

De invloed van produktkwaliteit en draaibankspecificaties op de bewerkingskosten

Citation for published version (APA):

Houten, van, F. J. A. M. (1977). *De invloed van produktkwaliteit en draaibankspecificaties op de bewerkingskosten*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0399). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1977

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

ARK
01
WPA

WT 0399

van der Wolf

12 APR. 1977

th e

Eindhoven University of Technology

Department of Mechanical Engineering

De Invloed van Produktkwaliteit
en Draaibankspecificaties op de
Bewerkingskosten

door

F.J.A.M. van Houten

PT RAPPORT 0399



Division of Production Technology

Eindhoven
Netherlands

OPMERKING VOORAF

De lezer wordt bekend verondersteld met de inhoud van:

1) Handleiding behorende bij de rekenprogramma's BIDBATCH en BIDCANDE. F.J.A.M. van Houten. PT Rapport nr. 0397 Technische Hogeschool Eindhoven. 1977.

en

2) De ontwikkeling van BIDCANDE, een technologisch programmasysteem voor draaibewerkingen. F.J.A.M. van Houten PT Rapport nr. 0398. Technische Hogeschool Eindhoven. 1977.

Voor een lijst van gebruikte symbolen wordt verwezen naar 1)

INHOUDSOPGAVE

Inleiding		2
Hoofdstuk 1	Draaibankspecificaties	6
1.1	De invloed van het bankvermogen	8
1.2	De invloed van het aantal in te stellen toerentallen	11
1.3	De invloed van het aantal in te stellen aanzetten	11
1.4	De invloed van het man-machine- uur-tarief	11
1.5	De invloed van de niet-produk- tieve tijd	16
Hoofdstuk 2	De invloed van het gereedschap	16
2.1	De invloed van de hardmetaalkwa- liteit	16
2.2	De invloed van het slijtagekri- terium	21
2.3	De invloed van de gereedschap- kosten	21
2.4	De invloed van de gereedschap- wisseltijd	21
Hoofdstuk 3	Produktkwaliteit	22
3.1	De invloed van de oppervlakte- ruwheid	22
Referenties		24

INLEIDING

Met behulp van het rekenprogramma BIDCANDE (ref.1) is een onderzoek verricht naar de economische konsekwenties van de aan een produkt gestelde kwaliteitseisen en de fysische begrenzingen in het gereedschapswerktuig bij draaien.

Het onderzoek beperkt zich tot langsdraaibewerkingen aan produkten met een eenvoudige geometrie, nl. cylinders die over de gehele lengte worden afgedraaid totdat de diameter de helft bedraagt van de oorspronkelijke diameter.

Dergelijke produkten kunnen volledig gekarakteriseerd worden door de verhouding tussen hun lengte en diameter (L/D) en het te verspanen volume (VOL)

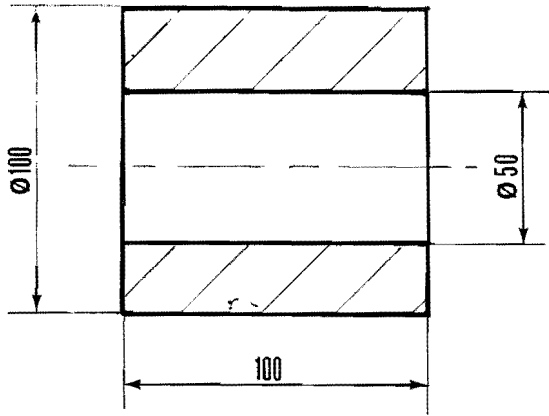
Figuur 1 toont de geometrie van drie produkten met eenzelfde te verspanen volume ($5.8 \times 10^5 \text{ mm}^3$), de verhouding tussen lengte en diameter is als volgt:

produkt	L/D
1A	1
2	8
3	1/8

Figuur 2 toont de geometrie van twee produkten met dezelfde L/D verhouding als produkt 1A uit Fig. 1 (L/D=1), het te verspanen volume is in het ene geval twee maal zo groot en in het andere geval twee maal zo klein als het volume dat bij bewerking van produkt 1A verspaand moet worden.

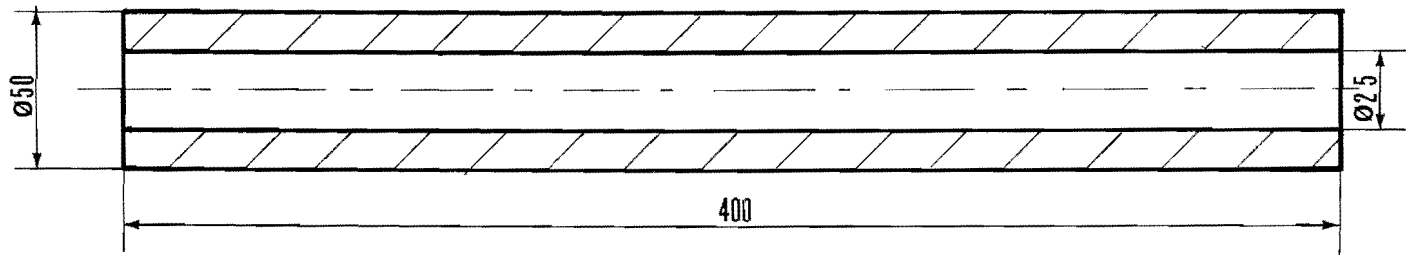
produkt	te versp. vol.
1A	$5.8 \times 10^5 \text{ mm}^3$
1B	$11.6 \times 10^5 \text{ mm}^3$
1C	$2.9 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Steeds werd gestreefd naar die machineinstelling waarbij de bewerkingskosten minimaal zijn. (optimaliseringskriterium: minimale produktiekosten).



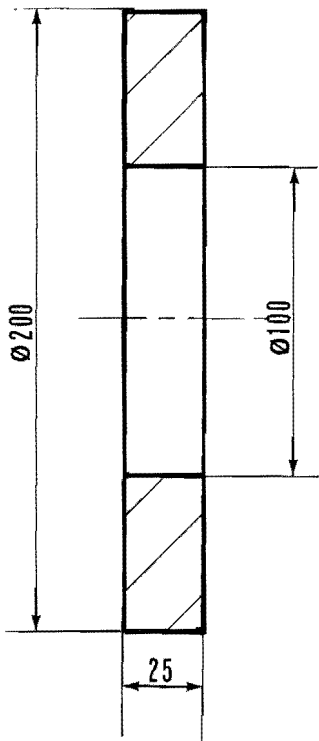
$L/D = 1$

produkt 1A



$L/D = 8$

produkt 2



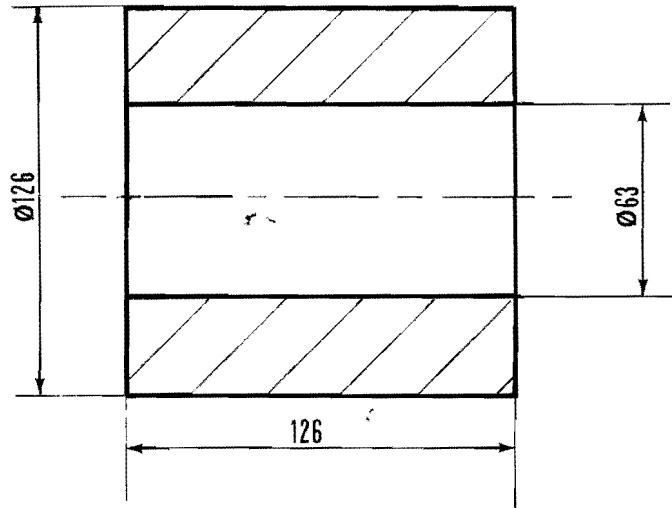
$L/D = 1/8$



te verspanen volume $5.8 \cdot 10^{15} \text{ mm}^3$

produkt 3

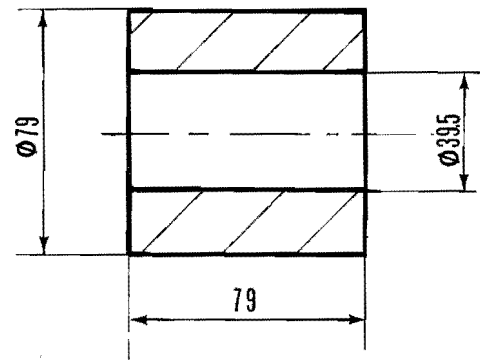
Figuur 1 testprodukten



$$L/D = 1$$

te verspanen volume $11.6 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$

produkt 1B



$$L/D = 1$$

te verspanen volume $2.9 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$

produkt 1C

Figuur 2 testprodukten

Bij het berekenen van de bewerkingskosten werd uitgegaan van het gebruik van een beitel met de volgende geometrie:

spaanhoek	6°
snijkantshoek	90°
hulpsnijkantshoek	30°
vrijloophoek	5°
hellingshoek	0°
snijkantslengte	10 mm
neusradius	0.4 mm

Als werkstukmateriaal werd gekozen CK 45 N ($\sigma_B=618 \text{ N/mm}^2$)
($\rho V=178 \text{ kgf/mm}^2$)

Bij alle berekeningen, behalve in die gevallen waar de gevoeligheid voor de betreffende variabele werd getest, is gekozen voor:

standaardgereedschap	}	hardmetaalkwaliteit P20
		slijtagekriterium VBo 0.4 mm
		gereedschapwisseltijd 0.5 min
		kosten/snikant HFL 2.-

standaarddraaibank	}	netto machinevermogen	10^4 kW	V
		maximумаandrijfkoppel	$1.6 \times 10^5 \text{ Nm}$	
		toerentalreeks (cont. var.)	10-3000 $\frac{\text{omw}}{\text{min}}$	
		aanzetreeks (cont. var.)	0.2-10 mm/omw	
		ijlgangsnelheid	102 m/min	
		man-machine-uur-tarief	HFL 47.-	

niet-productieve tijd per produkt 1 min

HOOFDSTUK 1

DRAAIBANKSPECIFIKATIES

Voor een organisatieschema van het bij het onderzoek gebruikte machinebestand (BID/THE/MACHINEDATA) wordt verwezen naar ref. 1 Appendix I. Figuur 3 toont een listing van de machinefile.

De machines zijn ingedeeld in drie groepen:

- 1) machinenummers 1 t/m 10: netto bankvermogens 5-9-15-
-20-25-30-35-40-45-50 kW
toerentallen 10-3000 omw/min
(continu variabel)
aanzetten 0.2-10 mm/omw
(continu variabel)

- 2) machinenummers 11 t/m 20: toerentallen 2-4-6-8-10-12-
-20-40-100- cont. var.
(tussen 112 en 1400)
netto bankvermogen 10^4 kW
(altijd voldoende vermogen)
aanzetten 0.2-10 mm/omw
(continu variabel)

- 3) machinenummers 21 t/m 30: aanzetten 5-10-20-40-80-
-160-320-640-1280-cont. var.
(tussen 0.2-10 mm/omw)
netto bankvermogen 10^4 kW
toerentallen 10-3000 omw/min
(continu variabel)

Bij het maken van een schatting van het man-machine-uur-tarief is uitgegaan van het door DAF gehanteerde man-uur-tarief: HFL 35.00 (op 1-1-77).

BID/TRE/MAC/INEGATA

Geschat
man-machine-wur
tarief

Line	Param 1	Param 2	Param 3	Param 4	Param 5	Param 6	Param 7	Param 8	Param 9	Param 10	Value					
30,																
1	5	800	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	50.1	511	1.0077	102	46.3	
2	9	1500	1400	112	12	1.25	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	47
3	15	2400	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	48.8
4	20	3200	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	49.8
5	25	4000	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	50.8
6	30	4800	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	51.8
7	35	5600	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	52.8
8	40	6400	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	53.8
9	45	7200	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	54.8
10	50	8000	3000	10	0	0	10	2	511	1.0077	5	1	511	1.007	102	55.8
11	E4	1.6E5	1400	112	2	12.5	10	2	0	0	5	1	0	0	102	46.0
12	E4	1.6E5	1400	112	4	2.3208	10	2	0	0	5	1	0	0	102	46.2
13	E4	1.6E5	1400	112	6	1.6572	10	2	0	0	5	1	0	0	102	46.4
14	E4	1.6E5	1400	112	8	1.4345	10	2	0	0	5	1	0	0	102	46.6
15	E4	1.6E5	1400	112	10	1.3240	10	2	0	0	5	1	0	0	102	46.8
16	E4	1.6E5	1400	112	12	1.2581	10	2	0	0	5	1	0	0	102	47.0
17	E4	1.6E5	1400	112	20	1.1422	10	2	0	0	5	1	0	0	102	47.2
18	E4	1.6E5	1400	112	40	1.0609	10	2	0	0	5	1	0	0	102	47.4
19	E4	1.6E5	1400	112	80	1.02584	10	2	0	0	5	1	0	0	102	47.6
20	E4	1.6E5	1400	112	0	0	10	2	0	0	5	1	0	0	102	47.8
21	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	5	2.6591	5	1	5	2.6591	102	47.1
22	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	10	1.5444	5	1	10	1.5444	102	47.2
23	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	20	1.2286	5	1	20	1.2286	102	47.3
24	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	40	1.1055	5	1	40	1.1055	102	47.4
25	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	80	1.0508	5	1	80	1.0508	102	47.5
26	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	160	1.0249	5	1	160	1.0249	102	47.6
27	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	320	1.0123	5	1	320	1.0123	102	47.7
28	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	640	1.00614	5	1	640	1.00614	102	47.8
29	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	1280	1.00307	5	1	1280	1.00307	102	47.9
30	E4	1.6E5	3000	10	0	0	10	2	0	0	5	1	0	0	102	48.0

Figuur 3 machinefile

De machine-uur-kosten werden als volgt geschat:

Uitgaande van een basisbedrag van HFL 100000.-
werd in rekening gebracht: 2000 HFL/kW
r(investering) 2000 HFL/vergroting
toerentalreeks
1000 HFL/verdubbeling
aantal aanzetten

Met behulp van de grafieken in ref 1 (fig. 5) kunnen de machine-uur-kosten worden bepaald uit de geïnvesteerde bedragen.

1.1 DE INVLOED VAN HET BANEVERMOGEN (fig 4)

Figuur 4 geeft de kosten en tijden die gemoeid zijn met het bewerken van de produkten 1A, 2 en 3 (VOL=const.)

De getrokken krommen in de linkse grafiek geven de bewerkingskosten weer, inclusief de kosten t.g.v. de niet-productieve tijd.

De dun-gestreepte krommen representeren de bewerkingskosten exclusief de kosten van de niet-productieve tijd.

De pijlen in de figuur geven de grootte van het procesvermogen aan dat vereist is bij verspanen onder omstandigheden waarbij de gebruiksmogelijkheden van het gereedschap zo optimaal mogelijk worden benut.

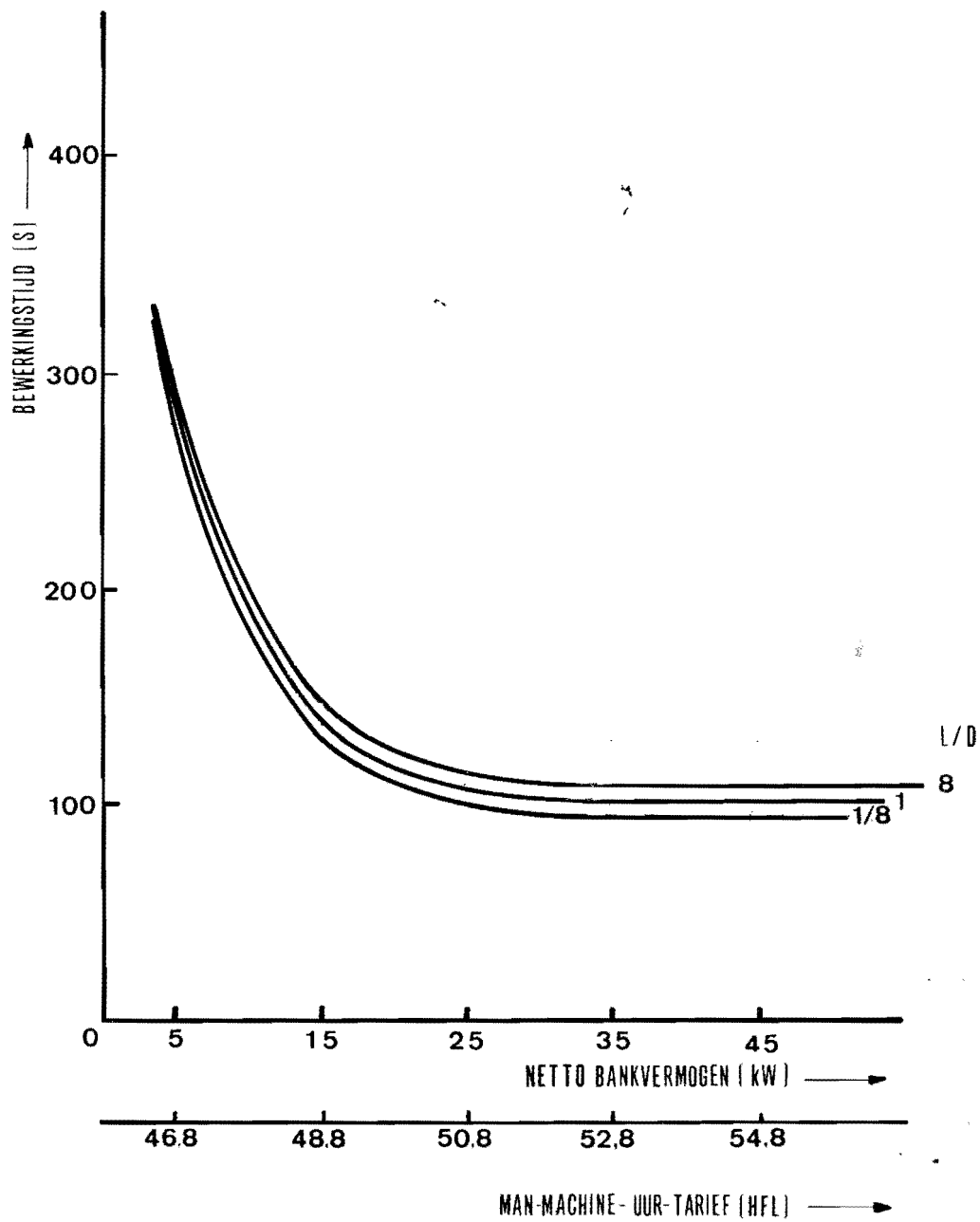
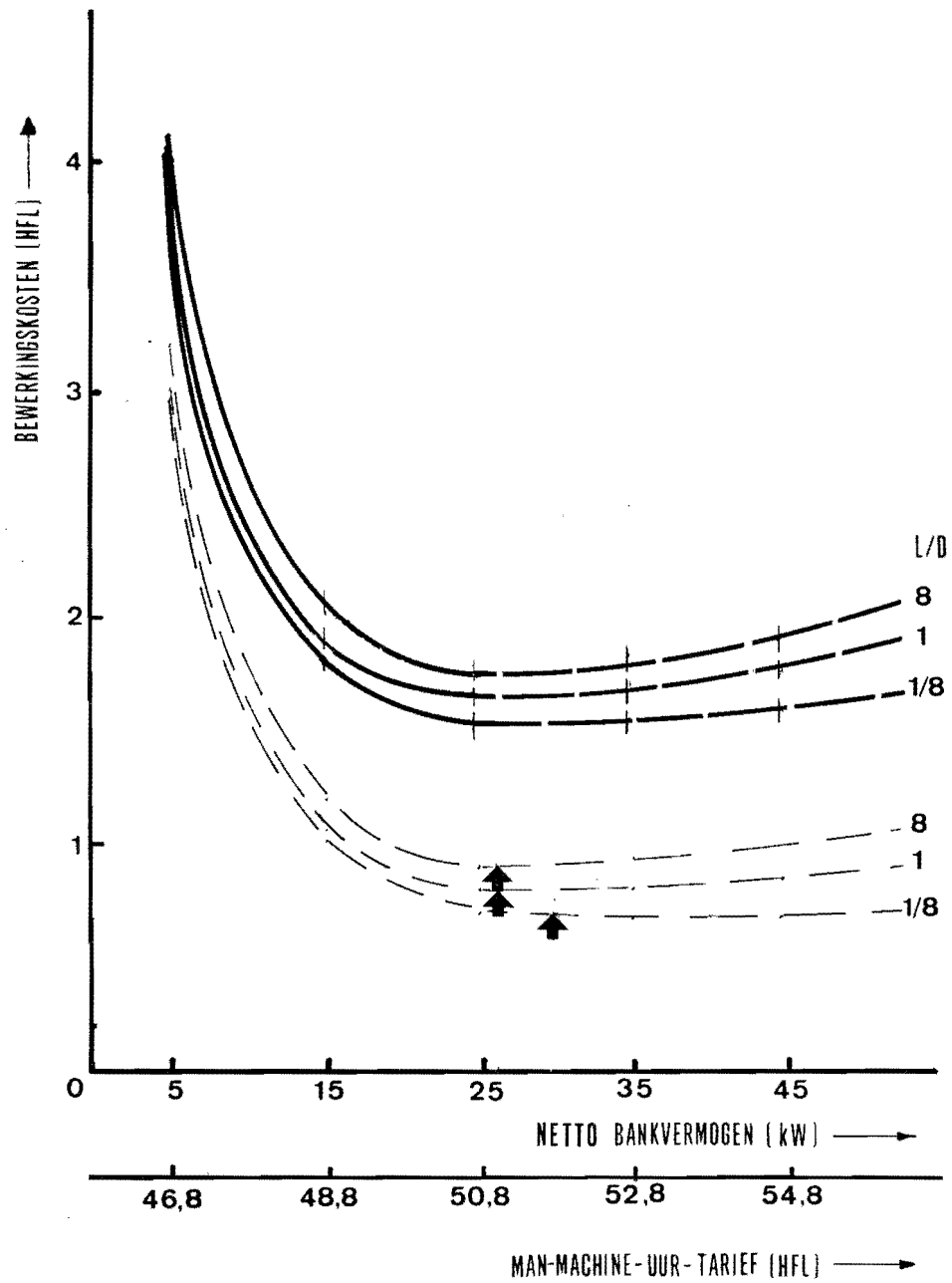
De kosten-krommen vertonen minima omdat een overschot aan vermogen niet gebruikt kan worden, maar wel extra kosten veroorzaakt vanwege de toename van het man-machine-uur-tarief.

Een tekort aan machinevermogen heeft een veel sterker kostenverhogend effect dan een overschot aan vermogen.

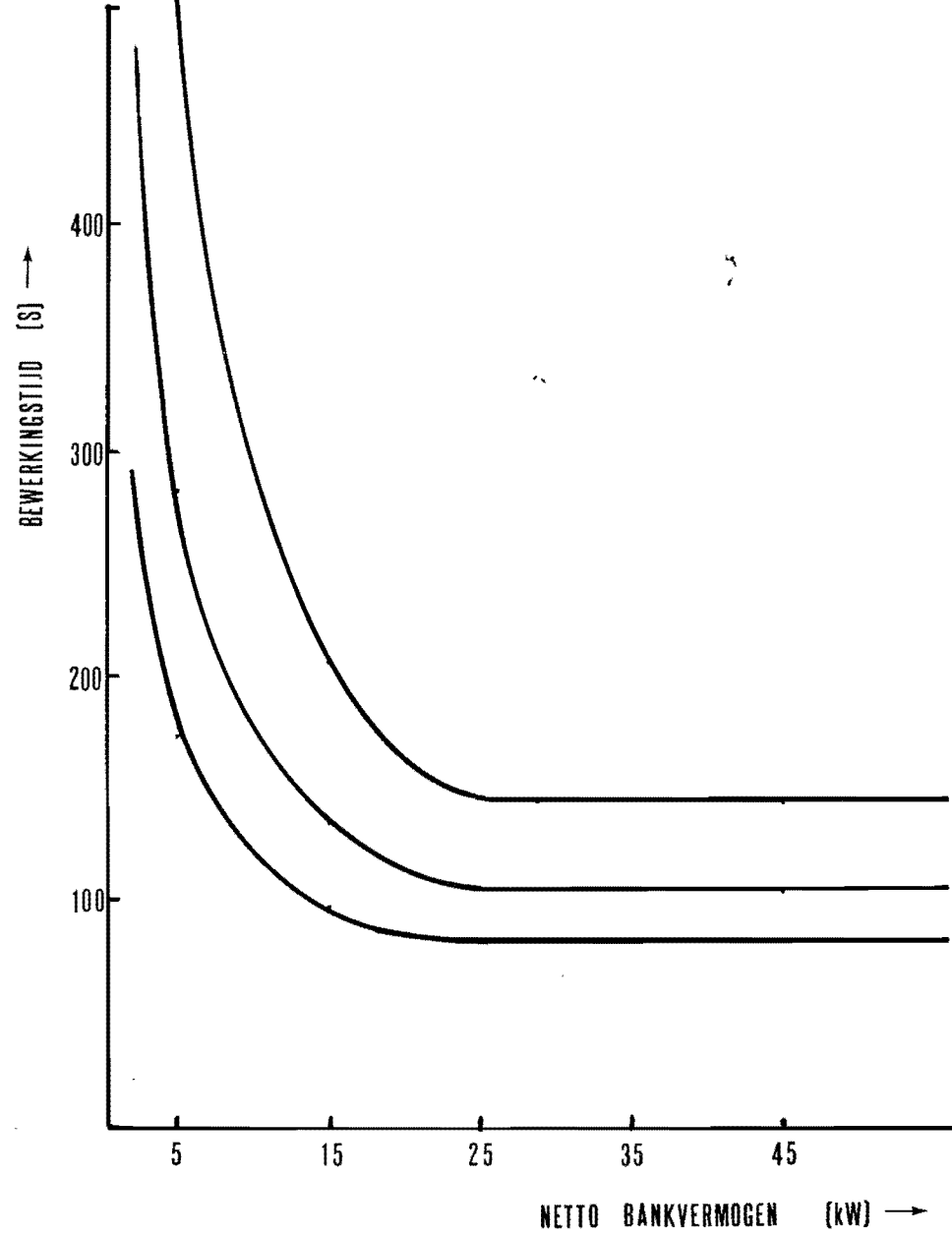
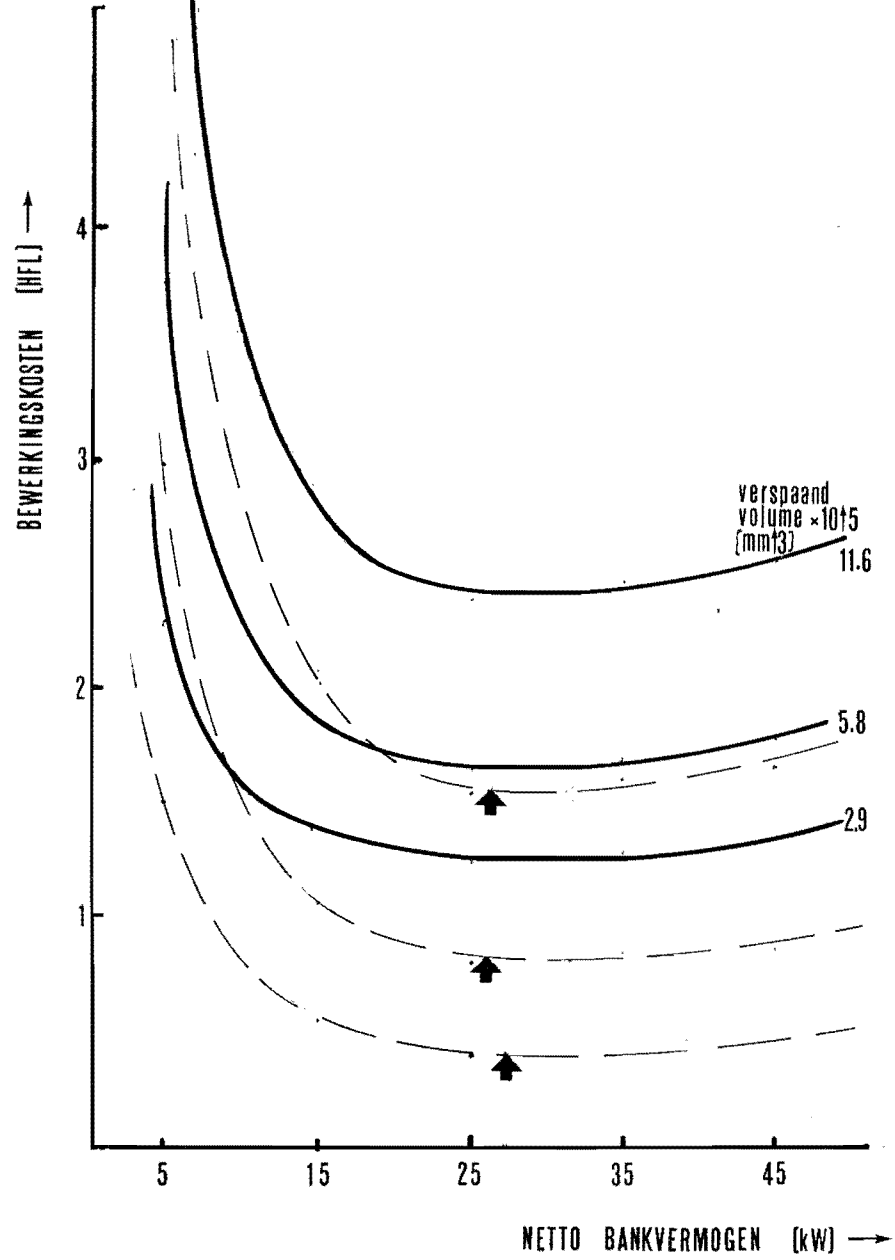
Figuur 5 geeft de bewerkingskosten en -tijden voor de produkten 1A, 1B en 1C ($VOL.1B=2xVOL.1A$, $VOL.1C=1/2xVOL.1A$)

De pijlen geven weer het vereiste procesvermogen aan.

Als men de dun-gestreepte krommen met elkaar vergelijkt dan valt direkt op dat de bewerkingskosten (exclusief de kosten t.g.v. de niet-productieve tijd) ongeveer evenredig zijn met het te verspanen volume.



Figuur 4



Figuur 5

1.2 DE INVLOED VAN HET AANTAL IN TE STELLEN TOERENTALLEN (fig 6)

De bewerkingskosten vertonen een grillig verloop als functie van het aantal toerentallen dat op de draaibank is in te stellen. Dit is als volgt te verklaren:

Naarmate het aantal toerentallen toeneemt worden de maximumafwijkingen tussen de "optimale" en werkelijk in te stellen toerentallen steeds kleiner. Het is dus te verwachten dat de kromme die de bewerkingskosten weergeeft op den duur nadert tot een rechte. Deze rechte geeft de invloed van de stijging van het machine-uur-tarief weer. Wanneer het aantal in te stellen toerentallen klein is, dan is de te verwachten maximumafwijking tussen "optimale" en werkelijke toerental relatief groot. Het is echter zeer goed mogelijk dat de werkelijk optredende afwijking vele malen kleiner is dan de maximumwaarde omdat enkele toerentallen uit de reeks toevallig dicht in de buurt van de "optimale" liggen.

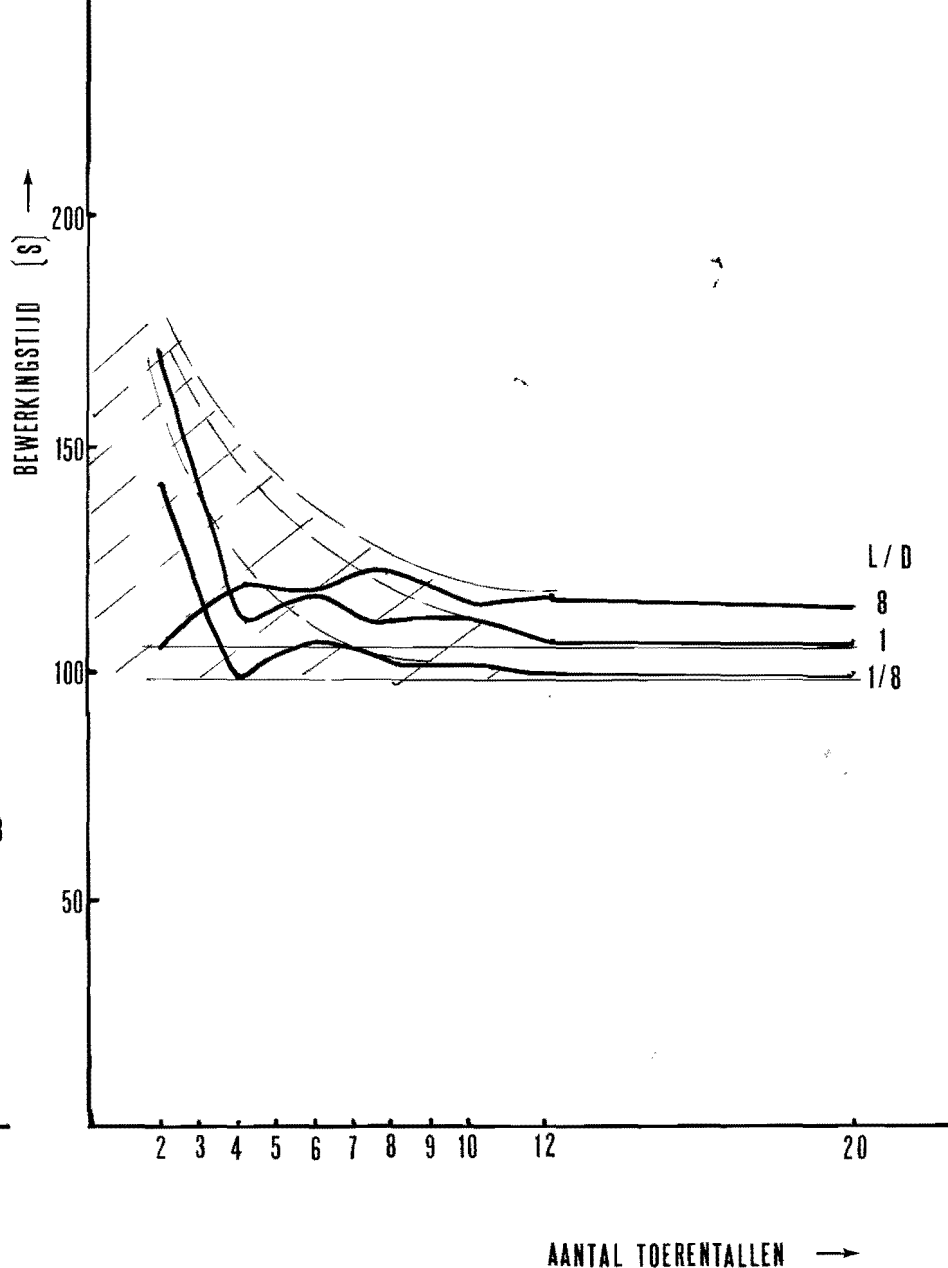
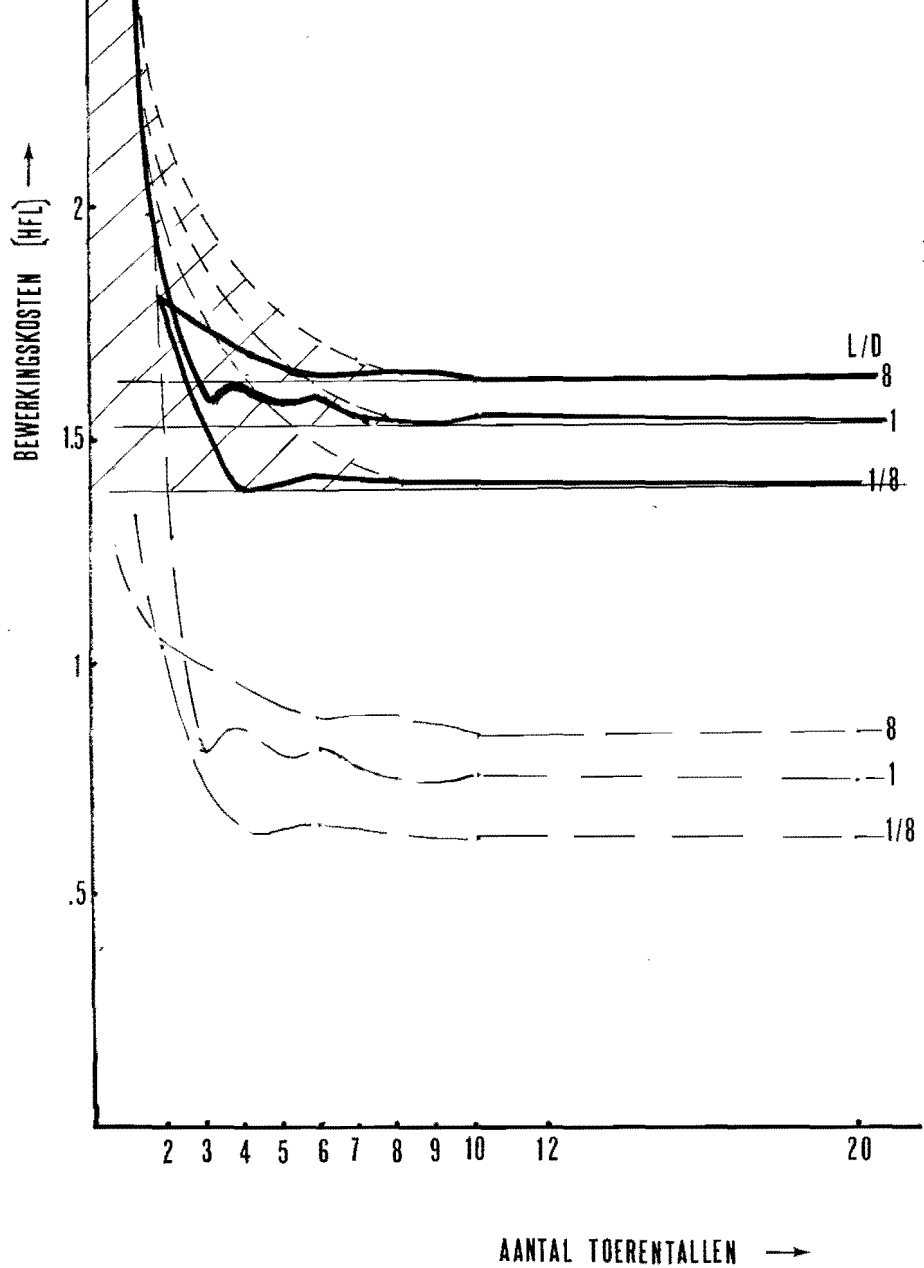
De te verwachten bewerkingskosten en -tijden voor produkten met andere L/D-verhoudingen zullen ergens binnen de gearceerde gebieden liggen.

1.3 DE INVLOED VAN HET AANTAL IN TE STELLEN AANZETTEN (fig 7)

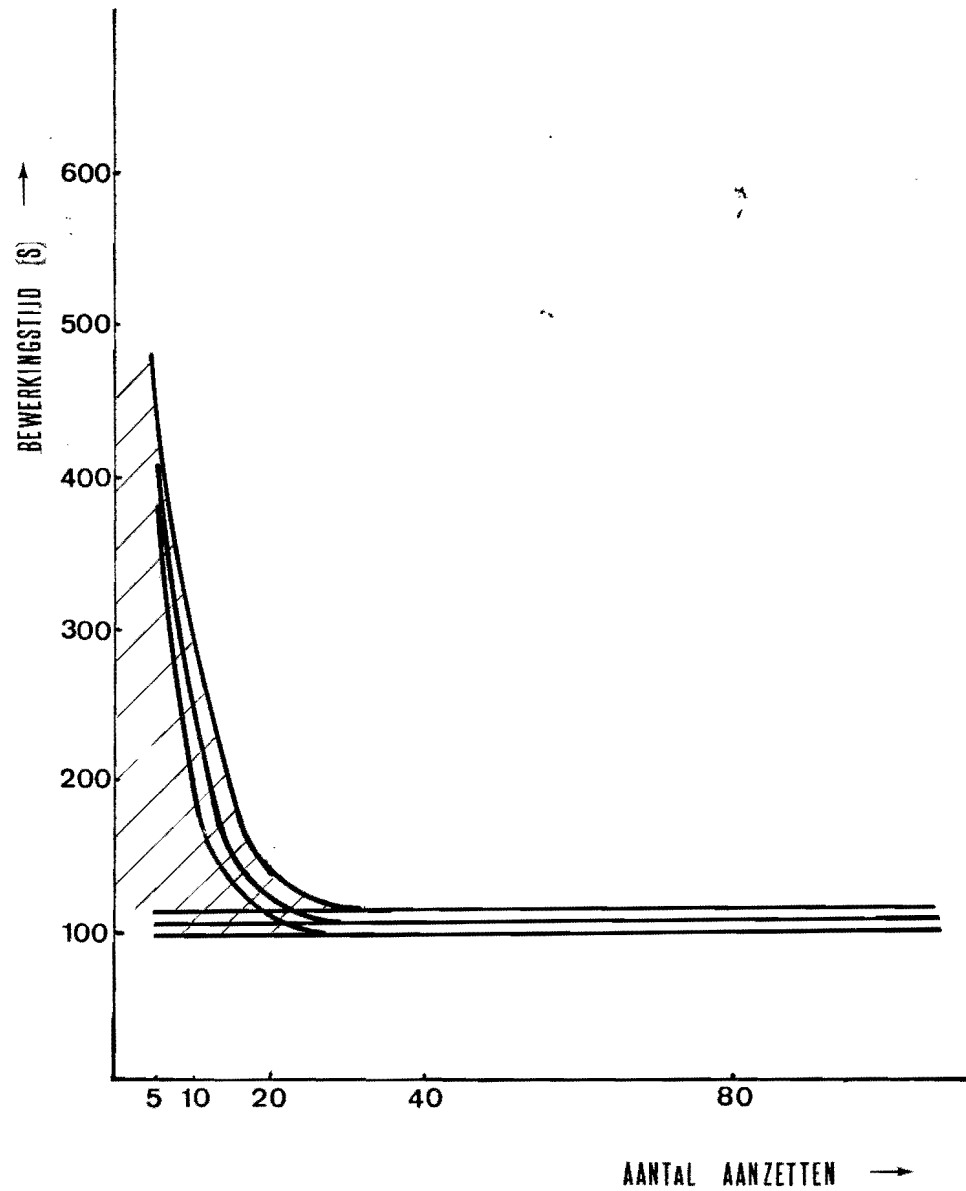
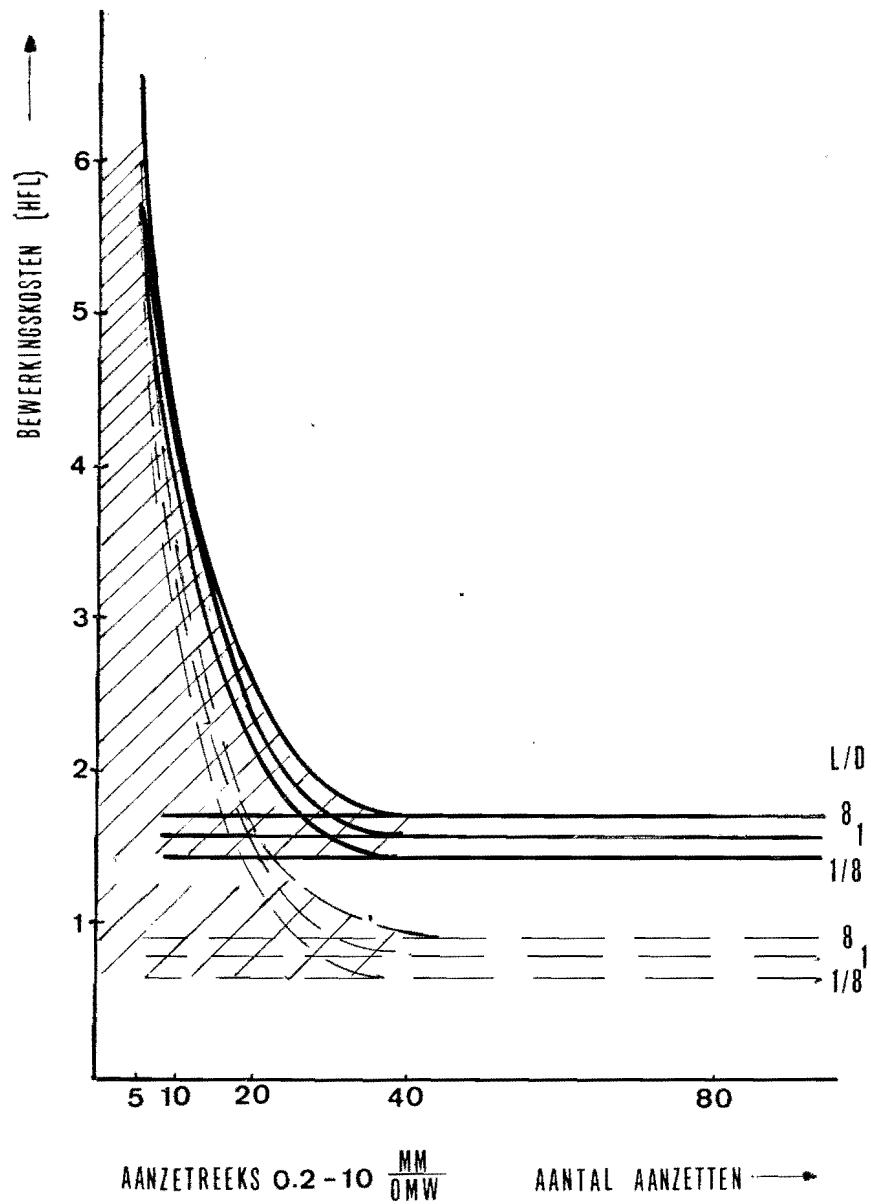
Een zelfde toelichting als bij punt 1.2 is hier van toepassing.

1.4 DE INVLOED VAN HET MAN-MACHINE-UR-TARIEF (fig 8)

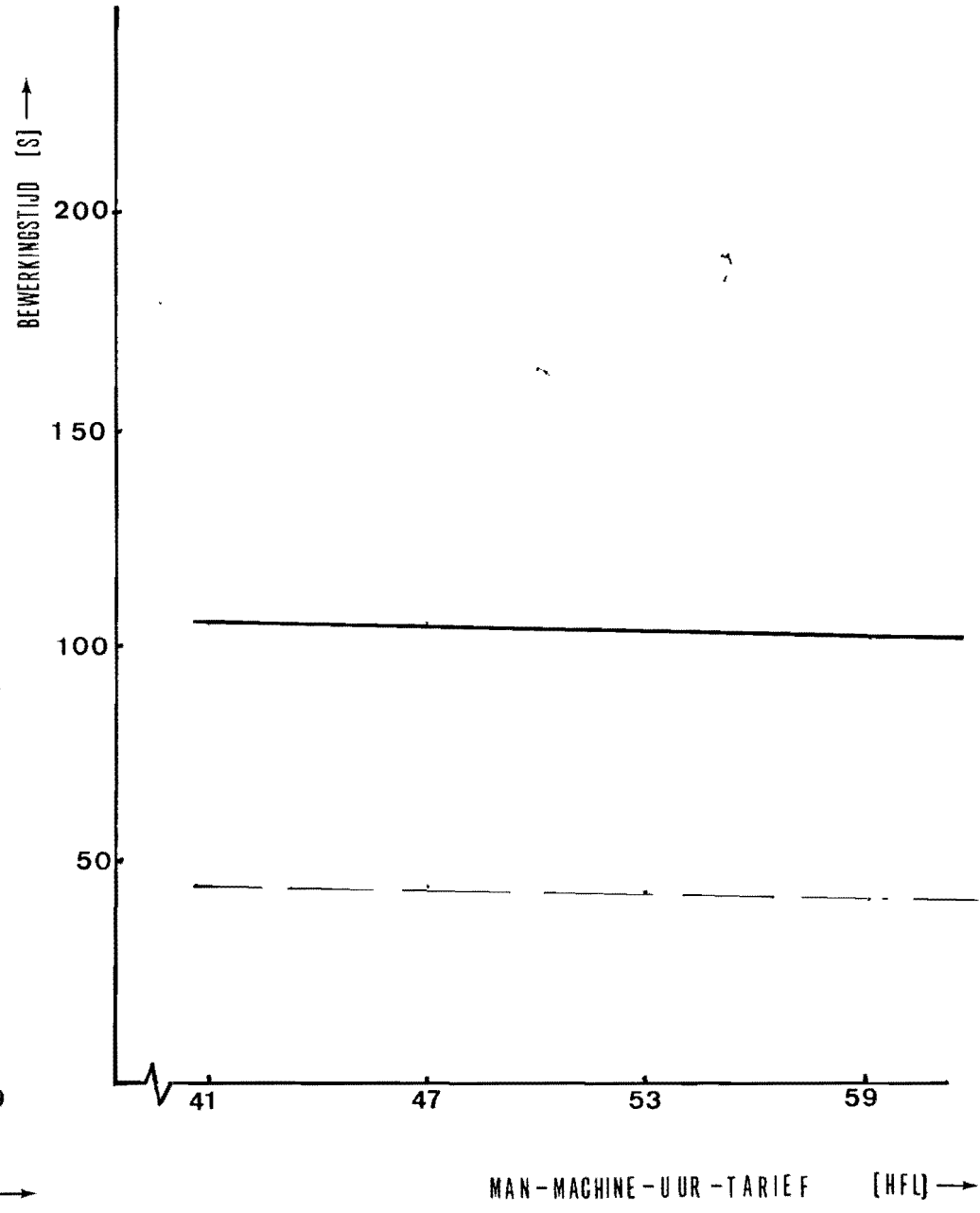
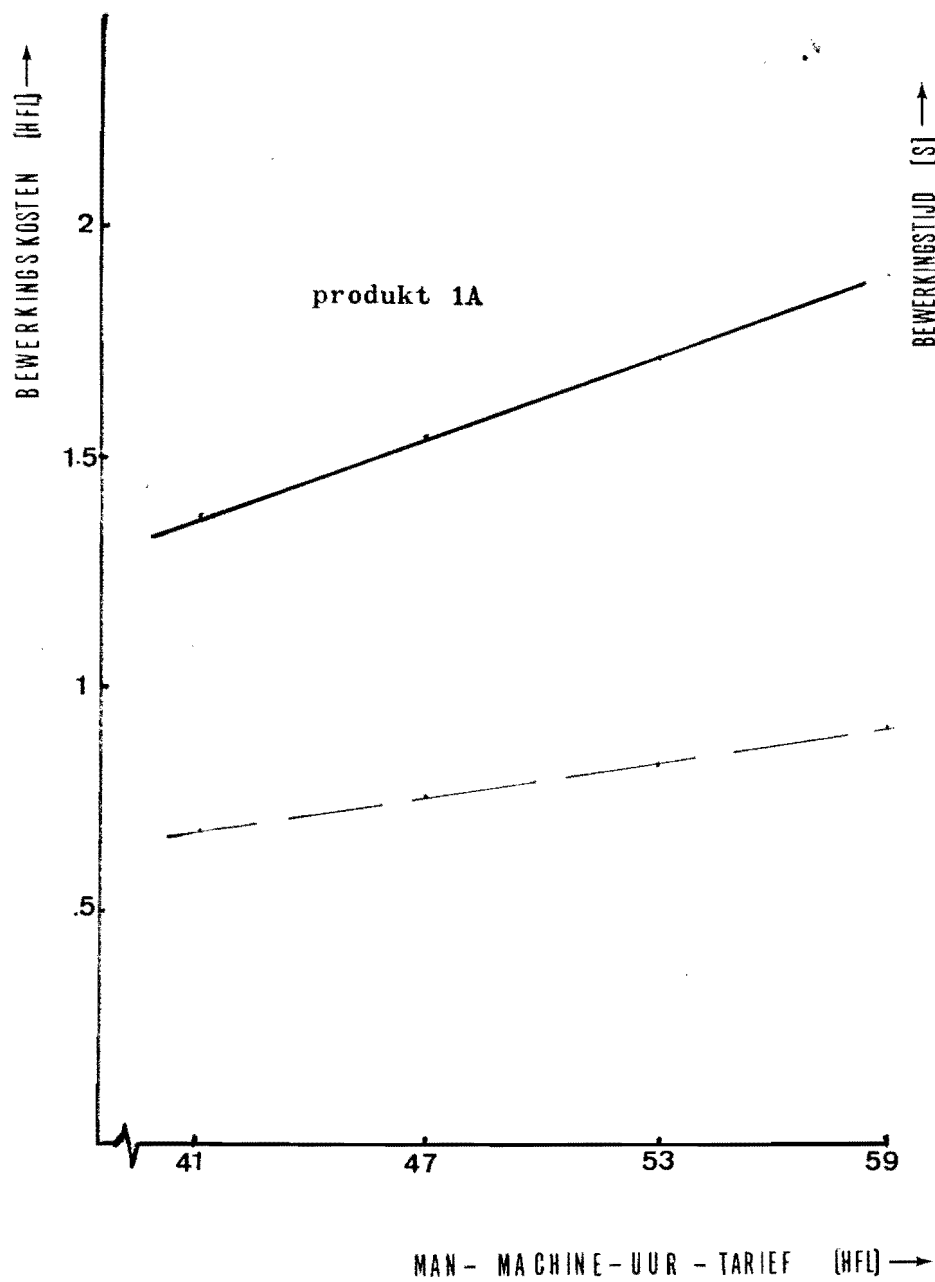
Omdat bij de berekeningen is uitgegaan van een zeer globale schatting van het man-machine-uur-tarief (HFL 47.-) werd de invloed hiervan op de bewerkingskosten (en -tijd) apart onderzocht. De toename van de bewerkingskosten als functie van het man-machine-uur-tarief (in de buurt van het basisbedrag) bedraagt voor het doorgerekende produkt (1A) 2.5 cent/gulden.



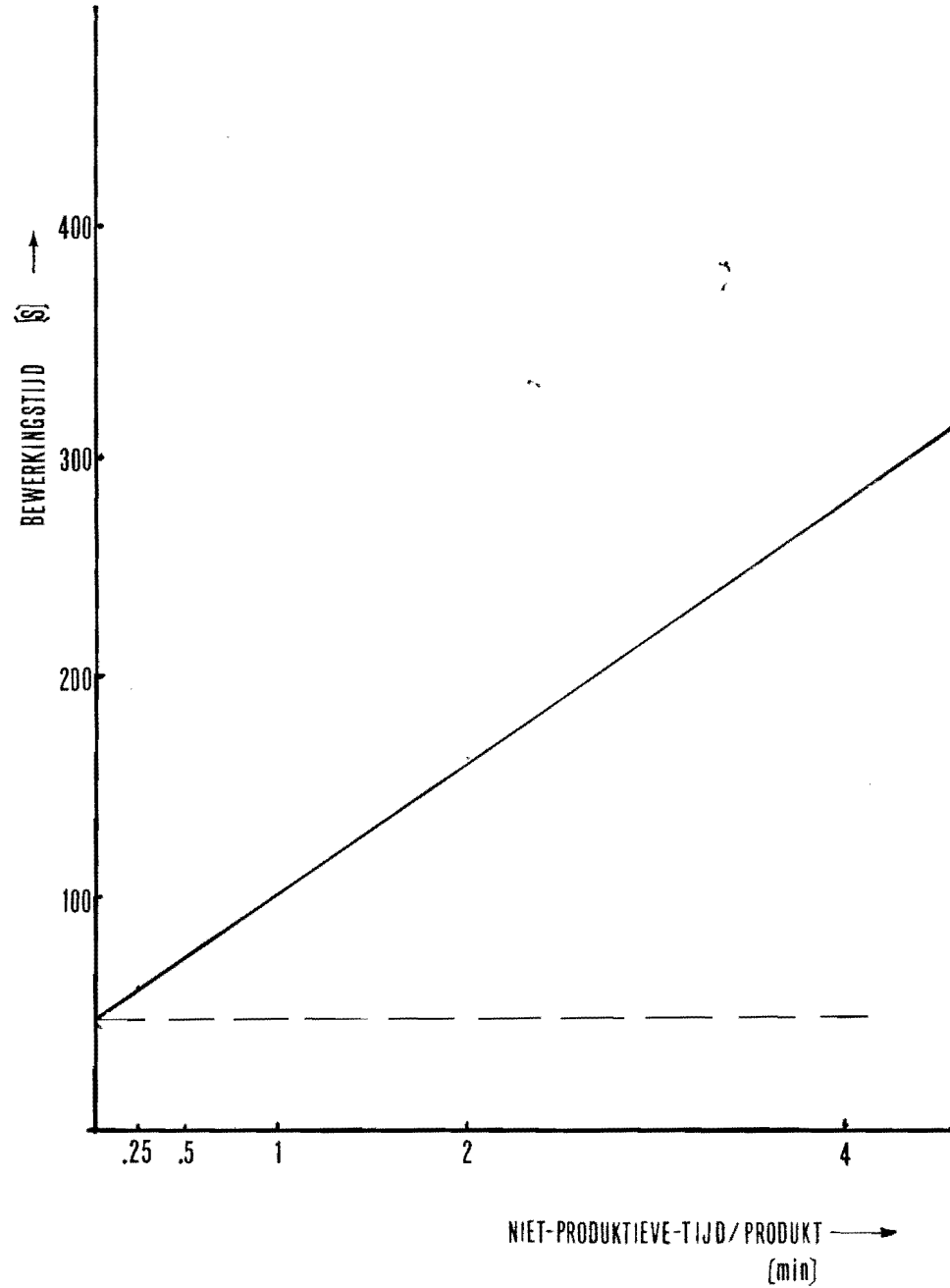
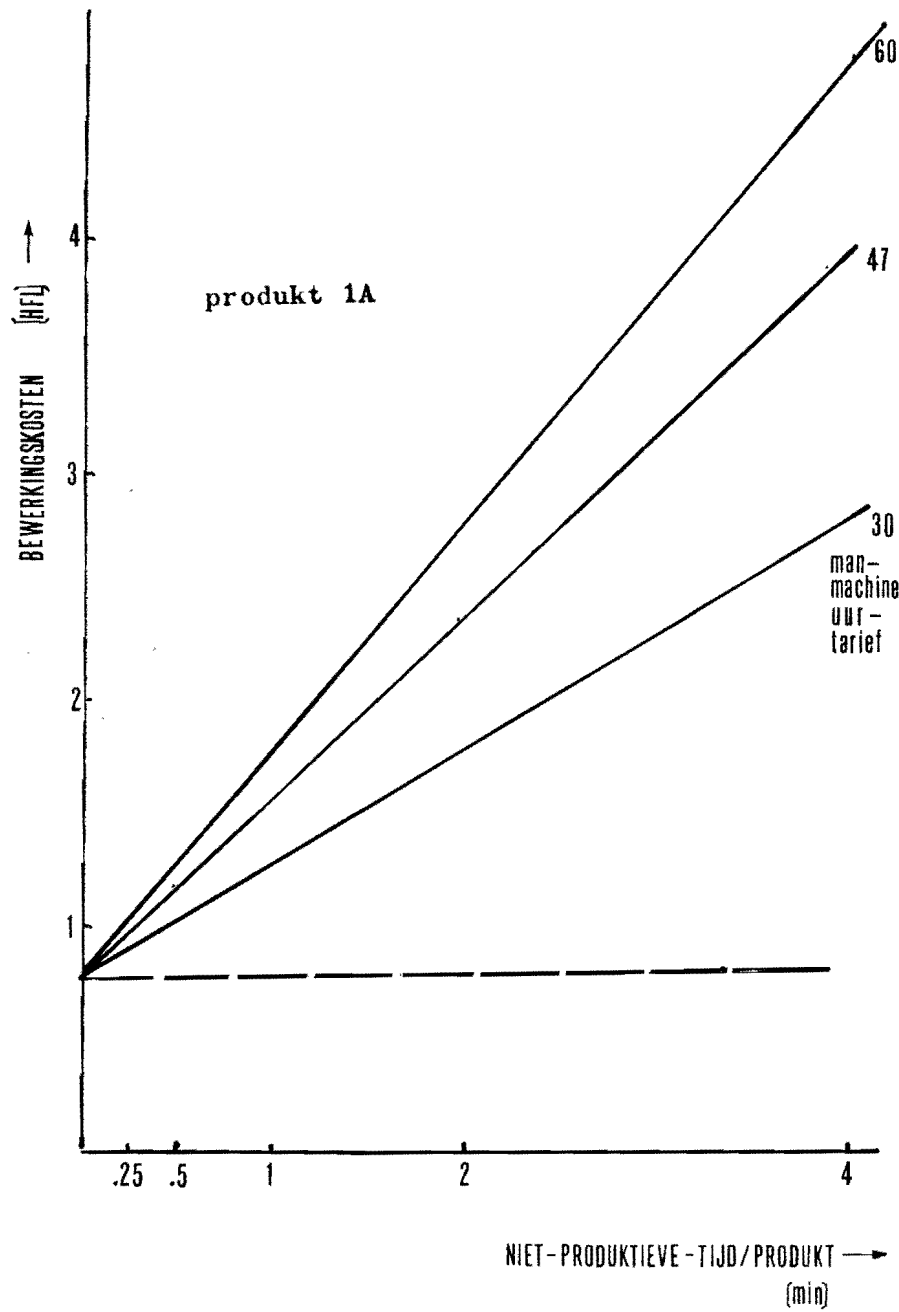
Figuur 6



Figuur 7



Figuur 8



Figuur 9

Omdat de verhouding tussen machinekosten en gereedschapkosten toeneemt bij een stijging van het man-machine-uurtarief wordt het in economisch opzicht gunstiger om met een hogere snijsnelheid te gaan verspanen. Daarom neemt de bewerkingstijd af wanneer de machinekosten toenemen.

1.5 DE INVLOED VAN DE NIET-PRODUKTIEVE TIJD (fig 9)

Voor drie verschillende man-machine-uurtarieven worden de bewerkingskosten gegeven. De invloed van de niet-productieve tijd op de bewerkingskosten is proportioneel. De niet-productieve tijd is o.a. afhankelijk van het type draaibank.

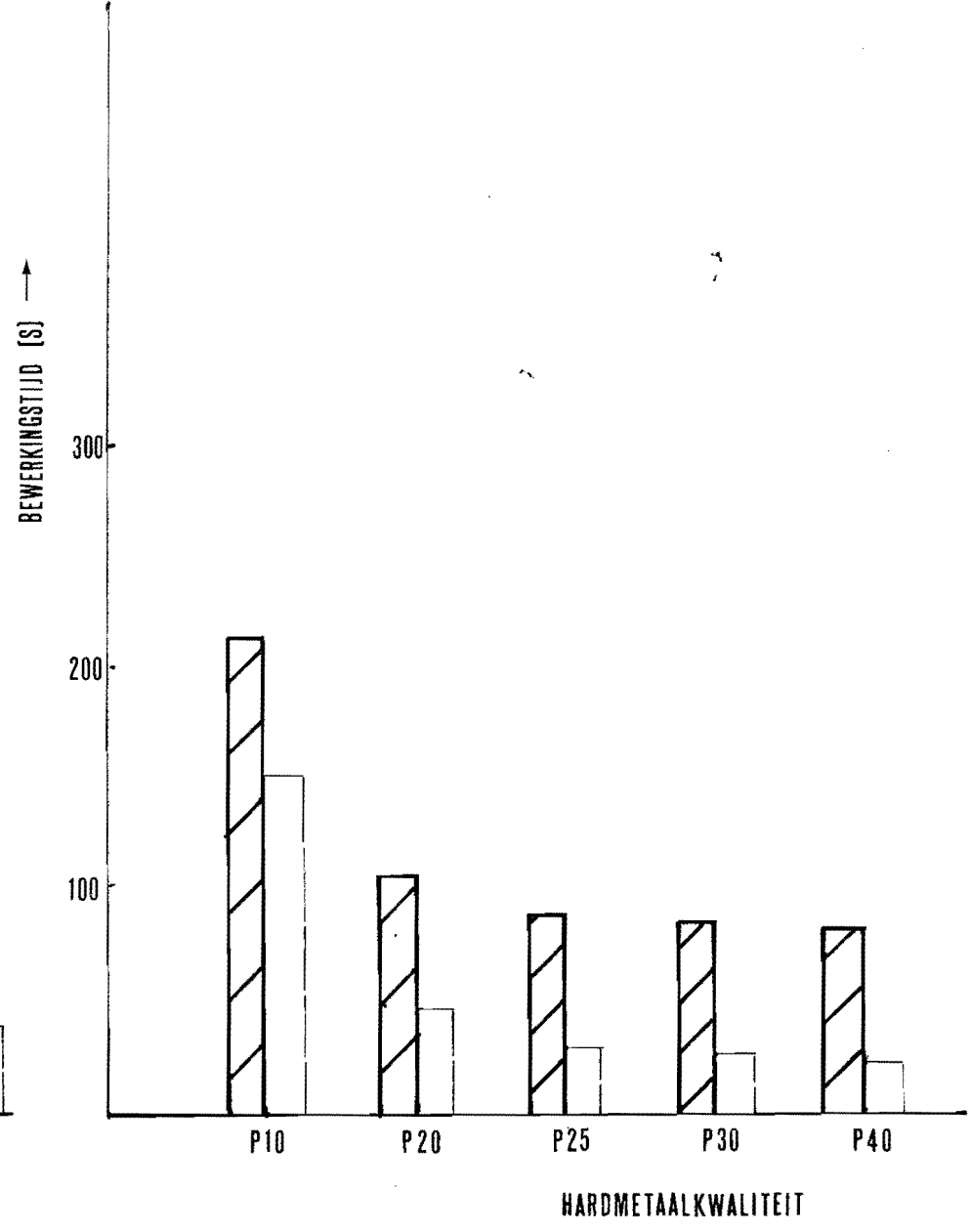
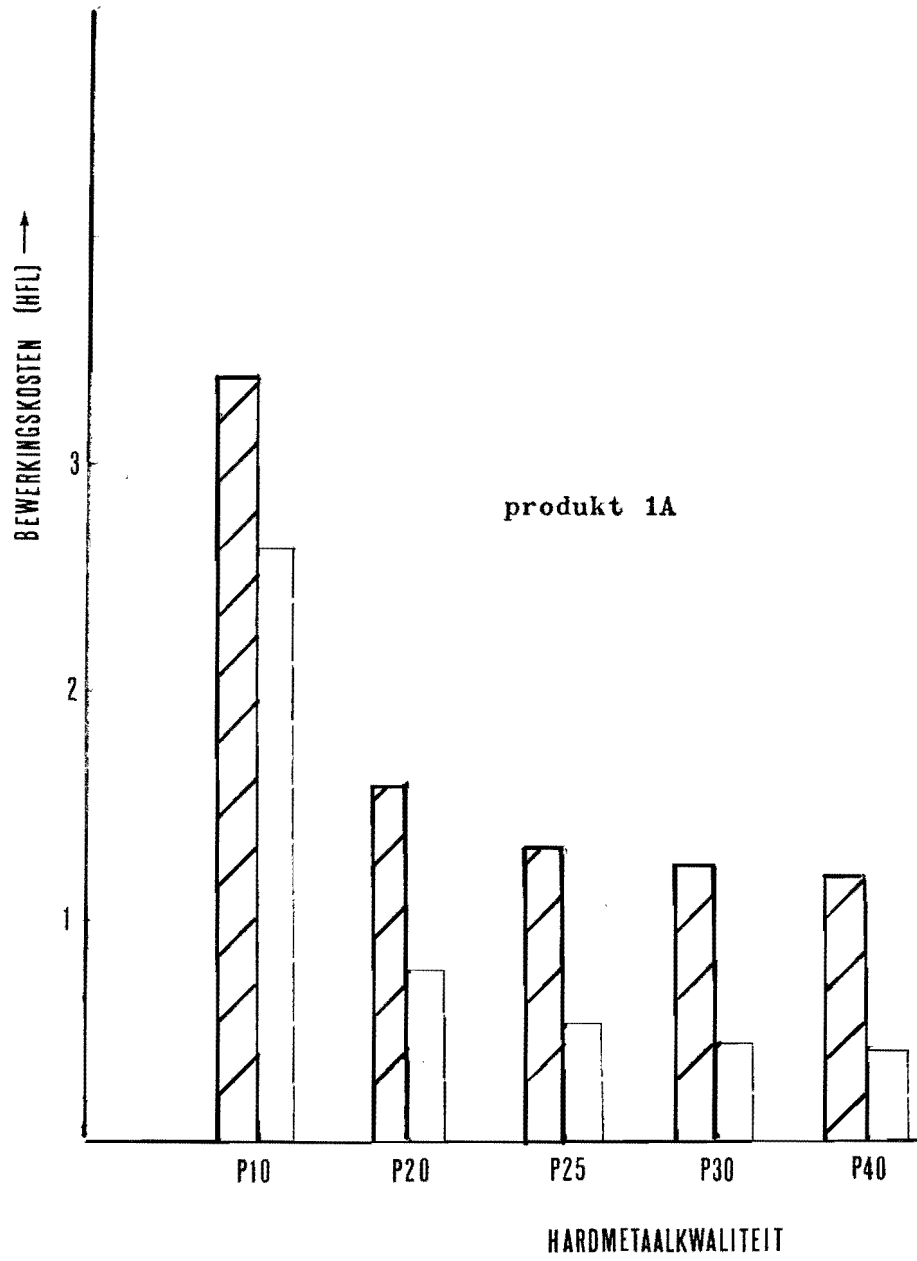
HOOFDSTUK 2 DE INVLOED VAN HET GEREEDSCHAP

Bij de berekeningen werd uitgegaan van de beitelgeometrie die beschreven staat op pag. 5.

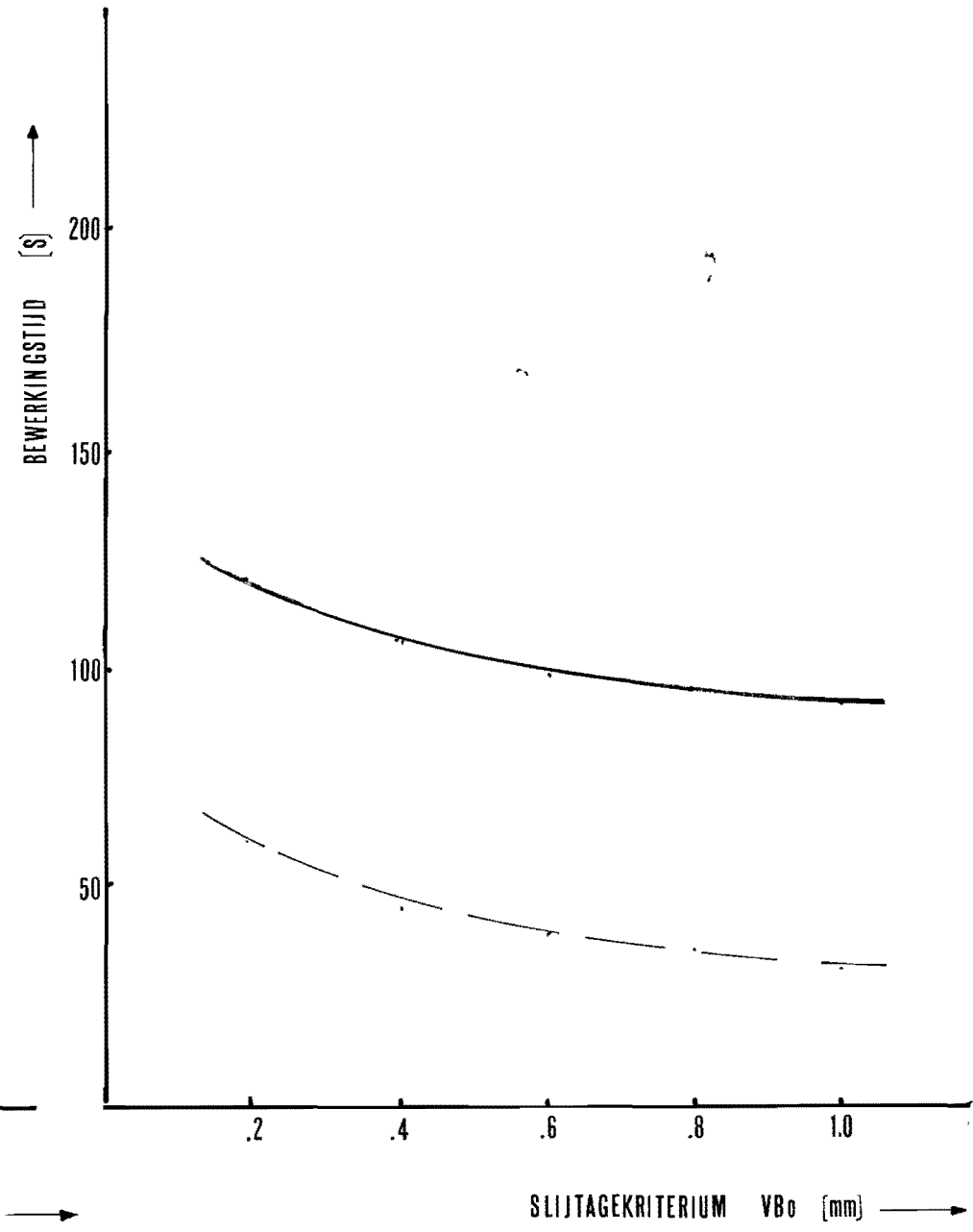
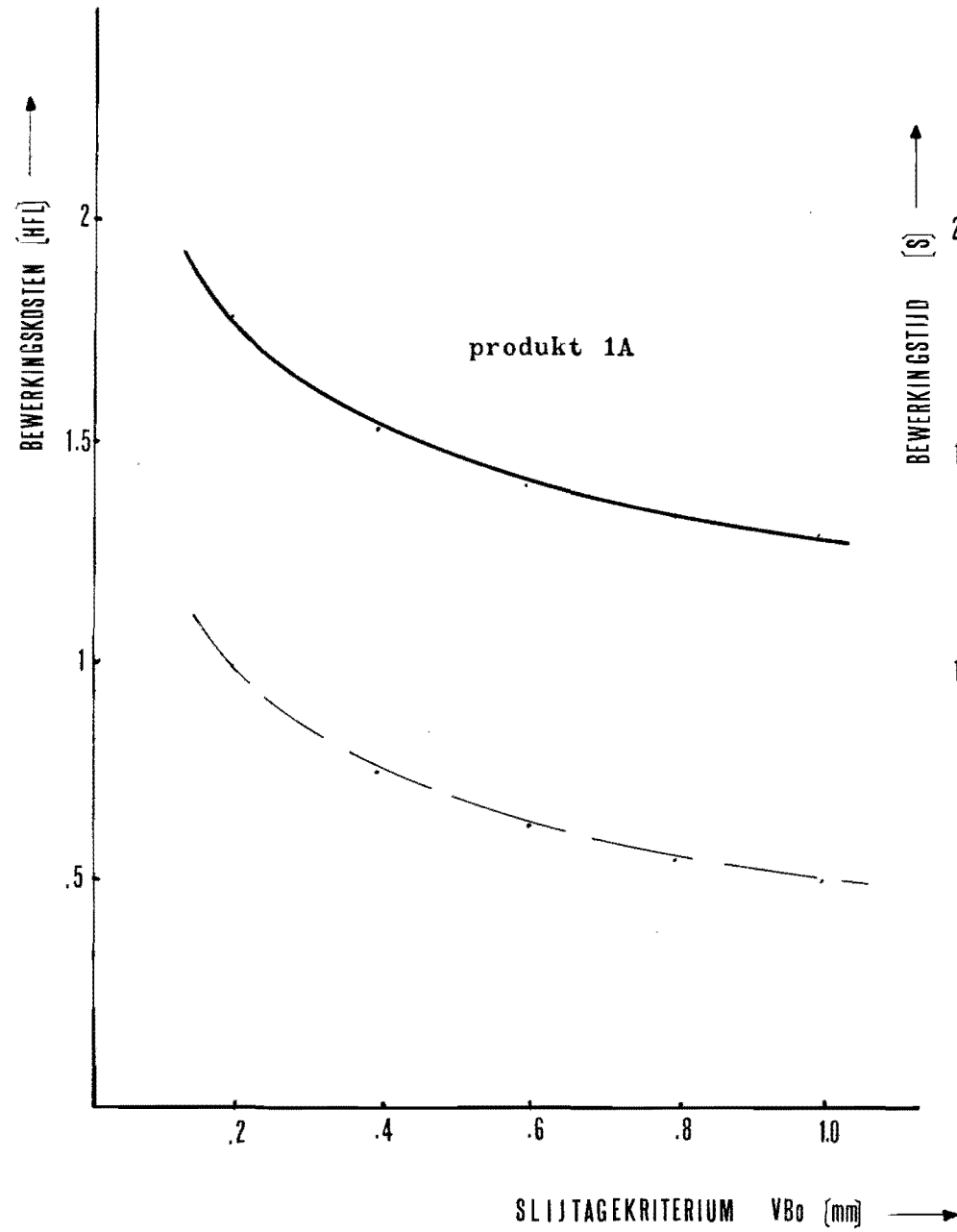
2.1 DE INVLOED VAN DE HARDMETAALWALITEIT (fig 10)

Toepassingsgebieden:	aanzet	snijsnelheid
	mm/omw	m/s
P10	0.1 - 0.7	2.08 - 6.67
P20	0.15- 1.2	1.25 - 5.50
P25	0.17- 1.6	0.92 - 4.67
P30	0.2 - 2.0	0.58 - 4.08
P40	0.4 - 2.5	0.50 - 2.67

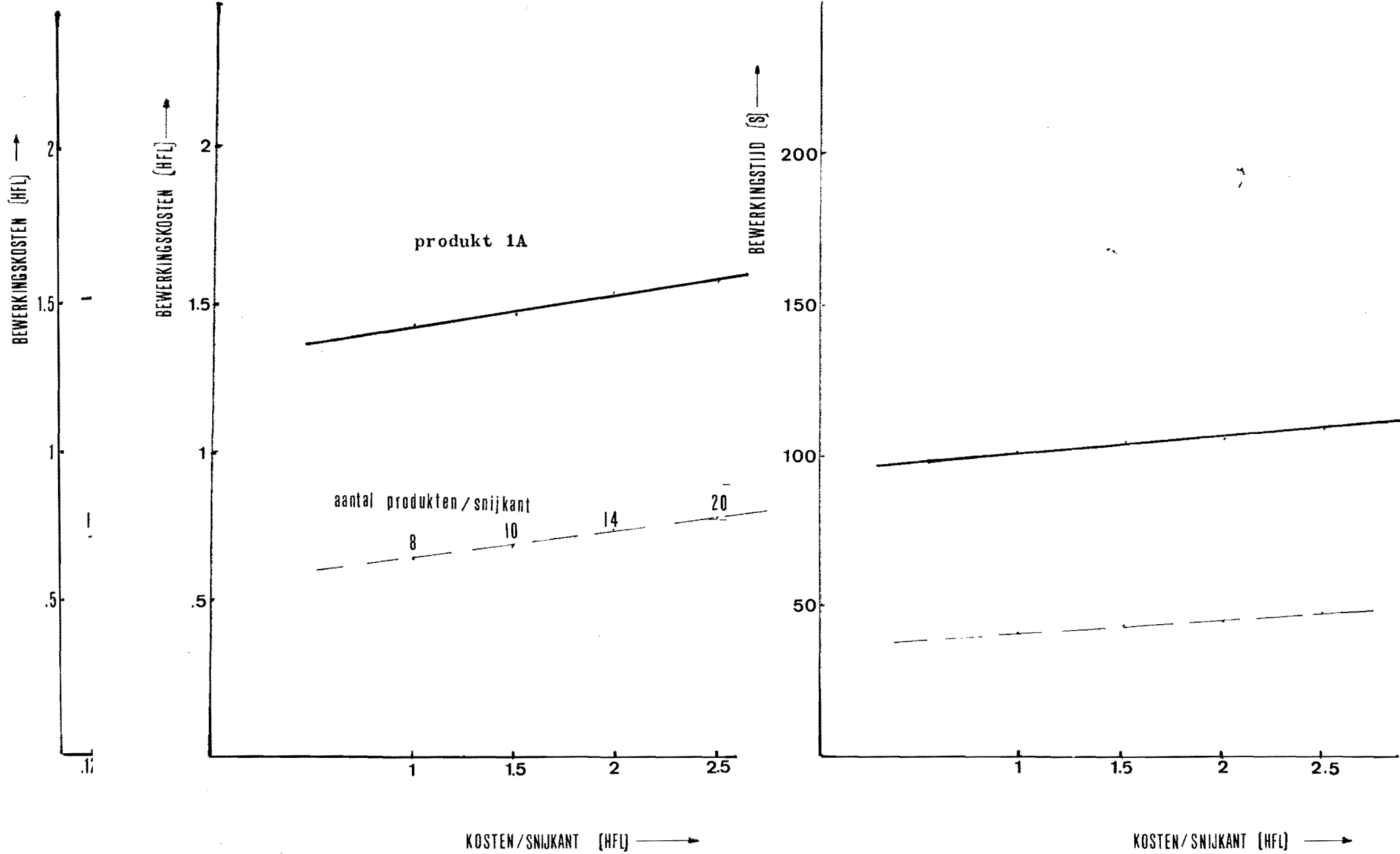
Afgezien van het effect van de aanzet op de beitelslijtage en daarmee op de optimale snijsnelheid zijn de bewerkingskosten lager naarmate de toelaatbare aanzet groter wordt.
(ref 1 pag. 4)



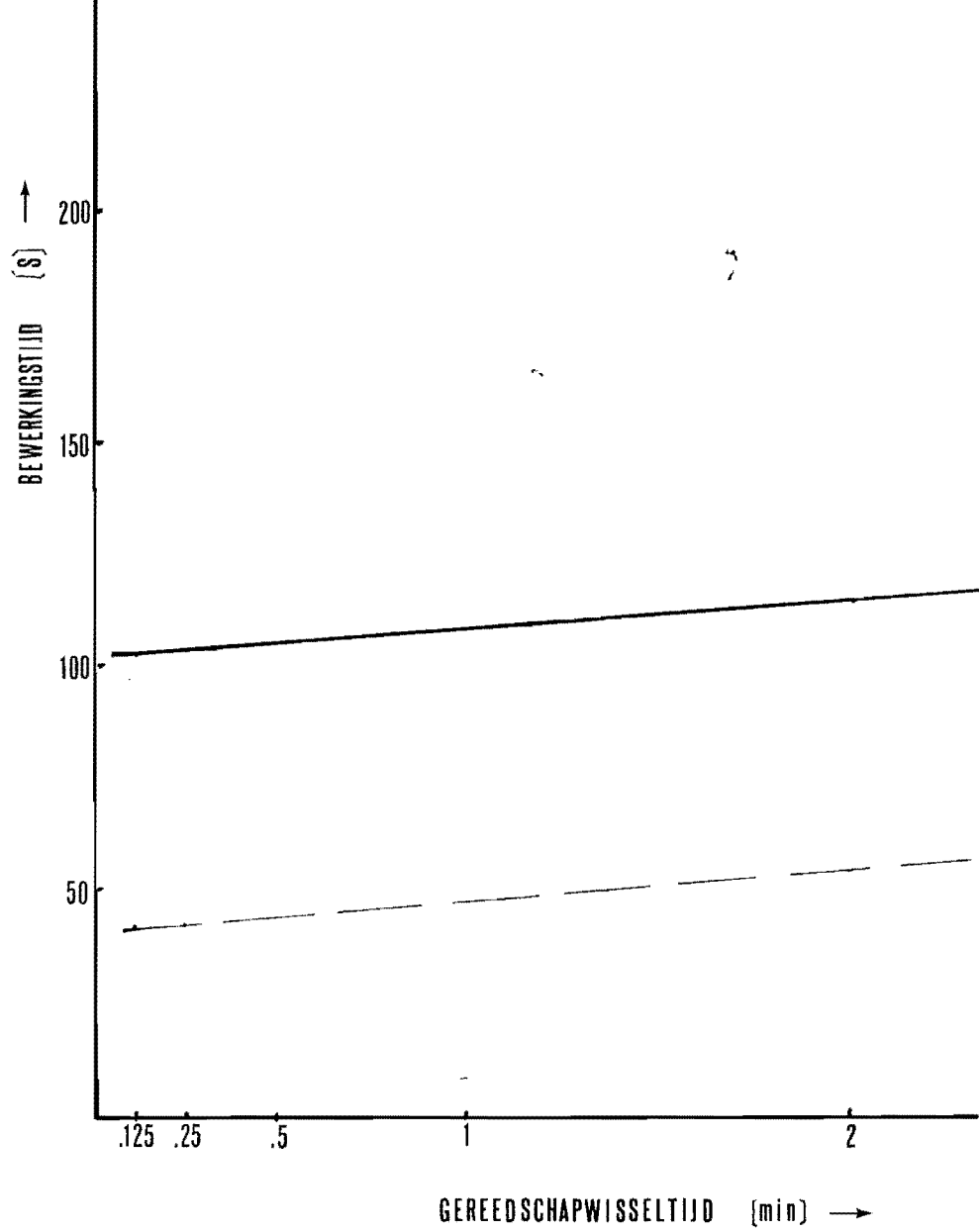
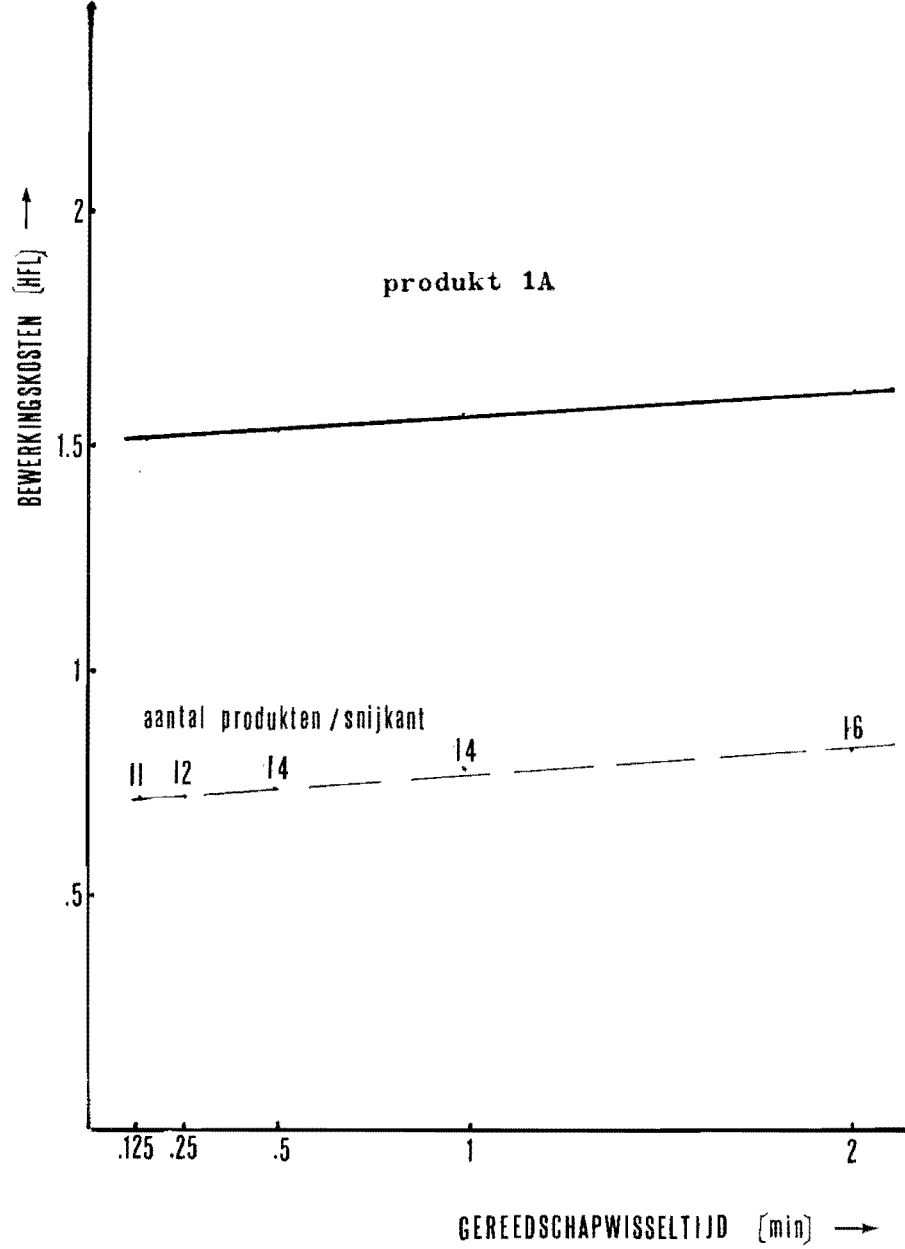
Figuur 10



Figuur 11



Figuur 12



Figuur 13

De verschillen tussen P25, P30 en P40 zijn echter niet erg groot. Bij voorbewerken van CK 45 N is er geen reden om een kleinere aanzet te kiezen dan de maximaal toelaatbare aanzet voor de betreffende hardmetaalkwaliteit.

2.2 DE INVLOED VAN HET SLIJTAGEKRITERIUM (fig 11)

Het ligt voor de hand dat de bewerkingskosten en -tijden afnemen als men een grotere beitel-slijtage toelaat. (de optimale snijsnelheid ligt dan hoger)

De bewerkingskosten, exclusief de kosten t.g.v. de niet-productieve tijd, zijn omgekeerd evenredig met VBo^m ($m \approx 0.45$). Hetzelfde geldt voor de bewerkingstijd.

2.3 DE INVLOED VAN DE GEREEDSCHAPKOSTEN (fig 12)

Het blijkt dat binnen het beschouwde gebied (1 tot 2.5 HFL/snikant) een nagenoeg lineair verband bestaat tussen gereedschapkosten en bewerkingskosten.

2.4 DE INVLOED VAN DE GEREEDSCHAPWISSELTijd (fig 13)

De gereedschapwisseltijd blijkt een zeer kleine invloed op de bewerkingskosten te hebben. Het heeft dus weinig zin om onevenredig veel aandacht te besteden aan snelle gereedschapwisseling.

HOOFDSTUK 3

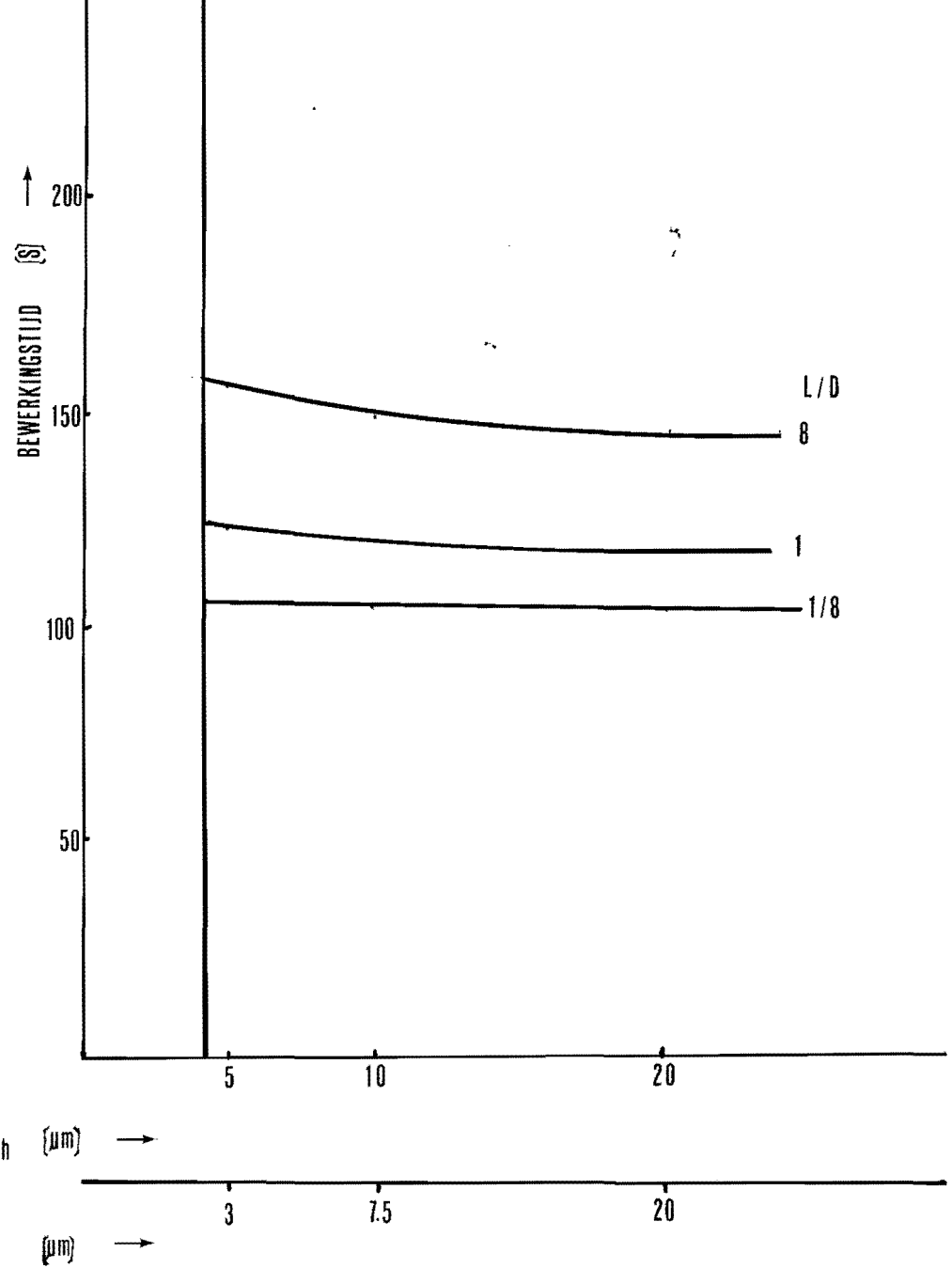
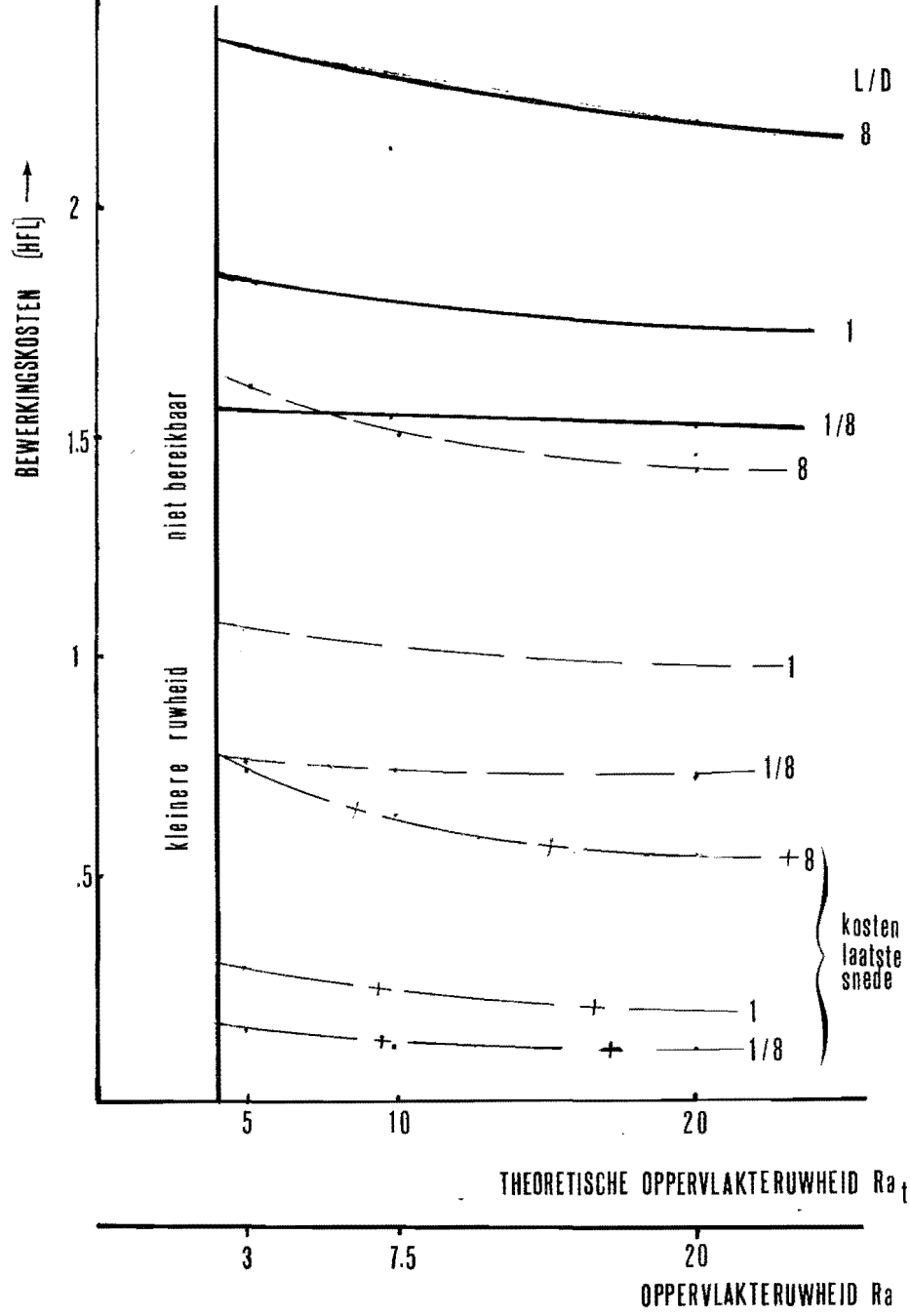
PRODUKTKWALITEIT

3.1 DE INVLOED VAN DE OPPERVLAKTERUWHEID (fig 14)

Welke oppervlaktekwaliteit met een bepaald gereedschap kan worden bereikt hangt af van de beitelgeometrie (o.a. de neusradius) en van de minimaanzet.

Met de beitel waarvan de gegevens bij dit onderzoek zijn gebruikt is geen oppervlakteruwheid beter dan $Ra=4 \mu m$ bereikbaar.

De kosten van de nabewerking zijn apart uitgezet om de sterke afhankelijkheid van de L/D-verhouding te tonen. Het programma berekent de instelgrootheden voor de nabewerking aan de hand van de opgegeven waarde van de theoretische oppervlakteruwheid (Ra_{th}). De werkelijk optredende oppervlakteruwheid, die tegen de verwachting in kleiner blijkt te zijn dan de theoretische, is afgeleid aan de hand van fig 25 uit ref 3. (Olsen en Rasmussen)



Figuur 14

REFERENTIES

- 1) Handleiding behorende bij de rekenprogramma's BIDBATCH en BIDCANDE. F.J.A.M. van Houten. PT Rapport nr. 0397. Technische Hogeschool Eindhoven. 1977.
- 2) De ontwikkeling van BIDCANDE, een technologisch programmasysteem voor draaibewerkingen. F.J.A.M. van Houten PT Rapport nr. 0398. Technische Hogeschool Eindhoven. 1977.
- 3) Some problems in the presentation of finish turning data. C.A. van Lutterveld. CIRP Groep C rapport. 1971.