



HOGESCHOOL ROTTERDAM

Cluster: RIBACS

Module ribBHS01c

Bouwen in Hout en Staal

Week 01

Studiejaar 2007 - 2008

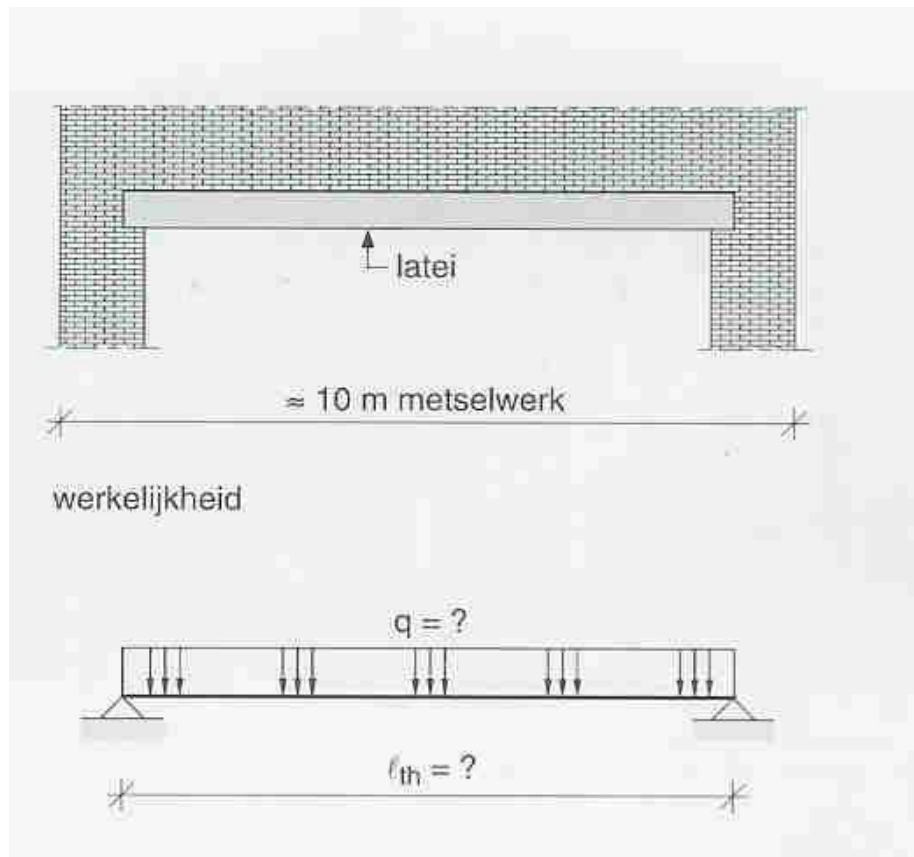
Studiepunten 3 ECTS

Bouwkunde / Civiele techniek

Schematiseren

- Schematiseren
 - De eerste essentiële stap in het rekenproces is het schematiseren van de constructie tot een mechanicamodel waarmee de verdere rekenprocedures worden uitgevoerd.
 - Een vereenvoudiging van het werkelijke gebouw tot een bepaalde structuur – de draagconstructie - waarin men het krachtenverloop kan aangeven.
 - Schematiseren moet het werkelijke bedrag zo exact mogelijk nabootsen.

Schematiseren



Schematiseren

- **Schematiseren kan betekenen dat:**
 - alleen bepaalde onderdelen van het gebouw worden beschouwd.
 - bepaalde belastingen buiten beschouwing kunnen worden gelaten
 - bepaalde belastingen vervangen kunnen worden door andere belastingen

Schematiseren

- **Schematisering van een gebouw hangt sterk af van:**
 - de grootte
 - de belangrijkheid
 - het gebruik

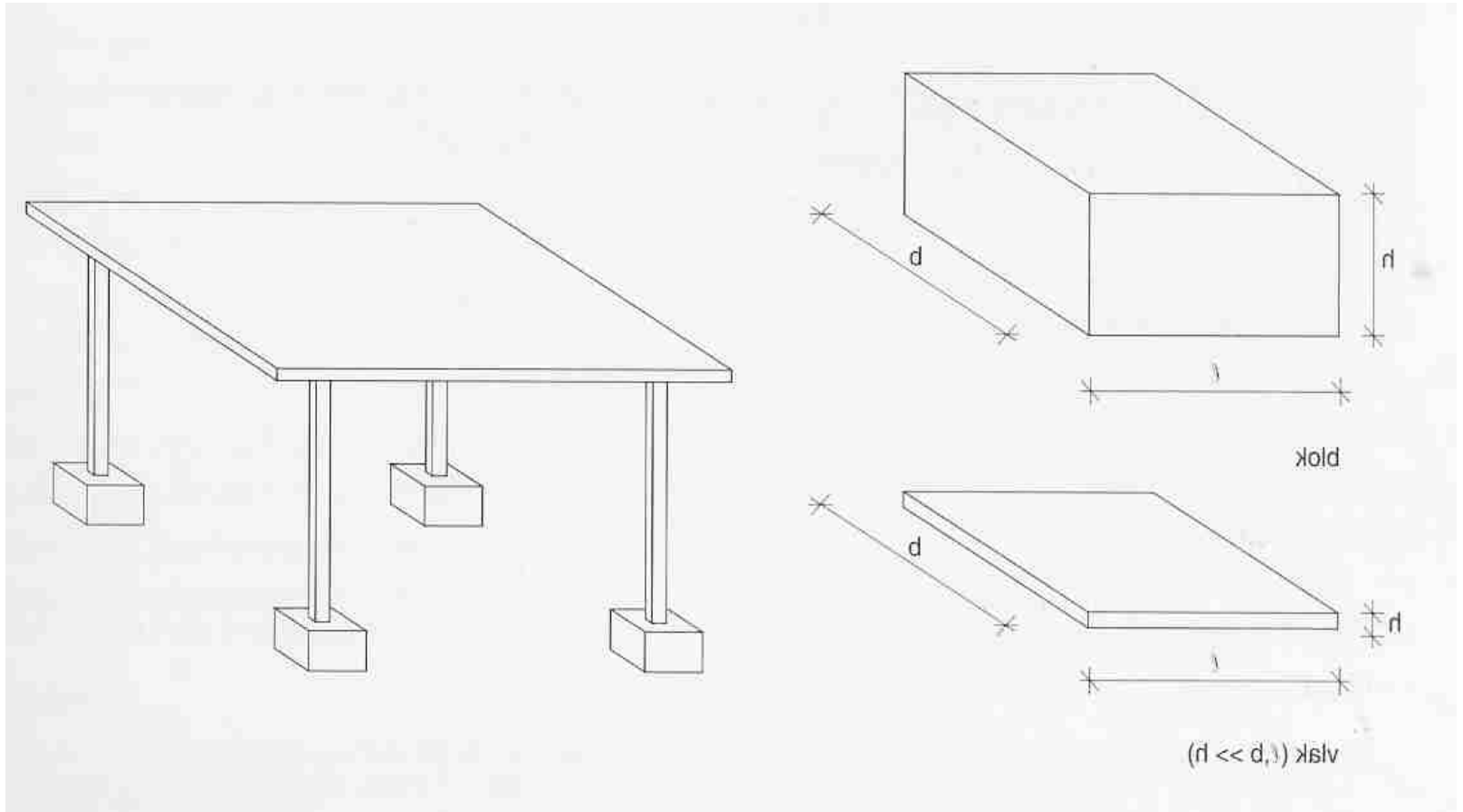
Schematiseren

- **De schematisering bestaat uit het vastleggen van de volgende vier onderdelen:**
 - Geometrie van de constructie
 - Aard en plaats van de opleggingen
 - Materiaaleigenschappen (Constructietype)
 - Belastingen op de constructie (Gedrag van de verbindingen.)

Schematiseren

- **Geometrie:**
 - Vorm en afmetingen van de constructie.
 - Ruimteconstructies worden vereenvoudigd tot vlakke modellen
 - Constructie-elementen worden vereenvoudigd tot lijnvormige elementen.

Schematisieren



Schematiseren

- **Opleggingen**
- Opleggingen worden in schematisering geïdealiseerd tot een :
 - zuiver scharnier
 - volledige inklemming
 - zuivere glijopleiding

Schematiseren

- **Materiaaleigenschappen.**
 - Voor alle relevante materiaaleigenschappen gaat men uit van de rekenwaarden zoals van de:
 - sterkte
 - stijfheid
 - uitzettingscoëfficiënt
 - Afhankelijk van het gekozen constructiemateriaal staan deze waarden in de materiaalgebonden voorschriften NEN 6710 t/m NEN 6790.

Schematiseren

- **Belastingen**
 - Eigen gewicht
 - Permanente belastingen
 - Veranderlijke belastingen
 - Bijzondere belastingen

Schematiseren

- **Constructieonderdelen**

- Elke draagconstructie is te ontleden in afzonderlijke constructiedelen, deze zijn in principe in drie verschillende categorieën te verdelen, afhankelijk van de hoofdafmetingen
- Blokvormige onderdelen, bijv. ankerblokken en poeren. (3D-elementen)
- Vlakke onderdelen, bijv. vloeren en wanden (2D-elementen).
- Lijnvormige onderdelen, bijv. staven, kolommen en balken (1D-elementen).

Schematiseren

- **Vrijmaken**
- Het aanbrengen van sneden, waardoor het element los komt van zijn omgeving.
- Hierbij de randvoorwaarden (opleggingen) t.p.v. de sneden zo kiezen dat het vrijgemaakte element zich nagenoeg gedraagt als de werkelijkheid.
- (bijv. stapelbouw: Alle elementen zijn als losse onderdelen te beschouwen en kunnen geschematiseerd worden tot een scharnier.)

Schematiseren

- Vereenvoudigingen
 - alle elementen prismatisch (alle elementen hebben de zelfde doorsnede over de gehele lengte of oppervlakte).
 - Alle elementen hebben rechte zijden (alle doorsneden rechthoekig van vorm)

Staal

- **Algemeen**
- Staal is een metaallegering die hoofdzakelijk bestaat uit ijzer en koolstof.
- Er zijn verschillende soorten samenstellingen:
 - constructiestaal
 - gietijzer en gietstaal
 - roest- en weervast staal

Staal

- **Constructiestaal**
- Meest gangbare staalsoort in hoofddraagconstructies
- Heeft een zeer hoge trek- en druksterkte van 310 tot 510 N/mm²
- Wordt aangeduid met de minimale vloeigrens, waarbij de coderingen S235 en S355 het meest gebruikt zijn (vergelijkbaar met de oude benamingen FE360 en Fe510, waarbij het getal de treksterkte aanduidt).
- Bevat 0,3% koolstof
- Minder broos dan gietijzer en gietstaal
- Grote taaiheid. (de constructie zal niet direct volledig bezwijken maar geeft eerst een waarschuwing door zijn vervorming)
- Prima lasbaar en vervormbaar.
- Corrodeert

Staal

- **Gietijzer**

- bevat 3% koolstof
- broos
- lage treksterkte
- kan niet of weinig op trek en buiging worden moeilijk lasbaar
- weinig krimp
- toepassing voor complexe onderdelen die alleen kunnen worden gegoten

Staal

- **Gietstaal**

- bevat tussen de 0,2 en 0,5% koolstof
- minder broos dan gietijzer
- toepassing als knopen voor ruimtevakwerken.

Staal

- Roest- en weervaststaal
 - Roestvast staal is veelal door toevoeging van chroom zeer goed beschermd tegen corrosie.
 - Bij extreme omstandigheden, zoals een zure omgeving, kan alsnog roest ontstaan.
 - Nadelen: Afname van de sterkte, kostbaar
 - Toepassingen: verbindingsmiddelen, gevelbekledingen, stalen lateien.
- Cortenstaal
 - is weervast staal dat met koper is gelegeerd.
 - Voordeel: minder afnemende treksterkte dan roestvaststaal
 - Toepassing: kwetsbare draagconstructies zoals bruggen.

Staal

- **Basisprodukten (constructiedelen)**
- stafstaal
 - gewalst staal van geringe afmetingen met een massieve , T, L, U of Z-vormige doorsnede
 - toepassing; secundaire ligger, schoor in vakwerklijger of massieve kolommen van zeer geringe doorsnede.
- buizen en kokers
 - uit gebogen, aan elkaar gelaste, staalplaat.
 - Warmgewalste ronde- en rechthoekige kokers
- koudgevormde plaat en profielen
 - uit warm gewalste plaat

Staal

- **Eigenschappen**

- De verdere behandeling is geconcentreerd op constructiestaal, omdat dit veruit de meeste toepassing binnen de staalconstructies vindt.

Staal

- **Dragende eigenschappen**

- Druksterkte σ in N/mm² 235
- Treksterkte σ in N/mm² 235
- Stijfheid E in N/mm² 210.000
- Volumieke massa in kg/m³ 7.800
- Toelaatbare druksterkte/gewichtSGR in 1/m 2.000
- Thermische uitzetting α in 10^{-5} m/m.K 1.2

- **Scheidende eigenschappen**

- Thermische geleiding χ in W/mK 41 – 52
- Soortelijke warmte c in J/kgK 480 – 530
- Dampdiffusieweerstand ∞

Staal

- **Constructieve eigenschappen**
 - grote druk- en treksterkte
 - laag gewicht
 - grote overspanningen zijn mogelijk
 - nadeel relatief grote vervormingen
 - taai (zal niet direct breken)

Staal

- **Brandveiligheid**

- brandgevoeligheid (al vanaf temperaturen van 400° C
 - oorzaak; geringe massa en snelle geleiding van staal
- lage profielfactor (omtrek/oppervlakte) lage opwarmingsnelheid
- stalen kolommen en liggers brandwerend uitvoeren

Staal

- **Bouwfysische eigenschappen**
 - zeer grote thermische geleiding
 - koudebruggen
 - grote uitzetting
 - slechte isolatie tegen contact- en luchtgeluid

Staal

- **Staal als bouw materiaal**
 - grote bouwsnelheid
 - gelaste verbindingen (momentvast)
 - bouwverbindingen (scharnierend)
 - geringe maatafwijkingen
 - relatief laag eigen gewicht
 - kleinerere funderingen

Staal

- **Duurzaamheid**
 - onderhoudstechnisch gevoelig
 - kwetsbaar voor corrosie
 - flexibel
 - hergebruik

Staal

- **Fabricage**
 - winning ruwijzer uit ijzererts
 - productie stalen halffabrikaten uit ruwijzer in de vorm van plakken
 - productie basisproducten als plaat en profielen uit halffabrikaten

Staal

- **Bewerkingsmethoden**

- walsen
- koudvormen, zoals: zetten, kanten en buigen
- gieten
- verspanende technieken, zoals: boren, slijpen, zagen
- scheidend vormgeven, zoals: knippen en ponsen
- verbindend vormgeven, zoals; lassen en felsen.

Staal

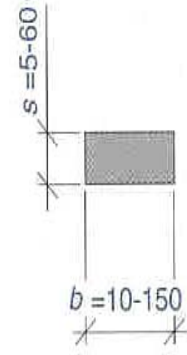
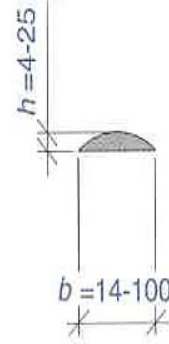
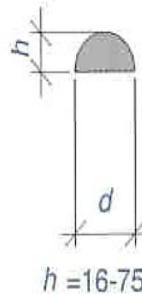
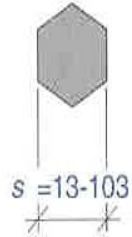
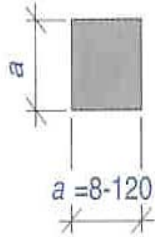
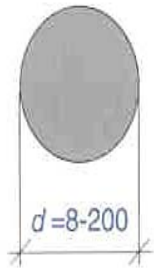
- **Corrossiebestrijding**

- Voor zijn gevoeligheid voor corrossie betekent dit dat de hoofddraagstructuur zowel in zijn geheel als in detail moet worden beschermd tegen vocht, afhankelijk van de condities waar het in zich bevind.
- Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen binnencondities (C1 en C2), waarbij staal niet of nauwelijks om bescherming vraagt, en buitencondities (C3, C4 en C5)

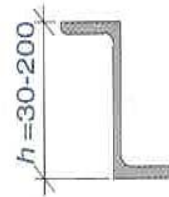
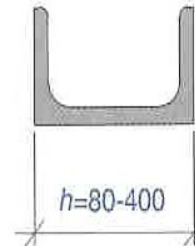
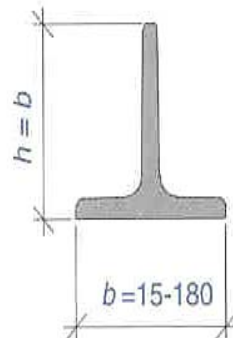
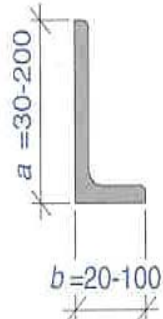
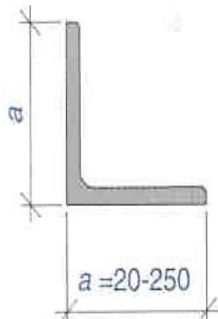
Staal

- **Beschermende methoden:**
 - beschermingsconstructie, waardoor contact van staal met vocht wordt vermeden
 - afvoeren vocht zonder dat het schade kan aanrichten
 - corrosiebehandelingen, waardoor staal wordt beschermd tegen alsnog aanwezige vocht.
 - Legeringen, chroom
 - Thermisch verzinken
 - Schilderen

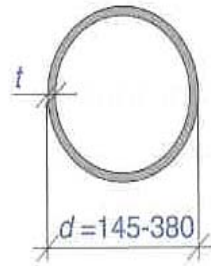
Staal



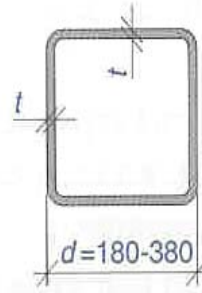
1 stafstaal



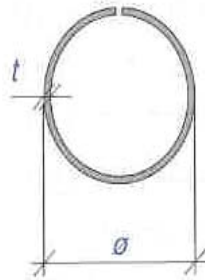
Staal



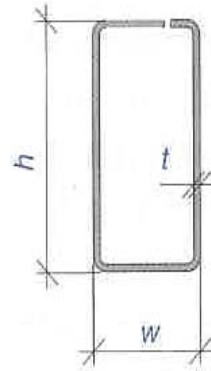
1 ronde buis



2 vierkante buis



1a open ronde buis



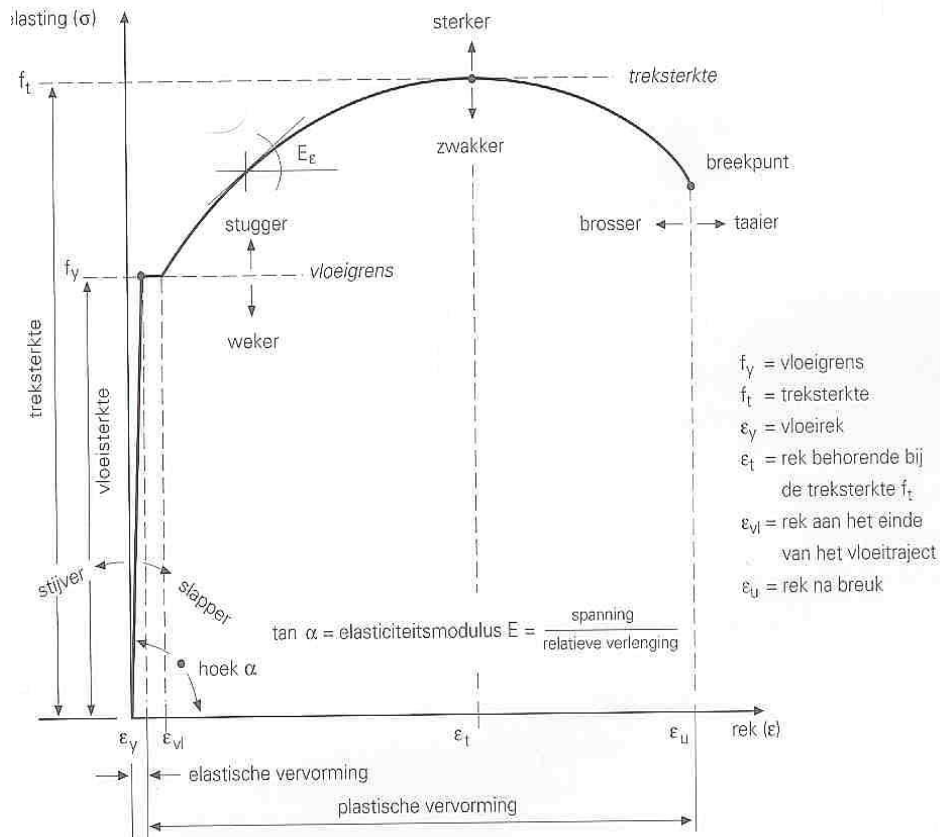
2a open rechthoekige buis

Staal

- **Normen**

- voor normering wordt verwezen naar de TGB staal
- basiseisen in de NEN 6770
- NEN 6771, staalconstructie en stabiliteit
- NEN 6772, staalconstructies, verbindingen
- NEN 6773, staalconstructies, koudgevormde profielen
- NEN 6774, staalconstructies, materiaalkeuze

Staal



Staal

- **Het σ/ε – diagram of spannings/rek diagram**
- Deze bestaat uit een deel waar een:
 - elastische vervorming optreedt
 - plastische vervorming optreedt.

Staal

- **Wet van Hooke**

- $$\Delta l = \frac{F * l}{E * A}$$

Staal

- De wet van Hooke is altijd geldig voor zover een bepaalde spanning niet wordt overschreden.
- Boven die bepaalde spanning gedraagt het materiaal zich niet meer lineair, er treedt een plastische (blijvende) vervorming op $\sigma > \sigma_{\text{lineair}}$.

Staal

- **Proportionaliteitsgrens**
 - De wet van Hooke beschrijft uitsluitend het materiaalgedrag waar de elasticiteitsmodulus constant is. Dit is de grens tussen het elastische en plastische gebied en heet de proportionaliteitsgrens.

Staal

- Zolang een belast materiaal deze grens niet bereikt, keert het bij ontlasten weer terug in zijn oorspronkelijke vorm.
- In het plastisch gebied neemt de vervorming van staal sterker toe dan de belasting. Deze vervorming is van doorslaggevend belang voor de veiligheid van constructies (Taai gedrag).
- Constructies van materialen die geen taai gedrag vertonen kunnen plotseling bezwijken (glas, ongewapend beton)
- Wanneer een onderdeel van een staalconstructie de grens van draagvermogen heeft bereikt zal dit onderdeel sterk vervormen.

Staal

- Zolang de treksterkte F_t nog niet is bereikt, neemt ondanks de vervorming de draagkracht nog toe (verstevinging).
- Bij staal voor draagconstructies moet de treksterkte minimaal 20% groter zijn dan de vloeigrens (F_y).
- Bij plastische vervorming (blijvende vervorming) waarbij het materiaal automatisch terugveert gedraagt het materiaal zich anders, de proportionaliteitsgrens is hierbij opgerekt (koudvervormd staal).
- Koudvervormd staal gaat pas weer vloeien op het moment dat er een nog hogere spanning is bereikt.
- Door het ontbreken van het vloeigebied in het σ/ε – diagram van koudvervormd staal wordt de elasticiteitsmodulus van dit materiaal bepaald bij een rek van 0.2% (De 0.2%-rekgrens)

Staal

- **Trekstaven**

- Een lijnvormig constructiedeel dat op trek wordt belast heet een trekstaaf.
- Wanneer een trekstaaf niet verticaal verloopt, veroorzaakt het eigen gewicht van de staaf een buigend moment in de staaf.

- **Toepassing:**

- ophangconstructies
- verankeringsconstructies
- trekstaven in vakwerken

- **Trekstaven worden gemaakt uit halffabrikaten**

- kabels
- staven
- profielen

Staal

- **Voorbeeld**
- Gegeven:
 - Lengte = 3.6 m
 - $F_{s;d} = N_{s;d} = 400 \text{ kN}$
 - Staalsoort = S235
- Oplossing:
 - De benodigde doorsnede is afhankelijk van de belasting en van de materiaalsterkte.
 - $\sigma = F/A$
 - De vloeisterkte voor $f_{y;d} = 235 \text{ N/mm}^2$
 - $A = 400.000 / 235 = 1702 \text{ mm}^2$
- Volgens het profielenboek kan men dan kiezen:
 - Massief rond, 50mm met een oppervlakte van 1963 mm²
 - HE100 met een oppervlakte van 2124 mm²

Staal

- De lengteverandering is te bepalen volgens de formule;
 - $\Delta l = (N_{s;d} * l) / EA$ (wet van Hooke)
- (EA = rekstijfheid)
 - $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- De lengteverandering van de ronde staaf bedraagt:
 - $(400.000 * 3600) / (210.000 * 1963) = 3.5 \text{ mm}$
- De lengteverandering voor het profiel bedraagt:
 - $(400.000 * 3600) / (210.000 * 2124) = 3.2 \text{ mm}$

Staal

- **Dimensioneren**

	Bijkomende doorbuiging		Doorbuiging in eindtoestand		afschot	trilling
	vloer	dak	vloer	dak	blijvend	
Maximaal toegestane vervormingswaarde Bij aangegeven (x) belastingsgevallen	0.003 ¹⁾²⁾	0.004 ¹⁾	0.004 ¹⁾	0.004 ¹⁾	-	f ³⁾
Vertraagd optredende vervorming tgv. - eigen gewicht en rustende belasting (permanente belasting) - Permanent aanwezige deel momentane Belasting (60%)	X X	X X	X X	X X	X X	X X
Zeeg of toog			X	X	X	

Staal

- **Vuistregels**
 - Voor een eerste ontwerp van een staalconstructie wordt gebruik gemaakt van zogenaamde vuistregels.
 - Vervolgens worden met een sterkteberekening de gekozen constructieonderdelen getoetst en indien nodig aangepast .
 - Tabel 2 zijn vuist regels voor kolommen weergegeven
 - Tabel 3 geeft vuist regels voor dak- en vloerliggers.

Staal

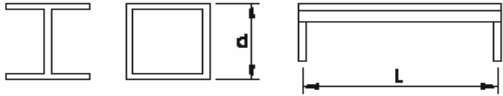
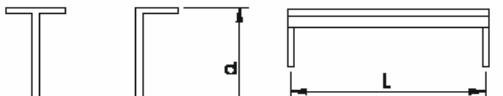
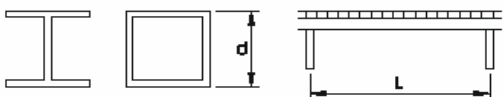
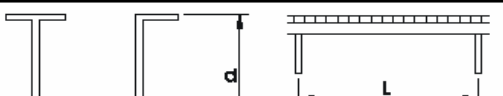
- Tabel 2, vuistregels voor kolommen

Kolom		h [m]	h/d
gewalst of gelast profiel			
- één bouwlaag		2 - 8	20 - 25
- meer bouwlagen		2 - 4	7 - 18
Kokerprofiel			
- één bouwlaag		2 - 8	20 - 35
- meer bouwlagen		2 - 4	7 - 28

Tabel 2 Vuistregels voor kolommen

Staal

- Tabel 3, vuistregels voor dak- en vloerliggers

Dakligger		d [mm]	L [m]	L/d
breedflensprofielen of kokers		100 - 500	6 - 14	25 - 50
		200-1000	6 - 60	25 - 40
Vloerligger		d [mm]	L [m]	L/d
breedflensprofielen of kokers		100 - 500	4 - 12	25 - 40
		200 - 500	6 - 30	20 - 40

Hout

- **Categorieën toepassing hout in de bouw**
 - Houten balklagen, als begane grond en verdiepingsvloer in de bestaande bouw en in (platte) daken.
 - Geprefabriceerde houten wanden en vloeren, voor houtskeletbouw
 - Houtconstructies voor utilitaire laagbouw

Hout

- **Houtsoorten**
- De hoofdverdeling is van van loofhout (hard hout) naar naaldhout (zachthout)

Hout

- Loofhout wordt opgesplitst in:
 - europese houtsoorten, bijv.:
 - eiken
 - kastanje
- tropische houtsoorten, bijv.:
 - 01. merbau
 - 02. bankirai

Hout

- Hardhout kenmerkt zich door;
 - dichte structuur
 - grootte van het gewicht
 - hoge druk- en treksterkte
 - grotere duurzaamheid
 - onbehandeld toepassen

Hout

- Het meeste constructiehout is naaldhout
 - vurenhout voor balklagen,
 - grenen voor gelamineerde houtconstructies

Hout

- **Eigenschappen hout**
 - een natuurlijk materiaal
 - eigenschappen door celgroei en celopbouw
 - groeit zowel in lengte- als in dikterichting
 - niet homogeen van samenstelling
 - massa afhankelijk van de dichtheid van de cellen en vochtgehalte
 - door uitdroging krimp en gewichtsverlies
 - door vochtopname zwellen en gewichtstoename

Hout

- **Massa**

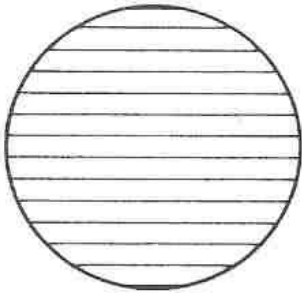
- De dichtheid van de cellen en het vochtgehalte wordt uitgedrukt in massa van het aanwezige water als percentage van het droge hout.
- Een opgegeven volumieke massa geldt meestal bij een vochtgehalte van 12 – 15%.
- (vurenhout ca 550 kg/m³)

Hout

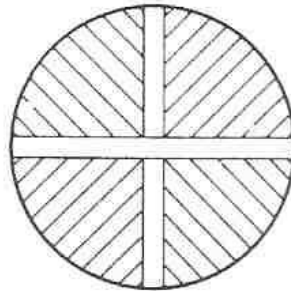
- **Krimp**
 - Krimp is afhankelijk van de vezelrichting.
 - In tangentiële richting is deze het grootst, in radiale richting ongeveer de helft.
 - De krimp in vezelrichting, axiaal, is zeer gering.
- Omdat de vezelrichting van invloed is op de sterkte en de krimp, is de manier van verzagen van grote invloed.
- Bij het construeren en verbinden van hout moet er met de verschillende werking van het hout rekening gehouden worden.
- Verbindingen van langs- en dwarshout kennen verschillen in krimp.

Hout

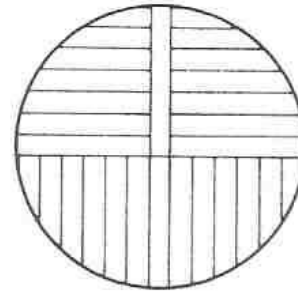
- Manieren van verzagen



Endosse gezaagde stam
(planken grotendeels
tangentiaal)



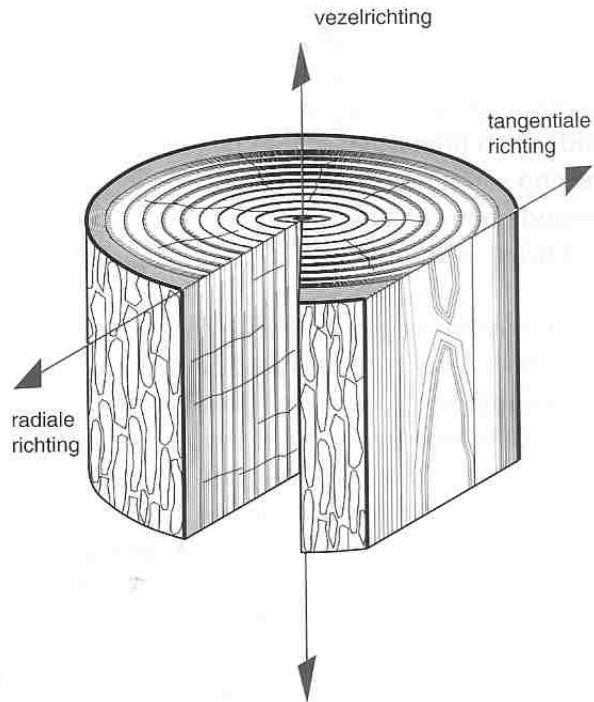
Kwartiers of rift
gezaagde stam (planken
grotendeels radiaal)



Halfkwartiers of half rift
of valskwartiers gezaagd
hout

Hout

- Zaagvlakken



Hout

- Maximale krimp in axiale richting 0.1%
- Maximale krimp in radiale richting 5%
- Maximale krimp in tangentiële richting 10%

Hout

- **Vochtbescherming**

- gebouwniveau: toepassen van overstekken en andere dakconstructies en loshouden van het maaiveld
- elementniveau: aanbrengen waterkerende- en dampremmende lagen
- elementdeelniveau: afdekken van vooral kypse kanten en vermijden van capillaire opzuiging.
- Met conserveringsmiddelen (verf) weerbaar maken tegen vocht
- Afvoeren van vocht door ventilatie

Hout

- **Constructieve eigenschappen van hout**
 - Relatief laag gewicht, gunstig voor eigen belasting constructie
 - Lagere trek- en druksterkte t.o.v. staal en beton, dus hogere constructiehoogten.
 - Beperkte overspanning van balklagen: in traditionele balklagen zijn overspanningen te maken tot maximaal 6 meter.
 - Bijna onbeperkte overspanning in speciale houtconstructies. Met gelamineerde liggers of spanten zijn door het lage gewicht juist gigantische overspanningen denkbaar tot 100 meter of meer.
 - Relatief ongevoelig voor uitzetting.

Hout

- **Brandveiligheid**

- Brandbaarheid: weerstand tegen brandoverslag (m.u.v. vloeren)
- Bezwijken: weerstand tegen branddoorslag (m.u.v. vloeren)

Hout

- **Geluidsisolatie**

- luchtgeluid: door de geringe massa van het hout en vooral van de vloer zelf heeft dit een zeer nadelige rol
- contactgeluid: de holle constructie van de vloer werkt als klankkast.

Hout

- **Duurzaamheid**
 - sterk afhankelijk van het onderhoud
 - gevaar voor rotting door condensvorming en lekkage
 - geringe milieubelasting door heraanplant, hergebruik en lage afvalresten
 - voor het binnenmilieu een zeer aangenaam bouw materiaal

Hout

- **Conserveringen**
- Voor het optreden van houtrot moet;
 - vochtgehalte hoger zijn dan 20%
 - zuurstof aanwezig zijn
 - temperatuur niet te laag zijn.

Hout

- **Mechanische eigenschappen**

- Wordt door de celstructuur bepaald
- In vezelrichting velen malen sterker dan loodrecht daarop
- Buigsterkte maatgevend
- Houtafwijkingen (kwasten ed.) sterk van invloed op de sterkte
- Hoe lager het vochtgehalte, hoe sterker het hout.
- Temperatuursveranderingen hebben geen invloed op de sterkte.

Hout

- De sterkte en vervorminggedrag
// aan de vezels & \perp op de vijzel
- De treksterkte \perp op de vijzel is
bijzonder gering
- Lage schuifsterkte // aan de vezels

Hout

Indeling in klassen

- Sterkteklassen (C18,...)

Gezaagd hout:

C voor naaldhout ; D voor loofhout

Gelamineerde hout:

GLh: homogeen ; Glc:

gecombineerd

- Klimaatklassen (vocht, temperatuur)
- Belastingsduurklassen (kruip)
- Klasseklassen (kwasten, scheuren)

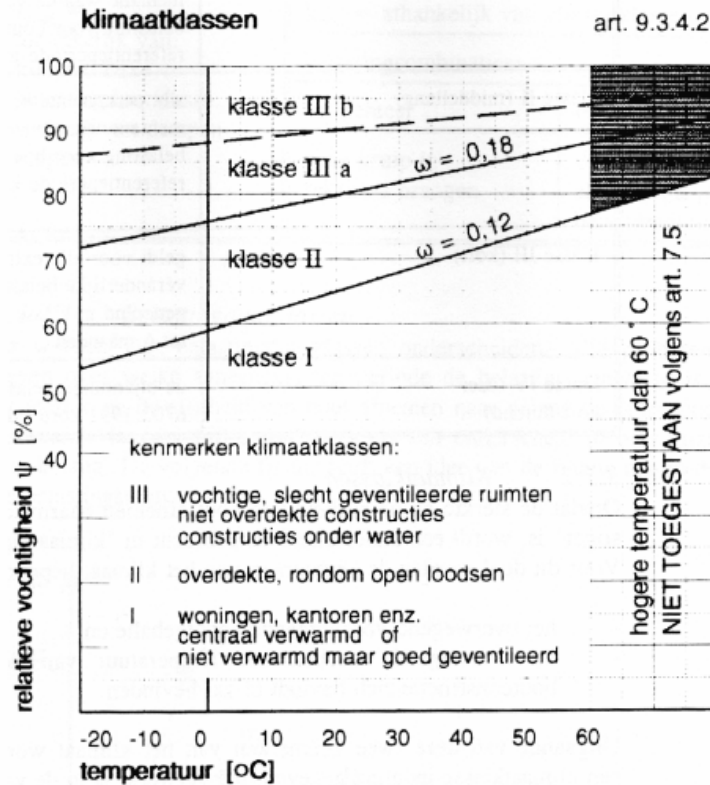
Hout

- Klimaatklassen

klasse I (lang, > 15 jaar)	alle permanente belastingen en de momentane waarde van de veranderlijke belasting voor bouwwerken met een referentieperiode groter dan 15 jaar
klasse II (middellang, 6 maanden – 15 jaar)	alle permanente belastingen en de momentane waarde van de veranderlijk belasting voor bouwwerken met een referentieperiode kleiner dan 15 jaar
klasse III (kort, 5 sec – 6 maanden)	geldt voor alle extreme waarden van de veranderlijke belastingen behoudens die genoemd in klasse IV
klasse IV (zeer kort durend, < 5 sec)	de bijzondere belastingen van NEN 6702

Tabel 1 Klasse-indeling m.b.t. belastingsduur

Hout



ω = evenwichtsvochtgehalte in het hout

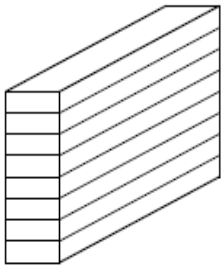
Hout

Kwaliteitsklassen

Klasse A	is uitsluitend van toepassing als er zeer hoge eisen aan het uiterlijk worden gesteld;
Klasse B	is van toepassing als er zeer hoge eisen worden gesteld aan de sterkte en het uiterlijk;
Klasse C	is de gangbare kwaliteit bouwhout;
Klasse D	indien geen eisen aan het uiterlijk en sterkte worden gesteld, bijvoorbeeld niet dragend stijl en regelwerk.

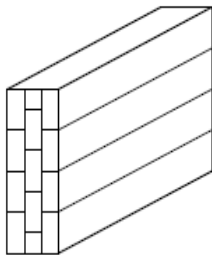
Hout

Gelamineerd hout



horizontaal gelamineerd hout

profielgegevens: minimaal 6 lamellen van maximaal 45 mm dik
hoogte : van 200 tot 1800 mm, afgerond op 50 mm
lengten : d.m.v. vingerlassen over de volle doorsnede :
onbeperkt
breedten : 55, 85, 110, 135, 160, 185 en 205 mm



vertikaal gelamineerd hout

profielgegevens: tenminste 3 lagen en 6 lamellen, horizontale
naden verspringend
hoogte : vrij te kiezen tot 1550 mm
lengten : d.m.v. willekeurig verspreide vingerlassen:
onbeperkt
breedten : 50, 72, 80, 96, 112, 130, 150, 188 en 220 mm

Hout

Bij normaal belaste houten vloeren en daken zijn voor een eerste schatting van de afmetingen de volgende ontwerpregels bruikbaar:

vloeren	$h = L / 15 \text{ à } 20$	$b = 1/3 \text{ à } 1/6 h$	$a \approx \mathbf{b \times 10}$
Daken	$h = L / 15 \text{ à } 20$	$b = 1/3 \text{ à } 1/6 h$	$a \approx \mathbf{b \times 15}$

Tabel 2 ontwerpregels houten vloeren en daken

L = overspanning van de balken

De h.o.h. afstand van de balken wordt vooral bepaald door de afmetingen van de toe te passen vloerplaten en de daarvoor geldende eis: minimaal tweeveldsbeplanking of plating en ondersteuning aan de randen.



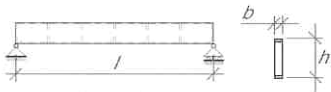
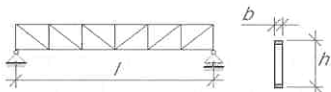
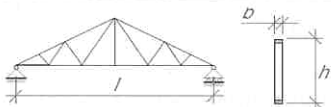
a = de minimale h.o.h. afstand van de balken

De gevonden maten corrigeren naar courante handelsmaten

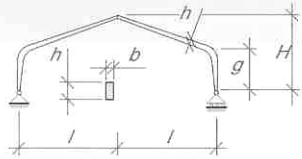
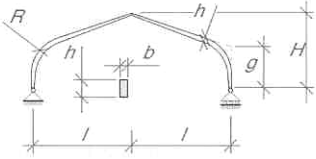
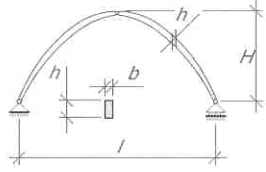
Hout

Construc-tie-element	Doorsnede en zijaanzicht	Overspan-ning ℓ in m	Verhou-ding $\frac{b}{h}$	Verhou-ding $\frac{h}{\ell}$	H.o.h. af-stand a in m
Vloerdeel		0,450–0,750	–	$\frac{1}{25} - \frac{1}{30}$	–
Verdieping-balklaag, bij normale be-lasting		2–6,5	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{20}$	0,450–0,750
Verdieping-balklaag, bij zware belas-ting		2–4,5	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{15}$	0,450–0,600
Dakbalklaag		2,5–6,5	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{20}$	0,300–1,000
Triplex-ribpaneel		2,5–8,0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{25} - \frac{1}{30}$	0,400–0,750

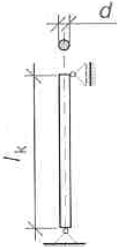
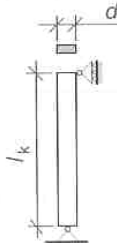
Hout

Constructie-element	Doorsnede en zijaanzicht	Over-spanning ℓ in m	Verhou-ding $\frac{b}{h}$	Verhou-ding $\frac{b}{a}$	Verhou-ding $\frac{h}{\ell}$	H.o.h.-afstand a in m
Massieve ligger		2,5-8	$\frac{1}{3}$	-	$\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$	-
Gelamineerde ligger		6-25	$\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$	$\frac{1}{17} - \frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{3}$
Doosligger		6-35	-	-	$\frac{1}{12} - \frac{1}{15}$	3-12
Vakwerkligger		15-40	-	-	$\frac{1}{7} - \frac{1}{12}$	4-15
Kapspanten		6-24	-	-	$\frac{1}{5} - \frac{1}{7}$	4-8

Hout

Constructie-element	Zijaanzicht en doorsnede	Over-spanning ℓ in m	Verhouding $\frac{b}{h}$	Verhouding $\frac{b}{a}$	Verhouding $\frac{h}{\ell}$	H.o.h.-afstand a in m
Driescharnierspant met geknikte spanthoek		6-60	$\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$	$\frac{1}{15} \times \frac{g}{H}$	$\frac{1}{30}$	4-8
Driescharnierspant met gebogen spanthoek		6-60	$\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$	$\frac{1}{16} \times \frac{g}{H}$	$\frac{1}{32}$	4-8
Boogspant		25-100	$\frac{1}{5} - \frac{1}{6}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{40} - \frac{1}{60}$	6-8

Hout

Constructie-element	Doorsnede	Kniklengte ℓ_k in m	Verhouding $\frac{d}{\ell_k}$
Ronde massief houten kolom		2-4	$\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$
Vierkante massief houten kolom		2-4	$\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$

Hout

	Bijkomende doorbuiging		Doorbuiging in eindtoestand		afschot	trilling
	vloer	dak	vloer	dak	blijvend	
Maximaal toegestane vervormingswaarde Bij aangegeven (x) belastingsgevallen	0.003 ¹⁾²⁾	0.004 ¹⁾	0.004 ¹⁾	0.004 ¹⁾	-	f ³⁾
Vertraagd optredende vervorming tgv. - eigen gewicht en rustende belasting (permanente belasting) - Permanent aanwezige deel momentane Belasting (60%)	X X	X X	X X	X X	X X	X X
Zeeg of toog			X	X	X	

Einde

Docent: M.J.Roos