

Veredeling

651:165.3 Populus

## Het potentiële rendement van het veredelingsonderzoek bij populier

The profitability of breeding research on poplar

H. A. van der Meiden

Stichting Industrie-Hout, Wageningen

Het is niet alleen in verband met de financiering van onderzoek maar ook voor de onderzoeker zelf gewenst te weten wat nu eigenlijk het nuttig effect van zijn resultaten is. Het is vaak moeilijk deze en hun consequenties te waarderen, omdat elke schatting van de mate van toepassing van de resultaten speculatief is en omdat de waardering niet altijd gemakkelijk in geld is uit te drukken; indirecte effecten zijn vaak moeilijk te overzien en te waarderen. Deze problemen sluiten echter niet uit dat aan het rendement van onderzoek meer aandacht zou kunnen worden besteed. Hoe speculatief berekeningen daarvan dan ook mogen zijn, hoe zeer zij ook voor kritiek vatbaar zijn, het is beter althans enig inzicht te hebben in het onderzoekrendement dan dat elk idee daarover ontbreekt.

In dit artikel is getracht voor een nogal kostbaar onderdeel van het bosbouwkundig onderzoek, de veredeling en selectie, een benadering van het potentiële rendement te geven. Dit is alleen gedaan voor populier en dan nog beperkt tot de toepassing van de resultaten in ons eigen land. De kosten van het veredelingsonderzoek bij populier, uitgevoerd bij het Bosbouwproefstation te Wageningen, bedragen momenteel iets minder dan f 100.000,- per jaar \*).

Uitgangspunt en ook mede aanleiding tot de berekeningen is een tweetal rapporten van de Nationale Populieren Commissie, welke in de laatste jaren zijn gepubliceerd (3 en 4). Zij hebben resp. betrekking op de financiële resultaten van wijdgeplante opstanden en van grensbeplantingen van populier. In beide rapporten is o.a. een analyse gemaakt van het effect van een produktieverhoging op opbrengst en winst van de beplantingen. Dit blijkt zeer groot te zijn; voor meer bijzonderheden kan worden verwezen naar de genoemde publikaties.

Omdat een produktieverhoging het grootste financiële effect heeft wanneer hij niet gepaard gaat met een verhoging van de cultuurkosten, komt in dit verband aan het gebruik van sneller groeiende rassen, dus aan de resultaten van het veredelingsonderzoek, bijzondere betekenis toe. Men kan zich dan ook afvragen wat, nationaal gezien, met dergelijke nieuwe rassen zou kunnen worden bereikt, verondersteld dat

### Summary

A relatively small increase in diameter and height by the introduction of new poplar clones results in a considerable gain in yield and profitability. This effect is considered for different degrees of growth improvement. An estimation of the profitability of the breeding and selection research on poplar in the Netherlands is made, based on several theoretical assumptions: All stands widely spaced ( $N=200$ ), with a normal age class distribution, 50% with a rotation of 25 years, 50% 30 years. Row plantations with 200 trees per kilometer, a normal age class distribution, 1/3 with a rotation of 20 years, 1/3 25 years, 1/3 30 years. A diameter increase of 10—15% and a height increase of some meters at the end of the rotation means an increase of the wood production in the whole Dutch poplar area of over 100.000 m<sup>3</sup> (nearly 45%) and an increase in output of 5,5 million guilders (over 50%). This emphasizes the profitability of a research which actually costs about 100.000 guilders a year.

deze rassen algemeen worden toegepast. Een dergelijke benadering mag theoretisch zijn, hij geeft wel de mogelijkheden aan.

Zowel in de eerste als in de tweede publikatie van de Nationale Populieren Commissie zijn groeigegevens verstrekt, waarop de berekeningen in dit artikel zijn gebaseerd. Voor opstanden heeft men zes produktiemogelijkheden aangenomen, die vermeld zijn in tabel 1. Voor grensbeplantingen zijn groeigegevens vermeld (tabel 2) die gebaseerd zijn op een onderzoek van Faber (4). Dit voorlopige onderzoek toonde aan dat onderscheid moet worden gemaakt tussen *Populus 'Gelrica'* enerzijds en *Populus 'Robusta'* met enkele andere rassen anderzijds.

Hierna zal voor beide groepen beplantingen (waarbij weg- en grensbeplantingen onder één noemer zijn gebracht) worden nagegaan welke invloed bepaalde groeiverbeteringen op de produktie en de opbrengst hebben.

### Opstanden

In tabel 3.1 en 3.2 is voor resp. 25- en 30-jarige om-

\*) Mededeling van de directeur van het Bosbouwproefstation.

Tabel 1 Groeimogelijkheden in populierenopstanden, 200 bomen per hectare.

Table 1 Yield possibilities in poplar stands, 200 trees per hectare.

groeimogelijkheid yield possibility	L	d (cm)	h (m)	v (m <sup>3</sup> /boom) tree	v <sup>1)</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	v <sup>2)</sup> (m <sup>3</sup> /ha)
Ad <sub>1</sub>	25	45	27	1,775	320	285
	30	50	30	2,451	441	406
Ad <sub>2</sub>	25	40	27	1,417	255	212
	30	45	30	2,005	361	321
Bd <sub>1</sub>	25	45	25	1,626	293	261
	30	50	28	2,263	407	374
Bd <sub>2</sub>	25	40	25	1,298	234	194
	30	45	28	1,851	333	297
Bd <sub>3</sub>	25	35	25	1,004	181	136
	30	39	28	1,407	253	207
Cd <sub>1</sub>	25	35	22	0,869	156	117
	30	39	25	1,236	223	183

1) Stamhout tot 7 cm topdiameter; 10% volkomenheidsverlies ingerekend.

2) Stamhout tot 25 cm topdiameter; 10% volkomenheidsverlies ingerekend.

1) Stemwood till 7 cm topdiameter; 10% to account for losses.

2) Stemwood till 25 cm topdiameter; 10% to account for losses.

Bron/Source: Populier 6 (1) 1969.

Tabel 2 Boniteiten in grensbeplantingen, 200 bomen per kilometer.

Table 2 Yield classes in line plantations, 200 trees per kilometer.

boniteit yield class	L	d (cm)	h (m)	v (m <sup>3</sup> /boom) tree	v <sup>1)</sup> (m <sup>3</sup> /ha)	v <sup>2)</sup> (m <sup>3</sup> /ha)
I R	20	44,5	26	1,665	300	266
	25	50	28,5	2,310	416	381
	30	53	30	2,739	493	461
II R	20	39	23	1,125	203	166
	25	44	25,5	1,594	287	253
	30	47	27	1,929	347	314
III R	20	34,5	20,5	0,782	141	104
	25	39	23	1,125	203	168
	30	41	24	1,299	234	200
I G	20	51	26	2,159	389	360
	25	57,5	28,5	3,014	543	516
	30	61	30	3,576	644	618
II G	20	45	23	1,480	266	238
	25	51	25,5	2,112	380	352
	30	54	27	2,513	452	425
III G	20	39	20,5	0,989	178	146
	25	45	23	1,480	266	238
	30	47	24	1,687	304	274

1) Stamhout tot 7 cm topdiameter; 10% volkomenheidsverlies ingerekend.

2) Stamhout tot 25 cm topdiameter; 10% volkomenheidsverlies ingerekend.

1) Stem wood till 7 cm top diameter; 10% to account for losses.

2) Stem wood till 25 cm top diameter; 10% to account for losses.

Bron/Source: Populier 8 (1) 1971.

Tabel 3.1 Invloed van een bepaalde groeiverbetering (zonder kostenverhoging) op produktie, opbrengst en winst van populierenopstanden. Omloop 25 jaar, 200 bomen per ha, kleigrond.

Table 3.1 Influence of certain growth improvements (without increase of costs) on yield, proceeds and profit of poplar stands. Rotation 25 years, 200 trees per hectare, clay soil.

nr.	verschuiving produktie-mogelijkheid <sup>1)</sup>		toeneming diameter		toeneming hoogte		stijging produktie <sup>2)</sup>		stijging opbrengst <sup>3)</sup>		stijging winst <sup>3)</sup>	
	van from	naar to	van from	naar to	van from	naar to	m <sup>3</sup> /ha	%	f/ha	%	f/ha	%
1	Bd <sub>1</sub>	Ad <sub>1</sub>	45 = 45		25	27	27	9	1440	9	1440	13
2	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>1</sub>	40	45	25	27	86	37	5460	47	5460	78
3	Bd <sub>2</sub>	Bd <sub>1</sub>	40	45	25 = 25		59	25	4020	35	4020	57
4	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	40 = 40		25	27	21	9	1080	9	1080	15
5	Cd <sub>2</sub>	Bd <sub>2</sub>	35	40	22	25	78	50	4620	66	4620	191
6	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	35	40	25	27	74	41	4560	56	4560	128
7	Bd <sub>2</sub>	Bd <sub>2</sub>	35	40	25 = 25		53	29	3480	43	3480	98
8	Cd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	35	45	22	27	164	105	10080	144	10080	417
9	Cd <sub>2</sub>	Bd <sub>1</sub>	35	45	22	25	137	88	8640	123	8640	357
10	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	35	45	25	27	139	77	8940	110	8940	251

Tabel 3.2 Als 3.1, maar omloop 30 jaar.

Table 3.2 As 3.1, but rotation 30 years.

1	Bd <sub>1</sub>	Ad <sub>1</sub>	50 = 50		28	30	34	8	1920	9	1920	11
2	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>1</sub>	45	50	28	30	108	32	6540	37	6540	52
3	Bd <sub>2</sub>	Bd <sub>1</sub>	45	50	28 = 28		74	22	4620	26	4620	37
4	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	45 = 45		28	30	28	8	1440	8	1440	12
5	Cd <sub>2</sub>	Bd <sub>2</sub>	39	45	25	28	110	49	6840	62	6840	121
6	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	39	45	28	30	108	43	6840	55	6840	96
7	Bd <sub>2</sub>	Bd <sub>2</sub>	39	45	28 = 28		80	32	5400	43	5400	76
8	Cd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	39	50	25	30	218	98	13380	122	13380	236
9	Cd <sub>2</sub>	Bd <sub>1</sub>	39	50	25	28	184	83	11460	104	11460	202
10	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	39	50	28	30	188	74	11940	96	11940	168

<sup>1)</sup> Zie Populier 6 (1) 1969.

<sup>2)</sup> Houtvolume tot 7 cm topdiameter/Stem volume till 7 cm top diameter.

<sup>3)</sup> Gebaseerd op houtvolume tot 25 cm topdiameter à f 60,— per m<sup>3</sup> op stam/Based on stem volume till 25 cm top diameter, price f 60,— per m<sup>3</sup> for standing timber).

loop aangegeven welk gevolg een verschuiving van de ene naar de andere produktiemogelijkheid heeft voor de diameter en hoogte van de bomen en wat het effect is op de produktie, de opbrengst en de winst van de beplanting. Het gaat hierbij overwegend om betrekkelijk geringe toenames van diameter en hoogte. Uit de tabellen kan o.m. het volgende worden opgemaakt:

a Indien men door gebruik van een nieuw ras wel een grotere hoogte maar geen grotere diameter bij een bepaalde leeftijd heeft bereikt, is het resultaat relatief gering. Indien echter omgekeerd de diameter wel groter is maar geen sprake is van een hoogtetoe-name, is het effect veel groter, zij het nog wel minder dan wanneer door gebruik van een nieuw ras zowel

diameter als hoogte bij dezelfde leeftijd toegenomen zijn. Met andere woorden: Bij de veredeling en selectie van nieuwe populieren moet vooral aandacht worden besteed aan de verbetering van de diktegroei.

b Een bepaalde verhoging van de produktie leidt tot een grotere verhoging van de opbrengst, dit als gevolg van het feit dat deze produktiestijging (stamhout tot 7 cm topdiameter) een relatief grotere stijging van de hoeveelheid geproduceerd werkhout (25 cm topdiameter) tot gevolg heeft.

c De potentiële stijging van de winst door groeiverbetering is procentueel nog weer aanzienlijk groter dan de stijging van de opbrengst, vooral als men van een laag groeivolume uitgaat.

Uit de 3e bosstatistiek (1) blijkt dat het areaal populierenbos 7.950 ha groot is. Men kan zich nu afvragen in welke mate produktie en opbrengst van dit areaal zullen toenemen als de er nu voorkomende rassen geheel zouden worden vervangen door nieuwe rassen met een betere groei. Omdat men toch niet naar meer dan een indruk kan streven, moeten enkele veronderstellingen worden gedaan:

- Alle opstanden bestaan uit 200 bomen per ha.
- 50% van de opstanden wordt met een 25-jarige, 50% met een 30-jarige omloop geëxploiteerd.
- Er is sprake van een normale leeftijdsclassenverdeling, over het gehele areaal gerekend.

In tabel 4 is aangegeven wat onder deze omstandigheden de verhoging van de produktie en de opbrengst voor het gehele Nederlandse populierenbosareaal zou zijn, indien de in tabel 3 nader omschreven groeiver-schuivingen zouden plaatsvinden. Het is moeilijk te zeggen welke produktiemogelijkheid als normatief voor het gemiddelde van dit moment moet worden beschouwd. Vermoedelijk zal deze ergens tussen Bd<sub>2</sub> en Bd<sub>3</sub> liggen. In dit verband komen, voorzichtig geredeneerd, de verschuivingsmogelijkheden nrs. 2, 5

Tabel 4 Produktie- en opbrengstvermeerdering door nieuwe selecties in het gehele Nederlandse populierenbosareaal (7950 ha), gesteld dat dit een normale leeftijdsclassenverdeling heeft en dat 50% met 25-jarige en 50% met 30-jarige omloop wordt geëxploiteerd. 200 bomen per ha. Gebaseerd op opbrengstgegevens in Populier 6 (1) 1969.

Table 4 Increase of yield and proceeds by the use of new poplar hybrids in the Dutch poplar forest area, assumed that this shows a normal age class distribution and that 50% is cultivated with a rotation of 25 years, 50% with a rotation of 30 years. 200 trees per ha. Based on yield figures mentioned in Populier 6 (1) 1969.

nr.	verschuiving produktiemogelijkheid change of yield possibility		jaarlijkse toeneming annual increase	
	van from	naar to	produktie <sup>1)</sup> yield x 1000 m <sup>3</sup>	opbrengst <sup>2)</sup> proceeds x f 1.000.000
1	Bd <sub>1</sub>	Ad <sub>1</sub>	9	0,50
2	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>1</sub>	28	1,75
3	Bd <sub>2</sub>	Bd <sub>1</sub>	19	1,25
4	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	7	0,35
5	Cd <sub>3</sub>	Bd <sub>2</sub>	27	1,65
6	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>2</sub>	26	1,65
7	Bd <sub>3</sub>	Bd <sub>2</sub>	19	1,25
8	Cd <sub>3</sub>	Ad <sub>1</sub>	55	3,35
9	Cd <sub>3</sub>	Bd <sub>1</sub>	46	2,90
10	Bd <sub>2</sub>	Ad <sub>1</sub>	48	3,00

<sup>1)</sup> Houtvolume tot 7 cm topdiameter van de stam/Stem volume till 7 cm top diameter.

<sup>2)</sup> Gebaseerd op houtvolume tot 25 cm topdiameter van de stam en een houtprijs van f 60,—/m<sup>3</sup> voor hout op stam/  
Based on stem volume till 25 cm top diameter and a price for standing timber of f 60,—/m<sup>3</sup>.

en 6 het meest in aanmerking om aan te geven welke groeiverbetering ten gevolge van de veredeling en selectie reëel is te verwachten; deze zou moeten inhouden een diameterwinst van 10 à 15% (5 à 6 cm) en een hoogtewinst van enkele meters bij de aangenomen omlopen. Dit leidt tot de conclusie dat het onderzoek in de toekomst, deze groeiverbetering en de eerdergenoemde voorwaarden in aanmerking genomen, voor het Nederlandse populierenbos potentieel kan leiden tot:

- een jaarlijkse produktieverhoging van 27.000 m<sup>3</sup> ± (40%).
- een jaarlijkse opbrengstverhoging van ± 1,7 miljoen gulden (± 50%).

Aangezien Van Goor en Koster (2) aannemen dat een gemiddelde produktieverhoging van 100% door de introductie van nieuwe populiererasen mogelijk is, blijft de bovengenoemde 40% aan de bescheiden kant.

### Weg- en grensbeplantingen

In de tabellen 5.1, 5.2 en 5.3 is voor resp. 20-, 25- en 30-jarige omloop aangegeven wat een verschuiving van de ene naar de andere groeiklasse voor diameter en hoogte van de bomen betekent en wat het effect is op de produktie en de opbrengst van de beplantingen. Uit deze tabellen blijkt hetzelfde als wat voor opstanden is opgemerkt onder de punten a en b.

Volgens de 3e bosstatistiek is de totale lengte van weg- en grensbeplantingen van populier in Nederland 17.090 km. Voor een schatting van de mogelijkheden die het gebruik van nieuwe rassen voor produktie en opbrengst van dit soort beplantingen betekent, is weer uitgegaan van een aantal premissen:

- Alle beplantingen bestaan uit 200 bomen per km.
- 1/3 van de beplanting wordt geëxploiteerd met een omloop van 20 jaar, 1/3 met een omloop van 25 jaar en 1/3 met een omloop van 30 jaar.
- Er is sprake van een normale leeftijdsclassenverdeling over het totale areaal gezien.

In tabel 6 is aangegeven wat bij deze voorwaarden de verhoging van de produktie en van de opbrengst in het totale Nederlandse areaal aan weg- en grensbeplantingen is, indien de groei van een bepaalde groeiklasse naar een betere verschuift. Indien men aanneemt dat het grootste deel van onze weg- en grensbeplantingen nu in de groeiklassen II R, III R en III G voorkomt lijken de groeiverschuivingen nrs. 1, 4 en 7 het meest reëel. Ook hier zou dan weer sprake zijn van een hoogtewinst van enkele meters en een diameterwinst van 10 à 15% (6 à 7 cm) bij de aangenomen omlopen. Gemiddeld betekent deze groeiverschuiving voor onze Nederlandse weg- en grensbeplantingen:

- een jaarlijkse produktieverhoging van 75.000 m<sup>3</sup> (45%)
- een jaarlijkse opbrengstverhoging van ± 3,8 miljoen gulden (53%)

Tabel 5.1 Invloed van een bepaalde groeiverbetering (zonder kostenverhoging) op produktie en opbrengst bij populierengrensbeplantingen. Omloop 20 jaar.

Table 5.1 Influence of certain growth improvements (without increase of costs) on yield and proceeds in poplar line plantations. Rotation 20 years.

nr.	verschuiving <sup>1)</sup> boniteit		toeneming diameter		toeneming hoogte (m)		stijging pro- duktie <sup>2)</sup>		stijging opbrengst <sup>3)</sup> increase of proceeds	
	change of yield class		(cm)		height increase		Increase of yield		f/km	
	van from	naar to	van from	naar to	van from	naar to	m <sup>3</sup> /km	%	f/km	%
1	II R	I R	39	44,5	23	26	97	48	5000	60
2	II R	II G	39	45	23 = 23	23	63	31	3600	43
3	II R	I G	39	51	23	26	186	92	9700	117
4	III R	II R	34,5	39	20,5	23	62	44	3100	60
5	III R	III G	34,5	39	20,5 = 20,5	20,5	37	26	2100	40
6	II G	I G	45	51	23	26	123	46	6100	51
7	III G	II G	39	45	20,5	23	88	49	4600	63
8	III G	II R	39 = 39	39	20,5	23	25	14	1000	14

Tabel 5.2 Als 5.1, maar omloop 25 jaar.

Table 5.2 As 5.1, but rotation 25 years.

1	II R	I R	44	50	25,5	28,5	129	45	6400	51
2	II R	II G	44	51	25,5 = 25,5	25,5	93	32	4950	39
3	II R	I G	44	57,5	25,5	28,5	256	89	13150	104
4	III R	II R	39	44	23	25,5	84	41	4250	51
5	III R	III G	39	45	23 = 23	23	63	31	3500	42
6	II G	I G	51	57,5	25,5	28,5	163	43	8200	47
7	III G	II G	45	51	23	28,5	114	43	5700	48
8	III G	II R	[45 = 44]	44	23	25,5	21	8	750	6

Tabel 5.3 Als 5.1, maar omloop 30 jaar.

Table 5.3 As 5.1, but rotation 30 years.

1	II R	I R	47	53	27	30	146	42	7350	47
2	II R	II G	47	54	27 = 27	27	105	30	5550	35
3	II R	I G	47	61	27	30	297	86	15200	97
4	III R	II R	41	47	24	27	113	48	5700	57
5	III R	III G	41	47	24 = 24	24	70	30	3700	37
6	II G	I G	54	61	27	30	192	42	9650	45
7	III G	II G	47	54	24	27	148	49	7550	55
8	III G	II R	47 = 47	47	24	27	43	14	2000	15

<sup>1)</sup> Zie Populier 8 (1) 1971

<sup>2)</sup> Houtvolume tot 7 cm top. Stem volume till 7 cm top diameter.

<sup>3)</sup> Gebaseerd op houtvolume tot 25 cm top en een houtprijs van f 50/m<sup>3</sup> op stam. Based on stem volume till 25 cm top diameter and a price of f 50/m<sup>3</sup> for standing timber.

R = Robusta e.a.

G = Gelrica

Tabel 6 Opbrengstvermeerdering door nieuwe selecties in het totaal aan Nederlandse grensbeplantingen (17.090 km), verondersteld dat deze een normale leeftijdsklassenverdeling zouden hebben en dat 1/3 met 20-jarige, 1/3 met 25-jarige en 1/3 met 30-jarige omloop zou worden geëxploiteerd. Gebaseerd op opbrengstgegevens in Populier 8 (1) 1971.

Table 6 Increase of yield and proceeds by the use of new poplar hybrids in all line plantations in the Netherlands (17.090 km), assumed that these show a normal age class distribution and that 1/3 is cultivated with a rotation of 20 years, 1/3 with a rotation of 25 years and 1/3 with a rotation of 30 years. Based on yield figures mentioned in Populier 8 (1) 1971.

nr.	verschuiving boniteit change of yield class		jaarlijkse toeneming annual increase	
	van from	naar to	produktie <sup>1)</sup> yield (x 1000 m <sup>3</sup> )	opbrengst <sup>2)</sup> proceeds (x f 1.000.000)
1	II R	I R	85	4,30
2	II R	II G	59	3,20
3	II R	I G	168	8,65
4	III R	II R	58	2,95
5	III R	III G	38	2,10
6	II G	I G	109	5,45
7	III G	II G	79	4,05
8	III G	II R	20	0,85

<sup>1)</sup> Houtvolume tot 7 cm top. Stem volume till 7 cm top diameter.

<sup>2)</sup> Gebaseerd op houtvolume tot 25 cm top en een houtprijs van f 50/m<sup>3</sup> op stam. Based on stem volume till 25 cm top diameter and a price of f 50/m<sup>3</sup> for standing timber.

## Conclusies

1 Uit de berekeningen blijkt dat de jaarlijkse opbrengstverhoging als gevolg van het introduceren van nieuwe, sneller groeiende populiererasen voor het huidige Nederlandse populierenareaal reeds bij een relatief geringe diameter- en hoogtewinst in de miljoenen kan lopen; onder de in dit artikel aangenomen voorwaarden is de potentiële produktieverhoging, uitgaande van het huidige populierenareaal, ruim 100.000 m<sup>3</sup> en de opbrengstverhoging 5,5 miljoen gulden per jaar.

2 Het feit dat het Bosbouwproefstation nieuwe rassen ook selecteert op een hoge mate van resistentie tegen de bekende schadelijke ziekten, die ernstige groeistoornissen of zelfs sterfte tot gevolg hebben, levert een bijdrage aan het nuttig rendement van het veredelingsonderzoek die zeer belangrijk is maar moeilijk te waarderen.

3 De sub 1 genoemde bedragen gelden alleen voor Nederland. Het veredelingsonderzoek sorteert echter ook effect voor andere landen.

4 De investeringen, jaarlijks in het veredelingsonderzoek van populier gedaan (100.000) zijn, op lange termijn gezien, alleszins verantwoord.

## Literatuur

- 1 Centraal Bureau voor de Statistiek. De Nederlandse Bosstatistiek 1964-1968. Den Haag, Staatsuitgeverij, 1971.
- 2 Goor, C. P. van en R. Koster. 1969. Verwachtingen van nieuwe populiereklonen. Populier 6 (3) : 43-47; Bericht Bosbouwproefstation, nr. 69.
- 3 Nationale Populieren Commissie, werkgroep Economie. 1969. Financiële resultaten van populierenopstanden. Populier 6 (1) : 2-19.
- 4 Idem. 1971. De financiële resultaten van populierenbeplantingen langs perceelsgrenzen. Populier 8 (1) : 2-21.