

MÄNTYTAIMIKON PERKAUKSEN VAIKUTUS PUUSTON
KEHITYKSEEN

Jouni Väisänen
Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri AMK

2016

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä	Jouni Väisänen	Vuosi	2016
Ohjaaja	Risto Jalkanen, Jouko Saraniemi, Pekka Pennanen		
Toimeksiantaja	Luonnonvarakeskus		
Työn nimi	Mäntytaimikon perkauksen vaikutus puuston kehitykseen		
Sivu- ja liitemäärä	66 + 5		

Taimikonhoitorästit ovat jatkuvassa kasvussa ja varhaisperkauksen merkitys on usealle metsänomistajalle epäselvää. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan varhaisperkauksen vaikutuksia puuston kehitykseen. Tutkimus antaa hyödyllistä tietoa varhaisperkauksen vaikutuksista puuston kehitykseen ensiharvennusikään saakka ilman varsinaista taimikonhoitoa.

Tutkimuksen kohteena on Rovaniemellä sijaitseva männynviljelyalue, joka istutettiin vuonna 1974. Istutuksen jälkeen mäntytaimikkoon nousi runsaasti lehtipuustoa ja Metsäntutkimuslaitos perusti alueelle männynperkauskokeen vuonna 1978. Tutkimus antaa neljällä käsittelyllä ja kuudella toistolla luotettavan kuvan varhaisperkauksen vaikutuksista puuston kehitykseen.

Tutkimus toteutettiin vertailemalla vuosien 1989 ja 2015 puustotietoja Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, laskemalla mittaustunnuksia ja testaamalla SPSS-ohjelmalla tilastollista merkitsevyyttä Kruskal–Wallis-testillä. Puuston kasvun ja kehityksen tutkimisessa käytin yleisiä metsänmittauksessa käytettäviä tunnuksia.

Kaikki varhaisperkauskäsittelyt männyn hyväksi paransivat männyn kasvua ja kehitystä. Poistamalla kaikki lehtipuut männyn tilavuus hehtaaria kohden oli 49 prosenttia suurempi käsittelemättömään verrattuna. Mänty saavutti suurimman keskimääräisen runkotilavuuden sopivalla mänty-rauduskoivu-sekoituksella. Mänty ja rauduskoivu tukevat toistensa kasvua sekametsässä.

Nykyiset varhaisperkausohjeet ovat hyvät ja tämän tutkimuksen tulokset tukevat niitä. Tulokset myös osoittivat, että männyn istutustaimikon perkaamalla jättäminen tuoreella kankaalla on huonoin vaihtoehto männyn kannalta.

Asiasanat männyn kehitys, puuston kasvu, taimikonhoito, varhaisperkaus

School of Forestry and Rural industries
Forestry Programme
Forestry Engineer

Author	Jouni Väisänen	Year	2016
Supervisor	Risto Jalkanen, Jouko Saraniemi, Pekka Pennanen		
Commissioned by	Natural Resources Institute Finland		
Subject of thesis	Effects of cleaning pinesapling stand on the growth and development of trees		
Number of pages	66 + 5		

Silvicultural backlogs of sapling stands are continuously increasing and many forest owners do not understand the meaning of sapling stand coppicing. The aim of this thesis is to study effects of sapling-stand coppicing on the development of the growing stock. The study provides useful information about influence of sapling-stand coppicing without actual sapling-stand tending from sapling stand to the first commercial thinning.

The study was carried out in the Kuusikkoselkä experimental site in Rovaniemi, planted with Scots pine in 1974. After planting, abundant coppice and deciduous birch seedling appeared in the site. In 1978 The Finnish Forest Research Institute established an experiment for testing influence of sapling-stand coppicing with four different treatments and six replicates, treatment size being 50x50m.

The experiment had been measured for growth and development in the years 1989 and 2015. The data were produced as Excel spreadsheets for calculating usual tree and stand parameters and for testing statistical significances of these parameters between treatments by using Kruskal–Wallis test in the SPSS program.

Both stand-coppicing treatments in favor of pine clearly improved pine growth and development. Removing all deciduous trees Scots pine volume per hectare was 49 percent bigger as compared to the control (no treatment) in 2015. Pine reached its maximum stem volume in a mixture of pine and silver birch. Further, both species supported each other's growth and development.

Current silvicultural instructions for sapling-stand coppicing are good, and the results of this study support them. The results also show that omitting coppicing in a pine stand growing in the moist site is the worst option as to future growth and development of pine.

Key words: sapling stand coppicing, sapling stand management, trees growth, pine development

SISÄLLYS

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO	6
1 JOHDANTO	8
2 METSÄN KASVATUS	10
2.1 Metsän kasvatuksen lähtökohdat	10
2.2 Metsäpuiden kasvu ja kehitys	11
2.3 Sekametsän kasvatus	13
3 TAIMIKON HOITO	15
3.1 Taimikon ja taimikonhoidon määritelmiä	15
3.2 Taimikon varhaishoito	15
3.3 Taimikon varhaisperkaus	16
4 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	18
4.1 Männyn perkauskoe	18
4.2 Aineistot	19
4.2.1 Vuoden 1989 aineisto	20
4.2.2 Vuoden 2015 aineisto	20
4.3 Aineiston käsittely	21
5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	25
5.1 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuosina 1989 ja 2015 ..	25
5.1.1 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuonna 1989	25
5.1.2 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuonna 2015	27
5.2 Perkauksen vaikutus kuolleen puun määrään	29
5.2.1 Kuolleen puun määrä vuonna 1989	29
5.2.2 Kuolleen puun määrä vuonna 2015	30
5.3 Perkauksen vaikutus yksittäisten puiden pohjapinta-alaan	33
5.3.1 Männyn pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015	33
5.3.2 Kuusen pohjapinta-ala vuonna 2015	34
5.3.3 Rauduskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015	35
5.3.4 Hieskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015	36
5.4 Perkauksen vaikutus rinnankorkeus läpimittaan	37
5.4.1 Männyn läpimitta vuosina 1989 ja 2015	37
5.4.2 Kuusen läpimitta vuosina 1989 ja 2015	39
5.4.3 Rauduskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015	39

5.4.4 Hieskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015	40
5.5 Perkauksen vaikutus puiden pituuteen	41
5.5.1 Männyn pituus vuosina 1989 ja 2015	41
5.5.2 Kuusen pituus vuosina 1989 ja 2015	43
5.5.3 Rauduskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015.....	43
5.5.4 Hieskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015.....	45
5.6 Perkauksen vaikutus puiden tilavuuteen.....	46
5.6.1 Männyn runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015	46
5.6.2 Kuusen runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015.....	47
5.6.3 Rauduskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015	48
5.6.4 Hieskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015	49
5.7 Perkauksen vaikutus metsikön tilavuuteen ja pohjapinta-alaan vuosina 1989 ja 2015	50
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	56
6.1 Tutkimuksen tavoitteet ja luotettavuus.....	56
6.2 Tutkimukset hyödyt ja mahdolliset jatkotutkimukset.....	58
6.3 Tutkimuksen tuloksiin perustuvat käsittelysuositukseni varhaisperkaukseen männyn istutuskohteilla	59
LÄHTEET	61
LIITTEET	63

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Koealajärjestelyt.....	19
Taulukko 1. Runkoluvun parivertailu vuonna 1989.....	25
Kuvio 2. Runkoluku puulajeittain ja käsittelyittäin vuonna 1989.....	26
Taulukko 2. Runkoluvun parivertailu vuonna 2015.....	27
Kuvio 3. Runkoluku puulajeittain ja käsittelyittäin vuonna 2015.....	28
Taulukko 3. Puiden kuolleisuuden parivertailu vuonna 1989.....	29
Kuvio 4. Kuolleet ja elävät männyt vuonna 1989.....	30
Kuvio 5. Mäntyjen elinvoima vuonna 2015.....	31
Kuvio 6. Koivujen elinvoima vuonna 2015.....	32
Taulukko 4. Männyn pohjapinta-alan parivertailu vuonna 2015.....	33
Kuvio 7. Yksittäisen männyn pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015.....	34
Kuvio 8. Yksittäisen rauduskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015.....	35
Taulukko 5. Rauduskoivun pohjapinta-alojen parivertailu vuonna 2015.....	36
Taulukko 6. Hieskoivun pohjapinta-alojen parivertailu vuonna 2015.....	36
Kuvio 9. Yksittäisen hieskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015.....	37
Kuvio 10. Männyn läpimitta vuosina 1989 ja 2015.....	38
Taulukko 7. Männyn läpimitan parivertailu vuonna 2015.....	38
Taulukko 8. Rauduskoivun läpimittojen parivertailu vuonna 2015.....	39
Kuvio 11. Rauduskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015.....	40
Taulukko 9. Hieskoivun läpimittojen parivertailu vuonna 2015.....	40
Kuvio 12. Hieskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015.....	41
Kuvio 13. Männyn pituus vuosina 1989 ja 2015.....	42
Taulukko 10. Männyn pituuksien parivertailu vuonna 1989.....	42
Taulukko 11. Männyn pituuksien parivertailu vuonna 2015.....	43
Kuvio 14. Rauduskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015.....	44
Taulukko 12. Rauduskoivun pituuden parivertailu vuonna 2015.....	44
Taulukko 13. Hieskoivun pituuksien parivertailu vuonna 2015.....	45
Kuvio 15. Hieskoivun pituus vuonna 1989 ja 2015.....	45
Taulukko 14. Männyn runkotilavuuden parivertailu vuonna 2015.....	46
Kuvio 16. Yksittäisen männyn tilavuus vuosina 1989 ja 2015.....	47
Taulukko 15. Rauduskoivun runkotilavuuksien parivertailu vuonna 2015.....	48

Kuvio 17. Rauduskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015.....	48
Kuvio 18. Hieskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015.....	49
Taulukko 16. Hieskoivun runkotilavuuksien parivertailu vuonna 2015.....	49
Kuvio 19. Metsikön tilavuus käsittelyittäin ja puulajeittain vuonna 2015	50
Kuvio 20. Männyn tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015	52
Kuvio 21. Kuusen tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015.....	53
Kuvio 22. Hieskoivun tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015	54
Kuvio 23. Rauduskoivun tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015	55

1 JOHDANTO

Sain opinnäytetyön aiheen projektiopintojen yhteydessä syksyllä 2015, kun osallistuimme ryhmämme kanssa metsänmittausprojektiin. Projektissa oli mukana Luonnonvarakeskus, Lapin Ammattikorkeakoulu ja Lapin ammattiopisto. Luonnonvarakeskukselta projektiin osallistunut erikoistutkija Risto Jalkanen tarjosi tehtäväksemme kahta opinnäytetyötä, joista valitsin toisen. Se käsittelee taimikon varhaisperkauksen vaikutusta puuston kehitykseen. Toinen aiheista käsittelee männyn tervasrosaa, jonka tekee ryhmämme toinen opiskelija.

Luonnonvarakeskus on tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio. Se tekee työtä luonnonvarojen kestävästä käytöstä ja biotalouden edistämiseksi. Toimintaan kuuluu myös lakisääteisiä viranomais tehtäviä. Luonnonvarakeskus aloitti toimintansa 2015 vuonna, kun Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Metsäntutkimuslaitos (Metla), Riista- ja kalataloudentutkimuslaitos, sekä Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus yhdistyivät. Aikaisemmin toimineella Metsäntutkimuslaitoksella on pitkät juuret metsien tutkimuksesta. (Luonnonvarakeskus 2016).

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on tutkia taimikon varhaisperkauksen vaikutuksia puuston kehitykseen. Mäntytaimikon perkauskoetta Hirvaan Kuusikkoselässä Rovaniemellä antaa neljällä käsittelyllä ja kuudella toistolla luotettavan kuvan taimikon varhaisperkauksen vaikutuksista.

Tutkimusalue on avohakattu, syväaurattu ja istutettu männylle vuonna 1974. Alueelle on istutuksen jälkeen noussut runsaasti vesa- ja siemensyntyistä lehtipuuta. Tämän seurauksena Metla perusti vuonna 1978 alueelle mäntytaimikon perkauskoetta, jonka tarkoituksena oli selvittää lehtipuuston vaikutusta männyn kehitykseen. Koetta perustamisen jälkeen alue on inventoitu kahteen kertaan vuosina 1989 ja 2015. Ensimmäisen inventoinnin aikaan taimikko oli 15 vuoden ikäistä varttunutta taimikkoa. Olin mukana toisessa inventoinnissa osana metsänmittausprojektiä. Puusto oli tällöin 41 vuoden ikäistä nuorta kasvatusmetsää.

Molemmista inventoinneista kerätty mittausaineisto on muutettu ja tallennettu sähköiseen muotoon. Opinnäytetyön tekemiseen käytän näitä kahta mittausaineistoa ja näin ollen uusia maastoinventointeja ei tarvitse tehdä. Molemmat inventoinnit ovat toteutettu lähes samalla tavalla. Aineistoista muodostettavilla puustotunnuksilla voi vertailla erilaisten käsittelyiden vaikutuksia puuston tuotokseen. Tämän opinnäytetyön tulokset kertovat käsittelyiden vaikutuksista puustotunnuksiin, muun muassa tilavuuteen ja pohjapinta-alaan. Tässä myös verrataan saatuja tuloksia aikaisempiin tutkimustuloksiin.

Taimikon varhaismaidosta ja puuston kehityksestä on tehty Suomessa paljon tutkimuksia Metsäntutkimuslaitoksen ja oppilaitosten toimesta ja tutkimukset osoittavat selvästi taimikonhoidon olevan tarpeellista ja kannattavaa. Täysin vastaavanlaisilla perkauskäsittelyillä ei aikaisemmin ole tehty tutkimusta. Lapissa varhaisperkausta ovat tutkineet Jakkila ja Pohtila 1970-luvulla. Tällöin huomattiin, että männyt olivat sitä tyvekkäämpiä ja mäntyjen hehtaarikohtaiset kuutiomäärät suurempia, mitä voimakkaammin perattiin (Jakkila & Pohtila 1978, 21). Myös Etelä-Suomessa tehty tutkimus osoittaa, että taimien kasvutilan lisääntyminen on suoraan verrannollinen läpimitan kasvuun (Metsäntutkimuslaitos 2013).

Taimikonhoitorästit ovat jatkuvassa kasvussa. Valtakunnanmetsien 11. inventoinnin mukaan taimikonhoitoja on 10-vuotiskaudelle ehdotettu 2,4 miljoonaa hehtaaria. Tästä määrästä myöhässä olevia on 715 000 hehtaaria. Tästä määrästä 368 000 hehtaaria on nuoren kasvatusmetsän kehitysluokassa, joihin pienen järeyden vuoksi ei ole mahdollista vielä tehdä ensiharvennusta. (Luonnonvarakeskus 2014). Valtio tukee yksityismetsien metsänhoitotoita uudistuneella Kemera-lailla, mikä astui voimaan 18.4.2016. Tässä yhtenä osa-alueena on taimikon varhaishoito.

2 METSÄN KASVATUS

2.1 Metsän kasvatuksen lähtökohdat

Metsän kasvatus voidaan ajatella metsänhoidollisten toimenpiteiden kokonaisuudeksi. Toimenpiteiden avulla metsänomistajan pyrkimys on hyötyä metsän tuotoista. Suomessa metsän kasvatuksessa käytetään metsänhoidollisena lähtökohdana hyvän metsänhoidon suosituksia. Hyvän metsänhoidon suositukset antavat peruslinjan kestäväälle metsätaloudelle. Suositukset ohjaavat tämän ajan metsien hoitoa. Suositukset pohjautuvat tutkimustietoon, asiantuntijoiden näemyksiin ja metsätaloudesta saatuihin käytännön kokemuksiin. (Tapio 2006, 7–9).

Puuston kasvu ja kehitys ovat riippuvaisia kasvupaikasta. Kasvupaikka koostuu ympäristötekijöistä, joista tärkeimpiä ovat ilmasto ja maaperä. Puuston kasvuun kasvupaikalla vaikuttavia tekijöitä ovat ilmaston lämpöolosuhteet, ilmavuus, maaperän vesi ja ravinnevarat. Maaperän ravinteisuudella on suuri merkitys puiden kasvuun erilaisilla kasvupaikoilla. Kasvupaikat on luokiteltu kasvupaikkatyyppeihin. Kasvupaikkatyypiluokitus ilmaisee maaperän kykyä tuottaa puuta. Hyvän metsänhoidon suositusten puuston kasvatusmallit on laadittu pohjautuen kasvupaikkatyyppeihin ja lämpösumma-alueisiin. (Tapio 2006, 16).

Puun tuotannollisena lähtökohdana metsän kasvatuksessa voidaan pitää sitä, että metsän halutaan tuottavan tulevaisuudessa haluttuja puutavaralajeja (Kellomäki 1988, 206). Tulevaisuudessa tarvittavia puutavaralajeja on vaikea ennustaa ja yleensä metsässä kasvatetaan puutavaralajeja, joille on tällä hetkellä kysyntää ja joista maksetaan hyvää hintaa. Tänä päivänä puutavaralajeista tukin ja kuitupuun hintaero on suuri. Metsässä halutaan kasvattaa arvokkaampaa tukkipuuta.

Puuston tiheyttä säätelemällä pyritään ohjaamaan puiden kasvua. Järeän saha puun kasvattamisessa puustoa pyritään kasvattamaan harvassa. Puumassan

kasvattamisessa puustoa kasvatetaan mahdollisimman tiheässä. Puuston tiheyttä ja kilpailua pyritään ohjaamaan halutunlaiseksi taimikonhoidosta lähtien. (Kellomäki 1991, 215–216) .

2.2 Metsäpuiden kasvu ja kehitys

Metsäpuiden kasvulla tarkoitetaan rungon, oksien, juurten ja lehvästön solukoiden kasvua. Kasvu jakaantuu primääriseen pituuskasvuun ja sekundääriseen paksuuskasvuun. Metsätaloudessa rungon kasvun ilmaisussa käytetään pituuden ja läpimitan ulkomittoja. (Kellomäki 2005, 86).

Kasvaakseen puu tarvitsee elävän latvuksen. Latvuksessa tapahtuvassa yhteyttämisessä muodostuu yhteyttämistuotteita, joita puu käyttää kasvuun. Yhteyttäminen eli fotosynteesi on riippuvainen auringon tuottamasta valosta. Lehdet ja neulaset ottavat vastaan auringon valoa. Näin ollen latvuksen koolla on merkitystä puun kasvuun. Latvuksen elinvoimaa ja kasvukykyä kuvataan latvus-suhteella. Tärkeimpiä puun kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat puulaji, puun synty tapa, puun koko, puun ikä, puiden välinen kilpailu, kasvupaikkatekijät, ilmasto, luontaiset tekijät, korjuu ja hoitotyöt. (Hynynen, Valkonen & Rantala 2005, 17–27).

Puulajeilla on eri kasvuvaiheissa merkittäviä eroja kasvurytmissä. Puut jaotellaan valoa vaativiin pioneeripuihin ja varjoa sietäviin puihin. Tyypillisiä pioneeripuita ovat koivu, mänty, haapa ja leppä. Pioneeripuille on tyypillistä vallata aukeat paikat nopealla alkukehityksellä, siementen, vesomiskyvyn ja nopean nuoruusvaiheen kasvun avulla. Kuusi on hyvin varjoa sietävä puulaji. Se pystyy kasvamaan hyvin alikasvoksena ja pioneeripuita pitemmän elinkaaren myötä valtaa lopulta metsikön. (Huuskonen, Hynynen & Valkonen 2014, 23).

Puiden syntyävän vaikutus kasvuun vaihtelee luontaisesti ja viljelemällä uudistettaessa. Kasvuun lähtö vaihtelee muokkaamattomassa ja muokatussa maassa.

Puun ikä vaikuttaa kasvuun. Puun pituuden ja läpimitan kasvu on nopeinta taimikkovaiheessa. Puun lehvästön suuretessa yhteyttämistuotteita käytetään paljon kasvuun. Kasvu hidastuu puun suurenemisen myötä, jolloin yhteyttämistuotteita kuluu kasvaneiden osien ylläpitoon. Puun pituuden ja läpimitan kasvu hidastuu nuoruusvaiheen jälkeen. (Huuskonen ym. 2014, 22).

Puilla on kova kilpailu kasvutekijöistä eli valosta, vedestä, kasvutilasta ja ravinteista. Näitä kaikkia on yleensä olemassa rajallinen määrä. Isot puut vievät pieniltä puilta kasvutekijöitä ja ovat näin ollen pieniä puita parempia kilpailijoita. Taimille pintakasvillisuus ja vesakko ovat kovia kilpailijoita. Samaa pituutta olevien valtapuiden kilpailu ei vaikuta pituuskasvuun suuresti. Metsikön tiheys ja viereisten puiden kilpailu vaikuttavat paksuuskasvuun. Mitä tiheämpi on metsä ja mitä kovempi on kilpailu, sitä pienempi on paksuuskasvu. Metsänkasvatuksessa tehtävillä toimenpiteillä on tarkoitus säädellä kilpailua niiden puiden eduksi, jotka jätetään kasvamaan. (Huuskonen ym. 2014, 23–25).

Puiden kasvuun vaikuttavat merkittävästi kasvupaikkatekijät. Puun kasvu on parempaa viljavilla kasvupaikkatyypeillä. Ilmaston vaikutuksesta puu kasvaa paremmin paikassa, missä kasvukauden lämpösumma on suurempi. Metsänhoidolliset toimet lisäävät puiden kasvua altistaen puita kuitenkin erilaisille tuhoille ja vaurioille. (Hynynen ym. 2005, 50-54).

Puiden kasvukausi alkaa keväällä ja päättyy syksyllä. Puun pituuden, läpimitan ja juuriston kasvu ajoittuvat eri aikaan kasvukaudesta. Keväällä ensimmäisenä käynnistyy pituuskasvu. Pituus-, paksuus- ja juuriston kasvun alkaminen ja kesto riippuvat lämpösummasta. Paksuuskasvu käynnistyy pituuskasvua myöhemmin ja viimeisenä on vuorossa juuriston kasvu. (Hynynen ym. 2005, 26).

Puiden pituuskasvun myötä latvuksen pituus ja sitä myötä yhteyttävä pinta-ala kasvavat. Puiden pituuskasvu voi olla latvajatkoista tai haarajatkoista. Latvajatkoinen pituuskasvu on tyypillinen havupuille. Havupuun runko kasvaa pituutta ylimmästä latvasilmusta. Tästä johtuen havupuiden runko on yleensä suora ja

haarautumaton. Monien lehtipuiden kasvutapa on haarajatkoinen. Tällöin pituuskasvu eri versoissa voi olla yhtä suurta ja tämän vuoksi puu kasvaa helpommin monihaaraiseksi. (Huuskonen ym. 2014, 24). Pituuskasvun määrä on riippuvainen ympäristötekijöistä. Havupuiden pituuskasvuun vaikuttavat kuluvan kasvukauden lisäksi edellisen kasvukauden sääolot ja tapahtunut yhteytys. (Kellomäki 2005, 118–119).

Puun ylöspäin kapeneva lieriömäinen runko muodostuu päällekkäisistä vuosilustoista. Kasvukauden aikana syntyy aina yksi vuosilusto. Vuosilustosta voidaan havupuilla erottaa silmämääräisesti vaalea kevätpuu ja tumma kesäpuu. Kevätpuuta syntyy keväällä heti paksuuskasvun alettua ja kesäpuuta myöhemmin kesällä. (Kellomäki 2005, 57–58).

2.3 Sekametsän kasvatus

Sekametsällä tarkoitetaan metsikköä, missä kasvaa eri puulajeja. Tavallisimpia sekametsiä ovat mänty- kuusi- ja koivusekametsät. Sekametsästä on monia hyötyjä. Monimuotoisuus, riistan elinolosuhteet ja maisemallinen arvo paranevat, tuhojen ja tautien riski vähenee sekä metsämaan ominaisuudet paranevat. Myös tuottavuus ja kannattavuus voivat parantua kaksijaksoisessa sekametsässä. Sekametsä voi olla **yksijaksoinen** tai **kaksijaksoinen**. (Huuskonen ym. 2014, 24).

Yksijaksoisessa sekametsässä puulajit kehittyvät samassa latvuskerroksessa. Suositeltavia puulajisekoituksia ovat mänty–kuusi–koivu-, kuusi–koivu- ja kuusi–mänty-sekametsät. Mänty–kuusi–koivu -sekametsä syntyy yleensä rehevälle uudistusalalle, johon on viljelty mäntyä. Kuusi–koivu -sekametsä syntyy yleensä luontaisesti tulleista koivunsiemenistä kuusen istutusalalle. Suositeltavaa on kuusi–koivu -sekametsään jättää 10–20 prosenttia rauduskoivua. Suurempi koivun osuus vähentää metsikön tuottoa. (Tapio 2006, 54–56).

Kaksijaksoisissa sekametsissä erottuu kaksi eri puujaksoa, joita ovat ylempi ja alempi puujakso. Ylemmän ja alemman puujakson voi muodostaa eri puulajit.

Yleensä kaksijaksoisen metsän muodostavat koivu ja kuusi. Koivu on kuusta reilusti pitempää ja kuusen latvukset ei saisi yltää koivun latvuksen sisään. Kuusi-koivu -sekametsä syntyy yleensä koivujen nopeammasta kasvuun lähdöstä kuusen uudistusallalla. Tämän voi saada aikaan jättämällä verhopuustoa tai muulla tavoin esimerkiksi taimikonhoidossa suosimalla valmiiksi pitkiä rauduskoivuja. Kuusialikasvos kehittyy usein koivikon alle ja tämän varttuessa siitä tulee kaksijaksoinen. (Tapio 2006, 55).

3 TAIMIKON HOITO

3.1 Taimikon ja taimikonhoidon määritelmiä

Taimikonhoidolla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, joita tehdään metsänuudistamisessa syntyvän taimikon hyväksi ensiharvennukseen asti. Taimikonhoidon toimenpiteitä ovat varhaisheidolliset toimenpiteet, varhaisperkaus ja taimikon harvennus.

Taimikonhoidolla pyritään ohjaamaan haluttuja puulajeja kasvamaan ja kehittymään halutuiksi puutavaralajeiksi. Taimikonhoito tehdään metsän ollessa taimikkovaiheessa. Metsän taimikkovaihe alkaa puiden syntymisestä ja päättyy riukuvaiheeseen. (Kellomäki, 1991, 209). Taimikonhoidon tavoitteena on kehittää taimikosta haluttu tuotantopuusto. Taimikonhoidolla parannetaan puiden paksuuskasvua, laatukehitystä ja niiden puulajien taimien kasvuedellytyksiä, jotka ovat kasvupaikalle sopivia ja taloudellisesti arvokkaita. Taimikonhoito parantaa myös ensiharvennuksen kannattavuutta ja edellytyksiä metsän muille käyttömuodoille. (Mielikäinen & Riikilä 1997, 52).

Taimikko perustetaan metsänuudistamisen yhteydessä luontaisesti tai viljellen. Taimilla on kova kilpailu vedestä, valosta ja ravinteista muun kasvillisuuden kanssa. (Huuskonen ym. 2014, 59). Kilpailusuhteet taimikossa muuttuvat eri kehitysvaiheissa. Taimien ollessa pieniä, kilpailu on kovaa pintakasvillisuuden kanssa. Taimien kasvaessa voimistuu puiden välinen kilpailu. (Kellomäki 1991, 209–210).

Taimikonhoidossa on tarkoituksena vähentää kilpailua kasvatettavien puiden hyväksi. Taimien latvusto tarvitsee auringon valoa kasvaakseen ja pysyäkseen elossa. (Huuskonen ym. 2014, 59).

3.2 Taimikon varhaishoito

Hakkuun jälkeen heinät, ruohot ja muut kasvit valtaavat uudistusalan nopeasti. Taimikon varhaishoidon tarve on suurempi viljavimmilla kasvupaikoilla. Pinta-

kasvillisuuden syntyminen riippuu myös maanmuokkaustavasta. Pintakasvillisuudesta aiheutuva haitta taimille on pienempi kohoumia muodostavassa muokkaustavassa. Matalassa taimikossa taimet voivat tukehtua pintakasvillisuuden alle tai vaurioitua mekaanisesti kasvillisuuden lakastuessa taimien päälle. Pintakasvillisuutta voidaan torjua mekaanisesti ja kemiallisesti. Torjuntaa suoritetaan 2–4 vuoden ajan uudistamisen jälkeen. Mekaaninen torjunta tapahtuu polkemalla tai niittämällä haittaava kasvillisuus taimen ympäriltä. Kemiallinen torjunta tapahtuu pintakasvillisuuden torjuntaan käytettävillä torjunta-aineilla. (Luoranen, Saksa & Uotila 2012, 117–118).

Varhaishoidolla tarkoitetaan taimien kasvua haittaavan pintakasvillisuuden ja lehtipuuvesakon poistamista istutuksen jälkeisinä vuosina. Taimien nopea kasvu vähentää varhaishoidon tarvetta. (Riikilä 2010, 39).

3.3 Taimikon varhaisperkaus

Taimikon vapauduttua pintakasvillisuuden varjostuksesta kilpailu kasvutilasta siirtyy puiden väliseksi. Taimikkoon syntyy uutta taimiainesta kasvupaikasta riippuen vesomalla tai siemenestä. Uusi taimiaines voi olla vesasyntyistä tai siemensyntyistä lehtipuustoa ja siemensyntyistä havupuustoa. Siemensyntyistä puustoa voi kasvaa uudistusalalle myös edellisen puuston siementämänä, jolloin siemen itää vasta hakkuun jälkeen. (Maltamo, Kangas & Tolonen 1989, 6).

Lehtipuuston taimiaines on ensimmäisinä vuosina hyvin nopeakasvuista ja alkaa uudistamisen jälkeen haitata havupuun taimia muutamassa vuodessa. Havupuiden taimikoita varhaisperataan ennen taimikon harventamista. Varhaisperatut taimikot kasvavat nopeammin verrattuna perkaamattomiin. Havupuutaimikon perkauksessa poistetaan lehtipuita. Latvuksen häiriötön kehitys turvataan poistamalla havupuita haittaava lehtipuusto. (Luoranen ym. 2012, 120). Varhaisperkaus voi tutkimusten mukaan lisätä kasvatettavien havupuiden paksuuskasvuja 20–30 prosenttia perkauksen jälkeisinä vuosina (Luonnonvarakeskus 2014).

Varhaisperkaus toteutetaan reikäperkauksena tai täysperkauksena. Reikäperkauksessa kasvatettavan taimen ympäriltä poistetaan lehtipuusto metrin säteeltä ja kauempaa selvästi muita pitemmät lehtipuut. Täysperkauksessa taimikosta perataan pois kaikki lehtipuuvesakko. Reikä- ja täysperkausta käytetään istutettuihin kuusi- ja mäntytaimikoihin. Reikäperkausta ei käytetä kylvötaimikoihin välialueiden lehtipuiden nopeamman kasvun vuoksi. Perkaus tehdään yleensä neljän vuoden jälkeen istuttamisesta ja se joudutaan joskus suorittamaan kahteen kertaan taimien hitaan alkukehityksen vuoksi. (Riikilä 2010, 41–46).

Maanmuokkausmenetelmä vaikuttaa perkauksen ajoitukseen, tarpeeseen ja lehtipuuston syntyyn. Maanpintaa paljon rikkovissa muokkausmenetelmissä syntyy runsaasti lehtipuustoa. Varhaisperkaus on syytä tehdä oikeaan aikaan ja riittävän ajoissa. Perkauksen viivästyessä sen kustannukset nousevat ja siihen kuluu enemmän aikaa. Poistettavan puuston järeytyminen hidastaa raivausta. Varhaisperkaus voidaan tehdä mekaanisesti ja kemiallisesti. Mekaanisessa perkauksessa käytetään yleensä raivaus-sahaa. Kemiallisella kantokäsittelyllä voidaan ehkäistä kantojen uudelleen vesottumista. (Luoranen ym. 2012, 124–126).

4 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

4.1 Männyn perkauskoe

Männyn perkauskoe sijaitsee Rovaniemeltä 20 kilometriä Kemin suuntaan Hirvaan Kuusikkoselässä. Alueen korkeus on 140 metriä merenpinnasta ja tehoisan lämpötilan summa Rovaniemen alueella on keskimäärin 922 vuorokausiastetta.

Metsänuudistamisen osalta vuonna 1974 alue muokattiin syväaurauksena ja viljeltiin istuttamalla mäntyä. Männyn istutuksen jälkeen alueelle oli nousemassa runsaasti siemen- ja vesasyntyistä lehtipuuainesta. Tämän seurauksena Metla perusti alueelle mäntytaimikon perkauskokeen vuonna 1978. Kokeen tarkoituksena oli selvittää lehtipuuston vaikutusta puun tuotokseen.

Kuusikkoselän koe sijaitsee rinteessä. Suorakulmion muotoisen koealueen toinen laita sijoittuu pohjoisrinteeseen ja toinen koillis-itärinteeseen. Kuuden hehtaarin koealue on jaettu kuuteen toistoon ja jokainen toisto neljään ruutuun. Alueella on yhteensä 24 ruutua. Jokaisella ruudulla on neljä yhden aarin ($r = 5,64$ metriä) ympyräkoealaa, yhteensä 96 koealaa (Kuvio 1).

Kokeen perustamistoimenpiteissä ruuduille tehtiin neljä eri käsittelyä, jotka on numeroitu seuraavasti:

0 = Käsittelemätön

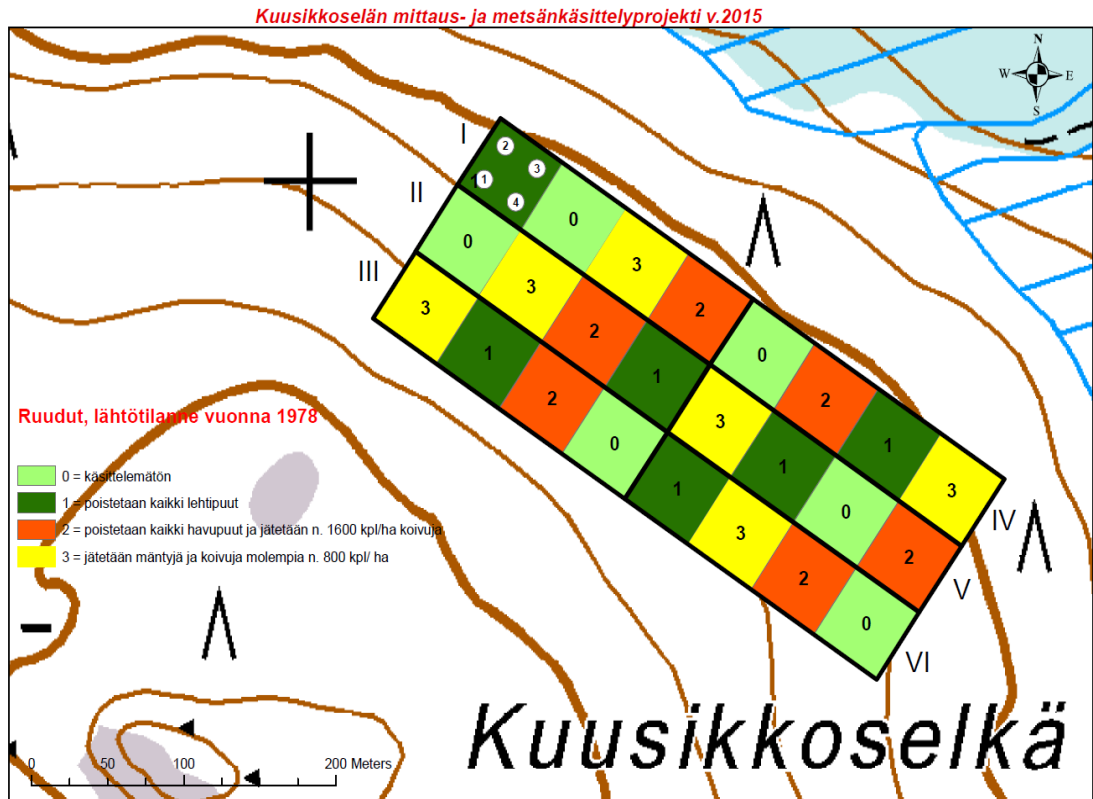
1 = Mäntykäsittely

2 = Koivukäsittely

3 = Mänty–koivu -käsittely

Käsittelemättömille ei ole tehty mitään toimenpiteitä ja niiden on annettu kehittyä männyn viljelyn jälkeen vapaasti. Mäntykäsittelyssä on poistettu kaikki lehtipuut ja jätetty kaikki havupuut pystyyn. Koivukäsittelyssä on poistettu kaikki havupuut ja jätetty koivuja noin 1600 rungon hehtaari tiheyteen. Mänty–koivu -käsittelyssä on jätetty mäntyjä noin 800 runkoa hehtaarille ja koivuja noin 800 runkoa hehtaari-

rille. Koealajärjestelynä on käytetty split-plot -menetelmää. Siinä jokainen käsittely on arvottu kokeen jokaiseen lohkoon ja näin on saatu sisäinen järjestys luotettavaksi.



Kuvio 1. Koealajärjestelyt

4.2 Aineistot

Molemmat aineistot ovat tallennettuina Excel-taulukkolaskentaohjelmaan sopivaan xlsx-muotoon. Aineiston keruulomakkeet ja mitatut muuttujat vuosina 1989 ja 2015 poikkeavat joiltain osin toisistaan. Tähän on luultavasti syynä tutkimustarpeiden ajallinen vaihtelu. Esimerkiksi 1989 vuonna ei osattu ennustaa, että metsään leviää tervasroso 2000-luvulla, mikä muuttaa mitattavien tunnusten tarpeellisuutta. Molemmissa mittauksissa muuttujat on kirjattu numeroilla. Aineiston keruulomakkeet ja mitatut muuttujat on kuvattu tämän opinnäytetyön liitteissä (Liitteet 1–4).

4.2.1 Vuoden 1989 aineisto

Vuoden 1989 aineiston keräsi Metlan maastotyöryhmä. Aineisto on ollut Metlalla paperisessa muodossa. Risto Jalkanen muunsi aineiston digitaaliseen muotoon opinnäytetöitä varten.

Tässä ensimmäisessä inventoinnissa koealoilta mitattiin yhteensä 1677 runkoa mukaan lukien kaikki kuolleet ja heikentyneet puut. Näistä terveitä ja eläviä puita oli 1578.

Vuonna 1989 inventoinnissa mitattuja muuttujia olivat:

Lohko, ruutu, koeala, puulaji, syntytapa, kantoläpimitta(d0,0), **rinnankorkeusläpimitta (d1,3/0,5H)**, läpimitta (d3,5/6), **pituus (h)**, latvusraja, max oksa, pituuskasvu 1V (IH), pituuskasvu 5V (IH 5V), kasvualusta, elinvoima, tuhojen ilmeneminen/aiheuttaja, kasvuhäiriö. Mittaamatta oli jostain syystä jätetty kaikki 2-käsittelyn ruudut, joten näitä ruutuja ei oteta huomioon vertailtaessa 1989 aineistoa.

4.2.2 Vuoden 2015 aineisto

Vuoden 2015 aineistossa tarpeelliset muuttujat liittyivät sekä puustotunnuksiin että tervasrossoon. Lihavoidut muuttujat ovat samoja vuoden 1989 aineiston muuttujien kanssa.

Vuoden 2015 aineistossa mitattiin kaiken kaikkiaan 2883 puuta, mukaan lukien kuolleet ja heikentyneet puut. Näistä terveitä ja eläviä puita oli 2637. Koealueen männyt olivat pahasti tervasrososon saastuttamia. Tervasrosoa oli havaittavissa elävissä ja kuolleissa männyissä.

Vuoden 2015 inventoinnissa mitattuja muuttujia olivat:

Lohko, ruutu, koeala, kasvupaikka, maalaji, **puulaji**, puujakso (päävaltapuu, lisävaltapuu, välipuu, aluspuu, aliskasvos), puun sijainti (etäisyys, suunta), **(d1,3) rinnankorkeusläpimitta, (h) pituus** joka viidennestä puusta (myös kuolleista), tervasrosoisuus rungossa, puu elävä/kuollut.

Vuoden 2015 mittauksissa etsimme jokaiselta koealalta vuoden 1989 mittauksessa punaisella kepillä merkityn keskipisteen. Jos sitä ei ollut, määritimme keskipisteen DGPS paikantimen avulla. Kasvupaikka, maalaji, puulaji ja puujakso määritettiin jokaiselta ruudulta silmämääräisesti arvioimalla. Puun pituus ja etäisyys mitattiin Vertexillä, joka on pituuden mittaustyökalu. Lämpimitta saatiin ottamalla mittasaksilla ristimitta. Puun suunta keskipisteestä mitattiin bussolin avulla.

Mittaukset suoritettiin kahdella kolmen hengen ryhmällä. Kaikille saatiin oma tehtävä ja mittaaminen oli tehokasta. Yksi mittaaja kirjasi tiedot maastotietokoneelle. Toinen mittaaja käytti mittasaksia ja Vertexin transponderia. Kolmas mittaaja seisoi ympyräkoelan keskipisteessä ja käytti Vertexin lukulaitetta puun pituuden ja etäisyyden mittauksessa sekä mittasi puiden suunnan.

4.3 Aineiston käsittely

Vuoden 1989 aineistoa ei ole aiemmin hyödynnetty. Käsittelen tässä opinnäytetyössä molemmat aineistot samalla kertaa. Tutkimuksen toteutustapa on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Tutkimustulokset saadaan tekemällä konkreettisia havaintoja tutkimuskohteesta ja näin ollen tutkimusmuoto on empiirinen tutkimus.

Aineistojen muuttujien tilastollista merkitsevyyttä tutkin SPSS-tilastojenkäsittelyohjelmalla. Aineistoihin oli tarkoitus tehdä varianssianalyysi. Testasin aineistojen normaalijakautuneisuuden ja nämä olivat epänormaalisti jakautuneita, jonka vuoksi varianssianalyysiä ei tehty. Tämän sijasta aineistoihin tehtiin Kruskal-Wallis testi, joka sopii epänormaaleihin jakaumiin. Testillä voidaan testata tilastollista merkitsevyyttä ristiintaulukoinnein. Testin antama p-arvo kertoo muuttujien tilastollisesta merkitsevyydestä. Testillä voidaan testata ristiintaulukoinnin muuttujien eroja satunnaisten ja todellisten erojen välillä. Testin p-arvon ollessa ($p < 0,001$) muuttujat eroavat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi, p-arvon ollessa ($p < 0,01$) merkitsevästi ja p-arvon ollessa ($p < 0,05$) satunnaisesti.

Erottelin molemmista aineistoista puulajit erilleen ja tein Kruskal–Wallis -testit puulajeittain. Käytin ryhmittelevänä muuttujana ruutua ja tarkasteltavana muuttujana jokaisen mitatun puun pituutta, läpimittaa, pohjapinta-alaa ja tilavuutta. Testin antamia tuloksia tilastollisesta merkitsevyydestä ei voida pitää täysin luotettavina. Testi antoi jostain syystä samoja arvoja eri muuttujien välillä. Esimerkiksi rauduskoivulla testin antama merkitsevyys ja suoritettu parivertailu antoi saman tuloksen pohjapinta-alalla, tilavuudella, läpimitalla ja pituudella.

Tein ristiintaulukointia aineistojen muuttujilla Excel-taulukonlaskenta- ja SPSS-ohjelmilla. Aineistojen tutkinnan tein käsittelyittäin. Aineistojen toistojen ja koealojen välisiä eroja ei ollut tarpeellista testata. Kuusi toistoa, 24 ruutua ja 96 koealaa hajautettuna eri puolille kuuden hehtaarin aluetta antaa luotettavan tuloksen tutkia muuttujia käsittelyittäin.

Puuston kasvun ja kehityksen tutkimiseen käytin yleisiä metsänmittauksessa käytettäviä puustotunnuksia, joita ovat: pohjapinta-ala, läpimitta, pituus ja tilavuus. Puun pohjapinta-ala on yksittäisen puun pohjapinta-ala neliönä hehtaarilla 1,3 metrin korkeudelta mitattuna. Puuston pohjapinta-ala kertoo puuston määrän neliönä hehtaarilla 1,3 metrin korkeudelta mitattuna. Yksittäisen puun läpimitta on läpimitta 1,3 metrin korkeudelta ja puuston läpimitta on 1,3 metrin korkeudelta mitattujen puiden läpimitan keskiarvo. Yksittäisen puun pituus on mitattu tyveltä latvaan ja puuston pituus on pituuksien keskiarvo, mitkä ilmaistaan metreinä. Yksittäisen puun tilavuus ja puuston tilavuus ilmaistaan kuutioina hehtaaria kohden.

Aineistojen käsittelyn aloitin Excelillä järjestelemällä aineistot käsittelyruutujen ja puulajien mukaiseen järjestykseen. Käsittelin molemmat aineistot erillisinä. Erotin kuolleet puut erikseen ja laskin näiden lukumäärät käsittelyruuduittain.

Vuoden 2015 aineistossa pituus mitattiin joka viidennestä puusta. Siksi laskin Excelillä aineistoon pituusmallin. Muodostin ensin puulajeittain mallipituuden männylle (kaava 1), kuuselle (kaava 2) ja koivulle (kaava 3).

$$1,3 + d1,3^2 / (0,7587 + 0,230 * d1,3)^2 \quad (1)$$

$$1,3 + d1,3^2 / (2,1193 + 0,158 * d1,3)^2 \quad (2)$$

$$1,3 + d1,3^2 / (0,8387 + 0,218 * d1,3)^2 \quad (3)$$

missä

d1,3 on puun rinnankorkeusläpimitta [1,3m/cm]

Muodostin jokaiselle todelliselle mitatulle puulle korjauskertoimen jakamalla mitatun puun mallipituuden kaavalla. Korjauskertoimen avulla sain muodostettua pituusmallin aineiston männyille, kuusille ja koivuille.

Tilavuuden laskennassa käytin Laasasenahon regressiomallia vuodelta 1982. Malli on rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuva malli, joka kertoo yksittäisen puun tilavuuden. Tilavuuden laskennassa käytin Laasasenahon kaavoja männyille (kaava 4), kuuselle (kaava 5) ja koivulle (kaava 6).

$$V = 0,036089d^{2,01395} (0,99676)^d h^{2,07025} (h - 1,3)^{-1,07209} \quad (4)$$

$$V = 0,022927d^{1,91505} (0,99146)^d h^{2,82541} (h - 1,3)^{-1,53547} \quad (5)$$

$$V = 0,011197d^{2,10253} (0,98600)^d h^{3,98519} (h - 1,3)^{-2,65900} \quad (6)$$

missä

V on puun tilavuus [l/runko]

d on puun rinnankorkeusläpimitta [1,3m/cm]

h on puun pituus [m]

Laskin tilavuuden jokaiselle mitatulle puulle. Sain tällä kaavalla tuloksena yksittäisen puun koon litroina. Muunsin tämän kuutioksi hehtaarilla jakamalla tuloksen 1000:lla, minkä jälkeen kerroin sen luvun 10 000/2500 ja sain tuloksen kuutiota hehtaarilla. Saatuja tuloksia vertailen käsittelyittäin yksittäisten puiden tilavuuksina ja tilavuutena hehtaarilla.

Pohjapinta-alan yksittäisille puille muodostin ympyrän pinta-alan kaavalla (kaava 7).

$$g = (\pi/4) * d^2 \quad (7)$$

missä

g	on	rungon pohjapinta-ala [cm ²]
d	on	rinnankorkeusläpimitta [1,3m/cm]

Laskin tämän Excelissä jokaiselle puulle ja saadun tuloksen jaoin luvulla 2500, mikä muuntaa kyseisellä koealueella tuloksen neliometri hehtaarilla. Luku 2500 neliometriä tulee siitä, kun koko alueen pinta-alan 60 000 neliometriä jaetaan 24 ruudulla. Näin ollen yhden ruudun pinta-ala on 2500 neliometriä.

Mitattujen tunnusten keskiarvot laskettiin käsittelyittäin jokaiselle puulajille Excel- ja SPSS ohjelmilla. Esitän tekstissä tuloksia, joita havainnollistan Excelillä muodostetuilla pylväsdiagrammeilla.

5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELO

5.1 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuosina 1989 ja 2015

5.1.1 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuonna 1989

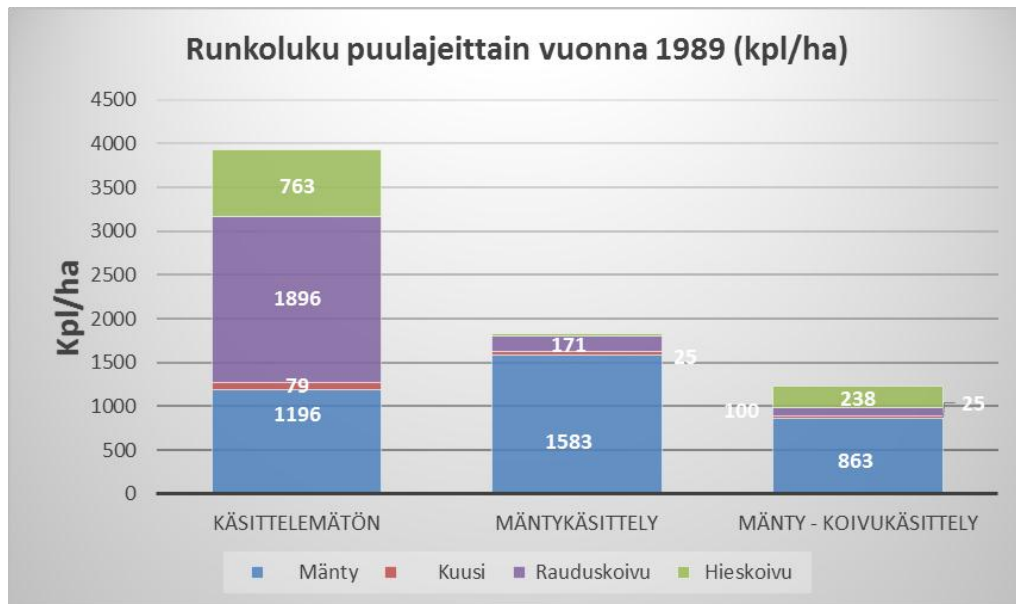
Perkaus vaikutti tilastollisesti erittäin merkitsevästi runkolukuun puulajeittain käsittelyiden välillä ($p < 0,001$). Parivertailussa kaikki käsittelyt erosivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi (Taulukko 1).

Taulukko 1. Runkoluvun parivertailu vuonna 1989

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-93,522	0,005
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	485,333	0,000
Mänty–koivukäsittely – Käsittelemätön	391,811	0,000

Käsittelyiden vaikutukset näkyivät selvästi vuonna 1989. Käsittelemättömässä vaihtoehdossa on havaittavissa lehtipuiden vapaa kasvu. Käsittelemättä jätetyillä ruuduilla oli 3933 runkoa hehtaarilla. Tästä männyn osuus oli 30, kuusen kaksi, hieskoivun 19 ja rauduskoivun 48 prosenttia. Mäntykäsittelyssä oli 1825 runkoa hehtaarilla. Tästä männyn osuus oli 87, kuusen kolme, hieskoivun yksi ja rauduskoivun yhdeksän prosenttia. Mänty–koivu -käsittelyssä oli 1225 runkoa hehtaarilla. Tästä männyn osuus oli 70, kuusen kaksi, hieskoivun 19 ja rauduskoivun kahdeksan prosenttia (Kuvio 2).

Käsittelemättä jätetyillä ruuduilla männyn taimien lukumäärä on vähentynyt huomattavasti verrattuna mäntykäsiteltyyn, josta on poistettu kaikki koivut. Tästä voidaan päätellä, että koivut ovat voimakkaalla kasvulla heikentäneet mäntyjen kasvua ja osa männystä on tässä vaiheessa kuollut. Osaltaan myös muut tuhot ovat vaikuttaneet mäntyjen vähenemiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tekemien tutkimusten mukaan hirvituhojen määrä vähenee perkaamalla lehtipuut männyn istutustaimikosta. Lehtipuun määrän ja keskipituuden kasvaessa hirvituhojen määrä lisääntyy. (Metsäntutkimuslaitos 2011).



Kuvio 2. Runkoluku puulajeittain ja käsittelyittäin vuonna 1989

Miinan ja Saksan tekemän taimikonhoitotutkimuksen tulosten mukaan männyn istutustaimikoissa, joissa on runsaasti koivua, taimikonhoito tulisi tehdä kahdessa vaiheessa männyn runkoluvun säilyttämiseksi ja lehtipuiden aiheuttamien latva-vaurioiden välttämiseksi (Saksa & Miina 2010, 126).

Mäntykäsittelyssä mäntyjen osuus oli säilynyt korkealla. Mäntykäsittelyssä poistettiin kaikki lehtipuut. Käsittelystä oli vuonna 1989 kulunut 15 vuotta ja tänä aikana koivujen määrä oli lisääntynyt 197 rungolla. Tämä osoittaa sen, että vaikka kaikki koivut perataan pois, uutta koivua alkaa kasvaa sekapuuksi.

Mänty–koivu -käsittelyssä mäntyjä jätettiin 800 runkoa hehtaarille ja vuonna 1989 mäntyjen lukumäärä oli pysynyt kutakuinkin samana ollen 863 runkoa hehtaarilla. Sen sijaan koivujen lukumäärä oli 338 runkoa hehtaarilla, mikä on huomattavasti ilmoitettua 800 runkoa hehtaarilla vähemmän. Näin suuri ero viittaa siihen, että koivuja olisi jätetty selvästi vähemmän kuin 800 runkoa hehtaarille tai niistä on osa tuhoutunut.

5.1.2 Perkauksen vaikutus runkolukuun ja puulajeihin vuonna 2015

Perkauksen vaikutus runkolukuun puulajeittain jatkuu tilastollisesti erittäin merkittävästi ($p < 0,001$) myös vuonna 2015. Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Runkoluvun parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-263,934	0,000
Mäntykäsittely - Käsitlemätön	350,695	0,000
Mänty–koivukäsittely - Mäntykäsittely	27,579	0,475
Mänty–koivukäsittely - Käsitlemätön	114,341	0,003
Koivukäsittely - Käsitlemätön	86,762	0,017

Tarkasteltaessa vuoden 2015 puulajien runkolukua mäntyjen osuus on pysynyt 26 vuoden aikana samansuuntaisena, mutta niiden absoluuttinen määrä on laskenut kaikissa käsittelyissä. Männyn runkoluvun suhde muihin puulajeihin vuonna 1989 oli 52 prosenttia ja 29 prosenttia vuonna 2015.

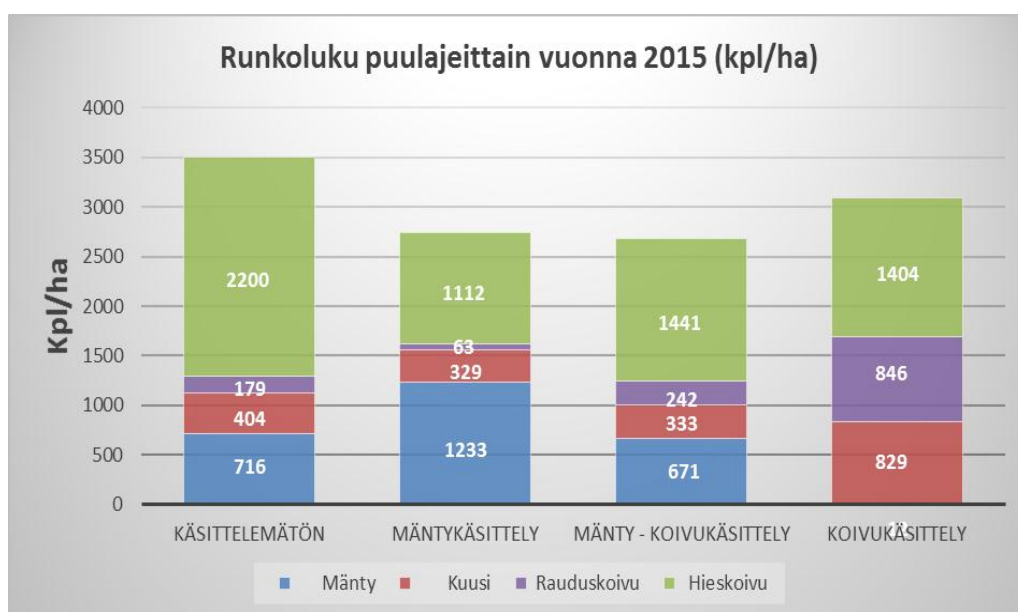
Käsitlemättä jätetyillä ruuduilla oli 3500 runkoa hehtaarilla. Puuston järeydyttyä niitä on 434 runkoa vähemmän kuin vuonna 1989. Männyn osuus tästä oli 20, kuusen 12, hieskoivun 63 ja rauduskoivun viisi prosenttia.

Mäntykäsittelyssä oli 2737 runkoa hehtaarilla. Tässä on 912 runkoa vähemmän kuin vuonna 1989. Männyn osuus tästä oli 45, kuusen 12, hieskoivun 41 ja rauduskoivun kaksi prosenttia. Tässä käsittelyssä rauduskoivun määrä on vähentynyt ja hieskoivun määrä on 26 vuoden aikana suurentunut 39 prosenttiyksikköä. Hieskoivut kasvoivat pääosin mäntyjen välipuina ja aluspuina. Hieskoivut olivat syntyneet siemensyntyisesti ja vesomalla aikaisemmissa käsittelyissä poistettujen hieskoivujen kannoista. Mäntyjen runkoluvun pienuudesta huolimatta mänty oli edelleen mäntykäsittelyssä vallitsevassa asemassa valtapuuna. Männyt olivat järeitä ja koivut ohuita.

Mänty–koivu -käsittelyssä oli 2687 runkoa hehtaarilla. Tässä on 1461 runkoa enemmän kuin vuonna 1989. Männyn osuus tästä oli 25, kuusen 12, hieskoivun

54 ja rauduskoivun yhdeksän prosenttia. Männyt olivat järeitä päävaltapuita ja hieskoivut olivat tässäkin käsittelyssä suurimmaksi osaksi mäntyjen välipuina ja aluspuina. Rauduskoivut olivat järeitä ja kasvoivat männyn kanssa päävaltapuina.

Koivukäsittelyssä oli 3091 runkoa hehtaarilla. Tästä männyn osuus oli yksi, kuusen 27, hieskoivun 45 ja rauduskoivun 27 prosenttia. Käsittelyä ei oltu mitattu vuonna 1989 (Kuvio 3).



Kuvio 3. Runkoluku puulajeittain ja käsittelyittäin vuonna 2015

Kuusen osuus on lisääntynyt kaikissa käsittelyissä. Kuusi on selvästi hyötynyt koivusta ylispuuna. Koivukäsittelyssä kuusen määrä on kaksinkertaistunut muihin käsittelyihin nähden. Koivukäsittelyyn oli alkanut muodostua kaksijaksoista metsää koivun ollessa ylemmässä jaksossa kuusen päällä. Kuusella on varjopuuna hyvät edellytykset kasvuun koivun varjostuksessa. Kuusi on kliimaksipuulaji ja sietää voimakasta varjostusta. Tuoreilla kankailla kuusi uudistuu muiden puulajien alle ja lopulta syrjäyttää muut puulajit. (Kellomäki 2005, 78).

Koivujen runkolukumäärissä on merkittäviä eroja vuosina 1989 ja 2015. Hieskoivun määrä on lisääntynyt runsaasti mittausten välisenä aikana ja rauduskoivun vähentynyt. Vuonna 1989 hieskoivua oli 14 prosenttia ja vuonna 2015 sen osuus

oli 53 prosenttia. Hieskoivun runkoluku on kasvanut räjähdysmäisesti 26 vuodessa vesomisen ja uusien siemenien vaikutuksista. Eniten hieskoivua oli käsittelemättömillä ruuduilla. Rauduskoivuja on kuollut ja hieskoivua on tullut tilalle. Yhtenä syynä rauduskoivujen häviämiseen voidaan pitää hirviä. Kuusikkoselkä on vahvaa hirvialuetta ja rauduskoivu on hirvelle mieluista ruokaa. Rauduskoivun vähentymistä mänty–koivu -käsittelyssä ei voida pitää täysin hirvien aiheuttamana, koska rauduskoivun pituus vuonna 1989 oli tässä käsittelyssä keskimäärin 4,89 metriä. Voi olla mahdollista, että aineistot eivät ole täysin luotettavia hieskoivun ja rauduskoivun määrittämisen suhteen. Puulajien tunnistus tapahtui silmämääräisesti 2015 mittauksessa lehdettömään aikaan, mikä vaikeuttaa koivujen tunnistamista. Vuonna 1989 puusto mitattiin jaksolla 12.9.–4.10.1989.

5.2 Perkauksen vaikutus kuolleen puun määrään

5.2.1 Kuolleen puun määrä vuonna 1989

Perkaus vaikutti kuolleen puun määrään tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 3).

Taulukko 3. Puiden kuolleisuuden parivertailu vuonna 1989

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Käsittelemätön - Mänty–koivu -käsittely	-116,016	0,000
Käsittelemätön - Mäntykäsittely	-132,730	0,000
Mänty–koivu –käsittely - Mäntykäsittely	16,715	0,481

Laskin aineistoista erikseen tuhoutuneiden puiden määrän käsittelytavoittain. Kuolleiksi puiksi laskettiin kaikki kuolleet ja kituvat puut. Vuonna 1989 kuolleen puun määrä oli vähäinen ja painottui mäntyihin. Kuolleita ja kituvia mäntyjä oli eniten käsittelemättömillä ruuduilla, 192 runkoa hehtaarilla. Toiseksi eniten kuolleita mäntyjä oli mäntykäsittelyssä, missä kuolleisuus oli 92 runkoa hehtaarilla. Mänty–koivu -käsittelyssä kuolleita puita oli 63 runkoa hehtaarilla (Kuvio 4).

Merkittävin tuhon aiheuttaja männyllä vuonna 1989 oli hirvi. Tuhoista 57 prosenttia oli hirven aiheuttamaa ja loput muita tuhoja. Tästä määrästä eniten hirvituhoja oli käsittelemättä jätetyillä ruuduilla, missä sen osuus oli 33, mäntykäsittelyssä 10 ja mänty–koivu -käsittelyssä 15 prosenttia. Tulos on samansuuntainen Metlan tutkimuksen kanssa. Männyin istutustaimikon perkaamatta jättäminen tuoreella kankaalla ja suuri lehtipuun määrä johtavat hirvituhojen lisääntymiseen (Metsäntutkimuslaitos 2011). Jakkilan ja Pohtilan tutkimuksessa hirvituhojen osuus oli Rovaniemellä 10 prosenttia perkaamattomilla ruuduilla, kun se peratuilla oli 3-6 prosenttia (Jakkila & Pohtila 1978, 18). Tulos on samansuuntainen myös Miinan ja Saksan perkaustutkimuksessa. Perkaamatta jättäminen vähensi mäntyjen lukumäärää 25 prosenttia harvennukseen mennessä (Saksa & Miina 2010, 124).

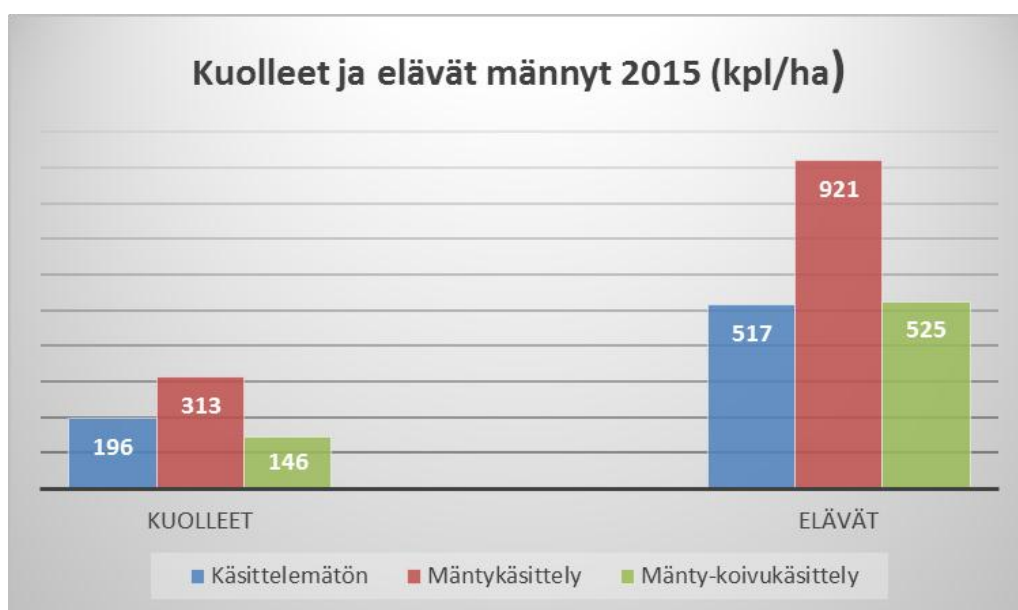


Kuvio 4. Kuolleet ja elävät männyt vuonna 1989

5.2.2 Kuolleen puun määrä vuonna 2015

Perkaus vaikutti kuolleen puun määrään vuonna 2015 tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Kuolleiden mäntyjen suhteellinen osuus eläviin mäntyihin oli samansuuntainen käsittelyiden välillä. Kuolleiden mäntyjen suhteellinen osuus oli käsittelemättömässä 38 prosenttia, mäntykäsittelyssä 34 ja mänty–koivu -käsittelyssä 28 prosenttia. Käsitlemättä jättäminen näyttää lisäävän männyin kuolleisuutta eniten myös vuonna 2015.

Vuonna 2015 kuolleita mäntyjä oli mäntykäsittelyssä 313 runkoa ja 25,3 kuutiota hehtaarilla. Käsittelemättä jätetyillä ruuduilla kuolleita mäntyjä oli 196 runkoa ja 16,4 kuutiota hehtaarilla. Mänty–koivu -käsittelyssä kuolleita mäntyjä oli 146 runkoa ja 14,0 kuutiota hehtaarilla (Kuvio 5). Männyn suurin kuolleisuusaste oli lisävaltapuilla ja välipuilla. Mäntyä oli kuollut tykkylumen ja tervasrososon takia. Vuosien 1989 ja 2015 aikana mäntyjä on kuollut käsittelemättömässä 480 runkoa, mäntykäsittelyssä 350 runkoa ja mänty–koivu -käsittelyssä 192 runkoa hehtaarilla.

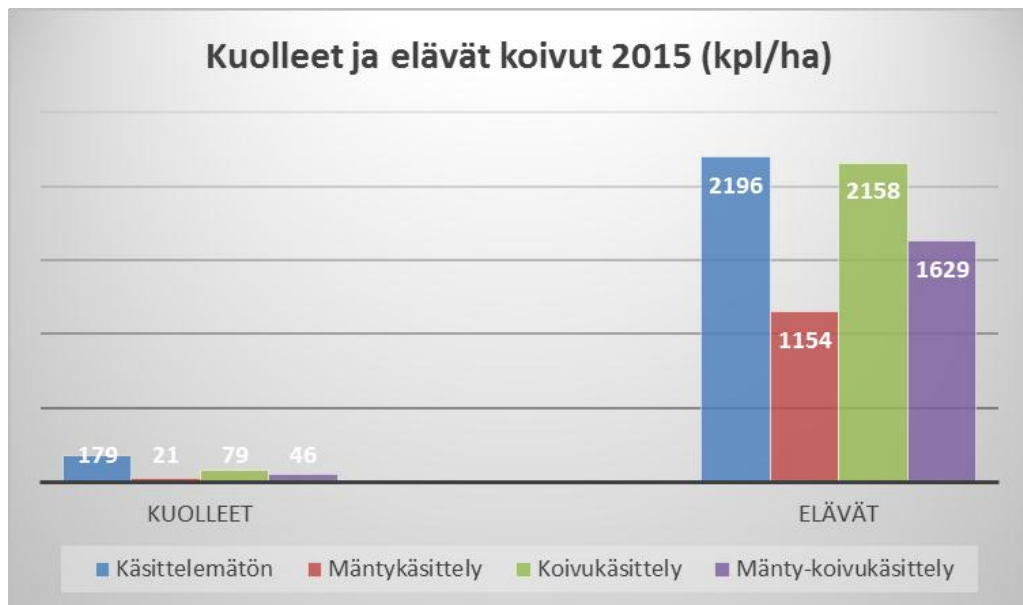


Kuvio 5. Mäntyjen elinvoima vuonna 2015

Koealueen männyt ovat pahasti tervasrososon saastuttamia. Tervasroso on aiheuttanut mäntyjen kuolleisuutta eniten mänty–koivu -käsittelyssä ja mäntykäsittelyssä. Marko Niemelä tutki opinnäytetyössään tervasrososon levinneisyyttä tällä samalla koealueella. Hänen tuloksistaan käy ilmi, että käsittelemättömillä ruuduilla tervasrosoa oli 14, mäntykäsittelyssä 34 ja mänty–koivu -käsittelyssä 35 prosenttia kaikista männyistä. Mäntyjen kuolemaan johtaneiden tervasroso tartuntojen määrä oli käsittelemättömässä vaihtoehdossa 29,6, mäntykäsittelyssä 63,9 ja mänty–koivu -käsittelyssä 71,2 prosenttia. Hänen tuloksistaan käy myös ilmi, että suuri koivun sekoitus ja käsittelemättä jättäminen vähensivät tervasrososon tarttumista. (Niemelä M, 2016). Tämän mukaan kuolleiden mäntyjen suureen

määrään käsittelemättömässä vaihtoehdossa suurimpana syynä ei ole tervasroso. Myöskään hirvituhoja vuonna 2015 ei voida pitää syynä mäntyjen kuolemaan, koska mäntyjen pitkät latvat olivat hirvien ulottumattomissa.

Kuuset olivat terveitä alikasvoskuusia, eikä mittauksissa löytynyt kuolleita kuusia. Myös koivut olivat terveitä ja niissä esiintyi vähän kuolleisuutta. Kuolleista koivuista lähes kaikki olivat hieskoivuja. Kuolleen koivun määrä oli suurin käsittelemättömässä vaihtoehdossa 179 runkoa ja 3,9 kuutiometriä hehtaarilla. Toiseksi suurin kuolleisuus oli koivukäsittelyssä, missä kuolleen puun määrä oli 79 runkoa ja 3,1 kuutiometriä hehtaarilla. Kuolleet koivut olivat pääosin pieniläpimittaisia hieskoivuja. Koivulla suurin kuolleisuusaste oli välipuilla ja aluspuilla, mikä näkyy alhaisena tilavuutena mäntyyn verrattuna (Kuvio 6).



Kuvio 6. Koivujen elinvoima vuonna 2015

Mäntyjen ja koivujen kuolleisuudelle on yhteistä suuri kuolleen puun määrä käsittelemättömillä ruuduilla. Tämä selittyy osin luontaisen kilpailun kautta aiheutuneesta heikompien puiden häviämisestä kasvukilpailussa. Mäntyjen suuremman tilavuustappion taustalla on viime vuosina metsään kohdistuneet tuhot. Käsitteilyiden väliset erot mäntyjen ja koivujen kuolleisuuden välillä johtuvat osittain kä-

sittelyissä jätetyistä puulajiosuuksista. Mäntykäsittelyssä on paljon mäntyä ja vähän koivua, mikä näkyy myös kuolleen puun määrässä. Koivukäsittelyssä on paljon koivua ja vähän mäntyä.

5.3 Perkauksen vaikutus yksittäisten puiden pohjapinta-alaan

Laskin aineistoista jokaiselle puulle oman pohjapinta-alan rinnankorkeudelta mitatun läpimitan perusteella. Seuraavaksi esitän tuloksia yksittäisten puiden pohjapinta-aloista keskiarvona käsittelyittäin. Yksittäisten puiden pohjapinta-alat ilmaistaan neliösenttimetreinä.

5.3.1 Männyn pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

Perkaus vaikutti yksittäisen männyn pohjapinta-alaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) vuosina 1989 ja 2015. Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 4).

Taulukko 4. Männyn pohjapinta-alan parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	350,695	0,000
Mänty-koivukäsittely - Mäntykäsittely	27,579	0,475
Mänty-koivukäsittely - Käsittelemätön	114,341	0,003

Perkaus vaikutti männyn pohjapinta-aloihin vuoden 1989 mittauksessa. Männyn pohjapinta-ala vaihteli vuonna 1989 välillä 17,1–26,4 neliösenttimetriä. Vuoden 1989 inventoinnin perusteella voidaan päätellä, että mänty-koivu -käsittely vaikutti eniten männyn pohjapinta-alan kehitykseen. Tulos kertoo, että kaikki perkaustoimenpiteet kasvattivat yksittäisen männyn keskimääräistä pohjapinta-ala verrattuna perkaamattomaan alaan. Männyn pohjapinta-ala oli pienin käsittelemättömässä vaihtoehdossa.

Perkauksen vaikutus pohjapinta-alaan näkyi samansuuntaisena myös vuoden 2015 mittauksessa. Männyn pohjapinta-ala oli mänty-koivu -käsittelyssä 269 neliösenttimetriä, mäntykäsittelyssä 213 neliösenttimetriä ja käsittelemättä

jätetyssä vaihtoehdossa 192 neliösenttimetriä. Koivukäsittelyn merkitystä männyn osalta ei ole syytä tarkastella sen vähäisen runkomäärän vuoksi (Kuvio 7).



Kuvio 7. Yksittäisen männyn pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

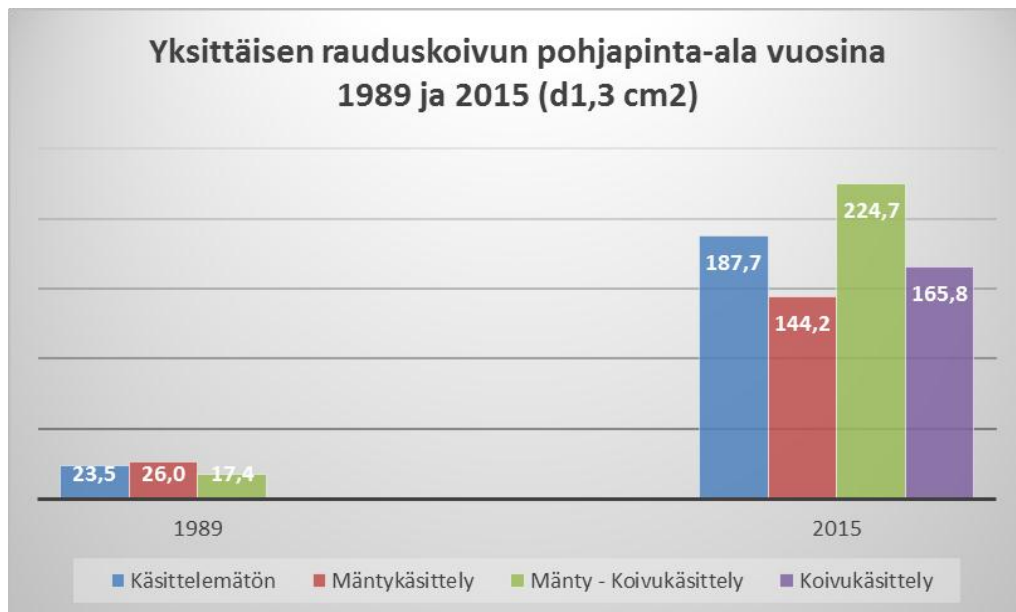
Käsittelyiden välinen pohjapinta-alojen suhde on 26 vuoden aikajaksolla pysynyt lähes tulkoon samana. Männyn pohjapinta-alojen kehittymisen tulokset tukevat aikaisempia tutkimuksia perkauksen vaikutuksista. Pohjapinta-ala on suoraan suhteessa läpimittaan ja sitä kautta myös tilavuuteen. Timo Saksan ja Jari Miinan vuonna 2010 tekemässä männyn reikä- ja täysperkauskokeessa männyn pohjapinta-ala oli pienin perkaamattomilla ruuduilla (Saksa & Miina 2010, 123).

5.3.2 Kuusen pohjapinta-ala vuonna 2015

Yksittäisen kuusen keskimääräinen pohjapinta-ala rinnankorkeudelta oli suurin käsitlemättä jätetyillä ruuduilla 52 neliösenttimetriä. Käsittelyiden välillä pohjapinta-ala oli samankaltainen vaihdellen 42–47 neliösenttimetrin välillä. Kuusen pohjapinta-alojen pienuus johtuu siitä, että kuusi kasvaa hitaasti alikasvoksena muiden puulajien alla.

5.3.3 Rauduskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

Rauduskoivun keskimääräinen pohjapinta-ala on muuttunut vuosien 1989 ja 2015 aikana. Suurimman pohjapinta-alan rauduskoivu kasvatti mänty–koivu -käsittelyssä ja käsittelemättä jätetyssä vaihtoehdossa. Mäntykäsittelyssä rauduskoivun pohjapinta-alan pientymistä selittää se, että perkauksessa poistettiin kaikki rauduskoivut ja alhainen runkoluku. Siksi ne olivat jääneet männyn kasvusta jälkeen ja kasvoivat männyn alla. Mänty–koivu -käsittelyssä kasvamaan jääneet rauduskoivut ovat sen sijaan kasvaneet männyn kanssa päävaltapuina ja saavuttaneet suuren järeyden. Koivukäsittelyssä jätettiin pelkästään koivuja, mutta rauduskoivu ei ole ilman mäntyä kasvanut yhtä järeäksi. Sopiva mäntysekoitus näyttäisi tukevan rauduskoivun kasvua (Kuvio 8).



Kuvio 8. Yksittäisen rauduskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

Yksittäisen rauduskoivun pohjapinta-ala vuonna 2015 vaihteli tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 5).

Taulukko 5. Rauduskoivun pohjapinta-alojen parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-73,898	0,006
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-14,519	0,555
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	27,850	0,312
Koivukäsittely - Mänty–koivukäsittely	-59,379	0,000
Käsittelemätön - Mänty–koivukäsittely	-46,047	0,013
Koivukäsittely - Käsittelemätön	13,332	0,388

5.3.4 Hieskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

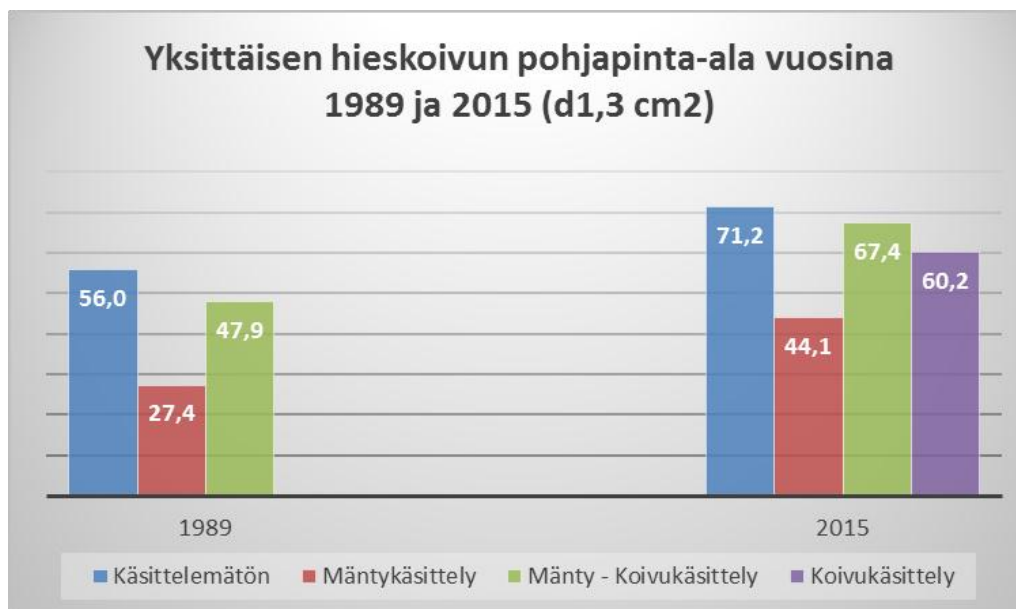
Käsittelyt eivät vaikuttaneet tilastollisesti merkitsevästi yksittäisen hieskoivun pohjapinta-alaan vuonna 1989, toisin kuin vuonna 2015 erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 6).

Taulukko 6. Hieskoivun pohjapinta-alojen parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-82,002	0,018
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-178,488	0,000
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	232,037	0,000
Mänty–koivukäsittely - Käsittelemätön	150,035	0,000
Koivukäsittely - Käsittelemätön	53,548	0,072

Yksittäisen hieskoivun keskimääräinen pohjapinta-ala on pysynyt tarkastelujaksolla hämmästyttävän pienenä. Pohjapinta-ala oli suurin käsittelemättömässä vaihtoehdossa. Taimikkovaiheessa vuonna 1989 hieskoivun pohjapinta-ala oli männyn pohjapinta-alaa suurempi. Vuonna 2015 männyn pohjapinta-ala on suurentunut ja hieskoivu on jäänyt pohjapinta-alaltaan mäntyä pienemmäksi. Taimikkovaiheen jälkeen mänty on nopealla kasvullaan ohittanut hieskoivun sen jäätyä männyn alle.

Hieskoivun pohjapinta-ala oli vuonna 2015 mäntykäsittelyssä 38,0 prosenttia, mänty–koivu -käsittelyssä 15,5 prosenttia ja koivukäsittelyssä kuusi prosenttia pienempi, kuin käsittelemättä jätetyssä vaihtoehdossa (Kuvio 9).



Kuvio 9. Yksittäisen hieskoivun pohjapinta-ala vuosina 1989 ja 2015

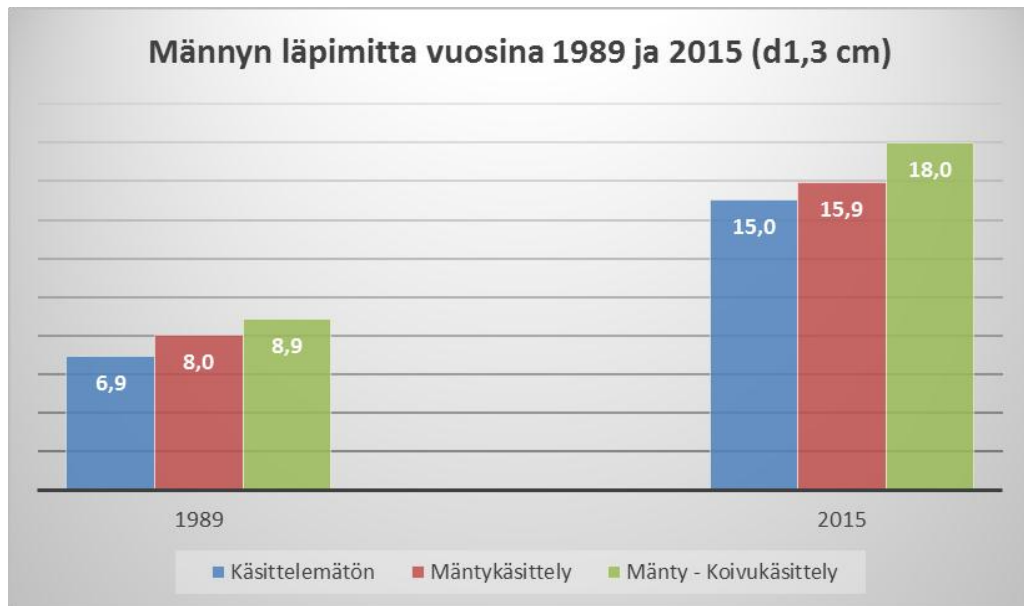
5.4 Perkauksen vaikutus rinnankorkeus läpimittaan

5.4.1 Männyn läpimitta vuosina 1989 ja 2015

Perkaus vaikutti merkitsevästi männyn läpimittaan ja eniten mänty–koivu -käsittelyssä. Männyn läpimitan kehitys jatkuu 26 vuoden tarkastelujaksolla samansuuntaisena. Käsitlemättömässä vaihtoehdossa läpimitta oli 15 senttimetriä. Tarkastelujakson aikana männyn läpimitta kasvoi keskimäärin 0,3 senttimetriä vuodessa. Männyn läpimitta mänty–koivu -käsittelyssä vuonna 2015 oli 17,9 senttimetriä, missä kasvua tarkastelujakson aikana oli 0,3 senttimetriä vuodessa. Mänty–koivu -käsittely tuotti vuonna 2015 männyllä 16 prosenttia suuremman läpimitan verrattuna käsitlemättömään vaihtoehtoon. Mäntykäsittelyssä vuonna 2015 läpimitta oli 15,9 senttimetriä, missä kasvua oli 0,3 senttimetriä vuodessa. Mäntykäsittelyssä vuonna 2015 männyn läpimitta oli 6 prosenttia suurempi käsitlemättömään verrattuna (Kuvio 10).

Läpimittojen kehityksestä voidaan päätellä, että mänty–koivu -käsittely tuottaa järeimmän läpimitan männylle. Tässä käsittelyssä mänty ja rauduskoivu ovat kasvattaneet suurimmat läpimitat verrattuna muihin käsittelyihin. Mäntykäsittelyn

läpimitta on yhä käsittelemätöntä suurempi, mutta kasvu on pienentynyt 26 vuoden aikajaksolla.



Kuvio 10. Männyn läpimitta vuosina 1989 ja 2015

Tulos on samansuuntainen Jakkilan ja Pohtilan tekemässä tutkimuksessa. Männyn taimien tyvi reagoi voimakkaasti perkaukseen. Tällöin taimet olivat paksumpia ja taimien solakkuusaste suurempi, mitä voimakkaampi perkaus oli kyseessä (Jakkila & Pohtila 1978, 11).

Kaikki käsittelyvaihtoehdot lisäsivät männyn läpimitan kasvua vuosina 1989 ja 2015 tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa kaikki käsittelyt erosivat tilastollisesti merkitsevästi (Taulukko 7).

Taulukko 7. Männyn läpimitan parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Käsittelemätön - Mäntykäsittely	-39,473	0,024
Käsittelemätön - Mänty-koivu -käsittely	-120,525	0,000
Mäntykäsittely Mänty-koivu -käsittely	-81,053	0,000

5.4.2 Kuusen läpimitta vuosina 1989 ja 2015

Kuusen lukumäärä vuonna 1989 oli vähäinen ja taimien läpimitta vaihteli 2,1–3,1 senttimetrin välillä. Vuonna 2015 kuusen lukumäärä oli kasvanut ja läpimitta vaihteli 7,0–7,5 senttimetrin välillä. Perkaus vaikutti kuusen lukumäärään, mutta läpimittaan sillä ei ollut suurta vaikutusta. Tiheän koivikon alla kuusen kasvu on hidasta ja kuusen vapauttaminen koivun varjostuksesta parantaisi kuusen kasvua.

5.4.3 Rauduskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015

Rauduskoivun läpimitta vuonna 2015 vaihteli tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 8).

Taulukko 8. Rauduskoivun läpimittojen parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-73,898	0,006
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-14,519	0,555
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	27,850	0,312
Koivukäsittely - Mänty–koivukäsittely	-59,379	0,000
Käsittelemätön - Mänty–koivukäsittely	-46,047	0,013
Koivukäsittely - Käsittelemätön	13,332	0,388

Rauduskoivun läpimitta vaihteli käsittelyittäin 4,3–6,1 senttimetriä vuonna 1989 ja 13,2–16,5 senttimetriä vuonna 2015 rinnankorkeudelta mitattuna. Vuonna 2015 rauduskoivujen lukumäärä oli pieni verrattuna hieskoivuun, mutta kasvaan jääneet rauduskoivut olivat hieskoivuja järeämpiä. Rauduskoivun läpimitta on pienentynyt 26 vuoden aikajaksolla mäntykäsittelyssä verrattuna muihin käsittelytapoihin. Muutos on samansuuntainen myös rauduskoivun pohjapinta-alassa. Vuonna 2015 rauduskoivu on kasvattanut suurimman läpimitan mänty–koivu -käsittelyssä. Läpimitta on kasvanut 26 vuoden aikajaksolla 12,0 senttimetriä, mikä on 0,5 senttimetriä vuodessa. Mänty–koivu -käsittelyssä rauduskoivu ja mänty ovat kasvattaneet kaikista käsittelyistä suurimman läpimitan. Männyn läpimitta oli 1,5 senttimetriä rauduskoivua suurempi. Tässä käsittelyssä männyn ja rauduskoivun sekoitus näyttäisi tukevan toistensa läpimittojen kasvua (Kuvio 11).



Kuvio 11. Rauduskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015

5.4.4 Hieskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015

Käsittelyillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä vuonna 1989, kun taas vuonna 2015 erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 9).

Taulukko 9. Hieskoivun läpimittojen parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-82,002	0,018
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-178,488	0,000
Mäntykäsittely - Käsitlemätön	232,037	0,000
Mänty–koivukäsittely - Käsitlemätön	150,035	0,000
Koivukäsittely - Käsitlemätön	53,548	0,072

Hieskoivun läpimitta käsittelyissä pysyi samansuuntaisena tarkastelujakson välillä. Hieskoivu kasvatti järeimmän läpimitan vuonna 2015 käsitlemättömässä vaihtoehdossa ollen yhdeksän senttimetriä. Mäntykäsittelyssä läpimitta oli 20 prosenttia, mänty–koivu -käsittelyssä neljä prosenttia ja koivukäsittelyssä 10 prosenttia pienempi verrattuna käsitlemättömään vaihtoehtoon (Kuvio 12).

Hieskoivun läpimitan kasvussa huomiota herättää pieni järeys muihin puulajeihin nähden. Hieskoivu ei ole pysynyt männyn ja rauduskoivun kilpailussa matkassa, vaan se on jäänyt selkeästi näiden kasvun alle. Tutkimuksen tulos on samansuuntainen Mielikäisen tutkimuksessa. Hieskoivun läpimitan kasvu on huomattavasti rauduskoivua ja mäntyä hitaampaa (Mielikäinen 1980, 31).



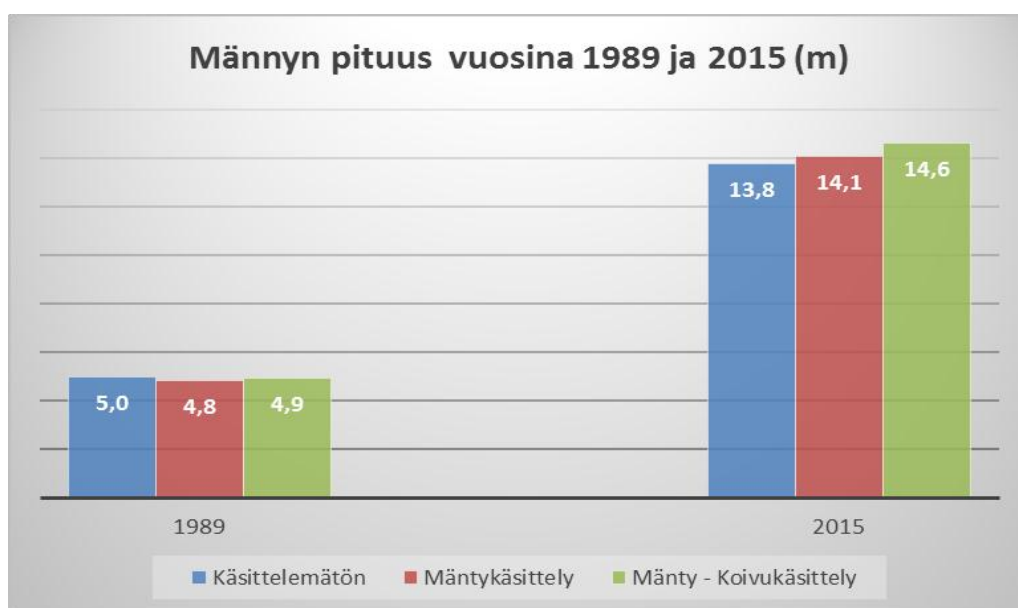
Kuvio 12. Hieskoivun läpimitta vuosina 1989 ja 2015

5.5 Perkauksen vaikutus puiden pituuteen

5.5.1 Männyn pituus vuosina 1989 ja 2015

Männyn pituus käsitlemättömällä vaihtoehdolla oli 4,9 metriä vuonna 1989 ja 13,77 metriä vuonna 2015. Vaikka käsittelyiden väliset erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä, senttimetreinä tarkastellen erot olivat pieniä. Vuonna 1989 keskipituus oli mäntykäsittelyssä 15 senttimetriä ja mänty–koivu -käsittelyssä 2 senttimetriä lyhempi verrattuna käsitlemättömään. Vuonna 2015 mänty–koivu -käsittelyn ja käsitlemättömän vaihtoehdon välinen ero oli 83 senttimetriä ja mäntykäsittelyn–käsitlemättömän ero oli 28 senttimetriä.

Tuloksista voidaan päätellä, että käsittelyt lisäsivät vain vähän männyn pituutta. Mänty–koivu -käsittelyssä männyn pituuskasvu on luultavasti ollut kovempaa rauduskoivun kilpailun vuoksi. Mänty tukee rauduskoivun pituuskasvua ja sama näyttäisi tapahtuvan myös toisinpäin (Kuvio 13). Tulos on samansuuntainen Jakkilan ja Pohtilan tutkimuksessa. Perkaus vaikutti vain vähän männyn pituuskehitykseen (Jakkila & Pohtila 1978, 21). Miinan ja Saksan tekemässä perkaustutkimuksessa pituuskasvu käsittelyiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä neljänä ensimmäisenä vuonna, jonka jälkeen merkitsevyys loppui (Saksa & Miina 2010, 120).



Kuvio 13. Männyn pituus vuosina 1989 ja 2015

Perkaus hidasti männyn pituuskasvua vuonna 1989 tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 10).

Taulukko 10. Männyn pituuksien parivertailu vuonna 1989

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely - Mänty–koivukäsittely	-23,592	0,277
Mäntykäsittely - Käsitlemätön	64,433	0,001
Mänty–koivukäsittely – Käsitlemätön	40,841	0,75

Perkauksen vaikutukset männyn pituuteen jatkuivat tilastollisesti erittäin merkitsevinä ($p < 0,001$) myös vuonna 2015. Parivertailussa kaikilla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 11).

Taulukko 11. Männyn pituuksien parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Käsitlemätön - Mäntykäsittely	-39,473	0,024
Käsitlemätön - Mänty-koivu -käsittely	-120,525	0,000
Mäntykäsittely Mänty-koivu -käsittely	-81,053	0,000

5.5.2 Kuusen pituus vuosina 1989 ja 2015

Kuusen pituudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi käsittelyiden välillä. Kuusen pituus vuonna 1989 oli käsitlemättömässä vaihtoehdossa 2,9 metriä ja muissa käsittelyissä 2,6 metriä. Vuonna 2015 käsitlemättömällä vaihtoehdolla kuusen pituus oli 6,4 metriä ja muissa vaihtoehdoissa 6,1–6,4 metriä.

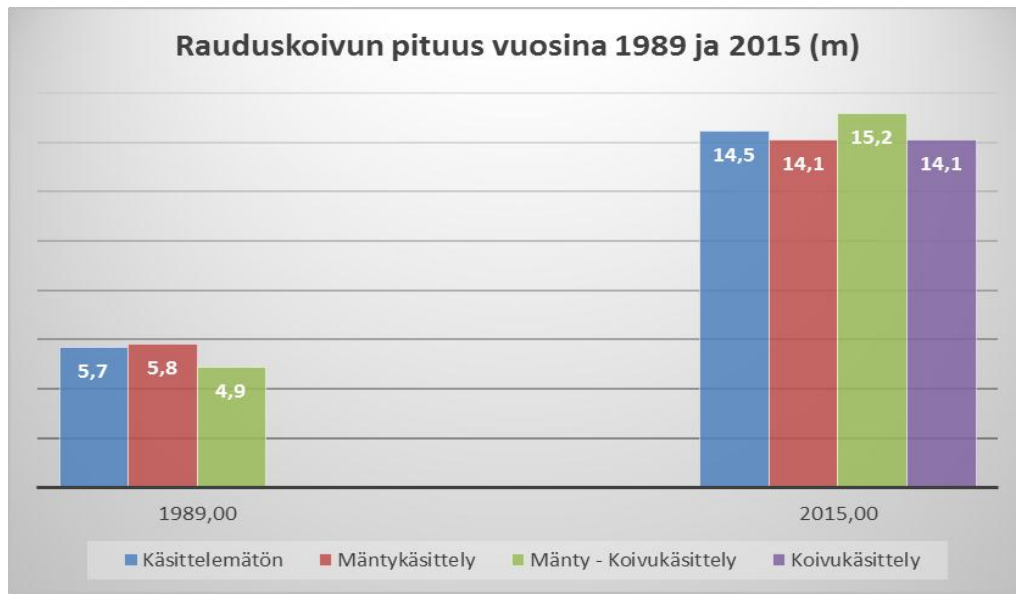
5.5.3 Rauduskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015

Rauduskoivu saavutti puulajeista suurimman pituuden kaikissa käsittelyissä. Vuonna 1989 se oli keskimäärin 0,7 metriä mäntyä pidempi. Vuonna 2015 erot olivat hieman tasaantuneet rauduskoivun ollessa vielä 0,4 metriä pitempi. Rauduskoivun pituus vaihteli vähänlaisesti käsittelyiden välillä (14,09–15,16) metriä. Suurin pituus oli mänty-koivu -käsittelyssä (Kuvio 14).

Mänty-koivu -käsittelyssä rauduskoivun pituudessa on tapahtunut muutosta tarkastelujakson aikana. Vuonna 1989 se oli pienin ja vuonna 2015 suurin. Perkaus on ensin heikentänyt rauduskoivun pituuskasvua, mutta nopealla kasvulla männyn seassa se on saanut kasvuun vauhtia ja lopulta kasvanut pisimmäksi.

Tutkimuksen tulos rauduskoivun pituuseroista on samansuuntainen Mielikäisen vuonna 1980 tekemässä tutkimuksessa. Rauduskoivu on mäntyä, kuusta ja hieskoivua nopeakasvuisempi. Etelä-Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan rauduskoivun pituus mustikkatyypillä on 30-vuotiaana noin kaksi metriä, 50-vuotiaana

noin yhden metrin mäntyä pidempi ja 70-vuotiaana erot tasoittuvat rauduskoivun jäädessä männyn kasvusta. Myöskään puulajisuhteet eivät vaikuta rauduskoivun keskipituuksiin. (Mielikäinen 1989, 26–28). Tälläkin koalueella mänty tulee saavuttamaan myöhemmin rauduskoivun pituuden ja lopulta ohittamaan sen.



Kuvio 14. Rauduskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015

Perkaus vaikutti tilastollisesti jokseenkin merkitsevästi rauduskoivun pituuteen vuonna 1989 ($p < 0,05$) ja vuonna 2015 erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 12).

Taulukko 12. Rauduskoivun pituuden parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-73,898	0,006
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-14,519	0,555
Mäntykäsittely - Käsitlemätön	27,850	0,312
Koivukäsittely - Mänty–koivukäsittely	-59,379	0,000
Käsitlemätön - Mänty–koivukäsittely	-46,047	0,013
Koivukäsittely - Käsitlemätön	13,332	0,388

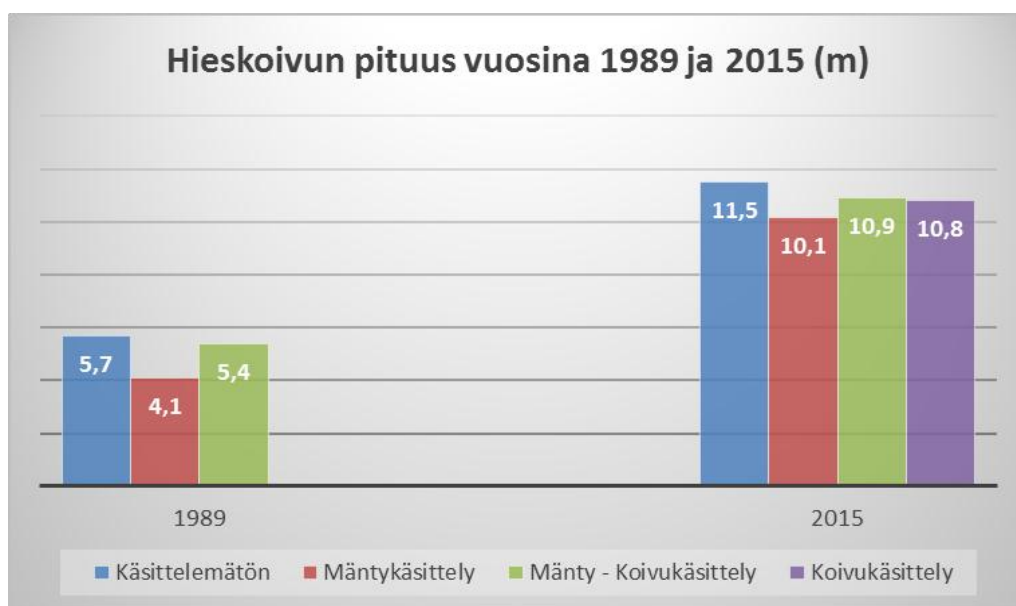
5.5.4 Hieskoivun pituus vuosina 1989 ja 2015

Käsittelyillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä hieskoivun pituuteen vuonna 1989, mutta vuonna 2015 erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 13).

Taulukko 13. Hieskoivun pituuksien parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-82,002	0,018
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-178,488	0,000
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	232,037	0,000
Mänty–koivukäsittely - käsittelemätön	150,035	0,000
Koivukäsittely - Käsittelemätön	53,548	0,072

Hieskoivu oli 0,2 metriä pidempi vuonna 1989 kuin mänty, mutta 3,2 metriä lyhempi vuonna 2015 kuin mänty. Hieskoivun pituus on käsittelyittäin pysynyt samansuuntaisena tarkastelujakson aikana. Hieskoivu kasvoi pisimmäksi käsittelemättömässä vaihtoehdossa. Mäntykäsittelyssä hieskoivu oli 1,4 metriä lyhempi verrattuna käsittelemättömään vaihtoehtoon. Muut käsittelyt vaikuttivat vain vähän hieskoivun pituuteen (Kuvio 15).



Kuvio 15. Hieskoivun pituus vuonna 1989 ja 2015

Tulos on tässäkin samansuuntainen Mielikäisen tutkimuksen kanssa. Hänen mukaan hieskoivu on mäntyä pidempää 45 ikävuoteen saakka, minkä jälkeen mänty menee ohi. (Mielikäinen 1980, 26). Erot tässä tutkimuksessa eivät ole näin suuria johtuen luultavasti siitä, että Mielikäisen tutkimus tehtiin Etelä-Suomessa ja tämä Rovaniemellä. Mänty ohitti hieskoivun noin 20 vuoden iässä.

5.6 Perkauksen vaikutus puiden tilavuuteen

5.6.1 Männyn runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

Tarkastelin puiden tilavuuksia yksittäisten puiden runkotilavuuksina käsittelyittäin. Keskimääräiset runkotilavuudet ilmaistaan litroina. Perkaus vaikutti männyn keskimääräiseen runkotilavuuteen vuosina 1989 ja 2015 tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa kaikilla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 14).

Taulukko 14. Männyn runkotilavuuden parivertailu vuonna 2015

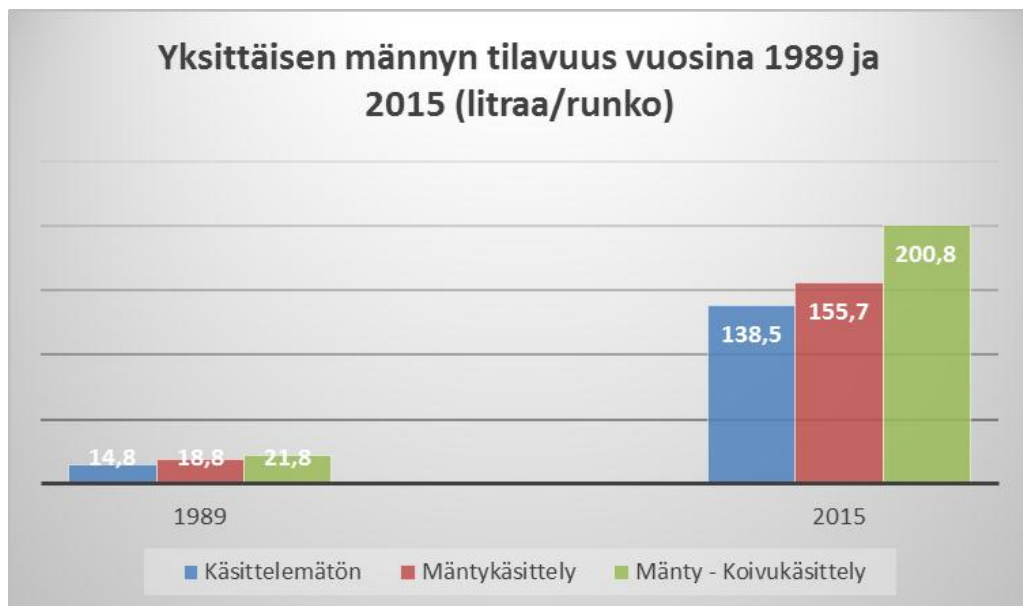
Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Käsitlemätön - Mäntykäsittely	-39,473	0,024
Käsitlemätön - Mänty-koivu -käsittely	-120,525	0,000
Mäntykäsittely Mänty-koivu -käsittely	-81,053	0,000

Männyn keskimääräinen runkotilavuus vuonna 1989 käsitlemättömällä alalla oli 15 litraa. Mäntykäsittelyssä rungon tilavuus oli 21 prosenttia suurempi ja mänty-koivu -käsittelyssä 32 prosenttia suurempi käsitlemättömään vaihtoehtoon nähden. Vuonna 2015 männyn keskimääräinen runkotilavuus käsitlemättömällä vaihtoehdolla oli 139 litraa. Mäntykäsittelyssä tilavuus oli tällöin 11 prosenttia suurempi ja mänty-koivu -käsittelyssä 31 prosenttia suurempi käsitlemättömään vaihtoehtoon verrattuna (Kuvio 16).

Tuloksista voidaan päätellä, että mänty-koivu -käsittely tuottaa männylle suurimman runkotilavuuden. Saatua tulos on samansuuntainen myös muiden tutkimusten kanssa. Luonnonvarakeskuksen ja Venäjän tiedeakatemian yhteistutkimuksen mukaan mäntyvaltaisen metsän puuntuotoskyky on suurin silloin, kun seassa

kasvaa sopiva määrä koivua. Sekametsän parempi puuntuotoskyky selittyy tehokkaammalla ravinteiden otolla verrattuna yhden puunlajin metsään. (Luonnonvarakeskus 2015).

Mielikäisen vuonna 1980 tekemässä tutkimuksessa pieni alle 20 prosentin rauduskoivu sekoitus voi parantaa männyn kasvua ja sitä suurempi määrä hidastaa kasvua (Mielikäinen 1980, 63). Jakkilan ja Pohtilan tekemässä tutkimuksessa mäntyjen kuutiomäärä hehtaaria kohti oli sitä suurempi, mitä voimakkaammin perattiin. Tutkimuksessa männyn taimien keskitilavuus oli 6–31 prosenttia suurempi peratuilla aloilla verrattuna perkaamattomaan (Jakkila & Pohtila 1978, 13).



Kuvio 16. Yksittäisen männyn tilavuus vuosina 1989 ja 2015

5.6.2 Kuusen runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

Perkaus pienensi kuusen keskimääräistä runkotilavuutta. Järeimmän tilavuuden kuusi kasvatti alikasvoksena käsitlemättä jätetyssä vaihtoehdossa. Perkaus ei tarkastelujaksolla vaikuttanut kuusen tilavuuteen tilastollisesti merkitsevästi. Kuusen runkotilavuus vuonna 2015 käsitlemättömässä vaihtoehdossa oli 24 litraa. Kuusen runkotilavuus vuonna 2015 mäntykäsittelyssä oli 19 prosenttia, koivukäsittelyssä 20 prosenttia ja mänty–koivu -käsittelyssä 30 prosenttia pienempi verrattuna käsitlemättömään vaihtoehtoon.

5.6.3 Rauduskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

Käsittelyt vaikuttivat rauduskoivun keskimääräiseen runkotilavuuteen vuonna 1989 tilastollisesti jokseenkin merkitsevästi ($p < 0,05$) ja vuonna 2015 erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$). Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 15).

Taulukko 15. Rauduskoivun runkotilavuuksien parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-73,898	0,006
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-14,519	0,555
Mäntykäsittely - Käsitlemätön	27,850	0,312
Koivukäsittely - Mänty–koivukäsittely	-59,379	0,000
Käsitlemätön - Mänty–koivukäsittely	-46,047	0,013
Koivukäsittely - Käsitlemätön	13,332	0,388

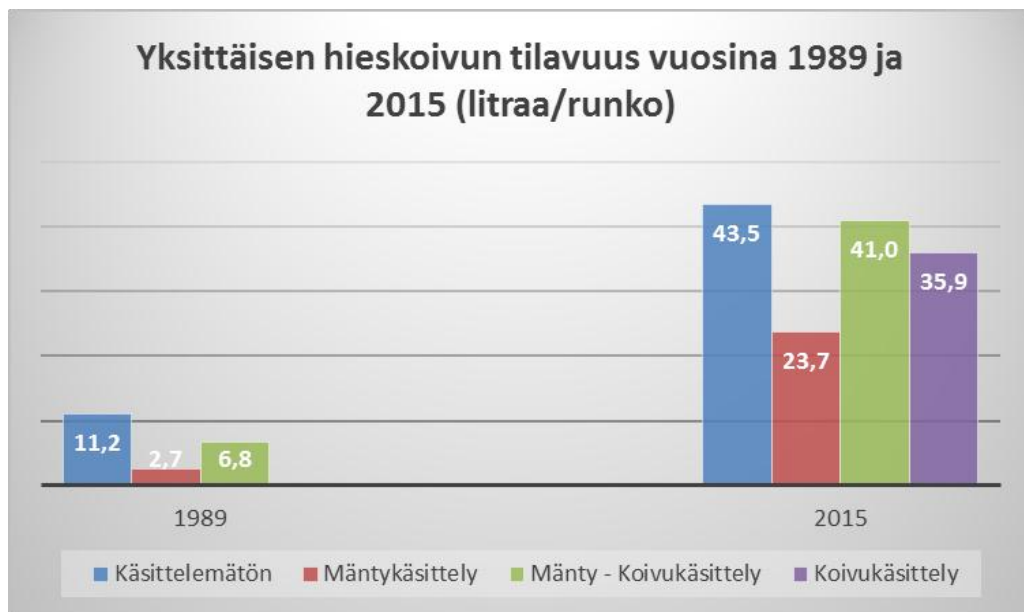
Rauduskoivun keskimääräisessä runkotilavuudessa näkyy männyn yhteiselon vaikutus. Rauduskoivu kasvatti suurimman tilavuuden mänty–koivu -käsittelyssä. Rauduskoivun runkotilavuus oli vuonna 2015 mäntykäsittelyssä 23 prosenttia pienempi käsittelemättömään verrattuna sekä mänty–koivu -käsittelyssä 19 prosenttia suurempi ja koivukäsittelyssä 7 prosenttia pienempi käsittelemättömään verrattuna (Kuvio 17).



Kuvio 17. Rauduskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

5.6.4 Hieskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

Hieskoivun keskimääräinen runkotilavuus oli suurin käsittelemättömässä vaihtoehdossa, missä runkotilavuus vuonna 2015 oli 43 litraa. Mäntykäsittely pienensi hieskoivun tilavuutta 44 prosenttia, mänty–koivu -käsittely viisi prosenttia ja koivukäsittely 16 prosenttia (Kuvio 18). Mäntykäsittely osoittaa, että poistamalla kaikki lehtipuut muutokset hieskoivun järeyteen ovat pysyviä. Mänty pysyy valtaapuuna ja hieskoivu kasvaa männyn alla.



Kuvio 18. Hieskoivun runkotilavuus vuosina 1989 ja 2015

Käsittelyt vaikuttivat hieskoivun keskimääräiseen runkotilavuuteen tilastollisesti jokseenkin merkitsevästi ($p < 0,05$ vuonna 1989 ja erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) vuonna 2015. Parivertailussa osalla käsittelyistä oli tilastollista merkitsevyyttä (Taulukko 16).

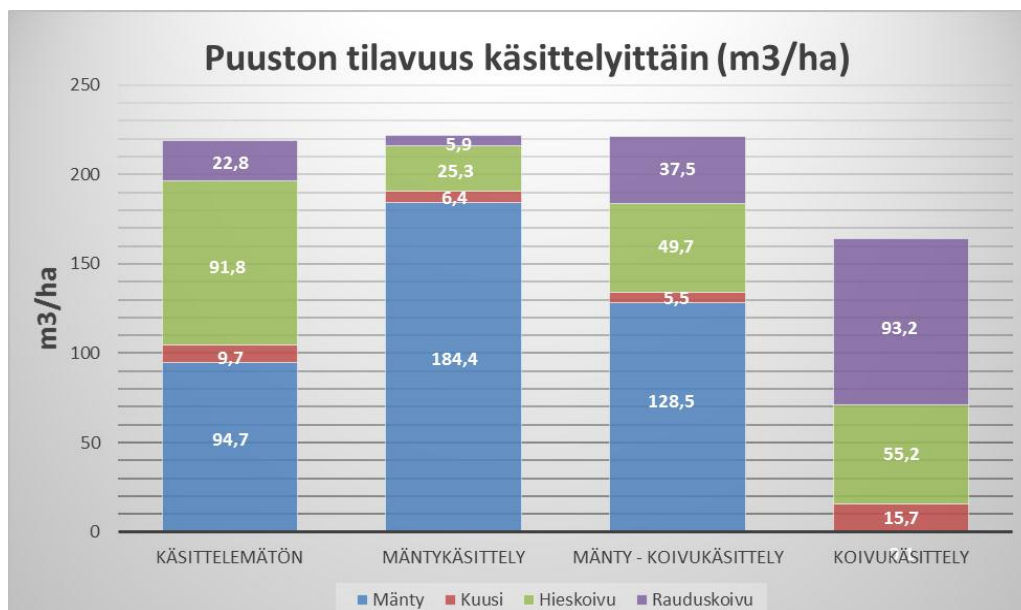
Taulukko 16. Hieskoivun runkotilavuuksien parivertailu vuonna 2015

Parivertailu	Testisuure	Merkitsevyys
Mäntykäsittely – Mänty–koivukäsittely	-82,002	0,018
Mäntykäsittely - Koivukäsittely	-178,488	0,000
Mäntykäsittely - Käsittelemätön	232,037	0,000
Mänty–koivukäsittely - Käsittelemätön	150,035	0,000
Koivukäsittely - Käsittelemätön	53,548	0,072

5.7 Perkauksen vaikutus metsikön tilavuuteen ja pohjapinta-alaan vuosina 1989 ja 2015

Kuutioin koaloilta mitatut yksittäiset puut, laskin yhteen ja muunsin tilavuudet hehtaarikohtaiseksi. Näin sain muodostettua metsikön tilavuuden jokaiselle käsittelylle. Laskin myös yhteen runkojen pohjapinta-alat ja näin sain muodostettua pohjapinta-alan jokaiselle käsittelylle.

Tarkasteltaessa metsikön tilavuutta käsittelyittäin eniten puukuutioita hehtaarilla oli mäntykäsittelyssä 222 kuutiometriä missä männyn osuus oli 83, kuusen kolme, hieskoivun 11 ja rauduskoivun kolme prosenttia. Mänty–koivu -käsittelyssä oli 221 kuutiometriä hehtaarilla, missä männyn osuus oli 58, kuusen kolme, hieskoivun 22 ja rauduskoivun 17 prosenttia. Käsittelemättä jätetyssä vaihtoehdossa oli 219 kuutiometriä hehtaarilla, mistä männyn osuus oli 43, kuusen 4, hieskoivun 42 ja rauduskoivun 10 prosenttia. Koivukäsittelyssä oli 164 kuutiometriä hehtaarilla, mistä männyn osuus oli yksi, kuusen 10, hieskoivun 34 ja rauduskoivun 57 prosenttia (Kuvio 19).



Kuvio 19. Metsikön tilavuus käsittelyittäin ja puulajeittain vuonna 2015

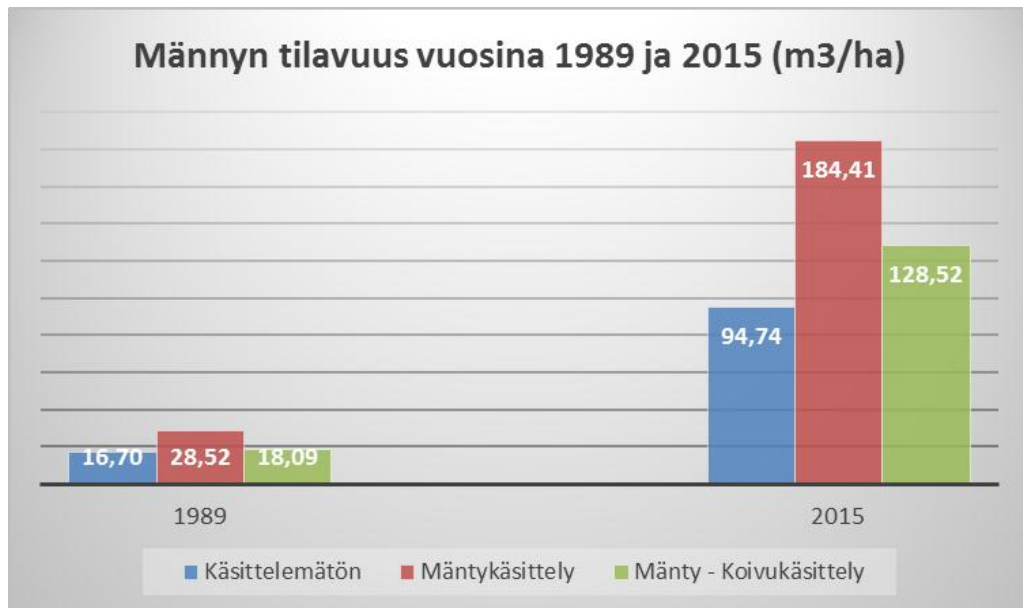
Käsittelyiden väliset erot metsikön kokonaistilavuudessa olivat huomattavan pieniä. Eniten puukuutioita hehtaarille kertyi mäntykäsittelyssä ja vähiten koivukäsittelyssä. Perkauksen vaikutuksista metsikön tilavuuteen voidaan päätellä, että lehtipuiden perkaus ei juurikaan vaikuta kokonaistilavuuteen. Sen sijaan kokonaistilavuuden jakautumisella puulajeihin on huomattava ero käsittelyiden välillä. Kaikkien havupuiden perkaus koivukäsittelyssä vähensi kokonaistilavuutta.

Perkaus lisäsi männyn tilavuutta kaikilla käsittelyillä. Tuloksista voidaan todeta, että mänty tuottaa suurimman metsikkötilavuuden mäntykäsittelyssä koivun kasvaessa männyn aluspuuna ja koivun osuuden ollessa alle 14 prosenttia kokonaistilavuudesta. Mäntykäsittelyssä männyn tilavuuden suuruus johtuu osittain suuremmasta runkoluvusta muihin käsittelyihin nähden. Mäntykäsittelyssä oli 1233 mäntyä. Männyn pohjapinta-ala oli 25 neliometriä hehtaarilla. Männyn tilavuus tässä oli 184,4 kuutiometriä hehtaarilla. Mäntykäsittelyssä männyn tilavuus oli 49 prosenttia suurempi käsittelemättömään verrattuna.

Mänty–koivu -käsittelyssä männyn pohjapinta-ala oli 17,3 neliometriä hehtaarilla. Männyn tilavuus tässä oli 128,5 kuutiometriä hehtaarilla ja tämä oli 26 prosenttia suurempi käsittelemättömään verrattuna. Mäntyä tässä käsittelyssä oli 671 runkoa hehtaarilla. Käsittelemättömässä vaihtoehdossa männyn pohjapinta-ala oli 13,1 neliometriä hehtaarilla. Männyn tilavuus tässä oli 95,0 kuutiometriä ja 716 runkoa hehtaarilla. Koivukäsittelyn männyn pohjapinta-alaa ja kuutiomäärää ei laskettu alhaisen runkoluvun vuoksi, kun siinä oli 12 mäntyä hehtaarilla (Kuvio 20).

Tulokset osoittavat selvästi, että kaikki perkaustoimenpiteet lisäävät männyn kasvua. Käsittelemättä jättäminen on huonoin vaihtoehto taloudellista näkökulmasta. Istutetut männyntaimet ovat kallis investointi. Lehtipuiden valtaus ja mäntyihin kohdistuneet tuhot vaikuttivat siihen, että perkaamattoman alan mäntyjen kuutiomäärä hehtaaria kohden jäi alhaiseksi. Alhainen männyn tilavuus johtaa vähäiseen tukkipuukertymään. Tukkipuun hinnan ollessa korkea

kuitupuun hintaan verrattuna vähäinen tukkipuukertymä heikentää taloudellista tulosta.



Kuvio 20. Männyn tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015

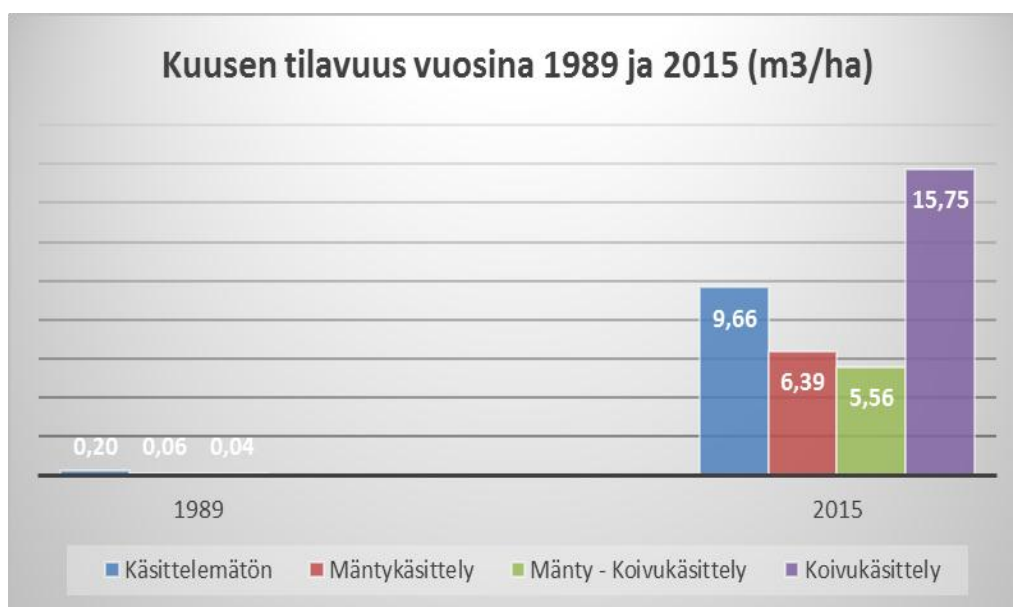
Taloudelliselta kannalta kyseisellä alueella samanlaisilla käsittelyillä parhaimman tuloksen voi saada mäntykäsittelyllä vaikka puut eivät olleet yhtä järeitä kuin mänty–koivu -käsittelyssä. Mäntykäsittelyssä oli mäntyä 56,0 kuutiometriä hehtaarilla enemmän kuin mänty–koivu -käsittelyssä. Näin suuri männyn tilavuusero johtaa suurempaan sahatavaran saantoon ja tätä kautta taloudellisesti parempaan tulokseen.

Mänty–koivu -käsittelyssä koivun osuus oli 39 prosenttia kokonaistilavuudesta. Tällä alueella koivutukille ei ole markkinoita, joten koivu ostetaan kuitupuun hinnalla. Tämän vuoksi mänty–koivu -käsittely on huonompi taloudellisesti kuin mäntykäsittely, missä tukkipuun määrä on suurempi. Mänty–koivu -käsittely tuottaa järeämpiä mäntyjä, rauduskoivut ovat vähentäneet mäntyjen lukumäärää ja sitä kautta tukkipuun kertymää enemmän kuin mäntykäsittelyssä.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaiset Mielikäisen tutkimuksessa. Mielikäisen tutkimuksen mukaan sekametsä ei pysty kilpailemaan puhtaan männikön kanssa tukkipuun tuotoksessa. Puhdas männikkö tuottaa 6–14 prosenttia

enemmän tukkipuuta, kuin sekametsä. Pieni määrä rauduskoivua (alle 20 prosentin osuus puuston tilavuudesta) ei vaikuta männyn kasvuun tai voi jopa parantaa sitä. Suurempi rauduskoivun osuus heikentää männyn kasvua. Hieskoivu ei aiheuta männylle samanlaisia kasvutappioita kuin rauduskoivu. (Mielikäinen 1980, 63–67). Rauduskoivun osuus puuston tilavuudesta vuonna 2015 käsittelemättömässä vaihtoehdossa oli 12 prosenttia, mäntykäsittelyssä kolme prosenttia ja mänty–koivu -käsittelyssä 20 prosenttia. Tulos on samansuuntainen Mielikäisen tutkimuksessa (Mielikäinen 1980, 63). Männyt olivat järeimpiä mänty–koivu -käsittelyssä vertailtaessa yksittäisten puiden pohjapinta-aloja ja tilavuuksia.

Kuusi kasvatti suurimman pohjapinta-alan ja tilavuuden hehtaarilla koivukäsittelyssä. Kyseessä on kaksijaksoinen metsä, missä hies- ja rauduskoivu ovat kuusen päällä. Tuloksesta ilmenee, että tuoreen kankaan kasvupaikalle on mahdollista saada kuusi luontaisesti uudistamalla. Perkaamalla koivut sopivaan tiheyteen uudistuu kuusi luontaisesti koivun varjostusta hyödyntäen. Myös käsittelemättä jättäminen lisää kuusen määrää. Sen sijaan kuusi ei menesty yhtä hyvin mäntykäsittelyillä kuin koivukäsittelyllä. Kuusen pohjapinta-ala oli käsittelemättömässä 2,0, mäntykäsittelyssä 1,5, mänty–koivu -käsittelyssä 1,4 ja koivukäsittelyssä 3,8 neliötä hehtaarilla (Kuvio 21).



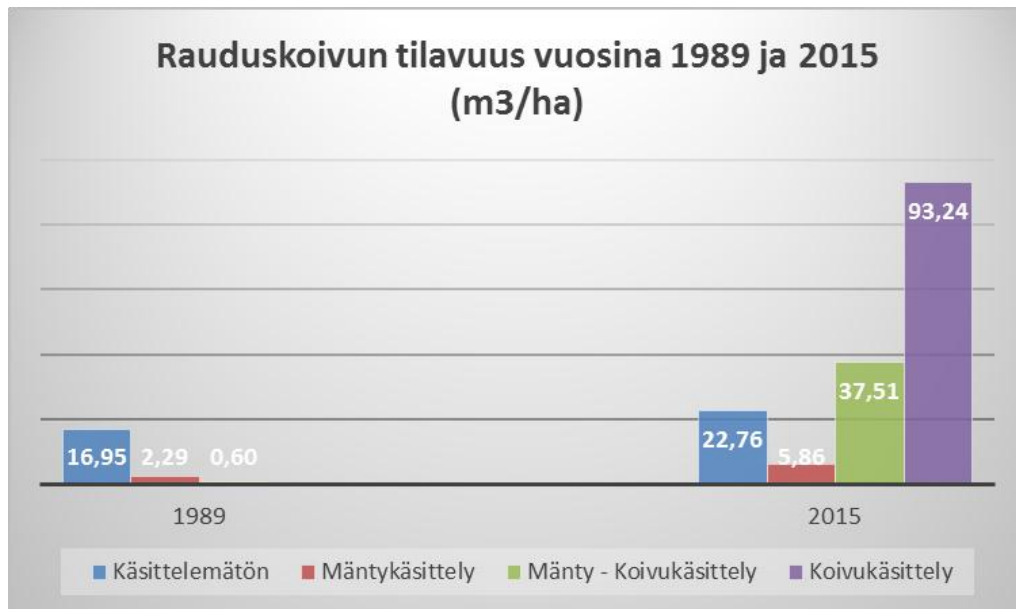
Kuvio 21. Kuusen tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015

Hieskoivun pohjapinta-ala ja tilavuus vuonna 2015 on suurin käsittelemättä jäte-tyillä ruuduilla. Hieskoivun kasvua näyttää hidastavan suuri rauduskoivun sekoi-tus. Koivukäsittelyn suuri rauduskoivun määrä heikensi hieskoivua ja käsitte-le-mättömän vähäinen rauduskoivun määrä paransi hieskoivun tilavuutta. Hies- ja rauduskoivun yhteenlaskettu tilavuus käsittelemättömässä vaihtoehdossa oli 114,6 kuutiometriä hehtaarilla ja koivujen osuus on 17 prosenttia männyn tila-vuutta suurempi. Hieskoivun pohjapinta-ala oli käsittelemättömässä 15,0, mänty-käsittelyssä 4,7, mänty-koivu -käsittelyssä 8,3 ja koivukäsittelyssä 9,1 neliömet-riä hehtaarilla (Kuvio 22). Mielikäisen mukaan koivusekametsikössä pienikokois-ten hieskoivujen suhteellinen tilavuuskasvu voi olla rauduskoivua suurempi, mutta niiden absoluuttinen tilavuuskasvu jää rauduskoivusta jälkeen (Mielikäinen 1980, 53).



Kuvio 22. Hieskoivun tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015

Rauduskoivua oli lukumääräisesti eniten koivukäsittelyssä. Koivukäsittelyssä hieskoivu ja rauduskoivu ovat kasvaneet ilman mäntyä ja rauduskoivu saavutti suurimman tilavuuden hehtaarilla. Rauduskoivut olivat hieskoivuja järeämpiä. Hieskoivun runkoluku oli lähes kaksinkertainen rauduskoivun runkolukuun verrat-tuna (Kuvio 23). Rauduskoivun pohjapinta-ala oli käsittelemättömässä 3,2, män-tykäsittelyssä 1,0, mänty-koivu -käsittelyssä 5,2 ja koivukäsittelyssä 13,4 ne-liömetriä hehtaarilla.



Kuvio 23. Rauduskoivun tilavuus hehtaarilla vuosina 1989 ja 2015

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tutkimuksen tavoitteet ja luotettavuus

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella perkauksen vaikutuksia puiden kehitykseen ja kasvuun. Tämän lisäksi tavoitteena oli verrata saatuja tuloksia aikaisempiin tutkimuksiin varhaisperkauksesta. Mielestäni tutkimus antoi hyvin samansuuntaisia tuloksia muihin tutkimuksiin verrattuna.

Taimikon perkauksella oli paljon vaikutusta puuston kehitykseen ja kasvuun. Perkauksen vaikutukset olivat selkeästi nähtävillä puulajeissa, runkoluvussa, kuolleisuudessa, pituudessa, läpimitassa, tilavuudessa ja pohjapinta-aloissa. Tuloksista näki, miten puulajit ja runkoluku vaihtelivat tarkastelujaksolla. Suurimmat muutokset näkyivät hies- ja rauduskoivun runkoluvussa vuosien 1989 ja 2015 välillä hieskoivun runkoluvun kasvaessa räjähdysmäisesti ja rauduskoivun vähentyessä. Mäntyjen suhteelliset osuudet pysyivät samoina, mutta niiden absoluuttinen määrä väheni.

Puulajeista kuolleen puun määrä oli suurin männyllä. Mäntyjen suhteellinen kuolleisuus oli suurinta käsittelemättömässä vaihtoehdossa. Syinä mäntyjen kuolemiin oli tervasroso, tykkylumi, hirvet, puiden välinen kilpailu ja muut mahdolliset tuhot. Tutkimuksen tulokset olivat samansuuntaisia muiden tutkimusten kanssa siinä, että perkaamatta jättäminen lisää mäntyjen kuolleisuutta.

Puulajien kasvutunnuksista pituus, läpimita, pohjapinta-ala ja tilavuus kertoivat puulajien järeydestä samansuuntaisesti. Näiden erot käsittelyiden välillä pysyivät samansuuntaisina. Puulajien järeys oli riippuvainen käsittelytavasta. Mäntykoivu -käsittely tuotti männylle ja rauduskoivulle suurimman pituuden, läpimitan, pohjapinta-alan ja tilavuuden. Käsittelemättä jättäminen tuotti kuuselle ja hieskoivulle suurimman järeyden samoilla tunnuksilla ilmaistuna.

Metsikkötasolla tarkasteltuna männyn suurin järeys ei kuitenkaan vähäisen runkomäärän vuoksi tuonut eniten kuutiometrejä hehtaarille. Tulokset olisivat

voineet olla erilaisia, jos perkauksessa olisi jätetty mänty–koivu -käsittelyyn enemmän mäntyjä kasvamaan. Nykyiset männyn istutustaimikon varhaisperkausohjeet opastavat poistamaan lehtipuut reikä- tai täysperkauksena niiden uhatessa männyn taimien kasvua. Tässä vaiheessa ei poisteta mäntyjä, koska ne oksikkuuden pienentämiseksi pyritään kasvattamaan tiheässä taimikonharvennukseen saakka. (Riikilä 2010, 46). Mielestäni nykyiset varhaisperkausohjeet ovat hyvät ja tämän tutkimuksen tulokset tukevat niitä. Mäntykäsittelyä voidaan pitää nykyisillä ohjeilla täysperattuna, kun siitä poistettiin kaikki lehtipuut. Täysperkaus tuotti suurimman männyn tilavuuden hehtaarilla.

Tulokset kertovat selkeästi, että männyn istutustaimikon perkaamatta jättäminen tuoreella kankaalla on huonoin vaihtoehto männyn kannalta. Männyn runkoluku oli pienentynyt sekä paksuus- ja tilavuuskasvu heikentynyt, kun taimikkoa ei perattu. Kun halutaan kasvattaa järeää mäntyä, perkaus on tarpeen tuoreen kankaan männyn istutustaimikoissa.

Valtakunnan metsien inventoinnit osoittavat, miten taimikonhoitorästit kasvavat. Taimikon varhaisperkaus ja taimikon harvennus tuovat kuluja metsänomistajalle. Tämä on yhtenä syynä jättää taimikot hoitamatta. Valtio myöntää Kemera tukea taimikon varhaishoitoon. Taimikon varhaishoitotuki vuonna 2016 on 160 euroa hehtaarilta (Metsäkeskus 2016). Taimikon perkauksesta koituu kuluja keskimäärin 350 euroa hehtaarilta, kun sen teettää metsurilla (Riikilä 2010, 21). Taimikon perkaus oikeaan aikaan on helppo ja metsänomistaja voi vähentää kuluja perkaamalla taimikon itse. Perkauksesta koituvat kulut maksavat itsensä moninkertaisesti takaisin puuston järeydyttyä. Tässäkin tutkimuksessa pelkkä varhaisperkaus näytti sen, miten männyt olivat järeämpiä ja niiden tilavuus hehtaarilla suurempi käsittelemättömään verrattuna.

Männyn perkauskoe kahdella aineistolla ja erinomaisilla koealajärjestelyillä tarjosi luotettavan mahdollisuuden tähän tutkimukseen. Saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina esitettyjen keskiarvojen ja tulosten suhteen. Tilastollista testausta ei voida pitää täysin luotettavana. Mittausaineistojen epänormaalin jakauman

vuoksi varianssianalyysiä ei voitu suorittaa, mikä olisi ollut hyvä menetelmä kyseisten aineistojen tutkimiseen. Myös pienet laskentavirheet ja aineistojen ke-ruussa tapahtuneet määritys- ja laskentavirheet voivat olla mahdollisia. Mittaukset suoritettiin lehdettömään aikaan, mikä vaikeutti hies- ja rauduskoivun erottamista. Tulokset olivat kuitenkin muiden tutkimusten kanssa samansuuntaisia, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina.

Tässä kokeessa saadut tulokset ovat yhden perkauskerran jäljiltä. Männyt olisivat luultavasti huomattavasti nykyistä suurempia, jos tähän olisi tehty oikea-aikainen taimikonhoito. Tulokset kuitenkin osoittavat, että myös pelkällä varhaisperkauksella on pysyvä vaikutus mäntyjen parempaan kasvuun, kun se on tehty männyn hyväksi.

6.2 Tutkimukset hyödyt ja mahdolliset jatkotutkimukset

Tämä työ antoi hyödyllistä tietoa siitä, että taimikoita kannattaa hoitaa. Uskoisin työstäni olevan hyötyä työn tilaajalle Luonnonvarakeskukselle ja kaikille metsäalan toimijoille. Tietoa taimikon varhaisperkauksen hyödyistä tulisi saada vietyä entistä enemmän metsäalan metsänomistajille ja sitä kautta käytäntöön. Tietoa tulisi lisätä myös kaikille metsäalan toimijoille ja päättäjille, jotka voisivat lainsäädännöllä edistää taimikonhoidon tekemistä. Opinnäytetyön tekeminen opetti minulle paljon tutkimuksen suunnittelusta ja toteutuksesta. Kahden suuren mittausaineiston läpikäyminen opetti laskentaohjelmien käyttöä. Työtä tehdessä olen oppinut paljon puuston kasvusta ja käsittelyiden vaikutuksista kasvuun.

Tutkimusalueelle tehtiin ensiharvennus talvella 2016. Alueen koejärjestely säilytettiin ensiharvennuksessa tekemättä ajouria käsittelyruutujen keskelle. Tutkimusalue antaa näin mahdollisuuden jatkotutkimuksiin varhaisperkauksen ja hyvän metsänhoidon ohjeilla toteutetun ensiharvennuksen vaikutuksista puuston kehitykseen ja kasvuun. Ensiharvennuksessa pyrittiin poistamaan kaikki tervasrosaiset männyt mahdollisimman tarkasti. Tutkimusalue antaa myös mahdollisuuden tervasrosan levinneisyyden jatkotutkimukseen. Uskoisin, että alue tullaan

myöhemmin inventoimaan uudestaan ja tästä tulee mahdollisesti lisää opinnäytetöitä.

Mielestäni olisi tarpeellista myös tutkia, miksi taimikkoja jätetään paljon hoitamatta? Onko syynä tiedonpuute, rahanpuute, ajanpuute tai joku muu syy? Valtion myöntämä kemeratuki taimikonhoitoon on tarkoitettu kannusteeksi ja velvoitteeksi. Pitäisikö tässäkin siirtää velvoitteita enempi metsänomistajalle, kemera tuet poistettaisiin ja uudistamisvelvoitteen lisäksi asetettaisiin velvoite taimikonhoitoon? Tässä on kehityksen paikka saada taimikonhoidot tehtyä ja metsät tuottamaan tehokkaasti teollisuudelle haluttua puuraaka-ainetta.

6.3 Tutkimuksen tuloksiin perustuvat käsittelysuositukseni varhaisperkaukseen männyn istutuskohteilla

Tämän tutkimuksen valossa ja taimikonhoidosta annettujen ohjeiden mukaan tuoreen kankaan ja sitä rehevämpien maiden männynistutus kohteilla heinittymistä ja vesakoitumista tulee seurata istutuksen jälkeisinä 2–10 vuoden aikana. Perkaus-suositusohje (lehtipuuston tai muun kasvillisuuden noustessa männyn taimia pitemmäksi ja jos taimikko on altis hirvituhoille, suoritetaan **viipymättä** varhaisperkaus) tukee tämän tutkimuksen tuloksia. (Riikilä 2010, 39–47).

Varhaisperkaus suoritetaan täysperkauksena poistamalla kaikki lehtipuut tai reikäperkausohjeen mukaisesti (jättämällä männyntaimia lyhempiä rauduskoivuja metriä etäämmälle männynistä) vaikuttaa tämän tutkimuksen valossa hyvältä ohjeelta. Kohteilla joissa on mahdollisuus hirvituhoille, perkaus tehdään täysperkauksena. (Riikilä 2010, 41–47). Tämän tutkimuksen valossa varhaisperkauksen jälkeen tulisi tarkkailla mahdollisia hirvituhoja ja tarvittaessa ehkäistä hirvituhoja hirvikarkotteilla tai muilla toimenpiteillä.

Mielestäni taimikon kasvua olisi aiheellista seurata vuosittain taimikonharvennukseen saakka ja jos vesakoituminen uhkaa uudestaan männyn taimia, tulee perkaus suorittaa uudestaan tai aikaistaa taimikonharvennusta. Myös taimikonhoi-

don ohje siitä, että taimikon harvennus tehdään hyvänmetsänhoidon suosituksissa olevien suositusten mukaisesti oikeaan aikaan ja sopivaan tiheyteen kohteen mukaisesti vaikuttaisi hyvältä ohjeelta. (Tapio 2006, 44–45).

LÄHTEET

Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. 2014. Metsän kasvatusta. Porvoo: Metsäkustannus Oy ja Metsäntutkimuslaitos

Hynynen, J., Valkonen, S. & Rantala, S. 2005. Tuottava metsänkasvatusta. Hämeenlinna: Karisto Oy

Jakkila, J. & Pohtila, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimikon kehitykseen Lapissa. Helsinki: Folia Forestalia 360

Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. Joensuu: Joensuun yliopistopaino

Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Kellomäki, S. 2005. Metsäekologia. Joensuu: Joensuun yliopistopaino

Luonnonvarakeskus 2014. Tietoa luonnonvaroista. Viitattu 30.11.2016
<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsanhoito/taimikonhoito>

Luonnonvarakeskus 2015. Sekametsät tuottavat enemmän puuta. Viitattu 25.9.2016
<https://www.luke.fi/uutiset/sekametsat-tuottavat-enemman-puuta/>

Luonnonvarakeskus 2016. Luonnonvarakeskuksen yleisesittely. Viitattu 3.5.2016

<http://www.slideshare.net/LukeFinland/luonnonvarakeskuksen-yleisesittely>

Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy

Maltamo, M., Kangas, J. & Tolonen, R. 1989. Vesakon alkukehitys ja sen vaikutus taimikkoon. Joensuu: Joensuun tutkimusasema

Metsäkeskus 2016. Taimikon varhaisoidon tuki. Viitattu 3.12.2016
<https://www.metsakeskus.fi/tuki-taimikon-varhaishoitoon>

Metsäntutkimuslaitos 2011. Metlan uutiskirje 1/2011. Viitattu 8.10.2016
<http://www.metla.fi/uutiskirje/mkl/2011-1/uutinen-4.htm>

Metsäntutkimuslaitos 2013. Metlan uutiskirje 2/2013. Viitattu 5.5.2016
<http://www.metla.fi/uutiskirje/mkl/2013-2/uutinen-3.htm>

Mielikäinen, K. 1980. Mänty–koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Helsinki: Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. Viitattu 8.10.2016
<https://jukuri.luke.fi/handle/10024/529855>

Mielikäinen, K. & Riikilä, M. 1997. Kannattava puuntuotanto. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy

Niemelä M. 2015. Taimikon perkauksen ja ensiharvennuksen vaikutukset ter-vasrosoisten puiden määrään. Lapin Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden kou-lutusohjelma. Opinnäytetyö.

Riikilä, M. 2010. Taimikonhoito. Jyväskylä: Metsäkustannus Oy

Saksa, T. & Miina, J. 2010. Perkaustavan ja -ajankohdan vaikutus männyn istu-tustaimikon kehitykseen Etelä – Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2/2010, 115–127. Viitattu 6.5.2016
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa10/fa102115.htm>

Tapio. 2006. Hyvän metsänhoidon suositukset. Helsinki: F.G. Lönnberg

LIITTEET

Liite 1. Aineiston keruulomake 2015

Liite 2. Aineiston keruulomake 1989

Liite 3. Kokeen muuttujien kuvaukset 2015

Liite 4. Kokeen muuttujien kuvaukset 1989

Liite 5. Tiedoston kuvauslomake 1989

Liite 1.

Aineiston keruulomake 2015

Kuusikkoselän männynharvennuskoe

Mittauspäivä: _____

Toisto	Ruutu	Koe ala	Kasvu paikka	Maa laji	Puu laji	Puu jakso	Puusto ryhmä	Etäisyys cm	Suunta	d1,3 mm	Pituus dm	Tervas roso
1	0	1	3		4	4	1	410	10	50		1
					2	4	1	450	15	79		1
					4	1	1	537	15	125		1
					1	1	1	509	19	132		1
					4	4	1	365	16	49		1
					4	1	1	339	15	109	135	1
					4	3	1	345	19	56		1
					3	1	1	477	35	145		1
					4	4	1	445	46	54		1
					4	3	1	451	50	76		1
					4	3	1	311	60	61	133	1
					4	3	1	280	72	66		1
					1	1	1	194	96	119		1
					4	1	1	517	96	148		1
					4	3	1	347	112	71		1
					3	1	1	494	116	180	148	1

TAIMIKONHOITOTUTKIMUS
 KOSKES/kuusikko...
 PAIKKA...
 KUUSIKKOSFB.DAT 1676 rivinä

KOSKES/kuusikko
 METSÄNTUTKIMUSLAITOS
 PIENET PUUT TIEOASTO
 KUUSIKKOSFB.KPL

NUMERO	SARJA	KOE AL	YMPY RA	PB	L	LI	SADE 1	SADE 2	V	0- 50	50- 100	100- 150	150- 200
1066	10	1.0	40.1				0.28	20.56	48				

PL	IA	SUUN- TIA	ETAI- SIYS	DO/ MM	D1.3/ 0.5H	D3.5/ MM6.0	PITUUS CM	LRV CM	MAX MM	OKSA DM	IH CM	IH SV CM	K A	E V	I11	IA1	IA2	IA2 1 2	SL 1 2
42				0.91	0.66	0.40	0.630	1.40	21	1.9			40						
42				1.22	0.71	0.55	0.735	2.45	17	1.5			40						
42				0.97	0.74	0.43	0.640	1.70	15	1.8			40						
42				1.41	1.18	0.70	0.805	2.45	21	2.2			40						
42				1.21	0.81	0.59	0.745	1.80	17	1.5			40						
42				1.21	0.90	0.40	0.750	1.85	14	1.4			40						
42				0.60	0.32		0.395	1.70	16	1.3			40						
41				0.37	0.28	0.05	0.470	3.0	5	7			20						
41				0.48	0.30	0.15	0.515	1.80	10	1.0			20						
41				0.48	0.30	0.12	0.495	1.7	10	1.0			20						
42				0.62	0.46	0.10	0.430	0.50	15	9			40						
41				0.59	0.36	0.18	0.435	1.33	12	1.2			20						
42					0.86								40						
42					0.49								40						
42					0.52								40						
42					0.43								40						
42					0.64								40						
42					0.75								40						
42					0.64								40						
42					0.45								40						
42					0.72								40						
42					0.23								40						
42					0.71								40						
42					0.50								40						
42					0.61								40						

PIENET LEHTIPUUT CM

PV	kk	v
1.2	0.9	8.9

KASITTELY.....

L=LUSTOINDEKSIIN SIVYYS LI=LUSTOINDEKSI
 1. 4CM PB=PITUUSBONITEETI
 2. 6CM

RYHMÄJOHTAJA.....

HUOMAUTUKSIA KÄÄNTÖPUOLELLA

KOEPUUT LOMAKKEELLA N:0

Liite 3. Kokeen muuttujien kuvaukset 2015

Toisto (1 - 6)

Ruutu (käsittely)

- 0 käsittelemätön
- 1 kaikki lehtipuut poistettu
- 2 kaikki havupuut poistettu ja jätetty koivuja 1600 kpl/ha
- 3 jätetty mäntyjä ja koivuja molempia 800 kpl/ha

Kasvupaikka

- 1 lehto ja lehtomainen
- 2 tuore kangas
- 3 kuivahko kangas
- 4 kuiva kangas
- 5 karukkokangas
- 6 korpi
- 7 räme

Koeala

Ympyräkoealan numero (1 - 4)

Puulaji

- 1 mänty
- 2 kuusi
- 3 rauduskoivu
- 4 hieskoivu
- 5 haapa
- 6 harmaaleppä
- 7 tervaleppä
- 8 muu havupuu
- 9 muu lehtipuu

Maalaji

- 1 karkea (kivikko, sora, lajitt. hiekka).
- 2 keskikarkea (hiekkamoreeni, karkea hietamoreeni, karkea hieta)
- 3 hieno (hieno hieta, hiesu, savi).
- 4 turve

Puujakso

- 1 päävaltapuu
- 2 lisävaltapuu
- 3 välipuu
- 4 aluspuu
- 5 alikasvos

Puustoryhmä

- 1 elävä
- 2 kuoleva tai kuollut

Etäisyys

Puun etäisyys koealan keskipisteestä, cm

Suunta

Suunta koealan keskipisteestä puuhun
(asteet 1 - 360)

Puun läpimitta, mm

1,3 m korkeudelta (myös kuolleet puut)
Mitataan puista joiden läpimitta yli 4,5 cm

Puun pituus, dm

Joka 5. puusta (myös kuolleet)

Tervasrosoisuus rungossa, kaikki männyt

- 1 ei tervasrosoa
- 2 tervasroso alle 5 m korkeudella
- 3 tervasroso vain yli 5 m korkeudella

Liite 4. Kokeen muuttujien kuvaukset 1989

1. PUULAJI = PL
 1. Mänty
 2. Kuuai
 3. Rauduskoivu
 4. Hieskoivu
 5. Haapa
 6. Muut
2. SYNTYTAPA =ST
 1. Luontainen siemensyntyinen
 2. Luontainen vesasyntyinen
 3. Luontainen epäselvä
 4. Iatutettu
 5. Kylvetty
3. KASVUALUSTA =ka
 1. Vako
 2. Piennar
 3. Palle
 4. Tasamaa painanne
 5. Tasamaa tasanne
 6. Tasamaa kohouma
4. ELINVOIMA =ev
 0. Ei tuhoja
 1. Tuhon vaikutus havaittavissa
 2. Heikentynyt
 3. Kituva
 4. Kuollut
5. TUHOJEN ILMENEMINEN = ti
 01. Latvasilmuja tuhoutunut *10-100%*
 02. Kaksi tai useampia latvoja
 03. Latvakasvain kuollut
 04. Latva poikki
 05. 1-2 oksaa poikki
 06. 3+ oksaa poikki
 07. Rangan vaihto
 08. Rungossa mutka
 09. Tyvimutka
 10. Lenko
 11. Kallistuma
 12. Koroja
 13. Kolouma
 14. Tyvikuristuma
 15. Tyvilaaientuma
 16. Neulastuho *(n. 10%)*
 17. Kasvuhäiriö
 18. Yleinen heikkeneminen
 19. Juuristovaurio
 29. Muu
 99. Kuollut
6. TUHOJEN AIHEUTTAJA = ta
 1. Kasvillisuus
 11. Pintakasvillisuus
 12. Puut/pensaat
 19. Muu
 2. Sienet
 21. Männyn karisteet
 22. Männynversosyöpä
 23. Männynsyöpä
 24. Männynversoruoste
 25. Kuusen karisteet
 29. Muu
 30. Hyönteiset
 4. Selkärangaiset
 41. Myyrä
 42. Jänis
 43. Hirvi
 44. Poro
 49. Muu
 5. Mek. ja kem.
 51. Perkaus
 52. Kem.vesak.torj.
 59. Muu
 6. Ilmasto tai kasvupaikka
 61. Halla tai pakkanen
 62. Maan liikkuminen
 63. Kuivuus
 64. Märkyys
 65. Lumi
 66. Rav. puute
 69. Muu
 70. Muu
 80. Tunnistamaton
 7. SEURALAISLAJISTO =SL
KASVUHÄIRIÖ
 - 1 ei poikkeava
 - 2 latvakas. silmutasap. häir.
 - 3 neulasten muoto poikkeava
 - 4 latva tupsumainen
 - 5 neulasvuosikertoja alle 3
 - 6 pensastuminen
 - 7 oksat poikkeavia
 - 8 neulasten väri poikkeava

Liite 5 Tiedoston kuvauslomake 1989

KUUSIKKOS89.KUV

1-MAR-89 TIEDOSTON KUVAUS SIVU 1

Tiedosto(t)..... KUUSIKKOS89.DAT
 Tutkimuksen nimi... TAIHIKONHOITOTUTKIMUS, KUUSIKKOSELKÄ
 Tutkimuskoodi..... MH060-030
 Projekti..... 404030-9
 Nauha(t)..... R1302, R1301
 Käyttäjätunnus.....
 Vastuuhenkilö..... NROKORPI, PUOSKARI

(1) tietueenkuvaus: KOEALA- JA TAIMITIEDOT

no	muuttujan kuvaus	alk sar	lop sar	pit	min.arvo	max.arvo	P	format	laatu
1	NUMERO	1	4	4			E	14	
2	SARJA	5	7	3	106	106	E	13	
3	KOKEEN NUMERO	8	8	1	6	6	E	11	
4	LOUKO	9	9	1	1	6	E	11	
5	RUUTU	10	10	1	0	3	E	11	
6	YMPYRÄ	11	13	3	001	004	E	13	
7	PITUUSBONITEETTI	14	16	3			E	13	
8	LUSTOINDEKSIIN SYVYYS	17	17	1			E	11	
9	LUSTOINDEKSI	18	19	2			E	12	
10	SÄDE 1	20	23	4	0282	0564	E	14	
11	SÄDE 2	24	27	4	0282	0564	E	14	
12	INVENTOINTIVUOSI	28	29	2	89	89	E	12	V
13	PUULAJI	30	30	1	1	4	E	11	
14	SYNTYTAPA	31	31	1	1	4	E	11	
15	D0,0	32	34	3			E	13	MM
16	D1,3/0,5H	35	37	3			E	13	MM
17	D3,5/D6,0	38	40	3			E	13	MM
18	PITUUS	41	44	4			E	14	CM
19	LATVUSRAJA	45	47	3			E	13	CM
20	MAX OKSA	48	49	2			E	12	MM
21	MAX OKSA	50	51	2			E	12	MM
22	IH, CM	52	53	2			E	12	
23	IH 5 V., CM	54	56	3			E	13	
24	KASVUALUSTA	57	57	1	1	6	E	11	
25	ELINVOIMA	58	58	1	0	4	E	11	
26	TUHOJEN ILMENEM. 1	59	60	2	01	99	E	12	
27	TUHOJEN AIHEUTT. 1	61	62	2	11	80	E	12	
28	TUHOJEN ILMENEM. 2	63	64	2	01	99	E	12	
29	TUHOJEN AIHEUTT. 2	65	66	2	11	80	E	12	
30	KASVUHÄIRIÖ 1	67	67	1	1	8	E	11	
31	KASVUHÄIRIÖ 2	68	68	1	1	8	E	11	

Huomautuksia..... PERUSTETTU KUUSIKKOSELKÄÄN TAIHIKONHOITOTUTKIMUKSEEN LIITTYVÄ MÄNNYNTAIMISTON PERKAUSKOE, INVENTOITU V. 1989