

MÄNNYN A-TUKIN PITUUDEN JATKAMISEN MAHDOLLISUUDET



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Metsätalous, Evo

Kevät 2023

Olli Otava

Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä Olli Otava

Työn nimi Männyn A-tukin pituuden jatkamisen mahdollisuudet

Ohjaaja Miika Näsi

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Opinnäytetyö tehtiin Versowood Oy:n toimeksiantona. Tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia pidentää yhtiön omassa katkonnassa syntyvää männyn A-laadun tyvitukkia. Yhtiöllä on halu maksimoida paraslaatuisten A-tukin osuus, siitä saatavan arvokkaimman oksattoman sahatavaran vuoksi. Tukkien keskipituutta kasvattamalla on myös mahdollista säästää kustannuksissa jokaista tehtyä sahatavarakuutiota kohden.

Tutkimuksen aihe huomioitiin yhtiössä vierastoimituslaitoksen edustajan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta. Heillä oli kiinnitetty huomiota Versowoodin tyvitukkien verrattain lyhyisiin pituuksiin.

Koe-eriä tehtiin kolmelta eri työmaalta eri puolilta yhtiön hankinta-aluetta niin Uudellamaalla kuin Kymenlaaksonkin puolella. Erien koko vaihteli 76-200 tukin välillä. Jokaisen rungon tyvi- ja välitukki merkittiin huolellisesti myöhemmän yhdistämisen mahdollistamiseksi. Tukit lajiteltiin järjestyksessä optisen 3D mittarin ja tukkiröntgenin avulla, jonka jälkeen data analysoitiin.

Testileimikoista saadut tulokset olivat odotetun suuntaisia ja niistä ilmeni mahdollisuus tukin pituuden jatkamiseen. Mahdollinen jatkon pituus vaihteli hieman läpimittaluokittain, selkeintä se oli järeämissä yli 30 cm latvaläpimitaltaan olevissa tukkiluokissa. Tulosten pohjalta tullaan tekemään muutoksia apteerausohjeisiin ja koulutetaan kuljettajia. Tehtävien muutoksien vaikutusta tyvitukkien keskipituuteen seurataan ja tarvittaessa muutetaan uudelleen.

Tutkimusta tullaan jatkamaan tulevaisuudessa pyrkimyksenä lisätä A-tyven määrää entisestään. Tarvittava tieto tarkentuu, kun enemmän dataa kertyy.

Avainsanat Mäntytukki. Tukkiröntgen. A-tyvi. Tukin katkonta. Tyvitukki.

Sivut 22 sivua ja liitteitä - sivua

This thesis was commissioned by Versowood Oy. The purpose was to find out the possibilities of extending the A-quality pine logs. The company has a desire to maximize the production of A-log, because it provides the most valuable knot free lumber. By increasing the average length of the logs, it is also possible to save on costs per cubic meter of lumber.

The topic of the study was taken into account in the discussions held with the representative of the commissioning company. They had paid attention to the relatively short lengths of Versowood's butt logs.

The test batches were made in three different sites of company's procurement area both in Uusimaa and Kymenlaakso region. Size of batches varied between 76 and 200 logs. The butt and intermediate logs of each frame were carefully marked to allow joining them together later. The logs were sorted using a 3d optical logmeter and a log X-ray device. After this, the data was analyzed.

The results obtained from the test batches are in line with expectations and show the possibility of extending length of butt logs. The possible extension of length varies slightly by diameter class of the logs. It was most obvious in the sturdier logs with top diameter of 30 cm or more. Based on the results, the harvesting instructions will be changed. In addition, the forest machine operators will be trained more. The effects of the changes on the butt logs length are monitored. If necessary, more changes will be done.

The research will continue in the future to increase the amount of A-quality logs even more. The necessary information becomes more precise when more data is obtained.

Keywords Pine log. X-ray. Bucking. A-log. Butt log.

Pages 22 pages and appendices - pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen taustoja	2
2.1	Versowood Oy	2
2.2	Tukkiröntgen	3
2.3	Katkongan merkitys	4
3	Tutkimus	6
3.1	Toteutus	6
3.1.1	Leimikot	6
3.1.2	Tukkierät ja niiden merkitseminen	11
3.1.3	Tukkien lajittelu	12
3.2	Tulokset	14
3.2.1	Tulosten analysointitapa	14
3.2.2	Vertailua	15
3.2.3	Jatkamisen mahdollisuudet	17
3.2.4	Yhteenveto	18
3.3	Tutkimuksen jatko	19
3.3.1	Pin-tiedoston muutos	19
3.3.2	Koulutus	20
4	Yhteenveto	20
	Lähteet	22

Termejä

A-tyvi: Männystä saatava oksaton tyvitukki. A-tukin sahaamisesta saadaan parasta ja korkeahintaisinta sahatavaraa.

PIN-tiedosto: Tulee sanoista ”product instruction”. Tiedosto sisältää tavaralajille määritellyn apteerausohjeen, jonka mukaan hakkuukone pyrkii katkomaan puutavaran haluttuihin tukkidimensioihin.

Tukkidimensio: Puutavaralajille määritelty pituus- ja läpimittaluokan yhdistelmä.

Tukkiröntgen: Puutavaran mittaukseen ja analysointiin käytettävä laite. Mittauksen lisäksi tutkii röntgensäteiden avulla puutavaran sisältä löytyviä rakenteellisia ominaisuuksia.

Apteerausohje: Muodostuu yhtiön puutavaralajille asettamista vaatimuksista. Sisältää hinta- ja jakaumamatriisin, jotka ohjaavat hakkuukoneen toimintaa. Siirretään hakkuukoneen mittalaitteelle PIN-tiedostona.

Laatukatkonta: Männyn kohdalla käytettävä katkontamenetelmä, jossa puu pyritään katkomaan oksaisuutensa mukaan erilaisiin tukkien laatuluokkiin.

Pystyvaranto: Yhtiön hakkaamattomat leimikot ja niistä muodostuvat puulajikohtaiset varantomäärät.

Ptl: Puutavaralaji

Lajittelulokero: Tukkien lajitteluun käytettävässä laitteistossa on useita lokeroita, joihin tukit voidaan haluttujen arvojen mukaan jakaa. Usein lajitellaan tietyn läpimitan ja pituuden omaavat tukit samoihin lokeroihin.

1 Johdanto

Työn toimeksiantaja on suomen suurin yksityinen sahatavaran tuottaja ja jalostaja Versowood Group Oy. Yhtiö on perustettu vuonna 1946 ja nykyään siellä työskentelee noin 900 henkilöä. Versowoodilla on tuotantolaitoksia 14 toimipisteessä, joista yksi sijaitsee Virossa ja loput Suomessa. Sahoja on 5 kappaletta, jotka sijaitsevat Riihimäellä, Vierumäellä, Otavassa, Hankasalmella ja Kissakoskella. (Versowood, 2023)

Versowood käyttää tukkien mittaamiseen Finnos Fusion mittareita. Fusion mittari yhdistää laser- ja röntgenmittausteknologioita (Finnos, 2023). Tarkemmin röntgenmittauslaitteen hyödyistä kerrotaan myöhemmin omassa luvussaan. Versowoodin sahoista Kissakosken yksikkö on ainoa, missä kyseistä mittaria ei vielä ole. Myös Kissakoskelle asennetaan vastaava laitteisto vuoden 2023 aikana. (Otava Pauli, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mahdollisuutta kasvattaa A-tyvitukin osuutta mäntyjen katkonnassa. Pidempi ja oksaton sahatavara on arvokkaampaa, kuin välitukeista saatava ja se on myös helpompaa myytävää (Ukkonen Jani, henkilökohtainen tiedonanto, 2023). Tutkimuksessa pyrittiin määrittämään keskiarvollisesti oikea katkaisukohta, jolla oksattoman tyvitukin pituus saataisiin maksimoitua.

Tulosten pohjalta tullaan hakkuukoneiden apteerausohjeita muokkaamaan, jotta niillä saatava tukkien katkonnassa painotus osuisi paremmin haluttuihin pituusluokkiin. Kuljettajan merkitys on myös jatkossa huomattava männyn laatukatkonnassa, joten heidän jatkokouluttamisensa asiassa on myös huomioitava.

Tutkimusta tullaan jatkamaan myös tämän opinnäytetyötutkimuksen jälkeen. Tarkoituksena on tuottaa vastaavia testieriä tasaisin väliajoin puustoltaan erityylisten leimikoista. Erien analysoinnin jälkeen tehdään tarvittavia muutoksia PIN-tiedostoihin maltillisesti, jolloin voidaan seurata niiden vaikutusta A-tukin ja siitä saatavan sahatavaran laatuun, yhdessä sahan työntekijöiden kanssa.

Männyn A-tyveä Versowood sahaa noin 210 000 m³ vuodessa, joka vastaa suunnilleen 20 % yhtiön mäntytukkien sahausmäärästä. Tukkien keskipituuden kasvattamisella on mahdollista saavuttaa hyötyjä muun muassa taloudellisina säästöinä. Säästöt muodostuvat sahausprosessin tehokkuuden paranemisesta useissa eri työvaiheissa. Pidempien tukkien myötä sahauksen tyhjää sahaavat välit pienenevät ja kuivauksessa saadaan täydempiä nippuja. Jokaisella 30 cm lisäyksellä keskipituuteen on mahdollista säästää 7,5 % tuotantokuluista €/m³. (Ukkonen Jani, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

2 Tutkimuksen taustoja

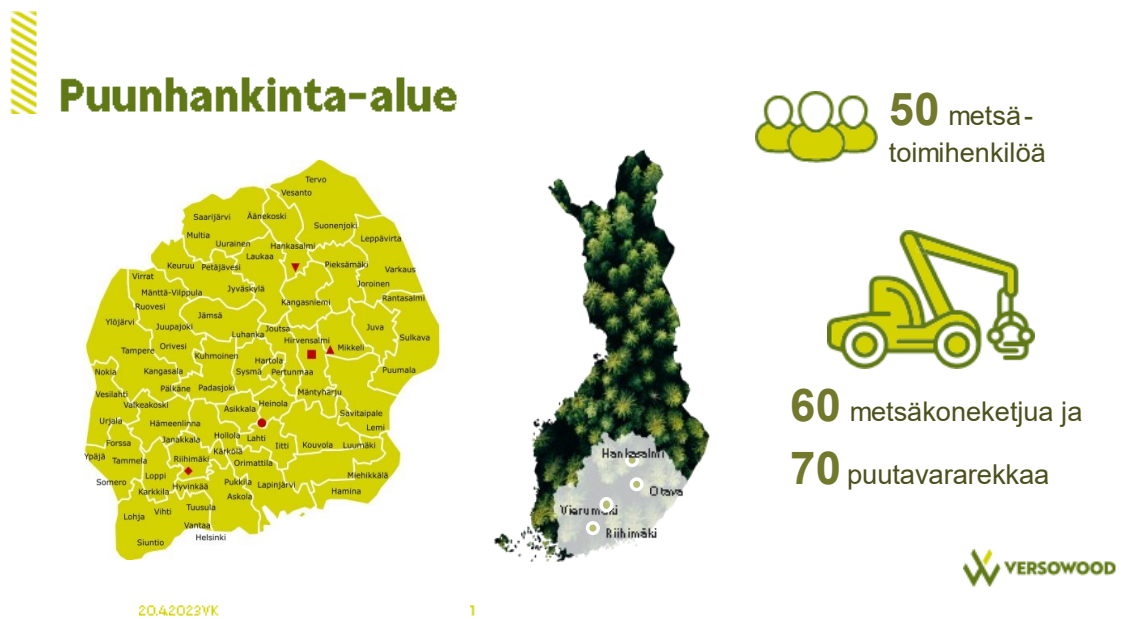
Seuraavissa kappaleissa kerrotaan tarkemmin tutkimuksessa käytettävästä laitteistosta, sekä tutustutaan työn tilanneeseen yritykseen. Kiinnostus tutkia asiaa nousi esille Versowoodilla, kun vierastoimituslaitoksen edustaja oli huomioinut yhtiön verrattain lyhyet tyvitukit. Tutkimus on luontaista jatkoa aikaisemmin yhtiössä tehdyille tutkimukselle ”Röntgenmittaus mäntytukin katkonnan ohjauksen tukena” (Auvinen, 2018).

2.1 Versowood Oy

Vuonna 1946 perustettu silloinen Vierumäen teollisuus, nykyisin Versowood on Suomen suurin mekaanista puunjalostusta harjoittava perheyritys. Yritys työllistää melkein 900 henkilöä. Tilikaudella 7/21–6/22 yhtiö teki ennätysliikevaihdon noin 650 miljoonaa euroa koronapandemian nostaessa sahatavaran hintaa rajusti. Yhtiön päämarkkina-alueita ovat kotimaa (39 %) sekä muut EU-maat (28 %). (Versowood, henkilökohtainen tiedonanto, n.d)

Versowood hankki kaikkiaan noin 4,1 miljoonaa kuutiometriä kotimaista raakapuuta vuodessa kuvan 1 mukaiselta hankinta-alueelta. Niistä 2.8 miljoona kuutiometriä käytetään omilla laitoksilla. (Versowood, henkilökohtainen tiedonanto, n.d)

Kuva 1. Versowood hankinta-alue (Versowood, henkilökohtainen tiedonanto, n.d)



Yhtiön viisi sahaa sijaitsevat, Riihimäellä, Vierumäellä, Otavassa, Hankasalmella sekä Kissakoskella, joka hankittiin kesällä 2022. Yhteensä näissä tuotetaan sahatavaraa n. 1,4 miljoonaa kuutiometriä, joista kuusen osuus on 62 % ja männyn 38 %. Muita tuotteita ovat esimerkiksi sähköpylväät, sillat, kaapelikelat sekä kuormalavat. (Versowood, henkilökohtainen tiedonanto, n.d)

2.2 Tukkiröntgen

Perinteisen laserilla toimivan optisen 3D tukkimittarin heikkoutena voidaan pitää sen pintapuoliseksi jäävää lajittelutietoa. Mittari antaa tietoa ainoastaan tukin ulkoraameista mitattavista tiedoista kuten pituuksista, läpimitoista, mutkaisuudesta ja lenkoudesta. Muuten puiden laaduttaminen jää täysin lajittelijana toimivan työntekijän silmämääräisen tarkastelun vastuulle. Tukin sisäisestä laadusta ei saada minkäänlaista dataa. (Auvinen, 2018, s.5; Marjomaa, 1996, ss. 2,14.)

Mikäli tukkien lajittelussa käytetään röntgeniä, pystytään lisäksi määrittelemään sahauksen kannalta erittäin oleellista tietoa, joka ei ole paljain silmin nähtävissä. Röntgenillä saadaan

muun muassa tieto tukkien läpimitasta kuoren alta, sekä rungon sisäisestä oksaisuudesta. Talvella puihin kiinni jäänyt lumi vääristää helposti perinteistä laserilla toimivaa tukkimittaria. Röntgenillä tätä ongelmaa ei ole, koska järjestelmä tunnistaa automaattisesti lumen erilaisen rakenteensa vuoksi. Röntgenillä tehtävässä laatulajittelussa ihmisen merkitys pienenee, koska automatiikka pystyy tarkemmin jakamaan tukit laatuluokkiin. Laatuoperaattorilla on enemmän aikaa kiinnittää huomiota ulkoisiin laatutekijöihin, kuten koroihin ja tukin tekniisiin vikoihin. Koska tukeista saadaan tarkempi laatutieto sekä läpimita kuoren alta, pystytään tukit sahaamaan tarkemmin ja kasvattamaan puusta kertyvän sahatavaran määrää. (Metsäteho, 2023)

Versowood käyttää pääasiassa kaikilla sahoillaan Finnos Fusion mittareita. Ainoastaan vajaa vuosi sitten hankitulla Kissakosken pieniläpimittaisen puutavaran parrusahalla ei vielä laitteistoa ole. Sellainen sinne kuitenkin asennetaan kesän 2023 aikana.

Tämän tutkimuksen koe-erät lajiteltiin Versowoodin suurimmassa sahayksikössä Vierumäellä, jossa yhtiöllä on kaksi sahalinjaa. Oman alueensa lisäksi Vierumäen yksikkö sahaa myös Riihimäen hankinta-alueelta tulevat mäntytukit.

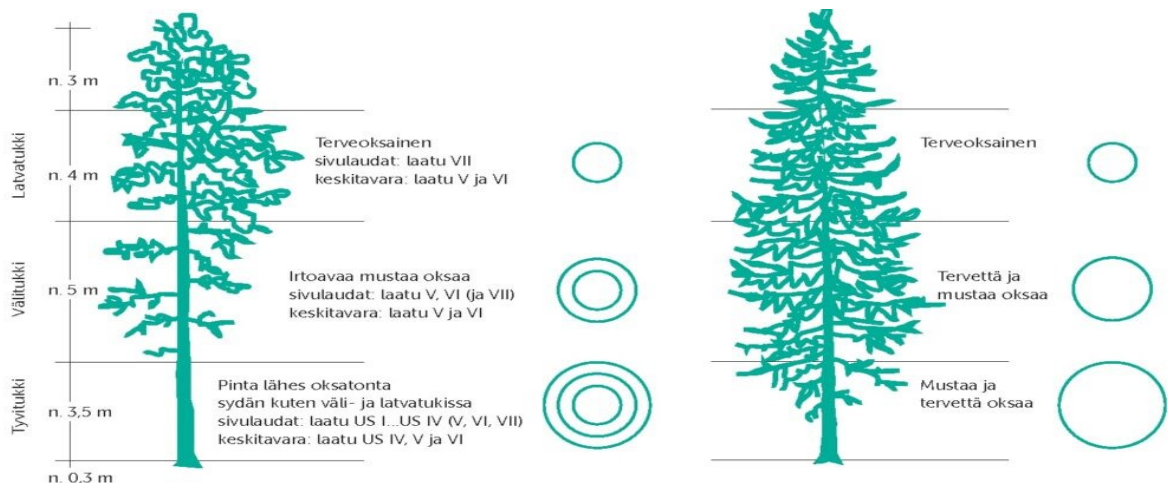
2.3 Katkongan merkitys

Sahalle toimitettavien tukkien koko- ja pituusjakauma on tarkkaan määritelty. Mahdollisimman paljon sahatavarasta pyritään myymään etukäteen, jonka pohjalta sahan tuotannonsuunnittelija käy yhdessä puunhankinnan kanssa läpi halutut mitat. Tämän tilauksen pohjalta rakennetaan apteerausohjeet, jotka lähetetään hakkuukoneisiin. Katkongan edistymistä seurataan läpi tilausjakson ja tarvittaessa tehdään muutoksia ohjeisiin. Siihen miten tukit loppujen lopuksi katkotaan leimikoilta vaikuttaa useat tekijät. Tukeista valmistettavien tuotteiden kysyntä, olemassa olevat valmiiden tuotteiden varastot, leimikon puuston rakenne, pystyssä olevan varannon rakenne, puuston laatu sekä kuljettajan valinnat. (Vuorenpää ym. ss. 4–5.)

Kuusen osalta pyritään mahdollisimman paljon ohjaamaan katkontaa hakkuukoneiden apteerausohjeiden avulla haluttuihin tukkidimensioihin, eli suoraan täyttämään sahan

haluamat tukkilaadut ja -määrät. Männyn katkonnassa tärkeintä on pyrkiä noudattamaan sahan tarpeiden huomioinnin ohella laatukatkontaa. Eli hakkuukoneenkuljettaja pyrkii katkomaan tukin kuvan 2 mukaisesti oksaisuusrajojen mukaan. Tyvestä pyritään tekemään oksaton tyvitukki. Sen jälkeen tulee kuivaoksainen välitukki, ennen tuoreoksaista latvatukkia. Hakkuukoneisiin lähetettävillä apteerausohjeilla pyritään vain tukemaan kuljettajan työtä.

Kuva 2. Puun eri osista saatavan sahatavaran jakautuminen laatuluokkiin (Puuinfo, 2023)



Männyllä halutuinta oksatonta sahatavaraa saadaan A-laatuisista tyvitukeista. Tyvi- ja välitukin raja on kuitenkin todella häilyvä. Hakkuukoneenkuljettajan on todella vaikea tuota rajaa havaita nopeatahtisen työskentelyn aikana. Harvoin myöskään jako kolmeen erilaatuisen tukkiin on todellisuudessa yhtä selvä kuin ”oppikirjamainen kuva” antaa ymmärtää.

Katkonalla on suuri merkitys myös sahauksen kannattavuuteen. Jokainen 30 cm lisäys keskipituuteen laskee €/m³ tuotantokustannuksia 7,5 %. Tämä selittyy suhteellisesti pienemmällä sahausväleillä linjassa, sekä parempana täyttöasteena kuivaamoissa ja pakkauspuolella. Pidempien tukkien myynti on myös helpompaa ja niistä saa paremman hinnan. Vastavuoroisesti huonompi hintaisen välitukin määrä pienenee. (Ukkonen Jani, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)

3 Tutkimus

Tutkimuksen tavoitteena oli pyrkiä kartoittamaan mahdollisuutta pidentää männyn A-tyvitukkia ja sen kautta lisätä parhaimpien sahatavara laatujen kertymää. Tavoite on myös kasvattaa hakkuukoneenkuljettajien ammattitaitoa männyn laatukatkontaan liittyen, sekä tulosten perusteella muokata koneiden käyttämiä PIN-tiedostoja.

3.1 Toteutus

Aiheen suunnittelu aloitettiin lokakuussa 2022. Ensimmäisenä kävimme yhteispalaverissa Versowoodin ja Finnoksen välillä läpi mitä tietoja tarvitsemme, jotta tukkitieto pystytään kohdentamaan oikein. Siellä sovittiin muun muassa merkkaustavasta sekä tavoitelluista tukkimääristä erää kohden. Aikatauluna päätettiin suorittaa erien analysoinnit talven aikana.

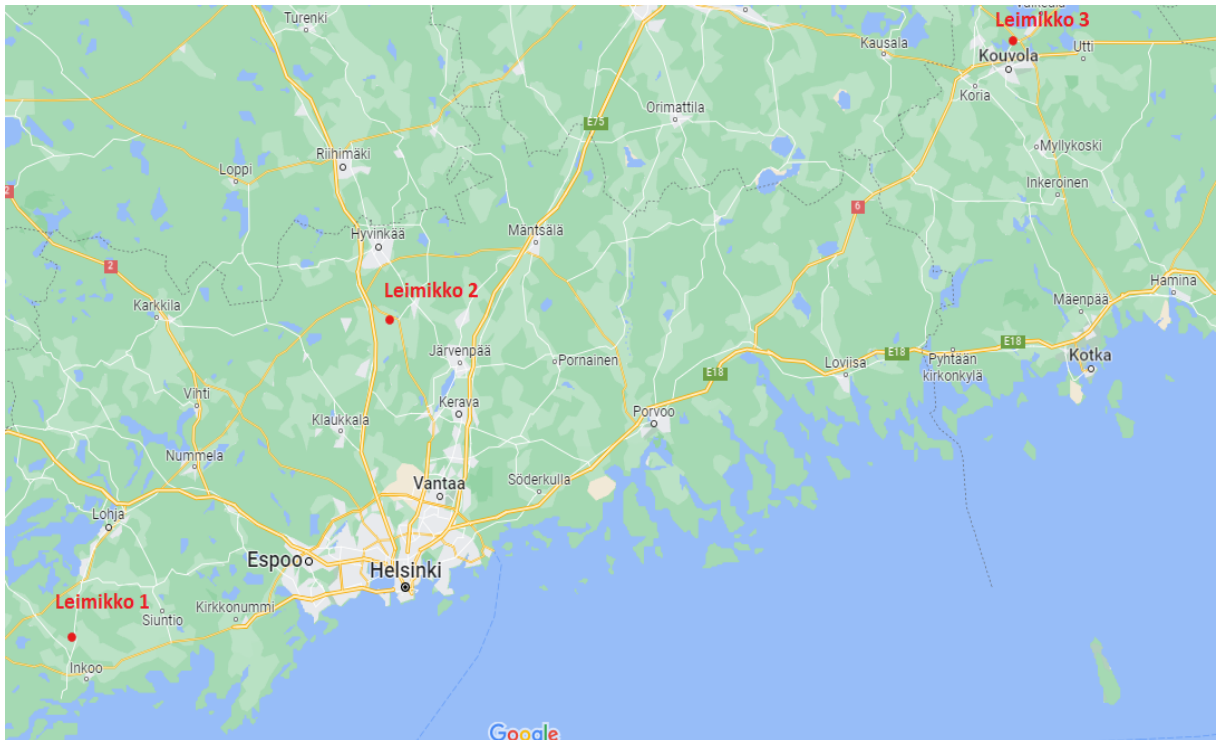
Tutkimuksen maastotyö toteutettiin talven 2022–2023 aikana. Ensimmäinen ja toinen tukkierä kaadettiin marraskuussa 2022 ja kolmas erä huhtikuussa 2023.

3.1.1 Leimikot

Tutkimukseen valittiin 3 erityyppistä mäntyleimikkoa eripuolilta Vierumäen sahan hankinta-alueelta ja niiden tärkein valintakriteeri oli sijainti (kuva 3). Tutkimukseen haluttiin etelämmästä tuotua järeämpää ja nopeammin kasvanutta mäntytukkia, sekä tukkia hieman karummilta seuduilta. Koska testileimikoiden korjuu sijoittui talviajalle, ei tutkimukseen saatu mukaan perinteistä puhdasta mäntykangas metsää, jossa laatu olisi ollut huippuluokkaa. Vastaavien leimikoiden korjuu sijoittuu usein kevät ja kesä kuukausille niiden nopean kuivumisen vuoksi kelirikon aikana. (Liinakoski, 2014, s.29)

Kaikkien kohteiden laatu oli kuitenkin silmävaraisesti määriteltynä hyvää. Leimikoista ei mitattu etukäteen mitään puustotietoja. Myöhemmin tulosten analysoinnissa käytettävät läpimittatiedot leimikoilta ovat peräisin röntgendatasta.

Kuva 3. Kolmen tutkimuskohteen sijainti kartalla. (Google, muokattu kuvakaappaus)



Leimikko 1 sijaitsi Inkoossa. Metsätyypiltään kyseessä oli hieman kuivahko mustikkatyyppin sekametsä. Kuvassa 4 on esitetty yleisnäkymä leimikolta 1. Laadultaan metsä oli varsin hyvää. Maasto oli hieman mäkinen, mutta hakkuu kuvio oli malliltaan selkeä, eikä kohteella esiintynyt hakkuutyötä haittaavaa aluskasvosta.

Kuva 4. Yleisnäkymä leimikolla 1. (Olli Otava)



Leimikko 2 sijaitsi Nurmijärvellä. Leimikko oli melko kookas ja koostui useammista kuviosta. Testierään valitsimme tukkeja kahdelta eri kuviolta. Noin puolet erän tukeista oli kuviolta, jossa tehtiin ylispuunpoistoa. Toinen puolisko kaadettiin kuvan 5 esittämältä puhtaalta mänty alueelta. Puustoltaan leimikko oli järeä ja hyvälaatuinen. Kuviolla oleva sähkölinja mahdollisti kaatamisen vain yhteen suuntaan ja aiheutti hieman ahtautta testierän tukkeja merkittäessä. Tämä ei kuitenkaan merkittävästi vaikuttanut kuljettajan katkomien tukkien pituuksiin.

Leimikot 1 ja 2 olivat melko järeitä, kun taas leimikon 3 puusto oli huomattavasti hoikempaa. 3. leimikko sijaitsi Kouvolassa ja oli metsätyypiltään pääosin puolukkatyyppin metsää ja paikoin hiukan soistunutta. Puuston laadultaan kaikki leimikot olivat hyviä, joten laadun vaikutukset katkontaan ovat minimaaliset (kuva 6). Erän 3 hakannut kuljettaja työskenteli hieman aikaisempien erien kuljettajasta poikkeavalla tavalla. Hän syötti suurimman osan erän tukeista konettaan kohden, eli pui rungot niin sanotusti puomin alle. Tämä tekniikka on haastava käyttää ja vaarallinen. Sen avulla puidut tukit ovat usein lyhyempiä, kuin poispäin

koneesta syötetyt. (Ahonen Ville, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) Asiaa on havainnoitu myös kuvassa 7. Erän 3 tukit olivat myös vertailun lyhyimpiä, kun dataa tutkittiin. Hakkuutekniikan vaikutusta asiaan on kuitenkin näin pienellä otannalla mahdotonta määrittää.

Kuva 5. Näkymä leimikon 2 mäntyvaltaisesta osuudesta. (Otava Olli)



Kuva 6. Yleisnäkymä leimikolta 3. (Otava Olli)



Kuva 7. Kuvassa nähdään konetta kohden puituja tukkeja eli tukkien tyvet osoittavat kohti hakkuukoneen kulkemaa uraa. (Otava Olli)



3.1.2 Tukkerät ja niiden merkitseminen

Tätä tutkimusta vastaavaa on Versowoodilla tehty myös aiemminkin, mutta silloin vastaavaa dataa ei pystytty luotettavasti tuottamaan. Tietystä rungosta katkottua tyvi- ja välitukkia ei myöskään saatu yhdistettyä toisiinsa lajittelussa, joten välitukkiin jäävän A-laadun määrää ei pystytty mittaamaan. (Otava Pauli, henkilökohtainen tiedonanto, 2023) Tämän tutkimuksen tukkerissä kiinnitettiin erityistä huomioita tukkitiedon säilyvyyteen. Merkintä suoritettiin jokaisessa erässä vastaavalla tavalla, jokainen runko numeroitiin ja merkittiin lisäksi kirjaimella **A** mikäli kyseessä oli tyvitukki ja kirjaimella **B** mikäli tukki oli rungon toinen. Esimerkiksi ensimmäisen rungon tukeissa luki 1 A ja 1 B, toisen rungon 2 A ja 2 B ja niin edelleen. Merkintätapaa on havainnoitu kuvassa 8.

Jokaiselta testileimikolta merkittiin hieman eri määrä tukkeja. Erään 1 sisältyi 200 tukkia ja se oli tutkimuksen testieristä suurin. Erässä 2 oli tukkeja 164 kappaletta. Erä 3 oli vertailluista testieristä pienin 76 tukin kappalemäärällään. Huomioitavaa on, että jokainen testierä oli melko pieni, mutta niiden katsottiin kuitenkin edustavan hyvin kyseisen kohteen keskimääräistä puustoa. Suurempien erien myötä tulokset olisivat saattaneet tarkentua, mutta niiden antama tieto olisi todennäköisesti ollut samansuuntaista.

Erien maastossa merkitsemisen jälkeen kuormatraktori ohjeistettiin viemään kyseiseen erään kuuluvat tukit varastopaikalle omiin kasoihinsa. Näin pyrittiin välttämään niiden sekoittuminen leimikon muiden tukkien kanssa. Jokainen erä myös kuljetettiin omina kuorminaan Vierumäen sahan tukkikentälle eroon muista sahan käyttämistä tukeista. Koska käsittelyvaiheita ja käsittelijöitä oli useita, pyrittiin maksimoimaan tiedonkulku kaikkien osallistuvien henkilöiden kesken sekaannusten välttämiseksi.

Kuva 8. Tukit merkittiin selkeästi. (Otava Olli)



3.1.3 Tukkien lajittelu

Testierien lajittelu tapahtui Vierumäen sahalla kahtena eri kertana. Erät 1 ja 2 lajiteltiin joulukuussa ja erä 3 huhtikuussa. Lajittelu suoritettiin erä kerrallaan, kirjaten samalla ylös Excel - taulukkoon tarkka tukkien järjestys kyseisessä lajitteluerässä. Tukkierät lajiteltiin kaikki samaan lajittelijan lokeroon, josta ne pystyttiin viemään takaisin tukkikentälle omiin kasoihinsa. Näin toimittiin, jotta tukit olisivat mahdollista tarvittaessa ottaa uudelleen lajitteluun mikäli datan tallentamisessa olisi ilmennyt jokin tekninen vika tai erän laatua olisi haluttu tarkastella silmämääräisesti, kuten erän 3 kanssa toimittiin. Koetukkien lajittelu videoitiin ja tallennettiin Finnoksen tukkimittausjärjestelmään omina erinään.

Lajittelun jälkeen yhdistettiin tukkijärjestyksen avulla oikeat tukkiparit A ja B keskenään. Tämä mahdollisti A-tyville etsittävän jatkomahdollisuuden kohdistumisen oikein. Tämän

jälkeen tutkittiin tyvitukkien laadut hyödyntäen röntgeniltä saatuja tietoja. Mikäli kyseessä oli A-laatuinen tyvi, tutkittiin myös kyseiseen tyveen kuuluvan välitukin laatua 30 cm pätkissä etsien mahdollista jatkoa A-laatuselle tyvelle. Tarkoituksena oli löytää kohta, jossa tyvitukin pituuden jatkaminen ei enää olisi ollut mahdollista A-laatu säilyttäen. Tutkiminen välitukista suoritettiin 30, 60 ja 90 cm kohdista. Hakua päätettiin olla laajentamatta pidemmälle, vaikka A- laatuisuuden 90 cm raja täytyisikin. Suurin epävarmuus hakumatkan pidentämisen suhteen liittyi Finnoksen esittämään epäilyyn välitukin mahdollisesti vaatimiin erilaisiin määritteisiin, jotta A-laatu voitaisiin täysin luotettavasti välitukista löytää. Koska tukeista vaikutti löytyvän melko runsaastikin pidennysvaraa, haluttiin varmuuden vuoksi estää mahdollisesta väärästä analyysistä johtuvaa ”ylijatkamista”.

Välitukin määritteille haettiin varmistusta levittämällä erä 3 lajittelun jälkeen tukkikentälle, jolloin teimme silmämääräisiä havaintoja röntgentulosten tueksi. Tukkeihin merkattiin analysoinnin mukainen maksimijatko ja silmämääräisesti etsimme laatua heikentäviä virheitä. Pääsääntöisesti tulokset näyttivät paikkansapitäviltä, vaikka yksittäisiä laatuvirheitä tarkastelussa löytyi, kuten kuvasta 9 voimme todeta. Silmämääräisessä tarkastelussa löydettyistä virheistä ei kuitenkaan täysin voi päätellä onko röntgenin laadutus ollut rungon sisältä kohdillaan. Lopullinen varmistus röntgen dataan saadaan kuitenkin vasta tukkien sahauksen yhteydessä. Tätä asiaa testataan vasta jatkotutkimuksen tukkierien yhteydessä.

Kuva 9. Silmämääräisesti löydetty laatuvirhe jatkettavasta välitukista. (Järvinen Timo, 16.5.2023)



3.2 Tulokset

Koska tutkimuksen päätavoitteena oli lisätä A-tukin osuutta katkontaa ohjaamalla, keskityttiin tulosten analysoinnissa pituuden keskiarvojen määrittämiseen. Näin tulokset on mahdollista siirtää tulevaisuudessa hakkuukoneiden katkontaohjeisiin. Tuloksiin saattaa vaikuttaa myös useampia pienempiä tekijöitä, kuten hakkuukoneen merkki ja kuljettaja. Näiden todellinen vaikutus voitaisiin todeta vasta riittävän isojen testierien myötä, joten tässä tutkimuksessa otetaan kantaa vain tämän aineiston pohjalta tehtäviin päätelmiin.

3.2.1 Tulosten analysointitapa

Tukkien katkontaan vaikuttavat asiat voidaan jakaa kolmeen pääryhmään; kuljettaja, puuston laatu sekä puuston järeys.

Kuljettajan vaikutusta emme pysty rajaamaan luotettavasti pois tutkimuserien ollessa näin pieniä, eikä saman kuljettajan käyttäminen ole näin laajalla alueella mahdollista. Tässä tutkimuksessa käytettiin kahta eri hakkuukoneenkuljettajaa. Kuljettaja 1 teki ensimmäisen ja toisen erän. Kuljettaja 2 hakkasi kolmannen. Kuljettajien hakkuutekniikassa oli eroja, jotka saattavat vaikuttaa lopputulokseen. Datan vähäisen määrän vuoksi, emme kuitenkaan huomioi kuljettajan vaikutusta tämän enempää tutkimuksen lopputuloksessa.

Kohteiden valitsemisessa kriteereinä olivat pääasiassa sijainti sekä puuston laatu. Tavoitteena oli löytää kolme kohdetta, jotka ovat puuston järeydeltään erityylyisiä sekä sijaitsevat eripuolilla Vierumäen sahan hankinta-alueella. Kohteilla puuston laadun piti olla hyvää ja tasalaatuista läpi leimikon, jotta pienikin erä kuvaisi mahdollisimman tarkasti koko leimikkoa. Laadun määrittäminen perustui kuitenkin täysin itse tekemääni silmämääräiseen arviointiin leimikoiden kartoituksen yhteydessä. Silmävarainen arviointi pystyistä on vaikeaa, joten ennen hakkuuta tehdyn laadun määrittelyn vaikutuksia tuloksiin on vaikea arvioida, joten siihen ei oteta kantaa tarkemmin tuloksissa. Datan määrän tarvitsisi olla huomattavasti suurempi, jotta leimikoiden väliset laatuero tasoittuisivat. Leimikot pyrittiin valitsemaan puustoltaan kokonaiskuvaa edustaviksi ja keskenään hieman erityylyisiksi. Loppujen lopuksi kohteen sijainti oli eniten valintaan vaikuttava tekijä.

Kuljettajan ja puuston laadun pois sulkemisen jälkeen, ainoaksi konkreettisesti vertailtavaksi katkontaan vaikuttavaksi tekijäksi jää puuston järeys. Niinpä tässä keskityttiin tarkastelemaan katkottujen tukkien läpimitan vaikutusta tukkien pituuteen. Puuston läpimita on myös mittari, jonka avulla pystymme vaikuttamaan katkontaan tulevaisuudessa apteerausohjeiden avulla muuttamalla ohjeita haluttuun suuntaan.

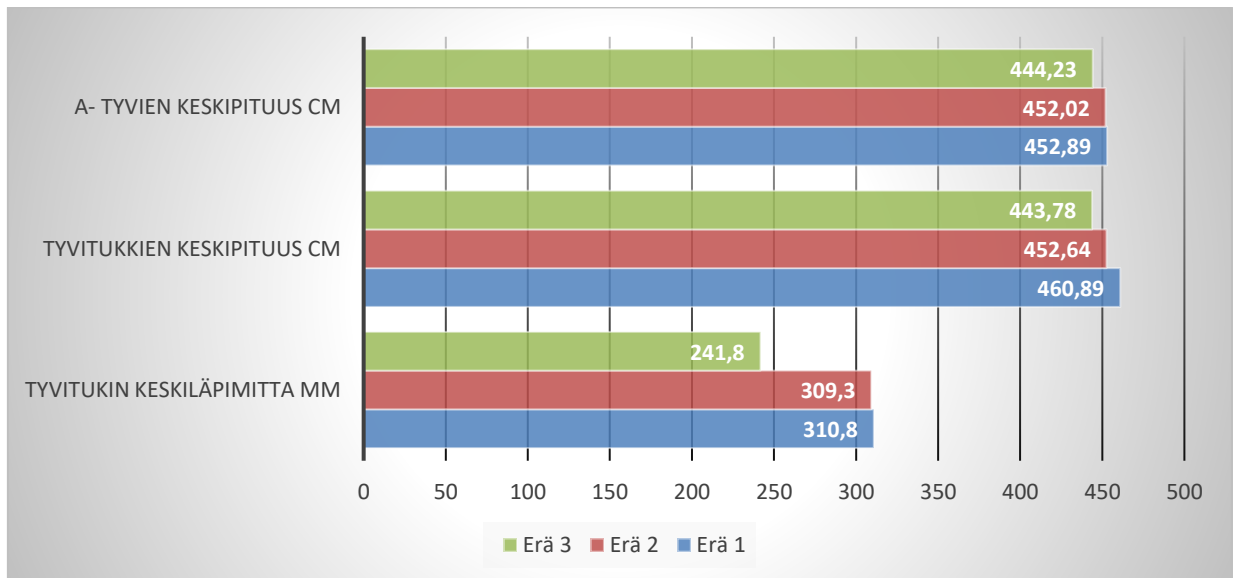
3.2.2 Vertailua

Erät 1 ja 2 olivat puustoltaan todella lähellä toisiaan. Tyvitukkien latvasta mitatut keskiläpimitat olivat hieman yli sentin päässä toisistaan, ollen ensimmäisessä erässä 310,8 mm ja toisessa 309,3 mm. Kolmas erä oli puustoltaan selvästi pieniläpimittaisempaa keskimääräisen latvaläpimitan ollessa vain 241,8 mm, kuten kuvasta 10 voimme nähdä.

Näissä kahdessa järeämmässä erässä myös tyvitukkien keskipituudet ovat pidemmät kuin ohuempi puustoisessa erässä 3. Vuositasolla tarkasteltuna yhtiön männyn tyvitukkien keskipituus on 458 cm, joten erät 1 (460 cm) sekä 2 (452 cm) ovat varsin lähellä tätä. Erä 3 jäi hiukan lyhyemmäksi 444 cm pituudellaan.

Selviä tukkien pituuksiin vaikuttavia eroja leimikoiden välillä on vaikea löytää. Katkottu tukin pituus on useiden tekijöiden summa. Jo aikaisemmin listattujen päätekijöiden, eli puuston järeyden, laadun sekä kuljettajan toiminnan lisäksi katkontaan vaikuttaa lukuisia pienempiä tekijöitä. Jokainen hakkuukonemerkki käyttää esimerkiksi omia mittalaitteitaan. Näiden välillä voi olla huomattavia eroja muun muassa rungon apteerauksen toteutumisessa. Samojen mittalaitteidenkin välillä eroja voi syntyä esimerkiksi ohjelmaan määritetystä ennustusmatkasta. Ennustusmatka on kuljettajan valitsema etäisyys hakkuupäästä eteenpäin, mille mittalaite laskee ennusteen rungon kapenemisesta ja sen pohjalta määrittää optimaaliset katkaisukohdat. Tämä voi olla käytännössä mitä vain esimerkiksi 12–25 metrin välillä ja vaikuttaa tietenkin oleellisesti koneen tarjoamiin optimaalisiin katkaisukohtiin.

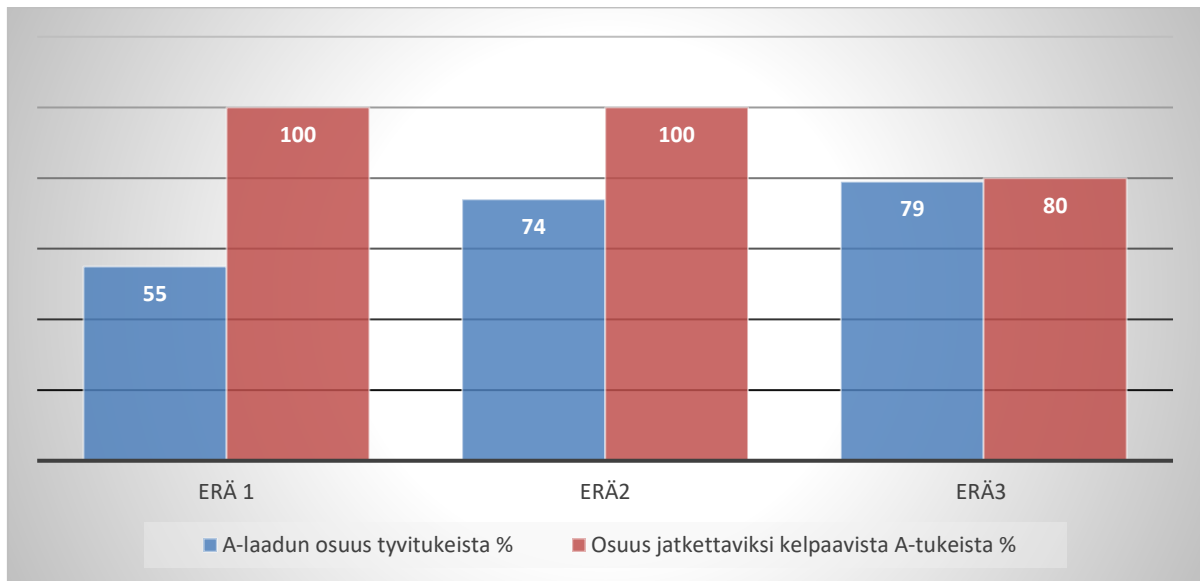
Kuva 10. Tukkierien keskeisiä tietoja koottuna pylväsdiagrammiin. (Otava Olli)



Kun röntgenin avulla kerättyä dataa tutkittiin, huomattiin että prosentuaalisesti A-tukkia kertyi parhaiten erästä 3, eli pieniläpimittaisimman puuston omaavalta kohteelta. Siellä 79 % tyvitukeista oli A-laatuista. Huonoin suhteellinen kertymä oli erässä 1, jossa tyvitukeista A-laaduksi kelpasi 55 % kuten kuvasta 11 voimme todeta. Vaikka erissä 1 ja 2 on prosentuaalisesti vähemmän A-laaduksi kelpaavia tyvitukkeja, on huomioitava niiden olevan pidempiä. Molemmissa erissä olisi myös jokaista tukkia voitu jatkaa A-laatu säilyttäen. Erässä 3 jatkettavia olisi ollut enää 80 %, joten katkonta on ollut hieman tarkempaa alun perin, vaikka pituus onkin jäänyt lyhyemmäksi.

Erän 1 kaikista heikoimpaan suhteelliseen A-laadun saantoon saattaa vaikuttaa kohteen sijainti. Leimikko sijaitsi Inkoossa lähellä etelärannikkoa. Nopeasti kasvaneista rehevistä männiköistä ei välttämättä saada yhtä paljon A-laaduksi kelpavaa tukkiainesta, vaikka puut silmämääräisesti näyttäisivätkin hyvälaatuisilta.

Kuva 11. A-laaduksi kelpaavien tukkien osuus. (Otava Olli)



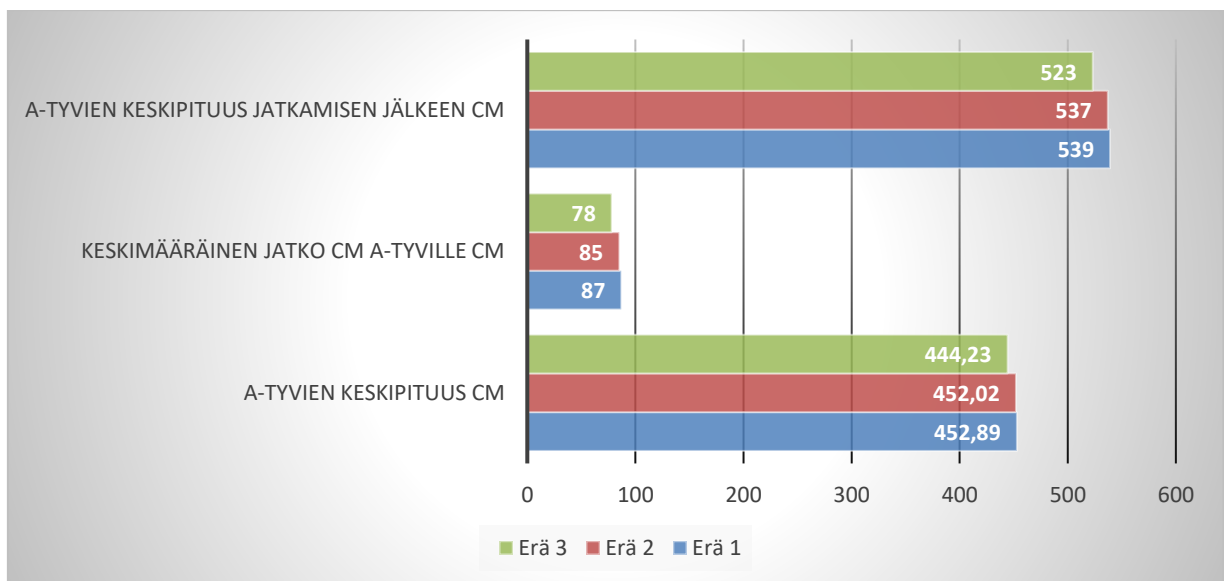
3.2.3 Jatkamisen mahdollisuudet

Tutkimuksen perusteella pystytään toteamaan, että yhtiön tyvitukeissa on todennäköisesti pituuden jatkaminen mahdollista ainakin järeydeltään ja laadultaan tämän tutkimuksen kaltaisissa leimikoissa. Järeämissä erissä 1 ja 2 olisi jokainen A-laatuinen tyvitukki ollut jatkettavissa. Myös hoikempaa puustoa edustavassa erässä 3 olisi voitu jatkaa 80 % A-tukeista. 3.erän kohdalla täytyy kuitenkin huomioida, että vaikka jatkamismahdollisuuksia on, löytyy erästä myös jo A-laadun osalta maksimipituuteensa katkottuja tukkeja. 3.erän tukit ovat myös selvästi tutkimuksen lyhyimpiä 444 cm keskipituudella. Röntgenillä saatujen tulosten perusteella 3. erän tyvitukkeja voitaisiin jatkaa keskimäärin 78 cm. Kuitenkin erän sisällä olevan huomattavan hajonnan vuoksi, ei missään nimessä näin suuri pituuden jatkaminen ole käytännössä mahdollista. Myös yhtiön liimapuunvalmistukseen käyttämät erityiset lamellimitat ja niiden vaikutus pienempiläpimittaisten tukkien katkontaan täytyy huomioida. Näiden mittojen suuren kysynnän vuoksi, hakkuukone ei aina pysty katkomaan A-laatuista tyvitukkeja mahdollisimman pitkäksi.

Järeämissä erissä 1 ja 2 puolestaan jokaista A-laadun tukkia voitaisiin röntgen tutkimuksen mukaan jatkaa huomattavasti. Erässä 1 jatkovaraa olisi A-tukeilla 86 cm ja erässä 2 jatkaa voisi 85 cm. Mikäli lasketaan mukaan kaikki testierän sisältävät tyvitukit, ei vain A-laatuista,

voitaisiin ensimmäisen erän tyvitukkien keskipituutta kasvattaa 40 cm ja toisen erän 62 cm. Tämä on hyvä huomioida tehdessä muutoksia apteerausohjeisiin, koska yhtiö käyttää vain yhtä ptl- koodia männyn tyvitukin katkonnassa. Siinä ei oteta ollenkaan kantaa kuljettajan tekemään laatuluokitteluun. Katkontatiedoista nähdään siis vain tyvitukkien määrä sekä jakauma, ei tietoa kunkin tukin laadusta. Kuvaan 12 on koottu A- tukkien osalta jatkamismahdollisuudet erittäin.

Kuva 12. A-tukkien jatkamismahdollisuuksia (Otava Olli)



3.2.4 Yhteenveto

A-tukeissa on selvästi jatkamisen mahdollisuuksia, jotka ovat vielä melko huomattaviakin. Varsinkin järeämissä yli 300 mm latvaläpimitaltaan olevissa tukeissa voidaan jatkaminen tehdä melko huoletta. Läpimitaltaan pienempien tukkien kanssa on syytä edetä todella varovaisesti ja huomioida myös haluttujen lamellimittojen vaikutus katkontaan. Riskinä liiallisella jatkamisella on, että pidennettyjen tukkien latvaosaan alkaa siirtymään A-laatuun kelpaamatonta tukkiainesta.

Suurimpana syynä nyt syntyviin liian lyhyisiin A-tukkeihin uskon olevan osittain toimimattoman apteeraustiedoston. Kun kone pyrkii katkomaan tukkeja liian lyhyiksi, kuljettajien on helppo toimia tämän mukaan. Asiasta enemmän puhumalla ja kuljettajien muistuttamisella laatukatkontaan liittyen saadaan jo varmasti vaikutuksia aikaan. Vastaavaa laatuasioiden unohtelua on havaittavissa myös muilla puutavaralajeilla, aina kun asiasta ei hetkeen puhuta.

3.3 Tutkimuksen jatko

Männyn A-tyvitukin jatkamisesta tullaan välittömästi tekemään jatkotutkimuksia. Tarvetta on vielä röntgenin määritteiden varmistamiselle, sekä esimerkiksi simulaattorissa mittalaitteen toiminnan vaikutuksen analysointia erityisesti ennustusmatkan osalta. Myös saman leimikon hakkaaminen jokaisen merkin omalla simulaattorilla, jotka ovat varustettu samalla PIN-tiedostolla ja niistä saatavien tulosten analysointi voisi olla kannattavaa. Kuljettajien testaaminen simulaattorilla vastaavissa olosuhteissa toisi arvokasta dataa kuljettajien vaikutuksesta tyvitukkien katkontaan. Seuraavissa luvuissa on käsitelty muutamia konkreettisia toimia, joiden avulla asian kehitystä lähdetään viemään eteenpäin.

3.3.1 Pin-tiedoston muutos

Hakkuukoneen suosittellemaa katkontaa ohjaa PIN-tiedosto. Tiedoston sisään on syötetty yhtiön haluamat hinta- sekä jakaumamatriisit. Matriisit sisältävät pituus- sekä läpimittatiedon ja kuinka haluttuja ne ovat sahalle toimittaa. Hintamatriisilla myös määritetään eri puulajien väliset arvosuhteet niin sanotuilla perushinnoilla. (Uusitalo, n.d, s. 5) Koska kone pyrkii aina täyttämään halutun matriisin mahdollisimman tehokkaasti, täytyy hintamatriisia tukea jakaumamatriisilla. Jakaumamatriisi pyrkii tasoittamaan erilaisista leimikoista johtuvaa katkontaa pitkällä aikavälillä kohti yhtiön haluamaa todellista jakaumaa (Uusitalo, n.d, s.14). Näitä tiedostoja muokkaamalla yhtiö pystyy vaikuttamaan eri tukkiluokkien kertymään ja ohjaamaan katkontaa haluttuun suuntaan. Koneen laskema apteerausehdotus toimii tukena kuljettajalle, joka tekee lopullisen päätöksen tukin katkonnasta. (Vuorenpää ym. ss. 4–5)

Koska mänty pyritään aina katkomaan laatukatkontana, ei apteerausohjetta muuttamalla pystytä kuitenkaan yksinään muutosta tekemään. Odotettavissa on kuitenkin huomattavia hyötyjä, mikäli kone pyrkii ehdottamaan pidempiä tyvitukkeja kuljettajalle katkottavaksi. Kesän 2023 aikana on tarkoitus hakata yksittäisiä leimikoita muokatulla apteeraus ohjeella. Nämä erät tullaan ajamaan tätä tutkimusta vastaavalla tavalla tukkimittarista läpi ja tulokset analysoidaan. Mikäli tulokset vaikuttavat lupaavilta, tullaan uuden apteerausohjeen mukaista katkontaa laajentamaan koko alueelle. Vastaavia apteerausohjeiden muutoksia ja testauksia tullaan tekemään useampia, ja muokkauksen vaikutusta A-tukin määrään seurataan säännöllisesti.

3.3.2 Koulutus

Männyn katkontaa tullaan painottamaan yhtiön järjestämissä laatukoulutuksissa kuljettajille. Järjestetään tukkien laaturata, jossa kuljettajat pääsevät tarkastelemaan A-tyven osuuden kasvattamisen mahdollisuuksia. Laadutuksen tutkiminen ja asiasta säännöllinen keskustelu, lisäävät todennäköisesti A-laadun saantoa. Myös metsäasiantuntijoiden on hyvä kiinnittää katkontaan huomiota, kun käyvät leimikoilla katsomassa hakkuita. Pystyvuista laaturajojen määrittäminen ja keskustelu kuljettajan kanssa voi olla helpompaa, kuin jo valmiiksi katkotuista tukeista.

4 Yhteenveto

Kuten todettua ensimmäiset oletukset yhtiön lyhyistä tyvitukeista näyttävät olleen oikeassa. Rohkeaan jatkamiseen on mahdollisuutta varsinkin järeämissä tukeissa. Pieniläpimittaisen tukin muutosten kanssa täytyy olla varovaisempi ja edetä pikkuhiljaa. Kohdekohtaisia eroja tulee varmasti vastaan ja joissakin tilanteissa on mahdollista, että tukkien jatkaminen aiheuttaa myös heikompileatuisten tukkien määrän lisääntymisen.

Suurin muutos tulee tapahtumaan katkontamatriisien päivittämisellä ja sen luomalla katkonnan pituuspainotuksen muutoksella. Tilannetta täytyy kuitenkin seurata säännöllisillä testierillä, joita otetaan ympäri hankinta-alueita. On myös mahdollista, että eri hankinta-alueilla joudutaan käyttämään toisistaan poikkeavia katkontaohjeita puustoerojen vuoksi.

Erän 3 silmämääräinen tarkastelu tukkikentällä myös vahvisti käsitystä, että tulevaisuudessa otettavissa testierissä tullaan alustavasti käyttämään samoja määritteitä tyvi- ja välitukin laadun analysoimisessa kuin nyt. Lopullinen varmistus saadaan, kun joitakin testieriä päästään seuraamaan läpi koko sahausprosessin ja tarkastelemaan valmiin sahatavaran laatua.

Kokonaisuutena tutkimus osoitti tarpeen tyvitukin katkentaohjeistuksen muutokselle ja seurannalle, jotta yhtiö voi valmistaa mahdollisuuksien mukaan maksimimäärän laadukasta sahatavaraa.

Lähteet

Auvinen, S. (2018). *Röntgenmittaus mäntytukin katkokunnan ohjauksen tukena*. (Opinnäytetyö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu)

Finnos. (29.5.2023). *Finnos tukkimittarit*.

<https://www.finnos.fi/fi/ratkaisumme/sahateollisuus>

Google. www.google.fi/maps

Liinakoski, E. (2014). *Leimikonsuunnittelu-opas*. (Opinnäytetyö, Mikkelin ammattikorkeakoulu)

<https://www.theseus.fi/handle/10024/97139>

Marjomaa, J. (1999) *Tukkien mittaus optisella tukkimittarilla*.

https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/katsaus-1996_01-compressed.pdf

Metsäteho. (26.4.2023). *Mittaus ja laatuopas*.

<https://puuhuolto.fi/mittaus-ja-laatu/mittaus-tehtaalla/tukkirontgenit/>

Puuinfo. (26.4.2023). *Sahatavaran laatu*.

<https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/sahatavaran-laatu/>

Uusitalo Jori. (n.d) *Voidaanko laatu huomioida männyn katkoknassa*.

Luettu 31.5.2023.

https://webpages.tuni.fi/uta_statistics/puuprojekti2001/seminar03/Jori_Uusitalo.pdf

Versowood. (25.4.2023). <https://www.versowood.fi/fi>

Vuorenpää, T. Arminen, P. Suurniemi, S. (1999). *Arvomatriisien ja tavoitejakaumien laadinta hakkuukoneille*.

https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/metsatehon_raportti_081.pdf