

ERI-ikäisrakenteisen puunkorjuun arviointiohjeen kehittäminen ojitetuilla rämeillä

Ilari Ollila

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2015

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalous

Tekijä	Ilari Ollila	Vuosi	2015
Ohjaaja	Jouko Saraniemi		
Toimeksiantaja	Suomen Metsäkeskus, Otso Metsäpalvelut		
Työn nimi	Eri-ikäisrakenteisen puunkorjuun arviointiohjeen kehittäminen ojitetuilla rämeillä		
Sivu- ja liitemäärä	56 + 7		

Suomessa vuonna 2014 uudistunut metsälaki mahdollisti eri-ikäisrakenteiseen metsään tähtäävät poimintahakkuut. Hakkuutavan ollessa uusi sen korjuujäljestä ja korjuujäljen arvioinnista tiedetään kuitenkin toistaiseksi vähän. Tämä antoi idean opinnäytetyölleni, jonka tavoitteena on kehittää poimintahakattujen rämemetsien korjuujäljen arviointiin ohjetta ja soveltaa sitä maastotarkastuksen avulla.

Kehitystyö toteutettiin tutkimalla metsänhoidon suosituksia, Metsälain säädöksiä ja poimintahakkuun puunkorjuun nykyistä tutkimustietoa, joiden pohjalta arviointiohje laadittiin. Valmistuneen ohjeen avulla tehtiin poimintahakatuissa rämemetissä korjuujäljen tarkastus, josta saatujen mittaustulosten ja kokemusten perusteella ohjeen soveltuvuus selvitettiin. Lopuksi ohjetta vertailtiin muualla kehitettyyn vastaavanlaiseen ohjeeseen ja pohdittiin kehitystyön onnistumista sekä jatkokehitystarpeita. Opinnäytetyön tilaajana toimii Otso Metsäpalvelut ja heidän yhteyshenkilönä Markku Mehtätalo, jonka metsätilalla maastotarkastus toteutettiin.

Koostettujen mittaustulosten ja havaintojen perusteella voidaan todeta, että arviointiohjeen kehitystyö onnistui. Ohjeen mukaan toteutettu maastotarkastus tuotti riittävän luotettavia mittaustuloksia kuvioden väliseen tarkasteluun, jonka perusteella korjuujälki pystyttiin arvostelevaan. Tämän avulla annettiin tarkastetun metsikön korjuujäljen kokonaisarvosanaksi hyväksyttävä.

Vertailussa myös kartoitettiin ohjeen onnistumiset, joihin sisältyivät muun muassa läpimittaluokittain jakautuva pohjapinta-alan mittaus ja koealalomake, joka onnistuneesti tuki arviointiohjetta. Jatkossa tulisi kehittää alikasvostaimikon tarkempaa arviointia ja ohjetta tulisi vertailla maastonmittauksien tulosten perusteella muun vastaavanlaisen ohjeen maastonmittauksien tuloksiin.

Avainsanat Eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus, kehitystyö, korjuujälki, poimintahakkuu

School of Forestry and Rural Industries
Forestry Degree Programme

Author	Ilari Ollila	Year	2015
Supervisor(s)	Jouko Saraniemi		
Commissioned by	Suomen Metsäkeskus, Otso Metsäpalvelut		
Subject of thesis	Development of evaluation instructions for uneven-aged forest logging in ditched peatlands		
Number of pages	56 + 7		

The 2014 renewed Finnish forestry law enabled selective logging, which aims to uneven-aged forest. Being still a new logging method, little is known about the quality of the logging trace and its evaluation methods. This gave the idea for my thesis, which objective is to develop evaluation instructions to selective logging in ditched peatlands, and applies it to a logging survey.

Development work began by researching the silvicultural recommendations, forest law statutes and general knowledge about selective logging. These gave the base for the evaluation instructions. When the instructions were complete, logging survey was carried out, which gave measurement results and experience to find out how well did the instructions apply in a logging trace survey. Finally the instructions were compared to similar survey instructions, and successes and further development needs were pondered based on the survey and the comparison. Orderer of this thesis is Otso Metsäpalvelut and their contact person is Markku Mehtätalo. The logging trace survey was also carried out in Markku's forest.

With the compiled measurements and observations, it can be stated that the development work for the evaluation instructions were successful. The logging survey based on the instructions produced enough accurate results to make observations between forest patterns, which enabled to rate the overall logging. With this, the logging received approved rating.

The comparison also gave information about the successes of the instructions. These include the basal area's distribution in to diameter classes and the sample plot form. More accurate evaluation of the underbrush seedlings and comparison of this instructions forest measurement data with similar survey instructions measurement data would be essential in the future development.

Key words Development, logging trace, selective logging, uneven-aged forest

SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 ERI-IKÄISRAKENTEINEN METSÄNKASVATUS JA PUUNKORJUU	10
2.1 Eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen yleispiirteet	10
2.2 Puunkorjuumenetelmät	12
2.3 Korjuujälki ja korjuuvauriot	15
2.4 Korjuujäljen laadunvalvonta	17
2.5 Ulkomailla kehitettyjä eri-ikäisrakenteisten metsien inventointimenetelmiä.....	18
2.6 Eri-ikäisrakenteisen metsänhakkuun kehitystarpeet	20
3 KEHITTÄMISPROSESSIN VAIHEET	22
3.1 Toimeksianto ja työn tavoitteet sekä haasteet	22
3.2 Menetelmät ja tiedonhankinta	23
4 KEHITETTY ARVIOINTIOHJE JA SEN SOVELTUVUUS	26
4.1 Arviointiohjeen kuvaus	26
4.2 Ohjeen soveltuvuuden testaaminen.....	28
4.2.1 Maastokohteiden sekä toteutuksen kuvaus.....	28
4.2.2 Koealamittausten toteutus ja työvaiheiden kuvaus.....	30
5 KORJUJÄLJEN LAATU	33
5.1 Mittaustulosten koostaminen	33
5.2 Kasvatettavan puuston nykytila ja korjuuvaurioiden tarkastelu	34
5.2.1 Puuston nykytila	34
5.2.2 Korjuuvauriot	38
5.3 Korjuujäljen laadun arviointi	42
6 TULOSTEN TARKASTELU	45
6.1 Tulosten luotettavuus.....	45
6.2 Ohjeen vertailu muihin vastaavanlaisiin arviointimenetelmiin	46
6.3 Ohjeen kehityksen onnistumiset sekä jatkokehitystarpeet	49
6.3.1 Onnistumiset	49
6.3.2 Jatkokehitystarpeet	50
7 POHDINTA	51
LÄHTEET	54

LIITTEET	56
----------------	----

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Käänteinen J-käyrä (Hämäläinen 2011, 16).....	11
Kuvio 2. Poistettavien puiden valinta poimintahakkuissa (Valkonen ym. 2010, 87)	13
Kuvio 3. Näkymä kuvion 32,4 laidalta	29
Kuvio 4. Näkymä kuvion 12 koealapaikalta numero 7.....	31
Kuvio 5. Runkolukusarja	35
Kuvio 6. Puulajisuhteet	36
Kuvio 7. Hieskoivun esiintyminen suhteessa turvekerroksen paksuuteen	37
Kuvio 8. Keskipituuden jakautuminen läpimittaluokittain	38
Kuvio 9. Runkoluku ja puustovauriot.....	39
Kuvio 10. Alikasvos poimintahakkuun jälkeen	40
Kuvio 11. Ajourapainamat prosenttilukuina.....	41
Taulukko 1. Metsäkeskuksen arvostelusapluuna. (Partanen ym. 2014, 24)	42
Taulukko 2. Korjuun arvostelusapluuna	43
Taulukko 3 Kokonaisarvostelukriteerien täyttyminen kuvioittain	44

1 JOHDANTO

Suomessa metsänkasvatus tasaikäisenä on ollut vuosikymmeniä päämenetelmä. Kuitenkin viime vuosina Suomessa on kiinnostuttu uudenlaisesta kasvatusmallista, jossa metsikköä ei koskaan nähdä paljaaksi hakattuna. Tätä mallia kutsuttiin aluksi jatkuvaksi kasvatukseksi, mutta vuonna 2014 uudistuneessa metsälaiissa sen nimeksi vakiintui eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus. Tämä kuvaa metsän rakennetta, jossa kasvaa samanaikaisesti eri-ikäisiä pieniä taimia, nuorta kasvatuspuustoa ja järeitä tukkipuita. Metsää kasvatetaan ja uudistetaan samanaikaisesti metsikön sisällä, eikä sen kehityksessä ole erotettavissa selkeitä vaiheita. Metsää ei koskaan myöskään avohakata, vaan sen peitteellisyys säilyy koko kiertoaikansa kuluessa. (Valkonen, Siren & Piri 2010, 15–19.)

Eri-ikäisrakenteista metsää käsitellään kahdenlaisilla hakkuutavoilla. Pienaukkohakkuussa metsikköä uudistetaan vähitellen hakkaamalla sinne pieniä alle 0,3 hehtaarin aukkoja, jotka uudistuvat luontaisesti reunametsän vaikutuksesta. Jokaisella hakkuukerralla aukkojen koko ja määrä ovat riippuvaisia uudistamisen tavoitteista ja metsikön rakenteesta. Poimintahakkuussa poistetaan pääasiassa metsikön järeimpiä puita ja harvennetaan tiheimpiä puustoryhmiä, sekä samanaikaisesti varotaan alikasvospuuston vaurioittamista hakkuun aikana (Valkonen ym. 2010, 20–21.)

Suurimpien puiden poistaminen vapauttaa metsikön sisällä kasvutilaa alemmille puustoryhmille ja antaa mahdollisuuden uuden taimisukupolven luontaiseen syntymiseen. Hakkuussa poimitaan myös välipuustosta huonolaatuiset ja vikaiset puut, joilla edesautetaan hyvälaatuisen tukin kasvatusta. Tasaikäisen metsän harvennushakkuuseen verrattuna poimintahakkuulla on korkeampi tukkisaanto, mutta hakkuumäärät ovat yleensä pienemmät. (Valkonen ym. 2010, 15–20.)

Vaikka poiminta- ja pienaukkohakkuu ovat nykyisessä metsälaissa hyväksytyjä metsänkäsittelytapoja, niiden korjuujäljestä tiedetään vähän. Tämä osaltaan johtuu hakkuiden vähydestä, vuonna 2014 vain noin yksi prosentti kaikista ilmoitetuista kasvatushakuista olivat poimintahakkuita. Toinen osatekijä on rajalliset tutkimusresurssit joiden tuloksena eri-ikäisrakenteisen metsän puunkorjuututkimukset ovat painottuneet yleistä tietoa tuottaviksi tutkimuksiksi. Suomalaiset julkaisut ovat painottuneet alikasvoksen vaurioitumisen tutkimiseen ja niiden luokitteluun kuusikoissa. Ulkomaiset tutkimukset ovat taas painottuneet kasvu ja tuotoskysymyksiin, joita on vaikea soveltaa Suomen metsikköihin. Suurimmat tutkimustarpeet poimintahakkuun piirissä ovat korjuukustannukset ja korjuujäljen arviointi. Eri-ikäisrakenteisen metsikön hakkuunjälkeiseen tai hakkuuta edeltävään puustotietojen inventointiin ei ole kehitetty erityisiä menetelmiä Suomessa taimien luokituksia lukuun ottamatta. (Surakka & Sirén 2007, 380–383.)

Työni tilaaja on OTSO Metsäpalvelut, yhteyshenkilönään Markku Mehtätalo, jonka metsätilalla hakkuut myös on toteutettu. OTSO Metsäpalvelut on Suomen Metsäkeskuksen erillinen liiketoimintayksikkö, jonka palveluihin kuuluvat muun muassa metsäsuunnittelu, metsänhoito, puukauppa, metsäneuvonta ja luonnonhoito. Heidän puukorjuupalveluihin kuuluvat nykyään myös eri-ikäisrakenteiset hakkuut. (OTSO Metsäpalvelut 2014.)

Opinnäytetyössäni kyse on kehitystyöstä, jonka tavoitteena on kehittää poimintahakatuille rämemetsiköille korjuujäljen arviointiohje, jonka avulla voidaan mitata ja arvioida korjuunjälkeistä eri-ikäisrakenteista puustoa, korjuuvaurioita ja maastovaurioita. Keskeiset tutkimusongelmat ovat:

- Saako kehittämälläni arviointiohjeella tarpeeksi luotettavan kuvan jäävästä puustosta sekä korjuujäljestä?
- Miten ohjeen kehitystyössä onnistuttiin ja mitä voidaan vielä kehittää eteenpäin?

Ohjeen rajasin käsittämään pelkästään poimintahakattuja rämemetsiä, joten pienaukkohakatut metsät eivät sisälly tutkimukseen. Työni aikana Metsäkeskus julkaisi syksyn 2014 aikana oma maastotarkastusohjeensa eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen korjuujäljen arviointiin, jota vertailen oman ohjeeseen.

Opinnäytetyöni aihe on mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Henkilökohtaisesti olen aina ollut kiinnostunut eri-ikäisrakenteisesta metsänkasvatuksesta ja sen puunkorjuusta. Tämän opinnäytetyön myötä minulla oli mahdollisuus tutustua tähän metsänkasvatusmuotoon tarkemmin.

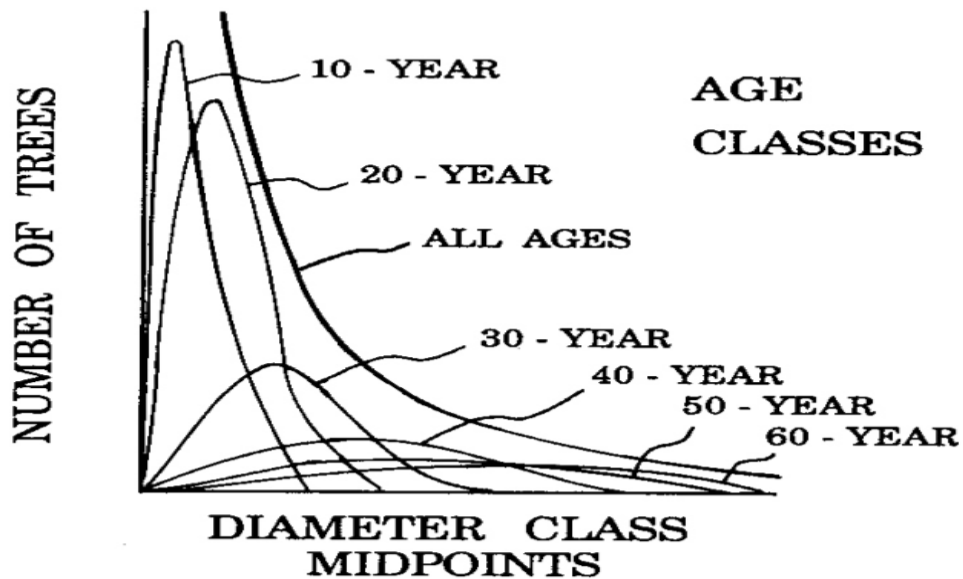
2 ERI-IKÄISRAKENTEINEN METSÄNKASVATUS JA PUUNKORJUU

2.1 Eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen yleispiirteet

Avohakkuun ja siemenpuuhakkuun vaikutukset metsän ominaispiirteissä ja maisemassa ovat voimakkaita ja pitkäaikaisia. Uudistushakatulla metsällä kuuluu vuosia palautua hakkuuta edeltävään tilaan. Tästä syystä useiden metsänomistajien ja metsäammattilaisten kiinnostus metsän peitteisyyden säilyttäviin käsittelyihin on kasvanut. Kiinnostuksen taustalla vaikuttavat muun muassa metsätulojen merkityksen pienentyminen, maisema- ja ympäristöarvot sekä metsien monikäytön yleistyminen. (Valkonen ym. 2010, 9–15.)

Eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus (engl. *uneven-aged management of forest*) on nykyisen metsälain myötä noussut tasarakenteisen metsänkasvatuksen rinnalle Suomessa uudenaikaisena metsänkasvatusmuotona. Metsää kasvatetaan ja hoidetaan siten, että metsä säilyy koko ajan peitteellisenä, eikä sitä koskaan avohakata. Eri-ikäisrakenteisesta metsästä onkin erotettavissa useissa eri kehitysvaiheessa olevia puita: alikasvostaimia, nuoria, varttuneita ja yli-ikäisiä puita. (Metsäntutkimuslaitos 2013, 1.)

Näitä metsiköitä kuvataan parhaiten runkolukujakaumalla, jossa ikäluokkien sijaan käytetään läpimittaluokkia kuvaamaan puustoa. Kyseinen runkolukujakauman muoto noudattelee käänteistä J-kirjainta. Tämä tarkoittaa sitä, että pieniläpimittaisia puita on lukumäärällisesti enemmän ja määrä vähenee siirtyäessä nuorista varttuneisiin sekä järeämpiin puihin. Kuviossa 1 on esimerkki tyypillisestä käänteisestä J-kirjainta muistuttavasta käyrästä, jolla kuvataan eri-ikäisrakenteisen metsän runkolukujakaumaa. (Utriainen 2010, 3–4.)



Kuvio 1. Käänteinen J-käyrä (Hämäläinen 2011, 16)

Alikasvostaimikko on eri-ikäisrakenteiselle metsälle ratkaisevan tärkeä, sillä se muodostaa perustan jatkuvalle peitteellisyydelle ja uudistaa metsää samalla, kun varttuneempi puustokerros vielä kasvaa. Tämä edellyttää varjoa hyvin sietäviä ja luontaisen uudistumiseen herkkiä puulajeja, kuten kuusi tai rämemetissä mänty. Alikasvostaimikkoa pitää olla riittävästi, koska lähes poikkeuksetta puunkorjuun aikana tietty osa taimista vaurioituu tai kuolee. Tästä syystä alikasvosta tulisi varoa eri-ikäisrakenteisen metsän hakkuissa ja jättää ennakkoraivaamatta. (Valkonen ym. 2010, 38–49.)

Jos alikasvoskerros alkaa näyttää ylitheyden merkkejä ja haitata taimien sisäistä kilpailua ja kasvua, alikasvoskerrosta on kuitenkin mahdollista metsänhoidollisesti perata. Alikasvostaimet ovat tehokkaita elpymään ylispuiden alta poiminta- ja ylispuuhakkuissa. Täysin kehityskelvottomia taimia on todettu kasvatuskelpoisiksi jo muutamien vuosien jälkeen hakkuista. (Valkonen ym. 2010, 38–49.)

Kangasmetsissä kuusi sopii parhaiten eri-ikäisrakenteisen metsikön kasvattamiseen, koska sen varjonkestävyys alikasvoksena ja toipumiskyky ylispuun poistamisen jälkeen on tehokkainta. Valoa vaativat puulajit (esim. mänty, koivu

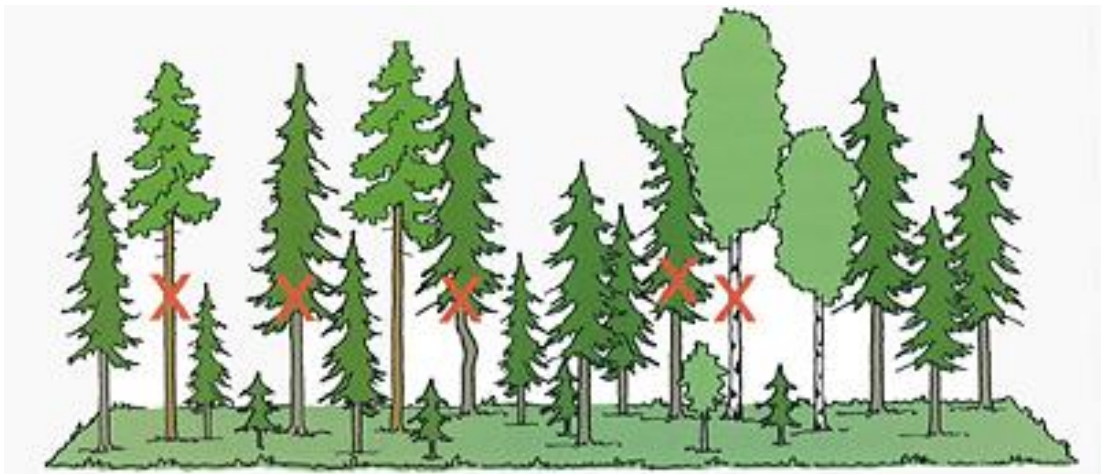
ja haapa) eivät eri-ikäisissä kangasmetsissä alikasvoksena menesty ja usein menehtyvät vallitsevan jakson puiden kasvupaineen alla. Toisaalta kuusen tehokas taimettuminen vaatii usein sekapuustoa, joten eri-ikäisrakenteisen metsän puunkorjuussa olisi myös hyvä säästää lehtipuustoa. Rämemetsissä männyn on todettu menestyvän alikasvoksena sen voimakkaan luontaisen uudistumisen vuoksi, joten nykyisin rämemetsiköissä mänty on eri-ikäiskasvatuksessa ainoa vaihtoehto. Pääasiallisina edellytyksinä sille on pidetty jo olemassa olevaa hyväkuntoista alikasvosreserviä, metsikön tehokasta luontaista uudistumista ja jo valmiiksi eri-ikäisrakenteista puustoa. (Valkonen ym. 2010, 29–54; Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo, & Väisänen. 2014, 71–79.)

Eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus on Suomessa uusi menetelmä, mutta Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikan länsiosissa sitä on harjoitettu pitkään pyökki-, saksanpihta- ja kuusivaltaisissa vuoristometsissä. Suomessa voimaan vuonna 2014 astuneen metsälain myötä eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus on suhteellisen uusi menetelmä. Tästä syystä teoreettista tutkimustietoa on saatavilla, mutta käytännönläheisiä tutkimuksia on toistaiseksi hyvin vähän ja nekin perustuvat usein hajanaisiin koetuloksiin ja yleistyksiin. Ainoat käytännönläheiset kokemukset eri-ikäisestä metsänkasvatuksesta ovat harshintahakkuut 1800-luvun loppupuolelta. Nämä kokemukset ovat kuitenkin pääasiassa huonoja, koska Suomesta puuttuvat hyvin varjoa kestävät puulajit. (Metsäntutkimuslaitos 2013, 1.)

2.2 Puunkorjuumenetelmät

Poimintahakkuu kehitettiin eri-ikäisrakenteisen metsän aikaansaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Siinä poistetaan säännöllisin väliajoin (10–20 vuotta) suuria yksittäisiä puita hakkuutulojen kasvattamiseksi, sekä harvennetaan pienempien puiden ryhmiä metsikön rakenteen ylläpitämiseksi (Kuvio 2). Tällöin vapautuu kasvutilaa pienemmille puille ja alikasvoskerroksille. Suurimpien puiden poistoa perustellaan niiden kasvun hidastumisella, arvokasvun huipun saavuttami-

sella ja tilan vapauttamisella. Katsotaan, että niitä ei kannata kasvattaa suuremmiksi mitä niiden käyttötarkoitus ja niistä saatava hinta tukkipuuna edellyttävät. Suurimpien puiden poisto on myös yksi osatekijä alempien kasvukerroksien kehitykselle ja luontaiselle uudistamiselle. Alemmat kasvukerrokset tarvitsevat kasvutilaa ja valoa, jota suurempi puu rajoittaa omalla kilpailullaan. Tästä syystä korjuuta tehdessä on hyvä muistaa, että kasvatettavan puuston tulee olla riittävän harva. (Valkonen ym. 2010, 15–20.)



Kuvio 2. Poistettavien puiden valinta poimintahakkuissa (Valkonen ym. 2010, 87)

Harvennushakkuussa ajourat suunnataan yleensä systemaattisesti kuvion muodon tai puuston rakenteen mukaan, mutta näin ei ole poimintahakkuussa. Siinä ajourat sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kohtiin, joissa on eniten hakkattavia tukkipuita. Näissä kohdissa on tyypillisesti vähiten alikasvosta ja suuret tukkipuut ovat joka tapauksessa poistettavia puita. Näin ollen kohdat joissa on kasvatuskelpoista alikasvosta tai nuorta puustoa pyritään kiertämään. Tällöin ajouraväleistä tulee vaihtelevia, mutta tavoiteltava ajouraväli on 20 metriä. Useissa tapauksissa poimintahakkuun ajouria ei käytetä hyödyksi seuraavassa hakkuussa, koska uralle mahdollisesti muodostunutta alikasvoskerrosta pyritään suojaamaan ja hyödyntämään kasvatuksessa. (Äijälä ym. 2014, 102.)

Eri-ikäisrakenteisessa metsänkasvatuksessa ei ole tarkoitus tiukasti noudattaa mitään valmiiksi asetettuja kriteerejä, joten poimintahakkuissa on helppo

huomioida puuston kehitys. Tämä tarkoittaa, että hakkuiden aikana tulee ottaa huomioon metsikön kunto ja puuston vaihtelu, jolloin voimakkuuden tulee vaihdella metsikön sisällä. Niinpä jos puusto on hakkuukohdassa valmiiksi harvaa, sitä hakataan vain sen verran, että alemman latvuserroksen elinolot paranevat. Tiheimmissä kohdissa taas hakataan voimakkaammin, jotta kasvatettava puusto saa paremmat kasvuedellytykset. (Valkonen ym. 2010, 15-20; Savolainen 2013, 12–15.)

Pienaukkohakkuussa käsittelyalueelle tehdään enintään 0,3 hehtaarin avohakkuualueita ja harvennetaan aukkojen välialueita. Näin pyritään aikaansaamaan aukoilta luontainen taimikko reunametsän siementävän vaikutuksen avulla. Pienaukot tehdään yleensä paikoille joissa ei ole kasvatuskelpoista puustoa tai taimikkoa. Aukkojen tulee jakaantua alueelle tasaisesti ja niiden välialueilla tulee olla riittävästi kasvatuskelpoista puustoa. Uudistamisvelvollisuutta pienaukoilla ei ole, paitsi jos puuston vähimmäismäärä alittuu koko käsittelyalueella jossa aukot sijaitsevat, silloin niihin kohdistuu uudistamisvelvollisuus. Puuston vähimmäismäärästä ja uudistamisvelvollisuudesta säädetään tarkemmin metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä annetussa asetuksessa. (Uitamo 2015.)

Pienaukoissa reunat taimettuvat yleensä huonommin verrattuna aukon keskusta, koska reunametsän varjostus ja juuret vaikeuttavat taimien kasvua ja kilpailua ravinteista sekä valosta. Tästä syystä pienaukkojen taimikkojen rakenne ei ole tasainen, vaan taimien koot ja tiheys suurenevat aukon reunalta keskelle mentäessä. Pienaukkojen reunametsät ja välialueet ovat myös alttiita myrskytuhoille. Jos aukkojen koot ovat liian suuria ja niitä on metsikössä liikaa, välialueiden metsikköjen myrskytuhoriski kasvaa entisestään. (Hämäläinen 2011, 30–31.)

2.3 Korjuujälki ja korjuuvauriot

Vuoden 2014 tarkastetuista poimintahakkuista vain kolmannes sai puunkorjuun laadusta hyvän arvosanan. Lähes puolessa hakkuista oli ollut jotain huomautettavaa ja joka viides oli virheellinen. Tavallisilla puunkorjuukohteilla noin puolet hakkuista saa hyvän arvosanan. Hyvän arvion saaneille metsiköille tehtiin eri-ikäisyyteen pyrkiviä hakkuita. Arvioitiin, että jos kaikki hakkuut olisivat toteutettu täysin eri-ikäisrakenteisissa metsissä, tulos olisi voinut olla vielä huonompi. (Hostikka 2014.)

Eri-ikäisrakenteisessa metsänkasvatuksessa taimikokoa suuremmat puut luokitellaan arvopuiksi, koska niiden ansiosta tulevaisuuden puusto saadaan aikaan. Poimintahakkuun aikana tulee erityisesti huomioida taimiaines ja muut pienemmät puut, jotta niiden korjuuvauriot pysyisivät mahdollisimman pieninä. Metsäntutkimuslaitos tutki MONTA-hankkeessa erilaisia vaihtoehtoja tuoreen kankaan kuusikoiden uudistamisessa. Hakkuutapana tässä tutkimuksessa käytettiin poimintahakkuuta ja kohteet olivat tasaikäisiä metsiköitä, joita pyrittiin hakkuulla muuttamaan eri-ikäisrakenteiseksi. Huomattiin, että koneellisessa korjuussa tuhoutui yli 40 prosenttia taimiaineksesta, jossa suurimmat kuolleisuudet olivat yli kolmimetristen ja pienimmät yli kaksimetristen taimien luokassa. (Valkonen ym. 2010, 112.)

Samanlaisiin tuloksiin päästiin norjalaisessa tutkimuksessa, jossa kuusikon poimintahakkuussa verrattiin miestyöhakkuun ja koneellisen hakkuun taimivaurioita 0,5:n ja kolmen metrin pituuksissa. Miestyönä tehdyssä poimintahakkuussa tuhoutui kolmannes taimiaineksesta ja vastaavasti koneellisessa hakkuussa 41 prosenttia taimiaineksesta tuhoutui tai vaurioitui. Yleisimmät vauriotyypit eloonjääneissä taimissa olivat latvusvaurio ja taimen taipuminen. (Valkonen ym. 2010, 112.)

Norjalaisten tutkimuksessa kävi ilmi, että poimintahakkuissa suurin vaurioriski on ajouran lähellä olevilla puilla ja taimilla. Ne altistuvat muun muassa hakkuulle ja metsäkuljetukselle, mutta myös ovat vaarassa jäädä hakkuutähteiden

ja puutavaran alle korjuun aikana. Toisaalta konehakkuussa aukkopaiikkojen taimet säästyivät paremmin miestyöhakkuuseen verrattuna. Miestyönä tehdyissä hakkuissa vaurioriski pieneni, mutta myös työn tuntikohtainen tuotos oli pienempi. Tutkimuksessa todettiin myös, että vaurioitumisriski on selkeästi sidoksissa poistumaan, eli mitä enemmän hakataan sitä suurempi korjuuvaurion riski on olemassa. (Savolainen 2013, 15–16.)

Poimintahakkuun korjuuvauriotutkimus on saanut pohjatietoa ylispuuhakkuista koskevista tutkimuksista. Niistä selviää, että jos taimet ovat pituudeltaan tarpeeksi pieniä, korjuuvaurioiden määrää voidaan pienentää merkittävästi toteuttamalla hakkuut paksun lumen aikana, jolloin taimet ovat suojassa lumen alla. Jos taimien pituus kuitenkin ylittää lumen pinnan yläpuolelle, hakkuut olisi parasta suorittaa silloin, kun lunta tai pakkasta ei ole. Nämä tiedot pitävät paikkansa myös poimintahakkuissa silloin, kun pyritään minimoimaan taimien vaurioitumista hakkuiden aikana. Ruotsalainen tutkimus selvitti taimien katkeamisriskiä pituuden vaihdellessa yhden ja viiden metrin välillä sekä lämpötilaluokkien ollessa 0-5 ja 15-20 astetta. Todettiin, että taimien katkeaminen on todennäköisempää pituuden kasvaessa ja lämpötilan laskiessa. (Savolainen 2013, 15–16.)

Metsäkoneenkuljettajan tilannetaju ja ammattitaito ovat suuressa roolissa poimintahakkuissa. Alemman latvuskerroksen taimet altistuvat korjuuvaurioille ylempiä latvuskerroksia herkemmin silloin, kun suuremman latvuskerroksen puita kaadetaan pienempien päältä. Alikasvotaimet altistuvat kaatovaiheessa ylhäältä päin tuleville iskuille ja saattavat aiheuttaa latvusvaurioita. Hyödyntämällä ajouraa sekä käyttämällä samoja kaatosuuntia puun kaadossa ja käsittelyssä kuljettaja voi pienentää taimivaurioiden riskiä suuresti. (Valkonen ym. 2010, 114.)

Poimintahakkuiden otollisin korjuuaika on kevättalvi, jolloin metsissä on paksu lumikerros ja lämpötila pysyy sopivan alhaisena. Muita mahdollisia korjuuajankohtia poimintahakkuille ovat loppukesä ja alkusyksy, mutta näinä aikoina

suurten puiden juurivaurioiden riski on suurempi. Tasaikäisessä metsässä juuristovaurioita voidaan ehkäistä ajourien havutuksella, eli keräämällä hakkuutahteet ajo-uralle, jolloin ne peittävät puiden juuret ja juurenniskat. Tätä voidaan myös hyödyntää poimintahakkuissa, vaikka se ei ole yhtä tehokasta tasaikäisen puunkorjuukohteiden havutukseen verrattuna. (Valkonen ym. 2010, 116–117.)

Eri-ikäisessä metsässä on paikoitellen heikko näkyvyys vaihtelevan puuston vuoksi. Tästä huolimatta kuljettajan on kyettävä hahmottamaan metsikköä kokonaisuutena. Tällöin korjuuajankohdaksi suositellaan päivää, jolloin näkyvyys on kaikista parhain. Jos hakkuuta toteutetaan pimeydessä, on syytä tutustua kohteeseen etukäteen ennen hakkuun aloittamista, esimerkiksi nauhoittamalla ajourien sijainnit. (Valkonen ym. 2010, 116–117.)

2.4 Korjuujäljen laadunvalvonta

Tasaikäisrakenteisen metsän puunkorjuukohteilla korjuujäljen tarkastuksen tarkoituksena on selvittää, täyttävätkö metsässä tehdyt toimenpiteet metsälain sille asettamia vaatimuksia ja metsähoitosuosituksen antamia laatuksiteerejä. Metsälaki on asettanut vaatimukset puunkorjuussa jäävän puuston tiheydelle, puusto- ja maastovaurioille ja ajourapainaumille. Näitä vaatimuksia tulee puunkorjuussa noudattaa. Metsänhoitosuosituksissa on suositellut arvot ajouraleveyksille ja ajouraväleille sekä turvemaiden ojalinjaleveyksille. Tarkastuksilla parannetaan myös puunkorjuun laadun tasoa, tehokkuutta sekä tarkastusten yhteenvedotietoja hyödynnetään muun muassa neuvonnassa ja puunkorjuun menetelmien kehittämisessä. Korjuujäljen maastotarkastusmenetelmät voivat poiketa eri metsäyhtiöiden välillä hieman toisistaan, koska tarkastusten tavoitteet voivat olla erilaisia, vaikka yhteinen tavoite on parempi korjuujälki. (Metsäteho 2003, 4; Partanen, Hostikka, Kaikkonen, Niskanen & Pykäläinen 2014, 5–6.)

Puunkorjuulla on useita vaikutuksia maaperään, kasvatettavaan puustoon ja metsämaisemaan. Korjuukohteissa hakkuutyö aiheuttaa puusto- ja maastovaurioita sekä ajourien käyttö lisää kasvutappioita, sekä lisää sieni- ja bakteerituhojen riskiä. Puunkorjuun aiheuttamista laatutappioista on kuitenkin ajateltu aiheuttavan enemmän hyötyä kuin haittaa verrattuna korjuun laiminlyömiseen. (Uusitalo 2003, 88.)

Puunkorjuun laadun tarkastelussa voidaan erottaa kaksi näkökulmaa. Korjuujäljellä tarkoitetaan hakkuutyön vaikutuksia metsikön puustolle ja maaperälle. Termiä käytetään yleensä tasarakenteisen metsän kasvatushakkuiden ja erikäisrakenteisen metsän poimintahakkuiden yhteydessä. Työnjälki on laajempi termi, johon sisältyy korjuujäljen lisäksi puun jalostamisen tekijät, kuten puutarvan laatu ja katkontatarkkuus, kannonkorkeudet sekä latvahukkapuun määrä. Myös ympäristötekijät huomioidaan työnjäljessä, joilla tarkoitetaan muun muassa maisematekijöitä ja ympäristönsuojelua työmaalla. (Uusitalo 2003, 89–92.)

Satunnaisesti toteutetuissa maastotarkastuksissa selvitetään korjuuvauriot, hakkuunjälkeinen puusto, ympäristötekijät ja työmaaturvallisuus. Yleensä näitä tarkastuksia tuottaa Metsäkeskus otantamittauksin, mutta myös puunkorjuusta vastuussa olevat puunhankintaorganisaatiot seuraavat säännöllisesti urakoitsijoidensa työnjälkeä. Tarkastuksista saaduista palautteista hakkuun toteuttaja voi tehostaa työnsä jälkeä ja varmistaa paikkansa organisaatiossa, koska useat metsäorganisaatiot pitävät laadukasta korjuunjälkeä ensisijaisen tärkeänä tekijänä puunkorjuussa. (Uusitalo 2003, 89–92.)

2.5 Ulkomailla kehitettyjä eri-ikäisrakenteisten metsien inventointimenetelmiä

Ulkomaalaisissa tutkimuksissa on eri-ikäisrakenteisen puuston inventointiin kehitetty erilaisia mittausmenetelmiä, joilla metsikön vaihtelevaa rakennetta tutkitaan. Nämä tutkimukset ovat kuitenkin pääsääntöisesti kasvun ja tuoton

mallintamiseen kehitettyjä menetelmiä. Kanadalainen Changhui Peng käsitteli tutkimuksessaan näiden mallien eroja ja eri-ikäisrakenteisen metsän mittauksen ja kuvaamisen ongelmia. Tutkimuksessa nousi useasti esille kaavio, jossa runkolukua ja läpimittoihin perustuvaa luokittelua käytettiin kuvaamaan eri-ikäisrakenteisen metsän vaihtelevaa rakennetta. Tämä kaavio tunnetaan paremmin nimellä käännteinen J-käyrä, joka todettiin olevan paras tämänhetkinen jakaumamalli eri-ikäisrakenteiselle metsälle. (Peng 2000, 260–262.)

Läpimittaluokkiin perustuvaa puuston mittaustapaa hyödynnettiin kanadalaisessa tutkimuksessa 264 hehtaarin tutkimusalueella. Alueelta satunnaisesti valittiin ja rajattiin kymmenen alle hehtaarin kokoista koealaa. Valituista kohteista mitattiin läpimittaluokissa puulajeittain puitten ikä ja keskipituus. Mitatut puut jakautuivat kolmeen eri läpimittaluokkaan: neljä senttimetriä ja suuremmat, 5–15 senttimetriä sekä puut yli 15 senttimetriä. Mittaustulokset esitettiin viiden senttimetrin luokissa suhteessa runkolukuun. Tällä mittausten menetelmällä pyrittiin hahmottamaan metsikön tilaa, sekä tutkimaan iän ja läpimitan suhdetta metsikön nykytilaa kuvatessa runkolukusarjassa. (Loewenstein, Johnson & Garrett 2000, 1063–1065, 1069.)

Tutkimustulokset viittasivat läpimitan kuvaavan paremmin puuston eri-ikäisrakennetta, koska runkolukusarjassa ikäluokan mukaan jakautuvat puut eivät muodosta käännteistä J-käyrää, joka on eri-ikäisrakenteista metsää kuvatessa usein tavoitejakauma. Toisaalta tutkimuksessa myös todetaan, ettei pelkkä käännteinen J-käyrä riitä todentamaan eri-ikäisyyttä metsikössä, vaikka se on yksi päätekijöistä silloin kun määritellään tulevia toimenpiteitä. (Loewenstein ym. 2000, 1063–1065, 1069.)

Espanjalaissuomalaisessa tutkimuksessa tutkittiin eri-ikäisrakenteista metsää, jossa kasvoi pääasiassa metsämäntyä ja mustamäntyä. Tavoitteena oli luoda kasvua ja tuotosta ennustava matemaattinen malli. Tässäkin tutkimuksessa metsikön mitattavat puut jaettiin neljään eri luokkaan läpimittansa perusteella, joille mitattiin muun muassa rinnankorkeusläpimitta, pituus ja puulaji. (Trasobares, Pukkala & Miina. 2004. 10–14.)

Vaikka kaksi edellä mainittua tutkimusta ovat vahvasti teoreettisia, sieltä on selkeästi erotettavissa koealamittausten aikana käytettyä läpimitan jakamista luokkiin inventointitiedon tallentamiseksi. Ensimmäisen kerran läpimitaluokkiin jakautuvaa mallinosta käytettiin jo vuonna 1898 De Liocourtin tutkimuksessa. Tällöin eri-ikäisrakenteisen metsän kuvaaminen ja erilaisten mallien hyödyntäminen mahdollistui. (Peng 2000, 266–267). Kaksi edellä mainittua tutkimusta antoivat minulle ensimmäisen idean läpimitaluokista arviointiohjeeseen.

2.6 Eri-ikäisrakenteisen metsänhakuun kehitystarpeet

Eri-ikäisrakenteista metsänhakkuutta ei ole juurikaan tutkittu korjuujäljen näkökulmasta Suomessa. Tutkimuspanoksia ei ole koettu tarpeelliseksi kohdistaa menetelmään, jota ei vielä muutama vuosi sitten pidetty hyväksyttävänä tai kannattavana. Koska käytännönläheisiä tutkimuskohteita on huonosti saatavilla ja tutkimusresurssit ovat olleet rajalliset, tutkimukset ovat usein toteutettu mahdollisimman laajasti yleistettävää tietoa tuottavalla tutkimusmenetelmillä. (Surakka & Sirén 2007, 373–374.)

Poimintahakkuu korjuumenetelmänä on uusi. Vuonna 2014 ilmoitettuja eri-ikäisrakenteisen metsään tähtääviä hakkuita on tehty hieman alle 3000 hehtaaria, eli vain yksi prosentti kaikista kasvatushakkuista. Tästä syystä korjuujälkiselvityksiä ja kehitystöitä on tehty toistaiseksi vähän. Jos eri-ikäisrakenteisuuden pyrkiviä poimintahakkuita tullaan tekemään enemmän tulevaisuudessa, sen korjuujäljen arvioinnista tulisi tehdä enemmän käytännönläheisempiä ja työelämää palvelevia tutkimuksia ja julkaisuja. (Hostikka 2014; Surakka & Sirén 2007, 373–374.)

Eri-ikäisrakenteisen metsikön puustotietojen mittaamiseen ei ole erityisiä menetelmiä kehitetty Suomessa. Nykyinen Metsäkeskuksen kehittämä eri-ikäisrakenteisen metsän maastotarkastusohje noudattelee pääsääntöisesti samoja

mittaus ja tarkasteluperiaatteita kuin tasarakenteisen metsikön kasvatushakuiden maastotarkastusohje. Tässä poikkeuksen tekee taimien kuntoluokitus, jossa taimet luokitellaan neljään eri luokkaan kasvatuskelpoisuutensa suhteen. (Surakka & Sirén 2007, 373–374.)

Matti Sirén on kahdessa seminaariesityksessään pohtinut puunkorjuun kysymyksiä poimintahakkuissa. Hän toteaa, että poimintahakkuiden puunkorjuujäljessä on toistaiseksi suuria vaihteluita keskenään, joten tähänastisia tutkimustuloksia ei pidä mennä yleistämään. Hän myös esittää keskeisiä kysymyksiä poimintahakkuiden korjuujäljen arvioinnista:

”Mitkä ovat käytännön kannalta järkevät ja saavutettavissa olevat kriteerit hyväksyttävälle korjuujäljelle? Mitä korjuujälkitekijöitä on syytä tarkastella? Käyvätkö tasaikäisten harvennusten laatumittarit?” (Sirén 2014a, 29; Sirén 2014b.)

3 KEHITTÄMISPROSESSIN VAIHEET

3.1 Toimeksianto ja työn tavoitteet sekä haasteet

Opinnäytetyöni tilaajan Markku Mehtätalon metsätilalla Utajärvellä tehtiin eri-ikäisrakenteisen metsään tähtääviä poimintahakkuita ojitetuille rämeille vuoden 2014 aikana. Nämä hakkuut toteutettiin Mehtätalon laatimaan korjuuohjeen mukaan, jossa määriteltiin poistettavat puut, puuston tavoitetiheys, kasvatettavat puut ja tukin laatu (Liite 4). Hakkuiden ollessa lähes valmiita Mehtätalon kiinnostui hakkuunjälkeisen puuston tilan ja korjuuvaurioiden määrän tutkimisesta. Koska hänellä itsellään ei ollut siihen mahdollisuutta, eikä tuolloin ollut käytettävissä tarkkaa arviointiohjetta eri-ikäisrakenteisen metsän korjuunjälkeen, hän tukeutui ulkopuolisen tekijään. Tuttavani esitteli minut Mehtätalolle, joka perehdytti minut tutkimusongelmaan ja niin työni alkoi.

Opinnäytetyöni tavoite on kehittää arviointiohje eri-ikäisrakenteiseen metsikköön tähtäävien ja ylläpitävien hakkuiden korjuujäljen tarkastamiseen. Onnistumista selvitetään kahdella tavalla: Arviointiohjeen soveltuvuus selvitetään maastossa suoritettujen koealamittausten ja niistä saatujen mittaustulosten avulla, sekä vertaamalla muualla sovellettuun vastaavanlaiseen arviointimenetelmään. Näiden lisäksi mittaustulosten perusteella selvitetään vastasiko korjuujälki metsälain sille asettamia vaatimuksia. Lopuksi pohditaan miten arviointiohjeen kehitystyössä onnistuttiin ja mitä voitaisiin kehittää vielä eteenpäin.

Itse en ollut perehtynyt eri-ikäisrakenteiseen metsänkasvatukseen juuri ollenkaan, koska se oli vasta hyväksytty metsälakiin, eikä se ollut vielä sisältynyt vielä opintoihini. Käytännössä katsoen en tiennyt aihepiiristä mitään, joka toisaalta lisäsi mielenkiintoani tulevaa tutkimustani kohtaan. Näin minulla oli mahdollisuus perehtyä eri-ikäisrakenteiseen metsänkasvatukseen, sekä kehittää arviointiohjetta, jota käytettäisiin ainoastaan eri-ikäisrakenteisen metsän korjuukohteiden tarkastukseen.

Erityisenä haasteena oli löytää toimiva inventointimenetelmä jolla eri-ikäisrakenteista puustoa voidaan mitata mahdollisimman tehokkaasti. Yleisesti käytetyt ympyrä- tai relaskooppikoealamenetelmät ja niihin painotetut keskitunnukset eivät olisi antaneet riittävän tarkkaa kuvausta kasvatettavasta puustosta. Tämä johtuu metsikön epätasaisesta rakenteesta, jossa tavoitepuuston pituus ja paksuus voi olla todella vaihtelevaa. Pelkkä pohjapinta-alan, keskilämpö- ja pituuden mittaaminen mediaanipuusta olisi antanut epäluotettavia tuloksia varsinkin silloin, kun tavoitteena oli kuvata puuston eri-ikäisrakenteisuutta mittaustuloksien avulla.

Vuoden 2014 aikana Metsäkeskus kehitti eri-ikäisrakenteiselle metsänhakuulle maastotarkastusohjeen, jossa on taimien kuntoluokitukseen ja pituusluokitukseen oma mittausmenetelmä. Kyseisessä ohjeessa ei kuitenkaan ole suuremman puuston mittaukseen erityisiä menetelmiä. Ulkomailla tämä kasvatusmuoto on tunnettu jo pitkään, vaikka pääasiassa sen käyttö talousmetsissä on harvinaista. Tässä työssä läpikäydyissä tieteellisissä julkaisuissa löydettiin samoja inventointimenetelmiä. Niissä eri-ikäisrakenteista metsikköä mitattiin jakamalla pohjapinta-alan tai ympyräkoealan puusto läpimittaluokkiin. Tämä puuston läpimittaluokkiin perustuva inventointimenetelmä otettiin arviointiohjeeseen. Näin korjuunjälkeinen puusto voidaan mitata ja esittää tuloksissa tarkemmin.

3.2 Menetelmät ja tiedonhankinta

Tutkimukseni aloitin maastokäynnillä tilaajan metsässä, jossa keskustelimme yleisesti eri-ikäisrakenteisesta metsästä ja aiheista, joista opinnäytetyöni voisin tehdä. Tämän tapaamisen jälkeen tarkka aihe oli sovittuna opinnäytetyölleni. Ennen ohjeen laadinnan aloittamista oli kuitenkin tarpeen perehtyä eri-ikäisrakenteiseen metsänkasvatukseen ja puunkorjuuseen tarkemmin. Tällöin alkoi kehitysprosessin ensimmäinen vaihe eli tiedonhankinta.

Kehitystyön alussa perehdyttiin tieteellisiin julkaisuihin ja tutkimuksiin sekä yhdisteltiin niistä saatuja tietoja arviointiohjeen ensimmäiseen luonnokseen. Arviointiohjeen kehitysprosessi jatkui tutkimalla nykyisiä tasarakenteisen metsänhakuun maastotarkastusohjeita ja metsälain vaatimuksia korjuujäljestä. Nämä loivat pohjan arviointiohjeen kirjoittamiseen. Kyseiset julkaisut antoivat myös selkeät minimivaatimukset siihen, mitä asioita tulee tarkastaa korjuunjälkeisessä metsässä.

Sovimme tilaajan kanssa, että kehittäisin koealalomakkeen joka suoraan tukisi arviointiohjeessa esitettyjä tarkastettavia tai mitattavia asioita. Koealalomakkeessa tulisi löytyä kohdat jokaiselle mitattavalle puusto- ja korjuuvauriotunnukselle sekä koealan perustiedoille. Koealalomake liittyy kehitysprosessiin tiedontallennusmenetelmänä ja sen avulla arviointiohjeen soveltuvuus selvitetään maastossa. Se laadittiin Excel-taulukointiohjelmalla, jossa tilaaja oli aktiivisesti mukana. Lomakkeella (Liite 1) oli oma kohtansa seuraaville asioille:

- kuvion numero
- turpeen paksuus
- koealan yhteenlaskettu pohjapinta-ala
- koealan runkoluku (vain luokalle yksi)
- havupuiden kasvatuskelpoisuus luokittain pohjapinta-alassa (lukuun ottamatta luokka 1)
- pohjapinta-ala luokittain ja puulajeittain (lukuun ottamatta luokka 1)
- runkoluku puulajeittain (vain luokka 1)
- puunkorjuussa vaurioituneiden puiden osuus pohjapinta-alassa ja runkoluvussa
- ajourapainaukset koealan lähietäisyydellä (yli 20 ja alle 20 senttimetriä)
- ajourien sijoittelu koealan lähietäisyydessä (onnistunut, pääosin onnistunut ja pääosin epäonnistunut)
- tekstiosio.

Koealalomakkeen oleellisin osa on koealan keskiläpimitan- ja pituuden mitaustulosten koontitaulukko. Siinä puusto-ositteet ovat jaettu ensin vaakarivillä keskiläpimittaan ja keskipituuteen, josta taulukko jakaantuu puulajeittain mänty, kuusi, hieskoivu ja rauduskoivu. Keskiläpimitat mitattiin yhden senttimetrin tarkkuudella, ja keskipituudet puolen metrin tarkkuudella. Vasemmalla pystyrivillä on läpimittaluokat joihin pohjapinta-alan tai ympyräkiealan lukupuiden puustotunnukset jakaantuvat. Tekstiosiossa kirjattiin asioita ja huomioita koealalta, joita oli vaikea kirjata selkeästi koealalomakkeessa, esimerkiksi juurivaurioiden määrää koealalta. Läpimittaluokat jakaantuvat seuraavanlaisesti:

- 1. Luokka** Kasvatuskelpoiset taimet **1 – 6 cm, (pituus apumittana 0,5 – 4 m)**
- 2. Luokka** Pienpuusto **7 – 13 cm**
- 3. Luokka** Korjuukokoinen puusto **14 – 18 cm**
- 4. Luokka** Varttunut puusto **19 cm – ylöspäin.**

4 KEHITETTY ARVIOINTIOHJE JA SEN SOVELTUVUUS

4.1 Arviointiohjeen kuvaus

Arviointiohje käsittää yhdeksän sivua (Liite 2). Sisältö jaettiin kolmeen osaan. Tekstistä pyrittiin laatimaan mahdollisimman lyhyt ja ytimekäs.

Aluksi esitellään tekijä, organisaatio ja päivänmäärä, jonka jälkeen johdannossa kirjoitetaan siitä mihin ohje perustuu ja mikä on sen perimmäinen tarkoitus. Ensimmäinen ohjeistus alkaa koealapaikkojen sijoittamiseen liittyvistä asioista, kuten systemaattisen koealaverkoston laatiminen, linja- ja koealavälit sekä niiden paikannus. Nämä välit esitellään kahdessa suurempien- ja pienempien tarkastusalueiden luettelossa.

Puustotunnusten mittaaminen on ohjeistettu seuraavaksi. Ensin luetellaan tyyppilliset inventointivälineet mitä tarvitaan mittauksissa ja ohjeistetaan kirjamaan koealojen perustunnukset ylös. Pääpaino tässä on kuitenkin koealaan sattuneiden lukupuiden jakaminen neljään eri luokkaan läpimittansa perusteella ja puulajeittain. Asia on hieman monimutkainen ohjeistaa yksinkertaisesti, koska jokaisesta luokasta ja puulajeista voi tulla paljon mitattavaa sekä kirjattavaa eri-ikäisrakenteisessa metsässä. Asia kuitenkin pyrittiin muotoilemaan mahdollisimman selkeästi ja lyhyesti.

Tämän jälkeen käsitellään kasvatettavan puuston laadun arviointi. Ensimmäisenä asiana on tukinkasvatuskelpoisten havupuiden arviointi relaskooppikoealalla, koska tilaajan mielestä tätä oli tärkeä arvioida korjuun tarkastuksessa. Lehtipuiden tukinkasvatuskelpoisuuden olisi myös voinut lisätä ohjeeseen mutta se jätettiin pois, koska arviointiohje laadittiin sovellettavaksi Pohjois-Suomen metsiin, jossa lehtitukkien kasvatusta ja korjuu on harvinaista. Kasvatettavan puulajin valintaan tuli myös lyhyt ohjeistus turvemaille, vaikka tarkkoja kriteereitä ei tullut ohjeeseen.

Jäävän puuston tiheys ja alikasvoksien arviointi on seuraavana. Pohjapinta-alan minimisuositukset ja alikasvoksen tilan arviointi ovat tärkeimmät asiat, jotka tuodaan esille. Tekstiä tukee myös taulukko, joka on lainattu Metsänhoidon suosituksista, jossa kerrotaan tarkemmin säännösten mukaisista pohjapinta-aloista mäntyvaltaisissa metsissä. Alikasvoksen arvioinnista tuli oma kappaleensa ohjeeseen, jossa ohjeistetaan arvioimaan taimien ryhmittäisyyttä, kasvatuskelpoisuutta ja korjuuvaurioita koealakohtaisesti.

Seuraavana käsitellään korjuujäljen arviointi. Ensimmäisenä tämä sisältää ohjeet ajo-urien sijoittelun, leveyksien, urien välien ja ajo-urien aiheuttamiin painaumien arviointiin. Uratunnusten ohjeistus otettiin metsälain asettamista minimivaatimuksista ja mittausmenetelmät otettiin Metsäkeskuksen tasarakenteisen metsän maastotarkastusohjeesta. Ajourien sijoittumisesta on myös ohjeistukset, että miten niiden sijoittelut puustoon nähden ovat koealapaikalla onnistuneet.

Ajourien mittausmenetelmiä sovellettiin ja muunnettiin hieman Metsäkeskuksen laatimasta menetelmästä, jotta mittaaminen olisi maastossa sujuvampaa ja nopeampaa. Puustovaurioiden arviointi on viimeinen koealamittauksen ohjeistus. Puuston vauriot mitataan pohjapinta-alaan osuneista lukupuista ja ympyräkoealaan osuneista alikasvospuista. Juuristovauriot kirjataan ajouraleveyden mittauksen yhteydessä uran molemmilta raiteilta. Vaurion mittauksiin liittyvät minimimäärät ja laskentamenetelmät noudattelevat Metsälain asetuksia metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä.

Viimeisenä käsitellään koealamittausten koostaminen ja arvostelu. Tekstissä ohjeistetaan miten koealamittaukset koostetaan ja miten korjuun kokonaisarvostelu tapahtuu arvostelusapluunan avulla. Pääpainona tässä on kuitenkin arvostelusapluunan käytön ohjeistaminen, jonka pohjalta korjuun arvosana muodostetaan. Arvosteluasteikon kolme tunnusta otettiin metsälain säädöksistä, metsänhoidon suosituksista. Nämä arvosteluasteikon tunnukset ovat nousevassa järjestyksessä: metsälain alle metsälain minimivaatimusten, met-

sälain minimivaatimukset juuri täyttävä ja metsänhoidon suositusten mukainen. Viimeisenä ohjeessa on merkitty lähteet, joita on käytetty arviointiohjetta kehittäessä.

4.2 Ohjeen soveltuvuuden testaaminen

4.2.1 Maastokohteiden sekä toteutuksen kuvaus

Arviointiohjeen soveltuvuutta käytäntöön selvitettiin toteuttamalla sen mukaisia maastotarkastuksia hakkuualueella syksyn 2014 aikana. Maastokohteet sijaitsivat työn tilaajan Markku Mehtätalon metsätilalla Utajärven kunnan alueella (N=7181382, E=478347). Kohteet olivat ojitetuilla rämeillä sijaitsevia metsikkökuvioita, joille oli tehty poimintahakkuuta vuoden 2014 aikana. Tarkastettavia kuvioita oli viisi kappaletta ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala oli 15 hehtaaria. Kuvioiden koot vaihtelivat yhdestä hehtaarista vajaan viiteen hehtaariin, jolloin kuvion keskikoko otoksessa oli noin kolme hehtaaria (2,9 ha). Tarkastettavien kuvioiden numerot olivat 12, 13, 14, 21 ja 32,4.

Tarkastettuja metsikkökuvioita valittaessa tavoitteena oli saada selvitykseen mahdollisimman monipuolisia rämemetsikkökuvioita, jotta arviointiohjeen soveltuvuudesta erilaisiin metsikköihin saataisiin mahdollisimman suuri varmuus. Liitteessä 3 on tilaajan metsäsuunnitelmasta poimittu hakkuukartta, jossa suunnitellut poimintahakkuukuviot näkyvät korostettuna kartalla. Tulee huomioida, että vain viisi suunnitelluista poimintahakkuukuvioista oli toteutettu syksyllä 2014, eikä silloin ollut varmuutta hakataanko jäljelle jääviä kuvioita samalle vuodelle.

Hakattujen kuvioiden puustot ennen hakkuuta muistuttivat eri-ikäisrakenteisia metsiköitä. Pääpuulaji jokaisella kuvioilla oli pääasiassa mänty ja seassa kasvoi varttuneempia kuusia ja hieskoivuja sekä alikasvoksena hieskoivua. Tästä poikkeuksena kuviolla 14 kasvoi paljon varttuneempia hieskoivuja mäntyjen seassa. Puuston keski-ikä oli noin 50 vuotta ja korjuuta edeltävä pohjapinta-

ala vaihteli kuvioittain 21–25 välillä. Jokaisella kuviolla oli myös olemassa olevaa alikasvosta, jota pyrittiin säästämään puunkorjuun aikana. Kuviossa 3 nähdään miltä kuvioiden metsikkö pääsääntöisesti näyttää.



Kuvio 3. Näkymä kuvion 32,4 laidalta

Puunkorjuu toteutettiin poimintahakkuuna, jonka tavoitteena oli muuttaa ylitiheät ja sekapuustoiset rämemetsät eri-ikäisrakenteisiksi. Poimintahakkuiden poistojärjestyksessä, tavoiteteiheydessä ja tukin laadussa noudatettiin Mehtätalon omaa korjuuohjetta (Liite 4), joka oli laadittu eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen puunkorjuuperiaatteiden mukaisesti. Poistojärjestyksellä tarkoitetaan hakkuussa poistettavien puiden järjestystä, eli mitkä puut ovat tärkeimmät poistaa ensimmäisenä. Ohjeessa on myös eritelty tukin tavoitelaatu. Korjuun aikana painotettiin myös alikasvoston varomista.

Hakkuukalustona käytettiin Valmet 911.3 –hakkuukonetta ja Valmet 840 –ajokonetta. Koska kyseiset metsäkoneet ovat koko- ja teholuokassaan keskitahoisia ja keskipainoisia, ne soveltuivat hyvin poimintahakkuuseen voimansa

ja ketteryytensä ansiosta silloin, kun poistettavien puiden keskikoko on normaaliin harvennukseen verrattuna suurempi. Maastovaurioita kuten ajourapainauksia tai urien ylileveyttä ei pidetty yhtä suurena korjuuteknisenä tarkastus-asiana kuin poistettavien ja kasvatettavien puiden järjestyksiä. Ajateltiin, että maanpinnan rikkoutuminen rämemailla edistäisi taimettumista korjuun jälkeen.

4.2.2 Koealamittausten toteutus ja työvaiheiden kuvaus

Maastotarkastus toteutettiin systemaattisena koealamittauksena. Ennen maastotöiden aloittamista metsikkökuviolle muodostettiin Tforest- metsäsuunnitteluohjelmalla tasasivuinen systemaattinen koealaverkosto, jonka linja- ja koealavälit olivat 50 metrin etäisyydellä toisistaan. Näillä linja- ja koealaetäisyyksillä koealoja tuli keskimäärin yli kolme hehtaarilla. Ne paikannettiin GPS-paikantimella ja jokaisen GPS-koordinaatit merkittiin koealalomakkeeseen. Liitteessä 5 on kuva kyseisestä koealaverkostosta.

Koealamittaus jakautui työvaiheisiin, jotka tehtiin tietyssä järjestyksessä. Ensiksi koeala paikannettiin KKJ-koordinaattien avulla, jotka tallennettiin koealalomakkeeseen. Lomakkeelle merkittiin koealan perustiedot, kuten kuvion numero, koealan numero ja turpeen paksuus. Turpeen paksuus mitattiin kolmen metrin puukepillä 15 senttimetrin tarkkuudella.

Jos koealalla esiintyi alikasvosta, siitä mitattiin ympyräkoeala. Mittaustulokset kirjattiin koealalomakkeeseen runkolukuna ja puulajeittain. Samalla arvioitiin taimien puustovauriot ja kirjattiin mahdolliset lisätiedot kasvatuskelpoisuudesta tekstiosioon.

Seuraavaksi samasta pisteestä mitattiin relaskooppikoealalta puulajikohtaiset pohjapinta-alat. Tämä vaati tarkkuutta, sillä läpimittaluokittain jakautuvat puut vaikeuttavat työskentelyä enemmän verrattuna normaaliin relaskooppikoealaan. Pohjapinta-alaa mitattaessa arvioitiin silmävaraisesti mitkä puut tulisivat minnekin läpimittaluokkaan ja rajatapauksissa näistä mitattiin läpimitta, jotta

niiden luokka varmistui. Ensin merkittiin luokkakohtaiset pohjapinta-alat ylös ja sen jälkeen puulajikohtainen pohjapinta-ala. Lopuksi jokaisen läpimittaluokan mediaanipuut selvitettiin puulajikohtaisesti, ja niistä mitattiin keskiläpimitta ja keskipituus. Kuviossa 4 nähdään tarkastuskuvion 12 koealapaikka numero 7, joka sijaitsee ajouran vieressä.



Kuvio 4. Näkymä kuvion 12 koealapaikalta numero 7

Puustotunnusten mittausten jälkeen arvioitiin kasvatettavan puusto ja korjuuvauriot. Ensimmäiseksi pohjapinta-alan puista eroteltiin havupuut ja arvioitiin niiden tukinkasvatuskelpoisuus valittujen tekijöiden perusteella. Niitä olivat rungon mutkaisuus, lenkoisuus ja kasvuvirheet. Lisäksi tehtiin havaintoja latvuksen kunnosta ja muodosta. Jos puu ei täyttänyt asetettuja ehtoja, sitä ei laskettu kasvatuskelpoiseksi havutukiksi. Koivujen tukinkasvatuskelpoisuutta ei arvioitu, koska sitä ei katsottu tarpeelliseksi.

Viimeiseksi koealalta arvioitiin ja mitattiin mahdolliset korjuuvauriot. Valtionneuvoston asetuksen viides pykälä (5 §) määrittelee korjuuvaurioiden mittaus-

ja arviointimenetelmät, joiden mukaan ne arvioitiin. Puu todetaan vaurioituneeksi, jos kasvatuskelpoisen puun kuori on vaurioitunut 1,3:n metrin alapuolelta yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 neliösenttimetrin tai koko rungolta yli 30 neliösenttimetrin laajuudelta. Juurivaurioita arvioitaessa huomioidaan vain yli kahden senttimetrin paksuiset juuret, jotka sijaitsevat enintään metrin päässä rungon keskipisteestä. (Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1308/2013 5 §).

Vauriot jaettiin puusto- ja maastovaurioihin. Puustovauriot taas jaoteltiin runko- ja juurivaurioihin. Runkovaurioiden mittauksessa laskettiin vaurioituneiden runkojen määrä relaskoopikoealalta kappaleina hehtaarilla, jotka kirjattiin lomakkeeseen. Myöhemmin nämä luvut muunnettiin matemaattisen kaavan avulla runkoluvuksi, jotta vaurioprocentti oli mahdollista laskea. Runkovauriot laskettiin myös alikasvospuustosta kappaleina hehtaarilla. Juurivauriot laskettiin maastovaurioiden arvioinnin aikana ja kirjattiin lomakkeeseen. Jos samassa puussa oli sekä runko- ja juurivaurioita tai toista vauriotyyppiä esiintyi poikkeuksellisen paljon, siitä mainittiin ”vakavana” puustovauriona tekstiosiossa.

Maastovauriot mitattiin ajourilta, jotka olivat 15 metrin etäisyydellä koealasta. Ajourien etäisyyksiä arvioitiin aluksi silmävaraisesti ja jos oli syytä epäillä, että ajouravälit olivat liian pienet, mitattiin ajouraväli. Mittaus aloitettiin toisen uran keskiraiteelta ja mittaa kuljetettiin kohtisuorassa toisen uran keskeltä. Uran leveys mitattiin yksittäiseltä uralta, reunimmaisten puiden välisenä etäisyytenä. Leveydet ja etäisyydet vaikuttivat kokonaisarvosteluun koealalomakkeen ”ajourien sijoittelut” –kohtaan, jos ajourien leveydet ylittivät useassa mittauksessa ohjeellisen yli neljän metrin arvon. Ajourapainumat laskettiin metsälain viidennen pykälän (5 §) määrittelemän menettelyn mukaisesti, eli prosentuaalisena kahden tekijän välisenä arvona. Ajourien raiteilta arvioitiin yli 20 senttimetrin painaumat ja alle 20 senttimetrin painaumat, sekä arvioitiin kuinka monta prosenttia ajourasta oli painautunut yli sekä alle 20 senttimetriä. Tämä merkittiin maastolomakkeelle. Tämän vaiheen jälkeen koealamittaus oli valmis, jolloin siirryttiin seuraavalle koealalle.

5 KORJUJÄLJEN LAATU

5.1 Mittaustulosten koostaminen

Maastoaineiston keruun jälkeen koelalomakkeiden tiedot purettiin SPSS-tilastointiohjelmaan ja Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, jotta voitiin vertailla kummalla ohjelmalla aineistojen käsittely ja kuvioittainen vertailu toimi sujuvammin. Tarkoituksena oli esittää taulukkomuodossa puustotunnukset ja korjuuvauriotunnukset koelaitteittain. Koelaitteiden lasketut keskiarvot koostettiin kuvioittain erilliselle taulukolle, josta oli lopuksi helppo laatia tarvittavia jakaumia ja taulukoita.

Tässä työvaiheessa puustotietojen läpimittaluokkaisuus aiheutti ongelmia tulosten taulukoinnissa ja vertailussa. Haasteena oli esittää yhtenäisessä taulukossa puuston keskiläpimitta, keskipituus ja pohjapinta-ala läpimittaluokittain siten, että taulukkoa olisi helppo muokata ja siitä laskea kuviokohtaisia keskiarvoja. Asia ratkaistiin jakamalla taulukon rivit läpimittaluokkiin ja sarakkeet inventointipuuston puulajikohtaisiin keskitunnuksiin, kuten keskiläpimitta, keskipituus ja pohjapinta-ala. Tähän Excel soveltui SPSS-ohjelmaan verrattuna paremmin, koska sen laskentatoiminnot ja taulukon muotoilutyökalut olivat helppokäyttöisemmät. Liitteessä 6 on yhden kuvion koostetut koelaitetiedot, josta käy ilmi ratkaisu taulukointiongelmaan.

Puuston rakenteen esitykseen runkolukusarjassa pohjapinta-alan puut muunnettiin runkoluvuksi käyttäen muuntokaavaa (1). Relaskooppikoealalla saadaan yhden luetun puun edustama hehtaarikohtainen runkoluku kaavalla, missä läpimitta ilmaistaan metreinä (Kangas ym. 2011. 78–83.)

$$n_i = \frac{q}{\frac{\pi}{4}d_i^2} \quad (1)$$

missä

n_i on relaskooppikoealan yhden puun runkoluku [kpl/ha]
 q on relaskooppikertoimen ja pohjapinta-alan kertomalla
 saatu tulo [$q \cdot m^2/ha$]
 d_i on mediaanipuun keskiläpimitta [m]
 (Kangas ym. 2011. 78 – 83.)

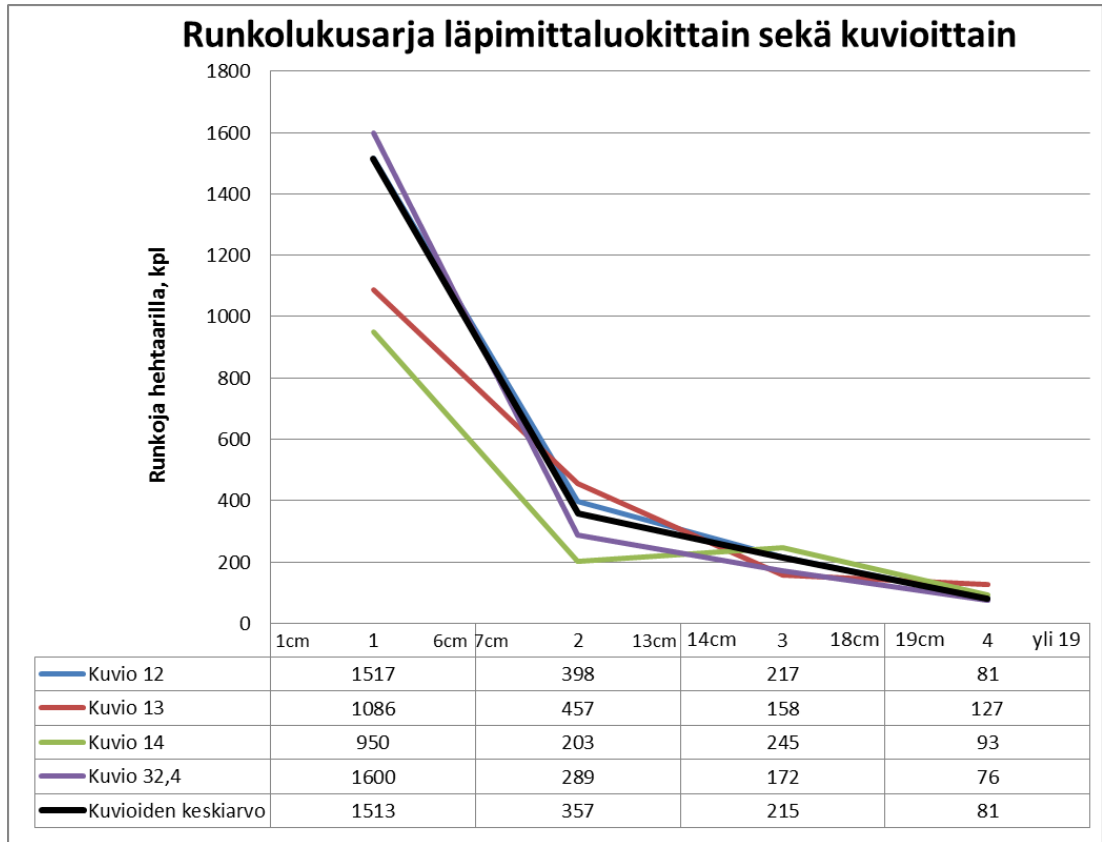
Koealatietojen taulukoinnin jälkeen tiedot koostettiin yhtenäiseen taulukkoon, johon laskettiin kuvioittain jokaisen koealan puustotunnusten keskiarvot. Kuvioitten yhteenlaskettu koealojen määrä oli 55 kappaletta ja kaikkien mitattujen tarkastuskuvioitten pinta-ala oli noin 15 hehtaaria. Koealoja tuli keskimäärin 3,6 koealaa hehtaaria kohden.

5.2 Kasvatettavan puuston nykytila ja korjuuvaurioiden tarkastelu

5.2.1 Puuston nykytila

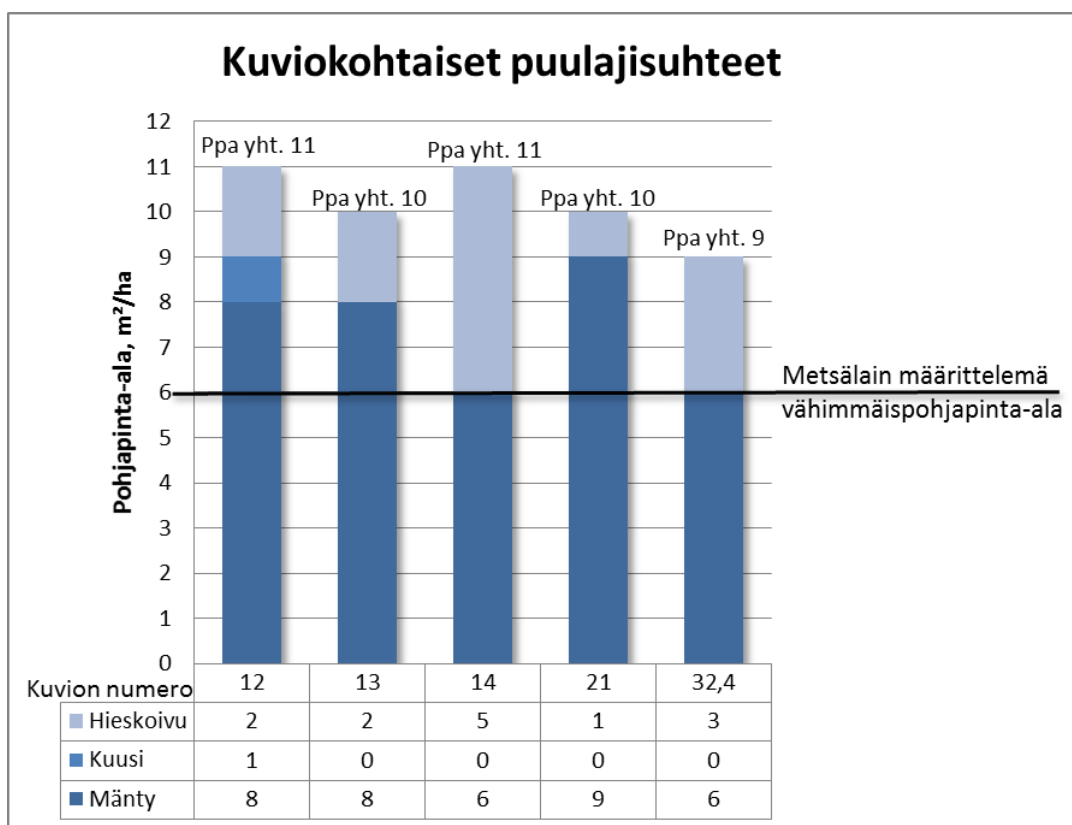
Tilaajan toivoi, että koostetuista kuviotiedoista tarkasteltaisiin korjuunjälkeistä puuston rakennetta ja korjuuvaurioita. Mitatut pohjapinta-alat muunnettiin koealakohtaisiksi runkolukukuiksi, joista laskettiin läpimittaluokittain kuvioittaiset keskiarvot. Laaditun runkolukusarjan avulla tarkastellaan jakautuvatko rungot käänteisen J-käyrän mukaan. Jos metsä on eri-ikäisrakenteinen, sen runkojen jakautuminen läpimittaluokittain tulisi noudatella käänteisen J-käyrän muotoa (Kuvio 1, s. 10).

Runkolukusarja noudatteli pääsääntöisesti käänteisen J-käyrän mallia, eli pieniläpimittaisia runkoja oli suhteessa enemmän järeimpiin runkoihin verrattuna (Kuvio 5). Läpimittaluokkien 2 ja 3 välinen runkolukuero on kuitenkin todella vähäinen kaikilla kuvioilla, ja tämän lisäksi kuviolla 14 luokassa kolme on hie- man enemmän puita kuin luokassa kaksi. Luokan 1 alikasvospuustossa on kuviokohtaisesti suuria eroja runkoluvun vaihdellessa 950 ja 1600 välillä. Run- kolukusarjasta voidaan kuitenkin todeta, että kuvioitten rakenteet ainakin muis- tuttavat eri-ikäisrakenteisia metsiä runkolukujakaumiensa perusteella.



Kuvio 5. Runkolukusarja

Kuviossa 6 esitetään tarkastettujen kuvioiden kokonaispohjapinta-ala ja sen jakautuminen eri puulajien kesken. Pohjapinta-alat ovat kuvioiden relaskoop-pikoealoista laskettuja keskiarvoja.

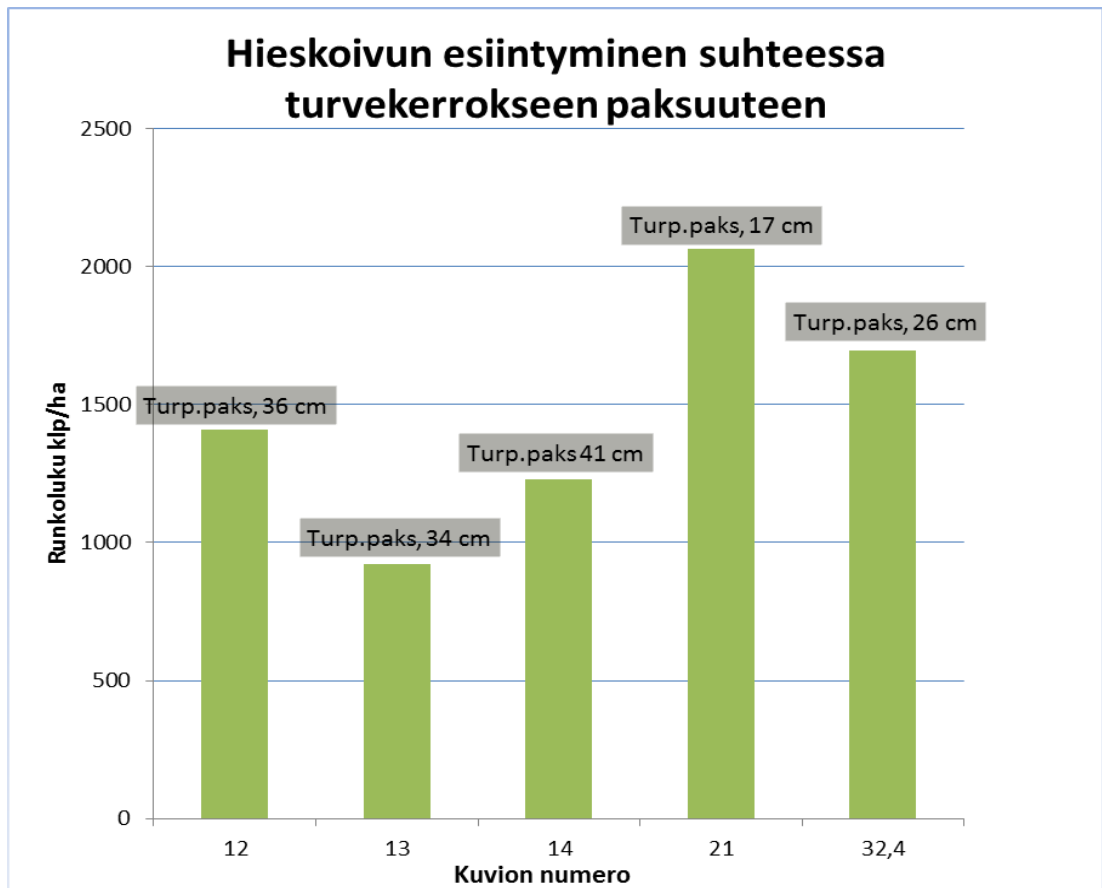


Kuvio 6. Puulajisuhteet

Pääpuulajina jokaisella kuviolla on mänty, jonka pohjapinta-alat vaihtelevat kahdeksan ja kuuden neliömetrin välillä hehtaarilla. Hieskoivun vaihtelu on suurinta, sen määrät vaihtelevat yhden ja viiden välillä. Kuusia on keskimääräisesti vähiten, vain yksi kuviolla 12.

Kokonaispohjapinta-ala ei alita missään kuviolla metsälain määrittämää vähimmäisrajaa. Tämän lisäksi lähes jokaisen kuvion pohjapinta-ala on tilaajan korjuuohjeen (Liite 4) tavoitteiden mukainen, vaihdellen yhdeksän ja 11:n välillä. Tavoitepohjapinta-ala saa vaihdella kyseisen korjuuohjeen mukaan 10:n ja 15:n välillä.

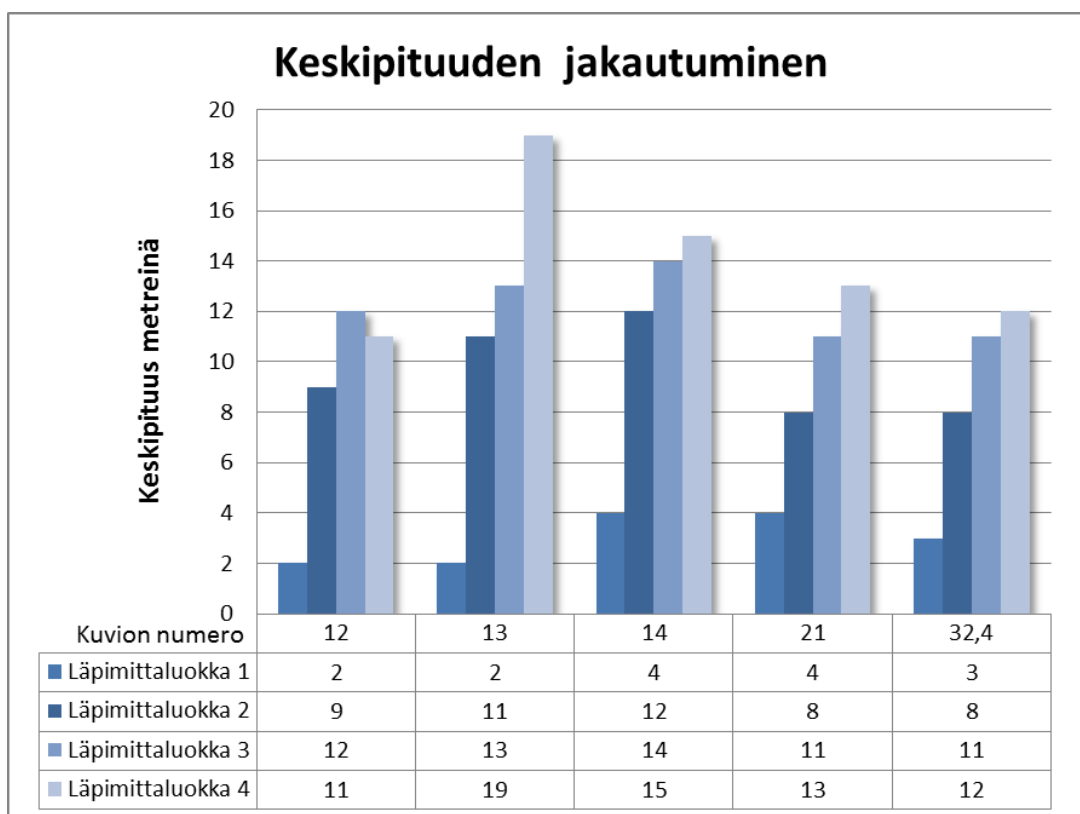
Koska hakkuukuviot sijaitsevat turvemaidella, halusi tilaaja tietää kuinka paljon hieskoivuja on hakkuun jälkeen suhteessa turvekerroksen paksuuteen. Kuviossa 7 on esitetty turpeen paksuutta suhteessa hieskoivujen runkolukuun.



Kuvio 7. Hieskoivun esiintyminen suhteessa turvekerroksen paksuuteen

Tarkastetuilla kuvioilla 12, 13 ja 14 turpeen paksuus on vaihtelee 34 senttimetristä 41 senttimetriin. Näillä kuvioilla hieskoivun esiintyminen on lukumäärältään pienintä, vaihdellen 900 rungosta 1400:n runkoon hehtaarilla. Kuviolla 21 turpeen paksuus on pienin ja hieskoivun runkoluku suurin, noin 2100 kappaletta hehtaarilla.

Kuviossa 8 esitetään läpimittaluokkien keskipituudet puulajien välisinä keskiarvoina. Oletuksena on, että kuvioden keskipituudet nousevat pienemmästä luokasta suurempaan mentäessä.



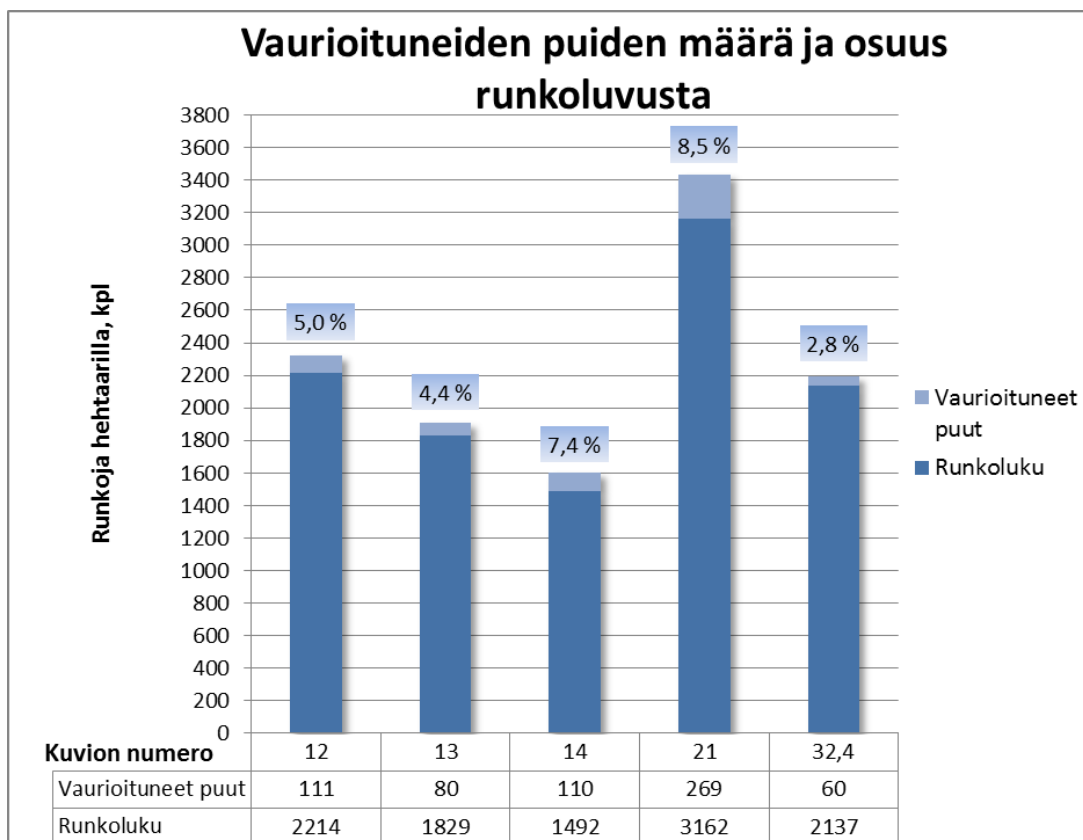
Kuvio 8. Keskipituuden jakautuminen läpimittaluokittain

Kuvioiden keskipituus nousee alemmasta läpimittaluokasta ylempään mentäessä vaihtelevasti. Suurimmat vaihtelut ovat luokassa 4. Kuvion 12 luokan 4 keskipituus on odotusten vastaisesti hieman alhaisempi, kuin luokassa 3. Kuvion 13 luokan 4 keskipituus on 19 metrisenä selkeästi muita kuvioita suurempi.

Verrattaessa luokkiin 2, 3 ja 4 pituusvaihtelu on luokassa 1 tasaisinta, vaihdellen keskimäärin kahden ja neljän metrin välillä. Kuviotasolla 21 ja 32,4 pituuden jakautuminen on tasaisinta.

5.2.2 Korjuuvauriot

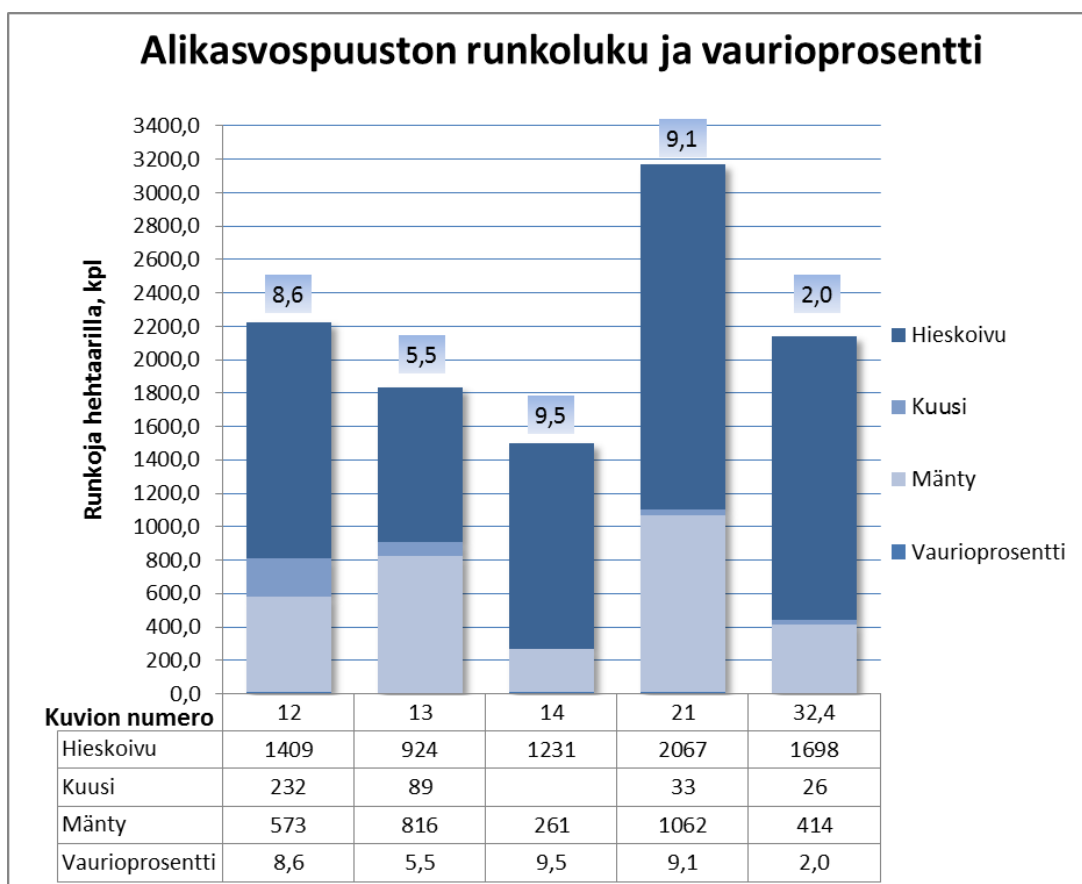
Kuviossa 9 esitetään puustovauriota runkolukuna ja vaurioituneiden puiden kappalemääränä. Näiden avulla laskettiin vaurioprocentti, joka lisättiin kuvioon. Haluttiin selvittää, mikä on vaurioituneiden puiden osuus kokonaisrunkoluovusta, sekä oliko vaurioprocentti yli metsälain salliman 15 prosentin rajan.



Kuvio 9. Runkoluku ja puustovauriot

Kuvioiden runkoluvun vaihtelu oli noin 1500 ja 3000, sekä vaurioituneiden puiden määrä vaihteli 80 ja 269 rungon välillä. Tarkastettujen kuvioiden puustovaurioprosentit olivat pääsääntöisesti vähäiset. Niiden vaihtelu oli 2,8:n ja 8,5:n prosentin välillä. Yhdenkään kuvion puustovaurioprosentti ei ylitä metsälain määräämää 15:n prosentin maksimirajaa.

Kuviossa 10 esitetään ensimmäisen läpimittaluokan alikasvospuuston tilaa kuvio- ja puulajikohtaisesti. Kuvioista ilmenevät myös alikasvospuustoon kohdistuneet vauriot.

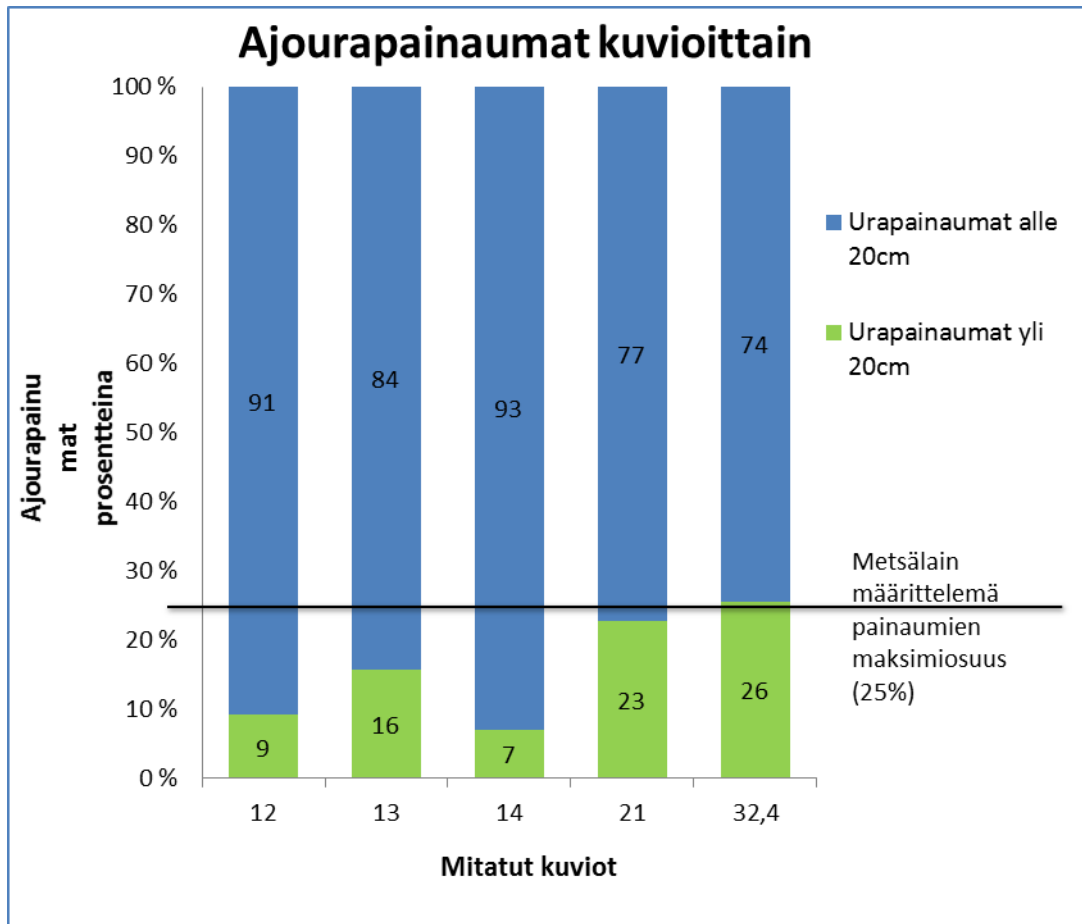


Kuvio 10. Alikasvos poimintahakkuun jälkeen

Keskimääräisesti kuvioilla on eniten hieskoivuja ja vähiten kuusia. Suurin vaihtelu on hieskoivuilla, joita on kuvioilla 900–2000 runkoa hehtaarilla. Koivun runkas määrä oli odotettavissa, koska rämemetsikoissä hieskoivun esiintyminen ja luontainen taimettuminen on hyvin yleistä (Äijälä ym. 2014, 27). Männyn- taimia kuvioilla oli vähän. Niiden määrä vaihteli 200:n ja 1000:n kappaleen välillä. Tästä voidaan todeta, että männyn luontainen taimettuminen oli heikkoa edellisen kasvatusjakson aikana.

Alikasvokseen kohdistuneita korjuuvaurioita tutkittiin vaurioprocentin avulla, joka laskettiin ympyräkoealassa vaurioituneiden ja kaikkien runkolukuun luet- tujen puiden suhteena (Kuvio 10). Alikasvoksen runkoluku ja vaurioprocentti jakautuivat hyvin epäsäännöllisesti. Kuvioiden 14 ja 21 vaurioprocentit olivat korkeimmat ja alikasvoksen määrä oli sekä suurin että pienin kaikista kuvi- oista.

Kuviossa 11 esitetään hakkuukoneen ja ajokoneen aiheuttamia ajourapainauksia. Metsälaki määrittelee painaumien maksimiosuuden, joka on turve- mailla 25 prosenttia kaikista yli 20 senttimetriä syivistä painaumista.



Kuvio 11. Ajourapainaukset prosenttilukuina

Urapainaukset vaihtelivat yhdeksän ja 26:n prosentin välillä. Kuvioilla 12 ja 14 painaukset olivat todella vähäiset, keskimääräisesti vain kahdeksan prosenttia kaikista painaumista oli yli 20 senttimetriä. Ainoastaan kuvion 32,4 urapainaukset ylittävät metsälain määrittelemän painaumien maksimiosuuden rajan 26 prosentilla.

Oletuksena oli, että rämemailla juurivaurioita olisi paljon, varsinkin kun korjuu toteutettiin kesäkauden aikana. Niitä ilmeni tarkastuksen aikana kuitenkin niin vähän, ettei niistä ollut järkevää koostaa omaa kaaviota. Kaikkien kuvioiden koealoilta tehtiin yhteensä vain neljä juurivauriohavaintoa.

Liitteessä 6 on kuva koealatietojen yhteenvetotaulukosta, jossa on vaaleansinisessä sarakkeessa ajouraleveyksien- ja etäisyyksien kokonaisarvosana. Tämä muodostui koealoittain tehdyistä havainnoista, joista koostettiin kuvioitaiset kokonaisarvosanat. Arvostelutunnus 1 tarkoittaa onnistunut, 2 on pääosin onnistunut, ja 3 on pääosin epäonnistunut.

5.3 Korjuujäljen laadun arviointi

Korjuujäljen laadun arviointi perustuu metsälaiissa määriteltyihin minimirajoihin, Metsänhoidon suosituksiin ja tilaajan omaan korjuuohjeeseen. Näitä noudattaen laadittiin arvostelusapluuna Metsäkeskuksen sapluunan pohjalta (Taulukko 1), jonka avulla muodostettiin kokonaisarvosana korjuusta. Sapluunaan lisättiin arvostelutekijöiksi metsälain asettamat minimivaatimukset ja tilaajan oman korjuuohjeen suositukset. Metsänhoidon suosituksia käytettiin arvostelutekijöinä ajouratunnusten arvosanaa muodostaessa, koska tilaajan korjuuohjeessa ei ole vaatimuksia uraleveyksistä, urien välisistä etäisyyksistä tai painaumista.

Taulukko 1. Metsäkeskuksen arvostelusapluuna. (Partanen ym. 2014, 24)

Arvosana	Pohjapinta-ala/runkoluku	Ajouraväli	Ajouraleveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
<i>Hyvä</i>	Harvennusmallin mukainen	19 m tai enemmän	Alle 46 dm (turvemaiilla alle 51 dm)	Enintään 5 %	Enintään 5 % (rämeillä enintään 10 %)	Kaikki tunnuksset hyviä
<i>Huomautettava</i>	Suosituksiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi	Alle 19 m	Yli 46 dm (turvemaiilla yli 51 dm)	Yli 5 %	Yli 5 % (rämeillä yli 10 %)	Huomautettavaa yhdessä tai useammassa tunnuksessa
<i>Virheellinen</i>	Alle lakirajan	-	-	Yli 15 %	Yli 20 % (turvemaiilla 25 %)	Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovaurioita liikaa tai maastovaurioita liikaa

Sapluunan ajouratunnuksilla tarkoitetaan ajouraleveyksiä ja -etäisyyksiä, kokonaisarvosanalla tarkoitetaan maastolomakkeista koostettuja mittauksia. Puusto- ja maastovaurioiden keskimmäisen luokan prosentit ovat metsälain

määrittelemiä minimiarvoja. Puustovaurioilla tarkoitetaan runko- ja juurivaurioita, sekä maastovaurioilla tarkoitetaan ajourapainauksia. Taulukossa 2 esitetään kyseinen arvostelusapluuna ja sen tunnuksat. Tukinkasvatuskelpoisten ja kelpaamattomien runkojen arvostelua ei lisätty sapluunaan, koska tilaajan korjuuohje tai metsäkeskuksen tarkastusohje eivät määrittele tarkkaan miten niiden suhdetta tulisi arvostella korjuun tarkastuksessa.

Taulukko 2. Korjuun arvostelusapluuna

Arvosana	Pohjapinta-ala tai runkoluku	Ajouratunnusten arvosana	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
Erinomainen	Mehtätalon korjuuohjeen mukainen	Kokonaisarvosana 1	Alle 5%	Alle 10%	Kaikki tunnuksat ovat Erinomaisia
Hyväksyttävä	Metsälain minimivaatimusten mukainen	Kokonaisarvosana 2	Alle 15%	Alle 25%	Yksi tai useampi tunnus on Hyväksyttävä
Virheellinen	Alle metsälain minimivaatimuksen rajan	Kokonaisarvosana 3	Yli 15%	Yli 25%	Puusto- tai maastovauriot alle lakirajan tai tiheys alle lakirajan

Yksikään kuvioista ei saavuttanut erinomaista arvosanaa kokonaisarvostelussa (Taulukko 3), koska kaikilla kuvioilla oli yksi tai useampi arvostelutunnus hyväksyttävä tai virheellinen. Jokainen kuvio sai kuitenkin kokonaisarvosanaanseen hyväksyttävä.

Yleisimmät syyt siihen, miksi arvostelussa kuvio ei saavuttanut erinomaista kokonaisarvosanaa olivat maastovauriot ja ajouratunnusten arvosana. Useilla kuvioilla koealalomakkeista koostettujen mittausten ja tekstiosion kommenttien perusteella urat olivat liian leveitä ja niiden sijoittelussa oli huomautettavaa. Ajourapainaukset ylittivät metsälain rajan kuviolla 32,4, sekä kuvion 21 painaumaprosentti oli suuri. Yksikään kuvio ei alittanut metsälain vähimmäisrajaa pohjapinta-alassa.

Puustovauriot sekä pohjapinta-ala olivat saaneet pääasiassa parhaimmat arvosanat, lukuun ottamatta kuvion 32,4 painaumaprosenttia, joka ylitti metsälain asettaman rajan. Kuviot 12 ja 14 saivat arvostelussa muihin tarkastettuihin kuvioihin verrattuna parhaimmat arvosanat.

Taulukko 3 Kokonaisarvostelukriteerien täytyminen kuvioittain

KOKONAISARVOSTELU					
Kuvion nro.	Pohjapinta-ala tai runkoluku	Ajouratunnusten arvosana	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
12	Erinomainen	Erinomainen	Hyväksyttävä	Erinomainen	Hyväksyttävä
13	Erinomainen	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä
14	Erinomainen	Hyväksyttävä	Erinomainen	Erinomainen	Hyväksyttävä
21	Erinomainen	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä
32,4	Hyväksyttävä	Hyväksyttävä	Erinomainen	Virheellinen	Hyväksyttävä

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Tulosten luotettavuus

Pohjapinta-alaa muuttaessa runkoluvuksi aiheutti pohdintaa sen luotettavuus. Muuntokaavassa käytetty keskiläpimita oli mitattu relaskooppikoealassa painottaen jäävän puuston mediaanipuuhun, eikä aritmeettiseen keskiläpimitaan. Ongelmana oli se, onko tämä mittausmenetelmä tarpeeksi tarkka käytettäväksi muuntokaavassa ja muissa mahdollisissa keskiläpimitaan pohjautuvissa vertailuissa.

Pohjapinta-alan luotettavuutta arvioitaessa hyödynnettiin Metsätieteen aikauskirjan julkaisua Puustotunnusten maastoarvioinnin luotettavuus ja ajanmenekki. Kyseisessä tutkimuksessa tarkasteltiin muun muassa pohjapinta-alan painottuvan mediaanipuun keskiläpimitan luotettavuutta ja mittauksen ajanmenekkiä. Tuloksissa todetaan, että pohjapinta-alan pienentyessä siihen painotetun keskiläpimitan mittauksen keskivirhe vähenee. Siis mitä pienempi pohjapinta-ala on, sen tarkempaa pohjapinta-alan painotettu keskiläpimitan mittaus on tämän tutkimuksen mukaan. (Kangas, Heikkinen & Maltamo 2002, 432–435.)

Edellä mainitun tutkimuksen valossa menetelmän todettiin olevan tarpeeksi luotettava käytettäväksi muuntokaavassa. Relaskooppikoealan puut ensin jaettiin läpimittaluokkiin, josta jokaiselle luokalle mitattiin erikseen keskiläpimitat puulajeittain. Tällöin jokaisessa luokassa mitattavia puita oli yleensä vähän, pohjapinta-alan vaihdellessa keskimäärin kahden ja viiden puun välillä (Liite 5). Näin ollen tämän menetelmän käyttäminen tässä työssä on luotettavaa koska, pohjapinta-ala on vähäinen ja luokkiin jakautunut.

Maastotarkastus toteutettiin systemaattisena koealamittauksena, koska se on yleisesti käytetty menetelmä korjuun arviointiin. Huonona puolena systemaattisessa koealaverkostossa oli vähäisten koealojen määrän muodostuminen

pienille ja muodoltaan monimutkaisille kuvioille. Tällöin suuremmille ja muodoltaan tasaisemmille metsikkökuvioille tuli selkeästi enemmän koealoja hehtaaria kohti.

Koeala-arvioinnin aikana systemaattisen virheen mahdollisuus pyrittiin minimoimaan tarkkaan suunnitellulla mittaus- ja arviointijärjestyksillä ja maastomittauksen yleisellä huolellisuudella. Satunnaisen virheen todennäköisyys oli suuri puuston eri-ikäisrakenteisuuden vuoksi. Tätä pyrittiin minimoimaan maastotöiden aikana luokittaisella läpimittajaolla ja mittaustuloksia taulukoidessa käyttämällä Excel-taulukointiohjelmaa, jolloin puuston luokittaisuuden ja korjuuvauriotunnusten esittäminen oli helppoa. Satunnaista virhettä olisi ollut mahdollista saada vielä pienemmäksi jakamalla puuston läpimittaluokat neljän sijasta kuuteen. Tämä olisi kuitenkin tehnyt koeala-arvioinnista tarpeettoman vaikeaa ja hidasta, koska yhtenä tavoitteena oli pitää koealamittaus sujuvana.

6.2 Ohjeen vertailu muihin vastaavanlaisiin arviointimenetelmiin

Arviointiohjeen vertailu muihin kehitettyihin vastaavanlaisiin ohjeisiin on olennaista, jotta voidaan selvittää samankaltaisuudet ja eroavaisuudet. Paras tällaiseen vertailuun oli Metsäkeskuksen laatima maastotarkastusohje eri-ikäisrakenteisille metsille.

Metsäkeskuksen ohjeen mukaan otannat kohdistetaan pelkästään kuusivaltaisiin metsiin, jotka ovat lähtökohtaisesti eri-ikäisrakenteisia. Metsäkeskuksen ohje koskee myös pelkästään poimintahakkuita. (Suomen metsäkeskus 2014, 2–6). Tämä eroaa arviointiohjeesta siinä, että se on kehitetty poimintahakkuille rämeille. Arviointiohjetta voidaan soveltaa poimintahakkuihin, joissa pyritään metsikön tila muuttamaan tasarakenteisesta eri-ikäisrakenteiseksi, mutta myös poimintahakkuille, joilla ylläpidetään metsikön olemassa olevaa eri-ikäisrakennetta.

Metsäkeskuksen ohjeessa pohjapinta-ala voidaan määrittää kahdella tavalla. Maastotallenninta käytettäessä pohjapinta-ala mitataan lukemalla kaikkien puiden läpimitat koealalta, jolloin niistä saadaan myös laskettua keskiläpimitta. Relaskooppia käytettäessä pohjapinta-ala mitataan ympyräkoelan keskipisteestä ja keskiläpimitta saadaan mittaamalla ympyräkoelan toiseksi ohuin ja paksuin puu. Molemmissa mittaustavoissa luetaan kasvatuskelpoiset ja vaurioituneet puut mukaan mittaukseen. Puuston pituus määritetään mittaamalla jokaiselta 5,64:n metrin ympyräkoetalta paksuimman puun pituus, joista lasketaan keskiarvo valtapituudelle. (Suomen metsäkeskus 2014, 2–6.)

Laaditussa arviointiohjeessa pohjapinta-alan mittaamenetelmät ovat hieman erilaiset. Relaskooppikoealan puut jaetaan läpimittojensa perusteella neljään luokkaan ja jokaiselle luokalle mitataan erikseen keskipituudet ja pohjapinta-alat puulajikohtaisesti. Keskiläpimitta ja keskipituus määritetään yksinomaan relaskooppikoealan luokkakohtaisesta mediaanipuusta. Myös puuston korjuuvauriot arvioidaan relaskooppikoealasta kappaleina hehtaarilla. Näiden lisäksi pohjapinta-alan puista arvioidaan kasvatettavan havupuuston tukinkasvatuskelpoisuutta, jotka merkitään kappaleina koealalla.

Ympyräkoetalta mitataan taimien runkoluvut puulajikohtaisesti. Taimet jaetaan pituutensa mukaan kahteen ryhmään: 0,5–2,5 metriä ja yli 2,5 metriä. Kumpikin pituusluokka tallennetaan omana ositteenaan ja molemmille ositteille mitataan keskiläpimitta, keskipituus ja puuluokka. Puuluokalla tarkoitetaan taimen kasvatuskelpoisuutta ja se jaetaan kolmeen luokkaan: normaali, runkovaurioitunut ja kuollut/kelvoton taimi (Suomen metsäkeskus 2014, 5.)

Metsäkeskuksen ohjeessa taimien kunto- ja pituusryhmittely eroaa arviointiohjeesta siinä, että sille ei kehitetty alikasvoksien pituuksille puuluokkia ja kasvatuskunnolle omaa erityistä arviointimenetelmää. Alikasvos mitataan 3,99 metrin ympyräkoetalta yhtenä otoksena ja samalla arvioidaan korjuussa vaurioituneiden puiden lukumäärä, sekä tehdään satunnaisia havaintoja alikasvoksen tilasta. Tarkempi arviointi olisi ollut tarpeen lisätä arviointiohjeeseen, koska

alikasvoksella on merkittävä rooli eri-ikäisessä metsässä ja sen kuntoa tulisi tarkemmin arvioida.

Metsäkeskuksen ohjeessa puustovauriot jaotellaan runko- ja juurivaurioihin, jotka molemmat mitataan ympyräkoelalta. Puuston vaurioprocentti lasketaan vaurioituneiden puiden ja kaikkien runkolukuun luettujen puiden suhteena (Suomen metsäkeskus 2014, 5.) Korjuujälkitunnusten arvioinnissa Metsäkeskuksen ohje on hyvin samankaltainen oman ohjeeni kanssa. Tämä johtuu metsälain vaatimuksista, jossa ajourapainauksilla, runko- ja juurivaurioilla sekä vaurioituneiden puiden osuudella on tarkkaan määritellyt arviointimenetelmät sekä -kriteerit. Erot metsäkeskuksen ohjeeseen ovat puustovaurioiden mittauksessa. Puustovauriot mitataan sekä relaskooppikoealasta, että ympyräkoelasta. Lisäksi relaskooppikoealan puut muutetaan runkoluvuksi aiemmin mainitulla muuntokaavalla, josta vaurioprocentti lasketaan.

Ajourapainaukset mitataan koealan lähimmästä ajouran raiteen keskipisteestä. Mittauksessa määritetään 30 metrin matkalta yli kymmenen senttimetriä syvien painaumien pituus metreinä. Molempien raiteiden painaumien ei tarvitse olla yli kymmenen senttimetriä, jotta se kirjataan ylös. Turvemaidella painaukset saavat olla 20 senttimetriä (Metsäteho 2003, 16–18; Partanen ym. 2014, 20–22.) Arviointiohjeessa ajourapainaukset mitataan 15:n metrin säteeltä koealapaikasta. Painaukset arvioidaan metsälain vaatimusten mukaisesti kahtena prosentuaalisena arvona molemmilta ajouran raiteilta yli ja ali 20 senttimetrin painaamina. Ajouraleveyksien ja pituuksien osalta menetelmät ovat samankaltaisia, mutta hieman yksinkertaistettumpia koealamittauksen sujuvuuden parantamiseksi, kuin Metsäkeskuksen ohjeessa. Menetelmistä on tarkempi kuvaus sivuilla 32 ja 33.

Korjuun arvostelu tapahtuu tässä arviointiohjeessa pääasiassa samojen periaatteiden mukaisesti kuin Metsäkeskuksen ohjeessa. Myös arvostelusapluuna on samankaltainen, mutta siinä ei käytetä hyväksi syykoodeja. Arvostelusap-

luunasta muokattiin hieman poikkeava Metsäkeskuksen sapluunaan verrattuna, koska tässä korjuun arvostelussa oli mukana tilaajan oma korjuuohje, joka lisättiin arvostelukriteeriksi sapluunaan.

6.3 Ohjeen kehityksen onnistumiset sekä jatkokehitystarpeet

6.3.1 Onnistumiset

Mielestäni ohjeeni soveltuu eri-ikäisrakenteiselle rämemetsälle hyvin ja uskon, että ohjetta voi soveltaa myös kangasmailla. Erityisen hyvänä ratkaisuna pidin puuston mittausta läpimittaluokissa. Vaikka luokittelu hieman hidasti mittaus-työskentelyä, sen ansiosta puuston eri-ikäisrakenteisuuden kuvaaminen helpottui mittauksia koostaessa ja esittäessä.

Korjuun tarkastus näiden ohjeiden mukaan sujui mielestäni hyvin. Puustotunnukset mitattiin sujuvasti ja korjuuvauriotunnusten arvioinnissa ei ilmennyt ongelmia jotka olisivat hidastaneet tarkastusta. Mittausten ja arviointimenetelmien perusteella pystyttiin luontevasti antamaan korjuulle kokonaisarvosana.

Koealojen systemaattinen mittaustapa toimi sujuvasti, eikä se hidastanut tarkastusta, tai aiheuttanut ongelmia paikannuksen aikana. Systemaattisesta koealamittauksesta olisi ollut mahdollista tehdä nykyistä laajemmankin selonteon ohjeeseen, mutta sitä ei koettu tarpeelliseksi, koska ohje on suunnattu metsäammattilaisten käyttöön.

Koealalomakkeen kehitys alkoi käytännössä tyhjästä Excel-taulukosta, tämän huomioiden ja lopputulosta ajatellen pidän kehitystyötä pääosin onnistuneena. Lyhyessä ajassa pystyin laatimaan jokaiselle mitattavalle tunnukselle oman selkeän paikkansa lomakkeessa ja ylimääräisille havainnoille jätin runsaasti tilaa tekstiosioon.

6.3.2 Jatkokehitystarpeet

Siinä missä puuston luokittainen inventointi oli hyvä asia, jäi siihen myös kehittämisen varaa. Yhdellä relaskoopikoealalla oli laajimmillaan mitattava 24 erilaista puustotunnusta, jos koealalla oli paljon erikokoista puustoa ja useita puulajeja. Tämä aiheutti vaikeuksia myös tulosten kirjaamisen aikana. Myös ensimmäisen läpimittaluokan mittaus- ja kirjausmenettelyt olisi voinut selkeämmin esittää ohjeessa.

Jatkokehitystä ajatellen ehdotan, että ohjetta vertailtaisiin maastotarkastusten avulla esimerkiksi Metsäkeskuksen eri-ikäisrakenteisen metsän maastotarkastusohjeeseen. Maastotarkastuksessa voisi mitata poimintahakkuilla käsitellyjä metsikkökuvioita arviointiohjeen ja Metsäkeskuksen ohjeen mukaan, sekä vertailla mittaustuloksia keskenään. Näin arviointiohjeen vahvuudet ja heikkoudet tulisi vielä tarkemmin selvitettyä. Minulla itsellä ei ollut mahdollisuutta tätä testata, koska Metsäkeskuksen ohje julkaistiin julkisesti vasta syksyn 2014 aikana, jolloin opinnäytetyöni maastotarkastukset olivat jo valmiina.

Keskiläpimitan mittausmenetelmää tulisi myös harkita jatkoa ajatellen. Jos ohjetta sovelletaan tiheään eri-ikäisrakenteiseen metsään, sen keskiläpimita tulisi mitata aritmeettisesti jokaisesta pohjapinta-alan puusta, jolloin sen luotettavuutta ei tarvitsisi kyseenalaistaa.

Alikasvoksen kuntoa ei arvioitu ollenkaan tarkastuksessa, vaikka sen korjuuvauriot kartoitettiin. Tätä voisi kehittää eteenpäin soveltamalla yksinkertaistetusti Metsäkeskuksen maastotarkastusohjeen alikasvosten kunto- sekä kokoluokitusarviointia ja lisäämällä ne arviointiohjeeseen.

Ajouratunnuksien arvioinnissa pyrittiin yksinkertaistamaan mittausmenetelmä. Osittain tästä tuli liian yksinkertaista siinä mielessä, että ajouratunnuksia oli vaikea koostaa taulukoiksi ja kuvioittaisiksi keskiarvoiksi. Ajouratunnuksien kirjausmenetelmiä voisi kehittää yhtenäisemmäksi ja sisällyttää niille enemmän tilaa koealataulukossa.

7 POHDINTA

Pohdin opinnäytetyöni aikana paljon sitä, miten eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen korjuun tarkastusta voisi helpottaa ja yksinkertaistaa. Tämä osoitautui haastavaksi, mutta mielenkiintoiseksi tehtäväksi ja jouduin käyttämään aikaisempaa hakkukoneenkuljettajan kokemustani ja koululta opittua metsäsuunnittelijan tarkastelunäkökulmaa yhdessä, jotta ohjeesta tulisi mahdollisimman selkeä. Pyrin välttämään ohjeen kirjoittamista liian pitkäksi, jotta helppo luettavuus säilyisi, mutta samalla ohjeesta piti löytyä kaikki tarkastettavat asiat, jota korjuun tarkastukseen yleensä kuuluu. Loppujen lopuksi mielestäni onnistuin pääpiirteittäin ohjeen laatimisessa ja sen testaamisessa.

Kuvioittaiseen maastotarkastukseen mielestäni sisältyy yleensä paljon harkinnanvaraisuutta. Tarkastuksen toteuttaja päättää itse koealojen sijoittelut ja määrän. Puustotunnusten arviointiin usein myös liittyy silmävaraista arviointia, esimerkiksi puusto-ositteiden erottamisessa ja puusto-ositteiden pohjapinta-alamediaanipuiden valinnassa. Tässä työssä koealojen sijoitteluun voitiin vaikuttaa ainoastaan linja- ja koealavälien etäisyyksillä, koska koealat valittiin systemaattisesti, mutta pohjapinta-alan arviointiin sisältyi enemmän toteuttajan harkinnanvaraisuutta. Tämä johtuu pohjapinta-ala luokittaisesta jakautumisesta. Relaskooppikoealan puut jaoteltiin ensin läpimittansa perusteella silmävaraisesti neljään luokkaan ja luokkien väliset rajatapaukset tarkistettiin mittaamalla, jonka jälkeen jokaisen luokan ja puulajin mediaanipuu valittiin. Maastotarkastuksen ajankäyttöä ajatellen tämä oli nopea menetelmä, mutta tarkempia mittaustuloksia voitaisiin mielestäni saada, jos jokaisen relaskooppikoealan puun keskiläpimitta mitattaisiin.

Maastonmittauksista saadut kokemukset opettivat minulle miten työohjeita on järkevää laatia, jotta ne toimisivat sujuvasti ja aukottomasti maastossa. Tässä opinnäytetyössä minulla oli etuna testata tuotteeni toimivuutta maastonmittauksilla ja näistä saatujen kokemuksien pohjalta selvittää sen hyvät ja huonot puolet. Täytyy kuitenkin muistaa, ettei tämän kehitystyön tavoitteena ole laatia

yksityiskohdiltaan täysin aukoton ohje, vaan aloittaa kyseisen ohjeen kehitys, josta kehitystyötä voidaan jatkaa.

On hyvä muistaa, että eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus ja puunkorjuu ovat uusia asioita Suomen metsätaloudessa, eikä tämän tyyppisiä maastotarkistukseen kohdennettuja kehitystyöitä ole aikaisemmin tehty. Korjuujälkitunnusten arviointia on pidetty ammattilaisten keskuudessa yleisesti kysymysmerkkinä tässä kasvatusmuodossa. Esimerkiksi useissa eri-rakenteiseen metsään tähtäävissä poimintahakkuissa ajouria pyritään käyttämään vain kerran koko kiertoaikansa kuluessa, koska uran rikkoessa maanpinnan ja luodessaan aukkoja metsikköön se antaa uudelle alikasvoskerroksen syntymiselle tilaa. Näin ajouratunnusten mittaamista ei ole pidetty tärkeänä korjuujälkeä arvioidessa.

Henkilökohtaisesti opinnäytetyöprosessi opetti minulle paljon eri-ikäisrakenteisesta metsänkasvatuksesta, sen puukorjuumenetelmistä ja yleisesti puunkorjuun tarkastuksista. Olen ollut kiinnostunut tästä kasvatusmenetelmästä heti ensimmäisen kerran kuultuani siitä, mutta aiheeseen en ole tarkemmin koskaan perehtynyt. Näin ollen prosessin alkuvaiheissa minulla oli hyvin vähän pohjatietoa tästä kasvatusmenetelmästä, mutta prosessin edetessä opin jatkuvasti enemmän eri-ikäisrakenteisesta metsänkasvatuksen ulottuvuuksista. Uskon, että työstä opittua tietoa tulen paljon tarvitsemaan tulevaisuudessa, koska työmarkkinoilla eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen tuntevaa metsäammattilaista tullaan varmasti tarvitsemaan etenkin metsäneuvontatehtävissä.

Yleisesti ottaen eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus on mielestäni potentiaalinen kasvatusvaihtoehto Suomessa. Tulisi kuitenkin määritellä tarkkaan, mille metsiköille se on taloudellisesti ja metsänhoidollisesti kannattavaa. Mielestäni Suomen talousmetsissä vain kaksi kasvatusalustaa soveltuvat tälle kasvatusmenetelmälle. Nämä ovat rämemetsät ja kuusikot, joissa molemmilla metsiköillä luontainen uudistamiskyky mahdollistaa sen, että elintärkeää alikasvoskerrosta pääsee jatkuvasti syntymään. Näiden lisäksi poimintahakkuita voitaisiin mielestäni myös soveltaa erikoismetsikköihin, joissa avohakkuu vähentäisi

metsikön erityistä piirrettä tai maisemallista arvoa. Tällaisia ovat esimerkiksi luonnonsuojelullisesti tai maisemallisesti arvokkaat metsät, sekä taajama-alueen metsiköt.

LÄHTEET

- Hostikka, A. 2014. Uuden metsälain poimintahakkuut aiheuttavat runsaasti puustovaurioita. Viitattu 14.1.2015 http://www.metsakeskus.fi/tiedote/uuden-metsalain-poimintahakkuut-aiheuttavat-runsaasti-puustovaurioita#.VLZ_pyusV8E.
- Hämäläinen, E. 2011. Metsän erirakenteisuutta edistävien hakkuiden kannattavuustarkastelu metsäaluetasolla. Helsingin yliopisto. Metsätieteiden laitos. Liiketaloudellisen metsäekonomian pro gradu –tutkielma.
- Kangas, A., Heikkinen, E. & Maltamo, M. 2002. Puustotunnusten maastoarvioinnin luotettavuus ja ajanmenekki. Viitattu 9.4.2015 <http://www.metsantutkimuslaitos.fi/aikakauskirja/full/ff02/ff023425.pdf>.
- Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M. & Maltamo, M. 2011. Metsän mitaus ja kartoitus. 3. uudistettu painos. Itä-Suomen Yliopisto. Metsätieteiden osasto.
- Loewenstein, E. Johnson, P. & Garrett, H. 2000. Age and diameter structure of a managed uneven-aged oak forest. Viitattu 20.1.2015 http://www.ncrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2000/nc_2000_Loewenstein_001.pdf.
- Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. 30.12.2013/1308.
- Metsäntutkimuslaitos 2013. Eri-ikäisrakenteisen metsikön kasvattaminen. Viitattu 8.11.2013 <http://www.metla.fi/metsat/solbole/tutkimuspuisto/tulostettavat/eri-ikaisrakenteiset-metsat.pdf>.
- Metsäteho 2003. Korjuujälki harvennushakkuissa –opas. Viitattu 22.12.2014 http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Opas/Korjuujalki_harvennushakkuissa_opas.pdf.
- Mäntyranta, H. 2009. Jatkuvasta metsänkasvatuksesta luvataan liikoja. Viitattu 3.12.2014 <http://smyhtml.tjhosting.com/smyforest/forest.nsf/all-byid4/803D18E4F78863ADC22575AC0035B767>.
- OTSO Metsäpalvelut. 2014. Metsäpalvelut. Viitattu 16.4.2015 <http://www.otso.fi/Metsäpalvelut.aspx>.
- Partanen, J., Hostikka, A., Kaikkonen, V., Niskanen, J. & Pykäläinen, J. 2014. Maastotarkastusohje. Suomen Metsäkeskus. Viitattu 22.12.2014 <http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suomen-metsakeskuksen-maastotarkastusohje-2014-lopullinen.pdf>.
- Peng Changhui. 2000. Growth And Yield Models For Uneven-Aged Stands:

Past, Present And Future. Viitattu 20.1.2015 http://flash.lake-headu.ca/~chpeng/reprint_uneven-age.pdf.

Savolainen, H. 2013. Jatkuva Kasvatus – Metsälaki muutoksessa. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Sirén, M 2014a. Puunkorjuu poimintahakkuissa. Viitattu 15.1.2015 <http://www.metla.fi/ohjelma/002/Erika-roadshow-esitykset/Puunkorjuu-poimintahakkuissa.pdf>.

Sirén, M. 2014b. Puunkorjuun laatu poimintahakkuissa. Viitattu 15.1.2015 <http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/smkmetsalakiseminaarisen.pdf>.

Suomen metsäkeskus 2014. Korjuun laadunseuranta eri-ikäishakkuissa. Viitattu 22.12.2014 <http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/maastotarkastusohje-eri-ikainen-korjuujalki-04072014.pdf>.

Surakka, H & Sirén, M. Poimintahakkuiden puunkorjuun nykytietämys ja tutkimustarpeet. Metsätieteen aikakauskirja 4/2007: 373–390.

Trasobares, A. Pukkala & T. Miina, J. 2004. Growth And Yield Model For Uneven-Aged Mixtures Of Pinus Sylvestris L. And Pinus Nigra Arn. In Catalonia, North-East Spain. Viitattu 20.1.2015 <http://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/2004/01/F4102.pdf>.

Uitamo, J. 2015. Pienaukkohakkuut. Viitattu 13.3.2015 <http://www.metsälehti.fi/fi/artikkeli/pienaukkohakkuut>.

Utriainen, M. 2010. Jatkuva kasvatus. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Helsinki: Metsälehti kustannus.

Valkonen, S., Sirén, M. & Piri, T. 2010. Poiminta- ja pienaukkohakkuut – vaihtoehtoja avohakkuulle. Tampere: Metsäkustannus Oy.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisu.

LIITTEET

Liite 1. Maastotarkastuksessa käytetty koealalomake

Liite 2. Arviointiohje

Liite 3. Hakkuukartta tilaajan metsäsuunnitelmasta

Liite 4. Tilaajan laatima hakkuuohje

Liite 5. Koealaverkosto

Liite 6. Excel –koealataulukko kuviolta 12

Liite 7. Kuva koealatietojen yhteenvetotaulukosta

Liite 1. Maastotarkastuksessa käytetty koealalomake

KOEALALOMAKE										
Kuvion numero	Turpeen paksuus		Koealan numero kuviolla		Pohjapinta-ala yht.	Runkoluku yht. (vain luokka 1)		Havupuiden tukinkasvatuskelppoisuus		
								(Lk 2)	p (Lk 3)	pp
KESKILÄPIMITTA					KESKIPITUUS				(Lk 4)	
Lpmluokka/puulaji	MÄNTY	KUUSI	HIKO	RAKO	MÄNTY	KUUSI	HIKO	RAKO	Pohjapinta-ala luokittain (ei luokka 1)	
1									2	3
2									4	
3									Runkoluku puulajeittain (vain luokka 1)	
4									mä	ku
									hiko	rako
KORJUUVAURIOT										
Ajourien sijoittuminen			Urapainamat		Vaurioituneiden puiden osuus		Pohjapinta-ala puulajeittain			
Onnistunut	Pääosin onnistunut	Pääosin epäonnistunut	Alle 20cm	Yli 20cm	Ppa					
			%	%	Runkoluku				mä	ku
									hiko	rako
TEKSTIOSIO										

Ilari Ollila

Korjuujäljen arviointiohje

Lapin Ammattikorkeakoulu

8.10.2014

Tämä korjuujäljen arviointiohje on laadittu poimintahakatuille ojitetuille rämelle. Ohje sisältää metsälain edellyttämät tarkastukset ja mittausmenetelmät sekä se pohjautuu metsänhoidon suosituksiin ja metsälain säädöksiin. Ohjeen keskeinen tarkoitus on parantaa ja helpottaa korjuujäljen laaduntarkkailua eri-ikäisrakenteisissa rämemetsiköissä. Tätä ohjetta voidaan soveltaa myös kangasmaiden poimintahakkuiden korjuun tarkastuksiin.

Tämän arviointiohjeen tarkoituksena on:

- Todeta korjuun onnistuminen ja säädöksien täytyminen koealamittauksien ja niihin pohjautuvien arvostelujen perusteella
- Antaa ohjeita koealapaikkojen valintaan sekä jäävän puuston ja korjuujälkitunnuksien inventointiin
- Helpottaa ja parantaa korjuujäljen arviointia eri-ikäisrakenteisissa metsissä
- Tarjota vaihtoehto jäävän puuston inventointimenetelmään eri-ikäisrakenteisissa metsissä

Arviointimenetelmät

Koealapaikkojen valinta

Koealojen mittaus tapahtuu systemaattisesti. Yksinkertainen koealaverkosto luodaan tasavälisenä ruudukkona, jonka linjaristeykset toimivat koealapaikkoina. Tämä tehdään tietokoneen metsäsuunniteluohjelman avulla tai vaihtoehtoisesti maastotalentimen koealatoiminnolla. Mittauskohteet paikannetaan ruudukosta koealaverkoston GPS-koordinaattien avulla.

Koeala- ja linjaväli riippuu mitattavien alueiden koosta, mutta vähintään tulee olla 3 koealaa per hehtaari. Koealapaikat voivat sijoittua metsäojien päälle, koska ne kuuluvat kuvioon. Mikäli koeala sijoittuu kuvion rajalle, sitä siirretään 10 metriä pois päin rajalta. Koeala mitataan vaikka se sijoittuisi pienaukolle, mutta

Liite 2. 2(9)

tällöin asiasta tulee mainita koealalomakkeen tekstiosiossa. Mitattavan alueen ja koealojen välien suhde menee seuraavanlaisesti laajemmilla yhtenäisillä mittausalueilla:

<u>Alueen pinta-ala</u>	<u>koealoja määrä</u>	<u>linja- ja koealaväli</u>
50 ha	100 kpl	70m
100	120	90
200	140	120
500	170	170
1000	200	225

Pienemmille yksittäisille kuvioille ja alueille verkoston linja- ja koealavälin määräytyy seuraavanlaisesti pinta-alansa mukaan:

- < 1 ha, **30m**
- 1-5 ha **40m**
- yli 5ha **50m**

Mitattavat puustotunnukset

Tarkastuksessa käytettäviä yleisimpiä välineitä ovat talmeter, mittasakset, mittakaulain, hypsometri, koealamitta (3,99 m), ikäkaira, relaskooppi ja mittanauha (30 m/50 m). GPS-paikannin on myös välttämätön paikantaessa koealoja koordinaattien avulla.

Koealakohteelta merkitään ensin ylös perustiedot: koealan numero, kuvion numero, turpeen paksuus ja GPS-koordinaatit. Turpeen paksuus mitataan perinteisellä metrin rassilla. Perustiedot kirjataan jokaiselta koealalta lomakkeelle.

Seuraavaksi mitataan relaskooppikoealalla pohjapinta-ala puulajeittain. Relaskooppikertoimena käytetään yhtä (1). Pohjapinta-alaan sijoittuneet puut jaotellaan neljään eri luokkaan läpimittansa perusteella ja nämä mitauspuut merkitään koealalomakkeeseen niille varatuille paikoille. Jokaiselle luokalle mitataan erikseen puulajeittain keskipituus sekä keskiläpimitta. Keskiläpimitta määritetään jokaiselta luokalta sen mediaanipuusta.

Luokat jakautuvat seuraavanlaisesti:

1. **Luokka 1** Kasvatuskelpoiset taimet **1cm – 6cm, (0,5 m - 4 m)**
2. **Luokka 2** Pienpuusto **7cm – 13cm**
3. **Luokka 3** Korjuukokoinen puusto **14cm – 18cm**
4. **Luokka 4** Varttunut puusto **19cm – ylöspäin**

Jos mittauspaikalla on ensimmäisen läpimittaluokan (Luokka 1) alikasvospuita, mitataan myös runkoluku 3,99 metrin ympyräkoelalla, joka kirjataan koelalomakkeeseen. Ensimmäisessä luokassa on myös lisämääre taimien keskipituuden mukaan, jota voidaan käyttää apukriteerinä pitkillä ja pieniläpimittaisilla taimilla. Kasvatuskelvottomat ja vaurioituneet puut kirjataan koelalomakkeeseen ympyräkoelalta sekä relaskoopikoelalta. Tämän lisäksi toisesta luokasta neljänteen luokkaan arvioidaan havupuilla jäävän puuston tukkikasvatuskelpoisuus.

Kasvatettava puusto

Puulajin valinta ja laatu

Koelapaikalla arvioidaan neljän ylimmän läpimittaluokan havupuiden tukinkasvatuskelpoisuutta. Pohjapinta-alaan sattuneet lukupuut arvioidaan silmämääräisesti rungon mutkaisuuden ja latvuksen terveyden puolesta, mitkä ovat etenkin ojitetuilla rämeillä useimmiten haittaavia tekijöitä tukinkasvatuksen puolesta. Silmävaraisesti kasvatuskelpoiset puut merkitään koelalomakkeeseen sille varatulle paikalle.

Mittauksessa myös otetaan huomioon kasvatettavan puulajin valinta korjuun jälkeen, mikäli kuvion metsikkö on tietyn puulajin vallitsema. Eriytyisen suurena huomiona ovat kangasmailla suuret lehtipuut, jotka tuovat vaihtelua ja parantavat alikasvoksen menestymistä, jolloin niiden liiallinen poistaminen on huono ratkaisu puunkorjuussa. Turvemailla turpeen paksuus koelapaikalla määrittää puulajin. Liian paksu turvekerros on vaikea uudistumisalusta koivuille, tällöin paksuilla turvemailla koivu on huono valtapuulaji kasvatettavaksi. Mikäli tarkastuskuviolla on jätetty kasvamaan järeitä koivuja ja kantojen perusteella varttuneita mäntyjä poistettu, tästä tulee mainita koelakohtaisesti.

Puulajin valintaan vaikuttaa turvemailla myös ravinteisuustaso, koska metsikön luontainen uudistuminen on riippuvainen turvemaan ravinnetastosta. Yleisesti turvemailla kuitenkin mänty on paras kasvatettava puulaji vähäravinteisemmillä turvekankailla ja kuusi korkearavinteisemmillä turvekankailla. Tarkempia ohjeistuksia turvemaiden puulajikasvatuksesta löytyy metsänhoidon suosituksista.

Jäävän puuston tiheys

Harvennustiheyttä arvioidaan runkoluvulla ja pohjapinta-alalla, jotka voivat vaihdella eri-ikäisrakenteisessa metsässä huomattavasti. Tämän vuoksi ratkaiseva tulos on koealojen runkoluvun ja pohjapinta-alan keskiarvo kuviolla, jonka perusteella todetaan metsälain säädösten mukaisen kokonaistiheyden täyttyminen. Koealoja mitattaessa yksittäistä liian alhaista pohjapinta-alaa ei merkitä lisätiedoissa puutteeksi, koska eri-ikäisrakenteisen metsän pääpiirteisiin kuuluu tilajärjestykseltään vaihteleva puusto. Seuraavalla sivulla on ohjeistustaulukko mäntyvaltaisen, eri-ikäisrakenteisen metsän pohjapinta-alasta.

Taulukko 20. Viitteellinen mäntyvaltaisen metsän pohjapinta-ala (PPA) ennen ja jälkeen pienaukko- tai poimintahakkuuta käsittely-alueella.²⁴ Aluejako on esitetty liitteessä 3. Ojitetuilla turvemailla säännösten mukainen vähimmäis-PPA saa olla enintään 20 % alhaisempi kuin taulukossa esitetty.

Mäntyvaltaiset metsät		PPA ennen hakkuuta, m ² /ha	PPA hakkuun jälkeen eteläisessä Suomessa, m ² /ha	PPA hakkuun jälkeen keskisessä Suomessa, m ² /ha	PPA hakkuun jälkeen pohjoisessa Suomessa, m ² /ha
Kuiva kangas*	Suositus	≥ 16	n. 11	n. 10	n. 8
Kuivahko kangas*	Suositus	≥ 19	n. 11	n. 10	n. 8
Kuivahkot tai sitä karummat kankaat, säännösten mukainen vähimmäis-PPA*			9	8	6 (5**)

* ja vastaavat turvemaat

** suojametsäalue sekä Inari, Kittilä, Muonio, Salla, Savukoski ja Sodankylä

(Kuva 1. Metsänhoidon suositukset)

Alikasvoksen arviointi

Eri-ikäisrakenteisessa metsässä alikasvos on elintärkeä puustokerros, joka varmistaa metsikön jatkuvan kasvun. Taimien kasvatuskuntoa ja ryhmittäisyyttä tulee arvioida koealapaikalla silmävaraisesti ja tehdä havaintoja lomakkeen tekstiosioon. Kasvatuskunnolla tarkoitetaan taimen latvuksen tervettä muotoa ja rungon suoruutta. Alikasvokseen kohdistu-
neet korjuuvauriot mitataan ympyräkoealalta ja kirjataan lomakkeeseen kappaleina per hehtaari.

Korjuujälki

Korjuujäljen arviointi poikkeaa hieman tasarakenteisen metsän arvioinnista, vaikka pääperiaatteet ovat samat. Arvioinnissa noudatetaan metsälain viidennen pykälän (5 §) sille asettamia mittaus- ja arviointimenetelmiä.

Ajo-urat

Ajourat sijoitetaan mahdollisuuksien mukaan kohtiin, jossa on metsään nähden eniten hakattavaa tukkipuustoa. Alikasvosta tai nuorta kasvavaa puustoa olevat kohdat pyritään mahdollisuuksien mukaan kiertämään.

Metsänhoitosuosituksen mukaisesti ajourien välinen etäisyys on noin 20 m ja uraleveyden noin 4 m. Yksittäisen ajouran leveys mitataan koealan lähimmän uran raiteen keskikohdalta. Uralla mitataan oikealta ja vasemmalta puolelta lähimmän puun kyljen suora etäisyys uran keskelle. Urien etäisyydet toisistaan mitataan samalta kohdalta kuin leveys, mutta uran keskeltä mitataan etäisyys suoraan lähimmän uran keskipisteelle. Nämä uratunnukset mitataan koealapaikalta, jos 15 metrin läheisyydessä on ajoura. Mittaukset merkitään koealalomakkeen tekstiosioon. Tästä poikkeuksena säännölliset ojaverkostot, joissa ei tarvitse mitata jokaista ajouraväliä, vaan etäisyys toisistaan voidaan laskea jakamalla kuvion leveys ajourien määrällä.

Ajourien sijoittumista puustoisimpiin ja suurimpia runkoja sisältäviin kohtiin arvioidaan silmävaraisesti kantojen perustella. Ajourien sijaintia arvioidaan luokissa, ja nämä merkitään rastilla sille sopivalle paikalle koealalomakkeeseen.

Liite 2. 6(9)

- onnistunut (ajourat mukailevat puustoa ja sijoittuvat puustosiin kohtiin)
- pääosin onnistunut (on nähtävissä puuston kannalta parempi sijainti)
- pääosin epäonnistunut (kasvatettavaksi jätettävissä olevaa puustoa on tuhoutunut turhaan)

Ajourilta selvitetään lisäksi liialliset urapainumat. Tätä varten arvioidaan 15 metrin säteellä koealan keskipisteestä olevaa ajouran raiteiden painaamia. Painaumet arvioidaan prosentuaalisesti yli 20 cm ylittävinä painaamina ja alle 20cm painaamina. Nämä merkitään koealalomakkeeseen.

Puustovauriot

Tarkkailtavina kohteina ovat kasvatettavien puiden runkoon ja juuristoon kohdistuneet vauriot. Juuristovauriot mitataan samalla kun ajouraleveydet mitataan koealan läheisyydeltä. Havainnot merkitään tekstiosioon kappaleina hehtaarilla. Myös lukupuut joissa on juuri- ja runkovaurioita merkitään ylös yhdeksi vaurioituneeksi puuksi. Säädösten mukaan juurivaurioksi lasketaan vaurioitunut juuri, joka on vähintään 2 senttimetrin paksuinen ja enintään metrin päässä rungosta. Vaurioituneiksi katsottuja runkoja ei voida lukea mukaan säädösten mukaiseen puustoon.

Korjuuvaurioiden määrän ja laadun arvioinnissa noudatetaan valtioneuvoston asetuksia metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä. Puu lasketaan vaurioituneeksi, jos puuainees on rikkoontunut yhdeltä tai useammalta alueelta rungosta 1,3 metrin korkeudella 12 cm² ja rungoston loppuosasta yli 30 cm² alueelta.

Vaurioituneet puut lasketaan relaskooppikoealasta ja ympyräkoealasta suhteessa terveisiin puihin, jotta saadaan vaurioituneiden kasvatus- ja alikasvospuiden lukumäärä hehtaarikohtaisesti. Tämä merkitään myös koealataulukon kappaleina/hehtaari ja esitetään kokonaisarvostelussa kuvioittaisena keskiarvona.

Koealamittausten koostaminen

Koealamittausten jälkeen tiedot koostetaan kuvioittain ja lasketaan keskiarvot jokaiselle koealassa mitatulle puusto – sekä korjuuvauriotunnukselle. Pohjapinta-ala muutetaan runkolukumuotoon muuntokaavalla, jotta vaurioprocentti voidaan laskea. Kaava menee seuraavanlaisesti:

$$n_i = \frac{q}{\frac{\pi}{4}d_i^2} \quad (1)$$

missä

n_i on relaskooppikoealan yhden puun runkoluku [kpl/ha]

q on relaskooppikertoimen ja pohjapinta-alan kertomalla saatu tulo [$q \cdot m^2/ha$]

d_i on mediaanipuun keskiläpimitta [m]

(Kangas ym. 2011. 78 – 83)

Kaavan avulla lasketaan runkoluku pohjapinta-alalle ensin koealoittain, jonka jälkeen lasketaan kuvioittaiset keskiarvot.

Koostettuja keskiarvoja käytetään arvostelukriteereinä kuvioiden välisessä kokonaisarvostelussa, jossa on tunnukset puuston tiheydelle, ajouratunnusten arvosalalle sekä puusto- ja maastovaurioille. Kokonaisarvostelussa hyödynnetään arvostelusapluunaa, jossa jokaista tunnusta tarkastellaan maastotarkastuksesta saatujen mittaustulosten perusteella. Arvosanat jakaantuvat ”Erinomainen”, ”Hyväksyttävä” ja ”Virheellinen”. Alla kuva arvostelusapluunasta.

Arvosana	Pohjapinta-ala tai runkoluku	Ajouratunnusten arvosana	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
Erinomainen	Metsänhoidon suositusten mukainen	Kokonaisarvosana 1	Alle 5%	Alle 10 %	Kaikki tunnukset ovat Erinomaisia
Hyväksyttävä	Metsälain minimivaatimusten mukainen	Kokonaisarvosana 2	Alle 15%	Alle 25 %	Yksi tai useampi tunnus on Hyväksyttävä
Virheellinen	Alle metsälain minimivaatimuksen rajan	Kokonaisarvosana 3	Yli 15%	Yli 25%	Puusto- tai maastovauriot alle lakirajan tai tiheys alle lakirajan

Liite 2. 8(9)

Näiden arvostelukriteereitten perusteella laaditaan vastaavanlainen taulukko, jossa jokainen tarkastettu kuvio on listattuna ja edellä mainittujen perusteiden mukaan arvosteltuna. Erinomaiseen arvosanaan vaaditaan jokaisen arvostelutunnuksen kokonaisarvosanaksi erinomainen. Mikäli useampi tunnus on virheellinen, kuvioille tulee tehdä tarkempi tarkastus, jossa selvitetään onko alueelle muodostunut uudistamisvelvollisuus ja kuinka vakavasti metsälain säädöksiä on rikottu.

Lähteet:

© Ilkka Korpela, Helsingin yliopisto, Metsänmittauksen perusteet -luentojakso Maa 20.335 TKK - RM 17.3.–28.4.1997 <http://www.helsinki.fi/~korpela/lue>

Hostikka, A., Kaikkonen, V., Niskanen, J. & Pykäläinen, J. 2014 Maastotarkastusohje.

<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/suomen-metsakeskuksen-maastotarkastusohje-2014.pdf>

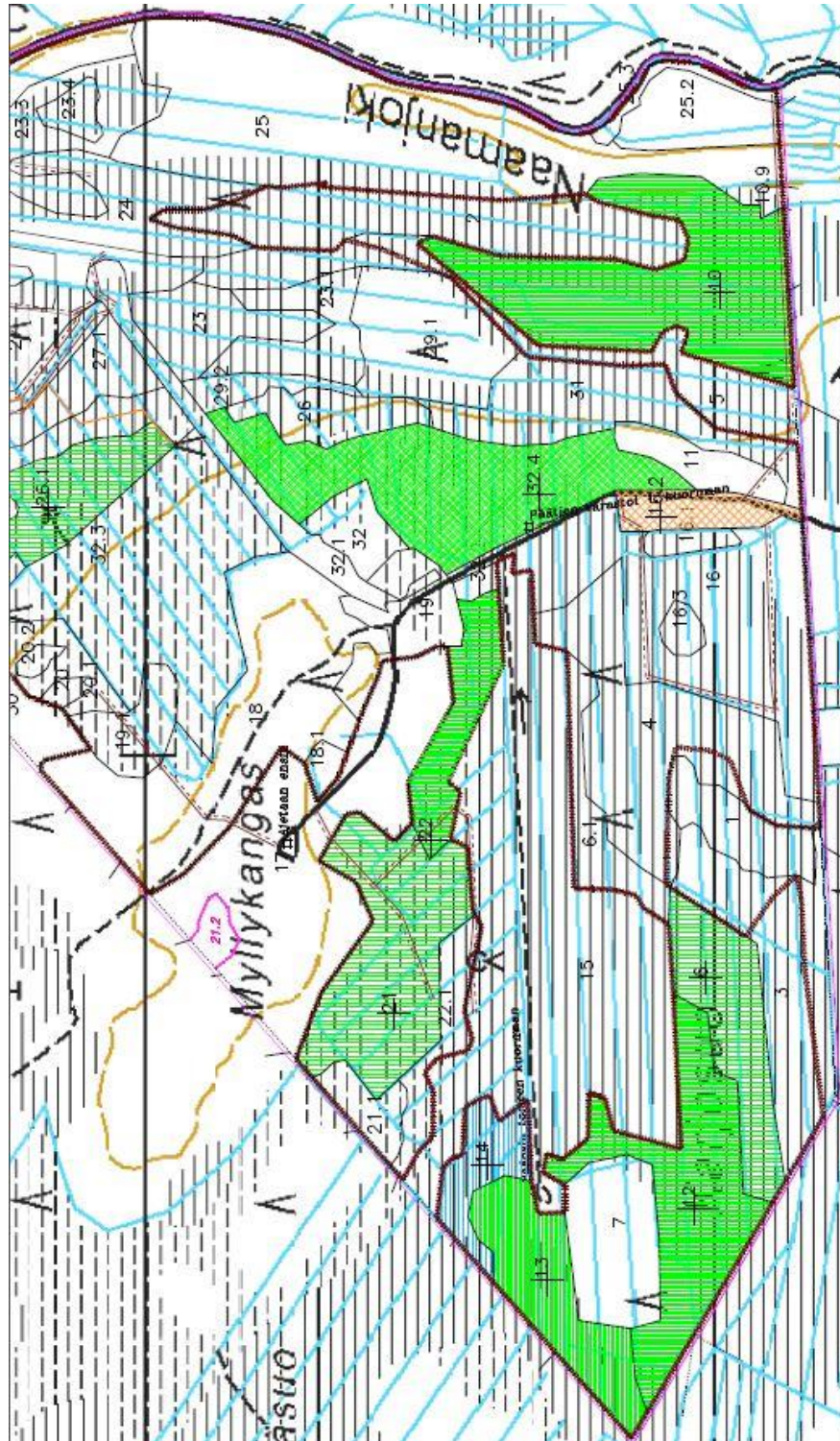
Kangas, A., Päivinen, R., Holopainen, M. & Maltamo, M. 2011. Metsänmittaus ja kartoitus. 3. uudistettu painos. Itä-Suomen Yliopisto. Metsätieteiden osasto

Metsälaki 30.12.2013/1308.

Surakka, H. & Sirén, M. 2007. Poimintahakkuiden puunkorjuun nykytietämys ja tutkimustarpeet. Metsätieteen aikakauskirja 4/2007. sivut 382–387 <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff07/ff074373.pdf>

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. sivut 22-23, 71-78, 102-104

Liite 3. Hakkuukartta tilaajan metsäsuunnitelmasta



(c) Maanmittauslaitos lupa nro 598/MML/14

06.10.2014 Pk 3423 06 C Mk 1:5 500

Rämeiden poimintahakkuut

Liite 4. Tilaajan laatima hakkuuohje

Muu harvennus/ mäntyvaltaiset

Yleisohje; poistetaan suurimmat, jätetään arvokasvu puut ja pienpuusto

Kasvatettavaksi jätetään tärkeysjärjestyksessä:

1. Mahdollisimman pian tukki puuksi varttuvat suorat ja hyvälatvaiset havupuut
2. hyväkuntoiset pienet kuitupuut
3. Aliskasvoskuuset (myös huonolatvaiset)
4. pienikokoiset koivut
5. muu puusto, jota ei kannata korjata pienen runkokoon vuoksi
 - b. tarvittaessa risukkopuskat harvennetaan jälkikäteen raivaussahalla

Poistojärjestys:

1. Männyistä vähintään hyvään kuitupuumittaan ehtineet rungot, joista ei voi tulla koskaan tukkia mutkaisuuden tai haarojen vuoksi
2. Tukkirungot, joista tulee yksi pitkä tukki tai 2 tukkia (**ei lähes kahden tukin puita!**), tai joiden tukin pituus ei enää kasva jonkin runkovian vuoksi
3. Isoimmat koivut (alle kahden pölkyn puita ei hakata lainkaan)

Tiheys

- PPA 10-15 (saa tulla reikiä jos ei ole hyvää kasvatettavaa, aukossa liikutaan koneella, niin taimettuu)
- Runkoluku keskimäärin 6-7/ aari, Voi vaihdella voimakkaasti (ei kuitenkaan yli 10)
 - o lasketaan kasvatuskelpoiset kuitu- ja tukkiläpimitään ehtineet

Muu harvennus/ ravinnehäiriöiset ja koivuvaltaiset

Kasvatettavaksi jätetään tärkeysjärjestyksessä:

1. Mahdollisimman terve pienikokoinen puusto/ taimikko
2. Jos ei ole niin harva isokokoinen puusto (tiheä siemenpuuasento pienimmistä hyvälatvaisista puista, 150- 300 kpl/ha)

Poistojärjestys:

3. Huonosti voivat männyt, joilta osa latvuksesta kuollut, myös kuolleet kuituun
4. Isoimmat koivut (alle kahden pölkyn puita ei hakata lainkaan)

Tiheys

- PPA 10-15 (saa tulla reikiä jos ei ole hyvää kasvatettavaa, aukossa liikutaan koneella, niin taimettuu)
 - o Runkoluku keskimäärin 1000 kpl/ha vaihdellen voimakkaasti 5-15 kpl/ aari
 - o lasketaan yli 7 cm rungot, jotka toipumiskykyisiä
 - o jos ei ole jätettävää, jätetään toiseen kohtaan vastaavasti enemmän
 - o jos jää riittävä koivutaimikko, voi poistaa kaikki isot puut

Tukin laatu

- tukkiin saa mennä myös raakkia, raakin hinta on korkeampi kuin kuitupuun
 - o laadulliset rajatapaukset siis tukkiin (tyvimutkat, lengot)
- Oksaisuuden vuoksi ei käytännössä tule raakkia
- mutkia vain tyvessä
- lenkous 1 cm metria kohden tasaisena (katsotaan ulkokaaresta)
- minimoidaan alle 43 –pituisten tukkien määrä, joskus voi tehdä myös 34:n (mieluummin kuin lumppi)

Liite 6. Excel –koealataulukko kuviolta 12

KUVIO 13, pinta-ala 2,2 ha																										
K.a	Ppa.yht	Rkl.yht	Lpm.Lk	Klpm.mä	Klpm.ku	Klpm.hik	Kpiti.mä	Kpiti.ku	Kpiti.hiko	Ppa.mä	Ppa.ku	Ppa.hiko	Tuk.ik	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hik										
1	1	10	1400	1	1	3	3	3	3	4	3	3	1	2	316	14										
2	2	11	11	12	11	11	12	12	12	4	4	4	1	2	316	1										
3	3	15	15	13	15	13	13	13	13	2	2	2	1	1	113	1										
4	4	12	12	16	12	16	16	16	16	4	4	4	5	5	354											
5	1	13	600	1	1	4	4	4	4	3	3	3	3			6										
6	2	9	9	12	9	12	7	7	14	7	4	4	3	4	629	2										
7	3	18	18	13	18	13	13	13	13	3	3	3	3	3	118											
8	4	20	20	15	20	15	15	15	15	3	3	3	3	3	96											
9	1	9	600	1	1	4	4	4	5	5	5	5	2	1	75	3										
10	2	13	13	8	13	8	9	9	11	3	1	1	2	1	197											
11	3	18	18	15	18	15	15	15	15	5	5	5	3	3	32											
12	4	20	20	13	20	13	13	13	13	1	1	1	1	1	200	6										
13	1	0,5	1400	1	1	3	0,5	0,5	3	2	2	2	2		600	1										
14	2	13	13	13	13	13	13	13	13	2	2	2	2		113											
15	3	15	15	11	15	11	11	11	11	2	2	2	2		32											
16	4	20	20	14	20	14	14	14	14	1	1	1	2		22											
17	1	1	1800	1	1	4	1	1	5	3	1	1	2		1600	2										
18	2	7	7	12	7	12	7	7	11	3	1	2	2		260	1										
19	3	16	16	11	16	11	11	11	11	4	4	4	4		199											
20	4	23	23	14	23	14	14	14	14	6	6	6	6		144											
21	1	4	1000	1	1	2	4	4	3	3	3	3	2		200	8										
22	2	10	10	10	10	10	10	10	12	2	2	2	2		170	2										
23	3	15	15	12	15	12	12	12	12	3	3	3	3		132											
24	4	22	22	14	22	14	14	14	14	5	5	5	4		200	6										
25	1	2	800	1	2	3	3	3	4	4	4	4	2		255	3										
26	2	10	10	11	10	11	11	11	10	4	2	2	2		199											
27	3	16	16	13	16	13	13	13	13	4	4	4	2		79											
28	4	22	22	13	22	13	13	13	13	3	3	3	3													
29	1	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086													
30	2	10	10	2	10	2	2	2	1	4	2	2	2			3										
31	3	10	10	11	10	11	10	10	12	11	4	4	2			2										
32	4	10	10	16	10	16	13	13	13	13	3	3	3			3										
33	1	10	10	20	10	20	14	14	19	19	3	3	3			3										
34	2	10	10	24	10	24	10	10	24	24	8	8	8			8										
35	3	10	10	15	10	15	10	10	11	11	10	10	2			2										
36	4	10	10	24	10	24	10	10	11	11	10	10	2			2										
37	Keskiarvo													15	24	7	13	10	24	8	11	10	8	0	2	8

Liite 7. Kuva koelatietojen yhteenvetotaulukosta

Kasvatetta	Kasvatetta	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hiko	Luok. Yht.	Korjuussa	Vaurioitu	Vaur. % kas	Vaur. % ta	Urapainau	Urapainau	Ajour.
		183	167	1167	1517							
1		132	48	218	398							
4		177	16	24	217							
2		80	2		81							
7	3	573	232	1409	2214	11,0	13,0	5,0	8,6	91	9	2
Kasvatetta	Kasvatetta	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hiko	Luok. Yht.	Vaur.kasv	Vaur.taim	Vaur. % kas	Vaur. % ta	Ur.alle	Ur.yli	Ajour.
		314	86	686	1086							
2		219		238	457							
3		158			158							
3		124	3		127							
8	2	816	89	924	1829	2,0	6,0	4,4	5,5	84	16	1
Kasvatetta	Kasvatetta	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hiko	Luok. Yht.	Vaur.kasv	Vaur.taim	Vaur. % kas	Vaur. % ta	Ur.alle	Ur.yli	Ajour.
				950	950							
3		19		184	203							
3		179		67	245							
2		63		30	93							
8	3	261		1231	1492	2,0	9,0	7,4	9,5	93	7	1
Kasvatetta	Kasvatetta	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hiko	Luok. Yht.	Vaur.kasv	Vaur.taim	Vaur. % kas	Vaur. % ta	Ur.alle	Ur.yli	Ajour.
		514	14	1886	2414							
3		241	19	177	436							
5		280		4	284							
2		28			28							
10	0	1062	33	2067	3162	5,0	22,0	8,5	9,1	77	23	2
Kasvatetta	Kasvatetta	Rkl.Mä	Rkl.Ku	Rkl.Hiko	Luok. Yht.	Vaur.kasv	Vaur.rkl	Vaur. % kas	Vaur. % ta	Ur.alle	Ur.yli	Ajour.
		189	11	1400	1600							
2		32	11	247	289							
3		121	2	48	172							
3		72	2	2	76							
8	1	414	26	1698	2137	0,8	1,8	2,8	2,0	74	26	1