



# Ennakkoraivauksen tuntiperusteisen työmäärän arviointi ennakkoraivauksessa sahatun poistuman perusteella

Iida-Maria Mäntylä

OPINNÄYTETYÖ  
Marraskuu 2020

Metsätalous

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Metsätalouden koulutus

MÄNTYLÄ, IIDA-MARIA:

Ennakkoraivauksen tuntiperusteisen työmäärän arviointi ennakkoraivauksessa sahatun poistuman perusteella

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 2 sivua  
Marraskuu 2020

---

Metsä Group hinnoittelee ennakkoraivaukset pääsääntöisesti tuntiperusteisesti työhön käytetyn ajan perusteella. Metsäasiantuntija arvioi maastossa käydessään ennakkoraivauksen haasteellisuuden ja myyntiluokan, jotta asiakas saa alustavan arvion työn hinnasta. Ennakkoraivauksen hinta voi kuitenkin poiketa metsäasiantuntijan arvioista, sillä asiakasta laskutetaan ennakkoraivaukseen käytetyn ajan perusteella. Ennakkoraivauksen työmäärään vaikuttaa työntekijän ammattitaito, fyysiset ominaisuudet tai hakkuualan työvaikeustekijät. Tässä opinnäytetyössä selvitetään, voiko ennakkoraivauksessa sahatulla poistumalla selittää riittävän tarkasti ennakkoraivauksen työmäärää. Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Maastomittauksissa mitattiin ennakkoraivauksen poistuma sekä muita työkohteen muuttuvia tekijöitä.

Ajanmenekin ja poistuman läpimitan sekä ajanmenekin ja poistuman määrän välistä korrelaatiota tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla. Opinnäytetyössä käytetyllä mittaustavalla ennakkoraivauksen ajanmenekkiä ei pystytty selittämään ennakkoraivauksessa sahatun poistuman läpimitan avulla. Sen sijaan ennakkoraivauksen ajanmenekki voidaan selittää poistuman kappalemäärän avulla. Tutkimuksessa löydettiin Pearsonin korrelaatiokertoimen merkitsevyystestin avulla tilastollisesti erittäin merkitsevä riippuvuus muuttujien väliltä. Päätehakkuun ennakkoraivauksilla poistuman kappalemäärä ei kuitenkaan selittänyt ajanmenekkiä. Näin ollen ensiharvennuksille ja muille harvennushakkuille pystyttiin muodostamaan taulukko, jossa poistuman kappalemäärällä voidaan suuntaa antavasti arvioida ennakkoraivauksen ajanmenekki. Taulukossa ei kuitenkaan pystytty huomioimaan poistuman läpimittaa, joten taulukko ei ole täysin luotettava.

Tutkimuksessa selvisi myös, että Seinäjoen hankintapiirillä metsurit eivät noudata täysin ennakkoraivauksen työohjetta. Tutkimusaineiston kohteet oli osittain käsitelty totaaliraivauksen työohjeen mukaisesti. Ennakkoraivauksen työohjeeseen tulisi täydentää, millä työmenetelmällä ennakkoraivaus odotetaan suoritettavan. Tämän avulla metsureille olisi selkeämpää, kuinka työ tulisi toteuttaa. Ennakkoraivauksen poistuman mittaukselle olisi myös kehitettävä oma mittaustapa, jossa huomioitaisiin ennakkoraivauksen työmenetelmän erityispiirteet.

---

ennakkoraivaus, tuottavuus, työmäärä

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Forestry engineer

Iida-Maria, Mäntylä

Estimation of The Hourly Workload of Pre-clearing With Using Number of Sawn Understory

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 2 pages  
November 2020

---

Metsä Group prices pre-clearing based on the time spent on the work. The workload of pre-clearing can be affected by the employee's professional skills, physical abilities or varying difficulty factors of the cutting area. When visiting the stand, the forest expert assesses the difficulty of the pre-clearing and assesses the price category. The price of pre-clearing may differ from the final price, as the customer will be charged based on the time spent on the pre-clearing.

The purpose of this thesis is to investigate whether it is possible to explain the time spent on pre-clearing by the number and diameter of the sawn understory. The study was carried out as a quantitative study. The measured variables in the field surveys were the diameter of sawn stumps, the number of sawn understory and other variables needed for the study.

The correlation between spent time and the diameter of sawn stumps was examined using Pearson's correlation coefficient. The study concludes that the diameter of the sawn stumps does not explain the workload of pre-clearing when using the current method used by Metsä Group for determining the workload of clearings. However, the number of sawn stumps does explain the time spent on pre-clearing. The study found a statistically significant relationship between the time pass and number of sawn stumps. In pre-clearing before clear cutting the number of sawn stumps does not explain the time pass according to Pearson's correlation. For first felling and other types of thinning it was possible to create table in which the number of sawn stumps can be used as a guide to estimate the time spent on pre-clearing.

The study also revealed that in the Seinäjoki purchase group forest workers do not fully follow the work instructions for sight clearing because the stands examined in this thesis were treated more in the style of a total clearing. The work instructions for pre-clearing should be supplemented with information in which discipline the work is meant to be done. This would make it clearer for the forest workers how the work is expected to be done. A separate measurement method for the measurement of the quality of pre-clearings should also be created.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TOIMEKSIANTAJA JA LÄHTÖKOHDAT .....	6
	2.1 Metsä Group .....	6
	2.2 Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet .....	6
3	ENNAKKORAIVAUS .....	8
	3.1 Ennakkoraivauksen tarkoitus .....	8
	3.2 Ennakkoraivaustarpeeseen vaikuttavat tekijät.....	9
	3.3 Ennakkoraivauksen toteutus .....	10
	3.4 Metsä Groupin työohjeistus ennakkoraivauksesta.....	11
	3.5 Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen ennakkoraivauksessa 12	
	3.6 Ennakkoraivauksen kannattavuus.....	13
	3.6.1 Ennakkoraivauksen kustannukset .....	14
	3.6.2 Ennakkoraivauksen kannattavuusrajat .....	14
4	TUOTTAVUUS .....	16
	4.1 Tuottavuus käsitteenä .....	16
	4.2 Ennakkoraivauksen tuottavuus .....	17
	4.3 Alikasvoksen vaikutus hakkuutyön tuottavuuteen.....	17
5	AINEISTO JA MENETELMÄT.....	19
	5.1 Kvantitatiivinen tutkimus ja aineiston muodostaminen.....	19
	5.2 Aineiston kerääminen.....	20
	5.3 Aineisto .....	21
	5.4 Aineiston analysointi .....	22
	5.5 Korrelaation testaaminen .....	23
6	TULOKSET.....	24
	6.1 Koko aineiston lineaarisuus.....	24
	6.2 Aineiston jakaminen otoksiin hakkuualan ominaispiirteiden mukaan 25	
	6.3 Aputaulukon muodostaminen .....	27
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	29
	LÄHTEET .....	32
	LIITTEET .....	34
	Liite 1. Maastomittauksien tiedon keruu lomake.....	34
	Liite 2. Taulukko ennakkoraivauksen ajanmenekin arvioimisen avuksi	35

## 1 JOHDANTO

Ennakkoraivaus on tarpeen, kun alikasvos aiheuttaa huomattavaa haittaa hakkuutyölle. Ennakkoraivauksessa hakkuutyötä haittaava alikasvos poistetaan ja siinä kaadetaan aines- tai energiapuuksi kelpaamattomia puita. Ennakkoraivaus suoritetaan tyypillisimmin metsurityönä raivaussahalla ja ennakkoraivauksen kuluista vastaa yleensä metsänomistaja. Ennakkoraivaus on taloudellisesti kannattavaa silloin, kun hakkuutyön lisääntyneet kustannukset ylittävät ennakkoraivauksen kustannukset.

Metsä Group hinnoittelee ennakkoraivaukset viiden myyntiluokan avulla, jotka perustuvat ennakkoraivauksen hehtaarikohtaiseen ajanmenekkiin (h/ha). Metsäasiantuntija arvioi ennakkoraivauksen ajanmenekin myyntiluokittelun avulla, jotta asiakkaalle on antaa arvio työn kustannuksesta. Ennakkoraivauksen hinta määräytyy kuitenkin raivaukseen käytetyn ajan perusteella, joten ennakkoraivauksen hinta saattaa muuttua metsäasiantuntijan arviosta. Metsäpalveluyrittäjille maksetaan tehdystä työstä tuntiperusteinen hinta. Metsäpalveluyrittäjän kuviolla käyttämään aikaan vaikuttaa hakkuualan työvaikeustekijät ja metsurin fyysiset ominaisuudet.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, voidaanko ennakkoraivauksessa sahatun poistuman perusteella selittää riittävällä tarkkuudella ennakkoraivauksen työmäärää. Opinnäytetyössä tutkitaan myös, voidaanko tuloksien pohjalta muodostaa taulukko metsäasiantuntijoille ennakkoraivauksen työmäärän arvioinnin tueksi. Tutkimus toteutettiin Metsä Groupin Seinäjoen hankintapiirille.

## **2 TOIMEKSIANTAJA JA LÄHTÖKOHDAT**

### **2.1 Metsä Group**

Metsä Group on suomalainen metsäteollisuuskonserni, joka toimii kansainvälisesti kolmessakymmenessä maassa. Metsäliitto Osuuskunta on Metsä Group konsernin emoyritys ja Metsäliitto Osuuskuntaan kuuluu noin 103 000 metsänomistajaa. Vuonna 2019 Metsä Group konserni työllisti 9300 henkilöä liikevaihdon ollessa 5,5 miljardia euroa. Tuotantolaitoksia konsernilla on kahdeksassa maassa ja niiden käyttämä puuraaka-aine on täysin jäljitettävissä. (Metsästä maailmalle n.d.)

Metsä Group konsernin muodostaa Metsäliitto Osuuskuntaan kuuluvat Metsä Forest sekä Metsä Wood. Konserniin kuuluu myös tytäryhtiöt Metsä Tissue, Metsä Board ja Metsä Fibre. (Metsästä maailmalle n.d.) Metsä Forest vastaa puunhankinnasta sekä metsä- ja luonnonhoitopalveluista palvelleen metsänomistajaa puukaupasta sijoituspalveluihin. Metsä Wood valmistaa puuviilutuotteita rakennusteollisuuteen ja jakeluasiakkaille. Metsä Fibre valmistaa sellua sekä tuottaa eniten sahatavaraa Suomessa. Metsä Board valmistaa korkealaatuisia ensikuitukartonkeja, jotka soveltuvat muun muassa ruoka- ja lääkepakkauksiksi. Metsä Tissue valmistaa pehmo- ja tiivispaperia kuluttajille sekä ammattikäyttöön. (Metsää tarvitaan kaikkialla n.d.)

### **2.2 Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet**

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Metsä Groupin Seinäjoen hankintapiiri. Opinnäytetyön aihe on ennakkoraivauksen tuntiperusteisen työmäärän arviointi ennakkoraivauksessa sahatun poistuman perusteella. Opinnäytetyön aihe muodostui tarpeesta selittää ennakkoraivaukseen käytettyä työmäärää ennakkoraivauksessa sahatun poistuman eli puuston lukumäärän ja järeyden perusteella.

Tällä hetkellä Metsä Group arvioi ennakkoraivauksen kustannuksen yleensä matriisipohjaisesti hehtaarille kuluvan ajan perusteella (h/ha). Metsäasiantuntija arvioi maastossa käydessään työmaan vaikeuden viidellä eri vaikeusluokalla. Näille luokille on määritelty rajat, kauanko työmaan tekemiseen menee aikaa ja mihin hintaluokkaan työmaa sijoittuu. Metsäasiantuntija arvioi ennakkoraivauksen myyntiluokan, jotta asiakkaalle voidaan antaa hinta-arvio työstä.

Tuntiperusteisessa hinnoittelussa ennakkoraivauksen hintaan voivat vaikuttaa erot raivaajien työnopeudessa sekä heidän käyttämässään työtavoissa. Asiakkaan näkökulmasta laskun suuruus voi siis vaihdella. Mikäli poistumamittauksen perusteella voitaisiin arvioida riittävällä tarkkuudella ennakkoraivaukseen kuluva keskimääräinen työaika niin koeloihin perustuva poistumamittaus voisi määrittää ennakkoraivauksen kustannuksen.

Tutkimuksessa pyritään selvittämään myös voisiko hinnoittelun avuksi luoda selkeän taulukon. Taulukko pohjautuisi raivatun puuston poistuman määrään sekä järeyteen ja sen avulla pystyttäisiin arvioimaan raivauksen ajanmenekki.

### 3 ENNAKKORAIVAUS

#### 3.1 Ennakkoraivauksen tarkoitus

Ennakkoraivauksella tarkoitetaan yleensä ennen harvennushakkuuta tehtävää puunkorjuuta haittaavan alikasvoksen poistoa. Ennakkoraivauksessa kaadetaan aines- tai energiapuuksi kelpaamattomia puita. Alikasvos on kasvatettavan puuston alle luontaisesti syntynyttä nuorta puustoa. (Äijälä ym. 2014, 150.) Alikasvos on useimmiten puulajiltaan kuusta tai lehtipuuta, ja se on huomattavasti pääpuustoa lyhyempää (kuva 1). Ennakkoraivaus suoritetaan tyypillisimmin metsurityönä raivaussahalla ja ennakkoraivauksen kuluista vastaa yleensä metsänomistaja.



KUVA 1. Runsasta alikasvosta männikössä



Ennakkoraivauksen tavoitteena on parantaa korjuuoloja ja vähentää puustovaurioita sekä tehdä hakkuualue houkuttelevammaksi puunostajalle (Äijälä ym. 2014, 150). Runsas alikasvos heikentää hakkuukoneenkuljettajan näkyvyyttä vaikeuttaen poistettavien puiden valintaa ja ajourasuunnittelua. Kun kaadettavan puun ympärillä on paljon alikasvosta, se voi aiheuttaa hakkuupään teräketjun irtoamisia ja rikkoutumisia. Myös hydraulikkaletkuja sekä laippoja saattaa hajota. (Rantala 2018, 365.) Nämä tekijät heikentävät hakkuutyön tuottavuutta, laatua ja työskentelyn mukavuutta.

Uudistusalan raivauksella tarkoitetaan päätehakkuun jälkeen tehtävää alikasvoksen raivaamista ennen maanmuokkausta. Se on tarpeen, jos kasvatuskelvotonta ja uudistamista haittaavaa alikasvosta on paljon uudistusosalalla. Uudistusalan raivaus voidaan toteuttaa myös muutamaa vuotta ennen päätehakkuuta. Ennen uudistushakkuuta toteutettuna ennakkoraivaus helpottaa myös puunkorjuuta sekä vähentää lehtipuuston vesomista uudistusosalalla. (Äijälä ym. 2014, 132.) Tässä opinnäytetyössä uudistusalan raivaus tarkoittaa samaa kuin ennakkoraivaus ennen päätehakkuuta ja tutkimusaineistoon sisältyy ennen päätehakkuuta toteutettuja ennakkoraivauksia.

### **3.2 Ennakkoraivaustarpeeseen vaikuttavat tekijät**

Yleisimmin ennakkoraivattavat kohteet ovat nuoria kasvatusmetsiä, joissa taimikonhoitoa ei ole tehty tai se on toteutettu liian lievänä tai väärään aikaan (Äijälä ym. 2014, 150–151). Ennakkoraivaustarvetta voidaan vähentää tarpeeksi suurella taimikon tiheydellä sekä oikea-aikaisella taimikonhoidolla. Myöhemmän taimikonhoidon jälkeen kasvatettavan puuston latvuston tulisi sulkeutua tarpeeksi nopeasti, jotta poistetun lehtipuuston kannot eivät ehtisi vesoa. Tällöin ensiharvenuksessa alikasvos ei ole ehtinyt kasvaa hakkuuta haittaavaksi. (Luoranen, Saksa & Uotila 2012, 137.)

Kuusikon latvusto kehittyy usein niin tiheäksi, että alikasvos ei kehity pitkäksi ja runsaaksi valon puutteen vuoksi. Männikön latvusto on harvempi, jolloin alikasvos saa tarpeeksi valoa kehittyäkseen pitkäksi ja tiheäksi. Alikasvos kilpailee kas-

vatettavan puuston kanssa valosta ja ravinteista. Kun alikasvos poistetaan ravinteet vapautuvat kasvatettavan puuston käyttöön. (Luoranen, Saksa & Uotila 2012, 137.)

### 3.3 Ennakkoraivauksen toteutus

Ennakkoraivaus voidaan toteuttaa totaaliraivauksena, jolloin hakkuualalta raivataan lähes kaikki alikasvos. Varastopaikat raivataan aina totaaliraivauksena, jolloin puupinojen alle ei jää alikasvosta, joka voisi kuljettaa maa-ainesta puuauton kuormaan. Näkemäraivaukseksi kutsutaan raivaustapaa, jossa hakkuualalta ei raivata kaikkea alikasvosta vaan vain hakkuuta haittaava alikasvos. Nykyiset metsänhoidon suositukset kannattavat näkemäraivausta, jossa luonnon monimuotoisuus ja riistan elinolosuhteet otetaan huomioon.

Ennakkoraivauksessa raivataan ainespuurungon ympäriltä noin metrin säteeltä kaikki alikasvos. Raivattava alikasvos pyritään sahaamaan lyhyeen kantaan ainespuurungon tyven ympäriltä niin, että rungot kaatuisivat pois päin ainespuurungosta (kuva 2). Lisäksi raivataan yli kaksimetriä pitkä kuusialikasvos, joka haittaa hakkuukoneenkuljettajan näkyvyyttä. (Äijälä ym. 2014, 151.)



KUVA 2. Ainespuurungon tyveltä sahattu alikasvoskuusi

Ennakkoraivaus tulee suorittaa 1–3 vuotta ennen harvennushakkuuta. Tällöin raivattu puusto kerkeää painua maata vasten. Turvemailla ennakkoraivausta ei kannata tehdä liian aikaisin, koska alikasvos kerkeää vesomaan sahatuista kannoista ennen hakkuuta. Lisäksi raivattu puusto parantaa maaperän kantavuutta turvemailla. (Äijälä ym. 2014, 151.)

### **3.4 Metsä Groupin työohjeistus ennakkoraivauksesta**

Metsä Groupin ennakkoraivauksen työohjeessa ohjeistetaan raivaamaan kaikki hakkuutyötä haittaava alikasvos mutta vain siltä osin, kun on todellinen raivaustarve. Ennakkoraivauksen toteutunut pinta-ala voi siis olla pienempi kuin koko hakkuualueen pinta-ala. Alikasvos, joka ei haittaa hakkuuta jätetään raivaamatta. Ennakkoraivaustarvetta mietittäessä tärkeintä on työpistenäkymä, joka tarkoittaa sitä, että hakkuukoneenkuljettajan näkyvyys harvesterista tulisi olla vähintään 10–15 metriä. (Taimikonhoito- ja raivaussahatyöt 2018, 7.)

Ennakkoraivaus pyritään tekemään vuosi ennen hakkuuta tai heti leimikon oston jälkeen. Aines- ja energiapuurunkojen tyviltä kaadetaan kaikki alikasvos lyhyeen alle kymmenen senttimetrin kanton metrin säteeltä. Välialueelta raivataan hakkuun näkyvyyttä haittaava sekä puomin ja kouran siirtoa haittaava alikasvos, joka on yli metrin mittaista mutta ainespuunmitat alittavaa tai liian pientä energiapuuksi. Ennen energiapuuhakkuuta ennakkoraivaus on lähes aina tarpeen. (Taimikonhoito- ja raivaussahatyöt 2018, 7.) Tässä opinnäytetyössä ennakkoraivausta käsitellään vain ainespuun korjuuta edeltävänä työlajina.

Ennakkoraivauksessa tulee aina huomioida luonnon monimuotoisuus sekä riistan elinolosuhteet. Ennakkoraivauksessa ei raivata yksittäisiä puita tai aukkopaikeiden kasvatuskelpoisia puita, jotka eivät haittaa hakkuuta. Myös säästöpuut, suojaitehikit, ojien reunat sekä ympäristönhoidon ja vesiensuojelun kannalta tärkeät alueet jätetään ennakkoraivauksen ulkopuolelle. (Taimikonhoito- ja raivaussahatyöt 2018, 7–8.)

Alikasvosta tulee jättää suojaksi riistaeläimille kohtiin, jossa ne eivät haittaa hakkuuta (kuva 3). Hyviä paikkoja ovat hakkuualueiden ja teiden reunat sekä vesistöjen

ja purojen suojavyöhykkeet. (Taimikonhoito- ja raivaussahatyöt 2018, 7–8.) Ennakkoraivauksessa jätettäviä pienialaisia tihentymiä kutsutaan suojatiheiköiksi sekä riistatiheiköiksi. Suojatiheikön tulisi koostua useista eri puulajeista. Silloin se tarjoaa suojaa pienriistalle sekä muille eläimille ja linnuille. (Talousmetsien ympäristöesite n.d., 12.) Metsä Group ohjeistaa jättämään suojatiheikköjä yhden jokaista alkavaa kolmea hehtaaria kohden. Yhden suojatiheikön tulisi olla yhden aarin kokoinen. (Talousmetsien ympäristöesite n.d., 12.)



KUVA 3. Nauhoitettu suojatiheikkö

### 3.5 Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen ennakkoraivauksessa

Ennakkoraivausta tehdessä tulisi välttää turhaa siistimistä. Koivua, haapaa, leppää, katajaa, pihlajaa, pähkinäpensaita sekä raitaa tulisi säästää ja suojella ennakkoraivauksessa. (Metsäteho 2002, 17.) Nämä metsäluonnon monimuotoisuudelle tärkeät puulajit ovat välttämättömiä monille eliöille sekä riistalle (Äijälä 2014, 152). Metsälain 10. §:n mukaisia metsäluonnon monimuotoisuudelle tärkeitä elinympäristöjä ei myöskään ennakkoraivata (Metsälaki 1093/1996).

PEFC-metsäsertifiointin kriteerien mukaan vesistöjen ja lähteiden varteen on jätettävä kiintoaine- ja ravinnekuormitusta sitova suojakaista. Suojakaistalla tulee säilyttää kasvillisuuden kerroksellisuus rajoittamalla metsätaloustoimia. Tällöin suojakaistalla tulee säilyttää pensaskerros sekä pienikokoinen puusto. Poimintahakkuut ovat sallittuja mutta säästö- ja runkolahoppuustoa ei saa poistaa. Ennakkoraivausta ei saa tehdä viiden metrin etäisyydeltä vesistöistä tai lähteestä. Maastonmuodot sekä maalaji vaikuttavat suojakaistan leveyteen. (PEFC Suomi 2014, 24.) FSC-sertifikaatissa suojakaistan leveys on kymmenestä kolmeenkymmeneen metriin ja se on jätettävä koskemattomaksi eli suojakaistalta ei saa kaataa puita tai alikasvosta (Suomen FSC-yhdistys 2010, 33).

### **3.6 Ennakkoraiituksen kannattavuus**

Runsas alikasvos aiheuttaa hakkuutyöhön lisäkustannuksia. Kun lisääntyneet kustannukset ovat suuremmat kuin ennakkoraiituksen kustannukset ennakkoraiituksesta tulee kokonaistaloudellisesti kannattavaa. Lisääntyneet kustannukset johtuvat usein siitä, kun raivaamaton alikasvos lisää hakkuutyön ajanmenekkiä ja korjuuvaurioita. (Sirén 2005, 149.) Ennakkoraiituksella saadaan pienentyneitä alikasvoksesta johtuvia puunkorjuun lisäkustannuksia.

Alle 1500 rungon alikasvos hehtaarilla ei vaikuta hakkuutyön ajanmenekkiin. Havupuun alikasvoksen raivaaminen on kannattavaa talviaikaan, kun sen kokonaistiheys on suurempi kuin 1600 runkoa hehtaarilla. Lehtipuualikasvoksen raivaus kesäaikaan on kannattavaa, kun sen kokonaistiheys on yli 6000 runkoa hehtaarilla. (Sirén 2005, 149.) Lehtipuualikasvos haittaa talviaikaan puunkorjuuta, jos sitä on runsaasti. Tällöin alikasvos jää hakkupään ja kaadettavan puun väliin aiheuttaen teräketjun irtoamista. Hakkuukoneenkuljettajan täytyy myös hakkupäällä painella alikasvosta, jolloin hakkuun ajanmenekki lisääntyy ja tuottavuus alenee. (Kärhä ym. 2006, 69.)

### 3.6.1 Ennakkoraivauksen kustannukset

Aikapalkkauksessa palkka maksetaan työhön kuluneen ajan perusteella. Työntekijän henkilökohtainen aikapalkka muodostuu työtehtävien vaativuusryhmän työkohtaisesta palkasta ja työntekijän ammattikokemuksesta ja se on hänen henkilökohtainen tuntipalkkansa. (Metsäalan palkkaus 1.2.2018 – 31.1.2020, 5–9.) Kun työntekijä tekee työtä omalla moottori- tai raivaussahallaan käyttäen itse ostamia poltto -ja voiteluaineita, maksetaan aikapalkkauksessa käyttötuntikorvaus €/käyttötunti. Mikäli kyseessä on suoritepalkkaus eli palkka perustuu tehtyyn työmäärään, sahakorvaus tulee olla prosenttiosuus työkohtaisesta palkasta (sopimuskaudella 2020–2021, 26,3 %). (Teollisuusliitto n.d.)

Metsä Group maksaa metsäpalveluyrittäjälle ennakkoraivaukset pääsääntöisesti tuntihinnoinnilla. Jokaisen yrittäjän kanssa on sovittu tuntihinta, jolla he tekevät ennakkoraivauksia. Yrittäjän henkilökohtainen tuntihinta ei vaikuta asiakkaan laskuun. Viisi portainen myyntiluokittelu määrää hehtaarihinnan. Myyntiluokittelu perustuu ennakkoraivaukseen kuluneeseen aikaan (h/ha). (Koskela & Teikari 2020.)

Tällä hetkellä eri metsäyhtiöillä ennakkoraivauksen hinnat ovat seuraavan suuntaiset. Metsä Groupin ennakkoraivauksen hinnat ovat noin 200–400 €/ha (Ennakkoraivaus n.d.). Stora Enso laskuttaa ennakkoraivauksesta 200–500 €/ha kohteen vaativuudesta riippuen (Stora Enso n.d.). UPM Metsä ilmoittaa ennakkoraivauksen hinnaksi alkaen 260 €/ha (UPM Metsä n.d.).

### 3.6.2 Ennakkoraivauksen kannattavuusrajat

Ennakkoraivausrajalla tarkoitetaan sitä alikasvostiheyttä, jonka ylittyessä raivauksesta tulee taloudellisesti kannattavaa. Tällöin korjuun lisäkustannukset ovat suuremmat kuin ennakkoraivauskustannukset. Männikön ensiharvennuksen ennakkoraivausrajaan vaikuttaa kuusialikasvoksen tiheys ja keskipituus sekä hakkattavan puuston järeys ja hakkuukertymä. Korjuukaluston koko vaikuttaa kor-



juun kustannuksiin ja näin ollen myös ennakkoraivausrajaan. Mitä suurempi ainespuukertymä on, sitä todennäköisemmin ennakkoraivaus on kannattavaa pienemmilläkin alikasvospuu tiheyksillä. (Kärhä ym. 2006, 10.)

Kärhä ym. (2006) esittivät tutkimuksensa, Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuiden korjuuta, osan tuloksista oheisessa taulukossa (taulukko 1). Taulukko havainnollistaa ennakkoraivausrajoja ja kuvaa sitä kuusialikasvospuun lukumäärää hehtaarilla, joka on taloudellisesti kannattavaa ennakkoraivata männyn ensiharvennuksella. Laskelmissa on käytetty keskiraskaiden metsäkoneiden silloisia käyttötuntikustannuksia, jotka olivat hakkuukoneella 78 €/h ja kuormatraktorilla 53 €/h. Ennakkoraivauksen kustannuksena on käytetty hintaa 178 €/ha ja tällöin raivattiin metri ainespuun tyveltä ja ylimetrin pituinen alikasvospuusto koko alalta (Kärhä ym. 2006, 9, 58).

TAULUKKO 1. Ennakkoraivausrajaa kuvaava taulukko (Kärhä ym. 2006, 60–61)

#### Kuusialikasvoksen keskipituus 3 m

Rungon koko, dm <sup>3</sup>	Ainespuukertymä, m <sup>3</sup> /ha								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
40	2 800	1 000	600	400	200				
50		1 600	800	600	400	400			
60		2 600	1 200	800	600	400	400	200	
70		6 000	1 800	1 000	600	600	400	400	400
80			2 600	1 400	800	600	600	400	400
90			4 200	1 800	1 200	800	600	600	400
100				2 400	1 400	1 000	800	600	600
110				3 600	1 800	1 200	1 000	800	600
120				5 800	2 400	1 600	1 200	800	800
130					3 200	1 800	1 400	1 000	800
140					4 400	2 400	1 600	1 200	1 000

	Ennakkoraivausrajaa ei määritetty, koska ainespuurunkojen poistuma ensiharvennusleimikossa hyvin pieni ( $\leq 200$ r/ha) tai suuri ( $\geq 1\,600$ r/ha).
	Ennakkoraivaus kokonaistaloudellisesti kannattavaa, kun kuusialikasvoksen tiheys $< 1\,000$ r/ha.
	Ennakkoraivaus kokonaistaloudellisesti kannattavaa, kun kuusialikasvoksen tiheys $1\,000 - 6\,000$ r/ha.
	Ennakkoraivaus kokonaistaloudellisesti kannattavaa, kun kuusialikasvoksen tiheys $6\,001 - 12\,000$ r/ha.
	Ennakkoraivaus ei kokonaistaloudellisesti kannata (korjuutyön lisäkustannus- ja ennakkoraivauskustannuskäyrät eivät leikkaa).

Taulukosta voidaan päätellä, että kun kuusialikasvoksen tiheys ja pituus kasvavat samalla kun ainespuun hakkuukertymä kasvaa, männikön ennakkoraivauksesta tulee taloudellisesti kannattavaa. Kun hakattavan puuston järeys kasvaa ennakkoraivausrajat nousevat. (Kärhä ym. 2006, 59–60.)

## 4 TUOTTAVUUS

### 4.1 Tuottavuus käsitteenä

Tuottavuutta käytetään mittarina sille, kuinka tehokkaasti resursseja käytetään tuotteiden ja palveluiden tuottamiseen. Tällaisia resursseja ovat henkilöstö, energia, pääoma, materiaali ja muut resurssit. (Valkonen, Tanttu & Peltola 2007, 11.) Tuottavuus siis kuvaa kuinka tehokasta tuotteiden ja palvelujen tuotanto on. Se ilmaistaan joko fyysisinä yksikköinä eli suureina tai taloudellisina yksikköinä eli rahana. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 8.)

Tuottavuuden määritelmä yksinkertaisimmillaan on tuotokset jaettuna panoksilla. Tällöin tuotetaan yhtä fyysistä hyödykettä eli tuotosta yhdellä tuotantopanoksella. (Castrén 2013, 18.) Tuotokseksi kutsutaan prosessissa aikaansaatuisten tulosten määrää ja laatua, kun taas tuotantopanos kuvaa tuotoksen aikaansaamiseksi käytetyn työn, energian, materiaalin tai pääoman määrää. Tuotantopanoksena voidaan myös pitää tietoa tai muuta panoksen määrää ja laatua kuvaavaa asiaa. (Hannula 2002, 8.)

Tuottavuus- ja kannattavuus käsitteet liittyvät läheisesti mutta monimutkaisesti toisiinsa sillä tuottavuutta voidaan pitää kannattavuuden osatekijänä. Kannattavuus riippuu hinnoista, joita yritys maksaa tuotantopanoksestaan ja sekä myös saa tuotoksestaan. Esimerkiksi yrityksen kannattavuus voi nousta, vaikka tuottavuus laskisi, jos tuotoksen hinnan nousun ansiosta saadaan takaisin yli tuotantopanoksesta maksama hinta. (Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto 1999, 8.) Yksinkertaisimmillaan kannattavuus kuvaa sitä mitä yritykselle jää toiminnastaan, voittoa tai tappiota. Kannattavuutta mitataan vähentämällä tuotoista yrityksen toiminnasta aiheutuneet kustannukset. (Hannula 2002, 8.)

Työn tuottavuus on eniten mitattu osittaistuottavuus ja sen avulla pyritään kuvaamaan henkilöstön käytön tehokkuutta. Työn tuottavuutta voidaan kuvata tuotoksen ja työpanoksen suhteella. (Uusi-Rauva 1997, 50.) Selville saadaan kuinka paljon tuotosta yksi yksikkö eli henkilö työpanosta saa aikaan (Castrén 2013, 18).



## 4.2 Ennakkoraivauksen tuottavuus

Raivaussahatyön tuottavuutta voidaan kuvata tuotokset jaettuna panokset yhtälöllä. Tällöin tuotos on raivatun alueen pinta-ala ja panos siihen käytetty aika. Esimerkiksi työntekijä raivaa kaksi hehtaaria ennakkoraivausta kahdeksassa tunnissa. Tulokseksi saadaan raivaussahatyön tuottavuutta kuvaava suure hehtaaria tunnissa (ha/h). Kyseisen raivaajan tuottavuus on tällöin 0,25 hehtaaria per tunti (0,25 ha/h). Tässä opinnäytetyössä tuottavuutta käsitellään edellä mainitun tuottavuus käsitteen mukaan tarkoittaen tuotokset jaettuna panokset suhdetta.

Ennakkoraivauksen tuottavuuteen voidaan siis vaikuttaa muuttamalla tuotosta tai panosta. Kun tavoitteena on nostaa raivaussahatyön tuottavuutta, tuotoksen eli raivatun pinta-alan on kasvettava. Vastaavasti vähentämällä panoksia eli työ tunteja tuottavuus nousee.

Raivaussahatyöhön vaikuttavia olosuhdetekijöitä ovat muun muassa ojat, kivikot, jyrkät rinteet, voimakas maanmuokkaus ja upottava maasto. (Saksa, Miina & Uotila 2016, 94.) Raivaussahatyön tuottavuuteen vaikuttavat edellä mainitunlaiset olosuhteet, joita alalla kutsutaan työvaikeustekijöiksi. Tuottavuuteen vaikuttavat myös työntekijän ammattitaito, motivaatio ja työntekijän fyysiset ja henkiset ominaisuudet. (Valkonen, Tanttu & Peltola 2007, 11.)

## 4.3 Alikasvoksen vaikutus hakkuutyön tuottavuuteen

Hakkuutyön tuottavuuteen vaikuttaa koneenkuljettajan ammattitaito, poistettavien runkojen koko ja lukumäärä hehtaaria kohti, puulaji, maasto, työlaji sekä alikasvos (Sirén 2005, 149). Ennakkoraivauksen tarve suurenee silloin, kun poistettavia runkoja on paljon. Ensiharvennuksessa, jossa puusto on pieniläpimitaista sekä osa kertymästä on energiapuuta, ennakkoraivaus on lähes aina välttämätön. Ennakkoraivauksella parannetaan puunkorjuun tuottavuutta etenkin harvennushakkuissa. (Metsä Group, 2018, 7.)

Tiheä kuusialikasvos heikentää männikön ensiharvennuksen tuottavuutta sekä hakkuun että metsäkuljetuksen osalta. Kuusialikasvos hidastaa korjuuta, kun

hakkuupään vienti hakattavan puun tyvelle ja puun kaato hidastuvat. Kuusialikasvoksen raivaus ja painelu hakkuupäällä lisäävät myös ajanmenekkiä. Kuusialikasvos vaikuttaa myös metsäkuljetukseen hidastaen kuormauksen apuaikoja. Taakkaa joudutaan laskemaan uudelleen maahan, jotta alikasvospuut eivät kulkeutuisi kuormatilaan. Tuottavuus laskee metsäkuljetuksessa hakkuukertymän kasvaessa, koska siirrettävien puumäärien kasvaessa alikasvoksen tiheyden vaikutus suurenee. (Kärhä ym. 2006, 69.)

Kärhän ym. (2006, 67) tutkimuksen tuloksien perusteella kuusialikasvos vaikuttaa männikön ensiharvennuksen tuottavuuteen alentavasti. Jos kuusialikasvoksen tiheys on 2000 runkoa hehtaarilla ja keskipituus kaksi metriä, hakkuun tuottavuus laskee 12–14 % verrattuna korjuuoloihin, joissa alikasvosta ei ole laisinkaan. Kun kuusialikasvoksen tiheys on 10000 runkoa hehtaarilla ja keskipituus kaksi metriä hakkuun tuottavuus laskee 30–34 %. Kuusialikasvoksen tiheys vaikuttaa hakkuun tuottavuuteen enemmän kuin alikasvoksen keskipituus. (Kärhä ym. 2006, 67.)

## 5 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 5.1 Kvantitatiivinen tutkimus ja aineiston muodostaminen

Opinnäytetyö toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena. Määrällinen tutkimus antaa yleisen kuvan muuttujien eli mitattavien ominaisuuksien välisistä suhteista. Määrällisessä tutkimuksessa tietoja käsitellään numeerisesti ja numerotietoa pyritään tulkitsemaan sanallisesti niin, että saadaan selville millä tavalla asiat liittyvät -tai eroavat toisistaan. (Vilkkä 2007, 13–14.)

Tutkimuksen kohteena eli perusjoukkona oli Metsä Groupin Seinäjoen hankintapiirin vuoden 2020 tammikuun 1. päivän ja huhtikuun 21. päivän välillä ennakkoraivaamat hakkuualat. Hakkuualat olivat kooltaan 1–5 hehtaaria ja olivat yhdessä tai vierekkäisissä kuvioissa. Eteläisimmät kohteet sijaitsivat Karijoen kunnassa ja pohjoisimmat Evijärven kunnassa.

Tutkimukseen mukaan otettujen työmaiden pinta-alaa rajoitettiin 1–5 hehtaariin mittauksen sujuvuuden varmistamiseksi. Alle yhden hehtaarin ennakkoraivausalalla kymmenen koealan sijoittaminen oli melko haastavaa esiintyvien esteiden, kuten ojien vuoksi. Tällöin koealojen välimatka jäi liian lyhyeksi. Yli viiden hehtaarin alalla taas maasto saattoi muuttua ja yhtenäistä kokonaiskuvaa oli vaikea muodostaa. Tämän vuoksi mukaan otettiin vain alle viiden hehtaarin hakkuualoja. Ennakkoraivatuilla hakkuualoilla ei puunkorjuu saanut olla vielä suoritettu tai käynnissä, jotta tutkimuksen aikana saataisiin mahdollisimman hyvin selville sahatun poistuman sekä jääneen alikasvoksen määrä.

Tavoitteena ei ollut mitata koko perusjoukkoa. Mukaan valittiin viisi metsäpalveluyrittäjää, joilla oli tuntiperusteisen vaikeusluokittelun mukaan vaikeita (yli 8 h/ha) ja helppoja (alle 5 h/ha) kohteita toteutettuna. Perusjoukosta muodostettiin ositettu otos listaamalla viiden eri metsäpalveluyrittäjän kriteerit täyttävät työmaat allekkain. Listatuista kohteista valittiin satunnaisesti kultakin yrittäjältä kuusi tutkimukseen mukaan tulevaa työmaata.

Suurimmalla osalla yrittäjistä haluttu kuusi työmaata täyttyi satunnaisesti valitsemalla. Kahden yrittäjän kohdalla haluttu kuusi työmaata ei täyttynyt alkuperäisillä kriteereillä, joten otosta täydennettiin heidän kohdallaan laskemalla ennakkoraivausalan pinta-ala vaatimusta 0,6 hehtaariin. Tällöin myös kahdelle yrittäjälle saatiin kuusi työmaata. Kullakin viidellä yrittäjällä oli kuusi ennakkoraivattua työmaata ja otoskoko oli näin ollen 30 ennakkoraivattua työmaata.

## 5.2 Aineiston kerääminen

Aineiston kerääminen eli maastomittaukset suoritettiin 23.4. - 4.5.2020. Mittaukset suoritettiin Metsä Groupin tämänhetkisen poistumatietojen mittaustapaa mukailten. Jokaiselta ennakkoraivauskuviolta mitattiin kymmenen ympyränmuotoista koealaa. Koeala ympyrän säde oli 1,78 metriä, joten yksi koealalla sijaitseva sahattu kanto vastasi tuhatta kantoa hehtaarilla. Koealat sijaitsivat lohkon pisimmällä halkaisijalla niin, että ensimmäinen ja viimeinen koeala sijaitsivat puolen koeala välimatkan päässä kuvion reunasta. Maastossa koeala linjaus toteutettiin Bbark-sovellukseen piirretyn linjan avulla ja koealojen välimatka mitattiin metsurinmitalla. Maastossa linjaa seurattiin matkapuhelimen GPS- paikannuksen avulla. Mikäli koealan kohdalle sattui jokin este kuten oja, koealaa siirrettiin viisi metriä eteenpäin, kunnes esteitä ei enää ollut ja koealan mittaaminen oli mahdollista.

Koealalta laskettiin sahattujen kantojen määrä sekä mitattiin puolen senttimetrin tarkkuudella toiseksi suurimman ja toiseksi pienemmän kannon läpimitta. Pienimmäksi sahatuksi kannoksi hyväksyttiin läpimitaltaan vähintään puolen senttimetrin kannot. Tulokset kirjattiin maastomittauslomakkeelle Excel-taulukkoon (Liite 1.). Maastomittauslomakkeelle kirjattiin lohkon perustiedot kuten sopimusnumero ja pinta-ala. Lomakkeelle kerättiin myös tiedot kasvupaikkatyypistä, ojitustilanteesta sekä valtapuuston puulajista. Ylös kirjattiin myös tuleva hakkuutapa eli onko kyseessä ensiharvennuksen ennakkoraivaus, harvennushakkuun ennakkoraivaus vai päätehakkuun ennakkoraivaus. Tieto raivaukseen kuluneesta ajasta saatiin Metsä Groupin järjestelmästä.

### 5.3 Aineisto

Aineisto koostui kolmestakymmenestä ennakkoraivatusta hakkuualasta. Keskimääräinen ajanmenekki kohteella oli 7,1 tuntia hehtaarilla. Vähiten aikaa kulu- neella työmaalla ajanmenekki oli 3,4 tuntia hehtaarilla ja eniten aikaa vievällä kohteella ajanmenekki oli 15,3 tuntia hehtaarilla (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Aineiston keskiarvot

	Pienin arvo	Keskiarvo	Suurin arvo
H/ha	3,4	7,1	15,3
Poistuman läpimitta (cm)	2,0	2,9	5,3
Poistuman määrä (kpl/ha)	2600	7100	21700

Keskimääräinen poistuman määrä hakkuualalla oli 7100 kappaletta hehtaarilta. Vähiten poistumaa oli harvennushakkuu alalla, jossa poistuman määrä oli 2600 kappaletta hehtaarilta. Suurin poistuman määrä oli ensiharvennus kohteella, jossa ennakkoraivauksen poistuman määrä oli 21700 kappaletta hehtaarilta. Koko aineiston poistuman keskiläpimitta oli 2,9 senttimetriä. Suurin yksittäisen hakkuualan keskiläpimitta oli ensiharvennus kohteella ollen 5,3 senttimetriä. Pie- nin yksittäisen hakkuualan keskiläpimitta oli harvennushakkuu kohteella ollen 2,0 senttimetriä.

Aineistosta 15 hakkuualaa oli ensiharvennuksen ennakkoraivauksia, viisi hak- kuualaa oli muun harvennushakkuun ennakkoraivauksia ja 10 hakkuualaa pää- tehakkuun ennakkoraivauksia. Pääpuulajina vain yhdessä hakkuualassa oli kuusi ja lopuissa mänty. Suurin osa kohteista oli kuitenkin sekametsiä, jolloin valta- puustona oli mäntyjä ja kuusia.

Hakkuualat olivat kasvupaikkatyypiltään kuivia-, kuivahkoja-, tuoreita- tai lehto- maisia kankaita tai ravinteisuudeltaan vastaavia turvekankaita. Kasvupaikkatyy- piltään kolme hakkuualaa oli kuivia kankaita, 20 kuivahkoja kankaita, kuusi tuo- retta kangasta ja yksi lehtomainen kangas (kuvio 1). Aineistosta 11 hakkuualaa oli maalajiltaan turvekankaita ja 19 sijaitti kivennäismaalla. Ojitettuja hakkuualoja oli 16. Ojitetuiksi hakkuualoiksi laskettiin kaikki hakkuualat, joita halkoi tai hak- kuualan reunassa kulki oja. Tämän vuoksi myös kivennäismaita oli ojitettu.



KUVIO 1. Tutkimus aineiston jakautuminen kasvupaikkatyypeittäin

#### 5.4 Aineiston analysointi

Aineiston lineaarisuutta analysoitiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroimen avulla, jota usein kutsutaan myös vain korrelaatiokerroimeksi. Korrelaatiokerroin mittaa vain lineaarista riippuvuutta ja sitä voidaan käyttää, vaikka muuttujilla olisi eri yksiköt. Menetelmän käyttö edellyttää, että muuttujat ovat vähintään väli-matka-asteikollisia. (Karjalainen 2010, 125.) Tässä tutkimuksessa korrelaatioker-roin laskettiin Microsoftin Excel-ohjelmistolla.

Korrelaatio tarkoittaa riippuvuus suhdetta ja sitä kuvaava korrelaatiokerroin ku-vaa kahden muuttujan välistä riippuvuutta. Korrelaatiokerroin on lukuarvo -1 ja +1 välillä. Mikäli korrelaatiokerroin on tasan -1 tai +1 tarkoittaa se täydellistä riippu-vuutta eli kahden muuttujan lukuarvot muodostavat täydellisen suoran korrelaa-tiotaulukossa. Negatiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että arvot vähenevät sa-massa suhteessa. Positiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että molemmat arvot kasvavat. (Mattiila 2006 & Alkula 1995, 233, 237.)

Muuttujien välisiä tilastollisia riippuvuuksia voidaan havainnollisimmin tarkastella hajontakaavion avulla. Hajontakaaviossa havaintoarvot asetetaan koordinaatis-toon, jossa x-koordinaatit ovat toisen muuttujan arvot ja y-koordinaatit ovat toisen muuttujan arvot. Hajontakaavion hajontapisteiden avulla voidaan nähdä, esiin-

tyykö aineistossa jonkinlaista säännöllisyyttä vai sijaitsevatko havaintopisteet täysin satunnaisesti. Muuttujaa, jota pidetään syynä, kutsutaan selittäväksi muuttujaksi ja sitä merkitään usein  $x$ :llä. Muuttujaa, jota pidetään seurauksena, kutsutaan selitettäväksi muuttujaksi ja sitä merkitään  $y$ :llä. (Karjalainen 2010, 124, 128.)

Korrelaatiokertoimen merkitsevyyteen vaikuttaa kertoimien itseisarvo ja havaintoparien lukumäärä. Mitä suurempi aineisto on sitä luotettavammin kertoimen itseisarvo kuvaa riippuvuutta. Voidaan sanoa, että lineaarinen riippuvuus on voimakasta silloin kun kertoimen itseisarvo on suurempi kuin 0,7. Lineaarinen riippuvuus on kohtalaista silloin kun kertoimen itseisarvo on 0,3:n ja 0,7:n välillä. (Karjalainen 2010, 128.)

Selityskerroin kuvaa sitä, kuinka suurta osaa selitettävän muuttujan vaihtelusta voidaan selittää selittävän muuttujan avulla. Selityskerroin saadaan kertomalla korrelaatiokerroin itsellään ja kertomalla se tämän jälkeen sadalla. Selityskertoimeksi saadaan prosenttiluku. (Karjalainen 2010, 129.)

## 5.5 Korrelaation testaaminen

Riippumattomuustesteillä selvitettiin, onko kahden muuttujan välillä riippuvuutta. Testaamalla selvitetään vain riippuvuuden olemassaolo, ei laatu. Testaamalla ei siis saada selville kumpi muuttujista vaikuttaa kumpaan. Testi valitaan muuttujien mitta-asteikon mukaan. Määrällisille eli vähintään välimatka-asteikollisille muuttujille valitaan Pearsonin korrelaatiokertoimen testaus. (Karjalainen 2010, 224).

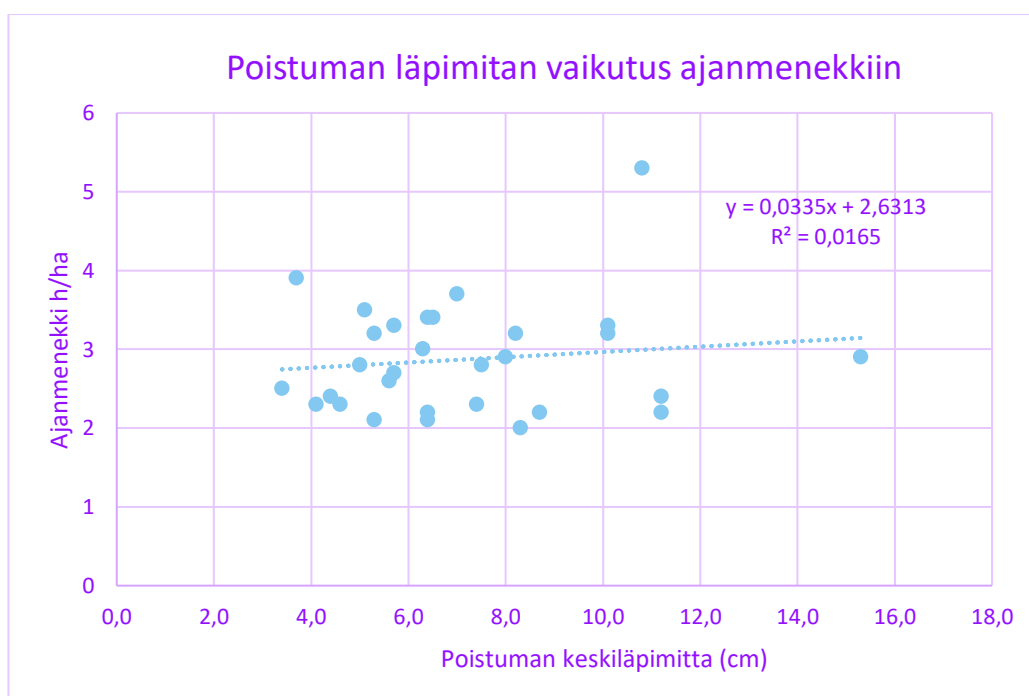
Pearsonin korrelaatiokertoimen merkitsevyydesti perustuu normaalijakaumaa muistuttavaan  $t$ -jakauman testisuureeseen  $t$  ja  $p$ -arvoon (Karjalainen 2010, 227). Mikäli  $p$ -arvo on pienempi kuin 0,001 tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Mikäli  $p$ -arvo on pienempi kuin 0,05 tulosta voidaan pitää tilastollisesti merkitsevä. Nämä riskirajat ovat kuitenkin suuntaa antavia ja niitä täytyy tulkita tapauskohtaisesti. (Karjalainen 2010, 221.) Korrelaatiokertoimen merkitsevyyden testaaminen suoritettiin Microsoftin Excel-ohjelmistolla.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Koko aineiston lineaarisuus

Koko aineiston otoskoko (n) on 30 kappaletta. Koko aineistoa tarkasteltiin seuraavien selittävien muuttujien avulla: poistuman läpimitta senttimetreinä ja poistuman kappalemäärä hehtaarilla. Jokaisessa vertailussa selitettävänä muuttujana oli ajanmenekki tuntia per hehtaari (h/ha).

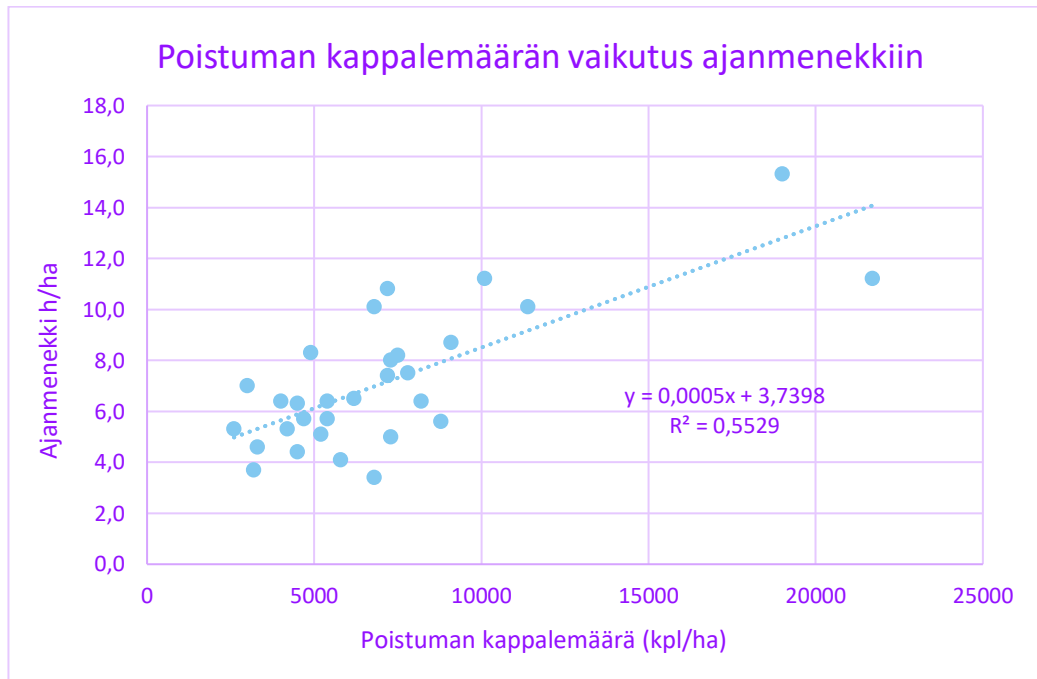
Ohessa on esitetty hajontakaavio selittävän muuttujan ollessa poistuman läpimitta senttimetreinä (kuvio 2). Kaaviossa oleva yhtälö on pisteille asetetun lineaarisen viivan yhtälö. Ajanmenekki ja poistuman läpimitta eivät korreloi keskenään. Korrelaatiokerroin 0,13 (n=30) ei ole tilastollisesti merkitsevä (korrelaatiokertoimen testi,  $p > 0,05$ ; 2-suuntainen). Koko aineiston korrelaatio jäi heikoksi yrittäjien välisien erojen vuoksi. Kun aineisto jaettiin yrittäjittäin otoksiin ja korrelaatiota tarkasteltiin, toisilla yrittäjillä korrelaatio oli negatiivinen ja toisilla positiivinen.



KUVIO 2. Hajontakaavio poistuman läpimitan vaikutus ajanmenekkiin



Selittäväksi muuttujaksi valittiin poistuman määrä hehtaarilla. Selitettävä muuttuja oli ennakkoraivauksen ajanmenekki hehtaaria kohden (h/ha). Kyseisten muuttujien havaintopisteiden avulla muodostettiin hajontakaavio (kuvio 3). Poistuman määrä (kpl/ha) ja ajanmenekki korreloivat keskenään. Korrelaatiokerroin 0,74 (n=30) on tilastollisesti merkitsevä (korrelaatiokertoimen testi,  $p < 0,001$ ; 2-suuntainen). Koko aineiston tunnusluvut on esitetty myös taulukossa 3.



KUVIO 3. Hajontakaavio poistuman kappalemäärän vaikutus ajanmenekkiin

TAULUKKO 3. Koko aineiston tunnusluvut

	Muuttujat	Korrelaatiokerroin r	Selityskerroin r <sup>2</sup>	Otoskoko n	p-arvo 2-suuntainen
Koko aineisto	Lpm ja h/ha	0,13	1,70 %	30	0,4986
	Kpl/ha ja h/ha	0,74	55,30 %	30	0,0000

## 6.2 Aineiston jakaminen otoksiin hakkuualan ominaispiirteiden mukaan

Aineisto jaettiin hakkuualan ominaispiirteiden mukaan otoksiin. Kunkin otoksen korrelaatiota ajanmenekin kanssa tarkasteltiin erikseen. Jaottelulla pyrittiin saamaan selville vaikuttaako jokin tietty hakkuualan ominaispiirre poistuman kappalemäärän ja ajanmenekin korrelaatioon.

Hakkuualan ominaispiirteitä, jonka mukaan jako tehtiin olivat: tuleva hakkuutapa eli onko tuleva hakkuu ensiharvennus, muu harvennushakkuu vai päätehakkuu. Kasvupaikkatyyppi jaottelussa kasvupaikat tuore- ja lehtomainen kangas yhdistettiin otoksen kappalemäärän tasaamiseksi ja riittävän suuren otoksen saamiseksi. Sama yhdistäminen tehtiin kuivahkolle- ja kuivalle kankaalle. Jaottelu tehtiin myös turvemaa ja kivennäismaa otoksiin sekä ojittamattomiin ja ojitettuihin hakkuualoihin.

Voimakas lineaarinen riippuvuus löydettiin, kun aineiston jakoperusteena käytettiin seuraavia: tuleva hakkuutapa muu harvennus, ojitettu, tuleva hakkuutapa ensiharvennus, kasvupaikkatyyppi kuiva tai kuivahko sekä maaperä kivennäismaa.

Kohtalainen lineaarinen riippuvuus löydettiin, kun selittävänä muuttujana oli: turvemaa, kasvupaikkatyyppi tuore ja lehtomainen kangas tai ojittamaton hakkuuala. Korrelaatiota oli hyvin heikko otoksella tuleva hakkuutapa päätehakkuu. Tällöin korrelaatiokerroin oli 0,14 otokseen ollessa kymmenen hakkuualaa (taulukko 4).

Korkein korrelaatiokerroin saatiin valitsemalla otokseen ne kohteet, joissa seuraava hakkuutapa oli muu harvennushakkuu. Tällöin korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,95. Korrelaatiokerroin 0,95 (n=5) on tilastollisesti merkitsevä (korrelaatiokertoimen testi,  $p > 0,05$ ; 2-suuntainen).

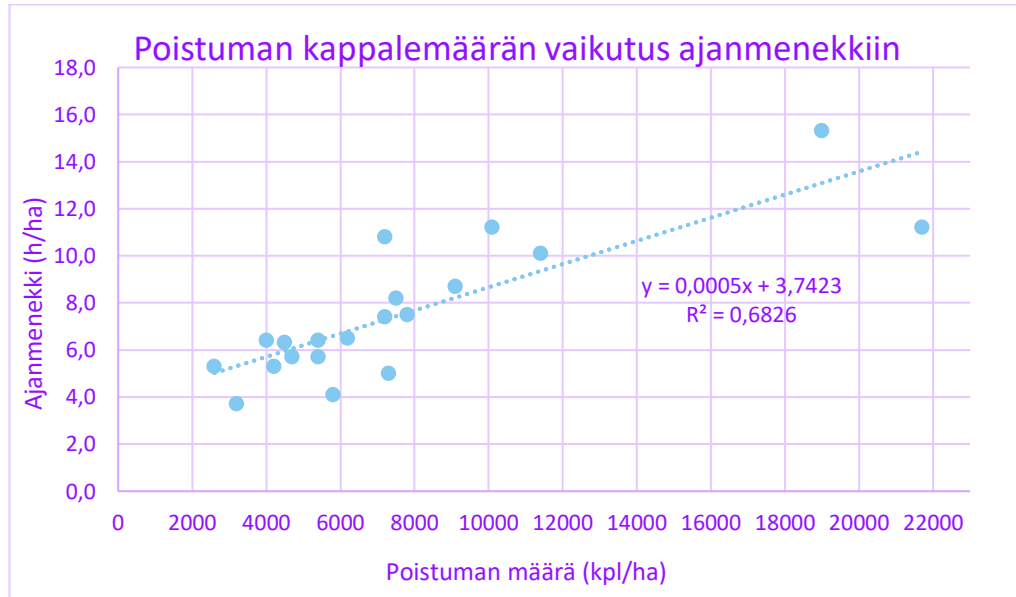
TAULUKKO 4. Aineiston jakaminen hakkuualan ominaispiirteiden mukaan

Aineiston jako peruste	Muuttujat	Korrelaatiokerroin r	Selitys-kerroin r <sup>2</sup>	Otoskoko n	p-arvo 2-suuntainen
Muu harvennushakkuu	Kpl/ha ja h/ha	0,95	90,10 %	5	0,0137
Ojitettu	Kpl/ha ja h/ha	0,87	76,20 %	16	0,0000
Ensiharvennus	Kpl/ha ja h/ha	0,81	65,60 %	15	0,0003
Kuiva ja kuivahko	Kpl/ha ja h/ha	0,79	61,80 %	23	0,0000
Kivennäismaa	Kpl/ha ja h/ha	0,76	57,10 %	19	0,0002
Turvemaa	Kpl/ha ja h/ha	0,67	45,50 %	11	0,0227
Tuore ja lehtomainen	Kpl/ha ja h/ha	0,67	45,10 %	7	0,0985
Ojittamaton	Kpl/ha ja h/ha	0,62	38,40 %	14	0,0182
Päätehakkuu	Kpl/ha ja h/ha	0,14	2,00 %	10	0,6962

Jaottelun avulla saatiin selville mitkä hakkuualan ominaispiirteet eivät vahvasta muuttujien välistä lineaarisuutta. Tärkeimpänä tuloksena löydettiin päätehakkuu aineiston huono korrelaatio ajanmenekin kanssa. Tämän tutkimuksen mukaan päätehakkuiden osalta ennakkoraivauksessa sahatun poistuman kappalemäärä ei selittänyt ajanmenekkiä aineistossa.

### 6.3 Aputaulukon muodostaminen

Tulosten perusteella muodostettiin taulukko, jossa selitetään poistuman kappalemäärän avulla ennakkoraivauksen ajanmenekkiä. Taulukko pohjautuu aineistoon, jossa oli mukana ensiharvennukset ja muut harvennushakkuut. Päätehakkuut poistettiin aineistosta huonon korrelaation vuoksi. Kyseisellä aineistolla poistuman määrä ja ajanmenekki korreloivat vahvasti keskenään. Korrelaatiokerroin 0,83 (n=20) on tilastollisesti erittäin merkitsevä (korrelaatiokertoimen testi,  $p < 0,001$ ; 2-suuntainen). Aineistosta muodostettu hajontakaavio on esitetty alla (kuvio 4) sekä tulokset koottu taulukkoon (taulukko 5).



KUVIO 4. Poistuman kappalemäärän ja ajanmenekin korrelaatio

TAULUKKO 5. Aputaulukon aineiston korrelaatio

Aineistona ensiharvennukset ja harvennushakkuut				
Muuttujat	Korrelaatio-kerroin r	Selityskerroin r <sup>2</sup>	otoskoko n	p-arvo 2-suuntainen
Kpl/ha ja h/ha	0,83	68 %	20	0,0000

Hajontapisteiden perusteella muodostetun lineaarisen suoran avulla määritettiin koordinaatit, jotka kertovat poistuman määrän tietyssä ajanmenekin kohdassa. Näiden koordinaattien avulla muodostettiin taulukko (taulukko 6). Taulukon myyntiluokat ovat Metsä Groupin ennakkoraivauksen hinnoitteluun käyttämät luokat.

Taulukon mukaan alle neljän tunnin myyntiluokassa poistuman määrä ennakkoraivatulla hakkuualalla on 500 kappaletta. Toisessa myyntiluokassa (4,1–6 h/ha) poistuman kappalemäärä hehtaarilta on 700–4500 kappaletta. Kolmannessa myyntiluokassa (6,1–8 h/ha) poistuman määrä on 4700–8500 kappaletta hehtaarilta. Neljännessä luokassa (8,1–10 h/ha) poistuman määrä hehtaarilta on 8700–12500 kappaletta. Eniten aikaa vievässä luokassa (> 10 h/ha) poistuman määrä hehtaarilta on 12700 ja siitä ylöspäin.

TAULUKKO 6. Aineiston perusteella muodostettu taulukko

Myyntiluokka h/ha	Poistuman määrä kpl/ha
< 4	500
4,1–6	700–4500
6,1–8	4700–8500
8,1–10	8700–12500
> 10	12700

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tarkasteltaessa koko aineistoa niin, että selittävänä muuttujana oli poistuman läpimitta, korrelaatio jäi heikoksi selityskertoimen ollen vain 1,7 %. Jakamalla aineisto yrittäjittäin otoksiin saatiin selville, että osalla yrittäjistä korrelaatio oli negatiivista ja osalla positiivista. Tämän vuoksi koko aineiston korrelaatio jäi heikoksi. Voidaan todeta, että poistuman läpimitta ei muodosta tarpeeksi lineaarista yhtälöä ajanmenekin kanssa, eikä sitä voida yksistään käyttää ennakkoraivauksen ajanmenekin arvioinnin apuna kyseisellä mittaustavalla.

Poistuman keskiläpimitan mittaamisessa käytettiin Metsä Groupin tämänhetkistä taimikonhoidon poistuman mittaustapaa, jossa keskiläpimitta lasketaan mittamalla koealalta toiseksi suurimman ja toiseksi pienimmän sahatun kannon läpimitta. Mittaustavan vuoksi, ennakkoraivaus kohteella keskiläpimitta ei silmämääräisesti kuvannut kohteen poistuman keskiläpimittaa. Tuloksien perusteella ennakkoraivaus kohteilla keskiläpimitan vaihteluväli oli vain 3,3 senttimetriä. Todellisuudessa alikasvoksen kokoluokka vaihteli 0,5 ja 12 senttimetrin välillä vaihteluvälin ollen 11,5 senttimetriä. On selvää, että alikasvoksen kokoluokka vaikuttaa ennakkoraivauksen ajanmenekkiin. Kyseisellä keskiläpimitan mittaustavalla väitettä ei kuitenkaan voitu todistaa. Voidaan todeta, että Metsä Groupin nykyinen taimikonhoidon poistuman keskiläpimitan mittaustapa ei näyttäisi aineiston valossa yksistään toimivan ennakkoraivauksen ajanmenekin arvioinnin apuna.

Kun selittävänä muuttujana käytettiin poistuman määrää (kpl/ha) ja selitettävänä muuttujana ajanmenekkiä (h/ha), koko aineistolla lineaarinen riippuvuus oli voimakas korrelaatiokertoimen ollen 0,74 (n=30) ja selityskertoimen 55,3 %. Korrelaatio oli myös tilastollisesti merkitsevää (korrelaatiokertoimen testi,  $p < 0,001$ ; 2-suuntainen). Lineaarista riippuvuutta saatiin parannettua jakamalla aineisto hakkuualan ominaispiirteiden mukaan. Jaottelun avulla saatiin selville, että poistuman kappalemäärä ja ajanmenekki eivät korreloi keskenään, kun tulevana hakkuutapana on päätehakkuu. Poistamalla päätehakkuut aineistosta lineaarisuutta saatiin vahvistettua. Tällöin korrelaatiokertoimeksi saatiin 0,83 (n = 20) ja selityskertoimeksi 68,3 %. Tämä kertoo voimakkaasta lineaarisesta riippuvuudesta

sekä on tilastollisesti merkitsevää (korrelaatiokertoimen testi,  $p < 0,001$ ; 2-suuntainen). Voidaan todeta, että poistuman määrällä voidaan ennustaa hyvällä tarkkuudella ennakkoraivauksen ajanmenekkiä ensiharvennuksilla sekä muilla harvennushakkuilla.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että metsurit eivät noudata täysin tämänhetkistä Metsä Groupin ennakkoraivaus ohjetta Seinäjoen hankintapiirillä. Metsä Groupin raivaussahatyöohje ohjeistaa jättämään ojan reunat raivaamatta ennakkoraivauksessa. Lähes jokaisella tämän tutkimuksen kohteella ojan reunat oli raivattu, johon poistuma osittain painottui. Tutkimuksessa koealoja ei kuitenkaan sijoitettu ojan reunoille, vaan ojan vastaan tullessa koealaa siirrettiin viisi metriä eteenpäin. Jos poistumaa olisi mitattu ojan reunoilta, poistuman määrä olisi ollut suurempi. Mikäli ennakkoraivauksessa on raivattu ojan penkat, poistuma tulisi mitata myös ojien reunoilta täsmällisemmän tuloksen saavuttamiseksi.

Aineistosta muodostettiin taulukko, jonka avulla voidaan arvioida ennakkoraivauksen ajanmenekkiä poistuman kappalemäärän perusteella (Liite 2). Poistuman läpimittaa ja poistuman määrää ei voitu yhdistää taulukon muodostamiseksi, koska poistuman läpimitta ei korreloinut ajan kanssa. Tämän vuoksi taulukko on muodostettu tämän tutkimuksen tuloksien perusteella vain poistuman määrää käyttäen. Ajanmenekkiin vaikuttaa kuitenkin myös poistuman läpimitta ja alikasvoksen pituus. Taulukkoa tulkittaessa on huomioitava, että sen muodostamisessa on käytetty vain poistuman määrää hehtaarilta ja se ei yksinään selitä ajanmenekkiä aukottomasti.

Taulukkoa käytettäessä on myös huomioitava aineiston otoskoko. Kun aineistosta poistettiin päätehakkuun ennakkoraivaukset, otoskooksi jäi 20 hakkuualaa. Taulukko on siis suuntaa antava. Otoksessa mukana olleet kohteet olivat ominaispiirteiltään alueelleen tyypillisiä hakkuualoja. Näin ollen tulokset ovat yleistettävissä samankaltaisiin metsiin kuin tutkimuksessa mitatut. Taulukon lukemat ovat myös verrattavissa vain vastaavalla poistuman mittaustavalla saatuihin lukemiin.

Mikäli ennakkoraivauksen poistumaa halutaan mitata jatkossa, poistuman mitaustapaa tulee muokata luotettavammaksi. Ennakkoraivauksen poistuman mitaustapa voisi olla esimerkiksi seuraavanlainen. Koealojen sijainti arvottaisiin hakkuualalle. Mikäli koeala osuu ojan tai muun vastaavan esteen kohdalle koealaa siirretään. Ojan reunalta poistuma kuitenkin mitattaisiin. Poistuman keskiläpimitta koealalta tulisi mitata useammasta kannosta kuin vain kahdesta. Myös alikasvoksen pituus tulisi huomioida mittauksissa.

## LÄHTEET

Castrén, L., Kauhanen, A., Kulvik, M., Kulvik-Laine, S., Lönnqvist, A., Maijanen, S., Martikainen, O., Palvalin, M., Peltonen, I., Ranta, P., Vuolle, M. & Zhang, Ye. 2013. ICT ja palvelut. Näkökulmia tuottavuuden kehittämiseen. Helsinki: Taloustieto Oy. [https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ict\\_ja\\_palvelut\\_kansilla.pdf](https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ict_ja_palvelut_kansilla.pdf)

Ennakkoraivaus. n.d. Metsä Forest. Verkojulkaisu. Luettu 14.6.2020. <https://www.metsaforest.com/fi/Metsanhoito/Pages/Ennakkoraivaus.aspx>

Euroopan kansallisten tuottavuuskeskusten liitto. 1999. Tuottavuus, innovatiivisuus, työelämän laatu ja työllisyys. Muistio. Helsinki: Työsuojelurahasto.

Hannula, M., Lönnqvist, A. 2002. Suorituskyvyn mittauksen käsitteet. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto Oy.

Karjalainen, L. 2010. Tilastotieteen perusteet. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy

Koskela, N. & Teikari, N. 2020. Operaatioesimies Metsä Group. Henkilökohtainen tiedoksianto. 23.4.2020.

Kärhä, K., Keskinen, S., Kallio, T., Liikkanen, R. & Lindroos, J. 2006. Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuun korjuuta. Metsätehon raportti 187. Metsäteho Oy. Luettu 2.4.2020. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon\\_raportti\\_187.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_187.pdf)

Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Metsäkustannus Oy.

Mattila 2006 & Alkula 1995. Teoksessa Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Metsälaki 12.12.1996/1093.

Metsästä maailmalle. n.d. Metsä Group. Pohjoisesta puusta tulevaisuuden liiketoimintaa. Luettu 6.4.2020. <https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx#>

Metsää tarvitaan kaikkialla. n.d. Metsä Group. Luettu 6.4.2020. <https://www.metsagroup.com/fi/liiketoiminta-alueet/Pages/default.aspx>

Metsäalan palkkaus 1.2.2018 – 31.1.2020. Teollisuusliitto. Koulutusaineisto. Pdf-dokumentti. <https://www.teollisuusliitto.fi/wp-content/uploads/2018/10/Mets%C3%A4alan-palkkaus-koulutusaineisto.pdf>

Metsäteho. 2002. Metsänhoito ja linnusto –metsätehon opas. Pdf-dokumentti. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Metsankasittely\\_ja\\_linnusto\\_opas.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Metsankasittely_ja_linnusto_opas.pdf)



PEFC Suomi. 2014. Suomen PEFC-standardi. PEFC-metsäsertifiointin kriteerit. Pdf-dokumentti. [http://pefc.fi/wp-content/uploads/2016/09/PEFC\\_FI\\_1002\\_2014\\_Metsaesertifiointin\\_kriteerit\\_20141027.pdf](http://pefc.fi/wp-content/uploads/2016/09/PEFC_FI_1002_2014_Metsaesertifiointin_kriteerit_20141027.pdf)

Rantala, S. (toim.) 2018. Tapion taskukirja. 26., uudistettu painos. Helsinki: Metsäkustannus Oy.

Saksa, T., Miina, J. & Uotila, K. 2016. Taimikonhoito- tavoitteet, menetelmät ja kustannukset. Metsäkustannus Oy.

Sirén, M. 2005. Metsänkasvatus ja puunkorjuu. Teoksessa Hynynen, J., Valkonen, S. & Rantala, S. (toim.) Tuottava metsänkasvatus. Metsäkustannus Oy, 148–160.

Stora Enso. n.d. Ennakkoraivaus maksaa itsensä takaisin. Verkojulkaisu. Luettu 14.6.2020. <https://www.storaensometsa.fi/ennakkoraivaus/>

Suomen FSC-yhdistys. 2010. Suomen FSC-standardi. Pdf-dokumentti. <https://fi.fsc.org/preview.suomen-fsc-standardi.a-203.pdf>

Taimikonhoito- ja raivaussahatyöt. 2018. Metsä Group. Yrityksen sisäinen ohje.

Talousmetsien ympäristöesite. n.d. Metsä Group. Yrityksen toimintatapojen esite.

Teollisuusliitto. n.d. Metsäalan Työehtosopimuksen moottori- ja raivaussahakorvaus 1.4.2020-31.1.2021. Pdf-dokumentti. <https://www.teollisuusliitto.fi/wp-content/uploads/2020/03/Metsaalan-tyovalinekorvaus-1.4.2020-alkaen.pdf>

UPM Metsä. n.d. UPM Ennakkoraivaus. Verkojulkaisu. Luettu 14.6.2020. <https://www.upmmetsa.fi/puukauppa-kanssamme/ennakkoraivaus/>

Uusi-Rauva, E. 1997. Tuottavuus – mittaa ja menesty. Helsinki: Kauppakaari Oy.

Valkonen, J., Tantt, V. & Peltola, M. 2007. Omatoimisen taimikonhoitotyön tuottavuus ja laatu. TTS tutkimuksen julkaisuja 401.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset – METSÄNHOITO. Metsäkustannus Oy.

## LIITTEET

## Liite 1. Maastomittauksien tiedon keruu lomake

Sopimusnro			Yrittäjä				
Pinta-ala							
h/ha							

Koeala nro	2. suurin lpm (cm)	2. pienin lpm (cm)	poistuma kpl/koeala	Poistuma ha	Jäänyt alikasvos kpl/koeala	Jäänyt alikasvos ha
1					0	0
2					0	0
3					0	0
4					0	0
5					0	0
6					0	0
7					0	0
8					0	0
9					0	0
10					0	0
<b>Keskiarvo</b>					<b>0</b>	<b>0</b>

**Muut kysymykset**

Ojitettu	<input type="text"/>	Pääpuuston puulaji	<input type="text"/>
Kyllä=1, Ei=2		Mä=1 Ku=2 Ko=3	

1,78m poistuma
Kerroin 1000

Kasvupaikkatyyppi

lehtomainen=1

tuore=2

kuivahko=3

kuiva=4

Tuleva hakkuutapa

Ensiharvennus=1

Muu harvennus=2

Päätihakkuu=3

## Liite 2.Taulukko ennakkoraivauksen ajanmenekin arvioimisen avuksi

Ennakkoraivauksen hinnoittelutaulukko Ensiharvennukset ja harvennushakkuut		
Myyntiluokka h/ha	Poistuman määrä kpl/ha	Hintaluokka €/ha
< 4	500	€/ha
4,1–6	700–4500	€/ha
6,1–8	4700–8500	€/ha
8,1–10	8700–12500	€/ha
> 10	12700	€/ha