)?

-Maanmuokkaus tehdään koneen etuosan mätästinlevyllä, muuttaen kulmaa, jolla levy painetaan maahan. Tämä tapahtuu kaivinkoneen joystickistä, josta puomia normaalisti ohjataan. Valinta laikun ja mättään välillä on karusti esitettyä helppo, mättäitä tehdään aina kun mahdollista. Eli ainakin mätästinlevyllä on mahdollista kaapaista riittävästi maa-ainesta mättään muodostamiseksi. Mikäli maata ei ole mitään kaapia, eli esimerkiksi kivisessä maassa, pyritään raapaisemaan edes laikku. Lisävarusteisella kylvölaitteella olisi mahdollista myös kylvää tämä laikku samalla kertaa. On varmasti myös tilanteita, jossa työmaalle on tilattu suoraan pelkkä laikutus. Tällöin joko kohde tai jokin muu asia on määrittänyt, että mättäitä ei tehdä aukolle.

Onko istutusten yhteydessä tehty muita lisätoimenpiteitä, kuten lannoitusta?

-Istutuksen yhteydessä on mahdollista lannoittaa, esimerkiksi boorilla tai ArGrowilla. Nestemäinen ja raemainen lannoite on helppo lisätä taimelle istutuksen yhteydessä. Näiden lisäksi hirvikarkoite Tricoa voidaan levittää taimen päälle, edellä mainittu kylvö on mahdollista suorittaa ja etenkin ulkomailla erilaiset kasvin/hyönteisten torjunnat voidaan yhdistää istutustapahtumaan. Kastelu meinasi unohtua, useimmat koneet tänä päivänä toimitetaan kastelulaitteilla pohjoismaisissakin oloissa. Vesi pitää putken puhtaana ja auttaa taimea selviämään kuumemmistakin kesistä.

Uppoaako kaivuri märkään maahan helposti, vai voiko mennä mille tahansa kohteelle milloin tahansa?

-Kaivurin uppoaminen on laajempi kysymys. Uppoamista vältetään ja "säädelään" esimerkiksi telojen leveyden valinnalla. Leveätelaisessa koneessa pintapaine jakautuu laajalle alueelle ja uppoamisen todennäköisyys pienenee. Leveillä teloilla taas esimerkiksi kantojen välissä ajelu voi vaikeutua, joten kyseessä on aina noiden asioiden kompromissi. Suomessa on varmasti kohteita, joihin ei kannatta ajaa millään teloilla ja millään koneella, kaivinkoneen kuljettajan ammattitaito tulee kyseeseen tunnustella maanpinnan kantavuutta ja arvioida voiko siihen ajaa. Toisin kuin puunkaadossa, talven ja pakkasen pelastamista ei

uudistustyössä auta odotella. Mikäli pinta ei kannaa, ei sinne vaan istuteta. Sellaisessa paikassa tuskin myöskään puu kasvaa niin hyvin, mutta mahdollinen taimettuminen jää luontaisten siementen varaan. "Uppoaminen" normaaliin maahan riippuu myös kaivurin painosta ja teloista. Yleensä pintapaine on levittänyt laajalle alueelle ja jäljet eivät ole suuria. Kuitenkaan istutukseen tämä ei sinällään liity, sillä kaivuria tarvitaan kohteella joka tapauksessa mätästyksessä, joten tilanne on sama, kaivuri on metsässä joko ilman istutuskonetta tai sen kanssa.