

# MUSTIKKASADON PARANTAMINEN METSÄMAALLA

Agroforestry in Barents Region-hanke

Halvari Laura

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

2020

Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Laura Halvari	Vuosi	2020
<b>Ohjaaja</b>	Jussi Soppela		
<b>Toimeksiantaja</b>	Agroforestry in Barents Region –hanke		
<b>Työn nimi</b>	Mustikkasadon parantaminen metsämaalla		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	38 + 64		

---

Metsätaloudessa ei-puupohjaisten metsätuotteiden merkitys on kasvamassa, ja marjojen osuus näistä on kohtalaisen suuri. Mustikka on yksi tärkeimmistä kaupallisista marjoistamme ja sen satomäärien lisääminen on mielenkiintoinen tutkimuskohde.

Tämä opinnäytetyö toimii pohjatyönä kokonaisuudelle, jonka tavoitteena on luoda metsänomistajille ohjeistus, jonka pohjalta he voivat halutessaan käsitellä metsiään niin, että optimoivat mustikoiden kasvun. Käytännön tutkimusta on suoritettu Hirvaalla Lapin ammattikorkeakoulun opetusmetsissä. Opetusmetsään perustettiin yhteensä 25 yhden neliömetrin kokoista koealaa, joiden mustikkakasvustot käsiteltiin erilaisilla leikkauksilla tai polttamalla. Teoriapohjana on käytetty valmiita tutkimuksia mustikoiden kasvun ja metsätalouden toimien yhteydestä. Näistä haluttiin selvittää, millaisia yhtäläisyyksiä metsätalouden toimilla on mustikkasatoihin ja miten tietoa voi hyödyntää yhdessä käsittelykokeiden kanssa.

Teoriatutkimus osoitti, että metsätalouden toimilla on vaikutuksia mustikoiden kasvuun, varsinkin kun kyseessä ovat rajut maanmuokkaukset ja hakkuut. Mitkä tahansa häiriöt metsän tilassa, kuten esimerkiksi hakkuut, vaikuttavat negatiivisesti mustikan esiintyvyyteen. Toisaalta on myös esitetty arvioita, että ilmastonmuutos on suurempi uhka mustikan kasvulle, kuin mitkään nykyisin harjoitettavat metsätalouden toimenpiteet. Nyt tehtyjen mustikkakasvustojen käsittelyiden osalta tuloksia ei vielä saatu mustikan pitkän kasvuajan vuoksi.

Luonnontuotteiden nouseva arvo osoittaa, että tutkimuksessa käsitellylle tiedolle on tarvetta ja kaupallisesti hyödynnettäviä sekä käytäntöön sovellettavia ohjeituksia kaivataan jatkossa enemmän. Metsien eri käyttömuotojen osuudet kasvavat ja marjojen hyödyntäminen on tulevaisuudessa tärkeässä roolissa.

Avainsanat                      agroforestry, ei-puupohjaiset metsätuotteet, mustikka, mustikkasadot,

Degree Programme in Forestry  
Forestry Engineer

---

<b>Author</b>	Laura Halvari	Year	2020
<b>Supervisor</b>	Jussi Soppela		
<b>Commissioned by</b>	Agroforestry in Barents Region		
<b>Subject of thesis</b>	Improvement of bilberry harvest on forest land		
<b>Number of pages</b>	38 + 64		

---

Non-wood forest products are playing an increasingly important role in forestry, and berries account for a relatively large share. Bilberry is one of our most important commercial berries, and increasing its yield is an interesting subject for research.

This thesis serves as a groundwork, which aims to provide forest owners with guidance that they can use to treat their forests to optimize bilberry growth. Practical research has been carried out in the teaching forests of Lapland University of Applied Sciences in Hirvas. A total of 25 one-square-meter plots were set up and treated with various cuts and incineration. Pre-existing studies on the relationship between bilberry growth and forestry activities have been used as a theoretical basis. The aim was to find out what effects the forestry industry has to bilberry harvests and how the data can be utilized together with experiments on bilberry.

The study showed that forestry activities have an impact on the growth of blueberries, especially in the case of intense soil preparation and felling. Any disturbance in the forest state, such as logging, negatively affects the incidence of bilberry. On the other hand, estimates have also been made that climate change is a greater threat to bilberry growth than any current forestry measure. Regarding the treatments of the bilberry crops, no results have yet been obtained due to the long growth period of bilberry.

The increasing value of natural products indicates that there is a need for information handled in the study and that more commercially applicable and practical guidance is needed in the future. The share of different uses of forests is increasing and the utilization of berries will play an important role in the future.

Key words                      agroforestry, bilberry, blueberry cultivation, non-wood forest products

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	6
2 PERUSTIETOA MUSTIKOISTA JA MUSTIKKATUTKIMUKSISTA SUOMESSA.....	8
2.1 Mustikoiden lajit .....	8
2.2 Edeltävät viljelykokeet.....	10
3 METSÄTALOUS JA MUSTIKAT.....	12
3.1 Metsänkäsittelyn vaikutukset mustikkaan .....	12
3.2 Puuntuotannon ja mustikan kasvatuksen yhdistäminen .....	13
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	16
4.1 Maastotyöt .....	16
4.2 Koealojen perustaminen .....	18
4.3 Käsittelyt .....	20
4.3.1 Polttokokeet .....	21
4.3.2 15 %-leikkaukset .....	23
4.3.3 100 %-leikkaukset .....	23
4.3.4 Raitaleikkaukset .....	23
4.3.5 Kontrollikoealat.....	24
5 TULOKSET.....	25
5.1 Mittaukset ennen käsittelyitä.....	25
5.1.1 Mustikoiden korkeudet .....	25
5.1.2 Kasvustojen tiheydet .....	27
5.1.3 Valikoidut yksilöt.....	28
5.1.4 Biomassat .....	30
5.2 Käytännön kokeiden tulokset .....	30
5.3 Teoriatutkimuksen tulokset .....	33
6 POHDINTA .....	34
LÄHTEET.....	36
LIITTEET .....	39

## ALKUSANAT

Haluan kiittää yhteistyöstä, ohjauksesta ja tiedonjakamisesta Luonnonvarakeskuksen tutkijoita Rainer Peltolaa ja Outi Mannista, Lapin ammattikorkeakoulun Juho Haveri-Heikkilää, Aki Rantaa ja Petri Mujetta, opiskelijakollegoita ja työnantajia Sanna Tauriaista ja Noora Nevalaa sekä Tiedekeskus Pilkkeen tiedekeskuspäällikköä Heikki Hepoahoa töiden ja opinnäytetyön yhdistämisen sujuvuudesta. Opinnäytetyöni ei olisi onnistunut ilman heidän panostaan.

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tutkii suomalaisen metsämustikan (*Vaccinium myrtillus*) viljelemistä metsässä. Tarkoituksena on selvittää, onko mustikoiden viljely mahdollista metsämaalla ja miten mustikoiden kasvamiseen voidaan vaikuttaa erilaisilla käsittelytoimenpiteillä. Tämä tutkimus on ensivaihe laajemmasta tutkimuksesta, jolla pyritään tekemään hyvistä mustikkapaikoista vielä parempia ja parantamaan mustikkasatoa erilaisten käsittelymenetelmien avulla.

Tutkimuksen innoittajana on toiminut Yhdysvalloissa, Mainen osavaltiossa, toimiva kanadanmustikan viljely. Kanadanmustikka (Low bush blueberry, *Vaccinium angustifolium*) on kotoperäinen laji Mainessa, jonka kasvua luonnossa on alettu tehostamaan jo satoja vuosia sitten. Kasvatuksen tehostajana on käytetty erilaisia menetelmiä poltosta mustikan leikkaamiseen. (The University of Maine 2019.)

Myös metsätalouden toimien vaikutukset mustikkasatoihin ovat kiinnostuksen kohteina tutkimuksessa. Itse tutkimus rajattiin koskemaan vain mustikkaa rajallisten resurssien vuoksi.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Lapin ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen Agroforestry in Barents Region yhteistyöhanke. Luonnonvarakeskuksen tutkijat Rainer Peltola ja Outi Manninen ohjasivat työtä Luonnonvarakeskuksen osalta. Heiltä sain ajatuksen opinnäytetyöhön.

Vallitsevan marjainnostuksen vuoksi marjasatojen parantaminen on herättänyt mielenkiintoa Luonnonvarakeskuksessa. Vastaavaa tutkimusta ei ole tehty aiemmin kotoperäisellä suomalaisella mustikalla ja nyt tehdyt koealat ovat ensimmäisiä laatuaan Suomessa (Nestby, Percival, Martinussen, Opstad, N. & Rohloff 2010, 3). Tässä opinnäytetyössä ei saatu konkreettisia tuloksia selville, sillä mustikan kiertoaika on sen verran pitkä. Huolellisella pohjatyöllä ja koealojen perustamisella luotiin hyvä pohja tulevia mittauksia ja tutkimuksen jatkoa ajatellen.

Opinnäytetyön maastotyöt toteutettiin vuoden 2019 keväällä ja kesällä Rovaniemellä, Hirvaalla. Tutkimusta varten tehtiin 25 yhden neliömetrin kokoista koealaa,

joita käsiteltiin eri tavoin leikkaamalla tai polttamalla. Käsittelyiden jälkeen suoritettiin mustikkakasvustojen mittauksia ja laskentoja.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten mustikkasatoa voidaan parantaa jo hyvin satoa tuottavilla mustikkamailla. Näiden kokeiden perusteella voidaan päätellä, voiko mustikkaa kasvattaa kaupallisessa mielessä kannattavasti metsässä ja miten mustikan kasvua voidaan edistää. Lisäksi teorialtutkimuksen tavoitteena on selvittää metsänkäsittelyratkaisujen vaikutuksia mustikkasatoihin. Tärkeimpänä tavoitteena on saada metsänomistajille toimenpidesuosituksia mustikan kasvun parantamiseksi omassa metsässä.

Opinnäytetyöllä luodaan perusta tuleville tutkimuksille ja haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitkä metsätalouden toimet vaikuttavat suoraan mustikan kasvuun?
2. Vaikuttavatko käsittelyratkaisut nopealla aikataululla mustikoiden kehittymiseen?

Tulevalle tutkijalle esitän ehdotuksia jatkotutkimuksen kysymyksien aiheiksi, sillä niihin ei saada vielä vastauksia tämän opinnäytetyöprosessin aikana. Kuitenkin tämä työ on merkittävä, sillä vastaavanlaista ei ole aiemmin tehty.

## 2 PERUSTIETOA MUSTIKOISTA JA MUSTIKKATUTKIMUKSISTA SUOMESSA

### 2.1 Mustikoiden lajit

Suomessa kasvavaa mustikkaa (*Vaccinium myrtillus*) nimitetään myös Euroopan mustikaksi (Nestby ym. 2010, 1). Vastaavasti low-bush-pensasmustikkaa (*Vaccinium angustifolium*) kutsutaan suomessa kanadanmustikaksi (Peltola 2016). Molempia kutsutaan yleisnimellä mustikka. Selkeyden vuoksi käytetään tässä tekstissä nimeä 'mustikka' tai 'metsämustikka' *Vaccinium myrtilluksesta* ja 'kanadanmustikka' *Vaccinium angustifoliumista*. Alla olevassa kuvassa kanadanmustikka, jonka marjomistapa eroaa metsämustikasta selkeästi.



Kuvio 1. Kanadanmustikan eli *Vaccinium angustifoliumin* marjat kasvin yläosassa terttuina (Bangor Daily News 2019)

Suomessa kasvaa luonnonvaraisena mustikoista aiemmin mainittua *V. myrtillus* (Salo 2015, 121), mutta puutarhoissa kasvatetaan eri lajikkeita olevia pensasmustikoita (Biolan 2020). Osa näistä pensasmustikkalajikkeista on kanadanmustikkoja tai siitä risteytettyjä lajikkeita (Kotimaiset Kasvikset ry 2020). Eroja näillä pensasmustikoilla ja metsämustikalla on, vaikka molemmat samaa nimeä kantavatkin (Kuvio 1 ja 2).

Metsämustikka on Suomen metsien valtavarpu. Runsaimmin mustikkaa esiintyy eteläisessä Suomessa tuoreilla kankailla ja pohjoisessa Suomessa kuivahkoilla, ja kuivilla kankailla. Kasvin korkeus vaihtelee 10 – 40 senttimetrin välillä ja se



puodottaa vihreät lehtensä talvella, tosin vihreä varsi pystyy yhteyttämään myös ilman lehtiä. Uudet lehdet puhkeavat toukokuussa ja heti tämän jälkeen alkaa mustikan kukinta. Kukat ovat erittäin arkoja hallalle ja, jos samalle ajalle sattuu vielä tuulta ja sadetta, saattaa pölytys epäonnistua helposti. Auringon paahde on tuhoisaa herkille mustikan lehdille. (Salo 2015, 121 – 122.)



Kuvio 2. Metsämustikan eli *Vaccinium myrtillus* marjat kasvin yläosassa yksittäisinä (Arktiset Aromit ry 2020)

Mustikan kasvutapa on sympodiaalinen, eli haarajatkoisen haarautuminen, ja maavarrellinen. Samasta juuresta kasvavat mustikkakloonit voivat vallata jopa useita neliömetrejä kasvualueekseen. Juurakot voivat elää vuosikymmeniä, jopa 34 vuotta, mutta näin vanhat juurakot tuottavat harvemmin uusia juuria tai kasvustoja. Kukat kasvavat mustikassa yksittäisinä saman vuotisen kasvun lehtihankoihin. (Nestby ym. 2010, 4 – 6.) Pölytys tapahtuu aikaisin keväällä ja yksi tärkeimmistä pölyttäjästä on mehiläinen. Aikaisen kukintansa ja alkukevään vaihtelevien sääolosuhteiden vuoksi mustikan pölytys epäonnistuu helposti. (Peltola 2020.)



Kuvio 3. Metsämustikka vasemmalla ja pensasmustikka oikealla (Luonnonvarakeskus 2020)

Kanadanmustikka on englanninkielisen nimensä mukaisesti pensasmustikka, joka kasvaa 15 – 60 senttimetriä korkeaksi kasviksi (ScienceDirect 2020). Selvimät erot kotimaiseen mustikkaan ovat pensasmainen kasvutapa, kukkien ja marjojen muodostuminen ryhmittäisenä ja itse marjojen koostumus. Kanadanmustikan marjat ovat suurempia ja niiden hedelmäliha on vaaleaa (Kuvio 3). Ravintoainekoostumukseltaan kanadanmustikka häviää metsämustikalle. Marjojen kaupallisen hyödyntämisen ja viljelyn kannalta kanadanmustikka pärjää paremmin, kuin metsämustikka. Kanadanmustikan marjoja voidaan kerätä koneellisesti ja säilöä pitempiä aikoja kuin metsämustikan. Kanadanmustikka kestää paljon paremmin käsittelyä, joten sitä on helppo kasvattaa puoliviljeltynä. (Nestby ym. 2010, 4 – 8.)

## 2.2 Edeltävät viljelykokeet

Tätä opinnäytetyötä vastaavaa tutkimusta ei ole tehty aiemmin Suomessa. Tietoperustaksi kartoitettiin Mainen yliopiston kanadanmustikan viljelyn tuloksia, suomalaisen mustikan tutkimuksia ja mahdollisia metsätalouden tutkimuksia, joissa on huomioitu mustikan kasvu metsänkäsittelyratkaisuja valittaessa. Suomessa on laskettu jo vuosia valtakunnallisesti marjasatoennusteita Luonnonvarakeskuksen johdolla. Koealaverkostoon on kuulunut viime vuosina noin 150 tutkimusmetsää ja -suota, joista kartoitetaan marjojen kasvua, kukintaa, raakileita ja kypsiä marjoja. Näistä satoennusteista tehdään kirjallisia tiedotteita helpottamaan marjastajien työtä. (Salo 2015, 128.) Alla olevassa kuviossa neljä on esiteltynä satomäärien vaihteluja mustikalla ja puolukalla.



Kuvio 4. Valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot kiloa hehtaarilla vuosina 1997-2013 (Salo 2015, 128)

Kanadanmustikan viljelykokeet toimivat pohjana opinnäytetyön tutkimukselle. Mainessa on viljelty kanadanmustikkaa jo satoja vuosia luonnollisissa olosuhteissa. Mustikkakasvustoja leikataan tai poltetaan muutaman vuoden välein sadon parantamiseksi ja uusien kasvustojen aikaansaamiseksi. Polttaminen on koettu turhan kalliiksi ja aikaa vieväksi toimeksi, joten tilalle on kehitelty uudenlaisia leikkuusystemejä, jotka eivät vahingoita maata niin paljoa. Toisaalta poltoista on havaittu olevan hyötyä tuholaistorjunnassa. (The University of Maine 2019.)

### 3 METSÄTALOUS JA MUSTIKAT

#### 3.1 Metsänkäsittelyn vaikutukset mustikkaan

Mustikka on hyvin yleinen metsämaiden laji varsinkin havupuumetsiköissä. Tosin mustikkaa kasvaa monentyypisillä ja eri ravinteisuustasojen metsä- ja suoaloilla (Miina, Hotanen & Salo 2009, 578). Kuitenkin mustikkaa esiintyy eniten mäntyvaltaisissa metsiköissä. Marjasadot ovat myös suurimmat vanhoissa, mäntyvaltaisissa metsissä. Lehtipuumetsiköissä ja kuusikoissakin mustikkaa esiintyy, mutta yleensä vähemmän. Varsinkin lehtipuumetsiköissä tämä johtuu maaperän ravinteisuudesta ja muiden aluskasvien kilpailusta. Puulajisuhteet vaikuttavat hyvin paljon myös metsän valo-olosuhteisiin, mikä taas vaikuttaa mustikan kasvuun. Mustikka viihtyy parhaiten puolivarjoisissa paikoissa. Metsän ravinnetasotkaan eivät pelkästään vaikuta mustikan kasvuun, sillä pohjoisessa Suomessa mustikka viihtyy karummilla seuduilla, kuin eteläisessä Suomessa. Metsitetyillä pelloilla mustikka ei kasva hyvin, luultavasti kovan kilpailun ja ravinteisuuden vuoksi. (Miina ym. 2009, 588.)

Metsätalouden vaikutuksista marjasatoihin tiedetään vain vähän, vaikka iso osa metsämaasta on metsätalouden käytössä kasvavan puunkypsyntien takia (Granath & Strengbom 2017, 119 – 120). Ruotsissa tehtyjen tutkimusten mukaan erityisesti typpilannoitus vähentää mustikkasatoja ja lisää mustikan tautiriskiä merkittävästi. Typpilannoitus vaikutti myös puiden latvustojen kokoon, joka taas vaikuttaa mustikan valo-olosuhteisiin. Marjatuotanto heikkenee merkittävästi, jos latvuston peittävyys on yli 60 prosenttia. Samaisessa tutkimuksessa havaittiin, että puuston harvennuksella on positiivinen vaikutus mustikkasatoihin. (Granath & Strengbom 2017, 120 – 125).

Juurehtivan, maavarrellisen kasvunsa vuoksi mustikka ei kestä maanmuokkauksista ja kärsii avohakkuista paljon. Tämän takia mustikkaa esiintyy vain vähän avohakkuilla, taimikoissa ja tiheissä nuorissa metsissä. (Miina ym. 2009, 588 – 589.) Suurin osa mustikan biomassasta sijaitsee juurissa ja näin ollen kasvi ei kestä maanmuokkauksen aiheuttamia vaurioita. Avohakkuiden muita mukanaan tuomia ilmiöitä ovat valoisuuden lisääntyminen ja vesitalouden muutokset. Mustikka ei kestä kovinkaan hyvin paahdetta tai kuivuutta, jotka vähentävät mustikan

peittävyttä ja marjasatoja. Toisaalta avohakkuualoilta on kokemusten mukaan saatu hyviä marjasatoja, joka voi olla viite esimerkiksi hyvin onnistuneesta pölytyksestä. Pölytyksen onnistuminen on hyvin tärkeä osa marjojen kehittymistä. (Peltola 2020.) Tutkimusten mukaan mustikan peittävyys on vähentynyt kivennäismailla huomattavasti 1950-luvulla alkaneiden intensiivisten metsätalouden toimenpiteiden vuoksi (Miina ym. 2009, 578). Kasvustojen uusiutuminen on hidasta, jonka vuoksi taimikoissa on vain vähäinen mustikan peittävyys (Peltola 2020). Istutetuissa ja kylvetyissä metsiköissä mustikan peittävyys on vähäisempi kuin luontaisesti uudistetuissa metsiköissä (Miina ym. 2009, 583).

Mustikan peittävyteen vaikuttaa myös puuston tiheys. Kasvustojen ja peittävyden kannalta on edullisempaa, jos puiden tilavuus koostuu harvasta ja järeästä puusta, kuin saman tilavuuden vievistä useista hoikemmista rungoista. Tutkijat Eldegard, Scholten, Stokland, Granhus ja Lie mukaan hyvä nyrkkisääntö mustikkaa suosivien metsänomistajien hoitotoimenpiteiden puuston tiheydelle on 30 neliometriä hehtaarilla. Toisaalta, jos metsä on alle 80-vuotiasta tai kuusi- tai lehtipuuvaltaista, on optimaalinen tiheys 20 neliometriä hehtaarilla. Pelkkää mäntyä kasvatettaessa optimaalinen tiheys voidaan kasvattaa 40 neliometriin hehtaarilla. (Eldegard, Scholten, Stokland, Granhus & Lie 2018, 588 – 589.)

Mitkä tahansa häiriöt metsän tilassa, esimerkiksi hakkuut, vaikuttavat negatiivisesti mustikan esiintyvyyteen. Kun puusto alkaa jälleen kasvaa hakkuiden jälkeen, mustikkakasvustotkin uusiutuvat, mutta hakkuita edeltävän mustikoiden peittävyystason uudelleen syntymiseen voi mennä jopa 60 – 80 vuotta. Toisaalta on esitetty myös teorioita, että mustikan peittävyys alkaisi vähentyä metsikön ollessa satoja vuosia vanha, mutta viitteitä tällaisesta ei tutkimuksissa ole löytynyt. (Eldegard ym. 2018, 587 – 588.) On myös esitetty arvioita, että ilmastonmuutos on suurempi uhka mustikan kasvulle, kuin mitkään nykyisin harjoitettavat metsätalouden toimenpiteet (Peltola 2020).

### 3.2 Puuntuotannon ja mustikan kasvatuksen yhdistäminen

Mustikan kasvatuksen ja metsän puuntuotannon yhteensovittamisesta on tehty joitain mallintamiseen perustuvia tutkimuksia, mutta marjantuotannon ja puuntuotannon kannattavuuden maksimoimisesta ei ole tehty käytännön kokeita (Miina,

Pukkala & Kurttila 2016, 781). Useissa näissä tutkimuksissa on myös huomioitu jatkuvan kasvatuksen periaatteet, mutta varsinaisia kokeiluja ei ole vielä aiheesta tehty (Peltola 2020).

Aihe on mielenkiintoinen, sillä ei-puupohjaisten metsätuotteiden ja palveluiden arvo kasvaa jatkuvasti. Mustikan arvo niin kaupallisesti, kuin monimuotoisuudenkin kannalta, on merkittävä. Agroforestry on metsätalouden muoto, jossa tuotannollisesti tärkeää raaka-ainetta kasvatetaan yhdessä puiden kanssa, esimerkiksi puiden ja sienten kasvatus yhdessä. (Miina, Pukkala, Hotanen & Salo 2010, 2065.) Jotkut määrittelevät agroforestryn peltometsäviljelyksi (Koivula 2012) tai lyhytkiertoviljelyksi (Sanastokeskus TSK ry 2020), mutta mielestäni kumpikaan näistä ei kuvaa kovinkaan hyvin sanan tarkoitusta tässä mustikoiden yhteydessä. Vakiintunutta suomenkielistä termiä ei myöskään ole. Mustikoiden kasvatus voidaan ottaa yhdeksi osatekijäksi agroforestryyn ja metsänkäsittelyratkaisujen valinnalla voidaan vaikuttaa hyvinkin paljon mustikan satoisuuteen (Miina ym. 2010, 2065).

Kuten aiemmin jo mainittu, mustikka kasvaa parhaiten vanhemmissa havupuumetsiköissä, joissa latvuston peittävyys on kohtalainen, vaihdellen 10 – 50 prosentin välillä. Optimaalisinta metsätalouden ja mustikan kasvatuksen menetelmää ei ole vielä saatu selville. Aiheesta on tehty simuloiteja ja Miina, Pukkala, Hotanen ja Salon mukaan mustikan hinta vaikuttaa mustikkaa suosivan metsätalouden harjoittamiseen. Korkeampi mustikan hinta vaikutti mäntymetsikön kiertoikään ja harvennusten määriin, jolloin mustikkasadoista ja puista saatiin korkeampi tuotto. Oli siis kannattavaa antaa metsikön kasvaa pidempään ja tehdä useampia harvennuksia, jolloin mustikoista sai paremman sadon. Toisaalta näissä simuloinneissa ei oteta huomioon sitä, että Suomessa saa jokamiehenoikeudella poimia kuka tahansa marjoja melkein mistä vain, joten metsänomistaja ei aina itse saa tuottoa metsänsä marjoista. (Miina ym. 2010, 2069.)

Varsinkin tuoreiden kankaiden metsiköille on edullista, että kuusia poistetaan latvuspeittävyuden vähentämiseksi mustikan hyväksi. Kiertoikää tulisi pidentää 10 – 20 vuotta, sillä mustikkasadot ovat suurimmat vanhemmissa metsissä. (Miina ym. 2010, 2070.) Jos marjojen rahallista arvoa aletaan pitämään merkitykselli-

sempänä metsätaloudessa, voidaan päästä jopa kaksinkertaiseen tuotto-odotukseen maa-alueilla, joissa mustikkasato on hyvä. Ei ole siis ollenkaan yhdentekevää, mitä valintoja metsänkäsittelyssään metsänomistaja tekee, jos aikoo saada parhaan mahdollisen tuoton myös marjoista. Pidemmät kiertoajat, mäntyjen suosiminen sekametsiköissä ja harvennukset ovat suosiollisia mustikalle. Jos marjojen arvo ja kaupallinen käyttöaste vielä tulevaisuudessa kasvaa merkittävästi, on metsänomistajallekin järkevää suunnata katseensa metsän ja mustikan kasvatuksen yhdistämiseen. (Miina ym. 2016, 781, 790 – 793.)

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

### 4.1 Maastotyöt

Rainer Peltola ja Outi Manninen laativat tutkimuksen kokeita varten suunnitelman, jonka avulla maastotyöt suunniteltiin. Ennakkovalinta tehtiin sopivien tutkimuskohteiden löytämiseksi Lapin ammattikorkeakoulun opettajan Markus Korhosen avustuksella. Sopivien kohteiden kartoittamiseen käytettiin ForestKit-ohjelmaa ja aiempia metsäsuunnitelmia. Näiden avulla haarukoitiin kuusi mahdollista kohdetta, jotka soveltuisivat koealojen sijoittamiseen. Alkukarsintaa tehtiin metsätyypin, kasvupaikkatyypin, puulajin ja kehitysluokan mukaan. Karsinnassa otettiin huomioon metsiköt, joissa oli 03 – 04 kehitysluokkaa olevaa kuusi- tai mäntyvaltaista puustoa, ja kostea kasvupaikka. Valinnassa suosittiin puulajina kuusta. Kaikki alkukartoituksen kohteet sijaitsivat Hirvaalla Lapin ammattikorkeakoulun opetusmetsässä.

Sopivat kohteet tarkastettiin vielä maastokäynnein, jolloin päästiin tutkimaan mustikkakasvuston peittävyyttä. Maastokäynneillä arvioitiin sekä silmämääräisesti että mittaamalla mustikkakasvustojen soveltuvuutta ja kuvioiden riittävää kokoa koealojen perustamista ajatellen. Parhaimmaksi paikaksi todettiin Kuusikoselän alue (Kuvio 5) runsaan mustikkakasvustonsa ja Juho Haveri-Heikkilän tiedon avulla. Hän oli käynyt aiempina vuosina tarkastamassa aluetta ja kerännyt sieltä mustikoita hyvin tuloksin, joten saimme hänen kokemuksensa kautta tarkkaa tietoa paikan mustikkasadoista edellisiltä vuosilta. (Haveri-Heikkilä 2019.)

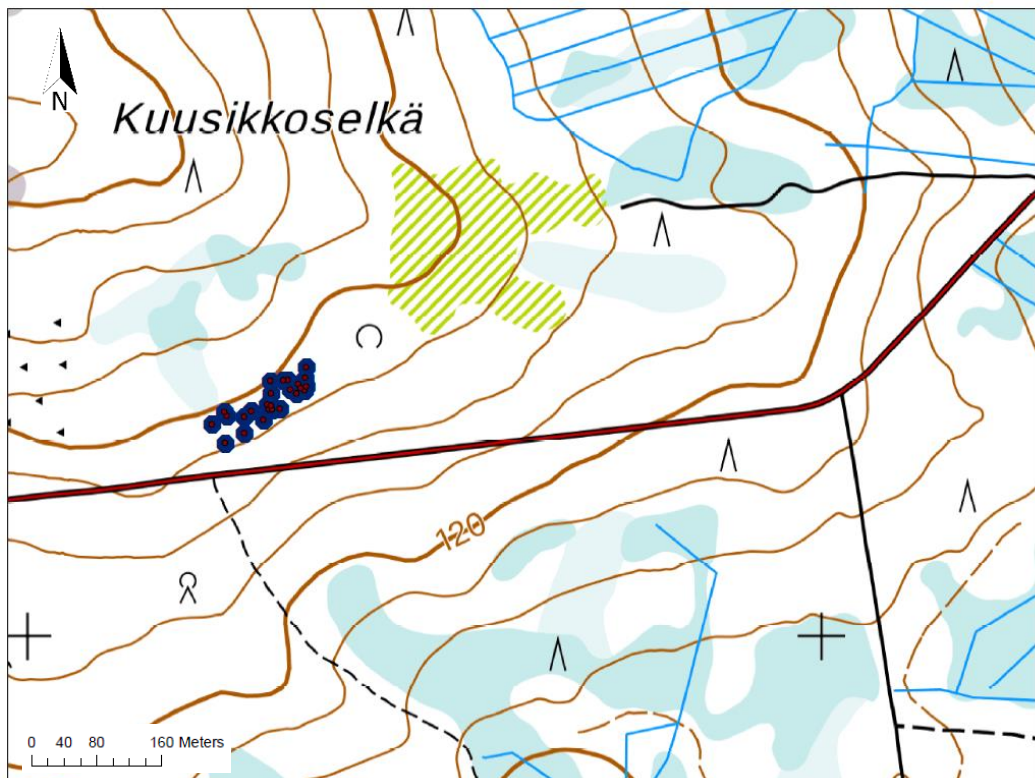
Paikan valinnassa painoi myös se, että koealojen sijoittaminen oli mahdollista yhden kuvion sisälle, eikä näin tarvitsisi tehdä uutta kuviointia metsäsuunnitelmaa ajatellen. Myös liikkuminen koealoille on jouhevampaa, jos ne sijoitetaan yhdelle kuviolle. Koealojen paikkojen valinnan jälkeen pyydettiin valitulle kuviolle numero 46 viiden vuoden toimenpidekielto Metsähallitukselta, joka hallinnoi alueita. Koealat merkittiin maastoon puisin nurkkapaaluin (Kuvio 5) ja sinisellä kuitunauhalla läheisiin puihin.





Kuvio 5. Koealojen merkkejä maastossa (Kuva: Noora Nevala)

Koealoista otettiin koordinaattitiedot ja niistä tehtiin kartta (Kuvio 6). Koordinaattitiedot löytyvät liitteenä olevasta taulukosta (Liite 3).



Kuvio 6. Koealojen sijainti kartalla

Koealojen perustamista varten hankittiin erilaisia tarpeita ja kehiteltiin uusia työvälineitä, joiden avulla työstä saataisiin sujuvampaa. Leikkaamista varten valikoitiin työkaluiksi Fiskarsin keittiösaksia ja Stihlin raivaussaha siimaleikkuripäällä. Polttokokeita varten hankittiin pieni kaasupoltin ja suomalaista, jyräjille tarkoitettua heinää. Näitä kaikkia testattiin kokeisiin valikoidulla metsikkökuviolla ennen varsinaiseen työhön ryhtymistä. Mittauksia varten tehtiin paksuista muovipilleistä mittatikut, joiden avulla saatiin leikattua tietyn verran kasvustoa laajalta alueelta.

Jotta kokeista saataisiin luotettavia tuloksia, päätimme myös useista tutkimusmenetelmien vaihtoehdoista sopivimmat, joita noudatettiin jokaisella koealalla. Näitä olivat lähinnä tavat, miten mittasimme tiettyjä mittoja, esimerkiksi mistä kohtaa lähdimme mittaamaan mustikkakasvien pituuksia.

#### 4.2 Koealojen perustaminen

Tutkimus toteutettiin Lapin ammattikorkeakoulun hallinnassa olevissa metsissä Hirvaalla yhdessä Luonnonvarakeskuksen tutkijan, Outi Mannisen, kanssa. Tutkimusmenetelmä oli empiirinen. Koealat perustettiin ennakkoon valitulle metsäkuviolle ja ne merkittiin maastoon nurkkapaaluin, sinisellä kuitunauhalla, maahan sijoitettavilla metallipulteilla ja GPS-järjestelmään ETRS TM 35FIN- ja WGS84-koordinaatein.

Ensin perustettiin yhteensä 25 koeruutua, jotka sijoitettiin yhtenäiselle alueelle siten, että jokaisen koeruudun välissä oli vähintään viiden metrin matka. Koealat olivat yhden neliömetrin kokoisia, jotka sijoitettiin neljän neliömetrin kokaisen ruudun sisäpuolelle. Käsittelyt tehtiin siis koko tälle neljälle neliömetrin alalle, mutta mittaukset suoritettiin vain isomman ruudun sisällä olevasta yhden neliömetrin kokoisesta koealasta. Näin vältettiin kokeiden häiriintyminen reunavaikutuksen vuoksi.

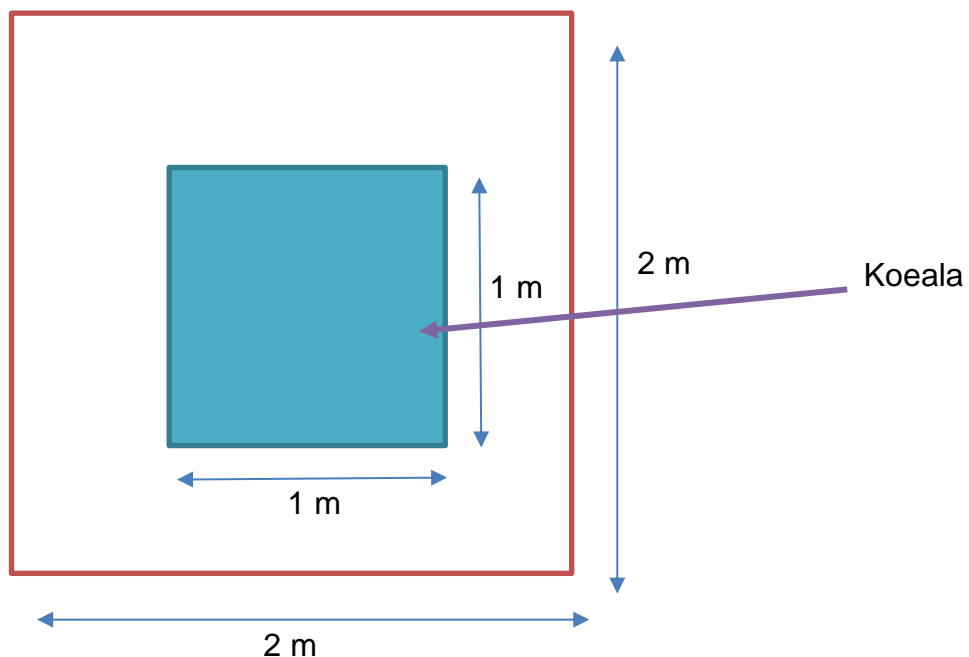
Koealueiden perustamisen ja merkitsemisen jälkeen arvottiin jokaiselle ruudulle käsittely. Jokaista käsittelyä tehtiin viisi ruutua, jotka nimettiin juoksevilla numeroinnilla 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2A, 2B...5E. Numero tarkoitti käsittelyä ja kirjain sarjanumeroa. Käsittelyt merkattiin koealojen nurkkapylväisiin valkoiselle pohjamaalilla vedenkestävällä tussilla, esimerkiksi RAITA 2A. Jos koeruudulle sattui isoja puita aivan yläpuolelle ja arvonnassa kulutus, vaihdettiin käsittelyä toiseksi

turvallisuussyistä, kuitenkin niin, etteivät arvonta ja koeasettelu häiriintyneet liikaa vaihdosta.

Kokeiluja tehtiin viisi erilaista seuraavanlaisesti:

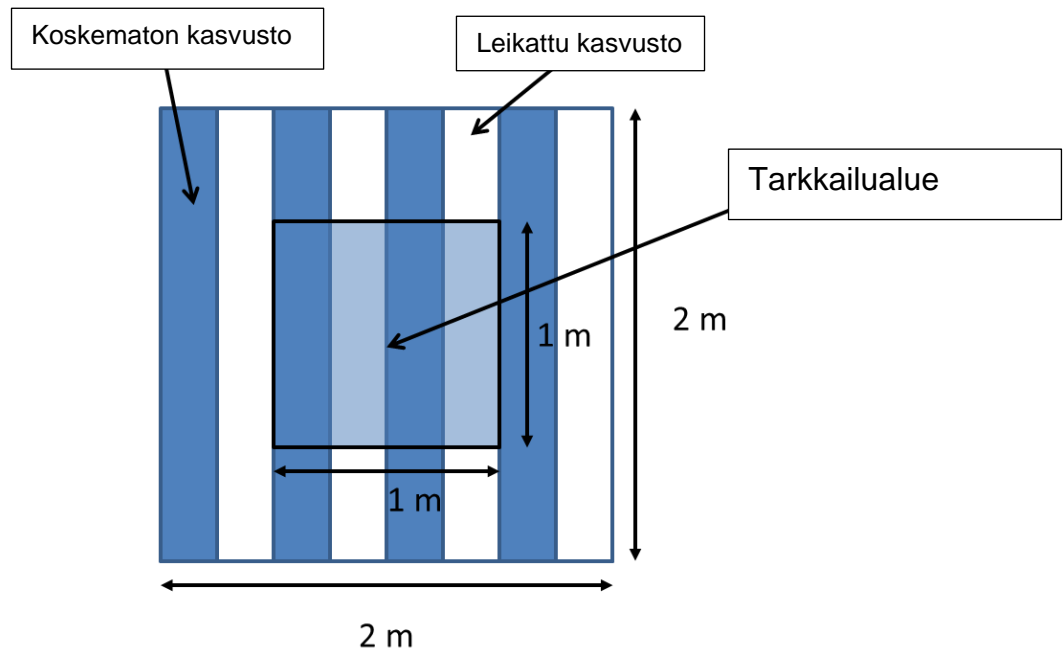
1. Kontrollikoeala, jolle ei tehty mitään käsittelyä.
2. 15 %-Leikkaus. Leikattiin 15 prosenttia kasvuston maanpäällisistä osista, eli kasvien kärjet poistettiin.
3. 100 %-leikkaus. Leikattiin 100 prosenttia kasvuston maanpäällisistä osista.
4. Raita. Leikattiin 100 prosenttia kasvuston maanpäällisistä osista 25 senttimetriä leveinä raitoina koealan ylitse.
5. Poltto. Leikattiin 100 prosenttia kasvuston maanpäällisistä osista, sekoitettiin varvut kuiviin olkiin ja kulotettiin.

Kuviossa 7 esiteltynä pohja, jonka mukaan jokainen koealat tehtiin. Punainen viiva merkkää koeruudun reunaa ja sininen neliö sen sisällä olevaa koealaa



Kuvio 7. Koealajärjestely, joka tehtiin jokaiselle koealalle.

Kuvio 8 havainnollistaa raitaleikkauksen toteutuksen. Siniset viivat merkitsevät kasvustoa, jolle ei tehty mitään. Jokainen raita on 25 senttimetriä leveä.



Kuvio 8. Koealajärjestelyt osittain leikatuille kuvioille

Aloitimme koealojen perustamisen ja käsittelyt toukokuussa 2019. Koealat ja käsittelyt oli tehtävä heti, kun lumet lähtivät ja ennen, kuin mustikan silmut aukesivat. Laskennoissa oli huomioitava, että ainoastaan ruudun sisäpuolella juurehtiivat kasvit valittiin mukaan. Lisäksi oli huomioitava, että mustikkayksilöiksi laskettiin jokainen kasvuston puutuneesta osasta lähtevä vihreä verso. Näin ollen samasta juuresta saattoi lähteä useampi eri mustikkayksilö.

Koealojen sijainnissa huomioitavaa oli, että osa koealoista oli varsinkin keväisin veden vaivaamia alueita. Tämä vaikuttaa ainakin koeala 2E:n mustikoihin.

#### 4.3 Käsittelyt

Koeruutujen perustamisen jälkeen teimme testipolttoja koeruutujen läheisille alueille. Testasimme, kuinka kauan biomassan piti kuivaa ja kuinka paljon siihen piti lisätä kuivaa heinää, jotta polttotulos olisi optimaalinen. Myös sytytystapojen kokeileminen oli tarpeen, sillä emme tienneet, kuinka tehokas sytytin oli. Emme halunneet korventaa maata ja kasvustoa kaasuliekillä, vaan antaa sen palaa itsenäisesti. Kokeilujen tuloksena huomasimme, että koeruudun biomassaa kannattaa leikata edellisenä päivänä ja antaa kuivua yön yli. Sen jälkeen biomassaan sekoitettiin kaksi kiloa kuivaa heinää, joka levitettiin tasaisesti koeruudulle.

Koeruutujen käsittelyt aloitettiin suorittamalla ensin polttokokeet, sillä säät vaikuttivat suuresti polttojen onnistumiseen ja kokeiden aloitushetkellä säät olivat suosiollisia. Tutkimuksen käsittelyitä oli tekemässä yhteensä viisi henkilöä, joten pystyimme suorittamaan käsittelyitä yhtä aikaa useille koeruuduille. Polttokokeita seurasi erilaiset leikkaukset.

#### 4.3.1 Polttokokeet

Poltot aloitettiin leikkaamalla kaikki biomassa koeruudulta. Biomassa jätettiin kuivumaan ruudulle noin 12 tunnin ajaksi, jonka jälkeen se sekoitettiin kuivaan heinäen ja levitettiin tasaisesti ruudun alueelle (Kuvio 9).



Kuvio 9. Polttokokeen lähtötilanne (Kuva: Noora Nevala)

Paloturvallisuudesta huolehdittiin kastelemalla kulotettavan alueen reunat ennen tulen sytyttämistä. Tasoituksen jälkeen ruudulle laitettiin neljä metallista viivainta (kuvio 10), joiden avulla mitattiin palon intensiteettiä (taulukko 1).



Kuvio 10. Polttokokeiden intensiteetin mittaaminen metallisilla viivaimilla (Kuva: Noora Nevala)

Polttoa toteutettiin sytyttämällä palo useasta kohdasta kaasusytyttimen avulla. Tarkoituksena oli saada kaasusytyttimellä vain palon alku aikaan, ei polttaa biomassaa. Palon eteneminen pysäytettiin vedellä, jos se oli tarpeen. Polton jälkeen paloalue kasteltiin hyvin ja vartioitiin muutaman tunnin ajan mahdollisten metsäpalojen minimoimiseksi.

Taulukko 1: Polttokokeiden intensiteetti ja palo-aika

5A	
Aloitus	9:24
Lopetus	9:48
Palo-aika	0:24
Polton intensiteetti mm	
1	20
2	60
3	40
4	10

5B	
Aloitus	9:30
Lopetus	9:55
Palo-aika	0:25
Polton intensiteetti mm	
1	30
2	40
3	25
4	30

5C	
Aloitus	9:51
Lopetus	10:16
Palo-aika	0:25
Polton intensiteetti mm	
1	50
2	5
3	0
4	5

5D	
Aloitus	9:58
Lopetus	10:18
Palo-aika	0:20
Polton intensiteetti mm	
1	70
2	70
3	10
4	20

5E	
Aloitus	10:36
Lopetus	10:47
Palo-aika	0:11
Polton intensiteetti mm	
1	20
2	20
3	0
4	15

#### 4.3.2 15 %-leikkaukset

Polttokokeiden jälkeen pääsimme leikkaustoimiin. Työn helpottamiseksi 15 %-leikkauksien avuksi tehtiin jokaiselle käsittelyä vaativalle koeruudulle omat mittatikut, joiden avulla saatiin leikattua täsmällisesti kasvusto oikean mittaiseksi. Näiltä viideltä raitaleikattavalta koeruudulta mitattiin keskimääräinen pituus ja laskettiin niistä keskiarvo, josta vähennettiin 15 prosenttia pituudesta. Tämä mitta merkattiin tikkuun, jonka avulla saatiin leikattua oikea mitta kasvustoon. Leikkaukset suoritettiin tavallisilla Fiskarsin keittiösaksilla.

#### 4.3.3 100 %-leikkaukset

Sen sijaan 100 %-leikkaukset suoritettiin raivaussahalla, johon oli vaihdettu siimaleikkurin pää. Siimaleikkurilla leikattiin koeruutujen kasvillisuus aivan maan tasalle. Koeruudut aidattiin kuitunauhalla nurkkapylväiden väliltä, jotta nähtiin tarkasti, miltä alueelta kasvusto tuli leikata. Leikattu biomassa jätettiin ruuduille. Kesän edetessä tarkkailimme jokaisen ruudun kasvuston kehittymistä (Kuvio 11).



Kuvio 11. Pari kuukautta 100 %-leikkauksen jälkeen koelohjelmassa kasvusta nousseita uusia kasveja (Kuva: Noora Nevala)

#### 4.3.4 Raitaleikkaukset

Raitaleikkauksia varten valikoidut koeruudut jaettiin 25 senttimetrin levyisiin raitoihin kuminauhojen avulla. Leikkauksessa oli tarkkaa, että ainoastaan mustikat,

jotka juurehtivat käsiteltävällä alueella, leikataan. Leikattavan raidan sisäpuolella olevat mustikat napsittiin poikki keittiösaksilla. Koeruudun sisällä olevalle koealalle jäi siis kaksi 25 senttimetrin levyistä leikkaamatonta raitaa ja kaksi 25 senttimetrin levyistä leikattua raitaa (Kuvio 12).



Kuvio 12. Raitaleikkaus (Kuva: Noora Nevala)

#### 4.3.5 Kontrollikoealat

Kontrollikoealoille ei tehty mitään käsittelyitä. Ainoat toimenpiteet näille ruuduille olivat mustikkakoeyksilöiden valinta ja niiden mittaukset, peittävyden laskenta, tiheyden laskenta ja kukintojen ja raakojen marjojen laskenta. Muuten kontrollikoealojen annettiin olla.



## 5 TULOKSET

### 5.1 Mittaukset ennen käsittelyitä

Koealoille suoritettiin mittauksia ennen käsittelyitä. Mustikkakasvustojen korkeuden, iän ja yksivuotiaiden kasvien lukumäärän laskemiseksi valikoitiin viisi mustikkayksilöä kultakin koealalta. Tiheydet ja mustikan peittävyys mitattiin 50 x 50 senttimetrin kokoiselta ruudulta koealan sisältä. Metsikkökuvion varpukasvustojen biomassan määrittämiseksi alueelta leikattiin neljä neliömetrin kokoista ruutua biomassanäytteitä.

#### 5.1.1 Mustikoiden korkeudet

Koealoilta tarkistettiin ennen käsittelyitä mustikkakasvuston korkeus viidestä eri kohdasta. Korkeus mitattiin satunnaisista keskimääräisistä kohdista. Korkeuden mittaamisessa huomioitavaa oli, että korkeus otettiin varvun kärjestä, ei lehden kärjestä, eli lehden pituutta ei laskettu mukaan varvun pituuteen (Kuvio 13).



Kuvio 13. Mustikoiden korkeuden mittaus (Kuva: Noora Nevala)

Keskipituus vaihteli 16,50 – 42,24 senttimetrin välillä. Kontrollialojen keskipituuDET olivat viidellä eri koealalla melko lähellä toisiaan ja keskiarvo koko alalta mitatuille kasveille oli 24,45 senttimetriä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Kontrollikoealojen mustikkakasvien keskipituudet koeruuduilla

Käsittely	Koeala	Keskipituus (cm)
Kontrolli 1	A	25,74
	B	25,56
	C	28,50
	D	21,44
	E	21,02

Suurimmat kokovaihtelut mustikkayksilöiden kesken sattuivat 15 %-leikkauksen koealoille. Yksilöiden pituudet vaihtelivat tällä koealalla 19,94 senttimetri ja 42,24 senttimetrin välillä (Taulukko 3). Keskipituudeksi koko alan kasvien kesken tuli 27,81 senttimetriä. Koeruutu 2E oli selvästi veden vaivaama varsinkin kevätai-kaan, sillä ensikertoja alueella käydessämme alueella oli vettä. Luultavasti tämän takia mustikatkin olivat tuolla ruudulla selvästi pidempiä, kuin muilla kohteilla.

Taulukko 3. 15 %-leikkaus koealojen mustikkakasvien keskipituudet koeruuduilla

Käsittely	Koeala	Keskipituus (cm)
15 % 2	A	22,64
	B	31,88
	C	22,36
	D	19,94
	E	42,24

100 %-leikattujen koealojen mustikkakasvit olivat myös hyvin vaihtelevaa korkeudeltaan. Eroa oli isoimman ja pienimmän kasvin kohdalla melkein 10 senttimetriä (Taulukko 4). Keskipituudeksi näiden kasvien kohdalle tuli 26,74 senttimetriä.

Taulukko 4. 100 %-leikattujen koealojen mustikkakasvien keskipituudet koeruuduilla

Käsittely	Koeala	Keskipituus (cm)
100 % 3	A	29,12
	B	25,58
	C	32,06
	D	25,34
	E	21,62

Raitaleikattujen koealojen mustikoiden keskipituudet olivat muuten kohtuullisen samat, paitsi koealalla 4C, jolla jostain syystä oli suuremmat kasvit, kuin muilla (Taulukko 5). Kaikkien raitaleikattujen koealojen mustikkakasvien keskipituudeksi tuli 27,11 senttimetriä.

Taulukko 5. Raitaleikattujen koealojen mustikkakasvien keskipituudet koeruuduilla

Käsittely	Koeala	Keskipituus (cm)
Raita 4	A	24,92
	B	22,16
	C	39,40
	D	24,08
	E	25,00

Polttokoealoille sattui kaikkein pienimmät mustikkakasvit, lyhimmän pituus oli vain 12,40 senttimetriä. Muutenkin polttokokeiden koealojen mustikat olivat keskimääräistä lyhyempiä (Taulukko 6). Keskipituudeksi käsittelyn koealojen mustikoille tuli 19,77 senttimetriä.

Taulukko 6. Poltettujen koealojen mustikkakasvien keskipituudet koeruuduilla

Käsittely	Koeala	Keskipituus (cm)
Poltto 5	A	23,72
	B	21,98
	C	16,50
	D	19,24
	E	17,42

### 5.1.2 Kasvustojen tiheydet

Jokaiselta ruudulta laskettiin myös mustikan tiheys verrattuna muihin varpukasveihin ennen käsittelyitä. Tiheys laskettiin koeruuduilta yhdestä nurkasta 50 x 50 senttimetrin kokoisesta ruudusta. Mustikoiden tiheys vaihteli 77 – 94 prosentin välillä. Valitun nurkan paalu merkattiin tussilla paalun päähän. Alla olevasta taulukosta selviää mustikkakasvustojen tiheydet koealojen mukaan.

Taulukko 7. Mustikkakasvustojen tiheydet koelaitteittain

Käsittely	Koela	Mus- tikka	Muut var- pukasvit	Mus- tikka %	Muut varpu- kasvit %
Kontrolli 1	A	220	36	86 %	14 %
	B	160	33	83 %	17 %
	C	285	47	86 %	14 %
	D	202	38	84 %	16 %
	E	151	40	79 %	21 %
15 % 2	A	297	55	84 %	16 %
	B	91	27	77 %	23 %
	C	195	31	86 %	14 %
	D	168	23	88 %	12 %
	E	97	9	92 %	8 %
100 % 3	A	188	11	94 %	6 %
	B	249	37	87 %	13 %
	C	181	21	90 %	10 %
	D	112	34	77 %	23 %
	E	164	31	84 %	16 %
Raita 4	A	281	22	93 %	7 %
	B	274	59	82 %	18 %
	C	234	14	94 %	6 %
	D	197	51	79 %	21 %
	E	254	30	89 %	11 %
Poltto 5	A	235	67	78 %	22 %
	B	241	58	81 %	19 %
	C	153	31	83 %	17 %
	D	181	47	79 %	21 %
	E	218	32	87 %	13 %

### 5.1.3 Valikoidut yksilöt

Mustikoiden uusiutumisen mittauksia varten valittiin ennen käsittelyitä jokaiselta ruudulta viisi mustikkayksilöä koeyksilöiksi, jotka numeroitiin 1 – 5. Nämä viisi kasvia edustivat kyseisen koeruudun keskimääräisiä mustikkakasveja (Taulukko 8). Niistä seurattiin apikaalidominanssin murtumista, jolla tarkoitetaan varren kärkisilmun tuhoutumista ja siitä seuraavaa uusien maaversojen syntymistä. Valikoidut kasvit merkattiin sinisellä kuitunauhan palalla ja pienellä metallilangalla, johon oli pujotettu metallisia heloja. Heloja laitettiin metallilankaan kasvin numeroa vastaava määrä yhdestä viiteen kappaletta.

Taulukko 8. Valikoitujen mustikkayksilöiden keskiarvojen keskiarvot kaikilla koe-ruuduilla

Keskiarvojen keskiarvot		
<b>Kontrolli 1</b>	Ikä	3,44
	Uusien kasvujen lkm	10,72
	1-vuotiaiden määrä	1,8
<b>15 % 2</b>	Ikä	3,8
	Uusien kasvujen lkm	14,4
	1-vuotiaiden määrä	2,2
<b>100 % 3</b>	Ikä	3,4
	Uusien kasvujen lkm	9,88
	1-vuotiaiden määrä	1,56
<b>Raita 4</b>	Ikä	4,2
	Uusien kasvujen lkm	13,52
	1-vuotiaiden määrä	1,4
<b>Poltto 5</b>	Ikä	3,48
	Uusien kasvujen lkm	10,84
	1-vuotiaiden määrä	1,2

Valikoitujen yksilöiden iät vaihtelivat kolmesta kuuteen vuotta. Keskimäärin mustikoiden ikä koealoilla oli 3,6 vuotta. Kasvin iän laskemisessa tuli olla tarkkana, jotta kaikilla olisi samanlainen laskutapa ja tutkimuksen tulos ei häiriintyisi. Outi Mannisen opeilla (Manninen 2019) saimme työtapamme täsmättyä ja työt suoritettiin samalla tavalla tutkijasta riippumatta (Kuvio 14). Laskimme myös valikoitujen yksilöiden uusien kasvujen määrät. Uusia kasvuja oli hyvin vaihteleva määrä kasviyksilön mukaan, keskimäärin koko alueella 11,8 kappaletta. Näiden kasvujen avulla lasketaan tulevaisuudessa sitä, lisääntyykö mustikoiden uusien kasvujen määrä yksilöissä käsittelyiden vaikutuksesta.



Kuvio 14. Esimerkki mustikoiden iän laskemisesta (Kuva: Noora Nevala)

Jokaisen kasvin ympäriltä otettiin vielä pieni koeala, jonka säde oli 12,61 senttimetriä ja ala 500 neliösenttimetriä. Pieneltä koealalta laskettiin jokainen yksivuotias mustikkakasvi. Näitä yksivuotiaita yksilöitä oli koealoilla nollasta kahdeksaan. Keskimäärin yksivuotiaita koko alueella oli 1,6 kappaletta mustikkayksilöä kohden. Yksivuotiaiden mustikoiden määrän avulla mitataan, nouseeko uusien mustikkakasvien määrä käsittelyjen myötä. Jos yksivuotiaita mustikantaimia alkaa nousta enemmän, ovat käsittelyt selvästi lisänneet mustikoiden kasvua.

#### 5.1.4 Biomassat

Biomassanäytteitä varten metsäkuviolta katsottiin keskimääräisiä yhden neliömetrin kokoisia alueita yhteensä neljä, joilta leikattiin biomassa siten, että mustikat eroteltiin muista kasveista. Biomassanäytteet kuivattiin kasvien kuivaamiseen tarkoitettussa kaapissa noin 24 tuntia noin 80 asteen lämpötilassa. Kuivaamisen jälkeen biomassat punnittiin (taulukko 9). Tällä saatiin perustietoa kohteen mustikkakasvustojen määrästä.

Taulukko 9. Biomassojen painot grammoina

Biomassojen paino, g		
Koeruutu	Mustikka	Muut
1	138,93	41,4
2	223,5	81,3
3	269,9	40,1
4	199,8	46,3

#### 5.2 Käytännön kokeiden tulokset

Käytännön kokeiden tulokset olivat odotettavastikin maltilliset, sillä mustikan kiertoaika on hieman pitempi, kuin yhden kesän. Kuitenkaan tulokset eivät ole vähäpätöisiä, sillä niiden perusteella on tulevalla opinnäytetyöntekijällä helppo jatkaa siitä, mihin meidän tutkimuksemme jäi. Tuekseen tämä tuleva tutkija saa myös runsaan kuvamateriaalin maastotöiden osalta liitteenä olevan kuvapäiväkirjan muodossa. Kaikki mittauksen tiedot ovat saatavissa liitteenä olevista taulukoista.

Peittävyys mitattiin pistefrekvenssiruudukolla käsittelyiden jälkeen. Ruudukon koko oli 50 x 50 senttimetriä ja ruudukko sijoitettiin samaan nurkkaan, kuin tiheyden mittauksessa käytetty ruudukko. Pistefrekvenssiruudukon siimojen risteämäkohdasta kirjattiin jokainen kasvi lajilleen (Kuvio 15). Pohjakerroksen kasvillisuus, karike ja maa laskettiin myös mukaan. Mustikan lisäksi koealueilta löytyi puolukkaa, variksenmarjaa, kanervaa, juolukkaa, vanamoaa, metsälauhaa, kevätpiippoa, kultapiiskua, oravanmarjaa, metsäimarretta, metsämitikkaa, metsätähteä, maitohorsmaa, pallosaraa, lillukkaa, kuusta ja pihlajaa. Pohjakerroksessa oli seinäsammalta, kerrossammalta, kynsisammalta, karhunsammalta ja riidenliekoa. Pohjakerrokseen luettiin mukaan myös karike, palanut karike ja maapohja.



Kuvio 15. Pistefrekvenssiruudukko, jolla mitattiin kasvien peittävyksiä (Kuva: Noora Nevala)

Myöhemmin kesällä koeruuduista laskettiin käsittelyiden jälkeen mustikan kukat, raa'at marjat ja kypsät marjat. Kukinnot laskettiin 4.6.2019, raa-at marjat 19.7.2019 ja kypsät marjat 7.8.2019. Kukista laskettiin kaikki kukinnot (Kuvio 16, Kuvio 17), jotka olivat kehittyneet loppuun asti. Mustikan kukinta onnistui vuoden 2019 kesällä heikosti koko maassa (Luonnonvarakeskus 2019).



Kuvio 16. Kehittyviä mustikan kukkia (Kuva: Noora Nevala)

Koeruuduillamme mustikka kukki kohtalaisesti, mutta pölytys ei selvästikään onnistunut hyvin, sillä raakoja marjoja kehittyi kaikille ruuduille yhteensä vain 26 kappaletta, kun kukintoja oli yli 2200 kappaletta. Kypsiä marjoja tuli puolestaan vain 12 kappaletta ja niistäkin jokaista oli käynyt syömässä jokin hyönteinen tai iskenyt jokin muu tuho. Koeruuduilla ei siis kehittynyt vuoden 2019 kesällä yhtään hyvää mustikkaa. Näissä laskennoissa on mukana myös kontrollikoeruudut, joten huono mustikkasato ei johtunut käsittelyistä.



Kuvio 17. Mustikoiden laskennan apuvälineitä (Kuva: Noora Nevala)



### 5.3 Teoriatutkimuksen tulokset

Teoriatutkimuksen puolesta oli selvää, että metsätalouden toimilla on vaikutusta mustikoiden kasvuun ja esiintyvyyteen. Negatiivisia vaikutuksia mustikan esiintyvyyteen aiheuttivat latvuston peittävyys, maanmuokkaus, avohakkuut ja sen tuomat lieveilmiöt valo-olosuhteissa ja vesitaloudessa. Mustikan kasvun kannalta edullinen puuston tiheys on 30 neliometriä hehtaarilla, paitsi alle 80-vuotiaissa kuusi- ja lehtipuuvaltaisissa metsiköissä, joissa optimaalinen tiheys on 20 neliometriä hehtaarilla. Jos metsänomistaja kasvattaa pelkkää mäntyä, on optimaalisin tiheys 40 neliometriä hehtaarilla. Käsiteltyjen tutkimusten mukaan parasta mustikkamaata ovat vanhat, mäntyvaltaiset metsät.

Marjasatoihin liittyvistä metsätalouden vaikutuksista tiedetään puolestaan vain vähän. Ruotsalaistutkimuksen mukaan typpilannoitus vähensi huomattavasti marjasatoja. Samalla lannoitus vaikutti puiden latvustojen kokoon kasvattavasti, joka puolestaan vaikuttaa taas negatiivisesti marjasatoihin.

Metsänomistajalle on edullista, jos hän ottaa huomioon mustikan kasvatuksen yhdessä metsänkasvatuksen kanssa mustikoille optimaalisissa paikoissa, sillä mustikkaa suosivat metsänkäsittelyratkaisut voiva tuoda jopa kaksinkertaisen tuotto-odotuksen maa-alueella, jolla mustikkasato on hyvä.

## 6 POHDINTA

Tästä tutkimuksesta saadut konkreettiset tulokset ovat melko vähäisiä, mutta eivät merkityksettömiä. Kysymykseen, voiko mustikkakasvustojen käsittelyllä vaikuttaa mustikoiden kasvuun, ei saatu vastausta vielä tämän opinnäytetyön aikana. Tutkimus jatkuu kuitenkin vielä tulevaisuudessa. Mustikan pitkä kasvuaika aiheutti sen, ettei kokeiden tuloksia voi nähdä saman kasvukauden aikana, mutta tulevaisuutta varten hyvin ja tarkasti tehdyt pohjatyt ovat tärkeitä. Jos ilmat olisivat olleet suosiollisemmat mustikan kasvua ja pölyttäjien liikkumista ajatellen, olisivat tutkimuksen tulokset voineet olla täysin erilaiset marjalaskentojen osalta. Nyt marjasato jäi hyvin pieneksi, kun parhaiden mahdollisten olosuhteiden vallitessa olisi marjasato voinut olla huomattavasti suurempi.

Sen sijaan mustikoiden kasvuun vaikuttavista metsätalouden toimista saa teoriatutkimuksesta hyvin selkeän kuvan. Valveutuneen metsänomistajan kannattaa tulevaisuudessa ottaa huomioon oman metsän puuston arvon lisäksi myös ei-puupohjaisten metsätuotteiden arvo. Mielestäni on hyvin kummallista, että mustikan kasvua suosivien metsänkäsittelyratkaisujen suosio ei ole kokenut räjähdysmäistä nousua, ottaen huomioon, että pienillä muutoksilla toimenpiteisiin, kuten kiertoajan pidentämisellä, voi saavuttaa jopa kaksinkertaisen tuoton omalle metsämaalleen. Tiedon lisääminen metsänomistajien keskuudessa ja marjojen hyödyntämisen tehostaminen ovat varmasti tässäkin avainasemassa. Erilaisten suositusten tekeminen metsänomistajille olisi hyödyllistä metsänomistajien ja metsän monimuotoisuuden kannalta. Pidempien kiertoaikojen ja metsän peitteisyyden suosimisesta ei nimittäin hyödy pelkästään metsänomistaja, vaan monet eliölajit. Varsinkin nykyaikana, jolloin puhutaan muistakin arvoista, kuin kuutioista ja euroista, on erityisen tärkeää panostaa tutkimuksen ja tiedon lisäämiseen monimuotoisen metsänkäytön saralla.

Mielestäni suurin vahvuus tällä opinnäytetyöllä on sen jatkokäyttö. Tämä luo erinomaisen perustan tulevalle jatkotutkimukselle ja tästä on helppo jatkaa eteenpäin. Tutkimus on myös hyvin aiheellinen ja ajankohtainen, varsinkin kun mustikoiden ja muiden ei-puupohjaisten metsätuotteiden suosio on yhä kasvussa. Koealue on rauhoitettu toimenpiteiden ulkopuolelle viideksi vuodeksi ja tämä mahdollistaa tutkimuksen jatkuvuuden. Nyt tehtyjä kokeita ja niistä saatuja tuloksia on jo

hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden työssä, joten tutkimus on ollut hyödyllinen jo nyt. Tulevaisuudessa jatkotutkimusten jälkeen työ hyödyttää myös metsänomistajia, jotka haluavat panostaa ei puupohjaisten metsätuotteiden osuuden kasvattamiseen.

Jatkotutkimuksen tekijälle voisin esittää tässä muutaman ehdotuksen tutkimuskysymyksiksi, joihin olisin jo itse tahtonut saada vastauksen. En voinut näitä kysymyksiä asettaa itselleni tutkimuskysymyksiksi, sillä oli jo ennakkoon tiedossa, ettei niihin tulla saamaan vastauksia. Tuleva tutkija voi miettiä omassa työssään esimerkiksi seuraavia kysymyksiä:

1. Voidaanko mustikan kasvua parantaa valituilla käsittelymenetelmillä?
2. Voidaanko mustikkaa mahdollisesti viljellä tulevaisuudessa kokeiltujen käsittelymenetelmien avulla?
3. Saadaanko kotoperäinen mustikka kasvattamaan marjat kanadanmustikan tyyliin vartensa yläosaan?

Jatkokehityksenä opinnäytetyöni tutkimusta voisi suorittaa myös erilaisilla metsätyypeillä. Tähän tutkimukseen valikoitunut metsikkö oli varttunutta sekametsää, mutta näen tutkimuksella mahdollisuuksia myös eri tyyppisissä ja ikäisissä metsiköissä. Olisi mielenkiintoista nähdä, miten puuston vaihtuminen ja kasvustojen käsitteleminen vaikuttaa mustikoiden kasvuun. On selvää, että mustikka ei menesty kaikissa paikoissa ja näin ollen mielenkiintoista olisikin valikoida juuri hyviä kohteita marjan kasvua ajatellen.

Mielenkiintoista olisi myös tehdä kokeita eri marjoilla, esimerkiksi puolukalla. Tähänkin tutkimukseen olisin tahtonut puolukan matkaan, mutta rajallisten resursien takia puolukka jäi tutkimuksen ulkopuolelle. Puolukka on kasvatavaltaan erilainen, kuin mustikka ja sen mukaan ottaminen tutkimukseen toisi omat haasteensa. Myös variksenmarjan satojen runsastuttaminen voisi olla mielenkiintoinen tutkimuskohde.

Oppimiskokemuksena opinnäytetyön tekeminen oli näkemystä avartava. Opinnäytetyön tekeminen meinasi nousta suureksi peikoksi, joka häämötti opintojen

lopussa, mutta mielekäs aihe ja kiinnostavat tehtävät onneksi poistivat huolenaiheet työn tekemiseltä. Maastotyöt olivat erittäin mukavia ja pidin suuresti metsässä olemisesta ja töiden tekemisestä. Opin hyvin paljon uutta tutkimuksen tekemisestä ja Outi Mannisen läsnäolo maastopäivillä oli ehdottomasti tärkeää. Hänen tiedonjakamisensa mahdollisti työn sujumuuden ja sudenkuopilta vältyttiin suureksi osaksi hänen tietämyksensä ja kokemuksensa ansiosta.

Toivon, että tulevaisuudessa tutkimusta ei unohdeta ja sen pohjalta voi saada laajempiakin tutkimuskohteita aikaiseksi. Tutkimukseni arvo on sen uutuudessa, vaikka suurempia tuloksia ei vielä saatu. Jos jatkotutkimuksessa ilmenee, että marjakasvustojen käsittely vaikuttaa marjojen satomääriin, toivon, että metsänomistajat ottavat ohjeistuksen käyttöönsä. Uskon vahvasti, että marjoilla on tulevaisuudessa vielä suurempi rooli ja rahallinen arvo metsänomistajien metsäsuunnitelmissa.

## LÄHTEET

Arktiset Aromit ry 2020. Mustikka. Viitattu 22.3.2020 <https://www.arktisetaromit.fi/fi/marjat/luonnonmarjat/mustikka/>.

Bangor Daily News 2019. Maine growers struggle with surplus blueberries, plummeting prices. Viitattu 20.5.2019 <https://bangordailynews.com/2017/03/25/business/maine-growers-struggle-with-surplus-blueberries-plummeting-prices/>.

Biolan 2020. Pensasmustikka. Viitattu 22.1.2020 <https://www.biolan.fi/artikkelit/pensasmustikka>.

Eldegard, K., Scholten, J., Stokland, J. N., Granhus, A. & Lie, M. 2018. The influence of stand density on bilberry (*Vaccinium Myrtillus* L.) cover depends on stand age, solar irradiation, and tree species composition. 582 – 590. Viitattu 9.3.2020 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.054>.

Granath, G. & Strengbom, J. 2017. Forest ecology and management 390. Nitrogen fertilization reduces wild berry production in boreal forests. 119 – 126. Viitattu 9.3.2020 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.024>.

Haveri-Heikkilä, J. 2019. Lapin AMK, projektityöntekijä. Keskustelu 14.5.2019.

Koivula, K. 2012. Peltometsäviljely mahdollisuutena tulevaisuuden Suomessa. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma, ylempi AMK. Opinnäytetyö. Viitattu 9.3.2020 <https://www.theseus.fi/handle/10024/53324>.

Kotimaiset kasvikset ry 2020. Erikoismarjat. Viitattu 22.1.2020 <https://www.kasvikset.fi/kasvitieto/kasvit-a-o/e/erikoismarjat>.

Luonnonvarakeskus 2019. Tänä kesänä täydet mustikkasangot ovat työn takana. Viitattu 22.11.2019 <https://www.luke.fi/uutinen/tana-kesana-taydet-mustikkasangot-ovat-tyon-takana/>.

Luonnonvarakeskus 2020. Ruokafakta. Marjat. Viitattu 21.2.2020 <https://www.luke.fi/ruokafakta/vihannekset-hedelmat-ja-marjat/marjat/>.

Manninen, O. 2019. Luonnonvarakeskus, tutkija. Keskustelut 21. – 24.5.2019.

Miina, J., Hotanen, J-P. & Salo, K. 2009. Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* 43 (4): 577 – 593. Viitattu 9.3.2020 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/532687>.

Miina, J., Pukkala, T., Hotanen, J-P. & Salo, K. 2010. Forest ecology and management 259. Optimizing the joint production of timber and bilberries. 2065 – 2071. Viitattu 9.3.2020 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/515696>.

Miina, J., Pukkala, T. & Kurttila, M. 2016. Optimal multi-product management of stands producing timber and wild berries. 781 – 794. Viitattu 9.3.2020 <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/536800>.

Nestby, R., Percival, D., Martinussen, I., Opstad, N. & Rohloff, J. 2010. The European Blueberry (*Vaccinium Myrtillus*, L.) and the Potential for Cultivation. A Review. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 5 (Special Issue), 5 – 16. Global Science books. Viitattu 9.3.2020 [https://www.researchgate.net/publication/220005144\\_The\\_European\\_blueberry\\_Vaccinium\\_myrtillus\\_L\\_and\\_the\\_potential\\_for\\_cultivation\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/220005144_The_European_blueberry_Vaccinium_myrtillus_L_and_the_potential_for_cultivation_A_review).

Peltola, R. 2016. Mustikka onkin puolukka ja Kanadassa kanadanmustikka on jotain muuta. Viitattu 22.1.2020 <https://www.luke.fi/blogi/mustikka-onkin-puolukka-kanadassa-kanadanmustikka-jotain/>.

Peltola, R. 2019. Luonnonvarakeskus, tutkija. Keskustelu 17.4.2019.

Peltola, R. 2020. Luonnonvarakeskus, tutkija. Riittääkö puuta kaikille seminaari 17.1.2020.

Salo, K. (toim) 2015. Metsä. Monikäyttö ja ekosysteempipalvelut. Helsinki: Luonnonvarakeskus.

Sanastokeskus TSK ry 2020. Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma. Agroforestry. Viitattu 21.2.2020 <http://www.tsk.fi/tepa/fi/haku/agro-forestry>.

ScienceDirect 2020. *Vaccinium angustifolium*. Viitattu 23.1.2020 <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/vaccinium-angustifolium>.

The University of Maine 2019. Cooperative Extension: Maine Wild Blueberries. Viitattu 3.1.2020 <https://extension.umaine.edu/blueberries/factsheets/production/wild-blueberry-culture-in-maine/>.

## LIITTEET

Liite 1. Koealatiedot, taulukko

Liite 2. Pistefrekvenssilaskennat, taulukko

Liite 3. Koealojen koordinaatit, taulukko

Liite 3. Valokuvapäiväkirja, pdf