

KUUSISAHATAVARAN LAATU JATKUVAN KASVATUKSEN METSISSÄ



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalous

Syksy 2022

Crista Linnusmäki

Jatkuva kasvatus on noussut jaksollisen kasvatuksen rinnalle metsänhoidossa. Eri-ikäisrakenteisen metsän metsänhoitomenetelmät valitaan kasvatettavan pääpuulajin mukaan. Eri-ikäisrakenteisen kuusikon hakkuutapoja ovat poiminta- ja pienaukkohakkuut. Hakkuiden tavoitteena on lisätä taimien syntymistä ja metsän terveyttä sekä mahdollistaa hyvät kasvuolosuhteet.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää jatkuvan kasvatuksen menetelmin hoidetuista kuusimetsistä saadun sahatavaran laatua ja laatuun vaikuttavia laatutekijöitä sekä vertailla laatua koemetsiköiden välillä. Opinnäytetyö on osa Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen ”Tulevaisuuden yksittäisen puun tietoihin pohjautuva metsätietojärjestelmä” -projektia. Työn tilaajana on Helsingin yliopisto.

Tutkimusaineistoon kaadettiin 49 pää- ja lisävaltapuuta seitsemästä eri metsiköstä. Puut sahattiin saheiksi ja eri laatutekijät mitattiin Pohjoismainen sahatavara -lajitteluohjeen mukaisesti. Laatutekijöiden perusteella saheille määriteltiin laatuluokka. Laatuluokkina käytettiin päälaatuluokkia US, V, VI ja VII.

Metsiköiden välillä laatutekijät vaihtelivat paljon. Metsiköistä vertailtiin lahon ja lyllyn määrää sekä eri oksatyypin kokoa ja määrää. Suurin laatuluokka saheissa oli V. Tyvitukin ydinsaheista saatiin parasta US-laatua. Tyvitukissa oli vähiten terveitä ja kuolleita oksia, mutta eniten lahoa ja lyllyä.

Laatutekijöiden vaihteluun vaikuttavat ulkoiset tekijät, kuten kasvuasema. Terveiden ja kuolleiden oksien määrään vaikuttaa oksien karsiutuminen ja kuuselle ominainen oksaisuus. Lyllyn esiintyvyys johtunee epäedullisen kasvuasennon korjaamisesta. Lahoja esiintyy tyvitukin ytimessä, kuusen juurikäpää leviää parhaiten juurissa ja sydänpuussa.

Avainsanat Kuusi, jatkuva kasvatus, sahatavara, laatu

Sivut 33 sivua, 1 liite

Uneven-aged silviculture has risen to the same level as even-aged silviculture in forest management. Forest management methods for uneven-aged forests are selected according to the trees that are grown. Uneven-aged spruce forest harvesting methods are single tree selection and small-scale clearcutting. The aim of cutting is to increase the production of saplings and forest health and enable good conditions for growth.

The aim of the thesis was to find out the quality of uneven-aged spruce sawn timber and quality factors and compare quality between forests. The thesis is part of Future single tree information based forest data system -project of the Geographical Data Centre of the Land Survey. The subscriber of the thesis is the University of Helsinki.

49 trees were cut down into the research material from seven forests. The trees were sawn into sawn timber and they were measured by different quality factors according to the Nordic sawn timber -sorting guide. The quality class of sawn timber was determined on the basis of quality factors. The quality classes were the main grades of US, V, VI and VII.

Between forests, quality factors varied widely. The forest was compared to the amount of rot and compression wood and size and number of different types of branches. Most sawn timber was quality V. Best US quality was obtained from the pitch sawn timber of the butt log. The butt logs had the least healthy and dead branches and the most rot and compression wood.

External factors, such as growth status, influence the variation of quality factors. The number of healthy and dead branches is affected by the reduction of the branches and the characteristic branching of the spruce. The amount of compression wood is likely due to a negative growth attitude. The rot is at the heart of the log and the spruce root fungus best spreads in the roots and heartwood of the tree.

Keywords Spruce, uneven-aged forest, sawn timber, quality

Pages 33 pages and appendices 1 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Jatkuva kasvatus	2
3	Sahatavaran laatu	4
3.1	Laatuluokat	5
3.1.1	Oksat.....	6
3.1.2	Muut laatutekijät	8
4	Tutkimusaineisto	10
4.1	Tutkimuskohteet	10
4.2	Tutkimuspuut.....	14
4.3	Maastotyöt.....	14
4.3.1	Kaato	14
4.3.2	Sahaus	15
4.4	Mittaukset	16
4.5	Laatuluokitus.....	16
4.5.1	Oksien mittaus	17
4.5.2	Muut laatutekijät	19
5	Tulokset	20
5.1	Oksien määrä ja koko	20
5.2	Lahon, lylyn ja pihkakolojen määrä	22
5.3	Laatutekijöiden erot metsiköiden välillä.....	24
5.4	Laatu.....	27
6	Pohdinta ja johtopäätökset	30
	Lähteet.....	33

Liitteet

Liite 1	Koepuiden ikä
---------	---------------

1 Johdanto

Metsien jatkuva kasvatusta on vaihtoehtoinen metsänkasvatustapa jaksollisen kasvatuksen rinnalla. Jatkuva kasvatusta puhuttaa ihmisiä enenevässä määrin, koska metsät pysyisivät aina peitteisinä eikä isoja avohakkuita tehtäisi. Jatkuvan kasvatuksen tarkoituksena on kasvattaa metsää niin, että metsämaa pysyy peitteisenä koko ajan. Suurimmat aukot olisivat 0,3 ha kokoisia pienaukkoja, joilla edistetään metsän uudistumista.

Opinnäytetyö on osa Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen projektia, johon valitut koealat ovat Evon ja Vesijaon metsistä. Koealat ovat alun perin osa Luken ERIKA-tutkimusprojektia. Koealat ovat perustettu metsiköihin vuosina 1991–1992, mutta metsiköitä on hoidettu vuosina 1984–1988 poimintahakkuilla. Tutkimusprojektia varten koemetsiköt laserkeilattiin maastolaserkeilaimella kesällä 2021 ja lennokilla syksyllä 2021. Tutkimukseen valitut pää- ja lisävaltapuut kaadettiin ja sahattiin talvella 2022 Hämeen Ammatti-Instituutin opiskelijoiden toimesta.

Opinnäytetyössä selvitetään, minkälaista sahatavaran laatua jatkuvan kasvatuksen menetelmin kasvatetuista kuusimetsistä saadaan. Sahatuista sahatavarakappaleista mitataan Pohjoismaisen sahatavara -lajitteluohjeen mukaan eri laatutekijöitä, joiden perusteella selvitetään sahatavarakappaleiden laatuluokka. Lisäksi opinnäytetyössä verrataan laatua koemetsiköiden välillä ja tutkitaan laatutekijöiden vaikutusta laatuluokan määräytymiseen. Aineiston mittaukset tehtiin allekirjoittaneen ja toisen samasta tutkimusaineistosta tehdyn opinnäytetyön tekijän toimesta Evon sahalla kevättalvella 2022.

Tutkimusaineisto on ensimmäinen laatuaan jatkuvan kasvatuksen kuusikoista. Koealat ovat perustettu vasta 30 vuotta sitten ja sitä ennen metsiköitä on hoidettu tuntemattomalla tavalla. Vasta koealojen perustamisen jälkeen metsiköitä on hoidettu tunnetulla tavalla ja voimakkuudella jatkuvan kasvatuksen menetelmin poimintahakkuilla.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat, että minkälaista sahatavaran laatua jatkuvan kasvatuksen kuusimetsistä voi saada ja voiko laatutekijöiden määrää ennustaa ulkoisista tekijöistä. Lisäksi tutkitaan, miten eri laatutekijät vaikuttavat laatuluokkaan ja miten laatu

vaihtelee metsiköiden välillä. Jatkuvan kasvatuksen metsänhoitomenetelmin hoidetuista koealoista valitaan edustavimmat puut, jotka sahataan Evon sahalla sahatavaraksi. Sahatavarasta mitataan laatuun vaikuttavat tekijät, joiden avulla määritetään kullekin saheelle laatuluokka. Tavoite on selvittää laatuluokkaan vaikuttavat tekijät ja saada vertailukelpoinen aineisto metsiköiden välille.

2 Jatkuva kasvatus

Jatkuva kasvatus on metsänkasvatustapa, jossa metsämaa on koko ajan puuston peittämä. Kasvamaan jätetyllä puustolla on erilaisia tarkoituksia, kuten siementen tuottaminen. Jatkuva kasvatus on vaihtoehtoinen metsänkasvatustapa jaksollisen kasvatuksen rinnalla siihen sopivilla kohteilla. (Valkonen, 2020, s. 8) Jaksollinen kasvatus tarkoittaa metsänkasvatustapaa, jossa puut kasvavat yhdessä jaksossa. Jaksollisen kasvatuksen metsät ovat saman ikäisiä ja pituisia.

Erirakenteinen metsänkasvatus tarkoittaa, että metsässä on puita eri läpimittaluokista, puut voivat olla samanikäisiä, mutta puuston rakenneluokka vaihtelee. Eri-ikäisrakenteinen metsä on samannäköinen erirakenteisen metsän kanssa, mutta eri rakenneluokan puut ovat myös eri-ikäisiä. (Pukkala ym., 2011, ss. 27–28)

Eri-ikäisrakenteisen metsän metsänhoitomenetelmiä ovat poiminta- ja pienaukkohakkuut. Poimintahakkuun tarkoituksena on antaa kasvutilaa alempien jaksojen puille ja edistää metsän taimettumista poistamalla suurimpia puita sekä vialliset ja sairaat puut. Pienaukkohakkuussa metsään tehdään alle 0,3 hehtaarin kokoisia aukkoja. Tavoitteena on, että aukot taimettuvat luontaisesti reunalle jäävän puuston ansiosta. (Valkonen, 2020, s. 10) Muita jatkuvan kasvatuksen metsänhoitomenetelmiä ovat yläharvennus, ylispuuhakkuu, siemen- ja suojuspuuhakkuut (Arvometsä, 2014).

Jatkuvan kasvatuksen metsänhoitomenetelmät valitaan kasvatettavan puulajin mukaisesti. Varjoa sietävien puulajien metsiköissä, kuten kuusikoissa, voidaan toteuttaa eri-ikäiskasvatusta poimintahakkuilla hyvällä menestyksellä. Ylispuukasvatus ja tarpeeksi suuret pienaukkohakkuut sopivat puolestaan valopuulajeille, männylle ja koivulle, paremmin.

Kasvupaikka vaikuttaa jatkuvan kasvatuksen onnistumiseen. Karuille kasvupaikoille sopiva puulaji on mänty, koska ravinteikkaamman maaperän tarvitsevat puulajit selviytyvät vain heikosti kyseisellä kasvupaikalla. Tuoreilla kankailla on useampi vaihtoehto kasvatettavassa puulajissa eikä sitä vaivaa niin suuri heinittyminen kuin lehtomaisia kankaita. (Valkonen, 2020, ss. 17–18)

Jatkuvan kasvatuksen metsissä suurin osa puustosta on pieniä puita, joista vain harva kasvaa tukkipuuksi. Tämä johtuu siitä, että osa pienistä puista kuolee nuorena, osa vahingoittuu hakkuissa ja jäljellä olevat puut harvennetaan vielä sopivaan kasvatustiheyteen. (Valkonen, 2020, s. 21) Jatkuvassa kasvatuksessa tarvitsee tehdä taimikonhoitoa. Erityisesti rehevät pienaukot ja männyn ylispuukasvatuksessa syntyneet taimikot on syytä harventaa. Taimikonharvennus kannattaa tehdä vasta hakkuun jälkeen, jos metsään on suunnitteilla lähiaikoina hakkuu, koska osa taimista voi rikkoutua hakkuun aikana. (Valkonen, 2020, ss. 59–60)

Tuulituhojen riski on eri-ikäisrakenteisissa metsissä pieni vaiheittaisen kasvutilan lisäämisen ansiosta. Myös pienaukkojen sijoittelu erilleen vähentää tuulituhoriskiä. Lumituoja kuitenkin esiintyy pienaukkoihin syntyneissä taimikoissa ja sen takia taimikonhoito on tärkeää tehdä oikeaan aikaan. Kirjanpainajat iskevät yleensä lämpimillä paikoilla oleviin heikentyneisiin puihin ja tuulen kaatamiin metsiköihin. Eri-ikäisrakenteinen metsikkö on varjoisa ja puiden vaihteleva rakenne ehkäisee kirjanpainajatuhoja. Tiheässä olevat paahteiset pienaukot, joissa on kaatuneita tai sairaita puita, houkuttelevat kirjanpainajia. Juurikäävän vaivaamat metsät eivät sovellu jatkuvaan kasvatukseen, koska tautiin ei ole muuta torjuntakeinoa kuin avohakkuu ja puulajin vaihtaminen. (Valkonen, 2020, ss. 72–76)

Eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus sopii varjoa sietävälle kuuselle. Kuusikon metsänhoitomenetelmiä ovat poiminta- ja pienaukkohakkuut. Poimintahakkuilla poistetaan suurimpia puita ja luodaan tilaa kasvamaan jääville puille. Kaikkia suurimpia puita ei kuitenkaan pidä kaataa, sillä läpimitaltaan yli 25 cm puut tuottavat suurimman osan taimettumiseen tarvittavista siemenistä (Metsänhoidon suositukset, n.d.). Pienaukkohakkuut edistävät uudistumista ja taimikon kehitystä sekä mahdollistavat valopuulajien syntymisen varjosiini kuusikoihin. Pienaukkojen välialueille on suositeltavaa

tehdä poiminta- tai harvennushakkuita. (Valkonen, 2020, s. 41) Kaikkien hakkuiden yksi tarkoitus on mahdollistaa uusien taimien syntyminen ja ylläpitää hyvät kasvuolosuhteet sekä lisätä puuston terveyttä.

Kuusimetsien taimettumiseen vaikuttavat siemensadon runsaus, sääolosuhteet, heinittyminen ja kohdan taimettumisherkyys. Taimettumista voi nopeuttaa pienaukoissa maanmuokkauksella, joka on suositeltavaa tehdä erityisesti lehtomaisilla kankailla. Pienaukot kannattaa kuitenkin sijoittaa jo olemassa olevan taimikon ylle, jolloin maanmuokkausta ei tarvita. Taimien kehitykseen vaikuttaa valon, ravinteiden ja veden määrä. (Valkonen, 2020, ss. 51–55)

Kuusikon uudistuminen jatkuvan kasvatuksen metsissä onnistuu Etelä-Suomessa tuoreilla kankailla ja vaihtelevasti lehtomaisilla kankailla. Lehtomaisten kankaiden rehevyys vaikeuttaa taimien syntymistä etenkin, jos hakkuissa on jätetty metsä liian harvaksi. Pohjois-Suomessa rehevä kasvupaikka saattaa olla edellytys jatkuvan kasvatuksen toimimiselle. (Valkonen, 2020, s. 54)

Eri-ikäisrakenteisen kuusikon perustamista kannattaa miettiä tarkoin juurikäävän vaivaamalla alueella. Tiheet hakkuuvälit mahdollistavat juurikäävän leviämisen, vaikka kannot käsiteltäisiin torjunta-aineella. Juurikääpä leviää juuriston kautta ja sitä esiintyy jokaisessa ikäluokassa. Jatkuva kasvatus, kuusi ja juurikääpä ovat tuhoisa yhdistelmä. (Valkonen, 2020, s. 76)

Sekapuustoisuus lisää taimettumista ja taimien kasvua sekä edesauttaa niiden pysymistä elpymiskykyisinä. Sekapuustoisuus lisää monimuotoisuutta ja vähentää tuhoriskiä. Myös riistaeläimet ja metsäkanalinnut viihtyvät tiheimmissä alikasvoskuusikoissa. (Metsänhoidon suositukset, n.d.)

3 Sahatavaran laatu

Sahatavaralaadut ovat määritelty niin, että sahateollisuus voi tuottaa markkinoille sahatavaraa kestävästi ja pitkäkestoisesti. Sahatavaran lajittelu eri laatuluokkiin johtuu puun

ominaisuuksista ja rakenteen vaihtelusta. Laatuluokat ovat kehitetty vastaamaan asiakkaan vaatimuksia. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 6) Sahatavara eli sahe tarkoittaa neljältä sivulta sahattua puutavaraa (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 11).

Pohjoismaissa lievästi kapenevista mänty- ja kuusirungoista saadaan laadukkaita ja pitkiä tukkeja. Monipuolinen sahatavaran käyttö mahdollistuu laadukkaalla mittaustarkkuudella ja sahausjäljellä sekä käyttötarkoitukseen sopivalla kuivausasteella. Kyseiset ominaisuudet ovat oleellisia myös jatkojalostuksessa, jolloin esimerkiksi hukkapuun osuus saadaan minimiin. Havusahatavarassa on tiivis rakenne ja suuri sydänpuun osuus sekä hyvät kosteus- ja lämpötekniset ominaisuudet. Hyvän lujuus-painosuhteen takia havusahatavaraa voidaan käyttää rakennusten kantavissa rakenteissa. Sahatavaran muodonmuutosten ja vääristymien vähyyttä johtuu tiheästä puuaineksestä. Sahatavara halkaistaan sydänhalkaisulla, jolloin puun sisäiset jännitykset häviävät ja se pysyy muodossaan. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, ss. 8–9)

3.1 Laatuluokat

Sahateollisuudessa sahatavaralla on neljä päälaatuluokkaa US, V, VI ja VII (Taulukko 1). Korkein laatuluokka US jakaantuu neljään alalaatuun, US I - US IV, joista korkein on US I. Muut päälaatuluokat eivät sisällä alalatuja. Laatuluokka VII hyväksyy kaikki puun ominaisuudet, kunhan sahatavara pysyy koossa ja sahanterä on koskettanut vähintään 2/3 puun pituudesta. Laatuluokkia voidaan myös yhdistää kauppasopimuksen mukaisesti. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, ss. 13–14)

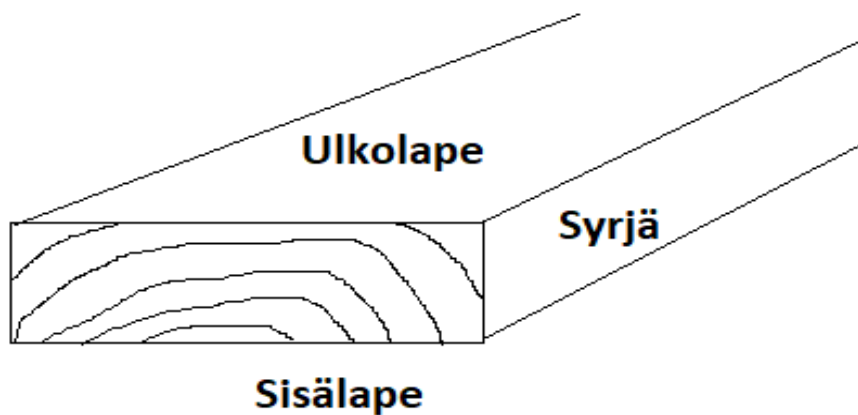
Taulukko 1. Laatuluokat (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 13).

Laatuluokat				
Päälaadut	US	V	VI	VII
Alalaadut	US I, US II, US III, US IV			

Puulajit on lajiteltava erikseen. Sahatavarassa olevat ominaisuudet, vikojen sijainti, koko, määrä, laatu ja koostumus määräävät sahatavaran laadun. Tärkeimmät kriteerit ovat oksien koko, määrä ja sijainti. Laatua määrittäessä jokainen sahatavarakappaleen sivu arvioidaan erikseen. Kullekin laatuluokan kriteerille on kerrottu maksimiarvot huonoimman metrin ja muotovikojen osalta kahden metrin matkalla. Laatu todetaan kyseisen kappaleen syrjien ja pintalappeen mukaan, sydänlape voi olla yhden laatuluokan huonompi. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 18)

Tässä opinnäytetyössä aineiston mittauksessa tarkasteltiin tuoreiden ja kuolleiden oksien kokoa ja määrää, saheen suoruutta, lahon ja lyllyn määrää sekä pihkakolojen kokoa. Laatuluokkina käytettiin päälaatuluokkia US, V, VI ja VII. Laatuluokka määräytyi aina saheen ulkolappeen ja molempien syrjien (Kuva 1) ominaisuuksien mukaan.

Kuva 1. Saheen osat merkattuna sahatavarakappaleeseen.



3.1.1 Oksat

Oksat ovat yleisin saheen laatuun vaikuttava ominaisuus. Oksien muoto, sijainti kappaleessa ja suhteessa toisiinsa sekä oksalaatu määrittää oksien vaikutuksen laatuun. Kyseiset tekijät vaikuttavat myös oksan koon mittaustapaan. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 46)

Oksat karsiutuvat rungossa alhaalta ylöspäin, useilla puulajeilla voi erottaa ytimestä kuoreen päin oksaisuudeltaan kolme erilaista kerrosta. Ytimen lähellä on kerros terveitä oksia, jonka jälkeen tulee kuolleita oksia (Kuva 2) ja uloimpana on oksaton kerros. Alussa rungon ja oksien pituus- ja paksuuskasvu on samaa luokkaa, mutta oksien paksuuskasvu heikentyy muutaman vuoden kuluessa suhteessa rungon paksuuskasvuun. Rungon sisällä olevia oksia kutsutaan sisäoksiksi. Sisäoksien puuaine on huomattavasti tiheämpää kuin runkopuun. Puutuoteteollisuudessa oksia pidetään vikana, koska syiden suunta on poikkeava oksapuussa ja ympäryspuussa ja ne aiheuttavat puuta työstäessä lohkeamia. (Kärkkäinen, 2007, ss. 279–280)

Pituussuuntainen kutistuminen on kaksinkertainen suurioksisissa kuusisaheissa verrattuna oksattomiin saheisiin, suuri kutistumisen määrä aiheuttaa muotovikoja. Rakentamisessa merkittävin vika on oksaisuuden heikentävä vaikutus lujuteen. Oksien lujuus on korkea, mutta ne ovat selkeästi heikompiä verrattuna tavalliseen puuaineeseen, kun lujuus jaetaan tiheydellä. Käytännössä oksat heikentävät esimerkiksi sahatavaran lujutta, koska ne ovat puuaineessa epäsäännöllisyyksiä. On havaittu, että oksien lähelle syntyy murtumia, missä epäsäännöllisyyksien vaikutuksesta syntyy erityisen korkeita jännityksiä. Oksat voivat aiheuttaa puuaineeseen jännityksiä, jonka seurauksena oksia halkeilee ja irtoaa, joka johtuu myös siitä, että oksat kuivuvat muuta puuainetta nopeammin. (Kärkkäinen, 2007, s. 280)

Kuva 2. Terve oksa vasemmalla ja kuollut oksa oikealla.



3.1.2 Muut laatutekijät

Oksien lisäksi sahatavaran laatua määrittäessä tarkastellaan myös sahatavaran muita ominaisuuksia. Laatuluokkaan vaikuttavat kappaleessa olevat muotoviat, halkeamat, erilaiset vauriot ja lylyn määrä. Muotovikoja ovat lape- ja syrjävääritys sekä kierous. Kierous tarkoittaa saheen kiertymistä tasoon nähden. Saheen taipuessa lappeen tai syrjän pituussuunnassa puhutaan lape- ja syrjäväärityksestä. Muotoviat mitataan huonoimman kahden metrin matkalta. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, ss. 54–55)

Puista löytyy erilaisia vaurioita, jotka vaikuttavat saheen laatuluokkaan. Tällaisia vaurioita ovat laho, sinistymät, kaarnarosot, korot sekä latvamurtumat (Kuva 3). Terveen puun ja kovan lahon puuaineen kovuus on samaa luokkaa. Pehmeän lahon kohdalta puuaines on jo menettänyt kaiken kovuutensa. Lahon ja lylyn määrä mitataan prosentteina koko kappaleen pinta-alasta. Lyly on reaktiipuuta, joka syntyy puun yrittäessä vahvistaa runkoon kohdistuvaa rasiitusta. Lyly on väriltään normaalia puuainesta tummempaa ja kovempaa, joka aiheuttaa sahattaessa ongelmia. Sinistäjäsieni aiheuttaa puuainekseen värinmuutosta eli sinistymää. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, ss. 52–53)

Kuva 3. Latvamurtuma.



Kaarnaroso, korot ja pihkakolot (Kuva 4) mitataan millimetrin tarkkuudella saheen pituussuunnassa. Kaarnaroso on puuaineen sisälle jäänyttä kuorta. (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 51) Koro on puun rungossa oleva vaurio, jonka puu pyrkii suojaamaan sisäänsä eli kylestämään (Puuproffa, n.d.).

Kuva 4. Pihkakolo.



4 Tutkimusaineisto

Luonnonvarakeskus (Luke) suorittaa yksityiskohtaista tutkimusta puiden syntymisestä, kasvu- ja kuolleisuus prosessista meneillään olevassa ERIKA-tutkimuksessa, joka käyttää yksittäisten puiden valintaa kokeellisilla koealoilla (Eerikäinen ym., 2014). Opinnäytetyön koemetsiköt ovat osa ERIKA-tutkimusprojektia, mutta opinnäytetyössä tuotettu tutkimusaineisto kuuluu Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen ”Tulevaisuuden yksittäisen puun tietoihin pohjautuva metsätietojärjestelmä” -projektiin. Työn tilaajana on Helsingin yliopisto ja ohjaajana tilaajan puolesta toimi Jiri Pyörälä.

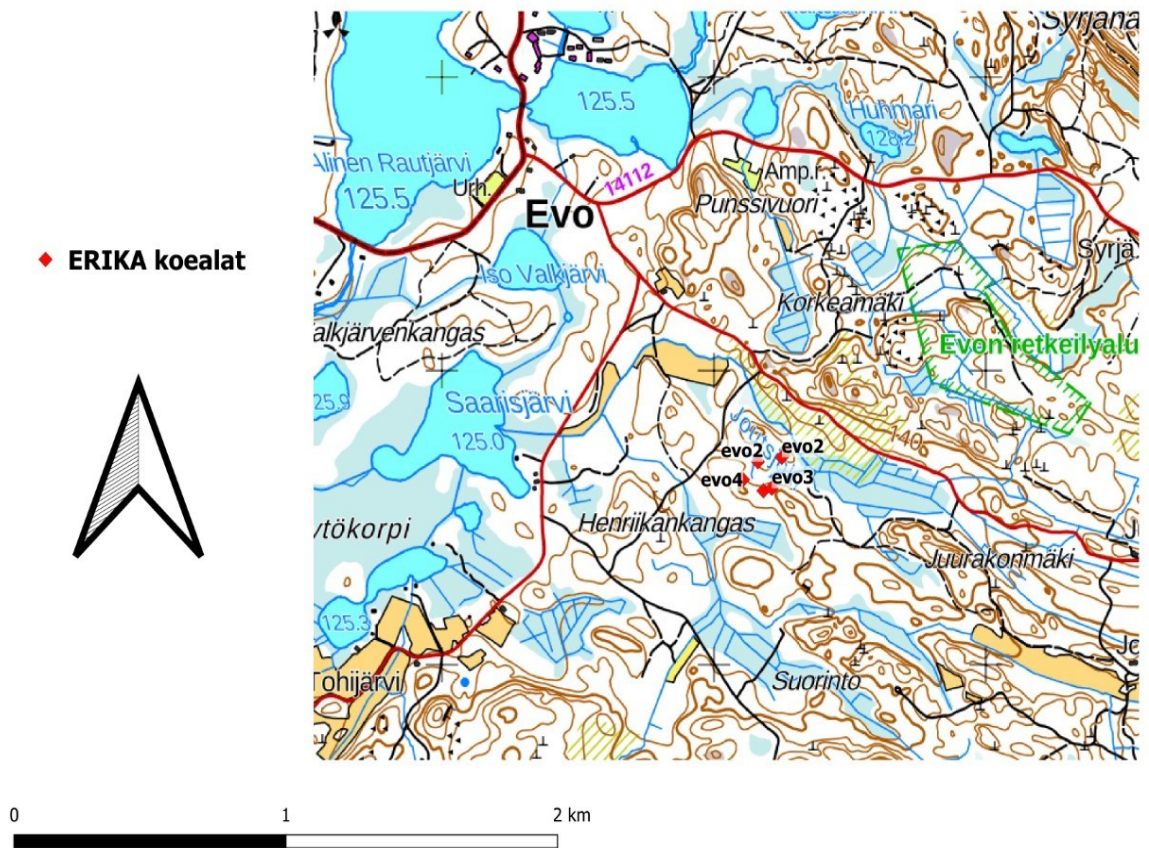
4.1 Tutkimuskohteet

Koealat ovat perustettu Luken ERIKA-tutkimusprojektia varten Evolle (Kuva 5), Vesijaolle (Kuva 6), Lapinjärvelle ja Suonenjoelle. Koealat perustettiin vuosina 1991–1992. Alun perin perustettiin 21 koealaa, jotka valittiin subjektiivisesti 40 ehdokkaan joukosta Metlan, Metsähallituksen, Evon opetusmetsän ja muutaman yksityisen metsänomistajan mailta. Yksi koealoista tuhoutui täysin myrskyssä 1998. Suonenjoella sijaitsevien neljän koealan tiedot hävitettiin niiden poikkeavan mittausprotokollan vuoksi. Tutkimusmateriaaliksi valikoitui

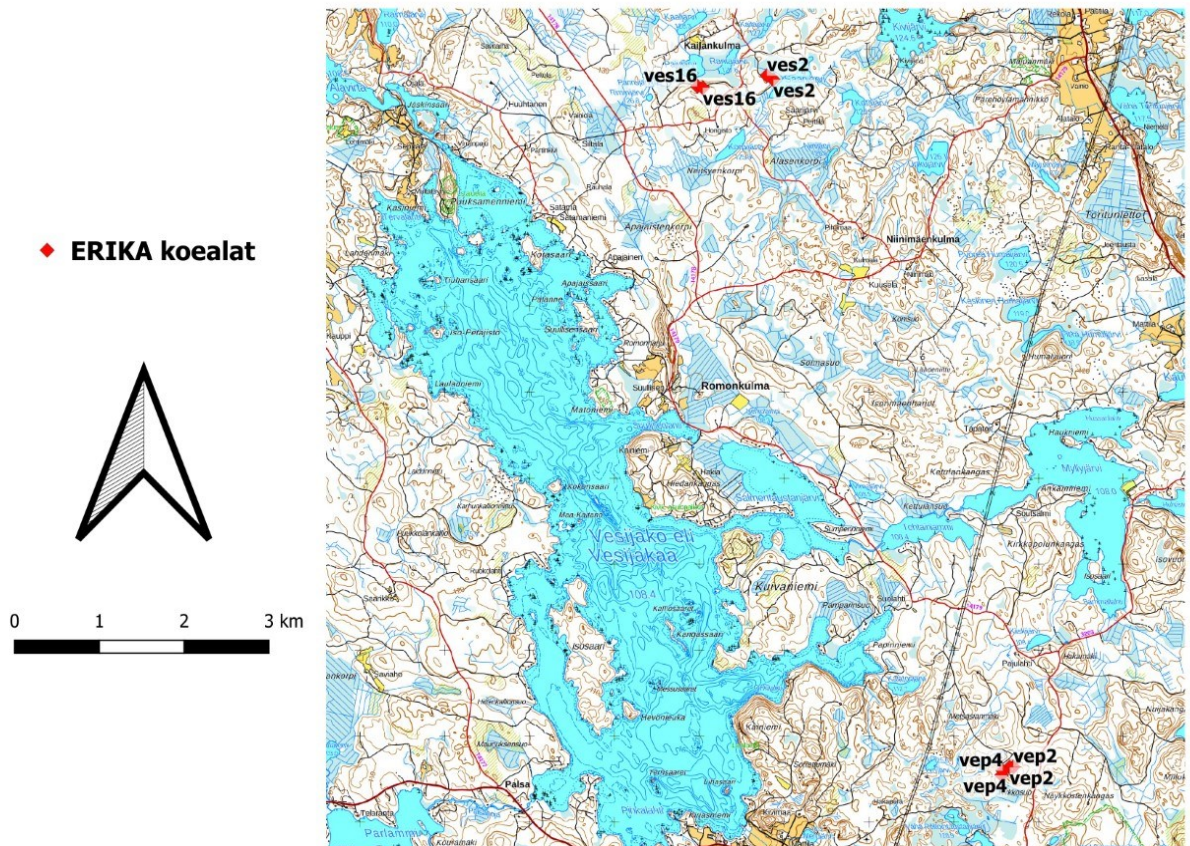
lopulta 16 metsikköä, joista on poistettu Suonenjoella sijaitsevat metsiköt. (Eerikäinen ym., 2014)

Vuosien 1950–1980 välisenä aikana metsiköitä on hoidettu valituilla hakkuilla tuntemattomalla voimakkuudella. Vuosina 1984–1988 metsiköissä tehtiin poimintahakkuita vaihtelevalla voimakkuudella. Vuonna 1996 hakkuut toteutettiin kasvattaen eri-ikäisrakenteisuutta 11 metsikössä. Tarkoituksena oli palauttaa metsiköiden pohjapinta-ala vuosien 1984–1988 tasolle. Poistettavat puut olivat suurimmista läpimittaluokista (yli 30 cm), mutta osa puista oli säilytettävä tavoitellun pohjapinta-alan saavuttamiseksi. Myös keskisuuria (20–30 cm) puita jouduttiin poistamaan. Viisi metsikköä jätettiin harventamatta harvennustarpeen puuttuessa. Kolme viidestä metsiköstä oli harvennettu kolme vuotta aiemmin ja kahdessa muussa metsikössä ei olisi ollut riittävää poistumaa niiden hitaan kasvun takia. (Eerikäinen ym., 2014)

Kuva 5. Evon ERIKA-projektin koealojen sijainnit (Pyörälä, henkilökohtainen tiedonanto, 30.6.2022).



Kuva 6. Vesijaon ERIKA-projektin koealojen sijainnit (Pyörälä, henkilökohtainen tiedonanto, 30.6.2022).



Tutkimukseen valitut metsiköt ovat kasvupaikkatyybiltään tuoreita kankaita (Taulukko 2). Puustotiedot VEP2-, VEP4- ja VES16-metsiköistä oli mitattu vuonna 2016 ja muiden metsiköiden puustotiedot ovat vuodelta 2021. Runkoluku vaihtelee metsiköiden välillä 600 rungosta 2156 runkoon hehtaarilla ja pohjapinta-ala 8,35–22,16 m²/ha välillä. Puuston pituus kaikissa metsiköissä oli hiukan yli 23 metriä, poikkeuksena EVO4-metsikkö, jossa puuston pituus oli yli 25 metriä. Puiden läpimitta oli mitattu 1,3 metrin korkeudelta.

Taulukko 2. Metsiköiden puustotiedot.

Metsikkö	Kasvupaikkatyyppi	Runkoluku	Pohjapinta-ala	Pituus (m)	Läpimitta 1,3 (cm)
EVO2	MT	1819	12,69	23,80	29,00
EVO3	MT	2156	13,19	23,46	19,59
EVO4	MT	1344	22,19	25,86	21,60
VEP2	MT	600	8,35	23,08	18,78
VEP4	MT	1344	11,98	23,03	20,17
VES16	MT	1581	14,61	23,13	24,93
VES2	MT	1712	22,15	23,30	20,92

4.2 Tutkimuspuut

Tutkimuspuiksi valittiin 49 koepuuta seitsemästä eri metsiköstä. Metsiköistä kolme sijaitsevat Evolla ja neljä Vesijaolla. Jokaisesta metsiköstä kaadettiin seitsemän puuta 3–4 puun ryppäissä. Poikkeuksena on yksi Evon metsikkö, josta kaadettiin seitsemän puun rypäs. Koepuiden valintakriteerinä oli edustavuus sekä yli 20 cm rinnankorkeusläpimitta. Koepuut olivat mahdollisuuksien mukaan pää- ja lisävaltapuita sekä välipuita. Koepuut merkattiin maastossa juoksevalla puulD numeroinnilla 1–49.

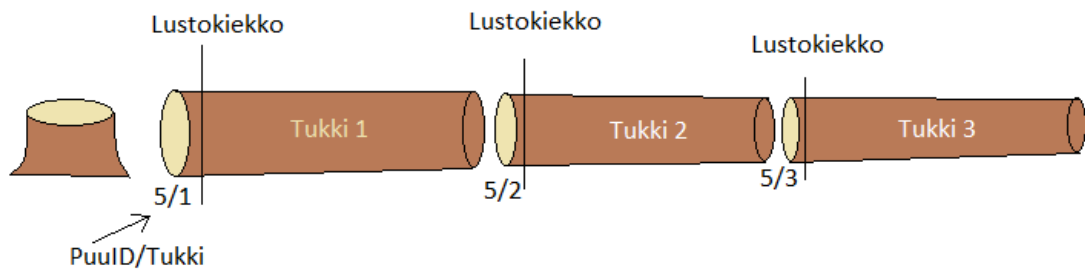
4.3 Maastotyöt

Metsiköistä valittiin kaadettavat puut. Hämeen Ammatti-Instituutin opiskelijat kaatoivat valitut puut talvella 2022. Puut kuljetettiin Evon sahalle, jossa metsuriopiskelijat sahasivat tukit sahatavaraksi keväällä 2022.

4.3.1 Kaato

Puiden kaato ja katkonta tehtiin tammikuussa 2022. Yhdestä koepuusta sahattiin 1–5 tukkia (Kuva 7), joiden pituus oli 400–520 cm. Tukkien sahauksen yhteydessä sahattiin myös viiden senttimetrin paksuiset lustokiekot. Lustokiekot otettiin jokaisen tukin tyvipäästä. Kaikkien tukkien päähän merkattiin puulD numero sekä tukin numero tyvestä lähtien. Koepuun kannon korkeus syntypisteestä ja tukkien pituudet mitattiin senttimetrin tarkkuudella.

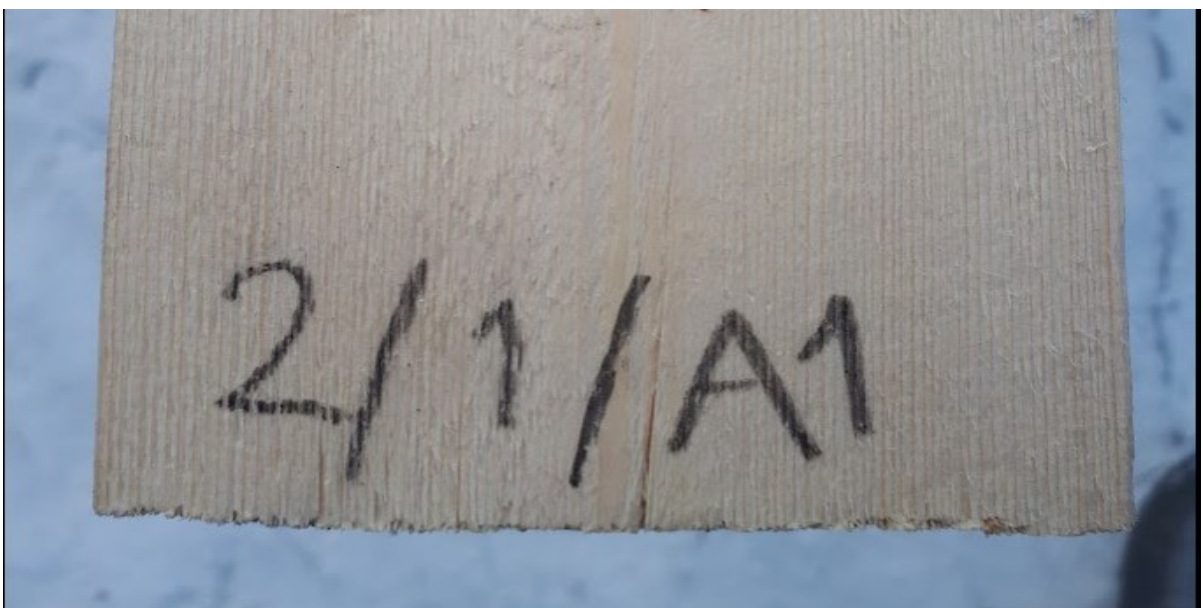
Kuva 7. Puun katkonta ja merkintä.



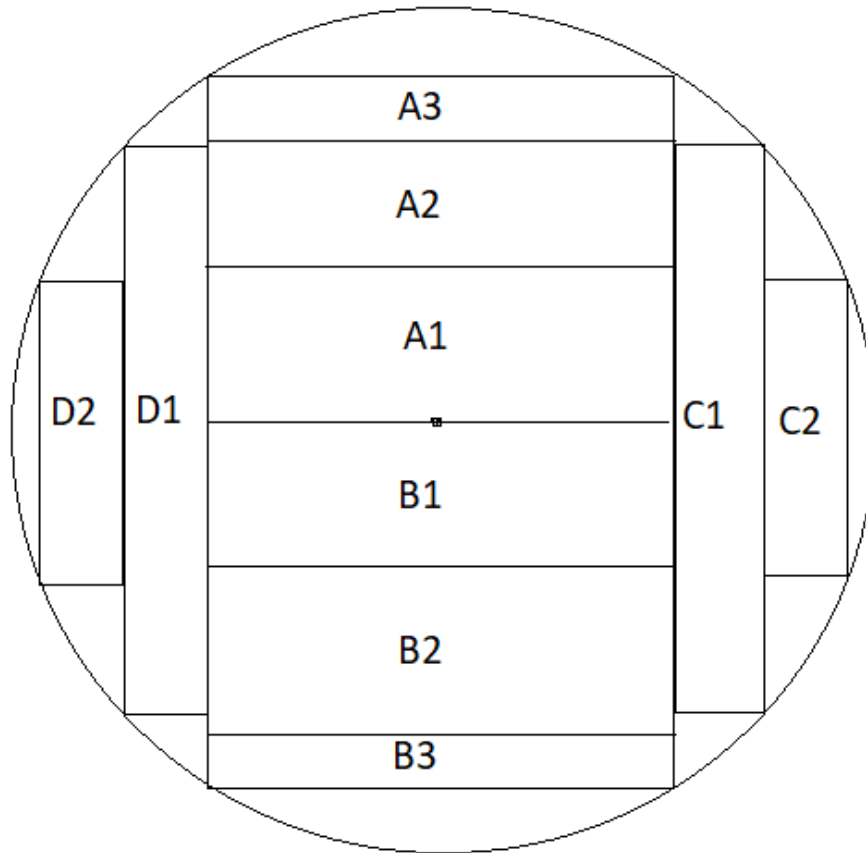
4.3.2 Sahaus

Koepuut kuljetettiin Evon sahalle helmikuun 2022 aikana, jonka jälkeen aloitettiin tukkien sahaaminen sahatavaraksi. Jokaiseen saheeseen merkattiin sahauksen jälkeen puulD/tukki/sahe numerot (Kuva 8). Saheella tarkoitetaan sahatavarakappaletta. Saheiden koot olivat 22x75 mm, 22x100 mm, 22x125 mm, 22x150 mm, 50x75 mm, 50x100 mm, 50x125 mm, 50x150 mm ja 50x200 mm. Saheen numero määräytyi suunnan ja sijainnin perusteella (Kuva 9).

Kuva 8. Malli saheen merkitsemistavasta.



Kuva 9. Kaavio saheiden merkitsemisestä.



4.4 Mittaukset

Mittaukset aloitettiin saheiden valmistuttua maaliskuussa 2022 Evon sahalla. Kaikista saheista mitattiin ulkolape ja laatuluokka määriteltiin ulkolapteen ja syrjien perusteella. Saheista A1, C1 ja D1 mitattiin myös sisälape. B1-saheesta ei mitattu sisälapetta, koska se oli sama kuin A1-saheen sisälape. Oksakiehkuraväli mitattiin kappaleen sisälapeelta.

4.5 Laatuluokitus

Saheiden laatuluokkina käytettiin päälaatuluokkia US, V, VI ja VII. Laatuluokkien määrittämiseen vaikuttivat oksat, kappaleen suoruus, lahon ja lyllyn määrä sekä pihkakolojen koko. Laatuluokka määräytyi aina ulkolapteen ja syrjien mukaisesti. Yleensä sahatavaran

laatua luokiteltaessa sisälape saa olla yhden laatuluokan huonompi kuin ulkolape, mutta tässä tutkimuksessa sisälapeelle ei määritetty erikseen omaa laatuluokkaa.

4.5.1 Oksien mittaus

Jokaisesta kappaleesta mitattiin tuoreiden, kuolleiden, lahojen ja irto-oksien määrä.

Tuoreista ja kuolleista oksista mitattiin lisäksi keskimääräisen ja suurimman oksan koko.

Mittauksissa ei otettu huomioon läpimitaltaan alle 10 mm kokoisia oksia. Oksien läpimitta mitattiin kullekin oksamuodolle Pohjoismainen sahatavara -lajitteluohjeessa määritetyllä tavalla. Laatuluokka määräytyi oksien määrän ja koon perusteella (Taulukko 3).

Taulukko 3. Päälaadut – oksien määrä ja koko (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, ss. 23–24).

Päälaadut - oksien lukumäärä					
Maksimioksien lukumäärä ulkolapteen huonoimmalla metrillä					
	Terve oksa	Kuiva oksa	Kuorioksa	Laho-oksa	Oksien kokonaismäärä
US	4	4	2	0	6
V	5	5	3	3	10
Maksimioksien lukumäärä syrjän huonoimmalla metrillä					
	Terve oksa	Kuiva oksa	Kuorioksa	Laho-oksa	Oksien kokonaismäärä
US	2	3	1	0	3
V	3	3	2	2	5
Päälaadut - oksakoot					
Oksien koko			US	V	
Tuore oksa Lappeet	Kappaleen paksuus	Kappaleen leveys mm	Oksan koko mm		
	16-25	75-115	20	35	
		125-150	25	40	
	44-50	75-115	30	45	
125-150		35	50		
Tuore oksa Syrjät	Kappaleen paksuus mm		Oksan koko mm		
	16-19		15	*	
	22-25		20	*	
	44-50		30	40	
Muut oksat	Oksalaji		% tuoreiden oksien koosta		
	Oksaryhmän oksa		70	70	
	Kuiva oksa		70	70	
	Kuorioksa		50	60	
	Laho-oksa		-	50	
*sama kuin paksuus					

4.5.2 Muut laatutekijät

Oksien lisäksi jokaiselle kappaleelle määritettiin suoruus. Suoruudessa tarkasteltiin lape- ja syrjävääräyksiä sekä kieroutta. Vääräisyys mitattiin huonoimman kahden metrin matkalta. Kappaleiden lahon ja lylyn määrä laskettiin prosenttiosuutena kyseisen kappaleen pinta-alaa kohti. Pihkakolojen määrä ja maksimipituus merkattiin. Pihkakolot vaikuttivat laadun määrittämiseen huonoimman metrin matkalta. Korot mitattiin samalla tavalla pihkakolojen kanssa. Laadun määrittämisessä huomioitiin myös vinosyisyys. Laatu määritettiin muiden vikojen osalta taulukossa (Taulukko 4) näkyvien kriteerien mukaan.

Taulukko 4. Päälaadut – muut ominaisuudet (Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys, 2016, s. 27).

Päälaadut - muut ominaisuudet					
Muut ominaisuudet			US	V	VI
Pihkakolot	huonoin metri	kpl	2	2	2
		pituus mm	50	100	150
Korot	huonoin metri	kpl	1	1	1
		pituus mm	100	200	300
Vinosyisyys	max		1:10	1:07	1:02
Lyly			10	20	50
Pihkaisuus			5	30	50
Kiinteä laho	% kappaleen pinta-alasta		-	5	30
Muotoviat					
kappaleen huonoimmalla 2 metrin matkalla 20 % kosteudessa					
Lapevääräisyys			15	15	25
Syrjävääräisyys	mm		7	7	10
Kierous	% kappaleen leveydestä		10	10	20

Kappaleista tarkasteltiin myös pihkaisuutta, lape-, pääty- ja rengashalkeamia, latvamurtumia sekä vajaasärmäisyyttä. Kappaleessa olevat poikkeavat ominaisuudet merkattiin ylös, mutta ne eivät vaikuttaneet saheen laatuluokkaan.

5 Tulokset

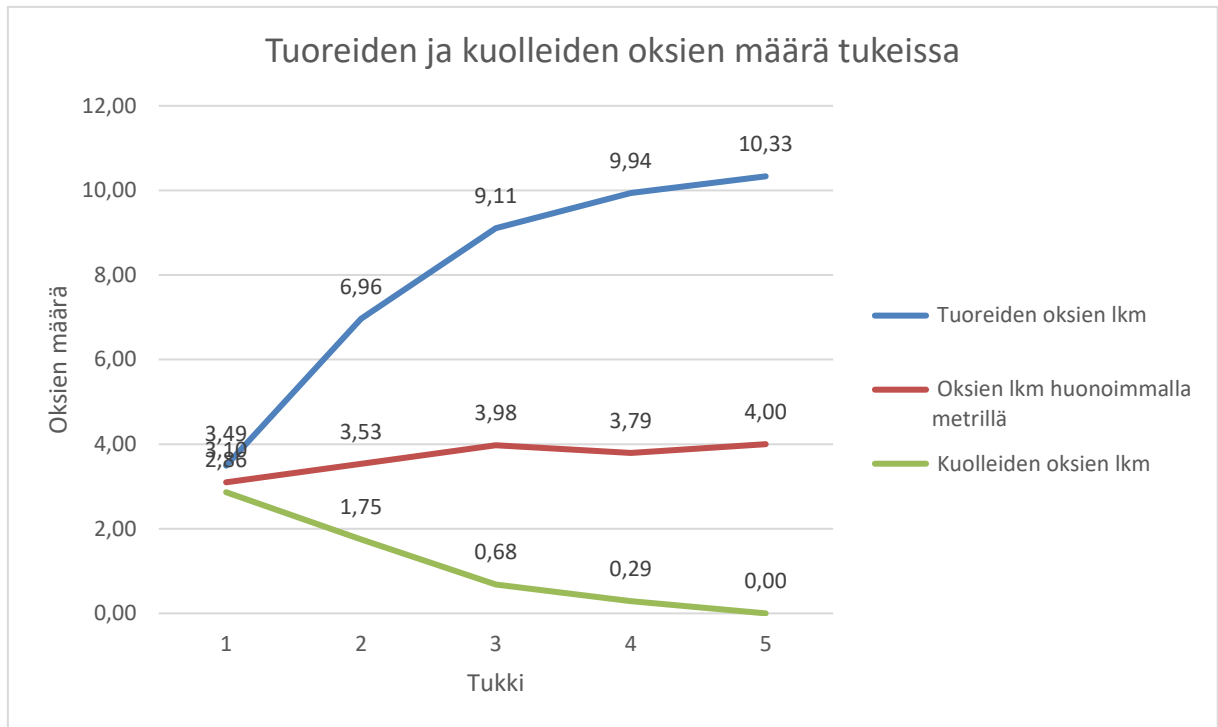
Tutkimusaineistoon kaadettiin Evolta 21 puuta ja Vesijaolta 28 puuta. Puista katkotut tukit sahattiin saheiksi ja mitattiin Evon sahalla. Saheita saatiin 733 kappaletta. Muutamaa tukkia ei voitu sahata huonon laadun takia. Saheet olivat kooltaan 22x75 mm, 22x100 mm, 22x125 mm, 22x150 mm, 50x75 mm, 50x100 mm, 50x125 mm, 50x150 mm ja 50x200 mm. Saheet sahattiin annettuja mittoja käyttäen. Hämeen Ammatti-Instituutin opiskelijat suunnittelivat saheiden sahauksen opettajan johdolla. Tarkoituksena oli saada laadukasta sahatavaraa ja hyödyntää puuaine mahdollisimman hyvin eli maksimoida saanto. Saheiden laatu luokiteltiin paikan päällä mittaustulosten perusteella US, V, VI ja VII laatuihin. Saheet olivat mittaushetkellä tuoreita. Tuloksissa esitetyt arvot ovat laatutekijöiden tunnusten keskiarvoja.

Tyvitukkien tyvipäistä sahatuista lustokiekoista saatiin laskettua puiden ikä. Koepuiden ikä (Liite 1) vaihteli 49–148 ikävuoden välillä. Puiden 2 ja 9 ikää ei voitu laskea, koska lustokiekot olivat hukkuneet lumeen.

5.1 Oksien määrä ja koko

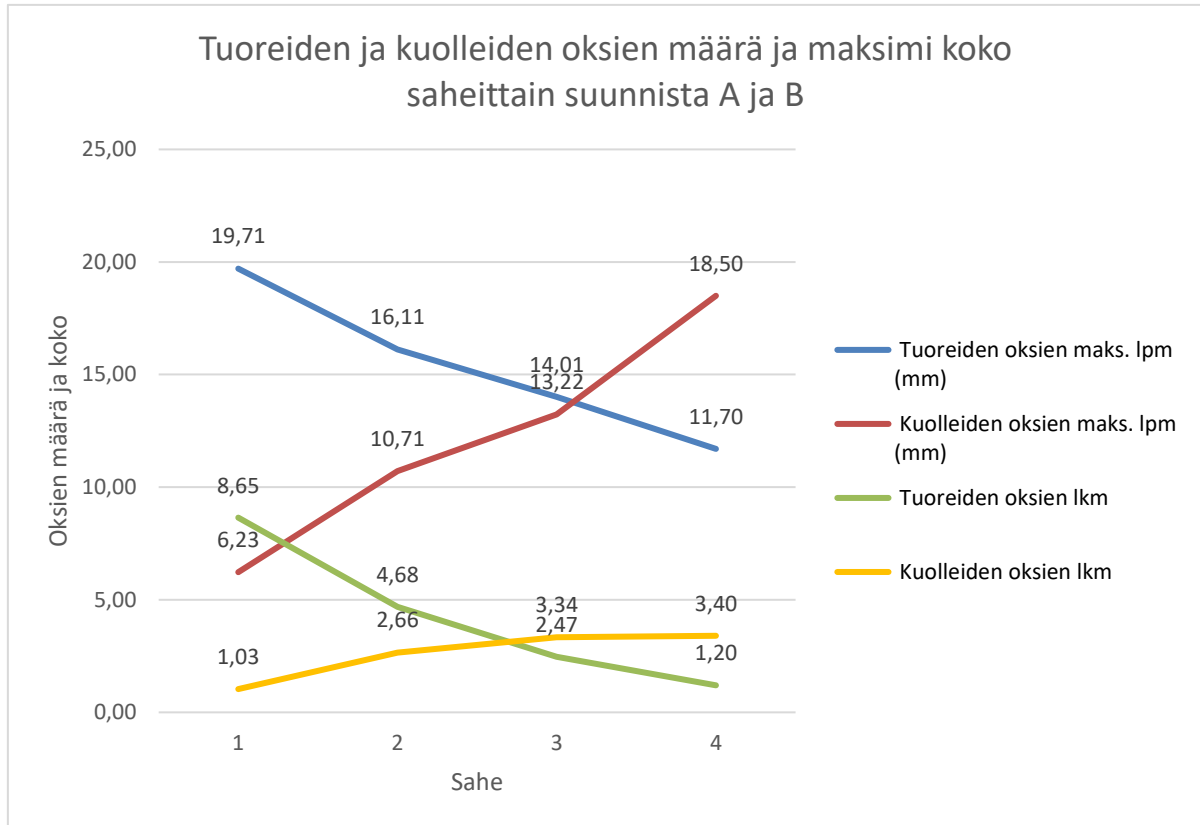
Tuoreiden oksien määrä kasvoi ensimmäisen tukin eli tyvitukin 3,49 kappaleesta latvatukin 10,33 kappaleeseen (Kuva 10). Määrän lisääntyminen oli ensimmäisten tukkien kohdalla nopeampaa ja tasoittui, mitä korkeammalle rungossa päästiin. Kuolleiden oksien määrä oli tyvitukissa 2,86 kappaletta ja se väheni latvaa kohti mentäessä. Oksien määrä huonoimman metrin matkalta pysyi melko tasaisena kaikkien tukkien kohdalla. Ero oli suurin ensimmäisen ja viidennen tukin kohdalla, jossa eroa oli 0,90 kappaletta. Oksien määrien arvot ovat keskiarvoja.

Kuva 10. Kaikkien metsiköiden tuoreiden ja kuolleiden oksien määrä tukeissa.



Tuoreiden oksien määrä oli suurin ytimen lähellä ja pienin kuoren alla (Kuva 11). Taulukossa tarkasteltiin saheita suunnista A ja B, jotka sahattiin ytimen molemmin puolin. Tarkoituksena oli saada käsitys, miten laatutekijät muuttuivat puun ytimen ja kuoren välistä sahatuissa saheissa. Suuntien C ja D saheet sahattiin vasta suunnista A ja B sahattujen saheiden jälkeen, jolloin kyseisten suuntien saheet eivät sisällä ydinsaheita. Myös tuoreiden oksien maksimiläpimitta oli suurin ytimen vieressä ja pieneni kuorta kohti mentäessä. Kuolleiden oksien määrä ja maksimiläpimitta kulki vastakkaiseen suuntaan tuoreiden oksien kanssa.

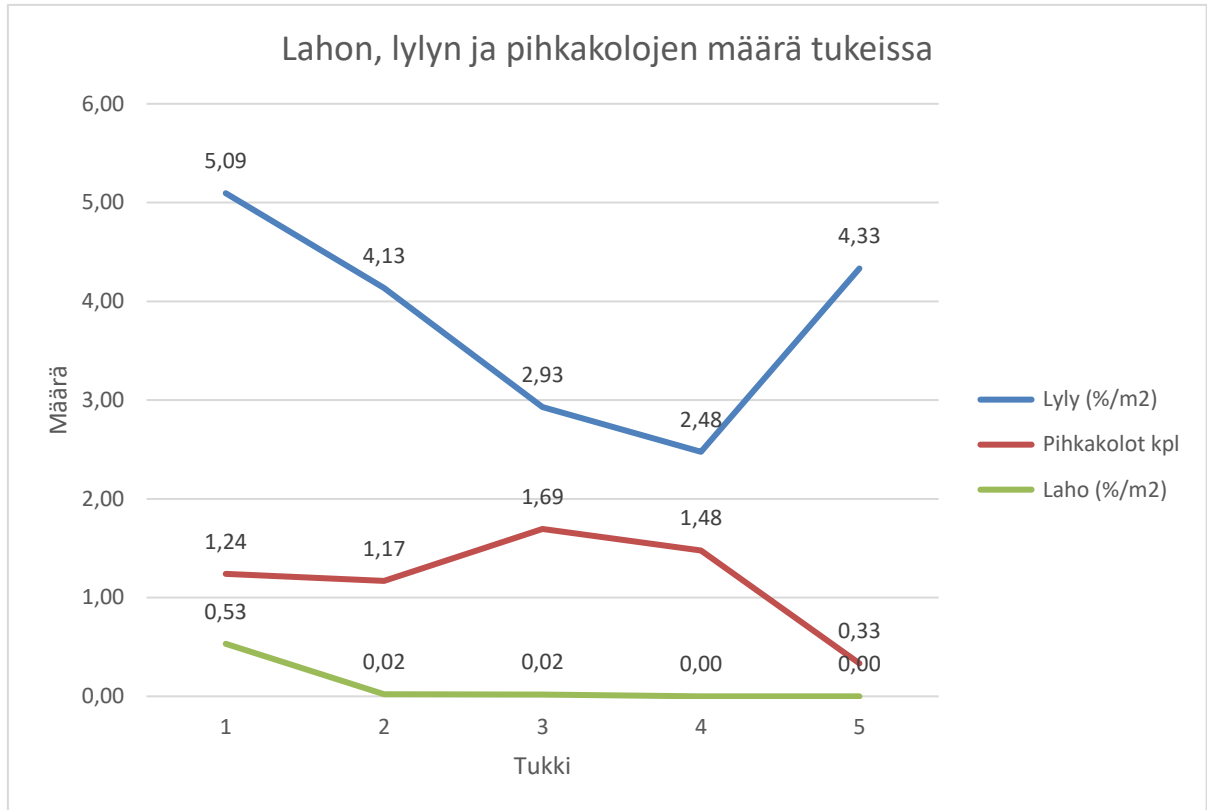
Kuva 11. Tuoreiden ja kuolleiden oksien määrä ja maksimikoko saheittain suunnista A ja B.



5.2 Lahon, lylyn ja pihkakolojen määrä

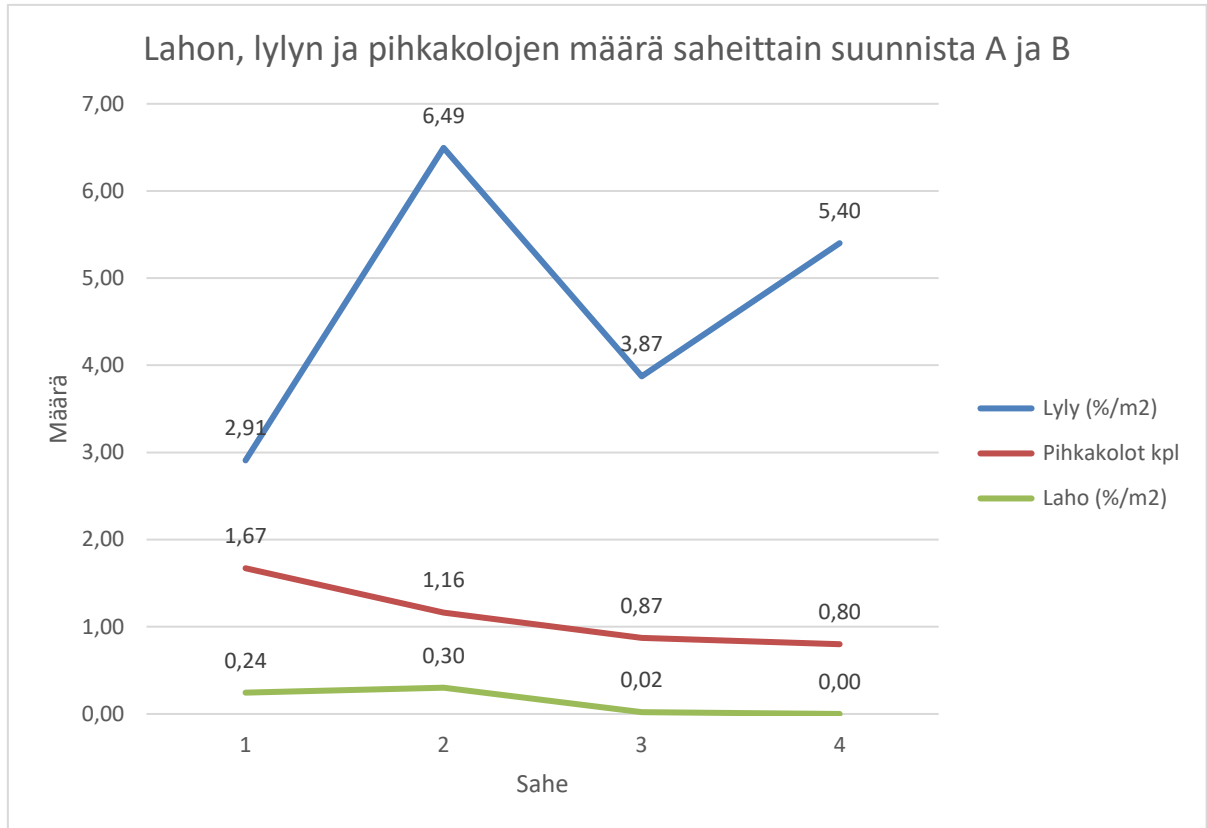
Lahoa esiintyi eniten tyvitukissa (Kuva 12), jota oli $0,53 \text{ %/m}^2$. Seuraavissa kahdessa tukissa lahoa oli hyvin pieniä määriä ja latvassa ei ollenkaan. Lylyn määrä oli suurin tyvitukissa, jossa sitä oli keskimäärin $5,09 \text{ %/m}^2$. Korkeammalle runkoa mentäessä lylyn määrä laski. Viidennen tukin kohdalla lylyn määrä oli kuitenkin lähes sama kuin toisessa tukissa. Pihkakoloja oli melko tasaisesti ensimmäisten neljän tukin kohdalla. Viidennen tukin kohdalla pihkakolojen määrä laski.

Kuva 12. Lahon, lyllyn ja pihkakolojen määrä tukeissa.



Lahoa oli eniten ensimmäisessä ja toisessa saheessa (Kuva 13), jotka olivat lähimpänä puun ydintä. Lahoa esiintyi vain hiukan kolmannessa saheessa ja viimeisessä ei laisinkaan. Lyllyn määrä vaihteli saheiden välillä runsaasti. Ydinsaheessa lyllyä oli keskimäärin 2,91 %/m², joka oli saheista pienin määrä. Toisessa saheessa oli suurin määrä lyllyä 6,49 %/m².

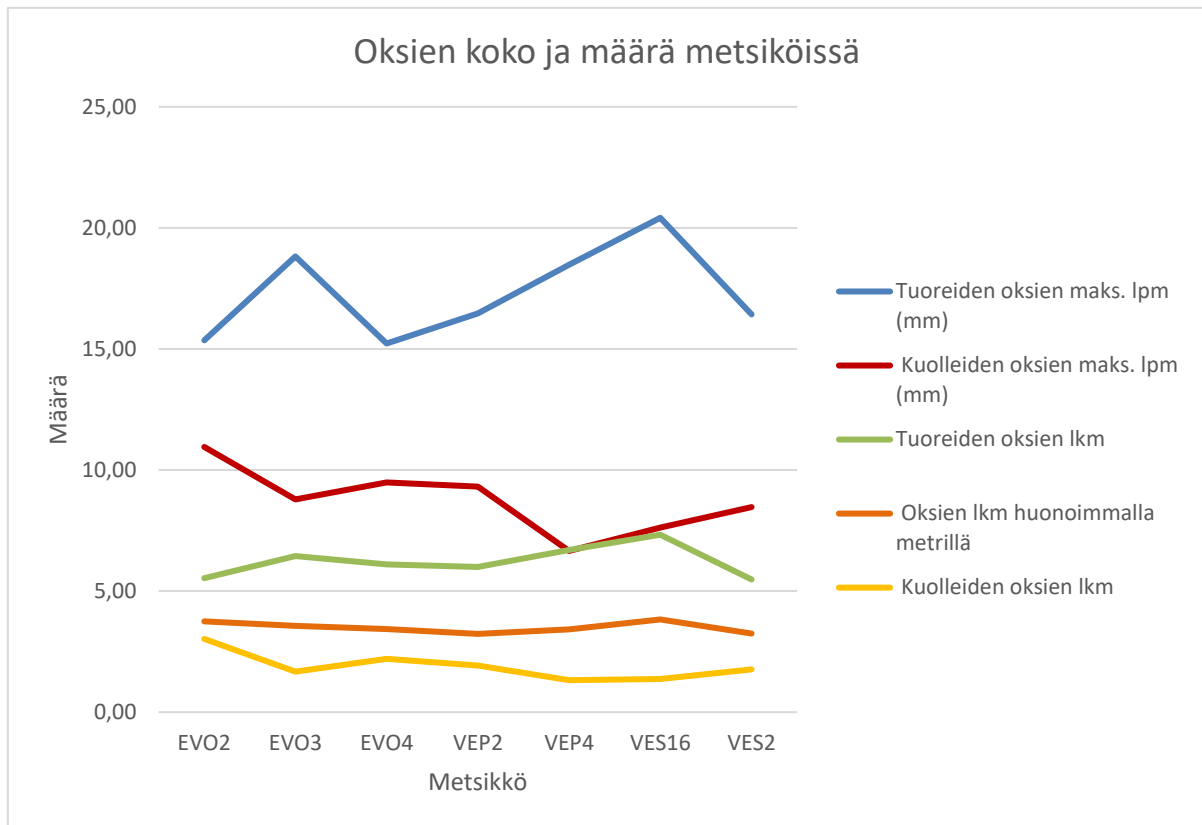
Kuva 13. Lahon, lylyn ja pihkakolojen määrä saheittain suunnista A ja B.



5.3 Laatutekijöiden erot metsiköiden välillä

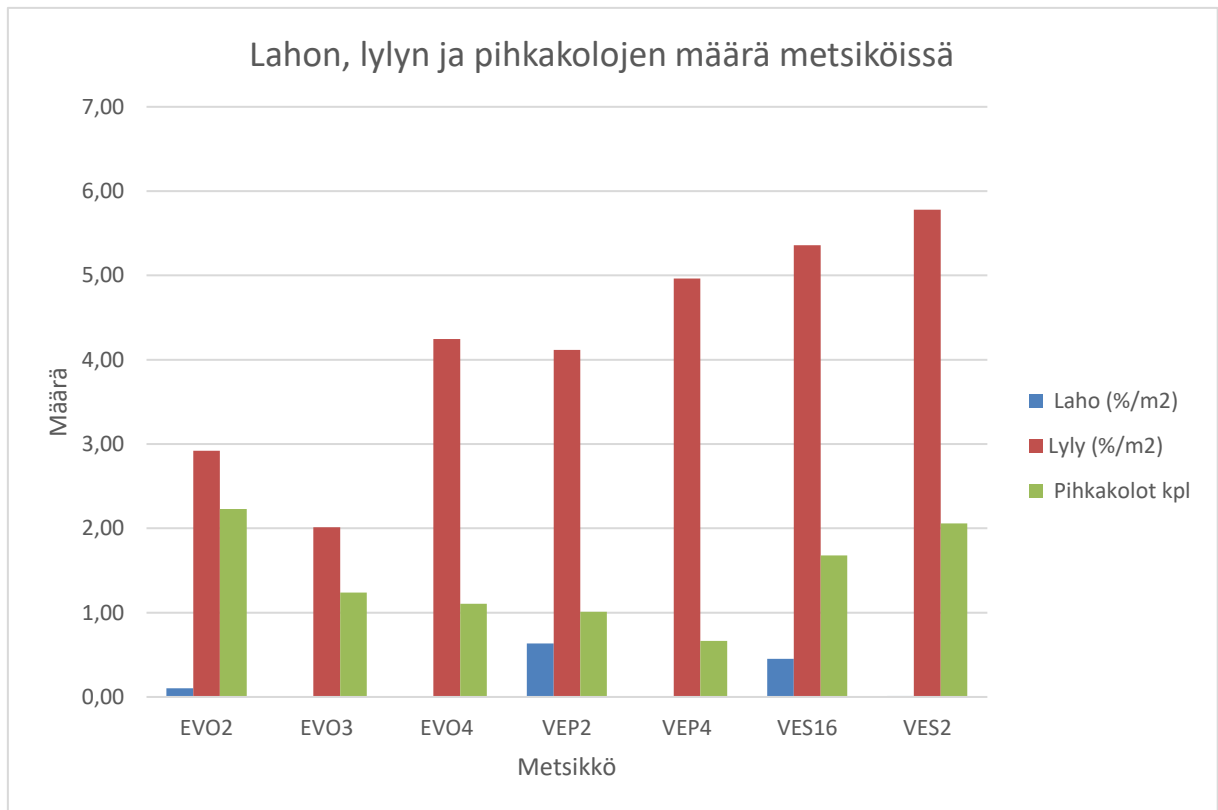
Metsiköiden välillä eri laatutekijöiden määrä (Kuva 14) vaihteli runsaasti. VES16-metsikössä oli suurimmat tuoreet oksat, kun taas EVO2-metsikössä oli suurimmat kuolleet oksat. Pienimmät maksimiläpimitat olivat tuoreiden oksien kohdalla EVO4-metsikössä ja kuolleiden oksien osalta VEP4-metsikössä. Oksien määrä huonoimman metrin matkalta oli melko tasainen kaikkien metsiköiden välillä. Eniten tuoreita oksia oli VES16-metsikössä ja vähiten VES2-metsikössä. Kuolleita oksia oli eniten EVO2-metsikössä ja pienin määrä VEP4-metsikössä.

Kuva 14. Oksien koko ja määrä metsiköissä.



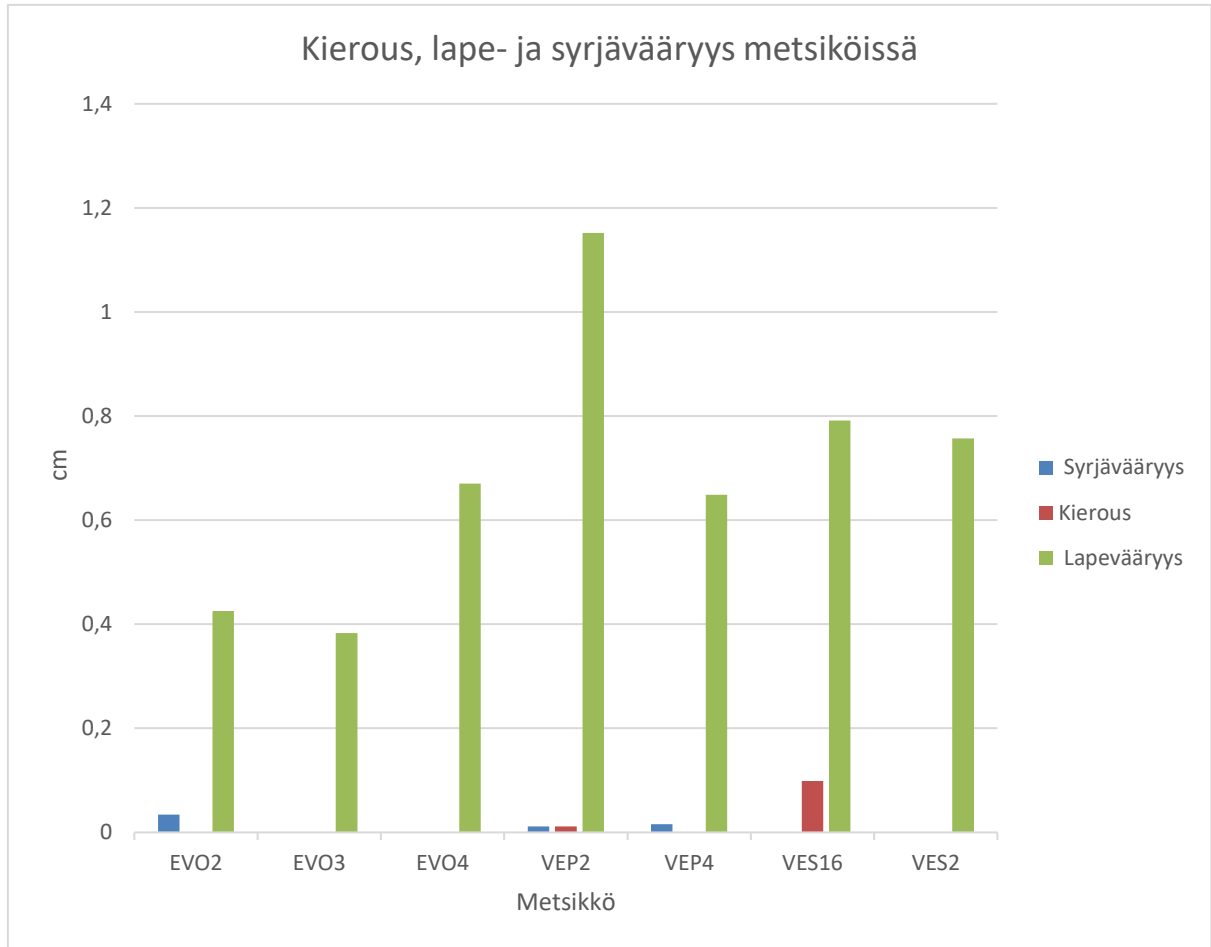
Lylyn määrä vaihteli paljon metsiköiden välillä. Lylyä oli eniten VES2-metsikössä ja vähiten EVO3-metsikössä (Kuva 15). Lahoja metsiköissä oli varsin vähän. Eniten lahoa löytyi VEP2-metsiköstä. EVO3- ja VEP4-metsiköissä ei ollut lahoa. Pihkakoloja oli eniten EVO2-metsikössä ja vähiten VEP4-metsikössä.

Kuva 15. Lahon, lyllyn ja pihkakolojen määrä metsiköissä.



Eniten saheissa esiintyi lapevääräyttä, myös syrjävääräyttä ja kieroutta havaittiin muutaman metsikön saheissa (Kuva 16). VEP2-metsiköstä saaduissa saheissa oli eniten lapevääräyttä, kun taas EVO2-metsikössä oli eniten syrjävääräyttä. Kieroutta oli eniten VES16-metsikössä.

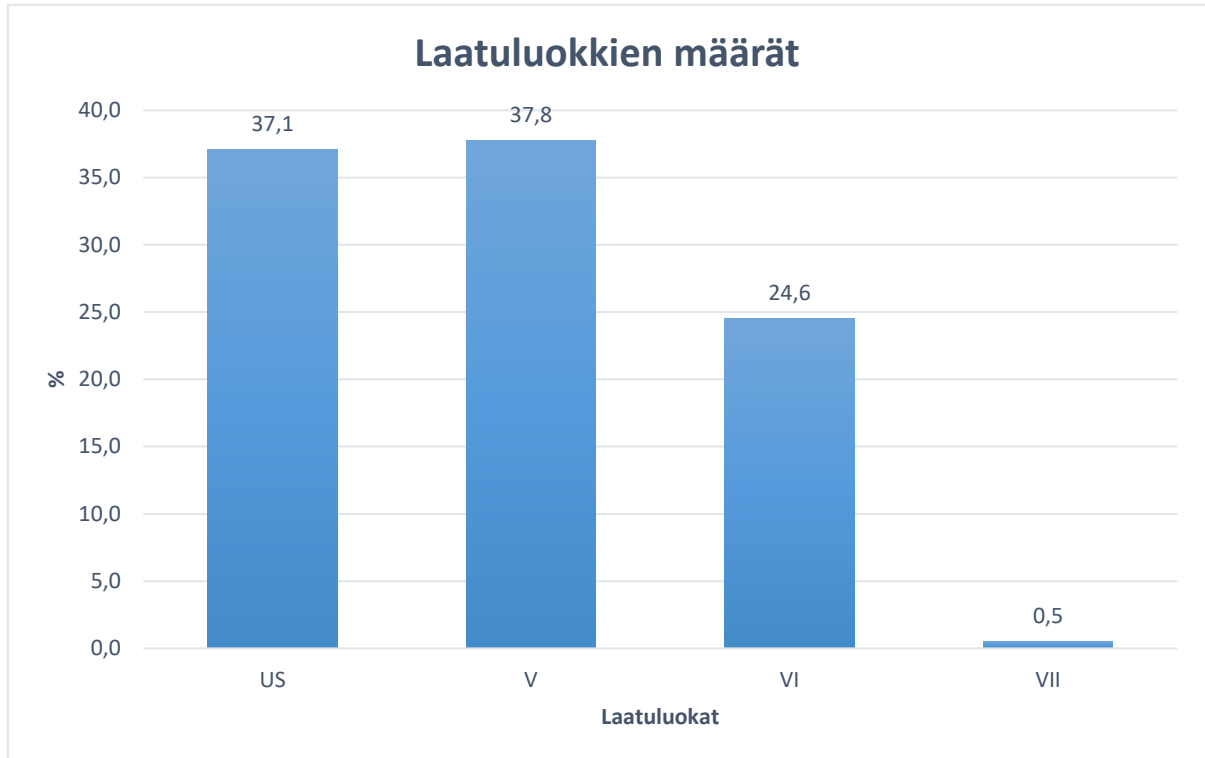
Kuva 16. Kierous, lape- ja syrjävääritys metsiköissä.



5.4 Laatu

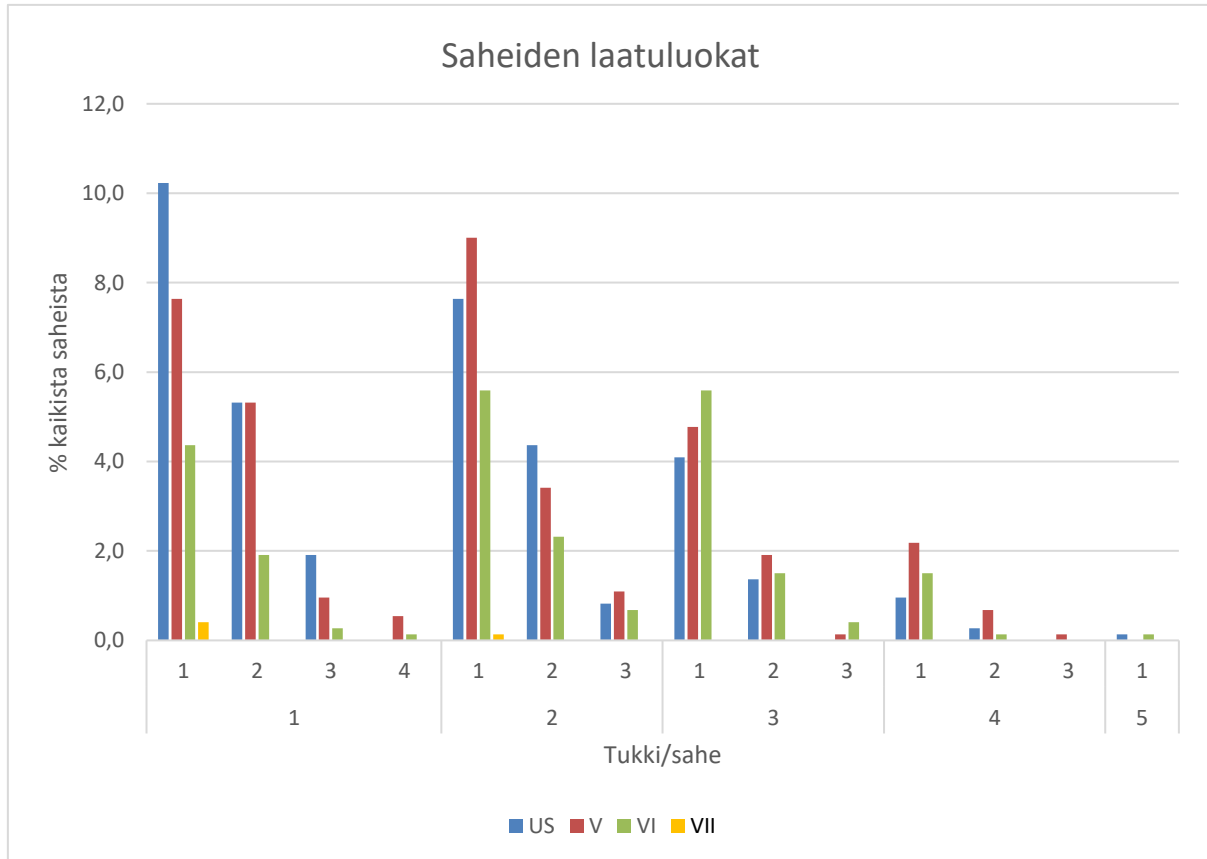
Laatuluokka määräytyi saheiden ulkolappeelta ja syrjiltä mitattujen ominaisuuksien mukaisesti. Saheista 37,8 % oli laatuluokkaa V, parhaimmassa laatuluokassa US oli 37,1 % saheista (Kuva 17). Laatuluokkaa VI oli 24,6 % saheista. Huonointa laatuluokkaa VII oli vain 0,5 % kaikista saheista.

Kuva 17. Laatuluokkien määrät.



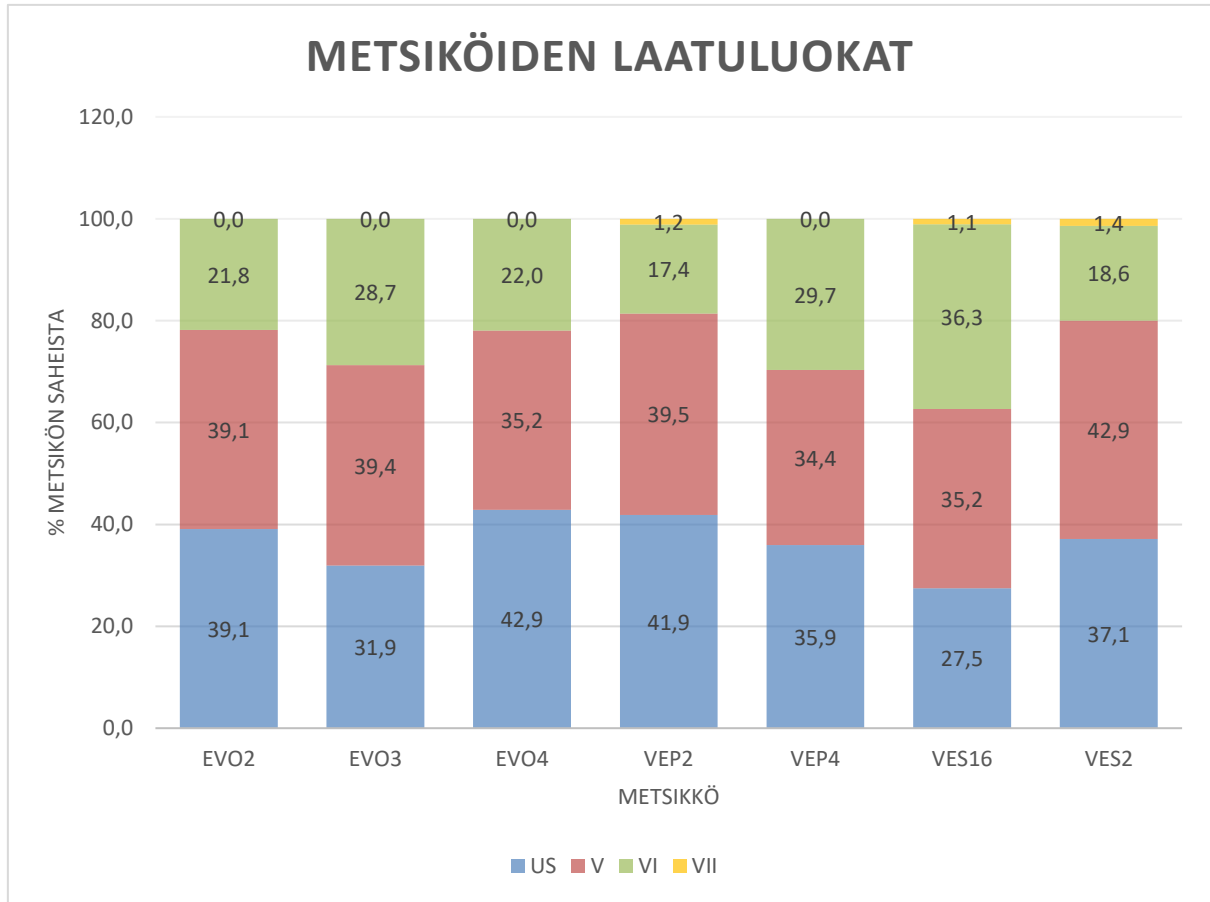
Ensimmäisessä tukissa oli muihin tukkeihin nähden poikkeuksellisesti neljää sahetta (Kuva 18). Eniten ensimmäisen tukin saheissa esiintyi laatuluokkaa US. Laatuluokka US oli suurin ensimmäisessä saheessa. Vastaavasti toisen tukin ensimmäisessä saheessa oli eniten laatu V, joka oli myös yleisin laatuluokka koko toisessa tukissa. Huomattavaa oli, että kolmannen tukin ensimmäisen saheen suurin laatuluokka oli VI, joka oli yhden laatuluokan huonompi edellisen tukin ensimmäistä sahetta. Taulukosta näkee, että laatuluokka heikkeni sitä enemmän, mitä korkeammalta tukki oli sahattu. Eniten US laatua oli vain ensimmäisen tukin ensimmäisessä ja kolmannessa saheessa sekä toisen tukin toisessa saheessa. Eniten VI laatua oli kolmannen tukin ensimmäisessä ja kolmannessa saheessa. Laatua VII esiintyi vain ensimmäisen ja toisen tukin ensimmäisissä saheissa.

Kuva 18. Saheiden laatuluokat.



Kaikista metsiköistä kaadettiin seitsemän puuta. EVO4-, VEP2- ja VEP4-metsiköistä saatiin eniten US-laatua (Kuva 19). EVO3- ja VES2-metsiköissä oli eniten V-laatua, kun taas VES16-metsikössä suurin laatuluokka oli VI. EVO2-metsikössä oli saman verran laatua US ja V, laatuluokkaa VI oli vähiten. Laatua VII esiintyi metsiköissä VEP2, VES16 ja VES2.

Kuva 19. Metsiköiden laatuluokat.



6 Pohdinta ja johtopäätökset

Tuoreiden oksien määrän kasvu puun latvassa selittyy puun kasvun hidastumisella. Kuusen pituuskasvu hidastuu puun vanhentuessa, jolloin oksia syntyy tiuhempaan latvassa.

Huomiota herättävää oksamäärien tuloksissa on se, että huonoimmalla metrillä oli lähes saman verran oksia koko rungon matkalla, vaikka oksien määrä lähes kaksinkertaistui ensimmäisen ja viidennen tukin välillä. Kuvasta (Kuva 10) on havaittavissa, että kuolleita oksia oli eniten tyvitukissa, mikä johtuu kuusen alimpien oksien kuolemista ja karsiutumisesta puun kasvaessa.

Oksien maksimikokoa ja määrää tarkasteltaessa huomataan, kuinka oksakoko ja määrä seuraavat toisiaan. Tämä johtuu siitä, että alle 10 mm kokoisia oksia ei mitattu, joten oksakoon kasvaessa niitä tulee myös enemmän mukaan mittauksiin.

Lahon suurin esiintyminen tyvitukin ydinsaheissa aiheutuu todennäköisesti kuusen juurikäävästä. Sienitauti leviää nopeimmin kuusen rungon ja juurien sydänpuussa, mikä selittää lahon esiintyvyyden sijainnin. (Luke, n.d.)

Lylyn määrä laski latvaa kohti, mutta nousi viidennessä tukissa huomattavasti. Viidensiiä tukkeja oli aineistossa varsin vähän, joten tulos ei ole täysin luotettava. Muita tukkeja oli selkeästi enemmän, joten vertailukelpoisemman tuloksen saisi mittaamalla lisää viidensiiä tukkeja. Toisaalta lylyn määrä voi olla korkeampi latvassa, koska latvaan vaikuttaa esimerkiksi erilaiset tuuliolosuhteet. Tyven suurempi lylyn määrä voi johtua siitä, että puu on esimerkiksi taipunut epäedulliseen kasvuasentoon ja puu pyrkii korjaamaan ja vahvistamaan runkoa tyvestä. Lylyn määrä vaihteli suuresti eri saheiden välillä, minkä syy voisi johtua kasvuaseman muutoksista.

Ensimmäisessä tukissa oli eniten laatuluokkaa US, joka on paras laatuluokka. Tyvitukki oli oksattominta, mutta lahoa ja lylyä oli tyvitukeissa eniten. Lahon ja lylyn määrät eivät vaikuta laatuun merkittävästi. Oksien määrän noustessa laatuluokka laski tukeissa.

Metsiköiden välillä laatutekijöissä oli paljon eroja, eikä mikään näytä seuraavan toista. Metsiköissä VES16 ja EVO3 oli suurimmat tuoreet oksat, kun taas VES2-metsiköstä löytyi eniten lylyä. Ulkoisilla tekijöillä, kuten kasvuasemalla ja hakkuutavoilla on varmasti vaikutusta puiden laatutekijöihin niin puu- kuin metsikkötasolla. Metsiköiden eri puustotunnuksilla ei näytä olevan vaikutusta laatutekijöiden tai laatuluokkien määräytymiseen.

VEP2-metsiköstä saatiin eniten saheita, koska sieltä kaadettujen puiden keskijäreys oli suurin. Lämpimitaltaan toiseksi suurimpia puita oli VEP4-metsikössä, josta saatiin toiseksi eniten saheita. Metsiköissä VEP2, VES16 ja VES2 laadun VII määrä voisi olla yhteydessä lahon määrään. Lahoja esiintyi kyseisissä metsiköissä samassa suhteessa laadun VII kanssa.

Tutkimusaineistoa voidaan pitää luotettava. Mittavälineistö sekä mittaajat pysyivät samoina koko maastotöiden ajan. Tukkeihin merkattiin maastossa puulD-numerot, joiden tulkitsemisessa oli puita sahattaessa vaikeuksia, koska merkinnät olivat satunnaisesti epäselviä. Tukit 40/2 ja 27/4 jätettiin sahamaatta huonon laadun takia, millä ei ole suurta

merkitystä aineiston laatuun. Suurempi koemetsiköiden määrä laajalta alueelta lisäisi aineiston luotettavuutta.

Metsiköiden hoito jatkuvan kasvatuksen menetelmin oli aloitettu vasta vuonna 1984 ja sitä ennen metsiköitä oli harvennettu tuntemattomalla voimakkuudella ja tuntemattomilla intresseillä. Tutkimusaineiston metsiköt ovat oletettavasti olleet ennen koealojen perustamista jollain tavalla erirakenteisia, koska koealat pyrittiin perustamaan jo valmiiksi erirakenteisiin metsiköihin. Aineistoa tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon metsiköiden syntyperä ja tunnettu jatkuvan kasvatuksen metsänhoitomenetelmin hoidettu melko lyhyt ajanjakso. Tämä aineisto toimii pohjana tulevaisuuden tutkimuksille, joissa metsiä on kasvatettu pidempään jatkuvan kasvatuksen menetelmin ja joiden historia on paremmin selvillä.

Tässä työssä tutkittiin eri laatutekijöiden vaikutusta jatkuvan kasvatuksen kuusimetsistä saatavan sahatavaran laatuun ja vertailtiin laatua eri metsiköiden välillä. Samasta aineistosta tehtiin toinen opinnäytetyö, jossa verrattiin jatkuvan kasvatuksen ja jaksollisen kasvatuksen kuusikoiden laatueroja, minkä takia tästä opinnäytetyöstä on jätetty tarkoituksella joitakin asioita tutkimatta.

Jatkotutkimuksena voisi tutkia koepuiden kasvuaseman ja kilpailun vaikutusta laatuun. Esimerkiksi siitä, että millä tavalla erityyppisten oksien määrät riippuvat kasvuasemasta. Toinen mielenkiintoinen seikka olisi tutkia ulkoisten tekijöiden vaikutusta lylyn määrään ja sijaintiin rungossa. Tuloksissa lylyn määrä ja sijainti rungossa vaihtelivat paljon, joten olisi hyvä tutkia, miten esimerkiksi kasvuasema vaikuttaa lylyn esiintymiseen.

Lähteet

Arvometsä. (23.4.2014). *Kuinka aloitan jatkuvan kasvatuksen?* <https://arvometsa.fi/kuinka-aloitan-jatkuvan-kasvatuksen/>

Eerikäinen, K., Valkonen, S. & Saksa, T. (26.2.2014). *Ingrowth, survival and height growth of small trees in uneven-aged Picea abies stands in southern Finland.*
<https://forestecosyst.springeropen.com/articles/10.1186/2197-5620-1-5>

Kärkkäinen, M. (2007). *Puun rakenne ja ominaisuudet.* Metsäkustannus.

Luke. (n.d.). *Metsäinfo. Kuusentyvilaho.*
<https://metsainfo.luke.fi/fi/cms/opas/tuhonaiheuttajaluettelo/kuusentyvilaho>

Metsänhoidon suositukset. (n.d.). *Jatkuvaan kasvatukseen tähtääminen.*
<https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/jatkuvaan-kasvatukseen-tahtaminen/toteutus>

Pro Puu. (n.d.) *Oksat.* <https://puuproffa.fi/puutieto/puun-kerrokset/oksat/>

Pukkala, T., Lähde, E., Laiho, O. (2011) *Metsän jatkuva kasvatus.* Bookwell Sanoma company

Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys. (2016). *Pohjoismainen sahatavara. Lajitteluohjeet.* Painotalo Plus Digital.

Valkonen, S. (2020). *Metsän jatkuvasta kasvatuksesta.* Metsäkustannus.

Liite 1: Koeuiden ikä

Puu	Koeala	Ikä		Puu	Koeala	Ikä
1	EVO4	112		26	VEP4	101
2	EVO4	NA		27	VEP4	76
3	EVO4	115		28	VEP4	69
4	EVO4	123		29	VEP2	81
5	EVO4	107		30	VEP2	86
6	EVO4	137		31	VEP2	80
7	EVO4	130		32	VEP2	94
8	EVO2	127		33	VEP2	86
9	EVO2	NA		34	VEP2	105
10	EVO2	128		35	VEP2	74
11	EVO2	112		36	VES2	108
12	EVO2	140		37	VES2	77
13	EVO2	148		38	VES2	58
14	EVO2	140		39	VES2	81
15	EVO3	112		40	VES2	79
16	EVO3	176		41	VES2	87
17	EVO3	134		42	VES2	91
18	EVO3	108		43	VES16	90
19	EVO3	116		44	VES16	94
20	EVO3	118		45	VES16	49
21	EVO3	111		46	VES16	73
22	VEP4	101		47	VES16	82
23	VEP4	95		48	VES16	79
24	VEP4	98		49	VES16	88
25	VEP4	105				