

Simo Sarkkinen

JUNNIKALA OY:N MÄNTYTUKIN ALUEITTAINEN LAATU- VAIHTELU

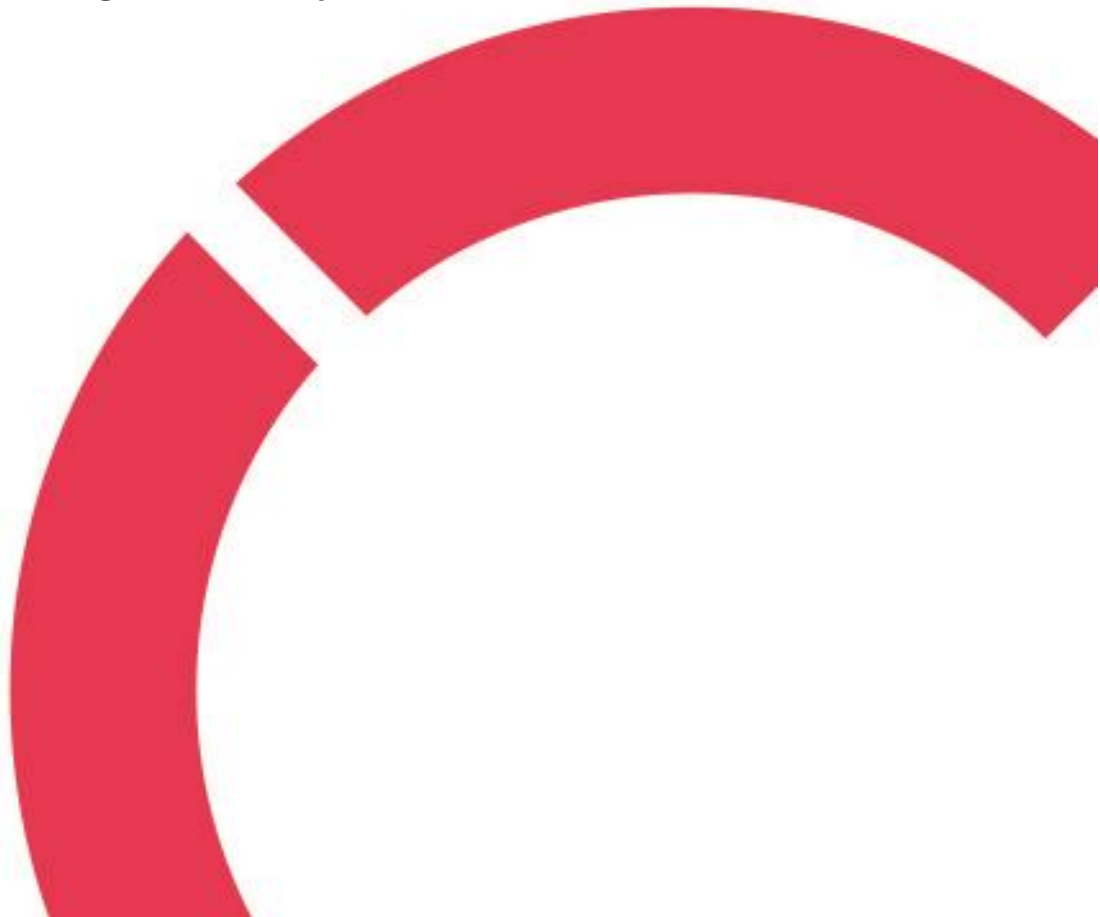
Kalajoen sahalaitoksen mäntytukin alueittaisen laatuvarian selvittäminen tukkilajittelijan röntgenillä simuloimalla

Opinnäytetyö

CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Insinööri (YAMK), teknologiaosaamisen johtaminen

Toukokuu 2022



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2022	Tekijä/tekijät Simo Sarkkinen
Koulutus Insinööri (YAMK) teknologiaosaamisen johtaminen		<input type="checkbox"/> AMK <input checked="" type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi JUNNIKKALA OY:N MÄNTYTUKIN ALUEITTAINEN LAATUVAIHTELU		
Työn ohjaaja Pekka Makkonen		Sivumäärä 43 + 4
Työelämäohjaaja Teemu Paloaho		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, löytyykö Junnikkala Oy:n puunhankinta-alueella mäntytukin arvokkaimpiin sahauslaatuihin kelpaavien tukkien saatavuuksissa alueellisia eroavaisuuksia. Opinnäytetyössä tarkasteltiin ainoastaan Kalajoella sijaitsevalla sahalaitoksella vastaanotettuja mäntytukkeja.</p> <p>Puun kasvuun ja sen laatuun vaikuttavat metsänhoidollisten toimien ohella puun kasvupaikka sekä maantieteellinen sijainti. Tämän vuoksi yrityksen hankinta-alue jaettiin neljään eri osaan alueiden eroavaisuuksista johtuen. Kultakin alueelta tutkittiin 50 puukauppaa, joissa mäntytukkien kokonaiskuutiomäärä oli yhteensä 45 461 m³.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin simulointiohjelmaa hyödyntäen, kuinka suuri osuus tukeista täytti US-laatuun, lamina-laatuun ja latva-laatuun määritellyt kriteerit. Opinnäytetyössä todettiin, että alueelliset erot eri laatujen välillä olivat vähäiset. Eniten arvokkainta US-laatua saatiin pohjoiselta ja keskiseltä alueelta. Lamina-laadun määrä korostui pohjoisella alueella. Sitä vastoin pohjoiselta alueelta saatiin selvästi vähemmän latva-laatua muihin alueisiin verrattuna.</p>		

Asiasanat Hankinta-alue, Mäntytukki, Sahaus, Sahatavaran laatu, Simulointi
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date May 2022	Author Sarkkinen Simo
Degree programme Master of Engineering		
Name of thesis JUNNIKKALA LTD'S QUALITY VARIATION OF PINE LOGS IN AREA OF OPERATIONS		
Centria supervisor Pekka Makkonen	Pages 43 + 4	
Instructor representing commissioning institution or company Teemu Paloaho		
<p>The aim of this thesis was to examine variation in the amount of quality filling sawn timber of pine log in Junnikkala LTD's district. The thesis considered only the pine logs sorted in the company's sawmill located in Kalajoki.</p> <p>Location, site and forest management has an impact on growth of the wood. Because of the divergence in the company's operational district it was divided into four different areas. 50 wood trades was examined in each district with total amount 45 461 m³ of pine logs.</p>		
<p>Key words Operational area, Pine log, Sawing, Timber quality, Simulation</p>		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Hankintakauppa

Puukauppatapa, jossa myyjä hoitaa puiden kaatamisen ja kuljettamisen metsästä tien varteen.

Jatkojaloste

Sahauksen jälkeen jalostettu puutavara, kuten höylätty lauta

Kantorahatulo

Pystykaupalla myydyistä puista saatava hinta

Kuitu

Pienempi läpimittainen rungonosa, käytetään paperi- ja kartonkitekiteollisuuden raaka-aineena.

Lamina-laatu

Japanin liimapalkkiteollisuudessa käytetty laatu. Haetaan mahdollisimman hyviä lujuuslaatuominaisuuksia.

Latva-laatu

Mahdollisimman terveeksainen latvasta saatava tukkilaatu

Lämpösumma

Keskilämpötilojen summa kasvukaudella

Puutavara

Yleisnimitys kaikille sahatuille ja höylätyille tuotteille, myös pyöreälle puulle

Puutavaralaji

Tukki tai kuitu

Pystykauppa

Puukauppatapa, jossa puun ostajan organisaatio huolehtii puun kaadon ja kuljetuksen tien varteen, sekä kaukokuljetuksen

Raakapuu

Metsästä saatava käsittelemätön pyöreä puutavara

Sahatavara

Sivulta sahattu puutavara

Sahe

Nimitys sahauksen tulokselle, esim. lauta, lankku, parru

Tukki

Sahaukseen kelpaava rungon osa

US-laatu

Mahdollisimman vähäoksainen sahe

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

Sisällys

1 JOHDANTO.....	8
2 JUNNIKKALA OY	10
2.1 Junnikkala Oy:n metsäosasto	11
2.2 Junnikkala Oy raaka-aineen hankintaprosessi	12
3 METSÄT SUOMESSA	13
3.1 Metsien kasvu Suomessa	13
3.2 Metsätyypit Suomessa	13
3.2.1 Karukkokangas.....	14
3.2.2 Kuiva kangas.....	15
3.2.3 Kuivahko kangas	15
3.2.4 Tuore kangas.....	15
3.2.5 Lehtomainen kangas.....	16
3.2.6 Kosteaa lehto.....	16
3.2.7 Tuore lehto	17
3.2.8 Kuiva lehto	17
4 KASVUPAIKAN JA METSÄNKÄSITTELYN VAIKUTUS PUUN LAATUUN.....	19
4.1 Mänty (pinus sylvestris)	20
4.2 Kuusi (picea abies).....	20
5 SAHATAVARAN VALMISTAMINEN.....	21
5.1 Sahausprosessi	21
5.2 Sahaustekniikat	23
5.3 Sahatavaran laatu.....	24
6 TUUKILAJITTELIJAN RÖNTGEN	27
7 OPERATIIVINEN JOHTAMINEN PUUNHANKINTAPROSESSISSA	29
8 TUTKIMUSMENETELMÄT	30
9 TUTKIMUSTULOKSET	33
9.1 Rannikko (alue yksi).....	33
9.2 Keski-alue (alue kaksi)	33
9.3 Etelä-alue (alue kolme).....	34
9.4 Pohjoinen alue (alue neljä)	35
10 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	37
10.1 Pohdinta	39
10.2 Tutkimuksen merkitys.....	40
10.3 Jatkokehitysehdotukset	40

11 LÄHTEET	42
-------------------------	-----------

LIITTEET

KUVIOT

KUVIO 1. Rannikon tukit	34
KUVIO 2. Keski-alueen tukit	35
KUVIO 3. Etelä-alueen tukit	36
KUVIO 4. Pohjoisen-alueen tukit	36
KUVIO 5. Yhteenvedo alueista	37

1 JOHDANTO

Suomessa on noin 26,2 miljoonaa hehtaaria metsätalousmaaksi luettavia maa-alueita, joista noin 75 % on puuntuotannollisesti tarkastellen hyvälaatuista. Hieman yli puolet metsätalousmaan pinta-alasta on yksityisten metsänomistajien hallinnoimaa ja loput valtion tai organisaatioiden omistuksessa. Vuosittainen metsien kasvu on Suomessa noin 103 milj. m³. Vuoden 2020 aikana raakapuuta käytettiin Suomen teollisuudessa noin 75 milj. m³, josta 98 % oli kotimaista alkuperää. Suomessa sijaitsevat 80 teollista sahalaitosta ovat merkittävä työllistäjä. Niiden palveluksessa työskentelee kaikkiaan 6000 henkilöä, jonka lisäksi välillinen työllistävä vaikutus on noin 20 000 henkilöä. Raakapuun käytöstä Suomen saha- ja vaneriteollisuuden osuus vuonna 2020 oli noin 25 milj. m³. Suurin osa Suomen metsänomistajien kantorahatulosta tulee sahoilta. (Luke 2021; Sahateollisuus 2022.)

Junnikkala Oy:llä on kaksi sahalaitosta, jotka käyttävät yhteensä noin 740 000 m³ tukkia vuodessa. Sahalaitokset sijaitsevat Pohjois-Pohjanmaalla Kalajoella ja Oulaisissa. Valmista sahatavaraa tästä syntyy noin 353 000 m³, joista valtaosa (60 %) menee vientiin ja loput jäävät kotimaan markkinoille. Junnikkala Oy tekee yhteistyötä alueella toimivien paperi- ja energiateollisuuden yritysten kanssa, sillä kuidut ja sahauksessa syntyvät sivutuotteet menevät näiden teollisuudenalojen käyttöön. Yrityksen käyttämä puuraaka-aine ostetaan pääosin paikallisilta metsänomistajilta omaa hankintaorganisaatiota hyödyntäen. (Junnikkala 2022a.)

Metsässä kaadettu puu kuljetetaan yrityksen sahalaitokselle mitattavaksi ja laatulajiteltavaksi. Tämä tapahtuu RemaSawco:n valmistalla laitteistolla. Lajittelijalla on käytössä nykyaikainen röntgenlaitteisto, joka mahdollistaa puun sisäisten rakenteellisten ominaisuuksien tarkastelun aiempaa tarkemmin. Junnikkala Oy:ssä tukkilajittelijan röntgen on ollut käytössä jo useamman vuoden. Opinnäytetyön tarve ilmeni, kun haluttiin selvittää, onko yrityksen puuraaka-aineen hankinta-alueella vaihtelua mäntytukin laaduissa saheiden kannalta tarkasteltuna. Yrityksen pääartikkeli on männystä saatavat saheet. Tämän perusteella päädyttiin tutkimaan nimenomaan Kalajoen sahalaitoksen mäntytukkien laatua. Tutkimusongelmaksi muodostui siis, onko mäntytukilla alueellista laatuvaihtelua yrityksen hankinta-alueen eri osissa tarkasteltuna Kalajoen sahalle tulevista puista.

Tutkimusongelmaa alettiin selvittämään RemaSawco:n tukkilajittelijaan kytketyn tietokoneohjelman avustuksella. Ohjelma pitää sisällään lajittelijan keräämän datan jokaisesta lajitellusta tukista. Ohjelmistoon on syötetty ennalta parametreja, jotka valikoivat otantajoukosta tiettyihin sahauslaatuihin sopivat

tukit, kuten US-laatuun. Otantaan valittiin kuormia eri osista Junnikkala Oy:n hankinta-alueita, jotta ne edustaisivat mahdollisimman kattavasti kutakin neljästä tutkimusta varten määritellystä alueesta: rannikko, etelä- ja keskialue, sekä pohjoinen alue. Aluejako perustuu maantieteellisiin tekijöihin. Rannikolla puu kasvaa hitaammin ja on usein lyhyt kasvuisempaa, sekä järeydeltään pienempää kuin sisämaan hankinta-alueilla.

Lopputuloksen oletama on, että joltakin neljästä alueesta saadaan muita alueita enemmän arvokkaampia mäntytukin sahelaatuja. Mikäli lopputuloksen oletama toteutuu, onkin syytä pohtia, olisiko tarkoituksenmukaista ohjata operatiivista raaka-aineen hankintaa juuri näille kyseisille alueille. Tällä tavoin toimimalla yritys voisi saavuttaa potentiaalista taloudellista hyötyä maksimoimalla arvokkaampiin sahelatuihin sopivien tukkien hankinnan.

2 JUNNIKKALA OY

Junnikkalan sahan historian voidaan katsoa jo alkaneen ennen vuotta 1960, jolloin Aarne Junnikkala teki jatkojalostusta kairaamalla puisia vesijohtoputkia alueelle käytettäväksi. Aarnen menehdyttyä hänen poikansa Ismo perusti varsinaisen sahan sen nykyiselle sijaintipaikalleen vuoden 1960 syksyllä. Paikallisessa kilpailussa Junnikkalan saha sai etua hyödyntämällä suuressa metsäpalossa hiiltyneitä puita, joihin kukaan muu ei uskaltanut investoida. Halvalla ostettu puu antoi hyvän katteen myytäessä eteenpäin. Hiiltyneillä puilla saatu voitto sijoitettiin edelleen investointeihin, mikä vauhditti osaltaan yrityksen kasvua. (Junnikkala 2022a.)

1970-luvun alussa yritys teki ensimmäisen ulkomaankauppansa Englantiin. Samoihin aikoihin yrityksessä alettiin raakapuun sahaaminen paikallisiin tarpeisiin, joka menestyi hyvin. Alkavaa menestystä jarruttivat 1970- ja 1980-luvuilla tapahtuneet sahapalot. Näistä viimeisimmän jälkeen tehtiin päätös uuden sahalinjan rakentamisesta, mikä kolminkertaisti yrityksen tuotannon. (Junnikkala 2022a.)

Myöhempiä investointeja ohjasivat taloteollisuuden tarpeet ja yrityksen ulkomaan vienti kehittyi jopa 50 %:iin liikevaihdosta. 1990-luvun lamasta huolimatta yritys kykeni lopulta jatkamaan investointeja johtuen rahoittajien kovasta luottamuksesta yritystä kohtaan. 2000-luvulle saavuttaessa omistajavaihdosten myötä yritys aloitti lämmöntuotannon sekä satsasi merkittävästi taloteollisuuteen investoimalla jatkojalostuslaitokseen ja suurtehohöylään. Omistajanvaihdosten myötä Oulaisten sahalaitos (entinen Pyyin saha) siirtyi Junnikkalan omistukseen. (Junnikkala 2022a.)

Junnikkala Oy on Pohjois-Pohjanmaalla sijaitseva vuonna 1960 perustettu moderni, perheomisteinen sahayritys, joka käyttää vuosittain noin 740 000 m³ raakapuuta (tukkia) Kalajoella ja Oulaisissa sijaitsevilla sahalaitoksillaan. Kalajoella sahataan yrityksen oman jatkojalostuksen käyttöön tuleva kuusi. Sahalaitoksen linjasto sopii erityisen hyvin järeän tukin sahaukseen. Kalajoen sahatavaran tuotanto on noin 200 000 m³. ja Oulaisten sahan vuosittainen sahatavaran tuotanto on noin 150 000m³. Oulaisten sahayksikkö on keskittynyt sahaamaan pienempiläpimittaista puuta, jota se käyttää Kalajoen yksikköä tehokkaammin hyödykseen. (Junnikkala 2022a.) Vuonna 2020 yhtiön liikevaihto oli 92,56 milj. € ja liiketulos oli 2,98 milj. €. Henkilöstöä sillä oli vuonna 2020 153 henkilöä (Kauppalehti 2022).

Valmiista sahatavarasta valtaosa menee vientiin ulkomaille ja loput noin 40 % jää kotimaahan jatkojalosteena (esim. ulkovuorilaudat). Loput metsästä saatavasta puuraaka-aineesta menee paperiteollisuuden

tarpeisiin sekä energiateollisuuden hyödynnettäväksi. Sahauksen raaka-aineen yritys hankkii pääasiassa paikallisilta metsänomistajilta oman puunhankintaorganisaationsa avustuksella. (Junnikkala 2022a.)

2.1 Junnikkala Oy:n metsäosasto

Yrityksen metsäosastolla työskentelee 12-henkilöä. Metsäosasto koostuu metsäpäälliköstä, korjuuesimiehistä ja metsäasiantuntijoista. Puuta hankintaan Pohjois-, Keski- ja Etelä-Pohjanmaan alueelta aina Kuivaniemeltä Kauhavalle saakka (Junnikkala 2022a.)



Kuva 1. Junnikkala Oy:n puunhankinta-alue (Kuvankaappaus Junnikkala 2022a).

Puun korjuu sekä puutavaran kaukokuljetus toteutetaan yrityksen kumppaniverkoston voimin. Metsäasiantuntijat tekevät puukauppasopimukset yksityisten metsänomistajien sekä erilaisten organisaatioiden kanssa. Korjuuesimiesten tehtävä on valvoa, että puun korjuu toteutuu sertifiointien ja lainsäädännön mukaan. (Junnikkala 2022a.)

2.2 Junnikkala Oy raaka-aineen hankintaprosessi

Puun matka sahalaitokselle lähtee liikkeelle metsänomistajan puunmyyntisuunnitelmasta. Puun myyjä voi pyytää tarjouksia suoraan puita ostavilta organisaatioilta, tai vaihtoehtoisesti valtuuttaa metsäpalvelutoimiston edustajan hoitamaan puukauppaan liittyvät asiat omasta puolestaan käyttäen hyväksi valtakirjaa. Mikäli puun myyjänä toimii metsäpalvelutoimiston edustaja, hän laittaa puun ostajille leimausselosteen, jonka perusteella edustaja saa aikanaan puukaupparjoukset. Suorissa tarjouspyynnöissä leimauksen tekee usein puun ostaja. Tarjous pitää sisällään hinnat ja puutavaran mitta- ja laatuvaatimukset eri puutavaralajeille, tilatiedot ja kuviotiedot sekä mahdolliset puukauppaan liittyvät lisäehdot. (Junnikkala 2022b.)

Myyjä tai myyjän edustaja hyväksyy parhaimman tarjouksen ja siitä syntyy puukauppasopimus, joka solmitaan myyjän sekä puun ostajan edustajan välillä. Aikanaan, kun olosuhteet ovat sopivat kyseisen metsäalueen hakkuulle, yrityksen aliurakoitsijat suorittavat metsän hakkuun omalla kalustollaan. Puiden katkonta tapahtuu puukaupassa ennalta sovittujen mittojen ja ehtojen mukaisesti. (Junnikkala 2022b.)

Kun puut on katkottu ja ajokone on suorittanut puiden metsäkuljetuksen tien varteen, on vuorossa puun kaukokuljetus puutavara-autoilla jokaiselle puutavaralajille (tukki tai kuitu) sovittuun määräpaikkaan, kuten Junnikkala Oy:n sahalaitokselle. Sahalaitokselle puutavara-auton kuljettaja lastaa tukit tukkilajittelijalla sijaitsevalle tukkipöydälle, josta ne kuljetetaan linjastolla itse tukkilajittelijan läpi. Puutavaran mittauksen jälkeen, hankintaorganisaation edustaja laatii virallisen mittaustodistuksen, jonka perusteella suoritetaan maksu puutavarasta metsänomistajalle. (Junnikkala 2022b.)

3 METSÄT SUOMESSA

Suomen maapinta-alasta noin 86 % eli 26,2 miljoonaa hehtaaria on metsätalousmaata. Metsätaloudella tarkoitetaan maa-aluetta, joka on puuntuotannon käytettävissä tai soveltuu hyödynnettäväksi puuntuotantoon. Metsätalousmaasta noin 75 % on puun kasvattamista ajatellen hyvälaatuista. Loppuosa metsätalousmaasta on maapohjaltaan heikommin kasvavaa kitu- tai joutomaata, jossa ei kasva puita lainkaan. Metsätalouden käytössä olevasta pinta-alasta hieman yli puolet ovat yksityisten metsänomistajien omistuksessa. Loput jakautuvat valtiolle, metsäyhtiöille, sekä kunnille ja seurakunnille ja muille yhteisöille. Viimeksi mainituista valtio on suurin metsänomistaja noin 35 % osuudella. (Luke 2021.)

3.1 Metsien kasvu Suomessa

Vuosittain Suomen metsät kasvavat metsä- ja kitumaalla noin 4,6 m³ hehtaaria kohden, yhteensä noin 103 milj. m³. Keskitilavuus Suomen metsissä on noin 120 m³ hehtaaria kohden, vaihdellen Pohjois-Suomen 90 m³:n keskitilavuudesta Etelä-Suomen 148 m³:n. Suomen metsien puuston kokonaistilavuudesta (2506 milj. kuutiometriä) noin 11 % sijaitsee puuntuotannon ulkopuolelle jäävillä alueilla, kuten suojelualueilla. Puiden tilavuus kasvaa siten, että vuosittain muodostuva uusi vuosilusto lisää puun paksuutta, jonka lisäksi puun pituutta kasvattaa uusi latvakasvain. Tämä muodostaa ikään kuin uuden kerroksen edellisen vuoden kasvun päälle. Luontaisesti vuosittainen lustojen kasvu ei ole identtistä, vaan sen leveys vaihtelee. Tästä syystä puusta ei muodostu täydellistä kartiota. (Luke 2021.)

3.2 Metsätyypit Suomessa

Suomessa metsät jaotellaan kangasmetsiin ja lehtoihin. Ne puolestaan jaotellaan eri metsätyyppeihin niiden ravinnepitoisuutta vastaaviin luokkiin pintakasvillisuuden mukaan. (Metsäverkko 2022.) Metlan (2013) mukaan metsätyypijärjestelmä on kehitetty nopeaksi silmävaraiseen havainnointiin perustuvaksi työkaluksi arvioitaessa eri kasvupaikkojen viljavuutta. Siinä tarkastellaan aluskasvillisuuden lajistoa, sen runsaussuhteita sekä niiden elinvoimaisuutta. Tätä metodologiaa käytetään hyväksi monissa eri metsätalouden ja ympäristöalan töihin liittyvissä tehtävissä, esimerkiksi arvioitaessa uudistamisessa hyödynnettävän puulajin soveltuvuutta kyseiselle kasvupaikalle. Järjestelmän teoria perustuu noin sata vuotta vanhaan A.K. Cajanderin luomaan metsätyypiteoriaan, jonka mukaan jokaisella kasvilla on omat vaatimuksensa kasvupaikan suhteen ja eri kasvilajeilla on vaikutusta toistensa kasvuun tietyillä

kasvupaikoilla. Tämän perusteella samankaltaisilla kasvupaikoilla on samankaltainen kasvillisuus ja siksi niiden voidaan sanoa kuuluvan samaan metsätyyppiin. (Metla 2013.)

	ETELÄ-SUOMI	POHJANMAA-KAINUU	PERÄPOHJOLA	METSÄ-LAPPI
LEHTOMAISET KANKAAT	Käenkaali-mustikkatyyppi (OMT) Talvikkityyppi (PyT)	Metsäkurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppi (GOMT) Metsäimmarre-mustikkatyyppi (DMT)	Metsäkurjenpolvi-mustikkatyyppi (GMT) Ruohokanukka-metsäimmarre-mustikkatyyppi (CoDMT)	Metsäkurjenpolvi-mustikkatyyppi (GMT) Ruohokanukka-metsäimmarre-mustikkatyyppi (CoDMT) Matalaruohotyyppi (MaRhT)
TUOREET KANKAAT	Mustikkatyyppi (MT) Seinäsamaltyyppi (PIT)	Puolukka-mustikkatyyppi (VMT) Metsälauha-mustikkatyyppi (DeMT) Vaarapykäsammal-metsälauha-mustikkatyyppi (BaDeMT) Pohjoinen mustikkatyyppi (p.MT)	Kerrossammal-mustikkatyyppi (HMT) Suopursu-juolukkatyyppi (LUT) Pohjoinen mustikkatyyppi (p.MT)	Suopursu-mustikkatyyppi (LMT)
KUIVAHKOT KANKAAT	Puolukkatyyppi (VT) Häränsilmä-puolukkatyyppi (HyVT) ^{a)}	Variksenmarja-puolukkatyyppi (EVT)	Variksenmarja-puolukkatyyppi (EVT)	Juolukka-variksenmarja-mustikkatyyppi (UEMT)
KUIVAT KANKAAT	Kanervatyyppi (CT) Häränsilmä-kanervatyyppi (HyCT) ^{b)}	Variksenmarja-kanervatyyppi (ECT)	Mustikka-kanerva-jäkälätyyppi (MCCIT)	Juolukka-puolukka-variksenmarjatyyppi (UVET)
KARUKKOKANKAAT	Jäkälätyyppi (CIT)	Jäkälätyyppi (CIT)	Jäkälätyyppi (CIT)	Jäkälätyyppi (CIT)

Kuva 2. Kangasmetsien metsätypit ja kasvupaikkatyytit metsäkasvillisuus vyöhykkeittäin. (Metsätypit 2022a.)

Kangasmetsien metsätypit (kuva 2) jaotellaan yleensä rehevyyden mukaan seuraavasti: karukkokankaat, kuivat kankaat, kuivahkot kankaat, tuoreet kankaat ja lehtomaiset kankaat. Lehdot puolestaan jaotellaan kolmeen pääryhmään: kuivat lehdot, tuoreet lehdot ja kosteat lehdot. Lisäksi eri lehtotyytit jaotellaan vielä runsas- ja keskivanteisiin lehtoihin. (Metsätypit 2022a.)

3.2.1 Karukkokangas

Ainoa puumainen kasvilaji tällä kasvupaikalla on mänty (*pinus sylvestris*), joka sekini on erittäin hitaasti kasvavaa ja pituuskasvu jää vaatimattomaksi. Tyypillisesti maapohjaa verhoaa yhtenäinen jäkäläkerros ja pensaskerrosta esiintyy vain harvoin, sekini usein mäntyä. Kasvupaikalla mahdollisesti esiintyvät lehtipuun ja pensaan taimet jäävät usein kitukasvuiseksi varpukerroksen tasolle. (Metsätypit 2022a.)

3.2.2 Kuiva kangas

Kuivien kankaiden puusto on pääasiallisesti mäntyä (*pinus sylvestris*). Kuivilla kankailla kasvaa runsaasti jäkäliä, sammalia sekä varpukasveja, esimerkiksi kanervaa (*calluna vulgaris*). Männyn (*pinus sylvestris*) taimet, koivut (*betula*) ja satunnaiset kuuset (*picea abies*) muodostavat kuivan kankaan pensaskerroksen. Kanervan (*calluna vulgaris*) ohella varpukerrosta hallitsevat muun muassa puolukka (*vaccinium vitis-idaea*), sianpuolukka (*arctostaphylos uva-ursi*), variksenmarja (*empetrum nigrum*) ja keltalieko (*Diphasiastrum complanatum*). Ruohoja ja heiniä kuivilla kankailla kasvaa satunnaisesti. (Metsätyypit 2022a.)

3.2.3 Kuivahko kangas

Kuivahkoilla kankailla jäkälien osuus pohjakerroksesta jää pienemmäksi ja sen valtaavat suuremmissa määrin sammalet ja varpukasvit. Puustossa mänty (*pinus sylvestris*) on edelleen dominantti puulaji, mutta seassa esiintyy kuusta (*picea abies*) sekä rauduskoivua (*betula pendula*). On myös mahdollista, että kuusi (*picea abies*) pääsee vallitsevaksi puulajiksi kasvaessaan alikasvoksena. Varpukerroksessa on mustikkaa (*vaccinium myrtillus*) ja puolukkaa (*vaccinium vitis-idaea*), joista viimeksi mainittua kasvaa tavallisesti enemmän. Vanamoja (*linnaea borealis*) sekä kanervaa (*calluna vulgaris*) löydetään poikkeuksesta ja Suomen pohjoisosiin mentäessä variksenmarja (*empetrum nigrum*) runsastuu merkittävästi rämevarpujen ohella. Ruohoja ja heiniä tavataan harvalukuisesti. (Metsätyypit 2022a.)

3.2.4 Tuore kangas

Tuoreiden kankaiden puusto koostuu männyistä (*pinus sylvestris*) ja kuusista (*picea abies*), sekä koivuista (*betula*). Pensaskerros muodostuu tavallisimmin katajista (*juniperus communis*) ja pihlajista (*sorbus aucuparia*). Mustikka (*vaccinium myrtillus*) on huomattavasti puolukkaa (*vaccinium vitis-idaea*) yleisempi tuoreilla kankailla. Metsätähti (*trientalis europaea*), oravanmarja (*maianthemum bifolium*), metsäalvejuuri (*dryopteris carthusiana*) ja riidenlieko (*spinulum annotinum*) ovat tavallisia, mutta kahta viimeksi mainittua tavataan harvalukuisempina männiköissä. Sammalet ovat yleinen näky pohjakerroksessa. (Metsätyypit 2022a.)

3.2.5 Lehtomainen kangas

Lehtomaisien kankaiden pääasiallinen puulaji on kuusi (*picea abies*). Niiden seassa erityisesti rauduskoivu (*betula pendula*) ja hieskoivu (*betula pubescens*) viihtyvät mainiosti. Lehtipuista myös haapa (*populus tremula*), pihlaja (*sorbus aucuparia*), sekä raita (*salix caprea*) ovat tavallinen näky. Tyypillisimmät pensaskerroksen lajit ovat kataja (*juniperus communis*), paatsama (*frangula alnus*), pajut (*salix*) ja vadelma (*rubus idaeus*). Lehtomaisella kankaalla ruohot kasvavat varpuja runsaammin. Ruohoista yleisimpiä ovat metsäkurjenpolven (*geranium sylvaticum*) ja metsäimarteen (*gymnocarpium dryopteris*) ohella metsäorvokki (*viola riviniana*), ahomansikka (*fragaria vesca*), isotalvikki (*pyrola rotundifolia*), pikkutalvikki (*pyrola minor*), kielo (*convallaria majalis*), lillukka (*rubus saxatilis*). Lisäksi eteläisissä osissa maata käenkaali (*oxalis acetosella*) ja pohjoisosissa ruohokanukka (*cornus suecica*) ovat yleisiä. Sammaleiden peittävyys on harvahkoa sekä aukkoista. (Metsätyypit 2022a.)

3.2.6 Kostealehto

Tavallisesti kostean lehdon (kuva 3) puusto on sekametsää, jossa kuusi (*picea abies*) esiintyy runsasluoisuudella. Lehtipuista kosteilla lehdoilla viihtyvät esimerkiksi hieskoivu (*betula pubescens*), haapa (*populus tremula*), tervaleppä (*Alnus glutinosa*), sekä mahdollisesti jaloja lehtipuita kuten saarni (*fraxinus excelsior*). Kasvillisuuden yleisilme on hyvin rehevä, erilaisten saniaisten kuten soreahiirenporras (*athyrium filix-femina*) tai ruohojen hallitsema. Pohjakerros on aukkoinen, sammalten peittämä. (Metsätyypit 2022b.)

		ETELÄ-SUOMI			POHJANMAA-KAINUU	PERÄPOHJOLA JA METSÄ-LAPPI
		TAMMIVYÖHYKE	VUOKKOVIÖHYKE	MUUT ALUEET		
KOSTEAT LEHDOT	RUNSAASRAVINTEISET	Kotkansiipityyppi (MattT) Käenkaali-mesiangervotyyppi (OFiT)	Kotkansiipityyppi (MattT) Käenkaali-mesiangervotyyppi (OFiT)	Kotkansiipityyppi (MattT) Myyränporrastyyppi (DiplT) Käenkaali-mesiangervotyyppi (OFiT) Ukonhattutyyppi (AT)	Kotkansiipityyppi (MattT) Myyränporrastyyppi (DiplT) Metsäkurjenpolvi-käenkaali-mesiangervotyyppi (GOFiT)	Kotkansiipityyppi (MattT) Myyränporrastyyppi (DiplT) Metsäkurjenpolvi-mesiangervotyyppi (GFiT)
	KESKIRAVINTEISET	Hiirenporras-käenkaalityyppi (AthOT)	Hiirenporras-käenkaalityyppi (AthOT)	Hiirenporras-käenkaalityyppi (AthOT) Hiirenporras-isoalvejuurityyppi (AthExpT)	Hiirenporras-isoalvejuurityyppi (AthExpT) Pohjansinivalvattutyyppi (CiT)	Hiirenporras-isoalvejuurityyppi (AthExpT) Pohjansinivalvattutyyppi (CiT)

Kuva 3. Kostealehdot. (Metsätyypit 2022b.)

3.2.7 Tuore lehto

Samoin kuin kosteilla lehdolla, tuoreiden lehtojen (kuva 4) puusto on sekametsää koostuen pääasiallisesti kuusesta (*picea abies*) ja erilaisista lehtipuista. Kenttäkerroksen lajisto on varsin monipuolinen etenkin kosteilla, tuoreilla lehdolla. Tyypillisiä lajeja ovat esimerkiksi taikinamarja (*ribes alpinum*), koiranheisi (*viburnum opulus*) ja metsärusu (*rosa majalis*). Pohjakerroksen muodostavat pääasiallisesti lehtosammalet, kuten ruusukesammi (*rhodobryum roseum*). (Metsätyypit 2022b.)

TUOREET LEHDOT	RUNSAS- RAVINTEISET					
		Sinivuokko-käenkaali- tyyppi (HeOT)	Sinivuokko-käenkaali- tyyppi (HeOT)	Käenkaali-lillukkatyyppi (ORT)	Metsäkurjenpolvi- käenkaali-lillukkatyyppi (GORT)	Metsäkurjenpolvityyppi (GT)
		Imikkä-lehto-orvokki- tyyppi (PuViT)	Imikkä-lehto-orvokki- tyyppi (PuViT)	Imikkä-lehto-orvokki- tyyppi (PuViT)		
		Vuohenputkityyppi (AegT)	Vuohenputkityyppi (AegT)	Vuohenputkityyppi (AegT)		
		Kiurunkannus- vuohenputkityyppi (CorAegT)				
		Hammassuuri-linnun- hernetyyppi (DentLaT)				
	KESKI- RAVINTEISET	Käenkaali-oravan- marjatyypin (OMaT)	Käenkaali-oravan- marjatyypin (OMaT)	Käenkaali-oravan- marjatyypin (OMaT)	Metsäkurjenpolvi- käenkaali-oravan- marjatyypin (GOMaT)	Metsäkurjenpolvi- metsäimarrityypin (GDT)
		Puna-ailakkityypin (SiT)	Puna-ailakkityypin (SiT)	Puna-ailakkityypin (SiT)	Puna-ailakkityypin (SiT)	

Kuva 4. Tuoreet lehdot. (Metsätyypit 2022b.)

3.2.8 Kuiva lehto

Kuivan lehdon (kuva 5) puusto on tavallisimmin mäntyä (*pinus sylvestris*) tai vaihtoehtoisesti sekametsää. Kenttäkerrosta hallitsevat kuivuutta sietävät lajit, kuten näsiä (*daphne mezereum*), taikinamarja (*ribes alpinum*) ja lehtokuusama (*lonicera xylosteum*). Kuivemmista kasvuolosuhteista johtuen voi pohjakerroksessa esiintyä runsaastikin kangasmetsille tyypillisiä lajeja ja pohjoisemmissa osissa Suomea jopa jäkäliä. (Metsätyypit 2022b.)

KUIVAT LEHDOT	RUNSAS- RAVINTEISET					
		Nuokkuhelmikkä- linnanhermetyyppi (MeLat)	Nuokkuhelmikkä- linnanhermetyyppi (MeLat)	Nuokkuhelmikkä- linnanhermetyyppi (MeLat)	Metsäkurjenpolvi- puolukkatyyppi (GVT) ^{a)}	Metsäkurjenpolvi- puolukkatyyppi (GVT) ^{a)}
		Karvasputki-metsä- apilatyypin (LasTrifT)			Puolukka-lillukkatyyppi (VRT) ^{a)}	
		Maarianverijuuri- mäkimeiramityyppi (AgrOrigT)				
	KESKI- RAVINTEISET	Puolukka-lillukkatyyppi (VRT)	Puolukka-lillukkatyyppi (VRT)	Puolukka-lillukkatyyppi (VRT)		

Kuva 5. Kuivat lehdot. (Metsätyypit 2022b.)

4 KASVUPAIKAN JA METSÄNKÄSITTELYN VAIKUTUS PUUN LAATUUN

Oikein valittu puulaji kullekin kasvupaikkatyypille on avainasemassa, kun metsän kasvatuksen tähtäimenä on tuottaa mahdollisimman paljon hyvälaatuista puuta teollisuuden käyttöön. Tällöin metsänomistaja saa taloudellisesti parhaan rahallisen tuoton metsästään. Kasvupaikalla vallitsevat olosuhteet, kuten ravinteikkaus ja alueen lämpösumma ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat alueen puuntuotoskykyyn metsänhoidollisten toimenpiteiden ohella. (Metsähallitus 2021, 8–9.)

Metsän uudistamisen onnistuttua kasvatettavalla alueella on taimikko. Taimikonhoito on ensimmäisiä metsänhoidollisia toimenpiteitä ja sen tavoitteena on varmistaa kasvatettavan puulajin kehittyminen laadullisten tavoitteiden mukaan. Taimikoiden harvennuksissa kasvatettavien puiden valintaa ohjaavat laadulliset tekijät. Työ suoritetaan raivaussahalla, jolla poistetaan huonolaatuiset puuyksilöt, sekä ei-toivotut puulajit. Monimuotoisuus huomioiden alueella tulisi huolehtia riittävästä lehtipuiden osuudesta. (Metsähallitus 2021, 26.)

Mikäli taimikoiden harvennus jää tekemättä ja taimikko pääsee kasvamaan vapaana, tehdään nuoren metsän hoito, ellei ensimmäiseen kasvatukselliseen harvennukseen saakka päästä ilman laadullisia ja metsän kasvullisia tappioita. Tällöin hoitotoimenpiteet tehdään taimikon harvennuksen periaatetta mukailleen, mutta pyritään välttämään ainespuun mitat täyttävien puiden kaatamista. (Metsähallitus 2021, 27.)

Kasvatushakkuiden tarkoituksena on edesauttaa puuston järeytymistä ja parantaa kasvatettavan puuston laatua sekä ylläpitää toivottua puulajisuhdetta. Kasvatushakkuita suorittamalla saadaan myös ensimmäisiä tuloja metsästä. Ensiharvennuksessa metsä käsitellään siten, että metsästä poistetaan laadullisesti epäkelvoja puuyksilöitä sekä valtapuustoon nähden pienikasvuisia puuyksilöitä. Ensiharvennus tehdään tavallisimmin metsän ollessa noin 12–15 metrin valtapituudessa. Pituuden lisäksi metsän tiheys ja järeys tulee ottaa huomioon. (Metsähallitus 2021, 28.)

Usein on tarpeen suorittaa puuston laadun ja kasvun maksimoimiseksi myös toinen harvennus, joissain tapauksissa voidaan harkita jopa kolmeakin harvennuskertaa. Kuten ensiharvennus, toinen harvennus tähtää kullekin puulajille optimaaliseen kasvatustiheyteen ja se suoritetaan puuston ollessa noin 16–19 metrin valtapituudessa. Toisessa harvennuksessa hakkuissa poistetaan jälleen huonolaatuiset, sairaat,

kitukasvuiset ja muuten vähempi arvoiset puuyksilöt. Toisesta harvennuksesta metsänomistaja saa hie-
man enemmän tuloja, sillä tästä hakkuukerrasta kertyy yleensä jonkin verran tukkipuuta. Luonnonhoi-
dollisia näkökulmia huomioiden harvennettavaan metsään tulisi jättää jonkin verran lehtipuut sekä te-
kopökökelöitä. (Tapio 2022a.)

Oksattoman tyvitukin saantoa voidaan pyrkiä maksimoimaan tekemällä metsikössä pystykarsintaa. Täl-
löin puista karsitaan sahaamalla tyveltä oksia pois. Tarkoituksena on, että puun rungon järeyden kasva-
essa karsittujen oksien tyngät jäävät uuden kasvun alle. Seurauksena tästä on oksatonta tyvitukkaa, joka
antaa hyvän tuoton. Myöhempiä harvennuksia tehtäessä tulee muistaa jättää kasvamaan karsitut rungot.
Metsää tulisi kasvattaa pystykarsinnan jälkeen vielä noin 30 vuotta. Pystykarsinnasta hyötyvät parhaiten
männiköt sekä rauduskoivikot. (Tapio 2022b.)

4.1 Mänty (*pinus sylvestris*)

Männylle (*pinus sylvestris*) sopivia kasvupaikkoja ovat kuivahkot kankaat, karukkokankaat ja kuivat
kankaat. Mäntyä voidaan kasvattaa myös tietyin edellytyksin tuoreilla kankailla (Metsä 2021, 15). Ky-
seisillä kasvupaikoilla männystä saadaan hyvälaatuista sahapuuta (tukkia). Avaintekijöitä männyn (*pi-
nus sylvestris*) kasvatuksessa ovat riittävä kasvatettavan puuston sekä kasvupaikan sopiva ravinteikkaus.
Mikäli mäntyä (*pinus sylvestris*) kasvatetaan liian ravinteikkaalla kasvupaikalla sekä liian harvassa met-
sikössä, sille kehittyy paksut oksat ja leveät vuosilustot. Nämä huonontavat merkittävästi puun rungon
arvokkaimman osan, eli tukin, laatua. Toisin sanoen tavoitteena on pitää mäntymetsän tiheys riittävän
suurena sekä pyrkiä kasvattamaan sitä riittävän hitaasti. (Tapio 2022c.)

4.2 Kuusi (*picea abies*)

Kuuselle (*picea abies*) sopivia kasvupaikkoja ovat tuoret- ja lehtomaiset kankaat sekä lehdot. Myös
tietyt turvemaat sopivat kuusen (*picea abies*) kasvupaikoiksi, kun huolehditaan ravinnetasapainosta. Ka-
rummilla kasvupaikoilla kuusella (*picea abies*) on taipumus jäädä mäntyä (*pinus sylvestris*) kitukasvui-
semmaksi. Tämän takia karuimmilla kasvupaikoilla kuusi (*picea abies*) on parempi sekapuuna, kuin
valtapuuna, jos päämääränä on maksimoida metsikön taloudellinen tuottavuus. Puulajina kuusi (*picea
abies*) sietää huomattavasti mäntyä paremmin (*pinus sylvestris*) tiheyden vaihteluita, eikä oksaisuus ole
niin suuri ongelma ajatellen sahapuun laatua. Lähtökohtaisesti kuusi (*picea abies*) on tasalaatuisempaa
puulajina mäntyyn (*pinus sylvestris*) verrattuna. (Tapio 2022c.)

5 SAHATAVARAN VALMISTAMINEN

Suomessa sijaitsevat sahalaitokset ovat merkittävä työllistäjä. Kaikkiaan noin 80 teollista sahalaitosta ja lukuista pienemmät toimijat työllistävät suoraan noin 6000 henkilöä sekä tämän lisäksi välillisesti noin 20 000 henkilöä. Sahat hankkivat Suomessa käytettävästä raakapuusta noin kolmanneksen, jonka seurauksena metsänomistajat saavat sahoilta noin kaksi kolmasosaa Suomessa metsäomistajille tilitettävästä kantorahatulosta. (Sahateollisuus 2022.)

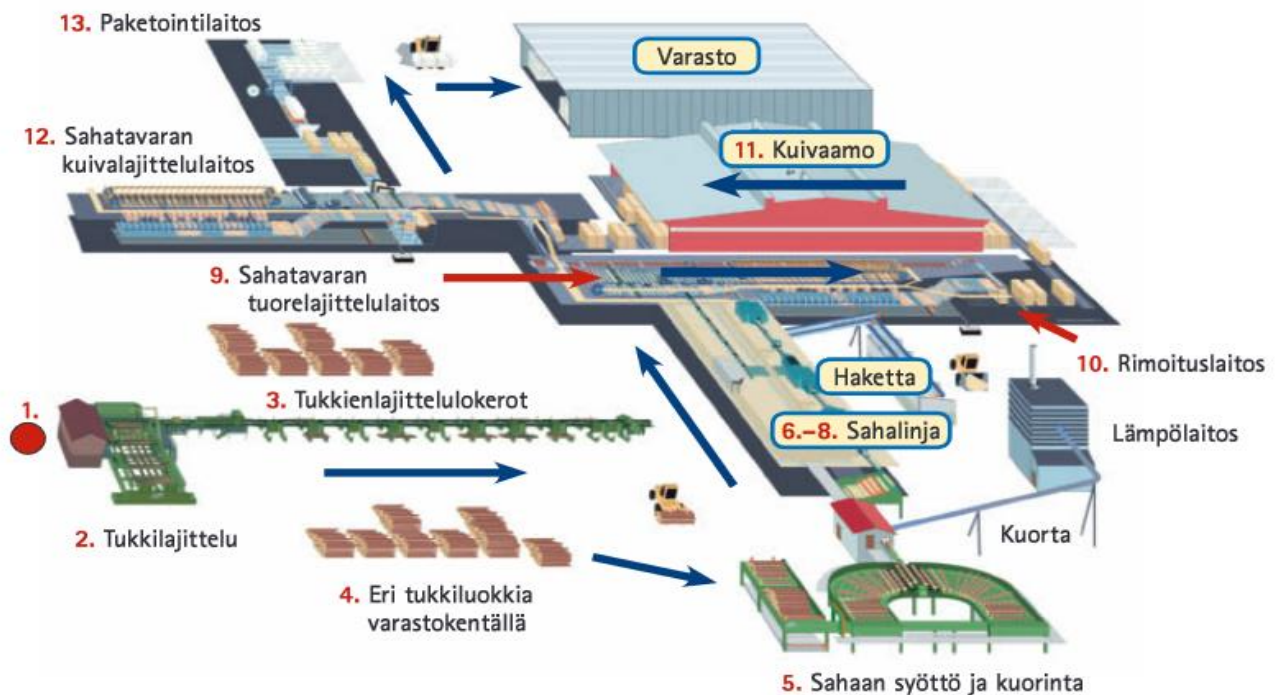
Vuonna 2020 suomen saha- ja vaneriteollisuuden raakapuun käyttö oli hieman alle 25 milj.m³, josta valtaosa havupuuta. Raaka-aineesta noin 98 % oli kotimaista alkuperää. Valmiista sahatavarasta vientiin meni vuonna 2020 noin 73 % ja valmiista vanerista 83 %. Sahausten ja vaneriteollisuuden sivutuotteita (esimerkiksi puru ja hake) ajettiin muun teollisuuden - kuten paperiteollisuuden käyttöön noin 8,8 milj. m³ (Puutuoteteollisuus 2022). Kaikkiansa raakapuun käyttö oli Suomessa vuonna 2020 noin 75 milj.m³ (Sahateollisuus 2022).

5.1 Sahausprosessi

Sahalle tulevien tukkien ensimmäinen silmämääräinen laatulajittelu tehdään metsässä puita kaadettaessa. Tuolloin hakkuukoneen kuljettaja tekee ratkaisun, minkä annetun tukkien katkonnassa käytetyn mitan (apteerausohjeen) mukaan puu tulee katkaista, jotta siitä saadaan mahdollisimman paljon hyvälaatuista ja arvokasta sahatavaraa. (Puuhuolto 2018.)

Sahalle tulevat tukit on perinteisesti laatulajiteltu operaattorin silmämääräisen arvion perusteella tukkipöydällä erilaisiin laatuluokkiin (kuva 6). Tukkipöydällä tukit pyörähtävät kuljettimen siirtämänä akselinsa ympäri, jolloin operaattorin on helpompi tarkastella mahdollisia vikaisuuksia. Laatulajittelun ohella tukkimittaria voidaan myös hyödyntää puutavaran vastaanoton mittausmenetelmänä, esimerkiksi vastaanotettaessa hankintakaupoista saatavia puita. (Puuhuolto 2018.)

Tämän jälkeen tukkimittari mittaa tukin pituuden ja läpimitan sekä tilavuuden, jonka jälkeen se ajetaan eri lokeroihin, joista ne siirretään tukkikentälle odottamaan sahausta (kuva 6). Kentältä tukit siirretään pyöräkoneella sahan prosessoitavaksi syöttölinjaan kuorittavaksi, joka tapahtuu koneellisesti. Syntyneet kuoret ohjataan poistoputkia pitkin kentälle kuivumaan myöhempää hyötykäyttöä varten esimerkiksi sahan oman lämpölaitoksen poltettavaksi. (Suomen Metsäyhdistys ry 2011, 42–43.)

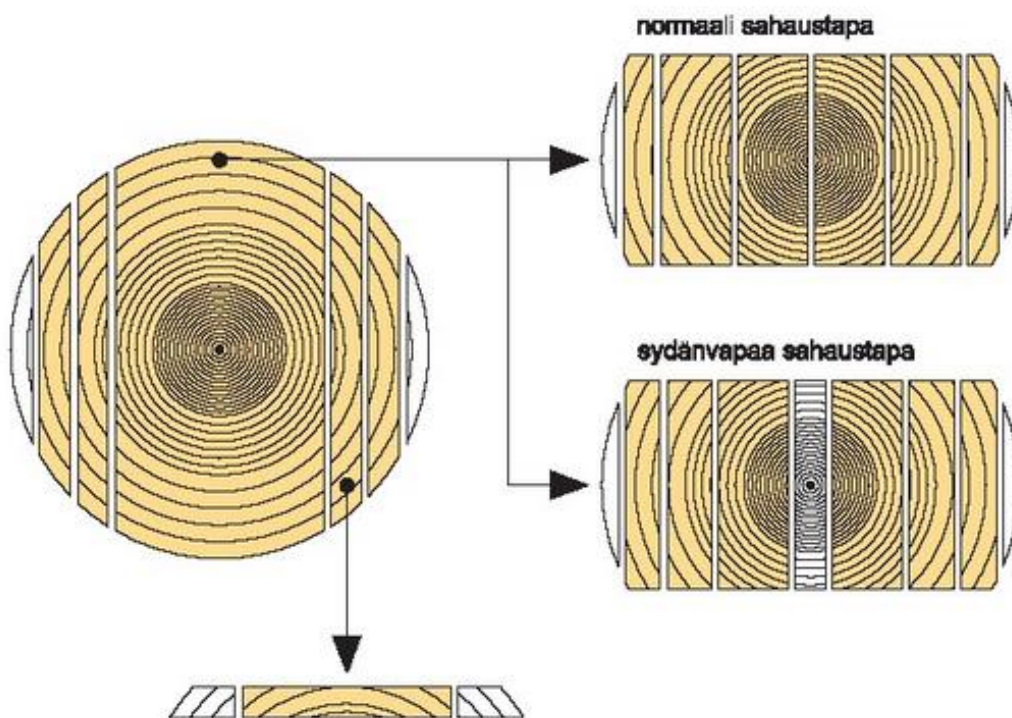


Kuva 6. Sahatavaran valmistusprosessi sahalaitoksella. (Suomen Metsäyhdistys ry, 42. 2011.)

Tukkien kuorinnan jälkeen ne siirtyvät itse sahalinjaan (kuva 6), jossa tukit sahataan valmiiksi sahata-varaksi ennalta määritettyjen asetteiden mukaisesti. Sahausten sivutuotteena syntyvä puru, kuori ja hake ohjataan kentälle kasoihin, josta ne ohjataan energiateollisuuden raaka-aineeksi. Sahaamisen jälkeen tehdään tuorelajittelu, jossa valmis sahatavara lajitellaan kuivaamista varten rimoille. Rimoittamolta ne siirtyvät kuivaamolle. Kuivauksen jälkeen sahatavara käsitellään kuivalajittelussa, jossa ne lajitellaan asiakkaiden tarpeita varten omiksi nipuikseen. Tämän jälkeen vuorossa on paketointi ja sahatavaran siirto varastoon, jossa se odottaa kuljetusta asiakkaalle. (Suomen Metsäyhdistys ry 2011, 42–43.)

5.2 Sahaustekniikat

Suomessa on käytössä yleisesti niin sanottu pohjoismainen sahauskäytäntö, joka pitää sisällään kaksi erilaista sahaustapaa: normaali sahaustapa sekä sydänvapaa sahaustapa. Normaalin sahaustavan ideana on tehdä pelkasta sydäntavaraa, sekä pintatavaraa halkaisemalla pelkka keskeltä kahtia (kuva 7). (Puinfo 2020a). Pelkalla tarkoitetaan kappaleen keskiosaa, joka jää jäljelle särmättäväksi tulevien sivulautojen sahausken jälkeen (Puuproffa 2022). Vaihtoehtoisesti pelkka voidaan muodostaa ajamalla kappale pelkkahakkurin lävitse, jolloin sivut haketetaan paperiteollisuuden raaka-aineeksi (Suomen Metsäyhdistys ry 2011, 43).



Kuva 7. Pohjoismainen sahauskäytäntö. (Puinfo 2020b.)

Sydänvapaassa sahaustavassa (kuva 7) poistetaan puun ydin siten, että sydänkappale sahataan pelkan keskiosasta pois. Lopputuotteena saadaan sydäntavaraa ja pintatavaraa, kuten myös normaalissa sahaustavassa. Pohjoismaisen sahaustavan hyötynä kappaleet säilyttävät halutun muotonsa hyvin, sillä puun sisällä olevat jännitykset katoavat poistamalla puun ydin itse lopputuotteista. (Puinfo 2020a.)

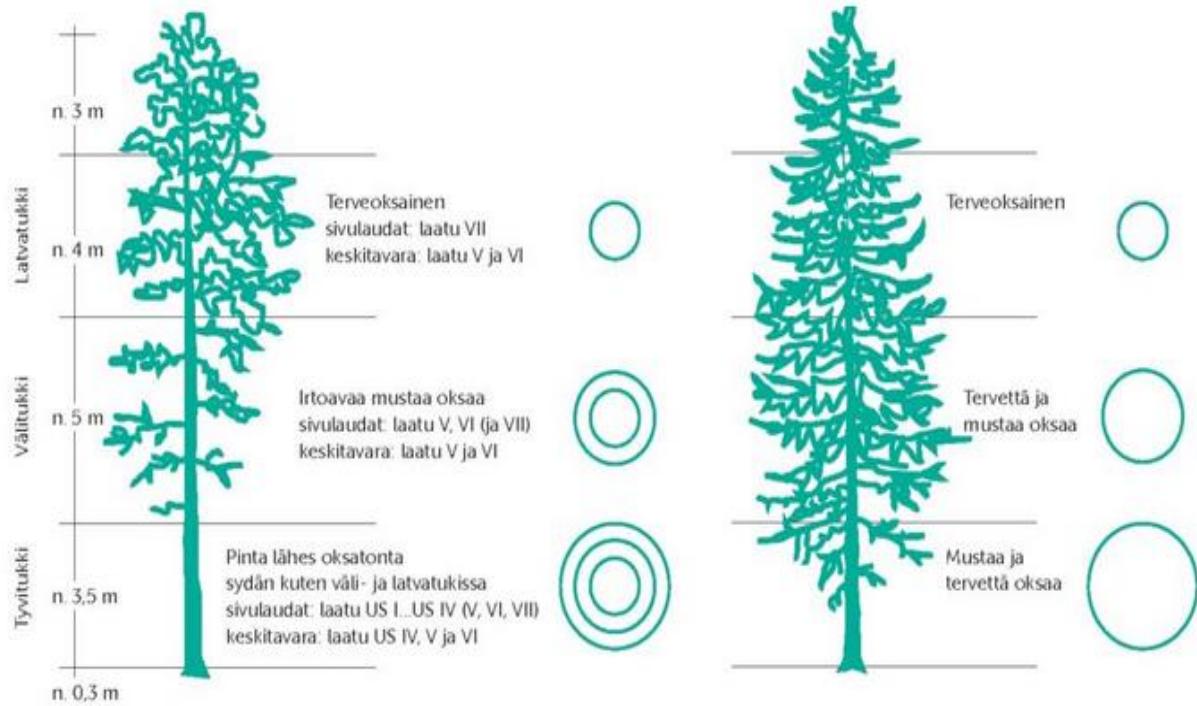
Muita sahaustapoja ovat esimerkiksi pohjoisamerikkalainen (pinnanmyötäinen) sahaustapa, kvarttisahaus, läpisahaus ja erilaisten sahaustapojen yhdistelmät. Pinnanmyötäisessä sahaustavassa sahaus tapahtuu nimensä mukaisesti pinnan suuntaisesti. Läpisahaus soveltuu parhaiten lehtipuille, sekä sellaisille tukeille, joiden järeys ei ole optimaalinen muille sahaustavoille. Läpisahauksessa sahaus voidaan suorittaa joko pinnanmyötäisesti tai keskilinjaa myötäillen. Kvarttisahaustuksessa (kuva 8) tuloksena on suorakulmaisia lohkoja, jotka sahataan siten, että lopputulemana saadaan parhaalla mahdollisella tavalla säteen suuntaa myötäileviä lankkuja ja lautoja. (Puuproffa 2022.)



Kuva 8. Esimerkki kvarttisahaustuksesta. (Puuproffa 2022.)

5.3 Sahatavaran laatu

Sahatavara voidaan laadullisesti jakaa tyvitukista saatavaan US-luokkaan sekä väli- ja latvatukista saatavaan V-luokkaan (kuva 9). Edellä mainitut laatuluokat voidaan jakaa numeerisesti alalaatuihin, esimerkiksi VI tai VII laatu. Taloudellisesti arvioiden US-luokasta saatava sahatavara on arvokkainta verrattuna väli- ja tyvitukista saatavaan V-luokan sahatavaraan. (Puuinfo 2020b.)



Kuva 9. Sahatavaran keskimääräinen jakautuminen rungossa laatuokittain. (Puuinfo 2020b.)

Laadun määrää pintalape ja sahatavaran kummankin puolen syrjä. Sydänlapeen sallitaan olevan astetta huonompaa laatuokkaa. Laatua tarkastellessa otetaan huomioon oksien sijainti, oksien koko, sekä oksien määrä. Muita huomioon otettavia tekijöitä sahatavaran laatua arvioitaessa ovat vajaasärmät, muotoviati, väriviati, halkeamat, kaarnakorot, kaarnarosot, pihkakolot, latvamurtumat ja sahatavaran prosessin seurauksena syntyneet vikaisuudet. (Puuinfo 2020b.)





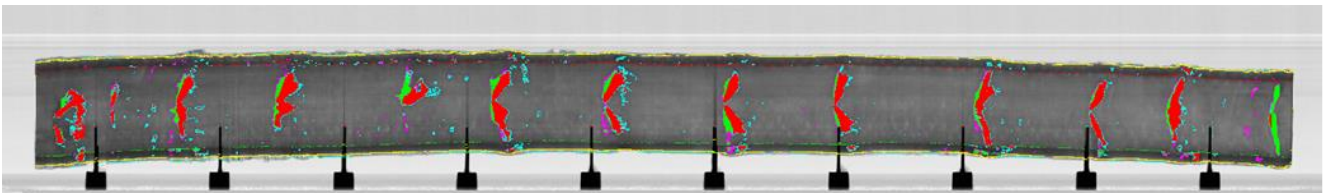
Kuva 10. Mänty- ja kuusisahatavaran laatukuvia. (Puuinfo 2020a.)

Sahatavaran laatuluokka (kuva 10) voidaan myös muodostaa kahden eri luokan yhdistelmällä, esimerkiksi kuusen laatujen yhdistelmä $US + V = ST$ - yhdistelmälaatu. Tuotannosta saatavat sahatavaran määrät jakautuvat siten, että arvokkainta US-laatua saadaan vähiten, kun taas V-laatuja syntyy tuotannossa eniten. Tästä syystä US-laadun tavara on arvokkaampaa kuin tuotannossa määrällisesti enemmän syntyvän V-laadun tavara. (Puuinfo 2020b.)

6 TUKKILAJITTELIJAN RÖNTGEN

Puutavaran mittauksessa tarkastetaan jalostamattoman puutavaran (runko, kuoret, oksat) määrä sekä laatu puutavaran luovutus-, työ- tai urakointimittausta varten. Jalostamatonta puutavaraa hyödynnetään aina saha- ja paperiteollisuudesta energian tuotantoon saakka. Tavallisimmat puutavaran mittaustavat ovat hakkuukoneen mittalaitteiston tekemä mittausta puita kaadettaessa tai tehtaalla suoritettava mittausta jalostamatonta puutavaraa vastaanotettaessa. (Luke 2016.)

Junnikkala Oy:llä on käytössään RemaSawcon valmistama RS-Logprofiler 3DX tukkilajittelijan röntgenlaitte. Röntgen mahdollistaa suuren datamäärän keräämisen läpimenneestä tukkikappaleesta. Röntgenin avulla voidaan tarkastella tukin visuaalista ilmettä röntgenkuvan (kuva 11) tai 3D-mallinnoksen avulla (kuva 12), tai tutustua tarkemmin sen ominaisuuksiin datan muodossa. Dataa voidaan tarkastella aina tukin päällä talvisaikaan olevasta lumen ja jään paksuudesta sydänpuun osuuksiin ja oksaindeksiin tukissa. (Puuhuolto 2022.)

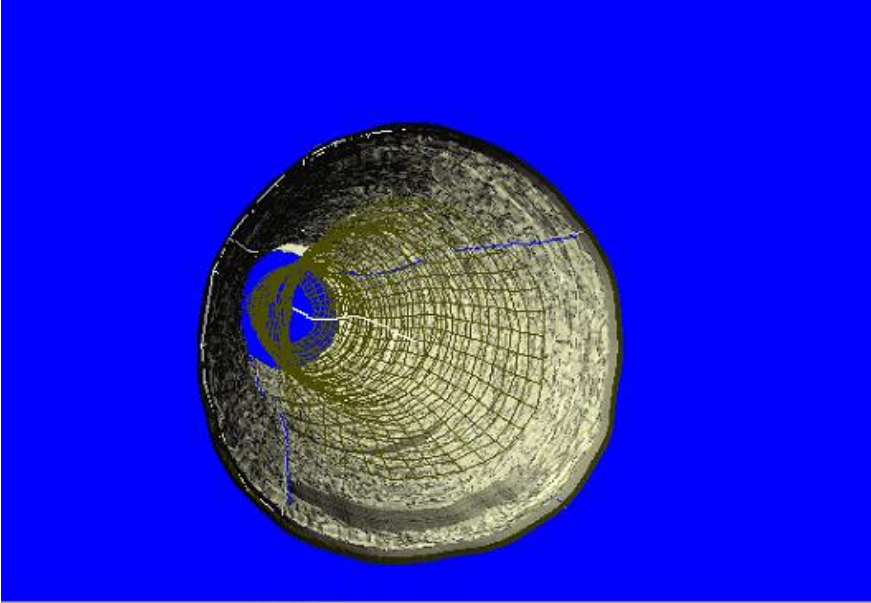


Kuva 11. Tukin läpivalaisukuva. Kuvakaappaus RS-Logprofiler 3DX-ohjelmasta.

3D-mittarin ja röntgenin yhdistelmälaitteen toimintaperiaate on yksinkertainen: röntgen kertoo puun tiheyden vaihtelun ja 3D-mittari antaa muodon tilavuuden röntgeniltä saadun datan perusteella. Kahden mittaavan laser-kehän avustuksella saadaan tarkka kuva esimerkiksi lenkoudesta ja läpivalaistun kappaleen mutkaisuudesta. Detektorit havaitsevat laserkehien tuottamat säteet. Säteiden voimakkuuden perusteella laite muodostaa kuvan (kuva 11): mitä tummempi kuva, sitä tiheämpi kohta läpivalaistussa kappaleessa. Esimerkiksi oksat erottuvat ympäristöönsä huomattavasti tummempana röntgen kuvassa. (Toikko 2022.)

Satojentuhansien mittauspisteiden avulla mittalaitteella on siis mahdollista kerätä tarkkaa dataa puun sisäisistä sekä ulkoisista ominaisuuksista. Määrittämällä puun eri ominaisuuksia ja hyödyntämällä niitä

laatulajittelun prosessissa, voidaan tuottaa lisäarvoa itse tuotannossa ja saavuttaa sitä kautta lopputuotteiden suurempaa tuottavuutta. Tukkeja voidaan siis lajitella lokeroihin esimerkiksi lujuusominaisuuksien tai oksaisuuksien mukaan. (Remasawco 2022.)



Kuva 12. 3D-kuva tukin sisästä. Kuvakaappaus RS-Logprofiler 3DX-ohjelmasta.

Juuri tässä vaiheessa prosessia on mahdollisuus hyödyntää valtavaa datamäärää. Röntgenin tuottamaa dataa on mahdollista tarkastella useilla sadoilla eri parametreilla ja näitä parametreja voidaan hyödyntää itse lajittelussa, kun tiedetään sopivat säätöarvot automaattilajittelun perustaksi. Röntgen jo itsessään tuottaa lisäarvoa paremman sahauksen optimoinnin muodossa, mutta kaiken datamäärän soveltamisen mahdollisuudet ovat miltei rajattomat. (RemaSawco 2022.)

7 OPERATIIVINEN JOHTAMINEN PUUNHANKINTAPROSESSISSA

Liiketoiminnalla pyritään saavuttamaan jokin päämäärä. Päämäärä on aina taloudellinen. Henkilön asemasta organisaatiossa riippumatta, hän haluaa tiedon siitä, että mihin ollaan pyrkimässä ja minkä takia. (Viitala & Jylhä, 2019.) Tähän tarkoitukseen yrityksissä luodaan strategia (*strategy*), joka määrittelee yrityksen keskeiset tavoitteet, sekä toiminnan mallit sen alati muuttuvassa toimintaympäristössä. Strategian avulla yritys pyrkii saavuttamaan sille asetetut liiketoiminnan tavoitteet kontrolloimalla yrityksen sisällä ja ulkopuolella vallitsevia tekijöitä, sekä niiden keskinäisiä vuorovaikutussuhteita. (Kamensky 2014.)

Operatiivinen johtamisen (*operative management*) tarkoituksena on toteuttaa strategiaa ohjaamalla yrityksen päivittäistä käytännön toimintaa. Olennaisena osana operatiiviseen johtamiseen sisältyy ihmisten johtamisen ohella prosessien, sekä asioiden johtaminen. Operatiivisessa johtamisessa tulee huolehtia riittävästä resursseista tuotannon toteuttamiseksi. Tällä tarkoitetaan tarvittavan työvoiman järjestämistä, sekä materiaali- ja välinehankintojen toteuttamista tuotantoa varten. Edellä mainittujen lisäksi operatiivisen johtamisen osa-alueeksi luetaan päivittäisjohtaminen, eli jokapäiväisten työtilanteiden hoitaminen ja päätöksien tekeminen. Operatiiviseen johtamiseen liittyy olennaisena osana joitain vahvasti myös strategiaan liittyviä asioita, kuten talouden johtamista. (Viitala & Jylhä, 2019.)

Junnikkala Oy:n operatiivisen toiminnan johtamisesta vastuu on kirjoitushetkellä yrityksen metsäpäälliköllä. Hänen toimenkuvaansa kuuluu olennaisena osana varmistaa yrityksen sahalaiteiden raaka-ainevirran sujuva kulkeutuminen sahoille tuotannon toiveiden mukaisesti. Samanaikaisesti tulee varmistua siitä, että raaka-ainevarastot eivät nouse suunniteltua korkeammalle tasolle. Tämä aiheuttaa pääoman turhaa sitoutumista raaka-aineeseen. Varantoja joudutaan poikkeustilanteissa pitämään tavallista operatiivista tasoa korkeammalla erityistapauksissa, kuten kelirikon aikaan. Edellä mainittujen asioiden ohella yhteistyöyritysten kanssa solmittujen toimitussopimusten seuranta on tärkeä osa operatiivista johtamista. Näistä yritys saa tuloja, kun myytävät puutavaralajit toimitetaan sopimuksen mukaisesti toimituspaikkoihin ajallaan. Kaiken muun ohella, metsäpäällikkö pyrkii ohjaamaan hankintaesimiehiä raaka-aineen ostoa suunnitelmien mukaisesti huolehtien, etteivät tehdashinnat ylitä annettuja tavoitetasoja. (Pietikäinen 2022.)

8 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksen tekemisessä käytettiin ryväsotannan menetelmää ja se suoritettiin määrällisenä tutkimuksena (quantitative research). Määrällinen tutkimus on sopiva vaihtoehto, kun halutaan selvittää jonkin asian määrällistä ilmenemistä ja halutaan saada vastaus kysymykseen, miksi jokin asia tulee esille tutkimuksessa ilmi tulleella tavalla. (Vilka 2021.) Monivaiheisessa ryväsotannassa tutkimusjoukko jaotellaan eri osiin ennen varsinaista otantaa. Tämän jälkeen aineisto kerätään samalla kertaa koko joukon osalta. (Valli 2015.)

Tarkasteltavaksi ajanjaksoksi valittiin 1.1.2021 – 3.5.2022. Tämä oli perusteltua siksi, että tukkilajittelijan röntgenin kaikki ominaisuudet eivät toimineet täydellisesti ennen kyseisen ajanjakson alkupäivämäärää. Kokonaisotannaksi tuli 50 puukauppaa / alue, eli yhteensä 200 tarkasteltavaa puukauppaa. Yrityksen hankinta-alue jaettiin neljään eri alueeseen. Näiden neljän alueen puukaupoista valittiin otantaan tutkittavat puukaupat. Jakoon vaikuttivat yrityksen puunhankinta-alueen eri maantieteelliset kasvupaikkatekijät. Aluejaoiksi muodostuivat rannikko-, etelä- ja keskialue sekä pohjoinen alue. Olettamana oli, että maantieteellinen sijainti saattaa vaikuttaa puun kasvuun ja siten myös sahatavaran laatuun eri tavoin.

Toisena osittavana tekijänä aluetta kohdin valittiin vähintään 50 % mäntyjen osuus vastaanotetuista puukaupan tukeista. Tällä pyrittiin ennaltaehkäisemään sekametsässä, esimerkiksi pellonreunapuustona, kasvavan mahdollisesti poikkeavan huonolaatuisten mäntyjen sattuminen otantaan. Kolmantena osittavana tekijänä haluttiin pitää otantaan sattuvan puukaupan minimi kuutiomäärä (m³) vähintään 100 m³. Tällä haluttiin ehkäistä pienien puukauppojen osuminen otantaan, sillä vaarana olisi esimerkiksi tonttipuiden tai vastaavien keskimääräisestä laadusta poikkeavien yksilöiden sattuminen otantaan.

Tutkimusaineisto, eli puukaupat, haettiin Junnikkala Oy:n toiminnanohjausjärjestelmästä (Pinja). Näitä puukauppoja simuloitiin RemaSawco nimisen yrityksen valmistamalla simulointiohjelmistolla. Simulointiohjelmisto on rakennettu tukkilajittelijan röntgenin tietokoneen identtiseen kopioon, joka mahdollistaa simuloinnin ilman, että tuotanto häiriintyy. Tämä ohjelmisto mahdollistaa puukauppojen simuloinnin eri kriteereillä. Tukkilajittelijan röntgentietokone tallentaa lajittelusta läpi menneiden puiden tiedot. Historiadatasta voidaan hakea eri kriteereillä tukkeja ja simuloida, mitä laatuja niistä saadaan eri laatumalleilla. Tutkimuksessa jokaisen neljän eri alueen puukaupat simuloitiin US- ja lamina-laatuksiteerit täyttävien, sekä latvatukkien laadut täyttävien tukkien osalta.

Yksi laatukriteeri oli rungonosaehto, jolla valitaan mitattava osa rungosta kuten tyvi- tai latvatukki. Lisäksi kriteerejä olivat oksien määrän prosentuaalinen osuus sekä oksien paksuus mitattavasta kappaaleesta kahdesta tyvi- ja latvasuunnasta mitattuna. Lopuksi simulointiohjelma antaa laadut täyttävien tukkien prosentuaalisen osuuden kyseisellä puukaupalla. Nämä prosenttiosuudet kerättiin Excel-taulukoon.

Tutkimuksessa simuloitiin kolmea eri rungonosaa: yksi, kaksi ja kolme. Nämä eri rungonosat soveltuvat eri saheisiin kuvan 9 mukaisesti. Simuloinnissa rungonosista yksi (tyvitukki) ja kaksi (keskitukki) haettiin US-laatuun kelpaavat tukit. Rungonosasta kaksi (välitukki) haettiin lamina-laatuun kelpaavat tukit ja rungonosasta 2 ja 3 haettiin latvalaatuun kelpaavat tukit. Laatumallit muodostettiin seuraavasti:

US-laatu (quality model US pine)

- Rungonosaehto suunta 1 (ShapeLogPart1) = 1 (tyvitukki) ja 2 (keskitukki).
- Rungonosaehto suunta 2 (ShapeLogPart2) = 1 (tyvitukki) ja 2 (keskitukki).
- Oksaprocentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros1) = min. arvo 0,00 %, max. arvo 5,50 %.
- Oksaprocentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros2) = min. arvo 0,00 %, max. arvo 5,50 %.
- Kaikkien oksien ka. paksuus mm suunta 1 (KnotMeanThick1) = min. arvo 0.00 mm, max. arvo 25,00 mm.
- Kaikkien oksien ka. paksuus mm suunta 2 (KnotMeanThick2) = min. arvo 0.00 mm, max. arvo 25,00 mm.

Lamina-laatu (quality model lamina strenght pine)

- Rungonosa ehto suunta 1 (ShapeLogPart1) = 2 (keskitukki).
- Rungonosa ehto suunta 2 (ShapeLogPart2) = 2 (keskitukki).
- Oksaprocentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros1) = min. arvo 0,00 %, max. arvo 8,00 %.
- Oksaprocentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros2) = min. arvo 0,00 %, max. arvo 8,00 %.
- Kaikkien oksien ka. paksuus mm suunta 1 (KnotMeanThick1) = min. arvo 0,00 mm, max. arvo 28,00 mm.
- Kaikkien oksien ka. paksuus mm suunta 2 (KnotMeanThick2) = min. arvo 0,00 mm, max. arvo 28,00 mm.

Latva-laatu (quality model sound knot pine)

- Rungonosa ehto suunta 1 (ShapeLogPart1) = 2 (keskitukki) ja 3 (latvatukki).
- Rungonosa ehto suunta 2 (ShapeLogPart2) = 2 (keskitukki) ja 3 (latvatukki).
- Oksaprosentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros1) = min. arvo 8,00 %, max. arvo 999,00 %.
- Oksaprosentti läpivalaisukuvasta poikkipinta-alasta (KnotPros2) = min. arvo 8,00 %, max. arvo 999,00 %.
- Kaikkien oksien ka. paksuus suunta 1 (KnotMeanThick1) = min. arvo 0,00 mm, max. arvo 999,00 mm.
- Kaikkien oksien ka. paksuus suunta 2 (KnotMeanThick2) = min. arvo 0,00 mm, max. arvo 999,00 mm.

Tutkimuksessa yrityksen puunhankinta-alueella sijaitsevat kunnat jaettiin eri alueisiin. Aluejako kunnittain oli seuraava:

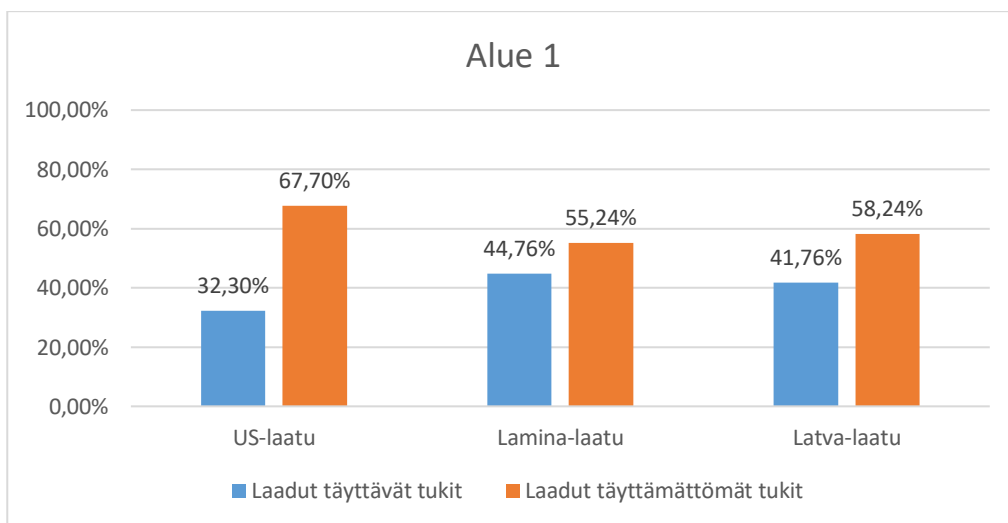
1. Rannikko: Hailuoto, Ii, Kalajoki, Kempele, Kokkola, Kruunupyö, Liminka, Lumijoki, Luoto, Oulu, Pedersöre, Pietarsaari, Pyhäjoki, Raahe ja Siikajoki, sekä Uusikaarlepyy.
2. Keski-alue: Alavieska, Haapajärvi, Merijärvi, Nivala, Oulainen, Pyhäjärvi, Reisjärvi ja Sievi, sekä Ylivieska.
3. Etelä-alue: Evijärvi, Halsua, Kannus, Kauhava, Kaustinen, Lappajärvi, Lestijärvi, Perho, Toholampi ja Veteli, sekä Vimpeli.
4. Pohjois-alue: Haapavesi, Kärsämäki, Muhos ja Siikalatva, sekä Utajärvi.

9 TUTKIMUSTULOKSET

9.1 Rannikko (alue yksi)

Rannikolla (alue yksi) tutkittavia puukauppoja oli yhteensä 50 kappaletta. Alueen yksi mäntyjen kokonaiskuutiomäärä (m³) vastaanotetuissa tukeissa oli 13 209 m³ ja kuusien 4633,8 m³, yhteensä 17 843 m³. Näin ollen mäntyjen prosentuaalinen osuus oli 74 % ja kuusien 26 % kokonaisuudesta. Otantaan valittujen puukauppojen keskiarvoinen mittaussmäärä Kalajoen sahalaitoksella oli 178,43 m³.

Rannikon tukeista (kuvio 1) US-laatuun kelpaavien tukkien osuus simuloinnin perusteella oli 32,3 % ja laadut täyttämättömiä 67,7 %. Lamina-laatuun kelpaavien tukkien osuudeksi saatiin 44,76 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus oli 55,24 %. Latvatukeista tuotantolaadut täyttäviä tukkeja oli 41,76 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus oli 58,24 %.

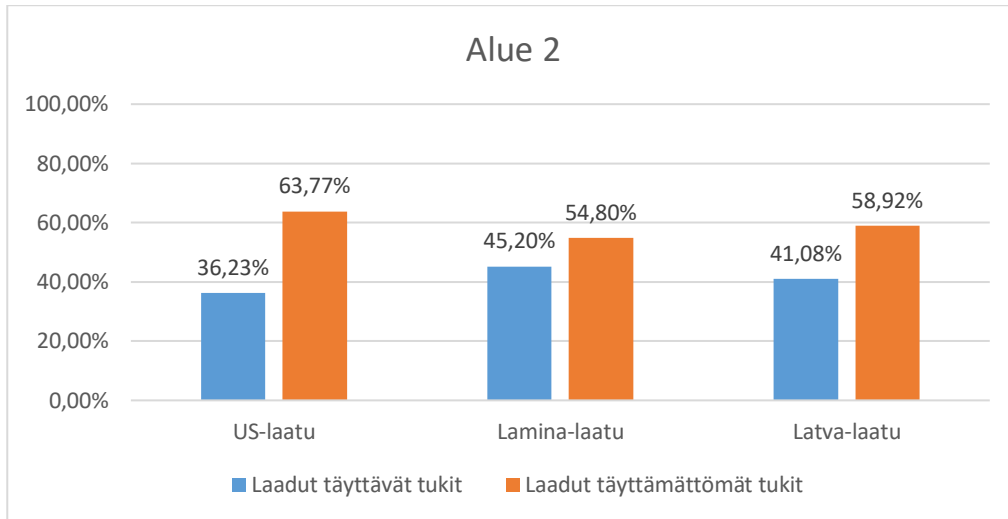


Kuvio 1. Rannikon tukit. (Sarkkinen 2022).

9.2 Keski-alue (alue kaksi)

Keski-alueella (alue kaksi) tutkittavia puukauppoja oli yhteensä 50 kappaletta. Keski-alueen mäntyjen kokonaiskuutiomäärä (m³) vastaanotetuissa tukeissa oli 10 320 m³ ja kuusien 2890,6 m³, yhteensä 13 211 m³. Mäntyjen prosentuaaliseksi osuudeksi saatiin 78 % ja kuusien osuudeksi 22 %. Otantaan valittujen puukauppojen keskiarvoinen mittaussmäärä Kalajoen sahalaitoksella oli 132,11 m³.

Keski-alueen tukeista (kuvio 2) US-laatuun kelpaavien tukkien osuus simuloinnin perusteella oli 36,23 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus 63,77 %. Lamina-laatuun kelpaavien tukkien osuus oli 45,2 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus oli 54,8 %. Latvatukeista tuotantolaadut täyttäviä tukkeja oli 41,08 % ja laadut täyttämättömiä tukkeja 58,92 %.

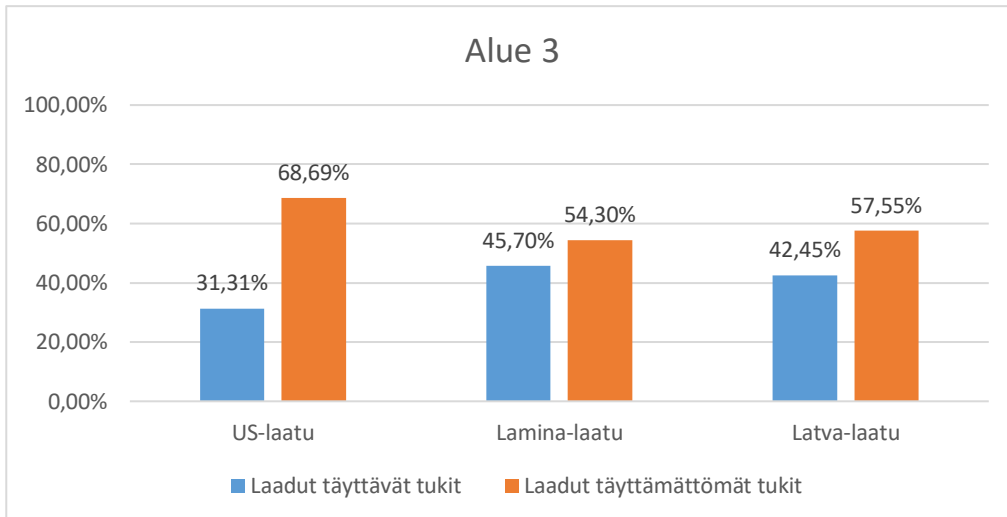


Kuvio 2. Keski-alueen tukit (Sarkkinen 2022).

9.3 Etelä-alue (alue kolme)

Eteläisellä alueella (alue kolme) tutkittavia puukauppoja oli yhteensä 50 kappaletta. Alueen kokonaiskuutiomäärä (m³) vastaanotetuissa tukeissa oli 11 025 m³ ja kuusien 3496,8 m³, yhteensä 14 522 m³. Mäntyjen prosentuaaliseksi osuudeksi saatiin 76 % ja kuusien 24 %. Otantaan valikoitujen puukauppojen keskiarvoinen mittausmäärä Kalajoen sahalaitoksella oli 145,22 m³.

Eteläisen alueen tukeista (kuvio 3) US-laatuun kelpaavien tukkien osuus oli 31,31 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus 68,69 %. Lamina-laatuun kelpaavien tukkien osuus oli 45,7 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus 54,3 %. Latvatukeista tuotantolaadut täyttävien tukkeja oli 42,45 % ja laadut täyttämättömiä tukkeja 57,55 %.

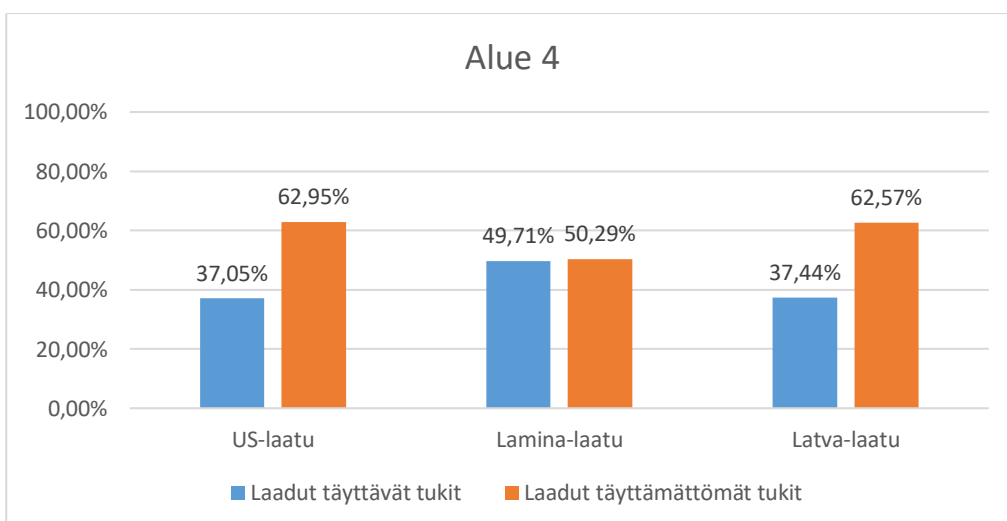


Kuvio 3. Etelä-alueen tukit (Sarkkinen 2022).

9.4 Pohjoinen alue (alue neljä)

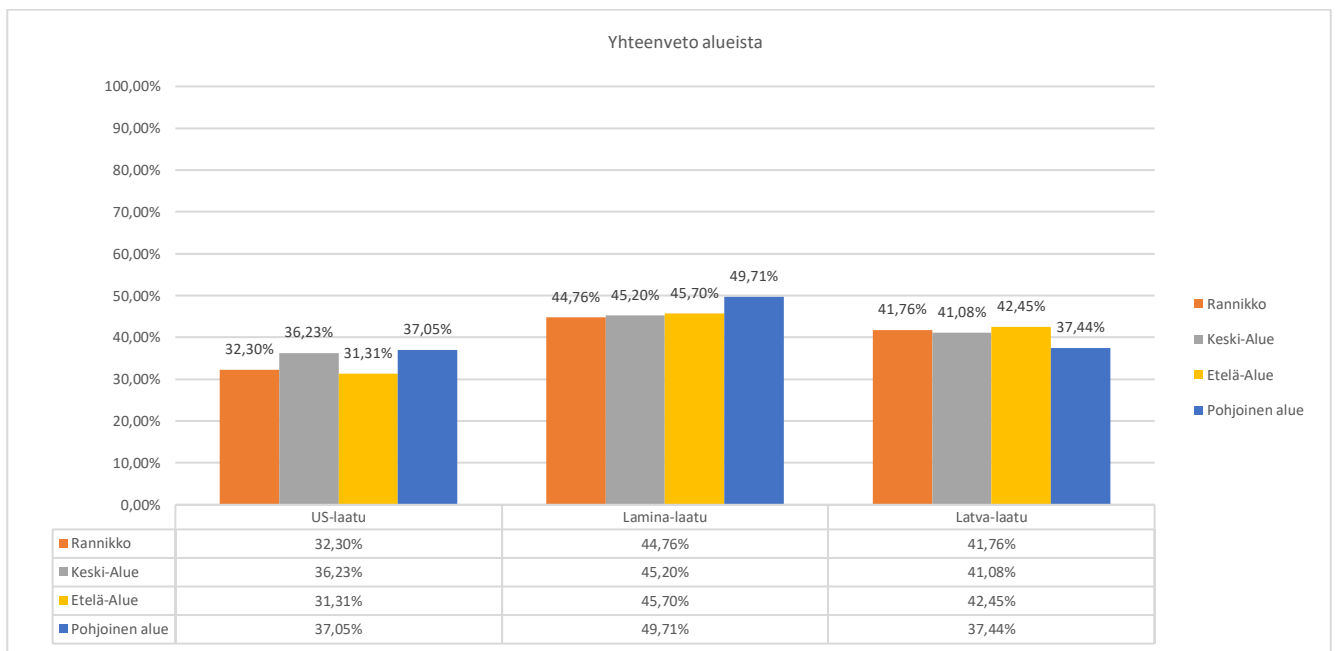
Pohjoisella alueella (alue neljä) tutkittavia puukauppoja oli yhteensä 50 kappaletta. Alueen kokonaiskuutiomäärä (m³) vastaanotetuissa tukeissa oli 10 907 m³ ja kuusien 3494,6 m³, yhteensä 14 402 m³. Mäntyjen prosentuaaliseksi osuudeksi saatiin 76 % ja kuusien 24 %. Otantaan valikoitujen puukauppojen keskiarvoinen mittausmäärä Kalajoen sahalaitoksella oli 144,02 m³.

Pohjoisen alueen tukeista (kuvio 4) US-laatuun kelpaavien tukkien osuus oli 37,05 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus 62,95 %. Lamina-laatuun kelpaavien tukkien osuus oli 49,71 % ja laadut täyttämättömien tukkien osuus 50,29 %. Latvatukeista tuotantolaadut täyttävien tukkeja oli 37,44 % ja laadut täyttämättömiä tukkeja 62,57 %.



Kuvio 4. Pohjoisen alueen tukit (Sarkkinen 2022).

Yhteenvedona (kuvio 5) voidaan sanoa, että eniten US-laatuun kelpaavia tukkeja löytyi pohjoiselta alueelta. Toiseksi eniten sitä löytyi keski-alueelta ja kolmanneksi eniten rannikolta. Vähiten US-laadut täyttäviä tukkeja löytyi etelä-alueelta. Lamina-laatuja tarkasteltaessa eniten laadut täyttäviä tukkeja löytyi pohjoiselta alueelta ja toiseksi eniten etelä-alueelta. Toiseksi vähiten lamina-laatuun kelpaavia tukkeja oli keskisellä alueella ja vähiten rannikolla. Latva-laadut täyttäviä tukkeja eniten löytyi eteläiseltä alueelta ja toiseksi eniten rannikolta. Toiseksi vähiten latva-laatuun kelpaavia tukkeja löytyi keskiseltä alueelta ja vähiten niitä löytyi pohjoiselta alueelta.



Kuvio 5. Yhteenvedo alueista (Sarkkinen 2022).

Tutkittavia puukauppoja oli neljällä alueella yhteensä 200 kappaletta. Kaikilta alueilta vastaanotettuja mäntytukkeja oli 45 461 m³ ja kuusitukkeja 14 515,8 m³, yhteensä 59 976,8 m³ tukkeja. Mäntytukkeja kokonaiskuutiomäärästä oli 75,79 % ja kuusitukkeja 24,21 %. Kaikkien otantaan valikoitujen puukauppojen keskiarvoinen mittausmäärä Kalajoen sahalla oli 149,94 m³ puukauppaa kohden. Keskiarvona US-laadut täyttäviä tukkeja oli kaikilla alueilla 34,22 %. Lamina-laatuun kelpaavia tukkeja puolestaan 46,34 %. Latva-laadut täyttäviä tukkeja oli alueilla 40,68 %. Prosentit yhteenlaskettuna näistä tulee lukemaksi yli 100 %, johtuen siitä, että osa tukeista kelpaa myös toisiin laatuuihin, kuin haettuun laatuun. Esimerkiksi US-laatuun käy myös lamina-laadun tukkeja.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää mäntytukin alueellista laatuvaihtelua Junnikkala Oy:n puunhankinta-alueella. Tutkimuksessa keskityttiin Kalajoen sahalaitoksella vastaanotettujen tukkien tarkasteluun. Tutkimusta varten hankinta-alue jaettiin neljään eri osaan, jotka olivat rannikko, etelä-alue ja keski-alue, sekä pohjoinen alue. Tämä oli perusteltua, koska puun kasvu vaihtelee alueittain kasvupaikkatekijöistä riippuen. Tämän ohella myös metsänkäsittelyllä on vaikutusta puun kasvuun ja laatuun.

Tutkimusaineisto (liite 1) haettiin Junnikkala Oy:n toiminnanohjausjärjestelmästä, Pinjasta. Tutkimusaineistosta haluttiin riittävän kattava, joten otannaksi valittiin 50 kpl puukauppoja aluetta kohden. Tutkimusaineistoa haettiin aikaväliltä 1.1.2021 – 3.5.2022. Tämä oli tarkoituksenmukaista, koska ennen alkupäivämäärää tukkilajittelijan röntgenin kaikki ominaisuudet eivät olleet täydellisesti toiminnassa. Tästä syystä tietoja olisi saattanut jäädä uupumaan mahdollisesti aineistoon valikoituneista puukaupoista. Aineiston hakukriteereinä olivat myös vähintään 50 %:n mäntyjen osuus vastaanotetuista puista ja minimissään 100 m³ vastaanotettuja puita puukauppaa kohden. Tällä haluttiin ehkäistä mahdollisesti poikkeavalaatuisten mäntyjen, kuten tonttihakkuilta tulevien puiden, valikoituminen otantaan.

Tutkimusvaiheessa otantaan valikoitunut puukauppa simuloitiin RemaSawco:n valmistamalla tukkilajittelijan röntgenin simulointiohjelmalla. Ohjelma on asennettu röntgenin tietokoneesta tehdylle sisarkoneelle. Kyseinen tietokone on identtinen klooni varsinaisesti röntgenlaitteen tietokoneesta. Ennen simulointia klooniin rakennettiin laatumallit, jotka on tarkemmin esitelty tutkimusosiossa. Simulointi suoritettiin jokaiselle laadulle erikseen, yhteensä kolme kertaa puukauppaa kohden. Simuloinnin jälkeen ohjelma antoi laadut täyttävien tukkien prosentuaalisen osuuden tukeista, joka kerättiin excel-tilukoon.

Eniten US-laadun täyttäviä (kuvio 5) tukkeja saatiin pohjoiselta alueelta (37,05 %) ja vähiten eteläiseltä alueelta (31,31 %). Lamina-laadut täyttäviä tukkeja eniten oli pohjoisella alueella (49,71 %) ja vähiten rannikolla (44,76 %). Latva-laadut täyttävien tukkien suurin osuus oli eteläisellä alueella (42,45 %) ja pienin keskisellä alueella (41,08 %). Puukaupoissa vastaanotettuja tukkeja oli yhteensä 59 976,8 m³, joista mäntytukkien osuus 75,79 % ja kuusitukkeja 24,21 % kokonaiskuutiomäärästä (m³).

Laadut täyttävien tukkien osuudet olivat suhteellisen tasaiset jokaisella alueella. Joukosta erottuivat ainoastaan lamina-laadut täyttävissä tukeissa pohjoinen alue noin 4 % erolla muihin alueisiin, sekä latvalaaduissa pohjoisen alueen pienin osuus samaisella noin 4 % erolla muihin alueisiin. Tarkasteltaessa

tuloksia laaduittain, yllättävää US-laadussa oli eteläisen alueen pienin laadut täyttävien tukkien osuus. Voitaisiin helposti olettaa, että eteläisemmillä alueilla, jossa keski- Suomen vaikutus näkyy metsien parempana viljavuutena, saataisiin hyvälaatuista tyvi- ja keskitukkia selvästi enemmän. Toisaalta, mikäli kasvupaikat ovat viljavampia kuten tuoreita kankaita, mänty kasvattaa helposti paksuja oksia kyseisellä kasvupaikalla (Tapio 2022c). Tähän peilaten laatumalleissa oleva oksien maksimipaksuus (25,00 mm) saattaa helposti ylittyä.

Lamina-laadut täyttäviä tukkeja saatiin kaikilta alueilta varsin tasaisesti. Korkein laatuosuus oli pohjoisella alueella. Tätä voidaan helposti perustella sillä, että mänty kasvaa parhaiten kuivahkoilla ja sitä karummilla kasvupaikoilla, jolloin oksat jäävät pienemmäksi verrattuna reheviin kasvupaikkoihin. (Tapio 2022c). Ilmeisesti eteläisellä alueella keskitukissa laatu on kuitenkin hyvää, joten oksaisuusongelma korostuu tyvipään tukeissa, sillä US-laatuun valittiin myös tyvitukit, kun taas lamina-laadussa oli pelkästään keskitukki rungonosaehtona. Laatumalleissa oksien maksimipaksuus laminassa oli 28,00 mm.

Latva-laatuun hyväksytyissä tukeissa tulee nostaa esille rannikon alueen korkea laatuosuus. Tämänkin kohdalla voitaisiin helposti olettaa, että karuimmilla ja usein hiekkapohjaisilla metsämailla männyn latva olisi kitukasvuinen ja paksuoksinen. Tämä ilmiö on nähtävissä pohjoisen alueen laatuosuuksissa. Asiaa pohdittaessa tulee mieleen, onko tutkimusaineistoon sattunut poikkeuksellisen paljon rannikon alueelta sisämaan reunustalla olleita puukauppoja? Tämä voisi selittää osaltaan sen, että latvatukkien laatu on huomattavasti parempaa kuin olisi voinut olettaa. Keski- ja eteläalueen latvalaadut vaikuttavat olevan sellaisia, kuin niiden oletetaan olevan sisämaassa.

Eri alueilta otantaan sattuneiden mäntyjen kokonaiskuutiomäärä (m^3) vaihteli noin 10 000 m^3 :n ja 13 000 m^3 :n välillä ja mäntyjen prosentuaalinen osuus oli 74 % - 78 %:a alueesta riippuen. Kuusien kokonaiskuutiomäärä (m^3) alueittain vaihteli noin 2800 m^3 :n ja 4700 m^3 :n välillä. Näitä aiemmin mainittuja poikkeamia ei voida perustella sillä, että jollekin alueelle olisi otantaan kertynyt toista merkittävästi suurempi tai pienempi määrä mäntyä suhteessa kuusiin. Mikäli jollain alueella olisi kuusten osuus ollut merkittävästi suurempi kuin toisella alueella, mäntyjen poikkeavan huonoa laatua voisi perustella mahdollisesti suurella sekametsien osuudella (ts. viljavammilla kasvupaikoilla). Vaihtoehtoisesti poikkeavan hyviä tuloksia voitaisiin perustella otantaan sattuneilla puhtailla mäntymetsillä (ts. karummat kasvupaikat).

10.1 Pohdinta

Otanta on varsin kattava kyseisellä aikavälillä tarkasteltuna, yhteensä 200 puukauppaa. Otannasta saatujen tulosten perusteella US-laadussa ei kyetä erottelamaan yhtä tiettyä aluetta, josta saataisiin merkittävästi enemmän kyseisen laadun täyttäviä tukkeja kuin toisella. Tässä eniten kyseisen laadun täyttäviä tukkeja saadaan keskiseltä alueelta ja pohjoiselta alueelta. Lamina-laaduissa esille voidaan nostaa pohjoinen alue, jossa laadut täyttäviä tukkeja on noin 4 % enemmän, kuin toisilla. Lopputulemana voidaan siis sanoa, että US-laadut täyttäviä tukkeja painotettaessa operatiivista toimintaa kannattaa keskittää enemmän keskiselle alueella ja pohjoiselle alueella. Lamina-laatuun sopivia tukkeja hankittaessa operatiivista toimintaa kannattaa keskittää pohjoiselle alueelle. Tulosten perusteella keskiseltä alueelta saadaan myös hyvin lamina-laadut täyttäviä tukkeja. Vaikuttaa siis siltä, että keskinen alue ja pohjoinen alue ovat optimaalisinta osaa hankinta-alueesta, mikäli halutaan maksimoida arvokkaimpien tuotantolaatujen täyttävien tukkien osuus puunhankinnassa.

Tutkimusmenetelmä, eli puukauppojen simulointi kappale kerrallaan alueittain, oli ainoa tapa toteuttaa tämä tutkimus. Menetelmä itsessään vaati kärsivällisyyttä ja suurta tarkkaavaisuutta. Tutkimusta tehdessä ei ollut harvinaista, että jo kertaalleen simuloituja kuormia täytyi simuloida uudemman kerran epäillyn virheen vuoksi. Tulokset kerättiin systemaattisesti Excel-taulukkoon, jossa niistä muodostettiin erilaisia tulosten esittelyssä käytettyjä kaavioita. Tulosten luotettavuuteen ovat siis voineet vaikuttaa mahdolliset virheet niiden keräysvaiheessa, sillä tuloksia ei ole tuplavarmistettu kahteen kertaan. Toinen luotettavuuteen mahdollisesti vaikuttava tekijä on röntgenin säätöarvojen kalibroinnin oikeellisuus laitteen käyttöönoton alkuvaiheessa. Mahdolliset mittavirheet millimetrien merkitsevillä läpimitoilla muuttavat olennaisesti tukin laatuluokkaa.

Opinnäytetyö itsessään voisi olla jonkin verran laaja-alaisempi. Se olisi voitu toteuttaa huomioiden molempien sahalaitosten tuotantolaadut, jolloin olisi saatu tarkempi kuva hankinta-alueen mäntytukin laadusta. Tämän perusteella tätä työtä voitaisiin pitää hieman suppeana verrattuna mahdollisuuksiin. Aiheesta itsestään voisi luultavasti tehdä varsin kattavan tutkimuksen, mikäli olisi riittävästi resursseja varattuna röntgenlaitteen tarjoamien mahdollisuuksien opiskeluun ja sitä kautta suoritettavaan käytännön tutkimustyöhön. Tulosten kerääminen tässä tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä oli varsin työlästä, joten kahden sahalaitoksen käsittävä tutkimus veisi huomattavasti aikaa. Tutkimuksessa esitetty teoria-pohja on riittävän kattava suhteessa opinnäytetyön tarkoitukseen ja lähdemateriaalit vaikuttavat luotettavilta.

10.2 Tutkimuksen merkitys

Tutkimusta varten kerätty aineisto oli kattava ja sen perusteella on mahdollista tehdä perusteltuja johtopäätöksiä. Tutkimuksen tilaajalle voidaan tämän perusteella sanoa ohjeistuksena, että operatiivista toimintaa ei ole tässä vaiheessa syytä keskittää jollekin alueelle muita enempää. Tutkimustulokset eivät anna viitteitä siitä, että joltain neljästä alueesta olisi saatavilla arvokkaampia sahauslaatuja selvästi enemmän kuin toisilta alueilta. Toimeksiantajan asettamat tavoitteet ovat tästä huolimatta tulleet täyteen.

Tutkimuksen tuottama tieto on varsin merkityksellistä yritykselle, sillä tutkimuksessa tarkasteltavat sahauslaadut ovat osaltaan päätuotteita. Vaikkei toimintaa tarvitse alkaa keskittämään enempää jollekin tietylle alueelle, on tieto nykyisen toimintamallin toimivuudesta aivan yhtä merkityksellinen yritykselle. Merkitys korostuu erityisesti nyt, kun Junnikkala rakennuttaa uutta sahalaitosta Pohjois-Pohjanmaalle Ouluun, josta pohjoiseen mentäessä puusto muuttuu luontaisesti mäntyvoittoiseksi.

Toimialaa ajatellen tutkimuksen aihetta voidaan pitää myös merkittävänä. Aivan identtistä tutkimusta ei onnistuttu löytämään, mutta röntgeniä on kuitenkin hyödynnetty muun tyyppisissä tutkimuksissa jonkin verran, kuten Karelia-Ammattikorkeakoulussa Nevalaisen (2021) tekemä tutkimus, jossa tutkittiin mitä mäntytykin laatuja röntgen on löytänyt operaattorin lajittelemista tukeista. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin, että röntgenillä tehty lajittelu on tarkempaa tyvi- ja välitukissa verrattuna operaattoriin. Latvasta saatavista tukeissa operaattorin ja röntgenin näkemykset laaduista yhtyvät eniten (Nevalainen 2021). Röntgenin tuottama data alueellisesta laatuvaihtelusta olisi muillekin metsäalalla toimiville yrityksille hyödyllistä tietoa. Tutkimalla omalla alueella olevia laatuvaihteluita, myös heidän olisi mahdollista pohdita operatiivisen toiminnan keskittämisen kannattavuutta omien jalosteidensa näkökulmasta tarkastellen.

10.3 Jatkokehitysehdotukset

Tutkimus voitaisiin toistaa tulevaisuudessa siten, että tutkimusta laajennettaisiin koskemaan Junnikkalan kaikkia sahayksiköitä. Tuolloin mukaan tulisivat Kalajoen sekä Oulaisten ja vuonna 2023 valmistuva Oulun sahalaitos. Tutkittavaksi kohteeksi otettaisiin mäntytykkilaadut, jotka olisivat jokaisen laitoksen sahaamina tuloksen teon kannalta tarkasteltuna merkittävimmät. Tutkimusta voitaisiin tarkentaa sisällyttämällä laatuparametreihin esimerkiksi lujouden kannalta merkityksellisiä seikkoja, kuten vuosilustojen tiheys tai sydänpuun osuus saheessa. Tähän tutkimukseen voitaisiin sisällyttää lisäksi Nevalaisen

(2021) tekemän tutkimuksen kaltainen vertailu operaattorien suorittaman tukkien laaduttamisen tarkkuudesta verrattuna röntgenin suorittamaan laaduttamiseen. Laajempaan tutkimukseen olisi hyvä sisällyttää myös laskennallisia faktoja siitä, kuinka suuri merkitys todellisuudessa on esimerkiksi 4 %:n eroavaisuus euromääräisesti. Tällä tavoin yritys saa myös taloudellista näkökulmaa päätöksenteon tueksi.

11 LÄHTEET

Junnikkala. 2022a. Yritys. <https://junnikkala.com/yritys/>. 27.2.2022.

Junnikkala. 2022b. Puun osto. <https://junnikkala.com/puun-osto/>. 22.3.2022.

Kamensky, M. 2014. Strateginen johtaminen. Menestyksen timantti. Alma Talent Oy. [https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/DAJBBXXTBBAED#/kohta:STRATEGINEN\(\(20\)JOHTAMINEN\(\(20\)Menestyksen\(\(20\)timantti\(\(20\)piste:b5993](https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/DAJBBXXTBBAED#/kohta:STRATEGINEN((20)JOHTAMINEN((20)Menestyksen((20)timantti((20)piste:b5993). 8.5.2022.

Kauppalehti 2022. Yrityshaku. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/junnikkala+oy/9210477-0>. 10.4.2022.

Luke 2016. Puutavaranmittaus. <https://www.luke.fi/avoin-tieto/metsa/puutavaranmittaus/saadokset-suositukset-poytakirjat/>. 22.3.2022.

Luke 2021. Metsävarat maakunnittain. <https://stat.luke.fi/metsavarat>. 4.4.2022.

Metla 2013. Mitä metsätyypit ovat? <http://www.metla.fi/metinfo/kasvupaikkatyypit/metsatyypit.htm>. 5.4.2022.

Metsähallitus 2021. Metsänhoito-ohje. https://www.metsa.fi/wp-content/uploads/2021/05/Metsanhoito-ohje_052021.pdf#%5B%7B%22num%22%3A53%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C54%2C402%2C0%5D. 10.4.2022.

Metsätyypit 2022a. Opas kasvupaikkojen luokitteluun. <https://metsatyypit.luke.fi/data/kangasmetsat>. 5.4.2022.

Metsätyypit 2022b. Lehdot. <https://metsatyypit.luke.fi/data/lehdot>. 7.4.2022.

Metsäverkko 2022. Metsätyypit. <http://virtuoosi.pkky.fi/metsaverkko/metsaekologia/metsatyypit/metsatyypit.htm>. 5.4.2022.

Nevalainen, T. 2021. Opinnäytetyö. Logprofiiler X-ray röntgenlaitteen löytämät laadut operaattorin optisesti vastaanottolaaduttamista tukeista. Karelia-Ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703013/Nevalainen_Tomi_2021_12_17.pdf?sequence=2. 22.5.2022.

Pietikäinen, H. 2022. Henkilökohtainen tiedonanto, puhelinkeskustelu. 10.5.2022.

Puuinfo. 2020a. Tukin sahaus. <https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/tukin-sahaus/>. 22.3.2022.

Puuinfo. 2020b. Sahatavaran laatu. <https://puuinfo.fi/puutieto/sahatavara-ja-sen-jalosteet/sahatavaran-laatu/>. 22.3.2022.

Puuproffa. 2022. Sahaustapoja. <https://puuproffa.fi/puutieto/puun-sahaus/sahaustapoja/>. 29.3.2022.

Puutuoteteollisuus. 2022. Puutuoteteollisuuden puunkäyttö ja tuotanto. <https://puutuoteteollisuus.fi/faktoja-ja-ohjeita/puunkaytto-ja-tuotanto>. 23.3.2022.

Remasawco. 2022. RS-LogProfiler3DX. <https://remasawco.fi/tuotteet/rs-logprofiler3dx/>. 22.5.2022.

Sahateollisuus. 2022. Tilastot. Raakapuun käyttö 2000–2022. <https://sahateollisuus.com/tilastot/>. 23.3.2022

Suomen Metsäyhdistys ry. 2011. Piesala. Suomen puutuoteteollisuus. <https://frantic.s3.amazonaws.com/smy/2014/10/Puun-monet-mahdollisuudet-2011.pdf>. 26.3.2022.

Tapio 2022a. Metsänhoidon suositukset. Myöhempi harvennus. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/myohempi-harvennus/toteutus>. 11.4.2022.

Tapio 2022b. Metsänhoidon suositukset. Pystykarsinta. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/pystykarsinta>. 11.4.2022.

Tapio 2022c. Metsänhoidon suositukset. Puulajin ja uudistamismenetelmän valinta. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/puulajin-ja-uudistamismenetelman-valinta/toteutus>. 10.4.2022.

Toikko, M. 2022. Henkilökohtainen tiedoksianto, puhelinkeskustelu 23.5.2022.

Valli, R. 2015. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. Jyväskylä: PS-Kustannus. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789524516761>. 3.5.2022.

Viitala, R., Jylhä, E. 2019. Johtaminen. Keskeiset käsitteet, teorit ja trendit. Helsinki: Edita Publishing Oy. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789513776077>. 8.5.2022.

Vilkkä, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Ratkaisut tutkimuksen umpikujiin. Jyväskylä: PS-Kustannus. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789523701236>. 10.5.2022.

Puukauppa	Alue 1	Laadut täyttävät tukit			Laadut täyttämättömät tukit			Mäntyjä m ³	Kuusia m ³
		Otanta nro	US	Lamina	Latva	US	Lamina		
XXXXXXXXXX	1	13,10	32,95	55,19	86,9	67,05	44,81	186,37	64,44
XXXXXXXXXX	2	51,02	52,31	41,77	48,98	47,69	58,23	62,56	51,16
XXXXXXXXXX	3	8,94	32,35	60,69	91,06	67,65	39,31	803,48	3
XXXXXXXXXX	4	55,02	49,71	37,53	44,98	50,29	62,47	274,67	169,36
XXXXXXXXXX	5	29,65	43,46	55,08	70,35	56,54	44,92	239,38	174,83
XXXXXXXXXX	6	35,42	50,46	41,24	64,58	49,54	58,76	153,63	143,95
XXXXXXXXXX	7	34,69	45,86	44,66	65,31	54,14	55,34	216,79	50,12
XXXXXXXXXX	8	46,93	50,88	32,8	53,07	49,12	67,2	295,01	200,1
XXXXXXXXXX	9	46,13	50,99	39,69	53,87	49,01	60,31	156,8	74,14
XXXXXXXXXX	10	25,59	47,14	45,1	74,41	52,86	54,9	87,2	18,97
XXXXXXXXXX	11	38,26	47,06	47,09	61,74	52,94	52,91	190,7	44,98
XXXXXXXXXX	12	29,7	36,17	67,4	70,3	63,83	32,6	226,92	135,68
XXXXXXXXXX	13	35,66	52,84	38,08	64,34	47,16	61,92	404,13	97,32
XXXXXXXXXX	14	42,34	44,44	38,1	57,66	55,56	61,9	157,48	89,73
XXXXXXXXXX	15	34,59	44,97	46	65,41	55,03	54	398,94	129,75
XXXXXXXXXX	16	21,72	43,78	50,6	78,28	56,22	49,4	163,6	63,41
XXXXXXXXXX	17	23,53	32,02	67,1	76,47	67,98	32,9	940,46	639,93
XXXXXXXXXX	18	19,16	20,65	19,16	80,84	79,35	80,84	200,83	1,06
XXXXXXXXXX	19	19,33	33,47	47,73	80,67	66,53	52,27	203,64	18,62
XXXXXXXXXX	20	12,83	30,88	60,74	87,17	69,12	39,26	129,24	7,05
XXXXXXXXXX	21	20,26	33,14	65,31	79,74	66,86	34,69	481,63	321,44
XXXXXXXXXX	22	50,89	59,92	0	49,11	40,08	100	369,03	7,37
XXXXXXXXXX	23	35,42	58,27	43,65	64,58	41,73	56,35	189,9	66,6
XXXXXXXXXX	24	29,23	48,12	12,53	70,77	51,88	87,47	434,85	287,88
XXXXXXXXXX	25	30,42	46,2	2,69	69,58	53,8	97,31	130,32	123,91
XXXXXXXXXX	26	27,73	46,92	51,11	72,27	53,08	48,89	196,89	81,77
XXXXXXXXXX	27	49,91	61,08	31,62	50,09	38,92	68,38	412,97	77,41
XXXXXXXXXX	28	31,5	44,62	52,17	68,5	55,38	47,83	240,13	0,77
XXXXXXXXXX	29	56,19	72,24	28,05	43,81	27,76	71,95	165,74	51,34
XXXXXXXXXX	30	37,91	54,81	15,06	62,09	45,19	84,94	353	62,28
XXXXXXXXXX	31	50,32	61,48	0	49,68	38,52	100	177,95	142,25
XXXXXXXXXX	32	59,46	69,27	28,15	40,54	30,73	71,85	988,65	122,45
XXXXXXXXXX	33	25,55	33,11	45,18	74,45	66,89	54,82	185,3	64,59
XXXXXXXXXX	34	31,78	54,26	7,75	68,22	45,74	92,25	311,35	16,66
XXXXXXXXXX	35	34,17	48,85	41,27	65,83	51,15	58,73	145,93	85,43
XXXXXXXXXX	36	47,23	54,22	48,15	52,77	45,78	51,85	92,24	79,3
XXXXXXXXXX	37	32,16	44,12	42,27	67,84	55,88	57,73	220,39	69,65
XXXXXXXXXX	38	29,03	51	42,81	70,97	49	57,19	382,39	132,41
XXXXXXXXXX	39	25,97	34,87	49,39	74,03	65,13	50,61	181,63	114,45
XXXXXXXXXX	40	20,97	24,58	68,33	79,03	75,42	31,67	181,57	76,35
XXXXXXXXXX	41	34,09	41,72	36,41	65,91	58,28	63,59	103,4	79,2
XXXXXXXXXX	42	26,4	26,27	70,56	73,6	73,73	29,44	106,22	5,65
XXXXXXXXXX	43	40,05	46,28	46,63	59,95	53,72	53,37	96,1	71,64
XXXXXXXXXX	44	27,12	44,79	53,43	72,88	55,21	46,57	681,36	65,25
XXXXXXXXXX	45	38,01	49,52	50,93	61,99	50,48	49,07	219,65	75,59
XXXXXXXXXX	46	29,23	50,38	45,25	70,77	49,62	54,75	80,83	38,44
XXXXXXXXXX	47	14,02	28,83	36,67	85,98	71,17	63,33	132,59	71,36
XXXXXXXXXX	48	4,75	20	49,26	95,25	80	50,74	82,77	18,89
XXXXXXXXXX	49	11,21	27,21	54,18	88,79	72,79	45,82	165,66	39,45
XXXXXXXXXX	50	40,42	59,4	33,5	59,58	40,6	66,5	207,07	6,42
							Yhteensä	13209,3	4633,8
	Keskiarvo	32,30	44,76	41,76	67,70	55,24	58,24	74 %	26 %

Puukauppa	Alue 2	Laadut täyttävät tukit			Laadut täyttämättömät tukit				
		Otanta nro	US	Lamina	Latva	US	Lamina	Latva	Mäntyjä m3
XXXXXXXXXX	1	62,59	60,94	21,33	37,41	39,06	78,67	179,82	144,59
XXXXXXXXXX	2	42,75	51,27	41,99	57,25	48,73	58,01	155,88	84,91
XXXXXXXXXX	3	51,69	32	54,84	48,31	68	45,16	108,66	0
XXXXXXXXXX	4	34,03	38,98	50	65,97	61,02	50	338,29	136,36
XXXXXXXXXX	5	43,58	49,56	40,69	56,42	50,44	59,31	72,08	59,39
XXXXXXXXXX	6	53,4	43,84	53,4	46,6	56,16	46,6	64,95	47,51
XXXXXXXXXX	7	40,04	39,47	54,3	59,96	60,53	45,7	256,78	205,14
XXXXXXXXXX	8	33,92	47,38	47,68	66,08	52,62	52,32	176,57	60,72
XXXXXXXXXX	9	16,12	32,46	59,75	83,88	67,54	40,25	121,19	0
XXXXXXXXXX	10	30,1	48,81	45,95	69,9	51,19	54,05	773,14	41,86
XXXXXXXXXX	11	16,31	31,07	63,01	83,69	68,93	36,99	120,99	12,71
XXXXXXXXXX	12	30,59	37,4	54,44	69,41	62,6	45,56	132,78	59,33
XXXXXXXXXX	13	6,94	24,48	64,76	93,06	75,52	35,24	153,67	139,76
XXXXXXXXXX	14	31,15	43,95	51,29	68,85	56,05	48,71	153,85	103,04
XXXXXXXXXX	15	35,34	55,33	9,5	64,66	44,67	90,5	275,96	0,17
XXXXXXXXXX	16	50,61	59,88	35,57	49,39	40,12	64,43	452,21	22,87
XXXXXXXXXX	17	50,98	60,31	36,77	49,02	39,69	63,23	250,68	211,37
XXXXXXXXXX	18	59,61	55,67	0	40,39	44,33	100	190,25	71,73
XXXXXXXXXX	19	60,19	51,13	33,1	39,81	48,87	66,9	93,77	51,38
XXXXXXXXXX	20	58,08	61,34	28,37	41,92	38,66	71,63	167,14	68,66
XXXXXXXXXX	21	5,44	19,09	1,34	94,56	80,91	98,66	165,28	4,54
XXXXXXXXXX	22	50,99	62,07	23,05	49,01	37,93	76,95	358,82	39,94
XXXXXXXXXX	23	10,91	21,43	47,06	89,09	78,57	52,94	88,49	14,82
XXXXXXXXXX	24	61	71,08	27,1	39	28,92	72,9	264,47	101,29
XXXXXXXXXX	25	40,12	50,75	50,23	59,88	49,25	49,77	127,9	1,45
XXXXXXXXXX	26	40,75	58,48	35,14	59,25	41,52	64,86	296,06	3,87
XXXXXXXXXX	27	31,83	43,73	46,44	68,17	56,27	53,56	249,24	193,78
XXXXXXXXXX	28	24,23	40,35	33,76	75,77	59,65	66,24	198,34	10,31
XXXXXXXXXX	29	27,93	43,29	36,54	72,07	56,71	63,46	238,83	13,49
XXXXXXXXXX	30	35,74	43,85	48,34	64,26	56,15	51,66	114,53	0,33
XXXXXXXXXX	31	16,05	39,11	50,12	83,95	60,89	49,88	972,75	184,44
XXXXXXXXXX	32	24,69	27,78	66,39	75,31	72,22	33,61	103,93	45,21
XXXXXXXXXX	33	27,95	26,88	64,72	72,05	73,12	35,28	463,97	360,51
XXXXXXXXXX	34	11,11	35,09	68,06	88,89	64,91	31,94	132,96	9,03
XXXXXXXXXX	35	29,61	37,2	44,78	70,39	62,8	55,22	96,79	65,84
XXXXXXXXXX	36	63,08	66,9	27,47	36,92	33,1	72,53	99,92	22,61
XXXXXXXXXX	37	49,24	48,92	40,13	50,76	51,08	59,87	92,15	10,52
XXXXXXXXXX	38	51,29	69,51	14,24	48,71	30,49	85,76	144,54	79,63
XXXXXXXXXX	39	36,29	43,9	43,84	63,71	56,1	56,16	318,83	0,86
XXXXXXXXXX	40	36,34	60	21,98	63,66	40	78,02	188,82	0
XXXXXXXXXX	41	39,4	38,71	39,86	60,6	61,29	60,14	70,49	64,99
XXXXXXXXXX	42	51,94	56,13	38,64	48,06	43,87	61,36	145,45	21,27
XXXXXXXXXX	43	32,01	34,97	47,58	67,99	65,03	52,42	133,39	30,12
XXXXXXXXXX	44	37,6	44,4	51,97	62,4	55,6	48,03	150,82	12,84
XXXXXXXXXX	45	33,14	42,65	52,64	66,86	57,35	47,36	232,59	1,05
XXXXXXXXXX	46	21,57	46,21	52,65	78,43	53,79	47,35	122,91	6,42
XXXXXXXXXX	47	9,42	23,36	70,61	90,58	76,64	29,39	131,16	10,24
XXXXXXXXXX	48	25,22	45,78	41,34	74,78	54,22	58,66	109,14	1,16
XXXXXXXXXX	49	57,37	61,42	0	42,63	38,58	100	122,86	47,66
XXXXXXXXXX	50	21,16	31,49	21,16	78,84	68,51	78,84	146	10,86
							Yhteen:	10320,09	2890,58
	Keskiarvo	36,23	45,20	41,08	63,77	54,80	58,92	78 %	22 %

Puukauppa	Alue 3	Laadut täyttävät tukit			Laadut täyttämättömät tukit			Mäntyjä m3	Kuusia m3
		Otanta nro	US	Lamina	Latva	US	Lamina		
XXXXXXXXXX	1	21,78	39,92	63,13	78,22	60,08	36,87	238,6	194,69
XXXXXXXXXX	2	41,45	44,51	26,05	58,55	55,49	73,95	173,98	128,22
XXXXXXXXXX	3	21,28	54,55	52,94	78,72	45,45	47,06	191,64	147,57
XXXXXXXXXX	4	43,29	61,88	35,32	56,71	38,12	64,68	82,13	32,86
XXXXXXXXXX	5	27,49	43	49,88	72,51	57	50,12	219,13	4,84
XXXXXXXXXX	6	35,16	44,38	44,97	64,84	55,62	55,03	290,39	7,47
XXXXXXXXXX	7	57,01	34,92	57,34	42,99	65,08	42,66	128,29	16,78
XXXXXXXXXX	8	42,59	42,42	52,17	57,41	57,58	47,83	147,67	103,04
XXXXXXXXXX	9	26,04	38,93	47,65	73,96	61,07	52,35	104,2	51,68
XXXXXXXXXX	10	7,41	20,45	48,4	92,59	79,55	51,6	116,47	17,05
XXXXXXXXXX	11	20,04	35,54	56,57	79,96	64,46	43,43	144,89	98,51
XXXXXXXXXX	12	22,43	36,23	58,22	77,57	63,77	41,78	104,97	46,02
XXXXXXXXXX	13	25,12	40,07	52,22	74,88	59,93	47,78	475,77	283,03
XXXXXXXXXX	14	40,88	52,42	49,73	59,12	47,58	50,27	370,31	20,47
XXXXXXXXXX	15	29,53	42,98	46,84	70,47	57,02	53,16	158,4	83,04
XXXXXXXXXX	16	55,08	66,34	36,44	44,92	33,66	63,56	122,81	65
XXXXXXXXXX	17	33,11	45,53	32,98	66,89	54,47	67,02	319,34	4,9
XXXXXXXXXX	18	23,03	40,54	48,79	76,97	59,46	51,21	667,01	480,81
XXXXXXXXXX	19	33,77	49,01	43,52	66,23	50,99	56,48	169,55	0,21
XXXXXXXXXX	20	20,69	26,32	62,82	79,31	73,68	37,18	218,76	178,99
XXXXXXXXXX	21	14,34	45,9	57	85,66	54,1	43	65,62	54,82
XXXXXXXXXX	22	19,76	38,57	42,86	80,24	61,43	57,14	142,16	54,25
XXXXXXXXXX	23	35,57	71,43	15,66	64,43	28,57	84,34	130,57	1,39
XXXXXXXXXX	24	21,9	30,04	63,88	78,1	69,96	36,12	260,31	138,07
XXXXXXXXXX	25	39,14	41,64	42,86	60,86	58,36	57,14	225,89	43,23
XXXXXXXXXX	26	49,83	54,13	43,21	50,17	45,87	56,79	246,64	14,19
XXXXXXXXXX	27	46,15	50	40,87	53,85	50	59,13	222,75	7,72
XXXXXXXXXX	28	22,01	35,66	37,25	77,99	64,34	62,75	209,6	8,62
XXXXXXXXXX	29	23,57	45,83	52,69	76,43	54,17	47,31	113,47	73,8
XXXXXXXXXX	30	21,76	38,21	60,19	78,24	61,79	39,81	255,84	30,47
XXXXXXXXXX	31	52,23	64,18	8,78	47,77	35,82	91,22	163,08	39,88
XXXXXXXXXX	32	23,4	32,52	51,33	76,6	67,48	48,67	126,6	121,31
XXXXXXXXXX	33	23,13	31,65	50,96	76,87	68,35	49,04	100,93	18,74
XXXXXXXXXX	34	45,61	69,83	0	54,39	30,17	100	180,54	26,85
XXXXXXXXXX	35	28,72	49,07	38,46	71,28	50,93	61,54	171,85	53,71
XXXXXXXXXX	36	19,96	39,64	45,25	80,04	60,36	54,75	139,43	22,1
XXXXXXXXXX	37	14,14	27,02	70,71	85,86	72,98	29,29	345,42	12,9
XXXXXXXXXX	38	45,62	62,9	31,85	54,38	37,1	68,15	460,35	5,34
XXXXXXXXXX	39	46,39	67,67	26,62	53,61	32,33	73,38	62,83	55,61
XXXXXXXXXX	40	20,21	42,94	46,54	79,79	57,06	53,46	325,76	111,84
XXXXXXXXXX	41	6,07	23,46	69,44	93,93	76,54	30,56	122,89	17,08
XXXXXXXXXX	42	40,23	54,75	38,53	59,77	45,25	61,47	152,5	0
XXXXXXXXXX	43	27,76	53,23	27,67	72,24	46,77	72,33	127,22	51,98
XXXXXXXXXX	44	19,32	35,05	44,51	80,68	64,95	55,49	632,52	211,91
XXXXXXXXXX	45	35,4	50,36	35,15	64,6	49,64	64,85	178,94	0,64
XXXXXXXXXX	46	76,88	73,8	19,4	23,12	26,2	80,6	107,98	98,84
XXXXXXXXXX	47	39,24	59,97	17,99	60,76	40,03	82,01	461,44	0
XXXXXXXXXX	48	20,66	46,19	19,78	79,34	53,81	80,22	260,3	121,11
XXXXXXXXXX	49	15,04	30,81	38,16	84,96	69,19	61,84	407,87	85,3
XXXXXXXXXX	50	44,31	57,77	18,98	55,69	42,23	81,02	179,77	49,9
							Yhteensä	11025,38	3496,78
	Keskiarvo	31,31	45,68	42,45	68,69	54,32	57,55	76 %	24 %

Puukauppa	Alue 4	Laadut täyttävät tukit			Laadut täyttämättömät tukit				Kuusia m3
		Otanta nro	US	Lamina	Latva	US	Lamina	Latva	
XXXXXXXXXX	1	22,38	33,14	66,41	77,62	66,86	33,59	287,31	170,11
XXXXXXXXXX	2	56,15	49,19	19,4	43,85	50,81	80,6	116,59	93,71
XXXXXXXXXX	3	58,5	63,89	4	41,5	36,11	96	319,45	315,29
XXXXXXXXXX	4	41,91	46,48	41,37	58,09	53,52	58,63	357,67	274,49
XXXXXXXXXX	5	32,52	47,76	40,59	67,48	52,24	59,41	197,84	3,53
XXXXXXXXXX	6	12,53	25,15	58,9	87,47	74,85	41,1	111,49	56,35
XXXXXXXXXX	7	34,53	47,52	44,28	65,47	52,48	55,72	440,72	108,25
XXXXXXXXXX	8	47,61	53,28	40,04	52,39	46,72	59,96	261,98	45,01
XXXXXXXXXX	9	26,73	53,85	40,72	73,27	46,15	59,28	126,28	7,8
XXXXXXXXXX	10	32,28	38,46	48,11	67,72	61,54	51,89	245,06	121,58
XXXXXXXXXX	11	14,24	25,96	64,9	85,76	74,04	35,1	300,2	1,7
XXXXXXXXXX	12	57,72	57,66	41,02	42,28	42,34	58,98	244,49	10,32
XXXXXXXXXX	13	41,98	53,33	43,7	58,02	46,67	56,3	210,26	188,67
XXXXXXXXXX	14	55,11	61,47	33,68	44,89	38,53	66,32	259,42	180,3
XXXXXXXXXX	15	21,28	41,83	61,92	78,72	58,17	38,08	181,06	176,2
XXXXXXXXXX	16	30,55	43,7	52,06	69,45	56,3	47,94	375,6	351,04
XXXXXXXXXX	17	6,02	25,51	68,06	93,98	74,49	31,94	88,63	46,09
XXXXXXXXXX	18	43,46	63,59	31,32	56,54	36,41	68,68	153,98	61,47
XXXXXXXXXX	19	42,67	47,06	44,55	57,33	52,94	55,45	250,69	13,98
XXXXXXXXXX	20	36,82	43,08	39,56	63,18	56,92	60,44	61,31	50,7
XXXXXXXXXX	21	35,09	45,37	33,33	64,91	54,63	66,67	96,2	21,38
XXXXXXXXXX	22	23,94	32,71	55,17	76,06	67,29	44,83	247,05	36,65
XXXXXXXXXX	23	33,13	43,12	46,2	66,87	56,88	53,8	111,61	0,86
XXXXXXXXXX	24	11,73	28,57	59,42	88,27	71,43	40,58	89,11	58,69
XXXXXXXXXX	25	64,34	66,36	25,6	35,66	33,64	74,4	87,75	21,27
XXXXXXXXXX	26	46,72	49	0	53,28	51	100	72,12	49,41
XXXXXXXXXX	27	17	49,5	43,23	83	50,5	56,77	145,98	5,48
XXXXXXXXXX	28	47,96	70,54	15,83	52,04	29,46	84,17	93,63	9,12
XXXXXXXXXX	29	35,13	59,62	33,98	64,87	40,38	66,02	119,24	32,15
XXXXXXXXXX	30	43,56	60,52	23,43	56,44	39,48	76,57	108,79	8,32
XXXXXXXXXX	31	39,91	66,93	26,09	60,09	33,07	73,91	103,07	3,6
XXXXXXXXXX	32	60,86	68,81	24,9	39,14	31,19	75,1	293,11	28,72
XXXXXXXXXX	33	28,65	45,9	50,86	71,35	54,1	49,14	479,37	101,66
XXXXXXXXXX	34	32,34	38,25	57,89	67,66	61,75	42,11	219,28	171,9
XXXXXXXXXX	35	16,01	49,59	43,62	83,99	50,41	56,38	173,01	0
XXXXXXXXXX	36	73,88	61,73	35,05	26,12	38,27	64,95	83,67	21,9
XXXXXXXXXX	37	27,73	53,23	35,35	72,27	46,77	64,65	125,05	8,75
XXXXXXXXXX	38	41,65	57,47	37,5	58,35	42,53	62,5	107,2	8,17
XXXXXXXXXX	39	42,55	48,92	48,51	57,45	51,08	51,49	840,54	18,23
XXXXXXXXXX	40	23,77	41,22	52,99	76,23	58,78	47,01	265,22	110,9
XXXXXXXXXX	41	56,15	68,24	18,17	43,85	31,76	81,83	613,94	1,13
XXXXXXXXXX	42	26,94	51,18	42,97	73,06	48,82	57,03	213,21	166,06
XXXXXXXXXX	43	18,9	33,9	26	81,1	66,1	74	382,53	86,2
XXXXXXXXXX	44	48,5	66,46	31,28	51,5	33,54	68,72	124,33	1,46
XXXXXXXXXX	45	43,91	39,62	40	56,09	60,38	60	127,57	5,96
XXXXXXXXXX	46	16,19	50,71	38,38	83,81	49,29	61,62	209,11	0
XXXXXXXXXX	47	31,41	39,59	41,41	68,59	60,41	58,59	154,78	45,47
XXXXXXXXXX	48	46,14	61,86	0	53,86	38,14	100	174,57	0,17
XXXXXXXXXX	49	37,13	46,04	0	62,87	53,96	100	354,38	120,26
XXXXXXXXXX	50	66,46	68,85	0	33,54	31,15	100	101,7	74,17
							Yhteen:	10907,15	3494,63
	Keskiarvo	37,05	49,71	37,44	62,95	50,29	62,57	76 %	24 %