

**OPINNÄYTETYÖ**

Juho Mäcklin 2013

**LÄPIMITTA UUDISTAMISKRITEERINÄ  
ROVANIEMEN SEUDUN KUIVAHKOILLA  
KANKAILLA**



**Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu**  
University of Applied Sciences  
LUC

**Metsätalouden koulutusohjelma**

Luonnonvara-ala

Metsätalous

Opinnäytetyö

# **LÄPIMITTA UUDISTAMISKRITEERINÄ ROVANIEMEN SEUDUN KUIVAHKOILLA KANKAILLA**

Juho Mäcklin

2013

Toimeksiantaja Metsähallitus

Ohjaajina Tapio Sironen ja Sirkka Jokela

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2013 \_\_\_\_\_

Työ on kirjastossa lainattavissa. / Työ on kirjastossa lukusalikappaleena.



Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu  
University of Applied Sciences  
LUC

Luonnonvara-ala  
Metsätalouden  
koulutusohjelma

Opinnäytetyön  
tiivistelmä

---

<b>Tekijä</b>	Juho Mäcklin	Vuosi	2013
<b>Toimeksiantaja Työn nimi</b>	Metsähallitus <b>Läpimitta uudistamiskriteerinä Rovaniemen seudun kuivahkoilla kankailla</b>		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	39		

---

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan Metsähallituksen Rovaniemen metsätiimin kuivahkojen kankaiden läpimitan osalta uudistuskypsiä tai lähes uudistuskypsiä männiköitä. Tutkimuksessa pyritään antamaan vastaus kyseisten metsiköiden uudistamisen ja toisaalta edelleen kasvattamisen kannattavuudesta, kun kannattavuuden mittarina käytetään näyttäjäprosenttia. Metsiköiden uudistuskypsyyden minimiläpimitta eli niin sanottu lakiraja on 22 senttimetriä. Tutkimuksessa pohditaan myös tämän läpimitan soveltuvuutta uudistamisessa. Metsiköistä relaskoopikoealoittain kerätyt puustotunnukset muodostavat tutkimusaineiston perustan.

Kuivahkot kankaat on tutkimusaineistossa jaettu kolmeen ryhmään niiden sisäisen boniteetin perusteella: normaalit, kiviset ja soistuneet/kunntaantuneet kuivahkot kankaat. Tutkimuksen avulla pyritään löytämään vastaus näiden kolmen erityyppisen kuivahkon kankaan taloudellisesti kannattavimmasta hakkuujärjestyksestä siten, että ensimmäisenä hakkuujärjestyksessä on heikoimman ja viimeisenä korkeimman näyttäjäprosentin metsiköt.

Tulosten perusteella nykyisellä 22 senttimetrin läpimitan uudistamiskriteerillä saavutetaan keskimäärin noin 3,4 prosentin näyttäjäprosentti tutkittavalla alueella, kun selittävänä tekijänä käytetään pelkästään metsikön pohjapinta-alalla painotettua keskiläpimittaa. Normaalien metsiköiden osalta vastaava näyttäjäprosentti on 3,6 prosenttia ja kivisten metsiköiden osalta 3,2 prosenttia. Soistuneiden/kunntaantuneiden osalta aineisto jäi liian pieneksi, jotta siitä voitaisiin tehdä yleistävä johtopäätös. Näiden tulosten perusteella neljän prosentin korkovaatimus on liian korkea käytettäväksi nykyisen 22 senttimetrin uudistamisläpimitassa. Kun huomioon otetaan lisäksi uudistamisen kustannukset ja verotus, realistinen korkovaatimus tutkittavalla alueella olisi noin 2,5 prosenttia. Hakkuujärjestyksestä voidaan todeta, että 22 senttimetrin läpimitassa ensin on kannattavampaa uudistaa boniteetiltaan kiviset kuivahkot kankaat ja tämän jälkeen normaalit kuivahkot kankaat.

**Avainsanat: Boniteetti, Kiertoaika, Kuivahko kangas,  
Metsikön keskiläpimitta, Metsätalouden kannattavuus, Näyttäjäprosentti**



Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu  
University of Applied Sciences  
LUC

Luonnonvara-ala  
Metsätalouden  
koulutusohjelma

Opinnäytetyön  
tiivistelmä

---

<b>Author</b>	Juho Mäcklin	<b>Year</b>	2013
<b>Commissioned by</b>	Metsähallitus		
<b>Subject of thesis</b>	Diameter as a regeneration felling criteria at semi-dry heath forests in Rovaniemi area		
<b>Number of pages</b>	39		

---

This thesis focuses on mature or near mature semi-dry heath Scots pine stands in Rovaniemi forest team area of Metsähallitus. The thesis intends to give an answer regarding profitability of regeneration and on the other hand of upbringing regarding these forests, where financial yield is used as an indicator of profitability. The minimum diameter used in regeneration felling is 22 centimeters which is also the legal limit regarding the criteria of diameter. The thesis also speculates the suitability of this diameter for regeneration felling. The basis for this thesis consists of stand structures collected from angle gauge sample plots.

In the research material semi-dry heaths have been divided into three groups based on their inner site class: normal, rocky and bogged/thickened semi-dry heaths. With the effort of this study, answers for the most profitable order of logging these three types of semi-dried heaths can be clarified, in a way that the first one in order is the forest that has the weakest, and the last one has the highest financial yield.

Regarding conclusions a 22 centimeter diameter as criteria for regeneration felling can yield a 3.4 per cent average for financial yield in the study area, when average diameter weighted by basal area is used as an explanatory variable. In normal types corresponding financial yield is 3.6 per cent and in rocky types 3.2 per cent. Material regarding bogged/thickened site class was too small, and therefore no conclusions can be made regarding that group. Regarding these conclusions a four per cent requirement for financial yield is too high to be used beside the 22 centimeter legal limit for regeneration felling. When also regeneration costs and taxes are taken into consideration, the realistic demand for financial yield in the study area would be about 2.5 per cent. What comes to logging order, the conclusion is that in the diameter of 22 centimeters, it is profitable to regenerate rocky semi-dried heaths before normal semi-dried heaths.

**Key words** site class, Rotation model, Semi-dry heath, Average diameter, Profitability of Forestry, Financial yield

## SISÄLLYS

<b>KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2 METSÄSUUNNITTELU .....</b>	<b>6</b>
2.1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT .....	6
2.2 METSIEN INVENTOINTI .....	7
2.3 METSIKÖN KÄSITTELYN SUUNNITTELU.....	9
2.3.1 <i>Kiertoaika ja sen vaikutus kannattavuuteen.....</i>	<i>9</i>
2.3.2 <i>Hakkuukypsyys ja sen kriteerit .....</i>	<i>11</i>
2.4 UUDISTUSHAKKUITA KOSKEVAT RAJOITUKSET METSÄLAISSA.....	14
<b>3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....</b>	<b>16</b>
3.1 PERUSJOUKON RAJAUS JA OTANTAMENETELMÄ.....	16
3.2 AINEISTON KERUU JA OSITUS .....	18
3.3 AINEISTON TYÖSTÄMINEN .....	20
3.3.1 <i>Paksuuskasvun ja iän mittaus kairausnäytteistä.....</i>	<i>21</i>
3.3.2 <i>Paksuus- ja pituuskasvun huomioiminen aineistossa .....</i>	<i>22</i>
3.4 POHDINTAA AINEISTON LUOTETTAVUUDESTA .....	23
<b>4 TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....</b>	<b>26</b>
4.1 AINEISTO LUKUINA .....	26
4.2 NÄYTTÄJÄPROSENTIN JA UUDISTAMISLÄPIMITAN VERTAILU .....	29
4.3 HAKKUUJÄRJESTYKSEN MÄÄRITTÄMINEN BONITEETTIEN PERUSTEELLA.....	31
<b>5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>33</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>37</b>

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. NÄKYMÄ KOEALALTA KUIVAHKON KANKAAN (EVT) MÄNNIKÖSSÄ.....	18
KUVIO 2. KUOREN PAKSUUDEN MALLINNUS.....	19
KUVIO 3. PREPAROITU LUSTONÄYTE MIKROSKOOPIN ALLA .....	22
KUVIO 4. PAKSUIMMAN, MEDIAANIN JA OHUIMMAN PUUN LATVAT .....	24
KUVIO 5. MEDIAANIPUIDEN IKÄJAKAUMA.....	26
KUVIO 6. KOEPUIDEN RUNKOLUKUSARJAT 2 CM LUOKISSA.....	27
KUVIO 7. KOEPUIDEN PITUUDET LUOKITTAIN .....	28
KUVIO 8. NÄYTTÄJÄPROSENTTI KOEALOITTAIN POHJAPINTA-ALALLA PAINOTETUN LÄPIMITAN SUHTEEN .....	29
KUVIO 9. UUDISTAMISLÄPIMITTARAJAN YLITTÄNEIDEN KOEALOJEN FREKVENSSEIT .....	30
KUVIO 10. NÄYTTÄJÄPROSENTIT LÄPIMITAN SUHTEEN NORMAALEISSA JA KIVISISSÄ MÄNNIKÖISSÄ ..	31
TAULUKKO 1. MITTAVAATIMUKSET JA HINTATIEDOT PUUTAVARALAJEITTAIN.....	21

## 1 JOHDANTO

Metsien monipuolisia hyötyjä ei voi liikaa korostaa. Näistä hyödyistä taloudellinen on aina ollut muita hyödykkeitä tärkeämpi. Nykypäivänä metsien raaka-ainetta hyödynnettäessä taloudellinen arvo on maksimoitava kansantalouden ja hyvinvoinnin edistämiseksi, mutta samalla on otettava huomioon enenevässä määrin myös metsikön muut arvot, kuten ekologia ja virkistys (Hilksa-Aaltonen 2002, 64). Näiden rinnalla metsien taloudellista hyötyä on pyrittävä kasvattamaan globalisaation tuoman kiristyneen kilpailun myötä. Tehtävä ei ole helppo ja haluaisinkin tällä tutkimuksella tuoda siihen oman panokseni.

Metsänomistajilla on monia erilaisia intressejä metsiään kohtaan. Perinteisesti taloudellinen hyödyke on kuitenkin ollut aina isossa roolissa. Metsätaloudella on suuri merkitys kansantaloudelle ja valtion panostuksella onkin tarkoituksenmukaisesti edistetty kestävän metsätalouden harjoittamista (Hilksa-Aaltonen 2002, 64–65.). Metsänomistajien ei kuitenkaan kannata olettaa, että maksimaalinen taloudellinen hyöty on nykyisissä ohjeistuksissa ja lainsäädännöissä otettu huomioon. Kun tehdään ohjeistuksia suurille alueille kuten Lappi tai Pohjois-Suomi, ei voida oikeastaan olettaakaan, että samat metsänkasvatuksen suositukset ja säännöt pätevät ilmasto- ja maaperäolosuhteiltaan hyvinkin vaihtelevalla jopa miljoonien hehtaarien laajuisilla metsämailla. Kuinka metsien taloudellinen hyöty sitten saataisiin maksimoitua? Tähän kysymykseen pyrin tällä tutkimuksella vastaamaan, ainakin Rovaniemen alueen kuivahkojen kankaiden osalta.

Yksi tärkeä osatekijä taloudellisesti kannattavassa metsikön kasvatuksessa on optimaalinen kiertoaika. Se mitä kiertoaikaa metsikössä käytetään, riippuu metsänomistajan tavoitteista. Kun tavoitteet ovat puhtaasti taloudelliset, tulisi käyttää sellaista kiertoaikaa, jolla sijoitetulle pääomalle eli metsikölle saadaan suurin mahdollinen nettotulo. Metsiköllä tarkoitetaan puustoltaan ja kasvutekijöiltään homogeenista, suhteellisen pientä aluetta. Jokainen metsikkö on yksilöllinen optimaalisen kiertoajan suhteen, riippuen kasvatettavasta puulajista, lämpösummasta ja kasvupaikkatekijöistä. Yhteen metsikköön soveltuvaa kiertoaikaa ei siten voida yleistää käytettäväksi muihin metsiköihin. Laajempien alueiden suositukset ovatkin aina

käytännöllisyyden vuoksi yksinkertaistettu laajemmasta ja monimutkaisemmasta aineistosta. Keskiarvoisten suositusten käyttö ei kuitenkaan maksimoi taloudellista kannattavuutta, vaan metsiköiden kasvattamisen kannattavuus pitäisi arvioida tapauskohtaisesti metsäomistajan intresseihin peilaten. (Pukkala 2007, 49.)

Kun metsikön kiertoaika täyttyy, on metsikössä tehtävä uudistushakkuu. Uudistushakkuun kriteerinä käytetään joko metsikön ikää tai sen pohjapinta-alalla painotettua läpimittaa. Jos puusto on hyvin hoidettu taimikosta asti, uudistamisen kriteeri läpimitan osalta täyttyy useimmiten ennen varsinaista uudistamisikää. Tämä on usein tilanne Metsähallituksen hallinnoimilla metsämailla, jotka ovat olleet järjestelmällisten metsänhoidollisten toimenpiteiden piirissä jo vuosikymmenet. Tilajärjestykseltään harvassa, tasaisesti jakautuneessa asennossa puustolle jää enemmän resursseja käytettäväksi kasvua varten. Näin puuston läpimitan kasvu on verrattain nopeaa ja ne saavuttavatkin päätehakkuukypsyyden läpimitan osalta huomattavasti nopeammin kuin hoitamattomissa metsiköissä. (Pukkala 2007, 49.)

Tällä hetkellä Lapin kuivahkon kankaan männiköissä päätehakkuukypsyyden alarajana pidetään 22 senttimetriä. Kun metsikön puuston keskimääräinen läpimitta rinnankorkeudelta ylittää kyseisen rajan, voidaan metsikkö uudistaa kasvamaan uutta puustoa. Läpimitan osalta uudistuskypsien metsiköiden keski-ikä voi olla alle uudistuskypsyytiän, joka kyseisissä metsiköissä on 100 vuotta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kyseisen uudistamisläpimittakriteerin soveltuvuutta kuivahkon kankaan männiköissä. Onko sellaisia, verrattain nuoria metsiköitä järkevää uudistaa, joiden uudistamisläpimittaraja on ylittynyt vai olisiko kannattavampaa jättää ne kasvamaan? Tässä tutkimuksessa vastausta lähdetään selvittämään siitä kuinka korkea näyttäjäprosentti kyseisissä metsiköissä on ja mikä on tämän metsikön tuottoa suhteellisesti ilmaisevan luvun suhde metsänomistajan korkovaatimukseen nähden. Tässä tutkimuksessa ei siis tarkastella iän puolesta hakkuukypsiä metsiä. Sen vaikutus on pyritty rajaamaan pois jo perusjoukkoa valittaessa.



Tässä tutkimuksessa selvitetään myös boniteetilaan erilaisten kuivahkojen kankaiden näyttäjäprosentteja ja pyritään sen perusteella päättelemään voidaanko boniteetiltaan erilaiset metsiköt asettaa hakkuujärjestykseen. Taloudellisesti on kannattavaa asettaa metsiköt hakkuujärjestykseen niiden suhteellisen tuoton perusteella siten, että ensin uudistetaan heikon näyttäjäprosentin omaavat metsiköt ja sen jälkeen näyttäjäprosenttiltaan korkeammat metsiköt. Tätä järjestystä pyritään selvittämään normaaleiden, kivisten ja soistuneiden tai kuntaantuneiden metsiköiden suhteen.

Metsikkö tarkoittaa tässä tutkimuksessa kuivahkon kankaan männikköä Metsähallituksen mailla, Rovaniemen metsätiimin alueella. Puuntuotoskyvyltään kuivahkot kankaat asettuvat tuoreiden kankaiden ja kuivien kankaiden välimaastoon. Kuivahkot kankaat ovat yleisin kasvupaikkatyyppi Suomessa lukuun ottamatta Etelä-Suomea. Pohjanmaa-Kainuun ja Peräpohjolan alueella kivennäismaiden pinta-alasta kolmekymmentäviisi- neljäkymmentä prosenttia on kuivahkoja kankaita. Kuivahkon kankaan kasvupaikoilla mänty on puulajeistamme kilpailukykyisin, etenkin puuntuotoskyvyltään. Pohjois-Suomessa luontaisen kehityksen tuloksena kuivahkoille kankaille syntyy lähes poikkeuksetta mäntyvaltainen metsä. Rovaniemen seudun kuivahkoilla kankailla männyn keskimääräinen valtapituus 100 vuoden iällä on noin kuusitoista metriä. (Hotanen–Nousiainen–Mäkipää–Reinikainen–Tonteri 2008, 135–136; Hotanen 2008, 267.)

Tutkimuksen tilaaja toimii Metsähallitus. Metsähallitus on valtion liikelaitos, jolla on hallintaoikeus valtion maa- ja vesialueisiin. Metsähallitus hallinnoi hieman yli kaksitoista miljoonaa hehtaaria, eli noin kolmannesta Suomen maa- ja vesialueista. Metsähallituksen vastuulla on näiden alueiden hoitaminen ja käyttäminen niin, että ne hyödyttäisivät mahdollisimman paljon suomalaista yhteiskuntaa. Metsätalous on liiketaloudellisesti tärkein toiminto Metsähallituksessa. Se tuottaa noin kahdeksankymmentäviisi prosenttia Metsähallituksen tuloista. Metsähallitus myy puuta teollisuuden tarpeisiin vuosittain noin kuusi miljoonaa kuutiometriä, mikä vastaan kuutta- kahdeksaa prosenttia teollisuuden vuosittaisesta raaka-aine tarpeesta. Metsätaloudella on myös merkittävä aluetaloudellinen vaikutus, koska se luo työpaikkoja myös sellaisille alueille, jossa muiden alojen työllisyys on heikkoa.

Metsähallituksessa metsätalouden tulosalue jaetaan seitsemään osa-alueeseen, joihin myös Länsi-Lapin alue kuuluu. Länsi-lappi on jaettu edelleen Kittilän, Tornionlaakson, Rovaniemen ja Ranuan metsätiimeihin. Länsi-Lapin aluetoimisto sijaitsee Rovaniemellä. (Metsähallitus 2012.)

## 2 METSÄSUUNNITTELU

### 2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Suunnittelu on oppi siitä, miten tuotannontekijät koordinoidaan tuottamaan omistajalleen mahdollisimman paljon hyötyä. Suunnittelu liittyy siten vahvasti tulevaisuuden tilanteen arviointiin: Suunnittelu on tulevaisuuden päätös- tai toimintavaihtoehtojen esittämistä ja niiden seurausten kartoitusta. Samalla se on valmistautumista tulevaan toimintaan, jolloin pyritään parhaaseen toimintavaihtoehtoon nykytiedon valossa saatujen johtopäätösten mukaisesti. Itse päätöksenteko ei kuulu suunnitteluun eikä suunnittelijalle, vaan on suunnittelua seuraava erillinen toiminto. Metsätaloudessa päätöksentekijä on yleensä metsän omistaja, jolle suunnittelija, yleensä metsäammattilainen, esittää tietoa eri päätösvaihtoehdoista eli vaihtoehtoisista tavoista käsitellä metsää. (Pukkala 2007, 7.)

Suunnittelun sisältö vaihtelee tapauskohtaisesti mm. sen mukaan kuinka täsmällisesti tai rajatusti ongelma on määritelty ennen sen tuleamista suunnittelijalle. Metsäsuunnittelussa on usein seuraavat vaiheet: (Pukkala 2007, 8.)

1. Päätöstilanteen analysointi.
2. Päätöksentekijöiden tavoitteiden selvitys
3. Päätösvaihtoehtojen tuottaminen ja niiden seurausten kartoitus.
4. Päätösvaihtoehtojen vertailu.
5. Valinta (pätös).
6. Suunnitelman laadinta.

Metsäsuunnittelun lähtökohtina ovat metsä, metsänomistaja ja yhteiskunta. Metsä kasvupaikkoineen ja puustoineen on resurssi, joka mahdollistaa tuotannon. Metsälle ja sen käsittelylle asetetut tavoitteet ovat metsänomistajan määriteltävissä, ja näihin tavoitteisiin tulee metsäsuunnittelussa pyrkiä. Yhteiskunta on se taho, joka asettaa metsänomistajalle rajat lakien muodossa, joiden puitteissa metsää voidaan

käsitellä. Metsänomistajan tavoitteet eivät siten saa olla ristiriidassa yhteiskunnan edun kanssa. Yhteiskunnan asettamat rajat ovat perinteisesti liittyneet lähinnä puuntuotantoon, mutta nykysuuntaus on selvästi painottumassa ekologisiin rajoitteisiin, kuten erityisen tärkeisiin elinympäristöihin ja uhanalaisiin kasvi- ja eläinlajeihin. Perinteisesti metsäsuunnittelussa ajatuksena on kuitenkin ollut, että metsänomistajan ja yhteiskunnan edut ovat pääasiassa yhdenmukaiset: suurin kestävä hakkuumäärä on kummankin etujen mukainen. (Pukkala 2007, 31.)

Metsänomistajien intressit metsäomaisuuttaan kohtaan vaihtelevat, vaikkakin useimmiten nettotulojen maksimointi on etusijalla. Metsänomistajien tavoitteet ovat kuitenkin ajan saatossa muuttuneet ja metsäntuotannolle asetetaan myös muita tavoitteita, kuten riistanhoidollisia, maisemallisia tai ekologisia tavoitteita. Metsäsuunnittelun merkitys on metsien monikäytön myötä korostunut, joskin sen tuottaminen on muuttunut samalla haastavammaksi. (Kangas 1990, 25.)

## **2.2 Metsien inventointi**

Metsäsuunnittelun yksi osa-alue on metsien inventointi. Tällä tarkoitetaan metsikön, metsiköistä koostuvan kokonaisuuden eli metsälön tai mahdollisesti jonkin laajemman maantieteellisen alueen puu- ja metsikkötunnusten kartoitusta ja mittausta. Tietoa metsistä ja niiden varoista tarvitaan etenkin niiden metsien osalta, joilla on merkitystä metsätalouden päätöksenteossa ja metsäluonnon kehityksen seurannassa (Ärölä 2008, 271). Huolellinen inventointi antaa perustan onnistuneelle metsien käytön suunnittelulle, jossa otetaan huomioon kestävän käytön periaatteiden mukaisesti myös ekologiset tekijät.

Suomessa inventointimenetelmät voidaan jakaa puujoukon lukuun, koealainventointiin ja kuviottaiseen arviointiin. Jos metsäsuunnittelu on laadultaan operatiivista, käytetään kuviottaista arviointia. Kuviottaisessa arvioinnissa metsiköt rajataan ilmakuvan perusteella yksiköiksi eli kuvioiksi, jotka mitataan erikseen. Mikäli alueen puustosta halutaan tietää sen kokonaistilavuus tai hakkuuarvo, käytetään arviointiin yleensä koealainventointia. Tällöin alueelta poimitaan jollakin otantamenetelmällä

koealoja mitattavaksi ja näin kerätyistä metsikön tunnuksista lasketaan keskiarvot, joiden voidaan olettaa koskevan koko inventoinnin kohteena olevaa metsikköä. Pieniä alueita voidaan arvioida myös käyttämällä yksinpuinlukua, mikä antaa tarkemman arvion puuston tunnuksista. (Kangas–Päivinen 2000, 157–158.)

Yleisimmät koealatyypit metsien inventoinnissa ovat ympyräkoeala ja relaskoopikoeala. Ympyräkoeala on kiinteäalainen koeala, jossa ympyrän pinta-ala on yleensä kolme aaria. Relaskoopikoeala on muuttuva-alainen koeala, missä jokainen puu mitataan erisuuruiselta alalta, jonka säde riippuu puun läpimitasta. Koealan säteen suuruus ja puun läpimitan välinen suhde on vakio. Kukin koealaan lukeutuva puu edustaa yhtä suurta pohjapinta-alaa hehtaaria kohti. (Kangas–Päivinen 2000, 74, 158.)

Inventoinnissa metsiköistä mitataan puun tunnuksia ja metsikön tunnuksia. Rinnankorkeusläpimitta, pituus, sekä säde- ja pituuskasvu ovat esimerkkejä puun tunnuksista. Metsikön tunnuksiin kuuluu kasvupaikkaa kuvaavat tunnuksiset kuten maaluokka ja kasvupaikkatyyppi. Myös koko metsikön puustoa kuvaavat tunnuksiset, eli puustotunnuksiset, kuten pohjapinta-ala ja runkoluku kuuluvat metsikön tunnuksiin. (Kangas–Päivinen 2000, 22, 58.)

Metsäsuunnittelun toimenpiteisiin kuuluu myös alueiden jakaminen pääryhmiin eli maaluokkiin. Metsämaahan luetaan kuuluvaksi metsämaa, kitumaa ja joutomaa. Käytännössä vain metsämaalla on metsätaloudellista merkitystä. Suomessa on 26,3 miljoonaa hehtaaria metsätalousmaata ja tästä 20,1 miljoonaa hehtaaria on metsämaata. Metsämaalla metsikön keskimääräinen kasvu on vähintään yksi kuutiometri/hehtaari/vuosi. Kitu- ja joutomaalla kasvu on tätä heikompi. Edelleen metsämaa voidaan jakaa kangasmetsiin ja turvepohjaisiin metsiin. (Hotanen 2008, 259)

Kasvupaikat luokitellaan pintakasvillisuuden perusteella metsä- ja suotyyppisiin ns. Cajanderin metsätyyppiteorian perusteella. Kangasmetsien kasvupaikat on jaettu kuuteen kasvupaikkatyyppiin: lehdot, lehtomaiset kankaat, tuoreet kankaat, kuivahkot kankaat, kuivat kankaat sekä karukkokankaat. Tätä luokitusta varten Suomi on jaettu kuuteen ilmastovyöhykkeeseen, joilla kullakin on niille ominaiset metsätyypinsä.

Kuivahkot kankaat jaetaan neljään Etelä-Suomen puolukkatyyppiin, Pohjanmaa-Kainuun Variksenmarja-puolukkatyyppiin, Perä-Pohjolan Variksenmarja-mustikkatyyppiin ja Metsä-Lapin Juolukka-variksenmarja-mustikkatyyppiin. (Kangas–Päivinen 2000, 60.)

### **2.3 Metsikön käsittelyn suunnittelu**

Metsäsuunnittelun yhtenä osa-alueena on metsikön käsittelyn suunnittelu. Tällä tarkoitetaan mm. harvennus ajankohdan, harvennustavan ja –voimakkuuden, sekä päätehakkuun ajankohdan valintaa siten, että metsiköstä saatavat hyötyvaikutukset ovat mahdollisimman suuret. Se mikä on tavoiteltava hyötyvaikutus, riippuu metsänomistajasta. (Pukkala 2007, 49.)

Metsikön päätehakkuun ja seuraavan puusukupolven ensiharvennuksen välinen aika on puuntuotannon kannalta kriittisin vaihe. Tässä vaiheessa tehdään ne päätökset, jotka johtavat siihen, mitä puuta metsikössä pääasiallisesti tullaan kasvattamaan. Tämä on metsätalouden kannattavuuden näkökulmasta olennainen kysymys, koska se määrää mistä puusta pääoman tuloutus lopulta päätehakkuuvaiheessa muodostuu. Kasvupaikalleen väärän puulajin valinta voi heikentää metsätalouden kannattavuutta metsikkötasolla huomattavasti. (Uotila 2009, 198.)

#### **2.3.1 Kiertoaika ja sen vaikutus kannattavuuteen**

Metsänomistajan tavoitteet määräävät metsikön optimaalisen kiertoajan eli päätehakkuusta seuraavaan päätehakkuuseen kuluvan ajanjakson. Yleensä pyritään suosimaan taloudellista tavoitetta ja metsikön kiertoaika valitaan sen mukaisesti käyttämällä esimerkiksi korkeimman maankoron kiertoaikaa. Näin voidaan maksimoida kannattavuutta ja kiertoaika jää lyhyemmäksi verrattuna biologiseen tai fyysiseen kiertoaikaan. Biologista tai fyysistä kiertoaikaa käytetään, jos metsikön kasvatuksen perusteena on ekologisuus. Korkeimman maankoron kiertoaika kertoo millä aikavälillä metsikön kasvatusta on kannattavinta verrattuna tilanteeseen, jossa metsään sidottu pääoma laitettaisiin esimerkiksi pankkiin kasvamaan korkoa korolle. (Pukkala 2007, 49.)

Käytännössä metsikön kiertoaika riippuu myös alueen muista metsiköistä, eikä vain tiettyä metsikköä tarkastelemalla voida antaa tarkkoja ohjeita siihen sovellettavasta kiertoajasta. Periaatteena on, että uudistamisen ehdottaminen pelkän kiertoajan täyttymisen perusteella ei ole hyvää suunnittelua. (Pukkala 2007, 51.)

Kiertoajan pituudella on suora yhteys metsikön puuston tuotokseen ja metsätalouden kannattavuuteen. Metsätaloudessa puuston tuotoksella tarkoitetaan yleensä puuston kasvun lisäystä eli nettotuotosta. Kun tähän lisätään yhteyttämistuotteet, jotka kuluvat puun elintoimintojen ylläpitämiseen, saadaan bruttotuotos. Nettotuotos on kuitenkin metsätalouden kannalta oleellisempi suure, koska sillä on suora yhteys puutavaralajien tuotokseen metsikössä. (Mielikäinen–Riikilä 1997, 24.)

Puuston ikääntyessä sen kasvu alenee. Lopulta puuston kasvu saavuttaa nollakohdan ja kääntyy lahon vuoksi negatiiviseksi, jolloin myös puuston taloudellinen arvo alkaa pienentyä. Homogeenisen metsikön vuosittainen nettotuotos saavuttaa huippunsa verrattain nuorella iällä. Etelä-Suomen kuivahkon kankaan männiköissä nettotuotoksen huippu saavutetaan noin 50 vuoden iällä ja Pohjois-Suomessa hieman myöhemmin. (Mielikäinen–Riikilä 1997, 24–30.)

Nettotuotoksen huippukohdassa metsikön arvo kasvaa nopeasti suhteessa puuston pääomaan eli metsikön suhteellinen arvokasvu on korkea. Kokonaistuotos kyllä kasvaa männiköissä vielä 110 vuoden iällä ja pohjoisessa pidempäänkin ja vastan sen jälkeen laho alkaa laskea tuottavuutta. Tosin sukcession myötä syntyneet taimet paikkaavat tuotosta ja vanhan luonnontilaisen metsikön vuosittainen nettotuotos pysytteleekin nollan tuntumassa. Näiden seikkojen perusteella metsänomistaja, jonka korkovaatimus on nolla, kannattaa kasvattaa metsiään pitkään, jolloin hän voi realisoida sen pääoman tarpeen tullen. Positiivisen korkovaatimuksen käyttö taas lyhentää kiertoaikaa siten, että mitä suurempi korkovaatimus on, sitä aikaisemmin kiertoaika tulee täyteen ja metsä kannattaa päätehakata. Vastaavasti metsikön kokonaistuotos pienenee kiertoajan lyhentyessä. (Mielikäinen–Riikilä 1997, 24–30.)

Metsänomistajan taloudellisten tavoitteiden tulisi lopulta määrätä se, millä tavalla hän metsiään käsittelee. Jos metsänomistaja haluaa korostaa pääoman tuottoa, hän pyrkii pitämään metsälön kasvuprosentin korkeana. Tämä tarkoittaa suosituksia voimakkaampia harvennuksia ja lyhyemmän kiertoajan käyttöä. Riskejä karttava ja maksuvalmiutta korostava metsänomistaja taas pyrkii pitämään pääoman suurena, mikä vastaavasti tarkoittaa suosituksia kevyempiä harvennuksia ja pitempää kiertoaikaa. Tällöin pääomasta saatava tuotto on pienempi, mutta lopulliset metsikön päätehakkuusta saatavat tulot ovat suuremmat, kuin pääoman tuottoa korostavalla metsänomistajalla. (Uotila 2009, 198.)

Jos metsänomistajan perusteet metsikön kasvatukselle ovat taloudelliset, hänen tulee ohjata kasvatusta siten, että tukkipuun määrä suhteessa koko puustopääomaan kasvaa. Tätä ei pidä kuitenkaan viedä äärimmilleen, koska tukkipuun tuotannon maksimointi ei kannata taloudellisesti. Tukkipuu on kuitenkin metsänomistajan pääasiallinen tulonlähde nyt ja tulevaisuudessa. Kiertoajan lopulla tukkipuun osuus puuston arvosta on jopa yli 90 prosenttia. (Hyytiäinen 2006; Kuuluvainen–Valsta 2009, 119; Uotila 2009, 198; 142.)

### **2.3.2 Hakkuukypsyys ja sen kriteerit**

Kun metsänomistajan tavoitteiden kannalta metsikön järkevin käsittely on hakkuu, on metsikkö saavuttanut hakkuukypsyyden. Hakkuu voi tarkoittaa joko kasvatushakkuuta tai uudistushakkuuta, jolloin puhutaan uudistuskypsyydestä. Yksittäinen metsikkö ei välttämättä ole hakkuukypsä, vaikka kiertoajan optimi olisi saavutettu, jos metsälössä on kyllin monta muuta metsikköä, jotka ovat hakkuuiden kannalta vielä kiireellisempiä kohteita. Hakkuukypsyydskriteerien suurin hyöty onkin hakkuujärjestyksen määrittämisessä, koska todelliseen hakkuukypsyyteen vaikuttavat koko metsälön ominaisuudet. (Pukkala 2007, 52.)

Metsikön inventoinnin yhteydessä metsiköille annetaan jokin kehitysluokka sen nykypuuston perusteella. Jos metsikkö on iäkästä tai järeää, metsikkö voi saada kehitysluokakseen "uudistuskypsä". Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että metsikkö kannattaisi heti uudistaa, vaan uudistamisen ajankohta riippuu pääasiassa metsänomistajan tavoitteista. Hakkuukypsyyden määrittäminen



pelkkien kehitysluokkien perusteella onkin vähintään arveluttavaa. (Pukkala 2007, 52–53.)

Puustotunnukset ovat vain harvoin hakkuukypsyysyden perimmäisiä syitä. Hakkuukypsyyttä voidaan kuitenkin ennustaa puustotunnusten perusteella, koska ne yhdessä kasvupaikkatunnuksien kanssa korreloivat varsinaisten hakkuukypsyyskriteerien, kuten metsikön taloudellisen tuottavuuden kanssa. Harvennustarve eli harvennushakkuukypsyys määritetään yleisesti kasvupaikan, puulajin, puuston pituuden ja metsikön tiheyden avulla. Ohjeet on puettu harvennusmallien muotoon. Uudistuskypsyys taas määritetään kasvupaikan, puulajin, iän ja keskiläpimitan avulla. (Pukkala 2007, 53.)

Metsikön hakkuukypsyyttä tai metsiköiden hakkuujärjestystä määritettäessä voidaan käyttää mm. seuraavia kriteereitä: Puustotunnukset, suhteellinen arvokasvu, näyttäjäprosentti, voittoarvo eli v-arvo. Kasvavan puuston tuotto on sen vuotuinen arvokasvu (€/ha/v). Arvo määritetään tällöin yleensä hakkuuarvona. Arvokasvun voidaan ajatella koostuvan puuston tilavuuden kasvusta ja yksikkökuution arvon lisääntymisestä. Kun arvokasvu suhteutetaan puuston arvoon, saadaan arvokasvuprosentti eli suhteellisen arvokasvu. Suhteellisen arvokasvun käytön taustalla on pääoman tuottovaatimus. Metsikön suhteellinen arvokasvu vähenee selvästi sen jälkeen, kun puusto on saavuttanut tukkipuun mitat, ellei järeämmästä tukista makseta parempaa kantohintaa (Hyytiäinen 2006, 140; Pukkala 2007, 53.)

Suhteellinen arvokasvu ilmaisee vuotuisen arvokasvun ja kantohinnoin lasketun hakkuuarvon suhteen. Mitä pienempi suhteellinen arvokasvu on, sitä kiireellisempänä hakkuukohteena metsikköä voidaan pitää. Suhteellinen arvokasvu ei kuitenkaan ota huomioon metsämaan pääoma-arvoa eli sitä arvoa, mikä metsämaalla on puuston kasvatuksessa tulevaisuudessa. Tästä syystä suhteellinen arvokasvu ei ole paras mahdollinen kannattavuuden mitta. (Kuuluvainen–Valsta 2009, 123; Pukkala 2007, 52–53.)

Jos pyritään puhtaasti kannattavuuteen, sitä olisi suotavaa arvioida käyttämällä näyttäjäprosenttia tai voittoarvoa. Näyttäjäprosentti ilmoittaa, mikä korko maa- ja puustopääomalle saadaan metsikköä kasvatettaessa. Näyttäjäprosenttia arvioitaessa lasketaan puuston nykyarvo puutavaralajien

tilavuuksien ja niiden yksikköhintojen perusteella. Metsämaan arvo voidaan katsoa taulukosta. Jos saatu korko on suurempi kuin vaihtoehtoisen sijoituksen, esimerkiksi pankkitalletuksen reaalikorko, metsikköä ei kannata vielä uudistaa eli metsikkö ei ole hakkuukypsä. (Pukkala 2007, 54.)

Voittoarvo eli V-arvo taas ilmaisee metsän kasvatuksesta aiheutuvan voiton tai tappion vuoden ajalta, verrattuna vaihtoehtoiseen sijoituskohteeseen. Voittoarvolla ja Näyttäjäprosentilla on kiinteä suhde. Jos voittoarvo on positiivinen, myös näyttäjäprosentti on suurempi, kuin vaihtoehtoisen talletuksen reaalikorko ja päinvastoin. (Pukkala 2007, 54.)

Jos näyttäjäprosentti ja v-arvo viittaavat hakkuukypsyyteen, merkitsee se yleensä hakkuutarvetta, mutta ei vielä ilmoita hakkuutapaa. Taimikoissa ja hyvin nuorissa metsiköissä hakkuukypsyysskriteereitä ei pidä käyttää laisinkaan. Arvokasvu on tällaisissa metsiköissä vielä olematon, mikä taas hakkuukypsyysskriteereitä käytettäessä puoltaisi hakkuuta. Arvokasvu paranee kuitenkin ajan myötä, joten taimikot ja nuoret metsät ovat syytä jättää lepoon. (Pukkala 2007, 56.)

Kun hakkuukypsyysskriteerit kertovat hakkuutarpeesta, tulee vielä päättää onko metsikkö järkevä harventaa vai uudistaa. Perinteinen sääntö on, jos metsikkö on vanhaa ja harvaa kannattaa uudistaa. Jos metsikkö on tiheää, järkevintä on yleensä harventaa päätehakkuun sijaan. Poikkeuksena ovat hyvin vanhat metsiköt, jotka kannattaisi aina uudistaa tiheydestä riippumatta. (Pukkala 2007, 56.)

Hakkuukypsyyttä riippuu metsikön tiheyden ohella korkovaatimuksesta ja metsikön iästä. Metsä on uudistuskypsä silloin, kun näyttäjäprosentti jää pysyvästi vaihtoehtoisesta sijoituksesta saatavan koron alapuolelle. Toisin sanoen mitä korkeampi korkovaatimus, sitä heikompi on metsätalouden harjoittamisen taloudellinen kannattavuus, koska koron lisäyksestä johtuen yhä useampi metsikkö muuttuu hakkuukypsäksi. Metsikön ikääntyessä tukkipuun suhteellinen osuus metsikössä kasvaa ja vastaavasti suhteellinen arvokasvu heikkenee. Näin ollen mitä vanhempi metsikkö, sitä todennäköisemmin se on uudistuskypsä ja hakkuutapana on useimmiten uudistushakkuu. Toisaalta, jos korkovaatimus on pieni vanhojakin metsiköitä

voi olla järkevä kasvattaa edelleen tai harvennushakata uudistamisen sijaan. (Pukkala 2007, 57–58.)

Jos tavoite metsikön kasvatuksella on tuottojen maksimoiminen, hakkuiden kannalta kiireellisimmät kohteet ovat kaikkein tiheimmät ja harvimmat metsiköt. Nämä ovat vajaatuottoisia, jos mittana on pääoman tuotto. Mitä tiheämpi varttunut metsikkö on, sitä suuremmat ovat sen kasvatuksesta aiheutuvat tappiot. Liiketaloudelliselta kannalta metsikön optimaalinen kasvutiheys on usein varsin alhainen sen jälkeen, kun metsikössä alkaa olla tukkipuuta. (Hyytiäinen 2006, 140; Pukkala 2007, 57–58.)

## **2.4 Uudistushakkuita koskevat rajoitukset metsälaissa**

Metsälain tavoitteena on kestävyiden turvaaminen metsätaloudessa. Perusedellytyksenä kestävyiden turvaamiselle vaaditaan, että metsätalouskäytössä oleva maa säilyy puuta tuottavana. Tämän nojalla lakiehdotukseen sisällytettiin metsänuudistamisvelvoite sekä rajoitteita kasvatus- ja uudistushakkuille. Lain perusteluissa todetaan, että lakiehdotukseen sisältyvät metsien käytön ja hoidon velvoitteet on määriteltävä siten, etteivät ne rajoita taloudellisesti kannattavan metsätalouden harjoittamista. (Tahvonen 2006, 164–165.)

Metsälain mukaan uudistushakkuu voidaan tehdä vasta, kun puusto on saavuttanut riittävän järeyden tai iän tai, jos erityiset syyt sitä muuten puoltavat. Riittävyys saa konkreettiset rajat ministeriön asetuksessa, jossa määritellään kasvupaikoittain, puulajeittain ja alueittain puuston keskiläpimitat ja iät, joista vähintään toisen on ylityttävä, jotta uudistushakkuuseen voidaan ryhtyä. Pohjois-Suomessa kuivahkoilla kankailla kyseiset kriteerit ovat iän osalta 100 vuotta ja järeyden osalta 22 cm. (Tahvonen 2006, 166; Valkonen 2008, 149.)

Metsätalouden kannattavuuden ajatellaan olevan perusedellytys kestäväälle puuvarantojen käytölle. Usein puhuttaessa taloudellisesta kestävydestä tarkoitetaan itse asiassa puuntuotannollista kestävyyttä, jonka sisältö määritellään viittaamalla kuutioihin ja hehtaareihin taloudellisten muuttujien sijaan. Jos metsien hoitoa ohjattaisiin puhtaasti kannattavuuden perusteella, tulisi tutkimusten mukaan kiertoaikojen olla männiköissä jopa nykyisten

lakirajojen mahdollistamia minimikiertoaikoja lyhyempiä. Tämän perusteella ministeriön määrittelemillä hakkuuta rajoittavilla säädöksillä pyritään turvaamaan pikemminkin puuntuotannollinen kuin taloudellinen kestävyys. (Tahvonen 2006, 51, 167.)

### 3 Tutkimuksen toteutus

#### 3.1 Perusjoukon rajausta ja otantamenetelmä

Perusjoukko koostettiin Metsähallituksen Rovaniemen metsätiimin alueen metsiköistä. Perusjoukkoon otettiin mukaan seuraavat kriteerit täyttävät kuviot:

- pääryhmä 11 (metsämaa).
- kasvupaikka 4 (kuivahko kangas).
- suoryhmä 0 (kangas).
- ikä 60–90 vuotta (uudistuskypsyysikä on 100 v.).
- keskiläpimitta 20–24 cm (uudistamisläpimitta on 22 cm).
- puulajivaltaisuus 1 (puhtaat männiköt).
- pinta-ala 2–20 hehtaaria.
- kuvio käsittelyn piirissä.
- maankäyttöluokka 101 (talousmetsä).
- lämpösumma 820–920 dd:tä.

Näiden kriteerien perusteella saatiin koostettua perusjoukko kuvioista, jotka ovat keskenään vertailukelpoisia. Ikä kriteerillä haluttiin rajata pois metsiköitä, jotka ovat uudistuskypsiä ikänsä puolesta. Toisaalta keskiläpimitan kriteerillä pyrittiin varmistamaan, että perusjoukkoon saataisiin järeytensä puolesta uudistuskypsiä ja lähes uudistuskypsiä metsiköitä. Kuvioiden lämpösumman suuri vaihtelu ei myöskään saisi olla kasvuun liiaksi vaikuttava tekijä, minkä vuoksi kuvioiden lämpösummaa rajattiin.

Rajatusta perusjoukosta poimittiin yksinkertaisella satunnaisotannalla kolmekymmentä kappaletta kuvioita aineiston keruuta varten. Mukaan valittiin boniteetiltaan normaaleja kuvioita viisitoista kappaletta, kivisiä seitsemän kappaletta, sekä kuntaantuneita/soistuneita kahdeksan kappaletta. Metsiköistä mitattavien relaskooppikoealojen valintaa varten, niiden paikat

määritettiin muodostamalla satunnainen koealaverkko mitattavien kuvioiden päälle Mapinfon avulla.

Koealat hajautuivat kullekin kuviolle satunnaisesti, mutta kuitenkin siten, että etäisyys kuvion reunasta oli vähintään kaksikymmentä metriä ja etäisyys toisista koealoista vähintään neljäkymmentä metriä. Koealoja sijoitettiin kuvioille viidestä kahdeksaan kappaletta kuviota kohden, riippuen sen pinta-alasta. Määrä on riippuvainen kuvion pinta-alasta siten, että 2 – 3 hehtaarin kuviolle muodostettiin viisi koealaa, 3 – 5 hehtaarin kuviolle kuusi koealaa, 5 – 8 hehtaarin kuviolle seitsemän koealaa ja yli kahdeksan hehtaarin kuviot saivat kahdeksan koealaa. Koealapisteiden koordinaatit siirrettiin Garmin merkkiseen gps-laitteeseen, jonka avulla koealat löytyivät maastosta. Puustotietojen keruuta varten koealoja muodostui lopulta 184 kappaletta, joista yksi sijoittui puuttomalle alueelle ja oli siksi tutkimuksen kannalta käyttökelvoton.

### 3.2 Aineiston keruu ja ositus

Aineisto kerättiin kahdessa osassa, loka – marraskuussa 2010 ja kesä – heinäkuussa 2011. Koealoilta mitattiin relaskoopilla pohjapinta-alat puulajeittain, sekä kaikkien lukupuiden rinnankorkeusläpimitta mittasaksilla kultakin koealalta (Kuvio 1).



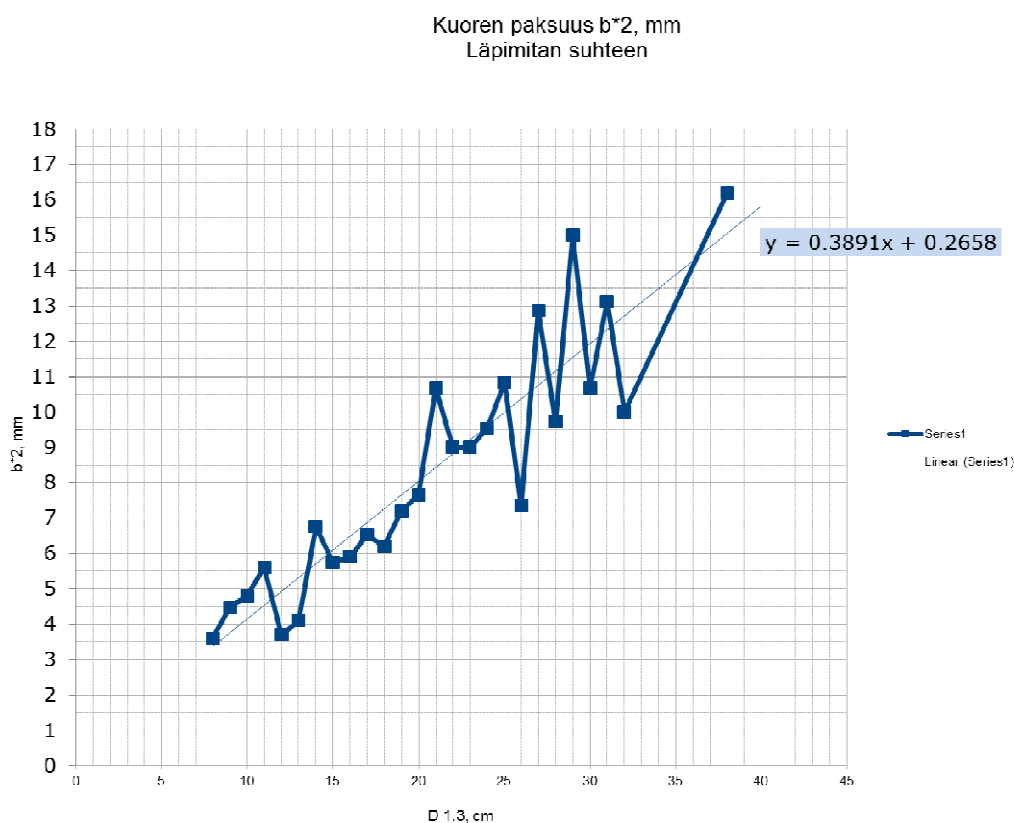
**Kuvio 1. Näkymä koealalta kuivahkon kankaan (EVT) männikössä**

Relaskoopikertoimena käytettiin yhtä. Lukupuiden rinnankorkeusläpimitan miniminä pidettiin seitsemää senttimetriä. Näin saatiin rajattua pois ne puut, joilla ei olisi merkitystä arvonmäärityksessä. Lukupuiden rinnankorkeusläpimitat tallennettiin jo maastossa digitaaliselle koealalomakkeelle. Tallennuslaitteena toimi Iphone 3GS ja kirjoitussovelluksena Mariner Calc taulukkolaskentaohjelma.

Koepuiksi valittiin kunkin relaskoopikoealan ohuin ja paksuin puu sekä pohjapinta-alamediaanipuu. Mediaanipuu selvitettiin lukupuista Mariner Calc taulukkolaskentaohjelmistolla. Jos lukupuita oli parillinen lukumäärä, valittiin

mediaanipuuksi joka toisessa tapauksessa mediaania suuremman ja joka toisessa alhaisemman läpimitan omaava puu. Koepuista mitattiin rinnankorkeusläpimitan lisäksi pituus ja viiden vuoden pituuskasvu Vertex mittalaitteella. Pituuskasvun määrittämisessä käytettiin apuna kiikareita, jotta pituuskasvu saatiin luotettavasti selville.

Viiden vuoden sädekasvua ja mediaanipuuden iän selvitystä varten puista kairattiin lustonäytteet, jotka tallennettiin lustonäytemuoveihin myöhempää mittausta varten. Koepuita mitattiin kolme kullakin koealalta eli koko tutkimusta varten mitattiin 549 koepuuta. Kuoren paksuutta ei mitattu maastossa, vaan sen arviointia varten luotiin Microsoft Excelillä kuoren paksuuden mallinnus (Kuvio 2).



**Kuvio 2. Kuoren paksuuden mallinnus**

Tiedot mallinnukseen kerättiin niistä lustonäytteistä, joissa kuori oli hyvin säilynyt. Puustotietojen lisäksi maastossa arvioitiin silmämääräisesti koealakohtainen boniteetti eli käytännössä lisämääreet: normaali, kivinen tai soistunut/kunntaantunut. Mittaustarkkuutena käytettiin seuraavia arvoja:



lukupuiden rinnankorkeusläpimitta millimetrin tarkkuudella, koepuista lisäksi pituus desimetrin tarkkuudella, viiden vuoden pituuskasvu desimetrin tarkkuudella, paksuuskasvu millimetrin sadasosan tarkkuudella, sekä mediaanipuiden ikä vuoden tarkkuudella. Näitä tarkkuuksia käytettiin myös tutkimuksen myöhemmissä vaiheissa.

Koealakohtainen tarkastelu ja niiden keskinäinen vertailu arvioitiin luotettavammaksi kuin kuviokohtainen vertailu, joten tutkimuksen perusyksikkönä päädyttiin käyttämään koealaa. Koealojen lukumäärä (183 kpl:ta) vastaa tilastollisen tarkastelun vaatimuksia paremmin kuin kuvioiden lukumäärä (30 kpl:ta). Koealat ositettiin kolmeksi kokonaisuudeksi niiden boniteettien mukaan: normaalit, kiviset ja soistuneet/kunntaantuneet. Muita ositteita ei muodostettu.

### **3.3 Aineiston työstäminen**

Kun maastoaineisto oli kerätty, purettiin sähköiset koealalomakkeet ensin Exceliin. Koealalomakkeilta puustotiedot kirjoitettiin Forestcalc Inventory ohjelmaan, jolla voitiin tehdä tarkat puustanalyysit kerätystä aineistosta. Forestcalcin avulla selvitettiin koealojen arvokasvut ja puuston arvot. Ohjelmalla ei suoraan saatu selville metsikön näyttäjäprosenttia, vaan ohjelman ilmoittama koealakohtainen puuston arvokasvu jaettiin kyseisen koealan puuston- ja maapohjan arvon summalla Excelissä. Näin saatiin selville näyttäjäprosentti yhdeltä relaskoopikoealalta eli yhdeltä hehtaarilta. Lopulliset tulokset ja niitä koskevat kuviot johdettiin SPSS -ohjelmiston avulla

Koealakohtaisen arvokasvun ja metsikön arvon selvittämiseen Forestcalcin avulla, piti ohjelmaan syöttää puutavaralajien kantohintatiedot, sekä mittavaatimukset. Kantohintatiedot laskettiin vuosien 2010, 2011 ja 2012 tammi – toukokuulle asti ulottuvien hintatietojen keskiarvona (Metsäntutkimuslaitos 2012; Ylitalo 2010, 180). Puutavaralajien mittavaatimukset otettiin Stora Enson Pohjois- Suomen hankinta-alueen mitta- ja laatuvaatimuslomakkeelta. (Vitikainen 2006). Laskelmissa käytetyt hintatiedot ja mittavaatimukset löytyvät taulukosta yksi.

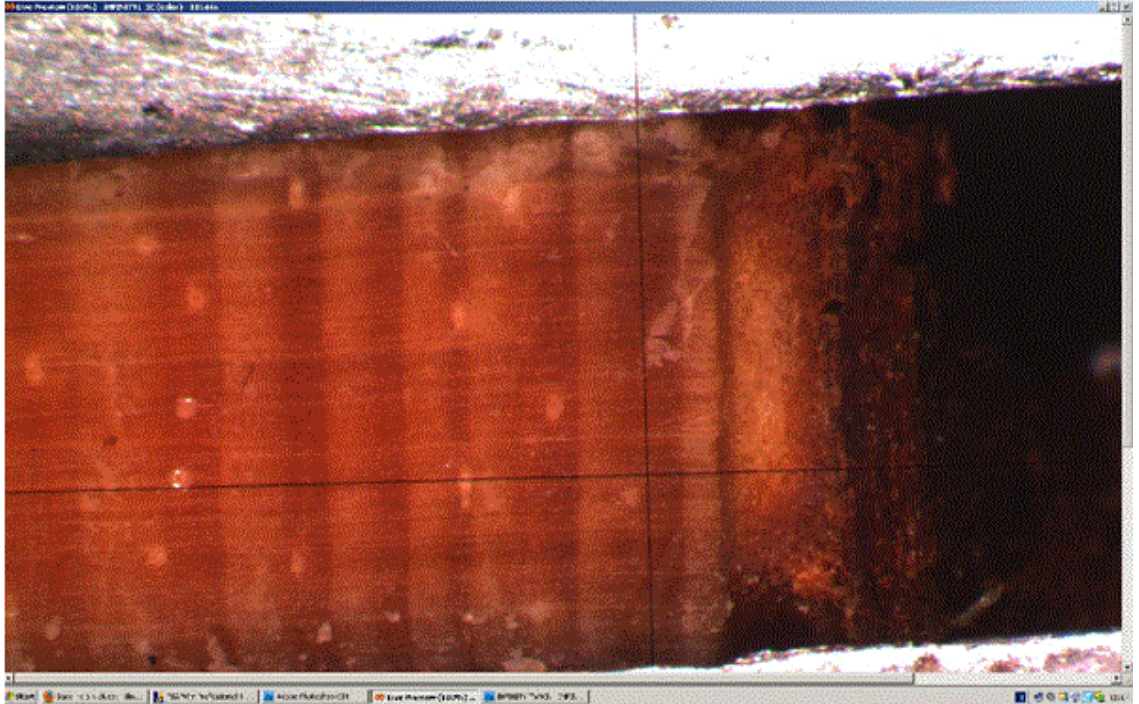
**Taulukko 1. mittavaatimukset ja hintatiedot puutavaralajeittain**

Puutavara laji	Tukki = 1 Kuitu = 2	Puulajit: Mänty = 1 Kuusi = 2 Hiesk. = 3 Raudusk. = 4	Min. Latvaläpimitta, cm	Min. Pituus, m	Max. Pituus, m	Arvo €/ha
Mäntytukki	1	1	15	3.7	5.8	52.44
Kuusitukki	1	2	16	3.7	5.8	50.69
Koivukuitu	2	3,4	7	2.7	3	17.02
Mäntykuitu	2	1	6	2.5	4.95	18.51
Kuusikuitu	2	2	7	2.5	4.45	20.65

Maapohjan arvoa Forestcalciin ei voi syöttää, vaan sen osuus summattiin ohjelmasta saatujen puuston arvojen kanssa. Maapohjan arvona kuivahkoilla kankailla käytettiin 100 euroa hehtaarilta. (Uotila 2009, 220.)

### 3.3.1 Paksuuskasvun ja iän mittaus kairausnäytteistä

Koepuiden kasvu- ja mediaanipuiden ikä mitattiin kairatuista lustonäytteistä Metsäntutkimuslaitoksen, Rovaniemen yksikössä, dendrokronologiaan tarkoitetun laboratoriolaitteiston avulla. Kairausnäytteet preparoitiin ensin poistamalla n. kaksi millimetrin kerros kirurgin veitsellä siltä puolelta lastua, jossa vuosirenkaat olivat vahvemmin esillä. Tämän jälkeen näyte hiottiin hienolla hiekkapaperilla sileäksi. Silotettu pinta kostutettiin kevyesti vedellä ja lopuksi pintaan hierottiin hieman kalkkia, jotta kesäpuu erottuisi paremmin kevätpuusta. Preparoitu näyte asetettiin näytelevylle mikroskoopin alle. Levyä pystyy tarkasti liikuttamaan sivuttaissuunnassa vauhtipyörän avulla. Laskenta suoritettiin liikuttamalla näytettä kuoresta ytimeen päin, samalla tarkistaen mittauskohdat mikroskoopin ja siihen liitettynä olleen apuristikon läpi (Kuvio 3).



**Kuvio 3. Preparoitu lustonäyte mikroskoopin alla**

Kuoresta ytimeen päin ensimmäisen eli tuoreimman kesäpuun viimeisen solukerroksen kohdalla laitteisto kalibroitiin nolla kohdaksi, jonka jälkeen näytealustaa ja sen päällä olevaa näytettä liikutettiin sivusuunnassa kohti näytteen ydintä. Jokaisen kesäpuun viimeisen solukerroksen kohdalla mittaustulos tallennettiin tietokoneelle millimetrin sadasosan tarkkuudella. Tiedot tallentuivat TSAP-win ohjelman tiedostoon. Nämä tiedot purettiin Exceliin, jolla vuosittaisista sädekasvuista laskettiin menneen viisivuotiskauden läpimitan kasvu. menneen viisivuotiskauden kasvu- ja mediaanipuiden ikätiedot syötettiin Forestcalc Inventory ohjelmaan. Mediaanipuun rinnankorkeusikä saatiin selville vuosilustojen kokonaislukumäärästä. Biologinen ikä saatiin lisäämällä rinnankorkeusikään ikälisäys kahdeksantoista vuotta. (Ajosenpää 2009, 32.)

### **3.3.2 Paksuus- ja pituuskasvun huomioiminen aineistossa**

Aineisto kerättiin kahdessa osassa vuosien 2010 ja 2011 aikana, josta aiheutuu näiden kahden aineiston välille poikkeamaa vuonna 2011

käynnistyneen puuston kasvun myötä. Tämä on otettu huomioon aineistossa. Puiden pituuden ja pituuskasvun mittauksessa tuorein kasvu rajattiin pois tuloksista jo maastossa, koska tuorein pituuskasvu voitiin helposti erottaa edellisvuoden kasvusta. Myös paksuuskasvun mittauksessa tuorein vuosilusto rajattiin pois kasvutuloksista. Rajaus oli mahdollista tehdä hyvinkin tarkoin, koska paksuuskasvu mitattiin lustonäytteistä mikroskoopin avulla, joten tuoreet trakeidit oli helppo erottaa edellisvuoden solukerroksista.

Lukupuiden rinnankorkeusläpimittaan aiheutuvaa lisäystä ei voitu absoluuttisesti vähentää pois aineistosta. Ongelma korjattiin käyttämällä Metsäntutkimuslaitoksen, Kivalon alueelta keräämää puiden kasvutietoa vuodelta 2011, jossa kuusen paksuuden vaihtelua seurataan vuosittain kasvupannan avulla (Metsäntutkimuslaitos 2012). Oletus tässä on, että Kuusen paksuuden vaihtelut kelpaavat likimääräisesti myös männyn paksuuden vaihteluita arvioitaessa. Vuoden 2011 aineistosta voitiin havaita kuusen paksuuden lisääntyneen kesäkuun puoleen väliin mennessä yhden millimetrin. Tämän perusteella lukupuiden rinnankorkeusläpimitoista, jotka on kerätty kesäkuun puolenvälin jälkeen, vähennettiin yksi millimetri. Näin aineistoa saatiin tasoitettua ja systemaattisen virheen mahdollisuus minimoitua.

### **3.4 Pohdintaa aineiston luotettavuudesta**

Perusyksikkönä päädyttiin käyttämään koealaa. Tämä jako antaa luotettavampia tuloksia kuin kuviokohtainen jako. Koealat ositettiin tulosten laskentaa varten kolmeksi kokonaisuudeksi niiden boniteettien mukaan. Muita ositteita ei muodostettu. Alkuperäinen tarkoitus kuviottaisesta osituksesta ei-leimikoihin ja leimikoihin hylättiin, koska tällä ei voitu nähdä minkäänlaista merkitystä tulosten selvittämisen kannalta. Se onko metsikkö leimikko vai ei, ei ole merkitystä sen näyttäjäprosenttiin. Tällöin sillä ei ole myöskään merkitystä tutkimuskysymyksen kannalta. Olennaisempaa on metsikön pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta ja sen suhde näyttäjäprosenttiin.

Systemaattisen virheen mahdollisuus on aineistossa minimaalinen, tarkkaan tehtyjen maastomittausten ja aineiston huolellisen työstämisen vuoksi.

Satunnaisvirhettä pääsee aina syntymään, kun laajoja mittauksia tehdään. Varsinkin koepuiden pituuskasvun määrittämisessä, on sen vaikeuden vuoksi varmasti päässyt syntymään satunnaisvirhettä (Kuvio 4). Tämän merkitys on kuitenkin vähäinen suuressa aineistossa, joka tasoittaa satunnaisvirhettä tehokkaasti.



**Kuvio 4. Paksuimman, mediaanin ja ohuimman puun latvat**

Näyttäjäprosentti ei ole sen suhteellisuutensa vuoksi kovinkaan altis puutavaralajien hinnan vaihteluille. Vaikka puutavaralajien arvon aleneminen heikentääkin metsikköön sidotun pääoman arvoa, myös sen arvokasvu heikkenee samassa suhteessa. Pääoman ja arvokasvun suhdetta kuvaava luku ei siis muuttuisi. Ongelmia aiheutuisi lähinnä siinä tapauksessa, että tukin arvon suhde kuituun muuttuisi. Esimerkiksi, jos tukin arvo lähtisi nousuun ja kuidun arvo pysyisi samana, metsikön arvokasvu olisi suurempi siinä metsikön kasvun vaiheessa, jossa kuitupuu vaihettuu tukkipuuksi.

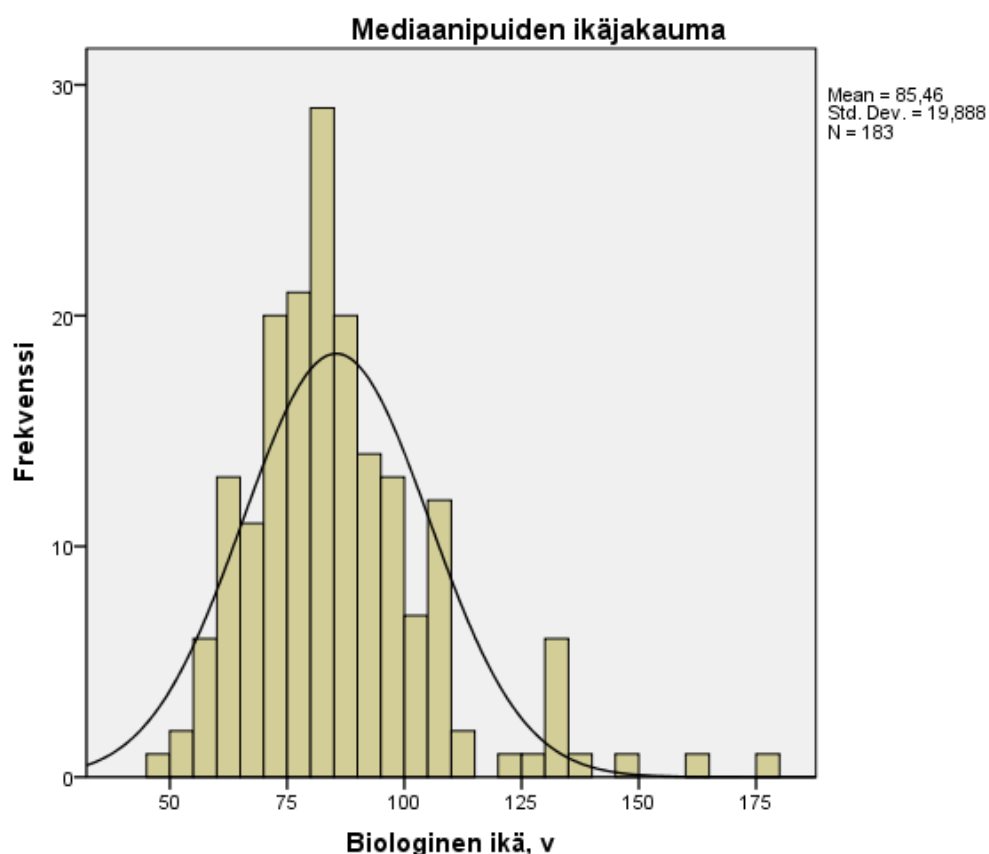
Mittauksen yhteydessä ei ollut alun perin tarkoitus tarkistaa boniteetin eli lisämäärään paikkansa pitävyyttä, vaan oletamus oli, että normaalit olisivat normaaleja ja kiviset kivisiä kuvioita jne. Useat kuviot eivät kuitenkaan lisämäärältään olleet kovinkaan homogeenisia. Esimerkiksi soistunut kuvio ei välttämättä ollut joka koelan kohdalla soistunut, vaan saattoi koelan

mittauskohdalta vastata normaalia kuivahkoa kangasta. Aloinkin jo mittausten alkuvaiheessa merkitsemään ylös oman määritykseni koealakohtaisesta boniteetista. Tämä vaikutti myös osaltaan siihen, miksi suunnitelmat osittamisen osalta muuttuivat kuviokohtaisesta koealakohtaiseen osittamiseen. Määrityksen lisämääreestä tein silmämääräisesti. Luotettavamman tuloksen lisämääreestä olisi saanut rassin avulla.

## 4 TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 4.1 Aineisto lukuina

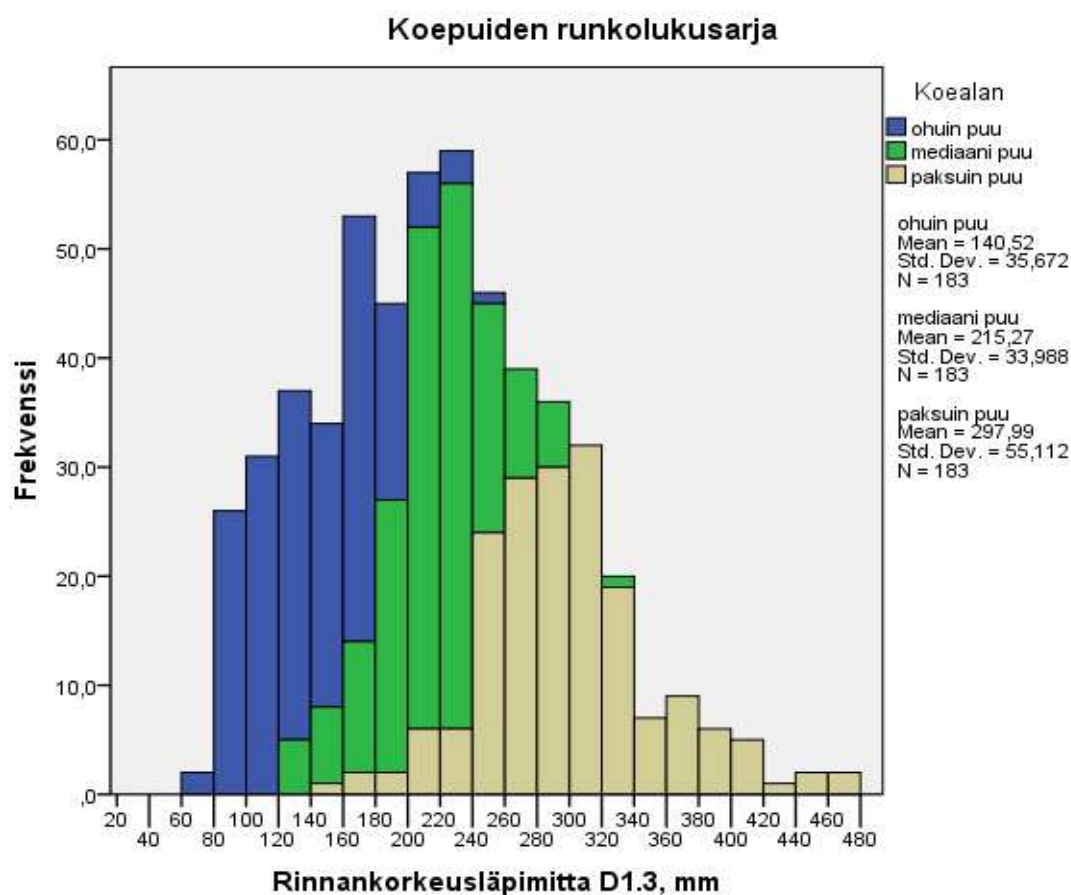
Mitattuja kuvioita kertyi yhteensä 30 kappaletta, mikä oli myös alkuperäinen tavoite. Näistä kuvioista mitattiin yhteensä 183 kappaletta koealoja. Tavoitteena oli noin 200 koealaa. Arvioin maastossa 99 koealan normaaliksi, 67 kiviseksi ja 17 kuntaantuneeksi/soistuneeksi. Tavoite oli saada koealoja tasaisesti kaikkiin boniteettiluokkiin, joten kuntaantuneiden/soistuneiden osalta tavoite ei tältä osin täytynyt. Lukupuuta mitattiin 2601 kappaletta, joista mäntyjä 2403 kappaletta. Mäntyjä kaikista lukupuista on siten 92,4 prosenttia. Männyistä koepuina mitattiin 549 kappaletta eli 22,8 prosenttia. Pohjapinta-alan keskiarvo on 14,2 ja moodi kolmetoista. Mediaanipuiden biologisen iän keskiarvo on 85,5 vuotta (Kuvio 5).



**Kuvio 5. Mediaanipuiden ikäjakauma**

Koepuista ohuimpien puiden keskiläpimitta on 140,5 millimetriä, mediaanipuiden keskiläpimitta eli pohjapinta-alalla painotettu läpimitan

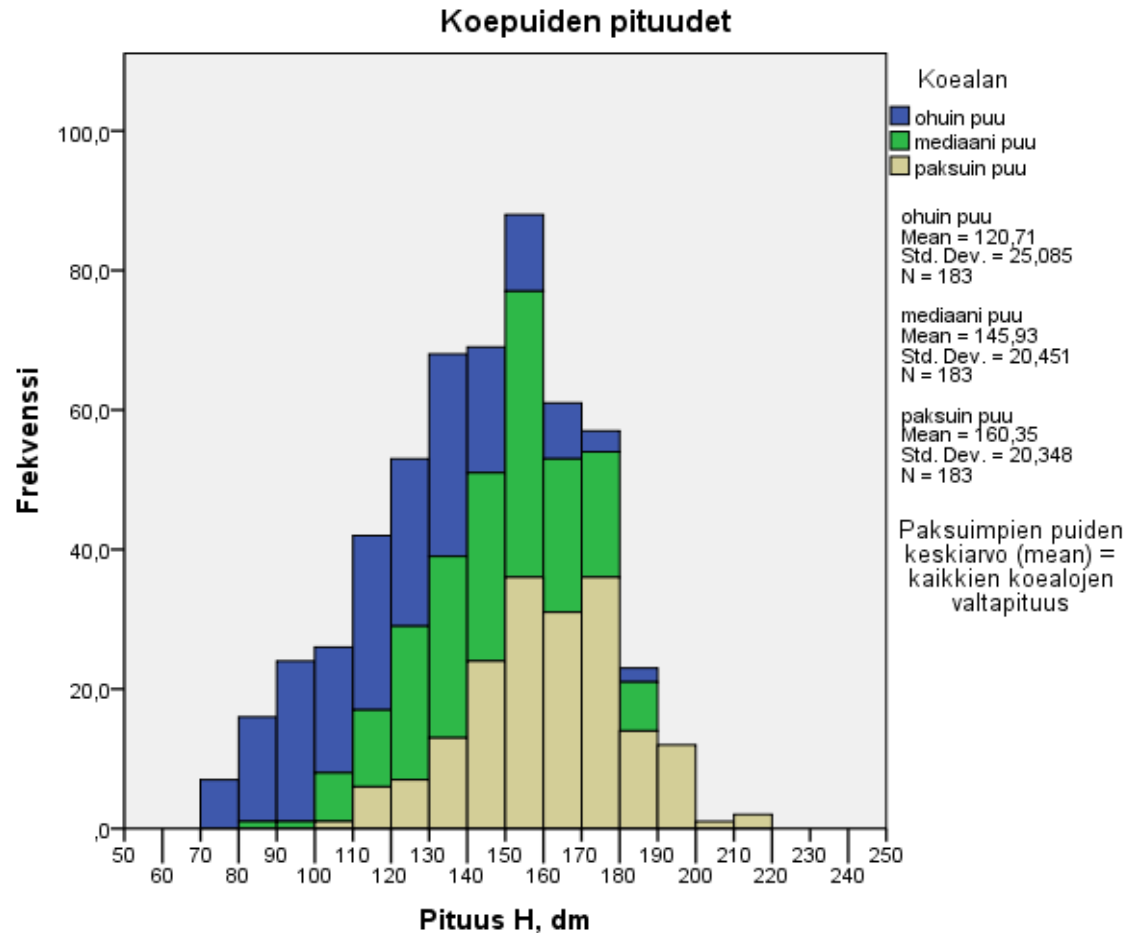
keskiarvo on 215,3 millimetriä ja paksuimpien puiden keskiläpimitta on 298 millimetriä (Kuvio 6).



**Kuvio 6. Koepuiden runkolukusarjat 2 cm luokissa**

Koepuiden pituuksien keskiarvot ovat ohuimmilla puilla 121 desimetriä, mediaanipuilla 146 desimetriä ja paksuimmilla puilla 160 desimetriä, joka on myös koalojen valtapituuksien keskiarvo. Kuusitoista metriä on odotettu valtapituus kuivahkoilla kankailla, Rovaniemen seudulla. Kaikista koepuista mitattujen pituuksien moodi on viisi- kuusitoista metriä, eli lähellä valtapituutta (Kuvio 7). Tästä voi päätellä, että puut ovat saavuttaneet, tai ovat juuri saavuttamassa pituuden maksimin.



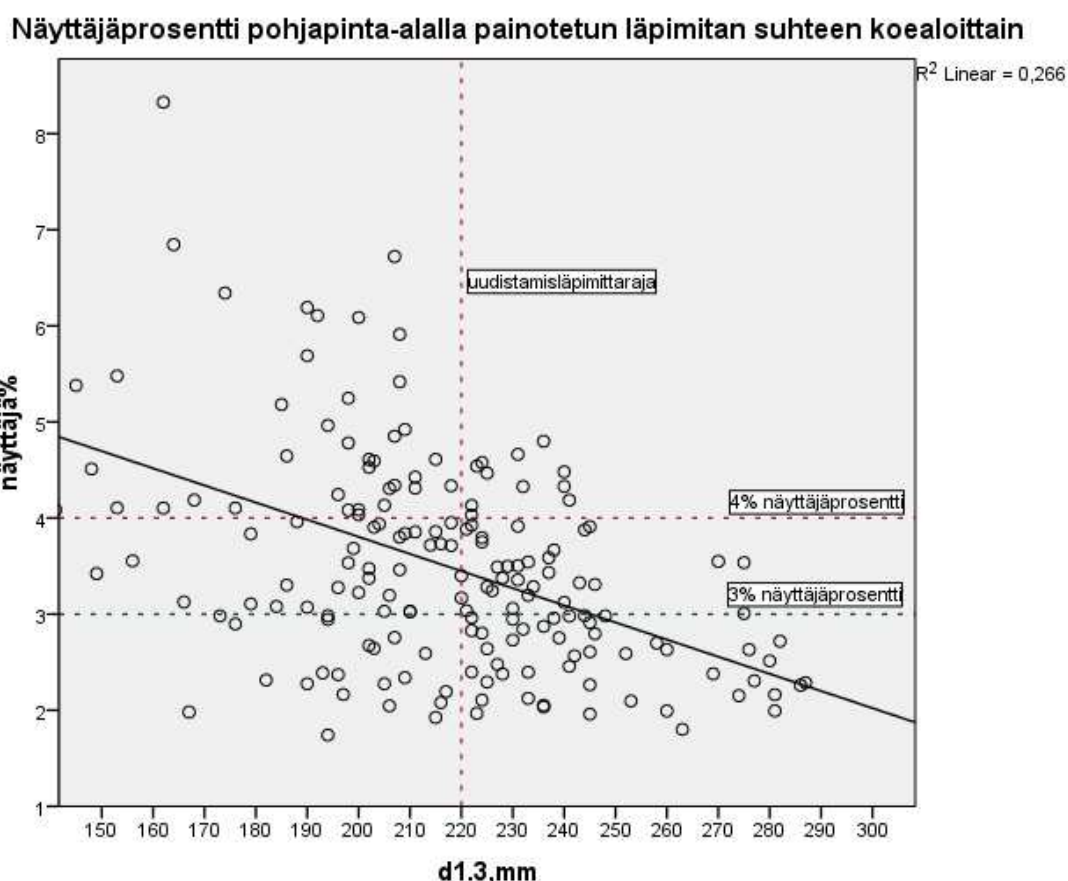


**Kuvio 7. Koepuiden pituudet luokittain**

Koealoista 88 ylitti läpimitan osalta uudistamisen alarajan 22 senttimetriä (Kuvio 9). 95 koealaa taas alitti tämän rajan. Tavoitteena olikin saada koealoilta keskiläpimittoja tasaisesti 22 senttimetrin molemmin puolin. Näyttäjäprosentin keskiarvo koko aineistosta on 3,53 prosenttia, normaaleilla kankailla 3,59 prosenttia ja kivisillä kankailla 3,29 prosenttia. Soistuneiden/kuntaantuneiden kankaiden näyttäjäprosentti on 4,17 prosenttia, mutta kuten aiemmin todettiin, tämä ei liene luotettava tulos. Muilta osin aineistoa voidaan kuitenkin pitää luotettavan sen laajuuden vuoksi.

## 4.2 Näyttäjäprosentin ja uudistamisläpimitan vertailu

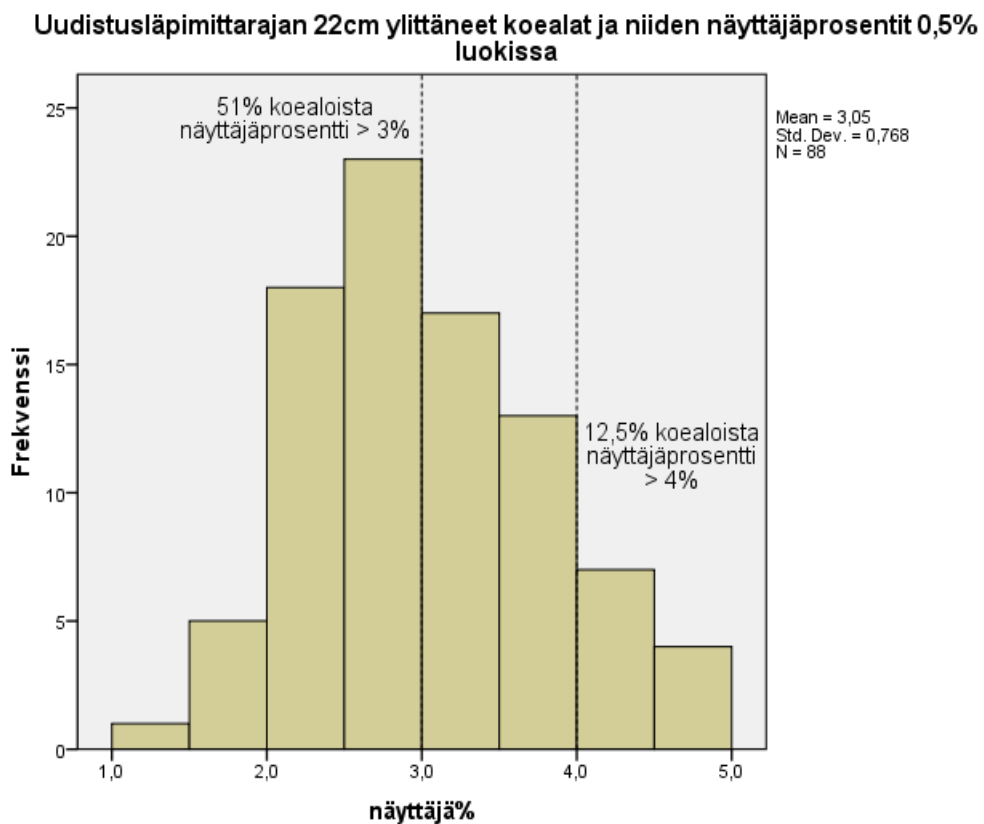
Nykyisellä 22 senttimetrin läpimitan uudistamiskriteerillä saavutetaan keskimäärin n. 3,4 prosentin korko metsään ja kuivahkon kankaan metsämaahan sitoutuneelle pääomalle Metsähallituksen Rovaniemen metsätiimin alueella (Kuvio 8). Tämän perusteella voidaan todeta, että jos vaadittu korkokanta on yli 3,4 prosenttia, ei nykyisen uudistamisrajan puitteissa voida metsätalouden harjoittamista pitää vaihtoehtoisia sijoitusmuotoja kannattavampana. Jos vaadittu korkokanta on tasan 3,4 prosenttia, kannattavuus voidaan saavuttaa, jos metsiköt uudistetaan heti kun ne järeytyvät 22 senttimetrin läpimittaan. Alle 3,4 prosentin korkovaatimuksella sen sijaan metsiköitä kannattaa edelleen kasvattaa uudistamisen sijaan. Se mihin läpimittaan metsikkö halutaan kasvattaa, riippuu tietysti korkovaatimuksesta.



Kuvio 8. Näyttäjäprosentti koelaittain pohjapinta-alalla painotetun läpimitan suhteen

Voidaan vielä todeta, että vain pieni osa läpimitaltaan vähintään 22 senttimetrin koealoista ylittää näyttäjäprosentin arvossa neljä. Neljän näyttäjäprosenttia käytettäessä sopiva läpimitan alaraja uudistamisessa olisi 19 senttimetriä. Tulosten perusteella realistisena korkovaatimuksena näyttäjäprosentin osalta voidaan pitää 3 prosenttia. (Kuvio 8). Läpimitan selitysaste näyttäjäprosentin suhteen on noin 27 prosenttia. Tämän verran näyttäjäprosentin vaihteluista voidaan siis selittää pelkästään metsikön pohjapinta-alalla painotetun läpimitan suuruudella. Näyttäjäprosentin vaihtelua voidaan ennustaa luotettavammin, kun selittäväksi muuttujaksi otetaan metsikön järeyden lisäksi mukaan myös menneen viisivuotiskauden läpimitan kasvu. Yhdessä nämä muuttujat ennustavat näyttäjäprosenttia noin viisikymmentä prosenttia.

Koealakohtaisesti tarkasteltuna uudistuskypsyyden ylittäneistä 88 koealasta vain 12,5 prosenttia ylittää neljän prosentin korkokannan ja 51 prosenttia ylittää kolmen prosentin korkokannan (Kuvio 9).

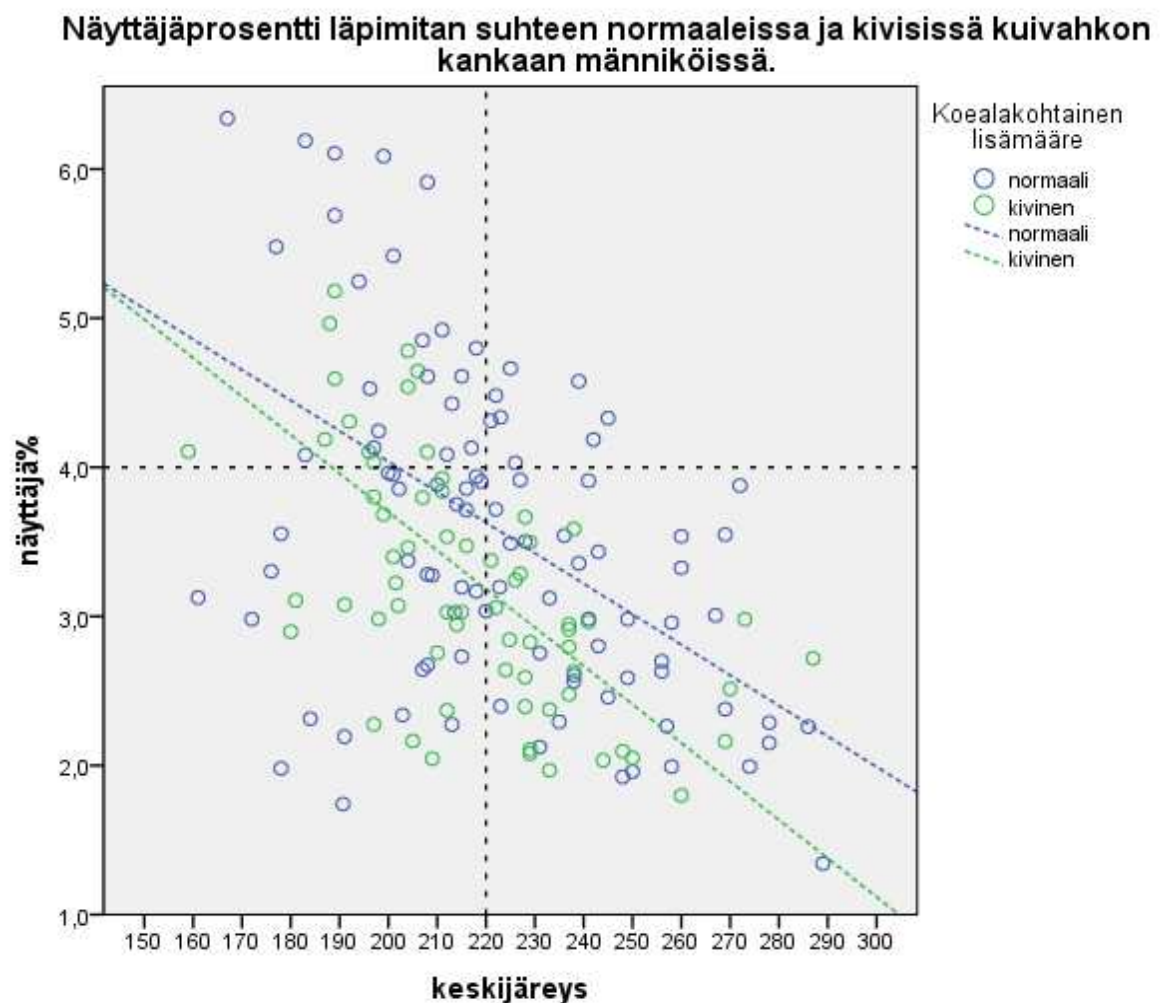


**Kuvio 9. Uudistamisläpimittarajan ylittäneiden koealojen frekvenssit**

Tämänkin perusteella voidaan kolmen prosentin korkokantaa pitää sopivana käytettäväksi kuivahkoilla kankailla Metsähallituksen Rovaniemen metsätiimin alueella.

#### 4.3 Hakkuujärjestyksen määrittäminen boniteettien perusteella

Kuviosta kymmenen nähdään, että kivisten koalojen näyttäjäprosentti laskee jyrkemmin järeyden suhteen kuin normaalien metsiköiden. Tämän perusteella kiviset metsiköt tulevat hakkuujärjestyksessä ennen normaaleja metsiköitä.



**Kuvio 10. Näyttäjäprosentit läpimitan suhteen normaaleissa ja kivisissä männiköissä**

Uudistamisläpimitassa normaaleilla koaloilla näyttäjäprosentti on noin 0,4 prosenttia korkeampi kuin kivisillä koaloilla. Nykyisellä uudistamisen

kriteerillä saavutetaan keskimäärin noin 3,6 prosentin korkotuotto normaaleissa metsiköissä ja 3,2 prosenttia kivisissä metsiköissä. 22 senttimetrin läpimitassa kannattavampaa on siten kasvattaa boniteetiltaan normaaleja kuin kivisiä metsiköitä. Jos kivisissä metsiköissä halutaan päästä samaan maksimaaliseen kannattavuuteen kuin normaaleissa metsiköissä, pitäisi uudistamiskriteeri kivisten metsiköiden osalta pudottaa 20 senttimetrin ja 20,5 senttimetrin välille. Näyttäjäprosentti arvossa kolme alittuu kivisten metsiköiden osalta 22,5 senttimetrin läpimitassa ja normaaleiden metsiköiden osalta n. 25 senttimetrin kohdalla (Kuvio 10).

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimukseni sai aloitteen siitä havainnosta, että kuivahkon kankaan verrattain nuoret männiköt, joidenka keskijäreys on ylittänyt 22 senttimetriä ja ovat siten uudistuskypsiä, vaikuttavat olevan vielä hyvässä kasvussa. Useasti päätehakkuuleimikoksikin oli valittu tällainen hyväkasvuiselta vaikuttava männikkö. Tämän tutkimuksen perusteella kyseisten metsiköiden arvokasvu ei kuitenkaan ole tarpeeksi hyvä suhteessa niiden arvoon.

On hyvä muistaa, että absoluuttista kiertoajan pituutta ei voida antaa, koska korkovaatimus lopulta määrää metsikön kasvattamisen kannattavuuden ja toisaalta sen uudistamisen ajankohdan. Kuitenkin, jos metsikköä kasvatetaan taloudellisin perustein, olisi syytä aina pyrkiä käyttämään suurinta mahdollista korkovaatimusta. Kuten tuloksissa todetaan, maksimaalinen vaatimus korkokannalle nykyisten lakirajojen puitteissa on keskimäärin 3,4 prosenttia. Näyttäjäprosentin käytössä pitää kuitenkin huomioida myös metsikön uudistamisen kustannukset ja verotus, jotka nostavat korkovaatimusta Mielikäisen ja Riikilän 1997, mukaan noin neljänneksellä. Kustannukset huomioon ottaen realistinen korkokanta olisi siten noin 2,5 prosenttiyksikköä.

Edellytys nykyiselle Maa- ja metsätalousministeriön asettamalle lakirajalle on, että se ei saisi olla metsänomistajan taloudellisen tavoittelun rajoitteena (Tahvonen 2006, 169). Tämä edellytys ei kuitenkaan näytä ainakaan tämän tutkimuksen valossa toteutuvan. Korkovaatimus määritetään suhteessa vaihtoehtoihin sijoituskohteisiin ja näiden tarjoamiin korkoihin. Jos vaihtoehtoihin sijoituksiin peilaten todetaan esim. 4 prosentin korkovaatimuksen olevan asianmukainen, huomataan nykyisen lakirajan puitteissa metsätalouden harjoittamisen kuivahkoilla kankailla olevan pitkällä aikavälillä kannattamatonta. Metsiin sidoksissa olevat pääomat tulisikin tässä tapauksessa mieluummin sijoittaa vaihtoehtoihin sijoituskohteisiin. Toisin sanoin nykyisen uudistamisen alarajan, 22 senttimetriä voidaan todeta olevan liian korkea uudistamiskriteeri kuivahkoilla kankailla Rovaniemen alueen metsiköissä, jos korkovaatimuksena käytetään 4 prosenttia.

Lyhyemmät kiertoajat kuin mitä lakirajat mahdollistavat, antaisi metsänomistajalle mahdollisuuden tavoitella korkeampaa tuottoa metsistään.

Tämäkin tutkimus tukee sitä käsitystä, että lakirajat ohjaavat pikemmin metsien puuntuotannolliseen kuin taloudelliseen maksimoimiseen. Mielestäni nykyisten lakirajojen paikkansa pitävyyttä tulisikin huolella arvioida. Kenties nykyisiä päätehakkuita koskevia rajoitteita voisi ohjata enemmän taimikon ja nuorenmetsän hoitoa koskeviin velvoitteisiin. Tällä tavalla nuoret metsät, joissa on hyvä suhteellinen arvokasvu, saataisiin myös pysymään hyväkuntoisina. Tämä mahdollistaisi lyhyemmän kiertoajan käyttöä sekä korkeampaa ja laadukkaampaa tukkipuukertymää kuin hoitamattomina kasvaneet metsiköt.

Korkovaatimus on tärkein tekijä hakkuukypsyden ajankohdan tai kiertoajan pituuden määrittämisessä. Kun käytetään suurta korkovaatimusta, yhä useampi metsikkö on hakkuukypsä, eikä näin ollen päällepin hyväkasvuisenkaan näköinen metsikkö ole välttämättä tarpeeksi hyvä kasvuinen. Toisaalta kuten Pukkala (2007, 51) toteaa ”metsikön kiertoaika riippuu myös mm. alueen muista metsiköistä, eikä vain tiettyä metsikköä tarkastelemalla voida antaa tarkkoja ohjeita siihen sovellettavasta kiertoajasta.” Tämä tosiasia painottaa sen seikan tärkeyttä, että yksittäistä metsikköä tarkasteltaessa tulisi ottaa huomioon myös metsälön tai metsäalueen muut metsiköt ja niiden päätehakkukypsyys. Hakkuujärjestyksen määrittämisessä tämä metsiköiden keskinäinen sijaitsevuus on siten tärkeä tekijä.

Tämän tutkimuksen perusteella kivisten metsiköiden päätehakkuu on kannattava tehdä ennen normaaleja metsiköitä. Kuitenkin tässäkin yhteydessä voidaan korostaa, että riippumatta sisäisestä boniteetista kuivahkon kankaan männikkö, joka on saavuttanut 22 senttimetrin keskijäreiden, tulisi uudistaa mahdollisimman nopeasti.

Soistuneiden ja kuntaantuneiden metsiköiden aineisto yhdistettiin yhdeksi kokonaisuudeksi. Näiden osalta tutkimusaineisto jäi siitä huolimatta vajavaiseksi, eikä tämän osalta voida tehdä lopullisia johtopäätöksiä. Kuntaantuneita kankaita oli kyllä Metsähallituksen käyttämän Sutigis järjestelmän mukaan otokseen valittu mukaan kahdeksan kuviota. Näistä kuitenkin vain kaksi paikan päällä osoittautui kuntaantuneiksi. Muut metsiköt olivat sukkesion myötä saaneet paksun sammalpeiton, jotka olivat mielestäni

virheellisesti määritetty lisämääreeltään kunttaiseksi. Kunttaantuneiden/soistuneiden osite jäi siis pieneksi, eikä niitä voida pitää tilastollisesti merkitsevänä kokonaisuutena. Normaaleja ja Kivisiä koealoja saatiin sen sijaan tarpeeksi ja tulokset ovat lukumääränsä puolesta tilastollisesti merkitseviä.

Hakkuujärjestystä mietittäessä tuntuisi loogiselta järjestää kuviot boniteetinsa perusteella seuraavasti: boniteetiltaan parhaat eli normaalit kuviot ovat hakkuujärjestyksessä ensimmäisenä ja sen jälkeen hakkuuvuoroon tulevat viljavuudeltaan heikommat kuviot. Tämä päätelmä juontuu siitä, että boniteetiltaan heikomman kuvion puusto kasvaa hitaammin ja tästä johtuen myös sen näyttäjäprosentin maksimi saavutetaan myöhemmin kuin normaaleissa kuvioissa. Tällaisen kuvion kiertoaika on siis pitempi kuin lisämääreeltään normaaleissa kuvioissa.

Suuremmassa mittakaavassa vastaavanlainen järjestys havaitaan myös tuoreella, kuivahkolla ja kuivalla kankaalla. Ensin kiertoaika täyttyy tuoreella, sitten kuivahkolla ja lopulta kuivalla kankaalla. Tämä on selkeästi ristiriidassa oman tutkimustulokseni kanssa. Yksi selitys tälle voisi olla se, että vaikkakin boniteetiltaan heikommat metsiköt saavuttavat näyttäjäprosentin maksimin myöhemmin, maksimin huippu on myös matalampi kuin boniteetiltaan otollisemmissa metsiköissä. Lisäksi näyttäjäprosentti laskee nopeammin läpimitan suhteen tällaisissa metsiköissä. Tästä voidaan päätellä, että boniteetiltaan heikomprien metsiköiden korkovaatimusta on myös laskettava.

Kuten aiemmin on todettu, näyttäjäprosentin vaihtelua voidaan ennustaa luotettavammin, kun selittäväksi muuttujaksi otetaan metsikön järeyden lisäksi mukaan myös menneen viisivuotiskauden läpimitan kasvu. On kuitenkin käytännöllisempää käyttää regressioanalyysia, jossa selittävänä tekijänä on pelkästään läpimitta.

Läpimitta on puustotunnuksista selkeästi tunnetuin ja käytetyin muuttuja, jonka perusteella johdetaan monia muita puustoa kuvaavia tunnuksia. Olisi kuitenkin paikallaan selvittää voitaisiinko menneen viisivuotiskauden kasvua käytännöllisellä tavalla käyttää näyttäjäprosentin ennustamisessa läpimitan lisäksi. Tutkimuksen yhteydessä tämä voidaan tietysti tehdä, mutta olisi hyvä



selvittää miten metsäsuunnittelijat voisivat puustomittauksia tehdessä, mitata myös puuston menneen viisivuotiskauden kasvun käytännöllisellä tavalla ja miten tätä tietoa voitaisiin hyödyntää uudistamispäätöksiä tehdessä. Yksi mahdollisuus voisi olla luoda viisivuotiskauden läpimitan kasvun ja järeyden suhteesta uuden muuttujan, joka selittäisi näyttäjäprosentin vaihteluita viidenkymmenen prosentin selitysasteella.

Siitä huolimatta, että tässä Tutkimuksessa keskityttiin läpimitan osalta uudistuskypsyihin metsiköihin, myös iän merkitys uudistamiskriteerinä on huomattavan suuri. Varsinkin yksityisillä mailla ikä on useimmiten uudistamisen perusteena läpimitan sijaan. Tämän tutkimusprosessin aikana olen alkanut miettiä iän merkitystä uudistamisen perusteena kuivahkoilla kankailla. Mielestäni olisikin syytä selvittää kuinka vahvasti ikä selittää näyttäjäprosenttia sellaisissa metsiköissä, joissa ikä on lähellä uudistamiskriteeriä 100 vuotta. Tämän voisi toteuttaa samankaltaisen maastoaineiston keräyksellä ja analysoinnilla kuin tässäkin tutkimuksessa.

Oman aineiston perusjoukkoa rajattaessa iän merkitystä haluttiin minimoida, eikä se siksi sovellu tämän kaltaisen tutkimusongelman selvittämiseen. Perusjoukkoa rajattaessa ikähaarukka voitaisiinkin rajata esimerkiksi 80–120 vuoden välille ja vastaavasti läpimitan merkitys pitäisi minimoida rajaamalla se siten, että mukaan tulisi maksimissaan 21 senttimetrin metsiköitä. Ikä ei suoranaisesti selitä metsikön arvoa, vaan pikemminkin se kuinka järeä metsikkö on. Toisaalta ikä kyllä rajoittaa metsikön arvokasvua, jolloin myös näyttäjäprosentti alenee. Tämänkaltaisella tutkimuksella voitaisiinkin selvittää missä iässä metsikön arvokasvu alkaa heiketä.

Lisäksi olisi mielenkiintoista selvittää näyttäjäprosentit myös tuoreilta ja toisaalta kuivilta kankailta Rovaniemen seudulta. Tuloksia voisi verrata tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Tällä tavoin saataisiin selville metsätalouden kannalta tärkeimpien, kivennäismailla sijaitsevien metsiköiden realistiset korkovaatimukset.

## LÄHTEET

- Ajosenpää, T. 2009. Metsäsuunnittelun maastotyöopas. Solmu – maastotyöopas. 6 painos. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Hilka-Aaltonen, M. 2002. Metsätalouden rahoitus. – Teoksessa Tapion taskukirja, 24 Uudistettu painos (toim. T. Hyvämäki), 64–70. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Hotanen, J-P. 2008. Metsien luokitus. – Teoksessa Tapion taskukirja, 25 Uudistettu painos (toim. S. Rantala), 259–270. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Hotanen, J-P. – Nousiainen, H. – Mäkipää, R. – Reinikainen, A. – Tonteri, T. 2008. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Hyppönen, M. – Hallikainen, V. – Jalkanen, R. 2005. Metsätaloutta kairoilla, Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö metsälehti.
- Hyytiäinen, K. 2006a. Maksimoituun tukkipuun tuotantoon ja taloudelliseen tulokseen tähtäävän metsänkäsittelyn vertailua. – Teoksessa Uusi metsäkirja (toim. R. Jalonen, ym), 142. Helsinki: Gaudeamus, Helsinki University Press.
- Hyytiäinen, K. 2006b. Taloustieteen mallit metsävarojen käytön analyysissä. – Teoksessa Uusi metsäkirja (toim. R. Jalonen, ym), 136–141. Helsinki: Gaudeamus, Helsinki University Press.
- Kangas, A. – Päivinen, R. 2000. Metsän mittaus, 3 Uudistettu painos. Silva Carelica 35. Joensuu: Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta.
- Kangas, J. 1990. Metsikön uudistamien päätöksenteko. – Teoksessa Metsätalouden suunnittelu, Metsäntutkimuspäivä Joensuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 357, 24–30 Joensuu: Metsäntutkimuslaitos.
- Kuuluvainen, J. Valsta, L. 2009. Metsäekonomian perusteet. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Metsähallitus. 2012. Metsähallitus lyhyesti. Osoitteessa <http://www.metsa.fi/SIVUSTOT/METSA/FI/KONSERNI/METSAHALLITUSLYHYESTI/Sivut/Metsahallituslyhyesti.aspx>. 28.8.2012.
- Metsäntutkimuslaitos. 2012. Metinfo – Metsänomistajapalvelu. Osoitteessa <http://www.metla.fi/metinfo/mo/puunhinnat.htm>. 16.6.2011.
- Metsäntutkimuslaitos. 2012. Metinfo – Metsänomistajapalvelu. Osoitteessa <http://www.metla.fi/metinfo/kasvu/paivittainen/index.htm>. 12.6.2012.

- Mielikäinen, R. – Riikilä, M. 1997. Kannattava puuntuotanto. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö metsälehti.
- Pukkala, T. 2007. Metsäsuunnittelun menetelmät. Joensuu: Joen Forest Program Consulting Ay.
- Tahvonen, O. 2006a. Puuntuotannollinen vai taloudellinen kestävyys? – Teoksessa Uusi metsäkirja (toim. R. Jalonen, ym.), 45–53. Helsinki: Gaudeamus, Helsinki University Press.
- Tahvonen, O. 2006b. Puuntuotannollinen kestävyys ja taloudellinen kannattavuus Suomen metsälainsäädännössä. – Teoksessa Uusi metsäkirja (toim. R. Jalonen, ym.), 164–170. Helsinki: Gaudeamus, Helsinki University Press.
- Uotila, E. 2009. Puuntuotannon kannattavuuteen vaikuttaminen. – Teoksessa Metsän arvo (toim. R. Paananen – E. Uotila – H. Liljeroos – T. Tilli), 190-200. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Valkonen, S. 2008. Metsän uudistaminen. – Teoksessa Tapion taskukirja, 25 Uudistettu painos (toim. S. Rantala), 145-163. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Vitikainen, E. 2006. Stora Enso, Puutavaralajien mitta- ja laatuvaatimukset. Liite metsänhakkuu ja hankintasopimukseen. Stora Enso.
- Ylitalo, E. 2011. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastollinen vuosikirja 2011. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos
- Ärölä, E. 2008. Metsävarojen mittaus ja arviointi. – Teoksessa Tapion taskukirja, 25 Uudistettu painos (toim. S. Rantala), 271–315. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.