

HOUTINSTITUUT T.N.O.

NIJVERHEIDSORGANISATIE VOOR TOEGEPAST
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

EIGENSCHAPPEN VAN HOUT VOOR CONSTRUCTIE-DOELEINDEN

CIRCULAIRE No. 14



DECEMBER 1950

PRIJS F 5,-

BIBLIOTHEEK
CENTRALE ORGANISATIE
T. N. O.
's-GRAVENHAGE

HOUTINSTITUUT T.N.O.

**NIJVERHEIDSORGANISATIE VOOR TOEGEPAST
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK**



EIGENSCHAPPEN VAN HOUT VOOR CONSTRUCTIE-DOELEINDEN

DOOR

Ir J. L. BIENFAIT,
DIRECTEUR VAN HET HOUTINSTITUUT T.N.O.
EN

Ir H. J. ROMEIJN,
HOOFDINGENIEUR VAN DE RIJKSWATERSTAAT



CIRCULAIRE No. 14



DECEMBER 1950

PRIJS F 5,—

§ 1. DOELSTELLING

Er blijkt een sterke vraag te zijn naar inzicht in de fysische en mechanische eigenschappen en in de duurzaamheid van een aantal regelmatig verhandelde en in bouwkunde, waterbouwkunde en houtindustrie hier te lande gebruikte houtsoorten.

Naarmate de invoer van sommige der meest gebruikelijke houtsoorten na de oorlog is bemoeilijkt of verminderd, is bij de grote uitbreiding van het houtgebruik tengevolge van wederopbouw en reconstructie het gebruik van hout uit nieuwe productiegebieden toegenomen, waarbij in de eerste plaats gedacht wordt aan Suriname en Borneo, maar ook aan Afrika en Zuid-Amerika.

In het normaalblad N 1015 „Benamingen van houtsoorten”, dat overigens op het ogenblik herzien wordt, zijn van een aantal regelmatig in Nederland aan de markt komende houtsoorten onder meer de benamingen en de botanische herkomst vastgelegd.

Zou men willen wachten, totdat zelfs deze 150 à 180 houtsoorten alle onder gelijke condities en uitvoerig door een en hetzelfde instituut onderzocht zijn, dan zou het verstrekken van gegevens nog jaren lang op zich doen wachten. De auteurs hebben daarom gemeend — ondanks alle daarbij optredende bezwaren — een overzicht van mechanische en fysische eigenschappen dezer houtsoorten, verkregen uit eigen onderzoek, uit het onderzoek van andere laboratoria, aangevuld met literatuurgegevens, in direct vergelijkbare vorm te moeten publiceren.

Op volledigheid wordt op dit ogenblik evenmin aanspraak gemaakt. Zij wensen veeleer een begin te maken. Deze circulaire kan door andere worden gevolgd.

Als handleiding voor de beschrijving is in vele gevallen gebruik gemaakt van het bekende werk „De houtsoorten van Suriname” door J. Ph. Pfeiffer.

Hierbij hebben wij dankbaar gebruik gemaakt van de medewerking van Pfeiffer's vroegere assistente Mevr. Ir. G. M. C. Koning—Vrolijk, die thans werkzaam is bij de Afdeling Hout.

§ 2. PRAKTISCHE BETEKENIS VAN DE BEPROEVINGS- CIJFERS

De beproevingscijfers hebben betekenis als verhoudingsgetallen.

Van groot belang is de vergelijking van de cijfers van een minder gebruikelijke houtsoort met die van een bekende, om inzicht te krijgen in de toepassingsmogelijkheid.

Daar de beproevingscijfers als gemiddelden gelden kunnen zij voorts dienst doen voor het bepalen van de *toe te laten spanningen*, zoals nader in § 7 wordt beschreven.

Uiteindelijk kunnen de beproevingsresultaten gebruikt worden om met grote mate van waarschijnlijkheid een houtsoort aan te wijzen, welke voor een bepaald constructiedoel geschikt is.

Daar niet alle technische eigenschappen voldoende in cijfers weergegeven kunnen worden, zal de praktische toepassing ten slotte de proef op de som moeten geven, waarbij zowel technische, economische als subjectieve factoren in het geding kunnen komen.

§ 3. CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET HOUT

De chemische samenstelling van het hout is van invloed op de mechanische en fysische eigenschappen en verder op de duurzaamheid. Dit kan tot uitdrukking komen in de beproevingsresultaten. In het kort worden de hier van belang zijnde chemische eigenschappen weergegeven.

a. Asbestanddelen

De in het hout voorkomende minerale- en kristallijne stoffen welke na verbranding in de as zijn terug te vinden, worden asbestanddelen genoemd.

De asbestanddelen kunnen de bewerking bemoeilijken, doch ook bescherming geven tegen dierlijke houtvernielers (kiezelzuurpaalworm).

De in de celwanden geïncustreerde minerale stoffen hebben invloed op de kolloïde eigenschappen van het hout, dus op het imbibitievermogen en voorts op de duurzaamheid.

Bepaalde zouten kunnen het hout schadelijke roestvormende eigenschappen geven.

b. Organische extractiestoffen

De in het hout voorkomende organische stoffen, welke door extractie met een bepaalde vloeistof hieruit verwijderd kunnen worden, heten organische extractiestoffen.

Zij komen voor als celinhoud en als incrustaties der wanden. Het zijn o.m. kleurstoffen, looistoffen, alcaloïden, glucosiden, harsen en gommen.

Als incrustaties der wanden beïnvloeden zij de zwelling, de plasticiteit en de duurzaamheid.

c. Zuren

De in het hout voorkomende zuren werken, in vochtig hout, katalytisch bij de oxyderende werking der luchtzuurstof op stalen voorwerpen in het hout en kunnen het roesten daardoor bevorderen.

§ 4. PHYSISCHE EIGENSCHAPPEN

a. Vochtgehalte

Vers hout bevat, berekend op het gewicht van het geheel droge hout, 35—200 % niet chemisch gebonden water:

Hiervan is 20—35 % in eerste instantie aanwezig als imbibitiewater en de rest als capillair- of occlusiewater.

Het occlusiewater is door capillaire werking in de celholten opgenomen en beïnvloedt alleen het volumegewicht.

Het imbibitiewater is door de kolloïde eigenschappen van het hout in de cel- en vezelwanden opgenomen en van uitgebreider betekenis. De verklaring van de kolloïdale natuur van hout is, dat de cel- en vezelwanden, welke bestaan uit stoffen als cellulose, lignine en pectine, door coagulatie uit de vloeibare celinhoud zijn afgezet.

Droog hout in een met water verzadigde atmosfeer gebracht, neemt bij een bepaalde temperatuur slechts een gelimiteerd percentage imbibitiewater op. Dit percentage heet imbibitiemaximum of vezelverzadigingspunt. Wordt hierboven nog water toegevoegd, dan wordt dit als occlusiewater opgenomen.

De betekenis van de imbibitie is de volgende:

- 1e. Bij het opnemen van imbibitiewater gaan de meeste mechanische eigenschappen achteruit en bij het afgeven vooruit.

- 2e. De afmetingen der houtvezels veranderen bij het opnemen en afstaan van imbibitiewater, waardoor het zwellen en krimpen van het hout ontstaat.
- 3e. De mogelijkheid bestaat, dat hout met een hoog imbibitiemaximum, sneller door fungi wordt aangetast.

b. Volumegewicht.

Men dient bij hout van volumegewicht te spreken, daar het hout niet alleen is opgebouwd uit de stof, die de vezelwanden vormt, maar ook vele holten van verschillende grootte bevat.

Het volumegewicht is dus het gewicht van de volume eenheid met behoud van de oorspronkelijke structuur.

Onder s.g. wordt het gewicht verstaan van een volume eenheid vezelstof, hetwelk vrijwel constant is voor alle houtsoorten n.l. 1,54.

Het volumegewicht is in hoge mate afhankelijk van het vochtgehalte. Ook voor luchtdroge monsters van eenzelfde houtsoort kan het volumegewicht sterk uiteenlopen. Zelfs voor twee stukken, niet ver van elkaar, uit dezelfde stam genomen kan het verschil in volumegewicht in luchtdroge toestand nog 30 tot 50 % bedragen.

Het volumegewicht kan, afgezien van het vochtgehalte, alleen als gemiddelde opgevat worden.

Als gemiddelde waarde heeft het een kenmerkende betekenis, daar de mechanische eigenschappen in waarde toenemen, bij stijgend volumegewicht.

De in tabel II opgenomen volumegewichten gelden als gemiddelden voor de luchtdroge toestand van het hout, overeenkomend met een vochtgehalte van ca. 15%.

Tussen de grenzen van 5 % en 25 % vochtgehalte, kan het gewicht berekend worden uit het luchtdroge gewicht, door toepassing van de regel:

„Bij stijging of daling van het vochtgehalte met 1 % boven „of onder de 15 %, stijgt of daalt het volumegewicht met 0,5 %.”

Is het volumegewicht bij 15 % vochtgehalte 0,8, dan zal het bij 10 % vochtgehalte $5 \times 0,5 \times 0,01 \times 0,8 = 0,02$ % lager zijn, dus 0,78.

c. Krimp

Het vochtgehalte van pas geveld hout, dat ver boven het imbibitiemaximum ligt, komt op de duur in evenwicht met de gemid-

delde relatieve vochtigheidsgraad van de atmosfeer. Aanvankelijk wordt alleen occlusiewater afgestaan, vervolgens door diffusie ook imbibitiewater, het hout gaat dan krimpen.

De krimpcoëfficiënten worden op het laboratorium op tegengestelde wijze bepaald, door de zwellingskrommen vast te stellen, uitgaande van geheel droog hout. Deze kromme verloopt vrijwel rechtlijnig vanaf de geheel droge toestand naar het imbibitiemaximum. Ter plaatse van dit punt verloopt de kromme met een flauwe bocht naar het zwellingsmaximum.

Het zwellingsmaximum is slechts weinig groter dan het imbibitiemaximum. Op te merken valt, dat de krimp in radiale richting (kwartier gezaagd) ongeveer de helft bedraagt van de krimp in tangentele richting (dosse gezaagd).

Het is gewenst het hout vooraf te doen „beliggen”, zodat het gedroogd wordt tot dat vochtgehalte, dat de constructie op de duur zal hebben.

Dit geldt voornamelijk voor hout, gebezigd in de waterbouw en in de bruggenbouw. Voor hout, gebezigd in de houtverwerkende industrie is deze tijdrovende procedure in de laatste jaren in vele gevallen vervangen door speciaal voor dit doel gebouwde en ingerichte droogkamers om het hout door stomen en kunstmatig drogen in korte tijd op het voor het gebruiksdoel noodzakelijke vochtgehalte te brengen.

Daar het hout veelal te vers verwerkt wordt, is het goed, zich rekenschap hiervan te geven, waartoe in tabel II de krimpcoëfficiënten van vers tot luchtdroog, het voor constructiewerken meest voorkomende geval, zijn opgenomen.

De percentages hebben betrekking op het luchtdroge volume van het hout.

§ 5. DUURZAAMHEID

De duurzaamheid van het hout wordt door chemische en biologische factoren beheerst.

De duurzaamheid van houtsoorten wordt in het laboratorium onderzocht door de weerstand van proefblokjes van de te onderzoeken houtsoort tegen schimmelaantasting te bepalen. Hiervoor bestaat een gestandariseerde methode, waarbij van een drietal uiteenlopende, houtaantastende schimmelsoorten gebruik gemaakt wordt. Het gewichtsverlies in een bepaalde periode vormt een maatstaf voor de duurzaamheid (zie mededeling No. 13 van Dr. T. Hof).

Het hout wordt ingedeeld in 5 aan de praktijk ontleende duurzaamheidsklassen. Deze duurzaamheidsklassen geven de gebruiksduur aan onder gegeven omstandigheden en wel:

- A. In voortdurend contact met vochtige grond (humus).
- B. Alleen aan weer en wind blootgesteld.
- C. Beschermd en geteerd of geverfd.

Bovendien wordt in aanmerking genomen de aantasting door

- a. houtworm (zie Circulaire Afdeling Hout No. 10: „Aantasting van hout door Lyctus-soorten en maatregelen ter bestrijding ervan” en

Circulaire Afdeling Hout No. 12: „Aantasting van Hout door Klopkevers (Anobiidae)”, beide van Dr. T. Hof.)

- b. witte mieren (alleen voor de tropen).

Een en ander wordt in de volgende tabel 1 tot uitdrukking gebracht.

TABEL I

Duurzaamheidsklasse	Aantal jaren, dat het hout goed blijft			a	(b) (alleen voor de tropen)
	A	B	C		
I	30 (8)	50 (20)	Onb. (onb.)	niet of bij uitz.	niet of bij uitz.
II	15—30 (5—8)	40—50 (15—20)	Onb. (100)	id.	zelden of in geringe mate
III	8—15 (3—5)	25—40 (10—15)	Onb. (100)	praktisch nihil	wel, doch niet zeer vlug
IV	3—8 ($1\frac{1}{2}$ —3)	12—25 (3—10)	enige 10 tallen (10—20)	niet ernstig	spoedig en sterk
V	3 ($1\frac{1}{2}$)	6—12 (3)	13—20 (3—10)	hevig	zeer spoedig en zeer sterk

Tussen () geldt voor de Tropen.

§ 6. MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN

a. Algemeen

Bij het mechanisch onderzoek wordt uitgegaan van normaal kern- of rijphout. Hout met gebreken wordt indien anders mogelijk niet toegepast.

De in de tabel II aangegeven waarden gelden alle voor luchtdroog hout met ongeveer **15 % vochtgehalte**.

Het verband tussen de verandering in de mechanische eigenschappen en het vochtgehalte is in tabel III weergegeven.

Hier toe valt op te merken, dat hout met een vochtgehalte lager dan 8 %, normaal in bouwwerken geen toepassing vindt.

TABEL III

	Voor vochtgehalte 8—15 % α_1	Voor vochtgehalte 15—20 % α_2	Bij omrekening van luchtdroog op 30 % vocht α_3	Bij omrekening van verzadigd hout uit de waarde bij 30 % vocht β
Prop. buigvastheid . . .	6.0	4.8	3.6	4.5
Abs. buigvastheid . . .	4.0	3.25	2.5	3.0
El. mod. buiging	2.8	2.2	1.6	2.0
Prop. drukvastheid // vezel	5.0	4.25	3.5	4.0
Abs. drukvastheid // vezel	4.0	3.4	2.8	3.2
Elast. samendr. $\perp$ vezel	6.0	4.9	3.8	5.0
Afschuifvastheid	4.0	3.0	2.0	2.5

De correctiefactor α wordt uitgedrukt in %- en van de waarde van het luchtdroge hout per 1 % vocht.

De correctiefactor β wordt uitgedrukt in %- en van de waarde van het hout bij 30 % vocht, eveneens per 1 % vocht.

Voor de in de tabel opgenomen mechanische eigenschappen neemt de sterkte (σ) steeds af naarmate het vochtgehalte stijgt en neemt de sterkte toe naarmate het vochtgehalte daalt.

$$\text{VOORB. 1/. } \sigma_{12} = \sigma_{15} + 3 \times \frac{a_1}{100} \sigma_{15}$$

$$2/. \sigma_{19} = \sigma_{15} - 4 \times \frac{a_2}{100} \sigma_{15}$$

$$3/. \sigma_{30} = \sigma_{15} - 15 \times \frac{a_3}{100} \sigma_{15}$$

$$4/. \sigma_{25} = \sigma_{30} + 5 \times \frac{\beta}{100} \sigma_{30}$$

b. Buigvastheid

De absolute buigvastheid wordt berekend uitgaande van de evenredigheid tussen spanning en vormverandering. Dit gaat voor hout niet op, de absolute trekvastheid is ongeveer $2\frac{1}{2}$ x zo groot als de absolute drukvastheid. De uitkomsten vormen slechts een grove benadering.

De proportionele buigvastheid bedraagt ongeveer 0,575 maal de absolute buigvastheid.

De afwijkingen van de in tabel II opgenomen gemiddelde beproevingsresultaten kunnen + of - 25 % bedragen.

c. Drukvastheid (// vezel)

De drukvastheid //vezel wordt bepaald op prismas en kubi. De proportionele drukvastheid bedraagt ongeveer 0,75 maal de absolute drukvastheid.

De afwijkingen van de gemiddelde beproevingsresultaten kunnen weer + of - 25 % bedragen.

d. Elasticiteitsmodulus

De elasticiteitsmoduli voor buiging en druk //vezel zijn in tabel II aan elkaar gelijkgesteld zoals in de praktijk ook gebruikelijk is.

In feite is E_{druk} gemiddeld ongeveer 10 % groter dan E_{buig} . De in de tabel opgegeven waarden voor E zijn ontleend aan buigingsresultaten.

De afwijkingen van de gemiddelde beproevingsresultaten kunnen + of - 30 % bedragen.

e. Drukvastheid 1 vezel

Hiervoor kan alleen de elastische drukvastheid vastgesteld worden, de breukspanning kan niet bepaald worden, daar na het overschrijden van de evenredigheidsgrens toch nog een toenemende belasting opgenomen kan worden.

De E_{D1} is lastig te bepalen en wordt meestal ook niet vastgesteld, zij is echter belangrijk lager dan de E_B . Als aanwijzing kan gesteld worden: $E_{D1} \approx 0,4 E_B$.

f. Hardheid

De hardheid wordt bepaald volgens de methode van Janka. De kracht welke nodig is om een stalen kogel met een middellijn van 11,284 mm, dus 1 cm² doorsnede, tot de grootste diameter in het hout te drukken, geeft het hardheidsgetal aan.

De vochtinvloed kan overeenkomstig die voor de drukvastheid genomen worden.

De afwijkingen van de gemiddelde beproevingsresultaten kunnen + of - 30 % bedragen.

g. Afschuifvastheid

De afschuifvastheid wordt bepaald in de richting van de vezels. In het algemeen is de afschuifvastheid in tangentiale richting groter dan in radiale richting.

In tabel II zijn de (maatgevende) kleinste waarden opgenomen.

De afwijkingen van de gemiddelde beproevingsresultaten kunnen + of - 20 % bedragen.

h. Splijtvastheid

Bij de oudere onderzoekingsmethode volgens Nördlinger werd de splijtvastheid uitgedrukt in kg/cm². Later bleek dat de kracht nodig voor het splijten wel evenredig is aan de breedte van het splijtvlak, maar onafhankelijk van de lengte, mits deze niet te klein is (minstens 6 cm. voor proefblokjes van 5 cm. breedte). De splijtvastheid wordt thans uitgedrukt in kg/cm. Het vezelverloop, zoals kruisdradigheid of warrigheid, komt hierbij ook beter tot uitdrukking.

De splijtvastheid is voor de tangentiale richting meestal groter dan voor de radiale richting.

De invloed van het vochtgehalte is merkwaardig. Bij 10 % vochtgehalte is de splijtvastheid het grootst. Voor kamerdroog hout is zij ongeveer 10 % lager.

Bij een vochtgehalte van 30 % is zij eveneens 10 % lager.

Ook boven het imbibitiemaximum daalt zij echter nog, zo is zij voor vers hout met 80 % vochtgehalte ongeveer 25 % lager dan bij 10 % vochtgehalte.

Daar zij tussen de grenzen van 0 en 30 % vochtgehalte slechts + of — 5 % varieert t.o.v. de luchtdroge toestand, kan afgezien worden van het geven van correctiecijfers.

De afwijkingen van de gemiddelde beproevingsresultaten kunnen + of — 25 % bedragen.

i. Schok weerstand

Onder schokweerstand wordt verstaan de weerstand tegen buiging door een schok. De schokweerstand wordt uitgedrukt in kgm/cm^3 .

De oudste methode om de schokweerstand te bepalen is de valhamerproef, waarbij een gewicht van 50 lbs. neervalt op een op twee punten vrij opgelegde proefstaaf. De valhoogte op het moment dat de staaf breekt, is een maat voor de weerstand.

Later werd de valhamer vervangen door een slaghamer. Meest gebruikelijk is thans de Izodslagproef. Bij deze wordt eveneens een slaghamer gebezigd, maar de proefstaaf is éénzijdig ingeklemd en van een kerf (zaagsnede) voorzien.

Daar de uitkomsten in alle gevallen zeer wisselend zijn, de gevonden waarden kunnen + of — 50 % van de gemiddelde waarden afwijken, werd volstaan met een klasse-indeling op te maken.

De klasse-indeling werd in hoofdzaak gebaseerd op de valhamerproeven van de Amerikaanse en Engelse laboratoria, terwijl aansluiting gezocht werd op de klasse-indeling, opgemaakt door Pfeiffer in de „Houtsoorten van Suriname”.

De klasse-indeling is als volgt:

Schokweerstandsklasse	I	zeer weinig broos
id.	II	weinig broos
id.	III	matig broos
id.	IV	broos
id.	V	zeer broos.

De overeenkomende valhoogten in inches uitgedrukt zijn voor de verschillende klassen als volgt:

klasse	I	> 80"
"	II	80" — 60"
"	III	60" — 40"
"	IV	40" — 20"
"	V	< 20"

Tot slot zij nog vermeld, dat een klasse-indeling voor de broosheid ook opgemaakt kan worden uit de beoordeling van de breuk bij langzaam toenemende belasting, de normale buigproef dus.

Een zeer lang vezelige breuk wijst op een houtsoort, die zeer weinig broos is.

Een breuk met stompe tanden wijst op zeer grote broosheid. Uiteraard is deze methode enigermate subjectief.

§ 7. DE TOE TE LATEN SPANNINGEN

Voor het vaststellen van de toe te laten spanningen dienen reducties op de beproevingsresultaten toegepast te worden.

De daartoe in te voeren reductiefactoren zijn afhankelijk van:

- het vochtgehalte
- de evenredigheids grens
- de in het hout voorkomende gebreken
- de soortelijke sterkte beneden het gemiddelde
- de duurzaamheid.

Een en ander is tot uitdrukking gebracht in de tabellen IV, V en VI. Bij de bepaling van de reductiefactoren voor het vochtgehalte is rekening gehouden met de luchtdroge en de natte toestand.

De reductiefactor voor het natte hout is gefixeerd op een imbibitiemaximum van 30 % en berekend voor de proportionaliteitsgrens als volgt:

Buigvastheid $\sigma_{p_{30}} = \sigma_{p_{15}}$	$(1 - 15 \times 0,036) = 0,46$
Drukvastheid //vezel	$(1 - 15 \times 0,035) = 0,475$
Drukvastheid $\perp$ vezel	$(1 - 15 \times 0,038) = 0,43$
Afschuifvastheid	$(1 - 15 \times 0,02) = 0,70$

De reductiefactoren voor de proportionaliteitsgrens worden empirisch vastgesteld, waarbij vermeld dient te worden, dat voor de drukvastheid 1 vezel, alleen de proportionele waarde bepaald werd.

Over de reductiefactoren voor de in het hout voorkomende gebreken kan opgemerkt worden, dat deze voor de buigvastheid en de afschuifvastheid het ongunstigste zijn.

De voor de verschillende soorten van constructies in rekening te brengen reductiefactoren zijn hieronder samengevat.

a. Constructies geheel onder water

Voor houtsoorten welke voor toepassing onder water in aanmerking komen is de duurzaamheid onbeperkt, onafhankelijk van de duurzaamheidsklasse waarin zij geplaatst zijn. De duurzaamheidsfactor kan op 1 gesteld worden.

De eindreductiefactor is voor alle duurzaamheidsklassen η_1 .

b. Tijdelijke constructies; luchtdroog

Bij tijdelijke constructies speelt de duurzaamheid voor de eerste vier duurzaamheidsklassen geen rol. Voor de zeer weinig duurzame houtsoorten dient echter op aantasting door drooghoutboorders gerekend te worden.

De eindreductiefactor is voor:

Duurzaamheidsklasse I t/m IV: λ_1

Duurzaamheidsklasse V : λ_2

c. Constructies, welke beschermd zijn, geteerd of geverfd; luchtdroog

Voor duurzaamheidsklasse I t/m III kan de duurzaamheidsfactor op 1 gesteld worden.

Voor klasse IV en in nog erger mate voor klasse V moet op aantasting door drooghoutboorders en rotting gerekend worden.

De eindreductiefactoren zijn voor:

Duurzaamheidsklasse I t/m III: λ_1

id. IV : λ_2

id. V : λ_3

d. Constructies in weer en wind; nat

Slechts de klassen I en II kunnen als volkomen duurzaam beschouwd worden, klasse IV dient alleen in geïmpregneerde toestand toegepast te worden en klasse V is ongeschikt.

De eindreductiefactoren zijn voor:

Duurzaamheidsklasse I en II: η_1

id. III : η_2

id. IV : η_3

e. Constructies in aanraking met vochtige bodem (humus)

Slechts de klassen I t/m III zijn te gebruiken, waarvan de laatste geïmpregneerd.

De eindreductiefactoren zijn voor:

Duurzaamheidsklasse I: η_1

id. II: η_2

id. III: η_3

Opmerking verdient nog het volgende.

De wijze van het bepalen van de toe te laten spanningen geeft de tot nu toe gevolgde methode weer, zoals o.m. uiteengezet is in „De houtsoorten van Suriname II”.

De reductiefactoren voor de duurzaamheid zijn echter meer in overeenstemming gebracht met de werkelijkheid.

Het komt echter voor, dat met name voor de buigvastheid nog hogere spanningen zullen kunnen worden toegelaten. Speciaal wordt hier gedacht aan brugdekplanken. Een en ander hangt o.m. samen met de slankheid der constructiedelen.

De in tabel II voorkomende beproevingsresultaten zijn gebaseerd op buigproefstaven met een slankheid (1/d) groter dan 15.

De in tabel VI voorkomende reductiefactoren kunnen derhalve als de meest ongunstige beschouwd worden, zodat in vele gevallen nog een extra zekerheid aanwezig is.

Een onderzoek over het verband tussen slanke proefstaven en gedrongen proefstaven is in behandeling, zodat verwacht mag worden dat hier binnen afzienbare tijd iets naders over medegedeeld kan worden.

TABEL IV

Aanduiding vastheid	Reductiefactoren voor:					
	nat hout imb. max. ± 30 %	evenredig- heids grens	voor- komende gebreken	soort sterkte beneden 't gemidd.	P nat	P droog
Buigvastheid	0,46	0,57 ^s	0,7	0,75	0,14	0,28
Drukvastheid // vezel	0,47 ^s	0,75	0,8	0,75	0,21	0,42
Drukvastheid ⊥ vezel	0,43	∞	0,8	0,75	0,26	0,60
Afschuifvastheid	0,70	0,75	0,7	0,75	0,28	0,40

TABEL V

Soort van constructie	Reductiefactoren voor de duurzaamheid				
	D I	D II	D III	D IV	D V
a. Geheel onder water; nat	I	I	I	I	I
b. Tijdelijk; luchtdroog	I	I	I	I	0,75
c. Beschermd; luchtdroog	I	I	I	0,75	0,5*
d. In weer en wind; nat	I	I	0,75	0,5*	0
e. In aanr. met bodem(humus); nat	I	0,75	0,5*	0	0

* Bij voorkeur te impregneren.

TABEL VI

Aanduiding vastheid	Eindreductiefactoren					
	Nat			Luchtdroog		
	η_1	η_2	η_3	λ_1	λ_2	λ_3^*
Buigvastheid	0,14	0,11	0,07	0,28	0,21	0,14
Drukvastheid // vezel	0,21	0,16	0,11	0,42	0,31	0,21
Drukvastheid $\perp$ vezel	0,26	0,20	0,13	0,60	0,45	0,30
Afschuifvastheid	0,28	0,21	0,14	0,40	0,30	0,20

* Bij voorkeur te impregneren.

TOELICHTING OP DE TABELLEN.

In onze tabel II is de volgorde genomen zoals in het normaalblad N 1015 „Benamingen van houtsoorten”.

De auteurs, beide zitting hebbende in de normalisatie commissie 49, die dit normaalblad wijzigt, hebben zich in enkele opzichten reeds nu door deze wijziging laten beïnvloeden.

Hierdoor is op enkele plaatsen de indeling gewijzigd b.v.: De grenengroep wordt verdeeld in Longleafpine met een volumegewicht van 0,7, waar ook onder valt *Pinus palustris* Mill en *Pinus caribaea* Mor., en Shortleaf pine, waartoe ook behoren *P. rigida* en *Pinus serotina*.

Houtsoorten als Roble Pellin, Limbali en Moholé komen op andere plaatsen voor of zijn toegevoegd.

Voor de indeling van de Dipterocarpaceën is afgeweken van de oorspronkelijke indeling van N 1015 en is gebruik gemaakt van inzichten en gegevens uit:

Malayan Forest records No. 14 en No. 15: Dipterocarp Timbers of the Malay Peninsula by H. E. Desch en uit:

The Indian Forest Records Vol. XVIII van Limaya and Seaman.

Botanische herkomst

Deze is in de tabel opgenomen teneinde zo duidelijk mogelijk aan te geven welke houtsoort bedoeld wordt, ongeacht de verwarrende invloed, welke soms van de locale namen of handelsnamen uit kan gaan en mede in verband met de vele synoniemen, die voor sommige handelshoutsoorten in omloop zijn.

Het zou hierom steeds aan te bevelen zijn deze gegevens te raadplegen te samen met het normaalblad N 1015 „Benamingen van houtsoorten”.

Volumegewicht en vochtgehalte

De aandacht wordt erop gevestigd, dat bij bewerking uit Europese bronnen het volumegewicht steeds is uitgedrukt als een

getal, dat voorstelt een quotient, verkregen bij deling van het gewicht in grammen door het volume in cm^3 , beide bij hetzelfde vochtgehalte, meestal 15, soms ook 12 % van het volkomen droge gewicht. Het verschil van het volumegewicht bij 12 en 15 % vocht is zo gering, dat hierbij geen omrekening heeft plaats gevonden.

Voor zover de bewerking uit Amerikaanse gegevens geschiedde, is teneinde zo nauw mogelijk aan te sluiten op de Europese wijze van voorstellen, uitgegaan van de daarin voorkomende aanduidingswijze gewicht per cubic ft. bij 12 % vochtgehalte en niet van het gegeven in die literatuur „specific gravity”, aangezien deze daarin betekent
$$\frac{\text{gewicht ovendroog}}{\text{volume groen}}$$
 hetgeen uiteraard een andere waarde geeft.

D u r z a a m h e i d s k l a s s e

Aangehouden werd, in beginsel, de door Pfeiffer aangegeven klasse-indeling voor gematigd klimaat, die ook door den Berger (voor tropisch klimaat) wordt gevolgd.

De indeling van Empire Timbers blijkt hiermede wel in overeenstemming. De aanduidingen „Very resistant”, „Resistant” enz. werden daartoe vervangen door I, II enz.

B u i g i n g

Tussen driepuntsbuigproef en vierpuntsbuigproef werd geen onderscheid gemaakt. O.i. is dit voor het gestelde doel van minder belang dan voor de uitvoering van de laboratoriumproeven. De Amerikaanse en Engelse beproevingsresultaten, uitgevoerd met proefstukken met 12 % vochtgehalte werden omgerekend zoals aangegeven is in deel II: „De houtsoorten van Suriname” blz. 186 e.v. als volgt:

$$\sigma_{B_{12}} = \sigma_{B_{15}} + 3 \times 0,04 \sigma_{B_{15}} \quad \text{Hieruit volgt}$$

$$\sigma_{B_{12}} = 1,12 \sigma_{B_{15}} \quad \text{of} \quad \sigma_{B_{15}} = \frac{1}{1,12} \sigma_{B_{12}}$$

Evenzo is voor de elasticiteitsmodus bij buiging

$$E_{12} = E_{15} + 3 \times 0,028 E_{15}.$$

$$E_{12} = 1,084 E_{15} \quad \text{of} \quad E_{15} = \frac{1}{1,084} E_{12}.$$

Druk // vezel

Ook hier weer de omrekening van 12% tot 15% vochtgehalte. De gebezigde omrekeningsfactoren volgen uit:

$$\begin{aligned}\sigma_{D_{12}} &= \sigma_{D_{15}} + 3 \times 0,04 \sigma_{D_{15}} \\ \sigma_{D_{12}} &= 1,12 \sigma_{D_{15}} \quad \sigma_{D_{15}} = \frac{1}{1,12} \sigma_{D_{12}} \\ E_{12} &= E_{15} + 0,03 E_{15} \\ E_{12} &= 1,03 E_{15} \text{ of } E_{15} = \frac{1}{1,03} E_{12}.\end{aligned}$$

De elasticiteitsmodulus bij druk wordt vrijwel alleen in de Nederlandse literatuur vermeld en blijkt meestal hoger dan de elasticiteitsmodulus bij buiging te zijn; soms gelijk, zeer zelden iets lager.

Daarom is de elasticiteitsmodulus bij druk // vezel niet in deze tabel opgenomen.

Druk ⊥ vezel.

De omrekeningsfactor voor de elastische samendrukking ⊥ vezelrichting van 12 % vochtgehalte op 15 % vochtgehalte volgt uit:

$$\begin{aligned}\sigma_{Del_{12}} &= \sigma_{Del_{15}} + 3 \times 0,06 \sigma_{Del_{15}} \\ \sigma_{Del_{12}} &= 1,18 \sigma_{Del_{15}} \quad \sigma_{Del_{15}} = \frac{1}{1,18} \sigma_{Del_{12}}\end{aligned}$$

Hier is Pfeiffer vrijwel de enige, die de elasticiteitsmodulus berekent. Deze blijkt aanzienlijk lager te zijn dan die bij buiging. Deze elasticiteitsmodulus kan van belang zijn bijvoorbeeld bij de bepaling van zettingen van hulpconstructies, geplaatst op stop-hout, waarbij de grondslag als onsamendrukbaar beschouwd mag worden.

Hardheid

De omrekeningsfactor voor wisselend vochtgehalte van 12 % op 15 % is dezelfde als de omrekeningsfactoren bij de drukvastheid // en ⊥ op de vezelinrichting, met dien verstande, dat:

voor de hardheid op het kopse vlak een reductiefactor = 1,12 wordt toegepast dus:

$$\text{Hardheid } H_{K_{12}} = 1,12 H_{K_{15}} \quad H_{K_{15}} = \frac{1}{1,12} H_{K_{12}}$$

terwijl:

voor de hardheid op het zijvlak, dus op het radicale of tangentielle vlak een reductiefactor = 1,18 dus:

$$H_{Z_{12}} = 1,18 H_{Z_{15}} \text{ of } H_{Z_{15}} = \frac{1}{1,18} H_{Z_{12}}$$

A f s c h u i v i n g

De omrekeningsfactor voor 12 % op 15 % vochtgehalte bedraagt hier weer 1,12.

In vele gevallen zijn de beide kolommen radiaal en tangentiaal samengevoegd. In dat geval is maar één cijfer opgegeven, dat dan geldt voor „afschuiving van het langshout”, waarbij de minimum waarde is opgenomen, daar deze voor de praktijk wel de doorslag geeft.

S p l i j t i n g

Een omrekeningsfactor voor het vochtgehalte wordt hierbij niet toegepast.

K r i m p

Het is voor normale constructies voldoende de krimp te kennen van de verse toestand (green) naar de luchtdroge toestand (airdried).

Pfeiffer berekent de krimp van vers tot luchtdroog t.o.v. geheel droog (ovendry) hout, terwijl Empire Timbers die van vers tot luchtdroog t.o.v. vers hout berekent.

Theoretisch maakt dit natuurlijk wel enig verschil, doch voor de praktijk zijn deze verschillen zo onbelangrijk, dat in de kolom krimpen en zwellen zowel de cijfers van Pfeiffer als die uit Empire Timbers zijn vermeld.

In het Technical Bulletin No. 479 wordt de krimp berekend van vers (green) tot geheel droog (ovendry) t.o.v. vers. Deze cijfers zijn niet in de tabellen opgenomen.



LITERATUUR.

1. Pfeiffer, J. Ph. (1926—27). De houtsoorten van Suriname. Deel I en II. Koloniaal Instituut, Amsterdam. Med. No. 22.
2. Berger, L. G. den; e.a. (1925—26). Mededelingen van het proefstation voor het boswezen. Buitenzorg. Med. No. 11 en 13. Korte Med. No. 12.
3. Afdeling Hout C.I.M.O.
4. Department of Scientific and Industrial Research. Forest Products Research (1945). A handbook of Empire timbers, London.
5. Markwardt, L. J. and T. R. C. Wilson (1935). Strength and related properties of woods grown in the United States. Techn. Bull. No. 479. U.S. Dept. Agric. Washington, D.C.
6. Koning en Bienfait, Proefstation voor Bouwmaterialen, Amsterdam.
7. Maatschappij de Fijnhouthandel N.V. Amsterdam. (1940). Bangkirai.
8. Wechel, A. te (1945). Fijnhout, Amsterdam.
9. Timber Development Assn. Ltd. (1942). Timbers of British West Africa, London.
10. Record, S. J. and R. W. Hess (1944). Timbers of the New World, New Haven.
11. Louis, J. et J. Fouarge (1943). Essences forestières et bois du Congo. Fasc. 2, *Afrormosia elata*. Publ. Inst. Nat. Etude Agron. Congo Belge. Bruxelles.
12. Brotero, F. A. e A. Vieira (1945). Tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais. Bol. No. 31. Instituto de Pesquisa Technologicas, S. Paulo.

13. Kollmann, F. (1936). Technologie des Holzes, Berlin.
 14. Boulton, E. H. B. and B. A. Jay (1946). British Timbers, London.
 15. Holz als Roh- und Werkstoff (1941). 4, Berlin.
 16. Wiesner, J. von (1928). Die Rohstoffe des Pflanzenreiches II, Leipzig.
 17. Kolonialforstliche Mitteilungen (1939). 2, Berlin.
 18. Reichsinstitut für ausländische und koloniale Forstwirtschaft an der Forstlichen Hochschule Tharandt (1939). Merkblätter über Koloniale Nutzhölzer, Tharandt.
 19. Desch, H. E. (1941). Manual of Malayan Timbers I. Malay. For. Rec. No. 15. Kuala Lumpur.
 20. Indian Forest Records (1933). 18. Dehra-Dun.
 21. Greene, Jr., E. C. (1932). Santa Maria: a neotropical timber of the genus Calophyllum. Trop. Woods No. 30, 9.
-