Algemene Bijdrage

EEN ONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN DE BOOMAFSTAND OP DE MASSAPRODUCTIE EN OP DE VORM VAN DE STAMDOORSNEDE BIJ EENRIJIGE POPULIERENBEPLANTINGEN

A STUDY ON THE INFLUENCE OF THE TREE DISTANCE ON THE YIELD AND ON THE SHAPE OF THE STEM CROSS-SECTION OF POPLARS GROWN IN SINGLE ROWS

[56]

door/*by*

P. G. DE VRIES

[I.B.O. — Wageningen]

SUMMARY

A. In order to investigate the influence of thinning on the total yield of poplars grown in single rows, (a method often met in Holland), the production of two plots, viz. W8 and W4, situated in the same row, were observed between the ages of 15 and 24 years (table 1). Up to the age of 15 both plots contained 250 stems/km, then in W8 every other tree was removed.

In fig. 1 the development of the mean height ($\bar{h}$) and of the diameter of the mean basal area ($\bar{d}_g$) is shown for W8 and W4. At the age of 15 their $\bar{d}_g$-values show a difference of 1.5 cm which renders the rows less suitable for direct comparison as to total volume production. The line W'8 has been drawn, assuming the same rate of $\bar{d}_g$-growth if row W8 should have possessed the same $\bar{d}_g$ as W4 at the start.

From relation (2), (3) and (4) the $\bar{d}_g$- and $\bar{h}$ values in table 3 have been derived. From the volume table the corresponding mean tree volumes over 7 cm o.b. was taken, which multiplied by the number of stems per km (N), gives the volume (V) of the remaining stand (BO for W'8; GO for W4). The total production (P) for W'8 is arrived at by adding to V the volume of the thinning (DO) at the age of 15 years. The periodical increment Z thus calculated, is for W'8 (a = 8 m) 111 m³/km and for W4 (a = 4 m) 178 m³/km which means a loss of volume increment due to thinning of 67 m³/km in 9 years. The development of this loss is shown in fig. 2, in which the total production lines correspond to relations (5) and (6).

B. The stems of poplars planted in a single row very often show a more or less pronounced elliptical cross-sectional area, especially in their lower part. The largest diameter (D) nearly always occurs in the direction perpendicular to that of the row, the smallest (d) in the direction of the row (fig. 3).

Regular observations as to this phenomenon were made of the above set and of 2 other plots situated in the N.O.Polder, Zuyderzee (table 1). One plot of the latter was thinned to half the original number of stems/km at the age of 5 years.

With each observation, D and d of each individual tree were taken at breast height, their difference e = D-d being a measure for veneer-losses due to the non-circular shape of the cross-section. For each age the means $\bar{D}$ and $\bar{d}$ (fig. 4), and their mean difference $\bar{e} = \bar{D}-\bar{d}$ (8) were calculated; the values of the latter were adjusted against age (eq. (9) u/i (12) and fig. 4). Although at the beginning of the experiment the $\bar{e}$-values of a set do not differ significantly, they do so at the end (table 4).

In rows with narrow space between the trees $\bar{e}$ shows a more rapid increase with age than in widely spaced rows.

Fig. 5 shows the adjusted relation between d and D for individual trees at the ages of 15 and 24 years, for the plots W8 and W4. From relations (13), (14) and (15) those of (16), (17) and (18) can be derived; the latter reflect the decrease of the individual e with increasing diameter (fig. 5).

At the age of 24 a tree with a smallest diameter d in a narrowly spaced row however, shows a more pronounced e than a tree of the same d in a widely spaced row, the difference becoming more comspicuous if d increases.

As $\bar{e}$ increases with age when "a" remains constant, and as $\bar{e}$ is larger in narrowly spaced rows in comparison with its value in widely spaced ones of the same age, one is inclined to assume a relation between the degree of lateral flattening of the cross section and the relative mean individual growing space (i.e. tree distance in % of mean height).

Although no physiological experiments are available, one might suppose that assimilation in the flattened parts of the crown occurs under less favourable conditions (e.g. as to light supply) than in the parts which have been able to develop freely in the direction perpendicular to that of the row. This might result in a less intensive lateral transport of assimilates, inducing in its turn a smaller lateral diameter growth, maybe supported by a similar effect due to root competition.

Inleiding.

Teneinde na te gaan of er verschil bestaat tussen de totale dikhoutproducties van gedunde en ongedunde populierenrijen, werden twee gedeelten van een dunningsreeks onderzocht, gelegen in eenzelfde populierenrij te Wageningen. Aan deze beide vakken, alsmede aan twee vakken van een laan-dunningsreeks in de Noord Oost Polder, werd tevens het verschijnsel van de ellipsvormige stamdoorsnede nader onderzocht.

De waarnemingsobjecten.

De proefvakken W8 en W4 werden in 1941 geplant met 3-jarige bewortelde stekken; de plantafstand in beide vakken bedroeg 4 m. Op 15-jarige leeftijd werden uit W8 de bomen om de andere verwijderd, zodat daarna de afstand in de rij 8 m bedroeg. Vanaf dit laatste tijdstip dateert de eerste opmeting.

De proefvakken N7 en N3,5 werden beide in 1944 met 2-jarige stekken geplant, op onderlinge afstand van 3,5 m. Uit N7 werden echter op 5-jarige leeftijd de bomen om de andere verwijderd, waarna de onderlinge afstand daar 7 m bedroeg. De eerste opmeting dateert van 1951, toen deze laan 9 jaar oud was.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de voornaamste bijzonderheden van beide dunningsreeksen.

Tabel 1. Overzicht van de waargenomen laanvakken.
Review of rows observed.

Symbool *symbol*	Laan *row*	Afst. i/d rij *treedistance* *a* (in m)	Stamtal *No of stems* per km	Vaklengte *rowlength* in m	Opgem. tussen leeftijden *Obs. betw. ages*	Aantal wn. *No of obs.*	Populus
W8	Wageningen	8	125	540	15—24	10	robusta
W4	„	4	250	360	15—24	10	„
N7	N.O.Polder	7	143	500	9—15	7	deltoides
N3,5	„	3,5	286	500	9—15	7	„

Totale productie per km enkele rij.

De cijfers voor de totale productie aan spildikhout (dikker dan 7 cm) in m^3 per km, zoals die uit onze opmetingen volgen, zijn voor W8 en W4 opgenomen in tabel 2.

Tabel 2. Gemeten totale productie voor W8 en W4 in m^3 spildikhout per km.
Actually measured total production for W8 and W4 in m^3 over 7 cm o.b. per km.

Vak *row*	Totale productie op leeftijd *total production at the age of*		Bijgroei *increment* 15—24 j. *(y)*
	15 j. *(y)*	24 j. *(y)*	
W4 (a = 4 m)	102	267	165
W8 (a = 8 m)	107	221	114
Verschil *difference*	—5	+46	+51

Indien W8 en W4 onder volkomen gelijke omstandigheden waren gegroeid en uit volledig gelijkwaardig plantmateriaal bestaan zouden hebben, zouden hun gemiddelde grondvlak-diameters ($\bar{d}_g$) en hun gemiddelde hoogten ($\bar{h}$) op 15-jarige leeftijd (vóór de dunning dus) geen verschil hebben vertoond. Indien men daarna uit W8 de bomen om de andere verwijderd zou hebben, zouden deze beide kenmerken voor het overblijvende gedeelte daardoor niet noemenswaardig veranderd zijn, tenminste bij een voldoend aantal stammen (ongeveer 100) zoals in onze metingen is betrokken. Men zou dan zijn uitgegaan van 2 volkomen vergelijkbare 15-jarige vakken.

Dergelijke ideale omstandigheden treft men in de practijk echter niet aan. Zo blijkt uit fig. 1, dat de vereffende $\bar{d}_g$ voor W8 op 15-jarige leeftijd reeds

1,5 cm groter is dan die van W4, tengevolge waarvan men dit kenmerk op latere leeftijd niet zonder meer kan vergelijken. Voor dit bij de proefaanvang reeds aanwezige verschil zou men als oorzaken kunnen noemen: 1) toevalsfactoren, 2) een boniteitsverschil en 3) het feit, dat uit houtteeltkundige overwegingen de dunste stammen soms verwijderd moesten worden, zodat de bomen niet over de gehele vaklengte systematisch om de andere werden weggenomen. De eerste twee oorzaken zijn waarschijnlijk ervoor aansprakelijk, dat $\bar{d}_g$ in W8 (vóór dunning) op 15-jarige leeftijd 28,8 cm bedroeg, tegen 28,0 cm in W4. Door de derde oorzaak, selectieve dunning, verschoof $\bar{d}_g$ in W8 echter van 28,8 naar 29,6 cm. Bij het proefbegin was $\bar{d}_g$ voor W8 dus 29,6 cm en voor W4 28,0 cm.

Voor een vergelijking dient men echter uit te gaan van vakken met aanvankelijk dezelfde kenmerken, om daarna het effect van verschillende behandeling aan de verandering van deze kenmerken te toetsen.

Onderstellen wij nu dat de *groei* van $\bar{d}_g$ in W8 dezelfde geweest zou zijn, indien daar de begin-$\bar{d}_g$ kleiner geweest zou zijn dan de in werkelijkheid bepaalde, dan kan het probleem worden opgelost door bij W8 op 15-jarige leeftijd uit te gaan van dezelfde $\bar{d}_g$ als W4, en vanuit dit punt een ontwik-

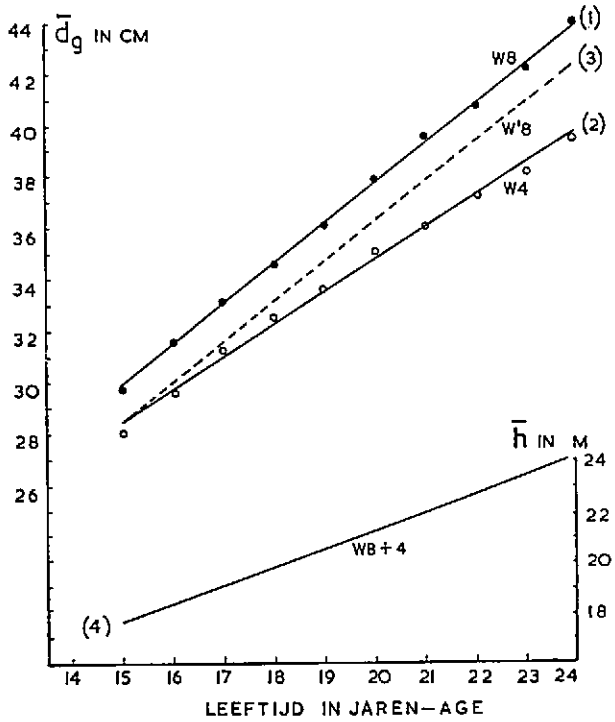

Fig. 1. Ontwikkeling van de gemiddelde grondvlak-diameter ($\bar{d}_g$) en van de gemiddelde hoogte ($\bar{h}$) in W8 en W4

Development of mean height ($\bar{h}$) *and m.b.a.-diameter* ($\bar{d}_g$) *for W8 and W4*

keling te onderstellen, *evenwijdig* aan de oorspronkelijke ontwikkeling van $\bar{d}_g$ in W8. De mate van bijgroei van $\bar{d}_g$ wordt immers slechts bepaald door de *helling* van de ontwikkelingslijnen, en die is in beide gevallen dezelfde. Een en ander is in fig. 1 weergegeven; de lijn W'8 komt dus voor vergelijkingsdoeleinden in de plaats van W8.

Voor het verband tussen $\bar{d}_g$ en de leeftijd t werd gevonden:

$$\text{in W8 } \bar{d}_g = 1{,}573\ t + 6{,}382 \text{ cm} \qquad (1)$$
$$\text{in W4 } \bar{d}_g = 1{,}244\ t + 9{,}869 \text{ cm} \qquad (2)$$

Voor t = 15 jaar vindt men uit (2) voor W4 : $\bar{d}_g$ = 28,5 cm, en uit (1) voor W8 : $\bar{d}_g$ = 30,0 cm. Wil men nu voor W8 op 15-jarige leeftijd eveneens van $\bar{d}_g$ = 28,5 cm uitgaan, terwijl de diameter*groei* toch kenmerkend blijft voor W8, dan moet men een (theoretisch) laanvak W'8 onderstellen, waarvoor geldt:

$$\text{W'8} : \bar{d}_g = 1{,}573\ t + 4{,}909 \text{ cm} \qquad (3)$$

De grotere diameter-bijgroei in het gedunde vak is eveneens beinvloed door het toeval en de boniteit, maar wordt toch in hoofdzaak bepaald door de grotere standruimte der bomen. Daarnaast is er nog een component ten gevolge van het feit dat men de groeikrachtiger bomen bij de dunning meer gespaard heeft.

De $\bar{d}_g$-lijn voor W'8 is dus iets te voordelig getekend: hij dient eigenlijk horizontaler te lopen.

De *hoogteontwikkeling* loopt voor beide perken niet veel uiteen, zij het dan dat die van W8 reeds in het begin iets sterker is dan die van W4. Voor beide perken is dan ook de gemiddelde hoogteontwikkeling in fig. 1 voorgesteld door één lijn, waarvan de vergelijking luidt:

$$\bar{h} = 0{,}727\ t + 6{,}682 \text{ m} \qquad (4)$$

Met behulp van (2), (3) en (4) zijn nu in tabel 3 de vergelijkbare waarden voor $\bar{d}_g$ en $\bar{h}$ berekend voor de leeftijden van 15 en 24 jaar, zodat men met de massatabel de bijbehorende gemiddelde spildikhoutmassa $\bar{v}$ in m³ kan bepalen. Vermenigvuldiging van $\bar{v}$ met het stamtal per km (N) levert de totale massa V in m³/km. Deze laatste is in W4 (ongedund) steeds gelijk aan de totale productie per km (P), doch in W'8 verkrijgt men P door bij de massa V van de blijvende opstand (BO) die van de dunningsopstand (DO) op te tellen.

Uitgaande van de totale productie van 110 m³/km voor beide perken op 15-jarige leeftijd, vindt men op bovenstaande wijze op 24-jarige leeftijd een totale productie van 221 m³/km voor W'8 en van 288 m³/km voor W4.

De massabijgroei Z in de tussenliggende 9 jaar bedraagt dus voor W'8 111 m³/km, en voor W4 178 m³/km, een verschil dus van 67 m³/km in 9 jaar,, of 7,4 m³/km per jaar, ten *nadele* van het *gedunde* vak. In tabel 2 werd bij gebruik van de oorspronkelijke meetgegevens een verschil van 51 m³/km of 5,7 m³/km/j. gevonden, zodat het corrigeren op vergelijkbaarheid wel van belang is.

Tabel 3. Berekening van de vergelijkbare totale productie voor W8 en W4.
Calculation of comparable total production for W8 and W4.

Leeftijd *age*	Kenm. *Char.*	Laanvak/*row*		
		W'8 (a = 8 m)		W4 (a = 4 m)
		BO	DO	GO
15 jaar *years*	$\bar{h}$	17,6	17,6	17,6
	$\bar{d}_g$	28,5	28,5	28,5
	N	125	125	250
	$\bar{v}$	0,436	0,436	0,436
	V	55	55	110
	P	110		110
24 jaar *years*	$\bar{h}$	24,1		24,1
	$\bar{d}g$	42,7		39,7
	N	125		250
	$\bar{v}$	1,328		1,153
	V	166		288
	P	221		288
	Z	111		178

Ook voor de leeftijden tussen 15 en 24 jaar werd de vergelijkbare totale productie der beide vakken op bovenstaande wijze berekend, waarna voor

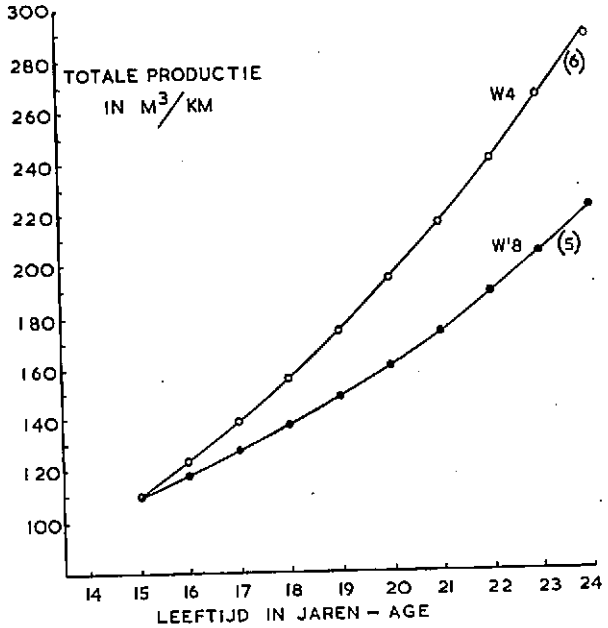

Fig. 2. Verband tussen totale productie en leeftijd voor W'8 en W4
Relation between total production and age for W'8 and W4

deze periode het verband tussen totale productie en leeftijd kon worden bepaald. Dit luidt voor:

$$W'8 : P = 0{,}523\ t^2 - 8{,}077\ t + 113{,}526\ m^3/km \qquad (5)$$
$$W4 : P = 0{,}750\ t^2 - 9{,}274\ t + 79{,}873\ m^3/km \qquad (6)$$

Het blijkt dat het verschil in totale productie tussen beide vakken nog steeds groter wordt (fig. 2). Uit (5) en (6) volgt na differentiëren, dat de lopende aanwas van W4 op het 15e jaar 13,2 m^3/km en op het 24e jaar 26,7 m^3/km bedraagt; deze waarden liggen resp. 5,6 en 9,7 m^3/km *boven* die van W'8.

Van de laanvakken in de Noord Oost Polder ontbreken helaas de massagegevens van de eerste dunning.

De elliptische stamdoorsnede.

Het is bij in enkele rijen geplante populieren een bekend verschijnsel dat de diameter (dbh) gemeten in de richting van de rij (d) in het algemeen kleiner is dan die loodrecht daarop (D). Vooral in de onderstam is deze ellipsvorm (fig. 3) vaak zeer uitgesproken, hetgeen voor de schilhoutindustrie een verlies betekent.

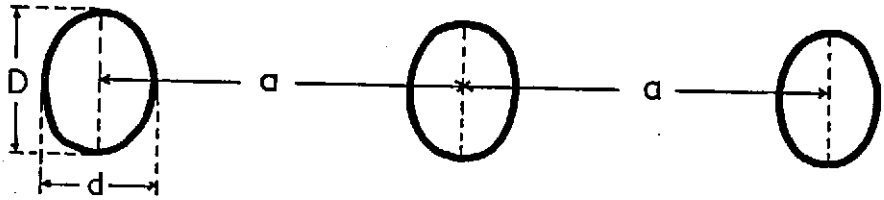

Fig. 3. Elliptische vorm van de stamdoorsnede bij in een enkele rij geplante populieren
Elliptical shape of the breast height cross-section of poplar stems grown in a single row

Beide bovenomschreven proeven (tabel 1) kunnen een inzicht verschaffen in de samenhang tussen de vorm van de stamdoorsnede (op borsthoogte) en de onderlinge afstand van de bomen in de rij.

Daartoe werd bij elke opmeting aan de individuele bomen de diameter in de richting van de rij (d) en die loodrecht daarop (D) bepaald. Het verschil tussen deze beide diameters,

$$e = D - d \qquad (7)$$

geeft de mate weer, waarin de werkelijke (elliptische) stamdoorsnede afwijkt van de grootst mogelijke cirkelvormige stamdoorsnede, (dat is dus de cirkel met straal d). Het verschil e is daardoor bepalend voor eventuele bij het schillen optredende verliezen.

Uit de individuele waarnemingen e kan voor elke leeftijd de gemiddelde waarde $\bar{e}$ voor het laanvak worden bepaald.

Men kan $\bar{e}$ echter ook bepalen als het verschil tussen de gemiddelde diameter loodrecht op de rij ($\bar{D}$) en die in de richting van de rij ($\bar{d}$):

$$\bar{e} = \frac{\Sigma\, e}{n} = \frac{\Sigma\,(D\text{-}d)}{n} = \frac{\Sigma\, D}{n} - \frac{\Sigma\, d}{n} = \bar{D} - \bar{d} \qquad (8)$$

waarin n het aantal gemeten bomen voorstelt.

Vergelijking van de $\bar{e}$-waarden voor de 2 vakken van elke proef geeft dan uitsluitsel over de invloed van de boomafstand op de vorm van de stamdoorsnede.

Deze vergelijking is voor de eerste en de laatste waarnemingsleeftijd in tabel 4 uitgevoerd.

Tabel 4. $\bar{e}$-waarden en standaardafwijkingen voor de vakken W en N.
Values of $\bar{e}$ and standard deviations for rows W and N.

Vak/*plot*	Eerste waarneming *first observation*	Laatste waarneming *last observation*	Verschil *Diff.*
W8	$\bar{e}_{15} = 1{,}4 \pm 0{,}13$ } $s_e = 1{,}2$	$\bar{e}_{24} = 1{,}4 \pm 0{,}18$ } $s_e = 1{,}5$	0
W4	$\bar{e}_{15} = 1{,}4 \pm 0{,}13$	$\bar{e}_{24} = 3{,}0 \pm 0{,}17$	1,6
Verschil/*diff.*	0 (niet sign.)	$1{,}6 \pm 0{,}27$ (sign.)	
N7	$\bar{e}_9 = 0{,}4 \pm 0{,}05$ } $s_e = 0{,}45$	$\bar{e}_{15} = 0{,}5 \pm 0{,}08$ } $s_e = 0{,}7$	0,1
N3,5	$\bar{e}_9 = 0{,}5 \pm 0{,}04$	$\bar{e}_{15} = 0{,}9 \pm 0{,}06$	0,4
Verschil/*diff.*	0,1 (niet sign.)	$0{,}4 \pm 0{,}1$ (sign.)	

Uit het bovenstaande kan men de volgende conclusies trekken:

1. Het verschil $\bar{e} = \bar{D} - \bar{d}$ neemt met de leeftijd toe, en wel des te sterker, naarmate de onderlinge boomafstand in de rij kleiner is.
2. De standaardafwijking s_e van de populatie van alle gemeten individuele verschillen neemt eveneens met de leeftijd toe, zodat onvoordelige, grote e-waarden in oudere lanen frequenter voorkomen.

Gedurende de beschouwde leeftijdstrajecten schijnt s_e niet merkbaar door de boomafstand te worden beïnvloed.

In fig. 4 is voor de vakken W en N de ontwikkeling van $\bar{D}$ en $\bar{d}$ met de leeftijd (t) weergegeven, alsmede het daaruit voor elke leeftijd bepaalde gemiddelde verschil $\bar{e} = \bar{D} - \bar{d}$. Het bovenstaande wordt hierdoor nogmaals verduidelijkt.

Het verschil $\bar{e}$ werd tegen de leeftijd vereffend, waarbij werd gevonden voor:

$$\text{W8} \quad \bar{e} = 0{,}006\ t + 1{,}380 \text{ cm} \tag{9}$$
$$\text{W4} \quad \bar{e} = 0{,}183\ t - 0{,}942 \text{ cm} \tag{10}$$

$$\text{N7} \quad \bar{e} = 0{,}038\ t^2 - 0{,}914\ t + 5{,}590 \text{ cm} \tag{11}$$
$$\text{N3,5} \quad \bar{e} = 0{,}071\ t - 0{,}200 \text{ cm} \tag{12}$$

Noemt men van een individuele boom de diameter in de richting van de rij op 15-jarige leeftijd d_{15}, en die loodrecht daarop D_{15}, dan geldt voor W8 en W4 het volgende verband:

$$D_{15} = 0{,}902\ d_{15} + 4{,}219 \text{ cm} \tag{13}$$

Op 24-jarige leeftijd gelden voor beide diameters analoge verbanden, en wel voor:

$$\text{W8} : D_{24} = 0{,}774\ d_{24} + 11{,}190 \text{ cm} \tag{14}$$
$$\text{W4} : D_{24} = 0{,}960\ d_{24} + 4{,}525 \text{ cm} \tag{15}$$

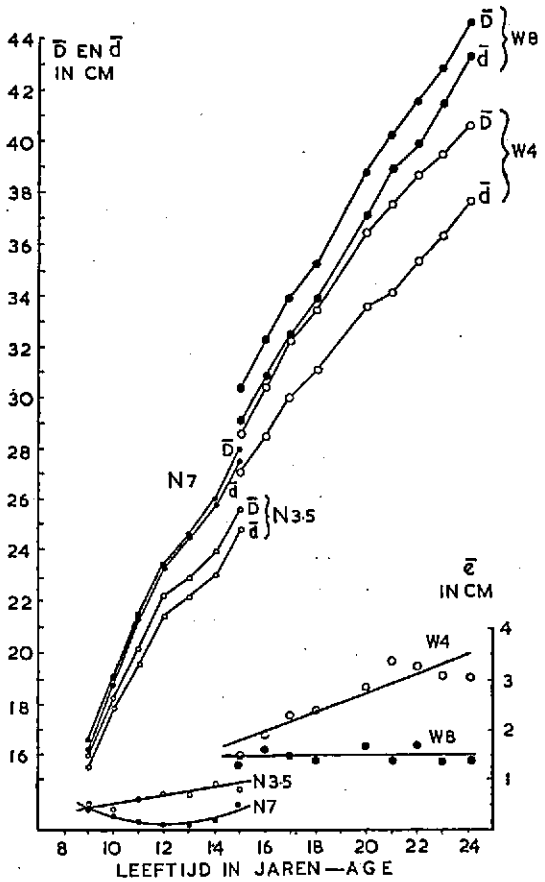

Fig. 4. Ontwikkeling van $\bar{D}$, $\bar{d}$ en $\bar{e} = \bar{D} - \bar{d}$ met de leeftijd, voor de vakken W en N
Development of $\bar{D}$, $\bar{d}$ *and* $\bar{e} = \bar{D} - \bar{d}$ *with age for rows W and N*

Uit (13) kan men nu voor W8 en W4 de grootte van e = D—d voor verschillende waarden van d_{15} berekenen:

$$e_{15} = D_{15} - d_{15} = 0{,}902\ d_{15} + 4{,}219 - d_{15} = 4{,}219 - 0{,}098\ d_{15} \quad (16)$$

Op dezelfde wijze volgt uit (14) en (15) het analoge verband op 24-jarige leeftijd voor:

$$W8 : e_{24} = 11{,}190 - 0{,}226\ d_{24} \quad (17)$$
$$W4 : e_{24} = 4{,}525 - 0{,}040\ d_{24} \quad (18)$$

De betrekkingen (13) t/m (18) zijn grafisch voorgesteld in fig. 5, waarbij blijkt, dat het verschil e tussen de grootste en kleinste diameter van een boom afneemt met hogere waarden van de laatste. Dit verschijnsel werd eveneens bevestigd door de vakken N7 en N3,5.

Voorts blijkt dat e bij een ruime boomafstand sneller met de diameter

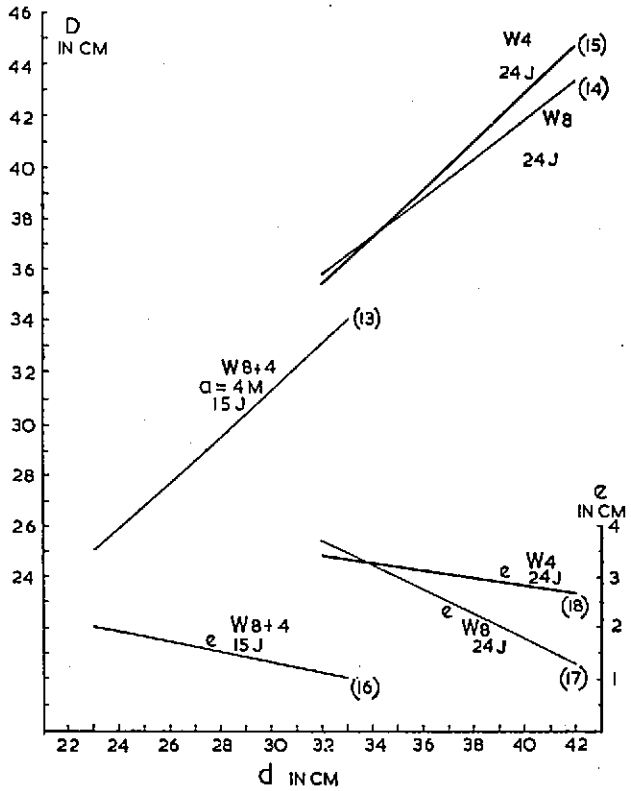

Fig. 5. Verband tussen d en D van individuele bomen op 15- en 24-jarige leeftijd in W8 en W4 en de daaruit voor die leeftijden afgeleide samenhang tussen e = D — d en d
Relation between d and D of individual stems at the ages of 15 and 24 years in W8 and W4 and the relation between e = D — d and d for the above ages

afneemt dan bij een nauwe. In de jonge vakken N7 en N3,5 was deze laatste eigenschap echter minder uitgesproken.

Men kan dus met andere woorden concluderen:

1. De stamdoorsnede van dikke bomen is minder elliptisch dan die van dunne bomen van dezelfde leeftijd in dezelfde rij.
2. Bij eenzelfde d (behoudens bij de dunste bomen) werd in een nauw rijverband (W4) een meer elliptische stamdoorsnede gevonden dan in een wijd verband (W8) van dezelfde leeftijd (24 j.), welk verschil met grotere d duidelijker wordt.

De hier beschouwde systematische afwijkingen van de cirkelvorm zijn nog van betrekkelijk geringe grootte. In nauwe verbanden, of op oudere leeftijd binnen hetzelfde verband, kunnen echter aanzienlijke verschillen optreden. Zo zijn e-waarden van 6 cm in een 24 jaar oude populierenrij te Zelhem (G) met a = 2,5 m beslist geen zeldzaamheid, terwijl zij bij een 40-jarige rij (a = 8,5 m) in Canne (L) zelfs tot 8 cm oplopen.

Voorts moet het hier vermelde verschijnsel van de ellipsvorm niet verward

worden met de elliptische of excentrische doorsnede welke men vaak vindt aan stammen, die onder eenzijdige invloed van de wind zijn opgegroeid. Deze doorsnede, gevormd als reactie op een mechanische invloed, verschaft de stam een groter traagheidsmoment en daarmede een grotere weerstand tegen buiging, doordat de grootste diameter zich evenwijdig aan de heersende windrichting ontwikkelt.

Voor het ontstaan van een min of meer elliptische stamdoorsnede bij in enkele rijen geplante populieren zou men zich echter physiologische oorzaken kunnen voorstellen, waarvoor de volgende punten pleiten:

1. Nagenoeg alle door het I.B.O. onderzochte lanen vertonen dit verschijnsel, ongeacht hun expositie ten opzichte van de heersende windrichting.
2. Bij dezelfde afstand in de rij neemt het gemiddelde verschil $\bar{e} = \bar{D} - \bar{d}$ met de leeftijd toe.
3. Op eenzelfde leeftijd is het verschil $\bar{e}$ in rijen met nauwe onderlinge boomafstand groter dan in rijen met wijde boomafstand.
4. Uit fig. 2 blijkt, dat in vak N7 de factof $\bar{e}$ na dunning eerst afneemt, waarna vanaf ca 12-jarige leeftijd weer een toename optreedt.

Uit bovenstaande punten krijgt men wel sterk de indruk, dat de ellipsvorm samenhangt met de gemiddelde relatieve groeiruimte van de bomen, welke laatste men kan karakteriseren als: de gemiddelde boomafstand uitgedrukt in procenten van de gemiddelde hoogte. Hoe kleiner dit percentage onder overigens gelijke omstandigheden is, des te sterker zal de ellipsvorm gemiddeld zijn. Een kleine relatieve groeiruimte veroorzaakt zijdelings afgeplatte kronen en vermoedelijk ook dito wortelstelsels.

Het mechanisme van de onderlinge samenhang zou men zich als volgt kunnen voorstellen:

In de afgeplatte kroondelen zal de assimilatie, vooral met het oog op de lichtvoorziening, onder minder gunstige omstandigheden plaats vinden dan in de kroondelen die zich, loodrecht op de richting van de rij, ongehinderd hebben kunnen ontwikkelen. Bovendien is de assimilerende massa in de afgeplatte delen geringer. Deze factoren resulteren in een assimilatenstroom, die lateraal van geringer intensiteit is dan loodrecht daarop, waardoor de cambiale activiteit in overeenkomstige mate langs de stamomtrek varieert.

Physiologische experimenten die deze theorie kunnen staven, zijn echter niet voorhanden. Men vindt het verschil ook bij de randbomen van een opstand.