

DOUGLASDAGEN 1957

8. DE TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DOUGLASHOUT

[812.7 : 812.31 Pseudotsuga taxifolia]

door

H. W. JAPING

Summary :

THE TECHNICAL PROPERTIES OF DOUGLASFIR

Discusses data on the effect of rate of growth (ring-width) and percentage of summerwood on specific gravity and strength properties of softwoods, particularly Douglas-fir. Timber from broad-ringed Douglas-fir grown in Europe generally shows little difference in strength properties, but has lower grade than timber from old-growth in America. Knots are the main factors of degrade. Pruning at an early stage is necessary to get higher grade timber in after years.

Only few technical data are known from timber grown in the Netherlands and investigations should therefore be continued.

It is beyond question that higher grade timber, procured by selecting and pruning, will be readily marketable when produced in an adequate quantity and offered at competing prices.

Over de invloed van milieufactoren (bodemconditie, licht, vocht, warmte enz.) op de aanwas van verschillende houtsoorten, is meer bekend dan over de uitwerking hiervan op het volumegewicht (dichtheid) van het hout en de houtkwaliteit. Wat hierover geschreven werd, is voor verschillende houtsoorten zeer uiteenlopend en deels ook met elkaar in tegenspraak. Men kan in het algemeen zeggen, dat hout van bomen aan de grenzen van het natuurlijk verspreidingsgebied, van geringere kwaliteit is dan dat van stammen uit het centrum ervan. Verder kan bij bepaalde soorten de groeiplaats belangrijke invloed hebben op het volumegewicht en de sterkte-eigenschappen van het hout.

Men dient wel in het oog te houden, dat kwaliteit bij hout een relatief begrip is, daar de kwaliteitseisen wisselen met het gebruiksdoel. Men denke aan Spessart eik, dat lichter en minder sterk is dan het gewone eikehout, maar uitmunt door zijn gelijkmatigheid en gemakkelijke bewerking, waardoor het bij uitstek geschikt is voor finer. Kwaliteit kan betrekking hebben op uiterlijk, mechanisch- en fysisch-technische eigenschappen, duurzaamheid, bewerkbaarheid, mate van voorkomen van gebreken enz., dus hangt in het algemeen samen met geschiktheid voor bepaalde doeleinden.

Het volumegewicht bepaalt in grote lijnen de sterkte-eigenschappen. Dit geldt vooral binnen de soort, daar hier de chemische samenstelling

en de verdeling van de houtsubstantie en verder de inhoudsbestanddelen kwalitatief en kwantitatief minder uiteenlopen. Het verband tussen volumegewicht en sterkte komt in het bijzonder tot uiting bij onderzoek van kleine, foutvrije proefstukken. Houtgebreken als noesten, scheef draadverloop, scheuren, schimmelaantasting enz., die in groter mate voortdurend voorkomen, kunnen storend op dit verband werken, doordat ze de sterkte reduceren.

Men dient dus bij sterkteselectie van hout, naast de dichtheid, ook op gebreken te letten. Dit heeft geleid tot de zogenaamde sterktesortering ("stress grading"), een sortering van hout naar sterkteklassen met verschillende toe te laten spanningen. In ons land is hiermede voor geïmporteerd naaldhout een begin gemaakt.

Bij deze sortering worden voor elke sterkteklasse de verlangde eigenschappen en de hiervoor toegestane gebreken nauwkeurig omschreven. Die omschrijving wordt gebaseerd op sterkteproeven, zowel met kleine foutvrije proefstukken, als met houtwerken, zoals in de praktijk gebruikt. Eerstgenoemde proeven dienen om de inherente eigenschappen van het hout vast te stellen, laatstgenoemde om de invloed van gebreken op de verschillende sterkte eigenschappen na te gaan.

In de praktijk is het volumegewicht niet eenvoudig en snel te bepalen, mede als gevolg van verschillen in vochtgehalte van het hout. Men heeft daarom naar andere aanwijzingen voor beoordeling van de sterkte gezocht.

De orthodoxe opvatting, die in de houthandel nog algemeen geldt, is, dat bij naaldhoutsoorten smalle jaarringen (dus een geringe groeisnelheid) op relatief zwaar hout wijzen, terwijl bij loofhoutsoorten juist brede ringen deze aanwijzing geven. Uit vele onderzoeken is echter gebleken, dat de ringbreedte niet als een absolute maatstaf voor het volumegewicht (en dus de sterkte) kan gelden, daar beide door verschillende factoren beïnvloed worden. Zo worden de ringen bij stammen in een gesloten opstand in de regel naar boven toe breder en bij gelijkblijvende oppervlakteaanwas van de dwarsdoorsnede naar buiten toe smaller. In een gesloten opstand is er daardoor minder verval dan bij vrijstaande bomen, waar de ringen niet of in mindere mate in breedte toenemen.

Ongelijke groeiplaatsfactoren (breedtegraad, hoogteligging, expositie, klimaats- en groeistoestandigheden, grondgesteldheid enz.) verschillen in ringbreedte ten gevolge hebben. Ook individuele erfelijke en raseigenschappen kunnen modificerend op de ringbreedte werken. De levensomstandigheden en erfelijke aanleg bepalen ook de vorming van verschillende weefselsoorten, met verschillende wanddikte en uiteenlopend volumegewicht. Er dient verder nog op te worden gewezen, dat een gelijke gemiddelde ringbreedte, of eenzelfde gemiddeld aantal ringen per cm of per inch, niet op gelijke opbouw van het hout behoeft te wijzen, daar de afzonderlijke jaarringen daarbij zowel gelijkmatig als zeer ongelijkmatig van breedte kunnen zijn.

Toch zijn statistisch correlaties vastgesteld tussen het gemiddeld volumegewicht en de gemiddelde ringbreedte, verschillend voor loof- en naaldhout en uiteenlopend voor de verschillende soorten. Deze correlaties, die echter steeds een min of meer toevallig karakter dragen, afhankelijk van het onderzochte materiaal, wisselen van gering tot hoog.

Zo vond Trendelenburg bij fijnspar uit Oberbayern en de Hochharz,

dat het volumegegewicht met afnemende ringbreedte, achtereenvolgens van ongeveer 3 tot 0,8 en van 4,2 tot 0,4 mm, toenam. Het volumegegewicht van het hout uit de Hochharz lag bij gelijke ringbreedte echter steeds lager dan dat van het hout uit Oberbayern.

Voor grenehout uit het Scharzwald, met ringbreedten van ongeveer 4,5 tot 0,5 mm, was vooral tussen 3,2 en 2,3 mm een sterke stijging van het volumegegewicht waar te nemen, daarna een afvlakking, gevolgd door een daling bij de zeer smalle ringen.

Bij *Pinus strobus* uit Oberweser en Canada en bij *P. resinosa* en *banksiana* uit Canada werd een overeenkomstig, doch onderling verschillend verloop geconstateerd; de volumegegewichten van *Pinus strobus* uit Canada lagen bij gelijke ringbreedte steeds lager dan die van het hout uit Oberweser.

Bij zilverden (*Abies alba*) uit Oberweser en douglas uit de Harz werd een langzame, tamelijk gelijkmatige toename van het volumegegewicht met afname van de ringbreedte gevonden, gewoonlijk gevolgd door een sterke daling van het volumegegewicht bij ringbreedten onder 0,8 mm. Bij de douglas uit de Harz was de optimale ringbreedte (culminatie van het volumegegewicht) 1 mm, bij hout uit Oostenrijk meer dan 3 mm en gemiddeld voor verschillende Europese groeiplaatsen rond 2,5 mm.

Bij *Abies balsamea* in Canada vond Rochester tussen ringbreedten van 4,5 tot ruim 1 mm een slechts geringe toename van het volumegegewicht.

Bij ringporige loofhoutsoorten, zoals eik, es, hickory, neemt in het algemeen het volumegegewicht met de ringbreedte toe, terwijl bij de meeste verspreidporige soorten, zoals esdoorn, beuk en berk, het verband onregelmatig is en binnen zeer beperkte grenzen blijft. Uitzonderingen komen echter voor.

Een hoog volumegegewicht, dus een hoge sterkte, is verder gebonden aan een gunstige verhouding van het aandeel relatief dichte zomerhout tot het aandeel relatief open voorjaarshout, dat door verschillende groei-factoren, vooral het vochtgehalte van de grond en de hoeveelheid en verdeling van de neerslag over het jaar, wordt beïnvloed.

De verhouding van het volumegegewicht van laat en vroeg naaldhout wisselt van minimaal ongeveer 1,3 bij *Pinus pinea*, tot maximaal 3,1 of 3,2 bij groveden, douglas en redwood. Voor douglas geven verschillende onderzoekers de volgende cijfers:

Gem. volumegegewicht (g/cm ³)		Verhoudingscijfer	Onderzoeker
Voorj. hout	Zomerhout		
0,29	0,82	2,8	Pillow en Luxford
0,32	0,98	3,1	Siimes
0,30	0,79	2,6	Trendelenburg
0,282	0,837	3,0	Vintila
0,344	0,958	2,8	Müller-Stoll
Roodhout (drukhout) 0,35	0,73	2,1	Pillow en Luxford.

Voor alle naaldhoutsoorten geldt dus, dat het volumegegewicht toeneemt met het percentage zomerhout. Door verschillende storende factoren is de toename echter niet evenredig met de vermeerdering van het aandeel

late hout. Zo stijgt het volumegewicht van het zomerhout van hart naar omtrek van de stam en daalt het van stamvoet naar kroon. Het volumegewicht van het voorjaarshout neemt in geringe mate van hart naar omtrek af, of blijft constant, terwijl het van stamvoet naar kroon duidelijk geringer wordt. Verder wisselt vooral het volumegewicht van het late hout met de groeiplaats. Ook de verhouding vroeg tot laat hout in de jaarringen is dus slechts weer een ruwe aanwijzing voor het volumegewicht en de sterkte van een willekeurig houtmonster. Voor loofhout met zijn meer gecompliceerde bouw geldt dit nog in hogere mate.

Samenvattend kunnen we opmerken dat bij vele onderzoeken, die over de samenhang van ringbreedte en volumegewicht handelen, de invloed van de leeftijd van de boom toen het hout werd gevormd (hetgeen min of meer correspondeert met die van de afstand van het gevormde hout tot het hart), van de hoogteligging van het hout in de stam en van de verhouding van het aandeel zomerhout en voorjaarshout, vaak over het hoofd werd gezien of onderschat. Gewoonlijk werd ook geen aandacht besteed aan het voorkomen van het van normaal hout sterk afwijkende drukhout (roodhout) bij naaldhout en trekhout bij loofhout. Dit alles heeft tot zeer uiteenlopende uitspraken geleid.

Toch worden in keuringsvoorschriften van naaldhout vaak de toegestane ringbreedten, soms in combinatie met een bepaald zomerhoutpercentage opgenomen. Als deze voorschriften op systematisch onderzoek van overeenkomstig materiaal van gelijke herkomst zijn gebaseerd, dan kunnen ze tot een waardevolle selectie leiden. Men dient echter voorzichtig te zijn met het overnemen van keuringsvoorschriften voor hout dat onder geheel andere condities is gegroeid of genetisch verschilt.

De British Standard Specification (B.S.S.) 1186, Part I (1952) schrijft voor naaldhout, dat voor constructies wordt gebezigd, een minimum van 8 ringen per inch voor, dat is maximaal gemiddeld ongeveer 3,2 mm ringbreedte. De B.S.S. 1860 (1952) en 940, Part I (1944) vermelden voor balken en platen, van niet meer dan 4×11 inches doorsnede, voor 1200 lb./sq. in. stress grading, d.i. een toe te laten buigspanning van ruim 84 kg/cm², minimaal 6 ringen per inch (dus gemiddeld maximaal ongeveer 4,2 mm ringbreedte) voor Europees lariks, grene- en vurehout. Voor een toe te laten spanning van 800 lb./sq. in. (ruim 56 kg/cm²) worden minimaal 4 ringen per inch, d.i. gemiddeld maximaal 6,35 mm ringbreedte toegestaan.*

In Noord-Amerika onderscheidt men „dense”, „close-grained” en „medium-grained” naaldhout. Houtwerken van dense Douglasfir en dense southern yellow pines mogen aan beide uiteinden niet minder dan gemiddeld 6 ringen per inch, gemeten langs een representatieve straal over 3 inch lengte, (dus gemiddeld maximaal ongeveer 4,2 mm ringbreedte) hebben en niet minder dan $\frac{1}{3}$ van de ringbreedte aan zomerhout, met uitsluiting van het snel gegroeide hout nabij het merg in hout-

*) Het Nederlandse normblad N 1055, Technische grondslagen voor bouwvoorschriften (1955) houdt geen rekening met de ringbreedte en geeft als toe te laten buigspanning van denne-, vure- en Europees grenehout, dat aan de algemene kwaliteitseisen volgens N 1012 (1940) Keuringsvoorschriften voor hout, voldoet, 70 kg/cm², tegen 100 kg/cm² voor Amerikaans grenehout (pitch pine). Als door de koper alleen fijnjarig of grofjarig hout wordt verlangd, moet zulks nadrukkelijk in het bestek of de overeenkomst worden vermeld.

werken met besloten hart. Voor close-grained Douglasfir en southern yellow pines zijn minimaal 6 en maximaal 30 ringen per inch (minimaal 0,85 mm ringbreedte) toegestaan. Houtwerken met gemiddeld niet minder dan 5, of meer dan 30 ringen per inch (d.i. meer dan 5,1 mm en minder dan 0,85 mm ringbreedte) worden geaccepteerd als ze $\frac{1}{3}$ of meer van de ringbreedte aan zomerhout bevatten. Closegrained redwood (*Sequoia sempervirens*) mag niet minder dan 8, noch meer dan 40 ringen per inch (dus ringbreedten van achtereenvolgens niet meer dan ongeveer 3,2 mm en minder dan ongeveer 0,63 mm) aanwijzen.

Bij houtwerken met de kwalificatie „dense” worden bij de sterktesortering ongeveer $\frac{1}{6}$ hogere spanningen toegelaten dan bij houtwerken zonder die kwalificatie, bij „close-grained” hout ongeveer $\frac{1}{15}$. Medium-grained Douglasfir en southern yellow pines mogen niet minder dan 4 ringen per inch hebben, dus maximaal ongeveer 6,3 mm ringbreedte. Daar sneller gegroeid hout van deze soorten dikwijls opvallend geringere sterkte vertoont, bevatten de meeste keuringsvoorschriften de eis van „medium grain”.

De vorengenoemde kwalificaties zijn voor de keuringsvoorschriften facultatief aangegeven en worden slechts met onderling goedvinden van koper en verkoper toegepast. Dat wijst er wel op dat aan de algemene kwaliteitseisen (afmetingen, geen exceptioneel licht gewicht, schimmelaantasting, draadverloop, noesten en gaten, scheuren enz.) meer waarde voor de kwaliteitsbeoordeling wordt gehecht.

Voor alle naaldhoutsoorten kan als normaal worden aangenomen, dat het hout nabij het hart bredere jaarringen vertoont en een lager volumegewicht heeft dan meer naar buiten, terwijl bij loofhout veelal (lang niet altijd) het hoogste volumegewicht in het hart van de stam wordt aangetroffen.

Naaldhoutsoorten worden van hart naar omtrek over het geheel genomen dus zwaarder (op oudere leeftijd soms weer lichter), loofhoutsoorten meest lichter. Plotseling optredende sterke wisselingen in de ringbreedte veroorzaken gewoonlijk lichter hout.

Bij excentrische groei, zoals bij scheefstaande bomen, of als gevolg van windbelasting, zijn de jaarringen van zeer ongelijke breedte en het voorjaars- en zomerhout ongelijkmatig verdeeld. Excentrische groei is vooral nadelig als ze verbonden is met de vorming van reactiehout (druk hout bij naaldhout, trekhout bij loofhout). Het roodbruine druk hout (roodhout) kan, voornamelijk doordat het zomerhoutpercentage toeneemt, aanzienlijk zwaarder zijn dan het normale hout. In verhouding tot zijn gewicht is het roodhout echter weinig sterk, in het bijzonder wat trekvastheid betreft. Het heeft een abnormale krimp (hoge longitudinale krimp), veel neiging tot trekken en scheuren en laat zich moeilijk bewerken. Het witachtige trekhout bij loofhout is vaak moeilijker waar te nemen, maar doet ook afbreuk aan de gelijkmatigheid, de kwaliteit en de bewerkbaarheid van het hout.

In de lengterichting van de stam bestaan soms zeer belangrijke verschillen in het volumegewicht. Bij de groveden bijvoorbeeld daalt het volumegewicht duidelijk van stamvoet naar kroon. Bij de fijnspar verandert het over de gehele stamlengte weinig. Dat heeft tot gevolg dat op een bepaalde hoogte in de stammen het volumegewicht van het grenen- en vurehout gelijk wordt. Bij de lariks wordt het zwaarste hout weer

aan de stamvoet gevormd, hogerop daalt het volumegewicht eerst sterk, dan langzaam en neemt nog hoger weer toe. Douglas heeft volgens Canadese gegevens de grootste sterkte op 3 tot 9 m boven de grond, naar beneden toe neemt de sterkte in geringe mate af, naar boven toe meer.

De verdeling van de volumegewichten in de groen kan bij verschillende hierop veel invloed, zodat een typenindeling op moeilijkheden stuit. Een eenvoudige opbouw kan men onder normale omstandigheden bij fijnspar verwachten, waarbij de opeenvolgende verticale lagen van hart naar omtrek in gewicht toenemen, doch elke laag van stamvoet naar kroon een vrijwel constant volumegewicht houdt.

De variatie in volumegewicht, die men waarneemt bij onderzoek van kleine monsters, is aanzienlijk groter dan bij vergelijking van de volumegewichten van gehele houtwerken, zoals die in de praktijk worden gebruikt, daar hierin vele kleinere variaties besloten liggen en de extremen niet tot uiting komen. De positie in de boom is bij grote houtwerken dus van minder betekenis voor de sterkte. Dat heeft er toe geleid dat men bij een eenvoudige „sterktesortering” soms volstaat met het uitscheiden van opvallend lichte houtwerken, zoals die met besloten hart, of afkomstig van nabij het hart. Deze vertonen veelal ook meer gebreken (noesten, drukbreukjes enz.).

Douglas is thans wel de belangrijkste houtsoort van Noord-Amerika. Het hout heeft zeer ruime toepassingsmogelijkheden. Het wordt gebruikt als bouw- en constructiehout, voor dok- en havenwerken, scheeps-, boten- en carrosseriebouw, voor vaten, tanks en silo's, als masten- en palenhout, mijnhout, dwarsliggers, voor fineer en triplex, landbouwwerktuigen, meubels, vloeren enz. Ook het zogenaamde „second growth”, hout afkomstig van reeds eerder geëxploiteerde bossen (zowel uitkap als kaalkap) of ontstaan na brand of windworp in natuurbos („old growth”), dat zich kenmerkt door bredere jaarringen, komt in toenemende mate aan de markt.

Statistisch is vastgesteld dat het zwaarste hout in de warmere en vochtige kustgebieden de Rocky Mountains weer zwaarder is dan dat afkomstig van de koelere, hoger gelegen en dat van de drogere, meer oostelijk gelegen groeigebieden.

In staat 1, ontleend aan Canadian Woods, their properties and uses, 1951, geven we de door de Forest Products Laboratories bepaalde cijfers aangaande de technische eigenschappen van hout van verschillende herkomst, welke door ons in decimale waarden werden omgerekend.

Volgens gegevens van het „U.S. Forest Products Laboratory” te Madison was bij een gemiddeld 42% hogere diameteraanwas van het „second growth” (bomen minder dan 100 jaar oud), het volumegewicht 7%, de buigvastheid 6% lager dan bij old growth.

De in staat 2 gegeven cijfers, ontleend aan „Properties of thinnings of home-grown Douglasfir”, Progress Report 3, July 1955 van het Forest Products Research Laboratory te Princes Risborough, hebben betrekking op materiaal van 12 bomen, leeftijd 49 jaar, gemiddelde hoogte 24 m, gemiddelde diameter op borsthoogte 40 cm. Breedte jaarringen 2,0 tot 8,1 mm, gemiddeld 4,06 mm. Spintbreedte aan de voet van de stam on-

geveer 30% van de diameter, op 12 m hoogte 35%, op 21 m hoogte 68%. Volumegewicht bij 12% vochtgehalte 0,45 tot 0,62, gemiddeld 0,54.

Het Schotse dunningshout was over het geheel genomen vrij gemakkelijk te zagen, met zeer weinig uitrukken van vezels. Het vrij grote aantal losse en vaste kwasten gaf dikwijls wat moeilijkheden bij handbewerking en bij bepaalde machinale bewerkingen. Het veroorzaakte ook sneller afstoppen van de snijwerktuigen. Botte schaafmessen vertoonden de neiging het voorjaarshout los te rukken en te pletten, waardoor een oneffen schaafvlak ontstond. Scherpe messen gaven een glad vlak, in enkele gevallen werden vezels uitgerukt, als het draadverloop door kwasten verstoord was. Bij boren en frezen ontstonden aan scherpe randen vaak breukjes, ook had het hout neiging tot splijten als het aan de randen van planken gespijkerd werd.

Het onderzoekte tweede kwaliteit hout, dat in totaal 60% van de 4 onderscheiden kwaliteiten uitmaakte, vertoonde weinig verschil met dat van een vroeger onderzochte zending van een andere groeiplaats in Schotland. Het belangrijkste gebrek waren weer de noesten. De stammen vertoonden vaak enige golving en lichte kromte, waardoor de gemiddelde kloslengte slechts rond 2,75 m bedroeg. Het hout was geschikt voor constructiehout. Hout van kwaliteit I (ruim 7%) kon voor timmerwerk worden gebruikt. Snoei in een vroeg stadium zou de kwaliteit van deze houtsoort zeer gunstig kunnen beïnvloeden.

Staat 1

Mechanische en fysische eigenschappen van kleine, foutvrije proefstukken van Amerikaans douglashout van verschillende herkomst, bij 12% vochtgehalte (gemiddelde waarden)

Herkomst	Coast	Mountain	Sec. growth
Brits Columbia			
Ringbreedte in mm	1,27	1,27	4,23
Zomerhout %	39	30	39
Vol. gew. g/cm ³	0,56	0,52	0,50
Krimp nat tot overdroog in % v. d. natte afmeting	tg	7,9	8,0
	rd	5,0	4,8
	vol.	12,0	11,8
Buigvastheid kg/cm ²	935	890	860
Elast. mod. 1000 kg/cm ²	144	123	138
Arbeid tot max. belast. mkg/dm ³	7,66	7,80	6,54
Totale arbeid mkg/dm ³	15,8	11,3	19,7
Slagarb. 50 lb. hamer valh. inches	40	30	35
Drukvasth.//vez. kg/cm ²	540	475	475
Hardheid Janka kg/cm ²	overl.	330	290
	kops	425	330
Afschuifvasth.//vez. kg/cm ²	tg	100	78
	rd	104	83
Splijtvasth. in kg p. cm breedte	tg	46	52
	rd	39	43

Hoewel „Second growth” een beduidend grotere ringbreedte heeft, ligt het volumegewicht slechts 3,9% beneden dat van Mountain en niet meer dan 10,7% onder dat van Coast. Het zomerhoutpercentage is bij Second growth beduidend hoger dan bij Mountain en gelijk aan dat van Coast. Het geringere volumegewicht in aanmerking nemend, zijn de sterktecijfers van Sec. growth zeker niet ongunstig. Opvallend is de hoge totale arbeid, welke op grotere buigbaarheid tot volledige breuk, dus op taaierheid wijst en op de hoge hardheid kops. Daarentegen is de splijtvastheid geringer (bij nat hout was dit niet het geval). De krimp is matig (helaas zijn geen cijfers gegeven van nat tot luchtdroog, welke voor de praktijk belangrijker zijn). Het hout zal bij droging weinig trekken en scheuren (gunstige verhouding van tangentiële en radiale krimp).

Staat 2

Vergelijking van sterkte eigenschappen van kleine, foutvrije proefmonsters in natte toestand, van douglashout, gegroeid in Amerika en Schotland (gemiddelde waarden)

Herkomst	Coast	Mountain	Sec. growth	Schotland
Noord Amerika:				
Ringbreedte mm	1,27	1,27	4,23	4,06
Zomerhout %	39	30	39	—
Vol. gew. bij 12% vocht	0,56	0,52	0,50	0,54
Buigvasth. nat kg/cm ²	540	500	520	570
Elast. mod. nat 1000 kg/cm ²	120	98	109	86
Slagarb. nat valh. in inches	24	17	29	30
Drukvasth. // vez.r. nat kg/cm ²	266	224	257	254
Hardheid Janka nat overlangs kg/cm ²	230	200	200	285

Het Schotse hout is iets zwaarder dan het Sec. growth uit Amerika, heeft een hogere buigvastheid, een hogere hardheid overlangs, doch een lagere elasticiteitsmodulus (geringere stijfheid). Op de elast. modulus na, kan het een vergelijking met Amerik. Coast goed doorstaan.

In staat 3 geven we nog cijfers over de drukkvastheid van stempels, inleend aan Armstrong, F. H. „The strength of homegrown timber pit-props”, Forestry, 21 (1) 1947. Het betreft hout van de topdiameters 2½, 3½, 4½ en 5½ inch (achtereenvolgens ongeveer 6,35, 8,9, 11,4 en 14,0 cm). Alle stempels werden afgezaagd op een lengte van 12 × de diameter, wat voor Engelse mijnen de normale slankheidsgraad is.

Staat 3

Gemiddelde drukkvastheid en elasticiteitsmodulus (in Schotland gegroeid douglasmijnhout van alle grootteklassen, in natte toestand (verhouding lengte : diameter = 12).

Ringbreedte mm	Volume-gewicht bij 12% vocht g/cm ³	Drukvastheid gebaseerd op :		Elast. mod. 1000 kg /cm ²	Indrukking (verkraking) bij max. belasting %
		Topdiam. kg/cm ²	Gem. diam. kg/cm ²		
Normale dunning (matige groeisnelheid, vrij rechte stempels, kleine noesten)					
3,2	0,52	184	165	69	0,80
Voórdunning (meest onregelmatig van vorm en grote noestkransen)					
4,6	0,48	162	138	59	0,94

Stempels van de normale dunning hebben een drukkvastheid, welke voldoet aan de eisen, die de Nederlandse Staatsmijnen hieraan stellen. Deze eisen zijn gebaseerd op uitvoerige proeven met grenestempels van binnen- en buitenlandse herkomst, bij een vochtgehalte dat vermoedelijk lag tussen het imbibitiemaximum en het luchtdroge vochtgehalte. Uit de verkregen proefuitkomsten is een formule samengesteld:

$$D = 246 - 6,88 q \text{ (kg/cm}^2\text{)},$$

waarin D de drukkvastheid, berekend op de gemiddelde diameter, voorstelt en q de slankheidsgraad van de stempel (verhouding lengte tot diameter), welke voor het Schotse hout 12 bedraagt, zodat hier $D = 163,4 \text{ kg/cm}^2$.

De Britse Safety in Mines Board verlangt als gemiddelde drukkvastheid van goede kwaliteit stempels die van geïmporteerde grene stempels uit de Baltische landen, welke 2400 lb./sq. in. = 168,7 kg/cm² bedraagt, zodat het Schotse hout ook hieraan voldoet.

Bij toenemende slankheid van 1 (lengte gelijk diameter) tot ongeveer 12 neemt de drukvastheid in geringe mate af. Bij een slankheidsgraad boven de 12 neemt de drukvastheid sterker af, omdat dan in toenemende mate ook de stijfheid (elasticiteitsmodulus) van invloed wordt. Daarmede wordt in de formules van de Ned. Staatsmijnen, welke empirisch is vastgesteld, rekening gehouden.

Boven een slankheidsgraad van ongeveer 28 treden, reeds bij belastingen beneden de elasticiteitsgrens, knikverschijnselen op. De maximale spanning wordt dan uitsluitend bepaald door de stijfheid. Hoge slankheidsgraden worden bij mijnhout echter zelden toegepast, men gaat in die gevallen over tot stijvere constructies.

Bij een constante slankheidsgraad hebben de volgende factoren de meeste invloed op de sterkte van de stempels: kromtegraad (boog), volumegewicht, groeisnelheid en verhouding zomer- tot voorjaarshout. De invloed van de noestkransen op de drukvastheid is bij douglas niet groot. Als men voor alle stempels de verhouding van de som van de breedten van alle noesten van de krans tot de omtrek van de stempel bepaalt, blijkt er een matige afname in drukvastheid te bestaan van 0 (geen noesten) tot 0,3 (de som van de breedten van de noesten = 0,3 van de omtrek van de stempel), terwijl van 0,3 tot ongeveer 0,7 de sterkte bijna gelijk blijft. Boven 0,7 treedt er een sterke val op, doch hiervan zijn maar enkele waarnemingen. Beneden 0,3 wordt de sterkte geheel bepaald door het volumegewicht, onafhankelijk van de noesten. De stempels met de hoge verhoudingen waren voornamelijk afkomstig van vóór-dunningen.

Stempels met noestkransen zijn moeilijker te hanteren en kunnen gemakkelijk verwondingen veroorzaken, zodat vele mijndirecties er afwijzend tegenover staan. De meeste stempels vertoonden nabij de maximale belasting een begin van uitbuiging, gewoonlijk gevolgd door samendrukking op de plaats van of nabij een noestkrans, in de tophelft van de stempel. Reeds bij geringe kromtegraad had de breuk plaats op het punt, waar de boog maximaal is en dit was dan gewoonlijk tussen twee opeenvolgende noestkransen. De stempels van vóór-dunningen bleken \pm 18% geringere drukvastheid te hebben dan de geïmporteerde Baltische grene stempels, de stempels van normale dunningen hadden slechts 2% geringere waarden.

Over de invloed van selectie op de sterkte van de stempels kan het volgende worden medegedeeld. Bij uitscheiding van de stempels met een kromtegraad (boog) boven 0,25 inch per „foot” lengte (2,08 cm per m), waarbij 4,8% van het aantal stempels verwijderd moest worden, nam de gemiddelde sterkte slechts toe met 1,1%.

Om het hout met laag volumegewicht af te scheiden werd de grens gesteld op 6 ringen per inch (gemiddelde ringbreedte rond 4,2 mm), bij welke ringbreedte de sterkte ongeveer 90% bedroeg van die van de geïmporteerde grene stempels.

Ernstig door schimmels aangetast hout heeft zeer geringe sterkte. De reductie in drukvastheid en andere sterkte eigenschappen neemt meer dan evenredig toe met de graad van schimmelaantasting. In het bijzonder neemt de taaiheid van het hout, welke, in verband met het waarschuwend vermogen bij overbelasting, een zeer gewenste eigenschap voor mijnhout is, bij schimmelaantasting snel af.

Over het in Duitsland gegroeide douglashout geeft K. Göhre in het „Archiv für Forstwesen“, 4 (5/6) 1955, belangrijke gegevens. Bij zijn onderzoekingen werden de volumegewichten van hout gegroeid op verschillende standplaatsen in het laagland en het gebergte van Noord-Amerika en Duitsland mathematisch statistisch vergeleken. De Amerikaanse cijfers ontleende hij aan P. H. Benson, „Wood quality in relation to site quality of second-growth Douglasfir“, Journal of Forestry, May 1950. Hij stelde vast, zoals andere onderzoekers (o.a. Trendelenburg) vóór hem reeds hadden gedaan, dat de volumegewichten van de in de bergen gegroeide douglas significant lager waren dan die van het in het laagland gegroeide hout. Verschillen, welke tussen hout van verschillende Amerikaanse laaglandgroeiplaatsen werden gevonden, bleken slechts van toevallige aard te zijn.

Verder bleek het in Duitsland gegroeide laagland douglashout wat volumegewicht betreft gelijkwaardig te zijn aan het hout van de Amerikaanse kustgebieden. Een vergelijking van hout uit Noordoost Duitsland en de Harz gaf geen verschillen van betekenis te zien, de cijfers van het materiaal uit de Harz lagen alle binnen de spreiding van de laagland douglas. De strooïing van de volumegewichten in en tussen de stammen van een groeiplaats zijn gewoonlijk zo groot, dat invloeden van verschillende groeigebieden en groeiplaatsen vaak niet aan de dag treden.

In Nederland zijn geen uitvoerige onderzoekingen over het volumegewicht en de houtkwaliteit van douglas verricht.

Opmerkelijk zijn wel de hoge zomerhoutpercentages, die Sissingh, Jaarringvorming bij de Douglas; Med. Rijksboschb.p.s., II (I) 1924, bij 13 stammen uit een 19-jarig bosje op „De Utrecht“ constateerde en wel 62,4%, bij een gemiddelde ringbreedte van 5,03 mm. In 1912, een jaar van snelle groei, bedroeg de gemiddelde ringbreedte 9,2 mm, waarvan 66% laat hout. In 43 gevallen was de jaarring breder dan 7 mm, waarvan gemiddeld 71,2% zomerhout. In het beruchte droge jaar 1921 was de gemiddelde ringbreedte aanzienlijk geringer en het percentage zomerhout slecht 40%.

Sissingh vond dus bij zijn materiaal (jong hout), dat bij snellere groei het aandeel zomerhout in het algemeen groter wordt, hetgeen in 1884 door Mayer en in 1923 door Dietrich bij in Duitsland gegroeide stammen eveneens geconstateerd was.

Volgens de Hoogh, De groene Douglas in Nederland; Med. Rijksboschb.p.s. II (I) 1924, zou te Wechel een onderzoek instellen naar de houtkwaliteit, waarvoor een aantal stamstukken van proefvlakten werden verzameld, doch gegevens hierover heb ik niet gevonden.

De Hoogh onderzocht o.a. de kernhoutvorming, die voor de natuurlijke duurzaamheid van het dunningshout en voor de verduurzaming ervan van betekenis is. Het bleek dat de kernvorming vroeg begint en snel verloopt.

Het Forest Products Research Laboratory te Princes Risborough, gaf voor de 49-jarige stammen uit Schotland de volgende gegevens over de verkerning op verschillende hoogten in de stam (omgerekend op decimale lengten)

Schijf m	Gem. diam. cm	Verval p. meter cm	Kernhout	
			breedte cm	% v. d. diam.
stamvoet	35,9		24,9	69,5
3,05	32,1	1,25	23,1	72
6,10	29,0	1,02	21,0	72,5
9,14	26,5	0,82	18,5	70
12,19	23,2	1,08	14,9	64,5
15,24	19,8	1,11	12,2	62
18,29	16,1	1,21	8,7	54
21,34	10,6	1,80	3,3	31,5
gem. 1,19				

Teneinde enkele gegevens over het verval (verloop) van de stammen te hebben, werd bovenstaande kolom „Verval per meter” door ons bijgevoegd, waarover ook de Hoogh enige cijfers geeft, welke echter op jongere bomen betrekking hebben. Over de gehele stamlengte (21,34 m) genomen, bedraagt het verval per meter lengte 1,19 cm. De Hoogh geeft voor stammen van 10 tot 15 m lengte wat lagere cijfers (0,6—0,9 cm), althans voor stammen, die in dichtere stand zijn opgegroeid.

De groeiruimte en de kroonontwikkeling hebben invloed op het verval, bij stammen van 10 tot 13 m, die in ruime stand zijn gegroeid, vond de Hoogh cijfers van 1,0 tot 1,9 cm. Vrijstaande bomen, zoals laanbomen, zullen een nog sterker verval hebben.

Over de kwaliteit van het hier te lande gegroeide hout kan pas na verder onderzoek een gefundeerd oordeel worden uitgesproken. Als we ons toch aan een uitspraak hierover wagen, dan heeft deze de waarde van een prognose, die wel op wetenschappelijke grondslagen is gebaseerd, maar door gebrek aan voldoende gegevens geen zekerheid kan verschaffen.

Het is bekend, dat de groeisnelheid van de douglas ook in Nederland over het geheel genomen hoog is, d.w.z.: dat er relatief brede jaarringen worden gevormd. Hout met brede jaarringen behoeft, als de verhouding zomer- en voorjaarshout niet ongunstig is, in sterkte zeker niet minderwaardig te zijn. Slechts zal bij schuifbelasting van een houtwerk in zuiver tangentiale richting, als hoge schuifspanningen in een brede zone voorjaarshout optreden, de schuifvastheid geringer kunnen zijn. Voor de splijtvastheid in vezelrichting geldt hetzelfde. Hout met brede jaarringen zal, doordat ook steeds smallere ringen voorkomen, onregelmatiger van structuur zijn dan hout met smalle ringen, hetgeen voor de fijnere bewerking bezwaren kan opleveren.

Ernstiger is het voorkomen van veel noesten. Hout is het sterkst in de richting van de vezels (met uitzondering van de schuif- en splijtvastheid), zodat elke noest, die het rechte draadverloop stoort, verzwakkend werkt. Dit geldt uiteraard in het bijzonder voor de plaatsen waar de hoogste spanningen optreden. Noesten maken het hout ook moeilijker bewerkbaar, eensdeels doordat ze de snijweerstand aanmerkelijk kunnen verhogen, anderzijds omdat elke onregelmatigheid in het hout voor

fijnere bewerking nadelig is. Moeilijkheden met de bewerking kunnen echter veelal overwonnen worden door meer aandacht te besteden aan de beetel- of tandhoeken, snij- en aanvoersnelheden, het scherpen van de messen enz., wat vaak nog zeer veel te wensen over laat.

Men mag aan ons inlands hout niet de eisen stellen van dat van zware bomen uit natuurbos, hoewel hierbij niet vergeten mag worden, dat in het centrale deel hiervan ook hout van geringere kwaliteit voorkomt. Cultuurbos laat uit een economisch oogpunt geen lange omlooptijden toe, maar wel zijn maatregelen mogelijk die de kwaliteit van het hout aanzienlijk kunnen verbeteren. Behalve selectie, komt daarbij voor de douglas, met zijn slechte takreiniging, het snoeien op de voorgrond.

Daar over het hedendaagse gebruik van inlands douglashout hier te lande nog weinig bekend is, wendde Ir. van Laar zich tot het Bestuur van de Algemene Vereniging Inlands Hout, te Amsterdam, om inlichtingen. Hoewel de ervaringen met dit hout, waarvan nog geen geregelde markt bestaat, nog beperkt zijn, meende men het volgende oordeel te kunnen uitspreken :

- a. door de grove jaarringen knapt het zaaghout zeer snel, indien het aan kleine maten is gezaagd ;
- b. douglashout kan niet worden gecreosoteerd ;
- c. douglashout is moeilijk te zagen ;
- d. door het sterke verloop der stammen, zijn de punten van zwaardere palen te klein ;
- e. voor mijnhout, papierhout en voor waterstaatshout is het douglashout ongeschikt ;
- f. in het algemeen kan worden gezegd, dat douglashout, wat betreft gebruik en verwerking, achter ligt bij groveden.

De directeur van het Houtvoorlichtingsinstituut te Amsterdam heeft over het zaaghout een gunstiger oordeel, daar hij in een brief van 1 juni 1957 aan Ir. van Laar het volgende mededeelt :

„Wij hebben op de Jaarbeurs een betimmering van zulk hout gedemonstreerd, die nog al belangstelling ondervond. Voor buiten- en binnenwanden van bungalows, motels, schuren enz. blijkt dit hout een afzetgebied te kunnen vinden. Het is iets goedkoper dan geïmporteerd hout en heeft daardoor een kleine voorsprong, hoewel het natuurlijk niet overal is te krijgen en dus de transportkosten de prijs in vele plaatsen weer ongunstig zullen beïnvloeden. En uit Duitse literatuur blijkt, dat douglaszaaghout daar goed staat aangeschreven.”

Over de bezwaren van de Vereniging Inlands Hout kan het volgende worden gezegd :

ad. a. Is dit afknappen niet toe te schrijven aan het voorkomen van kwasten en/of scheef draadverloop? De sterkte van kleine houtwerken wordt hierdoor uiteraard meer beïnvloed dan die van zaaghout van grotere afmetingen. Afknappen tijdens de bewerking kan ook door onoordeelkundig bewerken worden veroorzaakt.

ad b. douglas spinthout kan worden gecreosoteerd, kernhout soms eerst na het maken van insnijdingen, welke meer kopse indringing mogelijk maken. In Amerika geschiedt dit algemeen met dwarsliggers. Het hout wordt door de insnijdingen slechts weinig verzwakt. In het algemeen laat breeddringig hout zich beter impregneren dan engringig.

ad. c. douglashout hoeft bij oordeelkundig zagen zeker geen moeilijkheden op te leveren. Hout met veel kwasten kan wel eens bezwaren geven, doch dit is voornamelijk het geval als het zagen op minder deskundige wijze geschiedt.

ad. d. douglas uit voldoende gesloten culturen heeft geen groot verval. De betreffende zwaardere palen zijn dus waarschijnlijk afkomstig van bomen welke in te ruime stand, eventueel vrijstand, zijn opgegroeid.

ad. e. In Amerika wordt het douglashout wel voor genoemde doeleinden gebruikt. Als het inlandse hout hiervoor niet geschikt wordt geacht, ligt het vermoedelijk aan mindere kwaliteit van het aangeboden materiaal, wellicht ook aan een zeker conservatisme van de houtgebruiker. Voor mijnhout kan het voorkomen van takkransen een bezwaar zijn geweest. In Frankrijk en Engeland wordt douglas als mijnhout gebruikt.

ad. f. Het is vanzelfsprekend dat, zolang van douglas nog geen geregeld en ruim aanbod is, het gebruik ervan achter staat bij dat van groveden. Ook over de verwerking van douglas bestaat hier te lande nog geen ervaring.

De verwachting mag worden uitgesproken dat, als gevolg van betere selectie en snoeien, in de toekomst hout van betere kwaliteit op de markt zal komen. Als men dan tevens voor voldoende aanbod tegen concurrerende prijs zorgt, zal het douglashout ongetwijfeld zijn weg vinden.

Literatuur :

- Aldridge, F. and Hudson, R. H. Growing quality softwoods. Quarterly Journ. of For., 49 (2) 1955 (109—114).
- Aldridge, F. and Hudson, R. H. Growing quality softwoods. A. critical examination of the Turnbull hypothesis. Quarterly Journ. of For., 49 (4) 1955 (260—270).
- Armstrong, F. H. The strength of home-grown timber pit-props. Forestry, 21 (1) 1947.
- Dep. of Sc. and Ind. Res., For. Prod. Res. Lab. Properties of thinnings of home-grown douglas-fir (*Pseudotsuga taxifolia*). Progress Report 3, Consignment Nr 823, 1955.
- Drow, J. F. Relationship of locality and rate of growth to density and strength of douglas-fir. For. Prod. Lab. Rept. 2078, 1957.
- Forestry Branch, For. Prod. Lab. Div. Canadian Woods, their properties and uses. Sec. Edit., 1951. Tables IA and IB.
- Graham, R. D. The preservative treatment of eight Oregon conifers by pressure processes. Proc. Amer. Wood Preserv. Ass. 52, 1956.
- Hiley, W. E. Quality in softwoods. Quarterly Journ. of For., 49 (3) 1955 (159—164).
- Hoogh, J. de. De groene Douglas (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) in Nederland. Med. Rijksb.p., II, (1) 1924 (13—110).
- Kollmann, F. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erster Band, zweite Auflage, 1951.
- Rendle, B. J. and Phillips E. W. J. The effect of rate of growth (ring-width) on the density of softwoods. Seventh Brit. Commonw. For. Conf. 1957.
- Sissingh, C. J. G. Jaarringvorming bij den douglas (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.), proefvlak VII. Med. Rijksb.p. II (1) 1924 (115—120).
- Smith, D. M. Relationship between specific gravity and percentage of summerwood in wide-ringed, second-growth douglas-fir. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., For. Prod. Lab., Report Nr 2045, 1955.
- Smith, D. M. Effect of growth zone on specific gravity and percentage of summerwood in wide-ringed douglas-fir. U.S. Dep. of Agric., For. Serv., For. Prod. Lab., Report Nr 2057, 1956.
- Spurr, S. H. and Wen-yen Hsiung. Growth rate and specific gravity in conifers. Journ. of For., 52 (3) 1954 (191—200).

- Trendelenburg R. Das Holz als Rohstoff. Zweite Aufl. 1955.
 Volkert, E. Untersuchungen über Grösze und Verteilung des Raumgewichts in Nadelholzstämmen. Mitt. Akad. deutsch. Forstwiss., 1941.
 Ylinen, A. Ueber den Einfluss des Spätholzanteils und der Rohwichte auf die Festigkeits- und elastischen Eigenschaften des Nadelholzes. Acta Forestalia Fennica, 50 (5) 1942 (1—30).

Boekbespreking

[811.4 : 561.24]

Dr. W. Knigge, *Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Holzeigenschaften und Wuchs der Gastbaumart Douglasie (Pseudotsuga taxifolia Britt. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 20, 1958, 101 S, 34 Abb, 19 Tab ; J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main).*

Het proefmateriaal bestond uit 3 stamschijven en 1 stamklos van 1 proefstam uit elk van 9 Noordrijn Westfaalse houtvesterijen, verspreid over het gebied tussen Oberweser en de Duits-Belgische grens. De leeftijd van de proefstammen bedroeg 47 tot 55 en 70 tot 75 jaar.

De jaarringbreedten varieerden van 0,16 tot 12,18 mm, de gemiddelde ringbreedte bedroeg 3,13 mm. De douglas vertoont daarmee een gemiddelde ringbreedte en in het bijzonder een spreiding van de ringbreedte, welke uitgaat boven die van de inheemse naaldhoutsoorten.

In de stamdwardsdoorsneden hangt de ringbreedte ten nauwste samen met de leeftijd van het hout. De typische jeugdperiode met extreem brede jaarringen werd hier vroeger afgesloten dan bij het door Göhre onderzochte materiaal uit het Markgebied, dat een hogere gemiddelde ringbreedte toonde.

In de lengterichting van de stam neemt in gesloten opstanden de ringbreedte toe met de hoogte. De gemiddelde breedte van alle gemeten jaarringen bedroeg op 0,5 m hoogte 2,94 mm, op 5 m 2,96 mm, op 9 m 3,12 mm en op 13 m hoogte 3,20 mm.

De breedte van het voorjaarshout nam in verhouding van de jaarringbreedten toe, terwijl de breedte van het zomerhout tot een ringbreedte van 5 mm parabolisch steeg en daarna constant bleef.

Het percentage zomerhout nam in dwarsrichting van de stam tot de leeftijd van 38 jaar gelijkmatig toe, terwijl daarna nog slechts kleine veranderingen werden waargenomen. In de lengterichting van de stam nam het aandeel aan zomerhout met toenemende hoogte af. Het maximum werd bij een ringbreedte van 2 mm bereikt.

Het gemiddelde volumegewicht berekend op gewicht en volume in absoluut droge toestand bedroeg 0,47 g/cm³, dat berekend op droog gewicht en nat volume 0,412 g/cm³. Daarmede ligt het volumegewicht van de noordwest-Duitse douglas aan de onderkant van de tot dusver vastgestelde volumegewichten van Europese aanplantingen en valt het ongeveer samen met de in het natuurlijk verspreidingsgebied gevonden gemiddelde waarden van „second growth”. Het ligt ongeveer op gelijke hoogte van dat van de inheemse groveden, hoger dan dat van vurehout en beneden dat van de lariks. Binnen het Midden- en Westeuropese aanplantgebied van de douglas valt de tendens van afname van het volumegewicht van het oosten naar het westen waar te nemen, hetgeen waarschijnlijk door klimaatsfactoren wordt veroorzaakt.

Het volumegewicht steeg in rechtlijnig verband met het aandeel zomerhout. Het gemiddelde volumegewicht van het zomerhout, berekend op gewicht en volume in absoluut droge toestand, bedroeg 0,714 g/cm³; dat van het voorjaarshout 0,269 g/cm³, hetgeen een verhoudingscijfer oplevert van 2,65. De eerstgenoemde cijfers zijn in verhouding met die van vroeger gevonden waarden van hout uit andere groeigebieden laag, het verhoudingsgetal stemt beter overeen.

Het gewicht van het voorjaarshout daalt in de dwarsrichting van de stam van een bij het merg liggend maximum tot een na ongeveer tienjarige aanwas bereikte constante waarde. Het gewicht van het zomerhout daarentegen steeg in die 10 jaar eerst sterk, daarna nog slechts zwak. Beide tendenzen gaan in tegengestelde richting en beïnvloeden daardoor het gemiddelde houtgewicht weinig.

In de lengterichting van de stam nam het drooggewicht van het voorjaarshout tot een boomhoogte van 9 m af, terwijl het daarboven weer steeg. Dat van het zomerhout daarentegen steeg tot een hoogte van 9 m, om daarna te dalen.