

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Ville Lumberg
Joonas Heikkinen

MAISEMOITUJEN MAANOTTOALUEIDEN METSITTÄMISEN ON-
NISTUMINEN

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2017
Metsätalouden koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
013 260 600

Tekijät

Joonas Heikkinen, Ville Lumberg

Nimeke

Maisemoitujen maanottoalueiden metsittymisen onnistuminen

Toimeksiantaja

Kontiolahden kunta

Tiivistelmä

Suomi on asukaslukuun suhteutettuna suurin maa-ainesten käyttäjämaa Euroopassa. Maa-ainesten käyttö kohdistuu pääosin soravaroihin, joista saadaan luonnon kiviainesta rakentamiseen ja käytössä olevien rakenteiden ylläpitämiseen. Kaikkiaan koko Suomen vuosittaisesta kiviaineksen käyttömäärästä 70–80 % otetaan tarkoituksenmukaisilta maanottoalueilta.

Opinnäytetyössä tarkastellaan maanottoalueiden metsittymisen onnistumista. Metsittäminen on osa maa-aineslaissa mainittua jälkihoitovaatimusta, joka täytyy suorittaa maanottoalueilla viimeistään ottamistoiminnan loputtua. Tutkittavat alueet sijaitsevat Kontiolahden kunnan alueella. Tutkimusaineisto kerättiin maastomittauksilla, ja mittaustuloksien perusteella johdettiin tutkimuksen lopullisia tuloksia.

Tutkimuksessa selvisi, että metsittymisessä on puutteita useilla jälkihoidetuilla maanottoalueilla. Kasvuhäiriöitä ja ravinnepuutosoireita ilmeni huomattavan usealla alueella, mitkä johtuvat pääasiassa alueille levitettävän eloperäisen pintamaan vähyydestä. Pintamaata mitattiin enimmillään viisi senttimetriä, mikä jää huomattavasti suositellusta 20 senttimetrin paksuudesta. Lisäksi alueilla havaittiin tuhohyönteisten aiheuttamia kasvutappioita. Tutkimustuloksia havainnollistetaan raportoinnin lisäksi valokuvilla ja metsittämisen toteutukseen esitetään kehitysehdotuksia tulevaisuutta silmällä pitäen.

Kieli

suomi

Sivuja 50

Liitteet 1

Asiasanat

Pintamaa, maanottoalue, jälkihoito, metsittyminen



THESIS
April 2017
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
013 260 600

Authors

Joonas Heikkinen, Ville Lumberg

Title

Success of Reforestation at Landscaped Gravel Pits

Commissioned by

The Municipality of Kontiolahti

Abstract

Finland is proportioned to population the biggest user of excavated soil in Europe. Usage of excavated soil focuses mostly on gravel, where natural rock material is obtained to construction and maintaining existing structures. In total, rock material used in Finland yearly 70-80 % comes from appropriate ground excavation.

In this thesis the success of reforestation on the gravel pits are examined. Reforestation is part of the aftercare in act on soil excavation, it must be performed after excavation of the ground soil. Investigation sites are located in Kontiolahti. Research material was obtained by terrain measurements, and results were derived from final results of investigations.

Studies showed that reforestation has shortages on several aftercare areas. Growth failures and nutritional depletion were common on several sites, they were mostly caused by lack of organic soil. Top soil thickness was just up to 5 centimeters from recommended 20 centimeters. Growth loss caused by insect pests were detected as well. Investigation results are exemplified also by photos and development proposals for reforestation, keeping an eye for the future.

Language

Finnish

Pages 50

Appendices 1

Keywords

Topsoil, gravel pit, aftercare, reforestation

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Maa-aineksen ottaminen ja luvanvaraisuus	6
2.1	Kiviaineksen käyttö Suomessa	6
2.2	Kiviaineksen ottaminen	6
2.3	Maa-aineksen ottamisen luvanvaraisuus	7
2.3.1	Maa-aineslaki.....	7
2.3.2	Muita maa-aineksen ottoon liittyviä keskeisiä lakeja.....	9
3	Maanottoalueiden jälkihoito.....	11
3.1	Maanottoalueiden siistiminen ja muotoilu	12
3.2	Pintamateriaalin levitys	13
3.3	Kasvillisuuden palauttaminen ja metsittäminen	14
3.4	Jälkihoidon kustannukset.....	16
4	Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat.....	17
5	Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat.....	18
5.1	Tutkimusstrategiat	18
5.2	Aineiston hankinta	19
5.2.1	Otos	19
5.2.2	Puuston mittaukset	19
5.2.3	Pintamaan mittaukset	21
5.3	Aineiston käsittely ja analysointi	22
6	Tulokset.....	23
6.1	Ikä- ja puulajijakauma	23
6.2	Pintamaan mittaustulokset.....	27
6.3	Pintamaan vaikutus puuston kasvuun	28
6.4	Paahteisuuden vaikutus puuston kasvuun.....	31
6.5	Puuston terveydentila ja tuhohyönteiset	32
6.5.1	Puuston terveys	32
6.5.2	Tuhohyönteisten vaikutus maanottoalueilla	39
7	Tulosten tarkastelu	43
7.1	Ikä- ja puulajijakauma	43
7.2	Pintamaan paksuudet mittausalueilla	44
7.3	Pintamaan sekä paahteisuuden vaikutus puuston kasvuun.....	45
7.4	Puuston terveydentila ja tuhohyönteiset	45
8	Pohdinta.....	46
	Lähteet.....	49

Liite Maastolomake

1 Johdanto

Suomessa toteutetaan maa-ainesten ottamista, koska esimerkiksi rakentamiseen ja tiestön kunnossapitoon tarvitaan jatkuvasti luonnon kiviainesta lisäämään rakenteiden kantavuutta ja kestävyyttä. Maa-aineksen otto kohdistuu pääasiassa soravaroihin, mutta etenevissä määrin pyritään hyödyntämään myös moreenia ja kalliokiviainesta. Suomessa maa-aineksia käytetään vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia, mikä on asukaslukuun suhteutettuna Euroopan suurin määrä. (Ympäristöministeriö 2009, 7.)

Maa-ainesten ottaminen on luvanvaraista toimintaa, kun ottamistoiminnan harjoittamisessa voi joutua soveltamaan useita lakeja, kuten maa-aineslakia ja ympäristönsuojelulakia. Maa-aineslaissa kerrotaan ottamistoiminnan jälkeisestä jälkihoitovaatimuksesta, eli vanha käytöstä poistettu alue tulee sopeuttaa ympäröivään maisemaan ja luontoon siistimällä, muotoilemalla sekä palauttamalla kasvillisuus. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään ainoastaan jälkihoitoa.

Kontiolahden kunta hallinnoi lukuisia maanottoalueita, joita on ajan saatossa poistettu käytöstä ja sitä mukaa jälkihoitovaatimuksena siistitty ja metsitetty. Metsittymisen onnistumisessa on ollut silmämääräisesti arvioituna vaihtelua, joten tutkimus on tarpeen, jotta saataisiin selville tarkempia tietoja metsittymiseen liittyen. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa metsittymisen onnistumisesta ja löytää syitä heikosti onnistuneelle metsittymiselle, jotta kunnan valvontaviranomaiset osaisivat toteuttaa jälkihoidon varmemmin tulevaisuudessa.

2 Maa-aineksen ottaminen ja luvanvaraisuus

2.1 Kiviaineksen käyttö Suomessa

Suomi on yksi EU:n suurimmista kiviaineksen käyttäjämaista suhteutettuna asukaslukuun. Kiviainesta käytetään vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia, ja sen käyttö kohdistuu pääosin rakentamiseen ja käytössä olevien rakenteiden ylläpitämiseen. Koko kiviaineksen määrästä 70 miljoonaa tonnia jalostetaan hienomaksi kiviainekseksi, josta 10 % käytetään asfaltin ja 10 % betonin valmistukseen. Suomi on kiviaineksen tuottajana omavarainen, vaikka käyttöaste on korkea laajojen tieverkostojen, pienen väestötiheyden ja suuren pinta-alan vuoksi. Lisäksi muun muassa maapohjan routiminen ja heikko kantavuus osassa maata lisäävät kiviaineksen käyttöä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015, 11–12.)

Kiviainesvarantojen riittävydessä ilmenee alueellista vaihtelua ja useiden asutuskeskusten läheisyydessä on pulaa hyvälaatuisesta sorasta. Tulevaisuudessa soraa sekä hiekkaa pyritään korvaamaan kalliomurskeella. Lisäksi moreenia ja muita hyödynnettäviä aineksia, kuten teollisuuden tuhkia ja luonnonkivilouhimoiden sivukiviä on pystyttävä hyödyntämään paremmin tulevaisuudessa. (Ympäristöministeriö 2009, 9.)

2.2 Kiviaineksen ottaminen

Kaikkiaan koko Suomen vuosittaisesta kiviaineksen käyttömäärästä 70–80 % otetaan tarkoituksenmukaisilta maanottoalueilta ja loput 20–30 % saadaan rakentamisen sivutuotteena (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015, 26). Kiviaineksen ottaminen maanottoalueelta tulee tehdä kestävän kehityksen normien mukaisesti ja on huolehdittava luonnon monimuotoisuuden säilymisestä. Etenkin pohjavesialueet ja arvokkaimmat geologiset luontotyypit, kuten harjut tai kalliojyrkänteet tulee säilyttää luonnontilaisina. (Ympäristöministeriö 2009, 10.)

Kiviaineksen ottaminen ja käyttö tulee tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti, minkä lisäksi ottamisen tulee pohjautua suunnitelmalliseen toimintaan ja

kunnan rajat ylittävään suurimittakaavaiseen tarkasteluun, jossa huomioidaan esimerkiksi käytettävissä olevat maa-ainesvarannot ja saatavuus. Suunnittelun avulla pystytään huomioimaan myös maanoton kannalta mahdollisia ristiriitaa aiheuttavia maankäyttömuotoja, kuten virkistys- ja ulkoilukäyttö tai yhdyskuntarakentaminen. Kunnan maankäytön suunnittelu pohjautuu valtioneuvoston valtakunnallisiin maankäyttötavoitteisiin, jotka otetaan huomioon kaavoituksissa ja maanottoalueiden suunnitteluissa. (Ympäristöministeriö 2009, 10–12.)

2.3 Maa-aineksen ottamisen luvanvaraisuus

2.3.1 Maa-ainoslaki

Maa-ainoslaki on maa-ainesten ottamista säätelevä erityislaki. Sen tarkoituksena ja tavoitteena on turvata maa-ainesten ottaminen niin, ettei ympäristölle ja luonnolle aiheudu vahinkoa. Lisäksi toiminta pyritään toteuttamaan kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. (Ympäristöministeriö 2009, 13.)

Maa-ainesten ottoon on aina haettava lupa, jollei ottaminen ole tavanomaista omaa kotitarvekäyttöä varten. Kotitarvekäytön on kohdistuttava maa- ja metsätalouteen tai asumiseen. Toisin sanoen käytön tulee kohdistua kulkuyhteyksien ylläpitämiseen tai rakentamiseen. (Maa-ainoslaki 555/1981 § 4.) Luvan saamiseksi maa-ainesten ottoon luvanhakijan on esitettävä erillinen ottamissuunnitelma, jossa kerrotaan tarkasti ottamistoiminnan menettelyistä. Ottamissuunnitelmassa tulee selvittää kohteen vallitsevat luonnonolosuhteet, maa-aineksen laatu ja määrä sekä toteutettavan hankkeen vaikutukset ympäristöön ja luonnonolosuhteisiin. (Maa-ainoslaki 555/1981 § 5.)

Luvan myöntämisestä vastaava viranomainen käsittelee suunnitelman, ja mikäli suunnitelma todetaan hyväksytyksi, lupa maa-ainesten ottoon on myönnettävä. Maa-aineksen ottajan on ilmoitettava otettavan aineksen määrä ja laatu vuoden välein lupaviranomaiselle. Kuitenkin, jos muun muassa maa-ainelain 3. §:n 1. momentissa mainituille asioille kohdistuu haittaa maa-ainesten ottamisen yhteydessä, lupa voidaan jättää myöntämättä. (Maa-ainoslaki 555/1981 § 6.)

Maa-aineslain 3. §:n 1. momentissa on mainittu seuraavasti:

Tässä laissa tarkoitettuja aineksia ei saa ottaa niin, että siitä aiheutuu:

- 1) kauniin maisemakuvan turmeltumista;
- 2) luonnon merkittävien kauneusarvojen tai erikoisten luonnonesiintymien tuhoutumista;
- 3) huomattavia tai laajalle ulottuvia vahingollisia muutoksia luonnonolosuhteissa; tai
- 4) tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen veden laadun tai antoisuuden vaarantuminen, jollei siihen ole saatu vesilain mukaista lupaa. (Maa-aineslaki 463/1997 § 3.)

Lisäksi maa-ainesten ottamisessa on huomioitava mahdolliset kaavoitukset, eikä toiminta saa turmella kaupunki- tai maisemakuvaa. Maanottoaikan sijoittaminen on avainasemassa, jottei esimerkiksi ympäristölle, asutukselle tai vesistölle aiheudu haittaa toiminnan seurauksena. (Maa-aineslaki 555/1981 § 6.)

Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi myöntää maa-aineksen ottoa koskevan luvan, mutta jos samaa hanketta varten tarvitsee hakea myös ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa, niin silloin hakemuksen ratkaisee ympäristönsuojelulain mukainen toimivaltainen lupaviranomainen. Kyseiset luvat haetaan yhdellä hakulomakkeella. Luvan myöntämiseksi lupaviranomaisen täytyy pyytää elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskukselta lausunto, milloin:

- 1) alueella on valtakunnallista tai muutoin huomattavaa merkitystä luonnon-suojelun kannalta;
- 2) alueella on merkitystä vesien suojelun kannalta; tai
- 3) ainesten ottaminen vaikuttaa välittömästi toisen kunnan alueeseen. (Maa-aineslaki 463/1997 § 7.)

Luvan myöntämisen jälkeen maa-aineksen ottamisen yleisestä ohjauksesta, valvonnasta ja kehittämisestä vastaa ympäristöministeriö. Lisäksi elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus sekä kunnat valvovat ja ohjaavat toimintaa omilla alueillaan. (Maa-aineslaki 424/2015 § 4b.)

2.3.2 Muita maa-aineksen ottoon liittyviä keskeisiä lakeja

Maa-aineslain mukaisen luvan lisäksi maa-aineksen ottoon saatetaan tarvita muiden lakien määrittämiä lupia. Yhtenä tärkeänä esille nousee monesti ympäristölupa, jonka myöntäminen perustuu ympäristönsuojelulakiin. Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on nimen mukaisesti suojella ympäristöä erilaisilta haittatekijöiltä, sekä muun muassa turvata kestävän kehityksen toteutuminen ja edesauttaa kansalaisten vaikuttamismahdollisuuksia ympäristöön liittyen. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 § 1.)

Ympäristölupa tarvitaan maa-ainesten ottamiseen, kun kyseessä on joko kivenlouhimo tai vastaava kivenlouhintaan tähtäävä toiminta, joka ei liity maanrakennustoimintaan. Kivenlouhinnan toiminta-aika on tässä tapauksessa vähintään 50 päivää. Lupa tarvitaan myös silloin, kun kyseessä on kiinteä tai siirrettävä murskaamo toiminta-ajan ollessa kokonaisuudessaan vähintään 50 päivää. Murskaamon ohella myös kalkkikiven jauhatukseen tarvitsee ympäristöluvan. Edellä mainittujen lisäksi ympäristölupa tulee kyseeseen vähäisemmässäkin toiminnassa, jos toiminta sijoittuu vedenhankintakäyttöön soveltuvalla tärkeällä pohjavesialueelle ja on oletettavaa, että toiminnasta voi aiheutua vaaraa pohjaveden laadulle. Ympäristöluvan voi myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2016.)

Ympäristönsuojelulain mukaan toiminnan harjoittajalla on selvillääolovelvollisuus eli hänen on oltava tietoinen toiminnan aiheuttamista ympäristöriskeistä ja riskien vähentämismahdollisuuksista (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 § 6). Maa-aineksen ottajan on myös pystyttävä ehkäisemään toiminnasta aiheutuvaa ympäristön pilaantumista ennakolta, tai ainakin rajoitettava pilaantuminen mahdollisimman vähäiseksi (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 § 7). Ympäristönsuojelulain mukaista yleistä toimintaa valvoo ja ohjaa Suomen ympäristöministeriö, mutta pääasiallisia yleisiä valvontaviranomaisia ovat elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 § 21).

Maa-ainesten ottamiseen voidaan tarvita myös aluehallintoviraston myöntämä vesilupa, jos toiminta voi aiheuttaa vaaraa esimerkiksi vesiympäristölle tai pohjaveden laadulle ja määrälle. Vesilaissa mainittuja muita huomioitavia asioita ovat muun muassa kulttuuriarvot, ympäristön viihtyvyys ja haitan aiheuttaminen vedenotolle tai veden käytölle talousvetenä. (Vesilaki 587/2011 § 2.) Käytännössä vesiluvan hankinta tulee kyseeseen maa-aineksen ottamisen osalta, kun toiminta kohdistuu pohjavesipinnan alapuolelle, yleisesti pohjavesialueelle tai sijainniltaan lähelle pohjaveden ottamoa. (Vesilaki 587/2011 § 11.) Vesilain lupaviranomaisena toimii aluehallintovirasto ja valvontaviranomaisina elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus sekä kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. (Vesilaki 587/2011 § 7.)

Mikäli maa-aineksen ottaminen tapahtuu asemakaava-alueella, tarvitaan ottamiseen aina maankäyttö- ja rakennuslain mukainen maisematyöluva. Lisäksi myös yleiskaavassa voi olla erikseen maininta maisematyöluvun hankkimisesta alueelle. On myös olemassa huomioitavia erityistapauksia, kuten asemakaavan laatimista varten oleva rakennuskielto, jolloin maisematyöluva vaaditaan. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 120.) Lupa on myönnettävä, jos maa-aineksen otto ei vaikeuta kaava-alueelle suunniteltua muuta toimintaa tai turmele maisemaa (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 140). Kunnissa on aina rakennusvalvontaviranomainen, joka vastaa kaavoitettujen alueiden suunnittelusta, rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta sekä maapolitiikasta maa-aineksen ottoon liittyen (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 20). Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus valvoo myös toimintaa ja huolehtii, että yleiset alueidenkäyttöta-voitteet toteutuvat alueittain. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 18.)

Luonnonsuojelulaissa on määritelty suojeltuja luontotyypppejä sekä -eliölajeja, jotka täytyy huomioida jo maa-aineksen ottamisen suunnitteluvaiheessa. Erillistä lupaa luonnonsuojelulain nojalla ei tarvita, mutta luontotyyppien tai eliölajien tuhoamisesta seuraa rangaistus, joka määritellään rikoslakiin pohjautuen. (Luonnonsuojelulaki 1096/1996 § 58.) Luonnonsuojelulain mukaan kuntien täytyy edistää luonnon- ja maisemansuojelua alueillaan (Luonnonsuojelulaki 1096/1996 § 6).

Maa-aineksen ottamisessa tulee joskus tarpeelliseksi soveltaa lakia ja asetusta ympäristövaikutusten arviointimenettelystä. Maa-aineksen ottamishanke voi tulla niin sanottuun YVA-menettelyyn suoraan YVA-asetuksen 6. pykälässä mainitun hankeluettelon perusteella. Tällöin maa-aineksen otto vaatii YVA-menettelyä, kun kaivualue on yli 25 hehtaaria ja otettavan ainesmäärän minimi on 200 000 kiintokuutiometriä vuodessa. Lisäksi YVA-menettely voi tulla kyseeseen tapauskohtaisella soveltamispäätöksellä, josta vastaa elinkeino-, liikenne- ja ympäristöministeriö. (Ympäristöhallinnon verkkopalvelu 2016.)

3 Maanottoalueiden jälkihoito

Maanottoalueiden jälkihoidolla tarkoitetaan, että käytöstä poistetut maanottoalueet siistitään ja metsitetään takaisin mahdollisimman luonnontilaiseen muotoon huomioiden alueen jälkikäytön tavoitteet. Jälkihoidolla pyritään takaamaan alueen turvallisuus ja ehkäisemään pohjaveteen kohdistuvia haittoja. Etenkin pinta-alaltaan suurilla maanottoalueilla jälkihoito voidaan toteuttaa vaiheittain maa-ainesten ottamisen aikana, mutta jälkihoito on toteutettava viimeistään ottamistoiminnan loputtua. (Ympäristöministeriö 2009, 109.)

Jälkihoidon toteutus täytyy selvittää ottamissuunnitelmassa jo ennen ottamistoiminnan aloittamista. Maa-ainelain mukaan ottamissuunnitelman puutteita pystytään kuitenkin paikkaamaan maa-ainelupaan liitettävillä lupamääräyksillä, joita maa-aineksen ottajan on noudatettava välttääkseen hankkeesta aiheutuvia haittoja. Maa-ainelain 11. § määrää seuraavasti:

Lupamääräykset on annettava:

- 1) ottamisalueen rajauksesta, kaivausten ja leikkausten syvyydestä ja muodosta sekä ottamistoiminnan etenemissuunnista;
- 2) alueen suojaamisesta ja siistimisestä ottamisen aikana ja sen jälkeen; sekä
- 3) puuston ja muun kasvillisuuden säilyttämisestä, uusimisesta ja uusista istutuksista ottamisen aikana ja sen jälkeen.

Lupamääräyksiä voidaan lisäksi antaa:

- 1) ottamiseen liittyvistä laitteista ja liikenteen järjestämisestä erityisesti pohjaveden suojelemiseksi;
- 2) ajasta, jonka kuluessa tämän pykälän nojalla määrätyt toimenpiteet on

suoritettava; sekä

3) muista hankkeesta aiheutuvien haittojen välttämiseksi tai rajoittamiseksi tarpeellisista toimenpiteistä. (Maa-aineslaki 463/1997 § 11.)

Jälkihoitoon liittyen on tehty useita tutkimuksia, mutta tämän opinnäytetyön kaltaisia töitä ei näyttäisi olevan. Muun muassa Pohjois-Savon Ely-keskus on tehnyt maa-ainesten ottoalueisiin liittyen kartoittavan tutkimuksen, jossa on selvitetty ottoalueiden tila, sijainti ja kunnostustarve Pohjois-Savon alueella. Tutkimus on ollut osa valtakunnallista Soranottoalueiden tila ja ympäristöriskit (SOKKA) -hanketta. Tutkimuksessa on käsitelty pääpiirteisesti jälkihoidon tilaa. Tämä opinnäytetyö keskittyy syvällisemmin jälkihoitoon, esimerkiksi puuston tiheyksien ja pintamaan mittauksien osalta, joten tuloksia ei pysty vertaamaan Ely-keskuksen tutkimuksen tuloksiin. Ely-keskuksen tutkimuksesta selviää, että käytöstä poistetuista kartoitetuista maanottoalueista suurin osa on jälkihoitamatta (28 %). Alueista on muotoiltu 10 %, osittain jälkihoidettu 17 % ja kokonaan jälkihoidettu 5 %. (Nuortimo 2010, 17.) Tuloksista nähdään, että jälkihoidon toteuttaminen voi venyä maanottotoiminnan lopettamisen jälkeen, kun suurin osa käytöstä poistetuista alueista on kokonaan jälkihoitamatta.

3.1 Maanottoalueiden siistiminen ja muotoilu

Ottamistoiminnan päätyttyä maanottoalue täytyy siistiä kaikista romuista ja jätteistä. Lisäksi mahdolliset ottamistoiminnassa tarvittut soranpesuasemat ynnä muut viedään pois alueelta. Ylijäämämaita pystytään hyödyntämään soveltuviissa määrin jälkihoitoon, mikäli asiasta on asianmukainen selvitys kaivannaisjätehuoltosuunnitelmassa. Kaivannaisjätehuoltosuunnitelman tavoitteena on muun muassa edistää jätteiden hyödyntämistä, sekä ehkäistä jätteiden syntyä ja ympäristön pilaantumista. Kaivannaisjätehuoltosuunnitelma tarvitaan kaikessa luvanvaraisessa maa-aineksen ottamistoiminnassa, ja se on esitettävä maa-aineslain mukaisen lupahakemuksen yhteydessä. (Ympäristöministeriö 2009, 54, 109.)

Siistimisen jälkeen maanottoalue muotoillaan, jonka tavoitteena on sulauttaa alue ympäröivään luontoon ja maisemaan. Soran ottamisalueilla rinteet loivennetaan vähintään suhteessa 1:3, ja rinteiden ala- sekä yläosia pyöristetään muun mu-

assa turvallisuuden ja kasvillisuuden kasvuolosuhteiden parantamiseksi. Rinteiden muotoilussa pitää välttää suorja rajapintoja maisemallisista syistä. Lisäksi maanottoaikan pohja tulee muotoilla kaltevaksi, jotta sade- ja sulamisvedet kulkeutuvat pois alueelta. (Ympäristöministeriö 2009, 109, 111.)

3.2 Pintamateriaalin levitys

Ottamistoiminnan päätyttyä maanottoalueille tulisi levittää orgaanista ainesta sisältävää pintamaata. Pintamaana suositellaan käytettäväksi alueen alkuperäistä maa-ainesta, joka kuoritaan ja varastoidaan maanottoalueiden reunoille. Varastointiaika ei saa olla liian pitkä, jottei orgaaninen aines hajoa tai pintamaavarastot ala metsittyä. Suositeltava varastointiaika on enimmillään noin kolme vuotta. Alkuperäinen varastoitava maa-ainesta koostuu maan pinnalla olevasta kangashumuksesta ja sen alapuolella olevasta rikastumiskerroksesta. Jälkihoidon yhteydessä materiaalit tulisi levittää alueelle samassa järjestyksessä, ja mahdollisesti siten, että orgaanista ainesta sisältävä humuskerros levitetäisiin kokonaisina mattoina. (Ympäristöministeriö 2009, 112.)

Pintamaalla on tärkeä rooli puiden menestymisen suhteen. Tavallisessa metsämaassa elää monenlaisia mikrobeja ja sieniä, jotka voivat joko haitata tai hyödyttää puustoa. Haitallisia sieniä voivat olla tauteja levittävät käävät, mutta erittäin hyödyllisinä mikrobeina tunnetaan sienijuurta eli mykorritsaa muodostavat sienet. Tavallisessa havupuuvaltaisessa metsässä mykorritsasieni on jopa puiden menestymisen edellytys, jolloin voidaan puhua puiden ja sienten välisestä symbioosista. Mykorritsat ovat yhteydessä puiden juuristoon ja puun lyhytjuurista jopa yli 90 % voi olla mykorritsallisia. Puiden kannalta tärkeimpänä asiana ovat sienten ulkorihmastot, joita myöten puut saavat hankittua ravinteita jopa tuhatkertaisesti laajemmalla alueella. Lisäksi ulkorihmastot parantavat puiden kuivuuden kestävyttä varastoimalla vettä sekä suojaamalla puiden juuria muun muassa haitallisilta patogeeneiltä. (Timonen 1998.)

Maanottoalueille levitettävä orgaaninen pintamateriaali mahdollistaa myös mykorritsojen muodostumisen. Etenkin alkuperäistä maa-ainesta oleva kangashumus todennäköisesti sisältää jo sienijuurta eli mykorritsaa muodostavaa sientä.

Metsittymisen myötä sienirihmastot levittäytyvät yhä laajemmalle alueelle parantaen maanottoalueiden puuston kasvua. Kaikkiaan pintamateriaalin tärkeimpinä tehtävinä on luoda kasvillisuudelle aktiivinen kasvualusta, nopeuttaa uuden maannoksen muodostumista ja suojata pohjavettä muun muassa likaantumiselta. Lisäksi pintamateriaali pienentää eroosioriskiä ja estää maan happamoitumista.

Pintamateriaaliksi soveltuu myös alueen ulkopuolelta tuotava puhdas maa-aines, jos alkuperäistä pintamateriaalia ei ole tarpeeksi. Usein jälkikäytön kohdistuessa metsätalouteen, maa-ainesta joudutaan tuomaan kauempaa. Soravaltaisille maanottoalueille tulisi levittää 20–50 senttimetriä paksu hiekkainen suodatinkerros, jonka jälkeen pintamateriaali levitetään suositusten mukaan hiekan päälle noin 20 senttimetrin paksuiseksi kasvualustaksi tai sekoitetaan hiekan sekaan esimerkiksi äestämällä. Pintamateriaalin levityksessä tulee huomioida mahdolliset pohjavesilammikot, joiden ympärille on jätettävä vähintään viiden metrin suojavyöhyke. (Ympäristöministeriö 2009, 112–113.)

3.3 Kasvillisuuden palauttaminen ja metsittäminen

Kasvit tarvitsevat menestyäkseen riittävästi ravinteita, joita ovat muun muassa typpi, kalium ja fosfori. Kasvit saavat suurimman osan ravinteista juurien kautta, vain ilman hiili sitoutuu kasviin hiilidioksidina ilmarakojen kautta. Jotta puut pystyisivät ottamaan juurillaan tehokkaasti ravinteita, ulkoisten kasvutekijöiden on oltava kunnossa. Ulkoisia kasvutekijöitä ovat valo, lämpö, vesi sekä maaperän ominaisuudet ja happi. Ravinteet kulkeutuvat yleensä juurien lähelle epäorgaanisessa muodossa veteen liuenneina ioneina. (Junnola & Peltonen 2013.)

Maanottoalueilla etenkin maaperän ominaisuudet muuttuvat huomattavan paljon maa-aineksen ottamisen vuoksi. Ottamisen päätyttyä alueen maalaji koostuu usein hiekasta tai sorasta, jotka ovat suurten huokoisuutensa takia hyvin vettä läpäiseviä. Tällöin ravinteet huuhtoutuvat puun juurien ulottumattomiin. Pintamateriaalin levittämisellä pyritään parantamaan maaperän ominaisuuksia ja luomaan kasvualusta, johon ravinteet sitoutuvat kasvien hyödynnettäväksi.

Ottamistoiminnan seurauksena maanottoalueen kasvillisuus tuhoutuu, ja palautuu todella hitaasti takaisin luonnolliseen tilaan. Kasvillisuuden palauttamiseksi tarvitaan toimenpiteitä. Maanottoalueiden aluskasvillisuudeksi soveltuu hyvin heinäkasvit, joita on helpoin kylvää siemeninä maisemoitavalle alueelle. Esimerkiksi metsälauha ja hietakastikka ovat maisemointiin soveltuvia kasveja. Toisena suositetaan varpukasveja, kuten kanervaa ja variksenmarjaa. Varpukasvit on varmempi istuttaa puiden istuttamisen ohessa. (Ympäristöministeriö 2009, 115.)

Kasvillisuuden palauttamisella on suuri merkitys alueen ekosysteemille. Ruohovartiset kasvit voivat luoda elinympäristön esimerkiksi uhanalaisille perhosille, kuten keltamaiteelle ja idänkeulankärjelle. Kasvillisuus sitoo pintamateriaalin lisäksi haitallisia aineita ja edistää humuksen muodostumista, sekä vähentää pintavaluntaa ja eroosioherkkyyttä. (Ympäristöministeriö 2009, 114–115.)

Maanottoalueiden metsittämisessä suositellaan käytettäväksi pohjavesialueilla kotimaisia puulajeja, joista mänty on pääsääntöisesti paras vaihtoehto. Lehtipuusekoitusta on mahdollista jättää joukkoon tai istuttaa koivua, haapaa tai pihlajaa. Joissain paikoissa voidaan viljellä myös vieraspuulajeja, kuten lehtikuusta tai vaahteraa. Metsänviljelytapana käytetään yleisesti joko kylvöä tai istutusta. Harvoin maanottoalue voidaan jättää uudistumaan myös luonnollisesti. (Ympäristöministeriö 2009, 115.)

Maanottoalueiden metsittämisessä käytetään suurempia tiheyksiä verrattuna tavalliseen metsätalousmaahan. Tiheydet riippuvat alueen maalajista.

Taulukko 1. Istutustiheydet. (Ympäristöministeriö 2009, 115.)

Hiekka- ja sora-alueet	
Mänty	Koivu, haapa, pihlaja
2500 kpl/ha	yhteensä 500 kpl/ha
Moreenialueet	
Mänty	Koivu
2500 kpl/ha	500 kpl/ha
Louhokset ja louhimot	
Mänty, kuusi, koivu	
yhteensä 3000 kpl/ha	
Multa- ja savialueet	
Kuusi, koivu	
yhteensä 3000 kpl/ha	

Taulukossa 1 mainittujen puulajien ja tiheyksien lisäksi alueella voidaan kasvat-
taa joko yksittäisinä hajapuina tai ryhminä muun muassa kuusta, haapaa, pihla-
jaa ja harmaaleppää. Istutuksessa tulisi käyttää kaksivuotisia paakkutaimia no-
pean metsittymisen varmistamiseksi. Heinä- ja varpukasvillisuuden kylvö- ja istu-
tusajankohta on joko alkukevästä tai loppukesästä, kun taas puiden istuttamisen
optimiajankohta on heti keväällä roudan sulamisen jälkeen. (Ympäristöministeriö
2009, 115.)

3.4 Jälkihoidon kustannukset

Maanottoalueiden jälkihoitokustannukset vaihtelevat melko paljon eri alueiden
kesken. Kustannusten määrään vaikuttavat suuresti etenkin ottamisalueen pinta-
ala ja korkeusvaihtelu. Esimerkiksi pieni pinta-alaisen ja topografialtaan suuresti
vaihtelevan soranottoalueen kustannukset voivat olla korkeammat kuin laaja-
pinta-alaisen ja topografialtaan vähän vaihtelevan soranottoalueen kustannukset,
koska rinteiden muotoilu maksaa enemmän kuin pohjan muotoilu. Kustannuksia
kertyy muotoilun lisäksi muun muassa jälkihoitosuunnitelman laadinnasta ja met-
sänviljelystä. Muotoilun ohella suuren kuluerän muodostavat myös pintamateri-
aalien hankinta, levitys ja kuljetus. Kustannusten määrään voidaan vaikuttaa alen-
tavasti, jos jälkihoitoa tehdään jo vaiheittain ottamisen aikana ja käyttökelpoista

pintamateriaalia on saatavilla alueen lähietäältä. (Ympäristöministeriö 2009, 118.)

Sora- ja hiekkapohjaisten ottamisalueiden kokonaiskustannukset liikkuvat vuoden 2008 hintatason mukaan 5000-20000 euron välillä hehtaaria kohden. Monesti pintamateriaalin saatavuus ratkaisee paljon kustannusten muodostumisessa. Arviolta pintamateriaalin hankinta, kuljetus ja levitys voivat kustantaa yhteensä 6000 euroa hehtaarilla. Samaten siistimisen ja muotoilun kulut voivat nousta 6000 euroon hehtaarilla. (Ympäristöministeriö 2009, 119.)

Opinnäytetyöhön pyydettiin lisäksi hehtaariohaisia hinta-arvioita Pohjois-Karjalassa toimivalta yritykseltä, joka tekee maanottoalueiden maisemointeja. Kokonaishintaa-arvio sora-ainetta, jonka luiskat ovat noin 3 metriä korkeat ja kaikki maisemoinnissa käytetty maa-aines saatiin maanotolta, on noin 1 600 €/ha, arvioi Maansiirto ja soraliike M. Levy Oy. Hintaan kuuluu kahdella koneella työaika n. 40 tuntia, eikä erillisiä kustannuksia tule muualta paikalle tuodusta maa-aineksestä, mikä on yleensä suurin kuluerä. (Levy 2017.)

4 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena on kerätä tietoa maanottoalueiden metsittämisen onnistumisesta Kontiolahden kunnan alueella. Toisin sanoen tutkimus keskittyy maanottoalueiden jälkihoidon tarkasteluun. Tietoa jälkihoidon onnistumisesta kerättiin erilaisilla metsänmittausmenetelmillä, joiden lisäksi puuston laatua arvioitiin silmämääräisesti. Jokaiselta kohteelta kirjattiin ylös kasvillisuus, ilmansuunta sekä mahdolliset taudit ja metsätuhot. Keskeisimpiä asioita havainnollistettiin kuvamateriaalin avulla. Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on löytää lisätietoa jälkihoidon onnistumisesta ja tuottaa tietoa Kontiolahden kunnan valvontaviranomaiselle, jotta jälkihoitovelvoitteen toteuttaminen osattaisiin tehdä onnistuneesti tulevaisuudessa.

Tutkimusongelmat on määritelty seuraavasti:

- Miten maanottoalueiden metsittyminen on onnistunut?
- Mitkä tekijät ovat vaikuttaneet metsittymisen onnistumiseen?

5 Opinnäytetyön menetelmälliset valinnat

5.1 Tutkimusstrategiat

Opinnäytetyö on luonteeltaan tilastollinen tutkimus, jossa tulokset ja johtopäätökset pohjautuvat pääasiassa maastomittauksista saataviin lukemiin. Maastomittaukset suoritettiin toimeksiantajan antamilla kohteilla, joita on yhteensä 12 kappaletta. Tutkimus on empiirinen tutkimus, jossa kaikilta kohteilta tehtiin konkreettisia havaintoja ja mittauksia, joiden pohjalta saatuja tuloksia analysoitiin. Pääasiassa mittauksiin perustuva tutkimusaineisto toimii tutkimuksen tekemisen lähtökohtana (Jyväskylän yliopisto 2014).

Tutkimus perustuu pääosin numeraalisiin mittaustuloksiin, mikä tarkoittaa, että kyseessä on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Laadultaan tutkimus on selittävä, koska tarkoituksena on löytää lisätietoja maanottoalueiden metsittymisen onnistumisesta ja nostaa esille mahdollisia syy-seuraussuhteita. Lisäksi tutkimuksessa on myös kartoittava sävy, sillä mittaukset antavat Kontiolahden kunnalle pääpiirteissään kuvan, missä ja kuinka hyvin jälkihoito on onnistunut. Tutkimuksessa on myös kvalitatiivisia eli laadullisia piirteitä, kun puuston laatua arvioidtiin vain kuvamateriaaliin perustuen kokonaisvaltaisesti.

5.2 Aineiston hankinta

5.2.1 Otos

Perusjoukolla tarkoitetaan tutkimuksen kohteena olevaa kohderyhmää, josta tehdään tutkimuksessa päätelmiä. Perusjoukko on oltava hyvin määritelty ja rajattu. Otos on tästä perusjoukosta satunnaisesti valittu havainneyksikköjoukko, jos ei ole kannattavaa tutkia koko perusjoukkoa ja halutaan tarkempia tutkimustuloksia. Otoksesta saatuja tuloksia voidaan yleistää edustamaan koko perusjoukkoa. (Tampereen yliopisto 2003.)

Opinnäytetyön perusjoukkona on kaikki Kontiolahden kunnan alueella sijaitsevat metsitetyt, käytöstä poistetut maanottoalueet. Tutkittavaksi saadut alueet ovat tulleet Kontiolahden kunnalta, toimeksiantajalta, eli ne ovat subjektiivisesti valittu perusjoukosta edustamaan otosta. Otannan kohteena olleet alueet olivat pääsääntöisesti pienialaisia. Kohteiden pinta-alat mitattiin paikkatietoikkunan pinta-alan mittaustyökalulla ortokuvan perusteella.

Taulukko 2. Pinta-alat alueittain.

Alue	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	yh- teensä
Pinta-ala, ha	1,14	0,72	0,65	0,34	0,25	0,54	0,2	0,92	0,75	0,6	0,43	0,3	6,84

5.2.2 Puuston mittaukset

Opinnäytetyöhön valikoitui 12 sopivaa aluetta, joilla tehtiin metsänhoidon suosituksiin perustuen systemaattisella otannalla koealamittaukset marraskuussa 2016. Muutama maisemoitu kohde jouduttiin hylkäämään tutkimuksesta puuston liian nuoren iän vuoksi. Koealoja otettiin yhteensä 39 kpl. Koealaväli määritettiin alueen pinta-alan mukaan. Opinnäytetyössä käytettiin systemaattista koealojen mittaustapaa. Lisäksi määritettiin mitattavan alueen pisimmän halkaisijan muodostama linja, jolle kaikki koealat sijoituivat.



Kuva 1. Kohteet numeroituna kartalla.

Koska kohteet olivat pinta-alaltaan pieniä, myös koealavälit olivat normaalia lyhyempiä. Jokaisen kohteen ensimmäinen koealaväli puolitettiin. Puusto mitattiin ympyräkoealoilta 3,99 metrin säteellä onkivavan avulla, näin yhden koealan pinta-ala on 50 m². Koealat merkittiin maastoon kuitunauhoin varustetuilla puuluilla. Koealalta saadut runkolukutulokset saatiin analysoinnin kannalta parhaaseen muotoon kertomalla ne muuntokertoimella 200, jolloin saatiin selville hehtaarikohtainen puuston tiheys. Mittauksissa ei huomioitu alle puolimetrisiä puita. Mitatut puustotunnukset; ikä, pituus, rinnankorkeusläpimitta ja runkoluku puulajeittain merkattiin ylös maastolomakkeeseen (liite).

Mänty kasvattaa joka vuosi yhden oksakerroksen, joista ikä voidaan suoraan laskea. Jokainen koeala on viljelty männyllä, joten iän määrittämiseen ei tarvittu apuvälineitä, vaan ikä pystyttiin määrittämään pelkästään laskemalla männyn oksakiehkurat. Puuston pituus saatiin mittaamalla koealan eri puulajien aritmeettinen keskipituus. Pituuden mittauksessa käytettiin hypsometria varustettuna etäisyysprismalla, sekä lattaa. Etäisyytenä pituuden mittaamisessa käytettiin 15 metriä. Nuorten taimikoiden pituudet saatiin selville onkivavan avulla. Rinnankorkeusläpimitta mitattiin samasta puusta, kuin aritmeettinen keskipituus.

Taulukko 2. Koealavälit

kuvion koko, ha	linja- ja koealaväli, m
< 0,5	30
0,5 - 0,99	40
> 1	50

Lisäksi havainnoitiin silmämääräisesti puuston kehityshäiriöitä ja ulkopuolisia tuhoja, sillä alueilla on tavattu aiemmin muun muassa punalatikkaa, joka käyttää ravinnokseen männyntaimia imemällä nesteitä rungosta. Tämä aiheuttaa männyntaimen kasvun tyrehtymistä ja neulaskellastumista. (Kankaanhuhta 2003.) Tutkittavista kohteista seitsemän sijaitsi rinteessä. Merkitsimme ylös näiden seitsemän kohteen ilmansuunnan, jolloin pystyttiin vertailemaan paahteisuuden vaikutusta puuston kasvuun.

5.2.3 Pintamaan mittaukset

Pintamaan mittaukset suoritettiin joka kerta ympyräkoegan keskelle kaivettavasta noin 30 senttimetrin syvyydestä kuopasta. Tämän jälkeen pintamaan paksuus mitattiin mitalla ja kirjattiin ylös. Myös maalaji luokiteltiin erikseen. Kaivettuun kuoppaan asetettiin pystyyn koealapaalu ja lopuksi kuoppa täytettiin. Saatuja tuloksia vertailtiin keskenään ja tutkittiin, onko pintamaan paksuudella vaikutusta kasvatettavan puuston kasvuun.



Kuva 2. Pintamaan mittaaminen (Kuva: Ville Lumberg).

Pintamaa toimii alueen kasvualustana, ja sen tehtävänä on muun muassa estää maan happamoitumista ja mahdollistaa kasvillisuuden palautuminen maanotto-alueelle. Pintamaa sisältää eloperäistä ainesta eli humusta, joka ravitsee kasvillisuutta. Humuksen määrä pintamaassa esitetään yleensä esimerkiksi painoprosentin avulla, mutta tässä tutkimuksessa käsitellään pelkästään pintamaata, jonka paksuus mitattiin senttimetreinä.

5.3 Aineiston käsittely ja analysointi

Ensimmäisenä kaikki mitatut arvot siirrettiin maastolomakkeelta excel-ohjelmaan, josta aineisto on helposti analysoitavissa. Excel-ohjelman avulla mittaustuloksia havainnollistettiin erilaisilla kuvaajilla, joista johdettiin tutkimuksen lopullisia tuloksia. Tutkimustulosten pohjalta selvitettiin syy-seuraussuhteita ja tarkasteltiin eri muuttujien välisiä riippuvuuksia. Mitattavia tunnuksia vertailtiin keskenään metsityksen eroavaisuuksien selvittämiseksi. Vertailtavina tunnuksina ovat muun muassa vuotuinen kasvu ja pintamaan paksuus. Lisäksi mittaustuloksista laskettiin

keskihajonta, mediaani ja keskiarvo, jotta metsittymisen yleinen onnistuneisuus saatiin havainnollistettua.

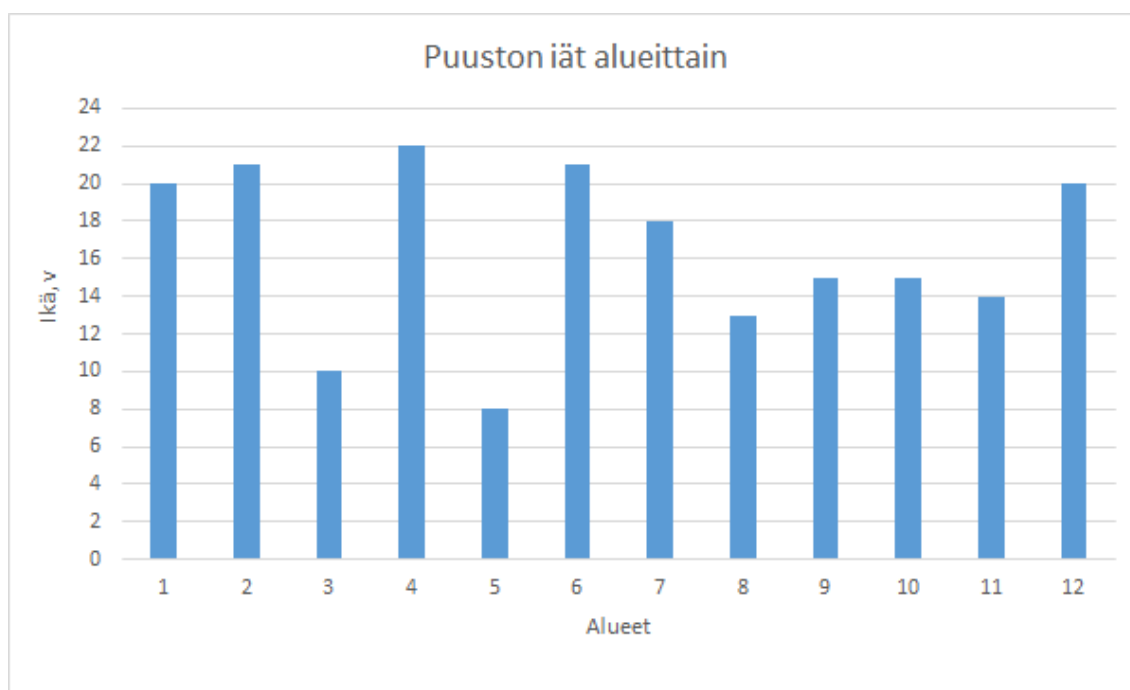
Yhtenä tehokkaana analyysimenetelmänä käytettiin regressioanalyysia, jossa vertailtiin kahden eri muuttujan välistä riippuvuutta. Käytännössä muuttujista luotiin hajontakuviot, jolle tehtiin mahdollisimman kuvaava suora. Suora on parhaimmillaan, kun sen jäännösarvot eli residuaalit ovat mahdollisimman pienet (Kananen 2011, 111). Regressioanalyysin päätarkoituksena oli erityisesti selvittää pintaamaan paksuuden vaikutusta puuston kasvuun.

Maastomittauksissa huomatu taudit ja ravinnepuutosoireet selvitettiin kuvamateriaalin avulla. Tuhojen yleisyys ja tuhonaiheuttajat tuotiin esille mahdollisimman tarkasti menetelmäkirjallisuutta hyödyntäen.

6 Tulokset

6.1 Ikä- ja puulajijakauma

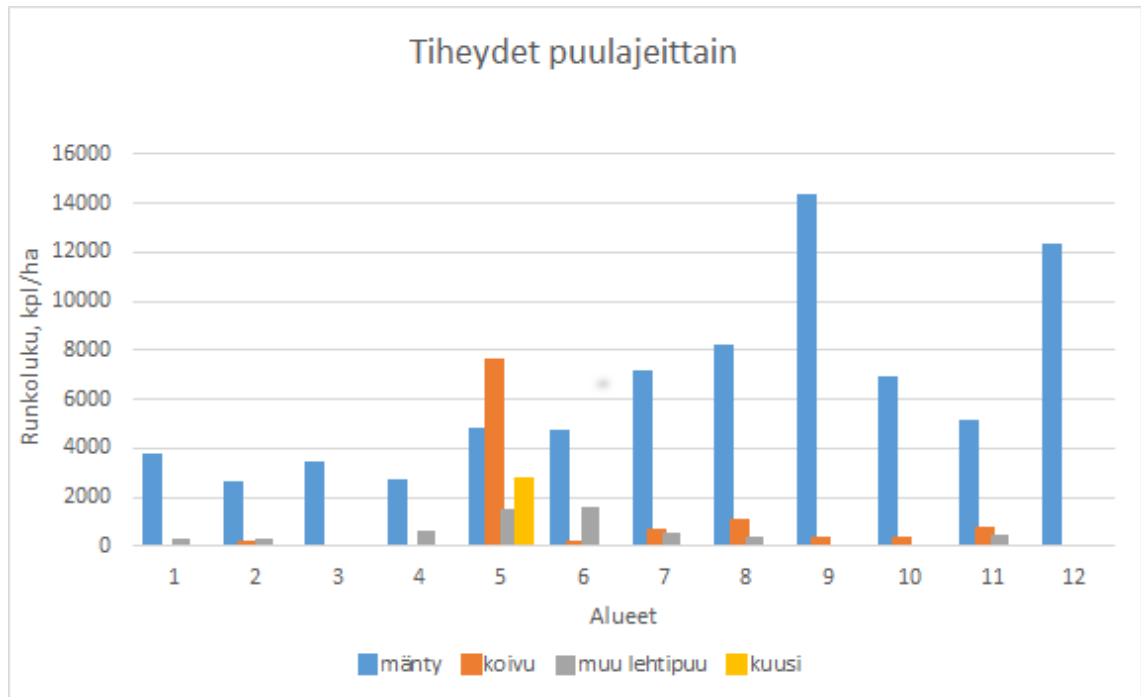
Yhtenä maastotyönä arvioitiin puuston ikä laskemalla mäntyjen oksakiehkurat, kuten luvussa 5.2.2 kerrotaan. Ikä arvioitiin pelkästään männyille, koska kuuselle ja lehtipuille iän arvioiminen on vaikeaa, ellei mahdotonta johtuen muun muassa säännöttömästä oksien kasvusta. Luultavasti valtaosalla kohteista lehtipuiden ikä vastaa mäntyjen ikää, mutta on myös mahdollista, että lehtipuita on raivattu aikaisemmassa taimikkovaiheessa, jolloin lehtipuusto on iältään mäntyjä nuorempaa.



Kuvio 1. Tarkasteltavien alueiden ikäjakauma.

Kuviosta 1 nähdään, että tutkittavien alueiden (sivu 19) puustojen iät ovat välillä 8–22 vuotta. Valtaosa puustoista on lähellä 15–20 vuoden ikää ja kaikkien puuston ikien keskiarvo on noin 16,4 vuotta. Tutkimuksessa mukana olevien kohteiden puustojen iät haluttiin pitää yli viidessä vuodessa, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Valinnasta poissuljettiin muutama kohde puuston liian nuoren iän vuoksi, koska tämä olisi voinut vaikuttaa esimerkiksi runkoluvun muodostumiseen, sillä mittauksessa olivat mukana minimissään puolimetriset puut. Lisäksi iän määrittäminen mahdollisti puuston kasvun laskemisen, joka on yksi keskeisimmistä tunnuksista tutkimuksessa.

Tarkastelun kohteena olevien maisemoitujen maanottoalueiden pääpuulajina on mänty, joka on viljelty alueille joko kylväen tai istuttaen. Puulajeista männyn menestyminen alueilla on tarkastelun kannalta olennaisinta, mutta myös kuusen, koivun ja muiden lehtipuiden osuutta mitattiin omina ositteinaan.



Kuvio 2. Puulajien tiheydet alueittain.

Kuviosta 2 nähdään, että mänty on alueiden runsaslukuisin puulaji (80,8 %). Ainoastaan alueella 5, koivun osuus on mäntyä suurempi. Koivua esiintyy yhteensä kahdeksalla alueella ja se on toiseksi yleisin puulaji 11 %:n kokonaisuudellaan. Kolmantena ositteena mittauksissa huomioitiin muu lehtipuu (5,3 %), jota esiintyy yhteensä kahdeksalla alueella. Muina lehtipuina alueilla havaittiin harmaaleppää, haapaa ja raitaa. Neljäntenä ositteena tarkasteltiin kuusta, jota kasvoi ainoastaan alueella 5. Kuusen kokonaisuus jäi 2,9 prosenttiin.

Alueen 5 puulajihajonta selittyy puuston nuorella iällä, koivun ollessa hallitsevana puulajina 46,1 %:n osuudella. Koivu ja muu lehtipuu ovat selvästi mäntyä ja kuusta pitempiä, joten mänty (28,8 %) ja kuusi (16,5 %) kilpailevat elintilasta lehtipuiden alla.

Tarkasteltavat alueet sijaitsevat hiekka- ja sorapohjaisilla alueilla, joiden tavoitetiheytenä on männyllä 2 500 kappaletta hehtaaria kohden (taulukko 1). Kuviosta 2 on nähtävillä, että tavoitetiheydet täyttyvät kaikilla alueilla. Alimmillaan männyn tiheys on alueella 2: 2 530 kappaletta hehtaarilla. Ylimmillään männyn tiheys on alueella 9: 14 200 kappaletta hehtaarilla. Vastaavat tavoitetiheydet koivulla ja

haavalla on 500 kappaletta hehtaaria kohden, mutta näiden puulajien osalta tiheyksiä ei tarkastella sen tarkemmin, koska kaikki alueet on viljelty ainoastaan männylle.

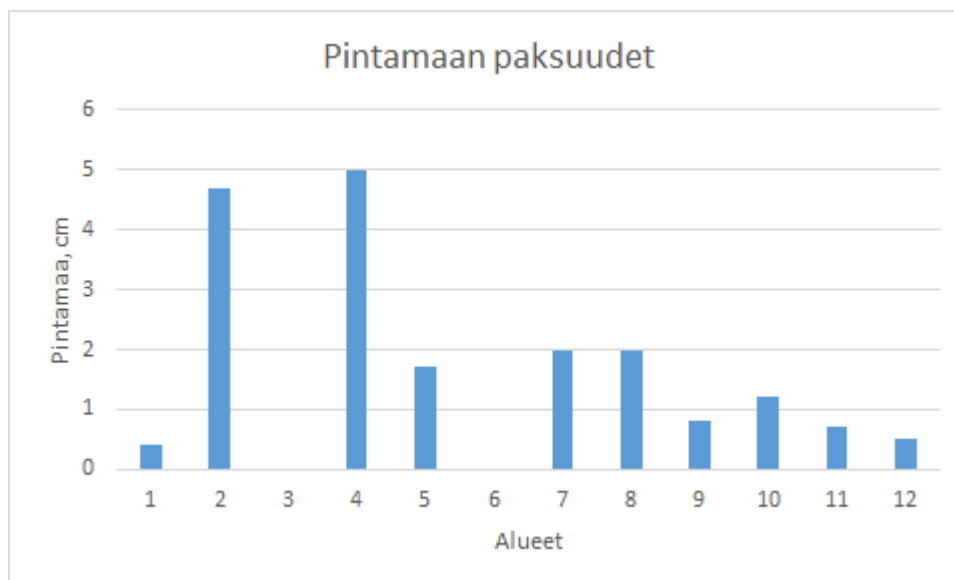
Taulukko 3. Lisätunnuksia runkoluvusta puulajeittain.

	Mänty	Koivu	Muu lehtipuu	Kuusi
Kokonaisosuudet, %	80,8	11,3	5,3	2,9
Keskiarvo, runkoluku	6211	846	403	223
Keskihajonta, runkoluku	4085	1520	409	544
Mediaani	4835	135	235	

Yllä olevaan taulukkoon laskettiin Excel-ohjelman kaavoja hyödyntäen runkolukua ja ikää havainnollistavia tunnuksia huomioiden kaikki tutkimusalueet. Runkoluvun keskiarvo myötäilee puulajien kokonaisosuuksia, joten mänty on keskiarvoltaan selvästi yleisin havupuulaji. Koivu on yleisin alueilla kasvava lehtipuu keskiarvon ollessa noin 846 kappaletta hehtaarilla. Keskihajonnan suhteen männyllä on suurinta hajontaa tiheyksissä (4 085 kpl/ha). Koivun keskihajonta on kohtuullisen suuri, ottaen huomioon, että sen kokonaisosuus on alueilla ainoastaan 11,3 %. Tämä saattaa johtua alueen viisi poikkeuksellisen suuresta koivun tiheydestä (7 470 kpl/ha). Muiden lehtipuiden keskihajonta on reilu 400 kappaletta hehtaarilla, joten muita lehtipuita esiintyi alueilla melko tasaisesti. Kuusen keskihajontaan ei kannata syventyä tarkemmin, koska sitä kasvoi vain yhdellä alueella. Mediaani, eli tässä tapauksessa suuruusjärjestykseen järjestettyjen runkolukujen kahden keskimmäisen arvon keskiarvo on kaikilla puulajeilla pienempi kuin tavallinen keskiarvo. Etenkin koivun kohdalla mediaani kuvaa todellista keskimääräistä runkolukua paremmin kuin tavallinen keskiarvo, koska se ei painota liikaa alueen viisi poikkeavan suurta runkolukua. Samaten myös männyn mediaani, 4835 kappaletta hehtaarilla, saattaa olla lähempänä todellisuutta kuin tavallinen keskiarvo, koska alueen yhdeksän runkoluku (14200 kpl/ha) poikkeaa huomattavasti muista alueista.

6.2 Pintamaan mittaustulokset

Koeloilta mitatut pintamaan paksuudet muunnettiin keskimääräisiksi tuloksiksi alueittain. Saadut tulokset esitetään graafisesti erilaisten kuvioiden avulla.



Kuvio 3. Pintamaan paksuudet alueittain.

Kuviosta 3 nähdään, että pintamaata on alueilla melko niukasti. Alueilla 3 ja 6 pintamaata ei ole havaittu ollenkaan ja neljällä muulla alueella alle yhden senttimetrin verran. Alueella 4 pintamaata on kaikista eniten: viisi senttimetriä. Maanot- toalueille levitettävän pintamaan paksuus tulisi olla suositusten mukaan 20 senttimetriä, joten voidaan todeta, että mitatut pintamaan paksuudet jäävät merkittä- vän vähäisiksi. Pintamaan vähyyden vuoksi paksuuksia ei kannata luokitella tar- kemmin, vaan voidaan todeta tuloksen olevan huono.

Taulukko 4. Lisätunnuksia pintamaan paksuuksista.

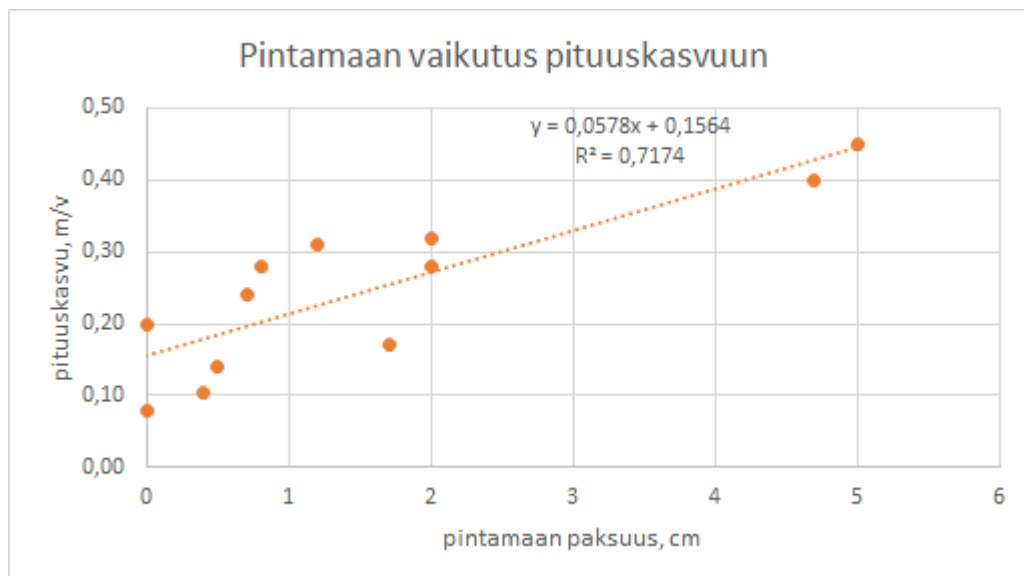
Pintamaa, cm	
Keskiarvo	1,58
Keskihajonta	1,68
Mediaani	1

Taulukossa 4 on esitetty kaikkien tutkimusalueiden keskimääräisiä tunnuksia pin- tamaan paksuuksien osalta. Pintamaan paksuuksien keskiarvo on noin 1,6 sent-

timetriä, joten pintamaata on keskimääräisesti liian vähän suosituksiin verrattaessa. Keskiarvon lisäksi keskihajonnan ollessa noin 1,7 senttimetriä ja mediaanin 1 senttimetri, voidaan todeta pintamaan vähäisyyden olleen yleistä alueilla.

6.3 Pintamaan vaikutus puuston kasvuun

Vaikka pintamaata on alueilla niukasti, haluttiin selvittää, onko pintamaan paksuudella lineaarista riippuvuutta puuston kasvun suhteen. Ensimmäisenä verrattiin pintamaan paksuuden vaikutusta puuston pituuskasvuun.



Kuvio 4. Pintamaan paksuuden vaikutus puuston pituuskasvuun.

Kuviosta 4 on nähtävillä, että pintamaalla ja pituuskasvulla vaikuttaa olevan lineaarista riippuvuutta keskenään. Riippuvuuden todentamiseksi tarkastellaan ensiksi Excelillä laskettuja regressiotunnuksia.

Taulukko 5. Pituuskasvun regressiotunnusluvut.

Regressiotunnusluvut, pituuskasvu	
Korrelaatiokerroin	0,84700
Selityskerroin, R ²	0,71741
T-testin p-arvo	0,00012
F-testin p-arvo	0,00051

Taulukossa 5 näkyvä korrelaatiokerroin voi saada arvon väliltä -1 ja 1. Kertoimen ollessa -1, kyseessä on täydellinen negatiivinen korrelaatio, kun taas kertoimen ollessa 1, kyseessä on täydellinen positiivinen korrelaatio. (Kananen 2011, 109.) Korrelaatiokertoimen avulla riippuvuuden voimakkuutta arvioidaan seuraavasti:

0,8 \geq voimakas riippuvuus

0,4–0,8 kohtalainen riippuvuus

0,4 \leq ei riippuvuutta. (Kananen 2011, 109-110.)

Korrelaatiokerroin on noin 0,85, joten pintamaan ja pituuskasvun välillä voidaan todeta olevan voimakasta riippuvuutta. Korrelaatiokertoimen lisäksi regressiotunnusluvusta selityskerroin kertoo regressiosuoran hyvyydestä. Mikäli selityskerroin on 1, suoran selitysaste on 100 %. Tällöin suora kulkee kaikkien havaintoaineiston pisteiden kautta. Suoran selityskyky on hyvä, jos selityskertoimen arvo on 0,50–1,00. (Kananen 2011, 112.)

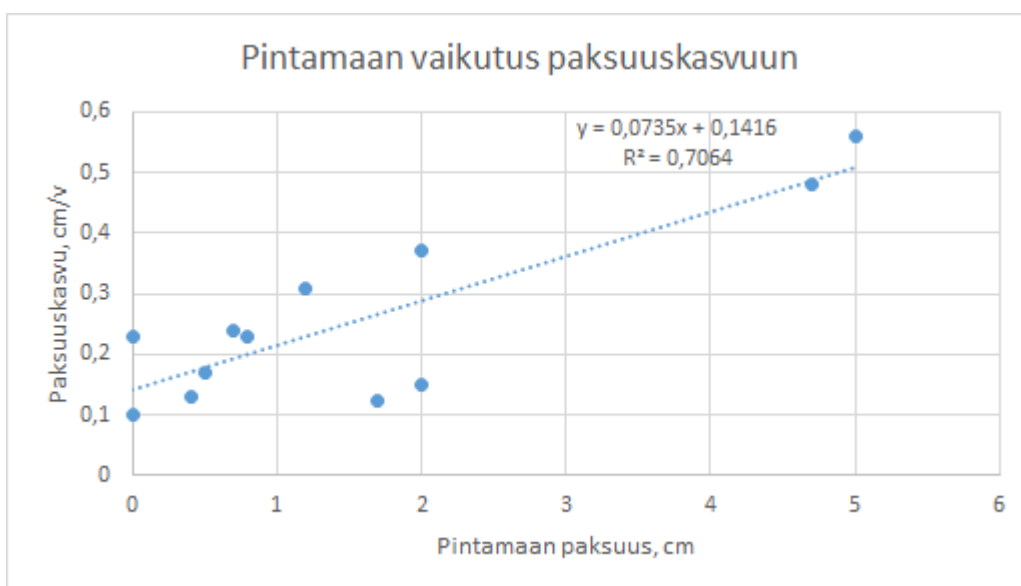
Tässä tapauksessa selityskerroin on noin 0,72, joten kuviossa 4 esitetyn suoran selityskyky on hyvä. Havaintoaineiston pisteet eivät poikkea liian paljon suoralta. Toisin sanoen pintamaan paksuus selittää 72 prosenttisesti puuston pituuskasvua.

Pintamaan ja pituuskasvun välistä riippuvuutta kuvaa kuviossa 4 näkyvä regressiomalli $y = 0,0578x + 0,1564$. Korrelaatiokertoimen ja selitysasteen todennettua regressiomallin luotettavuutta, voidaan tarkastella riippuvuutta myös F-testillä. F-testillä tutkitaan, onko regressiomalli kokonaisuutena tilastollisesti merkitsevä. F-testissä käytetään nollahypoteesia, jossa oletetaan muuttujien regressiokertoimien olevan nollia. Vaihtoehtoisena hypoteesina oletetaan vähintään yhden muuttujan olevan nollasta poikkeava. Merkitsevyytason ollessa 95 %, F-testin p-arvon tulee olla alle 0,05, jotta vaihtoehtoinen hypoteesi tulee voimaan ja malli pystytään todistamaan tilastollisesti merkitseväksi. (Taanila 2010, 15-16.)

F-testin p-arvo saatiin Excelistä, ja arvo on 0,00051 (taulukko 5). Arvo on alle 0,05, joten regressiomalli on tilastollisesti merkitsevä. Toisin sanoen pintamaan paksuuden ja puuston pituuskasvun välillä on riippuvuutta.

Tarkasteltavien tunnusten riippuvuutta pystytään arvioimaan myös t-testillä. T-testillä tutkitaan yhden selittävän muuttujan, eli tässä tapauksessa pintamaan vaikutusta selitettävään muuttujaan, eli pituuskasvuun. Nollahypoteesin mukaan selittävän muuttujan regressiokerroin on nolla ja vaihtoehdoisen hypoteesin mukaan kerroin poikkeaa nolasta. Mikäli t-testin p-arvo on alle 0,05, niin nollahypoteesi pystytään hylkäämään ja selittävä muuttuja on käypä malliin. (Taanila 2010, 16.)

T-testin p-arvo saatiin F-testin tapaan Excelistä. P-arvo on 0,00012, joten pintamaan paksuus on malliin soveltuva selittävä muuttuja. Toisin sanoen regressiomalli on toimiva, ja pintamaan ja pituuskasvun välillä on tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta.



Kuvio 5. Pintamaan paksuuden vaikutus puuston paksuuskasvuun.

Pintamaan paksuuden vaikutusta haluttiin selvittää myös paksuuskasvun osalta. Kuvioista 5 voidaan silmämääräisesti sanoa, että riippuvuutta on havaittavissa. Riippuvuuden todentamiseksi tarkastellaan regressiotunnuslukuja.

Taulukko 6. Regressiotunnusluvut

Regressiotunnusluvut, paksuuskasvu	
Korrelaatiokerroin	0,84045
Selityskerroin, R^2	0,70636
T-testin p-arvo	0,00185
F-testin p-arvo	0,00062

Korrelaatiokerroin on 0,84, joten pintamaan paksuuden ja puuston paksuuskasvun välillä on voimakasta riippuvuutta. Selityskerroin on noin 0,71, joten voidaan todeta kuvion 5 suoran selityskyvyn olevan hyvä. Toisin sanoen pintamaan paksuus selittää puuston paksuuskasvua 71 prosenttisesti. F-testin p-arvo on 0,00061, joten regressiomalli on kokonaisuutena tilastollisesti merkitsevä. T-testin p-arvon ollessa myös alle 0,05, pintamaan paksuuden ja puuston paksuuskasvun välillä on kaikkien arvojen perusteella tilastollisesti merkitsevää riippuvuutta.

Taulukko 7. Lisätunnuksia pituus- ja paksuuskasvuista.

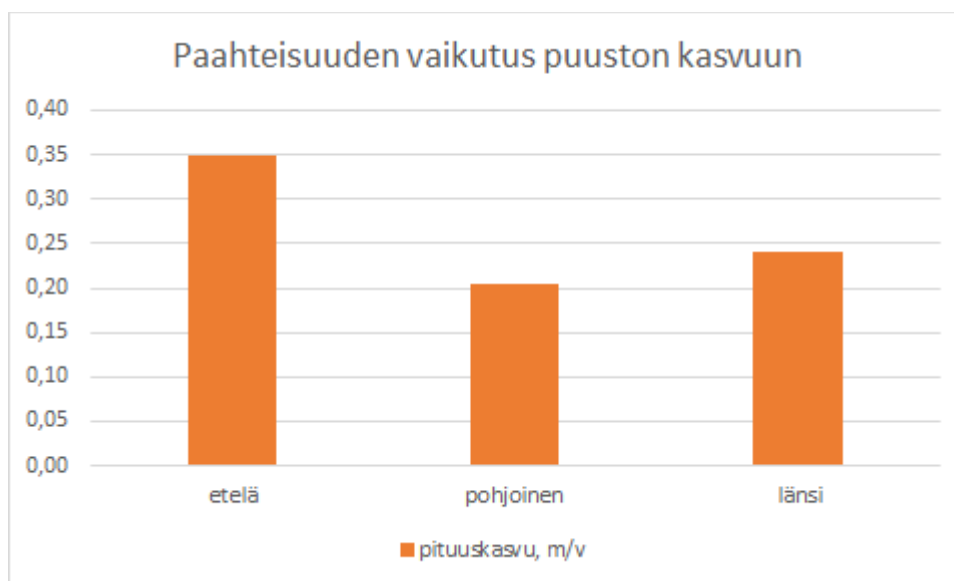
	Pituuskasvu, m/v	Paksuuskasvu, cm/v
Keskiarvo	0,25	0,26
Keskihajonta	0,11	0,15
Mediaani	0,26	0,23

Taulukossa 7 on esitetty Excelillä lasketut keskiarvot, keskihajonnat ja mediaanit sekä pituus- että paksuuskasvulle kaikilta tutkimusalueilta. Huomioitavaa on, että pituuskasvua tarkastellaan metreinä ja paksuuskasvua senttimetreinä. Pituuskasvun keskiarvo on 0,25 metriä vuodessa ja mediaani on myös lähellä kyseistä arvoa. Pituuskasvun keskiarvo on näin ollen melko tarkka. Keskihajonnan ollessa 0,11 metriä, voidaan todeta pituuskasvussa olevan pientä vaihtelua alueiden välillä. Paksuuskasvun osalta keskiarvo kuvaa keskimääräistä kasvua kohtalaisen hyvin mediaanin ollessa vain 0,03 senttimetriä pienempi. Paksuuskasvussa on pituuskasvun tapaan havaittavissa pientä vaihtelua keskihajonnan ollessa 0,15 senttimetriä.

6.4 Paahteisuuden vaikutus puuston kasvuun

Suuri osa maanottoalueen maisemoinnista tehdään rinteessä, kun alueen rinteet loivennetaan ja paikalle palautetaan mahdollisimman luonnonmukainen kasvillisuus maanoton loppumisen jälkeen. Nämä rinnealueet ovat erityisen alttiita auringon paahteisuudelle. Mitatuilta kohdealueilta pyrittiin ottamaan paahteisuus huomioon merkkamalla ylös rinteiden ilmansuuntaa. Alueista seitsemän sijaitsi rin-

teessä. Eteläpuoleisia rinteitä oli kolme sekä pohjoisen- että lännenpuoleisia rinteitä oli kaksi. Osa alueista ei sijaitse rinteessä, vaan tasaisella maapohjalla, joten niiltä paahteisuutta ei otettu huomioon.



Kuvio 6. Paahteisuuden vaikutus kasvuun.

Kuviosta 6 nähdään, että keskimääräisesti eteläpuoleisilla rinteillä puuston pituuskasvu on nopeinta. Heikointa pituuskasvu on pohjoisenpuoleisilla rinteillä. Tarkempaa tutkimusta paahteisuuden osalta ei pystytä työssä selvittämään havainnejoukon pienuudesta johtuen. Lisäksi voidaan arvella pintamaan paksuudella olevan suurempi vaikutus puuston pituuskasvuun kuin paahteisuudella.

6.5 Puuston terveydentila ja tuhohyönteiset

6.5.1 Puuston terveys

Kaikkien maanottoalueiden puustojen terveyttä tarkasteltiin maastomittauksien ohessa, ja havaintoja kirjattiin ylös maastolomakkeisiin sekä havainnollistettiin valokuvien avulla. Pääpiirteissään maanottoalueiden metsittymisessä on havaittavissa puutteita. Yleisenä asiana alueilla havaittiin neulasten kellastumista, jota ilmeni 50 prosentilla alueista. Neulasten kellastuminen kertoo usein puun ravin-

teiden, kuten typen, fosforin tai kaliumin puutteista. Voidaan arvella, että maanottoalueiden maaperä ei sido tarpeeksi ravinteita puiden käyttöön, vaan vesi huuhtoo ravinteet hiekka- ja sorapohjaisen maaperän läpi puiden juurien ulottumattomiin. Alueilla, joilla on neulaskellastumista, puusto on hyvin kitukasvuista johtuen juuri ravinnepuutoksesta. Huomioitavaa on myös, että suurella osalla kitukasvuista alueista esiintyy merkittävää pituusvaihtelua. Pituusvaihtelu saattaa todennäköisesti johtua kasvuolosuhteiden vaihtelusta, eli ravinteiden saatavuus alueen eri kohdissa saattaa vaihdella merkittävästi.



Kuva 3. Neulaskellastuminen helposti havaittavissa. (Kuva: Ville Lumberg).



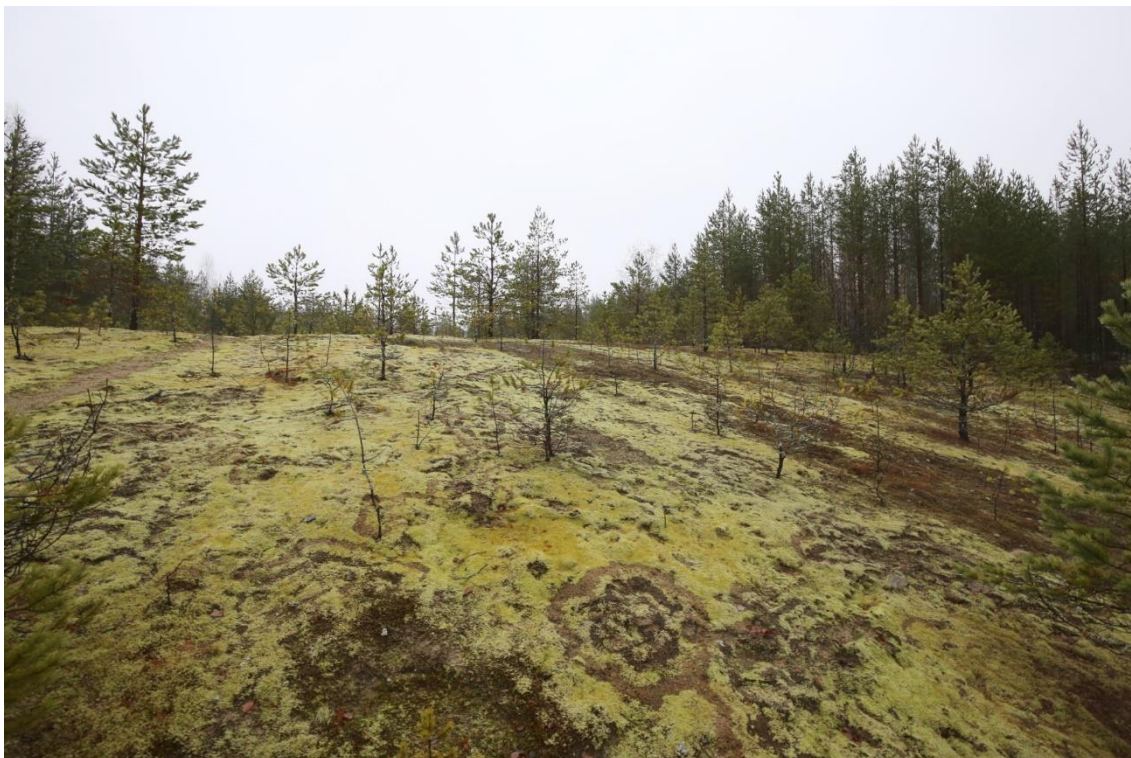
Kuva 4. Heikosti onnistunut maisemointi alueella 6. (Kuva: Ville Lumberg).

Alueella 6 maisemointia voidaan sanoa heikosti onnistuneeksi. Taimikko on kitukasvuista, sekä neulaskellastumista esiintyy hyvin laajasti, mikä viittaa ravinnepuutokseen. Maan pinnassa on paikoitellen sammalmättäitä, mutta pintamaa puuttuu, sillä pääosin pinnassa on ainoastaan hiekkaa ja soraa. Pintamaan puuttumisen johdosta ravinteet huuhtoutuvat suoraan maakerroksista läpi, eivätkä puut saa niitä tarvitsemaansa käyttöön. Tästä johtuu äärimmäisen hidas kasvu. Paikoitellen myös kivisyys on runsasta.



Kuva 5. Karut kasvuolosuhteet. (Kuva: Ville Lumberg).

Neulaskellastuminen lisäksi huomioitiin maanottoalueiden kasvillisuutta. Kokonaisuutena huomattiin, että kasvillisuus on erittäin niukkaa. Alueilla kasvaa vain vähän muun muassa heinää, maitohorsmaa ja kanervaa. Varpukasvillisuutta havaittiin vain yksittäisinä laikkuina. Vallitsevana pintakasvillisuutena kasvaa samalta ja joissain paikoissa jäkälää. Suosituksia tarkastellessa (sivu 15) maanottoalueiden aluskasvillisuutena suositaan heinää ja varpukasvillisuutta, mutta tutkittavilla alueilla kasvillisuus on suosituksiin nähden erittäin vähäistä. Kuvassa 6 on nähtävissä kasvillisuudeltaan, ja myös muuten heikosti onnistunut metsittäminen.



Kuva 6. Yhtenäinen sammalkerros alueella 1. (Kuva: Ville Lumberg).

Seuraavana havaintona puustossa huomattiin aukkoisuutta. Puut saattoivat kasvaa osalla alueesta hyvin, mutta vieressä oli monesti kohtia, joissa ei ollut lyhyitä mäntyjä lukuunottamatta ollenkaan puita. Voidaan arvella, että laikuittain puilla on saatavilla ravinteita, mutta usein maaperä on liian karua puiden kasvuun. Mielenkiintoinen havainto tehtiin alueella 4, jossa muuten hyväkasvuisen ja hyvälaatuisen männikön keskellä oli aukko, jossa oli vain muutamia kuolleita männyn taimia (kuva 7). Lisäksi erityisesti alueella 9 havaittiin merkittävän suurta aukkoisuutta (kuva 8). Aukkoisen ja puustoisin alueen raja oli erittäin selvä, vaikka alueet metsitettiin todennäköisesti samaan aikaan.



Kuva 7. Aukko keskellä aluetta 4. (Kuva: Ville Lumberg).



Kuva 8. Huomattavan suurta aukkoisuutta alueella 9. (Kuva: Ville Lumberg).

Alueilla havaittiin jo aiemmin mainittujen puutteiden lisäksi monilatvaisuutta ja latvanvaihtoja. Männyn uusin vuosikasvain on kuollut ja puu on kasvattanut ylimmistä oksistaan uutta latvaa. Monilatvaisuutta on havaittavissa seitsemällä alueella. Kaikkien puutteiden lisäksi alueilla on havaittavissa myös onnistunutta metsittymistä. Erityisesti alueet 2 (kuva 9) ja 4 erottuivat laadullisesti ja kasvullisesti parhaiten metsittyneiksi alueiksi. Näillä alueilla männikkö on kasvanut tasaisena ja hyvälaatuisena, ja on jo nuoren kasvatusmetsän mitoissa. Nuoreksi kasvatusmetsiköksi luokitellaan metsikkö, jonka keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta on 8–16 senttimetriä. Havupuuston osalta valtapituuden pitää olla yli 7 metriä ja koivikossa yli 9 metriä. (Tapion maastotaulukot 2013, 8.)



Kuva 9. Alueen 2 hyvin onnistunut metsittyminen. (Kuva: Ville Lumberg).

Alueiden välisissä metsitymisissä on suuria vaihteluja. Kuvassa 10 on nähtävillä onnistuneen metsittymisen ja heikosti onnistuneen metsittymisen ero. Ero johtuu puhtaasti orgaanisesta pintamaasta, jota on varttuneemman metsän maaperässä keskimäärin noin 4,7 senttimetriä. Epäonnistuneen metsikön hiekkapohjaisen maaperän pinnalla on vain ohut sammalkerros.



Kuva 10. Hyvän ja huonon metsittymisen ero. Varttuneempi metsikkö kuuluu alueeseen 2. (Kuva: Ville Lumberg).

6.5.2 Tuhohyönteisten vaikutus maanottoalueilla

Maastomittauksissa männiköissä havaitut tuhot tutkittiin silmämääräisesti. Tutkimuksessa ei ole resursseja tehdä tarkempaa analyysiä tuhojen aiheuttajista, eikä selvittää ravinnehäiriöitä aiheuttavia puuteravinteita. Alueella 10 havaittiin vain yksittäisissä, ohuissa männyn oksissa syömäjälkiä, jotka viittaavat ytimennävertäjään. Tuhon laajuus ei ole merkittävä. Ytimennävertäjä ei yleensä iskeydy taimikkovaiheen metsiköihin, mutta maanottoalueiden ravinnehäiriöiden vuoksi heikentyneet puut voivat tarjota ravintoa ytimennävertäjälle. Ytimennävertäjä on päässyt alueelle mahdollisesti lähellä olleesta, lisääntymisalustana käytetystä puutavarasta.



Kuva 11. Alueen 10 ytimennävertäjätuhoja. (Kuva: Ville Lumberg).

Ytimennävertäjät ovat kaarnakuoriaisiin kuuluvia männyllä eläviä kovakuoriaisia. Lisääntyminen tapahtuu männyn kaarnan alla, jonne nävertäjät syövät erilaisia käytäviä ja pariutumiskammioita. Lisääntymisen jälkeen aikuiset yksilöt lentävät mäntyjen latvuksiin ja syövät latvakasvaimia ontoiksi. Tästä voi seurata vakavia kasvutappioita. Ytimennävertäjät levittävät myös sinistäjäsiientä, joka vaikuttaa mäntysahatavaraan. Ne jaotellaan pysty- ja vaakanäkertäjiin, mutta lajeja on vaikea erottaa samankaltaisuuden vuoksi toisistaan. Pystynävertäjä lisääntyy puutavarassa, hakkuutähteissä, kannoissa, heikentyneissä pystypuissa ja tuulenkaadoissa. Vaakanävertäjä taas hakkuutähdelatvuksissa, heikentyneiden pystypuiden latvaosissa, kaatuneiden runkojen alapuolella ja myös puutavarapinoissa (Uotila, Kasanen & Heliövaara 2015, 93.)



Kuva 12. Pystynävertäjä. (Kuva: Luonnonvarakeskus 2014).

Ytimenävertäjätuhot voidaan parhaiten välttää, kun mäntypuutaravaa ei varastoida metsässä, vaan kuljetetaan mahdollisimman nopeasti sieltä pois odottaen jatkojalostusta. Myös myrsky- ja lumituhopuut tulee korjata metsästä pois, jos niitä on merkittävä määrä. Muita torjuntakeinoja ovat puutavaran kastelu, peittäminen ja ruiskuttaminen tuholaisten torjunta-aineilla. Metsätuholaki sisältää havupuille määräajat, joihin mennessä kuorellinen puutavara on kuljetettava metsästä pois. (Uotila. ym. 2015, 95.)



Kuva 13. Monilatvaisuutta. Etuoikealla punalatican kuivattama männyn latvus alueella 3. (Kuva: Ville Lumberg).

Punalatikan tuhoja havaittiin merkittävässä määrin alueilla 1 ja 3. Puuston neulaset ovat selvästi kellastuneet, sekä mäntyjen latvakuolleisuus kertoo tuhonaiheuttajan ruokailleen alueella. Neulasten kellastuminen ja monilatvaisuus ovat myös merkki ravinnepuutoksesta, jota havaittiin punalatikan tavoin alueilla, joilla pintamaan paksuus on vähäistä.



Kuva 14. Punalatikoita männyn kuoren alla. (Kuva: Luonnonvarakeskus 2003).

Punalatikka on pieni, alle puolen senttimetrin pituinen, väriltään punaruskea, litteä lude, joka imukärsällään imee kaarnan alta, nilasta männyn nesteitä. Sekä punalatikan toukat, että aikuiset elävät nuorten, taimikkovaiheessa olevien mäntyjen rungoissa. Punalatikan imentä aiheuttaa männyn neulasten kellastumista ja vuosikasvainten lyhenemistä, pahimmassa tapauksessa mänty kuolee latvakasvaimista alkaen. Punalatikan tuhot ovat yleisiä karuilla hiekkakankailla Etelä-Suomessa. (Uotila. ym. 2015, 129.)



Kuva 15. Punalatikan kuivuttuma männyn latvus alueella 1. (Kuva: Joonas Heikkinen).

Valoa ja lämpöä suosivien punalatikoiden torjunta on parasta metsänhoidollisin keinoin. Tiheät ja varjoiset taimikot ovat epäedullisia punalatikoille, myös koivun kasvattaminen mäntyjen joukossa vähentää tuhoja. (Uotila. ym. 2015, 130.)

7 Tulosten tarkastelu

7.1 Ikä- ja puulajijakauma

Ikäjakaumaa tarkastellessa voidaan todeta valtaosan puustoista olevan iältään lähempänä 20 vuotta kuin 10 vuotta. Tarkasteltavien alueiden iät pidettiin yli viidessä vuodessa, jotta maastomittaukset pystyttiin tekemään luotettavasti. Alueella 5 (ikä 8 vuotta) puusto on muita alueita kehittymättömämpää, kun esimerkiksi sen keskipituus on kaikista puustoista alhaisin, jonka vuoksi mietittiin alueen poisjättämistä tutkimuksesta. Alue päädyttiin lopulta ottamaan mukaan, ja nyt se värittää myös puulajijakaumaa keskiarvillisesti poikkeavan suurella lehtipuuosuudellaan. Kenties tälle alueelle olisi mahdollista perustaa sekapuu metsikkö

tulevaisuudessa värittämään entisille maanottoalueille usein tyypillisiä männiköitä.

Puulajijakauma osoittaa alueiden hallitsevaksi puulajiksi männyn, joka on myös kaikille alueille viljelty pääpuulaji. Männyn osalta tavoitetiheydet täyttyvät, joten metsittyminen on tiheyden puolesta onnistunut. Muiden puulajien määrät jäävät männyn rinnalla pieneksi, mikä todistaa maaperän ominaisuuksien soveltuvan pääosin ainoastaan männylle.

7.2 Pintamaan paksuudet mittausalueilla

Pintamaata esiintyi alueilla suosituksiin nähden erittäin niukasti. Enimmillään pintamaata 5 senttimetriä alueella 4. Suosituksien mukaan pintamaata tulisi levittää maisemoitaville alueille 20 senttimetrin verran, joten voidaan todeta tulosten olevan heikkoja. Mahdollisesti juuri pintamaan vähyyden vuoksi useiden maanottoalueiden metsittyminen on onnistunut heikosti. Alueilla on havaittavissa muun muassa ravinnepuutosta ja kitukasvuisuutta, eikä puiden kasvuun ole odotettavissa paranemista myöskään tulevaisuudessa.

Pintamaan vähäisten määrien vuoksi voidaan arvella, että maanottoalueille ei olla tuotu riittävän paljon lisämaita muualta, vaan pintamaana ollaan käytetty ainoastaan maanottoalueiden reunoille varastoitua maa-ainesta. Lisäksi mahdollisesti alueiden 2 ja 4 suurimmat pintamaaosuudet johtuvat alueiden topografialtaan kapeista ja pitkittäisistä rinteistä. Tällöin rinteiden yläosassa varastoituna ollut pintamaa on riittänyt melko tasaisesti koko alueelle. Alueiden kokojen ja tasaisuuden kasvaessa pintamaata on pääsääntöisesti vähemmän. Tuloksien pohjalta voidaan todeta, että maisemoitavien maanottoalueiden reunoille varastoituna oleva maa-aines ei yksinään riitä puuston kasvualustaksi, vaan lisämaita olisi tuotava myös muualta.

7.3 Pintamaan sekä paahteisuuden vaikutus puuston kasvuun

Pintamaan paksuudella todettiin olevan tilastollisesti merkittävää riippuvuutta sekä puuston pituus- että paksuuskasvuun. Vaikka pintamaan määrät jäivät alueille vähäisiksi, niin siitä huolimatta voidaan todeta, että vähäinenkin pintamaan määrä vaikuttaa heti positiivisesti puuston kasvuun. Parhaimmillaan pituuskasvu oli alueella 4: 0,45 metriä vuodessa. Kyseisen alueen kasvu vastaa jo likipitään tavallisen kivennäismaan kasvua, joten metsittyminen on kasvun suhteen tarkasteltuna onnistunut hyvin. Alueella alkaa olla jo ensiharvennuksen tarve.

Kaikkiaan pintamaan vaikutus puuston kasvuun on merkittävän suuri. Esimerkiksi kuva 10 havainnollistaa asiaa todella hyvin. Tulosten perusteella voidaan todeta, että pintamaan levittämiseen kannattaa panostaa tulevaisuudessa, sillä ilman pintamaata puuston kasvu jää pieneksi.

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös paahteisuuden vaikutusta puuston kasvuun, eli selvitettiin kasvaako puusto keskimääräisesti paremmin tiettyyn ilmansuuntaan olevalla rinteellä. Paahteisuuden suhteen tutkimus jäi kuitenkin niukaksi, koska havaintoaineisto todettiin liian pieneksi tarkempaa tutkimusta ja luotettavia tuloksia ajatellen. Tuloksista kuitenkin selviää, että puusto kasvaa keskimääräisesti paremmin etelänpuoleisella rinteellä. Mahdollisesti etelänpuoleisilla rinteillä on otollisemmat olosuhteet puuston kasvuun, mutta asiaan ei saada tutkimuksessa varmaa tulosta. Lisäksi voidaan olettaa, että pintamaan paksuudella on suurempi vaikutus puuston kasvuun kuin paahteisuudella.

7.4 Puuston terveydentila ja tuhohyönteiset

Puuston terveydessä havaittiin puutteita monella alueella. Esimerkiksi neulasten kellastumista havaittiin 6:lla ja monilatvaisuutta yhteensä 7:llä tarkasteltavalla alueella. Puuston terveydentilan voidaan arvella olevan myös riippuvainen pintamaasta. Esimerkiksi alueilla 2 ja 4 puuston kasvu ja laatu ovat hyviä. Pintamaan parantaessa puuston kasvua, myös terveydentila paranee yhtä lailla.

Kasvillisuuden osalta nykyinen tilanne tarkasteltavilla alueilla on huono. Kasveja kasvoi vain paikoitellen, ja usein alueilla havaittiin vain yhtenäisiä sammalkerroksia. Kasvillisuutta voisi yrittää lisätä tulevaisuudessa esimerkiksi kylvämällä heinän siemeniä ja istuttamalla varpukasvillisuutta.

Alueilla havaitun aukkoisuuden syyksi mietittiin eroosiota eli maan luonnollista rapautumista ja kulumista. Etenkin alueella 9 (kuva 8), todennäköisesti maa-aineksia on valunut rinnettä alas eroosion vaikutuksesta. Maa-ainesten mukana on samalla liuennut puiden tarvitsemia ravinteita. Maa-ainekset ovat kasaantuneet alemmas rinnettä, mikä näkyy parempana puuston kasvuna. Kyseinen rinne on myös huomattavan jyrkkä, joten alueen muotoiluvaiheessa rinnettä olisi voinut loiventaa enemmän. Alueella 4 huomattu aukko (kuva 7) johtuu puolestaan maaperän kivikkoisuudesta. Todennäköisesti aukon kohtaan on maisemoinnin yhteydessä jäänyt maanottoalueilta kertyneitä kiviä, joiden ”päällä” puut eivät kykene kasvamaan.

Havaintoja tuhohyönteisistä tehtiin muun muassa punalatikasta ja ytimennävertäjistä. Ytimennävertäjätuhot ovat yksittäishavaintoja alueella 10, eikä mittavampaa tuhoa taimikkoon ole tullut. Punalatican aiheuttamat tuhot alueilla 1 ja 3 ovat laajempia, ja ne vaurioittavat männyn taimikoiden kasvullista kehitystä. Tuholaisien torjunta ei ole tässä tapauksessa kannattavaa, sillä tuhoalueet ovat pieniä ja tuhot mahdollisiin hyötyihin nähden minimaalisia.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen perustui maastomittauksilla saatavaan aineistoon. Maastomittauksien oletetaan olevan luotettavia, koska ne kuuluvat metsätalouden insinöörin perustaitoihin ja tekniikat ovat molemmilla opinnäytetyön tekijöillä hallussa. Mittauksiin sisältyy aina virhemarginaali, jota minimoimme koelajien määrällä ja yleisellä huolellisuudella.

Mittausten luotettavuutta voidaan arvioida reliabiliteetin avulla, joka tarkoittaa mitausten pysyvyyttä. Reliabiliteetti on korkea, kun mittaukset tuottavat saman tuloksen useammalla mittauskerralla eli mittaukset ovat toistettavissa luotettavasti. (Kananen 2011, 119.) Tämän opinnäytetyön reliabiliteetti on korkea.

Opinnäytetyössä voidaan tarkastella reliabiliteetin osatekijää stabiliteettia. Sen avulla kuvataan mitausten pysyvyyttä ajassa. Mitattavat mittarit, kuten pituus ja runkoluku muuttuvat ajan myötä, mikä laskee stabiliteettia. Stabiliteettia pystytään vahvistamaan suorittamalla mittaukset uudestaan tietyn ajanjakson kuluttua. Opinnäytetyön suhteen stabiliteetin tarkastelu voi olla jokseenkin toissijaista, jos uusintamittauksia ei suoriteta esimerkiksi aikataulutuksellisista tai taloudellisista syistä.

Luotettavuuden arvioinnissa voidaan käyttää myös validiteettia eli pätevyyttä. Mittausten osalta validiteetti saavutetaan, kun mittaukset tehdään oikeilla mittareilla mitaten oikeita asioita. (Kananen 2011, 121.) Opinnäytetyössä mittareiden pitäisi olla valideja, kun mittausvälineet mittaavat olennaisia asioita eli muun muassa pituutta ja tiheyttä.

Opinnäytetyötä pystytään hyödyntämään, kun halutaan pääpiirteissään tietoa maanottoalueiden metsittämisestä. Opinnäytetyössä nostettiin esille syy-seuraussuhteita, jotka auttavat ymmärtämään metsittämisen toimenpiteiden tärkeyttä. Tärkeimpänä asiana todettiin pintamaan suuri vaikutus puuston kasvuun. Lisäksi tuhohyönteiset ja ravinnepuutosoireet vaivaavat alueita, joilla pintamaata ei juurikaan ole.

Opinnäytetyö on kartoittava tutkimus, joka antaa tietoa Kontiolahden kunnan maanottoalueiden metsittämisen onnistumisesta. Kunta ja etenkin kunnan rakennusvalvontaviranomainen pystyvät hyödyntämään tuloksia tulevaisuutta ajatellen. Tärkeimpinä asioina oli tuoda esille puutteet, jotka johtivat heikkoon lopputulokseen, jotta ne pystyttäisiin välttämään tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön pohjalta pystyttäisiin tekemään aiheeseen liittyvä jatkotutkimus, jossa tutkittaisiin vielä tarkemmin muun muassa humuksen vaikutusta puun kasvuun. Opinnäytetyössä huomioitiin vain humusta sisältävä pintamaa. Humus on

eloperäistä eli orgaanista ainesta, jonka määrä vaihtelee maaperässä. Tarkempi humuksen tutkiminen vaatisi maanäytteitä, joita tutkittaisiin laboratorio-olosuhteissa mikroskoopin avulla. Opinnäytetyön resurssit, eivätkä tekijöiden koulutustausta mahdollista näin tarkkaa tutkimusta. Lisäksi tutkimusta voitaisiin laajentaa lisäämällä tutkittavien alueiden määrää, sekä valita alueita kattavammin koko Kontiolahden kunnan alueelta. Tutkimuksen laajentaminen maakuntatasolle saakka voisi olla mahdollista.

Kehitysehdotuksena pintamaan määrää tulisi lisätä maisemoitavilla maanottoalueilla tulevaisuudessa. Maanottoalueiden reunoille varastoitava maa-aines mautuu vuosien saatossa, eikä riitä muodostamaan tarvittavaa kasvualustaa puustolle, joten maata olisi tuotava paikalle myös kauempaa. Tutkimustulosten perusteella useamman maanottoalueen metsittyminen on onnistunut heikosti, joten mahdollisesti näitä alueita voisi kunnostaa esimerkiksi tuomalla alueelle pinta- maata ja suorittamalla täydennysistutuksia aukko kohtiin. Mahdollisesti heikoimmin metsittyneitä alueita (alueet 1 ja 6) voisi maisemoida uudelleen raivaamalla kitukasvuinen puusto pois kokonaan. Lisäksi maanottoalueiden muotoilussa rinteitä tulisi loiventaa tarpeeksi, jotta eroosiolta vältyttäisiin jatkossa.

Lähteet

- Junnola, N. & Peltonen, S. 2013. Kasvien ravinteiden otto, sadon ravinteet ja sadon määrän arviointi. ProAgraria. 13.3.2017. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B64365B39-84C2-4909-ABA4-BF52D7E935B1%7D/55836>.
- Jyväskylän yliopisto. 2014. Tutkimusstrategiat. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat>. 17.1.2017.
- Kananen, J. 2011. Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja. 13.2.2017.
- Kankaanhuhta, V. 2003. Punalatikka. Luonnonvarakeskus. http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/arcinn-n.htm. 17.1.2017.
- Levy, M. 2017. Maansiirto- ja soraliike M. Levy Oy. 18.3.2017
- Luonnonsuojelulaki 1096/1996. Finlex. 14.2.2017.
- Luonnonvarakeskus. 2014. Pystynävertäjä. 24.3.2017 http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/topini-n.htm
- Luonnonvarakeskus. 2003. Punalatikka. 24.3.2017 http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/arcinn-n.htm
- Maa-aineslaki 424/2015. Finlex. 14.2.2017.
- Maa-aineslaki 463/1997. Finlex. 14.2.2017.
- Maa-aineslaki 555/1981. Finlex. 14.2.2017.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Finlex. 14.2.2017.
- Nuortimo, E. 2010. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Maa-ainesten otto-alueiden tila ja kunnostustarveselvitys Pohjois-Savossa. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/85001/pos_ely_julkaisuja_11_2010.pdf?sequence=1. 23.3.2017.
- Taanila, A. 2010. Lineaariset regressiomallit. <http://myy.haaga-heilia.fi/~taaak/m/regressio.pdf>. 15.3.2017.
- Tampereen yliopisto 2003. Otantamenetelmät. Tietoarkisto. <http://www.fs-d.uta.fi/menetelmaopetus/otos/otantamenetelmat.html>. 13.2.2017.
- Timonen, S. 1998. Mykorritsasienet ja muut hyödylliset mikrobit puiden juuristoissa. Metsätieteen aikakauskirja 4/1998. Metsäntutkimuslaitos. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff98/ff984602.pdf>. 1.3.2017.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnäkymät. http://www.temtoimialapalvelu.fi/files/2589/4_2015_JUL-KAISU_Kiviaines_ja_luonnonkiviteollisuuden_kehitysnakymat.pdf. 3.1.2017.
- Uotila A. & Kasanen R. & Heliövaara K. 2015. Metsätuhot. Metsäkustannus. 21.3.2017
- Vesilaki 587/2011. Finlex. 14.2.2017.
- Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. 2016. Maa-ainesten ottamiseen liittyvä ilmoitus ja luvat. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Maaainesten_ottamiseen_liittyva_ilmoitus_ja_luvat. 14.2.2017.
- Ympäristöministeriö 2009. Maa-ainesten kestävä käyttö. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BD54254A5-77D5-4E95-9C7C-62AEB12E42B1%7D/37543>. 14.2.2017.
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Finlex. 14.2.2017.

Liite



Kuviotiedot

Tietoa kuvioista	Kuvion perustiedot	Kuvion koot	Kuvion paino	Kuvion materiaali	Kuvion valmistus
Kuvasuure / Kuvion leveys (mm)	Kuvion korkeus (mm)	Kuvion leveys (mm)	Kuvion korkeus (mm)	Kuvion paino (g)	Kuvion materiaali
Kuvion numero	Kuvion nimi	Kuvion koodi	Kuvion valmistusmaa	Kuvion valmistusajankohta	Kuvion valmistaja
Kuvion kategoria	Kuvion alavaliokko	Kuvion ala-aliokko	Kuvion alavaliokon kuva	Kuvion ala-aliokkon kuva	Kuvion alavaliokon kuva
Kuvion alavaliokko	Kuvion ala-aliokko	Kuvion ala-aliokkon kuva	Kuvion alavaliokkon kuva	Kuvion ala-aliokkon kuva	Kuvion alavaliokkon kuva
Kuvion ala-aliokko	Kuvion ala-aliokko	Kuvion ala-aliokkon kuva	Kuvion alavaliokkon kuva	Kuvion ala-aliokkon kuva	Kuvion alavaliokkon kuva

NO 333, 18, IAP/O 5, 1386 600 x 25 x 1, DmK