

Matti Poti

Männyn taimien elpyminen hirvituhoa simuloivan käsittelyn jälkeen

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Metsätalousinsinööri (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä: Poti Matti

Työn nimi: Männyn taimien elpyminen hirvituhon simuloivan käsittelyn jälkeen

Ohjaaja: Lahti Juho & Tiainen Juha

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 35

Liitteiden lukumäärä: 0

Hirvi on taloudellisesti merkittävin riistaeläin Suomessa ja näin myös monikäytön kautta osa metsätaloutta. Hirveä ei kuitenkaan voi tarkastella pelkästään riistaeläimenä, sillä se aiheuttaa paljon vahinkoa metsätaloudelle vaikuttaen mm. metsien kehitykseen ja puiden laatuun. Mänty (*Pinus sylvestris* L.) on hirven talviajan pääravintoa, ja sen vuoksi hirvi aiheuttaa merkittävää tuhoa mäntytaimikossa. Hirven on tällä hetkellä arvioitu aiheuttavan merkittävimmät taimikkotuhot Suomessa.

Opinnäytetyön tavoite oli selvittää männyn taimien elpyminen hirven syönnöstä simuloivan katkaisun jälkeen ja vertailla eri tavoilla vioitettuja taimia käsittelemättömiin taimiin sekä selvittää latvan katkaisun vaikutusta rungon laatuun. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa. Tutkimusaineistona oli Metsäntutkimuslaitoksen tutkijan Risto Heikkilän vuonna 2003 Vilppulaan ja Lapinjärvelle perustamat kenttäkokeet. Kokeesta käytetään nimitystä katkontakoe. Luke toimitti tutkimusta varten katkontakokeiden perustamistiedot. Katkontakokeet oli jaettu neljään eri ryhmään taimikon kehitysvaiheen mukaan. Vuonna 2014 Luken suorittamasta inventoinnista saatuja mitattuja ja arvioituja tuloksia vertailtiin käsittelytavoittain.

Tutkimuksen mukaan hirvituhon simuloivalla käsittelyllä ei ole merkitystä taimien kuolleisuuteen seurantajakson aikana. Tutkimuksessa tehdyllä käsittelyllä oli puun jatkokehityksen kannalta suurempi merkitys puun laatuun kuin pituuskehitykseen. Eri kehitysvaiheissa oleviin taimikoihin tehtyjen katkontakokeiden mukaan vahingon aste määräytyy katkaisu kohdasta sekä taimen kehitysvaiheesta. Katkontakokeessa tehty latvavaurio aiheutti lähes aina puun laatua alentavan runkovaurion. Vaurio oli sitä vakavampi, mitä myöhemmässä kehitysvaiheessa se taimeen tehtiin.

Avainsanat: hirvi, hirvituhot, metsätalous, mänty, taimikonhoito

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Forestry

Author/s: Matti Poti

Title of thesis: Pine seedlings recovery after elk destruction simulation

Supervisor(s): Lahti Juho & Tiainen Juha

Year: 2016

Number of pages: 35

Number of appendices: 0

Elk is economically the most important game animal in Finland. However, the elk cannot be viewed only as a game animal because it will cause a lot of damage to forestry by effecting the development of forests and tree quality. The pine (*Pinus sylvestris* L.) is the main diet of elk during the winter time, and therefore this causes significant destruction in seeded pine stands.

The objective of this study was to research seeded pine stand recovery after simulating elk damage and to compare damaged seedlings that had been cut to uncut seedlings, and to find out what the effect of cutting the tops of the seedlings had on the quality of the trunk. The study was conducted in collaboration with the Natural Resources Institute of Finland. The research material was based on the Finnish Forest Research Institute researcher Risto Heikkilä's field trial set-ups in Vilppula and Lapinjärvi in 2003. This test is called the cutting test. The Natural Resources Institute of Finland submitted the cutting test details for analysis. The cutting tests were divided into four different groups based on the tree's stage of development. In 2014, The Natural Resources Institute of Finland carried out measured and estimated inventory of the sites that had undergone different cutting methods and the results were compared.

According to the study the cutting method is not relevant to seedling mortality during the follow-up period; however, the cut had an effect on the trees' development and was of higher importance to the quality of the trees than to their rate of growth. According to the cutting tests carried out at the different stages of development of the seedling stand, the degree of damage is determined by the cutting point and the seedlings state of development. Treetop damage on the cutting tests caused, almost always, damage to the trunk and the lowering of its quality. The damage was more serious to the plants when it was carried out at a later stage of development.

Keywords: elk, elk destruction, forestry, pine, seedling stand management

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 Tutkimuksen tarpeellisuus.....	9
3 TUTKIMUKSEN TAUSTAA.....	10
3.1 Hirvi	10
3.2 Hirvituhot mäntytaimikossa	10
3.3 Hirvituhojen vähentäminen	12
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	13
4.1 Aineisto	13
4.1.1 Katkontakoe 1.....	13
4.1.2 Katkontakoe 2.....	14
4.1.3 Katkontakoe 3.....	14
4.1.4 Katkontakoe 4.....	15
4.1.5 Vuoden 2014 mittaukset	15
5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	16
5.1 Katkontakoe 1.....	16
5.1.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta.....	17
5.2 Katkontakoe 2.....	19
5.2.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta.....	21
5.3 Katkontakoe 3.....	25
5.3.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta.....	26
5.4 Katkontakoe 4	30
5.4.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta.....	30
6 PÄÄTELMÄT.....	33
7 LÄHTEET.....	35

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Käsittelytavan 1 taimet. Oikealla tyvessä poikaoksa, laatuluokka 3 ja vasemmalla s-mutka+poikaoksa, laatuluokka 4 (katkontakoe 2).	24
Kuva 2. Taimi no.44, käsittelytapa 3, s-mutka+tyvilaho 38cm, laatuluokka 4. Taimi no.55, käsittelytapa 2, tyvilaho, laatuluokka 2 (katkontakoe 2)	24
Kuva 3. Käsittelytavasta 1 aiheutunut lievä mutka, laatuluokka 3 sekä käsittelytavasta 2 syntynyt poikaoksa, laatuluokka 4 (katkontakoe 3).....	29
Kuva 4. Käsittelystä 1 ja käsittelystä 3 aiheutuneet poikaoksat, laatuluokka 4 (katkontakoe 3)	29
Kuva 5 Tyypillinen taimi käsittelyn jälkeen, laatuluokka 4 (katkontakoe 4)	32
Kuva 6. Käsittelystä aiheutunut ranginvaihdos sekä haarautumisen, laatuluokka 5 (katkontakoe 4)	32
Kuvio 1. Katkontakokeen 1 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014...	17
Kuvio 2. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 1).	18
Kuvio 3. Katkontakokeen 2 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014...	20
Kuvio 4. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 2).	23
Kuvio 5. Katkontakokeen 3 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014...	26
Kuvio 6. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 3).	28
Kuvio 7. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 4).	31
Taulukko 1. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 1).	16
Taulukko 2. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 2).	19

Taulukko 3. T- testin tulos.....	21
Taulukko 4. Korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu (katkontakoe 2).	22
Taulukko 5. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 3).	25
Taulukko 6. Korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu (katkontakoe 3)	27
Taulukko 7. Pituuskasvun elpyminen (katkontakoe 4)	30

Käytetyt termit ja lyhenteet

Monivääryys	Lenkous eli tasainen käyryys useampaan suuntaan puun rungossa, laatua alentava runkovika.
Oksakiehkura	Oksaryhmä, joka sijaitsee puun pituussuunnassa samalla korkeudella.
Poikaoksa	Ylöspäin suuntautunut oksa, joka usein on kuoren ympäröimä, esim. katkenneen latvan jäännös.
Pääranka	Puun pituutta kasvava paksuin ranka, josta sivurangat (oksat) lähtevät.
Ranganvaihdos	Paksuuntunut sivuoksa kääntyy uudeksi rangaksi, samalla muodostuu ns. poikaoksia.
Rinnankorkeusläpimitta	Puun oletetusta kaatokohdasta mitattuna 1,3 metrin korkeudella oleva läpimitta.
Tyvilaho	Rungon tyvessä esiintyvä laho, joka alentaa puun laatua.

1 JOHDANTO

Hirven aiheuttamat vahingot metsätaloudelle ovat merkittäviä. Hirvikantojen säätelystä huolimatta, paikalliset vahingot metsätaloudelle voivat olla joskus suuriakin. Nykyinen metsätalous suosii hirviä, sillä ne viihtyvät nuorissa metsissä. Tuhoja esiintyy lähinnä mänty- ja koivutaimikoissa. Erilaisin metsänhoidollisin keinoin hirvivahinkoja pystytään vähentämään, kuitenkin pahimmassa tapauksessa kokonaisia taimistokuvioita joudutaan joko täydennysistuttamaan tai viljelemään kokonaan uudelleen. Hirvituhojen pelko on vaikuttanut jopa nuorten metsien puulajisuhteisiin siten, että kuusta on viljelty tuhoherkillä alueilla jopa kuivahkoille kankaille. Myös koivun vuotuinen istutusala on jäänyt suhteellisen pieneksi. Ennakoivista toimista huolimatta hirvivahinkoja tulee säännöllisesti.

Tutkimus on tehty yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa. Luonnonvarakeskus (Luke) on tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio, johon Metsäntutkimuslaitos (Metla) nykyisin kuuluu. Hirvieläintutkimushankkeiden vetäjänä toimii vanhempi tutkija MMT Juho Matala. Hänen toimipaikkansa on Joensuu, yksikkönä Luonnonvarat ja biotuotanto. Matala toimii Luonnonvarakeskuksen edustajana sekä työn ohjaajana.

2 Tutkimuksen tarpeellisuus

Hirvivahingon jälkeen taimikon tilaa arvioidessa tarvitaan tietoa vahingoittuneiden taimien kasvatuskelpoisuudesta. Yksittäisen taimen kasvatuskelpoisuuden määrittämistä tarvitaan, kun lievässä tuhokohteessa tehdään taimikonhoitoa ja valintaa, mikä taimi jätetään kasvamaan ja mikä poistetaan. Tutkimuksessa tuotettavaa tietoa voidaan hyödyntää myös metsänhoitosuositusten kehittämisessä sekä laadittaessa korvausperusteita vahinkotapauksissa. Vahinko voi kohdistua vain osaan taimista, mutta voi johtaa myös taimikon täydelliseen kehityskelvottomuuteen eli uuden taimikon perustamiseen.

Uusimman julkaistun tiedon mukaan valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI:ssä) havaittiin hirvituhoja vuosien 2004–2008 pelkästään mäntytaimikoissa 557 000 hehtaarilla, joka on 24 % kaikista mäntytaimikoista. Hirven on tällä hetkellä arvioitu aiheuttavan merkittävimmät taimikkotuhot Suomessa. (Matala 2015, 248–249.)

Tutkimuksen tavoite on selvittää männyn taimen elpyminen hirven syönnöstä simuloivan katkaisun jälkeen ja vertailla eri tavoilla vioitettuja taimia käsittelemättömiin taimiin, sekä selvittää näiden päärankavaurioiden vaikutusta puun laatuun.

3 TUTKIMUKSEN TAUSTAA

3.1 Hirvi

Hirvi on taloudellisesti merkittävin riistaeläin Suomessa. Vuosittainen saalismäärä on noin 58 000–85 000 hirveä. Hirvi kuitenkin suurena eläimenä aiheuttaa vakavia vahinkoja maa- ja metsätaloudelle sekä liikenteessä. Tämän vuoksi hirvikannan säätely metsästämisellä on välttämätöntä. (Suomen Riistakeskus, [viitattu 16.11.2015].)

Tällä hetkellä talvehtivan hirvikannan koko arvioidaan olevan 70 000–85 000 yksilöä, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin 1990-luvun puolivälissä, ennen kannan voimakasta kasvua 2000-luvulla. (Pusenius ym. 2015.)

Ravinnoksi hirvälle kelpaa suurin osa Suomessa kasvavista kasvilajeista. Kesällä ravintoa onkin runsaasti tarjolla. Talviajan ravinto koostuu puuvartisista kasveista, lähinnä männystä. Hirvet syövät mielellään myös pihlajaa, pajua ja haapaa, jos niitä on saatavilla. Talviajan pääravinto on kuitenkin mänty. (Lääperi 1996, 6.)

3.2 Hirvituhot mäntytaimikossa

Hirven vakioravintoon kuuluu mänty koko Euraasian alueella, sen vuoksi suurin osa hirvituhoista sattuu mäntytaimikoissa. Suomessa mänty on yleisin puulaji, ja mäntytaimikoita on joka puolella maata. Männyn neulas- ja oksamassa muodostaa pääosan hirven talviajan ravinnosta. Kesällä hirvien tiedetään syöneen kasvavia versoja sekä pieniä taimia muun ravinnon ohessa vain paikallisesti. Suomessa on harvinaista yli puolimetrisen männyn taimen kesäsyönti. (Heikkilä 1999, 33.)

Mäntytaimikot ovat alttiita hirvituhoille alueilla, jonne hirvet ovat kokoontuneet talvehtimaan. Talvialueen elinympäristö on usein 0,5–12,5 km² suuruinen. Alueen koko vaihtelee runsaasti riippuen käytettävän ravinnon määrästä ja lumipeitteen paksuudesta. (Lääperi 1996, 9.)

Männnyntaimen ulkoiset ominaisuudet ja maastonmuodot sekä hirviyksilön ominaisuudet vaikuttavat sen ravintokasvin valintaan (Lääperi 1996, 10). Tuhoja esiintyy yleisesti jo 20–30 senttimetrin pituisissa männnyntaimissa aina viiden metrin pituuteen saakka. Taimien varttuessa sivuoksaravinnon määrä kasvaa. Uusimpien versojen lisäksi ohuista oksista syödään paljon jo puutuneempia edellisen vuoden kasvaimia. (Heikkilä 1999, 33.)

Hirvi valitsee ravinnokseen kasvukilpailussa alle jääneen männnyntaimen. Tällaisessa taimessa neulasten osuus on suuri verrattuna versojen puuosaan, ja ne myös sulavat ravinnoksi nopeammin. Myös aiemmin osittain syötyjen taimien uudet versot kelpaavat hyvin. (Heikkilä 1999, 34.)

Hirvet vioittavat myös männyn kuorta hampaillaan, varsinkin paksun lumipeitteen aikaan. Mäntytaimikossa kuitenkin kuoren kaluamista esiintyy vain yksittäisissä puissa. (Heikkilä 1999, 50.) Myös hirvien oleskelu ja liikkuminen tallaa pieniä taimia (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 27).

Talvella hirven ravinnon kulutus on 8–12 kiloa vuorokaudessa niukkaravinteista neulas- ja oksamassaa (Lääperi 1996, 7). Yhdestä noin kaksi metrisestä männnyntaimesta hirvi saa puoli kiloa ravinnoksi kelpaavaa kuiva-ainetta (Heikkilä 1999, 33).

Vian merkitys on suuri silloin kun latva katkeaa viimeisimmän kasvaimen alapuolelta. Taimi on yleisesti katsottu laadullisesti kehityskelvottomaksi, jos latvatuho toistuu tai taimi katkeaa kolmannen kasvaimen alapuolelta. Silti tällainen taimi jatkaa kasvuaan, ja sen pituuskehitys on hyvä. Tukkipuuosuuden oksaisuus, mutkaisuus, kuoriviat ja korot ovat pahimpia runkovikoja ja alentavat puun laatua. Suurin laatutappio syntyy kun paksuuntunut sivuoksa kääntyy uudeksi latvaksi eli rangenvaihdos, samalla muodostuu ns. poikaoksa. (Heikkilä 1999, 87.) Kuorivauriosta männylle aiheutuu yleensä koro, joka alentaa tyviosan teknistä laatua. Männnyssä ei yleensä kehity laajalle leviävää runkolahoa. (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 27.)

3.3 Hirvituhojen vähentäminen

Hirvien talvilaidunalueilla mahdollisia taimikkovahinkoja vähentävät riittävän alhainen hirvitiheys ja oikeat metsänhoitotoimet. Silti näillä alueilla on varauduttava vahinkojen torjuntaan niin kauan, kun taimikot ovat vahingolle alttiissa kehitysvaiheessa. Sopivia menetelmiä ovat hirviaidat, karkotteet tai taimisuojuukset. (Heikkilä & Lääperi 2007, 32.) Tuoretta tietoa vahinkojen tunnistamisesta ja ennaltaehkäisystä on hyvin saatavilla (Luoranen ym. 2012, 49–50; Äijälä ym. 2014, 56–57). Nuoret männyntaimikot kannattaa kasvattaa riittävän tiheänä ja hyvin hoidettuna, näin ne kestävät parhaiten hirvituhoa. Hirviä houkuttelevan lehtipuuvesakon perkaaminen vähentää hirvien ruokailua mäntytaimikossa. Todetuilla ongelma-alueilla kannattaa suosia männynuudistamisessa kylvöä ja luontaista uudistamista. Näillä alueilla myös mäntytaimikkoa tulee kasvattaa vähintään viiden metrin pituuteen ennen varsinaista taimikonharvennusta. (Äijälä ym. 2014, 56–57.) Hirvien ruokailupaikan valintaa voi yrittää ohjata suosimalla hirvien ravintokasveja erilaisilla jou tomailla, kuten sähkölinjojen alla tai luontaisissa aukkopaikoissa (Lindén ym. 2014, 12).

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineisto

Tutkimusaineistona on Metsäntutkimuslaitoksen tutkijan Risto Heikkilän perustamat kenttäkokeet, joissa on jäljitelty hirven aiheuttamaa vahinkoa mäntytaimikossa. Kokeessa on jäljitelty eriasteisia syönnöksistä aiheutuvia vahinkoja sekä seurattu, miten taimet elpyvät kasvun ja laadun suhteen. Kokeesta käytetään nimitystä katkontakoe.

Luke toimitti tutkimusta varten katkontakokeiden perustamistiedot. Katkontakokeita oli perustettu vuonna 2003 Vilppulaan ja Lapinjärvelle. Ne sijaitsivat männylle tyyppillisellä kuivahkon kankaan (VT) kasvupaikalla. Katkontakokeet oli jaettu neljään eri ryhmään taimikoiden kehitysvaiheen mukaan. Taimikot olivat hirvivahingoille alttiissa kehitysvaiheessa. Koealojen perustamishetken tiedot eli taimien pituuksia ja katkontakohtia kuvaavat tiedot Luke toimitti valmiina Excel- tiedostoina. Vuonna 2014 tehtyjen mittausten tulokset olivat käytettävissä vain paperisilla maastolomakkeilla, joista ne piti siirtää tutkimuksen aluksi Excel- taulukkoon perustamishetken tietojen tapaan.

4.1.1 Katkontakoe 1

Koe on perustettu 3–4.11.2003 Lapinjärvelle samana vuonna istutettuun männyn-taimikkoon. Katkontakoe sisältää neljä kappaletta ympyräkoealoja. Koealojen keskipisteet on merkitty maastoon lasikuitusauvoilla. Taimet ovat numeroitu metallilaatoilla, koealalta toiselle jatkuvalla numeroinnilla. Perustamistiedoissa on ilmoitettu taimen pituus ennen ja jälkeen käsittelyn 5 cm tarkkuudella sekä perustamisvuoden pituuskasvu 1 cm:n tarkkuudella. Taimia on koealoilla yhteensä 200 kpl.

Käsittelytavat ja niiden merkinnät aineistossa merkittiin seuraavasti:

- 0 = ei käsittelyä
- 1 = katkaistu 5 cm taimen latvasta.

4.1.2 Katkontakoe 2

Koe on perustettu 16–17.10.2003 Vilppulaan männyntaimikkoon, josta valittu pituudeltaan 50–80 cm:n pituiset taimet. Katkontakoe sisältää 2 kappaletta ympyräkoealoja. Koealojen keskipisteet on merkitty maastoon lasikuitusauvoilla. Taimet ovat numeroitu metallilaatoilla, koealalta toiselle jatkuvalla numeroinnilla. Perustamistiedoissa on ilmoitettu taimen pituus ennen ja jälkeen käsittelyn sekä vuoden 2003 pituuskasvu 5 cm:n tarkkuudella. Taimia on koealoilla yhteensä 234 kpl.

Käsittelytavat ja niiden merkinnät aineistossa merkittiin seuraavasti:

- 0 = käsittelemätön
- 1 = katkaistu viimeinen vuosikasvain
- 2 = katkaistu viimeinen vuosikasvain ja osa ylimmän oksakiehkuran oksista katkottu
- 3 = katkaistu viimeinen vuosikasvain ja kaikki ylimmän oksakiehkuran oksat

4.1.3 Katkontakoe 3

Koe on perustettu 17.10 ja 5–6.11.2003 Vilppulaan männyntaimikkoon, josta on valikoitu 150–200 cm:n pituiset taimet. Katkontakoe sisältää 4 kappaletta ympyräkoealoja. Koealojen keskipisteet on merkitty maastoon lasikuitusauvoilla. Taimet ovat numeroitu metallilaatoilla, koealalta toiselle jatkuvalla numeroinnilla. Perustamistiedoissa on ilmoitettu taimen pituus ennen ja jälkeen käsittelyn sekä vuoden 2003 pituuskasvu 5 cm:n tarkkuudella. Taimia on koealoilla yhteensä 200 kpl.

Käsittelytavat ja niiden merkinnät aineistossa merkittiin seuraavasti:

- 0 = käsittelemätön
- 1 = katkaistu viimeinen vuosikasvain
- 2 = katkaistu viimeinen vuosikasvain ja osa ylimmän oksakiehkuran oksista katkottu
- 3 = katkaistu viimeinen vuosikasvain ja kaikki ylimmän oksakiehkuran oksat

4.1.4 Katkontakoe 4

Koe on perustettu 6.11.2003 Vilppulaan männyntaimikkoon, josta on valikoitu 250–300 cm:n pituiset taimet. Katkontakoe sisältää 20 kpl taimia, jotka ovat numeroitu metallilaatoilla. Perustamistiedoissa on ilmoitettu taimen pituus ennen ja jälkeen käsittelyn sekä vuoden 2003 pituuskasvu 5 cm:n tarkkuudella. Taimet ovat katkottu toiseksi viimeisen (vuoden 2002) vuosikasvaimen puolivälistä.

4.1.5 Vuoden 2014 mittaukset

Mittaukset ovat tehty Luonnonvarakeskuksen tutkijan Juho Matalan johdolla syys-lokakuussa 2014. Niiden tarkoitus oli selvittää, miten taimet ovat elpyneet kasvun ja laadun suhteen.

Mitatut ja arvioidut tunnuksat 2014:

- Pituudet viideltä edelliseltä vuodelta
- Kasvu vuoden 2004 kasvaimesta
- Rinnankorkeusläpimitta
- Latvojen tai haarojen lukumäärä
- Taimien kuolleisuus
- Puun laatu jatkokehityksen kannalta
- Korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu
- Muut huomiot, käsittelyn jälkeiset uudet viat

5 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

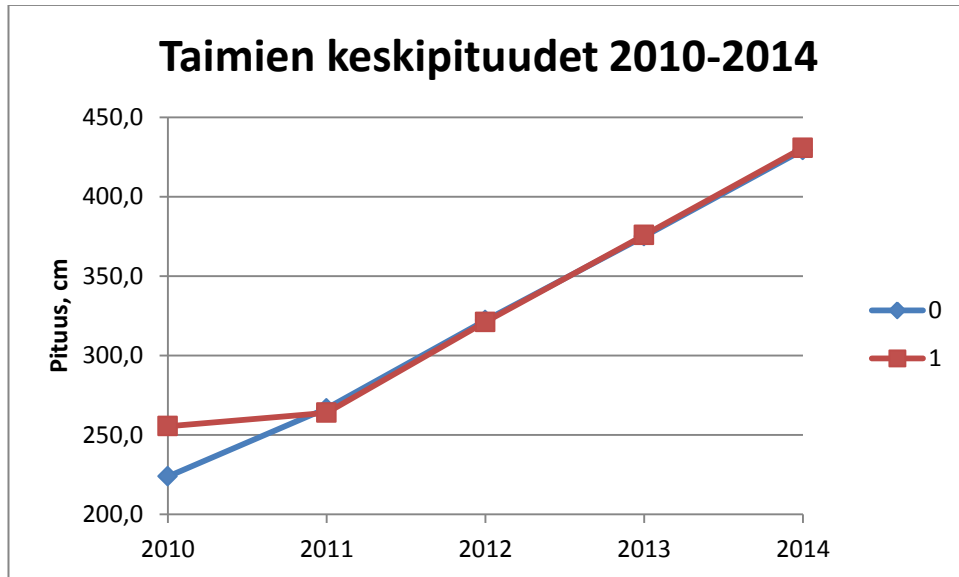
5.1 Katkontakoe 1

Katkontakokeessa verrattiin kahta käsittelytapaa; käsittelemätön ja käsittely 1. katkaisu 5 cm latvasta. Taimien keskipituus oli 19,2 cm vuonna 2003. Katkontakokeessa tehdyn käsittelyn jälkeen käsiteltyjen taimien keskipituus oli 14,9 cm. Vuonna 2014 käsittelemättömistä taimista 86 % oli elossa ja käsitellyistä taimista 85 % oli elossa. Seuraavan vuoden (2004) keskikasvu oli 10,9 cm käsittelemättömissä taimissa ja 9,9 cm käsitellyissä taimissa. 2014 käsittelemättömien taimien keskipituus oli 429,3 cm ja käsiteltyjen taimien keskipituus oli 430,7 cm. Elossa olevien taimien rinnankorkeusläpimitan keskiarvo oli molemmissa taimiryhmissä 51,2 mm. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 1).

Käsittelytapa	Kpl.	Vuoden 2004 keski- kasvu, cm	Vuoden 2014 keski- pituus, cm	Vuoden 2014 rinnankorkeus- läpimitta, mm	Elossa vuonna 2014,%
0 =Käsittelemätön	133	10,9	429,3	51,2	86
1 =Katkaisu 5 cm latvasta	67	9,9	430,7	51,2	85

Käsittelyllä ei tämän tutkimuksen mukaan näytä olevan merkitystä taimen seuraavan vuoden pituuskasvuun eikä myöskään taimien kuolleisuuteen. Sen sijaan käsittelyllä on pituuskasvua suurempi merkitys puun laatuun. Hyvää pituuskasvua selittää kyky selviytyä latvatuhoista ranganvaihdoksen avulla. Männyllä on luontainen taipumus yksirankaiseen kehitykseen (Löytyniemi & Lääperi 1988, 26). Tämä voi selittää katkottujen taimien paremman pituuskehityksen vuonna 2010 (Kuvio 1).



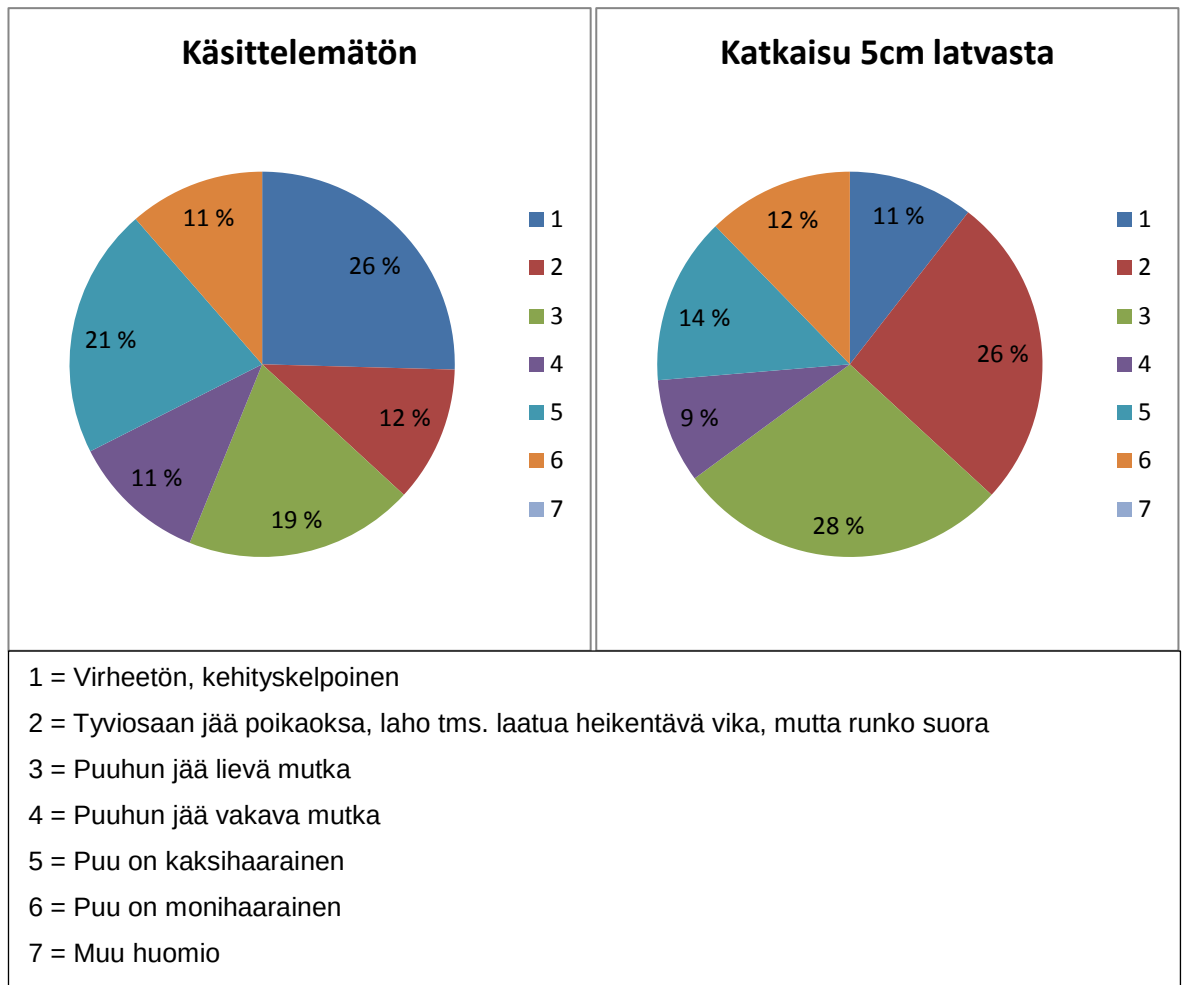
Kuvio 1. Katkontakokeen 1 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014.

5.1.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta

Vuonna 2014 tehdyissä mittauksissa arvioitiin myös taimen laatua jatkokehityksen kannalta. Taimet jaettiin seitsemään laatuluokkaan: 1 virheetön, 2 tyviosaan jää poikaoksa, laho tms. laatua heikentävä vika, mutta runko suora, 3 puuhun jää lievä mutka, 4 puuhun jää vakava mutka, 5 puu on kaksihaarainen, 6 puu on monihaarainen ja 7 muu huomio.

Käsitlemättömistä taimista 26 % oli virheetömiä. Käsitellyistä taimista 11 % arvioitiin virheetömiksi ja 35 % taimista sai laatuluokan 4–6. Laatuluokkien 4–6 taimissa on selviä laatutappioita, ja ne todennäköisesti tullaan poistamaan ensiharvennuksen yhteydessä. Käsitellyistä taimista suurin osa 28 % arvioitiin luokkaan 3 (puuhun jää lievä mutka). (Kuvio 2.). Keskikorkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, oli 64,4 cm.

Huomioitavaa on, että 43 % käsitlemättömistä taimista arvioitiin luokkaan 4–6 ja käsitellyistä taimista vain 35 %. Käsitlemättömät taimet siis eroavat selvästi vain virheettömien taimien lukumäärässä käsittelyihin taimiin verrattuna. Tässä tutkimuksessa käytetyn laatuluokittelun mukaan käsitlemättömissä taimissa oli 74 %:ssa laatupoikkeama ja käsitellyissä taimissa 89 %.



Kuvio 2. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 1).

5.2 Katkontakoe 2

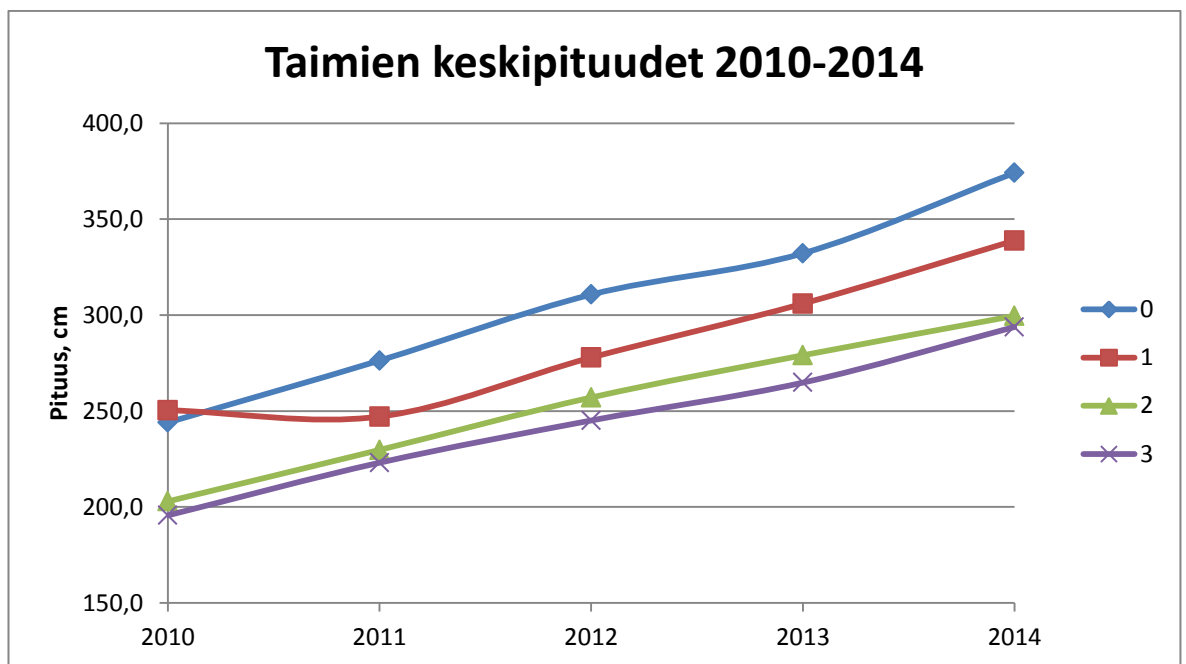
Katkontakokeessa 2 verrattiin kolmea eri käsittelytapaa käsittelemättömään taimiryhmään. Taimien keskipituus ennen käsittelyä oli 63 cm vuonna 2003. Katkontakokeessa tehtyjen käsittelyjen jälkeen, käsiteltyjen taimien keskipituus oli 50 cm. Vuonna 2014 käsittelemättömistä taimista 97 % oli elossa, samoin myös käsitellyistä taimista.

Taulukko 2. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 2).

Käsittelytapa	Kpl	Vuoden 2004 keski- kasvu, cm	Vuoden 2014 keski- pituus, cm	Vuoden 2014 rinnankorkeus- läpimitta, mm	Elossa vuonna 2014,%
0 =Käsittelemätön	59	18,6	374,1	38,2	97
1 =Katkaisu 1. vuosikasvain	59	10,8	338,9	41,2	97
2 =Katkaisu 1. vuosikasvain + puolet ylimmäis- estä oksakiehk- urasta	58	11,3	299,6	29,7	100
3 =Katkaisu 1. vuosikasvain + koko ylin oksa- kiehkura	58	8,2	293,8	27,3	95

Käsittelemättömien taimien keskipituus vuonna 2014 oli 374,1 cm ja rinnankorkeusläpimitan keskiarvo 38,2 mm. Käsittelytapa 3. heikensi eniten kasvua, taimien keskipituus oli 293,8 cm ja rinnankorkeusläpimitan keskiarvo 27,3 mm. Käsittelemättömien ja voimakkaimman käsittelyn saaneiden taimien keskipituuksien erotus oli (2014) 80,3 cm ja keskiläpimitan 10,9 mm. (Taulukko 2.). Käsittelystä aiheutu-

nut pituuskasvun taantuma on kuitenkin tapahtunut ennen vuotta 2010. Kuvion 3 mukaan pituuskehitys on ollut lineaarista vuosina 2010–2014. Käsitlemättömien ja eri käsittelyn saaneiden taimien pituus erot ovat pysyneet näinä vuosina lähes samoina. Ainoa poikkeus on vuonna 2010 käsitlemättömien ja käsittelyn 1 saaneiden taimien välillä. Käsittelytavan 1 taimien suhteellisen hyvää pituuskasvua voi selittää se, että pelkän viimeisen vuosikasvaimen katkaisu on aiheuttanut pääran- gan vaihdon välittömästi oksasilmuun.



Kuvio 3. Katkontakokeen 2 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014.

Taimien pituuksia verrattiin myös tilastollisesti. Vuoden 2014 pituusmittaustulokset testattiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä. Testin mukaan eri käsittelyn saaneet taimet eroavat merkitsevästi tai erittäin merkitsevästi käsitlemättömistä taimista. (Taulukko 3.) Käsittelyllä on silti selvästi suurempi vaikutus puun laatuun kuin pituuskasvuun (Kuvio 4).

Taulukko 3. T- testin tulos.

Käsittelytapa p-arvo		
1	0,0036865	Merkitsevä
2	0,0002274	Erittäin merkitsevä
3	0,0000014	Erittäin merkitsevä

5.2.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta

Katkontakokeessa 2. virheettömiä taimia oli käsittelemättömistä taimista 67 %. Käsitellyissä taimissa virheettömiä taimia ei ollut.

Käsittelytavan 1. taimista 44 % arvioitiin luokkaan 3 (puuhun jää lievä mutka) ja 33 % luokkaan 2 (tyviosaan jää poikaoksa, laho tms. laatua heikentävä vika, mutta runko suora). Luokkaan 4 (puuhun jää vakava mutka) arvioitiin 19 % taimista. (Kuvio 4.) Keskikorkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 97,4 cm (Taulukko 4).

Käsittelytavan 2. taimista 36 % määritettiin luokkaan 2 (tyviosaan jää poikaoksa, laho tms. laatua heikentävä vika, mutta runko suora). Lähes yhtä paljon 31 %, arvioitiin luokkaan 4 (puuhun jää vakava mutka). Edelliseen käsittelyyn verrattuna käsittelytapa 2. aiheutti taimen haarautumista. Monihaaraiseksi luokkaan 6, määritettiin 10 % taimista. (Kuvio 4.) Keskikorkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 91,9 cm (Taulukko 4).

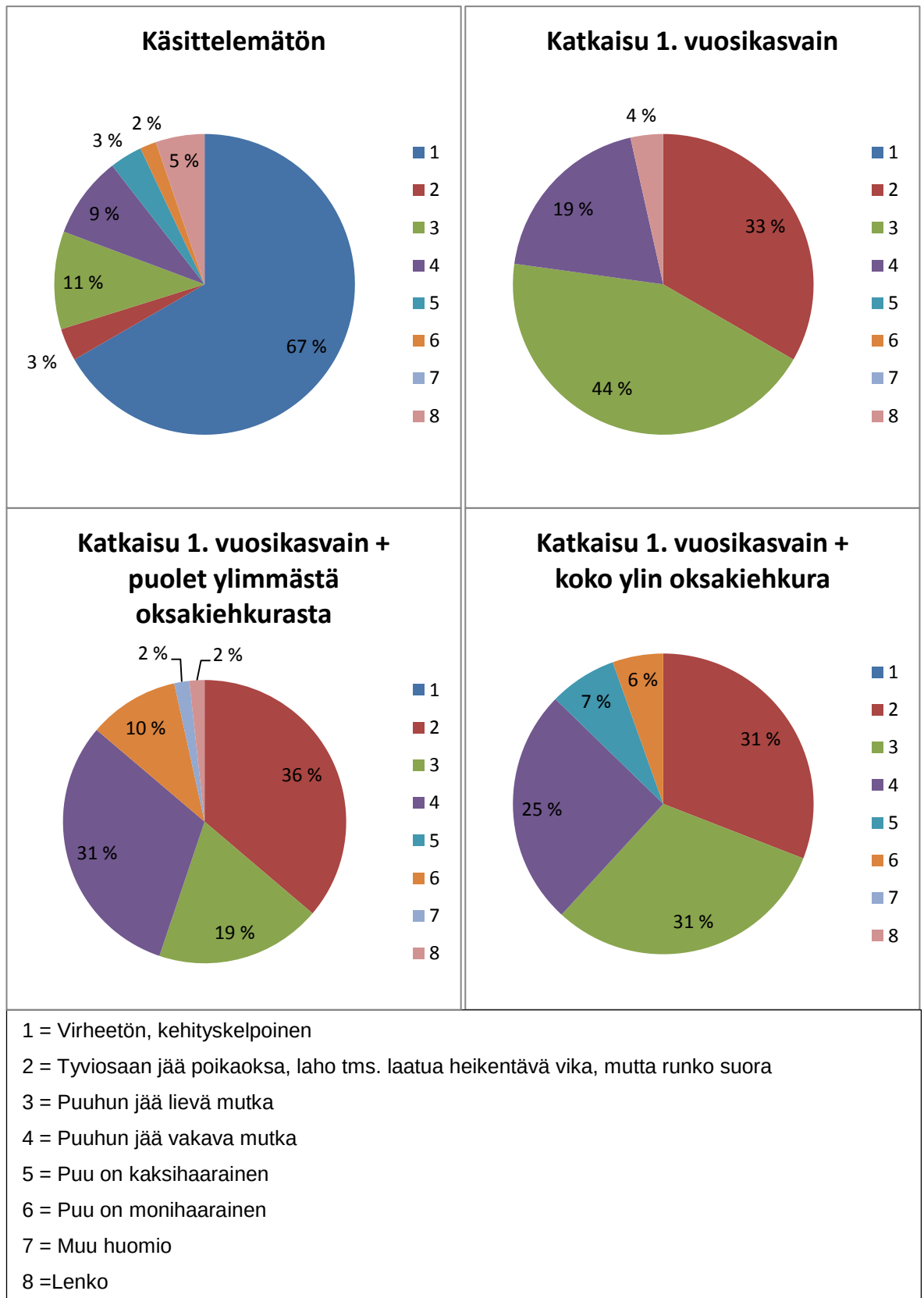
Käsittelytavan 3. taimista luokkaan 2 ja luokkaan 3 kumpaankin arvioitiin 31 % taimista. Luokkaan 5 (puu on kaksihaarainen) sekä luokkaan 6 (puu on monihaarainen), määritettiin yhteensä 13 % taimista. Loput 25 % taimista sai luokan 4 (puuhun jää vakava mutka). (Kuvio 4.) Keskikorkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 83,0 cm (Taulukko 4).

Taulukko 4. Korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu (katkontakoe 2).

Käsittelytapa	Kpl	cm
0= Käsittelemätön	57	-
1= Katkaisu 1. vuosikasvain	57	97,4
2= Katkaisu 1. vuosikasvain + puolet ylimmäisestä oksakiehkurasta	58	91,9
3= Katkaisu 1. vuosikasvain + koko ylin oksakiehkura	55	83,0

Käsittelytavasta riippumatta katkaisusta aiheutui latvavaurio. Latvavaurio ja siitä seurannut ranganvaihdos saa aikaan pysyvän runkovian (Kuva 1). Käsittelyn voimakkuus vaikutti hieman puun laatua alentavan runkovian syntyyn.

Edellä kuvatun laatuluokittelun lisäksi maastolomakkeisiin oli tallennettu erilaisia muita huomioita, erityisesti käsittelyn jälkeisistä uusista vioista kuten haarautumiset. Katkontakokeessa 2 tyypillisimpiä huomioita oli s-mutka, moniväärä, koro sekä poikaoksa ja latvanvaihto. (Kuva 2.)



Kuvio 4. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 2).



Kuva 1. Käsittelytavan 1 taimet. Oikealla tyvessä poikaoksa, laatuluokka 3 ja vasemmalla s-mutka+poikaoksa, laatuluokka 4 (katkontakoe 2). (Poti 2015)



Kuva 2. Taimi no.44, käsittelytapa 3, s-mutka+tyvilaho 38cm, laatuluokka 4. Taimi no.55, käsittelytapa 2, tyvilaho, laatuluokka 2 (katkontakoe 2). (Poti 2015)

5.3 Katkontakoe 3

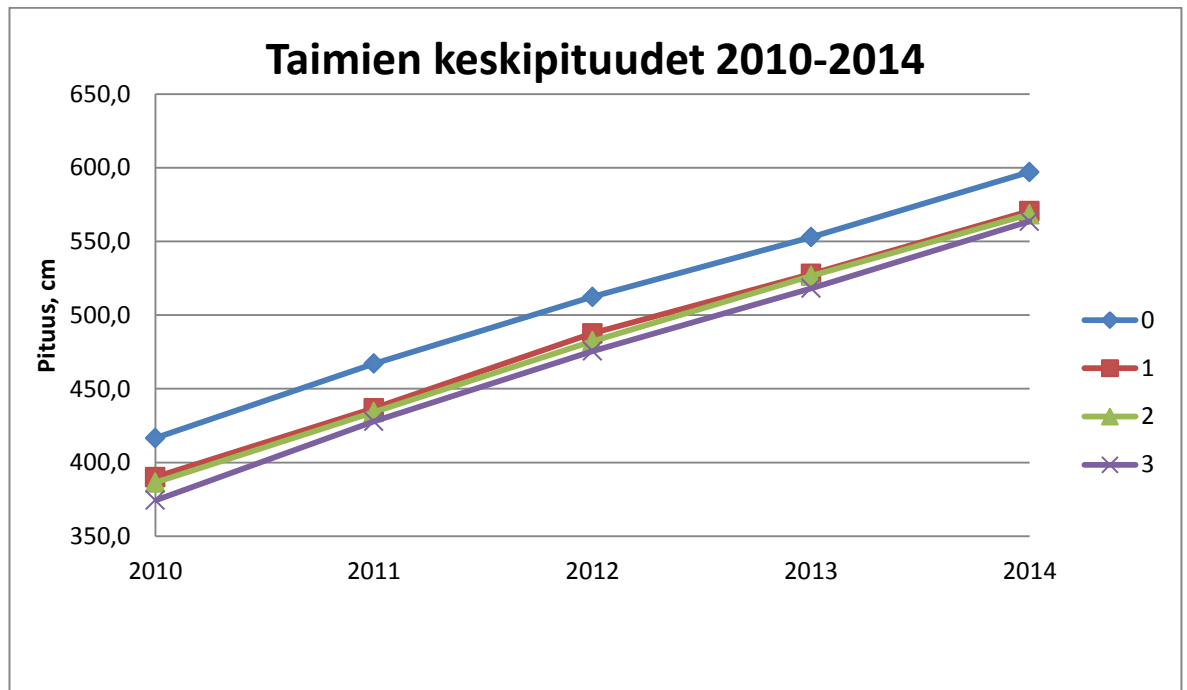
Katkontakokeessa verrattiin edellisen kokeen tapaan kolmea käsittelytapaa käsittelemättömiin taimiin. Taimien keskipituus ennen käsittelyä vuonna 2003 oli 169,4 cm ja käsittelyn jälkeen 145,0 cm. Vuonna 2014 käsittelemättömistä taimista elossa oli 76 % ja käsitellyistä taimista elossa oli 69 %. Kuolleisuuden syyksi Luken suorittamassa inventoinnissa oli ilmoitettu lähes poikkeuksetta metsurin tekemä taimikonhoito, joten käsittelyn vaikutusta kuolleisuuteen ei pystytä tässä kokeessa toteamaan.

Taulukko 5. Kasvun elpyminen käsittelytavoittain (katkontakoe 3).

Käsittelytapa	Kpl	Vuoden 2004 keski- kasvu, cm	Vuonna 2014 keski- pituus, cm	Vuonna 2014 rinnankorkeus- läpimitta, mm	Elossa vuonna 2014,%
0 =Käsittelemätön	50	29,9	597,1	64,4	76
1 =Katkaisu 1. vuosikasvain	50	15,8	570,6	59,9	72
2 =Katkaisu 1. vuosikasvain + puolet ylimmäis- estä oksakiehk- urasta	50	16,7	568,4	63,2	70
3 =Katkaisu 1. vuosikasvain + koko ylin oksa- kiehkura	50	12,6	563,6	62,3	66

Käsittelyn voimakkuus vaikutti selvästi seuraavan vuoden (2004) keskikasvuun. Käsittely näkyy vielä 2014 vuoden keskipituuksissa ja rinnankorkeusläpimitassa, mutta ei yhtä selvästi (Taulukko 5). Käsittelystä aiheutunut pituuskasvun taantuminen on korjaantunut ennen vuotta 2010, jonka jälkeen kasvun kehitys on ollut ta-

saista (Kuvio 5). Vuoden 2014 pituusmittaus tuloksia verrattiin keskenään käsitte- lytavoittain myös tilastollisesti. Tuloksia verrattiin t-testin avulla, jonka mukaan pi- tuuskasvujen erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.



Kuvio 5. Katkontakokeen 3 taimien keskipituudet käsittelytavoittain 2010-2014.

5.3.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta

Katkontakokeessa 3. virheettömiä taimia oli käsittelemättömistä taimista 67 %. Käsitellyissä taimissa virheettömiä taimia ei ollut. Lisäksi käsittelemättömistä taimista 22 % arvioitiin luokkaan 3 (puuhun jää lievä mutka).

Käsittelytavan 1. taimista 58 % arvioitiin luokkaan 4 (puuhun jää vakava mutka). Luokkaan 3 (puuhun jää lievä mutka) määritettiin 33 % taimista. (Kuvio 6.) Keski- korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 211,3 cm. (Taulukko 6).

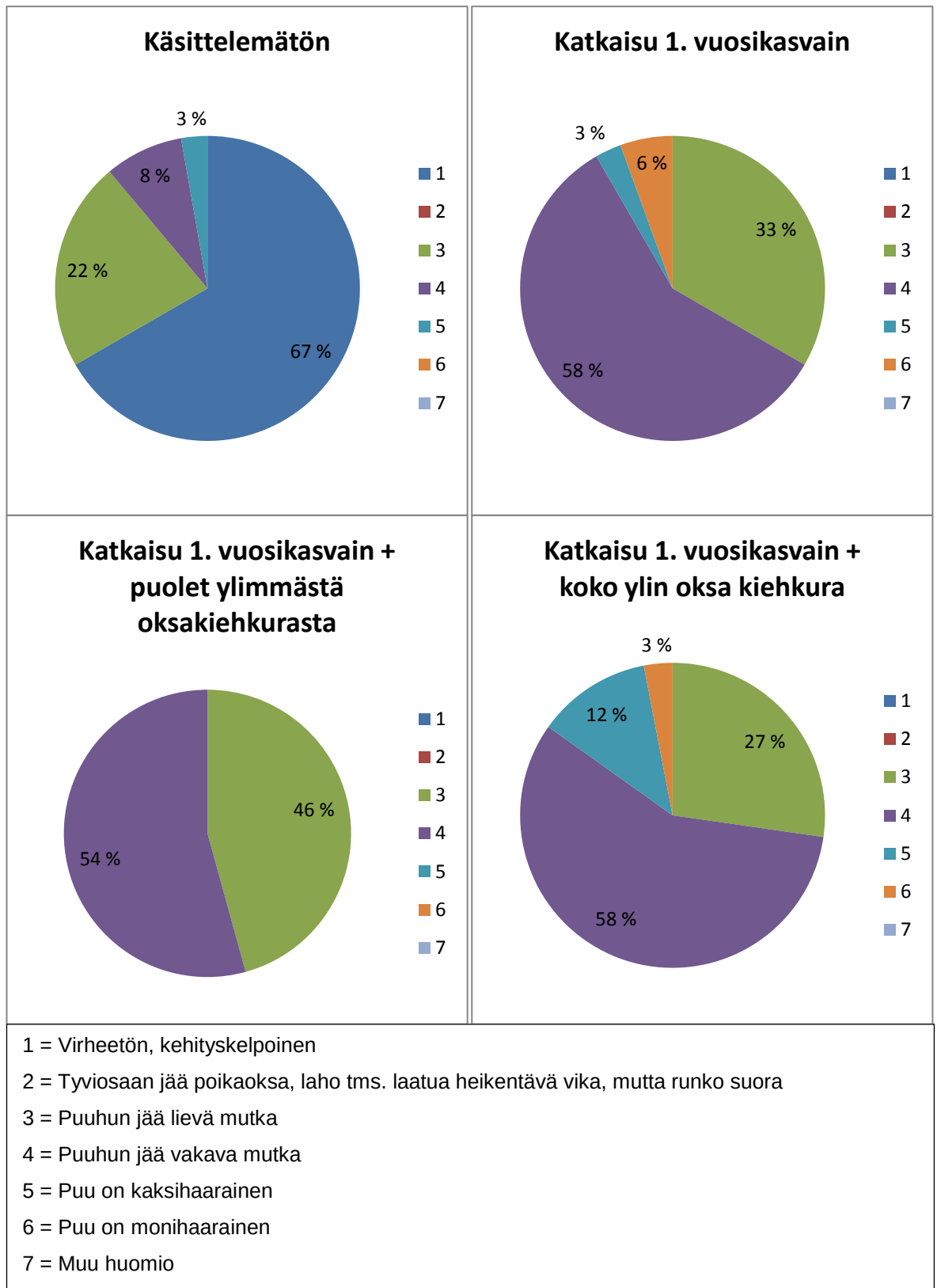
Käsittelytavan 2. taimista 54 % arvioitiin luokkaan 4 (puuhun jää vakava mutka) sekä loput 46 % luokkaan 3 (puuhun jää lievä mutka). (Kuvio 6.) Keski- korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 208,1 cm. (Taulukko 6).

Käsittelytavan 3. taimista 58 % arvioitiin luokkaan 4 (puuhun jää vakava mutka). Edellisiin käsittelyihin verrattuna käsittelytapa 3. lisäsi kaksihaaraisten määrää. Taimista 12 % oli kaksihaaraisia (luokka 5) ja 3 % monihaaraisia (luokka 6). (Kuvio 6.) Keskikorkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu, on 201,4 cm. (Taulukko 6).

Taulukko 6. Korkeus, jonka jälkeen käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu (katkontakoe 3)

Käsittelytapa	kpl	cm
0= Käsittelemätön	38	-
1= Katkaisu 1. vuosikasvain	36	211,3
2= Katkaisu 1. vuosikasvain + puolet ylimmäisestä oksakiehkurasta	35	208,1
3= Katkaisu 1. vuosikasvain + koko ylin oksakiehkura	33	201,4

Puun kehitysvaiheen kasvaessa, käsittelystä aiheutuneet runkoviat heikensivät puun laatua aiempaa enemmän. Latvavauriosta johtuvaan ranganvaihdoskohtaan oli syntynyt tavanomaista paksumpia oksia. (Kuva 3). Myös paksut poikaoksat ja haaraisuus oli yleistä ranganvaihdoksen jälkeen. (Kuva 4) Käsittelytapa 1 ja käsittelytapa 3 heikensivät puun laatua eniten. Huomioitavaa on, että käsittelytavasta 2 ei seurannut haaraisuutta lainkaan. Ranganvaihdos tapahtui käsittelyssä jätettyyn sivuoksaan, josta syntyi uusi pääranka, näin runkovaurio jäi ainakin ulkoisesti vähäisemmäksi.



Kuvio 6. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 3).



Kuva 3. Käsittelytavasta 1 aiheutunut lievä mutka, laatuluokka 3 sekä käsittelytavasta 2 syntynyt poikaoksa, laatuluokka 4 (katkontakoe 3). (Poti 2015)



Kuva 4. Käsittelystä 1 ja käsittelystä 3 aiheutuneet poikaoksat, laatuluokka 4 (katkontakoe 3). (Poti 2015)

5.4 Katkontakoe 4

Katkontakokeessa 20 taimea katkottiin toiseksi ylimmän vuosikasvaimen puolivälistä, niistä elossa oli vuonna 2014 tehdyssä mittauksissa 17 taimea. Taimien keskipituus oli ennen käsittelyä 275,0 cm ja käsittelyn jälkeen 204,5 cm. Käsittelyn jälkeen seuraavan vuoden (2004) keskikasvu oli 24 cm. Vuonna 2014 taimien keskipituus oli 686,2 cm ja rinnankorkeusläpimitan keskiarvo 63,2 mm.

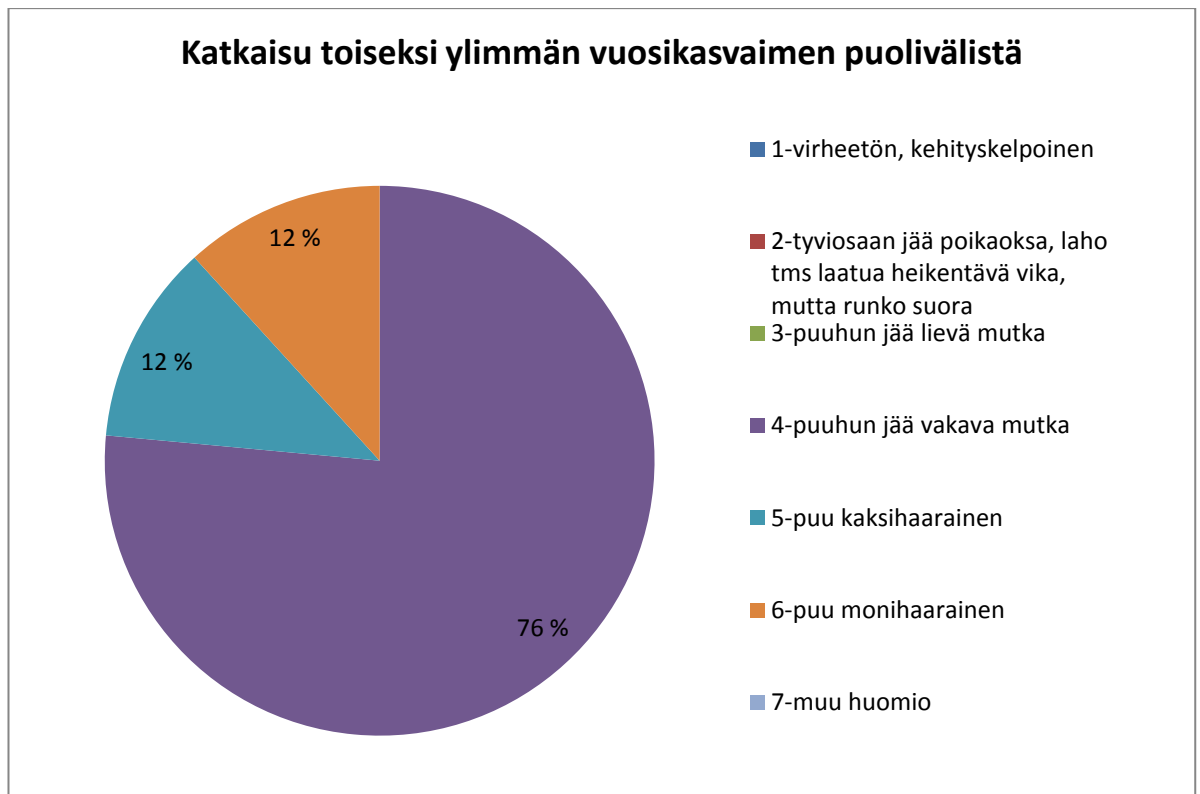
Tässä katkontakokeessa ei vertailutaimia ollut. Todennäköistä on, että käsittely aiheutti pituuskasvun taantumista, mutta suurempaa tappiota se aiheutti puun laatuun sen jatkokehityksen kannalta. Vuosina 2011–2014 pituuskasvun keskiarvo on ollut 47 cm (Taulukko 7). Pituuskehitystä voidaan pitää varsin hyvänä.

Taulukko 7. Pituuskasvun elpyminen (katkontakoe 4)

Katkontakoe 4	Kpl	2010	2011	2012	2013	2014
Keskipituus, cm.	17	498,2	560,7	604,7	643,5	686,2
Keskikasvu, cm.	17	-	62,5	44,0	38,8	42,6

5.4.1 Puun laatu jatkokehityksen kannalta

Mittausten mukaan kaikkiin katkontakokeen taimiin jää puun jatkokehityksen kannalta merkittävä vika. Taimista 76 % jää vakava mutka ja lisäksi yleisimmin poikalo (Kuva 5). Loput 24 % taimista on joko kaksi- tai monihaaraisia (Kuva 6). (Kuvio 7.) Keskimäärin käsittelyn aiheuttaman vian merkitys loppuu 371,2 cm:n korkeudessa.



Kuvio 7. Laatuluokittelu puun jatkokehityksen kannalta (katkontakoe 4).



Kuva 5 Tyypillinen taimi käsittelyn jälkeen, laatuluokka 4 (katkontakoe 4). (Poti 2015)



Kuva 6. Käsittelystä aiheutunut ranganvaihdos sekä haarautuminen, laatuluokka 5 (katkontakoe 4). (Poti 2015)

6 PÄÄTELMÄT

Tässä tutkimuksessa oli tarkoitus selvittää männyntaimen elpymistä hirvituhoa simuloivan käsittelyn jälkeen. Tulosten mukaan käsittelyllä ei ole merkitystä taimien kuolleisuuteen. Aiempien tutkimusten mukaan voimakas ja toistuva syönti on yleensä aiheuttanut viljelytaimikoissa taimien kuolemaa, kun taas lievämpi toistuva syönti voi aiheuttaa taimien pensastumista sekä pituuskehityksen pysähtymistä (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 26). Jos katkontaa olisi toteutettu peräkkäisinä vuosina, olisi kuolleisuus voinut olla korkeampi.

Tämän tutkimuksen mukaan käsittelyllä ei ole vaikutusta puun pituuskasvuun, jos latvan katkeaminen tapahtuu varhaisessa vaiheessa, jo samana vuonna kun taimien istutus. Jos latvatuho tapahtuu taimen ollessa yli 50 cm, on sen vaikutus pituuskasvuun jo merkittävä. Latvan katkeamisesta aiheutuu pituuskasvun taantuminen tai pysähtyminen hetkellisesti, mikä näkyy selvästi seuraavan kesän vuosikasvussa. Aiemmin on kokeellisesti todettu lähes vastaavanlaisen käsittelyn saaneiden taimien saavuttaneen vertailutaimien pituuden viidessä vuodessa (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 26; Löyttyniemi 1983, 4). Pelkällä oksaversojen syönnillä tai latvakasvaimen kertatuholla ei ole merkitystä pituuskasvuun, kun huomioidaan puun koko kasvu aika (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 26). Tässä tutkimuksessa todettiin pituuskasvun tasoittuneen viimeistään 8 vuoden kuluttua käsittelystä, jonka jälkeen pituuteen syntynyt ero on pysynyt lähes samana seuraavat neljä vuotta. Käsittelyn jälkeisen seuraavan vuoden pituuskehityksen taantuma näkyy vielä selvemmin taimien ollessa yli 150 cm pitkiä. Siitä huolimatta ero tasoittui selvästi seuraavan kymmenen vuoden aikana. Pidemmällä aikavälillä taimien välisen kilpailun kasvaessa on mahdollista, että nyt syntynyt pituus- ja läpimittaero aiheuttaa katkottujen taimien kehittymisen hidastumisen ja niiden jäämisen jälkeen puiden välisessä kilpailussa.

Tutkimuksessa tehdyllä käsittelyllä oli puun jatkokehityksen kannalta suurempi merkitys puun laatuun kuin pituuskehitykseen. Eri kehitysvaiheissa oleviin taimikoihin tehtyjen katkontakokeiden mukaan vahingon aste määräytyy katkaisu kohdasta sekä taimen kehitysvaiheesta. Pelkkä viimeisen vuoden vuosikasvaimen katkeaminen alentaa puun laatua selvästi enemmän taimen ollessa yli 150 cm pit-

kä verrattuna alle 20 cm pitkään taimeen. Samana vuonna tehty vioitus, kun taimet oli istutettu, alensi puun laatua vähiten. Tutkimuksessa vioitettujen taimien saama laatuluokitus huononi merkitsevästi heti taimien kehitysvaiheen kasvaessa.

Katkontakokeessa tehty latvavaurio aiheutti lähes aina puun laatua alentavan runkovaurion. Viimeisen vuosikasvaimen ja koko oksakiehkuran katkonta aiheutti vakavimman vaurion. Lisäksi katkontakokeessa 4 tehty katkonta toisen vuosikasvaimen puolivälistä aiheutti erittäin merkittävän laadun alenemisen. Mitä alempaa taimi on katkaistu, sitä pahemmaksi vika kehittyy (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 27). Lisäksi aiemmat tutkimukset osoittavat myös, että nopeakasvuisessa taimikossa katkaisusta aiheutuneen vian merkitys on suurempi (Löyttyniemi & Lääperi 1988, 26; Löyttyniemi 1983, 4). Tässä tutkimuksessa ei pystytty eri kasvupaikkojen vaikutusta vertailemaan, koska kaikki koealat olivat kuivahkolla kankaalla.

Katkontakokeessa 3 taimien keskimitta oli katkontahetkelle hieman yli 150 cm. Tämän tutkimuksen mukaan tässä pituuskehitysvaiheessa tehty katkonta aiheutti selvimmät laatupoikkeamat eri käsittelytavoittain. Käsitellyistä taimista $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ tulisi poistaa viimeistään ensiharvennuksen yhteydessä. Loput käsitellyistä taimista arvioitiin lievästi vioittuneen. Katkontakokeessa 2 tulokset ovat samansuuntaiset, mutta lievästi vioittuneiden taimien määrä on selvästi suurempi ja kasvatettavien runkojen suurimman osan laatua saadaan parannettua kaadon jälkeisellä tyveämisellä. Näin osa vioitetuista rungoista voi olla kannattavaa kasvattaa tukkipuuksi asti. Katkontakoe 2 ja katkontakoe 3 ovat vertailu kelpoisia keskenään, erot siis selittyvät taimien pituuskehitysvaiheen kasvulla. Katkontakokeessa 3 osa taimista oli tuhoutunut metsurin tekemän taimikonhoidon yhteydessä, tämä saattaa jonkin verran vääristää lopputulosta.

Katkontakokeessa 1 taimien kehitysvaihe oli vioitushetkellä niin nuori, etteivät tulokset ole täysin yksiselitteiset. Vertailutaimiin oli syntynyt myös yllättävän paljon muista syistä johtuvia laatupoikkeamia. Selvänä erona kuitenkin on, että latvakasvaimen katkaisu oli lähes aina aiheuttanut tyviosaan laatua alentavan runkovaurion, yleensä poikaoksan.

7 LÄHTEET

- Heikkilä, R. 1999. Hirvien hakamaat. Jyväskylä: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Pihlaja- sarja nro 4.
- Heikkilä, R. & Lääperi, A. 2007. Metsänhoito ja hirvi: suositukset talvilaidunalueille. Metsäkustannus Oy.
- Lindén, M., Lilja- Rothsten, S., Saaristo, L. & Keto- Tokoi, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset riistametsänhoitoon, työopas. [Verkojulkaisu]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. [Viitattu 11.1.2016]. Saatavana: http://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/Metsanhoidon_suosituksien_riistametsanhoitoon_verkojulkaisu20141.pdf
- Luoranen, J., Saksa, T. & Uotila, K. (toim.) 2012. Metsän uudistaminen. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy.
- Löyttyniemi, K. 1983. Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos. Folia Forestalia 560.
- Löyttyniemi, K. & Lääperi, A. 1988. Hirvi ja metsätalous. Helsinki: Helsingin yliopisto. Maatalous- ja metsäeläintieteen laitos. Julkaisuja 13.
- Lääperi, A. 1996. Hirvi: metsävahinkojen vähentäminen. Lahti: Hämeen - Uudenmaan metsäkeskus.
- Matala, J. 2015. Hirvi metsätalouden säätelijänä. Kirjassa: Salo, K. (toim.). Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut, 247-250. [Verkkokirja]. Helsinki. Luonnonvarakeskus (Luke). [Viitattu 18.1.2015]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-123-5>
- Pusenius, J., Kukko, T., Tynkkyläinen, R., Wallen, M. 10.12.2015. Luonnonvarakeskus. Hirvieläimet. Hirvi. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.12.2015]. Saatavana: <http://www.rktl.fi/riista/hirvielaimet/hirvi/>
- Suomen Riistakeskus.25.8.2015. Sorkkaeläimet. [Verkkosivu] [Viitattu 16.11.2015] Saatavana: <http://riista.fi/riistatalous/riistakannat/elaimet%20/sorkkaelaimet/>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Swed, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2014. Hyvän metsänhoidon suositukset: Metsänhoito. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.