

# Tukin laatukatkonta

Valtakunnalliset mittauspäivät, 14-15.03.2019

Antti Raatevaara

Luonnonvarakeskus

© Luonnonvarakeskus



## Esityksen sisältö

1. "Laatukatkonta" –projektin esittely
  - Projektin tausta
  - Projektin jäsenet
  - Tavoitteet
    - Laaturajojen ennustaminen Männyllä
2. "Arvokuusi" –projektin esittely
3. Automaattinen kuvatulkinta
  - Sydänpuualueen erottaminen kuvasta

## Projektin tausta

- Nykyinen puutavaralajimenetelmä huomioi rungon laadun puutteellisesti:
  - Dimensioperusteinen katkonnanohjaus
- Oksaisuus muodostaa runkoon laaturajoja, joissa katkottujen tukkien jalostusarvo muuttuu merkittävästi
- Tyvitukin pituuden optimointiongelma: A-laadun päättymiskorkeutta ennustamalla voidaan rungon arvokkaimman osan talteenottoa parantaa
  - 1 % parempi A-laadun talteenotto\* = 2,5 milj. € enemmän vientituloja

\* 5 Mm<sup>3</sup>/vuosi, B -> A = +50 €/m<sup>3</sup>

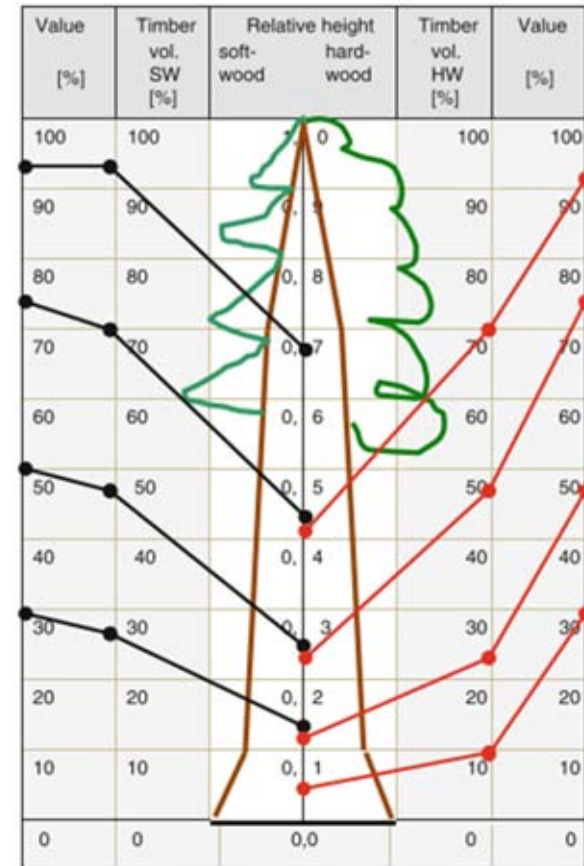
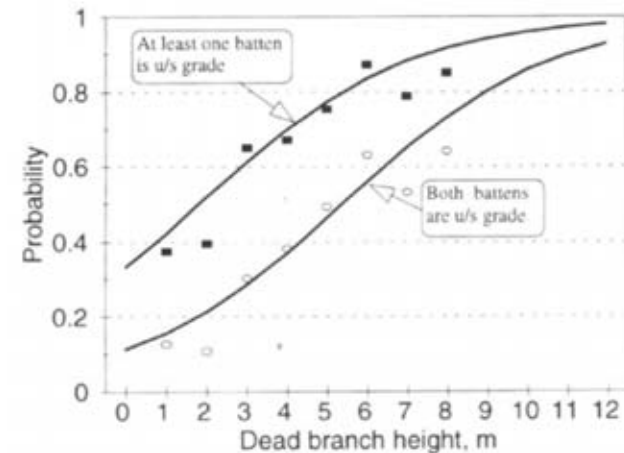
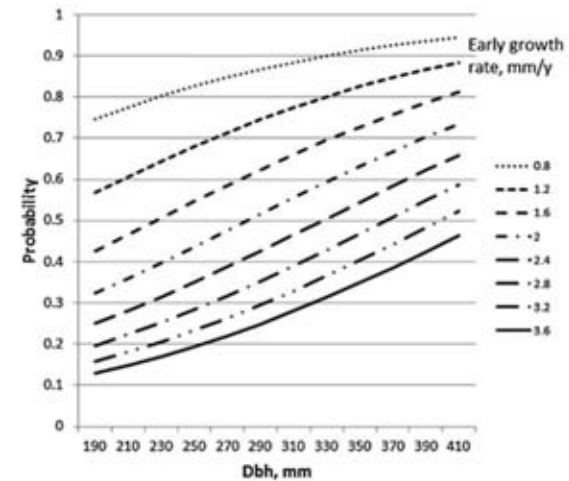


Fig. 2.7 Relationship between volume and value distribution of mature softwood and hardwood trees depending on relative tree height (Richter 2000 after Bachmann 1990)

## Projektin tausta

- Laaturajojen ennustaminen
  - Männyn kasvunopeus nuorella iällä korreloi oksikkuuden kanssa
  - Mitä hitaampaa kasvu on 10-20 vuoden iässä, sitä nopeampaa on rungon alaoksien karsiutuminen
- Muita laaturajojen selittäjiä:
  - Kuivaoksaraja (Uusitalo)
  - Elävän latvuksen raja
- Miten laaturajan selittäjä voidaan mahdollisimman vähällä vaivalla mitata?





## Laatukatkonta –projektin jäsenet

- Päärahoittaja **Business Finland (TEKES)**
- Muut rahoittajat ja teolliset osallistujat: Ponsse Oy, Trimble Oy (Savcor Oy), Metsä Group, UPM-Kymmene Oy

### Projektityöntekijät

- Luke: Jukka Antikainen, Jori Uusitalo, Harri Mäkinen, Heikki Korpunen ja Antti Raatevaara
- UEF: Laura Tomppo ja Markku Tiitta
- Projektin kokonaiskustannukset noin 250 000 €



The Biofore Company



**BUSINESS  
FINLAND**



© Luonnonvarakeskus



## Laatukatkontaan liittyvän aihepiirin tieteellinen tausta

- **Puuaineen ominaisuuksien (laadun) mallintaminen**
  - Vuoristo 1920-luvulla
  - Heiskanen 1950-luvulla
  - Kärkkäinen 1970-80 –luvuilla
  - Kellomäki 1980-luvulla
  - Mäkinen ja Uusitalo 1990-, 2000-, 2010 –luvuilla
- Katkonnanohjauksen kehittäminen, tyyppileimikointi (Kivinen, V-P)
- Kehittynyt katkonnan ohjaus ja ennakkosuunnittelutiedon tarkkuus (Metsätehon tulosalvosarja 6/2015)
- **Rungon poikkileikkauksen kuvatulkinintaan liittyvät tutkimukset**
  - Ruotsi
    - Rune & Warensjö (2002)
    - Norell (2008)
  - Suomi
    - Österberg (2009)
  - Itävalta
    - Schraml & Uhl (2014-)
- Puun poikkileikkauksen laatu
  - Sahausjälki, pinnan epätasaisuus
  - Kuvausolosuhteet

## Projektin tavoitteet

- Testata kuvatulkinnan soveltuvuutta männylle tärkeiden laatuparametrien ennustamisessa
- Rakentaa empiirisen aineiston avulla tilastollinen malli, joka selittää kuvasta tulkitun puun nuoren iän **kasvunopeuden** ja **rungon oksaisuuden** välistä suhdetta
- Laatuennusteiden vaikutus katkontaan
  - Simulointitutkimus (perinteinen – ”laatukatkonta”)



© Luonnonvarakeskus

## Tutkimusaineistonkeruusuunnitelma

- Ennustemallien tekemiseen tarvitaan hallittu aineisto kannolta sahalle
  - Ennalta valitut ja mitatut puut leimikolla
  - Sahatukkien kuvaaminen hakkuutyön jälkeen
  - Saharöntgenaineiston kerääminen tukeista
    - Yksityiskohtaiset tiedot esimerkiksi oksien koosta ja sijainnista, sydänpuun määrästä ja muista mahdollisista laatuluokkaan vaikuttavista tekijöistä
    - Varmistukseksi satunnaisotannalla koesahauspuut ja oksien käsimittaus
  - Kuva-analyysin tulosten vertailu sahan röntgenaineistoon ja mallien luonti käytäntöä varten





# Koeleimikoiden valinta



© Luonnonvarakeskus

## Runkojen valinta ja mittaus



© Luonnonvarakeskus



## Hakkuukoe muusta leimikosta erillisenä



© Luonnonvarakeskus

## Hakkuun jälkeinen mittaus ja tukkien merkintä



© Luonnonvarakeskus



## Koesahauspuiden käsittely



© Luonnonvarakeskus

## Laatuennusteen vaikutus katkontaan 1/2

- Simulointi tehty Ponsen OptiOffice -ohjelmalla
- Laatu tiedon syöttö STM-tiedostoon ennustemallien pohjalta jokaiselle rungolle erikseen
  - Simuloidessa voidaan käyttää laadun huomioivaa katkontaa, ohjelmaan syötetään manuaalisesti jokaisen rungon kuivaoksaraja, joka vastaa tässä kokeessa A-laadun päättymiskorkeutta
- Laatuapteenauksessa: **Laatutukki 74,27 €/m<sup>3</sup> ja Perustukki<sup>1</sup> 57,13 €/m<sup>3</sup>**
- Ilman laatua apteenattaessa: **Perustukki<sup>2</sup> 63,48 €/m<sup>3</sup>**
- Kuitupuun hinta molemmissa **19,81 €/m<sup>3</sup>**
- Oletus, että laadun huomioivaa katkontaa käytettäessä ”laatutukin” arvo on 30 % suurempi, kuin ”perustukin” yksikköarvo
- Ja ”perustukin” hinta on laadun huomioivassa katkonnassa 10 % pienempi kuin ilman laatua tapahtuvassa katkonnassa

## Laatuennusteen vaikutus katkontaan 2/2

Leimikko	Laadun huomioiva katkenta			Automaattikatkonta ilman laatua	
	Laatutukki	Perustukki <sup>1</sup>	Kuitupuu	Perustukki <sup>2</sup>	Kuitupuu
	€	€	€	€	€
1	1108	958	16	2013	15
2	801	972	23	1807	12
3	635	535	34	1141	34
4	780	850	23	1612	23
5	1011	1036	31	2019	30
7	621	738	24	1352	23
8	0	647	34	719	34
Summa:	4956	5736	185	10663	171
<b>Kaikki yht.</b>	<b>10876</b>			<b>10834</b>	

## Kuusen jalostusarvon parantaminen uuden teknologian ja informaation avulla (Arvokuusi)

- Pirkanmaan ELY-keskus, Kinnaskoski Oy, JPJ-Wood Oy, Isojoen Saha Oy, Komatsu Oy, John Deere Oy
- Projektin tavoitteena on kehittää ja ottaa käyttöön uusia toimintamalleja, joiden avulla pirkanmaalaisten kuusisahojen jalostusarvoa voidaan merkittävästi parantaa verrattuna nykyiseen tasoon. Tämä saavutetaan:
  1. **Testaamalla rungon kuvatulkinnan toimivuutta** kuusitukille tärkeiden laatuominaisuuksien ennustamiseen (**tyvileikon epäkeskoisuus, ikä/kasvunopeus, laho**)
  2. Kehittämällä menetelmä **kuusitukkirunkojen tyvilenkouden ennustamiseksi** sekä lenkouden aiheuttaman jalostusarvonmenetyksen minimoimiseksi
  3. Kehittämällä toimintamalli, jolla voidaan nykyistä paremmin erotella tuoreoksaiset sahatukit kuivaoksaista sekä erottaa rungosta poikaoksat



## Poikkileikkauksen ytimen epäkeskisyys

- Tyven epäkeskisyyden havaitseminen poikkileikkauksevasta
  - Ytimen paikallistaminen
  - Poikkileikkauksen erottaminen taustasta
- Epäkeskinen kasvu indikoi lenkoutta, joka on laatuluokkaa alentava tekijä kuusitukissa
- Alentaa sahatavaran saantoa



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

© Luonnonvarakeskus

**Luke**  
LUONNONVARAKESKUS

## Lahon nouseman ennustaminen

- Tavoitteena on kerätä JPJ-Woodin uudella tukkiröntgenillä havaittuja lahoja kuusen tyvitukkeja automaattisesti eroon omaan lokeroon
  - Tyven poikkileikkauksen valokuvaus ja tukin pituuden mittaus käsin
  - Röntgenistä saatavasta kuvasta arvioidaan lahon etenemä tukin sisällä
  - voidaan vertailla poikkileikkauksen lahon pinnan osuutta ja etenemän korkeutta
  - Mahdollisuus tehdä ennustemalli, joka ennustaa lahon korkeuden tyvileikkauksen perusteella



# Kuvatulkinta-algoritmit

## Sydänpuualan erottaminen poikkileikkauksuvasta

- Sydänpuun suhteellinen osuus rungon poikkileikkauksesta indikoi laatua
  - Lahonkestävyys
  - ”Sydänpuutuotteet”
- Kuvatulkinta-algoritmi erottaa sydänpuun muusta puuaineesta ja laskee sydän –ja pintapuun läpimittojen suhteen.
- Läpimittojen suhde – rungon laatuparametri
- Algoritmin tulkitseman sydänpuuosuuden keskimääräinen virhe noin 5-10 %.

