



Karelia-ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri (AMK)

PEFC-sertifikaatin mukainen korjuun laadunvalvonta Iisalmen sahat Oy:ssä

Jani Laatikainen
Markus Makkonen

Opinnäytetyö, helmikuu 2023

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2023
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Jani Laatikainen, Markus Makkonen

Nimeke
PEFC-sertifikaatin mukainen korjuun laadunvalvonta Iisalmen sahat Oy:ssä

Toimeksiantaja
Iisalmen sahat Oy

Tiivistelmä

Työn tarkoitus oli tuottaa Iisalmen sahat Oy:lle (Ipo Wood) korjuunlaadun sekä uudistuneen PEFC-sertifikaatin sisäiseen auditointiin standardien mittaustulosten ylösottoon maastokelpoinen Excel-laskuripohja ja testata sitä käytännössä. Laskurin laadinnassa käytettiin hyödyksi Suomen Metsäkeskuksen v. 2022 luomia korjuunlaadun mittauksen ohjeita sekä uudistuneen PEFC-sertifikaatin standardeja.

Laskurin toimivuutta testattiin maastossa 8 eri kohteella, joiden yhteispinta-ala oli 23,9 ha. Kohteet olivat Ipo Woodin korjaamia, ja ne sisälsivät 13,6 ha avohakkuuta ja 10,3 ha harvennusta. Kohteilla tehtiin korjuunlaadunvalvonnan, sekä sertifikaatin vaatimat mittaukset. Mittausten perusteella PEFC-sertifikaatin asettamat rajoitukset oli huomioitu hyvin, mutta harvennuskohteet oli hakattu turhan harvapuustoisiksi.

Mittauksissa käytetyn laskurin todettiin olevan erittäin käyttökelpoinen korjuunlaadunmittauksiin sekä sertifikaatin vaatimaan sisäiseen auditointiin. Tulosten kirjaaminen käy kätevästi älypuhelimella, ja laskuri laskee automaattisesti keskiarvot sekä summat ja tallentaa tulokset.

Kieli
suomi

Sivuja 38

Asiasanat
PEFC, metsätalous, laadunvalvonta, sertifikaatit, auditointi



THESIS
February 2023
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Jani Laatikainen, Markus Makkonen

Title
Quality Control of Harvesting in Accordance with PEFC Certification at Iisalmen sahat Oy
Commissioned by
Iisalmen sahat Oy

Abstract

The purpose of the work was to produce and test an Excel calculator for Iisalmen sahat oy (Ipo Wood) suitable for recording harvesting quality control and internal audition of the new standards of the Program for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). The calculator was developed using materials such as instructions for measuring harvesting quality 2022 by the Finnish Forest Centre and the standards of the renewed PEFC certificate.

The function of the calculator was tested in practice at eight different sites with a total surface area of 23.9 hectares. The sites were harvested by Ipo Wood and included 13.6 hectares of clearcutting and 10.3 hectares of thinning. Measurements related to harvesting quality control and the measurements required by the certificate were made at the sites. Based on the measurements, the restrictions set by the PEFC certificate had been well taken into account, but the thinning sites had been harvested unnecessarily sparse.

The conclusion was that the calculator was very practical for harvesting quality control as well as for internal audition for the standards of PEFC. The results are conveniently recorded on a smartphone and the calculator automatically calculates averages and sums.

Language
Finnish

Pages 38

Keywords

PEFC, Forestry, Quality Control, certificates, audition

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Metsäsertifiointijärjestelmät.....	6
2.1	Metsäsertifiointit Suomessa	6
2.2	PEFC	7
2.3	FSC	9
3	Uudistuneen PEFC-sertifikaatin standardit	9
3.1	PEFC-sertifikaatin muutokset	9
3.2	Ojitus, maanmuokkaus ja metsän uudistaminen.....	12
3.3	Taimikonhoito, metsätiehankkeet ja kasvatushakuut	13
3.4	Uudistushakuut ja energiapuun korjuu	13
4	Korjuun laatuun vaikuttavat tekijät	14
4.1	Keliolosuhteet ja korjuukelpoisuus.....	14
4.2	Metsikön lähtötilanne ja kuljettajan ammattitaito	15
5	Korjuujäljen laadun tarkastelu PEFC:n kriteereillä	15
5.1	Työvälineet	16
5.2	Ajouratunnukset.....	18
5.3	Pohjapinta-ala ja runkoluku.....	19
5.4	Harvennusvoimakkuus ja puustovauriot	19
5.5	Säästöpuut ja suojakaistat	21
5.6	Kantokäsittelyn onnistuminen	21
5.7	Ojalinjaleveys turvemaidilla ja silmämääräisesti tarkasteltavat asiat	22
6	Tutkimuksen tavoitteet.....	23
7	Tutkimuksen aineisto ja menetelmät.....	24
7.1	Aineiston valinta.....	24
7.2	Mittausmenetelmät ja mitattavat tunnuksset.....	24
8	Tulokset	26
8.1	Laskuri	26
8.2	Laskurin testaus.....	30
8.3	Inventointitulokset	30
8.3.1	Puuston tiheys	30
8.3.2	Puustovauriot.....	31
8.3.3	Ajourapainauumat.....	31
8.3.4	Ajouraleveys ja ajouraväli	32
8.3.5	Säästöpuut ja suojaetäisyydet	33
8.3.6	Kokonaisarvosana hakkuista	34
9	Pohdinta.....	35
9.1	Tulosten tarkastelu	35
9.2	Tulosten luotettavuus ja jatkotutkimukset	36
	Lähteet.....	37

1 Johdanto

Ilmaston lämpenemisen seurauksena on alettu kiinnittämään entistä enemmän huomiota ympäristöasioihin ja kehittämään keinoja ilmastonmuutoksen hidastamiseksi. Nykyään metsäsektori saakin osakseen kovaa kritiikkiä metsien hakkuista sekä muista metsänhoidollisista toimenpiteistä. Suomessa metsiä kuitenkin pyritään hoitamaan mahdollisen kestävästi siten, ettei heikennetä tulevien sukupolvien elämisen mahdollisuuksia. Tämän edistämiseksi on kehitetty metsäsertifiointijärjestelmiä, jotka puolestaan edistävät metsäluonnonhoitoa.

Metsäsertifikaattijärjestelmä luo metsien hoidolle ja hakkuille erilaisia rajoitteita ja määräyksiä, joilla edistetään metsäluonnonhoitoa sekä ehkäistään luontokaatoa. Suomessa on nykyään käytössä kaksi erilaista metsäsertifiointijärjestelmää: Program for the endorsement of Forest Certification eli lyhyesti PEFC-sertifikaatti sekä Forest Stewardship Council eli FSC-sertifikaatti. Molemmat edistävät metsien luontoarvoja sekä tekevät metsien hoidosta kestävämpää. Kestävällä metsätaloudella tarkoitetaan sitä, että metsien hoito on ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävää.

PEFC-sertifikaatti uudistui syksyllä 2022, ja tämä loi tarpeen tarkastella metsänhoidollisten toimenpiteiden laatua uusien kriteerien pohjalta. Kriteerien päivitystyössä otettiin huomioon PEFC:n kansainväliset vaatimukset, toimintaympäristön muutokset sekä metsiin liittyvä uusi tutkimustieto. Uudet vaatimukset lisäävät erityisesti puunkorjuuorganisaatioiden vastuuta metsäluonnon hoidossa sisäisen auditoinnin velvollisuuden tullessa voimaan.

Tutkimuksen tarkoituksena oli luoda toimeksiantajayritykselle Ipo Woodille korjuunlaadun sekä uudistuneen PEFC-sertifikaatin kriteerien mittaustulosten talteenottoon maastokelpoinen laskuripohja sekä mittausohje. Ipo Woodilla ei ole aiemmin ollut käytössä korjuunlaadun valvontaa eikä sertifikaattien täyttymisen auditointia. Uudistunut PEFC-sertifikaatti tuo mukanaan veloitteen sisäiseen auditointiin, joten työn tarkoituksena on luoda helppokäyttöinen ylösottolomake maastokäyttöön. Lomakkeen toimivuus todennetaan itse mittaamalla

maastossa Ipo Woodin tekemiä puunkorjuita, joilta mitataan korjuunlaadun valvontaan liittyvät tunnukset sekä PEFC-sertifiointin kriteerien täytyminen.

Työssä tulee pienimuotoisesti sisäistä auditointia samalla, kun testataan lomaketta. Laskuri tulee toimeksiantajayrityksen toimihenkilöille omaan käyttöön, ja he hyödyntävät sitä PEFC:n vaatimassa sisäisessä auditoinnissa sekä korjuunlaadun valvonnassa. Lomakkeen luomisessa käytetään hyödyksi Metsäkeskuksen vuonna 2022 luomia korjuunlaadun mittauksen ohjeita.

2 Metsäsertifiointijärjestelmät

2.1 Metsäsertifiointit Suomessa

Metsäsertifiointilla voidaan osoittaa, että metsiä käytetään kestävästi sekä vastuullisesti. Suunnitelmallisen metsätalouden harjoittamisen ohella huomioidaan metsäluonnon monimuotoisuus sekä metsien kulttuuri- ja virkistysarvot. Sertifiointin tarkoituksena on suomalaisten puuperäisten tuotteiden menekin vahvistaminen kansainvälisillä markkinoilla. Metsäsertifiointiin kuuluu metsänhoidon sertifiointi sekä puun alkuperäketjun sertifiointi. Metsäsertifiointissa on määriteltäviä tietyt kriteerit, joiden täyttymistä arvioi ulkopuolinen taho vuosittain tehtävillä auditoinneilla. Puun alkuperäketjun todentamisella puolestaan varmistetaan se, että puutavara on peräisin sertifioidusta ja täten vastuullisesti hoidetusta metsästä. Suomessa on pääasiassa käytössä kaksi sertifikaattia: FSC sekä PEFC. (Metsäkeskus 2022a.)

Metsäsertifiointeilla lisätään puuraaka-aineen ja siitä valmistettavan lopputuotteen arvoa. Esimerkiksi puunostajat maksavat parempaa hintaa sertifioidusta puusta, kuin sertifioiduttomasta puusta. Tämä perustuu nykyaikaisten markkinoiden halukkuuteen tietää raaka-aineiden vastuullisesta käytöstä. Metsänomistajalle tämä näkyy parhaiten puukauppatuloissa ja puusta maksettavassa kuu-tiohinnassa. Suomessa suuret puunostajat, kuten UPM sekä Metsä Group ovat kertoneet käyttävänsä eri hinnoittelumallia sertifioidulle, PEFC-sertifioidulle sekä FSC-sertifioidulle puulle. FSC-sertifioidusta puusta maksetaan eniten

ja sertifioiduista puolestaan vähiten. FSC:n ja PEFC:n kuutiohintojen ero on noin yhden euron luokkaa. (Metsälehti ISSN 2737-1123 verkkojulkaisu).

2.2 PEFC

PEFC-sertifikaatti on toinen Suomessa käytettävistä sertifikaateista ja siihen kuuluu yli 90 % suomalaisista metsistä. PEFC-sertifiointi asettaa metsien hoidolle lukuisia vaatimuksia. Erityisestä huomiota vaatimuksissa kiinnitetään metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen ja vesien suojeluun. PEFC-sertifikaatin myöntäminen edellyttää varmistusta siitä, että metsien hoito ja puutavaran alkuperän seuranta noudattavat PEFC:n kansainvälisiä kriteereitä. Tarkistukset suoritetaan auditoinneilla riippumattoman sekä ammattitaitoisen tahon toimesta. (PEFC 2019.)

Ryhmäsertifiointi on metsänomistajan tai yrittäjän kannalta vaivaton ja edullinen tapa liittyä sertifiointiin piiriin. Ryhmäsertifiointilla vältetään sertifikaatin hakemiselta sekä sen ylläpitämisen kustannuksilta. Metsänomistaja voi liittyä alueelliseen PEFC-ryhmäsertifiointiin metsänhoitoyhdistyksen jäsenyyden kautta tai ilmoittautumisella metsäsertifikaatin haltijalle. (PEFC 2019.) Metsänhoitoyhdistyksen jäsen on automaattisesti mukana alueellisessa PEFC- metsäsertifiointissa, mutta siitä voi myös irtisanoutua ilmoittamalla asiasta Kestävän metsätalouden yhdistykseen. Suomessa on tällä hetkellä 3 alueellista ryhmäsertifikaattia: Läntinen, Itäinen sekä Pohjoinen PEFC-ryhmäsertifiointialue (kuva 1). (Metsäreviiri 2019).



Kuva 1. Alueelliset ryhmäsertifiointialueet (PEFC 2019).

Raaka-aineen alkuperän seuranta voidaan myös sertifioida. Puun alkuperäketjun seurannan sertifiointi on pääasiassa tarkoitettu puutuotteita valmistaville ja myyville yrityksille, kuten paperinvalmistajille, painotaloille ja kauppiaille. Sertifiointin avulla yritykset voivat todistaa, että yrityksessä käytetty puuraaka-aine on peräisin vastuullisesti hoidetuista metsistä. Kaikkien PEFC-sertifioidun tuotteen tuotantoon, jalostukseen ja markkinointiin osallistuvien yritysten on oltava PEFC-sertifioituja alkuperäketjun standardien mukaisesti. Vain tällöin tuote saa olla varustettu PEFC-tavaramerkillä (kuva 2) (BM Certification 2022).

Yhä voimistuvasti ympäristötietoisemmiksi muuttuvilla markkinoilla on eduksi tietää valmistettujen tuotteiden raaka-aineiden alkuperä. PEFC:n alkuperän seurantajärjestelmän avulla voidaan varmistua siitä, että tuote on valmistettu vastuullisesti ja täten nostaa myös tuotteen kiinnostavuutta ja arvoa markkinoilla.



Kuva 2. PEFC-sertifiointimerkki (PEFC 2019).

PEFC-merkkiä voidaan käyttää vain sellaisissa tuotteissa, joiden alkuperänseuranta on osoittanut PEFC-sertifioidun raaka-aineen osuudeksi vähintään 70 %. Tuotteita valmistava yritys voi saada merkin käyttöoikeuden, kun toiminta on sertifioitu ja tuotanto on alkuperäseurannan piirissä (PEFC 2019).

2.3 FSC

FSC- sertifiointi on toinen käytetty sertifikaatti, johon kuuluu noin 10 prosenttia Suomen metsistä (Suomen Metsäkeskus 2022a). Se on metsänomistajalle vapaaehtoinen ja siitä voi irtautua halutessaan. Jokainen sertifioitu tila edellyttää sitoutumista FSC-standardeihin niin, että metsänomistajat ovat perillä kyseisistä standardeista. FSC-sertifikaattimerkki on vihreä ja se esittää puuta (kuva 3).



Kuva 3. FSC-sertifiointimerkki (Suomen Metsäsäätiö).

Pienmetsänomistajan ei välttämättä tarvitse itse huolehtia sertifiointin hallinnoinnista, vaan hän voi liittyä mukaan ryhmäsertifiointiin. Ryhmäsertifiointiin mukaan pääseminen edellyttää ilmoittautumista ryhmän vetäjälle. Alle 500 hehtaaria omistava metsänomistaja noudattaa ryhmäsertifiointiin liittyessään FSC:n yksinkertaisempia sääntöjä. Tällä sertifikaatilla metsissä pyritään parantamaan biologista monimuotoisuutta, taloudellista kestävyyttä, ja maisema sekä kulttuuriarvoja. FSC-sertifikaattiin kuuluu myös samanlainen alkuperänseuranta kuin PEFC-sertifikaattiin, jolla voidaan osoittaa raaka-aineen alkuperä (FSC-Suomi 2022).

3 Uudistuneen PEFC-sertifikaatin standardit

3.1 PEFC-sertifikaatin muutokset

PEFC-sertifiointijärjestelmän standardit uusittiin v. 2022, ja siinä on aiempaa laajempi sisältö. Nykyisin se vastaa rakenteeltaan metsänhoidon kansainvälistä PEFC-standardia. Metsänhoidollisten vaatimusten lisäksi se sisältää

vaatimuksia myös sertifikaatin haltijalle. Haltijan velvollisuuksiin kuuluu toiminnan suunnittelu, seuranta, dokumentointi, viestintä sekä sisäinen auditointi, jota kuuluu tehdä vähintään neliöjuuren verran ryhmäsertifiointiin kuuluvien metsänomistajien määrästä alueella (PEFC Suomi 2021).

PEFC-sertifioiduissa metsissä monimuotoisuutta tuetaan aktiivisesti esimerkiksi kulottamalla. Myös luontopalojen aiheuttamia palaneita ja hiiltyneitä puita jätetään metsään. Kulotuskriteeri koskee kaikkia yli 2 ha:n metsäpaloja. Soiden monimuotoisuus ja vesiensuojeluun on myös tullut uudistuksia. Uudisojitus sekä energiapuuviljelmät kielletään niin luonnontilaisilta kuin luonnontilaisen kaltaisilta soilta. Vähätuottoiset ojitetut suot jätetään ennallistumaan ja jatkossa arvokkaisiin elinympäristöihin kuuluu myös ruohoiset sararämeet.

Suometsien vaatimukset eivät enää viittaa harvinaisiin suotyyppeihin, vaan standardissa myös luonnontilaisen kaltaiset suot jätetään käsittelyjen ulkopuolelle. Jatkossa myös soiden ojitusmätästyksistä täytyy tehdä vesilain vaatimat ilmoitukset ELY-keskukselle, mikäli vettä johdetaan alapuolisiin vesistöihin. Uudistus tuo mukanaan myös leveämmät suojakaistat. Jatkossa alle 2 metrisiin perattuihin ojamaisiin puroihin täytyy jatkossa myös jättää vähintään 5 metrin suojakaista. Norot luetaan jatkossa myös vesistöihin.

Paikkatietojen käyttö laajentuu ja metsätaloustoimenpiteiden suunnittelun tueksi on luotu ympäristöhallinnon paikkatietoaineisto (Ranta 10, lohikanta). Lannoitus ja kantojen nosto on kiellettyä 2-luokan pohjavesialueilla, eikä E-luokan pohjavesialueilla saa jatkossa käyttää kemiallisia kasvinsuojeluaineita. Lannoituskin on sallittua vain rajoitetusti ja on sallittua, mikäli se ei vaaranna pohjavedestä riippuvaista pinta- tai maaekosysteemiä. Puuston hiilinieluna säilyminen turvataan sillä, ettei poistuma ylitä kasvua ennen auditoinnin tekoa edeltävällä viisivuotisjaksolla. Metsäluonnontuotteiden hyödyntämiseen tehtiin myös rajoitteita, joilla turvataan tärkeitä elinympäristöjä monimuotoisuudelle. Jatkossa ei myöskään saa kerätä rauhoitettuja, uhanlaisia tai vaarantuneita kasvilajeja. Metsänomistajan on oltava tieto näistä rajoitteista, mikäli metsästä kerätään kaupalliseen tarkoitukseen muuta kuin jokamiehenoikeuden oikeuttamia luonnontuotteita (PEFC Suomi 2021).

Standardeihin sisältyy työlajikohtaisia rajoitteita, mutta myös yleisiä rajoituksia, jotka koskettavat kaikkea tekemistä PEFC-sertifioiduissa metsissä. Alla listattuna yleiset vaatimukset:

- Metsään ei saa jättää mitään muovi-, metallijätettä tai vaarallista jätettä.
- Luonnonsuojelulain mukaisia luontotyyppisiä ei saa muuttaa niin, että niiden ominaispiirteiden säilyminen vaarantuu.
- Metsälain mukaisten erityisen tärkeiden elinympäristöjen hoito- ja käyttötoimenpiteet tulee tehdä elinympäristöjen ominaispiirteitä säilyttävällä tai vahvistavalla tavalla.
- Vesilain mukaisien luonnontilaisten vesiluontotyyppien luonnontilan vaarantaminen on kielletty.
- Metsiä ei saa raivata sertifikaatin voimassaolon aikana muuhun maankäyttöön, kuin enintään 5 % sertifikaatin kattamasta alasta.
- Toimenpiteissä säilytetään muiden luonnonsuojelullisesti arvokkaiden elinympäristöjen biologista monimuotoisuutta luonnehtivat ominaispiirteet.
- Veden kulku-uoma ei saa vaurioitua eikä muuttua merkittävästi ylityksissä, eikä ajourille saa tulla vettä kerryttäviä painaumuksia.
- Ulkoilureittien rakenteita, jotka ovat kiinteitä, ei saa metsätalouden toimenpiteiden seurauksena vaurioittaa.
- Ulkoilureiteille ei saa jättää latvusmassaa.
- Muinaismuistolain mukaisten kiinteiden muinaisjäännösten kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu niihin kajoaminen on kiellettyä.
- Suojakaistojen pensaskerrostojen raivaus kielletty.
- Säästöpuuryhmien alustoja ei raivata.
- Säästöpuuta ei saa jättää tärkeiden rakenteiden välittömään läheisyyteen (esim. sähkölinjojen).
- Säästöpuuta ei saa jättää muinaismuistojen päälle.
- Kaikissa hakkuissa jätetään pysyvästi vähintään 10 elävää läpimitaltaan vähintään 15 cm:stä ja 10 kuollutta vähintään 20 cm:stä puuta hehtaarille.

- Tiheikköjä säästetään metsätalouden toimenpiteissä, mikäli niitä on (ennakkoraivaus).
- Energiapuuta ei korjata ravinteisuustasoltaan kuivahkoja kankaita karumilta kohteilta.
- Avosoiden sekä ennallistumaan jätettävien soiden reunaan pitää jättää selvästi muusta maastosta erottuvilla vaihettumisvyöhykkeillä vähintään 10 metriä leveä suojakaista, jolla vain poimintahakkuut on sallittu.
- Vesistöjen ja lähteiden varteen pitää jättää keskimäärin vähintään 10 metriä, mutta vähintään 5 m leveä suojakaista, jolla vain poimintahakkuut sallittu.
- Muinaismuistojen päälle tai viereen jätettävät säästöpuut tulee katkaista pötkelöksi.

(Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.)

PEFC asettaa vaatimuksia myös riippuen metsässä suoritettavasta työlajista. Erilaisia työlajeja ovat esimerkiksi ojitus, maanmuokkaus, metsän uudistaminen, taimikonhoito, harvennus, energiapuunkorjuu sekä erilaiset metsätiehankkeet. Seuraavissa kappaleissa on lueteltu kuhunkin työlajiin PEFC-sertifikaatin asettamat kriteerit. Kussakin työlajissa toimenpiteet suoritetaan ekologisesti ja sosiaalisesti kestäväällä tavalla sekä noudattaen metsälainsäädäntöä ja metsänhoitosuosituksia (Kiwa Inspecta Finland 2022).

3.2 Ojitus, maanmuokkaus ja metsän uudistaminen

Vesiensuojelu ja sen vaatimat toimenpiteet tulee ottaa huomioon ojitusmätästyksissä ja ojituksissa, joissa vesiä johdetaan laskuojaan. Maanmuokkauksen tekeminen säästöpuuryhmien alueilla on kiellettyä. Avosoiden sekä luontaiseksi palautumaan jätettyjen soiden suojakaistat jätetään maanmuokkauksen ulkopuolelle, poikkeuksena vesienpalautustarkoitukseen tehtävä johdeojan kaivu.

Metsässä sijaitsevat ulkoilureitit jätetään muokkaamatta ja niiden rajauksesta huolehditaan, jotta ne pysyvät käyttökelpoisina. Ojitus on kiellettyä myös luonnontilaisilla ja puuntuotannon näkökulmasta vähätuottoisilla soilla sekä

vesistöjen ja lähteiden varsiin jätetyillä suojakaistoilla. (Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.)

3.3 Taimikonhoito, metsätiehankkeet ja kasvatushakkuut

Taimikonhoidoissa säästetään tiheikköjä tuomaan turvaa metsän eläimille mahdollisuuksien mukaan. Sekapuustoisuutta suositaan, mikäli se on mahdollista. Vesistöjen, soiden ja lähteiden varsille jätetyt suojakaistat jätetään taimikonhoidon ulkopuolelle, jolloin pensaskerros säilyy. Metsäteiden teko pitää suunnitella tarkkaan, jotta vesiensuojelu tulee toteutettua asianmukaisesti. Kaikkien vesieläöstöjen sekä vaelluskalojen liikkuminen tulee pysyä esteettömänä eikä sitä saa vaarantaa metsätien rakentamisen seurauksena (Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.)

Kasvatushakkuilla eli harvennushakkuilla korjuussa vaurioituneiden kasvamaan jätettyjen puiden osuus saa olla maksimissaan 5 % puuston määrästä. Kivennäismaiden puunkorjuussa ajourapainaumien osuus saa olla enintään 5 % ajourien pituudesta ja puolestaan turvemaidella 10 %. Sekapuustoisuutta suositaan mahdollisuuksien mukaan harvennushakkuissa luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi. Latvusmassan jättämistä suojakaistoille vältetään poimintahakkuita tehdessä. (Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.)

3.4 Uudistushakkuut ja energiapuun korjuu

Metsien uudistushakkuilla, joissa kerätään hakkuutähteitä energiaksi, jätetään hakkuualueelle vähintään 30 % hakkuutähteistä. Kantojen korjuuta tehtäessä tulee alueelle jättää vähintään 25 säästökantoa hehtaarille. Savi- ja silttimaidella säästökantoja jätetään 50. Myös kaikki vanhat ja alle 15 cm halkaisijalta olevat kannot säästetään. (Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.) Kuolleiden säästöpuiden jäädessä alle vaaditun 10 kappaleen hehtaarilla, tehdään tekopötkelöitä 2–5 korvaamaan niitä. Tekopötkelöiden läpimitan tulee olla vähintään 15 cm (Skyttä 2022).

Energiapuunkorjuun tulee olla metsien monimuotoisuudelle suotuisaa ja sitä edistetään erilaisin keinoin. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi säästöpuualueiden jättäminen energiapuunkorjuiden ulkopuolelle ja huolehtiminen siitä, ettei vesistöjen sekä soiden suojakaistoilla raivata pensaskerroksia tai kerätä kantoja energiaksi. Kantojen korjuuta ei myöskään tehdä 1 ja 1E-luokan pohjavesialueilla tai ulkoilureiteillä. (Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry 2022.)

4 Korjuun laatuun vaikuttavat tekijät

4.1 Keliolosuhteet ja korjuukelpoisuus

Työnjälki määritetään puunkorjuun laatuksitekijöistä. Korjuulaatuun vaikuttaa useampi tekijä, joita ovat muun muassa oikeanlainen korjuukaluston valinta, oikea vuodenaika, keliolosuhteet, kuljettajan ammattitaito sekä varastopaikkojen sijoittelu (Metsäteho Oy 2005, 58).

Oikean korjuuajankohdan valinnalla vältetään korjuuvaurioita. Ajankohdan valinnalla pystytään olennaisesti vaikuttamaan ajourapainaumien sekä runko- ja juuristovaurioiden syntymiseen. Esimerkiksi turvemaille tai hienojakoisille kangasmaille olisi suotavaa ajoittaa korjuut talviajalle, kun maa on jäässä tai vastavasti kesällä korjattaessa korjuu toteutettaisiin kuivan kauden aikana maaperän salliessa. Korjuukelpoisuutta määritettäessä voi käyttää apuna julkista metsävaratietoa, josta löytyy kuvioittain tieto korjuukelpoisuudesta. On kuitenkin syytä huomioda, että tieto on pääsääntöisesti kaukokartoituksella kerättyä, joten tietoa voidaan pitää suuntaa antavana, jolloin asia kannattaa käydä varmistamassa maastossa. Pimeä aika sekä muut luonnonilmiöt, kuten rankka lumisade tai räntäsade vaikuttavat negatiivisesti korjuunlaatuun näkyvyyden heikentyessä. (Kleemola 2021.)

4.2 Metsikön lähtötilanne ja kuljettajan ammattitaito

Metsikön lähtötilanne vaikuttaa oleellisesti korjuun laatuun ja puustovaurioiden syntymiseen. Tiheässä hoitamattomassa metsässä työkoneiden työtila pienee ja puustovaurioita voi syntyä huomattavasti enemmän kuin esimerkiksi toisella harvennuskerralla. Harvennuksilla poistettavien puiden suuri koko voi myös osaltaan aiheuttaa korjuuvaurioriskiä, sillä suuremmat puut tarvitsevat enemmän tilaa kaatamiseen sekä käsittelyyn. Hakkuissa korjattavien puutavaralajien suuri määrä lisää myös korjuuvaurioriskiä, sillä eri puutavaralajit tulee lajitella eri kasoihin metsäkuljetusta varten ja täten runkojen käsittely lisääntyy. (Morko 2011, 17.)

Metsäkoneenkuljettajien ammattitaito on avainasemassa korjuuiden onnistumisessa sekä korjuuvaurioiden ehkäisemisessä. Kokenut kuljettaja tiedostaa hyvin koneensa käyttäytymisen erilaisissa olosuhteissa ja osaa varautua erilaisiin tilanteisiin. Ammattitaidon merkitys korostuu etenkin sulan maan aikaisissa korjuissa, joissa ajourat on mietittävä tarkkaan ja metsänpohjaa on suojattava esimerkiksi havuttamalla. Ajourapainaumien ehkäisemiseksi on upottaviin kohtiin kasattava risuja sekä hakkuutähteitä ja pettäviä paikkoja jopa vahvennettava kuitupuulla. Ajouraverkoston huolellinen suunnittelu vähentää olennaisesti sekä puusto- että juuristovaurioita (Kantola 2020).

5 Korjuujäljen laadun tarkastelu PEFC:n kriteereillä

Puunkorjuun laaduntarkkailussa päätehtävänä on pitää huolta siitä, että metsät tulee hoidettua metsänhoidon suositusten, metsälain sekä sertifikaatin asettamien kriteerien mukaisesti. Laadunmittaus suoritetaan hyödyntämällä Metsäkeskuksen korjuulaadun tarkastelun ohjeita (taulukko 1) sekä erillisen laaditun sertifikaatin kriteerien täyttymisen mittauksen ohjeen perusteella. Korjuuiden tarkastuksia voidaan tehdä maastokäynneillä, joka on perinteinen tapa, mutta sen lisäksi myös hybriditarkastuksina. Hybriditarkastuksissa apuna käytetään

drooneja, joilla kerätään tieto puustotunnuksista. (Suomen Metsäkeskus 2022b, 21–22.)

Metsälakiin on kirjattu tietyt kriteerit, joita tulee noudattaa puunkorjuussa. Metsänomistaja voi pyytää Metsäkeskusta tarkastamaan korjatun kohteen, mikäli siellä epäillään metsälain rikkomista. Metsäkeskus tekee tällöin puolueettoman laadun tarkastusraportin (Karppinen 2020). Raportissa arvosteluasteikkona käytetään termejä: suositusten mukainen, lainmukainen tai virheellinen.

Arvosana	Pohjapinta-ala/runkoluku	Ajouraväli	Ajouraveveys	Puustovauriot	Maastovauriot	Kokonaisarvostelu
Suosituksen mukainen	Harvennuskokonaismukainen	19 m tai enemmän	Alle 46 dm (turve- mailla tai erittäin kivisillä mailla alle 51 dm)	Enintään 5 %	Enintään 5 % (turve- mailla enintään 10 %)	Kaikki tunnuksat hyviä
Lainmukainen	Suositus- tiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi. Suositus- tiheyttä 2m ² tiheämpi tai suositus- tiheyttä harvempi lakirajaan asti	Alle 19 m	Yli 46 dm (turve- mailla yli 51 dm tai erittäin kivisillä mailla)	Yli 5 %	Yli 5 % (turve- mailla yli 10 %)	Huomau- tettavaa yhdessä tai useam- massa tunnuksessa
Virheellinen	Alle lakirajan	-		Yli 15 %	Yli 20 % (turve- mailla 25 %)	Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovauri- oita liikaa tai maastovau- rioita liikaa

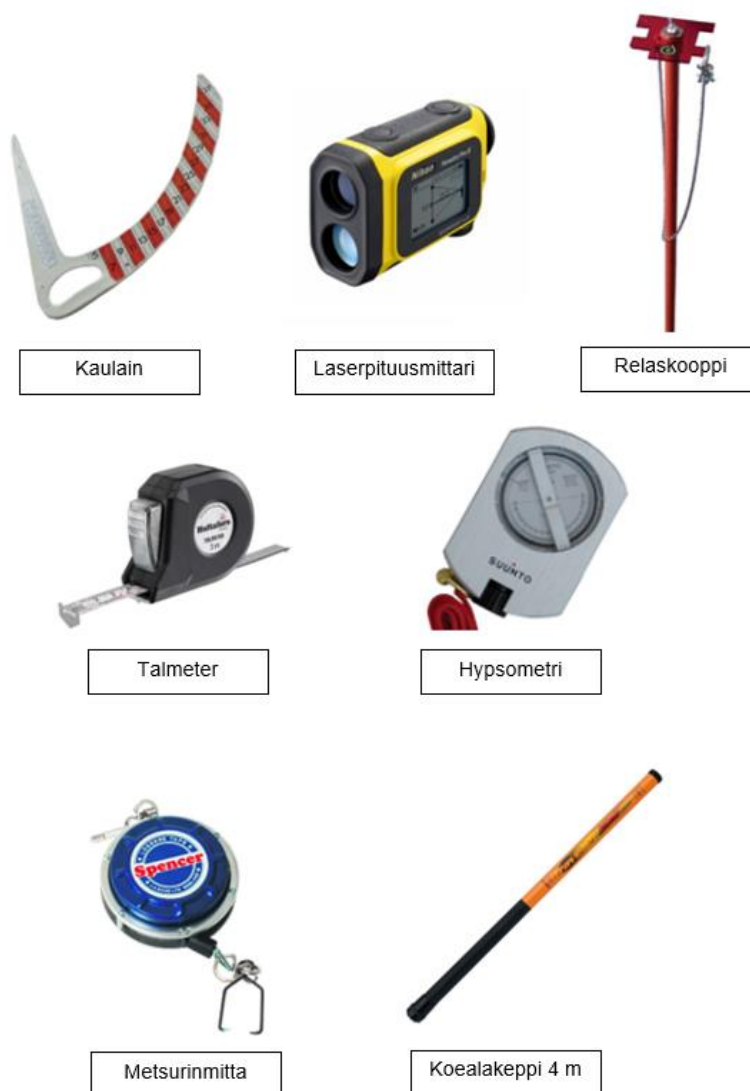
Taulukko 1. Korjuujäljen arviointitaulukko (Metsäkeskus 2022, 29).

5.1 Työvälineet

Korjuunlaadun tarkastelussa tarvitaan erilaisia työvälineitä erilaisten tunnusten mittaamiseen. Yleisimmin käytettäviä työvälineitä ovat relaskooppi, metrimitta, puun pituusmittari sekä puun paksuusmittari (kuva 4). Näillä työvälineillä laske- taan pääasiassa puustoa, mutta myös muita tunnuksia. Relaskooppiä käytetään puuston määrän mittauksessa. Relaskoopilla saadaan mitattua puuston

pohjapinta-ala hehtaarilla. Pohjapinta-alaa hyödyntämällä saadaan tietoon esimerkiksi puuston määrä kuutioissa hehtaarilla (m^3/ha). Pituusmittarilla puolestaan mitataan puiden pituuksia ja täten saadaan puuston mediaani eli keskipituus. Työvälineenä voidaan käyttää hypsometriä metrimittan kanssa tai nykyisiä lasermittareita, jotka eivät vaadi erikseen etäisyyden mittaamista puusta. Paksuutta puista mitataan 1,3 m:n korkeudelta eli noin rinnankorkeudelta kaulaimella tai tallmeterillä.

Puuston määrää voidaan mitata myös koealakepin avulla, jolla saadaan tietoon puuston runkoluku. Koealakeppi on käytännöllinen pienipuustoisilla alueilla kuten taimikoissa. Yleisimpänä koealakeppinä käytetään 4 metrin pituista teleskooppionkivapaa ja tällöin koealalta laskettujen puiden lukumäärä kerrotaan 200 jolloin saadaan runkoluku hehtaarilla.



Kuva 4. Yleisimmin käytetyt työvälineet

5.2 Ajouratunnukset

Ajoura on ura, jota pitkin puunkorjuuta tekevät koneet kulkevat. Lähtökohtaisesti ajourien suunnittelussa pyritään minimoimaan puiden maastokuljetusmatka sekä kasvatushakkuilla jäävän puuston vaurioittaminen. Ajourilta mitataan korjuunlaaduntarkkailua tehdessä muun muassa ajouraleveys. Ajouraleveys mitataan määritetyltä keskipisteeltä 5 metrin matkalta uran molempiin suuntiin eli yhteensä 10 metrin matkalta. Uralta lähimpien vasemmalla ja oikealla olevien puiden etäisyys ajouran keskilinjasta mitataan. Nämä kaksi tulosta summaamalla saadaan ajouran leveys. Ajouraleveyden tulisi olla kivennäismailla 4–4,5 metriä ja puolestaan turvemailla 4–5 metriä. Ajouria syntyy ohjeita noudattamalla keskimäärin 500 metriä jokaista hehtaaria kohti. (Ovaskainen 2012.) Ajouran leveyttä ei kuitenkaan tarkastella, mikäli jäävän puuston määrä jää alle 600 runkoa hehtaarilla metsänhoidon suosituksia noudattamalla (Suomen Metsäkeskus 2022b, 25).

Ajourapainauumat ovat myös mitattava tunnus ja ne ovat käytännössä koneen tekemiä painaumia ajourassa renkaiden kohdalla, niihin mukaan luetaan kivennäismailla kaikki yli 10 senttimetriä syvät ja yli metrin pitkät painauumat, turvemailla rajana on 20 senttimetriä turvetta leikanneet painauumat. Kivennäismailla painaumia saa olla maksimissaan 5 prosenttia ajourien mitasta ja turvemailla 10 prosenttia. Keskimääräisesti 500 metriä hehtaarilla olevasta ajourasta saa olla vaurioitunutta kivennäismaalla 25 metriä ja turvemaalla 50 metriä. Maastovaurioiden mittaus tapahtuu lähimmältä koealaa olevalta ajouralta, jossa erikseen määritetyltä 30 metrin matkalta mitataan painaumien syvyys ja pituus. (Suomen Metsäkeskus 2022b, 27.) Ajouraväli on kahden rinnakkain olevan ajouran keskilinjojen etäisyys, lähtökohtaisesti sen tulisi olla vähintään 19 metriä. Se mitataan rinnakkaisten ajourien keskikohdasta keskikohtaan, yleisesti käyttäen metsurinmittaa. Ajouraväliä ei tarkasteta runkoluvun jäädessä alle 600 rungon hehtaarilla, mikäli metsänhoidonsuosituksien sallii (Suomen Metsäkeskus 2022b, 26–27).

5.3 Pohjapinta-ala ja runkoluku

Pohjapinta-ala kertoo runkojen yhteenlasketun poikkileikkauspinta-alan 1,3 metrin korkeudelta, joka ilmoitetaan neliömetreinä muodossa (m²/ha). Se on tärkein varttuneen kasvatusmetsikön määritettävä puustotunnus. Tietoa käytetään harvennustarpeen määrittämisessä, puuston tilavuuden määrittämisessä sekä puuston määrän kuvaamisessa harvennussuunnitelmissa. (Hakkarainen ym. 2017, 240–241.) Myöhemmissä harvennuksissa suositellaan käyttämään harvennussuunnitelmiä, jotka pohjautuvat puuston valtapituuteen ja pohjapinta-alaan (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 140).

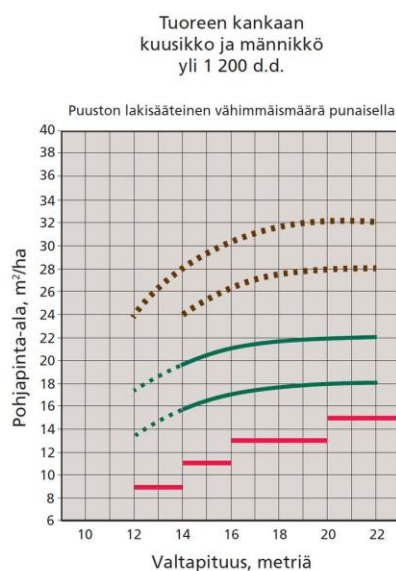
Mittaus tapahtuu relaskoopilla, jolla pyörähdetään paikallaan täysi ympyrä. Laskelmiin mukaan luetaan kaikki elävät 1,3 m:n korkeudelta relaskoopin hahlon selvästi täyttävät puut sekä joka toinen rajatapaus, joka täyttää juuri ja juuri hahlon. Vaihtoehtoisesti tasalaatuisissa tai kapeakuviolisissa metsissä voidaan pyörähtää puoliympyrä ja kertoa tulos kahdella. Mittauksien kohdat tulee sijoittaa niin, että metsässä olevat ajourat tulevat huomioiduksi. Runkolukua mitataan taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsiköissä. Se kertoo puuston tiheyden kappaleissa hehtaarilla. Mittaus tapahtuu ympyräkoealoina määrämittaisella kepillä. Yleisimmin käytetty mittausväline on 3,99-metrinen koealavapa, jolla saadaan koealan sisään jääneiden puiden kertoimeksi 200. (Rantala 2017, 241.)

5.4 Harvennusvoimakkuus ja puustovauriot

Harvennusvoimakkuus kertoo, kuinka paljon metsästä on poistettu puuta. Harvennusvoimakkuus voidaan mitata joko pohjapinta-alana tai runkolukuna. Tulos saadaan laskemalla kannot, tai jos puuston lähtötilanne on ollut tiedossa niin mittaamalla kasvamaan jääneen puuston määrä ja laskemalla niiden erotus. Harvennusvoimakkuudesta on säädetty metsänhoidonsuositusten mukaiset harvennusmallit (kuva 5) puuston koon mukaan sekä lakirajat, joiden alle puuston tiheys ei saa laskea. Lähtökohtaisesti harvennuksien voimakkuudet toteutetaan harvennusmallien mukaan, mutta voidaan tehdä myös metsänomistajan toiveiden perusteella joko yli tai alle suositusten määrittämien rajojen.

Hoitamattomien metsikköjen osalta arvostelua voidaan pitää hyvänä, vaikka jäävän puuston määrä jäisi lakirajan ja suositusten väliin. Tällaisia kohteita ovat metsiköt, joissa puusto on ryhmittäistä, aukkoista tai kohteella kasvaa runsaasti kehityskelvotonta hieskoivua. Tällöin pitää tehdä kirjaus metsänkäyttöilmoituksen lisätietoihin, jossa kerrotaan kohteen lähtötilanne. (Suomen Metsäkeskus 2022b, 30–31.)

Puustovauriot ovat kasvatettaviin puihin kohdistuneita vaurioita hakkuiden yhteydessä. Tällaisia vaurioita voi olla esimerkiksi hakkuukoneella vääränlaisen kaadon yhteydessä tapahtunut kasvamaan jätetyn puun vaurioituminen tai kuorimatraktorilla liian lähellä puita ajettaessa raapaistu puun kylki tai vaurioituneet juuret. Puustovauriot voidaankin täten jakaa runko- ja juuristovaurioiksi. Runkovaurioiksi luetaan juurenniskan yläpuolella olevat vauriot, jotka ovat muun muassa katkennut latva, vaurioitunut puun kuori nilakerrokseen saakka 12 cm² alueelta alle 1,3 metrin korkeudelta tai koko rungon matkalta 30 cm² alueelta. Juurivaurioiksi luetaan metrin etäisyydellä puun keskipisteestä olevat yli 2 senttimetriä paksut vaurioituneet juuret. Jos puussa on kumpaakin vaurioita, se kirjataan pahempaan vaurioluokkaan (Suomen Metsäkeskus 2022b, 25).



RUNKOLUKU HARVENNUKSEN JÄLKEEN

		Jäävän puuston aritmeettinen keskiläpimitta, cm							
		13	15	17	19	21	23	25	27
Runkoja hehtaarella, kpl	enintään	1 300	1 100	900	750	600	500	450	400
	vähintään	1 050	850	700	600	500	400	370	350
Runkoja työpisteessä*, kpl		20–25	17–21	14–17	12–14	10–12	8–10	7–8	6–7

*) puolilympyrä, jonka säde on 11 metriä ja keskipiste ajouran keskellä

Kuva 5. Tuoreen kankaan kuusikon ja männikön harvennusmalli. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 231.)

5.5 Säästöpuut ja suojakaistat

Säästöpuilla tarkoitetaan hakkuukohteille pystyyn jätettäviä sertifikaattien edellyttämiä puita. PEFC- ja FSC-sertifikaatilla kummallakin on omat määräyksensä niiden koosta, laadusta ja määrästä. Säästöpuiden tarkoituksena on välttää täydellistä avohakkuuta ja turvata luonnon monimuotoisuutta. Niiden annetaan kasvaa, lahota ja kuolla metsään, eikä niitä kerätä pois tai niiden alustoja raivata. Puut voidaan jättää joko ryhmiin tai yksittäisiksi pitkin kuviota. (Suomen Metsäkeskus 2022c.)

Suojakaistat ovat tärkeä osa vesiensuojelua metsätaloudessa. Niillä tarkoitetaan vesistöjen, lähteiden, avosoiden ja ennallistumaan jätettävien soiden varalle jätettäviä kaistoja, joihin jätetään kasvamaan monimuotoisuuden kannalta tärkeitä puita sekä pensaita. Suojakaistat sitovat hyvin kiintoaineita sekä ravinteita, jolloin ne estävät niiden pääsyä vesistöihin. Kaistat toimivat myös varjostavana tekijänä, mikä auttaa säilyttämään suojeltavan kohteen luonnontilaisuuden. (Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun 2019, 13.)

5.6 Kantokäsittelyn onnistuminen

Kantokäsittelyä tulee suorittaa sulan maan aikaan juurikäypä nimisen lahottajaisienen leviämisen ehkäisemiseksi. Kantokäsittely toteutetaan joko kemiallisten torjunta-aineiden, kuten urean tai biologisten aineiden, kuten harmaaorvokkisienen itiöitä sisältävällä aineella. Aine levitetään havupuukannon päälle, jolloin se estää juurikäyvän leviämistä. Kantokäsittely tapahtuu automaattisesti kaatosahauksen yhteydessä hakkuukoneella, joka on varustettu kantokäsittelylaitteilla. Toisena vaihtoehtona on levittää aine käsin ruiskulla tai siveltimellä. Oikein levitettynä se estää juurikäyvän itiötartuntaa yli 90 prosentilla. Käsittely tulee suorittaa, mikäli kivennäismaan puustosta yli 50 prosenttia on havupuuta. Turvemaidilla puolestaan, jos puustosta yli 50 prosenttia on kuusta. Kaikki yli 10 senttimetriä halkaisijaltaan olevat kannot tulee käsitellä ja aineen tulee peittää vähintään 85 prosenttia kannosta. Käsittely tulee aloittaa, kun vuorokauden

keskilämpötila nousee keväällä yli + 5 asteen ja jatkaa syksyllä pakkasten tu-
loon asti. (Piri, Selander, Hantula & Kuitunen 2019, 3, 7–10.)

Työnjäljen laaduntarkkailussa tulee mitata vähintään 50 kappaletta kantoja ja arvostelussa jälki katsotaan kelvottomaksi, mikäli alle 90 prosenttisesti aineesta peittyneitä kantoja on yli 30 %. Tulos on hyvä, jos vajaaksi jää alle 9 % ja huoma-
mutettavan tuloksen saa 10–29 %. Kelvottoman tuloksen tullessa tulee levitys-
laitteistoon tehdä muutoksia, jotta tulos saadaan paranemaan. Mittaukseen on 3
eri vaihtoehtoa, joista yksi on älypuhelinsovellus, esim. Trestima, jolla kuvataan
kannot ja tulokset tallentuvat automaattisesti sovellukseen. Toisena vaihtoeh-
tona on mittaaminen perinteisellä peittolevyllä ja tiedonsiirto tapahtuu sähköi-
sesti mittasaksilla. Kolmas vaihtoehto on kaikista perinteisin, jolloin mittaus teh-
dään peittolevyllä ja tiedonsiirto tehdään manuaalisesti lomakkeisiin tai omiin
tietojärjestelmiin (Suomen Metsäkeskus 2022b, 27–28, 73).

5.7 Ojalinjaleveys turvemaidella ja silmämääräisesti tarkasteltavat asiat

Turvemaiden korjuunjälkeä arvioitaessa tulee mitata ojanlinjaleveys, jos hak-
kuita ojalinjoille on tehty kunnostusojitusta varten. Suositusten mukainen linjale-
veys on 5–6 m. Tätä leveämpiä vältetään, koska se syö kasvamaan jäävän
puuston määrää turhaan ja tällöin maapohjaa ei saada hyödynnettyä maksi-
maallisesti. Linjaleveyden ollessa leveämpi ja tämän seurauksena puuston
määrän ollessa liian alhainen, tulee tästä mainita erikseen tarkastuslomak-
keella. Suositusten vastainen linjaleveys ei kuitenkaan vaikuta korjuujäljen ko-
konaisarvosanaan. Mittaus tapahtuu 10 m:n matkalta, jossa kummastakin pää-
dystä otetaan linjan leveyden mitat ja ne summataan keskenään ja tulos jaetaan
kahdella. Ojalinjan viereen avattua ajouraa ei lasketa mukaan linjaleveyteen
(Suomen Metsäkeskus 2022b, 28, 30–31).

Metsässä tehtävien toimenpiteiden jälkeen on myös tarkasteltava erinäisiä asi-
oita, mutta niitä ei veloiteta erikseen mittaamaan. Silmämääräisesti tarkastelta-
via asioita laaduntarkkailussa ovat mm.: energiapuun kestävä korjuu,

roskaaminen, jokamiehen oikeuksien turvaaminen, ulkoreittien kulkukelpoisuus sekä kiinteiden muinaisjäännösten kunto.

Energiapuun korjuu kestävästi tarkoittaa, että latvusmassan ja kantojen korjuussa on otettava huomioon hakkuualan puuntuotoskyvyn ja monimuotoisuuden sekä vesiensuojeluun liittyvät näkökohdat. Kasvatushakkuiden energiapuun korjuussa säästetään mahdollisuuksien mukaan riistatiheikköjä. Energiapuuviljelmiä varten ei myöskään oteta käyttöön luonnontilaisia soita (Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen 2019, 65–66). Uudistusaloille puolestaan tulee jättää latvusmassaa tasaisesti noin 30 %. Energiapuun korjuussa ei myöskään korjata eläviä säästöpuita eikä vaurioiteta järeitä lahopuita.

Laadunmittauksia tehdessä on hyvä myös tarkastella, onko metsiä roskattu. Roskaamisella tarkoitetaan tässä tilanteessa metsänhoitotöiden aikana tapahtunutta roskaamista. Tällaista roskaamista voi olla esimerkiksi metsäkoneenkuljettajan metsään heittämät roskat, kuten voiteluainepurkit. 60 vuotta sitten metsänomistajan metsään viemästä auton romusta ei tehdä huomiota roskaamiseen, mutta siitä voi mainita esimerkiksi tarkastuslomakkeen lisätiedoissa. Roskaamisen tarkastelun lisäksi tarkastellaan jokamiehen oikeuksien turvaamista sekä ulkoreittien kulkukelpoisuutta. Kiinteiden muinaisjäännösten kunto ja koskemattomuus on myös tarkastettava. Muinaisjäännösten ympärille voidaan hakkuissa jättää myös korkeita kantoja tai tekopökkeliä huomion kiinnittämiseksi. (Särkelä 2018).

6 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda Ipo Woodille Excel-laskuripohja/ylösottolomake hyödyntäen Metsäkeskuksen vuonna 2022 luomia korjuunlaadun mittauksen ohjeita. Excel-laskuripohjaa toimihenkilöt voivat hyödyntää maastokäynnellään suorittaessaan uudistuneen PEFC:n vaatimaa sisäistä auditointia sekä korjuunlaadunvalvontaa. Laskuriin piti voida tallentaa mitatut korjuunlaadun tunnukset sekä PEFC-sertifikaatin vaatimat sisäisen auditoinnin mittaukset.

Tutkimuksessa testattiin myös käytännössä luotua laskuria ja sen toimivuutta maastossa pienimuotoisella auditoinnilla sekä korjuunlaadunmittauksilla. Laskurista tehtiin myös paperinen tulostettava versio käytettäväksi henkilöille, jotka pitivät perinteisestä paperilomakkeesta.

Toimeksiantajayrityksellä ei ole aiemmin ollut käytössään korjuunlaadunvalvontaa eikä sertifiointien täyttymisen auditointia. Tällä työllä luodaan heille kumpaankin mittaukseen soveltuva laskuripohja, jota voi käyttää kuka tahansa mittauksen suorittaja helposti ja tehokkaasti.

7 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

7.1 Aineiston valinta

Mitattavat kohteet saatiin toimeksiantajayritykseltä Ipo Woodilta. Kohteet sisälsivät harvennus- sekä avohakkuukuvioita, jotka oli hakattu 1.7. - 1.11.2022 välisenä aikana. Kohteet sijaitsivat Pohjois-Savon maakunnassa Iisalmen ympäristössä, ja kohteita oli yhteensä 8, joista 4 oli harvennuskohteita ja 4 avohakkuukohteita. Osa kohteista oli hakattu vanhan PEFC-sertifikaatin aikaan, joissa mitaukset toteutettiin vanhojen standardien mukaisesti. Kohteiden yhteispinta-ala oli 23,9 ha, joista 10,3 ha oli harvennuksia ja 13,6 ha avohakkuuta.

Kaikki harvennuskohteet sijaitsivat kivennäismaalla ja olivat kasvupaikaltaan tuoreita kankaita. Puustoltaan harvennuskohteet olivat varttuneita kasvatusmetsiä, ja 75 %:lla kohteista pääpuulajina oli mänty ja 25 %:lla kohteista pääpuulajina oli kuusi.

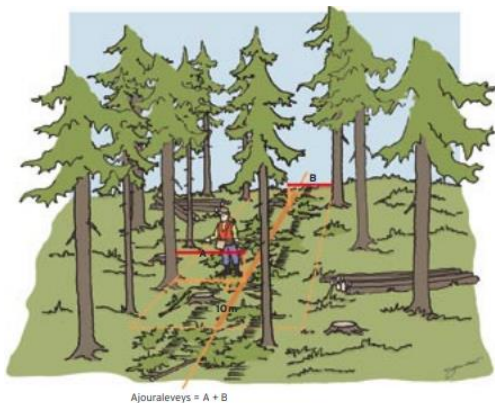
7.2 Mittausmenetelmät ja mitattavat tunnuks

Korjuujäljen mitaukset suoritettiin Metsäkeskuksen vuonna 2022 laatimien korjuujäljen mittausohjeiden avulla jälki-inventointimenetelmällä. Jälki-

inventointimenetelmässä korjuujäljen mittaukset suoritetaan puunkorjuun jälkeen, ja mittaukset perustuvat metsikön kuvioittaiseen inventointiin.

Harvennuskohteilla tehtiin korjuunlaadun mittaukset, jotka sisälsivät seuraavien tunnusten mittauksia: pohjapinta-ala, keskiläpimitta, valtapituus, ajouraleveys, ajouraväli, urapainamat, runkovauriot, juuristovauriot sekä silmämääräiset tarkistukset. Koealoja tuli keskimäärin 3 hehtaarille ja koealat valittiin kuvioilla satunnaisotannalla laskemalla lukupuita ajourien varresta. Satunnaisotanta suoritettiin käytännössä siten, että ensimmäinen koeala oli 10:n puun kohdalla ajouraa käveltäessä, toinen seuraavan 25:n puun kohdalla, kolmas 40:n puun kohdalla jne. Pohjapinta-alaa mitattiin siten, että koealapaikalta mentiin ajouralta sivuun metsän puolelle 1,5 m ja otettiin relaskoopilla ympyräkoela. Tällöin saatiin ajourien vaikutus puuston pohjapinta-alaan mukaan. Puuston keskiläpimitta otettiin silmämääräisesti katsotusta mediaanipuusta sekä ympyräkoelalla sijaitsevan toiseksi ohuimman ja toiseksi paksuimman puun keskiarvona.

Puustovauriot luokiteltiin mittauksissa sekä juuri-, että runkovaurioihin. Vaurioituneiden puiden lukumäärä jaettiin puuston runkoluvulla ja täten saatiin runkovaurioprocentti kuviolle. Puustovauriot ja urapainamat laskettiin kävelemällä ajourat läpi ja pitämällä lukua vaurioituneista puista ja painaumien metrimäärästä. Urapainamaprocentti saatiin laskettua siten, että jaettiin painaumien määrä ajourien kokonaismetrimäärällä, mikä on noin 500 m/ha. Ajouraleveys määritettiin koealapaikoilla siten, että ajouran keskeltä mitattiin molempiin suuntiin ajouraa 5 m matka ja tältä 10 metrin matkalta mitattiin vasemmalta sekä oikealta puolen ajouraa lähimpien puiden etäisyys ajouran keskipisteeseen (kuva 6). Ajouravälin mittausta tapahtui koealan kohdalta metsurimitalla uran keskeltä viereisen uran keskelle.



Kuva 6. Ajouran leveyden mittaaminen (Metsäteho 2003).

Avohakkuukohteilta mitattiin elävien ja kuolleiden säästöpuiden määrä, tehtiin silmämääräiset tarkistukset sekä mitattiin suojaetäisyydet luontokohteisiin. Mitattavilla avohakkuukohteilla sijaitti lampi, noro sekä tihkupinta.

8 Tulokset

8.1 Laskuri

Työn yhtenä päätarkoituksena oli luoda toimeksiantajayrityksen omaan käyttöön käytännöllinen laskuri/mittauspohja korjuunlaadun valvontaan sekä PEFC-sertifikaatin vaatimaan sisäiseen auditointiin. Ennen mittauksen aloittamista päätettiin tehdä lomake Excel-sovelluksella, johon voitiin kirjata mittauksissa saadut tulokset suoraan maastossa. Laskurin tekemisessä hyödynnettiin PEFC:n sisäiseen auditointiin tehtyä opasta (Kestävän metsätalouden yhdistys 2022), Metsätehon opasta korjuunlaadun mittaukseen (Metsäteho 2003) sekä Metsäkeskuksen tarkastusohjetta (Suomen Metsäkeskus 2022b).

Idea Excelin käyttöön tuli sen hyvien ominaisuuksien sekä helppokäyttöisyyden perusteella. Myös oma ammattitaito ja kokemus kyseisen sovelluksen parissa työskentelystä koettiin eduksi laskurin tekemiselle. Exceliin on helppo luoda omat sarakkeet kullekin mitattavalle tunnukselle, ja sen saa toimimaan automaattisena laskurina, mikä taas nopeuttaa tulosten kirjausta. Seuraavalla sivulla on esitetty laskuri (taulukko 2) sekä ohjeistus sen käyttöön maastossa.

Puunkorjuun laaduntarkkailu mittaustulosten ylösottolomake (PEFC)

Kuviot			
Kiinteistö/Lohko		Yrittäjä	

TÄYTÄ VAIN KOHDAT, JOITA TARPEEN MITATA. JOS KOELALALLA EI OLE MITATUSTA TUNNUKSESTA YHTÄÄN HAVAITTOA, SYÖTÄ ARVO 0.

Mittaus	Lukupuu	KOEALA	runkoluku kpl/ha	Relaskooppi ppa	Valtapituus metriä	Uraveveys metriä	d1,3 Keski-lpm	Urapainauma metriä	Runko vauriot (kpl)	Juuristo vauriot (kpl)	Uraväli metriä	Kantokäsit. peittävyys %	Suojakaistan leveys (m)	Säästöpuut elävät kpl	Säästöpuut kuolleet kpl	Ojalinja- leveys (m)	Kantojen määrä kpl
1	10	1															
	25	2															
	40	3															
2	10	4															
	25	5															
	40	6															
3	10	7															
	25	8															
	40	9															
4	10	10															
	25	11															
	40	12															
5	10	13															
	25	14															
	40	15															
Keskiarvo/summa			#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	0	0	0	#JAKO/0!	#JAKO/0!	#JAKO/0!	0	0	#JAKO/0!	0

Havaitut luontokohteet:

Ajourien pituus (m/ha)	500
Kuvio koko (ha)	0
Urapainaumaprosentti	#JAKO/0!
Runkoluku/ha	0
Runkovaurioprosentti	#JAKO/0!
Juuristovaurioprosentti	#JAKO/0!

Havaitut silmämääräiset epäkohdat:

Taulukko 2. Korjuulaadunmittausten taltiointilomake

Laatuotanta lomakkeen ohjeet

- Koeala 1 on 10:nneen uranvarressa olevan puun kohdalla ja se määritetään laskemalla uran varresta vasemmalta ja oikealta puut ja pysähdytään tekemään mittaukset kyseiselle kohdalle. Seuraava mittaus on 25:n puun päässä ja kolmas 40:n.
- Pohjapinta-alaa mitattaessa siirry koelan kohdalla uralta 1,5 metriä sivuun metsikön puolelle ja mittaa ppa.
- Runkoluku voidaan mitata ensiharvennuksilta, jossa puuston kehitysluokka on 02.
- Uraveveys saa olla kivennäismaalla 4–4,5 metriä ja turvemailla 4–5 metriä. (Ei tarkasteta, jos runkoluku alle 600r/ha ja harvennusmalli sen sallii).
- Urapainaumaksi luetaan kivennäismaalla yli 10 cm syvät ja vähintään metrin pitkät painaumat ja turvemailla 20 cm syvät ja vähintään metrin pitkät, jotka ovat leikanneet turvekerrosta. Urapainaumaprosentti saa olla kivennäismaalla max 5 % ja turvemailla 10 %. Ajouraa keskimäärin 500 m/ha.
- Runkovaurioita ovat juuren yläpuolella olevat vauriot. Alle 1,3 m korkeudelta luetaan vaurioksi 12 cm² kokoinen vaurio tai koko rungon matkalta 30 cm² vaurio.
- Juurivaurioita ovat yli 2 cm paksujen ja maksimissaan metrin etäisyydellä rungon keskipisteestä olevat vaurioituneet juuret.
- Uravälin tulee olla vähintään 19 m. (Ei tarkasteta, jos runkoluku alle 600r/ha ja harvennusmalli sen sallii).
- Suojakaistan tulee olla vesistöjen ja lähteiden äärellä keskimäärin ainakin 10 m, mutta kaikkialla vähintään 5 m. Avosoiden sekä ennallistumaan jätettyjen soiden suojakaista vähintään 10 m (vain poimintahakkuut sallittu).
- Säästöpuita tulee jättää hakkuissa vähintään 20 kpl/ha, joista 10 elävää, lpm vähintään 15 cm ja 10 kuollutta, lpm vähintään 20 cm. Jos ei ole, voidaan katkoa tekopötkelöitä 2–5 kpl, min lpm 15 cm. (Ei sijoiteta tärkeiden rakenteiden lähelle esim. sähkölinjat)
- Ojalinjaleveyden pitäisi olla turvemailla keskimäärin 5–6 metriä. Mitataan jos linjat hakattu auki kunnostusojitusta varten.

- Kantojen määrä mitataan vain, jos niitä kerätään. Kantoja jätettävä vähintään 25 kpl/ha, savi ja silttimailla 50kpl/ha sekä kaikki alle 15 cm halkaisijaltaan olevat ja vanhat kannot jätetään.
- Kantokäsittelyä käytettäessä tulisi kannosta olla peittyneenä vähintään 90 %. Työ katsotaan virheelliseksi, jos yli 30 % kannoista on vajaapeittoisia. Mitattavia kantoja tulisi olla kohteelta vähintään 50 kpl.
- Uudistushakkuilla, joissa kerätään hakkuutähteet, pitää jättää vähintään 30 % hakkuutähteitä metsään.
- Roskaksi metsässä luetaan kaikki muovi, metalli ja muut vaaralliset jätteet (kirjaa ylös mitä roskia löytynyt).
- Ulkoilureiteille ei saa jättää hakkuutähteitä eikä reittien kiinteät rakenteet saa vaurioitua hakkuissa.
- Sekapuustoisuutta säilytetään, mikäli sitä on.
- Muinaismuistot eivät saa vaurioitua hakkuissa ja jos niiden päälle/viereen jätetään säästöpuita, tulee ne katkoa tekopötkelöiksi.

Silmämääräisesti tarkasteltavat asiat:

- Hakkuutähteiden määrä metsässä %.
- Roskat.
- Ulkoilureittien puhtaanapito ja säilyvyys.
- Vesien kulku-uomien vaurioituminen ylityksissä.
- Suojakaistalle jätetty latvusmassaa.
- Sekapuustoisuuden säilyvyys.
- Muinaismuistojen säilyvyys sekä päälle/lähelle jätettyjen säästöpuiden teko tekopötkelöiksi.
- Säästöpuita jätetty tärkeiden rakenteiden lähelle, esim. sähkölinjojen.
- Energiapuuta korjattu kuivahkoja kankaita karummilta kasvupaikoilta.

8.2 Laskurin testaus

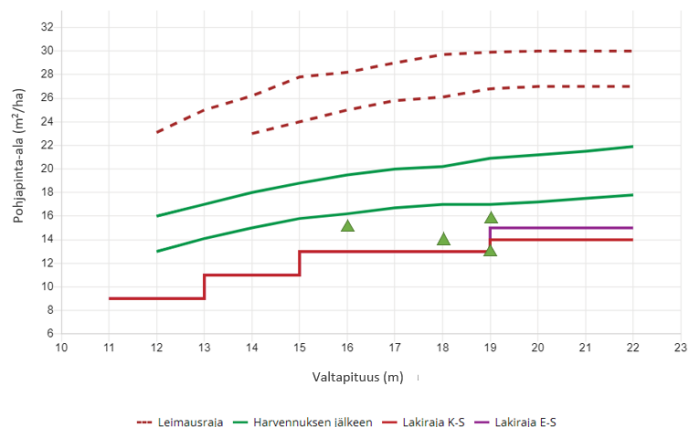
Laskurin tekemisen jälkeen sen käyttökelpoisuutta testattiin maastossa. Laskuria käytettiin 8 eri hakkuualueen inventoimiseen, ja sen soveltuvuutta laadun-tarkkailuun sekä PEFC:n sisäiseen auditointiin testattiin. Laskuria käytettäessä kiinnitettiin huomiota sen helppokäyttöisyyteen ja tulosten nopeaan kirjaami- seen maastossa. Laskuri osoittautui käytännölliseksi työkaluksi korjuunlaadun mittauksiin sekä PEFC:n vaatimaan yritysten sisäiseen auditointiin.

Avohakkuukohteilta mitattiin kuolleiden ja elävien säästöpuiden määrää sekä suojaetäisyydet luontokohteisiin. Harvennuskohteilla tehtiin korjuunlaadun mit- taukset ja saatiin seuraavia tuloksia: pohjapinta-ala, ajouraleveys, ajouraväli, urapainamat, runkovauriot sekä juuristovauriot. Inventointitulokset ovat eritelty seuraavissa kappaleissa.

8.3 Inventointitulokset

8.3.1 Puuston tiheys

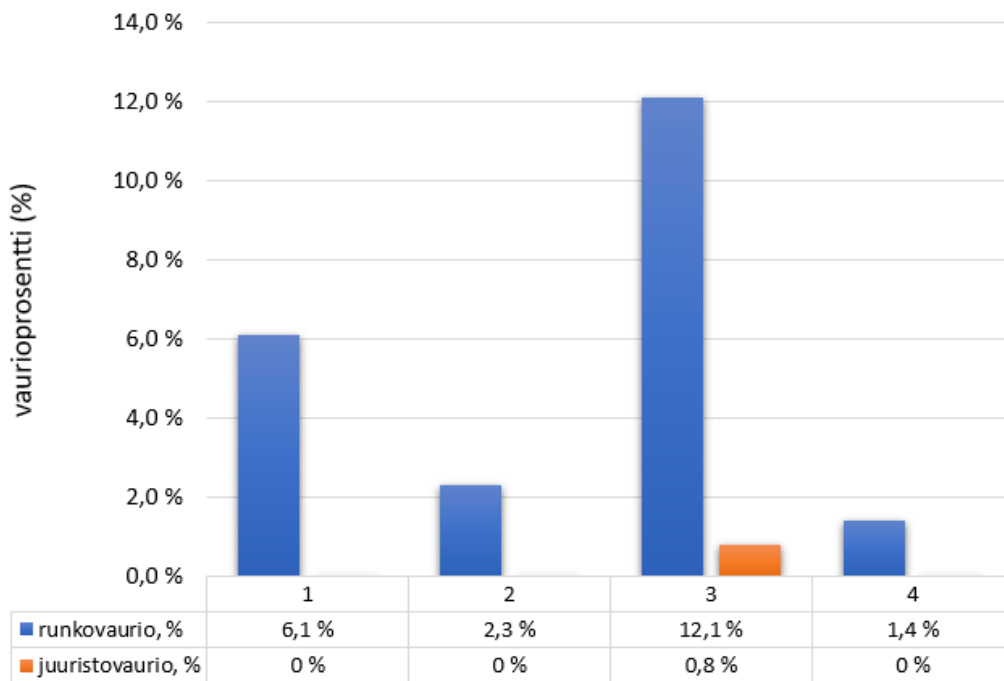
Harvennuksen jälkeisen puuston arvioinnissa käytettiin puuston pohjapinta- alaan sekä valtapituuteen perustuvaa tuoreen kankaan harvennusmallia. Puus- ton tiheys ei ollut yhdelläkään harvennetulla kuviolla suositusten mukainen, vaan puusto oli hakattu alle suositusten (kuvio 1). Metsälain rikkovaa puuston minimitiheyden alitusta ei kuitenkaan ollut, mutta yhdellä kohteella oltiin lakiraja- jalla.



Kuvio 1. Puuston tiheydet harvennusten jälkeen.

8.3.2 Puustovauriot

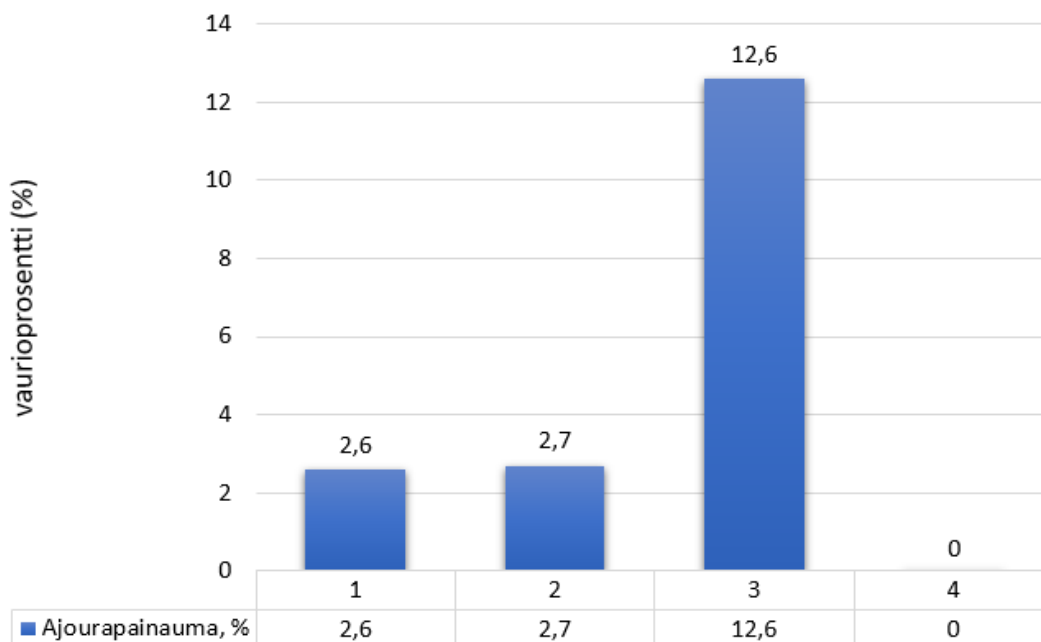
Mitattavien kohteiden puustovaurioiden keskiarvo oli 5,7 %, joista runkovaurioiden osuus oli 5,5 % ja juuristovaurioiden osuus 0,2 %. Kohteiden puustovaurioprocentin vaihteluväli oli 0,0–12,9. Tarkastelluista kohteista puolet saavuttivat suositusten mukaisen alle 5 % tason puustovaurioissa. Puustovaurioprocentit on esitetty alla olevassa kuviossa 2.



Kuvio 2. Puustovaurioprocentit kuvioittain.

8.3.3 Ajourapainamat

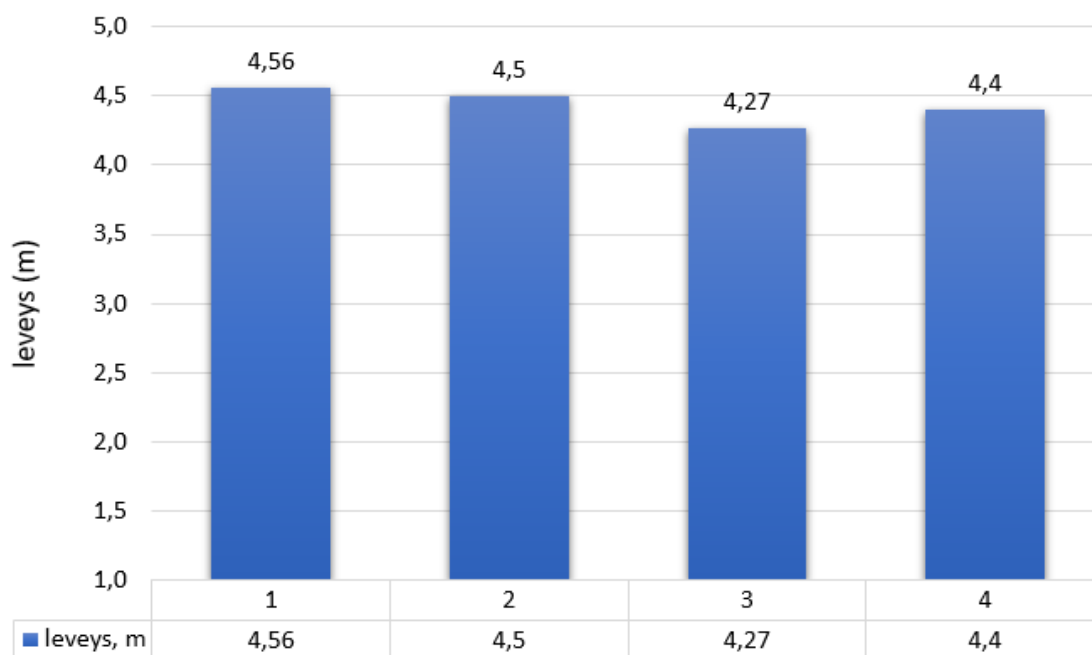
Harvennuskuvioiden ajourapainamien keskiarvo oli 4,48 %. Kohteiden ajourapainamaprocentin vaihteluväli oli 0,0–12,6 % (kuvio 3). Kolmannella kuviolla oli selkeästi valittu väärä korjuuajankohta, sillä ajourapainamia oli päässyt synty-
mään yli 12 %. Kyseinen kuvio oli hakattu sulan maan aikaan, vaikka kohteen hakkuu olisi pitänyt sijoittaa talviaikaan, kun maa on roudassa. Neljännellä kuviolla ei puolestaan ollut havaittavissa yhtään ajourapainamia.



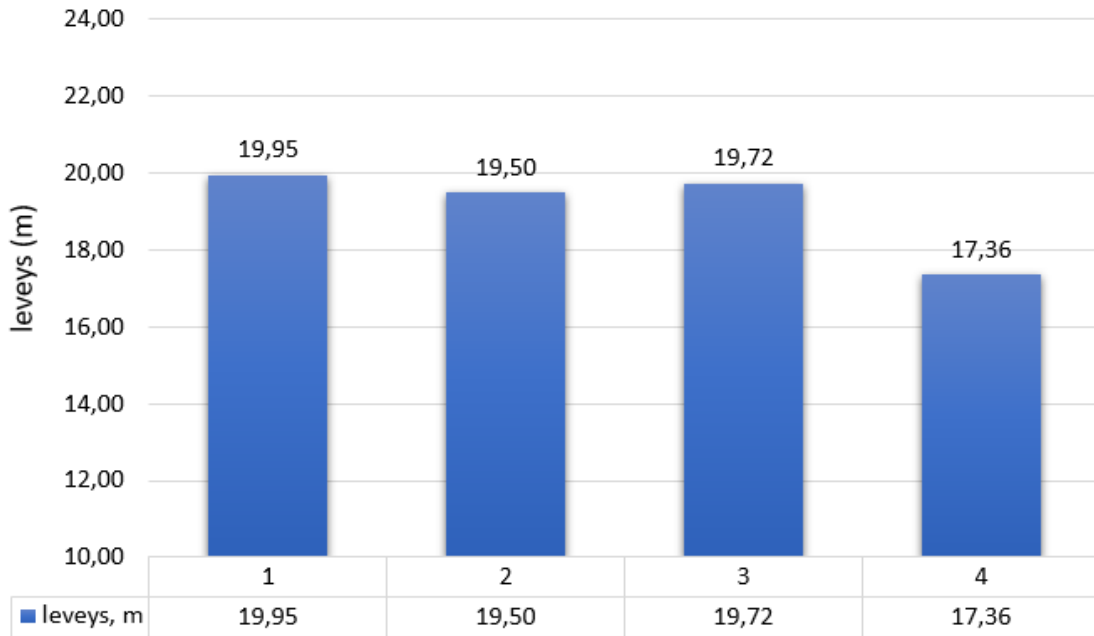
Kuvio 3. Ajourapainaumaprosentit kuvioittain.

8.3.4 Ajouraleveys ja ajouraväli

Tutkimusaineiston ajouraleveyksien keskiarvo oli 4,47 m, keskihajonta 0,62 m ja ajouraleveyden vaihteluväli 3,9 m – 6,5 m (kuvio 4). Ajouravälien keskiarvo puolestaan oli 19,2 m, keskihajonta 4,2 m ja vaihteluväli 11,2–31 m (kuvio 5).



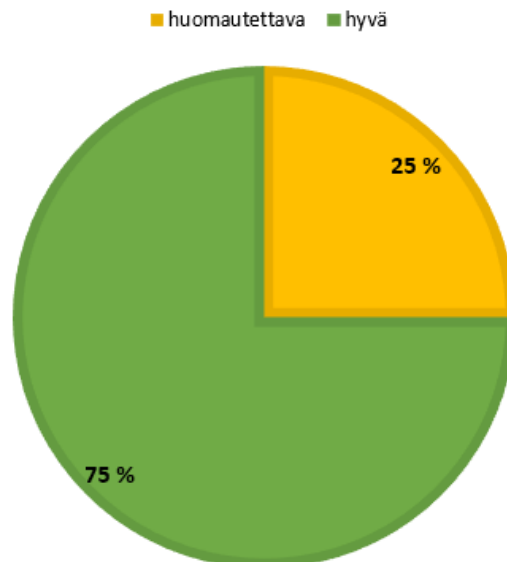
Kuvio 4. Ajouraleveyksien keskiarvot kuvioittain.



Kuvio 5. Ajouravälien keskiarvot kuvioittain.

8.3.5 Säästöpuut ja suojaetäisyydet

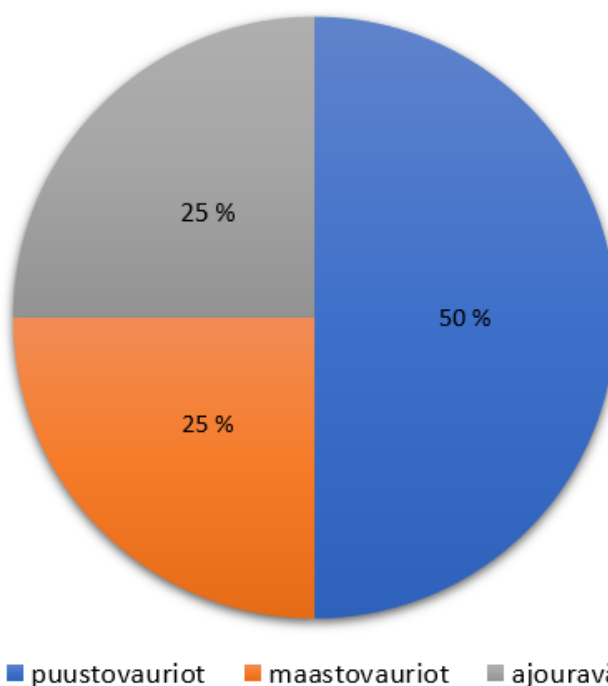
Säästöpuita oli jätetty avohakkuukohteilla keskiarvollisesti 11,2 kpl/ha ja suojaetäisyyksien keskiarvo luontokohteisiin oli 11 m. 75 %:lla kuvioista säästöpuita oli määräysten mukaisesti ja kuolleita säästöpuita oli korvattu tekopötkelöillä, mikäli kuollutta puuta ei muuten ollut riittävästi. Säästöpuiden riittävyttä on tarkasteltu kuviossa 6.



Kuvio 6. Uuden PEFC:n kriteerien täytyminen säästöpuiden osalta.

8.3.6 Kokonaisarvosana hakkuista

Avohakkuukuvioilla ei ollut huomautettavaa kuin yhdellä kuviolla, jossa säästö-puita oli jätetty liian vähän. Suojaetäisyydet luontokohteisiin olivat niin avohakkuukohteilla, kuin harvennuskohdeilla sertifikaatin vaatimusten mukaiset. Mitatuista neljästä harvennuskuviosta hyvään korjuujäljen tasoon ei kuitenkaan yltänyt yksikään. Kaikilla kohteilla pohjapinta-ala oli alle suositusten eli tarkasteltavat kuviot oli hakattu liian harvapuustoisiksi. Yksikään tarkastetuista kuvioista ei myöskään saanut virheellistä arvosanaa, mutta yksi oli harvennustiheydeltään lakirajalla. Kuviossa 7 on eritelty muita huomautettavaan arvosanaan johtaneita syitä, kuin alhainen kasvatettavan puuston tiheys harvennuksilta.



Kuvio 7. Muiden huomautuksien syyt, kuin alhainen ppa.

9 Pohdinta

9.1 Tulosten tarkastelu

Todettiin mittauksissa käytetyn laskurin olevan erittäin käytännöllinen korjuunlaadunmittauksiin sekä sertifikaatin vaatimaan sisäiseen auditointiin. Tulosten kirjaaminen käy kätevästi älypuhelimella ja laskuri laskee automaattisesti keskiarvot sekä summat ja tallentaa tulokset. Puhelinversio onkin perinteiseen paperiversioon verrattuna huomattavasti huolettomampi. Puhelinversiossa ei ole pelkoa, että vesisade turmelee lomakkeet eikä tarvitse kantaa erillisiä kyniä, kirjoituslustoja tai papereita mukana maastossa. Laskurista saa myös halutesaan tulostettavan paperiversion, mikäli perinteinen kirjausmenetelmä sopii itselle paremmin.

Toimeksiantajayritys Ipo Wood voi hyödyntää tekemäämme laskuria tulevaisuudessa korjuunlaadun mittauksissa, sekä PEFC-sertifikaatin vaatimassa sisäisessä auditoinnissa. Työn tarkoituksena ei ollut suorittaa kokonaisvaltaista inventointia hakkuualoilta vaan pikemminkin luoda ja testata laskuria maasto-olosuhteissa.

Mitattujen kohteiden tulosten perusteella oli harvennukset hakattu turhan harvaksi sekä korjuuvaurioita ja ajourapainauksia oli turhan paljon. Puustovauriot johtuivat koneenkuljettajien huolimattomuudesta ja maastovauriot taas korjuun ajoittamisesta väärin keliolosuhteiden aikaan. Yhdellä avohakkuukohteella oli säästöpuuta liian vähän, mutta muut kohteet olivat onnistuneet hyvin niin säästöpuiden kuin suojaetäisyyksienkin osalta. Suojaetäisyyksistä huomautettavaa ei ollut yhdelläkään kohteella, vaan suojaetäisyydet olivat joka kohteella määräysten mukaiset. Kuolleiden puiden osuutta oli myös lisätty ohjeiden mukaisesti 2–5 tekopököllä/ha, mikäli kuollutta puuta ei muuten kuviolla ollut.

Puuston tiheyttä verrattaessa hyviin metsienhoidon suosituksiin ei yksikään harvennuskohteista ollut suositusten mukaisesti hakattu. Jokaisella harvennuskuviolla pohjapinta-ala oli 1–4 m² alle hyvien metsienhoidon suositusten. Nykyään

on ollut havaittavissa tyyliä, jossa harvennuskohteita käsitellään liian voimakkaasti, jolloin puuston tiheys jää alle suositusten ja joskus jopa alle lakirajan. Asia on ollut viime aikoina myös uutisotsikoissa (Pennanen 2023). Yksi syy voimakkaisiin harvennuksiin on kova kilpailu koneyrittäjien kesken, jolloin metsästä yritetään saada mahdollisimman paljon puuta. Tällä pyritään lisäämään taloudellista kannattavuutta puunkorjuussa, mutta samalla se heikentää metsän taloudellista tuottoa.

9.2 Tulosten luotettavuus ja jatkotutkimukset

Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa suuresti otoksen edustavuus perusjoukosta ja otantavirheen suuruus. Otantavirhe syntyy, jos ja kun otanta ei vastaa täydellisesti perusjoukkoa (Morko 2011). Myös mitattujen kohteiden vähäinen määrä vääristää tulosta ja tämän takia emme voi antaa puunkorjuusta kovin tarkkaa tai laajaa palautetta. Mikäli kyseessä olisi ollut kokonaisvaltainen korjuunlaadun ja PEFC-kriteerien täyttymisen auditointi, olisi kohteita tullut olla huomattavasti enemmän, jotta tulos olisi ollut tarkempi ja todenmukaisempi.

Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa olennaisesti myös mittausmenetelmät. Mittaajien ammattitaito sekä työvälineiden käyttö vaikuttaa mittaamalla saatuihin tuloksiin. Kaikkien virhelähteiden kuten subjektiivisten, mittaajasta johtuvien virheiden huomioiminen on vaikeaa ja yleensä luotettavuutta arvioidaankin yksinomaan otantavirheen perusteella. Satunnaisotantaa tehdessä lukupuiden avulla on syytä käyttää myös maalaisjärkeä. Esimerkiksi mittauskohtien sattuessa useasti risteyskohtiin on syytä siirtyä eteenpäin uran varteen ja suorittaa mittaus kohdassa, joka edustaa paremmin metsikön tilaa. Tämä osaltaan taas parantaa mittausten luotettavuutta.

Jatkossa korjuulaadun mittauksia sekä PEFC-sertifikaatin vaatimaa puunkorjuuorganisaatioiden sisäistä auditointia on helppo lähteä tekemään tässä työssä tehdyn laskentapohjan avulla. Tämän kyseisen työn laajuutta ja luotettavuutta voidaan jatkossa parantaa suurentamalla otosta ja mittaamalla useampia hakkuukuvioita ja raportoimalla tulokset samalla tavalla.

Lähteet

- BM Certification. 2022. Puun alkuperäketjun seurannan PEFC-sertifiointi. <https://fi.bmcertification.com/pefc-puun-alkuperaketjun-seurannan-sertifiointi/>. 15.10.2022.
- FSC-Suomi. 2022. Mitä FSC-sertifiointi merkitsee käytännössä? <https://fi.fsc.org/fi-fi/metsasertifiointi/fsc-sertifiointi-kaytannossa>. 20.10.2022.
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2019. Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun, työopas. Tapion julkaisuja. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf>. 2.12.2022.
- Kantola, A. 2020. Metsän kuningas on koneenkuljettaja, jonka ammattitaito korostuu sulan maan hakkuissa ja jatkuvassa kasvatuksessa – ”kuski tekee valinnat ja hakkuujäljen”. Maaseudun tulevaisuus. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/15b63170-a76b-587d-9170-e91223d17d8b>. 3.11.2022.
- Karppinen, S. 2020. Kun korjuun riskit käyvät toteen. Metsälehti. 17.2.2020. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/kun-korjuun-riskit-kayvat-to-teen/#df9b898c>. 30.10.2022.
- Karppinen, S. 2019. Puukauppa: Sertifikaatti näkyy hinnassa. Metsälehti. 2.7.2019. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/puukauppa-sertifikaattinaky-hinnassa/#7f56c4e5>. 3.10.2022.
- Kestävän Metsätalouden Yhdistys ry. 2022. Opas sisäiseen auditointiin alueellisessa PEFC-ryhmäsertifioinnissa. Opas sisäiseen auditointiin alueellisessa PEFC-ryhmäsertifioinnissa.pdf (dropbox.com). 27.10.2022.
- Kiwa Inspecta Finland. 2022. Metsäsertifiointi (PEFC). <https://urly.fi/2RPw> 25.10.2022.
- Kleemola, J. 2021. 5 vinkkiä harvennuksen laadun varmistamiseen. Metsäkeskuksen asiakaslehti. <https://www.metsaan-lehti.fi/uutiset/metsanhoito/5-vinkkia-harvennuksen-laadun-varmistamiseen.html>. 24.11.2022.
- Koistinen, A., Luiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. 11.11.2022.
- Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto. 17.2.2022. PEFC-metsäsertifioinnin uudet vaatimukset lisäävät metsänomistajan panostuksia luonnonhoitoon. 7.10.2022.
- Metsäreviiri. 2019. Metsäsertifiointi. <https://www.revir.org/fi/metsasertifiointi/>. 25.10.2022.
- Metsäteho. 2003. Korjuujälki harvennushakkuissa -opas. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuujalki_harvennushakkuussa_opas.pdf. 5.11.2022.
- Metsäteho Oy. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus. https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf. 24.11.2022.
- Morko, M. 2011. Harvennustyömaiden korjuujälki Stora Enso Metsän Pohjanmaan tiimin alueella 2011. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43902/Opinnaytetyo%20Mika%20Morko.pdf?sequence=1>. 15.10.2022.

- Ovaskainen, H. 2012. Ajourasto. Metsäteho Oy. <https://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomalli/ajourasto/>. 20.10.2022.
- PEFC 2019. Alkuperän sertifiointi. <https://pefc.fi/yritykselle/alkuperan-seuranta/>. 17.10.2022.
- PEFC Suomi. 2021. PEFC-standardin keskeiset muutokset. <https://pefc.fi/pefc-standardin-keskeiset-muutokset/>. 2.11.2022.
- Pennanen, R. 2023. Tältä näyttää laittoman harvaksi hakattu metsä: ”Jos tämä olisi minun, niin itku pääsisi”. Yle uutiset. <https://yle.fi/a/74-20011324>. 15.1.2023.
- Piri, T., Selander, A., Hantula, J. & Kuitunen, P. 2019. Suomen Metsäkeskus & Luonnonvarakeskus. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/juurikaapatuhojen-tunnistaminen-ja-torjunta.pdf>. 3.11.2022.
- Puuntuottaja. 2012. Taimikon runkoluvun määrittäminen. <http://www.puuntuottaja.com/taimikon-runkoluvun-maarittaminen/>. 5.11.2022.
- Rantala, S. 2017. Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy.
- Suomen Metsäkeskus. 2022a. Metsäsertifiointi. <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/oikeudet-ja-velvollisuudet/metsasertifiointi>. 5.10.2022.
- Suomen Metsäkeskus. 2022b. Tarkastusohje 2022. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tarkastusohje.pdf>. 21.10.2022.
- Suomen Metsäkeskus. 2022c. Jätetään säästöpuita ja säästöpuuryhmiä. <https://www.metsakeskus.fi/fi/jatetaan-saastopuita-ja-saastopuuryhmiä>. 28.10.2022.
- Skyttä, V. 2022. Metsänhoito 10 elävää, 10 kuollutta. Metsälehti 27.10.2022. <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/metsanhoito-10-elavaa-10-kuollutta/#df9b898c>. 2.11.2022.
- Särkelä, K. 2018. Muinaisjännös ei ole este metsänhoidolle. Metsäkeskuksen asiakaslehti. <https://www.metsaan-lehti.fi/uutiset/metsanhoito/muinaisjaannos-ei-ole-este-metsanhoidolle.html>. 1.12.2022.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf. 2.12.2022.