ENIGE BESCHOUWINGEN OVER HOOGTE/STAMTAL-DUNNINGSREEKSEN EN HUN STAFFELING

SOME CONSIDERATIONS ON THINNING-SERIES BASED ON THE SPACING PER CENT AND THEIR SYSTEMATIC COMPOSITION

[56: 651.74]

door/*by*

P. G. DE VRIES

(I.B.O. afd. Houtmeetkunde Landbouwhogeschool)

SUMMARY

This article gives a brief review of Hart's principle of the spacing-per cent (s%) on which thinning-series have been established and still are treated in the Netherlands (formulae 1, 2, 3). These thinning-series generally consist of three 0.4-acre plots, forming an arithmetic progression of spacing-per cents with a common difference of m = 3%, e.g. 16%—19%—22%. The percentages have been kept constant for 12 years now. The author states that thinning, as a means of influencing growth-characteristics, can be interpreted as regulation of mean growing-space (R). Consequently thinning-effects are growing-space effects, and a more logical set-up of thinning-series might be achieved by arithmetical growing-space series (table 2; broken lines in graph). The arithmetic s% series does not quite satisfy this condition (cf. form. 4; tables 1, 2). Keeping the s% constant in each plot implies a quadratic relationship between R and the topheight H (form. 5, 6), which is only one of the many possibilities offered by (9), from which relation (11) can be derived. If factor q is greater than 2 the s% increases with H (i.e. also with age); for q = 2 it remains constant (Hart's principle), and for q < 2 the s% decreases with age. The first and last cases are illustrated by Mackenzie's figures (lit. 3; table 3; graph; form. 12—14). A suggestion is made to keep the exponent q in (9) constant, and to characterize the thinning-intensity bij p or by s from (11). The author hopes that one day some uniformity in the set-up of thinning-series will turn up.

Meaning of other symbols used: a = average distance of trees in supposed regular triangular espacement; N = number of stems per hectare; $\triangle$ R = difference in mean growing-space between 2 successive plots of a thinning-series; $\triangle$ s_k = difference in s% ditto.

Daar de dunning een zeer belangrijke rol in de economie van het bosbedrijf speelt, heeft het van oudsher niet aan dunningsonderzoek ontbroken. Dit onderzoek vond en vindt dan plaats aan al of niet herhaalde zogenaamde dunningsreeksen, dat zijn series vergelijkbare, op verschillende wijze gedunde proefperken, waarbij dan meestal een zwakke, een matige en een sterke dunningsgraad wordt toegepast. Bij beschouwing van de diverse dunningsmethodieken kan men in hoofdzaak twee principes onderscheiden: de boomklassedunning en de stamtaldunning. Bij de eerste worden de boom-individuen principieel geklassificeerd naar hun sociologische plaats in de gemeenschap, die de opstand vormt. De dunningsgraden worden dan gekarakteriseerd door de te verwijderen boomklassen. Men onderscheidt daarbij laagdunning en hoogdunning, en in elk daarvan een drietal intensiteiten. De vereiste indeling in klassen maakt de boomklassedunning in zekere mate subjectief.

Bij de stamtaldunning in zijn eenvoudigste vorm wordt daarentegen voorgeschreven, hoeveel stammen per ha er bij een bepaalde boniteit telkens na dunning moeten achterblijven. De invoering van de boniteit impliceert hier reeds een relatie met de hoogte.

Dunning is in hoofdzaak groeiruimteregeling. Oudere, dan wel vitalere, dus hogere bomen hebben van nature een grotere groeiruimte nodig, zodat een correlatie van deze laatste met de hoogte, of anders gezegd: tussen het stamtal per ha van de blijvende opstand en een hoogtekarakteristiek, voor de hand ligt. Doch ook voor de practische dunningen, die om economische redenen verder gaan dan de natuurlijke stamuitscheiding, is een hoogtekarakteristiek een bruikbare, direct te bepalen maatstaf om er de groeiruimte mede te correleren. Voortbouwend op de elementaire stamtaldunning voerde Hart de meer dynamische zogenaamde hoogte/stamtal-dunning in, waarbij als hoogtekarakteristiek de „opperhoogte" (H) werd genomen, d.i. de gemiddelde hoogte van de systematisch over de opstand verspreide hoogste bomen per are. In tegenstelling tot de gemiddelde opstandshoogte wordt de opperhoogte nagenoeg niet door de intensiteit van de dunning beïnvloed.

De intensiteit van een hoogte/stamtal-dunning wordt uitgedrukt door het stamafstandsprocent of s%, dat is de gemiddelde boomafstand (a) (die de opstand zou bezitten als de bomen in een gelijkzijdig driehoeksverband zouden staan), uitgedrukt als percentage van de opperhoogte, dus:

$$a = \frac{s}{100} . H \qquad \text{en} \qquad s = \frac{100.a}{H} \qquad (1)$$

De onderstelling van een gelijkzijdig driehoeksverband voor vergelijkingsdoeleinden impliceert, dat men aan de gemiddeld per boom ter beschikking staande groeiruimte (R) een regelmatige zeshoekige vorm toekent met een oppervlakte van

$$R = \tfrac{1}{2}.a^2\sqrt{3} \qquad (2)$$

Bij een stamtal van N bomen per ha verkrijgt men dan de gelijkheid

$$R = \frac{10.000}{N} = \tfrac{1}{2}.a^2\sqrt{3} = \frac{s^2H^2\sqrt{3}}{2.10^4} \qquad (3)$$

De wijze van berekening van R uit het stamtal per ha duidt er reeds op, dat hier geen verfijnde indeling in boomklassen plaats heeft. Hart maakt slechts een grove onderscheiding in bomen met een grotere, en zulke met een kleinere hoogte dan 0,75 H. Zijn stamtallen per ha hebben dan slechts betrekking op de eerste (heersende) categorie, terwijl de tweede groep uit duidelijk onderstandige individuen bestaat. De meeste Europese bosmonocultures zijn van weinig gecompliceerde aard wat betreft hun étage-structuur: zij vertonen slechts één duidelijk kronendak. Onder deze omstandigheden verliest Hart's restrictie, zeker op latere leeftijd, veel van zijn betekenis. Bij het dunningsonderzoek in Nederland, dat thans op Hart's principes gebaseerd is, werd dan ook vanaf de invoering door Becking, het totale stamtal per ha als uitgangspunt genomen.

Het is thans wel gebleken dat de dunningen in onze eensoortige bossen op objectieve wijze door het s% kunnen worden gekarakteriseerd. De vraag rijst echter, in hoeverre het s% voldoet om er een dunningsreeks voor fundamenteel onderzoek mede op te bouwen.

In Nederland zijn tot nu toe dunningsreeksen aangelegd, waarin de opeenvolgende trappen een gelijk verschil (meestal 3%) in s% vertonen, dus bijvoorbeeld 16%—19%—22% (helaas bezitten wij geen reeksen van 4 trappen), welke percentages gedurende de ongeveer 12-jarige waarnemingsperiode merendeels constant werden gehouden.

Daar, zoals reeds werd opgemerkt, een dunning van enige betekenis in hoofdzaak groeiruimte-regeling is, zijn dunnings-effecten groeiruimte-effecten. Een logische gedachtengang lijkt dan, dunningsreeksen op te bouwen met een gelijk verschil in groeiruimte tussen de trappen.

Een n-ledige dunningsreeks van de in Nederland gebruikelijke opzet, waarbij het verschil in s% tussen de opeenvolgende intensiteits-trappen een constant bedrag m (i.c. 3%) is, kan worden voorgesteld door de duningsgraden:

$$s_1, s_2, s_3, \ldots, s_k, s_{k+1}, \ldots, s_n$$

Aan de hand van (3) vindt men dan voor het verschil ($\triangle$ R) in gemiddelde groeiruimte voor twee willekeurige opeenvolgende trappen (s_k en s_{k+1}) bij een opperhoogte van H:

$$\triangle R = R_{k+1} - R_k = \frac{H^2\sqrt{3}}{2.10^4}(s_{k+1}^2 - s_k^2) = \frac{H^2\sqrt{3}}{2.10^4}\left((s_k+m)^2 - s_k^2\right)$$

$$\text{of } \triangle R = \frac{H^2\sqrt{3}}{2.10^4}(2.m.s_k + m^2) \qquad (4)$$

Hieruit blijkt, dat $\triangle$ R behalve van de opperhoogte H en het trapverschil m, bovendien afhankelijk is van de *plaats* (k) van de trap in de reeks, zodat de verschillen in groeiruimte, die toch bepalend zijn voor de verschillen van de door groei verkregen kenmerken, binnen de reeks van trap tot trap toenemen (zie tabel 1).

Tabel 1
Groeiruimte-verschillen bij gelijke verschillen (3%) tussen de s%-trappen

s_k	$\triangle s_k$	a_k	$R = \frac{1}{2}a_k^2\sqrt{3}$	$\triangle$ R	$\triangle R\%$
13		0,13 H	0,014636 H^2		
	3			0,007534 H^2	83
16		0,16 H	0,022170 H^2		
	3			0,009094 H^2	100
19		0,19 H	0,031264 H^2		
	3			0,010652 H^2	117
22		0,22 H	0,041916 H^2		
	3			0,012211 H^2	134
25		0,25 H	0,054127 H^2		
	3			0,013769 H^2	151
28		0,28 H	0,067896 H^2		

Hoewel de geschetste opzet principieel niet onjuist is, kan men hem met het oog op het wezen van de dunning een zekere willekeur niet ontzeggen. Consequenter zou een groeiruimte-reeks met aequidistante trappen zijn, bijvoorbeeld:

R; 1,5 R; 2,0 R; 2,5 R; 3,0 R

waarin het groeiruimteverschil tussen twee opeenvolgende trappen constant ½R bedraagt, en waarbij men als uitgangspunt voor R bijvoorbeeld de groeiruimte van de dunningsgraad s = 16% zou kunnen nemen. In tabel 2 zijn de corresponderende dunningsgraden van de daarop volgende trappen berekend, alsmede die voor de trap ½R. Hieruit blijkt dat deze reeks vooral aan het begin niet onaanzienlijk afwijkt van de in tabel 1 weergegeven arithmetische s%-reeks.

Tabel 2
s%-verschillen bij gelijke verschillen tussen de groeiruimte-trappen

s_k	$\triangle s_k$	a_k	$R = \frac{1}{2} a_k^2 \sqrt{3}$	$\triangle R$	$\triangle R^0/_0$
11.3		0,113 H	0,011085 H^2		
	4,7			0,011085 H^2	100
16.0		0,160 H	0,022170 H^2		
	3,6			0,011085 H^2	100
19.6		0,196 H	0,033255 H^2		
	3,0			0,011085 H^2	100
22.6		0,226 H	0,044340 H^2		
	2,7			0,011085 H^2	100
25.3		0,253 H	0,055425 H^2		
	2,4			0,011085 H^2	100
27.7		0,277 H	0,066510 H^2		

Bij verreweg de meeste onzer dunningsreeksen in naaldhout is gedurende de waarnemingsperiode in elk perk het s% constant gehouden, waardoor de groeiruimte evenredig met het kwadraat van de opperhoogte toeneemt. Immers, men kan (3) schrijven als:

$$R = c.H^2 \qquad (5)$$

waarin c een constante voor elke dunningsgraad is, namelijk:

$$c = \frac{s^2 \sqrt{3}}{2.10^4} \qquad (6)$$

Hoewel (5) in de practijk nooit tot absurditeiten leidt, neemt dit niet weg, dat het een betrekkelijk willekeurige aanname is, die de oneindig vele andere mogelijkheden welke door de algemene (toenemende) functie

$$R = F(H) \qquad (7)$$

gegeven worden, allerminst uitsluit. Zo zou men kunnen onderstellen:

$$R = x.H^2 + y.H + z \qquad (8)$$

of ook $R = p.H^q$ (9)

in welke laatste p en q positieve constanten zijn, waarbij q zeker niet obligatoir gelijk aan 2 behoeft te zijn, zoals dit in de aanname van Hart (5) het geval is.

Blijft men de gemiddelde boomafstand in driehoeksverband (a) bij onderstelling van (9) uitdrukken als percentage (s%) van de opperhoogte (H), dan volgt uit (3) en (9):

$$R = p.H^q = \frac{s^2.H^2 \sqrt{3}}{2.10^4} \qquad (10)$$

en daaruit voor de dunningsgraad:

$$s = \sqrt{\frac{2.10^4.p\sqrt{3}.H^{q-2}}{3}} \qquad (11)$$

Indien nu $q \neq 2$ is, volgt uit (11) dat het s% met de opperhoogte (dus binnen een vergelijkbare reeks ook met de leeftijd) varieert, en wel is er een toename van s met de leeftijd voor het geval $q>2$, en een afname voor $q<2$. Een en ander wordt wel zeer fraai geïllustreerd door de cijfers van Mackenzie betreffende een dunningsproef in Schotland (lit. 3), die onlangs door Becking (lit. 1) in dit tijdschrift werden besproken. In tabel 3 volgen hieronder nogmaals de ter zake doende karakteristieken, zoals deze in genoemd artikel voor de B-, C- en D-graad worden gegeven, terwijl bovendien de gemiddelde groeiruimte in m² werd berekend.

Tabel 3

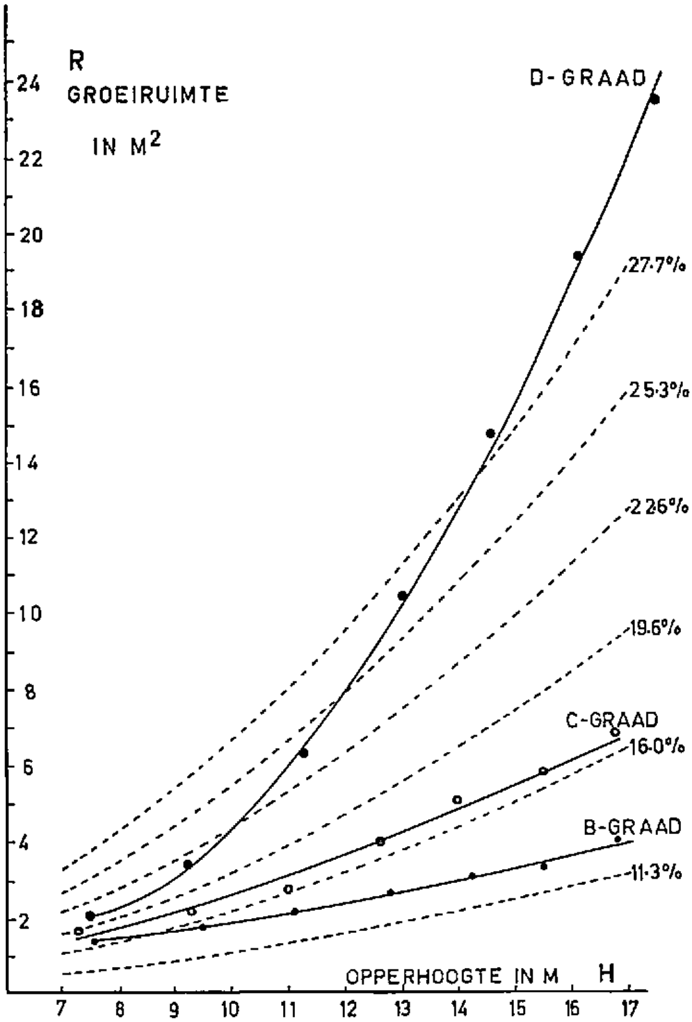
lft	stamtal per ha N			opperhoogte H (in m)			groeiruimte R (in m²)			s%		
	B	C	D	B	C	D	B	C	D	B	C	D
20	7097	5973	4799	7,62	7,32	7,47	1,41	1,67	2,08	16,8	19,0	20,7
25	5585	4547	2514	9,45	9,30	9,30	1,79	2,20	3,98	15,2	17,1	23,0
30	4628	3724	1562	11,13	10,97	11,28	2,16	2,69	6,40	14,2	16,0	24,1
35	3744	2512	956	12,80	12,65	12,95	2,67	3,98	10,46	13,8	16,9	26,9
40	3249	1977	672	14,33	14,02	14,63	3,08	5,06	14,88	13,2	17,3	28,4
45	3052	1712	512	15,54	15,54	16,15	3,28	5,84	19,53	12,5	16,7	29,4
50	2550	1441	425	16,76	16,76	17,53	3,92	6,94	23,64	12,7	16,9	29,7

Het verband (zie grafiek) tussen de groeiruimte (R) in m² en de (niet geheel equivalente Engelse) opperhoogte (H) in m kan voor deze drie dunningsgraden zeer goed worden voorgesteld door een functie van het type (9), en wel luidt de vereffende betrekking voor de

B-graad: $R = 0{,}1062\ H^{1,266}$ $(q<2)$ (12)

C-graad: $R = 0{,}0425\ H^{1,791}$ $(q<2)$ (13)

D-graad: $R = 0{,}0063\ H^{2,885}$ $(q>2)$ (14)



Verband tussen opperhoogte en groeiruimte voor de B, C en D graad (volle lijnen) en voor de arithmetische groeiruimte-reeks van tabel 2 (streeplijnen).
Relation between top height and growing space for the B, C and D grades (full lines) and for the arithmetic growing-space series from table 2 (broken lines).

Hierbij valt het in de eerste plaats op, dat de coëfficiënten p èn de exponenten q van perk tot perk verschillen, zodat men met een naar biologische (subjectieve) inzichten gestaffelde dunningsreeks heeft te maken, waarvan de trappen onderling geen enkele duidelijke en consequente samenhang vertonen wat betreft de groeiruimte. Men heeft als het ware voor de drie graden drie verschillende ontwikkelingstypen van groeiruimte gekozen, waarvan de vergelijking niet minder interessant is dan die van drie willekeurige andere typen. Voor een exacte beoordeling van het effect van een systematische groeiruimteregeling zijn hier teveel verschillende factoren aanwezig. Op de betrekkelijke betekenis van een constant verschil in s% tussen de trappen, waarvan het ontbreken door Becking wordt betreurd, is reeds in het voorgaande gewezen. Hierbij zij echter aangetekend, dat een arithmetische s%-reeks de beoordeling der proefresultaten in een duidelijker, zij het evenmin ideaal verband mogelijk gemaakt zou hebben.

Binnen dunningsreeksen van het type (9) kan men drie hoofdtypen onderscheiden:

hoofdtype I	$q<2$	(s% neemt met de leeftijd af)
hoofdtype II	$q=2$	(s% constant; principe van Hart)
hoofdtype III	$q>2$	(s% neemt met de leeftijd toe)

Consequente dunningsreeksen zou men dan kunnen verkrijgen door a) de exponent q voor alle trappen van de reeks gelijk te nemen (hieraan voldoet methode Hart), en b) de verschillende dunningsgraden binnen de reeks te karakteriseren door de factor p, of zo men wil, door het s% uit (11), waarbij men dan p zódanig kiest, dat de perken na elke dunning een rekenkundige groeiruimtereeks vormen.

Met functie (9) wordt een brug geslagen tussen een aantal boomklassedunningen en stamtaldunningen.

Samenvattend kan men zeggen, dat het Schotse onderzoek voor ons interessant is, maar dat wij hier te lande toch een ietwat consequentere opzet zouden voorstaan. Door stippellijnen is in de figuur een rekenkundige groeiruimtereeks voorgesteld voor $p=2$ (Hart), die men bijvoorbeeld zou kunnen toepassen. Uiteraard zijn hierop allerlei variaties mogelijk, mits deze variaties maar consequent voor de gehele reeks worden doorgevoerd.

De beperkende factor bij het dunningsonderzoek blijkt steeds weer het gebrek aan voldoend-grote oppervlakten van voldoende uniformiteit te zijn. Bij het projecteren van één reeks van 3 á 4 representatieve perken ondervindt men reeds deze moeilijkheid, om van herhalingen maar te zwijgen. In de Schotse proef, waarbij het gemeten stamtal op 50-jarige leeftijd in de D-graad 17 bedraagt op een oppervlakte van 20×20 m, heeft naar onze mening de representativiteit voor één hectare wel wat geleden.

Eén aspect komt uit het bovenstaande wel duidelijk naar voren, namelijk dat er in principe een onbeperkt aantal mogelijkheden voor het beheren van dunningsreeksen bestaat, van welk aantal een groot deel werkelijk toepassing vindt. Zolang er dan ook omtrent de opzet van dunningsproeven nog geen algemeen aanvaarde uniformiteit bestaat, zullen discussies over dunningsresultaten zich nog wel door een grote geanimeerdheid blijven kenmerken.

Literatuur

1. Becking, J. H.; Een interessant dunningsonderzoek voor de fijnspar. NBT 36 (1) 1964.
2. Hart, H. M. J.; Stamtal en dunning. Wageningen, 1928.
3. Mackenzie, A. M.; The Bowmont Norway Spruce Sample Plots 1930—1960. Forestry, 35 (1) 1962.
4. De Vries, P. G.; Een onderzoek naar de productiviteit van verschillende Douglasherkomsten in Nederland (*Summary; A study of the productivity of various Douglas fir provenances in The Netherlands*). Meded. v. d. Landbouwhogeschool 61 (13) 1961; Wageningen.