

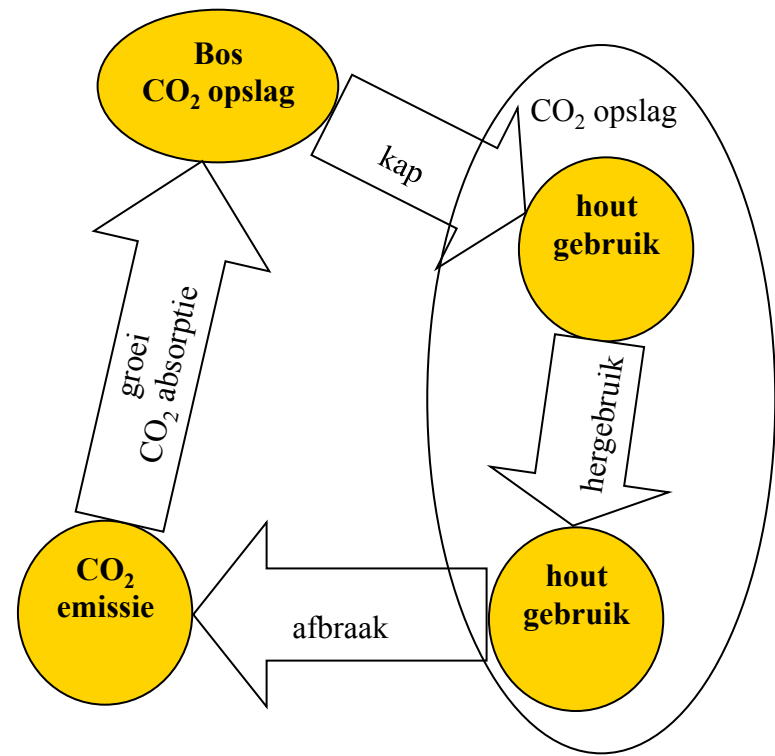
HOUT

André Jorissen

SHR-Wageningen / TU-Eindhoven

Onderwerpen

- Basis eigenschappen zoals, sterkte, stijfheid, krimp, kruip, milieu belasting, etc
- Berekenen , verwerken, verbinden
- Kosten, verkrijgbaarheid
- Sterke en zwakke eigenschappen
- Samenwerking met andere materialen
- Nieuwe ontwikkelingen



Zuivering van de lucht

- “inname” van CO₂ (broeikasgas) en de “productie” van zuurstof

Cyclus: CO₂ + zon → hout + 2O → houtproducten → afval + CO₂

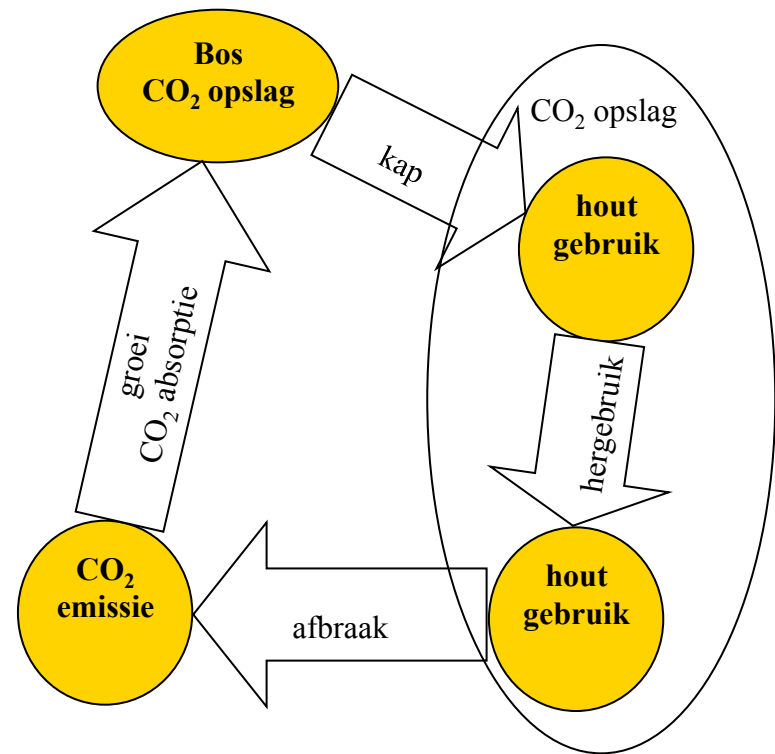
milieu belasting

	periodiek systeem van elementen (MOL)
koolstof (C)	12
zuurstof (O)	16
$\text{CO}_2 = 12 + 2 * 16$	44

een C bindt $\frac{44}{12} = 3,7 \text{ CO}_2$

hout \approx half van het gewicht bestaat uit koolstof

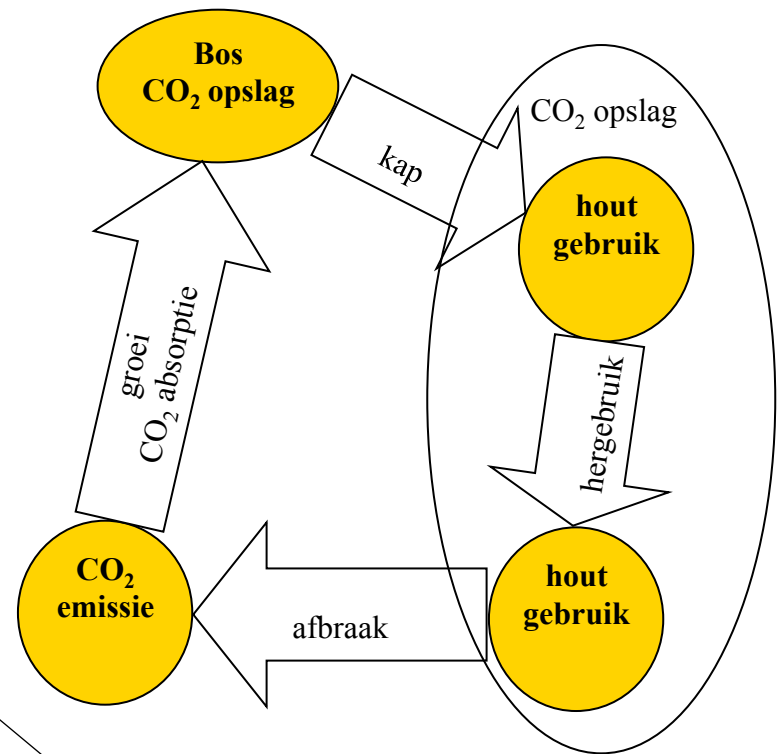
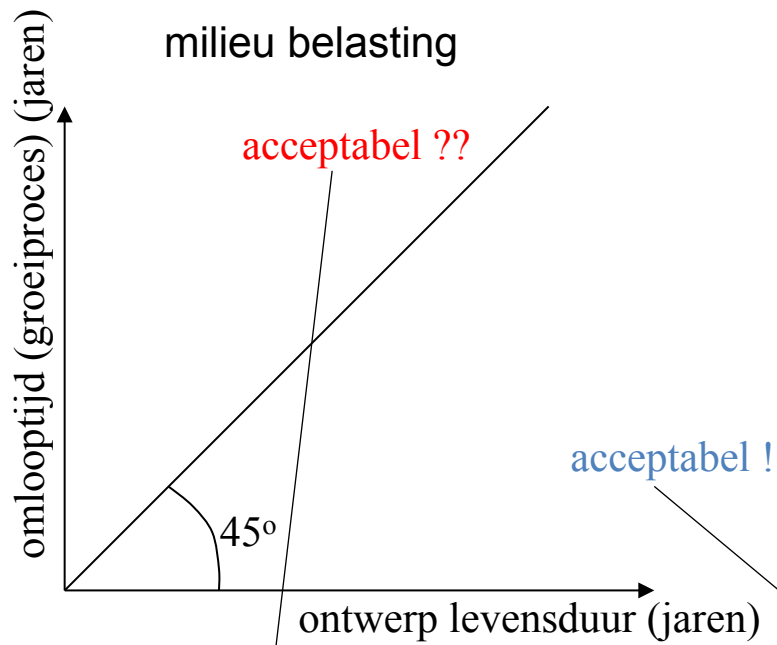
een tonhout bindt ca. $\frac{1000}{2} * 3,7 = 1850 \text{ kg CO}_2$



Zuivering van de lucht

- “inname” van CO₂ (broeikasgas) en de “productie” van zuurstof

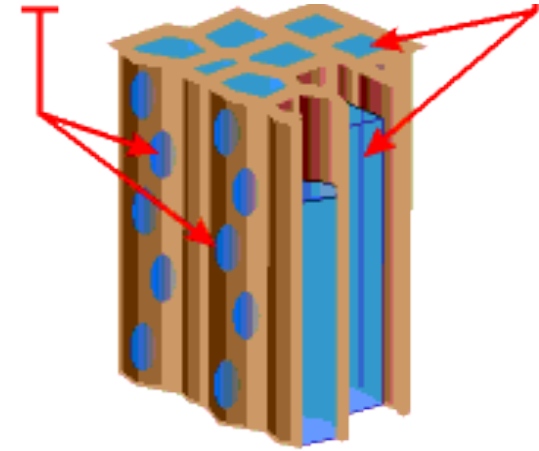
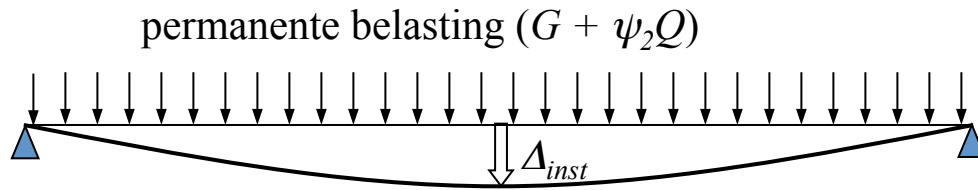
Cyclus: $\text{CO}_2 + \text{zon} \rightarrow \text{hout} + 2\text{O} \rightarrow \text{houtproducten} \rightarrow \text{afval} + \text{CO}_2$



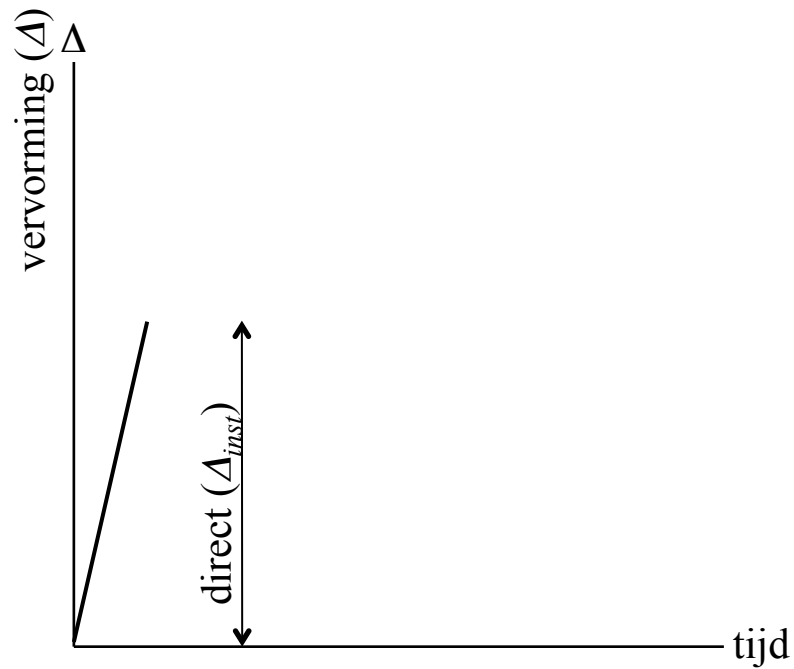
kruip

gebonden water

vrij water

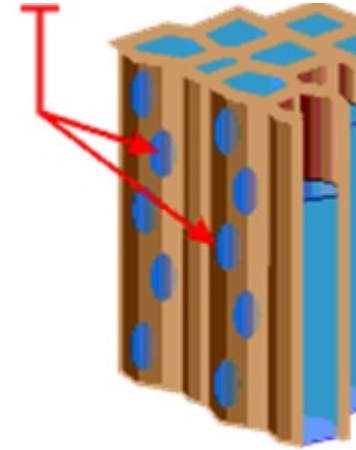


vochtgehalte ω [%]

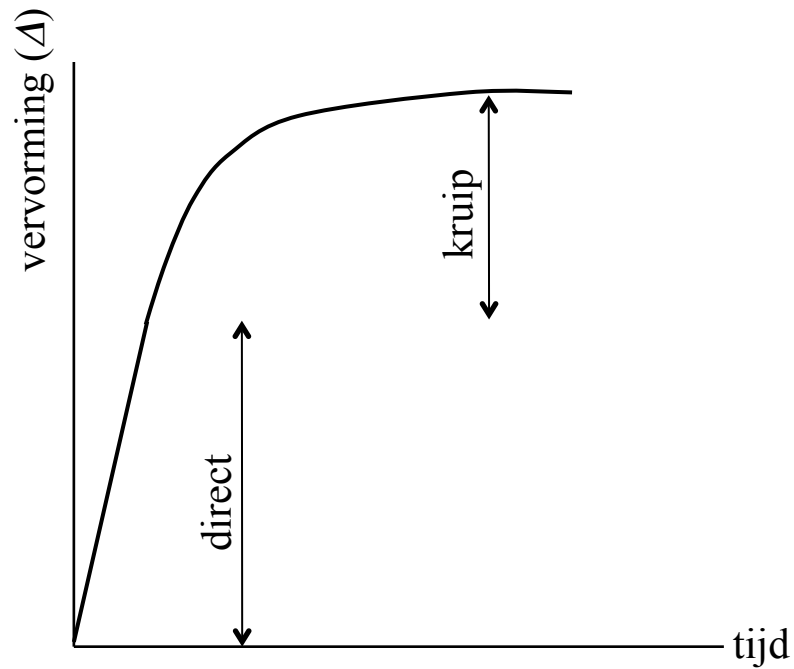
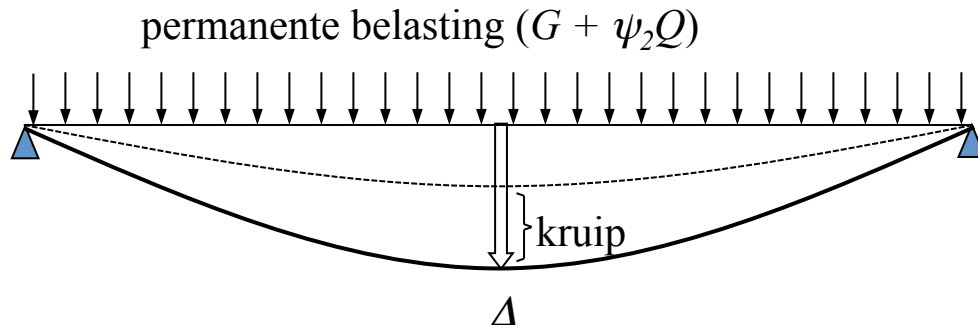


kruip

gebonden water

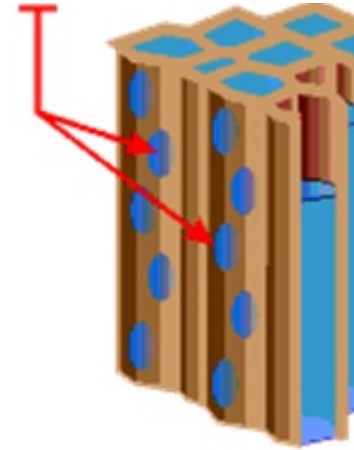


vochtgehalte ω [%]

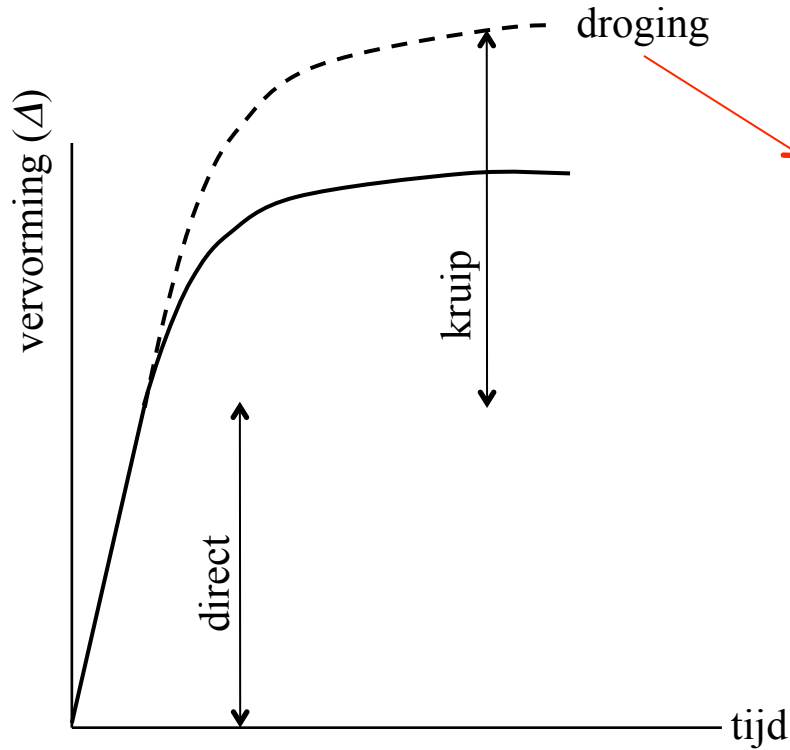
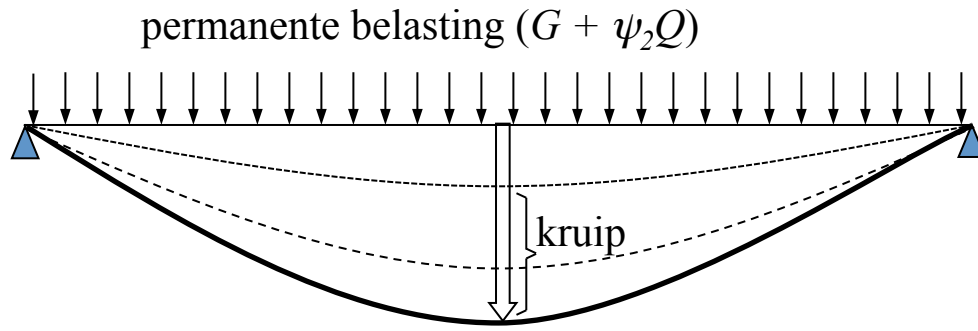


kruip

gebonden water

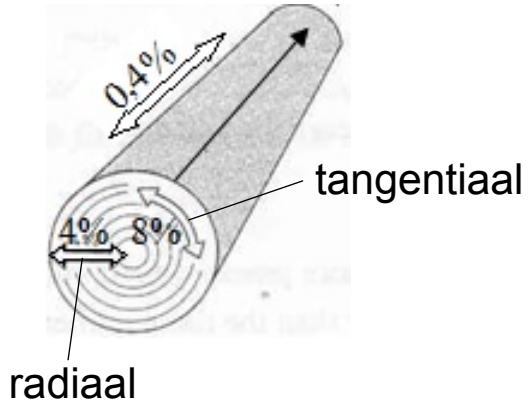


vochtgehalte ω [%]

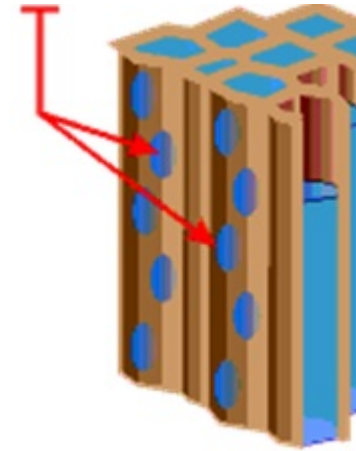


Eurocode 5: $k_{def} + 1$

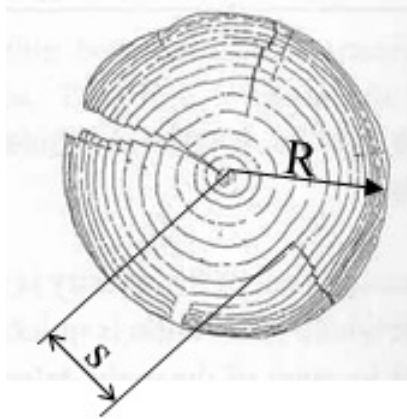
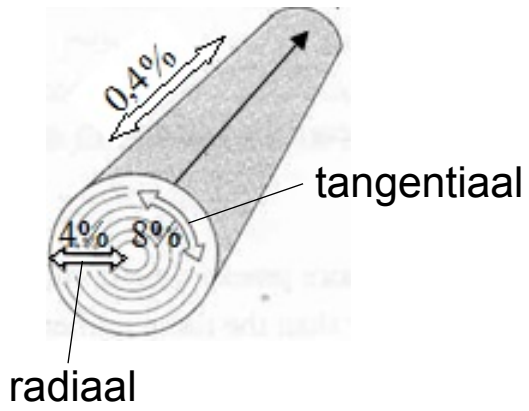
krimp



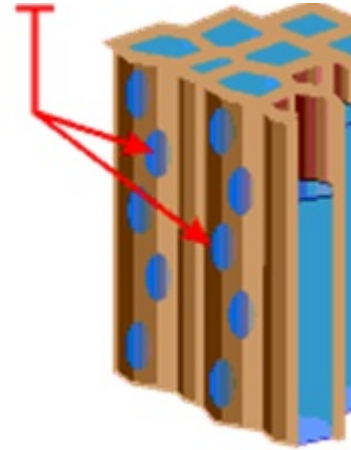
gebonden water



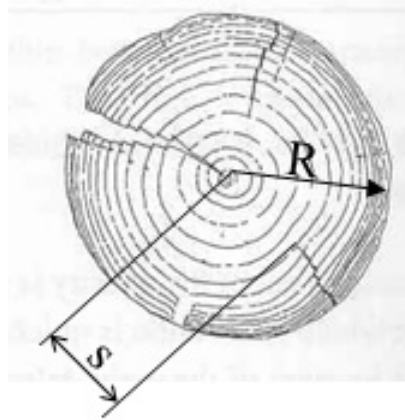
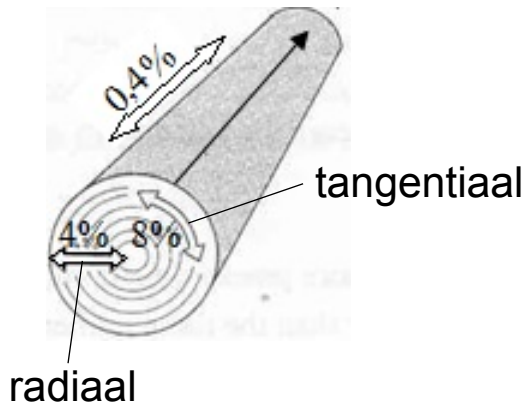
krimp



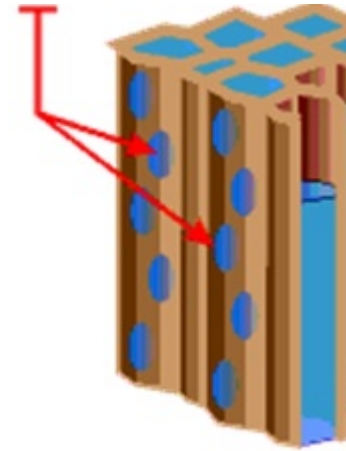
gebonden water



krimp



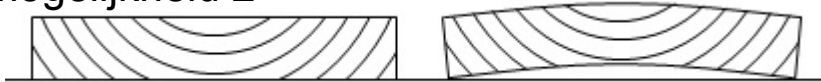
gebonden water



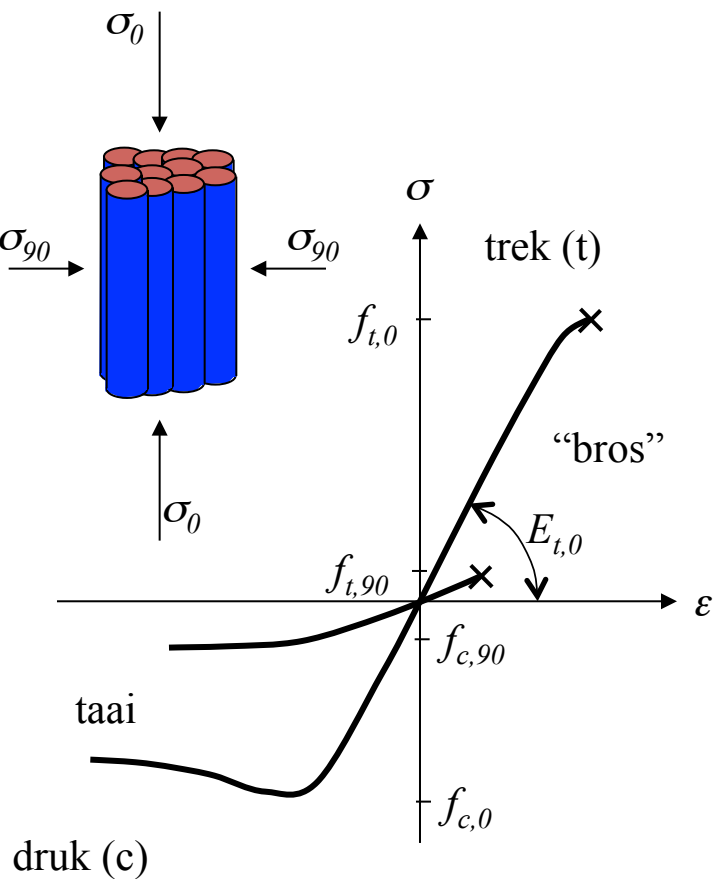
mogelijkheid 1



mogelijkheid 2



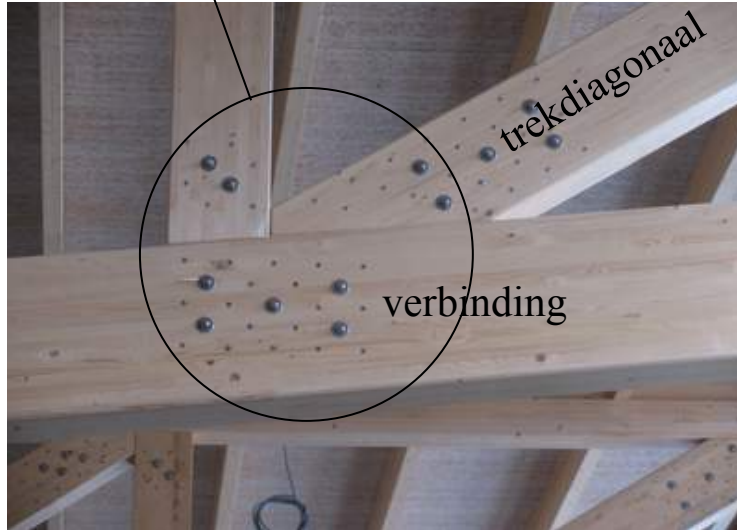
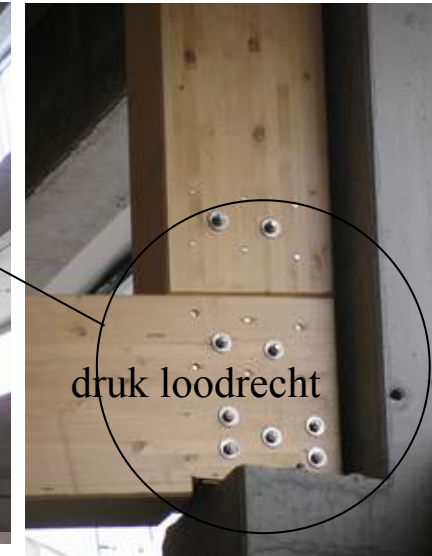
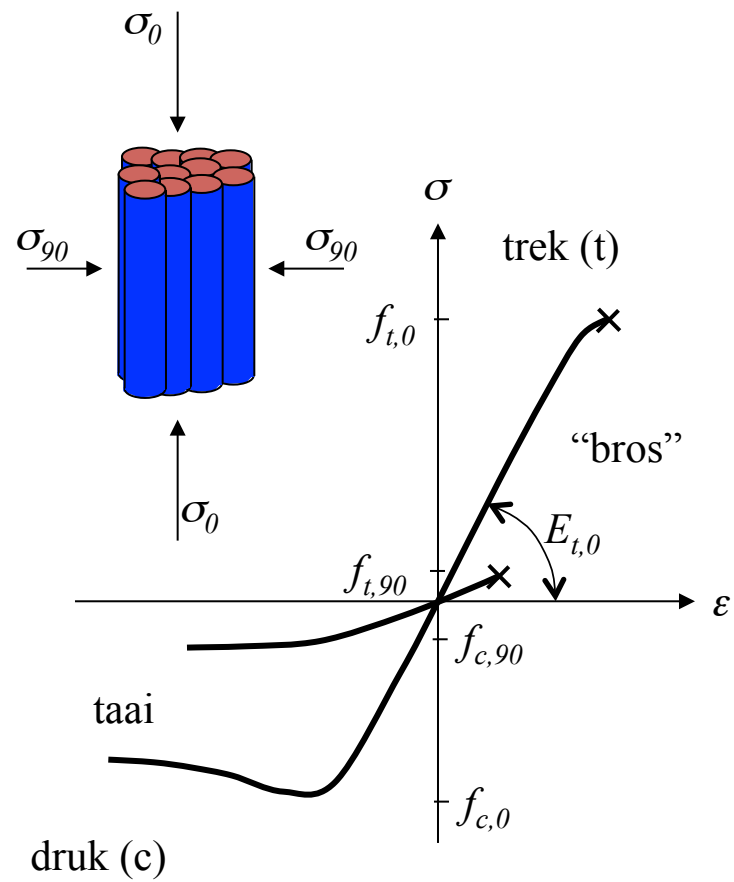
sterkte, stijfheid



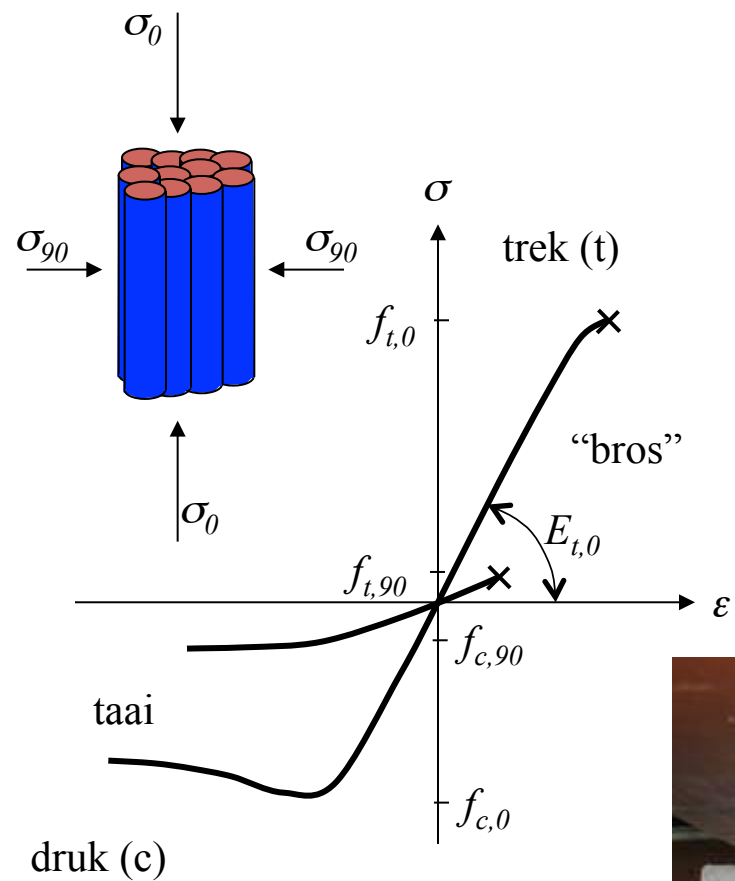
evenwijdig aan de vezel (0°): f_0
loodrecht op de vezel (90°): f_{90}



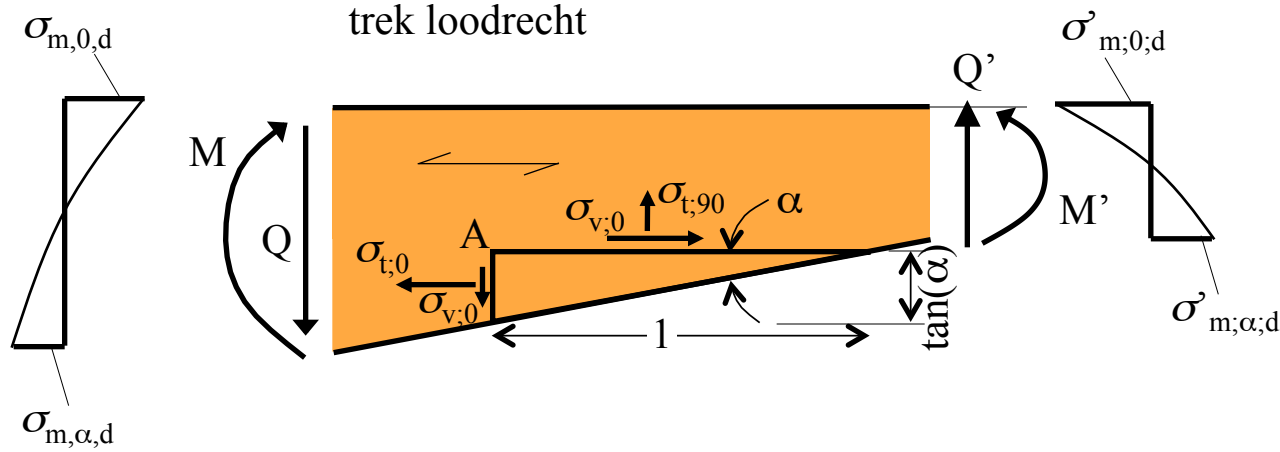
sterkte, stijfheid



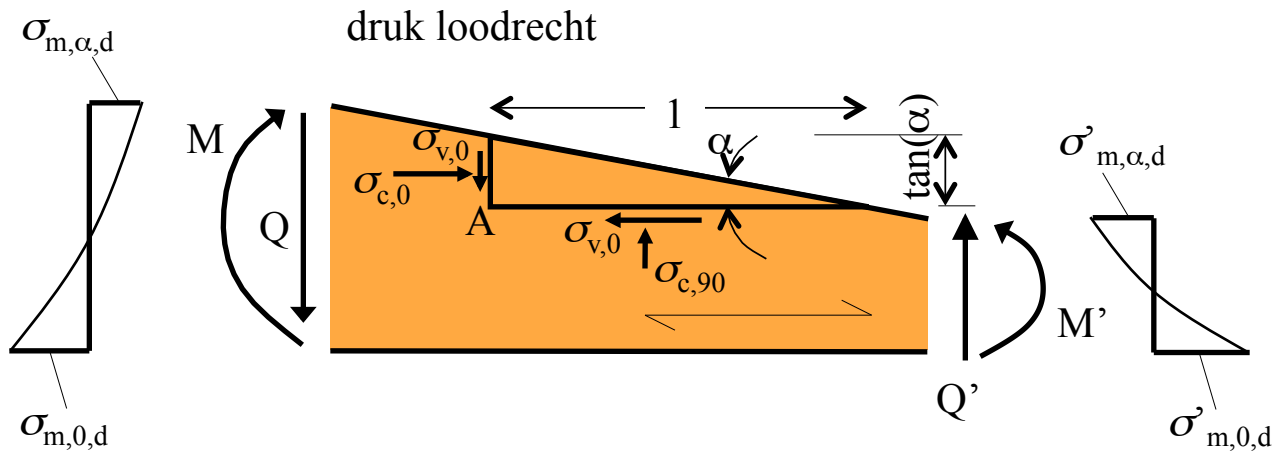
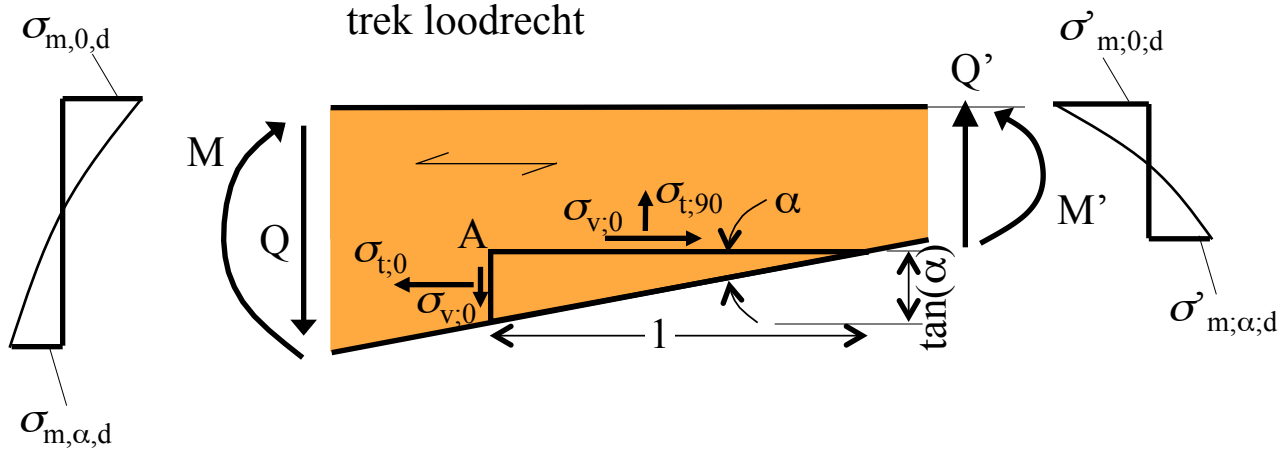
sterkte, stijfheid



sterkte, stijfheid



sterkte, stijfheid

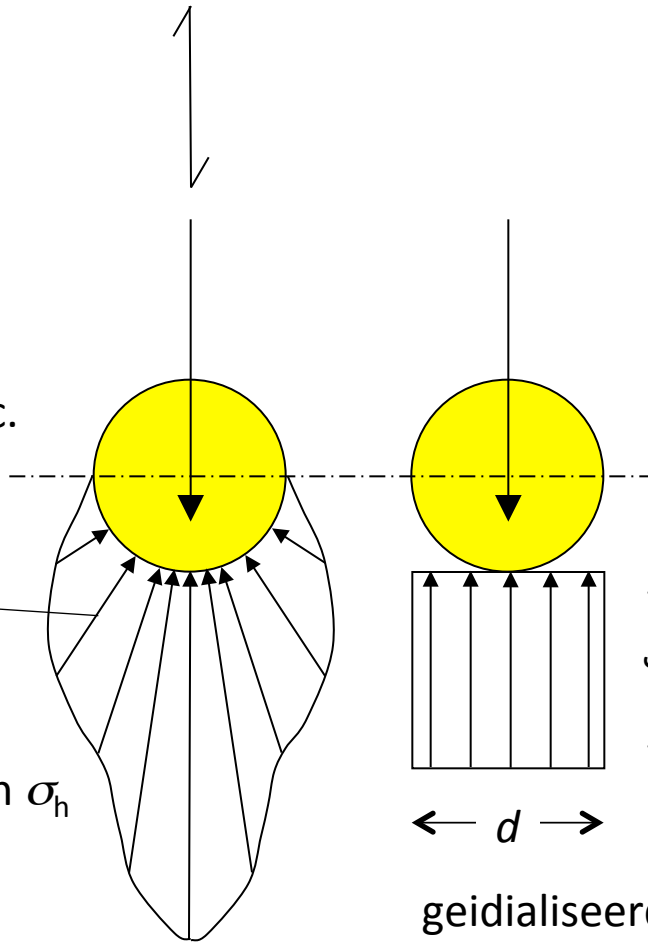


sterkte, stijfheid

bouten, stiften, etc.

trekcomponent
loodrecht op de vezel

“werkelijke” stuijkspanningen σ_h



berekenen

ULS

karakteristieke sterkte (EN 338; EN 14080)

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} k_{\text{mod}} k_h$$

rekenwaarde

materiaal factor

belastingsduur
vochtgehalte

volume factor

SLS

gemiddelde elasticiteitsmodulus (EN 338; EN 14080)

$$E_d = \frac{E_{\text{mean}}}{1 + \psi_2 k_{\text{def}}}$$

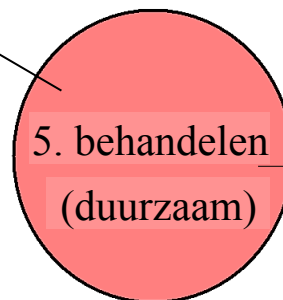
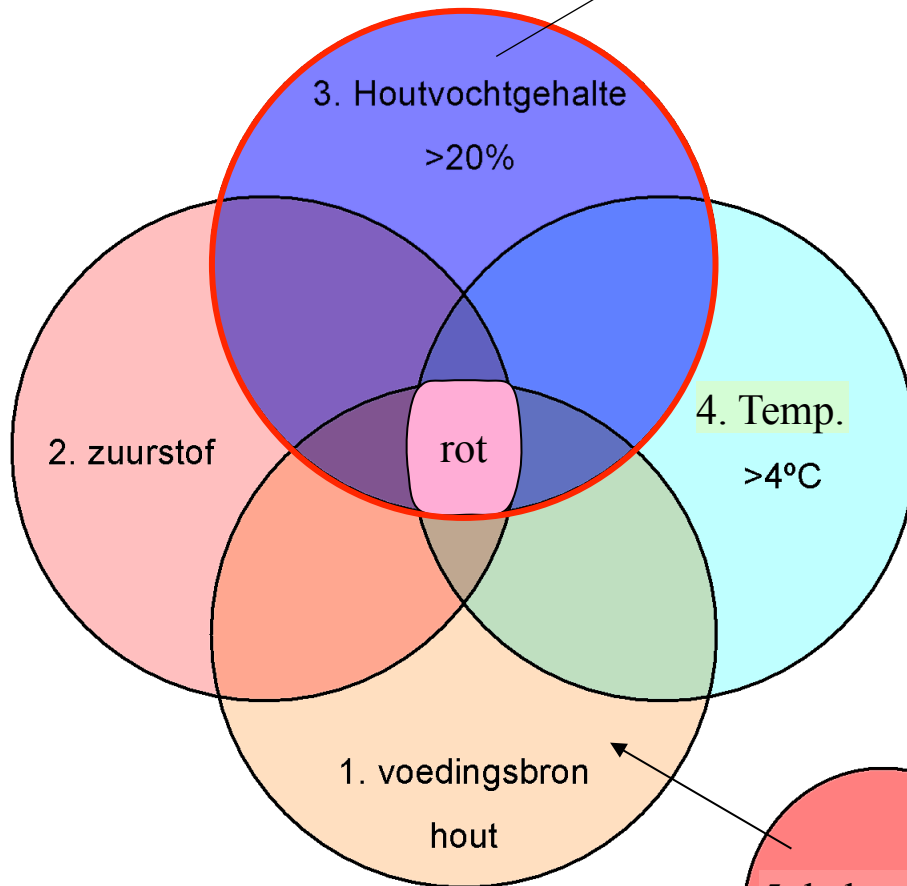
rekenwaarde

kruipfactor (vochtgehalte)

“belastingsduur”

verwerken

- RV langdurig > 90%
- Opgesloten vocht (ventilatie!)



- gifstoffen
- modificatie

sterke en **zwakke** eigenschappen

- Natuurproduct (variatie in eigenschappen)
- Benodigde aandacht (ventilatie)
- Bros bezwijkgedrag (buiging, trek)
- Krimpen, zwellen (hout werkt, scheurvorming)
- Orthotroop gedrag (vezelrichting; “moeilijk”)
- Licht bouw materiaal (verankeren)
- Brandbaar
- “grote” afmetingen
- Onderhoud
-

sterke en zwakke eigenschappen

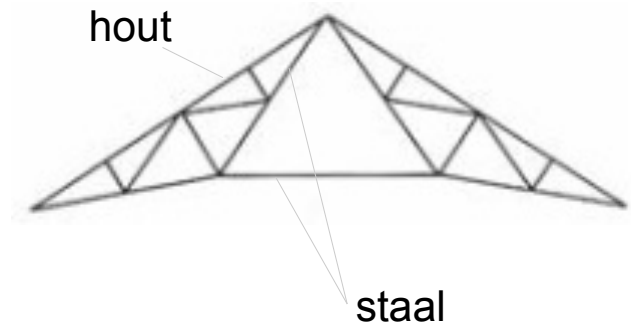
- Natuurproduct (variatie in eigenschappen)
- Benodigde aandacht (ventilatie)
- Bros bezwijkgedrag (buiging, trek)
- Krimpen, zwellen (hout werkt, scheurvorming)
- Orthotroop gedrag (vezelrichting; “moeilijk”)
- Licht bouw materiaal (verankeren)
- Brandbaar
- “grote” afmetingen
- Onderhoud
-

- Licht bouw materiaal (kleine krachten)
- Sterk en stijf in relatie tot het gewicht
- Brandwerend
- Sustainable
- Bewerkbaarheid
- Vormvrijheid
- Chemische resistentie
- Lijmbaarheid
- Schoonheid – “aibaarheid”
-



samenwerking met andere materialen

- **Polonceau**
- **Onderspannen (staal)**
- Kozijnen – metselwerk
- Vloeren – verankerd metselwerk
- Bekistingen (beton)
- Hout beton
- Verbindingsmiddelen (staal)
- FRP ingelijmde staven (renovatie)
- Epoxies (lijmen – renovaties)
-



samenwerking met andere materialen

- Polonceau
- Onderspannen (staal)
- **Kozijnen – metselwerk**
- Vloeren – verankerd metselwerk
- Bekistingen (beton)
- Hout beton
- Verbindingsmiddelen (staal)
- FRP ingelijmde staven (renovatie)
- Epoxies (lijmen – renovaties)
-

dak (hout)



metselwerk

kozijn (hout)

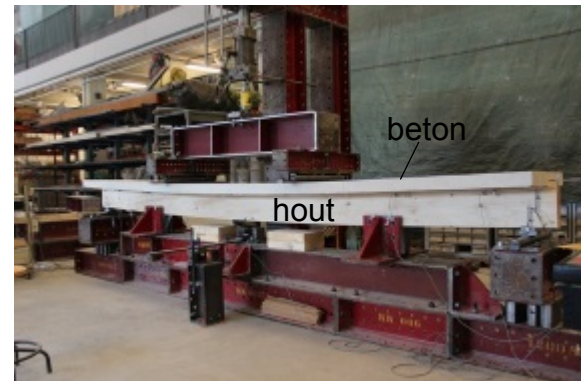
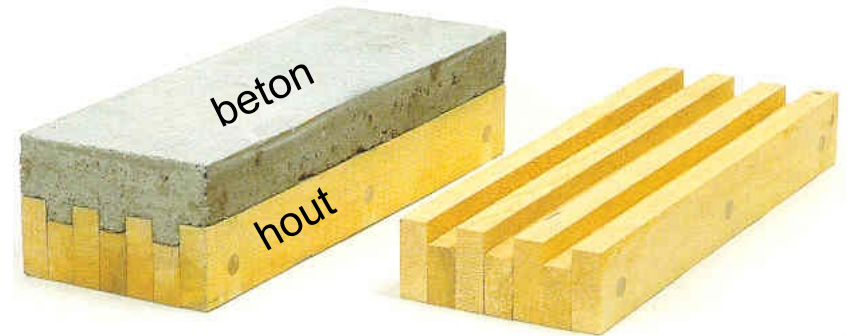
samenwerking met andere materialen

- Polonceau
- Onderspannen (staal)
- Kozijnen – metselwerk
- Vloeren – verankerd metselwerk
- Bekistingen (beton)
- Hout beton
- Verbindingsmiddelen (staal)
- FRP ingelijmde staven (renovatie)
- Epoxies (lijmen – renovaties)
-



samenwerking met andere materialen

- Polonceau
- Onderspannen (staal)
- Kozijnen – metselwerk
- Vloeren – verankerd metselwerk
- Bekistingen (beton)
- **Hout beton**
- Verbindingsmiddelen (staal)
- FRP ingelijmde staven (renovatie)
- Epoxies (lijmen – renovaties)
-



samenwerking met andere materialen

- Polonceau
- Onderspannen (staal)
- Kozijnen – metselwerk
- Vloeren – verankerd metselwerk
- Bekistingen (beton)
- Hout beton
- Verbindingsmiddelen (staal)
- **FRP ingelijmde staven (renovatie)**
- **Epoxies (lijmen – renovaties)**
-



staaf



staaf

oud



nieuw

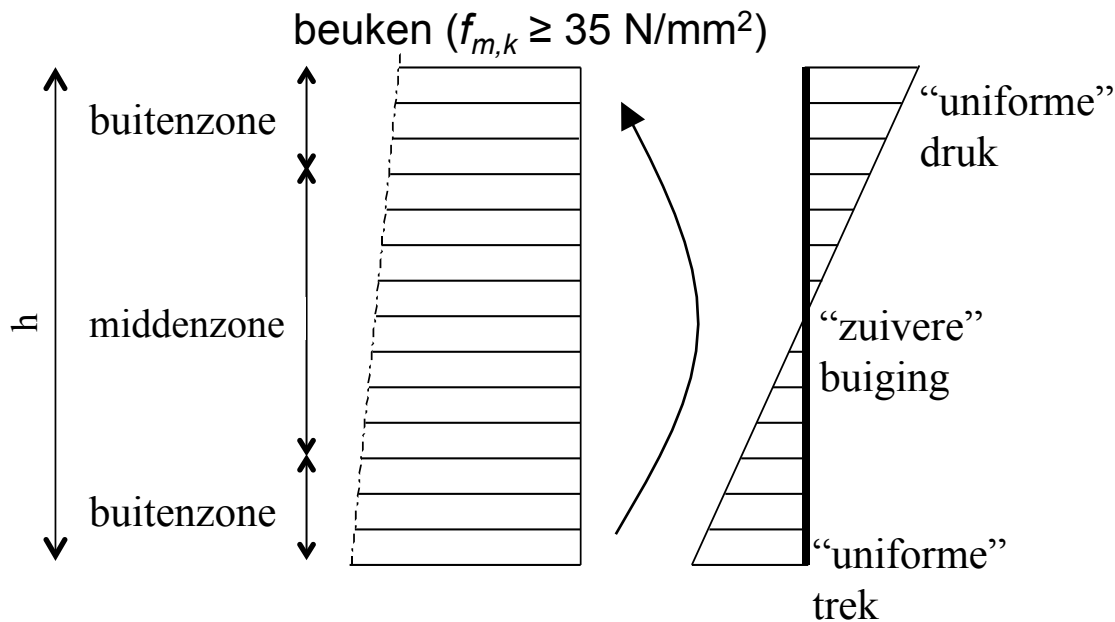
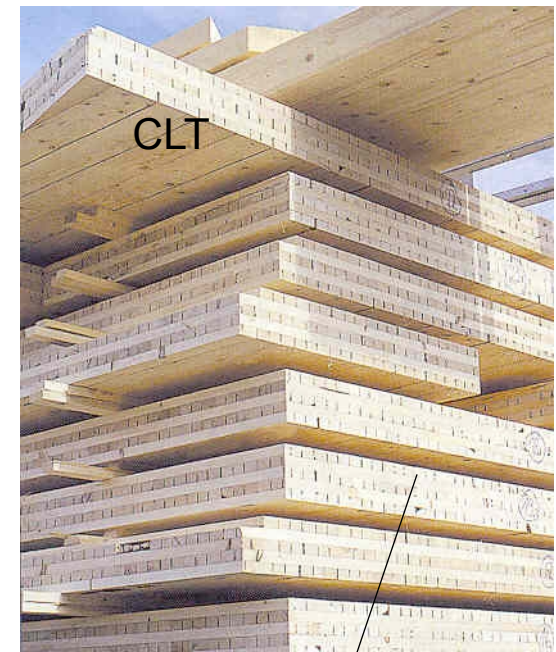
nieuwe ontwikkelingen

- **materialen**
 - CLT
 - hoge sterkte gelamineerd hout
- **verbindingen met (voldraadse) schroeven**
- **hoogbouw**
 - Murray Grove (Londen)
 - Forte (Melbourne)
 - Modules (Bergen –
Amsterdam)
 - HoHo
 - HAUT

nieuwe ontwikkelingen

- materialen

- CLT
- hoge sterkte gelamineerd hout
- verbindingen met (voldraadse) schroeven
- hoogbouw
 - Murray Grove (Londen)
 - Forte (Melbourne)
 - Modules (Bergen – Amsterdam)
- HoHo
- HAUT



kruislings verlijmde lagen
“triplex met grote laagdikte”

nieuwe ontwikkelingen

- **materialen**
 - CLT
 - hoge sterkte gelamineerd hout
- **verbindingen met (voldraadse) schroeven)**
- **hoogbouw**
 - Murray Grove (Londen)
 - Forte (Melbourne)
 - Modules (Bergen – Amsterdam)
 - HoHo
 - HAUT

Murray Grove (ca. 30 m)

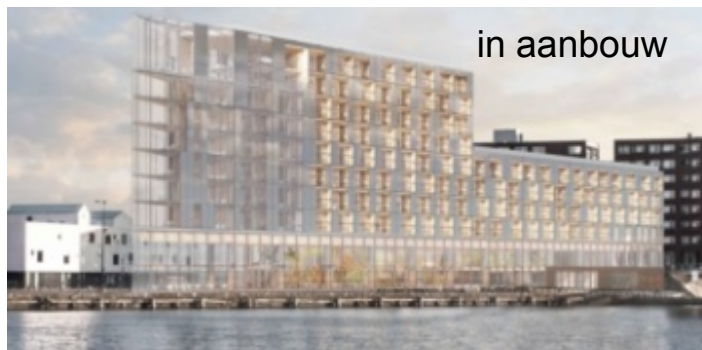


Forte (ca. 34 m)



nieuwe ontwikkelingen

- **materialen**
 - CLT
 - hoge sterkte gelamineerd hout
- **verbindingen met (voldraadse) schroeven)**
- **hoogbouw**
 - Murray Grove (Londen)
 - Forte (Melbourne)
 - Modules (Bergen - Amsterdam)
 - HoHo
 - HAUT



hotel Jakarta - Amsterdam



houten "Mega structuur"

nieuwe ontwikkelingen

- **materialen**
 - CLT
 - hoge sterkte gelamineerd hout
- **verbindingen met (voldraadse) schroeven**
- **hoogbouw**
 - Murray Grove (Londen)
 - Forte (Melbourne)
 - Modules (Bergen – Amsterdam)
 - HoHo (Wenen)
 - HAUT (Amsterdam)



HoHo Wenen (84 m)

in voorbereiding



Dank voor uw aandacht.