

Stabiliteit van bos ten opzichte van wind: een theoretisch gezichtspunt Stability of stands to wind: a theoretical approach

P. J. Faber

Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en
landschapsbouw „De Dorschkamp”

Men heeft mij gevraagd het onderwerp "Stabiliteit van bos ten opzichte van wind" vanuit theoretisch gezichtspunt bij u in te leiden. Met opzet spreek ik hier niet van een wetenschappelijk gezichtspunt, want dat zou een bepaalde hoeveelheid gericht onderzoek doen vermoeden, waarop deze beschouwing gebaseerd zou zijn. Helaas heeft een dergelijk onderzoek niet plaats gehad, enerzijds wegens gebrek aan tijd (om het goed te doen) en anderzijds wegens onze veronderstelling, dat de stormen van 1972 en 1973 dermate hevig geweest zijn, dat beheersfouten nauwelijks in de aangerichte schade terug te vinden zouden zijn. Of deze laatste veronderstelling terecht gemaakt is, waag ik op dit moment te betwijfelen. Als men namelijk nu de aangerichte schade in ogenschouw neemt, en daarnaast ziet wat er is blijven staan, dan dringt zich steeds weer de vraag op: waarom dit wel en dat niet? Daarom lijkt mij een dag als deze uitermate geschikt, om ons op deze kardinale vraag te bezinnen. Misschien komen we dan gezamenlijk tot de overtuiging, dat er wel oorzaken aan te wijzen zijn, waardoor deze stormen zo catastrofaal voor onze bossen konden worden. En misschien is het dan mogelijk, voor de toekomst stabielere bossen te bouwen, met minder risico voor ongewenste windinvloeden.

Om nu deze bezinning op gang te brengen, heb ik een aantal gedachten op papier gezet, die ik nu graag met u zou willen behandelen. Daar het onderwerp zeer veel facetten heeft en feitelijk te maken heeft met alles wat met de naam "Bosbouwkundige activiteiten" aangeduid kan worden, heb ik waar mijn kennis te kort schoot mij door collega's laten voorlichten. Vele, zo niet alle te bespreken facetten, komen in de bosbouwliteratuur regelmatig aan de orde. Ik pretendeer dan ook niet, dat ik u vandaag iets nieuws kom brengen. Slechts heb ik mijn best gedaan allerlei bekende zaken op een overzichtelijke manier te rangschikken. Daartoe is het zogenaamde "relatiediagram", dat u is uitgereikt, opgesteld. Ik zal nu beginnen met u dit relatiediagram te bespreken, eerst in zijn algemeenheid, om vervolgens op enkele belangrijk geachte details nader in te gaan. Daar men mij en niet iemand anders heeft verzocht dit onderwerp bij u in te leiden, zal het u niet verbazen, dat ik bij de te bespreken de-

Summary

In a relation diagram the site factors (G1,2,3), the human factors (M1-6) and pests and diseases (Z1,2), which influence the stability of a forest stand, are arranged. The influences of the horizontally arranged X factors upon the vertically arranged Y factors are indicated by a 2 if there is an important or strong relationship. Less pronounced relationships are indicated by a 1.

The management system of a forest area, where the stability is aimed at by reducing the roughness of the crown cover inside and between stands (F1, F2), is in opposition to the management system striving for sufficient resistance of the roots and stems against wind (F3,F4).

Both models of stability cannot be fulfilled optimally at the same time.

A management aiming at an optimal F1-F2 stability is inflexible, the stands must be homogeneous and contain only a few tree species. The level of wood production may be high, but the vulnerability to disturbing factors is great. A management aiming at an optimal F3-F4 stability is very flexible, the stands may be heterogeneous and contain many tree species. The level of wood production is lower, but the vulnerability to disturbing factors is much less. The ratio between tree height and dbh (H/D ratio) is introduced as an indicator of the F3-F4 stability: for Douglas fir this ratio should not exceed the value of 50 as a mean of stable trees.

The maintenance of a H/D ratio less than 50 means a very low number of trees per ha. This can be deduced from the expectation value of the basal area increment per metre increase of the tree height (dG/dH), which is about 2.7 m². ha⁻¹. m⁻¹ according to recent studies on growth.

tails een ruime plaats heb ingeruimd voor de relatie "standruimte en stabiliteit". Dit betekent niet, dat de andere relaties voor de stabiliteit minder belangrijk zijn. Wel is het zo, dat in de praktijk door interactie van diverse factoren de standruimte - direct of indirect - vrijwel altijd een grote rol speelt. Graag zou ik nu enkele algemene opmerkingen bij het "relatiediagram" willen maken. De bedoeling van dit

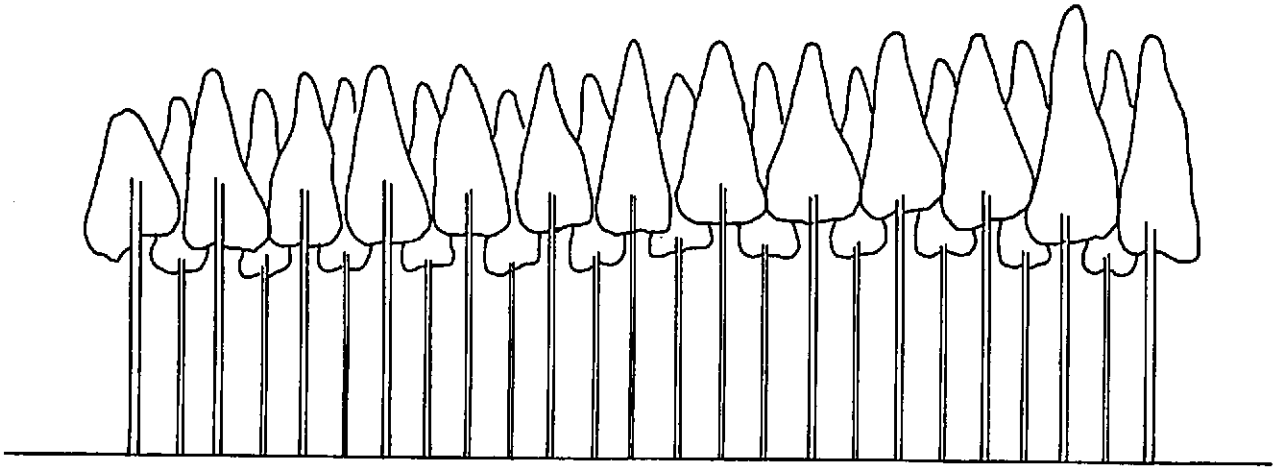


Douglasproefveld in het Koninklijk Park 'Het Loo. Hoogte 40 m. H/D verhouding: 50. Geen stormschade.

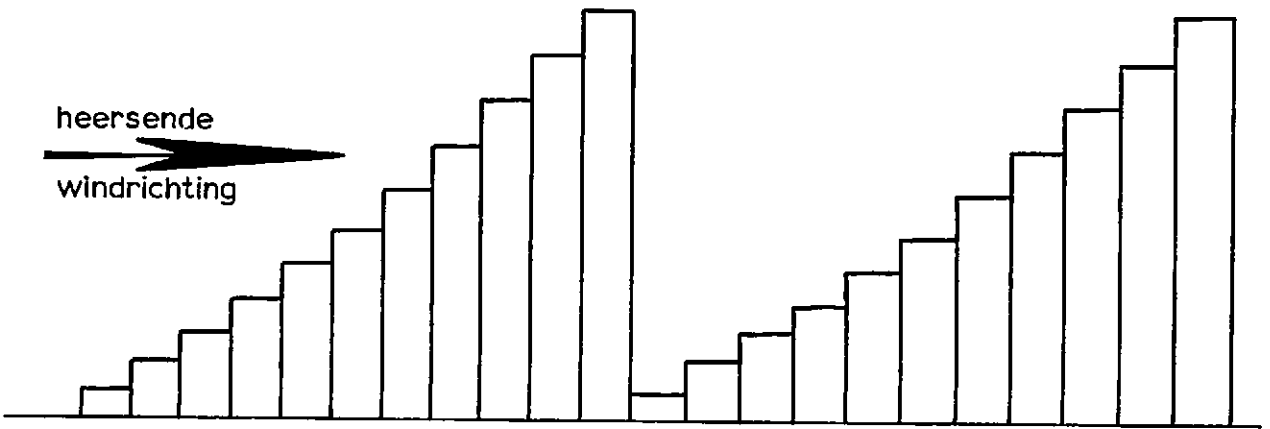
diagram was alle factoren, die bij de opstandsstabiliteit een rol kunnen spelen eens overzichtelijk op een rij te zetten. Om het geheel niet te ingewikkeld te maken zijn gelijksoortige factoren onder één letter gegroepeerd zoals G1 (bodem, hydrologie en geschiedenis) als eerste groeiplaatsfactor.

Op dezelfde wijze zijn onder de letters M en Z respectievelijk de menselijke en pathogene Invloeden gegroepeerd; en ik neem aan dat ik deze op dit moment niet uitvoeriger behoef te omschrijven. Op het papier heeft u ze alle in beknopte vorm voor u, en onder elke letter kunt u voor uzelf net zoveel aspecten vatten als u wenst.

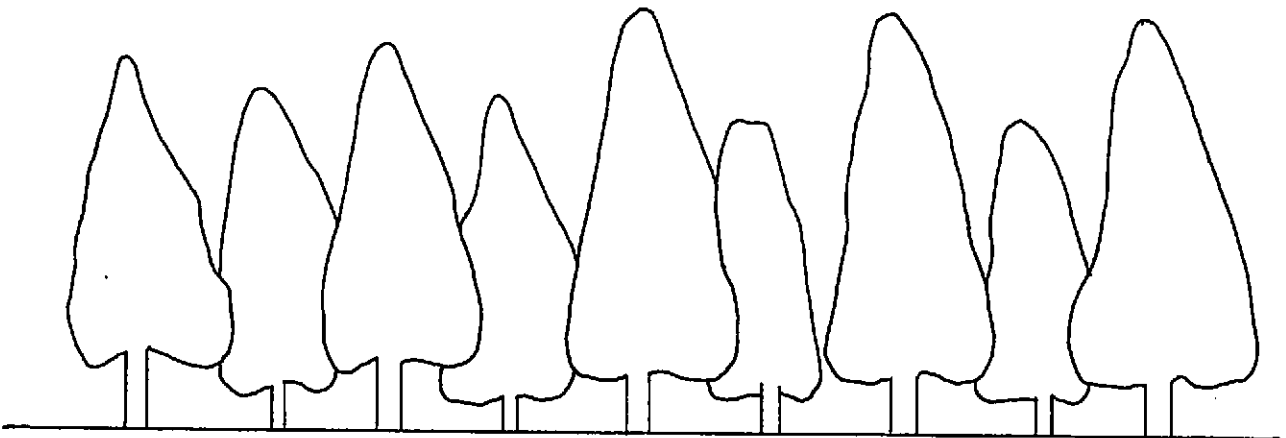
Vervolgens zijn daar de vier stabiliteitsfactoren F1 t/m F4 die wel een uitvoeriger toelichting behoeven. Men kan zich voorstellen, dat een bos of een bosgebied niet of weinig stormgevoelig is doordat het zodanig gestroomlijnd is, dat de wind er weinig vat op heeft. Een gunstige F1 betekent dan: homogene opstanden met weinig hoogteverschillen van de bomen en geen gaten of andere onregelmatigheden in het kronendak (fig. 1). Een gunstige F2 betekent dan een gestroomlijnde ruimtelijke opbouw van het bosgebied met een consequente verjonging tegen de heersende windrichting in, zoals dat o.a. in het boek van Houtzagers wordt beschreven (fig. 2). Een andere wijze



Figuur 1. Optimale stroomlijning van een opstand: stabiliteitsfactor F1



Figuur 2. Optimale stroomlijning van een bosgebied: stabiliteitsfactor F2



Figuur 3. Optimale boomgewijze stabiliteit: factoren F3 en F4

van stabiliteit van een bosgebied kan men zich voorstellen, als de individuele bomen die de opstand vormen, een hecht wortelstelsel hebben (F3) en niet gemakkelijk breken (F4) fig. 3. Ter onderscheiding van de opstandsgewijze stabiliteit door geringe ruwheid of stroomlijning spreken we hier van boomsge- wijze stabiliteit. Deze laatste is optimaal, als de indi- viduele bomen voldoende ruimte gehad hebben zich te ontwikkelen tot volwaardige exemplarēn (Hypothese die aannemelijk gemaakt zal worden).

In het volgende zal blijken, dat het niet mogelijk is beide stabiliteitsmodellen tegelijkertijd optimaal te krijgen: men zal altijd de één of de ander moeten laten prevaleren. De keuze wordt bepaald door groei- plaatsfactoren enerzijds en door de doelstelling van het bos anderzijds. De grootte van het stormschade-

risico, dat men in zijn bos nog toelaatbaar acht, speelt hierbij uiteraard ook een rol.

Het relatiediagram is zodanig opgebouwd, dat alle factoren zowel in horizontale als in verticale richting voorkomen. Indien ze in horizontale richting (X-richting) voorkomen, worden ze als gegeven beschouwd, die bepalend zijn voor de vertikaal gerangschikte ele- menten (Y-richting). De codering geeft aan, of er van een relatie gesproken kan worden. Elke 2 betekent een duidelijke of sterke beïnvloeding, die op zichzelf een volledige voordracht of artikel zou kunnen vullen. Indien er een 1 is vermeld, dan is er weliswaar sprake van een verband of beïnvloeding, maar deze is dui- delijk minder belangrijk of voor de hand liggend. Als er een 0 is vermeld, dan is het verband afwezig, onbelangrijk of indirect.

Relatiediagram betreffende stabiliteit van bos ten opzichte van wind

Groeiplaatsfactoren:	G1 = bodem, hydrologie en bosgeschiedenis G2 = topografie, expositie en macro-ontsluiting G3 = windrichting en windkracht
Menselijke ingrepen bij aanleg:	M1 = bodembewerking M2 = bemesting en waterbeheersing M3 = verjongingsmethode en houtsoortenkeuze
Menselijke ingrepen later:	M4 = behandeling: regeling stamtaal, menging, ondergroei, velling M5 = kap-orde en bosontsluiting M6 = mechanisatiegraad
Ziekten en plagen:	Z1 = wortel-parasieten Z2 = kroon- en stam-parasieten
Stabiliteitsfactoren:	F1 = ruwheid van het kronendak (binnen opstanden) F2 = ruwheid van het bosgebied (tussen opstanden) F3 = verankering van de bomen F4 = breukweerstand van de bomen
Codering:	0 = weinig of geen directe beïnvloeding 1 = min of meer duidelijke beïnvloeding 2 = belangrijke of sterke beïnvloeding

	G1	G2	G3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Z1	Z2	F1	F2	F3	F4	(als gegeven bezien)
G1	—	1	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	G1
G2	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	G2
G3	0	1	—	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	G3
M1	1	1	0	—	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	M1
M2	1	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M2
M3	2	2	2	1	1	—	0	2	1	2	1	0	0	0	0	M3
M4	1	2	2	1	0	2	—	1	1	1	2	1	0	1	1	M4
M5	0	2	2	0	0	1	0	—	1	2	1	0	1	1	1	M5
M6	1	1	0	0	0	1	1	0	—	0	0	0	0	0	0	M6
Z1	2	0	0	0	2	2	2	0	1	—	1	0	0	0	0	Z1
Z2	2	1	1	1	1	2	2	1	0	2	—	1	0	0	0	Z2
F1	1	2	1	0	0	2	2	0	1	2	1	—	0	1	1	F1
F2	1	2	1	0	0	1	0	2	0	2	1	0	—	1	0	F2
F3	2	1	1	2	2	2	2	1	0	2	0	1	1	—	0	F3
F4	1	0	0	1	1	2	2	0	0	2	2	1	0	1	—	F4
	G1	G2	G3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Z1	Z2	F1	F2	F3	F4	

beschouwd als afhankelijke factoren

Het gaat vandaag in de eerste plaats om de invloed van G (1, 2, 3), M (1-6) en Z (1, 2) op F (1-4): de onderste vier regels van het diagram dus. Dat in het diagram ook andere relaties zijn gecodeerd, heeft als bedoeling gehad allerlei secundaire of indirecte relaties aan het licht te brengen. Ze worden vandaag echter zuiver pro memorie genoemd, want het is onmogelijk en ook niet nodig ze alle de revue te laten passeren. Ook voor wat betreft de beïnvloeding van F(1-4) kan de behandeling niet uitputtend zijn, want ook hier ziet men reeds 17 relaties met een 2 gecodeerd!

De stabiliteit van bossen wordt zoals gezegd enerzijds bepaald door de zogenaamde ruwheidsfactoren F1 en F2 en anderzijds door de vastheidsfactoren F3 en F4. Het streven naar geringe ruwheid en continue overgangen (gunstige F1 en F2) betekent een bepaald beheersysteem. Het streven naar een optimale stormvastheid der bomen (F3, F4) betekent een volledig ander beheer, zoals in overzicht 1 is te zien. Een geringe ruwheid betekent dus een moeilijk te realiseren, kwetsbaar en star beheer, gekenmerkt door homogene, monotone bossen met een relatief hoog produktieniveau van hout. Tot dusver stonden de meeste van onze produktiebossen in het teken van een dergelijk streven, dat echter gedoemd is nimmer zijn doel te bereiken (ik stel het nu wat extreem voor). Allerlei aantastingen en daarna de recente stormen hebben ons geleerd, dat het streven naar geringe ruwheid niet te verwezenlijken is. In ons winderige land is het daarom nodig ons te bezinnen of we niet naar de andere soort stabiliteit F (3, 4) moeten omzien.

Naar aanleiding van voortdurende stormschade in het Haagse Bos heeft van Dissel in 1912 in een brochure een overzicht gegeven van de gedachten die hierover de laatste eeuwen in ons land hebben geheerst.

Op de bladzijden 6-10 van zijn brochure behandelt

hij uitvoerig de fouten, die speciaal ten aanzien van het onderhoud, dat is de dunning van de bossen zijn gemaakt. Een gedeelte op bladzijde 9 wil ik u hier voorlezen: "Dit spichtig en dun opgeschoten hout is namelijk een krachteloos gewas, een ziekelijk en ooglijk bestanddeel van het bos, dat wellicht meer dan iets anders bijdraagt tot dien ontredderde toestand van veel gedeelten waartegen geen middelen meer kunnen worden aangewend, omdat het daartoe te laat is. Het dunnen daarvan zou niet meer baten, ja zelfs niet meer raadzaam zijn, daar de overblijvende, spichtige top-zware stammen, op die wijze van onderlinge beschutting beroofd, gewis zouden bezwijken" (Rapport 1878 Commissie Jhr. Verhuell e.a.). Uit dit citaat uit 1878 blijkt, dat het probleem van te dichte opstanden niet nieuw is, en dat men ook toen reeds windworp het gevolg achtte van een te dichte stand. Ook andere oorzaken worden door Van Dissel genoemd, zoals bodem en grondwaterstand en houtsoortensamenstelling en leeftijdsclassenverdeling. Het begrip stroomlijning en verjonging (tegen de heersende windrichting in) komt men echter niet tegen. Er was bij het Haagse bos duidelijk sprake van een recreatieobject, dat primair geen houtproduktie ten doel had. Dat de standruimte van de bomen een probleem werd, is hier dan ook een regelrecht gevolg van: de directe noodzaak voor dunning en verjonging ontbrak geheel! Hetzelfde heeft zich in onze tijd in onze bossen voorgedaan: omdat de produktie van hout uit dunningen geen winstgevende activiteit was, kwamen aanzienlijke dunningsachterstanden in alle leeftijden algemeen voor. Dit was nog zoveel te erger daar het veelal om zuivere, eenvormige produktiebossen ging, die hun doel waren voorbijgeschoten. Immers hoe eenvormiger en gelijkmatiger, hoe erger de kwaal, zoals verderop nog nader zal worden aangetoond.

Nu is het zo, dat elke dunning een opstand gevoeliger maakt voor windworp (verstoring aan de stroomlijning F1 en onvoldoende F(3,4) en dit is erger het

Overzicht 1 Stabiliteitssysteem en beheersvoering

streven naar optimale:	F1, 2	F3, 4
1 invloed verschillen G1, 2	groot	klein
2 effect bodemverbetering M1, 2	klein	groot
3 homogene groei	gewenst	x
4 houtsoortenkeuze M3	beperkt	x
5 dunningsregime M4	vaak-en-zwak	enkel-sterk-tijdig
6 competitie heersende bomen	sterk	ongewenst
7 standruimte heersende bomen	beperkt	groot
8 behandeling menging M4	kostbaar	eenvoudig
9 mogelijkheid mechanische dunning M6	beperkt	onbelemmerd
10 regels kaporde en ontsluiting M5	streng	x
11 kwetsbaarheid voor aantastingen Z1, 2	groot	klein
12 aanpassingsmogelijkheid (multiple use)	beperkt	eenvoudig
13 niveau en kwaliteit houtproduktie	hoog	matig
14 algemeen beeld	monotoon	wisselend
15 beheersvoering	star	flexibel

geval naarmate de ingreep te laat en te sterk is geweest. Na verloop van tijd kan een zeker herstel optreden, maar of dit het geval zal zijn hangt af van de groeifase, waarin de ingreep werd uitgevoerd en hoeveel te laat men ermee was. Was het kroonvolume namelijk relatief reeds zeer klein en de hoogte-groei reeds aan het afnemen dan is nauwelijks meer herstel te verwachten, hetgeen overeenstemt met het citaat uit de brochure van Van Dissel. De in zeer veel gevallen te laat uitgevoerde dunningen hebben, zoals algemeen is waargenomen, de stormgevoeligheid van onze bossen dan ook slechts vergroot! Met deze constatering zou deze beschouwing beëindigd kunnen worden, maar het leek gewenst om wat betreft het streven naar een meer optimale $F(3,4)$ tot concrete uitspraken voor de praktijk te komen. Men kan zich afvragen welke dichtheid in onze bossen toelaatbaar is, als wij ons willen toeleggen op een optimale boomsgewijze stabiliteit ($F3,4$). Hierbij moeten wij ons realiseren, dat hiertoe concessies zullen moeten worden gedaan aan de houtproductie, zowel in kwantitatieve als in kwalitatieve zin. Het is echter niet zonder meer zeker, dat dit ook bedrijfsecono-

misch ongunstiger is. Om de richting aan te geven, waaraan bij de oplossing van dit probleem moet worden gedacht, is een analyse gemaakt van een aantal proefvelden van de douglas. Deze houtsoort is zeer gevoelig gebleken voor windworp en wat betreft de groei-eigenschappen is er veel van bekend, vandaar deze keuze.

Het zal velen van u niet ontgaan zijn, en het zal ook tijdens de excursie worden getoond, dat randen laanbomen een grotere weerstand tegen de storm bezitten ($F3$ en $F4$).

Bomen, die zich goed hebben kunnen ontwikkelen door voldoende groeiruimte hebben door de diepere kroon, dikkere stam en krachtiger wortelstelsel een grotere weerstand tegen storm! Een geschikt getal, om deze eigenschappen te kwantificeren is de verhouding H/D . Deze verhouding is kenmerkend voor de ruimte, die een boom gedurende zijn leven ter beschikking heeft gehad: men kan zijn levensloop enigszins eruit aflezen. Wel is het zo, dat de gemiddelde H/D -verhouding van een opstand een spreiding bezit: bomen met dezelfde standruimte hebben niet alle precies dezelfde verhouding. Bij mensen (en



Douglasproefveld op het landgoed "Schovenhorst". H/D verhouding: 80. Lichte stormschade.



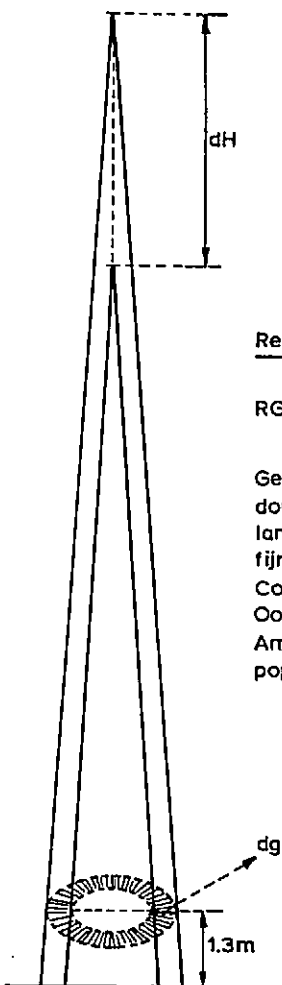
Douglasproefveld Kootwijk. Te slanke bomen met een H/D verhouding boven 80. Matige stormschade.

Overzicht 2

Gemiddelde H/D-verhouding en stormschade Spreiding van de H/D-verhouding binnen opstanden

plaats	jaar	nr	Hdom	D	N	(H/D)gem.	schade	<40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	>110
Garderen-72	1971	VD1	22	24	525	84	***	-	-	-	6	7	8	4	1	5
Garderen-71	1975	rand	20	31	-	61	*	-	2	4	14	4	1	-	-	-
Garderen-73	1975	laan	23	51	-	43	-	7	22	8	-	-	-	-	-	-
Kon. Park	1964	VD2	40	79	149	50	-	1	13	16	6	-	-	-	-	-
Kon. Park	1970	D12	39	68	147	57	-	-	1	21	12	2	-	-	1	-
Het Loo	1971	D47	34	54	205	63	**	-	-	18	11	12	4	-	-	-
Het Loo	1971	D11	37	54	183	68	**	-	-	3	22	19	6	-	-	-
Speulderbos-24	1975	laan	24	37	-	58	-	-	1	11	14	4	-	-	-	-
Uddel	1967	D44	33	42	287	76	**	-	-	1	5	23	18	3	3	-
Schovenhorst	1974	D25	29	32	420	82	*	-	-	1	7	10	9	4	6	5
Kootwijk	1972	D2	31	37	295	81	**	-	-	-	7	17	23	14	2	-
Kootwijk-95	1975	laan	28	57	-	45	-	10	31	5	1	1	-	-	-	-
Vorden	1970	F8	19	22	960	84	**	-	-	1	2	16	16	11	4	1

- = geen schade ; * = enige schade ; ** = matige schade ; *** = ernstige schade



Relatieve grondvlakbijgroei RGB

$$RGB = \frac{dG}{dH} = \frac{\text{som}(dg)}{dH} \text{ in } m^2 \cdot ha^{-1} \cdot m^{-1}$$

Gemiddelde waarden:

- douglas: 2.7
- lariks: 2.5
- fijnspar: 3.0
- Corsicaanse den: 4.0
- Oostenrijkse den: 4.8
- Amerikaanse eik: 3.2
- populier: 1.2

Figuur 4. Diameteraanwas en RGB

overall in de natuur) is dit het geval: er zijn kortedikke en lange-dunne individuen. Van een aantal objecten zou ik u nu de gemiddelde H/D-verhouding en de verdeling ervan over de individuen willen tonen, overzicht 2. Vastgesteld is, dat van vrijstaande douglasbomen de H/D-verhouding in de jeugd bij een hoogte van 5 m gemiddeld ongeveer 60 bedraagt. Bij toenemende hoogte daalt deze eerst snel en later geleidelijk tot beneden 40. Bij zeer vrije stand en weinig hoogtegroeï zelfs tot 30 toe wanneer de hoogte op oudere leeftijd langzamerhand zijn maximum nadert, en de diktegroei door de diepe, zware kroon rustig door kan gaan. In bosverband bereikt de H/D-verhouding vroeg een minimum waarde, om na de ingetreden sluiting van de kronen snel op te lopen, figuur 5. Heersende bomen zullen door hun grote standruimte een lagere H/D-verhouding hebben dan onderdrukte bomen (zie ook de H/D-verdeling in overzicht 2).

Indien in een opstand een hoge H/D-waarde (bijvoorbeeld 100) is bereikt, dan is deze alleen omlaag te brengen door wegnemen van de onderdrukte individuen. De diktegroei is namelijk het grootst juist onder de levende kroon, en van de blijvende bomen kan de H/D-verhouding door de groei niet meer noemenswaard dalen: te late dunning kan de stabiliteit niet meer verbeteren! Zijn de opstanden zeer homogeen van opbouw, dan is er geen sprake van onderdrukte bomen, en kan de gemiddelde H/D-verhouding door dunning niet beïnvloed worden. Opstanden van klonen of ontstaan uit geselecteerde homogene zaaisels zijn hier duidelijk in het nadeel!

Om na te gaan welk stamtal aangehouden moet worden om een H/D = 50 te handhaven, is de volgende beschouwing opgezet. Zoals u weet, groeit een opstand van bomen zowel in hoogte als in dikte. De diktegroei van N bomen per ha heeft een bepaald

Overzicht 3. RGB-waarden nodig om een H/D verhouding van 50 te handhaven bij verschillende stamtallen en hoogten.

Beneden de getrokken lijn is de H/D verhouding van 50 ook op goede standplaatsen nauwelijks te handhaven, daar RGB-waarden boven 3.0 in de natuur bij douglas zelden voorkomen.

Berekeningswijze: grondvlak $G = \frac{\pi}{4} ND^2$; veronderstel $H = 50D \rightarrow G = \pi 10^{-4} NH^2 \rightarrow RGB = \frac{dG}{dH} = 2\pi 10^{-4} NH$

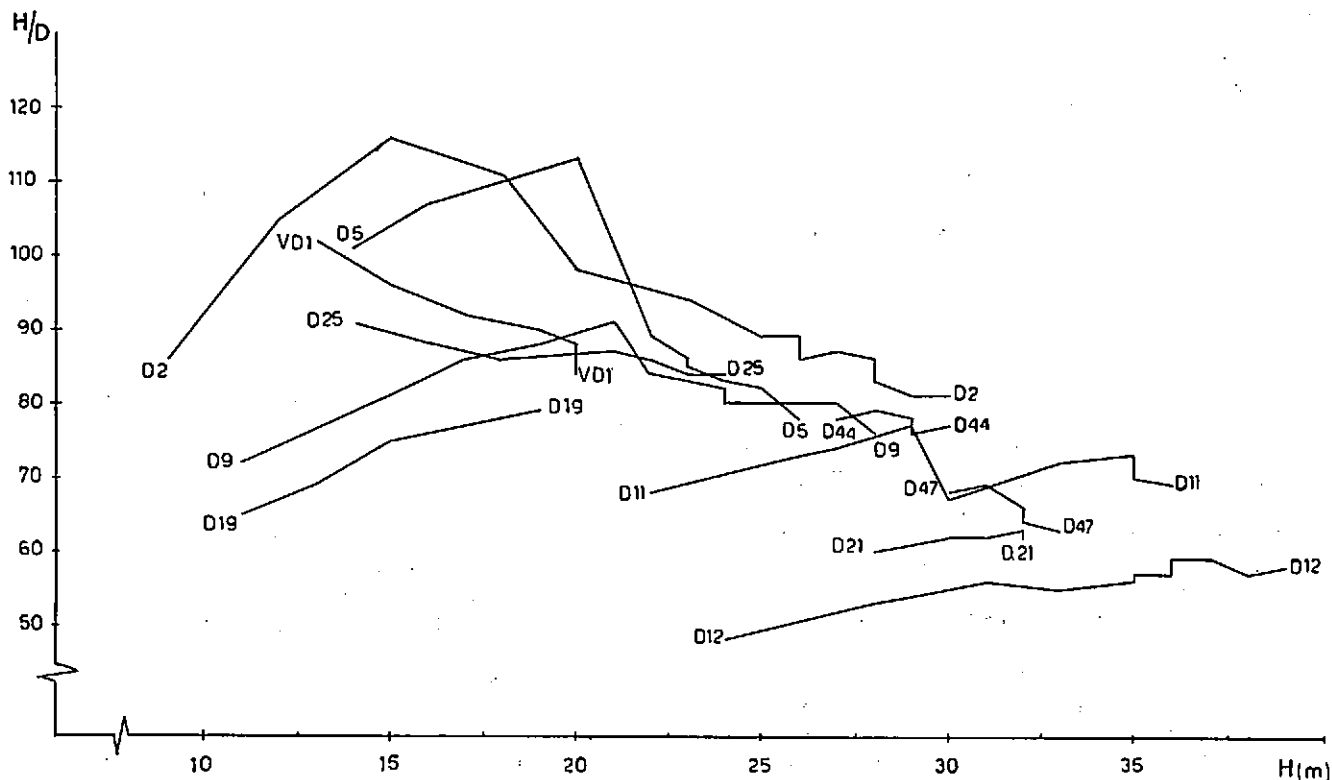
N H	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	stamtal per ha
6	0.38	0.56	0.75	0.94	1.13	1.32	1.51	1.70	1.88	2.26	2.64	3.01	3.39	3.77	
8	0.50	0.75	1.00	1.26	1.51	1.76	2.01	2.26	2.51	3.02	3.52	4.01	4.52		
10	0.63	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51	2.83	3.14	3.77	4.40				
12	0.75	1.13	1.51	1.88	2.26	2.64	3.02	3.39	3.77	4.52					
14	0.88	1.32	1.76	2.20	2.64	3.08	3.52	3.96	4.40						
16	1.00	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.52							
18	1.13	1.70	2.26	2.83	3.39	3.96	4.52								
20	1.26	1.88	2.51	3.14	3.77	4.40									
22	1.38	2.07	2.76	3.46	4.15										
24	1.51	2.26	3.02	3.77	4.52										
26	1.63	2.45	3.27	4.08											
28	1.76	2.64	3.52	4.40											
30	1.88	2.83	3.77	4.71											
32	2.01	3.01	4.02												
34	2.14	3.20	4.27												
36	2.26	3.39	4.52												
38	2.39	3.58	4.77												

de aanwas van het grondvlak G (per ha) ten gevolge. Gebleken is uit het onderzoek, dat als de groeiplaats volledig wordt benut er tussen deze grondvlakaanwas en de hoogteaanwas een bepaalde verhouding bestaat ($dG/dH = RGB$) (zie fig. 4). Voor douglas is deze RGB gemiddeld te stellen op 2.7 zoals in fig. 5 te zien is. Dat de gemiddelde RGB enige spreiding heeft is in deze figuur ook wel te zien. Deze kennis van de RGB is nu toe te passen bij het streven, een bepaalde gewenste H/D-verhouding te handhaven. In overzicht 4 is hiervoor een opstelling gemaakt. Duidelijk blijkt hierin, dat een beginstamtal groter dan $N = 500/ha$ reeds in een zeer vroeg stadium moet worden gedund ($H = 10$) om de gewenste $H/D = 50$ te handhaven. Bij lagere stamtallen kan de dunning tot een later tijdstip uitgesteld worden, bij $N = 200/ha$ zelfs tot $H = 25$ m. Een dergelijke opstand is gedurende de gehele omloop optimaal boomsgewijze stabiel (F 3,4). Indien men meer risico wil nemen, kan men als bovengrens een $H/D = 60$ stellen; alle waarden in de tabel moeten dan met een factor $25/36 = (50/60)^2 = 0.7$ vermenigvuldigd worden. Deze redenering gaat op voor homogene opstanden, in heterogene opstanden kan een iets hoger stamtal aangehouden worden, want dan kunnen de onderdrukke (slanke) bomen door dunning verwijderd worden.

Hierdoor kan de gemiddelde H/D weer op een aanvaardbaar niveau teruggebracht worden.

Dat een $50 < H/D < 60$ voor ongedunde opstanden mogelijk is bewijzen de meetgegevens. Deze zijn even stormvast gebleken als de douglaslaanbeplantingen, beide weergegeven in overzicht 2. Voor allerlei andere houtsoorten is een soortgelijke redenering op te zetten. Enigszins moeilijk wordt het, als de RGB onbepaald wordt door stagnerende hoogtegroeï. Dit komt vaak bij oudere opstanden voor, bij groveden vaak al zeer vroeg. Men kan ook dan stellen, dat alleen een behoorlijke kroon voldoende diktegroei mogelijk maakt. Ook dan weer is voldoende groei-ruimte vereist om die kroon in stand te houden.

Wat betekent nu een stamtal van 200 à 300 per ha zonder dunning voor de houtproductie vergeleken met de tot dusver gebruikelijke behandeling? Geschat wordt, dat de totale produktie ongeveer 30% lager zal liggen, terwijl de eindopstand uit nogal taps toelopende, zwaarder betakte stammen zal bestaan. Veel paalhoutkwaliteit zal het niet opbrengen, terwijl het hout vrij zware noesten en kwasten zal bevatten. Door doelmatig op snoeien is hieraan echter wel iets te doen. Of dit alles een economisch verlies betekent is nog een vraag, terwijl allerlei andere doelstellingen van het bos niet in het gedrang komen. (Zie de



Figuur 5. Ontwikkeling van de H/D verhouding in enkele proefvelden van douglas bij toenemende boomhoogte. Waarden boven 80 wijzen op hoge labiliteit, bij een waarde beneden 60 is de opstand vrijwel stabiel. Is de H/D verhouding eenmaal hoog opgelopen, dan is hij vrijwel niet meer tot een redelijk niveau terug te brengen (b.v. proefveld D2), nadere gegevens in overzicht 2).

douglas in het Koninklijk Park). Het natuurlijke milieu, de vegetatie of recreatiemogelijkheden komen bij het streven naar een optimale F (3,4) mijns inziens beter tot hun recht. Enerzijds zijn gemengde opstanden door het ontbreken van competitie gemakkelijker in stand te houden. Anderzijds zijn allerlei rigoreuze maatregelen voor uiteenlopende doeleinden mogelijk, zonder dat de stormvastheid van het bos wordt aangetast.

En tenslotte zou ik nog dit willen zeggen: Bepaalde veetelers wordt tegenwoordig verweten, dat zij hun dieren te weinig levensruimte laten, maar veel bosbouwers misgunnen hun bomen al eeuwenlang voldoende ruimte om te groeien! En dan te bedenken, dat een tot volle wasdom gekomen boom de mooiste en meest karakteristieke vorm krijgt, als hij voldoende ruimte gehad heeft om zich te ontwikkelen!