



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

## **BRASILIAN EUKALYPTUSVILJELMÄT**

Havaintoja korjuutyönjohtajan tehtävistä ja korjuunoh-  
jauksesta

Sami Sainio

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2019  
Metsätalouden koulutusohjelma



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Metsätalousinsinööri

SAINIO, SAMI:

Brasilian eukalyptusviljelmät

Havaintoja korjuutyönjohtajan tehtävistä ja korjuunohjauksesta

Opinnäytetyö 53 sivua

Toukokuu 2019

---

Brasilia on metsäkonevalmistaja Ponselle merkittävä markkina-alue. Yhtiö toimittaa asiakkailleen metsäkoneiden lisäksi koulutusta. Tämä opinnäytetyö on osa hanketta, jossa työn tilaaja Ponsse osallistuu brasilialaisten asiakkaidensa korjuutyönjohtajien koulutuksen kehittämiseen.

Brasilialainen eukalyptusviljelmä on yksi maailman tehokkaimmista tavoista tuottaa lyhytkuituisen selluloosan raaka-ainetta. Tuotannon tehokkuus perustuu optimaalisiin kasvuolosuhteisiin ja intensiiviseen metsänhoitoon. Eukalyptusviljelmien metsänhoitoon kuuluu olennaisena osana puunkorjuu, jota tehdään sekä kokorunko- että tavaralajimenetelmällä. Puunkorjuun toteutus vaatii kehittyntä suunnittelua ja ohjausta. Yksittäisellä puunkorjuukohteella korjuusuunnittelusta ja korjuunohjauksesta vastaa korjuutyönjohtaja. Opinnäytetyössä koottiin tietoa Brasilian metsistä, Brasilian eukalyptusviljelmistä, eukalyptusviljelmien puunkorjuusta ja korjuutyönjohtajan työtehtävistä. Opinnäytetyön pohdintaosioon koottiin opinnäytetyöprosessin aikana syntyneitä ajatuksia Brasilian eukalyptusviljelmien ja puunkorjuun kehityssuunnista. Työhön tarvittava aineisto kerättiin kirjallisuuden, haastatteluiden ja havaintojen avulla. Työn tuotoksena syntyi sekä luottamuksellinen koulutusdokumentti Ponselle että kuvaus Brasilian eukalyptusviljelmistä ja eukalyptusviljelmien puunkorjuusta.

Lyhytkuituisen selluloosan kysyntä on edelleen jatkuvassa kasvussa ja eukalyptusraaka-aineen tarve kasvaa. Nykyisten viljelysten tuottoa on mahdollista kasvattaa esimerkiksi geenimuunnellun eukalyptuksen käytöllä. Tehostaminen ei kuitenkaan yksin riitä vastaamaan kysynnän kasvuun vaan eukalyptuksen viljelyalaa täytyy kasvattaa. Viljelyalan kasvattaminen on ongelmallista eukalyptusviljelmien kilpaillessa muiden maankäyttömuotojen kanssa ja viljelmät perustetaankin yhä useammin muuhun käyttöön huonommin soveltuville alueille, kuten rinteille. Viljelyalan kasvattaminen johtaa siihen, että viljelyala laajenee enenevässä määrin yksityisomisteisille alueille.

Tuotannon tehostaminen ja uudet viljelyalueet vaikuttavat puunkorjuuseen. Tuotannon tehostamisen mukana maaperän ja tiestön kuormitus kasvaa. Puunhankinnan siirtymisestä yksityisomisteisiin metsiin aiheuttaa lisähaasteita korjuusuunnitteluun ja korjuunohjaukseen. Rinnepuunkorjuun lisääntyminen saattaa aiheuttaa lisää tuotekehitystarpeita. Nykyinen vinssiavusteinen tavaralajimenetelmää käyttävä puunkorjuu on osoittanut toimivuutensa rinteiden puunkorjuussa, mutta lisää tuotekehitystä saatetaan tarvita, mikäli puunkorjuu siirtyy jyrkemmille rinteille. Mobiilitiedonsiirron parantuessa korjuusuunnittelu ja korjuunohjaus tulee siirtymään lähemmäs reaaliaikaa. Samalla korjuutyönjohtajan rooli muuttuu yhä enemmän koordinaattorin roolin suuntaan ja yksittäisen työntekijän vastuualue kasvaa.

---

Asiasanat: viljelymetsät, vinssiavusteinen, puunkorjuu, Brasilia, eukalyptus

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Forestry

SAINIO, SAMI:  
Eucalyptus Plantations in Brazil  
Observing Harvest Supervisor tasks and Harvest Planning

Bachelor's thesis 53 pages  
May 2019

---

Brazil is an important market area for forestry machine producer Ponsse. In addition to forestry machines Ponsse provides training for customers. This thesis is one part of a project in which Ponsse participates in the development of training for the harvest supervisors for Brazilian customers.

Brazilian eucalyptus plantation is one of the most efficient methods in the world to produce short fiber pulp raw material. Production efficiency is based on optimal growth conditions and intensive forest management. Harvesting of eucalyptus plantations is an integral part of the forest harvesting process, which is carried out with both full-tree and cut-to-length methods. The implementation of harvesting requires advanced planning and guidance. On single harvest site the harvest supervisor is responsible for the planning and implementing of the harvest. The thesis gathered information on Brazilian forests, Brazilian eucalyptus plantations, the harvesting of eucalyptus plantations and the duties of a harvest supervisor. The observation section of the thesis is a collection of ideas and trends that emerged during thesis process. The observation section tries to foresee the future with present information. The material used for the work was collected from literature, interviews and observations. The work produced both a confidential training documentary for Ponsse and a description of Brazilian eucalyptus plantations and the harvesting of eucalyptus plantations.

The demand for short-fiber pulp is continuing to grow and the need for eucalyptus raw material is increasing. It is possible to increase the yield of existing cultures, for example by using genetically modified eucalyptus. However, efficiency alone is not enough to meet the increasing of demand, but the cultivation area of eucalyptus must be increased also. Growing a plantation area is problematic when eucalyptus plantations compete with other land uses, for that reason plantations are increasingly being set up for areas of lesser use, such as slopes. Increasing the area of plantations also leads to an expansion of the area of plantations to privately owned areas.

Improving production and new plantation areas will affect harvesting. Increasing the efficiency will increase the soil and road load. Wood procurement at privately owned forests poses additional challenges for harvesting planning and harvest control. Expanding of the harvest to the slopes may result in additional product development needs. The current winch-assisted logging using cut-to-length method has proven to work on slopes, but more product development may be required if logging takes place in steeper slopes. As mobile communication improves, harvesting and harvest control will move closer to real-time. Within this change, supervisor role will be changed more into coordinator. At the same time the responsibility of the individual employee will increased.

---

Key words: plantation, winch-assisted, harvesting, Brazil, eucalyptus

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	MENETELMÄT.....	7
2.1	Ponssen asiantuntijoiden haastattelut.....	7
2.2	Korjuutyönjohtajien haastattelut.....	8
2.3	Havainnointi.....	8
2.4	QGIS visualisointi ja paikkatietoaineiston muu hyödyntäminen.....	8
3	PONSSE OYJ.....	9
3.1	Ponsse yrityksenä.....	9
3.2	Brasilia, Ponsse ja eukalyptus.....	9
4	BRASILIA, METSÄT JA VILJELYMETSÄT.....	12
4.1	Brasilia.....	12
4.2	Brasilian metsät ja metsien luokittelu.....	13
4.3	Brasilian metsänomistus ja PFE.....	15
4.4	Brasilian viljelymetsät.....	16
5	EUKALYPTUS JA BRASILIA.....	18
5.1	Eukalyptus ja Brasilia, täydellinen liitto?.....	18
5.2	Eukalyptuksen viljelyalueet ja käyttö.....	20
5.3	Eukalyptusviljelmien omistus ja puunhankinta.....	21
5.4	Eukalyptuksen viljelymenetelmät Brasiliassa.....	22
6	KONEELLINEN PUUNKORJUU BRASILIAN EUKALYPTUSVILJELMILLÄ.....	24
6.1	Korjuuolosuhteet.....	24
6.2	Korjuukohteet, hakkuutapa ja puumäärät.....	25
6.3	Koneelliset korjuumenetelmät.....	27
6.4	Koneellinen puunkorjuu rinteillä.....	32
7	HAVAINTOJA KORJUUTYÖNJOHTAJAN TEHTÄVISTÄ, KORJUUNSUUNNITTELUSTA JA KORJUUNOHJAUKSESTA.....	35
7.1	Korjuutyönjohtaja.....	35
7.2	Korjuun suunnittelun lähtötilanne.....	36
7.3	Korjuukohteen työmaasuunnittelu.....	37
7.4	Korjuunohjaus.....	41
7.5	Korjuukohteen työmaasuunnittelu ja korjuunohjaus vinssiavustusta käytettäessä.....	43
8	POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	51

## 1 JOHDANTO

Eukalyptuksesta valmistettavan lyhytkuituisen selluloosan kysynnän kasvu on viimeisen vuosikymmenen aikana ollut suurta. Brasilialaisen sellunvalmistaja Fibrian mukaan eukalyptussellun kysyntä kasvoi vuosien 2006 ja 2017 välillä 24 miljoonaa tonnia eli 87 %. Eukalyptusselluloosan kysyntään on vastattu tuotannonlisäyksellä kaikkialla maailmassa, mutta erityisesti Latinalaisessa Amerikassa, Brasilia mukaan lukien. (Fibria 2018.)

Tuotannonlisäys vaatii toteutuakseen puuraaka-ainetta eli eukalyptusta, joka tulee kasvattaa, korjata ja toimittaa käyttöpaikalle. Tämän opinnäytetyön tilaajan, Ponsse Oyj:n valmistamat, tavaralajimenetelmän metsäkoneet ovat osa monen brasilialaisen sellunvalmistajan eukalyptuksen korjuuketjua.

Ponsse toimittaa asiakkailleen metsäkoneiden lisäksi operointiin ja huoltoon liittyvää koulutusta. Puunkorjuuketjun työmaakohtainen toimivuus vaatii koneiden operoinnin ja huollon lisäksi puunkorjuun suunnittelua ja ohjausta. Brasilialaisessa mallissa työmaakohtaisesta suunnittelusta ja ohjauksesta vastaa korjuutyönjohtaja. Ponssen asiakkaat ovat toivoneet koulutusta korjuutyönjohtajille ja tämä opinnäytetyö on osa hanketta, jossa Ponsse osallistuu asiakkaiden korjuutyönjohtajien koulutuksen kehittämiseen.

Opinnäytetyössä tehtiin koulutusdokumentti Ponssen käyttöön. Koulutusdokumentti on luottamuksellinen, joten sitä ei julkaista opinnäytetyön yhteydessä. Koulutusdokumentin laatimisessa käytetyn aineiston avulla syntyi myös tämä opinnäytetyön julkinen osuus. Työ tarjoaa tiiviin tietopaketin ja on hyödyllinen kenelle tahansa Brasiliasta ja eukalyptuksesta kiinnostuneelle lukijalle. Työtä voidaan käyttää apuna esimerkiksi työ- tai opintomatikalle lähdetessä.

Puunkorjuu on kiinteä osa eukalyptusviljelmän metsänhoitoa. Metsänhoidossa tehdyt valinnat vaikuttavat puunkorjuuseen ja puunkorjuussa tehdyt valinnat vaikuttavat metsänhoitoon. Opinnäytetyössä puunkorjuuta tarkastellaankin osana muuta metsänhoitoa. Tässä opinnäytetyössä tarjotaan keskeistä tietoa Brasilian metsistä, Brasilian eukalyptusviljelmistä, eukalyptusviljelmien puunkorjuusta ja korjuutyönjohtajan työtehtävistä. Työssä erityisen mielenkiinnon kohteena on vinssiavusteisen puunkorjuun käyttö eukalyptusviljelmän puunkorjuumenetelmänä.

Työn alkuosassa, johdannon, menetelmien ja tilaajan esittelyn jälkeen tarkastellaan Brasiliaa ja eukalyptusta yhtenä suurena kokonaisuutena. Tarkoitus on löytää vastauksia kysymyksiin kuten: Mitä ovat Brasilian metsät ja viljelymetsät? Mitä on eukalyptuksen viljely Brasiliassa?

Työn loppuosassa siirrytään yhden korjuukohteen tasolle ja korjuutyönjohtajan näkökulmaan. Loppuosa etsii vastauksia kysymyksiin kuten: Mitä on eukalyptusviljelmän puunkorjuu? Mikä on korjuutyönjohtajan rooli korjuukohteella? Mitä ovat eukalyptusviljelmän korjuunohjauksen erityispiirteet? Mikä on tärkeää yksittäisen korjuukohteen suunnittelussa?

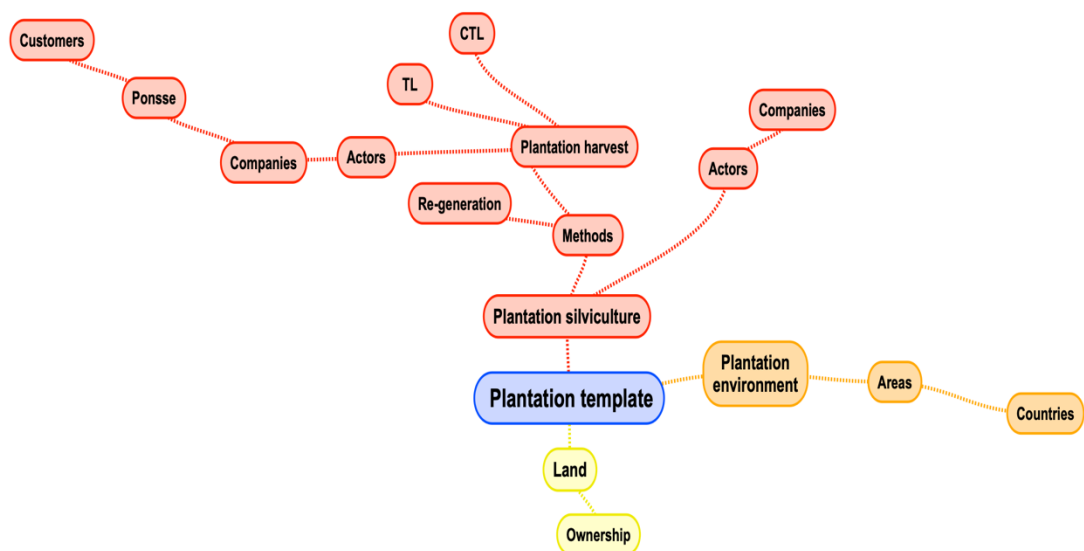
Pohdintaosuudessa mietitään eukalyptuksen kasvatuksen ja puunkorjuun ongelmia ja kehityssuuntia opinnäytetyössä käsiteltyihin asioihin pohjautuen. Pohdintaan kuuluu myös opinnäytetyöprosessin ja opinnäytetyön arviointia.

## 2 MENETELMÄT

Opinnäytetyö toteutettiin toimintatutkimuksena laadullisen tutkimuksen menetelmiä käyttäen. Aineiston hankinnassa käytettiin valmiita dokumentteja, haastatteluja, havainnointia ja keskusteluja. Aineiston käsittelyssä hyödynnettiin SimpleMind Pro -ohjelmaa ja QGIS paikkatieto-ohjelmistoa. Aineistonkeruun yhteydessä haastateltujen henkilöiden nimet salattiin ja heihin viitataan salanimillä kuten Asiantuntija A tai Supervisor A.

### 2.1 Ponsen asiantuntijoiden haastattelut

Aineistoa kerättiin haastattelemalla viisi Ponsen asiantuntijaa teemahaastattelun tyypillisesti Skype-yhteyttä käyttäen. Haastatteluiden tarkoituksena oli kerätä mahdollisimman laaja-alaista tietoa eukalyptusviljelmien puunkorjuuseen liittyen. Haastatteluissa käytettiin käsitekarttaa eli mind mapia. Esimerkki käsitekartasta näkyy kuviossa 1 (kuvio 1).



KUVIO 1. Käsitekartta

Haastattelun aikana haastateltava näki Skype-yhteydellä jaetun, SimpleMind Pro -ohjelmalla piirretyn käsitekartan, jota haastattelija täydensi haastattelun edetessä. Haastattelun aikana piirretty käsitekartta tallennettiin. Eri haastatteluiden käsitekarttoja vertaamalla muodostui käsitys siitä mikä on olennaista eukalyptusviljelmien puunkorjuussa ja korjuutyönjohtajan toimintaympäristössä.

## 2.2 Korjuutyönjohtajien haastattelut

Opinnäytetyön alkuvaiheen suunnitelmiin kuului aineistonkeruu korjuutyönjohtajien haastatteluiden avulla. Haastatteluiden järjestäminen osoittautui ongelmalliseksi brasilialaisten puutteellisen englannin kielen osaamisen vuoksi. Naapurimaa Uruguayssa englannin kielen osaaminen on paremmalla tasolla ja aineistoa kerättiin haastatteleamalla kaksi uruguaylaista korjuutyönjohtajaa puolistrukturoituna sähköpostihaastatteluna. Haastattelu sisälsi kaksi haastattelukierrosta, joista toiseen kuuluivat tarkentavat kysymykset. Brasilian ja Uruguayn olosuhteissa on monia samakaltaisuuksia, mutta eroavaisuuksia on myös paljon. Haastatteluiden avulla kerättyä aineistoa on hyödynnetty kriittisesti Brasilian ja Uruguayn väliset erot huomioiden.

## 2.3 Havainnointi

Havainnointi oli luonteeltaan osallistuvaa havainnointia ja tapahtui suurimmalta osaltaan työn ensimmäisellä osiolla, osana koulutusdokumentin tekemistä. Työhön liittyvällä Brasilian vierailulla oli mahdollista havainnoida eukalyptusviljelmiä ja eukalyptuksen puunkorjuuta. Opinnäytetyössä käytetystä kuvamateriaalista suuri osa on kerätty asiakasvierailun yhteydessä.

## 2.4 QGIS visualisointi ja paikkatietoaineiston muu hyödyntäminen

Opinnäytetyön viljelymetsiin liittyvät karttakuvat on rakennettu QGIS paikkatieto-ohjelmistolla päällekkäisanalyysiä (overlay-analysis) käyttäen. Karttakuvien lähdeaineistona on käytetty vapaasti saatavilla olevaa paikkatietoaineistoa. Päällekkäisanalyysiä käyttämällä yhdistettiin useammasta lähteestä haettu rasteri- tai vektorimuotoinen paikkatietoaineisto yhdeksi havainnolliseksi kartaksi. Analyysin käyttöön päädyttiin, koska viljelymetsiin liittyvää selkeää valmista kartta-aineistoa ei ollut saatavilla. Päällekkäisanalyysien avulla rakennetut kartat löytyvät opinnäytetyön luvuista 4.2, 4.4, 5.2 ja 6.2.

Paikkatietoaineiston vektorimuotoista Global Forest Watchin (GFW) toimittamaa aineistoa käytettiin päällekkäisanalyysin ja karttakuvien rakentamisen lisäksi tiedonhakuun. Aineistosta oli mahdollista löytää viljelymetsiin liittyviä tunnuslukuja, kuten luvussa 6.2 mainittu eukalyptusviljelmän 40 hehtaarin keskikoko (GFW 2019).



### 3 PONSSE OYJ

#### 3.1 Ponsse yrityksenä

Ponsse Oyj:n kotipaikka sijaitsee Vieremän kunnassa Pohjois-Savossa. Ponsse on erikoistunut tavaralajimenetelmää käyttävien metsäkoneiden valmistamiseen, myyntiin, huoltoon ja tietojärjestelmiin. Toiminta on asiakaslähtöistä, innovatiivista ja kestävän kehityksen mukaista. Ponsse on valmistanut yli 13000 metsäkoneita ja kuuluu maailman johtavien metsäkonevalmistajien joukkoon. Ponssen palveluverkosto kattaakin 40 maata. Suomessa Ponssellalla on erittäin merkittävä markkinaosuus ja lähes puolet vuonna 2017 myydyistä metsäkoneista oli Ponsse -merkkisiä. (Vuosikertomus 2017.)

Tavaralajimenetelmää käyttävistä metsäkoneista Ponssen osuus maailmanlaajuisesti on lähes 30% (Ponsse hakee kasvua Ruotsissa 2017, 6). Vuonna 2017 yhtiön liikevaihto oli 576,6 miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli 77,3 prosenttia. Ponssen henkilöstön määrä vuonna 2017 oli noin 1500 henkilöä. Henkilöstöstä 60% työskenteli Suomessa ja 40% työskenteli ulkomailla. (Vuosikertomus 2017.)

Ponsse Oy perustettiin Vieremälle vuonna 1970. Vieremäläinen metsäkoneyrittäjä Einari Vidgren kehitti 1960-luvun lopulla ensimmäisen itsetehdyn metsätraktorin. Kierrätysosista rakennettu ja ulkomuodoltaan rujo kone herätti myös muiden yrittäjien kiinnostuksen. Ensimmäinen kone sai toimivuudestaan hyvää palautetta ja koneita alettiin rakentaa myös myyntiin. (Yleistä Ponssesta 2019.)

#### 3.2 Brasilia, Ponsse ja eukalyptus

Brasilia mittavine metsävaroineen on ollut Ponsselle merkittävä markkina-alue jo pitkään. Ensimmäiset Ponssen koneet Brasiliassa nähtiin vuosituhannen vaihteessa ja vuonna 2006 Brasiliaan perustettiin oma tytäryhtiö. Tytäryhtiö Ponsse Latin America Ltda:n palveluksessa on tällä hetkellä 230 työntekijää. Brasilian hakkuutyömaille puunkorjuuta toteuttaa 250 Ponssen konetta. Koneiden lukumäärä sisältää hakkuukoneet, kuormatraktorit ja hakkuupäät. (A piece of Finland with Brazilian spice 2018, 4–7.)

Eukalyptus on Brasilian puuplantaasien tärkein kasvatettava puulaji ja suurin osa Ponsse Brasilian koneista työskentelee eukalyptusplantaaseilla (Brazilian Forests at a glance 2013; Asiantuntija, A. 2018). Brasilia ja eukalyptus ovat tuoneet mukanaan erikoisvaatimuksia joihin Ponsse on vastannut tuotekehityksellä. Esimerkkeinä erityisestä tuotekehityksestä ovat rinteiden puunkorjuuta avustava Ponsse synchrowinch ja eukalyptuksen korjuuseen tarkoitettu hakkuupää H77Euca. Osa eukalyptusviljelmistä sijaitsee rinteillä ja Ponsse Synchrowinchin (kuva 1) avulla puuta voidaan korjata jyrkemmiltä rinteiltä kuin aikaisemmin on ollut mahdollista. Useimmiten eukalyptus kuoritaan jo metsässä ennen tehdaskuljetusta. Ponsse H77euca -hakkuupään (kuva 2) avulla eukalyptus voidaan kuoria hakkuutyömaalla osana karsintavaihetta. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)



KUVA 1. Hakkukone vinssivarustuksella (Ponsse Oyj 2018a)



KUVA 2. Hakkuupää (Ponsse Oyj 2018b)

## 4 BRASILIA, METSÄT JA VILJELYMETSÄT

### 4.1 Brasilia

Brasilia eli Brasilian liittotasavalta on pinta-alaltaan ja väestöltään maailman viidenneksi suurin valtio. Pinta-alaltaan miltei Yhdysvaltojen kokoinen Brasilia on eteläisen pallonpuoliskon ja Etelä-Amerikan mantereiden suurin valtio. Lähes kokonaan trooppisella vyöhykkeellä sijaitsevan maan asukasluku oli 209 miljoonaa vuonna 2018. Väestö sijoittuu suurimmalta osaltaan Atlantin kaakkoisen rannikon läheisyyteen ja monet suuret kaupungit kuten pääkaupunki Brasilia, Rio de Janeiro ja Sao Paulo (kuvio 2) sijaitsevat tällä alueella. (CIA 2019.)



KUVIO 2. Brasilia (CIA 2019)

## 4.2 Brasilian metsät ja metsien luokittelu

Brasilia on metsäpinta-alaltaan maailman valtioista Venäjän jälkeen toiseksi suurin. Metsäpinta-alasta on erilaisia näkemyksiä. Brasilian ympäristöministeriön, Brazilian Forest Servicen kertoma metsäpinta-ala ja metsän prosentuaalinen osuus edustanee näkemysten keskiarvoa. Brasilian Forest Servicen mukaan Brasilian metsäpinta-ala on 463 miljoonaa hehtaaria ja metsän prosentuaalinen osuus valtion koko pinta-alasta on 54 prosenttia. (Brazilian Forest Service 2013; ETTF 2016; GFW 2019.)

Brasilia voidaan jakaa kuuteen eri eloyhteisöön eli biomiin (kuvio 3). Jokaisella biomilla on omat ympäristölliset ja lajistolliset piirteensä. Nämä piirteet näkyvät myös biomien metsissä. Brasilia on kooltaan erittäin suuri ja vaihtelu yhden biomin sisällä on suurta. Biomikohtaiset kuvaukset ovatkin vahvasti yleistäviä. (Brazilian Forest Service 2013.)



KUVIO 3. Brasilian biomit (Maptiler 2019; GFW 2019, muokattu)

Pohjoisin Brasilian biomeista on Amazonin sademetsä, jossa sijaitsee suurin osa eli noin 70 prosenttia Brasilian luonnontilaisista metsistä. Amazonin puuston tilavuusosuus koko Brasilian puustosta on yli 85 prosenttia ja sen tunnettuun lajistoon kuuluu yli 45000 kasvi- ja selkärangkaislajia. Lajikirjo selittyy Amazonin valtavalla koolla ja erilaisten elinympäristöjen suurella määrällä. Luokiteltuja elinympäristöjä Amazonilta on löydetty yli 600. Amazon on Brasilian lisäksi erittäin merkittävä myös maailmanlaajuisesti. Amazonin

metsäpinta-ala maapallon kaikista metsistä onkin noin 8 prosenttia. Valtaosa Brasilian puutavaraa tuottavista luontaisesti syntyneistä ja luontaisesti uudistuvista metsistä sijaitsee Amazonilla. (Brazilian Forest Service 2013; ETTF 2016.)

Brasilian keskiosien Cerrado on biomeista pinta-alaltaan toiseksi suurin. Cerrado on yli 11000:lla kasvilajillaan määritelty maailman monimuotoisimmaksi savanniksi ja siellä sijaitsevat myös kolmen suuren joen, Amazonin, Tocantinsin ja Pratan lähteet. Cerradon kaakkoisosissa lähellä Mata Atlanticaa sijaitsee suuri määrä eukalyptus- ja mäntyviljelmiä. (Brazilian Forest Service 2013; GFW 2019.)

Atlantin rannikon Mata Atlantica sademetsineen ja suurkaupunkeineen on tiheästi asutettua aluetta ja metsä on voimakkaasti pilkkoutunut asutuksen ja viljelymaan sekaan. Mata Atlantica luokitellaankin metsäksi vain 13 prosenttia. Brasilian suurkaupungeista Sao Paulo ja Rio sijaitsevat Mata Atlantican sisällä. Metsän pienehköstä osuudesta huolimatta suurin osa Brasilian puuviljelmistä löytyy Mata Atlantica. Kuten Cerradossa niin myös Mata Atlanticassa tärkeimmät kasvatettavat puulajit ovat eukalyptus ja mänty. (Brazilian Forest Service 2013; GFW 2019.)

Brasilian koilliskulman Caatinga on puolიაavikoksi luokiteltava alue, jota hallitsee metsän ja piikkipensaiden mosaiikki. Metsän osuus alueella on suuri ja puolet Caatingasta luokitellaan metsäksi. Metsän suuresta osuudesta huolimatta Caatingan alueen käyttöä metsä mukaan lukien hallitsee laiduntalous ja teollisuus. (Brazilian Forest Service 2013.)

Eteläisin biomi eli Pampa on heinän ja ruohon valtakunta. Pampa jatkuu naapurimaiden, Argentiinan ja Uruguayn puolelle. Metsän osuus Pampasta on pieni ja vain 15 prosenttia koko Pampan pinta-alasta on metsää. Alueella on erilaisia metsätyyppejä kuten osan vuodesta vihreää lehtimetsää ja subtrooppista metsää. Subtrooppiselle metsälle ovat tyypillisiä metsää hallitsevat araukaria puut. (Brazilian Forest Service 2013.)

Biomeista pienin eli 15 miljoonan hehtaarin kokoinen Pantanal sijaitsee Etelä-Amerikan mantereiden keskiosissa. Pantanal on yksi maailman suurimmista kosteikoista. Alueen metsissä on piirteitä ympäröivistä biomeista eli Amazonista, Cerradosta ja Mata Atlantica. (Brazilian Forest Service 2013.)

### 4.3 Brasilian metsänomistus ja PFE

Brasilian metsät ovat joko julkisessa tai yksityisessä omistuksessa. European Timber Trade Federationin mukaan metsistä 61,8 % on julkisessa omistuksessa, 20,6 % on yksityisessä omistuksessa ja jäljellejäävän 17,6 % omistus on tuntematon. Julkisomisteiset metsät ovat aina luonnonmetsiä ja niiden hoidosta voi vastata esimerkiksi yksityinen yritys tai kunta. On tärkeää huomata, että julkisomisteiset metsä eivät voi olla viljelymetsiä. (ETTF 2016.)

Brasilian metsänkäyttöä säädellään monella eri tavalla, mutta yksi tärkeimmistä, ellei tärkein on Permanent Forest Estate eli PFE. PFE -statuksellista metsää tulee käsitellä siten että se pysyy metsänä eli pysyvästi metsänpeitteisenä.

PFE rajoittaa metsänkäyttöä omistajuudesta tai käyttötavasta riippumatta ja sen piiriin kuuluu noin 60% Brasilian metsäpinta-alasta. PFE:n alaiset metsät jaetaan vielä kahteen alatyyppeihin, tuotanto- ja suojelualueisiin. Tuotantoalueilla puunkorjuu ja muu toiminta on mahdollista metsänpeitteisyyden asettamissa rajoissa, suojelualueilla kaikki metsällinen- ja muu tuotantotoiminta on kielletty. (ETTF 2016.)

#### 4.4 Brasilian viljelymetsät

FAO:n määritelmän mukaan viljelymetsä on istuttamalla, kylväen tai vesasta uudistettu metsä, jossa istuttamalla, kylvämällä tai vesasta uudistetun puulajin osuus on vähintään 50 prosenttia korjuukypsän metsän kokonaispuustosta. (FAO 2015.)

Brasilia on vuosien 2015 ja 2016 pahasta lamasta huolimatta edelleen maailman kahdeksanneksi suurin talous (CIA 2019). Metsillä ja erityisesti viljelymetsillä on oma suuri merkityksensä Brasilian taloudelle ja työllisyydelle. Brasilian puuteollisuusyhdistyksen (ibá) tilastojen mukaan viljelymetsien osuus bruttokansantuotteesta on 6% ja viljelymetsistä saatavien tuotteiden osuus Brasilian viennistä on lähes 5%. Työllistävä vaikutus on myös merkittävä. Viljelymetsät luovat suorasti ja epäsuorasti miltei 4 miljoonaa työpaikkaa. (Data and statistics 2015.)

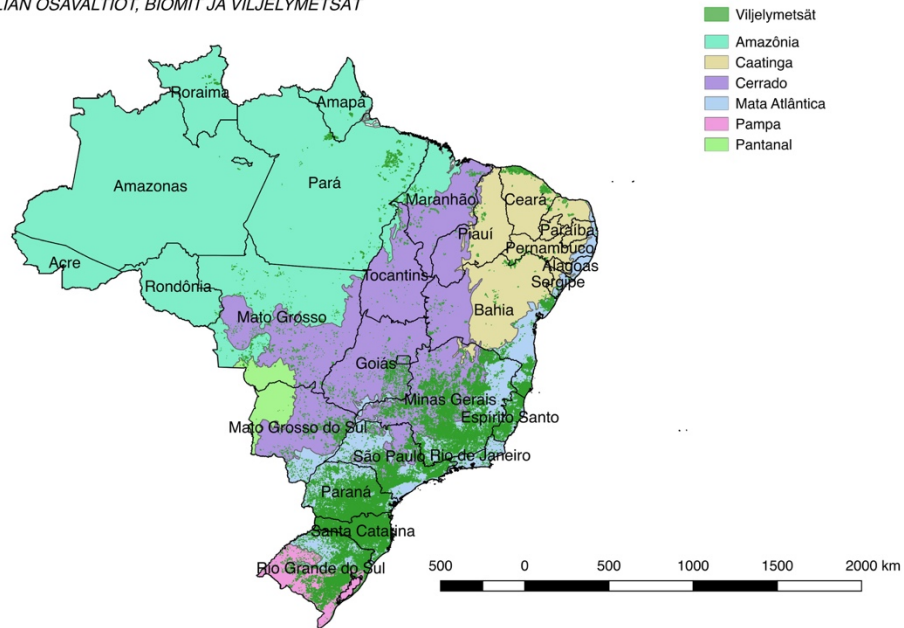
Brasilian metsien valtaosa, 98,5 %, on primäärivaiheessa tai luontaisesti uudistuvia. Viljelymetsien osuus kaikesta metsäpinta-alasta on noin 1,5 prosenttia eli 7 miljoonaa hehtaaria. Uudempien lähteiden mukaan viljelymetsien pinta-ala on lähempänä 8 miljoonaa hehtaaria. (Brazilian Forest Service 2013; EITF 2016; GFW 2019.)

Suurin osa viljelymetsistä sijaitsee Brasilian kaakkoiskulmassa, Atlantin rannikon tuntumassa, Cerradon ja Mata-Atlantican biomien sisällä. Vastaavasti puuviljelmät sijoittuvat Brasilian runsasväestöisimmälle alueelle, Paranan, Sao Paulon ja Rion osavaltioiden sisälle tai läheisyyteen. (GFW 2019.)

Viljelymetsien tärkeimmät lajit ovat eukalyptus ja mänty, joiden yhteenlaskettu osuus on yli 90 prosenttia kaikista viljelymetsistä. Tärkeimmät viljeltyt eukalyptuslajit ovat *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla*, *E. camaldensis*, *E. cloeziana* ja *E. pellita*. Mäntylajeista tärkeimmät viljelylajit ovat *Pinus taeda* L. ja *Pinus elliottii*. Eukalyptuksen ja männyn lisäksi puuviljelmillä kasvatetaan lukuisia muita puulajeja kuten akasiaa, öljypalmua ja tiikkiä. Puuviljelmiin sisältyy myös huomattava osuus eli lähes miljoona hehtaaria kahviviljelmiä. Seuraavan sivun ylemmässä kartassa (kuvio 4) näkyvät kaikkien viljelymetsien sijainnit. (GFW 2019; Asiantuntija, A. 2018; Castro ym., 2016; Marques ym., 2012.)



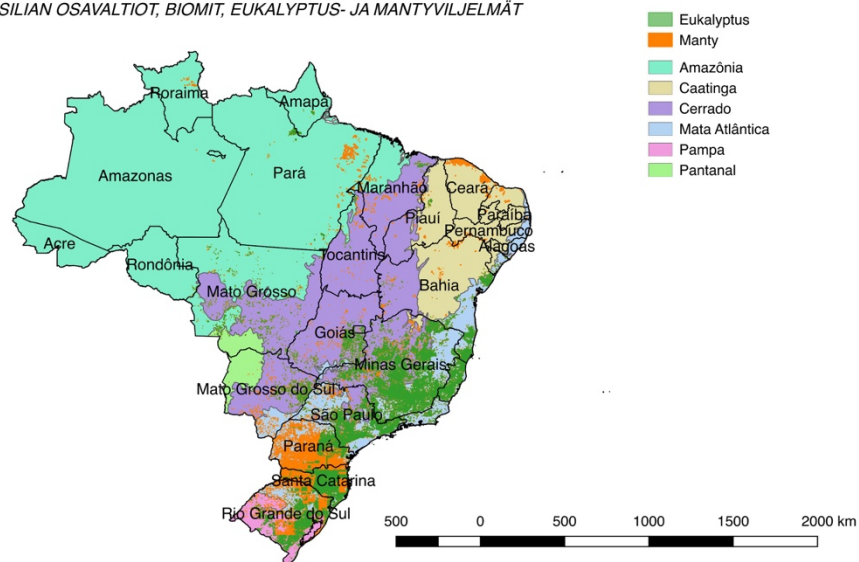
BRASILIAN OSAVALTIOT, BIOMIT JA VIJELYMETSÄT



KUVIO 4. Brasilian viljelymetsät (Maptiler 2019; GFW 2019, muokattu)

Alla näkyvä kartta (kuvio 5) esittää eukalyptus- ja mäntyviljelmien sijainteja. Eukalyptuksen ja männyn loppukäyttäjät ovat usein samoja. Eukalyptusta- ja mäntyä kasvatetaan usein vierekkäisillä viljelmissä. (GFW 2019 Asiantuntija, A. 2018.)

BRASILIAN OSAVALTIOT, BIOMIT, EUKALYPTUS- JA MÄNTYVILJELMÄT



KUVIO 5. Brasilian eukalyptus- ja mäntyviljelmät (Maptiler 2019; GFW 2019, muokattu.)

## 5 EUKALYPTUS JA BRASILIA

### 5.1 Eukalyptus ja Brasilia, täydellinen liitto?

Australiasta ja sen lähisaarilta kotoisin oleva eukalyptus kuuluu myrttikasvien kasvisukuun. Tunnettuja eukalyptuslajeja on tällä hetkellä lähes tuhat ja lajien määrä lisääntyy jatkuvasti eri lajien risteytyessä keskenään. Ainavihantaan eukalyptusten sukuun kuuluu moniin erilaisiin kasvuolosuhteisiin sopeutuneita, kooltaan ja kasvutavaltaan toisistaan selvästi eroavia lajeja. Lajikirjoon kuuluu niin pensasmaisia, monirunkoisia kuin yksirunkoisia lajeja. Eukalyptus sopeutuu moniin kasvuolosuhteisiin. Sopivia lajeja löytyykin trooppiselle, subtrooppiselle ja lauhkealle vyöhykkeelle. Viljelyyn soveltuvaa alaa on siis laajalti. Kaupallisessa viljelyssä hallitsevia eukalyptuslajeja on kuitenkin vain yhdeksän ja näihin yhdeksään lajiin viitataan kirjallisuudessa usein termillä ”big nine”. (Euclid 2006; Booth, T. 2013.)<sup>1</sup>

Brasilian eukalyptusviljelmillä kasvatetaan monia eri eukalyptuslajeja ja eri eukalyptuslajien risteytyksiä. Selluloosan raaka-aineeksi viljellyistä lajeista yleisimpiä ovat *Eucalyptus grandis* ja *Eucalyptus urophylla*. Eukalyptuksen tutkimukseen risteytyksineen ja lajikokeiluineen panostetaan voimakkaasti. Tämän hetkiset yleisimmät kasvatettavat lajit korvautunevat tulevaisuudessa uusilla lajeilla. (Castro ym., 2016.)

Nopeakasvuinen eukalyptus on yksi suosituimmista viljeltävistä puulajeista ja sitä kasvatetaan alkuperäisen kasvualueensa ulkopuolella yli 90:ssä maassa. ”Eucalypt plantations and climate change” vuodelta 2009 kertoo eukalyptuksen kokonaisviljelyalaksi yli 20 miljoonaa hehtaaria, josta noin viidesosa eli 4,2 miljoonaa hehtaaria sijaitsee Brasiliassa (Booth, T. 2013). Viljelyala kasvaa voimakkaasti vuosittain ja tällä hetkellä Brasiliassa eukalyptusta viljellään yli 5 miljoonalla hehtaarilla (GFW 2019). Viljelyalan kasvu on voimakasta myös muualla maailmassa, joten maailmanlaajuinen eukalyptuksen viljelyala lienee tällä hetkellä noin 25 miljoonaa hehtaaria.

---

<sup>1</sup> *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus pellita* and their hybrids, which together account for more than 90% of the major eucalypt plantations.” (Booth, T. 2013).

Tärkein syy eukalyptuksen suosioon on selluloosan kysynnän jatkuva kasvu eli ”sellu-buumi”. Eukalyptuksesta valmistettavan lyhytkuituisen selluloosan kysyntä onkin lisääntynyt 87 prosenttia eli 24 miljoonaa tonnia vuodesta 2006 vuoteen 2017. Eukalyptus hallitsee lyhytkuituisen selluloosan markkinoita lähes 75 prosentin osuudellaan. Selluloosan lisäksi eukalyptusta käytetään muun muassa sahatavaran raaka-aineena ja bioenergian lähteenä. Eukalyptuksen nopeakasvuisuus tuo tehokkaan raaka-aineen tuotannon lisäksi mukanaan kasvinjalostuksellisen edun, erittäin lyhyt kiertoaika mahdollistaa nopeat muutokset jalostuksessa. Uuden jalostussukupolven tuotosta ja ominaisuuksia päästään tarkastelemaan jopa seitsemän vuoden jälkeen istutuksesta. Brasiliassa on panostettu voimakkaasti eukalyptuksen jalostukseen. Eukalyptuksen jalostus yhdistettynä ihanteelliseen ilmastoon ja maaperään on tuottanut huipputuloksia. Eukalyptuksen tuottavuutta kuvaa Brasilian puuteollisuusyhdistyksen (Brazilian Tree Industry 2015, 32) vuodelle 2014 ilmoittama MAI (Mean annual increment) eli keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu hehtaarille, joka vuonna 2014 oli lähes neljäkymmentä kuutiometriä hehtaaria kohden. (Brazilian Tree Industry 2015; Fibria 2019.)

Kasvulukemat voivat paikallisesti olla huomattavasti korkeammatkin ja yli 50 kuutiometrin kasvulukemat hehtaarille ovat mahdollisia. Brasilian eukalyptusekosysteemi on yksi maailman tuottoisimmista ja tarjoaa kehitysmahdollisuudet jopa yli 70 kuutiometrin vuotuiselle hehtaari tuotolle. Esimerkkinä tämänhetkisestä tilanteesta kuvan 3 (kuva 3) esittämä Brasilian Bahian osavaltiossa sijaitseva seitsemänvuotias korjuukypsä eukalyptusviljelmä, jossa puuta on yli 300 kuutiometriä hehtaarilla. (Soares ym. 2016.)

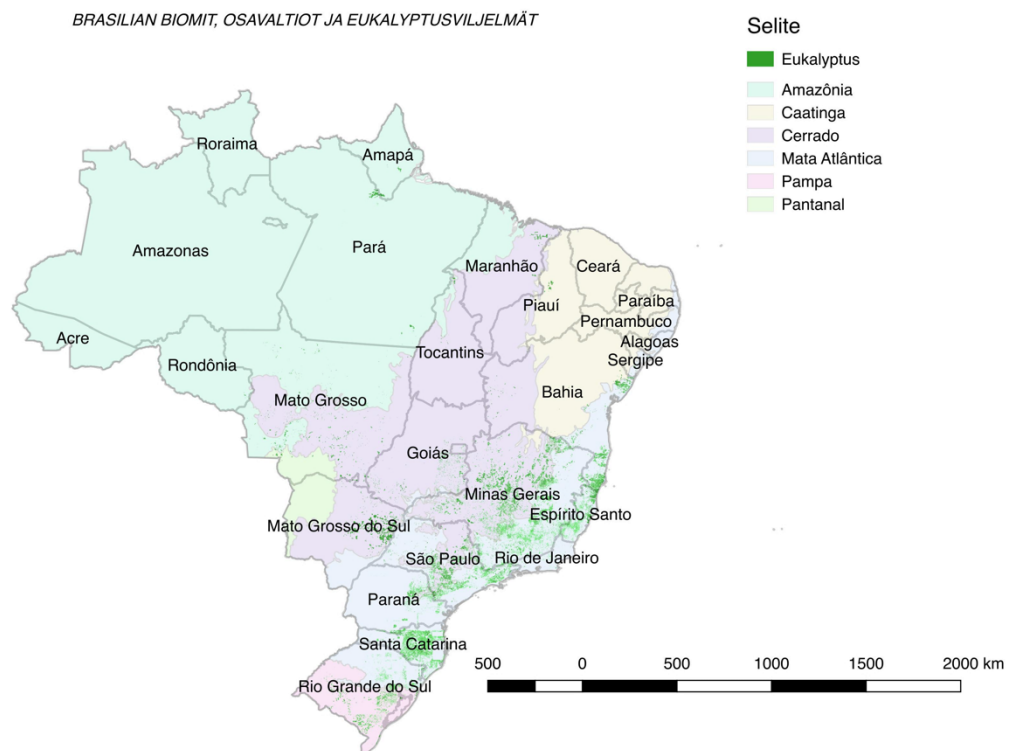


KUVA 3. Eukalyptusviljelmä (KUVA: Sami Sainio 2019)

## 5.2 Eukalyptuksen viljelyalueet ja käyttö

Valtaosa eli lähes 60 prosenttia Brasilian eukalyptusviljelmistä sijaitsee Brasilian eteläosissa Mata Atlântican ja Cerradon biomien alueella (Brazilian Tree Industry 2016, 29). Nykyiset eukalyptusviljelmät ovat olleet aiemmin muussa viljely- tai laidunkäytössä ja monella alueella kahviviljelmä onkin saanut väistyä tuottoisamman eukalyptuksen tieltä (Asiantuntija, A. 2018).

Eukalyptuksen tärkeimmät käyttökohteet eli selluloosan, teollisen polttopuun ja puuhiilen tuotanto sijoittuu suurimmalta osaltaan eukalyptusviljelmien välittömään läheisyyteen (kuvio 6). Samalle alueelle sijoittuvat myös eukalyptuksen jalosteiden jatkokäyttäjät kuten paperiteollisuus. Brasilian mittava terästeollisuus käyttää runsaasti eukalyptuksesta valmistettua puuhiiltä ja tämä näkyy erityisesti Minas Geraisin osavaltiossa, jossa eukalyptuksen tärkeä käyttökohde on puuhiilen valmistus. Eukalyptusta voidaan käyttää myös sahatavaran ja puutuotteiden kuten paneelien valmistukseen. Tämä käyttö on kuitenkin vielä vähäistä, vain kymmenen prosentin luokkaa. (Brazilian Tree Industry 2016.)



KUVIO 6. Eukalyptusviljelmät (Maptiler 2019; GFW 2019, muokattu)

### 5.3 Eukalyptusviljelmien omistus ja puunhankinta

Brasilian puuviljelmät mukaan lukien eukalyptusviljelmät ovat perinteisesti olleet metsäyhtiöiden omassa omistuksessa. Tilanne on kuitenkin muuttunut ja metsäyhtiöt omistavat enää vain kaksi kolmasosaa viljelmistä. Maan hinnan nousu on tuonut mukanaan yksityisiä metsäsijoittajia, joille viljelmät ovat tuottoisa sijoituskohde. Perinteiset sijoittajat ja maanviljelijät etsivät viljelmistä turvallista ja vakaata sijoituskohdetta. Maanviljelijöille metsä tuo sijoituksen lisäksi lisätulonlähteen viljelysten rinnalle. (Pöyry 2014.)

Metsän omistuksen muutos näkyy myös puunhankinnassa. Metsäyhtiöt eivät saa kaikkea tarvitsemaansa puuta omilta viljelmiltään. Tästä syystä puunhankintaan omien viljelmien ulkopuolelta on kehitetty suomalaisen käytännön kaltaisia hoitosopimuksia, joissa metsäyhtiö hoitaa puunkorjuun ja huolehtii uudistamistoimista. Käytössä on myös tienvarsi-kauppaa ja tehdaskauppaa muistuttavia puunhankintamenetelmiä, joissa yhtiö ostaa puun tien varteen tai tehtaalle toimitettuna. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

#### 5.4 Eukalyptuksen viljelymenetelmät Brasiliassa

Eukalyptuksen viljely Brasiliassa perustuu nopeaan, minimissään viiden vuoden intensiiviseen viljelykiertoon, jossa uudistaminen toteutetaan joko istuttamalla tai kantovesoja hyödyntämällä. Kiertoon ei yleensä kuulu harvennushakkuuta, vaan puut kasvatetaan kierron alusta loppuun samalla runkoluvulla. Kuviossa 7 nähdään yksinkertaistettu esimerkki istutukseen perustuvasta viljelykierron (kuvio 7). Kierrossa on kaksi toisiinsa nivoutuvaa osaa, jalostuskierto ja viljelykierto. Viljelykierto alkaa maanmuokkauksella, jossa maa valmistetaan istutukseen auringilla. Aurauksen yhteydessä maahan lisätään lannoitetta. Varsinainen istutus voidaan tehdä joko maanmuokkauksen yhteydessä tai erikseen. (Veracel 2019.)



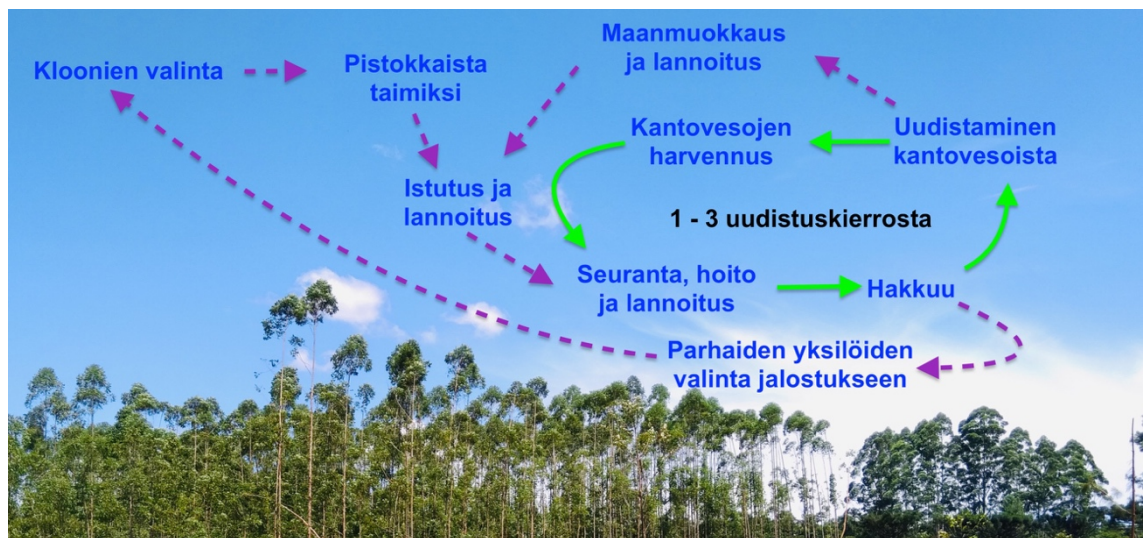
KUVIO 7. Eukalyptuksen viljelykierto (Veracel 2019, muokattu)

Istutusvaiheessa maahan lisätään lannoitteen ohessa vettä sitovaa polymeerigeeliä estämään juuriston kuivumista. Istutuksen jälkeiseen eukalyptuksen hoitoon sisältyy kasvunseurannan lisäksi lannoitusta ja mekaanista tai kemiallista kilpailevan kasvillisuuden torjuntaa. Hoitokierroksia, lannoitus mukaan lukien toteutetaan vuosittain. (Veracel 2019; Asiantuntija, A. 2018.)

Kuviossa 7 (kuvio 7) esitetään katkoviivoilla omana kiertonaan eukalyptuksen viljelyyn kuuluva jalostuskierto, jossa tuottoisimpien puuyksilöiden perimä valitaan uuden puuskupolven kasvattamiseen. Eukalyptuksen lyhyen kiertoaajan ansiosta jalostustulokset näkyvät nopeasti. (Veracel 2019.)

Eukalyptuksella on voimakas taipumus uusiutua kantovesoista ja hakkuun jälkeiseen uudistamista valmistelemaan metsänhoitoon kuuluu kantokäsittely, jossa kantoihin levitettävällä kemikaalilla estetään kantovesojen kehittyminen. Ilman kantokäsittelyä kantovesat häiritsevät uutta istutettua puusukupolvea. Vesomistaipumusta voidaan kuitenkin haluttaessa hyödyntää uudistamisessa. (Asiantuntija, A. 2018.)

Kuviossa 8 (kuvio 8) nähdään eukalyptuksen viljelykierto, jossa hyödynnetään eukalyptuksen uudistumista kantovesoista. Viljelykierron sisälle on piirretty vihreällä nuolella kantovesojen avulla tehtävä uudistaminen. Kantovesojen avulla toteutetaan useimmiten kolme uudistuskierrosta. Uudistuskierrosten määrän kasvaessa uudistamisen laatu huonontuu. Kantovesoista uudistettaessa jalostushyöty palautuu kiertoon hitaammin, koska uutta jalostettua taimiainesta tuodaan viljelyyn harvemmin kuin istutettaessa. (Ferraz Filho ym., 2014.)



KUVIO 8. Eukalyptuksen viljelykierto (Ferraz Filho ym., 2014; Asiantuntija A; Verracel 2019, muokattu)

## 6 KONEELLINEN PUUNKORJUU BRASILIAN EUKALYPTUSVILJELMILLÄ

### 6.1 Korjuuolosuhteet

Korjuuolosuhteisiin vaikuttavista tekijöistä merkittävin ja vaikeimmin hallittava on sää. Brasiliassa puunkorjuuta eniten rajoittava säätekijä on sade. Eukalyptuksen tärkeimmällä kasvatusalueella, Mata Atlanticalla, sateisin jakso ajoittuu kuumille ja kosteille kesäkuukausille eli joului-, tammi- ja helmikuulle. Vuotuinen sademäärä saattaa olla 2000 millimetriä, josta noin puolet eli 1000 millimetriä sataa kolmen sateisimman kuukauden aikana. (Venegas-Gonzalez ym., 2018.)



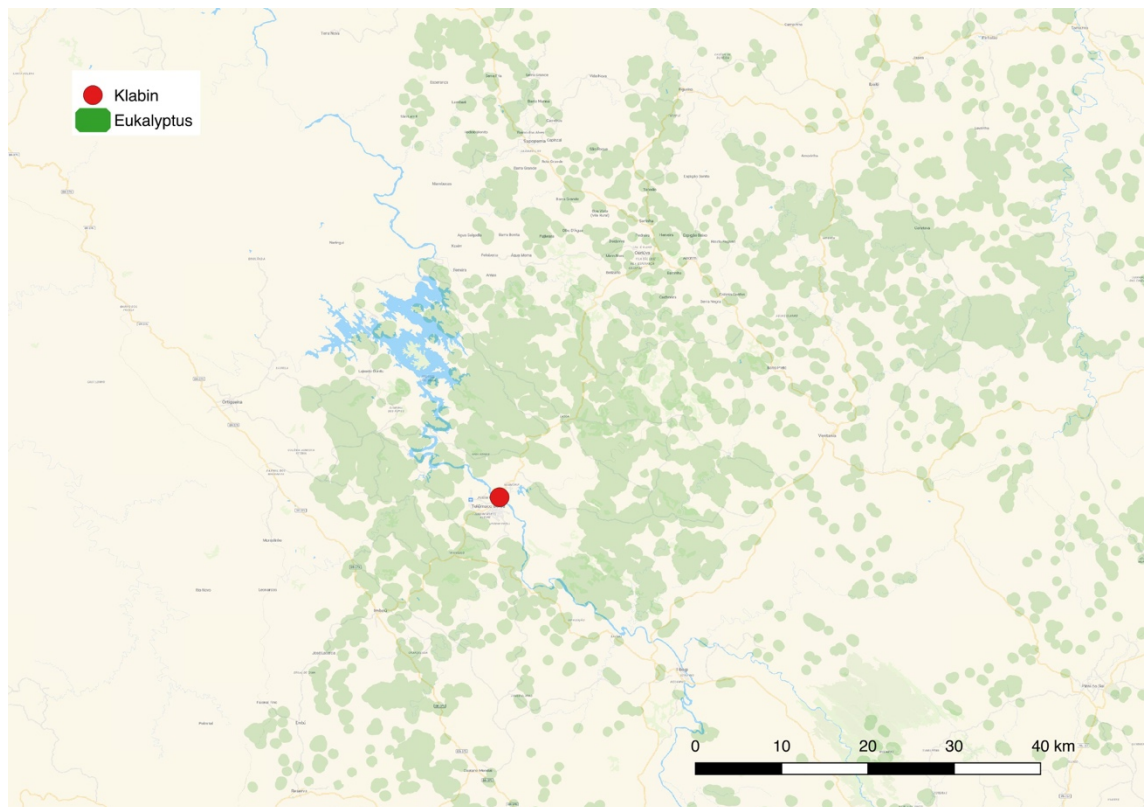
KUVA 4. Rautapitoista lateriittimaannosta (KUVA: Sami Sainio 2019)

Sade liittyy läheisesti toiseen Brasilian tärkeään korjuuolosuhdetekijään eli rinteisiin. Eukalyptusviljelmät sijaitsevat laajalla alueella ja pinnanmuotojen vaihtelu on suurta. Osalla puun käyttäjistä rinteiden osuus viljelyalasta on lähes puolet. Kuvassa 4 (kuva 4) näkyy Brasilian eukalyptusviljelmille ominainen punertava lateriittimaannos. Lateriittimaannos imee hitaasti vettä ja menettää sateella nopeasti kantavuuttaan. Samalla koneen kiinni-juuttumisriski kasvaa. Myös eroosiolle altistavia urapainumia syntyy helposti. Sateisiin liittyvä ukkonen tuo mukanaan omat turvallisuusriskinsä. Kaikki edellä mainitut maaperän aiheuttamat ongelmat korostuvat rinnepuunkorjuun yhteydessä. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)



## 6.2 Korjuukohteet, hakkuutapa ja puumäärät

Brasiliassa eukalyptusviljelmät keskittyvät eukalyptuksen käyttäjien, kuten tässä luvussa esimerkkinä käytettävän sellun- ja paperinvalmistaja Klabinin tuotantolaitosten välittömään läheisyyteen. Klabin kertoo vuoden 2017 kestävyysraportissaan (Klabin 2017) omien eukalyptusviljelmiensä sijoittuvan keskimäärin 66 kilometrin etäisyydelle tuotantolaitoksistaan. Kartasta (kuvio 9) nähdään esimerkkinä Klabinin Telamaco Borban sellutehtaan eukalyptusviljelmien sijainti. Suurimmat yhtenäiset viljelyalat keskittyvät tehtaaseen välittömään läheisyyteen.



KUVIO 9. Sellutehdas ja eukalyptusviljelmät. (Maptiler 2019; GFW 2019, muokattu)

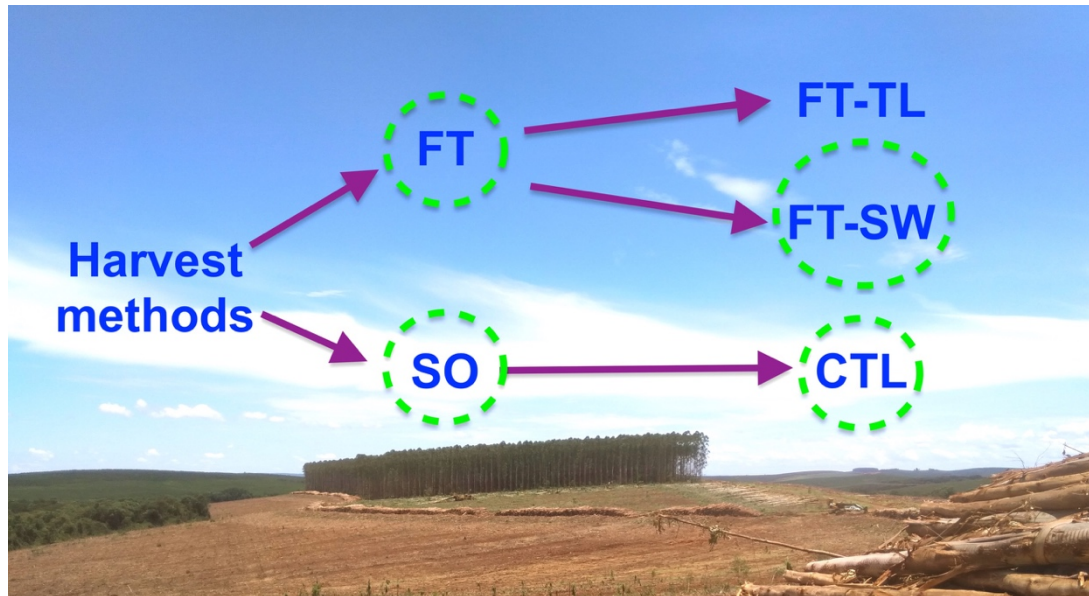
Kartan (kuvio 9) aineistona käytetyn Global Forest Watchin koko Brasilian kattavan aineiston mukaan yksittäisen yhtenäisen eukalyptusviljelmän koko on minimissään alle hehtaari ja maksimissaan noin 30000 hehtaaria. Viljelmän keskikoko on noin 40 hehtaaria. Viljelmien koko on sidoksissa omistajauuteen. Yleistäen voidaan sanoa, että metsäyhtiöiden omat viljelmät ovat kooltaan suuria ja muiden omistajien viljelmät ovat kooltaan pieniä. (GFW 2019; Asiantuntija, B. 2018.)

Viljelmien koko heijastuu suoraan puunkorjuualoihin. Metsäyhtiöiden omilla alueilla hakkuualat ovat isoja, jopa satoja hehtaareja, yksityisten metsänomistajien puunkorjuu-alojen ollessa vain muutamia hehtaareja. Keskimääräinen puunkorjuuala on kuitenkin suuruusluokaltaan yli sata hehtaaria. Puunkorjuualojen keskikoko todennäköisesti pienee tulevaisuudessa, mikäli puunhankinta suuntautuu yhä enemmän yksityisten metsänomistajien alueille. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

Eukalyptuksen kasvatuksessa on mahdollista käyttää harvennushakkuita ja näin kasvattaa jäljelle jäävää puustoa järeämmäksi (Florence 1996, 329). Brasiliassa harvennushakkuita ei juurikaan käytetä, vaan puu kasvatetaan ilman harvennuksia kiertoajan loppuun asti. Kiertoajan lopussa tehdään päätehakkuu avohakkuuna. Hakkuukertymä avohakkuulta on noin 350 kuutiometriä hehtaarilta (Asiantuntija, C. 2018). Harvennushakkuut saattavat tulla mukaan eukalyptuksen kasvatukseen, jos eukalyptuksen käyttö sahatavaran raaka-aineena lisääntyy. Eukalyptus reagoi nopeasti harvennuksen ja harvennuksen avulla voitaisiin tuottaa järeää puutavaraa sahauksen raaka-aineeksi, mikäli se katsotaan taloudellisesti järkeväksi toimenpiteeksi (Florence 1996, 334).

### 6.3 Koneelliset korjuumenetelmät

Brasilian eukalyptusviljelmillä koneellisessa puunkorjuussa käytetään kokorunko- (FT) ja tavaralaji- (CTL) korjuumenetelmiä (kuvio 10). Sama asiakas saattaa käyttää sekä kokorunko- että tavaralajimenetelmää. Eri menetelmien käyttö asettaa lisähaasteita puunkorjuun suunnittelulle ja toteutukselle. Menetelmien käyttö onkin usein eriytetty selkeästi omille maantieteellisille alueilleen. (Asiantuntija, A. 2018.)



KUVIO 10. Koneellisen puunkorjuun menetelmät (Chen ym., 2017, muokattu)

#### Kuviossa 10 esitettyjen puunkorjuumenetelmien selitykset:

- FT = fulltree = kokorunkomenetelmä
- FT-TL = kokorunko tehtaalle
- FT-SW = kokorunko tienvarteen, katkottuna tehtaalle,
- SO = stem only = vain runko,
- CTL = tavaralajimenetelmä

Kokorunkomenetelmää (FT) käytettäessä puu toimitetaan kokomittaisena joko lopulliselle käyttöpaikalle tai tienvarteen (Chen ym., 2017). Eukalyptusviljelmiltä kokorunkomenetelmällä korjattu puu katkotaan ja karsitaan tienvarren varastopaikalla ennen kaukokuljetusta (FT-SW). Tällä tavoin toimittaessa kaukokuljetus voidaan toteuttaa samalla kalustolla sekä FT- että CTL-menetelmällä korjatulle puulle (Asiantuntija, B. 2018).

Seuraavien sivujen kuvissa nähdään esimerkki yhdestä mahdollisesta eukalyptuksen kokorunkokorjuun (FT) korjuuketjusta. Kaatokone (feller-buncher) katkaisee useamman rungon, pitää rungot kourassaan ja kaataa ne joukkokäsittelynä samanaikaisesti (kuva 5). Juontokone (kuva 6) kuljettaa rungot tienvarren varastopaikalle jossa katkonta/karsintayksikkö (kuva 7) karsii rungot ja katkoo rungot haluttuun mittaan. Esimerkkiketjussa katkonta ja karsinta on yhdistetty puutavaran kuormaimen. Suomalaisesta käytännöstä poiketen puutavaran kuormainta ei ole integroitu osaksi puutavara-autoa, vaan kuormain on oma itsenäinen yksikkönsä. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

Kokorunkomenetelmän seurauksena hakkuutähteet kuten oksat, kuoret ja latvat kasautuvat varastopaikalle. Tämä saattaa olla edullista, mikäli hakkuutähteillä on jatkokäyttöä esimerkiksi energian tuotannossa. Tavaralajimenetelmää käytettäessä hakkuutähteiden hyödyntäminen edellyttää erillistä tähteiden keruuta, mutta toisaalta hakkuutähteiden sisältämät ravinteet jäävät viljelmälle tavaralajimenetelmää käytettäessä. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)



KUVA 5. Kaatokone (Tigercat 2019a)



KUVA 6. Juontokone (Tigercat 2019b)



KUVA 7. Kuvan vasemmassa reunassa kuormauskone varustettuna katkonta- ja karsintayksiköllä. (Tigercat 2019c)

Tavaralajimenetelmässä (CTL) puu karsitaan ja katkotaan käyttötarkoituksen mukaisesti jo hakkuupaikalla. Tavaralajimenetelmässä puunkorjuuketjun ensimmäinen lenkki on kaadon, karsinnan ja katkonnan suorittava hakkuukone (kuva 8) tai hakkuupäällä varustettu tela-alustainen kaivinkone. Toisena lenkinä on kuormatraktori (kuva 9), jolla puutavara kuljetetaan hakkuupaikalta tienvarsivarastolle. (Asiantuntija, A. 2018.)



KUVA 8. Hakkuukone eukalyptusviljelmällä (Ponsse 2019a)



KUVA 9. Kuormatraktori eukalyptusviljelmällä (Ponsse 2019b)

#### 6.4 Koneellinen puunkorjuu rinteillä

Brasiliassa viljelymetsä kilpailee samoista alueista muun maankäytön kanssa. Kilpailun vuoksi viljelymetsät ovat laajenneet muuhun käyttöön huonosti sopiville alueille kuten rinteille. Rinteet tuovat koneelliseen puunkorjuuseen uusia haasteita, joihin konevalmistajat ovat reagoineet tuotekehityksellä. Rinteiden puunkorjuuta on kehitetty sekä kokorunko- että tavaralajimenetelmää soveltaen (Visser R & Stampfer 2015).

Perinteisesti rinteiden puunkorjuussa on käytetty manuaalista ja koneellista puunkorjuuta yhdistävää korjuumenetelmää eli köysiratapuunkorjuuta (cable logging, skyline logging). Yksinkertaistettuna, köysiratapuunkorjuussa puut kaadetaan manuaalisesti tai koneellisesti ja kuljetetaan rinteestä pois köysiradan avulla. Köysiratamenetelmä on työturvallisuuden kannalta haasteellinen ja usein tehoton. Korjuukustannukset nousevat korkeammiksi kuin köysirataa käyttämättömässä puunkorjuussa. (Visser R & Stampfer 2015.)

Rinteiden koneellisessa puunkorjuussa rinteiden jyrkkyys ei ole ainoa puunkorjuuta rajoittava tekijä. Rinteiden jyrkyyden lisäksi tulee huomioida monta muuta muuttujaa kuten maaperän laatu ja eroosioherkkyys, sääolosuhteet, korjuukalusto, korjattavan puun koko ja kuljettajan osaaminen. Rinteiden korjuukelpoisuuden ei ole määritettävissä yhtä ehdotonta maksimijyrkkyyttä vaan korjuukelpoisuus määräytyy monen tekijän summana. (Visser R & Stampfer 2015; Asiantuntija, A. 2018.)

Sekä kokorunko- että tavaralajimenetelmän koneissa on tehty osin samankaltaisia ratkaisuja rinnekelpoisuutta lisäämässä. Tärkeimmät kehityskohteet ovat olleet koneen vakautuksen lisääminen ja operaattorin työskentelyergonomian parantaminen. Vakautta on etsitty erilaisin rakenteellisin ratkaisuin, kuten itsenäisesti ripustettujen akselien ja pyörien määrää lisäämällä. Vakautta on lisätty myös automaattisten vakautusjärjestelmien avulla. (Visser R & Stampfer 2015.)

Alustan, puomin ja ohjaamon automaattiset vakautusjärjestelmät optimoivat koneen painopistettä rinnetyöskentelyyn ja pitävät kuljettajan työympäristön miellyttävänä. Työskentelyergonomiia ja tehokkuutta parantavat myös 360 asteen näkyvyyden tarjoavat ohjaamot näkyvyyttä parantavine kamerajärjestelmineen. Seuraavan sivun kuvissa (kuva 10, kuva 11) esitellään hakkuukoneen rinnetyöskentelyä helpottavia ratkaisuja. Koneen voima ja paino siirtyy maahan joko telojen tai pyörien maakontaktin kautta. Maakontaktin merkitys korostuu rinteiden puunkorjuussa. Kitkaa tulee olla riittävästi, mutta maaperä ei



saisi rikkoutua tarpeettomasti. Pyöräkoneissa maakontaktia parannetaan pyörien päälle asennettavilla teloilla. Pyöräkoneeseen asennetut telat laajentavat maakontaktipistettä ja suojelevat maaperää (kuva 11). (Visser R & Stampfer 2015.)



KUVA 10. Vakautettu ohjaamo (Ponsse 2019a)



KUVA 11. Telavarustus (Ponsse 2019a)

Koneellista puunkorjuuta voidaan viedä entistä vaativampiin, muuttuviin rinneolosuhteisiin vinssiavustusta käyttämällä. Tämän opinnäytetyön näkökulma vinssiavusteisuuteen on Ponsse käyttämä Synchroninch -ratkaisu, jossa vinssi on integroitu hakkuukoneeseen tai kuormatraktoriin (kuva 12). Vinssi avustaa työkoneen liikkumista tarpeen mukaan ja estää sutimista. Vinssiavustus vähentää maaperäaurioita ja eroosioriski pienenee. Vinssiavusteisessa puunkorjuussa kone ei roiku vaijerin varassa, vaan pysyy paikallaan jarrujensa ja kitkan avulla. Hyvissä olosuhteissa, pintamaan ollessa kuivaa ja kovaa, Synchroninchin avulla voidaan työskennellä jopa 35 asteen (70%) rinteillä. Synchroninch säätelee automaattisesti vetovoiman ja kuljettajan tuleekin lähinnä huolehtia vaijerin kiinnityksestä ja irrotuksesta ankkuripisteeseen. (Asiantuntija, A. 2018.)



KUVA 12. Kuormatraktori ja ankkurikanto (Ponsse Oyj 2018a)

## **7 HAVAINTOJA KORJUUTYÖNJOHTAJAN TEHTÄVISTÄ, KORJUUNSUUNNITTELUSTA JA KORJUUNOHJAUKSESTA**

Kaikki puunhankinta lähtee liikkeelle tuotantolaitoksen puuraaka-ainetarpeista. Korjuutyönjohtaja on osa ketjua, joka varmistaa, että tuotantolaitos saa laadullisesti ja määrällisesti oikeanlaista puuta oikeaan aikaan. Puuraaka-aineen saatavuus varmistetaan korjuusuunnittelulla ja korjuunohjauksella. (Meriläinen ym.1995; Rantala 2018, 356 – 363.)

Puunhankinnan suunnittelu voidaan jakaa kolmeen tasoon. Ylimpään tasoon eli strategiseen suunnitteluun, keskimmäiseen taktiseen tasoon eli tuotantojaksosuunnitteluun ja yksittäistä korjuukohdetta lähimpään operatiiviseen suunnitteluun. Operatiivisessa suunnittelussa muodostetaan yksittäisen korjuun työohjelmat ja kuljetusohjelmat. (Meriläinen ym.1995; Rantala 2018, 360.)

Brasiliassa yksittäisen korjuukohteen korjuunohjauksesta vastaa korjuutyönjohtaja. Tässä tehtävässään hän hyödyntää ja täydentää operatiivisen suunnittelun tuottamaa tietoa. Seuraavissa alaluvuissa puunkorjuun suunnittelua ja korjuunohjausta havainnoidaan korjuutyönjohtajan näkökulmasta, operatiivisen suunnittelun ja korjuun työohjelman välimaastosta.

### **7.1 Korjuutyönjohtaja**

Korjuutyönjohtajan tärkein tehtävä on korjuutyömaan päivittäisen työn organisointi. Hän toteuttaa tehtävää operatiivisen suunnittelun ohjeistuksen mukaan ja raportoi päivittäin korjuun edistymisestä, korjuumääristä ja mahdollisista ongelmista. Korjuutyönjohtajan vastuulle saattaa kuulua myös hakkuun jälkeen tehtävien uudistamistoimien kuten maanmuokkauksen ja istutuksen koordinointi. (Supervisor, A. 2018; Supervisor, B. 2018.)

Brasilialainen puunkorjuutyömaa on suomalaisen ja jopa Brasilian naapurimaa Uruguayn verrattuna perinteinen ja hierarkkinen. Yksittäisen työntekijän vastuualue on Brasiliassa paljon pienempi ja tiukemmin lokeroitu kuin Suomessa. Korjuutyönjohtaja joutuu ohjeistamaan ja valvomaan yksittäisiä työtehtäviä huomattavasti Suomea enemmän. Liiallinen valvonta ja ohjeistus voi pahimmillaan johtaa tarpeettoman pikkutarkkaan johtamistapaan. Toisaalta työntekijät eivät ole tottuneet suomalaistyyppiseen itsenäiseen työskentelyyn ja työnjohtajalta odotetaan ohjeistusta. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018.)

Toimenkuvien tiukka lokerointi näkyy eri työtehtävien välillä monin tavoin. Esimerkiksi kuljettaja ei itse saa tankata konetta, vaan tankkaaminen on mekaanikon tehtävä. Esimerkkitapaus selittyy Brasilian voimakkaiden ammattiliittojen neuvottelemilla yksityiskohtaisilla työehtosopimuksilla, joissa määritellään työntekijän työtehtävät hyvin tarkasti. Toimenkuvien lokerointi näkyy työntekijätason lisäksi myös korjuutyönjohtajan edustamalla toimihenkilötasolla. Korjuutyönjohtajan vastuulla on vain puukorjuu ja joissain tapauksissa myös uudistamistoimet. Korjuutyömaan koneiden kunnossapidosta ja huollosta vastaa oma tiiminsä, jota johtaa huollon työnjohtaja. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018.)

## 7.2 Korjuun suunnittelun lähtötilanne

Korjuutyönjohtajan vastuulla on uuden puunkorjuukohteen aloitus. Korjuun toteuttamisessa vaadittavan tiedon hän saa operatiivisesta suunnittelusta. Työmaakohtaisen suunnittelun pohjana käytetty maastotieto puumäärätietoinen on laadukkaiden suunnittelujärjestelmien avulla tuotettua, suurimmalta osaltaan korkealaatuista ja täsmällistä (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018). Tarvittava paikka- ja metsävaratieto on luotu kaukokartoitusaineiston avulla. Osana aineistona on myös tarkkaa laserkeilausaineistoa. Maastotiedon laadussa on kuitenkin suuria yritys- ja aluekohtaisia eroja. Maastotiedon laatu on yleensä heikompaa, kun operoidaan yhtiöiden omien maiden ulkopuolisilla yksityisillä mailla. (Asiantuntija, A. 2018.)

Pohjatiedosta on tuotettu ESRI:n (Environmental Systems Research Institute) paikkatietojärjestelmien avulla työmaakarttaluonnokset ja tarkat hakkuukertymätiedot työnjohdon käyttöön. Karttaluonnosten laatu vaihtelee, mutta yksityiskohtaisimmillaan karttaluonnos sisältää jopa korjuujärjestyksen ja suositellut korjuukoneiden ajosuunnat merkittyinä valmiiksi kartalle. Vierailun aikana havaittiin, että hakkuukertymätietoa ja todennäköisesti myös hakkuutoteutumaa käsitellään Excel-muodossa. Kaikkea suunnittelua helpottaa eukalyptusviljelmän tasalaatuisuus ja avohakkuun käyttö ainoana hakkuutapana. (Asiantuntija, A. 2018; Supervisor, A. 2018; Supervisor, B. 2018.)

Korkealaatuisten suunnittelujärjestelmien käytöstä huolimatta korjuutyömaan suunnittelua joudutaan täydentämään maastokäynneillä, joko ennen puunkorjuuta tai viimeistään puunkorjuun aikana. Maastokäyntien tarpeellisuus ilmeni vierailun aikana. Asiakkaat

kertoivat havainneensa maastokäyntien tarpeellisuuden ja lisänneensä resursseja maastossa tehtävään suunnitteluun. Maastossa tapahtuva suunnitelmien tarkennus ei siis jää pelkästään korjuutyönjohtajan vastuulle. Mielenkiintoinen maastotyöskentelyn yksityiskohta on runsas droonien käyttö. Drooneja käytetään maastotyön apuna sekä puunkorjuun suunnittelu- että toteutusvaiheessa (Supervisor, A. 2018; Supervisor, B. 2018).

### 7.3 Korjuukohteen työmaasuunnittelu

Puunkorjuun työmaasuunnittelu voidaan määritellä esimerkiksi seuraavalla tavalla: ”Puunkorjuun työmaasuunnittelun tarkoituksena on varmistaa, että hakkuu, metsäkuljetus ja puutavaran varastointi voidaan toteuttaa suunniteltuna ajankohtana ja käytettävissä olevin resurssein.” (Rantala 2018, 364.)

Edellä mainittu puunkorjuun työmaasuunnittelun määritelmä on pätevä niin suomalaisella kuin brasilialaisella korjuukohteella. Brasilialainen korjuutyönjohtaja joutuu korjuukohdetta suunnitellessaan miettimään suomalaisen korjuukohteen suunnittelun kannalta tuttuja asioita kuten puutavaralajeja, teitä, korjuuajankohtaa, varastopaikkoja, vaaranpaikkoja, suojelukohteita, ympäristöasioita ja maastomerkintöjä (Metsäteho Oy 2010; Rantala 2018, 364). Työmaasuunnitteluun vaikuttavat myös hakkuun jälkeiset uudistamistoimet. Brasilian tapauksessa esimerkiksi kantovesoista uudistamista käytettäessä tulee kantojen kolhimista välttää (Asiantuntija, A. 2018).

Korjuukohteen tai lähekkäin toisiaan sijaitsevien korjuukohteiden koko on Brasiliassa huomattavasti Suomea suurempi ja korjuukohteella saatetaankin toimia useiden viikkojen ajan. Kohteelle rakennetaan heti korjuun alussa muutamasta kontista tai parakista koostuva puolikiinteä huoltokeskus työnjohdon, työntekijöiden, työmaan kokoontumisten ja koneiden huollon käyttöön. Huoltokeskukseen pyritään myös rakentamaan toimiva langaton tiedonsiirtoyhteys korjuutyömaan ja tehtaan välille. Tarvittaessa yhteys voidaan rakentaa esimerkiksi satelliittiyhteyden avulla. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

Eukalyptusviljelmän korjuukohteella puutavaralajeja on vähän, joten työmaasuunnittelu on tältä osin helppoa. Tieverkosto saattaa olla ongelmallinen, koska teiden laatu on vaihteleva ja tieverkosto ei ole ulottuvuuksiltaan aina riittävä. Tiestöstä johtuviin ongelmiin törmätään erityisesti, kun toimitaan uusilla korjuukohteilla, yksityisomisteisilla viljel-

millä ja rinteillä. Rinnekorjuussa suunnitelmallisesti toteutetun tieverkoston merkitys korostuu. Vinssiavusteinen puunkorjuu vaatii sujuvasti toimiakseen riittävän tiheän tieverkoston myös rinteiden keskiosissa. Tieverkostoon ja rinteisiin liittyy läheisesti myös korjuujankohta. Kesän neljän kuukauden sadeaika heikentää maaperän kantavuutta, tieverkoston kunto huononee ja puunkorjuuta joudutaan rajoittamaan erityisesti jyrkimmiltä rinteiltä. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

Varastopaikan suunnittelussa mietitään samanlaisia asioita sekä Brasiliassa että Suomessa. Tärkeimmät yksityiskohdat ovat varastotilan riittävä koko ja varaston sijoitus. Brasiliassa varastopaikan suunnittelussa yhtenä merkittävänä erona suomalaiseen verrattuna on kuormauskoneiden käyttö. Puutavara-autoissa ei ole integroitua puutavarakuormainta, vaan kuormaus tehdään erillisillä kuormauskoneilla. (Asiantuntija, A. 2018.)

Suunnittelussa huomioitavat vaaralliset kohteet ovat Brasiliassa osin samoja kuin Suomessa eli esimerkiksi sähkölinjoja tai jyrkänteitä (Metsäteho Oy 2010; Rantala 2018, 364). Vaaralliset kohteet merkitään sekä karttaan että tilanne- ja toimijakohtaisesti myös maastoon. Kuvassa 13 näkyy esimerkki brasilialaisesta maastomerkinästä. Vaaranpaikka eli kuoppa on merkitty pitkäksi jätetyillä kannoilla ja maalatuilla merkinnöillä. (Asiantuntija, A. 2018).



KUVA 13. Vaarallisen paikan merkintätapa (KUVA: Ponsse Oyj 2019)

Esimerkkejä työmaasuunnitteluun liittyvistä suojelukohteista ja ympäristöasioista näkyy kuvissa 14 ja 15. Kuvassa 14 on esimerkki hakkuun ulkopuolelle jätettävästä FSC-sertifioinnin mukaisesta säästöpuuryhmästä (kuva 14). Seuraavan sivun kuvassa 15 näkyy säästöpuiksi jätettäviä suojeltuja araukarioita (kuva 15).



KUVA 14. Säästöpuuryhmä (KUVA: Sami Sainio 2019)



KUVA 15. Araukariat säästöpuina (KUVA: Sami Sainio 2019)



## 7.4 Korjuunohjaus

Eukalyptusviljelmällä sijaitsevan korjuukohteen koko vaihtelee paljon, mutta usein puhtaan Suomeen verrattuna suurista, satojen hehtaarien korjuualoista. Korjuutyömaalla työskentelee monta konetta ja kuljettajaa yhtä aikaa, joten työnjohtaja joutuu työtä ohjattaessaan liikkumaan isolla alueella ja synkronoimaan monen eri työkoneen työt järkeväksi kokonaisuudeksi. Koneiden täsmällisen paikkatiedon puuttuminen saattaa aiheuttaa ongelmia. Lähikuljetusmatkat ovat pitkiä ja kuljetettavat puumäärät suuria. Järjestelmälliset ja ajomatkoja optimoivat työtavat ovat tärkeitä, jotta työskentely on mahdollisimman tehokasta. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018.)

Korjuunohjausta helpottaa puutavaralajien vähäinen määrä. Katkontapituuksia saattaa olla käytössä vain yksi. Tämä helpottaa hakkuun lisäksi lähi- ja kaukokuljetuksen ohjausta. Korjuunohjausta helpottaa myös se, että puunkorjuuresurssit koneineen ja henkilöstöineen ovat kiinteä osa tehtaan puunhankintaorganisaatiota. Koneet ovat yhtiöiden omistuksessa ja työntekijät tehtaan työntekijöitä. Ulkopuolisia korjuuyrittäjiä ei juuri ole. Tiedonsiirtoa hidastavia tai vaikeuttavia rajapintoja on vähemmän kuin yrityksen ulkopuolisia resursseja käytettäessä. Rajapintojen vähäisyydestä huolimatta yritysten sisäinen tiedonkulku saattaa toisinaan olla hankalaa. Tieto ei kulje kitkattomasti suunnittelun ja toteutuksen välillä. Kappaleessa 7.1 mainittu hierarkkisuus heijastuu korjuusuunniteluun ja korjuunohjaukseen. Suunnittelu on hierarkiassa korkeammalla tasolla kuin puunkorjuun toteutus ja suunnittelijat eivät ole innokkaita vierailemaan korjuukohteilla. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018.)

Puukorjuun aloitusvaiheessa työnjohtaja tarkentaa operatiivisesta suunnittelusta saamiinsa työmaaohjeita ja opastaa työntekijöitä henkilökohtaisesti käyttäen karttamuotoista korjattavat puumäärät sisältävää työohjetta apunaan. Työohjeet ovat tällä hetkellä usein paperimuodossa. Työnjohtajien haastatteluissa tosin ilmeni, että kehitteillä on työnohjeistus älypuhelinsovelluksen avulla. Työskentelyn aikana työnjohtaja arvioi työn laatua seuraamalla muun muassa kantojen pituuksia, katkotun puutavaran kuorinnan laatua ja pituusmittoja. Tärkein seurantakohde on kuitenkin kuljettajien tuottavuus mitattuna vuoron aikana hakattujen tai kuljetettujen puukuutiometriä avulla. Osa yrityksistä jopa julkaisee kuljettajien päivittäiset tuotantotiedot kaikkien työntekijöiden nähtäväksi. (Supervisor, A. 2018; Supervisor, B. 2018.)

Eukalyptusviljelmien reaaliaikaista korjuunohjausta vaikeuttaa mobiilidataverkkojen huonolaatuisuus tai jopa täydellinen puuttuminen. Edellä mainittu osaltaan myös selittää paperimuotoisten karttojen ja työohjeiden käyttöä. Mobiiliverkkojen huonon laadun vuoksi työkoneiden työmaakohtainen tiedonsiirto katkentaohjeineen ja tuotantotietoineen tehdään usein USB-muistitikun avulla. Mobiilitiedonsiirron puutteet näkyvät osaltaan koneiden korjauksissa ja huollossa. Koneen diagnostiikkaan ja lokitiedostoihin ei aina päästä käsiksi etäyhteyden avulla. Ongelmatilanteiden selvittäminen saattaa hidastua. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018; Asiantuntija, C. 2018.)

## 7.5 Korjuukohteen työmaasuunnittelu ja korjuunohjaus vinssiavustusta käytettäessä

Vinssiavusteinen puunkorjuu tuo työmaasuunnitteluun ja korjuunohjaukseen lisää suunnittelu- ja ohjauskohteita. Puunkorjuussa tulee kiinnittää erityistä huomiota rinteiden jyrkkyyden ja korjuuolosuhteiden seurantaan, ankkurointipisteisiin, vinssin ulottuvuuksiin, teihin, varastoihin, koneiden ajosuuntiin ja puun kaatosuuntiin. Kuvan 16 korjuukohteella (kuva 16) näkyy esimerkkejä varastojärjestelyistä, puun kaatosuunnista ja tien sijoituksesta. Rinnepuunkorjuu on riskialttiimpaa kuin tasamaalla tapahtuva puunkorjuu ja työturvallisuuden tulee olla läpäisyperiaatteella mukana kaikessa suunnittelussa ja ohjauksessa. (Asiantuntija, A. 2018.)



KUVA 16. Näkymä rinnekorjuukohteelta. (KUVA: Ponsse Oyj 2019)

Perusolettama vinssiavustuksessa on, että kone pysyy vallitsevissa olosuhteissa rinteessä paikallaan ilman vinssiavustusta sekä pyörän että maapinnan välisen kitkan ja koneen jarrujen tukemana. Vinssiavustusta käytettäessä työkone ankkuroidaan vaijerin avulla työskentelykohteen ylärinteessä sijaitsevaan luotettavaan ankkurointipisteeseen kuten esimerkiksi puun runkoon, kanton tai toiseen työkoneeseen. Brasiliassa ankkurointipisteinä käytetään useimmiten kantoja. Korjuusuunnittelussa ja korjuunohjauksessa tulee-

kin varmistaa, että rinteeseen jätetään hakkuuvaiheessa riittävä määrä ankkurointiin sopivia, hyvälaatuisia, pidemmäksi jätettyjä kantoja joihin vinssin vaijeri voidaan kiinnittää. Kuvassa 17 näkyy esimerkki ankkurikannosta (kuva 17). (Asiantuntija, A. 2018.)

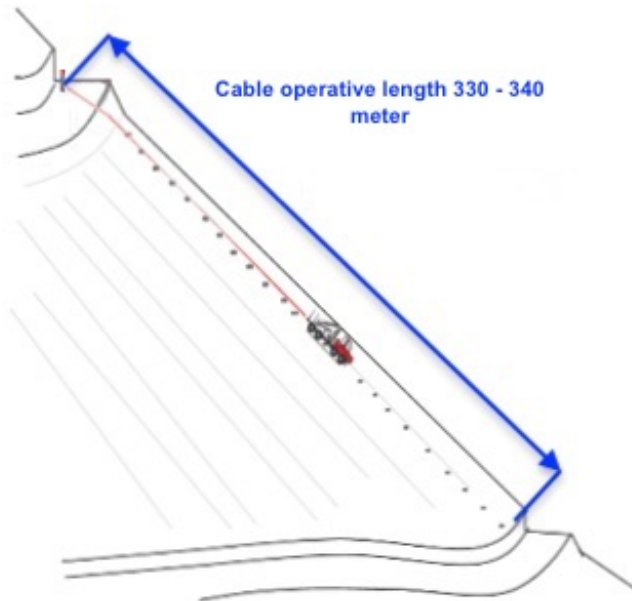


KUVA 17. Ankkurikanto merkintöineen (KUVA: Ponsse Oyj 2019)

Vinssiavustuksen käyttö tulisi ennakoida jo operatiivisessa suunnittelussa varmistamalla, että kohteella on riittävän tiheä ja oikein sijoitettu tieverkosto. Käytännössä tämä ei aina toteudu, vaan tieverkostoa saatetaan joutua täydentämään vielä puunkorjuun yhteydessä (Asiantuntija, B. 2018). Tieverkoston kattavuus ei yksin riitä. Teiltä vaaditaan rinteissä riittävää leveyttä. Liian kapeat tiet vaikeuttavat puun varastointia, kaukokuljetusta ja kuormatraktorin siirtymää maastosta tielle. (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)

Suunniteltaessa tietä rinteelle, vinssiavausteisen puunkorjuun käyttöön, tien tarvetta määrittelee vinssin vaijerin pituus. Vaijerin pituus määrää koneen maksimiulottuvuuden ankkuripisteestä mitattuna. Ponsse Sychrowinchin tapauksessa vaijerin käytettävissä oleva pituus on noin 340 metriä. Seuraavan sivun kuvan 18 esimerkkitapauksessa tiet ovat optimaalisen mitan etäisyydellä toisistaan, vinssin ulottuvuus tulee tehokkaasti hyödynnettyä (kuva 18). (Asiantuntija, A. 2018.)

Vinssiavustuksen käyttö haastaa perinteisen puunkorjuuajattelun. Perinteisessä puunkorjuun toteutuksessa puun kuljetussuuntana rinteissä on lähes aina alamäki. Vinssiavustusta käytettäessä puu voidaan useimmiten kuljettaa puunkorjuun toteutuksen kokonaisuuden kannalta edullisimpaan suuntaan. Perinteinen alamäki ajattelu ei ole tarpeen. Kuvan 18 esittämässä esimerkissä vapaasti valittava ajosuunta merkitsee sitä, että lähikuljetus voidaan tehdä tarvittaessa ylemmän tien varressa sijaitsevalle varastopaikalle (kuva 18). (Asiantuntija, A. 2018.)

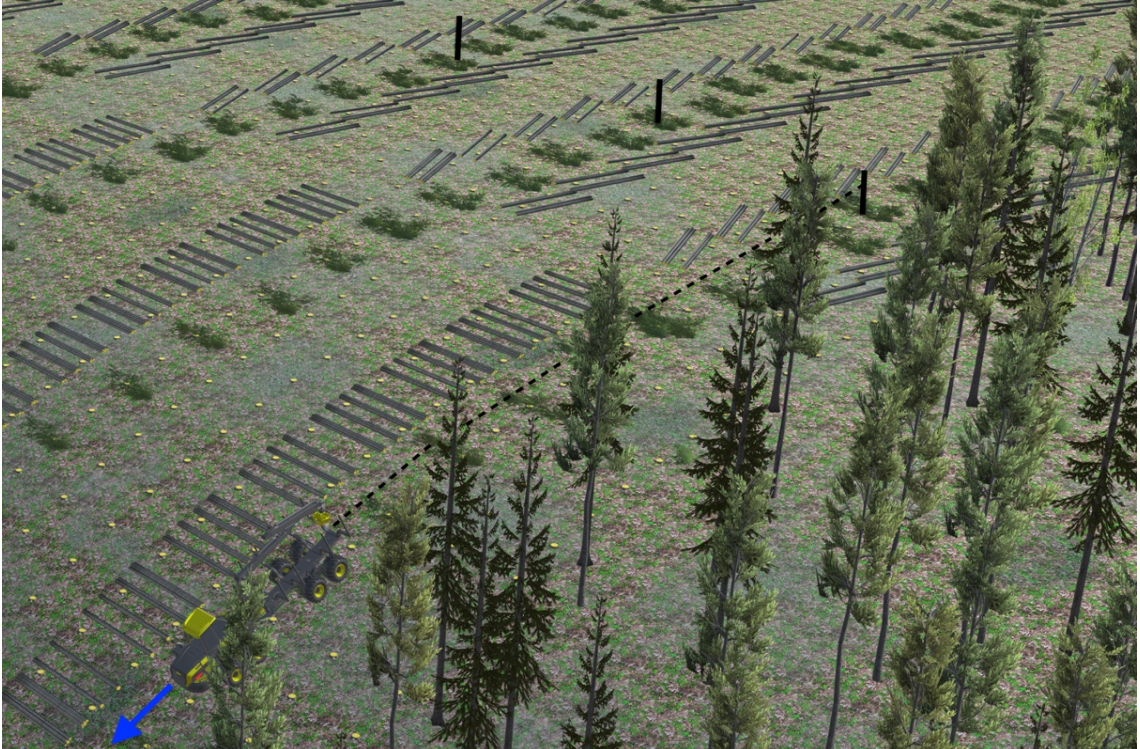


KUVA 18. Vinssin ulottuvuus ja tiejärjestelyt (Ponsse Oyj 2019)

Eukalyptuspuutavaran erityisominaisuudet kuten korkea tuoretiheys ja kuorittu puutavaran liukkaus vaikuttavat osaltaan rinteiden puunkorjuun suunnitteluun. Eukalyptuksen korkea tuoretiheys tulee huomioida korjuukaluston mitoituksessa. Rinteillä kaluston mitoituksen merkitys korostuu. Rungot ovat painavia, joten hakkuukoneen ja hakkuupään tulee kyetä käsittelemään painavia runkoja. Korkean tuoretiheyden vuoksi kuormien paino nousee korkeaksi ja tämä saattaa aiheuttaa ongelmia lähikuljetukselle. Kuorittu eukalyptus kuivuu ja samalla kevenee nopeasti. Joissain tapauksissa eukalyptuksen annetaankin tarkoituksellisesti kuivua jopa monen kuukauden ajan ennen lähikuljetusta (Asiantuntija, C. 2018).

Kuorittu eukalyptuksen liukkaus aiheuttaa lisätoimia rinteissä operoitaessa. Liukas puutavara liukuu helposti alas rinnettä. Liukumisen estämiseksi puutavara kaadetaan ja kasataan rinteeseen nähden poikittaissuuntaan. Kasoja saatetaan myös joutua tukemaan esimerkiksi hakkuutähteiden tai pidemmiksi jätettyjen kantojen avulla. Kuvassa 19 näkyy

esimerkki kaatosuunnasta rinteessä ja tasaisella (kuva 19). Samassa kuvassa näkyy esimerkki ankkurikannoista ja kuormatraktorin ajosuunnasta (kuva 19). (Asiantuntija, A. 2018; Asiantuntija, B. 2018.)



KUVA 19. Kuormatraktori matkalla noutamaan kuormaa alarinteestä. (Ponsse Oyj 2019)

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön aihepiiri on erittäin laaja ja työn rajaaminen on ollut todella haastavaa. Monta tärkeää eukalyptuksen viljelyyn ja puunkorjuuseen liittyvää kysymystä jää työssä vaille vastausta. Olen kuitenkin luottavainen siihen, että lukija on löytänyt työstä vastaukset johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Pohdintaosuus vastaa osaltaan ehkä vielä avoimeksi jääneisiin kysymyksiin tai mikä vielä parempaa, mahdollistaa uusien tutkimuskysymysten tekemisen!

Ennusteiden mukaan sellun kysyntä on maailmantalouden epävakaudesta huolimatta hienoisessa kasvussa. Brasilian selluteollisuuden suuret toimijat kuten Klabin ja Suzano suunnittelevatkin uusien tuotantolaitosten perustamista. Raaka-aineen ja erityisesti eukalyptuksen tarve kasvaa. Eukalyptuksen lisääntyvään kysyntään vastataan nykyisten viljelmien tuotannon kasvattamisella ja uusien viljelyalueiden käyttöönotolla. Osa tarvittavasta eukalyptuksesta voidaan saada puuhiilen tuotantoon käytetyiltä eukalyptusviljelmiltä. Brasiliassa raakaraudan valmistuksessa käytetään suuret määrät eukalyptuspohjaista puuhiiltä. Raudan tuotanto kuitenkin vähenee parhaillaan ja raudanvalmistukseen käytettyjä eukalyptusviljelmiä vapautuu selluteollisuuden käyttöön (Dry Cargo International 2018). Vapautuvat viljelmät ovat suuria, mutta eivät kuitenkaan yksin riitä kaikkien uusien sellun käyttäjien tarpeisiin. Uutta viljelyalaa siis vaaditaan.

Optimistisimpien arvioiden mukaan eukalyptuksen vuotuista kasvua on mahdollista kasvattaa nykyisestä 40 kuutiometrin vuosittaisesta hehtaarikasvusta jopa 70 kuutiometrin vuosittaiseen hehtaarikasvuun. Mikäli arviot toteutuvat niin kiertoaika voi lyhentyä nykyisestä seitsemästä vuodesta useita vuosia. Yksi uusista keinoista tuotannon kasvattamiseen ja kierron nopeuttamiseen on geenimuunnellun eukalyptuksen käyttö. Brasilian viranomaiset hyväksyivät geenimuunnellun eukalyptuksen käytön vuonna 2015 ja sellunvalmistaja Suzano kasvattaa geenimuunneltua eukalyptusta jo nyt sekä omilla että yhteistyökumppaneidensa viljelmillä (Labiotech.eu 2105). Geenimuuntelun avulla on säästetty noin 20% tuotoksen lisäys tavanomaiseen eukalyptukseen nähden.

Nopeutuneen kierron mukana viljelyksiltä voidaan korjata puuta tiheämmässä syklissä kuin aikaisemmin. Maaperän ja tiestön kuormitus kasvaa tuoden lisähaasteita korjuun suunnitteluun ja korjuunohjaukseen. Nopean kierron myötä uudistamista odottava maa on entistä kalliimpaa. Puunkorjuun ja uudistamisen on synkronoiduttava toisiinsa entistäkin paremmin, koska nopeampi kierto vaatii nopeammat uudistustoimet.

Kiertoajan lyhenemistä merkittävämmän haasteen puunkorjuulle tuovat uudet viljelyalueet. Valtaosa nykyisistä viljelmistä sijoittuu Brasilian runsasväestöisimmille seudulle ja uusien viljelyalueiden löytäminen on vaikeaa. Yksityisomisteisten alueiden ja puunkorjuun kannalta haastavien paikkojen, kuten nykyistä jyrkempien rinteiden osuus tulee kasvamaan. Yksityisten viljelmien pieni koko ja huonompilaatuinen suunnittelutieto vaikeuttavat puunkorjuuta. Yksityisomisteiset viljelmät ja rinnemaat tuovat eukalyptusraaka-aineen tuotantoon lisää epävarmuustekijöitä. Puunhankinta yksityisviljelmiltä ei ole yhtä suoraviivaista kuin omilta alueilta ja rinteet taasen ovat herkkiä korjuuolosuhteiden muutoksille. Puunkorjuun suunnittelusta tukee entistä haastavampaa.

Puunkorjuun tuottavuus on rinteillä alhaisempi kuin tasaisella maalla ja jyrkempien rinteiden myötä tuottavuus alenee yhä enemmän. Vinssiavusteinen tavaralajimenetelmää käyttävä puunkorjuu on toimiva ja tehokas ratkaisu nykyisen kaltaisten rinteiden puunkorjuussa. Tavaralajimenetelmän harvestereiden ja kuormatraktorien ”luontaiset ominaisuudet” soveltuvat rinnetyöskentelyyn jo sellaisenaan kokorunkomenetelmän koneita paremmin. Tulevaisuudessa siirrytään vielä nykyistäkin jyrkempien rinteiden puunkorjuuseen ja tavaralajimenetelmää käyttävä vinssiavusteinen puunkorjuu saattaa vaatia lisää tuotekehitystä toimiakseen uusissa olosuhteissa.

Eukalyptuksen viljely Brasilian kaltaisissa optimaalisissa oloissa on hyvin kannattavaa toimintaa. Nykyinen kannattavuus ei kuitenkaan takaa sitä, että kannattavuus on yhtä hyvä myös tulevaisuudessa. Viljelymenetelmiä ja puunkorjuuta pitää kehittää jatkuvasti. Eukalyptusviljelmien puunkorjuussa korostuu tehokkuusajattelu, jossa yhtenä mittarina voidaan käyttää puunkorjuukoneiden käyttöastetta. Tässä työssä ei kuitenkaan pureuduttu koneiden käyttöasteisiin. Asiantuntijahaastattelussa tuli kuitenkin ilmi, että koneiden käyttöasteissa on asiakaskohtaisesti suuria eroja (Asiantuntija, C. 2018). Samassa yhteydessä ilmeni, että osalla asiakkaista koneiden käyttöasteet ovat kansainvälisestikin mitattuna erittäin korkeat. Käyttöasteiden analysointi ja erityisesti toiminnallisen käyttöasteen mittaaminen ja analysointi voisi olla hyvä jatkotutkimuskohde, jolla voitaisiin saada näkyville ongelmakohtia puunkorjuun organisoinnissa (Nieminen, A. 2015, 34).

Raaka-aine halutaan saada viljelmältä tehtaalle mahdollisimman pienin kustannuksin. Eri puunkorjuumenetelmiä vertaillaankin ensisijaisesti kustannusten perusteella. Kokorunko- ja tavaralajimenetelmien väliset erot korjuukustannuksissa ovat hyvin voimakkaasti riippuvaisia korjuuolosuhteista ja kustannusvertailu on vaikeaa. Tavaralajimene-



telmän vahvuudet kuten esimerkiksi kokorunkomenetelmää pienempi pintapaine, kehittyneempi ergonomia tai varastopaikan pienempi tilantarve ovat asioita, joita saattaa olla vaikea saada näkymään kustannusvertailussa. Esimerkiksi tulevaisuuden mukanaan tuoma lyhyempi kiertoaika suosii maaperän kannalta ystävällistä tavaralajimenetelmää. Tavaralajimenetelmän kannalta olisi edullista saada tavaralajimenetelmän mukanaan tuomat edut kuten alhainen pintapaine näkyviin rahassa mitattuina arvoina. Eri puunkorjuumenetelmien rajat eivät ole täysin suoraviivaiset. Brasiliassa käytetään myös tela-alustaisia hakkuupäällä varustettuja koneita. Hakkuupäällä varustettu tela-alustainen kone on tavallaan ”CTL/TL hybridi”. Kone tarjoaa CTL katkonnan, mutta ei tarjoa CTL hakkuukoneen muita etuja.

Tällä hetkellä tavaralajimenetelmää käyttävien koneiden hienostuneita katkontamahdollisuuksia ei hyödynnetä eukalyptusviljelmillä. Tilanne saattaa muuttua, mikäli eukalyptuksen käyttö puutavaran valmistuksen raaka-aineena lisääntyy ja katkontamahdollisuuksia voidaan hyödyntää korjattaessa samalta viljelmältä sekä saha- että sellupuuta. Tilanne muuttuu tavaralajimenetelmän kannalta vielä edullisemmaksi, jos eukalyptuksen viljelyssä aletaan käyttää harvennushakkuuta.

Vierailun aikana ilmeni, että asiakkailta on kiinnostusta myös hakkuutähteiden hyödyntämiselle energian tuotannossa. Hakkuutähteiden keruu on kokorunkopuunkorjuun näkökulmasta helppoa. Hakkuutähteet kulkeutuvat varastopaikalle jo tälläkin hetkellä. Tavaralajimenetelmän käyttö hakkuutähteiden keruuseen aiheuttaa lisäkustannuksia ylimääräisen lähikuljetuskierroksen muodossa.

Mobiiliverkkojen huono laatu on merkittävä ongelma puunkorjuulle. Mobiiliverkkojen laadun parantuessa korjuusuunnittelu ja korjuunohjaus siirtynee tulevaisuudessa yhä enemmän reaaliaikaan. Reaaliaikaisuuden myötä korjuutyönjohtaja pystyy huolehtimaan yhä suuremmasta alueesta ja samalla työnjohtajan rooli muuttunee työnjohtajasta yhä enemmän koordinaattorin suuntaan. Tämän kehityksen myötä kuljettajien itsenäisyys ja vastuu kasvaa. Toiminnan itseohjautuvuuden tulisi samalla kasvaa.

Brasilian eukalyptusviljelmien puunkorjuussa on ristiriitainen tilanne. Modernit korkean teknologian puunkorjuun suunnittelu- ja korjuujärjestelmät kohtaavat vanhakantaisen johtamistavan. Ristiriita saattaa korostua tavaralajimenetelmää käytettäessä. Tavaralajimenetelmän koneet ovat korkeamman teknologian tuotteita kuin kokorunkomenetelmän

koneet ja vaativat puunkorjuun suunnittelulta ja toteutukselta enemmän. Tavaralajimene-  
telmän koneet tarjoavat kehittyneet järjestelmät kuljettajan toimien seurantaan. Nykyai-  
kaisessa johtamiskulttuurissa tarkka toiminnan seuranta nähdään kehittämismahdollisuu-  
tena. Kuljettaja saa palautetta toimistaan ja voi näin kehittää toimintaansa palautteen pe-  
rusteella. Brasilialaisessa vanhakantaisessa johtamiskulttuurissa tiedonkeruu nähdään  
helposti ”kyttämisenä” ja koetaan työntekijän kannalta kielteisenä. Toiminnan kehittä-  
minen ja tehokkuuden parantaminen saatetaan kokea uhkana.

## LÄHTEET

A piece of Finland with Brazilian spice. 2018. Ponsse news 8/2018, 4–7.

Asiantuntija, A. Ponssen asiantuntija. 2018. Haastattelu 12.9.2018. Haastattelija Sainio, S. Kangasala.

Asiantuntija, B. Ponssen asiantuntija. 2018. Haastattelu 26.9.2018. Haastattelija Sainio, S. Kangasala.

Asiantuntija, C. Ponssen asiantuntija. 2018. Haastattelu 1.9.2018. Haastattelija Sainio, S. Jämsänkoski.

Booth, T. 2013. Eucalyptus plantations and climate change. *Forest ecology and management* 301/2013, 28–34.

Brazilian Forests at a glance 2013. 2013. Ministry of Environment. Brazilian Forest Service.

Brazilian Tree Industry (ibá). 2016. Report 2017.  
[https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf)

Castro, Carla Aparecida de Oliveira, Resende, Rafael Tassinari, Bhering, Leonardo Lopes, & Cruz, Cosme Damião. 2016. Brief history of Eucalyptus breeding in Brazil under perspective of biometric advances. *Ciência Rural* 46 (2016), 1585-1593.

Central Intelligence Agency (CIA). 22.1.2019. The World Factbook: Brazil. Luettu: 31.1.2019. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>

Chen\*, Si., Shahi, Chander., Chen, Han Y.H. & McLaren, Brian. 2017. Economic analysis of forest management alternatives: Compositional objectives, rotation ages, and harvest methods in boreal forests *Forest Policy and Economics* 85 (2017), 124–134.

Data and statistics. 2015. Brazilian Tree Industry (ibá). Luettu 1.2.2019.  
<https://iba.org/site/en/data-statistics>

Dry Cargo International. 2018. Luettu 25.3.2018.  
<https://www.drycargomag.com/full-steam-ahead-for-brazils-market-pulp-following-merger-of-suzano-and-fibria>

Euclid. Centre for Plant Biodiversity Research. 18.10.2006. Eucalypts of Australia. Luettu 13.2.2019. <http://www.cpbr.gov.au/cpbr/cd-keys/euclid3/>

European Timber Trade Federation. ETTF. Timber trade portal: Brazil. Luettu 31.1.2019.  
<http://www.timbertradeportal.com/countries/brazil/>

FAO. FRA 2015 Terms and definitions. Luettu 11.2.2019.  
<http://www.fao.org/3/a-ap862e.pdf>

Ferraz Filho, Antonio.C, Scolforo, Jose Roberto.S., Mola-Yudego, Blas. 2014. The copice-with-standards silvicultural system as applied to Eucalyptus plantations - a review. *Journal of Forestry Research*. 25/2014, 238–239.

- Fibria. 2018. The Pulp Industry. Luettu 21.2.2019.  
<https://ir.fibria.com.br/fibria/the-pulp-industry>
- Florence, R. 1996. Ecology and silviculture of eucalypt forests. Global Forest Watch. GFW. Tree plantations. Luettu 5.2.2019.  
[http://gis-gfw.wri.org/arcgis/rest/services/forest\\_cover/MapServer/5](http://gis-gfw.wri.org/arcgis/rest/services/forest_cover/MapServer/5)
- Klabin. Sustainability report 2017. Luettu 7.3.2019.  
[http://rs.klabin.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Sustainability-Report-2017\\_short-version.pdf](http://rs.klabin.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Sustainability-Report-2017_short-version.pdf)
- Labiotech.eu. 2015. FuturaGene's Genetically Modified Eucalyptus approved in Brazil. Luettu 15.3.2019.  
<https://labiotech.eu/industrial/futuragenes-genetically-modified-eucalyptus-approved-in-brazil/>
- MapTiler. 2019. Luettu 5.2.2019.  
<https://www.maptiler.com/cloud/>
- Marques, Francisco A., Frensch, Gustavo., Zaleski, Scheila R. M., Nagata Noemi., H. L. N. Sales Maia, Beatriz., Lazzari, Sonia M. N., A. Lenzc, Cesar. & G. Corrêad, Arlene. 2012. Differentiation of Five Pine Species Cultivated in Brazil Based on Chemometric Analysis of their Volatiles Identified by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Journal of the Brazilian Chemical Society. 9/2012, 1756.
- Meriläinen, A., Sikanen, L. & Harstela, P. 1995. Puunhankinnan suunnittelujärjestelmät suomalaisissa puunhankintaorganisaatioissa. Folia Forestalia. Metsätieteen aikakauskirja 1995(1): 35–49.
- Metsäteho Oy. Korjuun suunnittelu -opas. 2010. Luettu 1.5. 2019.  
[http://puuhoito.info/korjuun\\_suunnittelu/start.html](http://puuhoito.info/korjuun_suunnittelu/start.html)
- Nieminen, A. 2016. Resurssitehokas puunkorjuu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Ponsse Oyj. 2018a. Ponsse Synchronwinch. Luettu 30.1.2019  
<https://www.ponsse.com/fi/media-arkisto/kuvat/tuotteet/ponsse-synchronwinch>
- Ponsse Oyj. 2018b. H77Euca. Luettu 30.1.2019.  
<https://www.ponsse.com/fi/media-arkisto/kuvat/tuotteet/harvesteripaati/h77euca>
- Ponsse Oyj. 2019. Supervisor handbook. Lähde on Ponsse Oyj:n hallussa.
- Ponsse Oyj. 2019a. Ponsse Scorpion. Luettu 16.4.2019.  
<https://www.ponsse.com/fi/web/guest/tuotteet/harvesterit/tuote#/scorpion>
- Ponsse Oyj. 2019b. Elephant King. Luettu 16.4.2019.  
[https://www.ponsse.com/fi/web/guest/tuotteet/kuormatarktorit/tuote#/elephant\\_king\\_8w](https://www.ponsse.com/fi/web/guest/tuotteet/kuormatarktorit/tuote#/elephant_king_8w)
- Ponsse hakee kasvua Ruotsissa. 2017. Ponsse news 1/2017, 6.
- Pöyry. Reinventing plantation forestry. 2014. Luettu 8.3.2019.  
[https://www.poyry.com/sites/default/files/media/related\\_material/0021\\_reinventing\\_plantation\\_forestry\\_web.pdf](https://www.poyry.com/sites/default/files/media/related_material/0021_reinventing_plantation_forestry_web.pdf)

Rantala, S. (toim.) 2018. Tapion taskukirja. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Soares, Alvaro A.V., Leite, Helio G., Souza, Agostinho L., Silva, Sérgio R., Lourenço, Helton M. & Forrester, David I. 2016. Increasing stand structural heterogeneity reduces productivity in Brazilian Eucalyptus monoclonal stands. *Forest Ecology and Management* 373 (2016), 26–32.

Supervisor, A. korjuutyönjohtaja. 2018. Haastattelu. 1.10.2018. Haastattelija Sainio, S. Kangasala.

Supervisor, B. korjuutyönjohtaja. 2018. Haastattelu. 1.10.2018. Haastattelija Sainio, S. Kangasala.

Tigercat. 2019a. 860c feller buncher. Luettu 30.1.2019  
<https://www.tigercat.com/downloads/high-resolution-tigercat-860c-feller-buncher/>

Tigercat. 2019b. 635D skidder. Luettu 30.1.2019.  
<https://www.tigercat.com/downloads/high-resolution-tigercat-635d-skidder/>

Tigercat. 2019c. 234B Loader & 630E Skidder. Luettu 30.1.2019.  
<https://www.tigercat.com/downloads/high-resolution-234b-loader-620e-skidder/>

Venegas-Gonzalez, Alejandro., Roig, Fidel.A., Lisi, Claudio.S., Alci, Albiero Junior., Alcarde Alvares, Clayton. & Tomazello-Filho, Mario. 2018. Drought and climate change incidence on hotspot Cedrela forests from the Mata Atlantica biome in southeastern Brazil. *Global Ecology and Conservation* 15 (2018).

Veracel. 2019. Forestry process cycle. Luettu 15.2.2019.  
<http://www.veracel.com.br/en/our-operations/forestry/forestry-process-cycle/>

Visser R, Stampfer K. 2015. Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 36/2015, 321–331.

Vuosikertomus 2017. 2017. Ponsse Oyj. Luettu 28.1.2019.  
[https://vuosikertomukset.net/resources/Ponsse/fin/vuosikertomukset/Ponsse\\_vuosikertomus\\_2017.pdf](https://vuosikertomukset.net/resources/Ponsse/fin/vuosikertomukset/Ponsse_vuosikertomus_2017.pdf)

Yleistä Ponssesta. 2019. Ponsse Oyj. Luettu 6.5.2019.  
<https://www.ponsse.com/fi/yhtio/ponsse#/>