

STERKTEGEGEVENS VAN HOUT



Sterkteklassen voor gezaagd en gelamineerd hout

Veel hout wordt toegepast in bouwkundige constructies, waarvoor berekeningen volgens de bouwvoorschriften nodig zijn. Voor het berekenen en maken van houtconstructies moet de sterkteklasse van het toe te passen hout bekend zijn. Met ingang van 2003 zijn in Nederland de Europese sterkteklassen volgens NEN-EN 338 (*Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen*) in gebruik. Een sterkteklasse wordt daarbij aangeduid met de letter C voor naaldhout en D voor loofhout, gevolgd door een getal (bijvoorbeeld C18). Dat getal komt overeen met de representatieve waarde voor de buigsterkte evenwijdig aan de vezel van de sterkteklasse. NEN 6760 (*TGB Houtconstructies*) onderscheidt in totaal 18 verschillende sterkteklassen. Ook voor gelamineerd hout is een indeling in sterkteklassen gemaakt. Deze klassen zijn vastgelegd in NEN 6760 en NEN 6763 (*Gelamineerd hout - Producteigenschappen en bepalingmethoden*). Hier wordt de lettercombinatie GL gebruikt. Voor gelamineerd hout zijn 8 klassen opgesteld, waarbij een opsplitsing is gemaakt voor 'homogeen' (h) en 'gecombineerd' (c) gelamineerd hout.

Representatieve waarden

De waarden genoemd in een sterkteklasse zijn zogenaamde representatieve waarden van de materiaaleigenschappen. Deze waarden vormen het vertrekpunt van de constructeur om de rekenwaarde van het materiaal te bepalen. De representatieve waarde wordt daarbij gedeeld

door een materiaalfactor en vervolgens vermenigvuldigd met modificatiefactoren voor klimaat, belastingduur en balkhoogte. De materiaalfactor is afhankelijk of toetsing plaats vindt op de *uiterste grenstoestand* of *bruikbaarheidsgrenstoestand*. De *uiterste grenstoestand*

is het moment waarop het hout bezwijkt. De *bruikbaarheidsgrenstoestand*

is de grens tussen het gebied waar de constructie bruikbaar is en het

gebied waar de constructie niet meer aan de functie-eisen kan voldoen, bijvoorbeeld door een te grote doorbuiging. In de onderstaande tabellen zijn de representatieve waarden vermeld. Hierbij gelden de volgende symbolen:

$f_{m;0;rep}$	buigsterkte evenwijdig aan de vezel
$E_{0;ser;rep}$	elasticiteitsmodulus evenwijdig aan de vezel in de bruikbaarheidsgrenstoestand
ρ_{rep}	volumieke massa
$f_{t;0;rep}$	treksterkte evenwijdig aan de vezel
$f_{t;90;rep}$	treksterkte loodrecht op de vezel
$f_{c;0;rep}$	druksterkte evenwijdig aan de vezel
$f_{c;90;rep}$	druksterkte loodrecht op de vezel
$f_{v;0;rep}$	schuifsterkte
$E_{0;u;rep}$	elasticiteitsmodulus evenwijdig aan de vezel in de uiterste grenstoestand
$E_{90;ser;rep; naaldhout}$	elasticiteitsmodulus loodrecht op de vezel bij naaldhout
$E_{90;ser;rep; loofhout}$	elasticiteitsmodulus loodrecht op de vezel bij loofhout
$G_{ser;rep}$	afschuivingmodulus.

Sterkteklassen met materiaaleigenschappen voor gezaagd populierenhout en naaldhout (NEN 6760)										
Eigenschap	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	Eenheid
$f_{m;0;rep}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	N/mm ²
$E_{0;ser;rep}$	7000	8000	9000	9500	10000	11000	11500	12000	13000	N/mm ²
ρ_{rep}	290	310	320	330	340	350	370	380	400	kg/m ³
$f_{t;0;rep}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	N/mm ²
$f_{t;90;rep}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	N/mm ²
$f_{c;0;rep}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	N/mm ²
$f_{c;90;rep}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	N/mm ²
$f_{v;0;rep}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	N/mm ²
$E_{0;u;rep}$	4700	5400	6000	6400	6700	7400	7700	8000	8700	N/mm ²
$E_{90;ser;rep; naaldhout}$	230	270	300	320	330	370	380	400	430	N/mm ²
$G_{ser;rep}$	440	500	560	590	630	690	720	750	810	N/mm ²

Sterkteklassen met materiaaleigenschappen voor gezaagd hout (NEN 6760)							
Eigenschap	D30	D35	D40	D50	D60	D70	Eenheid
$f_{m;0;rep}$	30	35	40	50	60	70	N/mm ²
$E_{0;ser;rep}$	10000	10000	11000	14000	17000	20000	N/mm ²
ρ_{rep}	530	560	590	650	700	900	kg/m ³
$f_{t;0;rep}$	18	21	24	30	36	42	N/mm ²
$f_{t;90;rep}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	N/mm ²
$f_{c;0;rep}$	23	25	26	29	32	34	N/mm ²
$f_{c;90;rep}$	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5	N/mm ²
$f_{v;0;rep}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0	N/mm ²
$E_{0;u;rep}$	8000	8700	9400	11800	14300	16800	N/mm ²
$E_{90;ser;rep; loofhout}$	640	690	750	930	1130	1330	N/mm ²
$G_{ser;rep}$	600	650	700	880	1060	1250	N/mm ²

Sterkteklassen met materiaaleigenschappen voor gelamineerd hout met homogene opbouw					
Eigenschap	GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h	Eenheid
$f_{gl;m;0;rep}$	24	28	32	36	N/mm ²
$E_{gl;0;ser;rep}$	11600	12600	13700	14700	N/mm ²
$\rho_{gl;rep}$	380	410	430	450	kg/m ³
$f_{gl;t;0;rep}$	16,5	19,5	22,5	26	N/mm ²
$f_{gl;t;90;rep}$	0,4	0,45	0,5	0,6	N/mm ²
$f_{gl;c;0;rep}$	24	26,5	29	31	N/mm ²
$f_{gl;c;90;rep}$	2,7	3,0	3,3	3,6	N/mm ²
$f_{gl;v;0;rep}$	2,7	3,2	3,8	4,3	N/mm ²
$E_{gl;0;u;rep}$	9400	10200	11100	11900	N/mm ²
$E_{gl;90;ser;rep}$	390	420	460	490	N/mm ²
$G_{gl;ser;rep}$	720	780	850	910	N/mm ²

Indeling van hout in een sterkteklasse

Relaties tussen visuele sorteringen en de sterkteklassen van houtsoorten				
Handelsnaam	Botanische naam	Herkomstgebied proefstukken	Sterkteklasse NEN 6760	Kwaliteitsklasse / norm
Andira (sucupira vermelho) ¹⁾	<i>Andira spp</i>	Brazilië	D30	Tropisch / NPR 5493
Angelim vermelho ²⁾	<i>Dinizia excelsa</i>	Brazilië	D50	Tropisch / NPR 5493
Azobé ⁴⁾	<i>Lophira alata</i>	West-Afrika	D60	Tropisch / NPR 5493
Bangkirai ³⁾	<i>Shorea spp</i>	Indonesië	D50	Tropisch / NPR 5493
Basralocus ²⁾	<i>Dicorynia spp</i>	Suriname	C22	Tropisch / NPR 5493
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	West- en Centraal Afrika	D35	Tropisch / NPR 5493
Cumarú ²⁾	<i>Dypteryx spp</i>	Brazilië	D60	Tropisch / NPR 5493
Cupiuba (kopie) ¹⁾	<i>Goupia glabra</i>	Brazilië	D35*	Tropisch / NPR 5493
Douglas, Europees ²⁾	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Europa	C22	A/B / NEN 5468
Douglas, Europees ²⁾	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Europa	C18	C / NEN 5468
Eiken, Pools ²⁾	<i>Quercus petraea</i>	Polen	C24	Europees / NPR 5493
Eiken, Midden-Europees ³⁾	<i>Quercus petraea</i>	Midden-Europa	C20	A/B / NEN 5477
Gonçalo Alves (muiracatiara) ¹⁾	<i>Astronium lecontei Ducke</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Grenen	<i>Pinus sylvestris</i>	Europa	C24	A/B / NEN 5466
Grenen	<i>Pinus sylvestris</i>	Europa	C18	C / NEN 5466
Iroko	<i>Milicia excelsa</i>	Tropisch-Arika	D40	HS / BS 5756
Itauba ¹⁾	<i>Mizilaurus itauba</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Jarana ¹⁾	<i>Lecythis spp</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Jarra	<i>Eucalyptus marginata</i>	Australië	D40	HS / BS 5756
Karri, Australisch	<i>Eucalyptus diversicolor</i>	Australië	D50	HS / BS 5756
Karri, Zuid-Afrikaans ²⁾	<i>Eucalyptus diversicolor</i>	Zuid-Afrika	D35	Tropisch / NPR 5493
Kempas	<i>Koompassia malaccensis</i>	Zuidoost-Azië	D60	HS / BS 5756
Lariks ³⁾	<i>Larix spp</i>	Europa	C24	A/B / NEN 5466
Lariks ³⁾	<i>Larix spp</i>	Europa	C18	C / NEN 5466
Meranti, rode	<i>Shorea spp</i>	Zuidoost-Azië	C20	A/B / NEN 5483
Merbau	<i>Intsia spp</i>	Zuidoost-Azië	D50	HS / BS 5756
Mandioqueira (sucupira amarelo) ¹⁾	<i>Qualea paraensis D.</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Massaranduba ²⁾	<i>Manilkara spp</i>	Brazilië	D60	Tropisch / NPR 5493
Mukulungu	<i>Austranella congolensis</i>	Kameroen	D40	Tropisch / NPR 5493
Nargusta ²⁾	<i>Terminalia spp</i>	Honduras	C24	Tropisch / NPR 5493
Okan/Denya ²⁾	<i>Cylicodiscus gabunensis</i>	Ghana/Kameroen	D50	Tropisch / NPR 5493
Piquia ²⁾	<i>Caryocar villosum</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Piquia marfim ¹⁾	<i>Aspidospermum desmanthum</i>	Brazilië	D50	Tropisch / NPR 5493
Robinia ²⁾	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Hongarije	D30	Europees / NPR 5493
Sapucaia ¹⁾	<i>Lecythis pisonis</i>	Brazilië	D50	Tropisch / NPR 5493
Tali	<i>Erythrophleum spec. div.</i>	Kameroen/Congo-Brazzaville	D60	Tropisch / NPR 5493
Tali	<i>Erythrophleum spec. div.</i>	Ghana	D40	Tropisch / NPR 5493
Teak	<i>Tectona grandis</i>	Zuidoost-Azië	D40	HS / BS 5756
Uchi torrado ¹⁾	<i>Sacoglottis guianensis</i>	Brazilië	D40	Tropisch / NPR 5493
Vitex ²⁾	<i>Vitex cofassus spp</i>	Tropisch Afrika	D30	Tropisch / NPR 5493
Vuren	<i>Picea abies</i>	Europa	C24	A/B / NEN 5466
Vuren	<i>Picea abies</i>	Europa	C18	C / NEN 5466

¹⁾ TNO-rapport 2003-BS-R0102-S De sterkteklassen en Janka-hardheden van negen FSC-gecertificeerde Braziliaanse houtsoorten. Opdrachtgever: FSC-Nederland.

²⁾ Deelrapporten TNO Ontwikkeling van een algemene bepalingsmethode voor de sterkte van hout. Opdrachtgevers: DWW Rijkswaterstaat, VVNH.

³⁾ TNO-rapporten Bepaling van de sterkteklassen van Sibirisch lariks, Midden-Europees eiken en bangkirai. Opdrachtgevers: VVNH/ Centrum Hout.

⁴⁾ TNO-rapport 97-con-R376 Machinale sterktesortering van azobé. Opdrachtgever: Centrum Hout.

Hout kan visueel of met behulp van een machine op sterkte worden gesorteerd.

Machinaal sorteren

In het verleden werd hout altijd visueel gesorteerd. Inmiddels zijn er echter vele machines die hout snel en betrouwbaar op sterkte sorteren op basis van het bekende verband tussen de buigsterkte en de elasticiteitsmodulus van een stuk hout. Na een visuele controle wordt bij veel machines ieder deel mechanisch belast. Aan de hand van de doorbuiging en de daarvoor benodigde kracht wordt het stuk hout ingedeeld in een sterkteklasse. Er bestaan tegenwoordig ook machines die gebruik maken van het verband tussen de demping van een in het hout gebrachte trilling en de mechanische eigenschappen en machines waarbij kwasten en andere gebreken worden bepaald via fotoherkenning en dergelijke. Tevens zijn er machines die deze twee technieken combineren.

Visueel sorteren

Bij visueel sorteren gaat men uit van een bepaalde kwaliteitsklasse van een houtsoort en de uit onderzoek bekende relatie daarmee met een sterkteklasse. Goed opgeleide sorteerders weten precies welke onvolkomenheden in aard, frequentie en omvang per sterkteklasse mogen voorkomen. Belangrijke kenmerken daarbij zijn de kwasten en het draadverloop.

Toewijzing van sterkteklassen aan visuele sorteringsklassen

De toewijzing van een sterkteklasse aan een bepaalde houtsoort van een bepaalde kwaliteit gebeurt op basis van onderzoek volgens de daarvoor geldende Europese normen. Hierbij worden van minstens 40 balken van een bepaalde houtsoort en kwaliteitsklasse de volumieke massa, de buigsterkte en de stijfheid bepaald. Dit is voldoende om de sterkteklasse te bepalen. De karakteristieke waarden van de buigsterkte, de elasticiteitsmodulus en de volumieke massa van de partij moeten daarbij gelijk of groter zijn dan de corresponderende waarden van de betreffende sterkteklasse. De karakteristieke waarde voor buigsterkte en volumieke massa wordt gedefinieerd als de waarde met een onderschrijdingskans van 5%. Dit betekent dat bij de proefresultaten 5% van de balken zwakker en 95% sterker is dan de karakteristieke waarde. Voor de elasticiteitsmodulus geldt dat de karakteristieke waarde wordt bepaald als het gewogen gemiddelde van de steekproef. Na vaststelling van de sterkteklasse kan men gebruik maken van alle bij de sterkteklasse behorende mechanische eigenschappen. De relaties tussen de verschillende mechanische eigenschappen zijn namelijk in het verleden door onderzoek vastgesteld. Op basis van het aantal proefstukken moet wel een voorgeschreven reductiefactor op de karakteristieke waarden worden toegepast. Bij 40 proefstukken is deze 0,78. Bij een groter aantal proefstukken wordt de reductiefactor hoger en gaat uiteindelijk naar 1 (400 proefstukken).

Vorenstaande tabel geeft de relatie weer tussen visuele sorteerklassen en de sterkteklasse van diverse houtsoorten. Indien deze informatie niet voldoende is, kan men eventueel NEN-EN 1912 (*Hout voor constructieve toepassingen - Sterkteklassen - Toewijzing van visuele sorteringsklassen en houtsoorten*) raadplegen. Daarin zijn tabellen opgenomen die de relatie weergeven tussen nationale sorteerklassen en de Europese sterkteklassen. In onderstaande tabel zijn de gegevens van enkele loofhoutsoorten uit NEN-EN 1912 overgenomen. De visuele sortering (HS) dient men echter uit te voeren overeenkomstig de Britse norm BS 5756 (*Specification for Visual strength grading of hardwood*). Veel houtsoorten zijn ingedeeld op basis van een kwaliteit gegeven in NPR 5493 (*Praktijkrichtlijn: Kwaliteitsrichtlijnen voor loofhout in waterbouwkundige werken*). Afhankelijk van het herkomstgebied moet het hout voor de relevante toepassingscategorie voldoen aan de gegeven visuele kenmerken voor (sub-)tropisch loofhout of Europees loofhout. Belangrijke kenmerken daarbij zijn een draadverloop van maximaal 1:10 en een kwastaandeel van maximaal 0,2 voor (sub-)tropisch loofhout en 0,3 voor Europees loofhout.

Meer informatie

Voor meer informatie over hout en houttoepassingen wordt verwezen naar de website www.houtinfo.nl en publicaties en andere artikelen die bij Centrum Hout verkrijgbaar zijn. Vraag het Publicatieoverzicht aan voor een overzicht van het totale aanbod dat varieert van eigen brochures en prospectussen tot uitvoerige brochures en boekwerken die niet alleen door Centrum Hout, maar ook door andere instellingen worden uitgegeven.

Vragen en bestellingen

Tel.: Houtinformatielijn, 0900 - 5329946 (45 cpm)
Fax: 036 - 5329571
E-mail: houtinformatie@centrum-hout.nl
Webshop: www.centrum-hout.nl/shop
Post: Centrum Hout, Postbus 1350, 1300 BJ Almere

Fotografie: Wood for Good, Engeland



Deze publicatie is een uitgave van:
Centrum Hout
Postbus 1350
1300 BJ ALMERE
Westeinde 8
1334 BK ALMERE-BUITEN
Tel.: 036 - 5329821
Fax: 036 - 5329571
Internet: www.centrum-hout.nl
E-mail: info@centrum-hout.nl

© Centrum Hout 2005

Centrum Hout heeft een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het opstellen van de opgenomen gegevens, maar is niet verantwoordelijk voor eventuele onjuiste informatie. De gebruiker aanvaardt daarvoor het risico.