



Karelia-ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri (AMK)

FinScanin optisen laotalajittelun löytämät US-laadut LogProfiler X- Ray -röntgenin US-laaduttamista tukeista

Pekka Polvinen

Opinnäytetyö, kesäkuu 2023

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2023
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9, 80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Pekka Polvinen

Nimeke
FinScanin optisen lautalajittelun löytämät US-laadut LogProfiler X-Ray -röntgenin US-laaduttamista tukeista

Toimeksiantaja Kuhmo Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon Kuhmo Oy:n tukkilajittelun LogProfiler X-Ray -röntgenin laaduttamat tukit nykyisillä säännöillä löytävät parasta sahatavaraa eli US-laadua. Tuloksia verrattiin FinScanin optisen lautalajittelun sahatun sahatavaran löytämiin US-laatuihin.

Tutkimus toteutettiin määrällisenä tutkimuksena toimeksiantajan määrittelemästä aineistosta. Tutkimuksessa hyödynnettiin toimeksiantajan FinScanin Samet-järjestelmään tallennettuja laatutietoja sekä tukkilajittelun LogProfiler X-Ray -laitteiston tallentamia mittausrjestelmän tukkilaatuja. Saatua tuloksia verrattiin 6 kk:n ajalta.

Tuloksista käy ilmi, että pienemmän latvaläpimitan tukeilla US-laadun löydettävyyttä X-Ray-röntgenillä on selvästi parempi kuin suurempi latvaläpimitteisillä tukeilla. Lautalajittelussa löydetty US-laadut eroavat dimensioiden välillä siten, että pienemmistä dimensioissa löytyy vähemmän US-laadua kuin isommista.

Tutkimustulosten avulla röntgenlaitteiston asetuksia voidaan jatkossa säätää täsmällisemmin lähemmäksi FinScanin tuloksia etenkin suurempi latvaläpimitteisillä tukeilla, joiden kohdalla X-Ray-röntgenin US-säädöt poikkesivat lopullisesta sahatavaran US-saannosta eniten.

Kieli
suomi

Sivuja 28
Liitteet 1
Liitesivumäärä 1

Asiasanat
mittaus, sahatavara, laatu, tukit



THESIS
June 2023
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Pekka Polvinen

Title
Us quality boards founded by FinScan's optical boards sorting what have been also qualitated by log sorting X-ray

Commissioned by Kuhmo Oy

Abstract

The aim of the thesis was to investigate how much the logs sorted by Kuhmo Oy's LogP-rofiler X-Ray find the best sawn timber quality, which is US-quality, according to the current rules. The results were compared with the US-quality found by the optical lumber sorting of sawn timber by FinScan.

The study was conducted as a quantitative study from the data defined by the client. The study utilized quality information stored in the client's FinScan Samet system, as well as the LogProfiler X-Ray equipment's measurement system log qualities. The results obtained were compared for six months.

The results indicate that the detectability of US quality using X-Ray radiation is significantly better with smaller top diameter supports than with larger top diameter supports. The US grades found in the log sorting differ between dimensions, with smaller dimensions having less US quality than larger ones.

The research results show that X-ray equipment settings can be adjusted to match FinScan results more closely, especially for larger top diameter logs, where the X-ray US settings deviated the most from the final sawn timber US yield.

Language
Finnish

Pages 28
Appendices 1
Pages of Appendices 1

Keywords
measurement, lumber, quality, logs

Sisältö

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Tehdasmittaus | 6 |
| 2.1 | Tukin vastaanotto ja lajittelu | 6 |
| 2.2 | 3D-mittaus | 7 |
| 2.3 | Röntgenmittaus..... | 8 |
| 3 | Valmis sahatavara ja lautalajittelu..... | 10 |
| 3.1 | Dimensiolajittelu..... | 10 |
| 3.2 | Sahatavaran laatu..... | 10 |
| 3.3 | Sahatavaran laadutusjärjestelmä..... | 12 |
| 4 | Tutkimuksen tavoite | 14 |
| 5 | Aineisto ja menetelmät..... | 14 |
| 6 | Tulokset | 15 |
| 6.1 | Tutkittavat mäntytukkilaadut | 15 |
| 6.2 | Tukkiluokka 170AD | 17 |
| 6.3 | Tukkiluokka 210A | 19 |
| 6.4 | Tukkiluokka 230A | 22 |
| 6.5 | Tukkiluokka 270A | 24 |
| 7 | Pohdinta..... | 27 |
| 7.1 | Tulosten tarkastelu | 27 |
| 7.2 | Hyödynnettävyys ja jatkotutkimukset | 28 |
| | Lähteet..... | 29 |

Liitteet

| | |
|---------|---------------------------|
| Liite 1 | Mäntytukin laatumaksutapa |
|---------|---------------------------|

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon tukkilajittelussa käytössä olevan LogProfiler X-Ray -röntgenin US-laadut nykyisillä säännöillä poikkeavat FinScanin laotalajittelun löytämistä US-laaduista. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Kuhmo Oy, ja tutkimus suoritettiin Kuhmo Oy:n sahalla keväällä 2023.

Kuhmossa sijaitseva Kuhmo Oy on harjoittanut sahaustoimintaa vuodesta 1959 lähtien. Sahalaitos työllistää noin 155 henkilöä ja on yksi alueen merkittävimmistä työllistäjistä. Kuhmo Oy tuottaa vuodessa noin 400 000 m³ sahatavaraa. Uusien investointien myötä sahatavaran tuotantomäärä tulee kasvamaan noin 600 000 m³:iin vuodessa. Kuhmo Oy hankkii raaka-aineensa pääasiassa Kainuun sekä osin Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon pohjoisosien metsistä. Pääpuulajina on mänty, jonka osuus tuotannosta on n. 80 %. Tuotanto jakaantuu tukin koon mukaan kahteen eri sahalinjaan. Pienpuulinja valmistaa suurimman osan Kuhmo Oy:n pakkaus- ja rakennusalan tuotteista. Päälinjan suuremmista ja laadultaan paremmista tukeista valmistetaan tuotteita puusepän- ja huonekaluteollisuuteen sekä rakennus- ja taloteollisuuteen. (Kuhmo Oy 2023.)

Opinnäytetyö jakautuu teoreettiseen ja tutkimukselliseen osaan. Teoreettinen osa käsittelee tukkilajittelua, siinä käytettäviä mittauslaitteistoja, valmiin sahatavaran lajittelua, laatuluokituksia sekä sahatavaran laadutusjärjestelmää. Teoreettinen osa on rajattu tutkimuksen kannalta keskeisimpiin aiheisiin, ja se antaa käsityksen tukkien ja sahatavaran lajittelusta sahateollisuudessa sekä sahatavaran eri laatuluokista. Tutkimuksellisessa osassa FinScanin valmiista sahatavarasta löytämiä US-laatuja määriä verrattiin tukkilajittelun röntgenlaitteiston löytämiin US-laatuja määriin.

2 Tehdasmittaus

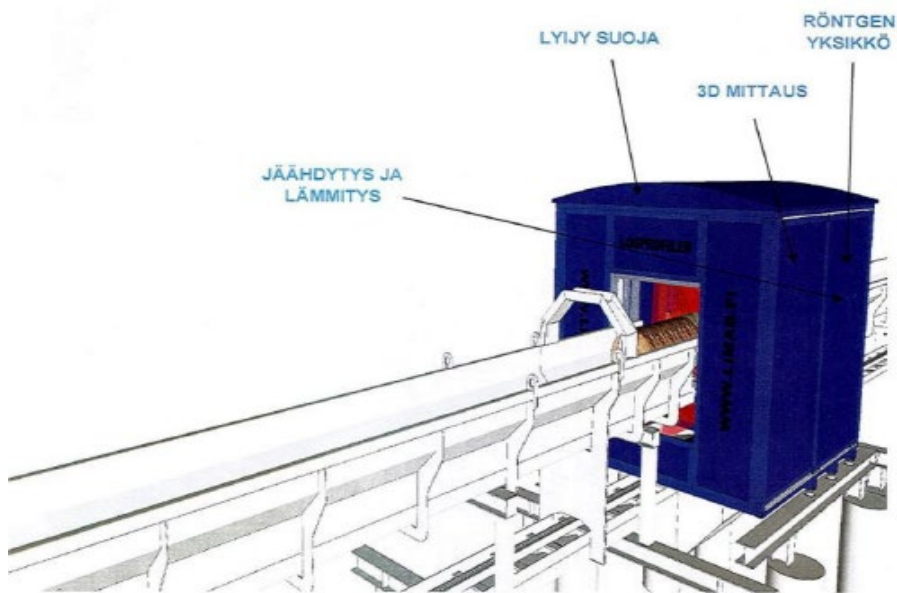
2.1 Tukin vastaanotto ja lajittelu

Sahausprosessin ensimmäinen vaihe on sahalaitoksella suoritettava tukkilajittelu ja mittaus. Sahalle saapuvat tukkiuormat otetaan vastaan tukkien lajittelulaitteistolla, jossa kuormat voidaan purkaa autosta suoraan tukinlajittelijan vastaanottopöydälle. (Varis 2017, 64.) Vastaanottopöydältä tukit kulkevat pitkää lajittelukuljetinta pitkin pituussuuntaisesti eteenpäin kuljettimen molemmin puolin sijaitseviin lajittelulokeroihin. Tukkilajittelun operaattori tekee samalla visuaalista lajittelua eli hän laaduttaa jokaisen vastaanottopöydälle saapuvan tukin silmämääräisesti. Tukit pyörähtävät vastaanottopöydällä, jolloin ne saadaan tarkasteltua kauttaaltaan.

Tukkien profiilit ja muodot ovat toisistaan poikkeavia, koska puuraaka-aine itsessään on epähomogeenista. Operaattorin tehtävänä on hylätä vialliset tukit ja vastaanottolaaduttaa sahalle tulevat tukit. Operaattori katsoo tukista ne ominaisuudet, joita mittaustekniikka ei kykene mittaamaan, kuten kovalaho ja sinistymät. (eSaha 2023a.)

Operaattorin tekemän silmämääräisen lajittelun jälkeen tukit ohjataan kuljettimella mittauslaitteistoon, jossa ne mitataan elektronisesti laser-, 3D- ja röntgenmittauslaitteita käyttäen. Kuhmo Oy:llä käytössä oleva RemaSawcon LogProfiler-mittauslaitteisto koostuu LogProfiler 3D- sekä LogProfiler X-Ray -laitteista (kuva 1). Mittauslaitteiden avulla tukista saadaan määritettyä sen geometria ja sisäinen laatu. Tärkeimmät tukista mitattavat suureet ovat latvahalkaisija, pituus sekä tilavuus. Nämä ominaisuudet määrittävät tukin sahausasetteiden valinnat. Mittauslaitteisto hylkää myös lengot kappaleet ja tunnistaa puussa mahdollisesti olevat vierasesineet, kuten kivet ja metallit. (eSaha 2023b.) Onnistunut tukkilajittelu onkin ratkaiseva tekijä sahausprosessin kannalta. Mitä varhaisemmassa vaiheessa tukin sahauseseen liittyviä valintoja tehdään, sitä vähemmän syntyy tuotejakaumaa ja sitä parempi lopputuotteen laatu on. (Varis 2017, 71–72.)

Lopullinen lajittelupäätös tehdään yhdistämällä operaattorin antama visuaalinen lajittelutieto ja mittauslaitteella tukista saatu geometria, sisäinen laatu sekä latvaläpimitta. (eSaha 2023c.) Tämän jälkeen tukit ohjataan Kuhmo Oy:llä tuotantosuunnittelijan asettamien ohjeiden mukaan 68:aan eri lajittelulokeroon.



Kuva 1. LogProfiler X-laitteisto (RemaSawco 2018).

2.2 3D-mittaus

Optiset mittausjärjestelmät ovat yleisimpiä käytössä olevia mittauslaitteita Suomen sahatollisuudessa. 3D-mittauslaitteen toimintamenetelmä perustuu kamera- ja lasertekniikkaan, joka mahdollistaa tarkan 3D-muodon tuottamisen koko tukista. Kameratekniikan avulla tukista voidaan tunnistaa kuorettomat kohdat. Lasermittauksella puolestaan saadaan muodostettua 3D-malli rungon geometriasta. (Varis 2017, 69.)

Kuhmo Oy:llä käytössä olevalla 3D-mittarilla mitataan tukin kuorellinen tilavuus, latvahalkaisija ja talvella X-Ray-röntgenin vähentämä jää. Mittausta käytetään maksuperusteena puunmyyjälle. Tämän jälkeen tukki menee X-Ray-röntgenille, joka mittaa kuoren paksuuden. Röntgenin mittaama kuoren paksuus vähennetään kuorellisesta vastaanottohalkaisijasta. Tästä saadaan kuoreton

latvahalkaisija, jonka avulla puut ohjataan laaduittain sahausta varten omiin lokeroihinsa. (Ohtonen 2023.)

2.3 Röntgenmittaus

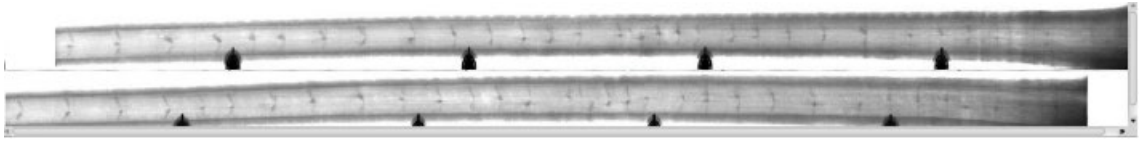
Tukin sisälaadun mittaukseen käytetään puolestaan röntgentekniikkaan perustuvia, läpivalaisevia mittalaitteita. Röntgentekniikan avulla saadaan tietoa tukin sisäisistä ominaisuuksista, kuten oksaisuudesta ja niiden sijainnista puun sisässä, vuosiluston leveydestä sekä sydänpuun halkaisijasta. Lisäksi röntgenlaitte tunnistaa puussa mahdollisesti olevat vierasesineet, kuten ruuvit, naulat ja kivet. (eSaha 2023d; Varis 2017, 70–71.)

Röntgensäteilyä voidaan käyttää monin eri tavoin ja erilaisiin tehtäviin. Röntgensäteily on läpivalaisuun käytettävää lyhytaaltoista säteilyä, jonka aallonpituusalue on laaja verrattuna näkyvän valon aallonpituusalueeseen. Röntgenkuvauksessa tulee olla 4–5 erisuuntaista röntgenläpivalaisua, jotta tukin laadusta, kuten sisäoksista, saadaan muodostettua tarkka kuva (kuva 2). (Metsäteho 2006)

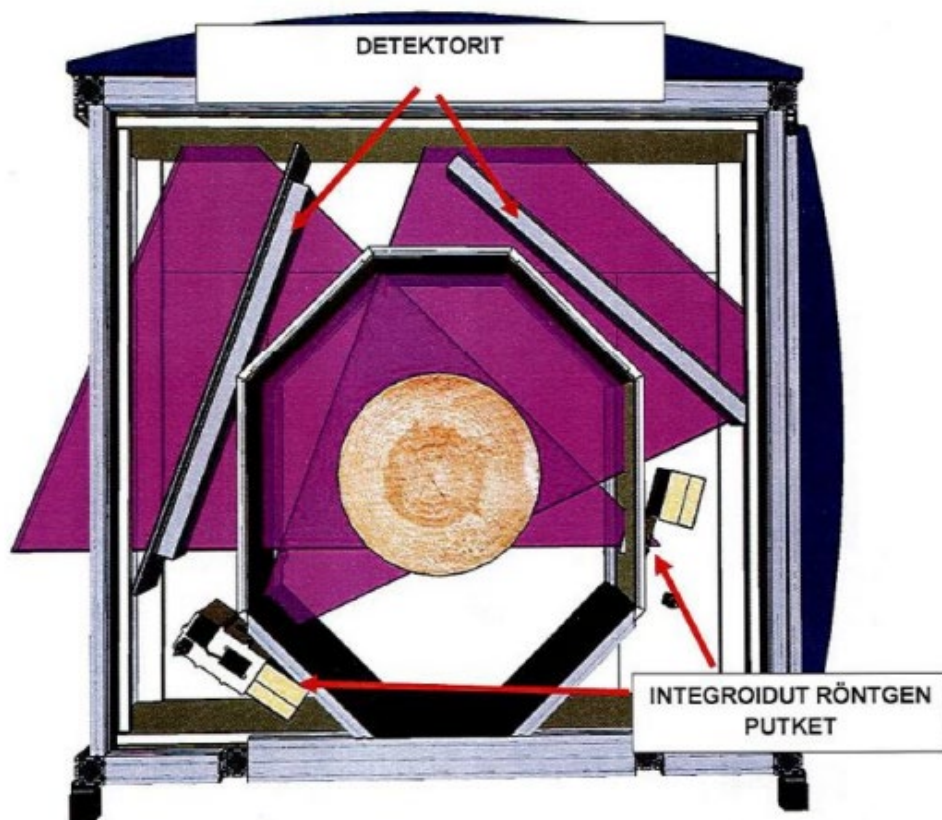
LogProfiler X-Ray -laitteessa on kaksi röntgensäteitä lähettävää lähdettä. Tukin takana on herkkä detektori, joka mittaa tukin läpi tulleen säteilyn voimakkuuden (kuva 3). Säteily on sitä vaimeampaa, mitä tiheimmän puumateriaalin läpi se on kulkenut. Suurin vaimennus tapahtuu säteen kulkiessa tukin ytimen kautta. Osa säteistä ohittaa tukin sivusta, jolloin säteen vaimenemista ei tapahdu. Vaimenemiseen vaikuttavat mm. röntgensäteen puussa kulkema matka, tukin eri osien vaihteleva tilavuuspaino, tukin vesipitoisuus, oksaisuus, sydän- ja pinta-puun määrät sekä vuosiluston paksuus. Tukista saadaan sitä tarkempi kuva, mitä enemmän mittaussuuntia röntgenmittauksessa on. (Metsäteho 2017)

Yhdistämällä röntgenjärjestelmä edellä esitettyyn 3D-tekniikkaan järjestelmän mittaustarkkuus paranee. Tämä johtuu siitä, että 3D-mittausjärjestelmästä saatua muototietoa voidaan hyödyntää röntgenlaskennassa. Kun tiedetään tarkka säteilyn etenemä tukissa, sisälaadun laskenta voidaan suorittaa tarkemmin, jolloin myös mittaustarkkuus nousee. Röntgenjärjestelmän ja geometrisen

mittauksen yhdistelmällä tukista saadaan mitattua tarkka kuoreton 3D-profiili.
(eSaha 2023e.)



Kuva 2. US-laatuinen tukki (RemaSawco X-Ray).



Kuva 3. Röntgenlaitteen toimintakuvaus (RemaSawco 2018).

3 Valmis sahatavara ja lautalajittelu

3.1 Dimensiolajittelu

Sahauksen jälkeen vuorossa on sahatavarakappaleiden lajittelu. Sahatavaran lajittelulla on merkittävä vaikutus erityisesti kustannustehokkuuden sekä asiakastyytyväisyyden näkökulmasta. Lajittelun avulla sahatavaran optimaalinen käyttötarkoitus saadaan jo heti prosessin alkuvaiheessa, mikä puolestaan parantaa tuotannon tehokkuutta. (Varis 2017, 172.)

Tuorelajittelussa eli niin kutsutussa dimensiolajittelussa sahatavarakappaleet lajitellaan tuoreena heti sahauksen jälkeen mittojen perusteella dimensioihin sekä usein myös laadun perusteella omiin lokeroihinsa. Dimensiolajittelussa määritetään sahatavaran mitat eli paksuus, leveys ja pituus. Optimaalinen tuorelajittelu mahdollistaa myös kuivauksen optimoinnin. Sahatavaran parhaimmat laadut saadaan erilleen, ja ne voidaan kuivata tarkasti loppuasiakkaan vaatimusten mukaisesti. (Varis 2017, 172.) Tuorelajitteluun on yhä enenevässä määrin tullut mukaan laatulajittelu, mikä tapahtuu automaattisilla konenäköjärjestelmillä. Lajittelun tarkoitus on erottaa eri koot ja laadut kuivausta varten omiksi ryhmiin. (eSaha 2023f.)

3.2 Sahatavaran laatu

Sahatavarat lajitellaan puun ominaisuuksien mukaan 4:ään eri päälaatuluokkaan, joita ovat US, V, VI ja VII. Päälaatujen korkein laatu on US, joka sisältää tuotannosta lankeavan osuuden alalaatuja US I–US IV. Termi US tulee sanasta ”unsorted”. US-laatu asettaa tiukat vaatimukset kappaleen ulkonäölle, oksaisuudelle sekä teknisille ominaisuuksille. Männyn US-laatuista sahatavaraa voidaan valmistaa ainoastaan tyvitukeista sekä parempilaatuisista välitukeista, koska muut rungonosat ovat liian oksaisia. Oksaisuus onkin yleisin ominaisuus, joka määrää sahatavarakappaleen laatuluokan (kuva 4). Sahatavaran kaikki neljä sivua arvioidaan erikseen ja ne luokitellaan omaan laatuluokkaansa. Laatuluokka

määritellään kokonaisuuden perusteella ja tällöin toinen sisälappeista saa olla yhtä laatuluokkaa huonompi kuin kappaleen lopullinen laatu (kuva 5). US-laadun sahatavaraa käytetään pääasiassa hyvin näkyville tulevilla tuotteissa, kuten huonekaluissa, listoissa, sisustuspaneelissa sekä käsityötuotteissa. (Pohjoismainen sahatavara 2020)

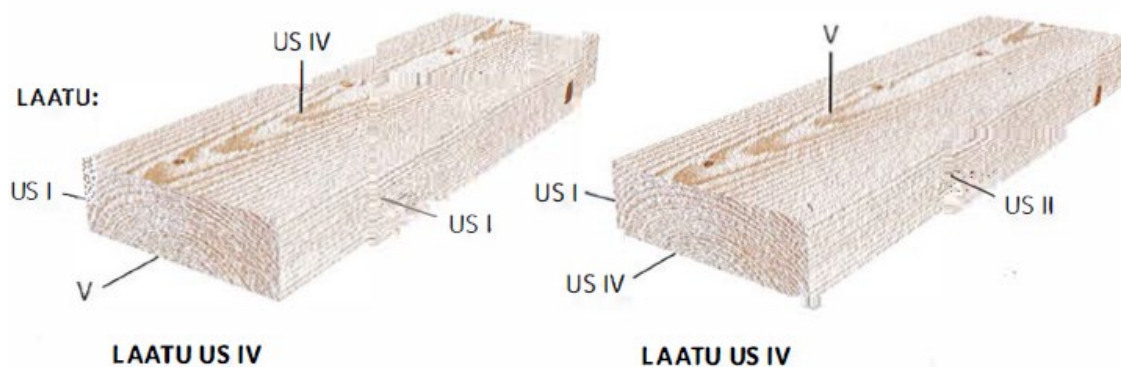


Kuva 4. Sahatavaralaadut (Puuinfo 2023).

Muut laatuluokat eivät jakaannu alalaatuihin. V-laatua eli niin kutsuttua kvinttaa käytetään pääasiassa ikkunan- ja ovenkarmeissa, ulkoverhouksessa, runkorakenteissa sekä lattioissa. Männyn V-laatuista sahatavaraa voidaan valmistaa kaikista rungonosista, mutta ominaisuudet ja ulkonäkö vaihtelevat sen mukaan, mistä rungonosasta se on valmistettu. (Varis 2017, 181; Puuinfo 2023.)

VI-laatua kutsutaan myös sekstaksi, jota käytetään muun muassa pakkauksissa, runkorakenteissa sekä muottilautoina. Sekstaa ei lajitella sen mukaan, mistä rungonosasta se on valmistettu, koska käyttötarkoitus huomioon ottaen sille ei ole asetettu ulkonäkövaatimuksia. (Varis 2017, 181; Puuinfo 2023.)

Sahatavaralaaduista heikoin on VII, jolle ei ole numeerisia arvoja. Sahatavaran on kuitenkin pysyttävä koossa ja sahanterän on koskettava pääosaa kappaleen pinnasta. VII-laatua käytetään esimerkiksi aluspermannoissa, betonimuoteissa sekä erilaisissa puulavoissa. (Varis 2017, 181–182.)



Kuva 5. Laadun määrittäminen (Pohjoismainen sahatavara 2020).

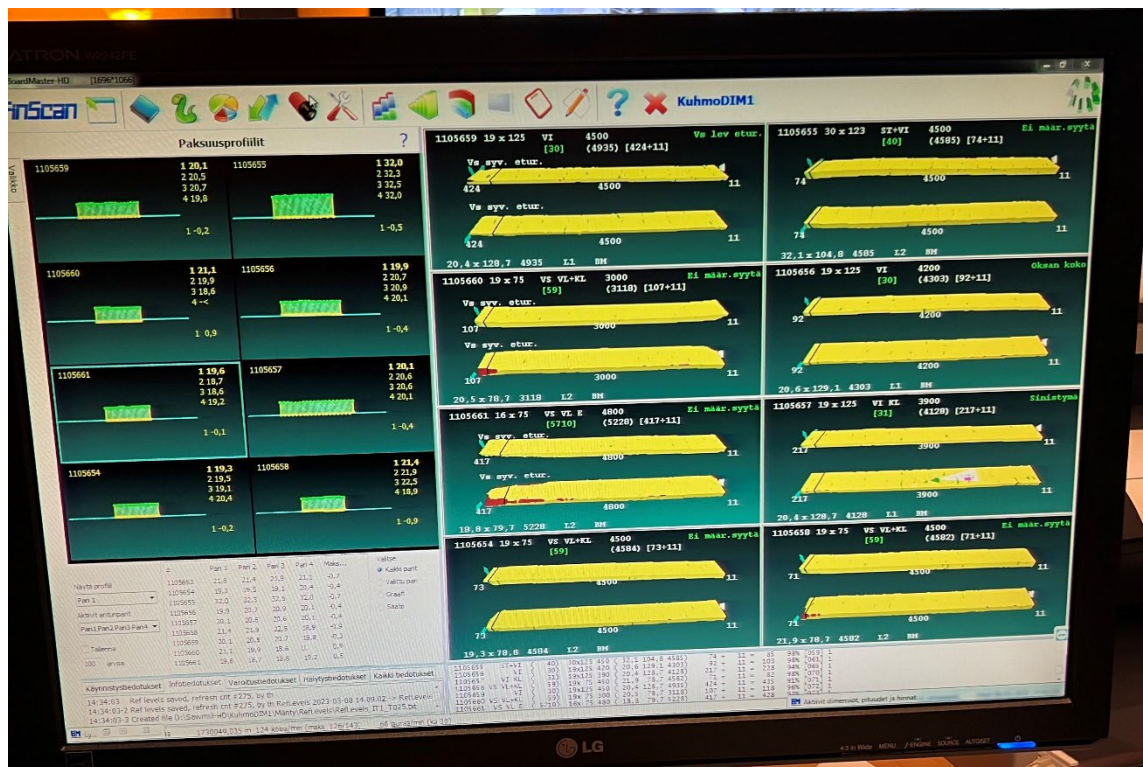
3.3 Sahatavaran laadutusjärjestelmä

Tuorelajittelussa on käytössä konenäköön perustuva laadutusjärjestelmä. Koneenäkölajittelussa tarkoituksena on määrittää sahatavaran laatuun vaikuttavia ominaisuuksia, minkä vuoksi kappaleen ominaisuudet täytyy määrittää kaikilta neljältä sahapinnalta. Lisäksi tarkistetaan usein myös kappaleen päädyt. Järjestelmällä voidaan selvittää sahatavarakappaleen mitat, oksaisuus, kappaleissa mahdollisesti esiintyvät väriviat, vajaasärmäisyys, halkeamat ja muotoviat sekä pihkataskut. (Varis 2017, 172–173.)

Optisessa mittauksessa käytetään näkyvää valoa, infrapunaa ja ultravioletin aallonpituusalueiden säteilyä. Digitaalikuvamittauksessa käytetään sahatavaran lajittelussa, ja sen soveltamista tukkien mittaukseen tutkitaan (kuva 6). Erityisenä tavoitteena on puun laatua kuvaavien tunnusten, kuten vuosilustojen ja sydän/pintapuuosuusien, mittaus. (Metsäteho 2006)

Kuhmo Oy:llä on käytössä FinScanin BoardMaster HD (kuva 7). Järjestelmä on nelisuuntainen, eli se mittaa kappaleiden lappeet ja syrjät. Mittausjärjestelmässä on kaksi noin 7 m pitkää mittaramppia, joiden välissä on kääntölaite. Ensimmäisessä mittauspisteessä on 3 kameraa, jotka kuvaavat ylöspäin olevan lappeen. Toisessa mittauspisteessä kääntäjän jälkeen on 9 kameraa: kolme kuvaa etureunan, kolme kääntämisen jälkeen ylöspäin olevan lappeen ja kolme takareunan. Mittarampeissa on kaksi noin 7 m pitkää valaisinta. Kappaleita

valaistaan edestä keltaisella ja takaa sinisellä valolla, missä valoero käytetään vajaasärmän löytämiseksi. (FinScan käyttöohje)



Kuva 6. Kuva FinScanin näytöstä (Kuva: Pekka Polvinen).



Kuva 7. Lautalajittelulaitteisto (FinScan BoardMaster-HD käyttöohje 2012).

4 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon X-Ray-röntgen on löytänyt US-laatua tukkiluokista 170AD, 210A, 230A ja 270A sekä verrata löytösaantia FinScanin lopullisen sahauserän US-saantoon. Tutkimuksella halutiin saada selville, kuinka paljon nykyiset X-Ray-röntgenin US-säädöt poikkeavat lopullisesta sahatavaran US-saannosta.

Kuhmo Oy:llä tätä ei ole tutkittu aikaisemmin, vaan X-Ray-röntgenin nykyiset US-säädöt on saatu laitetoimittajalta. Vertailemalla X-Ray-röntgenin nykyisillä säädöillä tukkilajittelussa saatua US-saantoa samasta tukkiluokasta sahassa saatuun FinScanin US-saantoon, saadaan tietoa sahan ja tukkilajittelun US-laattujen löytösaantien välillä. Tätä tietoa hyväksikäyttäen tavoitteena on saada X-Ray-röntgenin säädöt vastaamaan paremmin sahatavaran US-laatua, jotta tukit saataisiin kohdennettua tarkemmin lopputuotetta vastaavaksi.

5 Aineisto ja menetelmät

Opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu kvantitatiivisesta eli määrällisestä aineistosta. Tutkimuksessa käytetty aineisto pohjautuu Kuhmo Oy:n FinScanin optisen lautalajittelun Samet-järjestelmään tallennettuihin laatu-tietoihin sekä tukkilajittelun RemaSawcon LogProfiler X-Ray -röntgenlaitteiston tallentamiin tukkilaatuuihin ajalta heinäkuu 2022–joulukuu 2022. Tutkimus toteutettiin Kuhmo Oy:n sahalla maaliskuu–toukokuussa 2023.

Aineiston vertailu ja simulointi toteutettiin Excel-ohjelmalla. Tallennetuista tietokannoista saadut tiedot siirrettiin Exceliin, jossa ne jaoteltiin lauhalkaisijan (170mm, 210mm, 230mm ja 270mm) mukaan jokainen omaan taulukkoonsa. Kuukausittainen tukkivastaanottoon tullut määrä tutkittavaa mittaluokan tukkia, josta röntgenlaite oli löytänyt US-laatua, kirjattiin ylös Excel-taulukkoon.

Saaduista tuloksista laskettiin US-laadun löytösaanti prosentteina jokaiselta kuukaudelta sekä jokaisesta vastaanottolaadusta.

Vertailtava aineisto saatiin Samet-järjestelmään tallennetuista laatutiedoista ja siitä, kuinka paljon valmiista sahatavaramäärästä FinScanin optinen laitalajittelu löysi US-laatua. Tietokannoista saatiin tiedot lajitelluista tukeista ja sahatarasta tilavuuksittain, kappaleittain sekä laaduittain, joista laskettiin Excelillä kuukausittaiset prosenttiosuudet US-laadun löydettävyydestä. Tuloksista muodostettiin Excel-taulukon avulla jäljempänä esitettävät kuviot, mikä selventää tulosten tarkastelua.

6 Tulokset

6.1 Tutkittavat mäntytukkilaadut

Mäntytukit lajitellaan tehdasmittauksessa rungon osan ja oksaisuuden mukaan neljään eri vastaanottoluokkaan, joita ovat A-tyvitukki, B1-tyvitukki, B2-välitukki ja C-terveksainen latva "liite 1".

Kuhmo Oy:n tukkivastaanotossa operaattorin laaduttamat A-tyvitukit menevät suoraan A-laatuluokkaan. Tutkimuksen kohteena olevissa tukkiluokissa 210A ja 230A A-laatuluokkaan menevät suoraan myös operaattorin laaduttamat A- ja B1-tyvitukit. Sen sijaan tutkimuksen kohteena olevissa tukkiluokissa 170AD ja 270A A-laatuluokkaan menevät vain operaattorin laaduttamat A-laadut. Lisäksi jos röntgen on löytänyt US-laatua B1-tyvitukista, B2-välitukista, C-terveksäisestä latvatukista tai hylätystä tukista, on röntgen lajitellut sen A-laatuluokkaan. Näin ollen kaikki operaattorin laaduttamat tukin vastaanottolaadut, joista röntgen on löytänyt US-laatua menevät A-laatuluokkaan.

Tutkimustulosten keräämiseen ei ole käytetty mitään tiettyä tarkasteltavaa tukkierää, vaan tulokset on saatu kuukausittain saapuvista tukeista. Sahalle saapuneet tukit ovat menneet lajittelun kautta tukkikentälle odottamaan

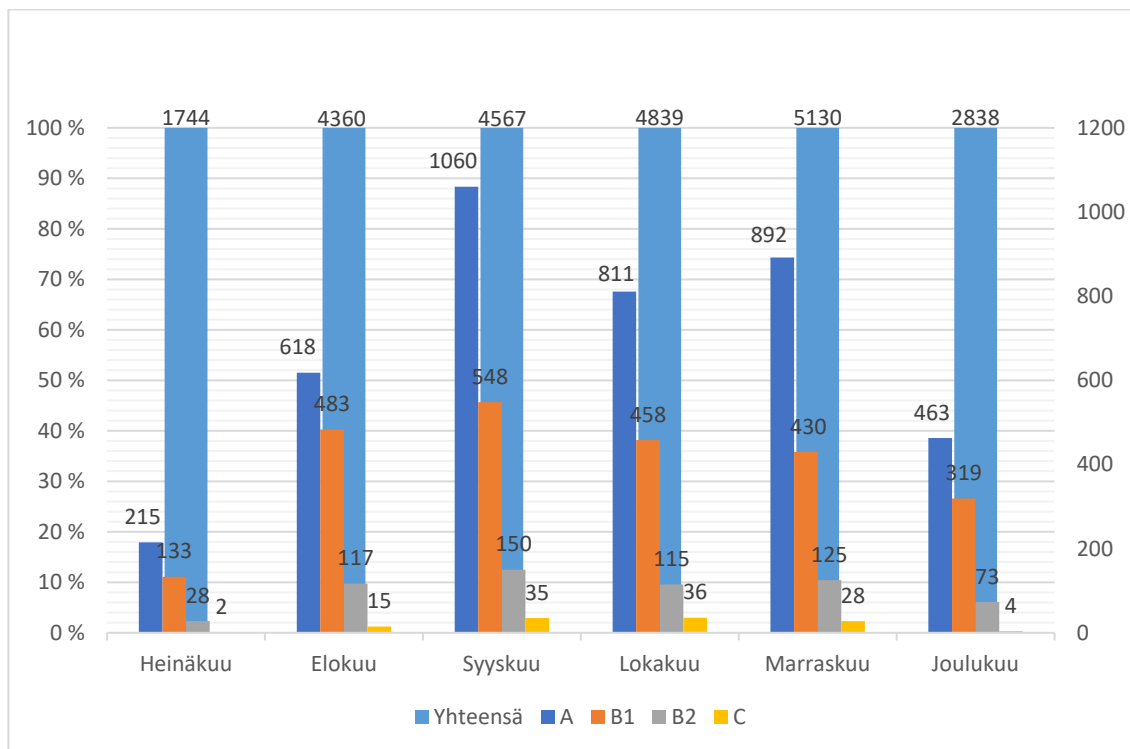
sahausvuoroaan, joten tutkimuksessa tarkastellut sahatut tukit voivat olla eri tukkeja kuin saman kuukauden aikana lajitellut tukit.

Tutkimuksen tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että Kuhmo Oy:n tukkilajittelu on ollut kiinni heinäkuussa huoltoseisokin vuoksi kahden viikon ajan ja joulukuussa joulun pyhät ovat vaikuttaneet vastaanottomääriin, mistä johtuen kyseisten kuukausien vastaanottomäärät jokaisella tukkiluokalla ovat olleet tavallista vähäisempiä.

Kuvioista 1, 3, 5, ja 7 käy ilmi röntgenmittarin löytämät US-laadut eri vastaanottolaaduista. Tukkiluokissa 170AD ja 270A kuvioiden kokonaismäärä koostuu operaattorin lajittelemista A-laaduista sekä röntgenin löytämistä US-laatusista B1-, B2- ja C-tukeista. Tukkiluokissa 210A ja 230A kuvioiden kokonaismäärä koostuu operaattorin lajittelemista A- ja B1-tukeista sekä röntgenin löytämistä US-laatusista B2- ja C-tukeista. Eri vastaanottolaaduista erikseen löydetyt US-laadut on merkitty kuvioon pienempinä pylväinä kappaleittain.

Kuvioissa 2, 4, 6 ja 8 US-löydettävyys on laskettu kuutiometreinä. Kuvioista käy ilmi röntgenin kokonaisvastaanottomäärästä löytämät US-laadut sekä lautalajittelun kokonaissahatavaramäärästä löydetyt US-laadut eri dimensioista prosentteina, jotta kuukausittaisia tuloksia US-löydettävyyden suhteen on helpompi vertailla.

6.2 Tukkiluokka 170AD



Kuvio 1. Vastaanottoon saapuneet tukit ja niistä löydettyt eri laadut, jotka sisältävät US-laatua.

Heinäkuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 1744 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 215 kpl, B1-tukeista 133 kpl, B2-tukeista 28 kpl ja C-tukeista 2 kpl.

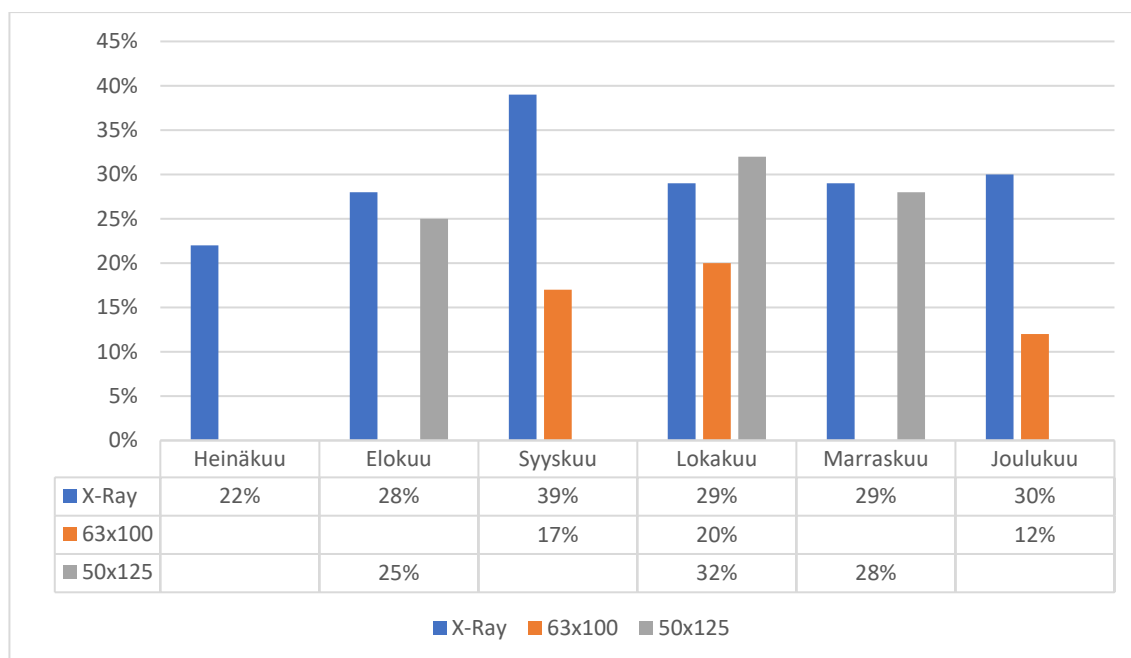
Elokuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4360 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 618 kpl, B1-tukeista 483 kpl, B2-tukeista 117 kpl ja C-tukeista 15 kpl.

Syyskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4567 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 1060 kpl, B1-tukeista 548 kpl, B2-tukeista 150 kpl ja C-tukeista 35 kpl.

Lokakuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4839 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 811 kpl, B1-tukeista 458 kpl, B2-tukeista 115 kpl ja C-tukeista 36 kpl.

Marraskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 5130 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 892 kpl, B1-tukeista 430 kpl, B2-tukeista 125 kpl ja C-tukeista 28 kpl.

Joulukuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 2838 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 463 kpl, B1-tukeista 319 kpl, B2-tukeista 73 kpl ja C-tukeista 4 kpl.



Kuvio 2. Tukkien ja sahatavaran kokonaismäärästä löydetty US-laadut.

Heinäkuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 22 %. Tarkasteltavia dimensioita ei ole sahattu lainkaan.

Elokuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 28 % ja 50x125 dimensiosta 25 %.

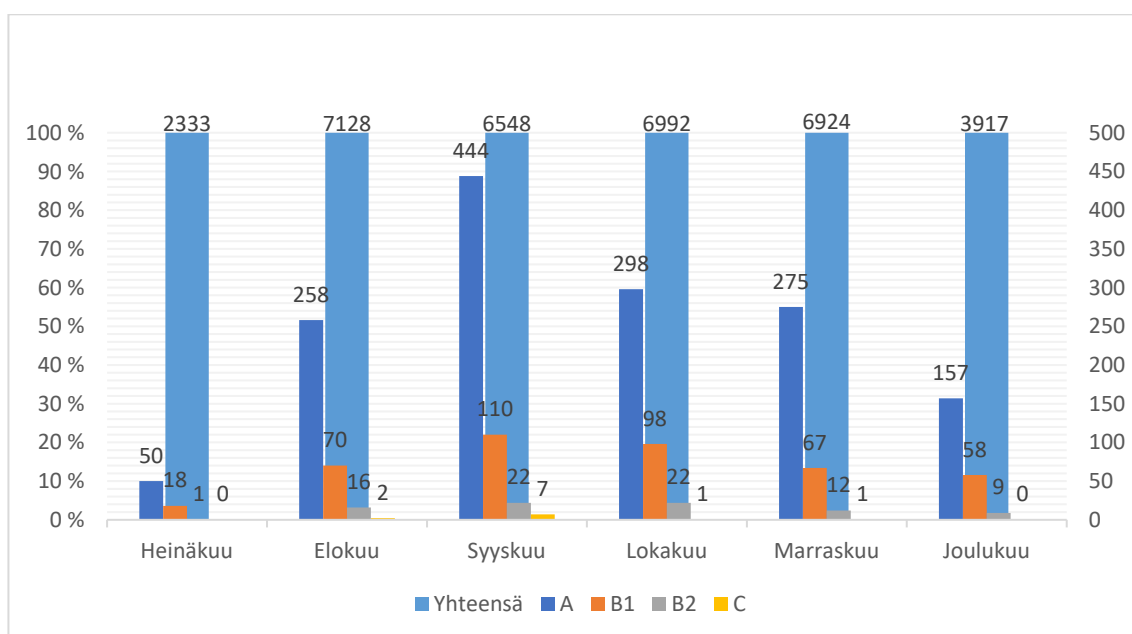
Syyskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 39 % ja 63x100 dimensiosta 17 %.

Lokakuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 29 %, 63x100 dimensiosta 20 % ja 50x125 dimensiosta 32 %.

Marraskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 29 % ja 50x125 dimensiosta 28 %.

Joulukuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 30 % ja 63x100 dimensiosta 12 %.

6.3 Tukkiluokka 210A



Kuvio 3. Vastaanottoon saapuneet tukit ja niistä löydetyt eri laadut, jotka sisältävät US-laatua.

Heinäkuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 2333 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 50 kpl, B1-tukeista 18 kpl, B2-tukeista 1 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

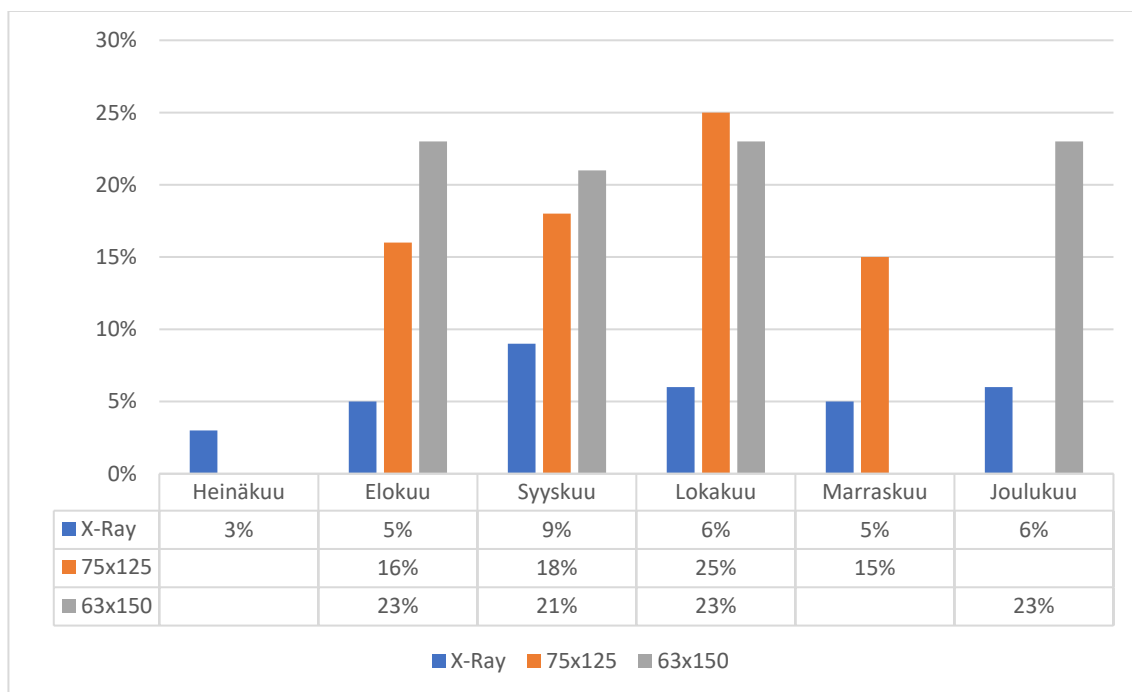
Elokuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 7128 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 258 kpl, B1-tukeista 70 kpl, B2-tukeista 16 kpl ja C-tukeista 2 kpl.

Syyskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 6548 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 444 kpl, B1-tukeista 110 kpl, B2-tukeista 22 kpl ja C-tukeista 7 kpl.

Lokakuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 6992 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 298 kpl, B1-tukeista 98 kpl, B2-tukeista 22 kpl ja C-tukeista 1 kpl.

Marraskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 6924 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 275 kpl, B1-tukeista 67 kpl, B2-tukeista 12 kpl ja C-tukeista 1 kpl.

Joulukuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 3917 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 157 kpl, B1-tukeista 58 kpl, B2-tukeista 9 kpl ja C-tukeista 0 kpl.



Kuvio 4. Tukkien ja sahatavaran kokonaismääristä löydetty US-laadut.

Heinäkuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 3 %. Tarkasteltavia dimensioita ei ole sahattu lainkaan.

Elokuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 5 %, 75x125 dimensiossa 16 % ja 63x150 dimensiossa 23 %.

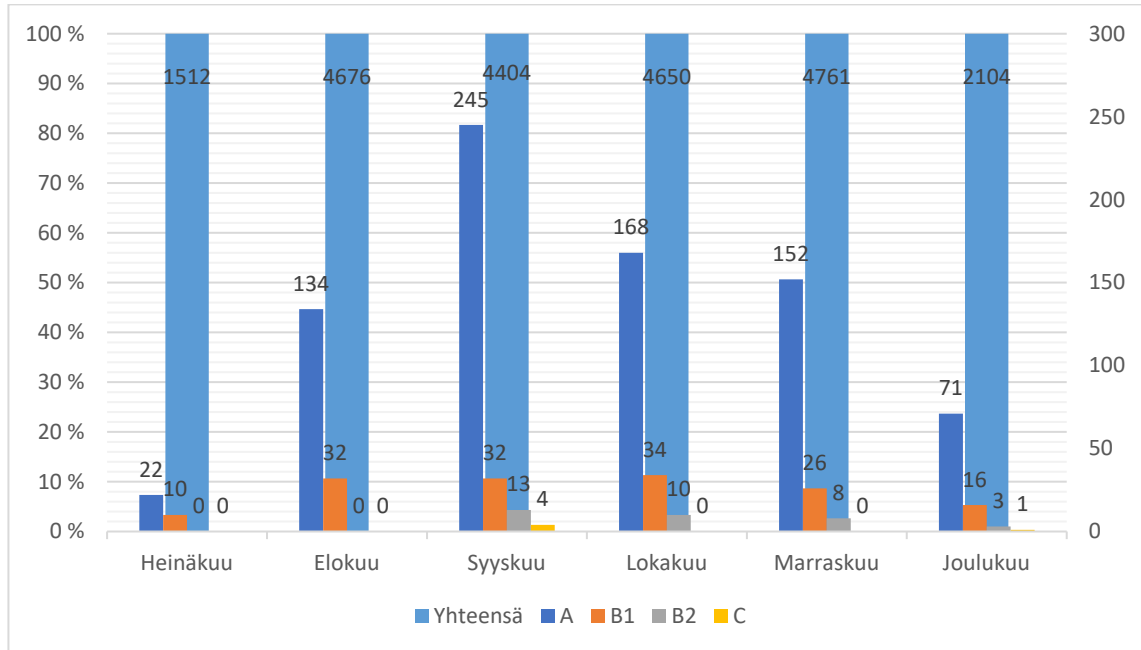
Syyskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 9 %, 75x125 dimensiossa 18 % ja 63x150 dimensiossa 21 %.

Lokakuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 6 %, 75x125 dimensiossa 25 % ja 63x150 dimensiossa 23 %.

Marraskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 5 % ja 75x125 dimensiossa 15 %.

Joulukuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 6 % ja 63x125 dimensiossa 23 %.

6.4 Tukkiluokka 230A



Kuvio 5. Vastaanottoon saapuneet tukit ja niistä löydetyt eri laadut, jotka sisältävät US-laatua.

Heinäkuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 1512 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 22 kpl, B1-tukeista 10 kpl, B2-tukeista 0 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

Elokuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4676 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 134 kpl, B1-tukeista 32 kpl, B2-tukeista 0 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

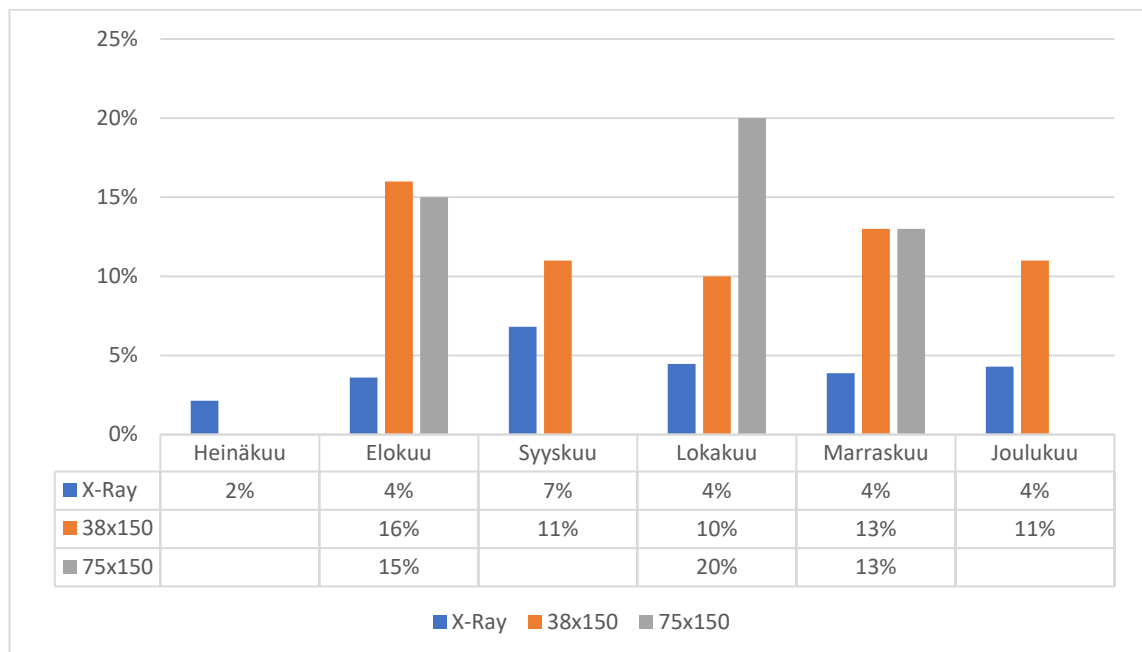
Syyskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4404 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 245 kpl, B1-tukeista 32 kpl, B2-tukeista 13 kpl ja C-tukeista 4 kpl.

Lokakuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4650 kappaletta. Operaattorin

laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 168 kpl, B1-tukeista 34 kpl, B2-tukeista 10 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

Marraskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 4761 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 152 kpl, B1-tukeista 26 kpl, B2-tukeista 8 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

Joulukuussa 2022 operaattorin lajittelemia A- ja B1-laatuja sekä röntgenin B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 2104 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 71 kpl, B1-tukeista 16 kpl, B2-tukeista 3 kpl ja C-tukeista 1 kpl.



Kuvio 6. Tukkien ja sahatavaran kokonaismäärästä löydetty US-laadut.

Heinäkuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 2 %. Tarkasteltavia dimensioita ei ole sahattu lainkaan.

Elokuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 4 %, 38x150 dimensiosta 16 % ja 75x150 dimensiosta 15 %.

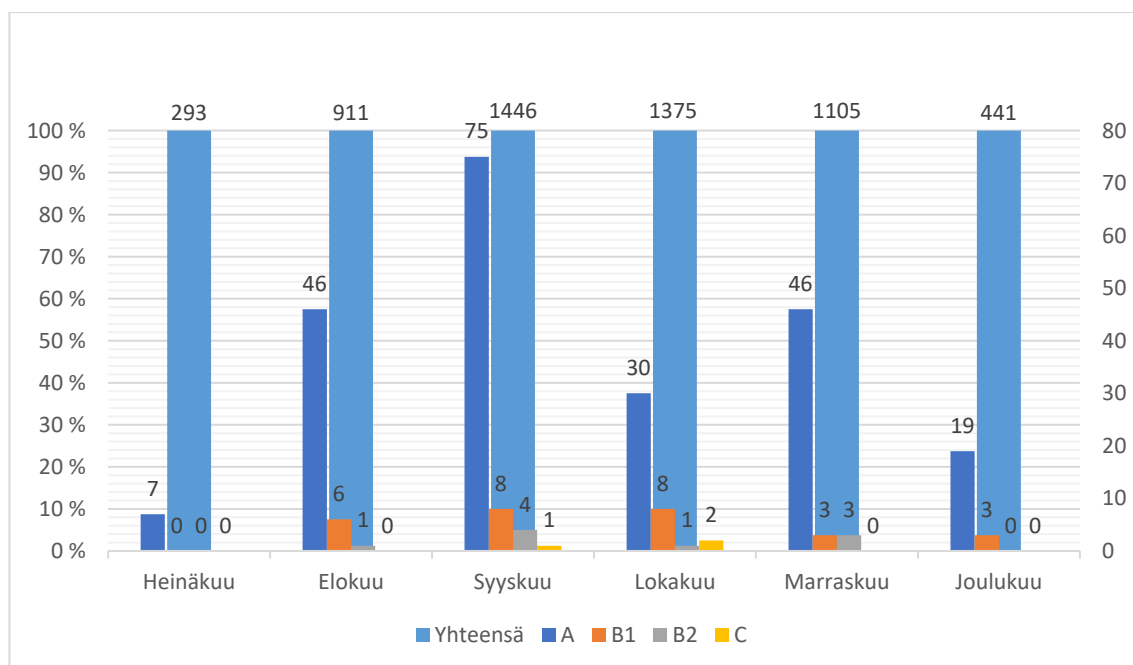
Syyskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 7 % ja 38x150 dimensiosta 11 %.

Lokakuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 4 %, 38x150 dimensiosta 10 % ja 75x150 dimensiosta 20 %.

Marraskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 4 %, 38x150 dimensiosta 13 % ja 75x150 dimensiosta 13 %.

Joulukuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 4 % ja 38x150 dimensiosta 11 %.

6.5 Tukkiluokka 270A



Kuvio 7. Vastaanottoon saapuneet tukit ja niistä löydetty eri laadut, jotka sisältävät US-laatua.

Heinäkuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 293 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 7 kpl, B1-tukeista 0 kpl, B2-tukeista 0 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

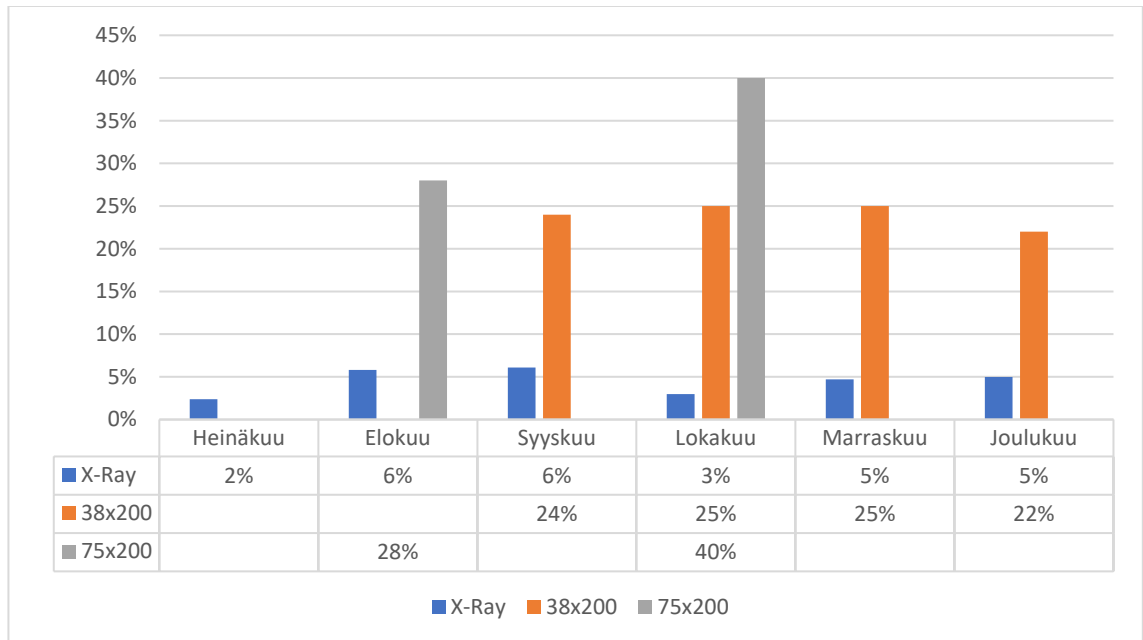
Elokuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 911 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 46 kpl, B1-tukeista 6 kpl, B2-tukeista 1 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

Syyskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 1446 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 75 kpl, B1-tukeista 8 kpl, B2-tukeista 4 kpl ja C-tukeista 1 kpl.

Lokakuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 1375 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 30 kpl, B1-tukeista 8 kpl, B2-tukeista 1 kpl ja C-tukeista 2 kpl.

Marraskuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 1105 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 46 kpl, B1-tukeista 3 kpl, B2-tukeista 3 kpl ja C-tukeista 0 kpl.

Joulukuussa 2022 operaattorin lajittelemia A-laatuja sekä röntgenin B1-, B2- ja C-tukeista löytämiä laatuja on ollut yhteensä 441 kappaletta. Operaattorin laaduttamista A-tukeista röntgen on löytänyt US-laatua 19 kpl, B1-tukeista 3 kpl, B2-tukeista 0 kpl ja C-tukeista 0 kpl.



Kuvio 8. Tukkien ja sahatavaran kokonaismäärästä löydetyt US-laadut.

Heinäkuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 2 %. Tarkasteltavia dimensioita ei ole sahattu lainkaan.

Elokuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 6 % ja 75x200 dimensiosta 28 %.

Syyskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 6 % ja 38x200 dimensiosta 24 %.

Lokakuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 3 %, 38x200 dimensiosta 25 % ja 75x200 dimensiosta 40 %.

Marraskuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 5 % ja 38x200 dimensiosta 25 %.

Joulukuussa 2022 röntgen on löytänyt US-laatua tukkien kokonaismäärästä 5 % ja 38x200 dimensiosta 22 %.

7 Pohdinta

7.1 Tulosten tarkastelu

Tuloksista kävi ilmi, että pienemmän latvaläpimitan tukeilla US-laadun löydettävyys X-Ray-röntgenillä on selvästi parempi kuin suurempi latvaläpimitteisillä tukeilla. Tämä voisi johtua siitä, että röntgensäteet lävistävät ohuemman puun helpommin kuin paksumman puun ja näin ollen puun sisäisestä laadusta saadaan tarkempi informaatio.

Lautalajittelussa löydetyt US-laadut eroavat eri dimensioiden välillä siten, että pienemmistä dimensioista löytyy vähemmän US-laatua kuin isommista. Tämän selittää se, että tukkia pienemmiksi dimensioiksi sahattaessa oksaisuuden löytyvyys sahatavarasta nousee, koska isommaksi sahatavaraksi sahattaessa kaikki oksisto ei tule esiin.

Sahatavaran eri dimensioiden US-laadun löytyvyys on vaihdellut kuukausittain jonkin verran, mikä johtuu sahatavaraerän suuruudesta sekä laadusta. Sahaukseen tulevat tukit on otettu kentällä olevasta varastosta, jossa samaan luokkaan lajitellut tukit eivät ole olleet tasalaatuista sahatavaran US-löydettävyyden suhteen.

Verrattaessa tutkimuksessa röntgenin löytämiä US-laatuja lautalajittelun löytämiin US-laatuihin, voidaan tulosten perusteella todeta, että tukkiluokassa 170AD tukkien ja sahatavaran US-laatujen löydettävyydessä ei ole suurta heittoa. Syyskuun tavallista suuremman eron selittänee, että silloin vastaanottoon on tullut parempilaatuista tukkia.

Luokissa 210A, 230A ja 270A eroavaisuudet röntgenin ja lautalajittelun välillä US-laadun löydettävyydestä poikkeavat paljon, mikä johtuu siitä, etteivät samat asetukset röntgenillä toimi samalla tavalla kuin luokassa 170AD.

7.2 Hyödynnettävyys ja jatkotutkimukset

Tutkimuksessa verrattiin sitä, kuinka lähellä röntgenlaitteiston nykyiset säännöt ovat FinScanin lautalajittelun US-laadun löydettävyyden suhteen. Tutkimustulosten avulla röntgenlaitteiston asetuksia voidaan jatkossa säätää täsmäämään lähemmäksi FinScanin tuloksia etenkin suurempi latvaläpimittaisilla tukeilla, joiden kohdalla X-Ray-röntgenin US-säädöt poikkesivat lopullisesta sahatavaran US-saannosta eniten.

Tutkimusta voisi jatkaa siten, että tarkasteluun otettaisiin tietty tukkierä, joka lajitellaan ja nostetaan omaan pinnoon odottamaan sahausta. Sahauksen jälkeen nähtäisiin FinScanin löytämät US-laadut kyseisestä erästä ja näin saataisiin eräkohtainen tarkka tieto laitteiden laadun mittauksesta sekä siitä, kuinka paljon ne poikkeavat röntgenin löytämistä laaduista. Tarkemmilla X-Ray-röntgenin säädöillä voitaisiin operaattorin heikommista vastaanottolaaduista ohjata US-laatuiset tukit A-laatuun. Näin arvokkaat US-laatuiset tukit saataisiin ohjattua vastaamaan tarkemmin sahan tarpeita, koska nykyiset operaattorin vastaanottolaadut A, B1, B2 ja C eivät vastaa suoraan mitään sahauslaatua.

Jatkotutkimuksena olisi selvitettävä laitetoimittajalta, mistä eri läpimittaluokkien suuret erot US-laaduissa johtuvat. Laitetoimittajan kanssa olisi hyvä myös selvittää, voidaanko lajittelua saada tarkemmaksi ja eroa pienennettyä nykyisiä asetuksia muuttamalla vai tuleeko laitteeseen lisätä joitakin uusia ominaisuuksia. Mahdollista on myös, että erot johtuvat pelkästään käytössä olevasta tekniikasta.

Jos X-Ray-röntgenin laadutus saataisiin tarkemmaksi, voitaisiin vastaanottolajittelu tulevaisuudessa hoitaa röntgenin avulla kokonaisuudessaan ja samalla luopua operaattorin painamista laaduista. Näin vastaanottolaadutus saataisiin automatisoitua ja vastaamaan tarkemmin lopullista lopputuotetta.

Lähteet

- eSaha. 2023a. Tukkiin mittausmenetelmät sahalla. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-lajittelu-ja-mittaus/tukkien-mittausmenetelmät-sahalla/>. 15.4.2023.
- eSaha. 2023b. Röntgenmittauksen kehittyminen sahateollisuudessa. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-lajittelu-ja-mittaus/rontgenmittauksen-kehittyminen-sahateollisuudessa/>. 15.4.2023.
- eSaha. 2023c. Tukkiin mittausmenetelmät sahalla. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-lajittelu-ja-mittaus/tukkien-mittausmenetelmät-sahalla/>. 15.4.2023.
- eSaha. 2023d. Tukkiin mittausmenetelmät sahalla. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-lajittelu-ja-mittaus/tukkien-mittausmenetelmät-sahalla/>. 15.4.2023.
- eSaha. 2023e. Tukkiin mittausmenetelmät sahalla. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-lajittelu-ja-mittaus/tukkien-mittausmenetelmät-sahalla/>. 15.4.2023.
- eSaha. 2023f. Tukkiin mittausmenetelmät sahalla. <https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/dimensiolajittelu/tuoreen-sahatavaran-lajittelun-periaate/>. 15.4.2023.
- FinScan 2012. Boardmaster-HD käyttöohje.
- Kuhmo Oy 2023. <https://www.kuhmo.eu/>.
- Metsäteho. 2006. Puutavaran mittauksen tutkimus- ja kehitysohjelma. Metsäteho Oy.
- Metsäteho. 2017. Tukkiröntgendata sahapuun ohjauksessa. Metsäteho Oy.
- Ohtonen, M. 2023. Martti Ohtonen. Puutavaran vastaanoton esimies. Kuhmo Oy. Haastattelu. 23.5.2023
- Pohjoismainen sahatavara – Lajitteluohjeet. 2020. STMY, STTF, TTF. 6. uudistettu painos. ProService Kommunikation AB. Helsinki. Kirjakaari Oy.
- Puuinfo 2023. Puutieto–Sahatavara ja sen jalosteet. <https://puuinfo.fi/putieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/sahatavaran-laatu/>. 15.4.2023.
- RemaSawco 2018. LogProfilerX ohjeita käyttäjälle: Käyttäjän käsikirja.
- Varis, R. 2018. Sahateollisuus. Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry. 3. painos. Helsinki: Otava.



LIITE TOIMITUSSOPIMUKSEEN

25.5.2020

MÄNTYTUKIN LAATUMAKSUTAPA

| Laatuluokka | Latvaläpimita, cm | Maks. oksat, mm | | | | Pituudet, dm | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|-------|-------|------------|--------------|----|----|----|----|----|----|
| | | Latva min | maks. | kuiva | terve laho | | | | | | | |
| Laatutyvi | A | 18.0 | - | 20 | 20 | ei | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | |
| Muu tyvi | B ₁ | 18.0 | - | 40 | 60 | 30 | 40 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |
| | Lyhyt A | 18.0 | - | 20 | 20 | ei | 40 | | | | | |
| Välitukki | B ₂ | 18.0 | - | 40 | 60 | 30 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | |
| | Paksu C | 20.1 | - | 40 | - | ei | 40 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |
| Terveoksainen latva | C | 18.0 | 20.0 | 40 | - | ei | 40 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |

MÄNTYPIKKUTUKIN LAATUMAKSUTAPA

| Laatuluokka | Latvaläpimita, cm | Maks. oksat, mm | | | | Pituudet, dm | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|-------|-------|------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | | Latva min | maks. | kuiva | terve laho | | | | | | | | |
| Muu tyvi | B ₁ | 15.0 | 17.9 | 40 | 60 | 30 | 37 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |
| | | 18.0 | - | 40 | 60 | 30 | 37 | | | | | | |
| | Ohut A | 15.0 | 17.9 | 20 | 20 | ei | 37 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |
| | Lyhyt A | 18.0 | - | 20 | 20 | ei | 37 | | | | | | |
| Välitukki | B ₂ | 15.0 | 17.9 | 40 | 60 | 30 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | | |
| | Paksu C | 20.1 | - | 40 | - | ei | 37 | | | | | | |
| Terveoksainen latva | C | 15.0 | 17.9 | 40 | - | ei | 37 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 |
| | | 18.0 | 20.0 | 40 | - | ei | 37 | | | | | | |

Pit.modulin 41 dm rajat 41,2 – 42,6 dm

- ❖ **Katkonta:** 30 cm moduleissa +/- 3 cm tarkkuudella
- ❖ **Pihkanlaskutyvet:** vaatimukset täyttävä pihkanlaskutyvi on B₂-laatua
- ❖ **Terveoksainen latvatukki ja -pikkutukki:** tyvelle asti oksainen latvatukki, tuore oksa tyvessä ensimmäisen kahden metrin matkalla
- ❖ **Lenkous:** tasaista lenkoutta sallitaan maks. 1cm / juoksumetri
- ❖ **Mutkaisuus:** mutkaa ja monivääryyttä ei sallita
- ❖ **Tervasroso, korot ym., tekniset viat:** sallitaan vain latvalierion ulkopuolella
- ❖ **Suoraa sydänhalkeamaa** sallitaan enintään ½ latvaläpimitasta B₁- ja B₂-tukeissa toisessa päässä
- ❖ **Muut viat:** lahoa, sinivikaa, toukanreikiä, halkeamia, nokea, haaranperää ja vieraita esineitä ei sallita, poikaoksia ei sallita A- ja B₁-tukeissa
- ❖ **Latvaläpimitaltaan yli 18 cm tyvitukkien tyvessä** saa olla latvalierion sisäpuolelle ulottuvaa vikaa enintään 3 x 30 cm matkalla siten, että laatuvaatimukset täyttävää tukin pituutta on oltava vähintään minimipituuden verran. Tukki kuutioidaan lyhennetyin pituuden perusteella.

MÄNTYPARRUN JÄREYDEN MUKAINEN HINNOITTELU 1.7.2020 ALKAEN

Arvokertoimet

| Lpm (kp), cm | 70 | 70 | 80 | 110 | 110 | 120 | 130 | 124 | 125 | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|
| >22 | | | | | | | | | | |
| 22 | 70 | 70 | 80 | 110 | 110 | 120 | 120 | 125 | 125 | |
| 21 | 70 | 70 | 80 | 110 | 110 | 120 | 120 | 125 | 125 | |
| 20 | 70 | 70 | 80 | 110 | 110 | 120 | 120 | 125 | 125 | |
| 19 | 70 | 70 | 80 | 140 | 140 | 140 | 145 | 146 | 146 | |
| 18 | 70 | 70 | 80 | 140 | 140 | 140 | 145 | 146 | 146 | |
| 17 | 70 | 70 | 75 | 140 | 140 | 140 | 145 | 146 | 146 | |
| 16 | 70 | 90 | 75 | 130 | 140 | 140 | 145 | 146 | 146 | |
| 15 | 70 | 90 | 75 | 125 | 130 | 135 | 140 | 143 | 143 | |
| 14 | 50 | 90 | 75 | 120 | 130 | 130 | 135 | 134 | 134 | |
| 13 | 50 | 120 | 85 | 120 | 130 | 130 | 130 | 129 | 129 | |
| 12 | 65 | 115 | 75 | 105 | 130 | 120 | 125 | 124 | 124 | |
| 11 | 60 | 115 | 70 | 90 | 125 | 115 | 120 | 119 | 119 | |
| 10 | 50 | 110 | 65 | 85 | 115 | 105 | 115 | 114 | 114 | |
| 9 | | 100 | 60 | 65 | 100 | 90 | 100 | | | |
| 8 | | 70 | 50 | 50 | 70 | 80 | 80 | | | |
| <8 | | | | | | | | | | |
| Pit. dm | 25 | 28 | 31 | 34 | 37 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 |
| Pit.modulin rajat, dm | 27,7 - 30,6 | 30,7 - 33,6 | 33,7 - 36,6 | 36,7 - 40,4 | 40,5 - 42,6 | 42,7 - 45,6 | 45,7 - 48,6 | 48,7 - 51,6 | 51,7 - 54,6 | |