

MUSTIKAN PUOLIVILJELY BOREAALISESSA METSÄSSÄ

Agroforestry in Barents region -hanke

Mikkola Veronica
Sarkkinen Sirja

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2022

Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijät	Veronica Mikkola	Vuosi	2022
	Sirja Sarkkinen		
Ohjaaja	Jussi Soppela		
Toimeksiantaja	Agroforestry in Barents region -hanke		
Työn nimi	Mustikan puoliviljely boreaalisessa metsässä		
Sivumäärä	67		

Luonnontuotteiden, kuten marjojen ja sienien keruu ja käyttö on tärkeä osa metsien monikäyttöä. Niiden kysyntä markkinoilla on lisääntynyt viime vuosina Suomessa ja maailmalla. Marjojen ja sienten puoliviljelyllä metsänomistajat voivat mahdollisesti tuottaa metsissään parempaa satoa ja saada mahdollisia lisätuloja.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää, voidaanko mustikkaa puoliviljellä boreaalisessa metsässä. Tutkimuksessa on tutkittu mustikan kykyä palautua mustikkakasvuston eri käsittelyiden vaikutuksesta. Tavoitteena on ollut selvittää, voidaanko eri käsittelyiden avulla parantaa mustikan marjasadon tuotantoa. Tutkimus on ainutlaatuinen, sillä vastaavaa ei ole tutkittu aikaisemmin Suomessa.

Tutkimuksen kenttätööt on toteutettu perustamalla koealoja mustikkavaltaiseen metsikköön. Koealat on käsitelty eri käsittelyratkaisumenetelmillä, jotka ovat leikkaus 15 % -käsittely, leikkaus 100 % -käsittely, raita- ja polttokäsittely. Koealoilta on kerätty tutkimusmateriaalia neljän kasvukauden aikana mustikkakasvuston peittävydestä, tiheydestä sekä mustikan kukista, raakileista ja kypsistä marjoista. Tutkimusmateriaali on käsitelty tilastoanalyysiohjelman avulla. Tuloksien analysoinnissa on huomioitu luonnonolosuhteet.

Tulosten perusteella eri käsittelyratkaisuista raitakoealat palautuivat parhaiten niin suvuttomasti kuin suvullisestikin käsittelyjen vaikutuksesta. Raitakoealoilla mustikkakasvusto otti valta-asemansa muulta kasvillisuudelta takaisin kahden vuoden jälkeen käsittelyistä. Mahdollisesti raitakäsittelyt koealat loivat pölyttäjille enemmän tilaa pölytykseen, mikä vaikutti mustikan pölyyntymiseen ja marjasatoon. Raitakoealojen marjamäärät ovat määrällisesti merkittäviä sen vuoksi, että niissä on vähemmän biomassaa kuin kontrollialoissa, tuottaen silti paremmin marjoja. Leikkaus 15 % -koealoilla mustikkakasvuston palautuminen on ollut hyvää, mutta ei yltänyt raitakoealojen tasolle. Polttokoealoilla ja leikkaus 100 % -koealoilla mustikkakasvuston palautuminen on ollut hitaampaa, ja tutkimus niiden osalta vaatii enemmän aikaa.

Puoliviljelyä mustikan marjasadon parantamiseksi voidaan hyödyntää raitamenetelmää käyttäen. Tämä edellyttää metsänomistajan omaa työpanosta ja yhdistämistä raitakäsittelytoimenpiteet esimerkiksi taimikonraivauksen yhteyteen. Näin kustannukset pysyvät alhaisena.

Avainsanat

mustikka, mustikkasato, puoliviljely

Forestry
Forestry Engineer

Authors	Veronica Mikkola	Year	2022
	Sirja Sarkkinen		
Supervisor	Jussi Soppela		
Commissioned by	Agroforestry in Barents region- project		
Subject of thesis	Semi-cultivation of bilberry in boreal forest		
Number of pages	67		

Natural products like berries and mushrooms are an important part of the multiple use of forests. In Finland and around the world their demand on the market has increased in recent years. It is possible that the forest owners can produce a better yields in their forests and get possible additional income by semi-cultivating berries and mushrooms. The aim of this research has been to find out if bilberries can be semi-cultivated in the boreal forest. In the study, the bilberry ability to recover from the effect of different treatments of the bilberry vegetation has been researched. The aim has been to find out if different treatments can improve the production of the bilberry yield. This study is unique in Finland.

The research field work has been carried out by establishing experimental plots in a bilberry-dominated forest. The test areas have been treated with different treatment solution methods, which are cut 15 % treatment, cut 100 % treatment, stripe and burn treatment. Research material has been collected from the test plots during four growing seasons on the coverage and density of the bilberry vegetation, as well as bilberry flowers, raw and ripe berries. The research material has been processed using a statistical analysis program.

Based on the results, the stripe-treated plots from different treatment solutions recovered the best, both sexual reproduction and asexual reproduction to the effects of the treatments. In the striped areas, bilberry vegetation regained its dominance position over other vegetation after two years of treatment. It is possible that the stripe-treated test plots created more space for pollinators to pollinate, which affected bilberry pollination and berry yield. The number of berries in the stripe-treated experimental plots is quantitatively significant due to the fact that they have less biomass than the control plots, while still producing better berries. Pruning in the 15 % experimental plots, the recovery of the bilberry vegetation has been good, but did not reach the level of the strip-treated experimental plots. In the burning and cutting 100 % experimental plots, the recovery of the bilberry vegetation has been slower, and research on them requires more time.

Semi-cultivation can be used to improve bilberry berry yield using the stripe method. This requires the forest owners own contribution and the combination of stripe-treatment measures with, for example, tending of seedling stand. This keeps costs down.

Key words bilberry, bilberry yield, semi-cultivation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	PERUSTIETOA MUSTIKASTA.....	8
2.1	Mustikka.....	8
2.2	Mustikan suvullinen ja suvuton lisääntyminen	10
3	MUSTIKKASADON MÄÄRÄÄN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	14
3.1	Mustikkasadon satovertailuja.....	14
3.1.1	Mustikkasadon kauppantulomäärät.....	14
3.1.2	Mustikan poimintamäärä kokonaissadosta.....	16
3.2	Mustikkasadon määrään vaikuttavat tekijät	18
3.2.1	Termisen kasvukauden alkaminen	18
3.2.2	Termisen kasvukauden päättyminen.....	20
3.2.3	Sadanta ja ilmanlämpötila	22
3.2.4	Mustikkakasvuston leikkauksen vaikutus satoisuuteen	25
3.2.5	Kulotuksen vaikutus satoisuuteen	26
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	27
4.1	Tutkimuksessa käytetyn koealueen valinta.....	27
4.2	Koealojen perustaminen	28
4.3	Eri käsittelyratkaisut koealoilla	30
4.4	Tutkimuksen lisäkoealat.....	33
4.5	Koealojen laskennat	35
4.5.1	Suvullisen palautumisen laskentamenetelmä.....	35
4.5.2	Suvuttoman palautumisen laskentamenetelmät.....	38
4.6	Aineiston tilastollinen analyysi	39
5	TULOKSET	41
5.1	Suvuton palautuminen	41
5.1.1	Mustikkakasvuston ja muun kasvillisuuden peittävyystulokset.....	41
5.1.2	Mustikkakasvuston tiheystulokset	44
5.1.3	Mustikan uusien versojen ja vuosikasvujen tulokset	45
5.2	Suvullinen palautuminen.....	47
5.2.1	Mustikan kukkien, raakileiden ja marjojen palautumisen tulokset ..	47
5.2.2	Mustikan pölyyntymis- ja marjomistulokset	50

5.2.3 Tutkimuksen lisäkoealojen tulokset.....	52
5.3 Johtopäätökset tuloksista.....	54
6 POHDINTA	58
LÄHTEET	62

1 JOHDANTO

Marjojen ja muiden luonnontuotteiden keruu on tärkeä osa metsien monikäyttöä. Keräilytuotteista saatavat tulot voivat olla tärkeitä tulonlähteitä erityisesti yksityisille metsänomistajille. Metsänomistajalla on mahdollisuus vaikuttaa metsänhoidon toimenpideratkaisulla keruutuotteiden satoisuuteen ja kehittymiseen omissa metsissään. (Maa- ja metsätalousministeriö 2022.) Metsämarjojen ja sienien vuosittaiset satovaihtelut voivat olla suuria, ja markkinoille menevien tuotteiden toimituksissa voi tulla katkoksia. Viljelyllä ja puoliviljelyllä voidaan mahdollisesti vaikuttaa satovaihteluun. Puoliviljelyllä pyritään nostamaan metsämarjojen ja sienien satotasoa luontaisilla kasvupaikoilla. (Jortikka 2016). Luonnontuotteiden monipuolinen käyttö on kasvanut, joten niiden kysyntä on lisääntynyt markkinoilla.

Tässä tutkimuksessa tulleista tuloksista saadaan selvitettyä mustikan palautuminen suvuttomasti sekä suvullisesti mustikkakasvuston eri käsittelyratkaisujen vaikutuksesta. Tutkimuksena tämä on ainutlaatuinen, sillä Suomessa vastaavaa ei ole aikaisemmin tehty. Manninen ja Peltola ovat aikaisemmin tutkineet mustikan palautumista poimintakäsittelyn vaikutuksesta (Manninen & Peltola 2013). Tutkimusta on tehty myös mustikan maanpäällisten versojen poiston vaikutuksesta mustikan palautumiseen (Tolvanen, Laine, Pakonen, Saari & Havas 1994).

Tutkimusta varten on perustettu mustikkakoealoja kenttäkerrokseltaan mustikka-valtaiseen kangasmetsään. Koealat on perustettu kesällä 2019 Rovaniemen Hirvaalle. Koealoja on yhteensä 25 kappaletta, ja ne ovat pinta-alaltaan neliön (1 m^2) kokoisia. Eri käsittelyratkaisuja on neljä, ja jokaista käsittelyä varten on viisi neliön koeruutua. Käsittelyt ovat polttokäsittely, kasvuston leikkaus 15 % -käsittely, kasvuston leikkaus 100 % -käsittely ja raitaleikkaus. Näiden lisäksi viisi koeruutua on jätetty käsittelemättä, joten ne toimivat kontrollialoina.

Koealoille on tehty mustikka- sekä muun kasvillisuuden peittävyys- ja tiheyslaskentoja sekä mustikan uusien kasvujen laskentoja, joista on saatu tulokset tähän tutkimukseen mustikan suvuttomasta palautumisesta eri käsittelyistä. Mustikan suvullisen palautumisen tulokset on saatu mustikan kukkien, raakileiden ja kypsien marjojen laskennoista tulleista tuloksista.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Agroforestry in Barents region -hanke, jonka projektipäällikkönä on Petri Muje. Tutkimukset on tehnyt yhteistyönä Luonnonvarakeskus ja Lapin ammattikorkeakoulun Agroforestry in Barents region -hanke. Opinnäytetyö on jatkoa Laura Halvarin vuonna 2019 tekemään opinnäytetyöhön Mustikkasadon parantaminen metsämaalla.

Agroforestry in Barents region -hankkeen harjoittelijat ja työntekijät ovat keränneet tähän tutkimukseen tutkimusmateriaalin koealoilta. Tulosten analysointi on aloitettu syksyllä 2021. Kesältä 2022 on kerätty vielä tutkimusmateriaalia, joten lopulliset tulokset on saatu syksyllä 2022.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, vaikuttavatko puoliviljelyn erilaiset käsittelyratkaisut mustikkasatoon merkittävästi. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää myös, voisiko metsänomistaja näillä toimenpiteillä tehostaa mustikan kasvua ja sadon tuottoa ekologisesti omassa metsässä ja näin ollen saamaan hyötyä myös taloudellisesti. Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten eri käsittelyt vaikuttavat mustikan kykyyn tuottaa uutta kasvustoa sekä kykyyn säilyttää valta-asemansa kasviyhteisössä?
2. Miten eri käsittelyt vaikuttavat mustikan kukintaan, pölyyntymiseen ja marjasatoon?
3. Miten metsänomistaja voisi hyödyntää tutkimuksesta saatuja tuloksia?

2 PERUSTIETOA MUSTIKASTA

2.1 Mustikka

Mustikan perustiedoista saadaan laajempi näkökulma siihen, millaisen kasvin kasvua ja mahdollisen mustikan puoliviljelyn onnistumista tässä tutkimuksessa käsitellään. Suomessa kasvavaa mustikkaa eli kangasmustikkaa (Kuvio 1) nimitetään myös Euroopan mustikaksi. Mustikka on Suomen yleisimpiä varpukasveja, joka kasvaa havumetsissä tuoreen eli mustikkatyypin (MT) kangasmetsissä. Tyypillisimpiä kasvupaikkoja ovat tuoreet ja lehtomaiset kangasmetsät sekä korvet, lisäksi myös kuivat kangasmetsät ja tunturikankaat. Kuivat ja paahteiset ympäristöt eivät ole mustikalle suotuisia. Laajamittainen tehometsätalous on suurimpia syitä mustikan kasvuston vähenemiseen metsämailta. (Luontoportti 2021.)



Kuvio 1. Kangasmustikka (*Vaccinium myrtillus*)

Mustikka on juurakollinen monivuotinen varpu. Sen varren korkeus vaihtelee 10–40 senttimetrin välillä. Sen varsi on pysty, runsashaarainen ja puutunut. Vanhat varret ovat liereitä ja ruskeita ja nuoret särmikkäitä, vihreitä ja kaljuja. Mustikan kukka on ruukkumainen, vihertävän kellertäväpunertava, 4–6 millimetriä pitkä. Kukassa heteitä on neljä tai kahdeksan kappaletta. Emiö on yhdislehtinen ja 1-luottinen. Kukat sijaitsevat yksittäin lehtihangoissa. Mustikan marja eli hedelmä on pallomainen, 6–8 millimetriä leveä, tummansininen ja vahapeitteinen tai musta ja kiiltävä. Marjan väri on harvoin likaisen valkoinen. Sisältä väri on tummansininen ja sisältö mehukas. (Luontoportti 2021.) Mustikka kehittää jo syksyllä kukka-

ja lehtisilmut (Kuvio 2), jotka avautuvat seuraavan kevään aikana (Manninen 2022).



Kuvio 2. Mustikan kukka- ja lehtisilmut

Mustikka on monelle eri eliölajille tärkeä. Ihmisille mustikka on luonnonmarjoista pidetyimpiä ja taloudellisesti tärkeimpiä metsämarjojamme. Monet eri nisäkkäät kuten jänikset, porot, hirvet ja myyrät käyttävät mustikan ikivihreää varvustoa talviravinnokseen. Eri hyönteiset kuten kärpäset, kimalaiset, kovakuoriaiset sekä perhoset ovat olennaisia pölyttäjähyönteisiä mustikalle. Näistä tärkein pölyttäjäryhmä ovat kimalaiset. (Luontoportti 2021.)

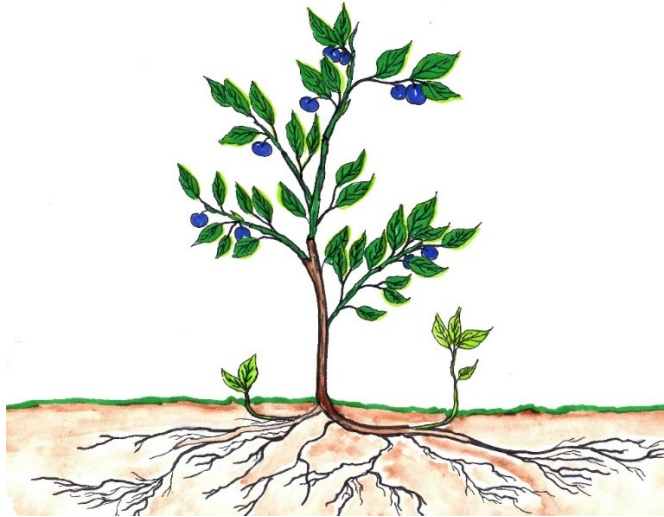
Mustikan marjasadon onnistumiseen vaikuttavat monet tekijät, esimerkiksi sääolosuhteet sekä pölyttäjien määrä. Mustikan kukinta on sijoittunut Suomessa touko- kesä- ja heinäkuun vaihteeseen. Mustikoiden marjasadon onnistumiseen vaikuttaa olennaisesti pölyttäjien määrä. Sään ollessa viileä pölytyksen ajankohdaksi vaihtolämpöiset hyönteiset eivät lennä ja pölytys jää vähäiseksi. (Luontoportti 2021.) Rovaniemen korkeudella mustikan kukinta on ajoittunut kesäkuun alkuun tutkimuksen aikana, jolloin tutkimusmateriaalin kerääminen on aloitettu.

Mustikan kukinta avoimilla paikoilla on ajoittunut toukokuun puolenvälin jälkeen. Kukat ovat hallanarkoja, joten aikainen kukkiminen voi olla haitallista niille. Kylmän yön jälkeen kukat käpristyvät ja niistä ei saada enää marjoja. Syvemmällä metsässä korkeat puut sekä kukinnan myöhäisempi kukkimisajankohta on suojannut mustikan kukkia hallalta. Vaikka halla voi viedä marjasadon jonakin vuonna, niin se ei kuitenkaan tuhoa mustikkakasvustoa kokonaan. Seuraavana vuonna hallan tuhoamilta alueilta mustikkasatoa voidaan saada runsaasti. Haitallisempaa kasville on, mikäli vähälumisina talvina varret jäävät hangen yläpuolelle, paleltuvat ja ruskettuvat. (Ihamuotila 2011, 23.)

Mustikan satokausi on sijoittunut Suomessa heinäkuun loppupuolelta syyskuun alkuun. Sato on runsaimmillaan noin kaksi viikkoa sen jälkeen, kun marjat ovat muuttuneet tummansinisiksi. (Arktiset aromit 2022.) Rovaniemen korkeudella mustikan marjojen kypsyminen on ajoittunut tutkimuksen aikana heinäkuun lopusta elokuun alkuun, jolloin loppukesän tutkimusmateriaalia on kerätty.

2.2 Mustikan suvullinen ja suvuton lisääntyminen

Mustikka lisääntyy sekä suvullisesti siemenistä että suvuttomasti maavarsien (Kuvio 3) avulla. Maavarsien avulla lisääntyminen on sen pääasiallinen levittämistapa. Se voi levittäytyä kymmenen vuoden aikana kaksi tai kolme metriä. Mustikka muodostaa ison klooniston. Kloonit ovat toistensa kopioita. Jopa 80 prosenttia mustikan biomassasta on sen juuristossa. (Karlsson 2012, 7) Mustikan lisääntymiskeinojen ymmärtäminen on tässä tutkimuksessa tärkeää, jotta tuotetut tutkimustulokset saadaan luotettaviksi.



Kuvio 3. Mustikkavarpu maavarsineen

Suurin osa suomalaisista luonnonkasveista sekä putkilokasvit että sammalet lisääntyvät sekä suvullisesti että suvuttomasti. Tämä antaa kasveille mahdollisuuden hyödyntää molempien lisääntymistapojen edut. Useimmilla kasvilajeilla suvuton lisääntyminen tapahtuu kasvullisena lisääntymisenä. Kasvullista suvutonta lisääntymistä voi tapahtua kaikissa kasvien pääosissa, jopa lehdissäkin, mutta Suomen luonnonkasveilla pelkästään varret ja juuret voivat lisääntyä näin. Useimmilla kasvilajeilla kasvullinen lisääntyminen tapahtuu horisontaalisesti kasvavina varsina, joko maanpäällisinä rönksyinä tai maan alla kulkevinä maavarsina, ja niihin kehittyvinä tytäryksilöinä. (Salonen 2006, 87–89.)

Suvullisessa lisääntymisessä kasvin lisääntyminen tapahtuu siemenestä. Jotta siemen voi kehittyä tarvitaan aina pölytys (Kuvio 4) ja hedelmöitys. Tällä tavalla kasviyksilö saa perintötekijöitä molemmalta vanhemmalta uutena yhdistelmänä. Suvullisessa lisääntymisessä saman lajin yksilöt poikkeavat toisistaan. Osa kasvaa paremmin, osa huonommin. Kasvuolosuhteiden vaihtuessa aikaisemmin huonosti menestyneiden yksilöiden ominaisuudet voivat olla tarpeellisia kasvilajin menestymiselle. (Ruokatieto 2022.)



Kuvio 4. Kimalainen pölyttämässä mustikan kukkia (Luke 2022)

Suvuton lisääntyminen on riippumatonta muista saman lajin yksilöistä, joten siinä ei ole samanlaisia riskejä kuin suvullisessa lisääntymisessä. Siinä epävarmuutta aiheuttaa etenkin pölytyksen alttius sattumanvaraisille tekijöille. Tästä esimerkkinä kukinta-ajan sääoloilla voi olla suuri vaikutus pölytyksen ja siten koko lisääntymisen onnistumiselle. Suvuton lisääntyminen on keino nopeasti lisätä populaation yksilömäärää. Syntyvät kasvit eivät geneettisesti eroa emokasvistaan, joten mitä ilmeisemmin ne ovat sopeutuneet kasvupaikkansa oloihin hyvin. (Salonen 2006, 89.)

Suvullisen lisääntymistavan etu suvuttomaan lisääntymiseen verrattuna liittyy meioosiin sekä sen yhteydessä tulevaan geneettisen vaihtelun suureen määrään. Suvullisen lisääntymistavan yksi etu on se, että populaatio menestyy sen avulla ympäristötekijöiden vaihtuessa. Kasvien kasvupaikat voivat olla epästabilleja ja kasvien menestymiselle tärkeiden ympäristötekijöiden vaihtelu voi näin ollen olla suurta. Geneettistä vaihtelua huonosti sisältävään kasvipopulaatioon verrattuna populaatio, jossa on hyvin muunteleva geneettisyys, löytää jäsenilleen todennäköisemmin useampia ainakin siedettävät elinolot tarjoavia ekolokeroita. Geneettisen muuntelun määrä voi vaikuttaa siihen, miten kasvipopulaatio selviää esimerkiksi abioottisten ympäristöolojen muutoksista tai taudeista. (Salonen 2006, 89.)

Kasvipopulaation elinympäristön pysyessä pitkään muuttumattomana suvulliseen lisääntymiseen liittyvän perinnöllisen muuntelun lisääntyminen saattaa olla populaatiolle jopa haitallista. Esimerkiksi geneettisesti vähän vaihteleva ja pieni,

ehkä jopa lajin muista populaatioista eristäytynyt populaatio saattaa olla sopeutunut hyvin kasvupaikkaansa. Mikäli tällaiselle populaatiolle kantautuu esimerkiksi eläinten mukana siitepölyä tai siemeniä, voi käydä niin, että paikalliset hyvät sopeutumat kasvupaikalla purkautuvat. (Salonen 2006, 90.)

3 MUSTIKKASADON MÄÄRÄÄN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

3.1 Mustikkasadon satovertailuja

3.1.1 Mustikkasadon kauppaantulomäärät

Mustikan poimittu satomäärä Suomessa vaihtelee vuosittain paljon. Tähän vaikuttavat muun muassa luonnon olosuhteet sekä poimintaresurssit. Luonnonmarjojen marjasadosta iso osa jää keräämättä (Kuvio 5). Luonnonmarjoja on hankala saavuttaa, koska niiden kasvupaikat ovat kaukana ihmisten elinalueilta, vaikeakulkuisten maastojen ja pitkien matkojen takana. Mustikan puoliviljelyllä voi olla mahdollista tasoittaa vaihtelevaa mustikan satomäärää sekä parantaa mustikan kasvuolosuhteita sen luontaisella kasvupaikalla. Puoliviljelyllä satoalueet olisivat lähempänä ihmisten elinalueita.



Kuvio 5. Mustikkaa kerättyä pimurilla

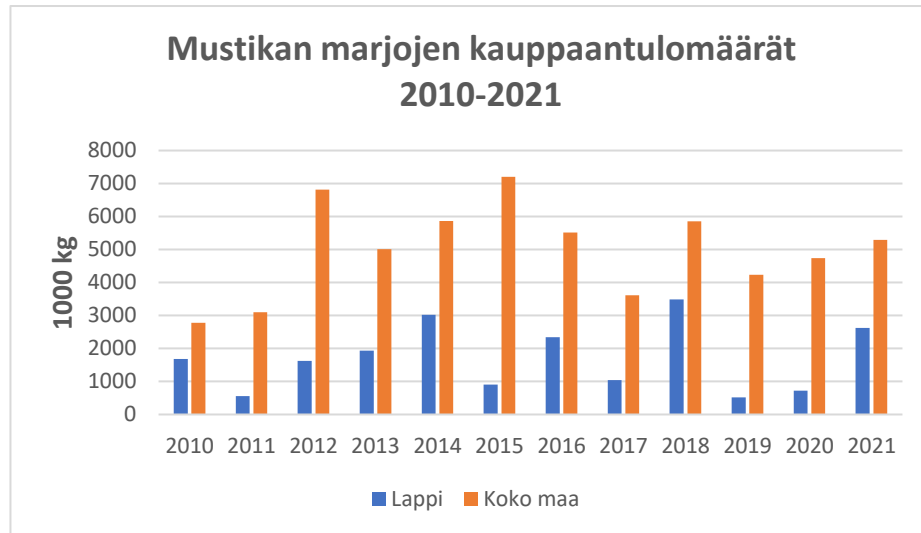
Suomen metsissä olevaa mustikkasadon määrää tutkitaan eri menetelmillä. Tutkimusten tulokset perustuvat eri tilastoihin ja tutkimuksiin. On vaikea arvioida konkreettisesti mustikkasadon oikeita satomääriä metsissä, joten eri mallinnuksia hyödyntämällä saadaan asiasta suuntaa antavaa tietoa.

Suomessa mustikan poimittua marjasatoa tutkii Ruokavirasto. Ruokavirasto toimii tutkimuksen toimeksiantajana, ja sen toteuttajana on Kantar TNS Agri Oy. Tutkimuksessa selvitetään vuosittain marjojen ja sienten kauppantulomäärät, poimijahinnat sekä poimintatulot. Tutkimusta on tehty vuodesta 1977 alkaen. Vuosittaisista tiedoista koostetaan Marsi-raportti, joka on luettavissa yleisesti Ruokaviraston ylläpitämiltä internetsivuilta. Tiedot tuloksista raportoidaan koko maan lukuina sekä suuralueittain. Suuralueita on neljä: Lappi, Oulu-Kainuu, Itä-Suomi ja Länsi-Suomi. (Ruokavirasto 2022, 5.) Marsi-raportista saamme selville tähän tutkimukseen suuntaa antavan määrän mustikan talteen otetuista satomääristä sekä vuosittaisesta satovaihtelusta.

Marjoja ja sieniä ostavat yritykset antavat myyntitiedot Marsi-raporttia varten sen mukaisesti, miltä alueilta marjat ja sienet on poimittu. Tällä tavoin saadaan alueittaista tietoa määristä ja satovaihtelusta eri vuosina. Raportti ei kata kaikkea suoramyyntiä. Marjojen ja sienien poimijat myyvät tuotteita suoraan yksityisille henkilöille, ravintoloille, leipomoille, suurtalouksille sekä turisteille. Vain osa tällaisesta kaupankäynnistä on raportin tilastoissa mukana. Yksityishenkilöt poimivat marjoja ja sieniä omaan käyttöön sekä tuttaville. Näitä määriä Marsi-raportin tuloksissa ei selvitetä. (Ruokavirasto 2022, 5.)

Marsi-raporttiin tulevat tiedot saadaan kyselytutkimuksen avulla. Kyselyt lähetetään postitse sekä osa hoidetaan puhelinhaastatteluna. Vuoden 2021 kyselyyn vastasi 63 yritystä 66 yrityksestä. Marjojen ja sienten ostotietoja kyselyyn saatiin 55 yritykseltä. Näistä vastauksista kymmenen on saatu Lapin alueelta. (Ruokavirasto 2022, 6.)

Otimme tilastotuloksia Marsi-raportista vuodelta 2021 mustikan kauppantulomääristä Lapin alueelta sekä koko maan alueelta (Kuvio 6). Tuloksia on koottu raportista tarkastelujaksolta 2010–2021. Havainnollistamme tällä kuinka eri vuosina mustikan satomäärä voi vaihdella. Poimintamääristä vuosilta 2019–2021 saadaan suuntaa antavaa tietoa siitä, kuinka paljon mustikkaa on näinä vuosina poimittu. Tutkimuksessa käytetty tutkimusmateriaali on kerätty näiden vuosien aikana. Kesän 2022 poimintatiedot saadaan vuoden 2023 keväänä, joten näitä tietoja tässä tutkimuksessa ei voida esittää.



Kuvio 6. Mustikan marjojen kauppaantulomäärät vuosilta 2010–2021 (mukaillen Ruokavirasto 2022, 17)

Vuosien 2010–2021 aikana mustikkaa on poimittu eri vuosina varsin vaihtelevin satomäärin. Lapissa parhain mustikkasato tarkastelujaksolla 2010–2021 on saatu vuonna 2018, jolloin satoa saatiin noin 3,48 miljoonaa kiloa. Toinen hyvä mustikkavuosi oli vuosi 2014, jolloin mustikkaa poimittiin noin 3,02 miljoonaa kiloa. Vähiten Lapissa mustikkasatoa tarkastelujaksolla saatiin vuonna 2019, jolloin satoa saatiin noin 0,51 miljoonaa kiloa. Koko maassa parhain mustikkasato saatiin vuonna 2015, jolloin satoa saatiin yhteensä noin 7,2 miljoonaa kiloa. Vähiten koko maassa mustikkasatoa saatiin vuonna 2010, jolloin satoa saatiin yhteensä vain noin 2,78 miljoonaa kiloa. (Ruokavirasto 2022, 17.)

Tutkimusvuosista 2021 oli parhain vuosi Lapissa poimitun mustikkasadon osalta verrattuna vuosiin 2019 ja 2020. Lapissa poimittiin mustikkaa talteen 0,55 miljoonaa kiloa vuonna 2019, 0,72 miljoonaa kiloa vuonna 2020 ja 2,62 miljoonaa kiloa vuonna 2021. (Ruokavirasto 2022, 17.)

3.1.2 Mustikan poimintamäärä kokonaissadosta

On arvioitu, että Suomessa olevan mustikan biologinen kokonaissato on keskimäärin 184 miljoonaa kiloa ja puolukan kokonaissato 257 miljoonaa kiloa (Turtiainen, Salo & Saastamoinen 2005; 2007, Turtiaisen 2021, 5 mukaan). Tämä arvio ei perustu systemaattisesti kerättyyn inventointiaineistoon koko Suomesta,

sillä luonnonmarjoja ei ole kokonaisuudessaan koskaan inventoitu. Kokonaissa-toarviot on laskettu marjasatomalleilla, joissa on yhdistynyt metsäsuunnittelun kenttähenkilöstön asiantuntijuus sekä ympäri Suomea kerätyt empiiriset marja-satoaineistot. (Turtiainen 2021, 5.)

Arvion mukaan valtakunnallisesti mustikka- ja puolukkasadosta nykyisin poimi-taan talteen hyvänä marjavuotena, kuten vuonna 2015, noin 13 prosenttia koko-naissadosta (Karjalainen 2015, Turtiaisen 2021, 20 mukaan). Tämän arvion tekijä toteaa, että korkean talteenottoprosentin selittää ulkomaalainen poimijatyövoima, joka tulee pääasiassa Valko-Venäjältä, Thaimaasta, Ukrainasta sekä Venäjältä. Tämä koko maata koskeva arvio vaikuttaa korkealta, vaikka siinä on huomioitu kaikkien ulkomaalaisryhmien marjanpoiminta toisin kuin tässä tutkimuksessa. (Turtiainen 2021, 20.)

On mahdollista, että sellaisina vuosina, jolloin sadoissa esiintyy alueellisesti suurta vaihtelua, voi talteenottoaste nousta hyvillä marja-alueilla ulkomaalaisten poimijoiden liikkuvuuden vuoksi huomattavan korkeaksi. Tähän saadaan viite siitä, jonka mukaan Itä-Suomessa mustikan talteenottoaste oli vuonna 2011 ai-nakin 14 prosenttia. Asiaa tulisi kuitenkin selvittää jatkotutkimuksella, jossa selvi-tettäisiin sekä poimittuja määriä että biologista satoa useampana vuonna peräk-käin ja satoisuudeltaan erilaisena vuotena. Tällaisessa tutkimuksessa olisi hyvä ottaa huomioon kaikkien mahdollisten poimijaryhmien keräämät marjasadot. (Turtiainen 2021, 20.)

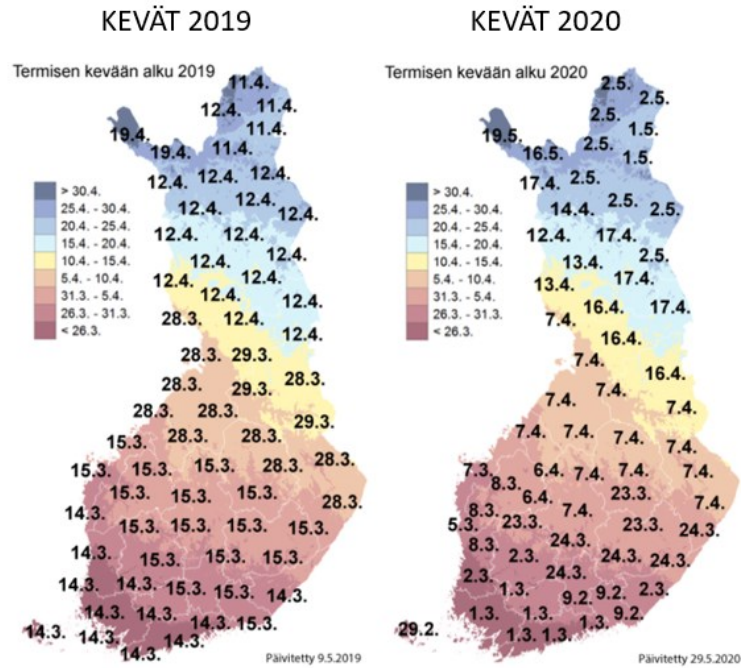
Mustikan ja puolukan valtakunnallisten keski- ja kokonaissatojen vaihtelua on tut-kittu vuosina 1997–2018. Kokonaissatojen vaihteluväli pysyi tällä aikavälillä mus-tikalla ennallaan. Tutkimus antaa myös viitteitä siitä, että sekä alueellisissa koko-naissadoissa että keskisadoissa esiintyy suuremmissa määrin vuosien välistä vaihtelua kuin valtakunnallisissa sadoissa. Tulos vaikuttaa loogiselta, sillä sa-doilla on valtakunnallisesti taipumus keskiarvoistua. Runsaana satovuotena jol-lain alueella voi olla heikompi marjasato ja se vaikuttaa alentavasti myös valta-kunnallisesti keskisatoon. (Turtiainen 2021, 21.)

3.2 Mustikkasadonmäärään vaikuttavat tekijät

3.2.1 Termisen kasvukauden alkaminen

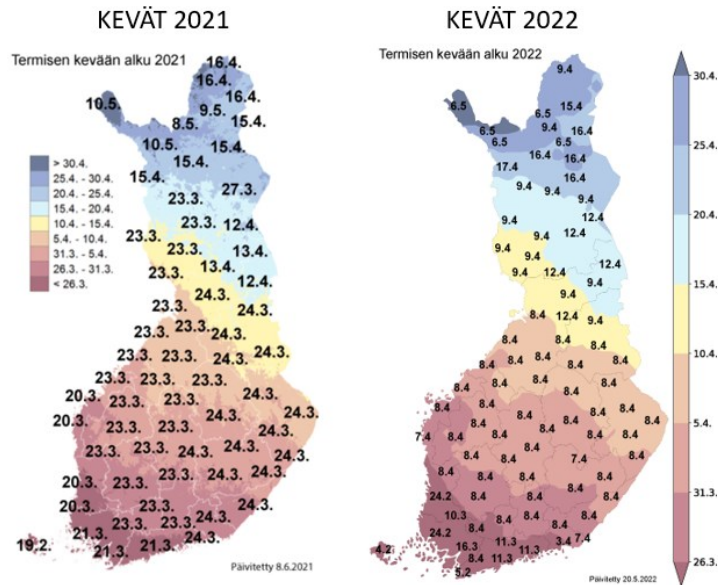
Tähän tutkimukseen on koostettu tietoa ilmasto-olosuhteista vuosilta 2018–2022. Kasvukautta seurataan Suomessa ilmanlämpötilastoista tuotetusta tutkimusmateriaalista. Termistä kasvukautta seuraamalla saadaan kokonaiskuva kesän aikaisista sääolosuhteista. Terminen kevät on vaihtelevasti alkava noin kaksi viikkoa keskiarvoajankohdasta. Aikaisintaan Lapissa kevät on alkanut vuodesta 1961 alkaen huhtikuun alussa, joista viimeisimmin vuosina 2010 ja 2011. Myöhäisimmillään kevättä on Lapissa odotettu toukokuun puoleen väliin asti. (Ilmatieteen laitos 2022a.) Terminen kasvukausi lasketaan alkavaksi siitä, kun lumet ovat sulaneet aukeilta alueilta ja vuorokauden keskilämpötila nousee pysyvästi + 5 C^o:een ylitse. Keväällä vuorokauden keskilämpötila saattaa vaihdella pitkään + 5 C^o:een molemmin puolin, joten tilannetta seurataan 10 vuorokauden ajan. (Ilmatieteen laitos 2022b.)

Terminen kasvukausi keväällä on alkanut Rovaniemen korkeudella vuonna 2019 12.4. Vuonna 2020 se on alkanut 13.4. (Ilmatieteen laitos 2022a; 2022c) (Kuvio 7), 2021 vastaavasti 23.3. ja 2022 vuonna 9.4. (Kuvio 8). Seuraavassa kuviossa eri väriset vyöhykkeet kuvaavat termisen kasvukauden alkamisajankohtaa keskimäärin vuosien 1981–2010 välillä. Alkamisajankohdat ovat suuntaa antavia ja perustuvat Ilmatieteenlaitoksen termisen kasvukauden kuvakarttoihin.



Kuvio 7. Termisen kasvukauden alkaminen keväällä vuosina 2019 ja 2020 (Ilmatieteen laitos 2022a; 2022c)

Tarkasteluvuosista huomataan, että tässä tutkimuksessa tehtyjen tutkimusaineistojen keruun aikana terminen kasvukausi keväällä on alkanut aikaisimmillaan Rovaniemellä vuonna 2021. Vuosien 2019 ja 2020 aikana terminen kasvukausi keväällä on alkanut toisiinsa verrattuna samoihin aikoihin. Seuraavassa kuviossa eri väriset vyöhykkeet kuvaavat termisen kasvukauden alkamisajankohtaa keskimäärin vuosien 1981–2010 välillä. (Ilmatieteen laitos 2022a; 2022c.)

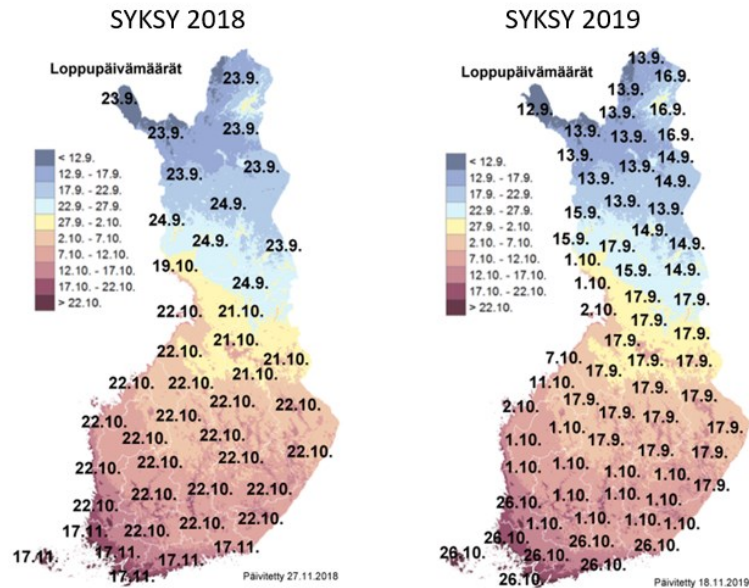


Kuvio 8. Termisen kasvukauden alkaminen keväällä vuosina 2021 ja 2022. (Ilmatieteen laitos 2022a.)

3.2.2 Termisen kasvukauden päättyminen

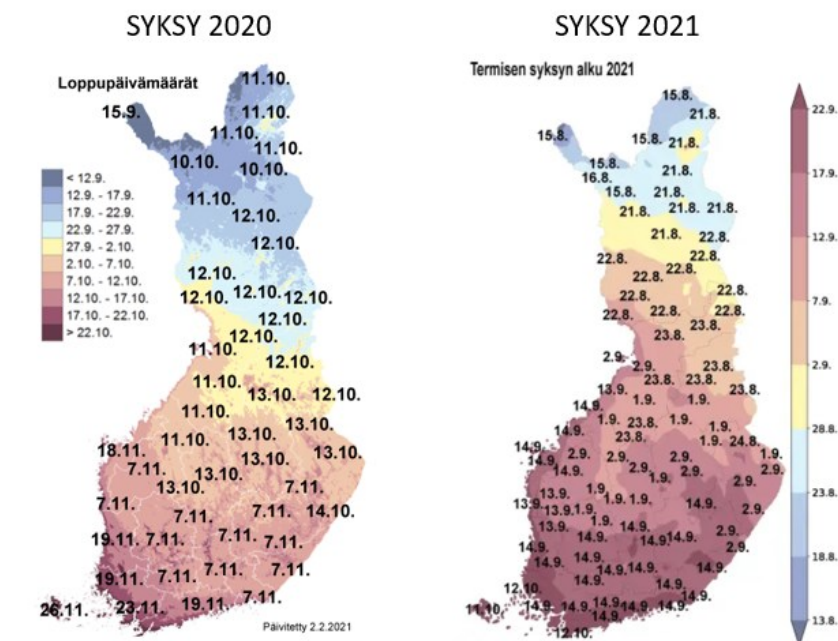
Terminen kasvukausi päättyy syksyllä, kunnes vuorokauden keskilämpötila on laskenut pysyvästi alle $+ 5\text{ }^{\circ}\text{C}$:een alapuolelle tai mikäli pysyvä lumipeite on jo satanut. Termistä kasvukauden pituutta seurataan tehoisan lämpötilan summan arvona. Tehoisan lämpötilan summa lasketaan päiviltä, jolloin keskilämpötila ylittää $+ 5\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Summa saadaan kasvukauden aikana tulevan vuorokauden keskilämpötilan viiden asteen ylimenevästä osasta. Mikäli vuorokauden keskilämpötila jää $+ 5\text{ }^{\circ}\text{C}$:een alapuolelle kasvukaudella, tällöin summaa ei kerry, mutta summa ei myöskään vähene. Tällöin kasvukauden katsotaan tilapäisesti pysähtyneen. (Ilmatieteen laitos 2022b.)

Terminen kasvukausi on päättynyt Rovaniemen korkeudella 19.10. vuonna 2018. Kasvukausi on päättynyt vuonna 2019 se on päättynyt 17.9. (Kuvio 9), 2020 vastaavasti 12.10. ja 22.8. vuonna 2021 (Kuvio 10). Seuraavissa kuvioissa 9 ja 10 eri väriset vyöhykkeet kuvaavat termisen kasvukauden loppumisajankohtaa keskimäärin vuosien 1981–2010 välillä. (Ilmatieteen laitos 2022d; 2022e.)



Kuvio 9. Termisen kasvukauden loppuminen syksyllä vuonna 2018 ja 2019 (Ilmatieteen laitos 2022d.)

Tarkasteluvuosista huomataan, että tässä tutkimuksessa tehtyjen tutkimusaineistojen keruun aikana terminen syksy on alkanut aikaisimmillaan Rovaniemellä vuonna 2021. Myöhäisimmillään kasvukausi on tarkastelujaksolla päättynyt vuonna 2018.

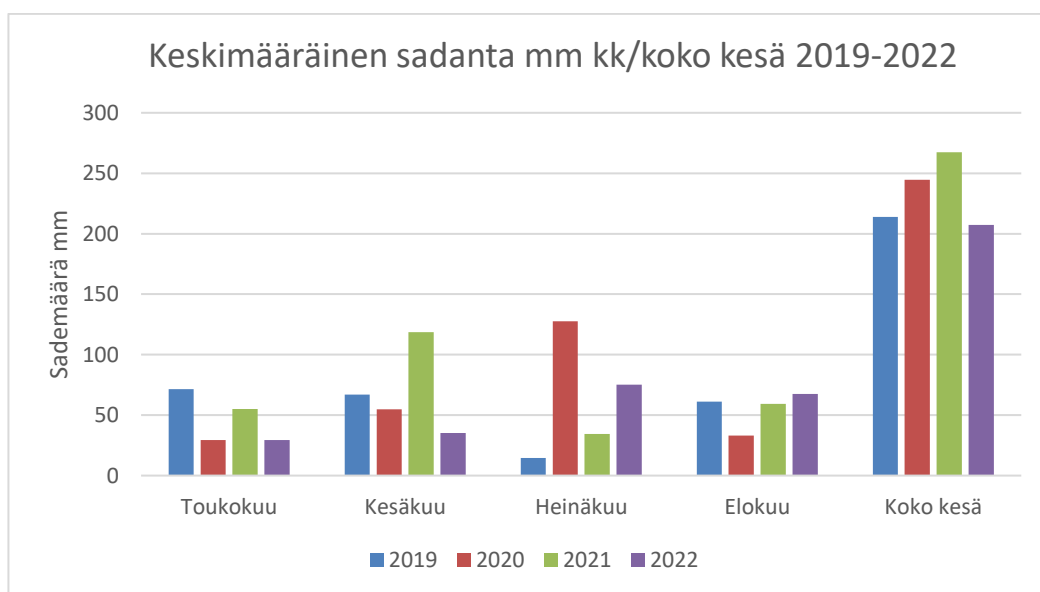


Kuvio 10. Termisen kasvukauden loppuminen syksyllä vuonna 2020 ja 2021 (Ilmatieteen laitos 2022 d.)

3.2.3 Sadanta ja ilmanlämpötila

Rovaniemen lentokentän säähavaintoasemalta tehtyjen mittaustutkimusten avulla on saatu keskimääräisiä lämpötila- ja sadantatietoja eri kuukausilta ja vuosilta. Tiedot on koostettu Ilmatieteen laitoksen ylläpitämien nettisivujen kautta saaduista avoimista tilastotiedoista. Tietoja verrataan mustikkakoealoilta tulleisiin tuloksiin ja analysoidaan sään vaikutusta tutkimustuloksiin.

Koko kesän ajan keskisadanta touko-elokuun väliseltä ajalta on ollut suurinta vuonna 2021 (267,4 mm) verrattuna vuosien 2019–2022 muihin kesiiin. Muihin vuosiin verrattuna sadanta on ollut pienintä vuonna 2022 (207,3 mm), vähäistä vuonna 2019 (214 mm) ja keskimääräistä runsaampaa vuonna 2020 (244,6 mm). Suurinta vaihtelua eri kuukausien keskisadantamäärissä on ollut heinäkuun aikana vuosina 2019–2022. Seuraavassa kuviossa 11 on havainnollistettu keskimääräisiä sademääriä tutkimusvuosien ajalta. (Ilmatieteen laitos 2022f.)



Kuvio 11. Keskimääräiset sademäärät touko-elokuussa sekä koko kesältä Rovaniemen lentokentän mittauspisteeltä vuosilta 2019–2022

Toukokuussa 2019 on keskisadanta ollut suurinta (71,5 mm) verrattuna vuosien 2019–2022 vastaavan kuukauden sadantamääriin. Muihin vuosiin (2019–2022) verrattuna, pienintä sadanta toukokuussa on ollut vuosina 2020 (29,3 mm) ja 2022 (29,5 mm) ja keskimääräisintä toukokuussa vuonna 2021 (55 mm). (Ilmatieteen laitos 2022f.)

Kesäkuussa keskisadanta on ollut suurinta vuonna 2021 (118,7 mm) verrattuna vuosien 2019–2022 vastaavan kuukauden sadantamääriin. Muihin vuosiin (2019–2022) verrattuna sadanta on ollut pienintä kesäkuussa vuonna 2022 (35,1 mm) ja keskimääräistä kesäkuussa vuosina 2019 (66,9 mm) ja 2020 (54,7 mm). (Ilmatieteen laitos 2022f.)

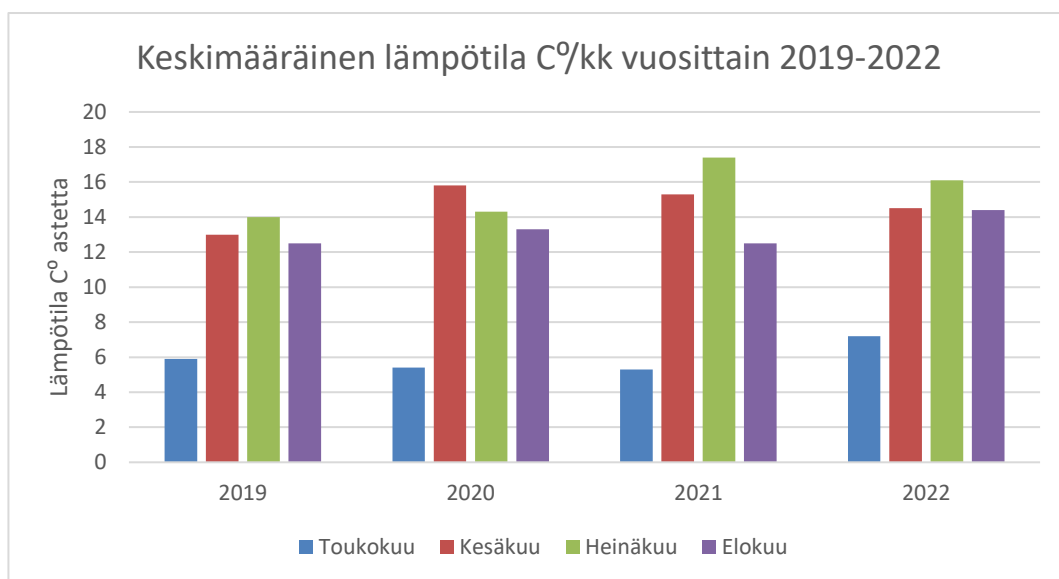
Heinäkuussa keskisadanta on ollut suurinta vuonna 2020 (127,5 mm) verrattuna vuosien 2019–2022 vastaavan kuukauden sadantamääriin. Muihin vuosiin (2019–2022) verrattuna sadanta on ollut heinäkuussa pienintä vuonna 2019 (14,5 mm), vähäistä heinäkuussa vuonna 2021 (34,4 mm) ja keskimääräistä runsaampaa heinäkuussa vuonna 2022 (75,3 mm). (Ilmatieteen laitos 2022f.)

Elokuussa keskisadanta on ollut suurinta vuonna 2022 (67,4 mm) verrattuna vuosien 2019–2022 vastaavan kuukauden sademääriin. Muihin vuosiin (2019–2022) verrattuna sadanta on ollut elokuussa pienintä vuonna 2020 (33,1 mm) ja keskiarvoisesti samanlaista elokuussa vuosina 2019 (61,1 mm) ja 2021 (59,3 mm). Seuraavassa taulukossa 1 on havainnollistettu keskimääräisiä sademääriä tutkimusvuosien ajalta. (Ilmatieteen laitos 2022f.)

Taulukko 1. Keskimääräinen sademäärä touko-elokuussa sekä koko kesältä Rovaniemen lentokentän mittauspisteeltä vuosilta 2019–2022

Sadanta (mm) kuukausittain ja koko kesä				
	2019	2020	2021	2022
Toukokuu	71,5	29,3	55	29,5
Kesäkuu	66,9	54,7	118,7	35,1
Heinäkuu	14,5	127,5	34,4	75,3
Elokuu	61,1	33,1	59,3	67,4
Koko kesä	214	244,6	267,4	207,3

Keskilämpötilat vuosien 2019–2022 aikana ovat vaihdelleet eri kuukausina, sekä eri vuosina. Kasvukauden alussa toukokuussa lämpimintä on ollut vuonna 2022 ja viileintä vuonna 2019 tarkasteluvuosien välillä. Kesäkuussa lämpimintä on ollut vuonna 2020 ja viileintä 2019. Heinäkuussa lämpimintä on ollut vuonna 2022 ja viileintä vuosina 2019 ja 2020. Elokuussa lämpimintä on ollut vuonna 2022 ja viileintä 2019 ja 2021. Seuraavassa kuviossa 12 on havainnollistettu keskimääräisiä lämpötiloja tutkimusvuosien ajalta. (Ilmatieteen laitos 2022f.)



Kuvio 12. Keskimääräiset lämpötilat touko-elokuussa sekä koko kesältä Rovaniemen lentokentän mittauspisteeltä vuosilta 2019–2022

Huomioitavaa on, että koko kesän ajan keskilämpötila touko-elokuun ajalta on pienenoisessa nousussa, kun edetään vuodesta 2019 kohti 2022 vuotta. Vuonna 2019 keskilämpötila on ollut 11,35 C°:a, 2020 vuonna 12,2 C°:a, 2021 vuonna 12,63 C°:a ja 2022 vuonna 13,05 C°:a. Seuraavassa taulukossa 2 on havainnollistettu keskimääräisiä lämpötiloja tutkimusvuosien ajalta. (Ilmatieteen laitos 2022f.)

Taulukko 2. Keskimääräiset lämpötilat touko-elokuussa sekä koko kesältä Rovaniemen lentokentän mittauspisteeltä vuosilta 2019–2022

Keskilämpötilat (C°) kuukausittain ja koko kesä				
	2019	2020	2021	2022
Toukokuu	5,90	5,40	5,30	7,20
Kesäkuu	13,00	15,80	15,30	14,50
Heinäkuu	14,00	14,30	17,40	16,10
Elokuu	12,50	13,30	12,50	14,40
Koko kesä	11,35	12,20	12,63	13,05

3.2.4 Mustikkakasvuston leikkauksen vaikutus satoisuuteen

Mustikkakasvuston leikkauksen vaikutusta mustikan satoisuuteen on tutkittu eri tahojen puolesta. Starkin ym. (2010) mukaan mustikan marjatuotannon palautumisen on todettu kestävän noin kaksi vuotta, mikäli mustikan biomassasta on poistettu 20 prosenttia, joka on vastannut 5–10 senttimetrin leikkausta mustikan varpujen yläosasta (Stark, Niva, Martz & Vuorela 2010, Manninen & Peltola 2013, 8 mukaan). Toisin kuin Patonin ja Obesonin (2012) mukaan mustikan biomassasta 5–8 senttimetrin pois leikkaaminen ei vaikuttanut kukkien määrään, marjantuotantoon eikä marjojen painoon (Pato & Obeso 2012, Manninen & Peltola 2013, 8 mukaan).

Eri luonnonmarjoille tehdyssä poimintakäsittelykokeessa voimakkain käsittely kasveille oli metalliharavointi, joka poisti mustikan-, puolukan- ja variksenmarjan biomassaa noin 1, 2 ja 7 prosenttia. Poimintakäsittelyn ei todettu vaikuttavan marjatuotannon määrään edes voimakkaimmissa tapauksissa. (Manninen & Peltola 2013, 7–8.)

Mustikan, puolukan ja variksenmarjan kukkanuput kehittyvät jo vuotta aikaisemmin kukinnasta. Syksyllä marjojen voimakas poiminta voi vahingoittaa kukkanuppuja, mikä voi vaikuttaa tulevan kesän marjasatoon. Lisäksi on osoitettu, että kasvukauden alussa tapahtuvat vahingot vaikuttavat haitallisimmin useisiin kasvilajiin, kun taas kasvukauden lopussa tapahtuva biomassahäviö on kasvien helppo kompensoida. (Tolvanen & Taulavuori 1998, Salemaa, Vanha-Majamaa & Gardner 1999, Whigham & Chapa 1999, García & Ehrlén 2002, Manninen & Peltola 2013, 8 mukaan.)

Mustikan leikkauksessa tehdyssä tutkimuksessa on tutkittu mustikan palautumista maanpäällisen varren poiston jälkeen. Leikkaus 100 % -käsittelyssä viiden kasvukauden jälkeen maanpäälliset varvut palautuivat 70 prosenttia alkuperäisestä lukumäärästään. Maanpäälliset varvut palautuivat vain 20 prosenttia kontrollin lukumääriin verrattuna. (Tolvanen ym. 1994, 166.)

Mustikan kasvuston vahingoittuessa sen biomassaa alkaa kasvamaan tavallista voimakkaammin. Tämä on mustikan suojautumisrefleksi, mikä auttaa sitä selviytymään kasvuun vaikuttavasta häiriötilasta. Mustikan kasvu tapahtuu runsaana

biomassan tuottona, jolloin se ei tuota marjoja, koska biomassan tuottaminen vie kaiken energian. (Manninen 2022.)

3.2.5 Kulotuksen vaikutus satoisuuteen

Kulotuksen vaikutuksesta mustikan kasvuun ja satoisuuteen tehdyssä tutkimuksessa tulokset ovat viitanneet siihen, että kulotuksen vaikutus mustikan satoisuuteen ei ole kovinkaan suuri. Kulotuksen on todettu kuitenkin jättävän jälkeensä runsaasti maapuita, jotka tarjoavat pölyttäjille, etenkin kimalaisille, runsaasti pesimäpaikkoja. Pölyttäjien määrän lisääntyessä todennäköisyys onnistuneemmalle pölytykselle on suuri. (Rodriguez & Kouki 2015, 4.)

Kulotuksen hyötynä on kasvupaikan maaperän ravinnepitoisuuden lisääntyminen sekä lämpöolojen parantuminen. Kulotuksessa on hyödynnetty polttamalla metsätalouden toimista tulleita hakkuutähteitä ja osa humuskerroksesta. Kulotuksen avulla on saatu vapautettua hakkuutähteiden ja humuskerroksen ravinteet toisten kasvien käyttöön. Kulotus on myös vähentänyt jopa kymmeniksi vuosiksi maaperän happamuutta sekä ohentanut humuskerrosta, jolloin lämmöneristys on vähentynyt merkittävästi. Tämä on parantanut maan lämpöoloja kasveille suotuisammaksi. Kulotus on myös vähentänyt muutamaksi vuodeksi kasvien välistä kilpailua ravinteista. (Metsänhoitoyhdistykset 2022.)

Yhdysvalloissa alkuperäiskansat ovat viljelleet luontaisesti kasvavaa kanadanmustikkaa jo pitkään. Aikojen kuluessa alkuperäiskansat ovat huomanneet, että laji hyötyy suuresti puiden kaatamisesta sekä pensaiden ja aluskasvillisuuden poltosta. Polton on huomattu lisäävän kanadamustikan maan alle suojaan jääneiden maavarsien levinneisyyttä sekä kasvattavan marjoja tuottavammin tuottavia versoja maanpäälle. Tänä päivänä Yhdysvalloissa kanadamustikan viljelyn tehostaminen tapahtuu kahden vuoden sykleissä. Kanadamustikanvarvut leikataan maan tasalle sekä pensaat poltetaan. Tämä estää rikkaruohojen muodostumista, ravitsee maaperää sekä auttaa tuholaiistorjunnassa. (Vanhanen & Peltola 2020, 6.) Kangasmustikka ja kanadamustikka eroavat toisistaan paljon kasvullisesti, eikä näin ollen kanadamustikalle tehtävien marjasadon parantamistoimenpiteiden voida suoraan todeta vaikuttavan samalla tavalla kangasmustikkaan.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 Tutkimuksessa käytetyn koealueen valinta

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää vaikuttavatko erilaiset mustikkakasvuston käsittelyratkaisut merkittävästi mustikan suvuttomaan- ja suvulliseen palautumiseen. Tutkimusta varten on perustettu koealue Rovaniemen Hirvaalle. Suvutonta palautumista on tutkittu keräämällä tutkimusmateriaalia laskemalla koealoilta vuosittain mustikan varvun ja maavarren tuottamat uudet versot, kasvuston tiheys ja peittävyys. Suvullista palautumista on tutkittu keräämällä tutkimusmateriaalia laskemalla kukkien, raakileiden ja kypsien marjojen määrät koealoilta.

Agroforestry in Barents region -hankkeen työntekijät ja harjoittelijat, sekä Luonnonvarakeskuksen tutkijat ovat perustaneet Hirvaan koealat kesällä 2019. Luonnonvarakeskuksen tutkijat Rainer Peltola ja Outi Manninen ovat laatineet tutkimuksen kokeita varten suunnitelman maastotöiden toteuttamiseksi. Lapin ammattikorkeakoulun opettaja Markus Korhonen on avustanut sopivien tutkimuskohteiden ennakkovalinnassa. Sopivien kohteiden kartoitukseen on apuna käytetty ForestKIT- metsäsuunnitteluohjelmaa.

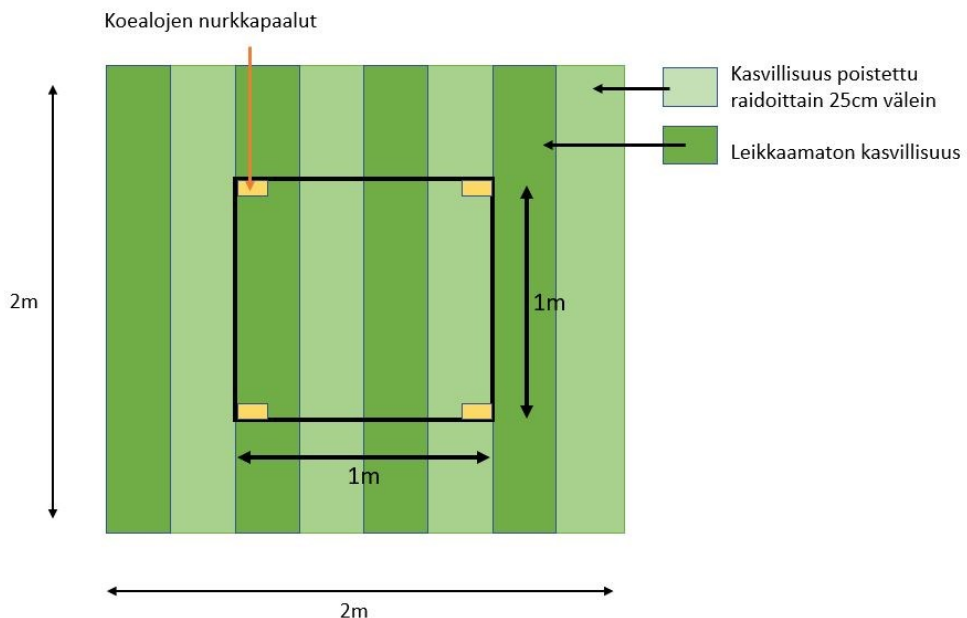
Vaihtoehtoisiksi kohteiksi valikoitui kuusi eri kohdetta. Kaikki mahdollisesti sopivat kohteet on valittu Lapin ammattikorkeakoulun opetusmetsistä. Näistä kohteista valinta on tehty metsätyypin, kasvupaikkatyyppin, puulajin ja kehitysluokan mukaan. Valinnoissa on otettu huomioon kasvupaikaltaan kosteat kuusi- ja mäntyvaltaiset metsät, jotka ovat kehitysluokaltaan varttuneita- ja uudistuskypsiä. Lopullisessa valinnassa metsikön pääpuulajina on suosittu kuusta. Näistä kuudesta vaihtoehdosta on valittu yksi kohde tutkimusalueeksi.

Koealueen sijainniksi on valittu Hirvaan Kuusikkoselässä sijaitseva metsäalue. Metsäalueen soveltuvuus tutkimuskäyttöön on käyty tarkastamassa ennen koealojen perustamista. Koealueen sopivuuden kannalta tärkeintä on ollut, että metsäalueella on runsaasti mustikanvarpuja ja metsäalue on tarpeeksi laaja. Näin ollen kaikki koealat mahtuvat samalle koealueelle.

Koealueelle on pyydetty viiden vuoden toimenpidekieltoa Metsähallitukselta, jotta tutkimuksen kannalta tärkeä alue säilyy sellaisenaan koko tutkimuksien ajan. Kuusikkoselän koealue on kasvupaikkatyybiltään mustikkavaltainen tuore kangas. Koealue on merkitty läheisiin puihin sinisellä kuitunauhalla sekä isommilla nurkkapaaluilla.

4.2 Koealojen perustaminen

Koealueelle on perustettu yhteensä 25 kappaletta pienempiä koealoja ja ne ovat pinta-alaltaan neliön (1 m^2) kokoisia. Koealojen lukumäärä määräytyy valittujen käsittelyratkaisujen perusteella, jotka ovat polttokäsittely, kasvuston leikkaus 15 % -käsittely, kasvuston leikkaus 100 % -käsittely ja raitaleikkauksikäsitteily. Piirroskuviossa (Kuvio 12) havainnollistetaan kahden neliön kokoinen raitakäsittelty ala, jonka sisällä on tutkittava neliön koeala. Jokainen käsitelty koeala on käsitelty samankokoiselta alueelta neliön koealan ulkopuolelta. Näiden lisäksi viisi koealaa on jätetty käsittelemättä, joten ne toimivat kontrollialoina.



Kuvio 12. Esimerkkinä raitakoealan toteutus

Käsittelyratkaisujen valinnat ovat pohjautuneet aikaisempiin tutkimuksiin, joissa on todettu leikkauksien ja polton mahdollisesta vaikutuksesta mustikan suvulliseen ja suvuttomaan palautumiseen. Koealojen määrää on rajattu kohtuulliseksi tutkimuksessa käytettävien resurssien puitteissa.

Koealojen sijainnit on valittu koealueelta niin, että jokainen ruutu vastaa mustikalle tyypillisintä kasvupaikkaa ja kasvillisuus koealan kohdalla olisi mahdollisimman samanvertainen muiden koealojen kanssa. Jokaisen eri käsittelyratkaisujen sijainti on arvottu näistä ennalta valikoiduista 25:stä koealojen sijainnista. Koealojen väliin on jätetty vähintään viisi metriä väliä toisiinsa nähden.

Koealojen perustaminen on aloitettu mittaamalla neliön koealat tarkoin. Koealan jokaiseen kulmaan on laitettu nurkkapaalu (Kuvio 13), johon on merkitty käsittelyratkaisua vastaava numero ja koealan tunniste esimerkiksi 4A. Numero vastaa käsittelyratkaisua ja kirjain koealojen järjestyslukua. Käsittelyratkaisut on numeroitu seuraavasti: 1= kontrolli, 2= leikkaus 15 % -käsittely, 3= leikkaus 100 % -käsittely, 4= raitaleikkauksen käsittely ja 5= polttokäsittely. Viiden koealan käsittelyt on merkitty juoksevasti alkaen A:sta, esimerkiksi 1A, 1B...5E. Näiden tarkoituksena on helpottaa tutkimusmateriaalien seuranta ja kirjaamista.



Kuvio 13. Koealoilla käytetyt puiset nurkkapaalut

Jokaiselta koealalta on käsittelyjen jälkeen valittu viisi mustikanvarpua, jotka on merkitty metalliprikoilla. Metalliprikkojen määrä vaihteli varvun numeron mukaan:

varpu 1= yksi priikka, varpu 2= kaksi priikkaa...varpu 5= viisi priikkaa. Merkittyjen varpujen avulla on tarkoitus seurata vuosittain mustikan suvutonta palautumista. Näiden merkattujen kasvien osalta on laskettu uudet mustikan vuosikasvut sekä 12,6 senttimetrin säteellä merkitystä varvusta kasvaneet yksivuotiaat uudet versot maavarresta maanpinnan alta.

Koealojen perustamisen jälkeen on koealoihin määrätty käsittelyratkaisut toteutettu tarkoin määritettyjen kriteerien perusteella. Toteutuksesta ovat vastanneet Agroforestry in Barents region -hankkeen asiantuntijat ja harjoittelijat sekä Luonnonvarakeskuksen tutkijat kesällä 2019. Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden kokemuksella sekä avustuksella koeruutujen perustus on tapahtunut oikeaoppisesti ja huolella.

4.3 Eri käsittelyratkaisut koealoilla

Kontrollikoealat (Kuvio 14) ovat käsittelemättömiä ja luonnontilaisiksi jätettyjä koealoja. Nämä koealat ovat toimineet vertailukohteina eri menetelmillä käsiteltyihin koealoihin.



Kuvio 14. Kontrollikoeala koealan perustuksen jälkeen vuonna 2019

Leikkaus 15 % -käsittely (Kuvio 15) on toteutettu niin, että koealoilta on mitattu ensin varpujen pituuksia ja niistä on laskettu keskiarvo. Keskiarvon perusteella on laskettu paljonko 15 prosenttia vastaa senttimetreinä koko varvun pituudesta

ja tämän perusteella kasvit on leikattu laskennallisesti oikeaan pituuteen. Mustikan kasvuston 15:n prosentin leikkaus latvuksesta, on todettu olevan kasville turvallinen leikkaussuhde palautumisen kannalta (Manninen 2022).



Kuvio 15. Leikkaus 15 % koeala koealanperustuksen jälkeen vuonna 2019

Kasvuston leikkaus 100 % -käsittelyssä (Kuvio 16) mustikan kasvusto on leikattu kokonaan maanpintaa myöten pois. Leikkauksella on haluttu tehostaa biomassan syntyä ja kasvia nuorentavaa vaikutusta. Tutkimuksessa leikkaus 100 % -käsittely on haluttu vertailukohteeksi leikkaus 15 % -käsittelylle. (Manninen 2022.)



Kuvio 16. Leikkaus 100 % koeala koealanperustuksen jälkeen vuonna 2019

Raitaleikkauskäsittelyssä (Kuvio 17) mustikan kasvustosta on leikattu pois 100 prosenttia 25 senttimetrin välein raitoina koealan pituisesti. Raitojen tarkoituksena on mahdollistaa pölyttäjien pääsy mustikan kukkiin helpommin, jolloin pölytys voisi mahdollisesti onnistua paremmin kuin liian tiheässä mustikan kasvus-

tossa (Manninen 2022). Käsittelyratkaisun valinta perustuu metalliharavalla tehtyyn voimakkaaseen poimintakäsittely tutkimukseen (Manninen & Peltola 2013, 1). Raitakoealoilla toteutus on tehty hyödyntämällä narua, jolla on saatu raitojen leveys ja suunta pysymään oikeanlaisena leikkauksen ajan. Naruilla on tehty 25 senttimetrin levyisiä kaistoja. Leikkaus on hoidettu raivaussahalla, jonka siima on mitattu tarkoin 25 senttimetrin pituuteen.



Kuvio 17. Raitakoeala koealan perustuksen jälkeen vuonna 2019

Polttokäsittelyssä (Kuvio 18) koealalta leikattiin kaikki kasvillisuus pois, minkä jälkeen leikattu biomassa sekoitettiin kuiviin olkiin ja poltettiin. Polttomenetelmällä on haettu vaikutusta kaskeamisen hyödyistä. Poltettavien kasvien on todettu vapauttavan tärkeitä ravinteita maaperään, mikä lisää kasvin mahdollisuutta hyödyntää ravinteet.



Kuvio 18. Polttokoeala koealan perustuksen jälkeen vuonna 2019

4.4 Tutkimuksen lisäkoealat

Raitakäsittelymenetelmää on kokeiltu tässä tutkimuksessa isommalla koealueella kahdella eri paikkakunnalla. Tähän tutkimukseen päädyttiin Mannisen ja Peltolan (2013) aikaisemman tutkimuksen tulosten perusteella voimakkaan harvamenetelmän käytön vaikutuksesta mustikan marjomiseen. Tämän perusteella ajateltiin, että luonnonpölyttäjät voisivat pääsevät paremmin tekemään työtään mustikan kasvuston harvetessa. Sopivat koealueet löydettiin Tervolan Petäjämaalta sekä Rovaniemeltä Käyrämöstä. Koealat perustettiin kesän 2020 alussa.

Molempien koealueiden kasvupaikka on tyypiltään kuivahkoa kangasta. Metsät ovat metsätalouskäytössä, ja niitä hoidetaan tasaikäisrakenteisella metsänkasvatusmenetelmällä. Puuston kehitysluokka on varttunutta kasvatusmetsikköä. Metsiköissä valtavarpuina kasvaa selkeästi mustikka ja pääpuulajina mänty. Aarin koealat pyrittiin tekemään kasvupaikaltaan samanlaiselle alueelle.

Käyrämöön ja Petäjämaalle perustettiin molempiin kaksi aarin koealaa. Molempiin on perustettu yksi aarin kokoinen raitamenetelmällä käsitelty koeala, jonka sisällä on viisi neliön koealaa. Molempiin on myös perustettu yksi aarin kokoinen kontrolliala, jossa on myös viisi neliön koealaa. Käsittelemättömän kontrollikoealan tuloksia voidaan verrata raitamenetelmästä saatuihin tutkimustuloksiin.

Aarin kokoinen kontrollikoeala on rajattu mittaamalla ja merkattu puisilla nurkka-paaluilla maastoon. Tämän jälkeen kontrollikoealalle on perustettu neliön koealat mittaamalla ja merkitsemällä ne nurkkapaaluin koealan sisäpuolelle. Raitakäsittelykoealaa perustaessa mitattiin ja merkattiin ensin aarin alue maastoon. Tämän jälkeen koealalle laitettiin naruilla kaistaleet helpottamaan raidan leikkausta 25 senttimetrin välein, mikä tehtiin raivaussahaa apuna käyttäen (Kuvio 19).



Kuvio 19. Raitakoealan käsittelyä raivaussahalla Petäjämaalla

Raitaleikkauksessa (Kuvio 20) mustikan kasvustojen väleistä on poistettu kasvillisuus 100 prosenttisesti 25 senttimetrin leveydeltä. Mustikkakasvustoa on jätetty poistetun kasvillisuuden väliin vastaavasti sama 25 senttimetriä.



Kuvio 20. Käsitelty raitakoeala Petäjämaalla kesäkuussa 2020

Raidoituksen jälkeen käsitellyille aarin koealoille on perustettu neliön koealat. Kontrolli- ja raitakoealojen tutkimusmateriaali on kerätty laskemalla mustikan kukat, raakileet ja kypsät marjat näiltä neliön koealoilta vuosina 2020–2022. Tämän lisäksi koealoilta on kerätty poimureilla kesän lopussa kypsät mustikanmarjat. Marjat on kerätty ensin neliön koealoilta jokainen neliö eriteltynä toisistaan, minkä jälkeen marjat on poimittu koko aarin koealalta. Marjojen paino on punnittu eriteltynä neliön aloilta ja lisäksi koko aarin alalta. Poiminnot ja punnitukset on tehty sekä kontrolli- että raitakoealoille.

4.5 Koealojen laskennat

Koealoilla tehtyjen mustikan pölyyntymis-, marjomis- ja kasvillisuuslaskentojen tutkimusmateriaalista on koostettu tulokset tähän tutkimukseen. Suvullisen palautumisen tutkimusmateriaali on saatu laskemalla mustikan kukat, raakileet ja kypsät marjat. Suvuttoman palautumisen tutkimusmateriaalia on saatu määrittämällä mustikkakasvuston peittävyys pistefrekvenssimenetelmällä ja kasvillisuuden tiheyslaskennoilla. Lisäksi tutkimusmateriaalia suvuttomasta palautumisesta on saatu mustikan merkittyjen yksilöiden vuosikasvujen laskennoilla sekä laskemalla uusien yksilöiden synty maavarsista. Laskennoissa tärkeintä on, että laskelmat on toteutettu huolella ja ohjeita tarkoin noudattaen.

4.5.1 Suvullisen palautumisen laskentamenetelmä

Lumien sulaessa pois ja lämpötilan noustessa alkaa mustikka kukkimaan melko nopeasti. Laskennat koealoilta on aloitettu mustikankukista kesäkuun alussa. Mustikan kukinta kestää noin kaksi viikkoa. Tämän vuoksi laskennat on tehtävä hyvissä ajoin niin, että kukat ovat hyvin puhjenneet, mutta eivät vielä kuivuneet.

Kukkien, raakileiden ja kypsien marjojen laskennoissa on hyödynnetty kuminauhaa (Kuvio 21), jonka avulla on pystytty rajaamaan koealalle kuuluvat mustikanvarvut. Mustikanvarvuista on otettu laskentoihin mukaan vain ne varvut, joiden maanpäällinen varsi on kuminauhan asettelun jälkeen jäänyt koealan sisäpuolella. Mustikan kasvuston jäädessä osaksi kuminauhan ulkopuolelle lasketaan myös niistä kukat, raakileet ja marjat, koska mustikan maanpäällisen varren kasvu alkaa koealan sisältä. Mikäli maanpäällisten varpujen kasvu ei ole koealan

sisäpuolella, niin niitä ei ole otettu laskentoihin mukaan, vaikka varvut olisivatkin olleet koealan sisäpuolella.



Kuvio 21. Kuminauhalla rajattu koeala

Laskennoissa on hyödynnetty erilaisia apuvälineitä jakamaan koeala useampaan pienempään osaan laskujen ajaksi. Laskijalla on ollut vierellä muistiinpanovälineenä kynä ja vihko, johon on merkitty laskennan tulos. Kaikki muistiinpanot on koottu päivän päätteeksi Excelissä olevaan taulukkoon mahdollisimman nopeasti laskentojen jälkeen.

Kukkien (Kuvio 22) laskenta on ajoittunut seuraavasti tutkimusvuosien aikana: 4.6.2019, 8.6.2020, 10.6.2021 sekä 7.6.2022. Kukkien laskennassa on tärkeintä, että laskennoissa on otettu huomioon kaikki kukat, mukaan lukien vielä nuppuina olevat kukat. Mikäli varvussa on kukan tippumisen vuoksi vain luotti jäljellä, on tämä laskettu kukaksi, koska mikäli pölytys on onnistunut, kasvaa luotista raakile. Laskiessa kukkia on todella tärkeää, että varvut tutkitaan huolellisesti ja jokainen kukka saadaan laskentaan mukaan.



Kuvio 22. Mustikan kukka

Vuosien aikana kerätystä tutkimusmateriaalista on huomattu, että mustikan kehittyminen kukasta raakileeksi kestää noin yhden kuukauden verran. Raakileiden (Kuvio 23) laskennat ovat ajoittuneet heinäkuun alkupäähän seuraavasti: 19.7.2019, 2.7.2020, 7.7.2021 ja 8.7.2022. Raakileet ovat väritykseltään vaaleanvihreitä, joten ne on hankala erottaa muusta kasvillisuudesta. Tämän vuoksi niiden laskeminen on vaatinut eniten aikaa ja tarkkuutta. Raakileiden lisäksi on laskettu luotit, jotka mahdollisesti kehittyvät vielä raakileiksi. Laskennoista on jätetty pois kuivuneet tai muuten vaurioituneet raakileet. Tähän on päädytty, koska luultavammin raakileet eivät kypsy enää marjoiksi. Raakileiden määrällinen suhde kukkiin nähden on pienempi.

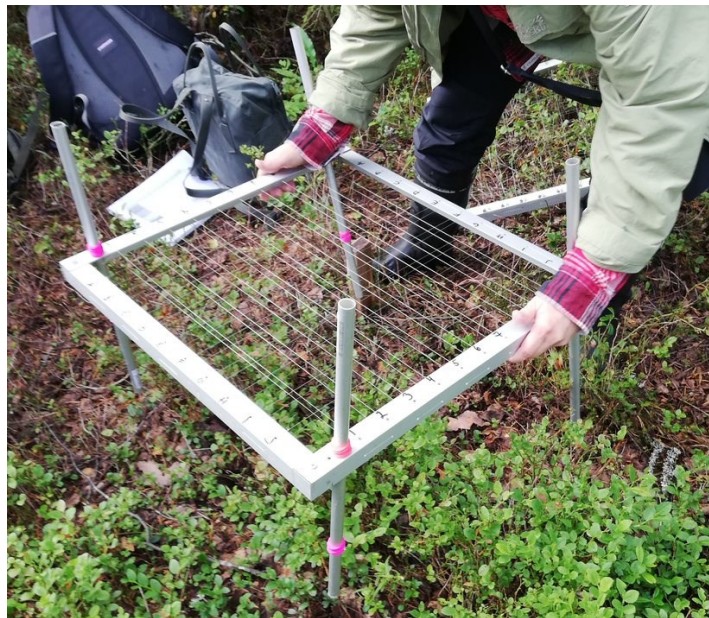


Kuvio 23. Mustikan raakile

Kypsien marjojen laskennat ovat ajoittuneet seuraavasti: 7.8.2019, 27.7.2020, 27.7.2021 sekä 3.8.2022. Raakileen kehittyminen kypsäksi marjaksi kestää noin kuukauden verran. Kypsien marjojen suhde on raakileisiin nähden pienempi.

4.5.2 Suvuttoman palautumisen laskentamenetelmät

Kasvillisuuslaskennoissa on hyödynnetty peittävyyslaskentamenetelmää, jonka laskennat on tehty vuosina 2019–2021. Laskentaa varten on ollut oma laskentakehikko (Kuvio 24). Laskentakehikko on asetettu koealan sisään siten, että kehikon yksi nurkka on rastilla merkityn tolpan kohdalla. Merkinällä on varmistettu se, että peittävyyslaskennasta tuleva tutkimusmateriaali on saatu vuosittain samasta kohtaan. Laskentakehikko muodostaa sata kappaletta pisteitä siimojen avulla, joiden kohdalta on kerätty tietoa mitä kasveja pisteen kohdalla kasvaa. Pisteet on numeroitu linjoittain A, B, C...J ja 1, 2, 3...10. Esimerkiksi A1 -pisteen kohdalta on suoraan ylhäältä päin katsottu kaikki pisteen kanssa linjassa olevat kasvit kerroksittain. Viimeiseksi on merkitty kasvillisuuden jälkeen alimmaiseksi jäävä maa, sammal tai karike.



Kuvio 24. Laskentakehikko kasvillisuuden peittävyyslaskennoissa

Koealoilta on myös tehty tiheyslaskennat 50 x 50 senttimetrin kokoiselta alalta koeruudun sisäpuolelta vuosina 2019–2021. Ensimmäinen tiheyslaskenta on tehty koealoille ennen käsittelyjä. Tiheyslaskennassa on koealan nurkasta rajattu

50 x 50 senttimetrin koeala, josta on laskettu kaikki kasvit määrällisesti. Ensin on laskettu kaikki mustikanvarvut, minkä jälkeen laskettu kaikki puolukanvarvut ja niin edelleen. Tällä on saatu selville koealan kasvillisuuden tiheys peittävyiden lisäksi.

Peittävyys- ja tiheyslaskentojen lisäksi on koealoilta laskettu mustikan uudet vuosikasvut. Uudet vuosikasvut on laskettu metalliprikoilla merkityistä mustikanvarvuista vuosina 2019–2020. Mustikan uudet vuosikasvut on laskettu varvusta edellisen vuosiluston jälkeen kasvaneesta kasvusta. Vuosilustot näkyvät tummina rengasmaisina nikamina mustikan varvussa (Kuvio 25). Nikamien välissä oleva kasvu on muodostunut yhden vuoden aikana. Merkattujen mustikanvarpujen osalta on lisäksi laskettu varvusta 12,6 senttimetrin säteellä maavarresta maanpinnalle kasvaneet yksivuotiaat uudet versot vuosina 2019–2021.



Kuvio 25. Vuosikasvu mustikanvarvussa

4.6 Aineiston tilastollinen analyysi

Kaikki tutkimusmateriaalin laskennoista tulleet luvut on koostettu Excel-ohjelmalla taulukoiksi ja diagrammeiksi. Excel-ohjelmistoa hyödyntäen luvut on saatu muotoon, jotka on ollut helppo syöttää tilastotieteen aineiston analysointiohjelmaan SPSS-ohjelmistoon. Suvuttoman palautumisen aineiston tulokset on saatu

peittävyys- ja tiheyslaskennoista tulleesta tutkimusmateriaalista. Suvullisen palautumisen aineiston tulokset on saatu kukka-, raakile- ja marjalaskennoista tulleesta tutkimusmateriaalista. SPSS-ohjelmistoon syötetyt luvut ovat jokaisen eri käsittelyalojen viiden ruutukokonaisuuden alkuperäisiä lukuja. SSPSS-ohjelmistolla tehdyn aineistotestauksen on tähän tutkimukseen suorittanut Luken tutkija Outi Manninen.

Yhteisöllisen palautumisen tulokset on saatu jakamalla peittävyys neljään eri ryhmään: mustikkakasvit, ikivihreätkasvit, heinät ja ruohot. Jokaiselle ryhmälle on laskettu Excel-ohjelmassa prosentuaalinen osuus kokonaispeittävyydestä.

Tutkimusaineiston normaalijakaumat on tarkistettava aina ennen tilastollista testausta SPSS-ohjelmistossa. Näin testin tekijä saa määritettyä ohjelmistossa mitä testimenetelmää tulee käyttää. Peittävyys- ja tiheysdata sekä kukka-, raakile- ja marjadatasta johdetut pölytys- ja marjomisprosentit on testattu toistomittauksen ANOVA-testillä, jotta eri käsittelyjen ja vuosien väliset merkittävyystulokset on saatu. Kukka-, raakile- ja marjadata on testattu yleistetyillä lineaarisilla malleilla, jotta eri käsittelyjen ja vuosien väliset merkittävyystulokset on saatu.

Toistomittauksen ANOVA- testillä on tarkasteltu eri vuosien ja eri käsittelyratkaisujen merkitystä. ANOVA-testissä käsittelyt ovat olleet between subject -faktoreita ja vuodet within subject -faktoreita eli ryhmitteleviä tekijöitä. Aineiston varianssien yhtäsuuruusehto on tarkistettu Mauchlyn sfäärisyystestillä ennen tulosten tulkintaa. Mikäli toistomittauksen ANOVA löysi eroja käsittelyjen välillä tasolla ≤ 0.05 tuolloin käsittelyjen välinen ero testattiin käyttäen Tukeyn HSD post hoc -testillä. Tilastollisena merkittävyyden rajana pidettiin testauksissa ≤ 0.05 arvoa.

Kukka-, raakile- ja marjadata testattiin yleistetyillä lineaarisilla malleilla (GLM=generalized linear models). Muuttumien jakaumien hajontojen ollessa keskiarvoja huomattavasti suurempia, tutkimuksen malleissa käytettiin negatiivista binomijakaumaa ja log-linkkifunktiota. Datasta johdetut pölytys- ja marjomisprosentit testattiin toistomittauksen ANOVA:lla. Pölytys- ja marjomisprosentteille tehtiin arcsine-muunnos ennen testausta.

5 TULOKSET

5.1 Suvuton palautuminen

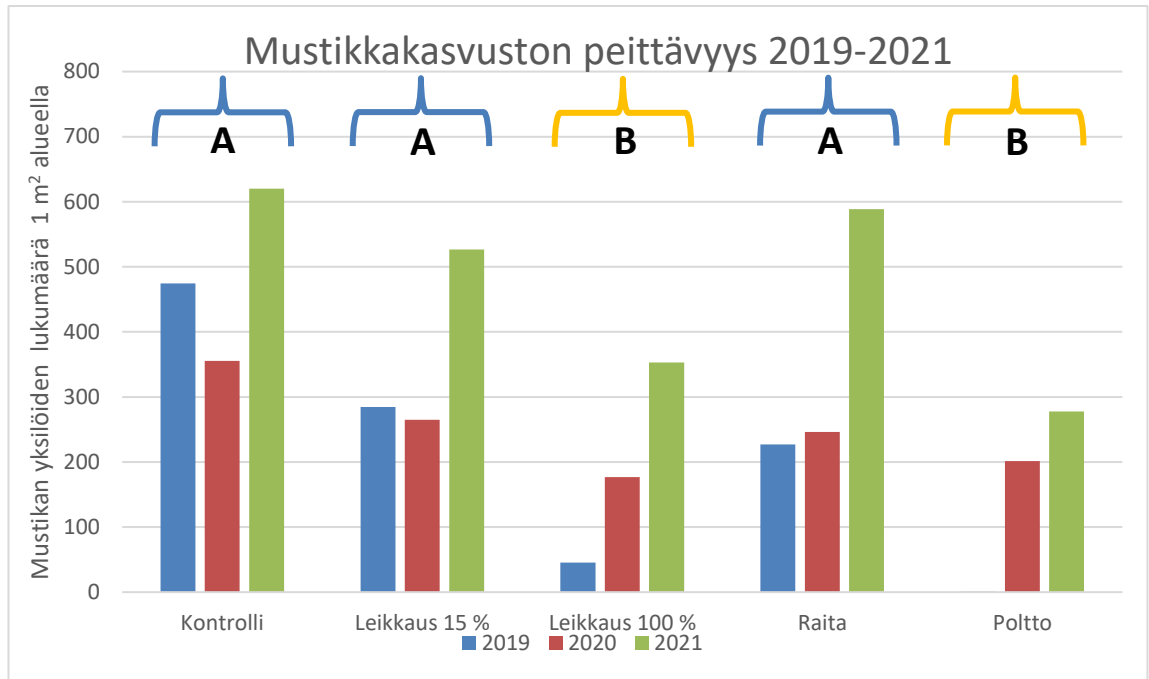
Mustikan suvuton palautuminen oli tilastollisesti merkitsevää peittävyyslaskennoilla tulleista tuloksista eri käsittelyjen sekä eri vuosien välillä Hirvaan koealoilla. Seuraavassa taulukossa 3 on havainnollistettu analysointiohjelmasta tulleita merkitävyystuloksia.

Taulukko 3. Toistomittausten ANOVAn merkitävyystulokset käsittelyjen vaikutuksista mustikan kasvulliseen palautumiseen

	käsittely			vuosi			käsittely x vuosi	
	F	p		F	p		F	p
Tiheys	0.976	0.443		16.572	<0.001		2,097	0,059
Peittävyys	9.776	<0.001		86,211	<0.001		4.583	0.001
1-vuotiaiden lkm	0.490	0.743		63.483	<0.001		1,565	0,166
Vuosikasvujen lkm	6.697	0.001		21.098	0.001		5.707	0.003

5.1.1 Mustikkakasvuston ja muun kasvillisuuden peittävyystulokset

Mustikan peittävyys vaihteli merkitsevästi eri käsittelyjen välillä. Kontrollialojen peittävyys ei eronnut leikkaus 15 % -käsittelystä ja raitakäsittelystä. Leikkaus 100 % -käsittelyn ja polttokäsittelyn peittävyysarvot olivat matalampia kuin kontrollin, leikkaus 15 % -käsittelyn ja raitakäsittelyn arvot. Seuraavassa kuviossa 26 on havainnollistettu A- ja B-kirjaimella merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan käsittelyltään.



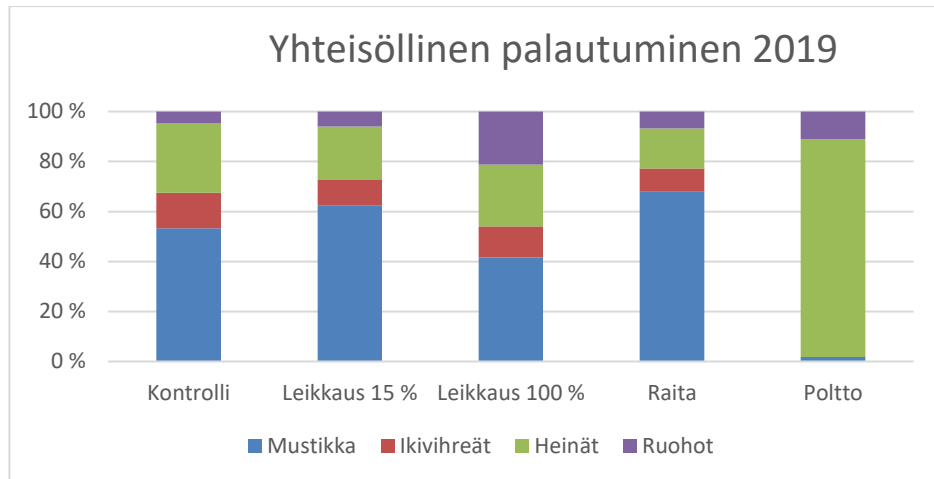
Kuvio 26. Mustikkakasvuston peittävyys palautuminen vuosilta 2019–2021

Mustikan peittävyys vaihteli merkitsevästi eri vuosien ja eri käsittelyjen välillä. Leikkaus 100 % -käsittelyissä ja polttokäsittelyissä kasvillisuus palautui nousujohteisesti kahden vuoden päästä käsittelyistä. Leikkaus 15 % -käsittelyissä ja raitakäsittelyissä palautumista ei tapahtunut juuri ollenkaan vuoden päästä käsittelyistä, mutta toisena vuotena kasvillisuuden peittävyys oli niissä lähes sama kuin kontrollialoilla (Kuvio 27).



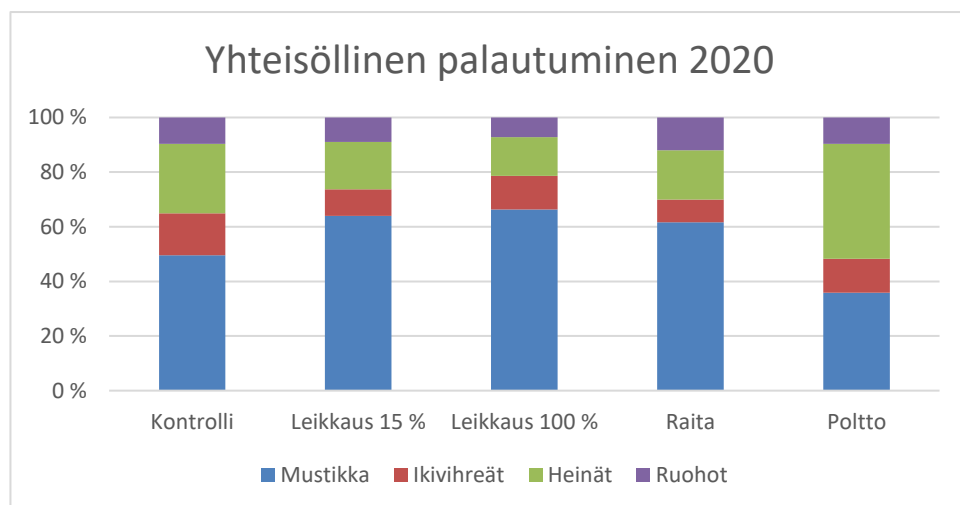
Kuvio 27. Mustikkakasvuston peittävyys palautuminen linjadiagrammina vuosilta 2019–2021

Yhteisöllisen palautumisen tulokset kaikesta kasvillisuudesta on saatu laskemalla Excel-ohjelmalla koealoilta tulleista peittävyyslaskennoista. Ensimmäisen vuoden peittävyyslaskennoista huomataan, että kasvillisuus on taantunut luontaisesta tilastaan käsittelyjen jälkeen. Poltto- ja leikkaus 100 % -käsittelyillä muu kasvillisuus on vallannut mustikkakasvuston elintilaa (Kuvio 28).



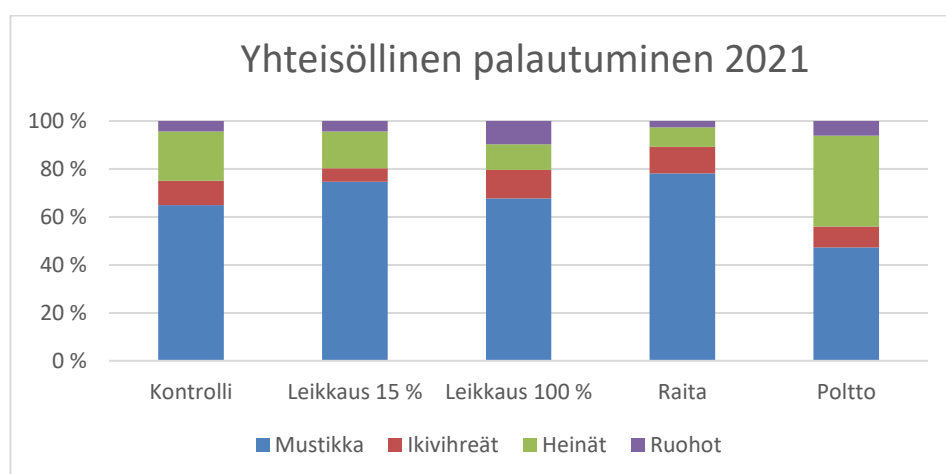
Kuvio 28. Kasvillisuuden yhteisöllinen palautuminen prosentuaalisesti vuonna 2019 käsittelyjen jälkeen

Mustikkakasvuston eheytyminen käsittelyistä on alkanut vähitellen vuoden päästä käsittelyistä. Mustikkakasvusto on alkanut palautumaan selkeästi poltto- ja leikkaus 100 % -käsittelyillä koealoilla. Heinät, ruohot ja muut ikivihreät ovat väistymässä mustikkakasvuston tieltä (Kuvio 29).



Kuvio 29. Kasvillisuuden yhteisöllinen palautuminen prosentuaalisesti vuonna 2020

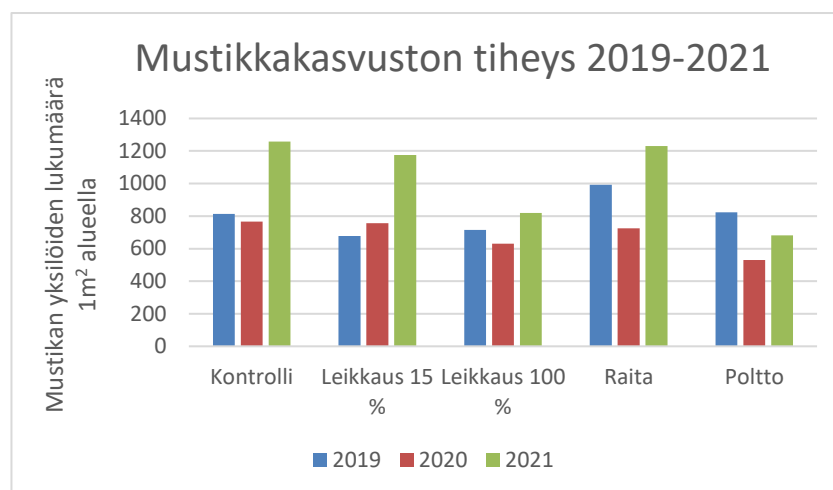
Mustikkakasvusto on saavuttanut valta-asemansa takaisin muilta kasveilta kaikilta käsitellyiltä koealoilta kahden vuoden päästä käsittelyistä. Mustikkakasvusto on palautunut leikkaus 15 % -käsittelyissä, leikkaus 100 % -käsittelyissä ja raitakäsittelyissä luonnontilaisen kaltaiseksi. Raitakäsittelyssä palautuminen on ollut parhainta. Polttokäsittelyillä palautuminen on ollut huonointa. Suurin prosentuaalinen muutos on tullut polttokoealoilla, joissa mustikkakasvusto on lisääntynyt nolasta prosentista noin 46 prosenttiin (Kuvio 30).



Kuvio 30. Kasvillisuuden yhteisöllinen palautuminen vuonna 2021

5.1.2 Mustikkakasvuston tiheystulokset

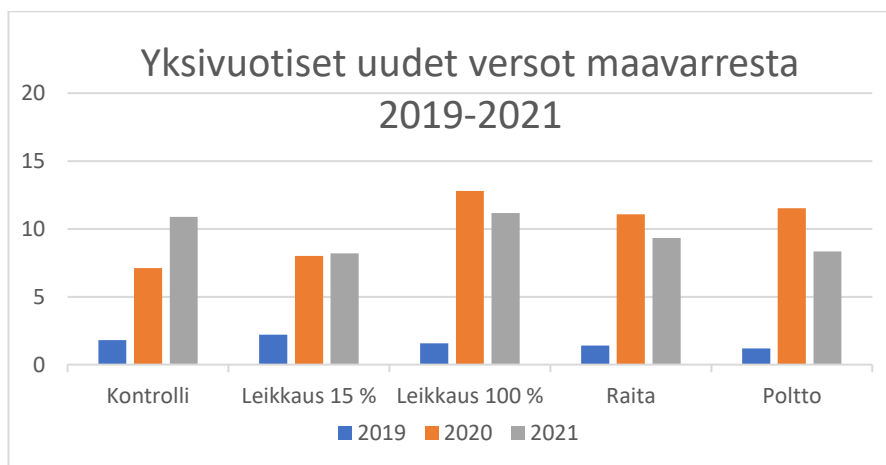
Mustikkakasvuston tiheyksistä tulleissa tuloksissa eri vuosien välillä oli merkittävää eroa, mutta eri käsittelyjen välillä ei ollut. Tuloksissa ei havaittu interaktiota. Mustikkakasvuston ensimmäiset tiheyslaskennat on tehty ennen käsittelyitä vuonna 2019. Seuraavassa kuviossa 31 on havainnollistettu mustikkakasvuston tiheyksien tulokset.



Kuvio 31. Mustikkakasvuston tiheyden palautuminen vuosilta 2019–2021

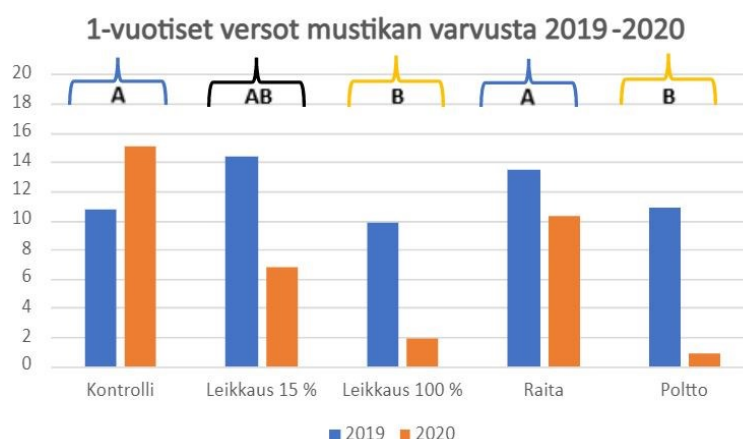
5.1.3 Mustikan uusien versojen ja vuosikasvujen tulokset

Yksivuotisten maavarresta tulevien uusien versojen lukumäärillä ei ollut tilastollista merkittävyyttä eri käsittelyjen välillä, mutta vuosien välillä merkittävyyttä oli. Vuoden päästä käsittelyistä mustikka tuotti maavarresta uusia yksivuotiaita versoja eniten muihin vuosiin nähden. Uusien versojen tuotto oli suurinta leikkaus 100 % -käsittelyillä, poltto- ja raitakäsittelyillä. Kahden vuoden päästä käsittelyistä uusien versojen tuottaminen lähti laskemaan edellisvuoteen verrattuna näillä koealoilla. Kontrollialalla uusien versojen määrä lisääntyi tasaisesti. Leikkaus 15 % -käsittelyssä uusien versojen määrä oli sama edellisvuoteen verrattuna. Vuonna 2019 laskennat on tehty aikaisin keväällä, jolloin uudet versot ovat olleet vasta nousemassa (Kuvio 32).



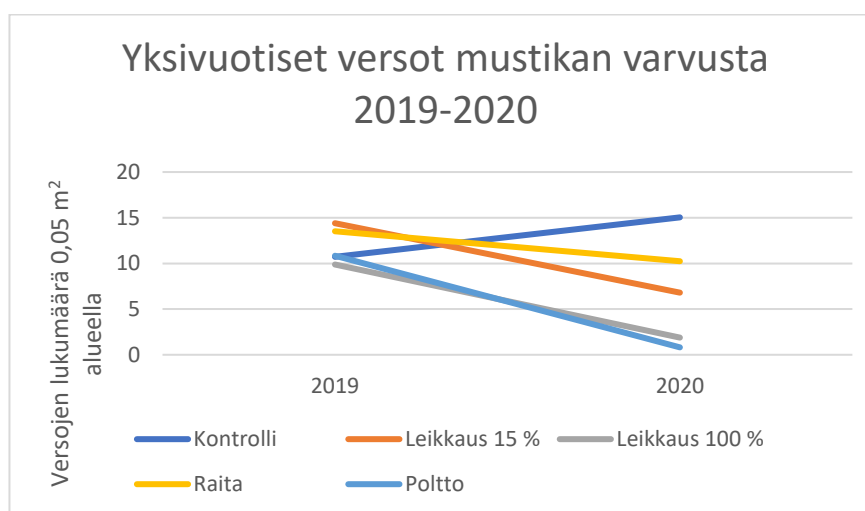
Kuvio 32. Mustikan uudet yksivuotiset versot maavarresta vuosilta 2019–2021

Merkittyjen mustikan varpujen yksivuotisten vuosikasvujen lukumäärillä oli tilastollista merkittävyyttä eri käsittelyiden välillä sekä vuosien välillä. Yksivuotisten uusien vuosikasvujen tuottaminen ei eronnut kontrollialalla ja raitakäsittelyllä toisistaan. Leikkaus 100 % -käsittelyiden ja polttokäsittelyiden uusien vuosikasvujen tuottaminen ei eronnut toisistaan. Leikkaus 15 % -käsittely ei eronnut mistään käsittelystä. Seuraavassa kuviossa 33 on havainnollistettu A- B-kirjaimella ja AB-kirjainyhdistelmällä merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan käsittelyltään.



Kuvio 33. Mustikan uudet 1-vuotiset versot mustikan varvusta 2019–2020

Vuoden 2019 uudet versojen määrät varvusta on laskettu ennen käsittelyjen tekoa. Sen vuoksi uusien versojen määrä on ollut pienempi toisen kasvukauden aikana käsitellyillä koealoilla (Kuvio 34).



Kuvio 34. Mustikan uudet yksivuotiset versot mustikan varvusta 2019–2020

5.2 Suvullinen palautuminen

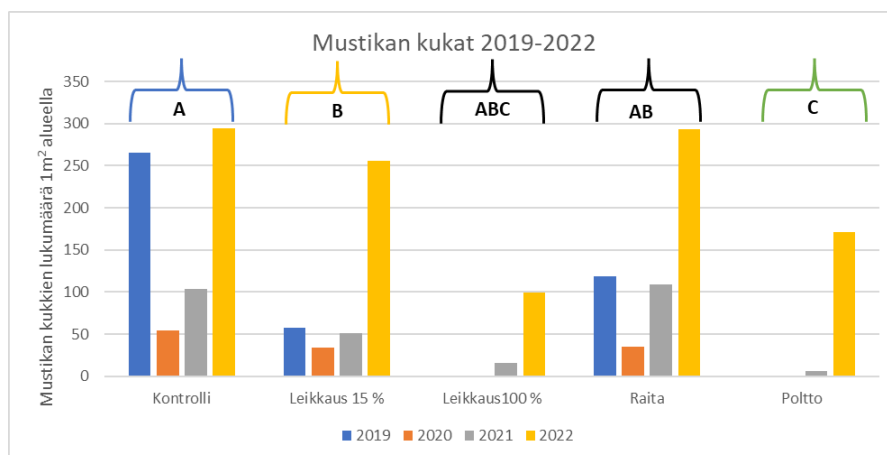
Mustikan suvullinen palautuminen vaihteli merkitsevästi eri vuosina ja eri käsittelyillä Hirvaan koealoilla. Näiden tekijöiden välillä löytyi interaktio SPSS-ohjelmistossa tehdystä analyysistä (Taulukko 4). Marjojen osalta käsittelyn ja vuoden interaktion merkitsevyys oli 0,051. Tämä viitearvo ei täysin täyttänyt vaadittavaa viitearvomääritelmää, mutta eron ollessa noin pieni voidaan todetta interaktion olevan kuitenkin suuntaa-antava. Seuraavassa taulukossa 4 on havainnollistettu analysointiohjelmasta tulleita merkittävyystuloksia.

Taulukko 4. Yleistettyjen lineaaristen mallien tulokset käsittelyjen vaikutuksesta mustikan suvulliseen palautumiseen

	Käsittely			Vuosi			Käsittely x Vuosi	
	X2	p		X2	p		X2	P
Kukat	57,279	<,001		82,258	0		22,923	0,006
Raaki-leet	55,583	<,001		179,375	0		15,658	0,048
Marja	48,883	<,001		193,566	0		13,994	0,051

5.2.1 Mustikan kukkien, raakileiden ja marjojen palautumisen tulokset

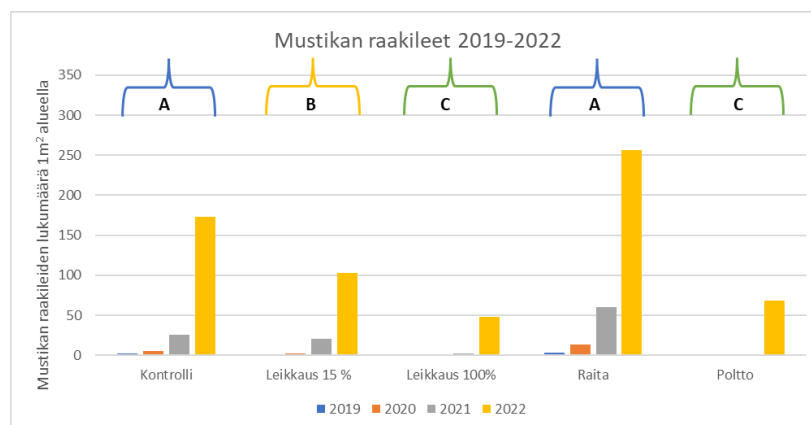
Mustikan kukkien lukumäärä vaihteli eri vuosina merkitsevästi. Kolmanteen vuoteen mennessä käsittelyistä tapahtui muutoksia mustikan kukkamäärissä käsittelyaloilla. Mustikan kukkamäärä lisääntyi raitakäsittelyssä kontrollikoealan kukkamäärän kanssa samalle tasolle. Leikkaus 15 % -käsittelyssä kukkamäärä lisääntyi melkein samalle tasolle kontrollin ja raitakäsittelyn kanssa. Leikkaus 100 % -käsittelyissä ja polttokäsittelyissä kukinta alkoi selkeästi runsastumaan. Seuraavassa kuviossa 35 on havainnollistettu A -, B -, C, - AB - ja ABC-kirjainyhdistelmillä merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan eri vuosina.



Kuvio 35. Mustikan kukkien palautuminen vuosilta 2019–2022

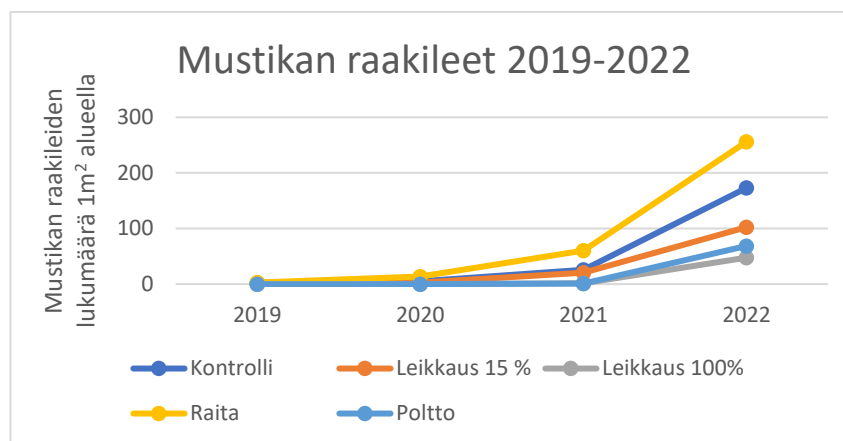
Kukinnan palautumisessa ajallisesti kestää vähiten raitakäsittelyllä, jossa kukinta on palautunut kontrollin tasolle kolmantena vuonna käsittelyistä. Hitaimmin kukinta on palautunut leikkaus 100 % -käsittelyssä, jossa kukinta jää reilusti alle puoleen kontrollin tasosta.

Mustikan raakileiden lukumäärä lisääntyi kolmantena vuonna käsittelyistä eniten raitakäsittelyllä. Leikkaus 100 % -käsittelyssä ja polttokäsittelyissä raakileiden määrä pysyi alhaisena. Kontrollialojen ja raitakäsittelyiden raakilemäärä pysyi samankaltaisena. Leikkaus 100 % -käsittelyiden ja polttokäsittelyiden raakilemäärissä ei ollut eroavaisuuksia. Leikkaus 15 % -käsittely erosi kaikista muista käsittelyistä. Sen raakilemäärän tuotos ei ollut hyvää eikä huonoa muihin nähden. Seuraavassa kuviossa 36 on havainnollistettu A -, B -, ja C-kirjaimilla merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan eri vuosina.



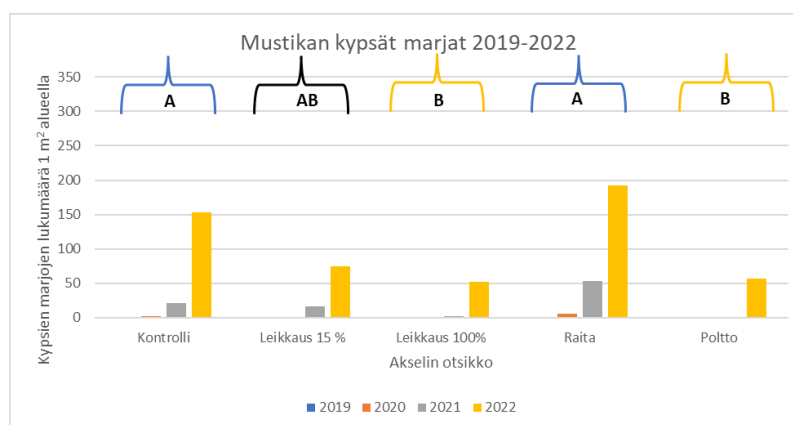
Kuvio 36. Mustikan raakileiden palautuminen vuosilta 2019–2022

Raakileiden lukumäärä alkaa nousemaan vuoden päästä käsittelyistä raitakäsittelyssä. Kahden vuoden päästä raakileiden lukumäärä nousee leikkaus 15 % -käsittelyssä ja kontrollissa. Kolmantena vuonna raakileiden lukumäärä alkaa nousemaan leikkaus 100 % -käsittelyissä ja polttokäsittelyissä (Kuvio 37).



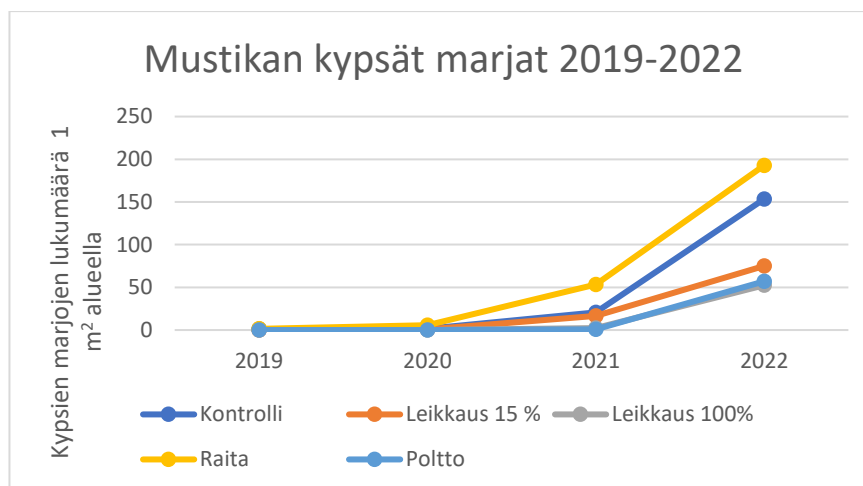
Kuvio 37. Mustikan raakileiden palautuminen vuosilta 2019–2022

Mustikan kypsien marjojen määrä kolmantena vuotena käsittelyistä oli suurinta raitakäsittelyllä. Se ohitti lisäksi luonnontilaisen kontrollikoealan kypsien marjojen lukumäärän. Kontrolli ja raitakäsittelyillä kypsien marjojen lukumäärä pysyi kuitenkin samankaltaisena. Huonoiten kypsiä marjoja saatiin leikkaus 100 % -käsittelyistä ja polttokäsittelyistä. Näiden koealojen kypsien marjojen lukumäärä ei poikennut toisistaan. Leikkaus 15 % -käsittely erosi kaikista muista käsittelyistä. Sen kypsien marjojen tuotos ei ollut huonoa eikä hyvää. Seuraavassa kuviossa 38 on havainnollistettu A -, B-, ja AB- kirjaimilla merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan.



Kuvio 38. Mustikan kypsien marjojen palautuminen vuosilta 2019–2022.

Kypsien marjojen lukumäärä alkaa hieman nousemaan vuoden päästä käsittelyistä raitakäsittelyssä. Kahden vuoden päästä käsittelyistä kypsien marjojen lukumäärä alkaa nousemaan leikkaus 15 % -käsittelyssä ja kontrollissa. Vasta kolmantena vuonna kypsien marjojen lukumäärä alkaa nousemaan leikkaus 100 % -käsittelyssä ja polttokäsittelyissä (Kuvio 39).



Kuvio 39. Mustikan kypsien marjojen palautuminen vuosilta 2019–2022

5.2.2 Mustikan pölyyntymis- ja marjomistulokset

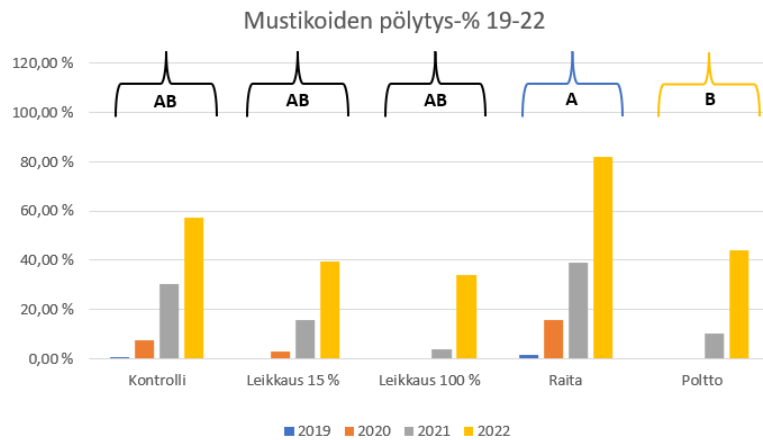
Mustikan pölyntyminen ja marjominen oli erilaista eri käsittelyaloilla. Vuosien ja käsittelyjen ja vuosien välillä ei löytynyt eroavaisuuksia. Seuraavassa taulukossa 5 on havainnollistettu analysointiohjelmasta tulleita merkittävyytuloksia.

Taulukko 5. Toistomittausten ANOVAn merkittävyytulokset mustikan pölyntymisestä ja marjonnasta

	Käsittely			Vuosi			Käsittely x Vuosi	
	F	p		F	p		F	P
Pölytys %	3,905	0,017		112,527	<,001		1,070	0,401
Marjomis %	5,851	0,030		97,315	<,001		1,098	0,379

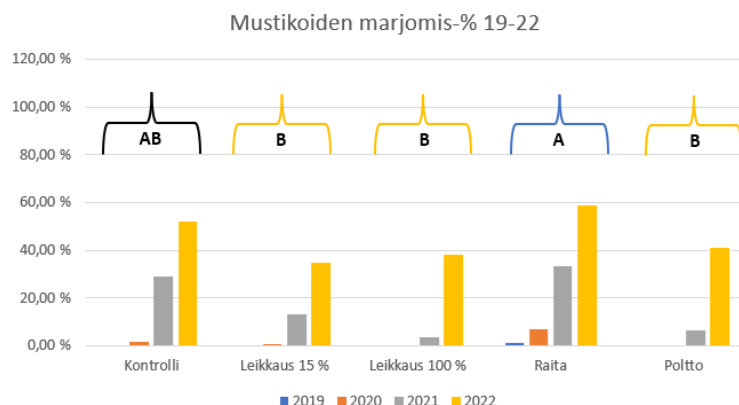
Mustikoiden pölyntyminen lisääntyi käsittelyjen jälkeen kolmen vuoden aikana parhaiten raitakäsittelyssä ja huonoiten polttokäsittelyssä. Kontrollialan, leikkaus 15 % -käsittelyn ja leikkaus 100 % -käsittelyn pölyntymistulokset eivät eronneet muista käsittelyistä merkittävästi. Raitakäsittelyn pölyntyminen on onnistunut

jopa 50 prosenttia paremmin vuoden päästä käsittelyistä kontrolliin verrattuna (Kuvio 40).



Kuvio 40. Mustikoiden keskimääräiset pölytysprosentit koealoilta 2019–2022

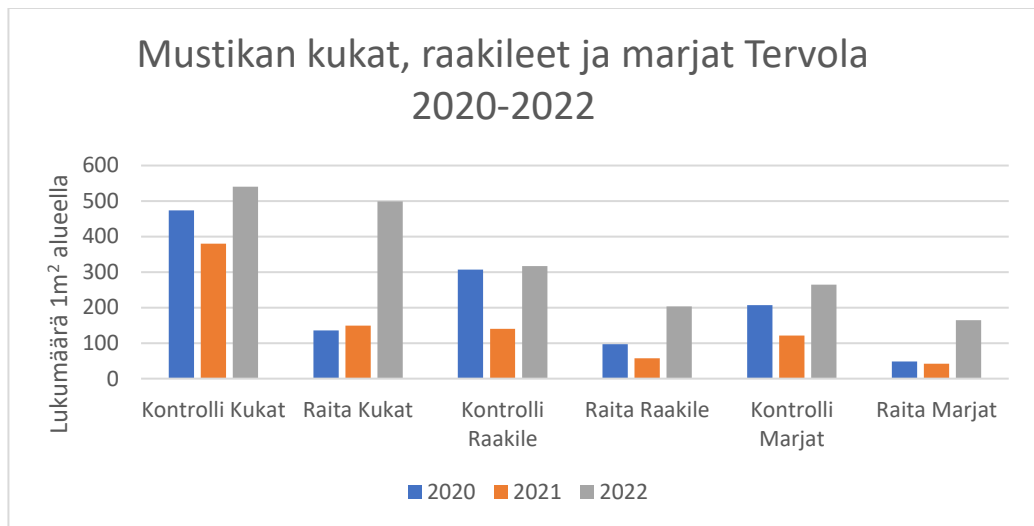
Mustikoiden marjominen lisääntyi käsittelyjen jälkeen kolmen vuoden aikana selkeästi parhaiten raitakäsittelyssä ja huonoiten leikkaus 15 % -käsittelyssä. Leikkaus 15 % -käsittely, leikkaus 100 % -käsittely ja polttokäsittely eivät eronneet toisistaan. Kontrollikäsittely ei eronnut muista käsittelyistä ollenkaan. Raitakäsittely eroaa leikkaus 15 % -käsittelyistä, leikkaus 100 % -käsittelyistä sekä polttokäsittelyistä, mutta ei kontrollialasta. Seuraavassa kuviossa 41 on havainnollistettu A -, B-, ja AB- kirjaimilla merkityt sekä kaarimerkein merkittynä ne käsitellyt alat, joiden arvot eivät poikenneet toisistaan.



Kuvio 41. Mustikoiden keskimääräiset marjomisprosentit koealoilta vuosilta 2019–2022

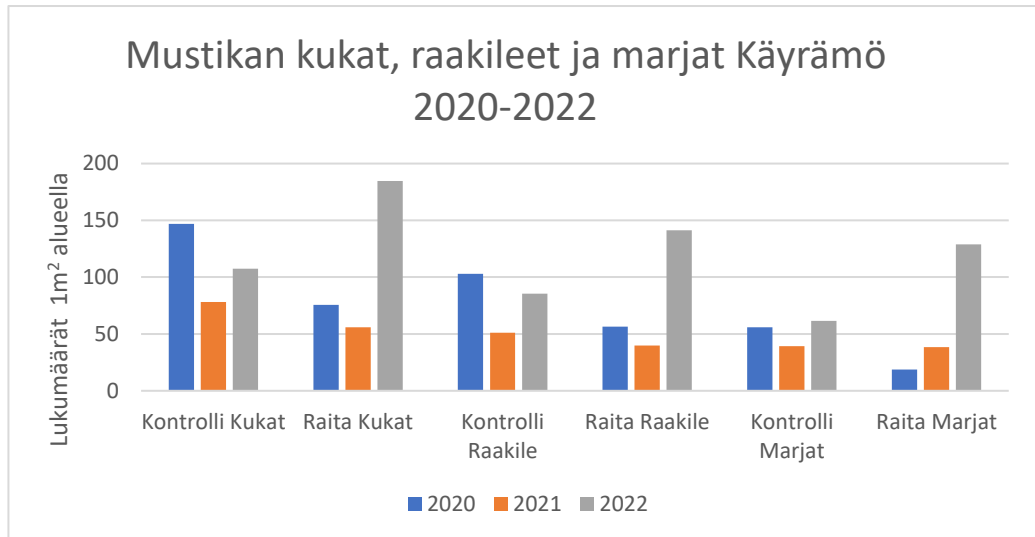
5.2.3 Tutkimuksen lisäkoealojen tulokset

Tervolan ja Käyrämön raitakäsittelykoaloilla mustikan pölyntyminen ja marjominen ei lisääntynyt merkittävästi kahden kasvukauden aikana käsittelyjen jälkeen. Pölyntymis- ja marjomistuloksista ei löytynyt SPSS-ohjelmiston tulosten perusteella merkittävyyttä. Vaikka pölyntyminen ja marjomien ei lisääntynyt, tapahtui kuitenkin kukkien lukumäärän lisääntymistä raitakäsittelyaloilla. Kukkien lukumäärä ylitti kontrollikoealan kukkamäärän kahden vuoden päästä käsittelystä Käyrämön koealoilla. Tervolan koealoilla kukkamäärä saavutti melkein kontrollialan kukkien lukumäärän samassa ajassa (Kuviot 42 ja 43).



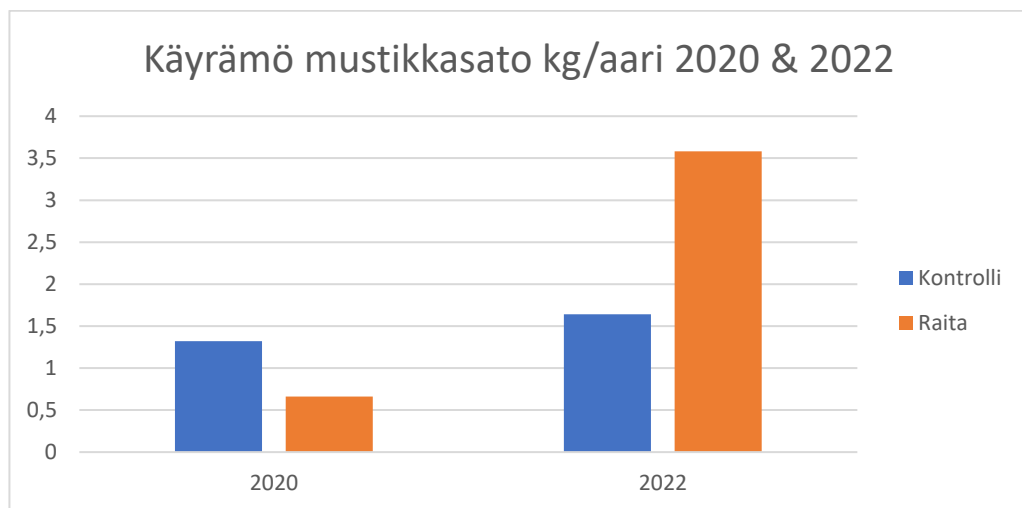
Kuvio 42. Mustikan kukat, raakileet ja kypsät marjat Tervolan koealoilta vuosilta 2020–2022

Kypsien marjojen lukumäärä oli huomattavasti paljon korkeampi Käyrämön raitakoealoilla kuin kontrollialoilla kahden vuoden päästä käsittelystä. Kypsien marjojen määrä jopa kaksinkertaistui. Tervolan koealoilla raitakäsittelyalojen marjamäärä ei yltänyt kontrollialojen tasolle (Kuviot 42 ja 43).



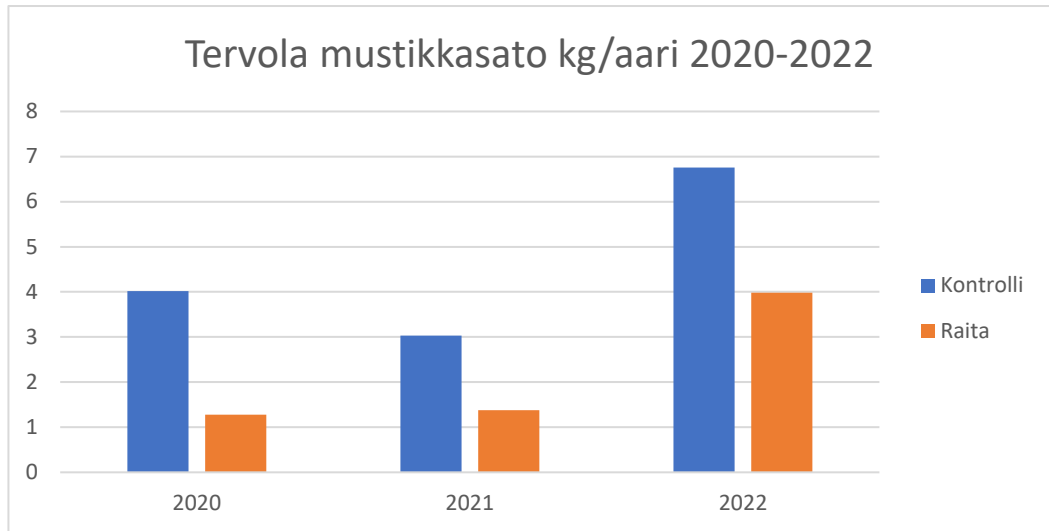
Kuvio 43. Mustikan kukat, raakileet ja kypsät marjat Käyrämön koealoilta vuosilta 2020–2022

Kerättyä mustikkasatoa aarin alueilta saatiin noin 3,5 kiloa raitakäsittelyaloilta Käyrämössä kahden vuoden päästä käsittelystä. Kontrollikoealalta mustikan marjoja saatiin noin puolet vähemmän eli 1,5 kiloa (Kuvio 44).



Kuvio 44. Mustikkasadon kilomäärä Käyrämön aarin kokoisilta koealoilta vuosilta 2020 ja 2022

Kerättyä mustikkasatoa aarin alueelta saatiin noin neljä kiloa raitakäsittelyaloilta Tervolassa kahden vuoden päästä käsittelystä. Kontrollikoealalta mustikan marjoja saatiin vajaa puolet enemmän eli noin seitsemän kiloa (Kuvio 45).



Kuvio 45. Mustikkasadon kilomäärä Tervolan aarin kokoisilta koealoilta vuosilta 2020–2022

5.3 Johtopäätökset tuloksista

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää, miten mustikka palautuu niin suvuttomasti kuin suvullisesti käsittelyratkaisujen jälkeen. Tavoitteena on ollut selvittää, miten eri käsittelyratkaisut vaikuttavat mustikan kykyyn tuottaa parempaa marjasatoa. Suvuttoman ja suvullisen palautumisen onnistumiseen vaikuttavat useat eri tekijät, kuten ilmasto-olosuhteet, kesän keskilämpötilat ja sadanta sekä pölyttäjien määrä. Lisäksi suvulliseen palautumiseen on voinut vaikuttaa halla. Viitteitä hallan vaikutuksesta tutkimusvuosien aikana ei ole havaittu. Vuonna 2019 Hirvaan koealoilla on ollut hyönteisen tai taudin aiheuttamia tuhoja, joiden vaikutus on näkynyt selkeästi mustikkakasvuston palautumisessa ja kyvyssä tuottaa kukkia vuonna 2020.

Mustikkakasvuston peittävyys palautuminen on ollut todella tasaista ensimmäisen kahden kasvukauden aikana leikkaus 15 % -käsittelyillä ja raitakäsittelyillä koealoilla (Kuvio 46). Palautuminen näillä koealoilla on lähtenyt kiihtymään kahden vuoden päästä käsittelyistä, mikä on näkynyt siten, että mustikkakasvusto on vallannut oman valta-asemansa takaisin muilta kasveilta. Poltto- ja 100 % -käsittelyillä koealoilla palautuminen on ollut selkeästi hitaampaa lähtötilanteen vuoksi.



Kuvio 46. Vasemmalla raitakoeala käsittelyjen jälkeen 2019 ja oikealla 2022

Toisen kasvukauden aikana mustikkakasvuston peittävyys sekä tiheys on ollut suurinta kaikilla koealoilla muihin vuosiin verrattuna. Tämä on voinut johtua siitä, että kasvukausi on ollut sateisin muihin kausiin verrattuna, mikä on voinut vaikuttaa mustikan keskittymiseen biomassan tuotantoon suvullisen palautumisen sijaan. Toisen kasvukauden aikainen mustikan kukinta on ollut alhaista muihin kasvukausiin verrattuna.

Maavarresta kasvavien uusien versojen määrä lisääntyi vuoden päästä käsittelyistä leikkaus 100 % -käsittely, raitakäsittely ja polttokäsittely kontrolliin ja leikkaus 15 % -käsittelyyn verrattuna paremmin. Leikkaus 100 % -käsittelyiden ja raitakäsittelyiden koealoilla maavarresta tulleiden versojen määrälliseen kasvuun on voinut vaikuttaa leikkauksien myötä valon lisääntyminen maanpinnalla. Valon lisääntyminen on edesauttanut kasvin kykyä tuottaa uusia versoja paremmin.

Polttokoealoilla valon lisääntymisen lisäksi maaperään on vapautunut ravinteita poltossa muodostuneesta tuhkasta. Leikkaus 100 % -käsittelyillä, raitakäsittelyillä ja polttokäsittelyillä koealoilla mustikan lisääntymiseen on vaikuttanut kasvin puolustusmekanismi, mikä lisää mustikan biomassan kasvua kasvin vaurioituessa. Tämän lisäksi vuoden päästä käsittelyistä ilmasto-olosuhteet olivat suotuisat mustikan kasvuun kesäkuun ollessa suhteellisen lämmin ja heinäkuun ollessa sateinen ja lämmin.

Mustikan kukkien lukumäärät lisääntyivät Hirvaan raitakoealoilla samalla tasolla kontrollin kanssa kolmen vuoden päästä käsittelyistä vuonna 2022. Leikkaus 15

% -koealojen kukkien lukumäärät lisääntyivät melkein samalle tasolle kontrolli- ja raitakoealan lukumääriin nähden. Vuonna 2021 mustikan kukkien lukumäärät jäivät alhaisiksi mustikan keskittyttyä biomassan tuotantoon. Vuonna 2022 mustikan biomassan kasvun tasoituttua kukkien lukumäärät kasvoivat jokaisella käsitellyllä koealalla. Kukkien runsaaseen lisääntymiseen, vaikutti luultavasti se, että mustikkakasvuston leikkauksella on ollut kasvustolle nuorentava vaikutus.

Mustikan kyky tuottaa uutta biomassaa vaikuttaa siihen, miten se kykenee tuottamaan uusia lehti- ja kukkasilmuja. Tämä on yksi edellytys sille, että mustikan palautuminen suvullisesti on onnistunutta. Suvullisen palautumisen onnistuminen on Hirvaan koealoilla vaihdellut käsittelyratkaisujen välillä vaihtelevasti. Selkeästi parhaiten palautui raitakäsitellyt koealat tuottamalla kukkia kolmantena kasvukautena jopa tuplasti enemmän 2021 kukkien lukumäärään verrattuna. Tämä lisäsi merkittävästi myös marjojen lukumäärää, mitkä ylittivät jopa kontrollikoealan kukkien lukumäärän. Raitakoealan käsittelyn luoman tilan vaikutuksesta luonnonpölyttäjät ovat päässeet paremmin pölyttämään kukat. Raitakoealojen marjamäärät ovat merkittäviä lukumäärällisesti myös sen vuoksi, että niissä on vähemmän biomassaa kuin kontrollialoissa, mutta tuottavat marjoja paremmin.

Mustikan marjomisen lisäksi parhaiten pölyntyminen onnistui Hirvaan raitakoealoilla. Tämä viittaa siihen, että pölyttäjät pääsevät koealoista parhaiten raitakoealan kukkiin pölyttämään. Kasvukaudella 2022 pölyttäjien määrä oli runsasta muihin kasvukausiin verrattuna. Kokonaisuudessaan vuoden 2022 marjasadon on katsottu olevan erittäin hyvä.

Tervolan ja Käyrämön koealoilla marjominen ei lisääntynyt tutkimustuloksien mukaan tilastollisesti merkittävästi raitakoealoilla. Kukkien määrä kuitenkin lisääntyi raitakoealoilla Käyrämössä melkein kaksinkertaiseksi kontrolliin nähden ja Tervolassa kukkien lukumäärä ylsi melkein kontrollin tasolle kahden vuoden päästä käsittelyistä. Mustikan kukkien palautuminen on vaatinut näillä koealoilla kaksi vuotta käsittelyistä, kun taas Hirvaan koealoilla palautuminen vaati kolme vuotta. Tämä voi johtua siitä, että Hirvaan koealoilla oli taudin tai hyönteisten aiheuttamia tuhoja 2019 vuonna, joka hidasti palautumista.

Kukkien ja marjojen määrä lisääntyi molemmilla Tervolan ja Käyrämön raitakoealoilla kahden vuoden jälkeen jopa kolminkertaiseksi edellisvuoteen verrattuna. Vaikka pölytys- ja marjomisprosentit raitakoealoilta saaduista tuloksista eivät olleet merkittäviä kontrolliin verrattuna. Huomioitavaa on myös se, että raitakoealoilla biomassaa on puolet vähemmän kuin kontrollialoilla. Käyrämössä marjojen määrä raitakoealoilla oli kaksinkertainen kontrollialoihin verrattuna. Tervolassa marjojen lukumäärä ei yltänyt raitakoealoilla kuin puoleen kontrollikoealojen marjojen lukumäärään. Tämä koealojen tulosten välinen vaihtelu voi johtua siitä, että koealojen kasvupaikat poikkeavat hieman toisistaan. Koealojen sijainnit myös poikkeavat niin ilmastoltaan kuin maantieteellisesti toisistaan.

6 POHDINTA

Tutkimuksemme tarkoitus oli selvittää mahdollisuuksia vaikuttaa kangasmustikan marjasadon parantamiseen. Tutkimus on ollut ainutlaatuinen, eikä se ole suoraan verrannollinen muihin maailmalla ja Suomessa tehtyihin tutkimuksiin nähden. Olemme saaneet tärkeää tietoa mustikan palautumisesta niin suvuttomasti kuin suvullisestikin neljän kasvukauden ajalta mustikan eri käsittelyratkaisujen jälkeen. Tutkimusvuosien aikana havaittiin, että mustikalle tehdyt eri käsittelyratkaisut antoivat positiivisen kuvan käsittelyjen vaikutuksesta mustikan palautumiseen niin suvuttomasti kuin suvullisestikin. Käsittelyistä etenkin raitakoealan palautuminen nousi jokaisella tutkimus saralla vahvasti esiin kyvyllään palautua toimenpiteistä parhaiten. Mustikan kukintaan ja pölytyksen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä on useita, joten käsittelyn vaikutus mustikkasatoon riippuu monesta asiasta.

Agroforestry in Barents region -hanke käynnistyi vuonna 2019 ja hankkeen maasotyöt jatkuivat vuoden 2022 kesään saakka. Kaikki työn ohjaus ja suunnittelu toteutettiin Luonnonvarakeskuksen tutkija Outi Mannisen avustuksella. Olimme osana tätä harjoittelija- ja työntekijäryhmää kesäajat 2020–2022. Osallistuimme kaikkeen noina vuosina koealoilla tapahtuviin tutkimusaineistojen keruuseen ja dokumentointiin sekä tutkimusmateriaalin tulosten analysointiin. Osallistuminen kaikkeen tutkimuksen osa-alueisiin on helpottanut kokonaiskuvan hahmottamista.

Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien avulla tutkimuksen luotettavuus on ollut alusta alkaen korkealla. Tavoitteiden toteuttamiseksi ja saavuttamiseksi on tutkimus toteutettu mahdollisimman tarkoin ja huolella. Huolellisuutta on vaadittu etenkin tutkimuksen suunnittelussa, koealojen perustuksessa, laskennoissa sekä tutkimusmateriaalien kirjauksissa. Huomasimme kuitenkin jälkikäteen, että tutkimuksellisista syistä olisi ollut hyvä, jos samanlainen 25 kappaleen koeala-alue olisi ollut myös muualla. Näin olisi voitu vertailla eri kasvupaikkojen vaikutusta tuloksiin. Resurssit eivät ole alun perin kuitenkaan riittäneet niin laajaan tutkimukseen. Hyvänä lisänä olemme kuitenkin saaneet tutkimustuloksia raitakäsittelyn vaikutuksesta Tervolasta ja Käyrämöstä aarin koealoilta.

Tutkimusmateriaalin keräyksessä on oltu tarkkoja laskentojen oikeellisuudesta ja siitä, että mustikan kukat, raakileet ja kypsät marjat on laskettu kaikki samoilla ohjeistuksilla. Ohjeistuksien avulla on pyritty vaikuttamaan siihen, että jokainen koeala on laskettu samalla tavalla, vaikka laskija olisi vaihtunut eri laskenta ker-
tojen välillä. Jokainen laskija on tarkkuudeltaan ja motivaatioltaan erilainen mikä on vaikuttanut siihen, että pieniä tarkkuus eroja on voinut syntyä ohjeistuksesta huolimatta.

Mielestämme tarkkuuteen on myös voinut vaikuttaa se, että laskennassa käytettyä kuminauhaa ei välttämättä ole asetettu samaan kohtaan eri laskentakerroilla, joten laskentaan otetut kasviyksilöt ovat voineet hieman vaihdella. Tähän olemme pohtineet erilaisia ratkaisuja vuosien aikana ja esille on noussut pysyvien koealojen rajauksien käyttäminen pelkkien nurkkatolppien ja kuminauhan sijaan. Pysyvien rajauksien avulla koealan kasvillisuus ei sekoittuisi ympärillä olevaan kasvillisuuteen. Tutkimuksen kestosta ja resursseista riippuen olisi suotavaa käyttää laskennoissa aina samoja työntekijöitä tutkimusmateriaalin keräämiseen, jotta tutkimusmateriaalit pysyisivät mahdollisimman tasavertaisina. Laskentamenetelmää ei muutettu kesken tutkimuksen, jotta kaikki laskenta tulisi tehtyä samalla tavalla loppuun asti.

Tutkimuksessa tulneiden tuloksien perusteella kokeet onnistuivat odotetun kaltaisena. Ennakkotietojen perusteella Mannisen ja Peltolan tekemästä tutkimuksesta poimintakäsittelyn vaikutuksesta mustikan marjomisen palautumiseen antoi viitteitä siitä, että raitakäsittely menetelmä voisi olla yksi menestyneimpiä ratkaisuja mustikan puoliviljely kokeisiin. Tuloksien osoittaessa, että raitakäsittely palautui parhaiten niin suvuttomasti, kuin suvullisestikin kokeiden aikana, ennakkotietojen perusteella tehdyt käsittelyratkaisujen valinnat osuivat oikeaan.

Mikäli tutkimusta raitakäsittelystä haluttaisiin jatkaa, sitä olisi hyvä kokeilla isoimmilla tutkimusalueilla. Aarin kokoisilta käsitellyiltä koealoilta on vielä helppo kerätä tutkimusmateriaalia. Näitä aarin kokoisia koealoja voisi olla useampi samalla alueella ja lisäksi eri paikoissa kasvupaikkatyypeiltään. Ajallisesti tutkimusvuosia saisi olla enemmän sekä lisäksi raitakoealoja voisi käsitellä uudestaan esimerkiksi kolmen kasvukauden jälkeen ensimmäisestä käsittelystä. Tässä voisi miet-

tiä poistetaanko uudessa käsittelyssä vanhempi kasvusto vai aikaisemmin käsitelty kasvusto. Lisäksi pölytyksen tehostamista voisi kokeilla tuomalla koealojen läheisyyteen tarhamehiläisiä. Tästä saataisiin tuloksia tarhamehiläisten vaikutuksesta raitakäsittelymenetelmään.

Mielestämme tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että raitakäsittely voisi toimia mustikan puoliviljelyssä, mutta se vaatii toimiakseen sen, että kokonaisuus on kohdillaan. Tähän vaikuttavat ilmasto-olosuhteet, pölyttäjien määrä, kesän keskilämpötilat ja sadanta. Tärkeää on myös ottaa huomioon, että mustikkaa kasvaa luontaisesti kohteilla hyvin ja elinvoimaisesti.

Tänä päivänä marjojen, sienien ja muiden ei puupohjaisten luonnontuotteiden kysyntä on kasvanut melkoisesti. Puoliviljely kokeiden avulla saimme vastauksia siihen, että voisiko metsänomistaja hyötyä mustikan puoliviljelystä jotenkin. Puoliviljelyn avulla metsänomistajalla voisi olla pieni mahdollisuus tienata vähän ylimääräistä rahaa paremman mustikan marjasadon avulla. Mustikan puoliviljelyn voisi toteuttaa varttuneessa kasvatusmetsässä, missä mustikkaa kasvaa hyvin.

Puoliviljelyn toteutus raitakäsittelyllä vaatii metsänomistajalta omaa ajallista panostusta, raivaussahan, asianmukaiset suojavälineet sekä kasvupaikkatyypiltään mustikkavaltaisen yhtenäisen alueen. Mikäli metsänomistaja ei itse kykene raitakäsittelyn toteutukseen voivat kustannukset nousta niin että sen toteutus ei olisi kannattavaa. Mikäli metsänomistajan maille on tulossa muita metsänhoidollisia toimenpiteitä, kuten taimikonhoitoa tai varhaisperkausta, voisi raitakäsittelyn hoitaa sen yhteydessä. Tämä vaatisi kuitenkin sen, että mustikalle sopivia kasvupaikkoja olisi näiden kohteiden lähetyvillä.

Puoliviljelyn toteutuksessa on syytä ottaa myös huomioon jokamiehen oikeudet. Nykyaikana ne oikeuttavat jokaisen metsässä liikkuvan henkilön poimimaan mustikan kypsät marjat itselleen. Metsänomistajalle tämä toisi ison tappion mahdolliseen lisätienestiin, koska marjojen poimintaa ei voi rajoittaa mitenkään pelkäämään metsänomistajan poimittavaksi. Mikäli metsänomistaja haluaisi kokeilla mustikan puoliviljelyä, tulisi selvittää ongelmakohdat jokamiehen oikeuksiin liittyen.

Kokonaisuudessaan tutkimuksen toteutus on ollut erittäin opettavaista. Usean vuoden ajan tutkimuksessa mukana olleena olemme oppineet työn tarkkuuden merkityksen, vaativuuden sekä tutkimus käytänteet. Tämä tutkimus on opettanut meille erittäin paljon tutkimustyöstä ja vahvistanut tunnetta siitä, että olemme selvästi oikealla alalla. Tämä on luonut myös ajatuksia mahdollisista jatko-opinnoista tulevaisuudessa edistääksemme tutkimustyön kehittymistä osaltamme.

LÄHTEET

Arktiset aromit 2022. Mustikka *Vaccinium myrtillus*. Viitattu 21.3.2022 <https://www.arktisetaromit.fi/fi/marjat/luonnonmarjat/mustikka/>.

Ihamuotila, R. 2011. 300 kasvia Suomen luonnossa. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Ilmatieteen laitos 2022a. Kevätsään tilastot. Viitattu 29.4.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kevattilastot>.

Ilmatieteen laitos 2022b. Terminen kasvukausi. Viitattu 29.4.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>.

Ilmatieteen laitos 2022c. Kasvukausi 2019. Viitattu 6.9.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2019>.

Ilmatieteen laitos 2022d. Syyssään tilastoja. Viitattu 29.8.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/syksytilastot>.

Ilmatieteen laitos 2022e. Kasvukausi 2020. Viitattu 6.9.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2020>.

Ilmatieteen laitos 2022f. Ilmatieteenlaitoksen avoin data ja lähdekoodi. Viitattu 17.10.2022 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>

Jortikka, S. 2016. Tulevaisuuden metsissä viljellään sienä ja marjoja. Luonnonvarakeskus 16.5.2016. Viitattu 21.3.2022 <https://www.luke.fi/tulevaisuuden-metsissa-viljellaan-sienia-marjoja/>.

Karlsson, A. 2012. Mustikka on metsän tärkein kasvi. Suomen luonto 5/2012. Viitattu 20.4.2022 <http://www.metla.fi/metinfo/monikaytto/marjasieni/mustikassa.pdf>.

Luke 2022. Mustikka menestyy entistä paremmin – eteläisessä Suomessa peittävyys lisääntynyt selvästi. Viitattu 11.10.2022 <https://www.luke.fi/fi/uutiset/mustikka-menestyy-entista-paremmi-etelaisessa-suomessa-peittavyys-lisaantynyt-selvasti>.

Luontoportti. 2021. Mustikka-*Vaccinium myrtillus*. Viitattu 21.03.2022 <https://luontoportti.com/t/176/mustikka>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Metsien monikäyttö. Viitattu 16.11.2022 <https://metsanhoidonsuositukses.fi/fi/toimenpiteet/metsien-monikaytto>.

Manninen, O. 2022. Luke. Tutkijan haastattelu 30.8.2022.

Manninen, O. & Peltola, R. 2013. Effects of picking methods on the berry production of bilberry (*Vaccinium myrtillus*), lingonberry (*V. vitis-idaea*) and crowberry (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) in Northern Finland. *Silva Fennica* Vol. 47. No. 3, 1–12. Viitattu 30.6.2022 <https://doi.org/10.14214/sf.972>.

Metsänhoitoyhdistykset 2022. Kulotus on vanha hyvä keino metsänuudistamisessa. Viitattu 29.4.2022 <https://www.mhy.fi/metsanhoito/metsan-monimuotoisuus/kulotus-vanha-hyva-keino-metsanuudistamisessa>.

Moors for the Future 2022. Buds, berries and leaves survey. Viitattu 11.10.2022 <https://www.moorsforthefuture.org.uk/get-involved/citizen-science-surveys-and-sightings2/buds,-berries-and-leaves-survey>.

Rodrigues, A. & Kouki, J. 2015. Emulating natural disturbance in forest management enhances pollination services for dominant *Vaccinium* shrubs in boreal pine-dominated forests. Volume 350, Pages 1-12. Viitattu 27.7.2022 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.029>.

Ruokatieto 2022. Suvullinen lisääntyminen. Viitattu 2.4.2022 <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/luonto/kasvien-biologiaa/suvullinen-lisaantyminen>.

Ruokavirasto 2022. Luonnonmarjojen ja -sienten kauppaantulomäärät vuonna 2021. Viitattu 5.6.2022 <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-jarahoitus/marsi-2021-raportti.pdf>.

Salonen, V. 2006. Kasviekologia. Millaista on luonnonkasvien elämä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Suomen luonnonsuojeluliitto 2018. Metsiemme katoava aarre. Viitattu 20.4.2022 <https://www.sll.fi/2018/08/20/metsiemme-katoava-aaarre/>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Hyvät metsänhoidon suositukset. Metsien monikäyttö. Viitattu 9.9.2022 <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/metsien-monikaytto>.

Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1994. Responses to Harvesting Intensity in a Clonal Dwarf Shrub, the Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) ResearchGate Vol. 110, No. 2, 163-169. Viitattu 26.7.2022 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00033396>.

Turtiainen, M. 2021. Mustikka- ja puolukkasatojen vuotuisen vaihtelun ja talteenoton tarkastelua valtakunnallisesti ja Itä-Suomen alueella. Alue ja ympäristö Vol. 50. Nro 1, 4–27. Viitattu 25.4.2022 <http://dx.doi.org/10.30663/ay.91510>.

Vanhanen, H. & Peltola, R. 2020. Amerikan marjamailla, LUSTI – Luonnonmarjojen saatavuuden turvaaminen viljelyllä -hankkeen osaraportti. Viitattu 26.10.2022 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-923-1> https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/545634/luke_luobio_13_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.