

# Mäntypienpuu - lujuustutkimusten satoa

Reeta Stöd  
KyAMK, Metla

*Pienpuupäivä 17.11.2010, Mikkeli*

# Taustaa

- Nuoria kasvatusmetsiköitä Suomessa 7,2 milj. ha ja varttuneita kasvatusmetsiköitä 4,8 milj. ha
- Vuonna 2009 puutuoteteollisuus käytti pienpuuta yhteensä 1,63 milj. m<sup>3</sup>
- Harvennuspienpuun erityispiirteet
  - Usein huono tekninen laatu
  - Reaktiopuu
  - Nuorpuu
  - Pienempi tiheys
- Kuivausmuodonmuutokset, halkeilu jne.
- Oksat useimmiten eläviä ja kooltaan pieniä

# Aineistot

Runkojen ulkoisen laadun kartoitus



Kaatokoepuut

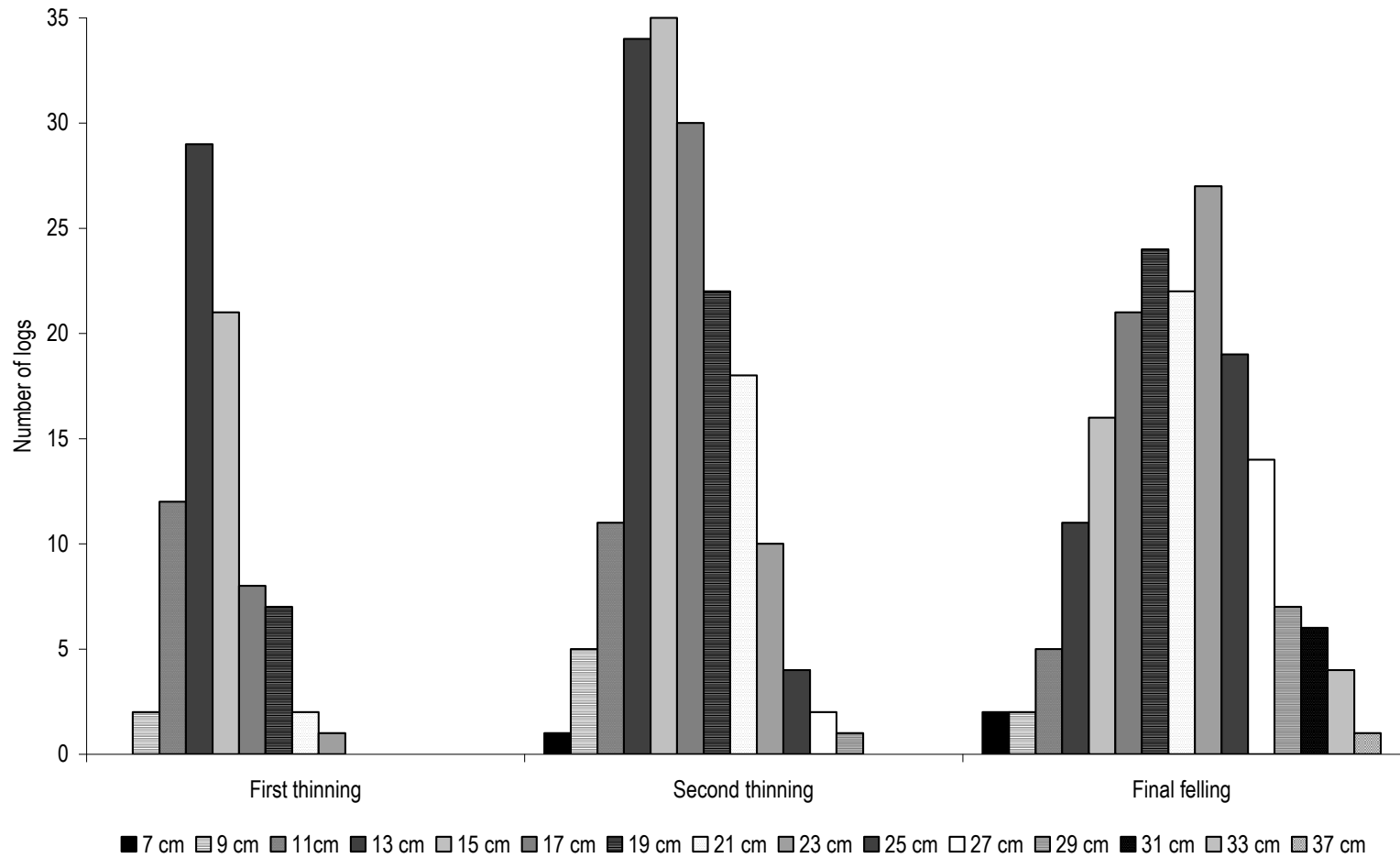


Saheet



Pienet virheettömät koekappaleet

# Aineistot



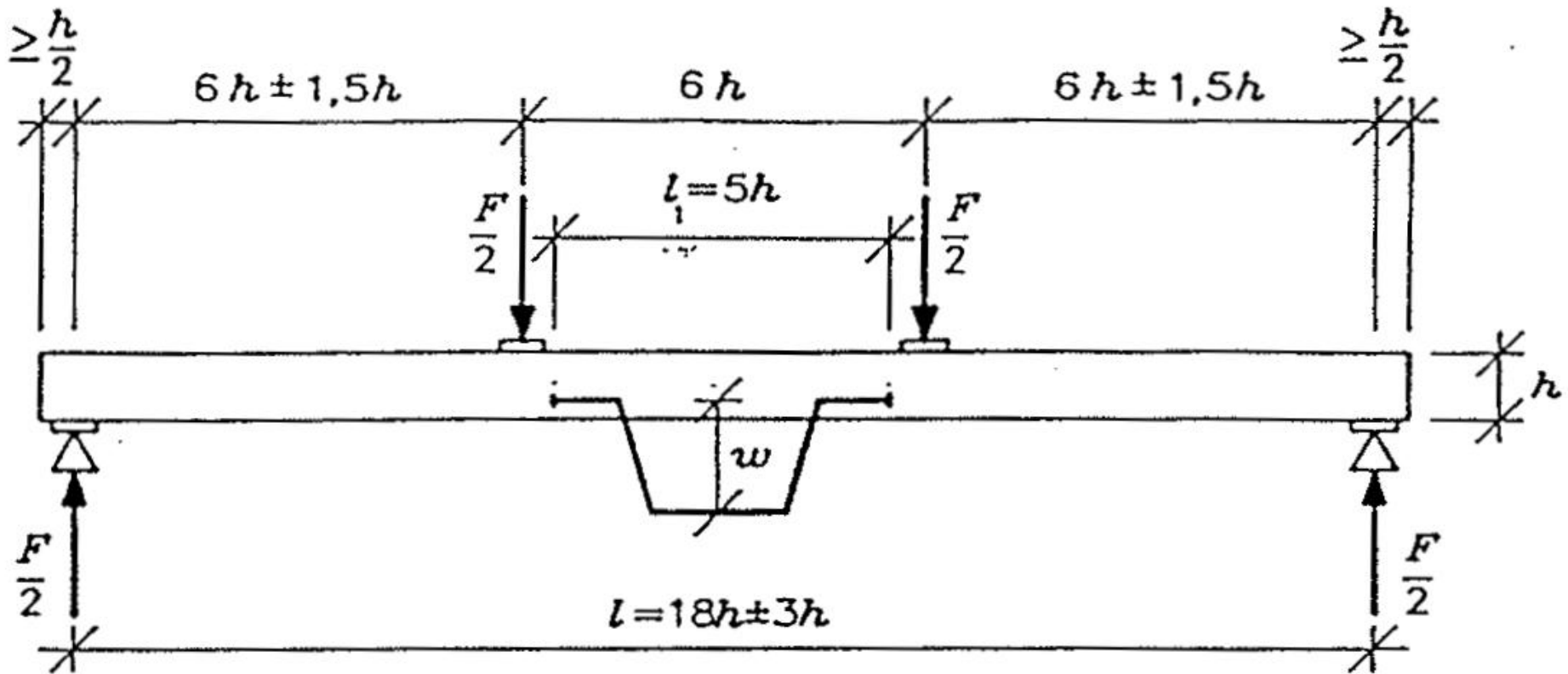
# Lujuustutkimusten tavoitteita

- Selvittää harvennuksista saatavan mäntypienpuun tärkeimmät lujuusominaisuudet sahatavaran ja puuaineen kannalta
- Tutkia lujuusominaisuuksien vaihtelua puuston iän, kasvupaikan yms. tekijöiden mukaan
- Vertailla harvennus- ja päätehakkuupuun lujuusominaisuuksia
- Tutkia mahdollisuuksia pienpuun käyttöön esimerkiksi rakennepuutuotteiden raaka-aineena

# Sahatavaran taivutusominaisuudet

- Taivutus on rakennesahatavaran merkittävin kuormitustapa
- Sahatavaran lujuusluokat perustuvat kappaleen kykyyn vastustaa taivutusjännitystä sekä sen tiheyteen
- Todelliset taivutuslujuus ja -kimmokerroin-arvot ovat helposti mitattavissa esim. standardin EN 408 mukaan nelipistetäivutuksena
  - Taivutusjännitys muodostuu veto-, puristus- ja leikkausjännitysten yhdistelmänä

# Sahatavaran taivutusominaisuudet



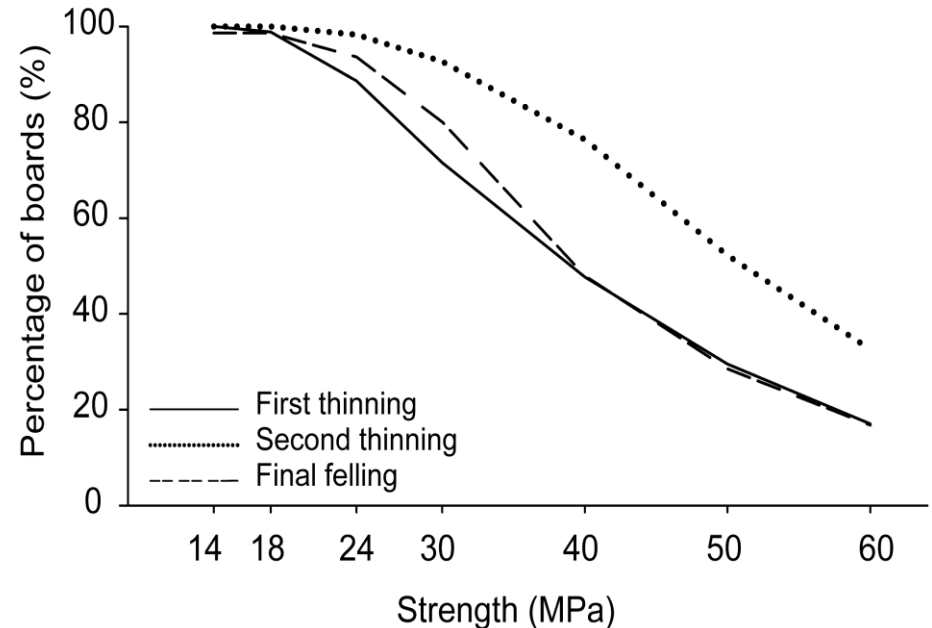
# Sahatavaran taivutusominaisuudet

## – Taivutuslujuus (MOR)

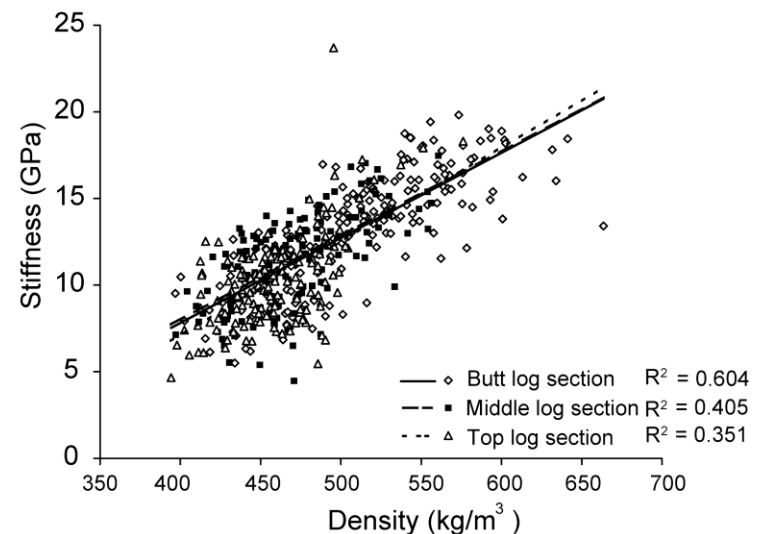
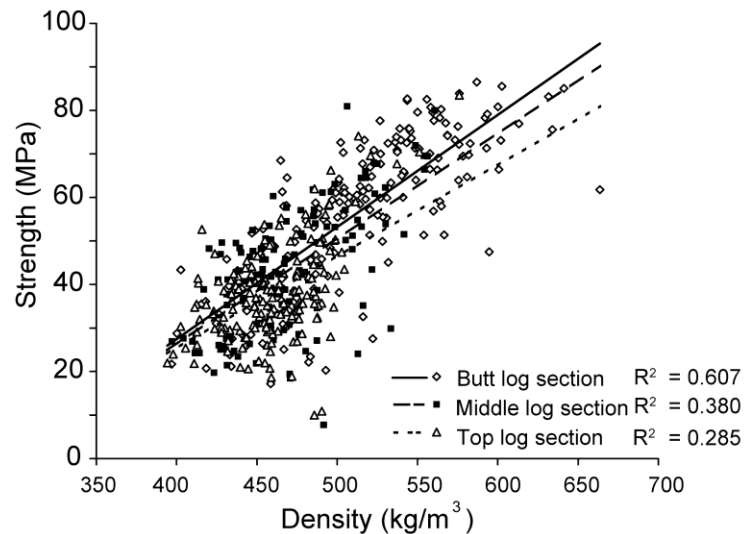
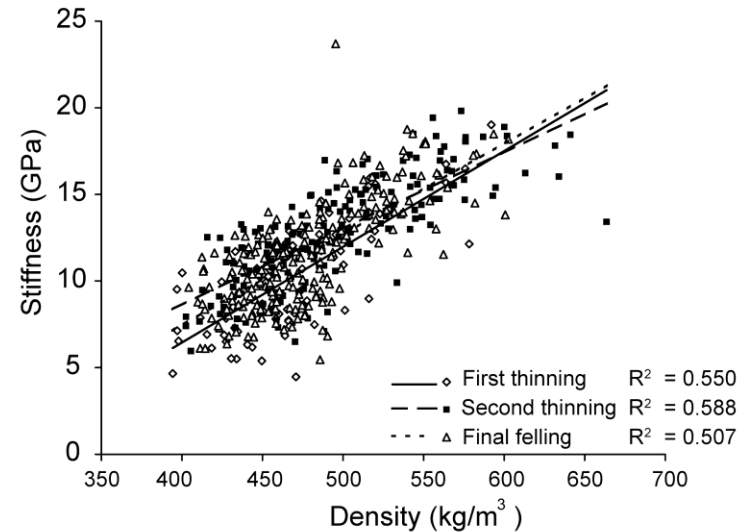
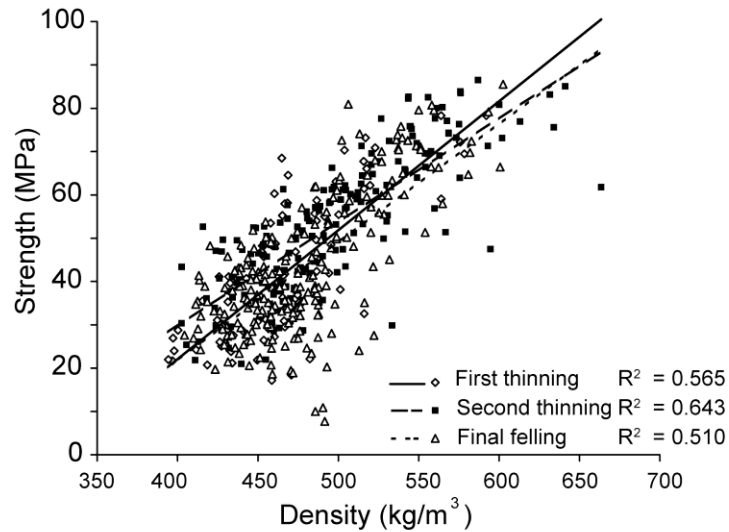
- Ensiharvennus  
42 MPa → C40
- Toinen harvennus  
53 MPa → C50

## – Kimmokerroin (MOE)

- Ensiharvennus  
10 GPa → C22
- Toinen harvennus  
13 GPa → C30

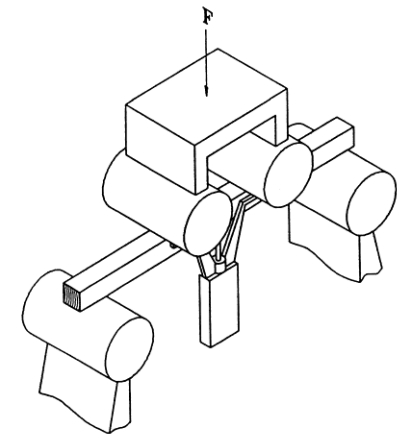
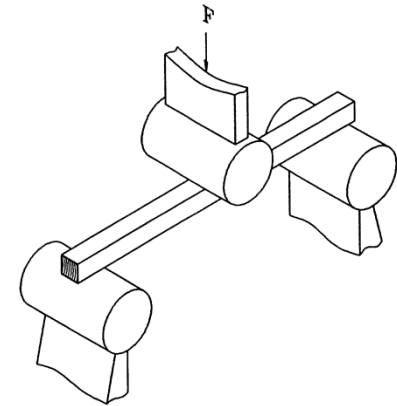


# Sahatavaran taivutusominaisuudet

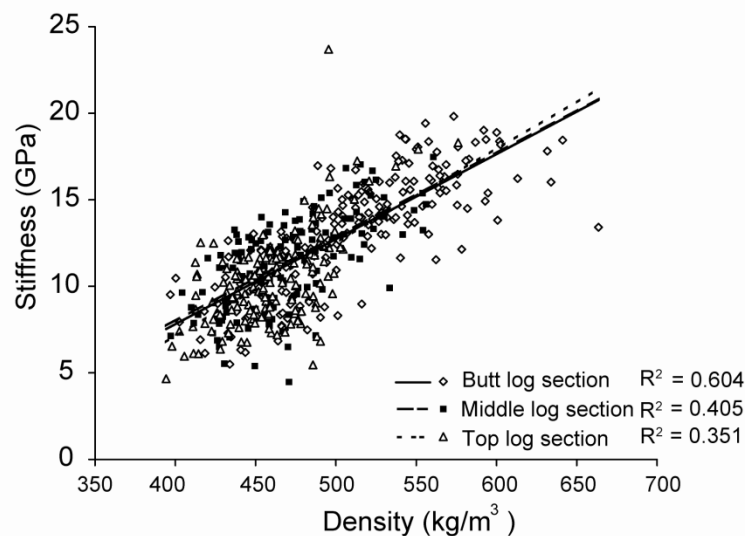
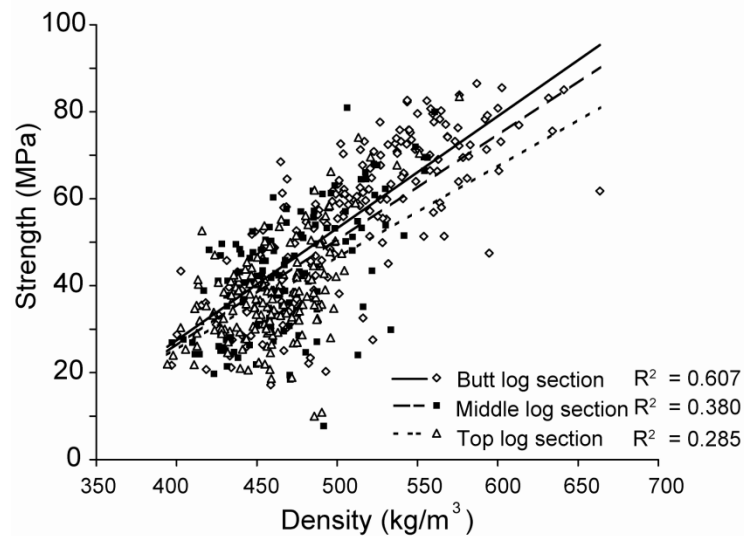
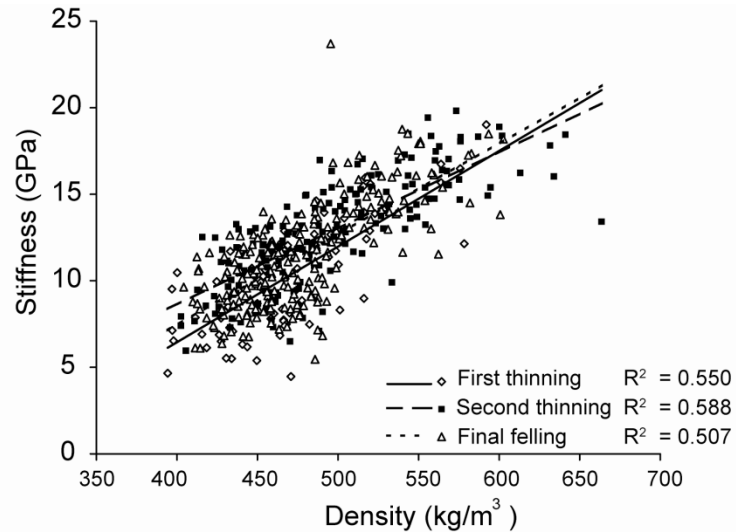
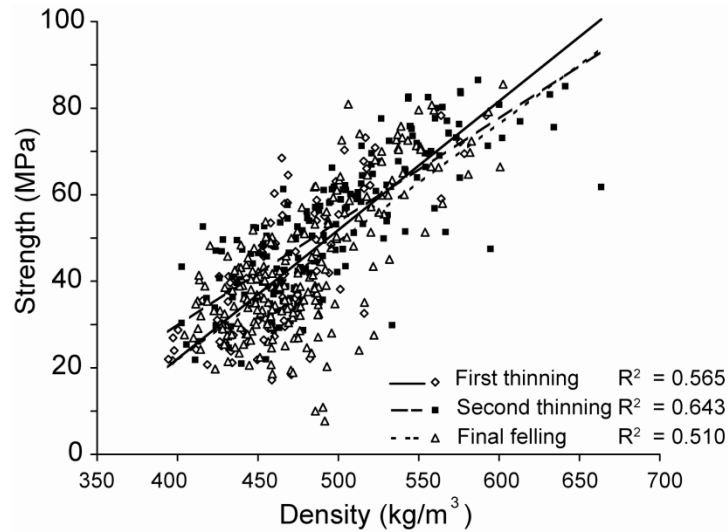


# Puuaineen taivutusominaisuudet

- Taivutuslujuus (MOR)
  - Ensiharvennus 72,4 MPa
  - Toinen harvennus 85,3 MPa
- Kimmokerroin (MOE)
  - Ensiharvennus 8,6 GPa
  - Toinen harvennus 10,4 GPa
- Ensiharvennustyvitys  $\approx$  toisen harvennuksen latvatukki
- Tutkitussa aineistossa toisen harvennuksen puuaineen taivutusominaisuudet erittäin hyvät jopa verrattaessa päätehakkuupuuhun

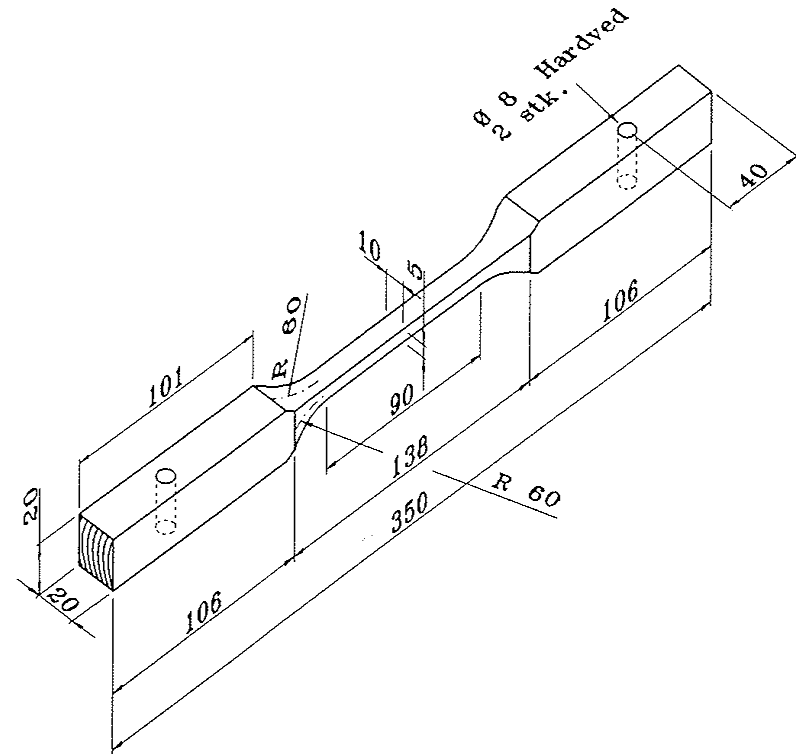


# Puuaineen taivutusominaisuudet



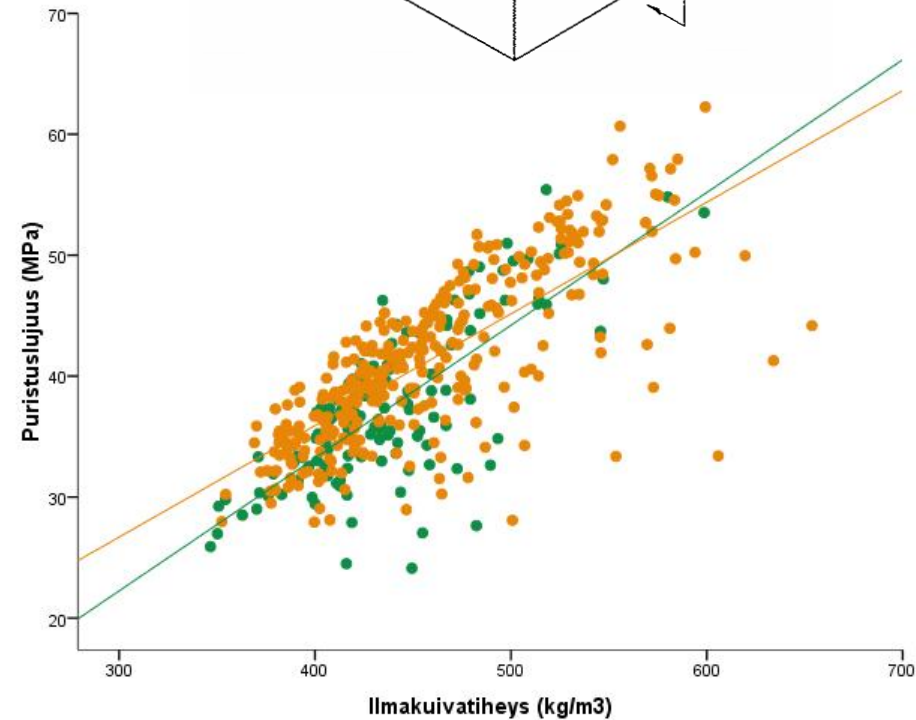
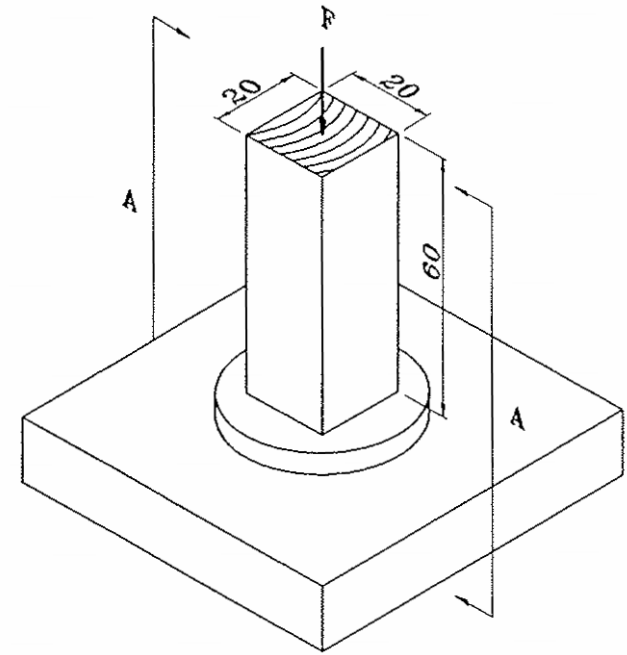
# Vetolujuus

- Suurimmillaan syiden suunnassa
- Useita lujuteen vaikuttavia tekijöitä: yksittäisten solujen lujuus, mikrohalkeamat, mikrofibrillikulma jne.
- Suomalaisella männyllä yleensä n. 100 MPa
- Tutkitussa aineistossa harvennuspuulla keskimäärin 87 MPa



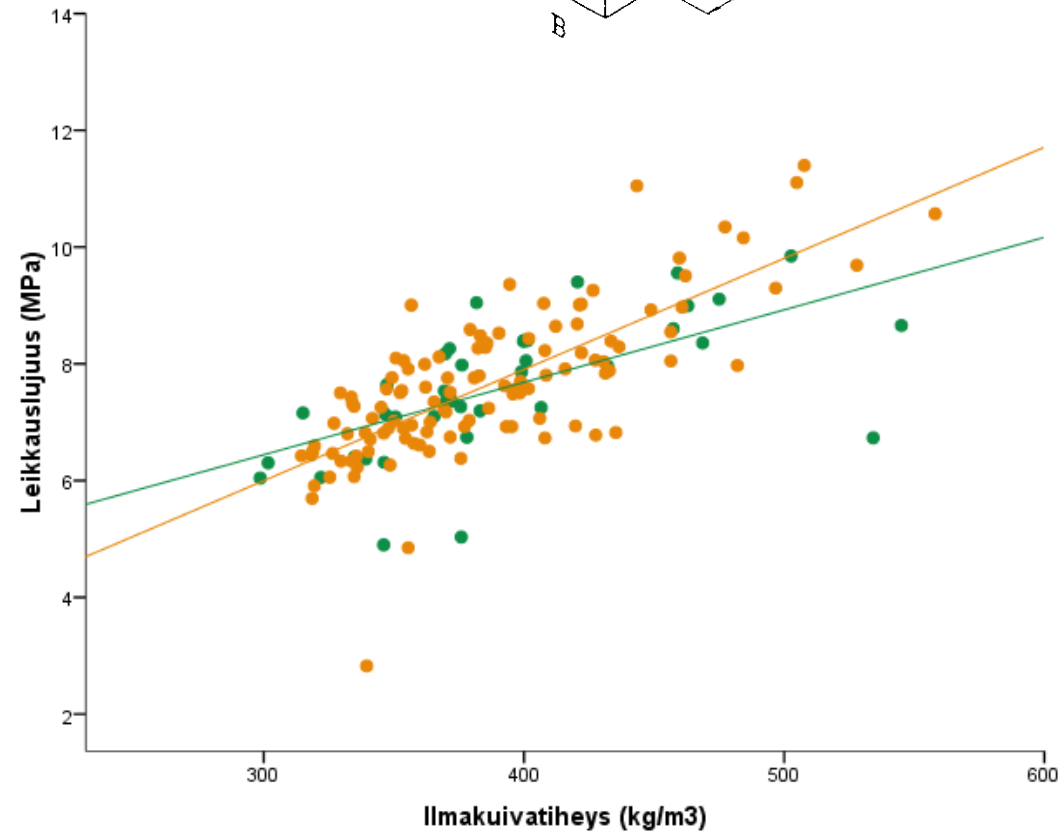
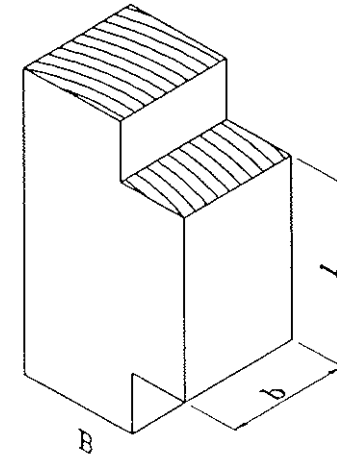
# Puristuslujuus

- Yleensä suurimmillaan syiden suunnassa
- Kantavien rakenteiden kannalta tärkeä lujuussuure
- Ensiharvennus 38 MPa
- Toinen harvennus 40 MPa



# Leikkauslujuus

- Vaikuttaa erityisesti mekaanisiin liitoksiin (halkeilu) sekä kantavuuteen
- Ensiharvennus 8 MPa
- Toinen harvennus 9 MPa



# Johtopäätöksiä

- Aineistossa ensiharvennuspuun ja -sahatavaran lujuusarvot olivat selvästi toista harvennusta huonommat
- Ensiharvennuksista saatavien tyvitukkien sahatavaran ja puuaineen lujuusarvot myöhempien hakkuiden väli- ja latvatukkeja vastaavalla tasolla
- Tekniseltä laadultaan korkeatasoisista ensiharvennuskohteista mahdollista saada myös puutuoteteollisuuden kannalta käyttökelpoista raaka-ainetta
- Toisen harvennuksen lujuusarvot aineistossa korkeat sekä puuaineen että sahatavaran osalta
- lästä, metsikkötyypistä yms. seikoista johtuen jopa parempi lujuus kuin päätehakkuupuulla