

## Puun ominaisuudet

## PUUAINEKSEN OMINAISUUDET

- Puu on anisotrooppinen materiaali – sen ominaisuudet poikkeavat toisistaan pituus-, säteen- ja tangentin suuntaan.
- Puusolut ovat anisotrooppisia – niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan pituus-, säteen- ja tangentin suuntaan.

## PUUAINEKSEN OMINAISUUDET

- Puu on anisotrooppinen materiaali – sen ominaisuudet poikkeavat toisistaan pituus-, säteen- ja tangentin suuntaan.
- Puusolut ovat anisotrooppisia – niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan pituus-, säteen- ja tangentin suuntaan.

## 2 PUUN YLEISET OMINAISUUDET KÄYTTÖTALOUDELLINEN MERKITYS

### 2.1 Yleiset ominaisuudet

+

- erinomainen lujuus tiheyteen nähden
- vähäinen väsymisherkkyys
- pieni lämmön ja sähkön johtavuus
- pienet lämpöliikkeet
- helppo työstää ja pintakäsitellä
- esteettisyys

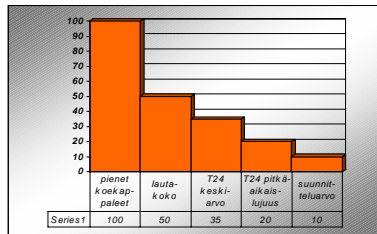
-

- heikohko pysyvyys
  - tulenarkaa kuivana
  - altis sieni- ja hyönteistuhoilille
  - huono kulumiskestävyys
- suuret kosteusliikkeet
  - voimakkaasti hygroskooppinen
  - anisotrooppinen

### Puun sisäisen rakenteen mutkikkuus

→ mekaanisia ominaisuuksia kuvaavat matemaattiset mallit monimutkaisia

→ melko vaikea konstruktiomateriaali



Vikaisuuksien luonteenomainen vaikutus sahatavaran lujuteen

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

5

### 3.2 PUIDEN RAKENTEESTA

Puu on a) PERINTÖTEKIJÖIDEN ja

b) YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN vaikutusten tulos.

Kasvun alussa vaikuttavat ennenkaikkea perintötekijät, mutta myöhemmin yhä selvemmin näkyy ympäristötekijöiden vaikutus kuhunkin puuyksilöön.

Tärkeimmät b-tekijät

1. ILMASTO: lämpötila, sade, lumi
2. MAAPERÄ: aineet, pinnanmuodostus
3. PUUN SIJAINTI: metsikkö / aukea
4. ULKOISET RASITUKSET: tuuli, routa

→ kuhunkin puuyksilöön vaikuttavat a- ja b-tekijöiden yhteisvaikutus

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

6

### 3.3.1 RUNKO

Tehtävät

- vihreät osat valoon
- oman painon ja rasituksen kestäminen
- huolehtiminen elintoiminnoista (paksuus ja pituuskasvu, kuoren muodostaminen, ravinteiden kuljetus)

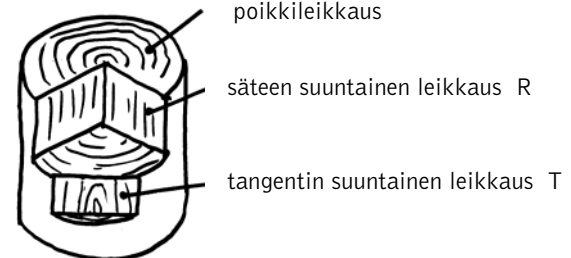
Runkomuoto

- vaihtelee kasvupaikasta riippuen
  - \* poikkileikkaus
  - \* kartioikkuus

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

7

Kuvailukoordinaatisto  
-sylinterikoordinaatisto



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

8

1. Sellaisenaan käytettävät puutavaralajit:  
- pylviäät, paalut

2. Veistetty puutavara:  
- esim. egyptinparrut

3. Sahattavat puutavaralajit:  
- sahatukit, sahatavara

4. Sorvattava puutavara:  
- vaneritukit

5. Paperi- ja massateollisuuden raaka-aine:  
- kuitupuu (tukit, pinotavara, hake)



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

9

6. Muut puutavaralajit:

polttopuu (halot, hake)

kotitarvepuu (rakennuspuu, polttopuu)

metsätähde ( hakkuutähde, kanto- ja juuripuu,  
metsätöissä metsään jäävä puu) n. 8 milj.m<sup>3</sup>

teollisuusjätepuu, jota syntyy:

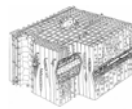
- \* saha: kuorinta, sahaus, tasaus, hylkytukit
- \* vaneritehdas: kuorinta, pyöristys, purilaat, hylkypölkkyt
- \* paperi- ja massateollisuus: kuorimajäte

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

10

## 5 PUUN RAKENNE

- puuaine muodostuu soluista
- samanlaiset solut muodostavat solukoita



### 5.1 YLEISTÄ

#### 5.1.1 Solukkojen tehtävät

1. veden ja ravintoliuosten kuljettaminen
  2. ravinnon varastoiminen
  3. puun tukeminen
  4. virheiden korjaaminen
  5. kasvusta huolehtiminen
- } pysyvät solukot
- } kasvusolukot

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

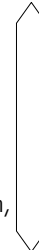
11

#### 5.1.2 Solulajit

Jako muodon mukaan ja fysiologinen tehtävä

##### • suippusolut l. prosenkyymisolut

- kuolleita soluja
- tehtävät: liuosten kuljettaminen, puun tukeminen, virheiden korjaaminen



##### • tylppysolut l. parenkyymisolut

- eläviä soluja hyvin pitkään
- tehtävät: ravinnon varastoiminen, kasvusta huolehtiminen

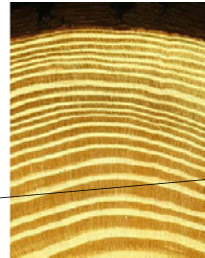
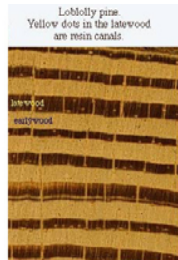


Pertti Viitaniemi 22.2.2006

12

### 5.1.5 Kesäpuuprosentti

- puu sitä lujempaa, mitä enemmän on kesäpuuta
- kesäpuun suhteellisesta osuudesta voidaan päätellä lujuus-ym. ominaisuuksia.



Mänty ≈ 25%  
(vaihtelu 15...50%)

Kuusi ≈ 15%  
(vaihtelu 10...40%)

kesäpuu

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

13

### 5.2.2 Eroja kevät- ja kesäpuussa

- Kesäpuun osuus riippuu a) ympäristötekijöistä & b) puulajista
- Kasvunopeuden hidastuessa kesäpuu-% kasvaa.
- Syksyn lämpimyyden lisää kesäpuu-%:a.
- Kuivuus syksyllä vähentää kesäpuu-%:a.
- Kesäpuun suhteellinen ja absoluuttinen osuus on suurin tyvellä.
- Havupuutrakeiden selluloosapitoisuus on suurempi kesä- kuin kevätpuussa (kevätp. ~85...104% siitä mitä kesäpuussa).
- Ligniiniä kevätpuussa enemmän (100-112%).
- Selluloosaketju kevätpuussa lyhyempi.

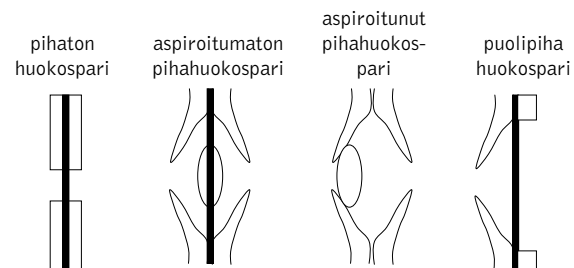
Tilavuuspaino (mä):	kevätpuu 300...370 kg/m <sup>3</sup>
	kesäpuu 810...920 kg/m <sup>3</sup>

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

14

Lehtipuilla ei huokosen sulkukalvossa aukkoja; ei aspiroidu (koska ei torusta); huokoslajit verrattavissa havupuihin

- \* putkiloiden välillä pihahuokosparit
- \* tylppysolujen välillä pihattomat huokosparit



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

15

Sydänpuun muodostuminen riippuu puulajista ja kasvupaikasta

Mänty:

Pohjois-Ruotsi	alkaa n. 70v iässä
Etelä- ja Keski-Suomi	" 30...40v
Etelä-Ruotsi	" ~25v
Saksa	" ~20v



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

16

### Sydänpuun muodostuminen

- aluksi puun ytimen ympärillä pieninä laikkuina → laajenee iän mukana
- tylyppysolujen kuoleminen polyfenoleiden akkumuloituessa ydinsäteissä
- ennen solujen kuolemista toiminta vilkasta → muutoksia kemiallisessa koostumuksessa [happi aiheuttaa pihkan komponenttien hajoamisen (mm tyydyttymättömät yhdisteet, esterit, aldehydit ja ketonit), jota valo nopeuttaa]

Puutavaran sydänpuun tummumisen aiheuttaa uuteaineet [lipofiiliset komponentit: lipidit & terpenoidit sekä hydrofiiliset komponentit: fenoliyhdisteet].

Hydrofiilisistä uuteaineista riippuu: kestävyys, keitettävyyys ja väri.

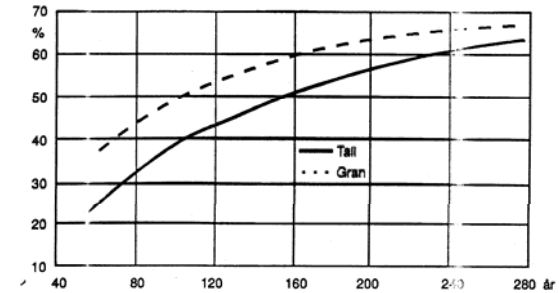
Pertti Viitaniemi 22.2.2006

17

### Sydänpuun määrään vaikuttavat.

Ikä - Sydänpuosuus kasvaa nopeammin kuin koko rungon tilavuus.

Kasvunopeus - Nopeakasvuissa yksilössä pienempi SP-osuus kuin hidaskasvuissa.



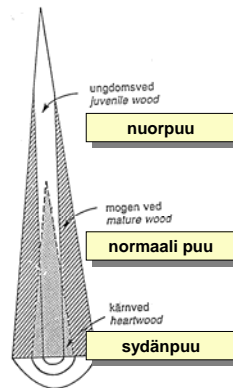
Kämandelen i tall- och granträd vid olika åldrar. (Ur F Kollmann enligt O Eneroth.)

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

18

### 6.2.6 Nuorpuu

- Ytimen läheisyydessä oleva puuaine, jonka ominaisuudet poikkeavat selvästi ympäröivän puuaineen ominaisuuksista.
- 2 - 30 vuosilustoa
- Keski-Eurooppalainen kuusi:
  - tyvellä 20-30 a
  - latvassa 4-8 a

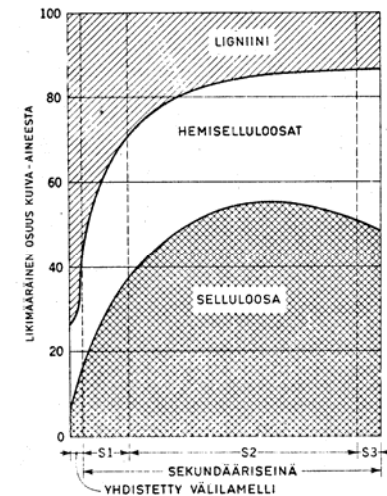


Figur 2. Principiell figur över ungdomsvedens placering i ett äldre barrträd.

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

19

Tärkeimpien kemiallisten komponenttien osuudet soluseinämän eri kerroksissa



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

20

### Tiheyden muutokset säteensuunnassa

#### MÄNTY

- kuivatuoretiheys R kasvaa selvästi ja jatkuvasti mutta hidastuvalla nopudella ytimestä pintaan päin
- tiheysero saattaa olla huomattava  
Ruotsalainen tutkimus: 25...109 kg/m<sup>3</sup>
  - 10% korkeudella rungossa ero suurimmillaan
  - latvapään ero pienenee
    - Hakkila: 10% korkeus - ero 96 kg/m<sup>3</sup>
    - 40% korkeus - ero 56 kg/m<sup>3</sup>
    - 70% korkeus - ero 19 kg/m<sup>3</sup>
- yli-ikäisillä tiheyden kasvu lakkaa

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

21

#### KUUSI

- tiheyden muutos r-suunnassa vähäinen  
Nylinden:- r<sub>0</sub> laski ensin 390 kg/m<sup>3</sup> ja nousi sitten 415 kg/m<sup>3</sup>
  - ero siis pieni (25 kg/m<sup>3</sup>) verrattuna mäntyyn

#### LEHTIPUUT

- kasvu samansuuntainen
- koivulla ero selvästi alle 100 kg/m<sup>3</sup> yleensä (max havaittu yli 200 kg/m<sup>3</sup>)
- maksimi usein ~50 v. iässä

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

22

### Rungon tiheyden pituussuuntainen vaihtelu

- kaikilla puulajeilla, joilla r kasvaa ytimestä pintaan päin, alenee tiheys ylöspäin mentäessä

#### MÄNTY

- R-ero yli 100 kg/m<sup>3</sup> (Tamminen)  
Hakkila: 41-80 a ikäiset männyt
  - kannon ja 70% korkeudella ero 93 kg/m<sup>3</sup>
  - yli 81 a vanhoilla ero 101 kg/m<sup>3</sup>

#### KUUSI

- \* ei huomattavaa tiheyseroa pituussuunnassa

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

23

#### LEHTIPUUT

- tiheys lisääntyy ytimestä pintaanpäin
- tiheys alenee tyvestä latvaanpäin } yleensä
- Hakkila: koivulla 0→70% korkeudelle ero 30...40 kg/m<sup>3</sup>
- tiheys lisääntyy tyvestä latvaanpäin
  - harmaaleppä (ero noin 20 kg/m<sup>3</sup>)
  - poppeli } laskee keskirunkoon, nousee latvaan
  - tammi } max-min-ero ~60...70 kg/m<sup>3</sup>

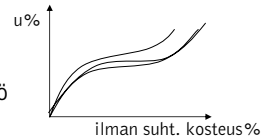
Pertti Viitaniemi 22.2.2006

24

#### 8.4 PUUAINEN KOSTEUDEN VAIHTELU

- Puu on hygroskooppinen aine

- Sorptio: adsorptio } hystereesilmiö  
desorptio }



- Hygroskooppinen tasapainopiste -> [tasapainokosteus](#) ←
- Puun syiden kyllästymispiste (PSK) = max. kosteuspitoisuus puussa tietyssä lämpötilassa suhteellisen höyrynpaineen ollessa 1.

$$\text{Suhteellinen höyrynpaine} = p / p_0$$

$$p = \text{vallitseva höyrynpaine}$$

$$p_0 = \text{kyllästetyn höyrynpaine}$$

$$\text{Ilman suhteellinen kosteus [\%]} = 100p / p_0$$

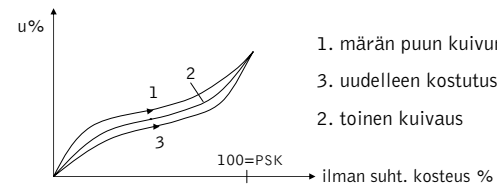
- sidottu vesi / vapaa vesi

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

25

Puun sorptio on kolmivaiheinen:

1. **MONOMOLEKULAARINEN SORPTIO** ns. veden kemiallinen sitoutuminen  
- ilman suhteellinen kosteus 0→20%:
2. **MULTIMOLEKULAARINEN SORPTIO**  
- ilman suhteellinen kosteus 20...60%:
3. **KAPILLAARINEN KONDENSAATIO**  
- yli 60% suhteellinen kosteus



1. märän puun kuivuminen
2. toinen kuivaus
3. uudelleen kostutus

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

26

#### Puun kosteustiloja

Suomessa

ulkona katoksen alla	20...24%
kylmä, suljettu tila	15...18%
ikkunat, ulko-ovet	12%
lämmitetyt sisätilat	10...12% (uunilämm.)
	5...8% (keskuslämm.)

Kosteusasteet

ilmakuiva	18...24%
höyläyskuiva	15...18%
rakennuspuusepätkuiva	10...12%
huonekalukuiva	5...8%
abs. kuiva	0%

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

27

#### 8.5 PUUN KUTISTUMINEN JA PAISUMINEN

- lineaarinen välillä  $u = 0...22-24\%$

- riippuu puun painosta

$$\begin{cases} \alpha_v = u_f * d_0 \\ \beta_v = u_f * d_R \end{cases}$$

joissa,  $\alpha_v$  = tilavuuden paisuminen [%]

$\beta_v$  = tilavuuden kutistuminen [%]

$u_f$  = PSK-kosteus

$d_0$  = suhteellinen kuivatiheys ( $r_0/1000$ )

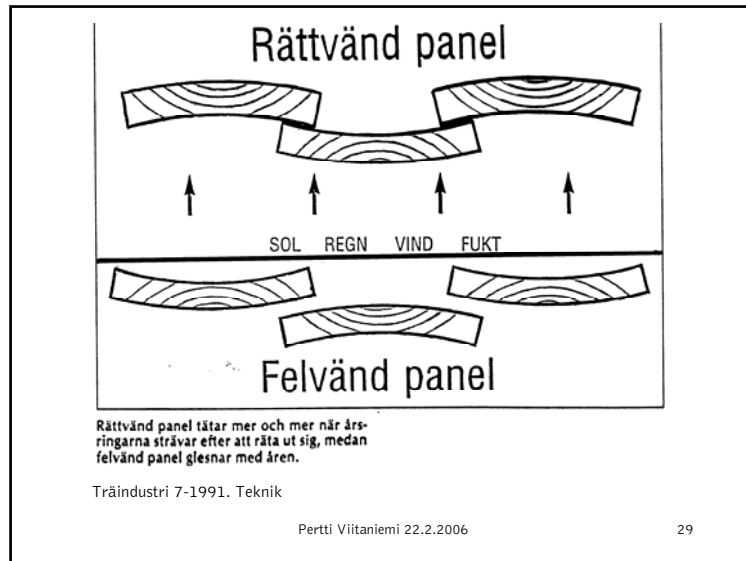
$d_R$  = suhteellinen kuiva-tuoretiheys

#### Solut.



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

28



### Tikusta asiaa.

(Puun ammattilaiset, numero 1/1999. S.7)

”Lauta seinään: sydän ulos, tyvi ylös.”

**L**audoitusta ja varsinkin ulkoverho-  
saudoitusta teh-  
dessä on laudan kuperuus  
otettava huomioon. Kii-  
vuessaan lauta kouristuu  
puun sydämen puolelta  
kuperaksi ja vastakkaiselta  
puolelta koveraksi. Sen  
vuoksi lauta on naulatta-  
va seinään sydämen puo-  
lta eli siis kupera ulospäin.  
Silloin lautojen väliset raot  
paimuvat kiinni eikä auk-  
kea. Lautaan mahdollisesti  
ilmestyvät halkeamat tule-  
vat siihen pintaan, joka  
kuituu enemmän eli ko-  
veralle sisäpuolelle. Sa-  
malle puolelle syntyy myös  
kitturi pinta- ja nauhan al-  
heuttama halkeaminen. Li-  
säksi kestävä sydänpuun  
osuus on suurempi ulko-  
pintana olevalla sydän-  
puolella.

Toisinpäin naulattu lau-  
dointu kuuviu rakoisaksi,  
halkeilee pinnastaan ja  
kätkee kestävämmän pin-  
nan sisäpuolelle. Käsittely-  
tilanne on silloin, kun lau-  
dat ovat milloin mitenkään  
pöin, laudoitus lisäksi aal-  
toille levottomasti.

Vaikka lauta olisi unikuiv-  
vaa ja tulisi sisäverhouk-  
seen, se olisi silloinkin nau-  
lattava joko sydän- tai  
pintapuoli ulospäin, ei mi-  
ten sattuu. Pientä turpoa-  
mistta tai kuitustumista ta-  
pahtuu kuitenkin aina en-  
nen kuin lauta on asettu-  
nut tasapainokosteuteen.  
Höylättyä lautaa ei voi  
enää laudoitusta tehtäessä  
käännellä, sillä höyläys ja  
pöntti ovat vain yhdellä  
puolella. Höyläjä siis rat-  
kaisee, tuleeko seinä oikein  
vai vaarin.

Jos lähdetään siitä, että  
sydänpuoli tulee ulospäin,  
laudan tyvipää olisi kään-  
nettävä ylöspäin. Puhdas  
on kartio eikä tasainen  
lieriö, joten suora sahaus  
haloo puun siivosta. Lau-  
dan sivupinnalla katkai-  
tujen sulojen mukaa osoit-  
taa sydämen puolella ylöspäin;  
jotta vesi valuisi myö-  
takarvaan, tyvipää on ol-  
tava ylhäällä. Kansanpe-  
rinteen sanoin ”lauta kes-  
tää seinässä parhaiten pää  
alaspäin”. Tämä koskee  
enemmänkin keuhkeaa sa-  
hapintaisia lautoja.

Pystylaudoituksesta lau-  
dan yläpää tulee aina suo-  
jaan riistään alle. Alaspäin  
pitää olla tuuletusta. Se ei  
saa nojata vesipeltiin tai  
sokkeleihin, sillä peltiin tai  
sokkeleihin koskettava pää-  
puu imee vettä ja alkaa la-  
hota.

Lattiasa toisinpäin. Latti-  
assa lauta asetetaan sydän-  
puoli alaspäin. Tikkujen  
muodostuminen on pahinta  
sydämen puolella lau-  
taa. Ilkeästi törröttävät tik-  
kut eivät ole miellyttäviä  
lattiassa. Tässäkin asiassa  
höyläjä on avainasema-  
sa. Hänen pitää tietää  
muuten kappakäytön ja toi-  
mien mukaisesti.

(Lähde: Panu Kaila,  
Talotietori 1998)

### Kutistumisen estäminen

1. Laminointi  
- vaneri
2. Pinnoitus ja pinnankäsittely  
- kalvot, maalit, lakat
3. Kyllästys  
- PEG, fenoli-formaldehydi
4. Asetylointi  
- neste tai höyry
5. Lämpökäsittely  
- jos käsittelyssä tulee 10%  
painohäviö, niin  
-> tan-suuntainen eläminen  
vähenee 70% männyllä ja  
kuusella sekä 85% koivulla

Pertti Viitaniemi 22.2.2006 31

### 10 PUUN LUJUUSOMINAISUUDET

#### 10.1 PERUSKÄSITTEITÄ

- lujuus = kyky vastustaa mekaanisten voimien vaikutusta
- kimmoisuus = sisäisten voimien ansiosta kyky palata aikaisempaan tilaan ulkoisten voimien lakattua vaikuttamasta
- HOOKEN LAKI  $\epsilon = \alpha \sigma^n$

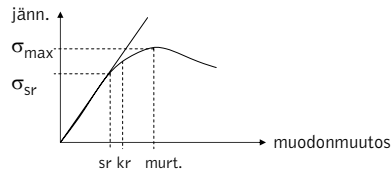
$\epsilon$  = suht.pituuden muutos =  $\Delta L / L$   
 $\alpha$  = ainevakio [mm<sup>2</sup> / N] →  $1/\alpha = E$  = kimmomoduuli  
 $\sigma$  = jännitys [N / mm<sup>2</sup>]  
 n = ainevakio (puulla 1)

Pertti Viitaniemi 22.2.2006 32



### 10.3 HOOKEN LAKI

Kuormitus suhteellisuusrajan yli → puu ei noudata enää HOOKEN lakia



Kuvien perusteella määrätään  $\sigma_{\max}$   $\sigma_{sr}$  ja E.

< sr (suhteellisuusraja)	- noudattaa Hooken lakia
sr – kr (kimmoraja)	- ei noudata Hooken lakia, mutta muodonmuutos palautuva
kr < X < murt	- ei palautuva
murt	- murtoraja $\sigma_{\max}$ = murtolujuus

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

33

### VISKOELASTISUUS JA LUJUUS

- Eristetty puusolu ei ainoastaan pitene aksiaalisen vetokuormituksen alaisena vaan myös kiertyy mikrofibrillikulman anisotropiasta johtuen.
- Naapurisoluistaan johtuen puusolut eivät voi vapaasti kiertyä.
- Sydänpuun uuteaineet voivat toimia puun soluseinien ligniinin pehmittäjinä (plastisoimisaine) tai jäykistysaineena, ja uuteaineet vaikuttavat siten pääasiallisesti puun puristuslujuuteen.

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

34

### LASITTUMISLÄMPÖTILA eli LASIPISTE ( $T_g$ )

- $T_g$  on lämpötila, jossa polymeerinen materiaali muuttuu lasimaisesta eli amorfisesta kumimaisesta tilaan.
- Lämpötilassa  $T_g$  makromolekyylit voivat siirtyä toisiinsa nähden.
- Pehmitin (esim. vesi tai uuteaineet) vaikuttaa ei-kiteisen eli amorfisen polymeerin lasittumislämpötilaan.

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

35

### VISKOELASTISUUS JA LUJUUS

- Eristetty puusolu ei ainoastaan pitene aksiaalisen vetokuormituksen alaisena vaan myös kiertyy mikrofibrillikulman anisotropiasta johtuen.
- Naapurisoluistaan johtuen puusolut eivät voi vapaasti kiertyä.
- Sydänpuun uuteaineet voivat toimia puun soluseinien ligniinin pehmittäjinä (plastisoimisaine) tai jäykistysaineena, ja uuteaineet vaikuttavat siten pääasiallisesti puun puristuslujuuteen.

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

36

### 11.5 PUUN TERMINEN PEHMEÄMINEN

- (ligniini ja hemiselluloosat -> puun ominaisuudet muuttuvat)
- Kuiva puu: alkaa 180 °C:ssa, max n. 380 °C
- Kosteuden merkitys: u yli 10% - paikallinen max 160 °C:ssa
- luonnon kostea: paikall. max-kohtia alle 100 °C:ssa

Puu pehmenee lämpötilan kohotessa

Esim: Kostean puun kuumakuivaus

kasvujännitysten laukeaminen, kuiv.jännitysten aleneminen (radiata-mänty: 127-143 °C)

Puristus tiiviimmäksi puuksi

sopiva lämpötila -> pehmeneminen -> puristuksessa ei soluseinämiin huomattavia murtumia -> huomattava mekaaninen lujuus (kaupallisissa sovellutuksissa usein lisätään vielä stabiloivia aineita)

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

37

## 11 PUUN LÄMPÖTEKNILLISET OMINAISUUDET

(PUUN TERMISET OMINAISUUDET)



Lämpölaajentuminen

Ominaislämpö

Lämmönjohtokyky

Polttoarvo

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

38

Puun akustiset ominaisuudet

- lähinnä absorptio- ja ääneneritysominaisuudet
- riippuvat käytännössä myös rakenteellisista seikoista
- äänet 16...20 000 Hz (1/s)

$$v = \lambda f \quad \& \quad \lambda = v/f$$

v = ääniaallon nopeus

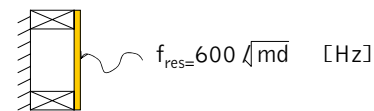
f = jaksoluku

$\lambda$  = aallonpituus

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

39

### 12.4 RESONANSSIÄÄNENIMIJÄT



$f_{res}$  = levyn ominaistaaajuus

m = massa / pinta-alayksikkö [kg/m<sup>2</sup>]

d = etäisyys [cm]

⇒ puupaneelit huonontavat kokoussalin akustiikkaa

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

40

## 13 PUUN KITKAOMINAISUUDET

Kitka on se liikkeen alkamista tai jatkamista vastustava voima, joka syntyy kahden kappaleen välille jonkin voiman pyrkiessä muttamaan niiden keskinäistä asemaa.

Kitkalla on merkitystä mm. seuraavissa tapauksissa

- työstö
- liukupinnat
- laakerit
- paketointi

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

41

## 14 PUUN SÄHKÖISET OMINAISUUDET

Yleisesti puu sängen hyvä eriste kuivana

### 14.1 PUUN SÄHKÖNJOHTOKYKY

$$R = \rho l / A$$

R = resistanssi

$\rho$  = ominaisvastus [ $\Omega\text{m}^2/\text{m}$ ] = [ $\Omega\text{m}$ ]

l = johtimen pituus

A = johtimen pinta-ala

Tärkein tekijä on puun kosteus.

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

42

## 15 PUUN VIKAISUUS



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

43

## 16 LAHOTTAJAT JA MUUT SIENTEN JA ELÄINTEN AIHEUTTAMAT PUUAINEN VIAT SEKÄ OMINAISUUKSIEN PARANTAMISESTA



Pertti Viitaniemi 22.2.2006

44

### Sienille sopivat olosuhteet

- a) lämpötila optimi 25...30 °C  
minimi 0 °C  
maksimi 45 °C
- b) happi on ehdoton edellytys.
- c) kosteus optimi 35...50%  
minimi 15% (24%) PSK  
maksimia ei ole jos happea on saatavissa
- d) pH-arvo optimi 4,5-5,5  
minimi 2,0  
maksimi 8,5
- e) Myös tyyppi on ehdoton edellytys. Typen määrä ja sienen kasvu ovat suoraan verrannolliset

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

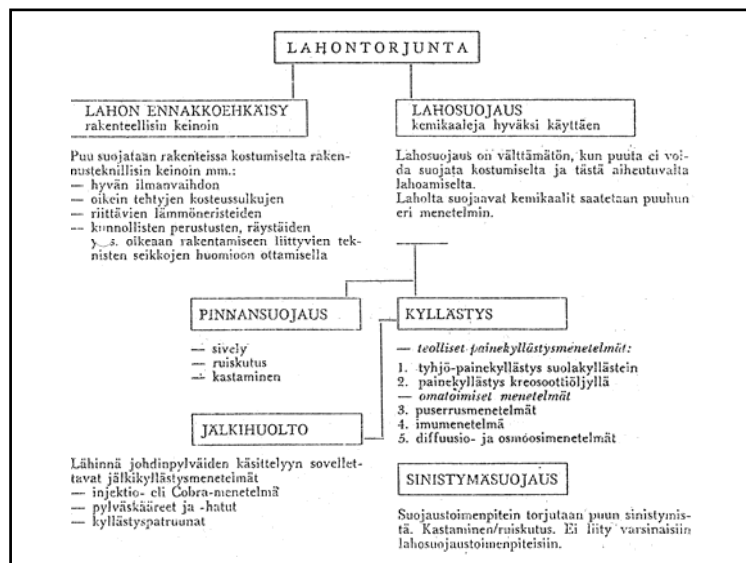
45

### 16.4 ELÄINTEN AIHEUTTAMAT VIAT

- välittömät
    - kasvavassa puussa esim. hirvien tai jänisten aiheuttamat syömäkuviot
    - hyönteisten käytävät
  - välilliset: sinistymän levitys
- Hyönteiset
- **termiitti**: ravintona tärkkelys ja sokeri
  - **tupajumi**: pahin Suomessa
    - \* välttää männyn sydänpuuta
    - \* tarvitsee kosteutta: ei keskuslämmitystaloissa
    - \* pinnalla näkyvät pienet reijät, joista valuu puujauhoa

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

46



### 16.7 PUUN KEMIALLINEN TUHOUTUMINEN

Auringonvalossa puu harmaantuu suojaamattomana muutamassa kuukaudessa

- UV-säteilyn aiheuttama puun fotokemiallinen hajoaminen
- kiilto ja väri muuttuvat
  - pinta karheutuu ja halkeilee ja lopuksi murenee

[Chang, 1982] 100v. n 6-7 mm

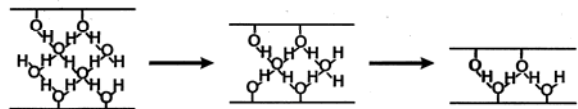
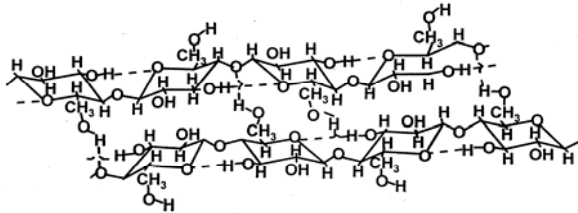
UV-säteily vaikuttaa kaikkiin aineosiin

- ligniini herkin (solut irtoavat)
- huokoset (permeabiliteetti lisääntyy)
- myös muut ligniinipitoiset puutuotteet muuttavat väriään (paperi kellastuu)
- T-leikkauksessa vähäisempää kuin R tai poikkileikkauksessa

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

48

\* Puun lämpökäsittely



(VTT Rakennustekniikka, Pertti Viitaniemi 15.08.1997. RTE/14)

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

49

PUUN VAIKUTUKSESTA IHMISEN TERVEYTEEN

\* pintakäsittelemätön puu

- hygroskooppisuus -> tasaa kosteusvaihteluja

\* ei radonpäästöjä

\* kemialliset vaikutukset

- aineita varastoituu esim. sydänpuuhun / tylppysoluihin sekä ennen kaikkea kuoreen

Puupöly on haitallista

- ammattiaistmat  
toksisiksi todettuja tammi- ja pyökkipölyt
- kosketusallergiat  
mm. useiden trooppisten lehtipuiden pöly hikiällä iholla

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

50

Puutuotteet

- \* lämpökäsittely - mm. furaaneja
- \* kuivaus - mm. happoja sekä metanolia, asetaldehydiä ja formaldehydiä
- \* höylätty puu
  - vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä
  - uuteaineita pintaan - tuoksu

Puun polton päästöt

- \* savukaasun kemialliset aineet
- \* pienhiukkaset (ml. aerosolit)
  - erityisesti pienulisijat (sauna = 80 km dieselautolla)
  - talviaika pahempi myös sisäilman laadulle (mm. bentseeni)

Pertti Viitaniemi 22.2.2006

51