

INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA no. 310, d. d. 30 juli 1965

Analyse van de onderhoudskosten van leidingen,  
in enkele Drenthse waterschappen over het jaar 1963

ir. C. Bijkerk, ir. A. J. Flach en J. Pieters

---

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemid-  
delen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onder-  
zoek nog niet is afgesloten.

Aan gebruikers buiten het Instituut wordt verzocht ze niet in pu-  
blikaties te vermelden.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking.

---

## I N H O U D S O P G A V E

	<u>Blz.</u>
I. INLEIDING	1
II. ENKELE GEGEVENS BETREFFENDE DE LEIDINGEN IN DE WATERSCHAPPEN	3
III. TOEGEPASTE METHODEN VOOR HET LEIDINGONDERHOUD	5
IV. KOSTENNIVEAU VAN HET ONDERHOUD BIJ DE ONDERZOCHE WATERSCHAPPEN	7
A. Algemeen	7
B. Kostenberekening van het onderhoud	10
C. Kostenniveau van de verschillende onderhoudsmethoden	13
V. SAMENVATTING	17

## I. INLEIDING

In de jaarlijkse exploitatiekosten van een leidingstelsel spelen de onderhoudskosten, die gemaakt moeten worden om de jaarlijks terugkerende vegetatie te maaien en te verwijderen, een toenemende rol door de relatief sterk gestegen uurlonen.

In het algemeen kan worden gezegd dat het niet gelukt is door mechanisatie van de onderhoudswerkzaamheden de stijging van de loonkosten op te vangen. Dit kan worden gedemonstreerd met het voorbeeld van 2 Drenthse waterschappen, waarin recent de verbeteringswerken zijn uitgevoerd en waarvan in 7 jaar tijds de onderhoudskosten stegen van 100 tot 200% van de rente en aflossingen van de investeringskosten van het waterschap.

De vraag rijst in hoeverre moet worden verwacht dat deze stijging zal doorgaan of dat het mogelijk zal zijn een verdere kostenstijging op te vangen door mechanisatie van het onderhoud en/of reinigen met chemische middelen.

Naast deze financiële moeilijkheden scheppen de onderhoudswerkzaamheden toenemende problemen van technische aard door de snelle toename van het aantal reinigingswerktuigen. Daarnaast nemen de organisatorische problemen toe in verband met de schaarste aan losse arbeidskrachten voor deze seizoenwerkzaamheden. Deze problemen vormden voor de Commissie Economie Waterhuishouding van het Provinciaal Onderzoekscentrum van de Landbouw in Drenthe aanleiding een onderzoek in te doen stellen naar de techniek en economie van het onderhoud in vijf verbeterde waterschappen. Nadat een eerste enquête in 1962 onvoldoende inzicht had opgeleverd, werd besloten over te gaan tot een systematische bijhouding van het onderhoud over 1963 voor vijf waterschappen.

Voor de bijhouding van de onderhoudswerkzaamheden werd door de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst in Drenthe in overleg met de opzichters van de betreffende waterschappen een kaartstelsel ontwikkeld. De inrichting van het kaartstelsel werd voorts in overleg met de afdeling Wiskunde van het I.C.W. aangepast aan de eisen van mechanische verwerking. De coördinatie en de verzameling van de gegevens werd verzorgd door H. MEIJERING, assistent van het Onderzoekscentrum.

Het onderzoek richtte zich op de omstandigheden zoals deze in

de betreffende waterschappen voorkwamen. De aan het onderzoek medewerkende waterschappen waren de Oostermoarsche Vaart, het Middenveld, de Wold A, de Vledder- en Wapserveense A en het Riegmeer.

In dit rapport wordt een analyse en samenvattende bespreking van de uit de waarnemingen verkregen resultaten gegeven. Voor een meer gedetailleerde informatie moge worden verwezen naar Nota no. 295 I.C.W. \*)

\*) Op aanvraag verkrijgbaar bij het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding.

## II. ENKELE GEGEVENS BETREFFENDE DE LEIDINGEN IN DE WATERSCHAPPEN

De aan het onderzoek medewerkende waterschappen, de Oostermoersche Vaart, het Middenveld, de Wold A, de Vledder- en Wapserveense A en het Riegmeer, zijn in figuur 1 aangegeven. Ze werden in de periode na 1940 opgericht en zijn ontstaan door concentratie van een aantal kleinere eenheden. De verbeteringswerken ten aanzien van de waterbeheersing die in alle waterschappen vrij ingrijpend plaatsvonden, zijn reeds voltooid of naderen hun voltooiing.

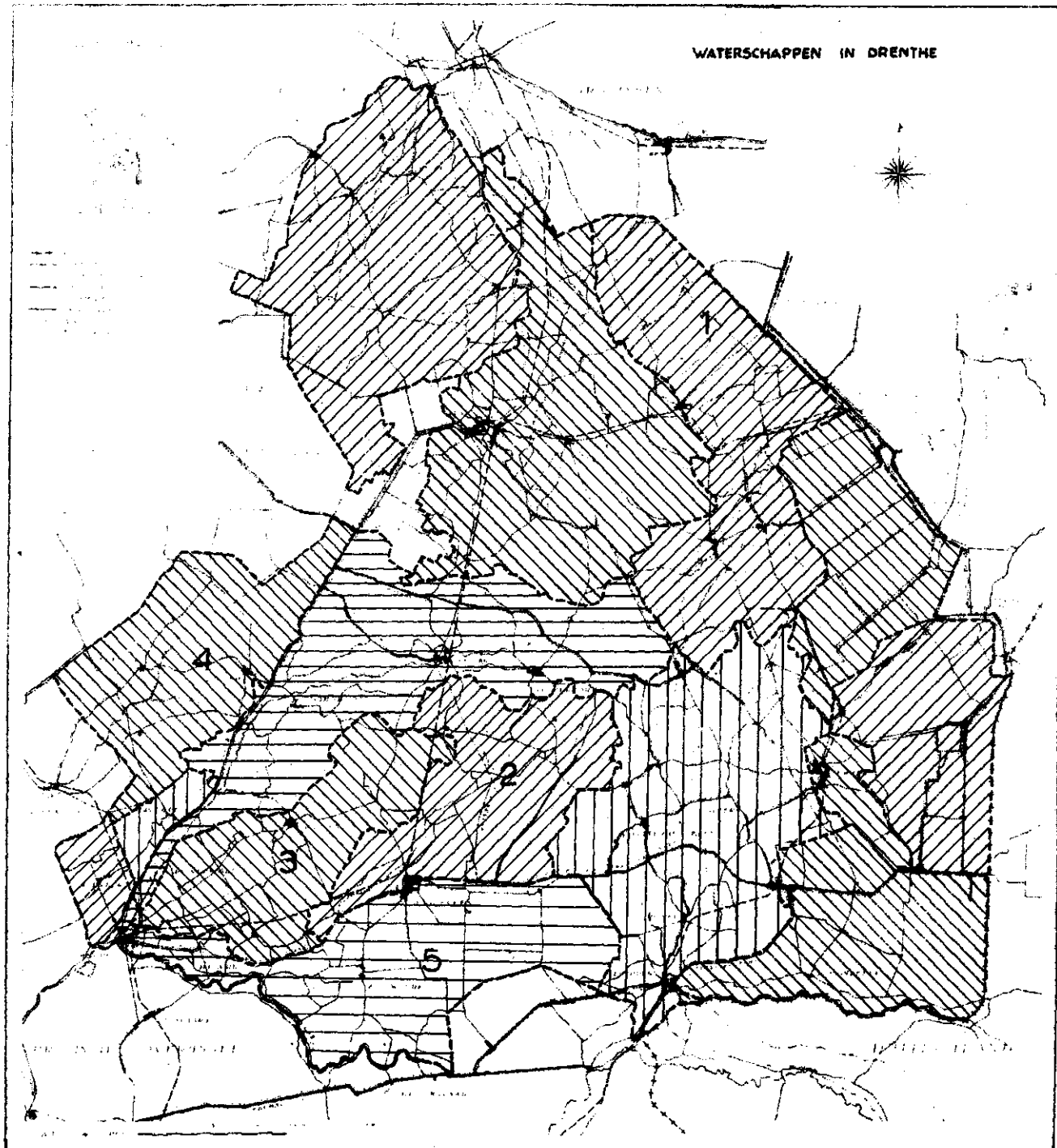
Tabel 1 geeft een overzicht van de gebiedsoppervlakte, de te bewerken leidingoppervlakte in totaal zowel als naar het leidingonderdeel (bodem en taluds), en de lengte van het waterloppennet (voor zover in onderhoud en beheer van het betreffende waterschap).

Tabel 1. Bewerkte leidingoppervlakte van 5 Drenthse waterschappen per onderdeel, totaal en als percentage van de oppervlakte van het waterschap

Waterschap	Gebieds- oppervl. (ha)	Oppervl. taluds boven water (ha)	Oppervl. taluds onder water + bodem (ha)	Verhouding boven/onder water	Totaal te bewerken oppervl. (ha)	Percentage van de gebieds- oppervl.	Lengte waterlopen (km)	Water- lopen dichth. m/ha
	1	2	3	4 = 2:3	5	6	7	8
1. Oostermoersche Vaart	24 000	83,4	122,3	0,68	205,7	0,86	225,1	9,4
2. Middenveld	15 600	27,0	25,8	1,08	52,8	0,34	80,0	5,1
3. Wold A	15 000	56,8	83,3	0,68	140,1	0,93	208,3	13,9
4. Vledder- en Wapserveense A	15 400	45,4	65,5	0,69	110,9	0,72	117,3	7,6
5. Riegmeer	10 000	16,2	18,2	0,89	34,4	0,34	43,3	4,3

Bovendien werden de verhouding van de te bewerken leidingoppervlakte berekend van het boven- en onderwatergedeelte (kolom 4), de te bewerken oppervlakte als percentage van de gebiedsoppervlakte (kolom 6) en de waterlopendichtheid (kolom 8). Gemiddeld wordt in deze waterschappen 0,64% van de gebiedsoppervlakte bewerkt. Het procentueel grote bewerkingsoppervlak en de dichtheid van het waterloppennet van de waterschappen de Oostermoersche Vaart en de Wold A is in het oog springend; dit wordt mede beïnvloed door de grotere drooglegging in deze waterschappen.

Fig. 1 Overzicht der waterschappen.



00. A4. NO. 549.

- 1 Oostermoersche Vaart
- 2 Middenveld
- 3 Wold A
- 4 Vledder - en Wapserveense A
- 5 Riegmeer

De waterschappen Riegmeer en Middenveld hebben procentueel een geringer leidingoppervlak te onderhouden.

De bewerkte oppervlakte aan schouwpaden, die in dit seizoen werden bewerkt zijn buiten beschouwing gebleven, omdat deze voor de mechanisatie noodzakelijke bermen in feite ten laste dienen te worden gebracht van de te bewerken leidingonderdelen, bodem en taluds; gemiddeld bedroeg de oppervlakte aan schouwpaden 15% hiervan.

### III. TOEGEPASTE METHODEN VOOR HET LEIDINGONDERHOUD

Het leidingonderhoud geschiedde overwegend in handkracht; alleen door het waterschap de Oostermoersche Vaart werden in ruime mate ook mechanische methoden toegepast. Bij dit waterschap waren voor het taludmaaien in gebruik:

- . 1 Rika (fig. 2a)
- . 2 Combinaties van een Wibo, gekoppeld aan een Agria-trekker (fig. 2b)
- . 1 Combinatie van een John Deere Lanz 300 tractor met de Wissekerke maaibalk- en harkuitrusting (fig. 2c).

De Rika wordt aangedreven door een circa 5 PK Sachsmotor en heeft een werkbreedte van 1,35 m of 1,50 m. Het gebruik van een maaibalklengte van 1,80 m is eveneens mogelijk (waterschap de Oostermoersche Vaart). De Wibo heeft een werkbereik van circa 3,00 m, waarbij van 2,00 - 3,00 m wordt gewerkt met een verlengde maaibalk. In dezelfde arbeidsgang maait en harkt dit werktuig tot circa 2,00 m.

Het Wissekerke maaigarnituur wordt gemonteerd aan een tractor van circa 30 - 35 PK. Er is eveneens een harkinstallatie leverbaar die echter bij een montage aan dezelfde zijde als de maaibalk, een vrij grote eenzijdige belasting veroorzaakt. Bij een minder stabiele grondslag is het beter de harkinstallatie aan de tegenovergestelde zijde van de maaibalk te monteren; maaien en harken geschieden dan evenwel in afzonderlijke arbeidsgangen.

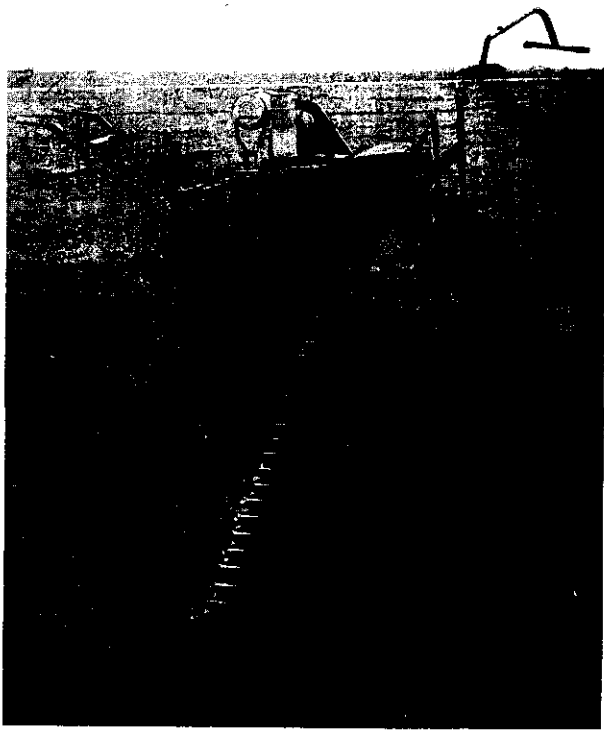
Mechanisch onderhoud van het natte profiel werd voorts verricht met:

- . 1 Veegboot, die een V-vormig mes over de bodem voortbeweegt (fig. 2d)
- . 2 tractors (Zetor) voorzien van een in horizontale stand geplaatste stalen trekbalck waaraan een V-vormig mes is bevestigd, dat door de watergang wordt voortgetrokken (fig. 2e).

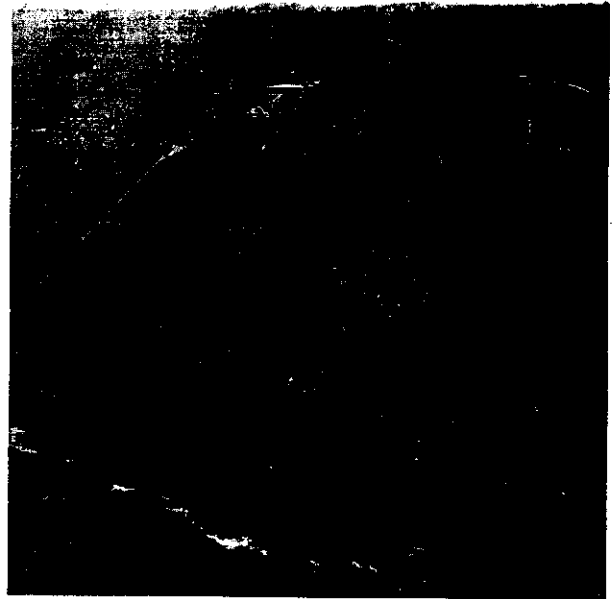
Onderhoud van het schouwpad werd verricht met onder andere:

- . 2 Gravely - cirkelmaaiers, met een werkbreedte van circa 0,70 m (fig. 2f)
- . 1 Votex, gekoppeld aan een John Deere Lanz 500. De Votex is samenstel van een aantal cirkelschijven, bestaande uit 2 of meerdere vaste schijven en een zwenkbare cirkelschijf (fig. 2g).





a. Rika



b. Wibo en Agria-trekker



c. John Deere Lanz 300 met Wissekerke



d. Veegboot

Fig. 2. Werktuigen voor het verzorgen van het leidingonderhoud



e. Zetor met V-mes



f. Gravelly-cirkelmaaier



g. John Deere Lanz 500 met Vortex



h. Agria-maaier

Fig. 2, vervolg. Werktuigen voor het verzorgen van het leidingonderhoud

Tabel 3. Gemiddelde bewerkingsbreedte van het leidingonderdeel, gewogen naar de leidinglengte

Waterschap	1	2	3				4		5		6	
			Bewerkingsbreedte						zijleidingen			
			Aanwezige leidinglengte		hoofdleidingen		zijleidingen		bodems		taluds	
1. Oostermoersche Vaart		225,1	8,13	4,00	3,44	4,10						
2. Middenveld		80,0	3,45	3,64	2,31	2,29						
3. Wold A		208,3	6,35	3,40	2,27	2,70						
4. Vledder- en Wapserveense A		117,3	7,31	4,74	2,84	3,44						
5. Riegmeer		43,3	4,24	3,92	4,17	3,53						

Sub. 2. De omvang van gemechaniseerde onderhoudsmethoden bij de in het onderzoek betrokken waterschappen blijkt uit tabel 4. Onder mechanisatiegraad is hierbij verstaan de procentuele verhouding per waterschap van alle werktuiguren ten opzichte van het totaal aantal manuren van het volgens conventionele methoden uitgevoerde onderhoud. De Oostermoersche Vaart bleek met een mechanisatiegraad 9,5% het sterkst gemechaniseerd te zijn.

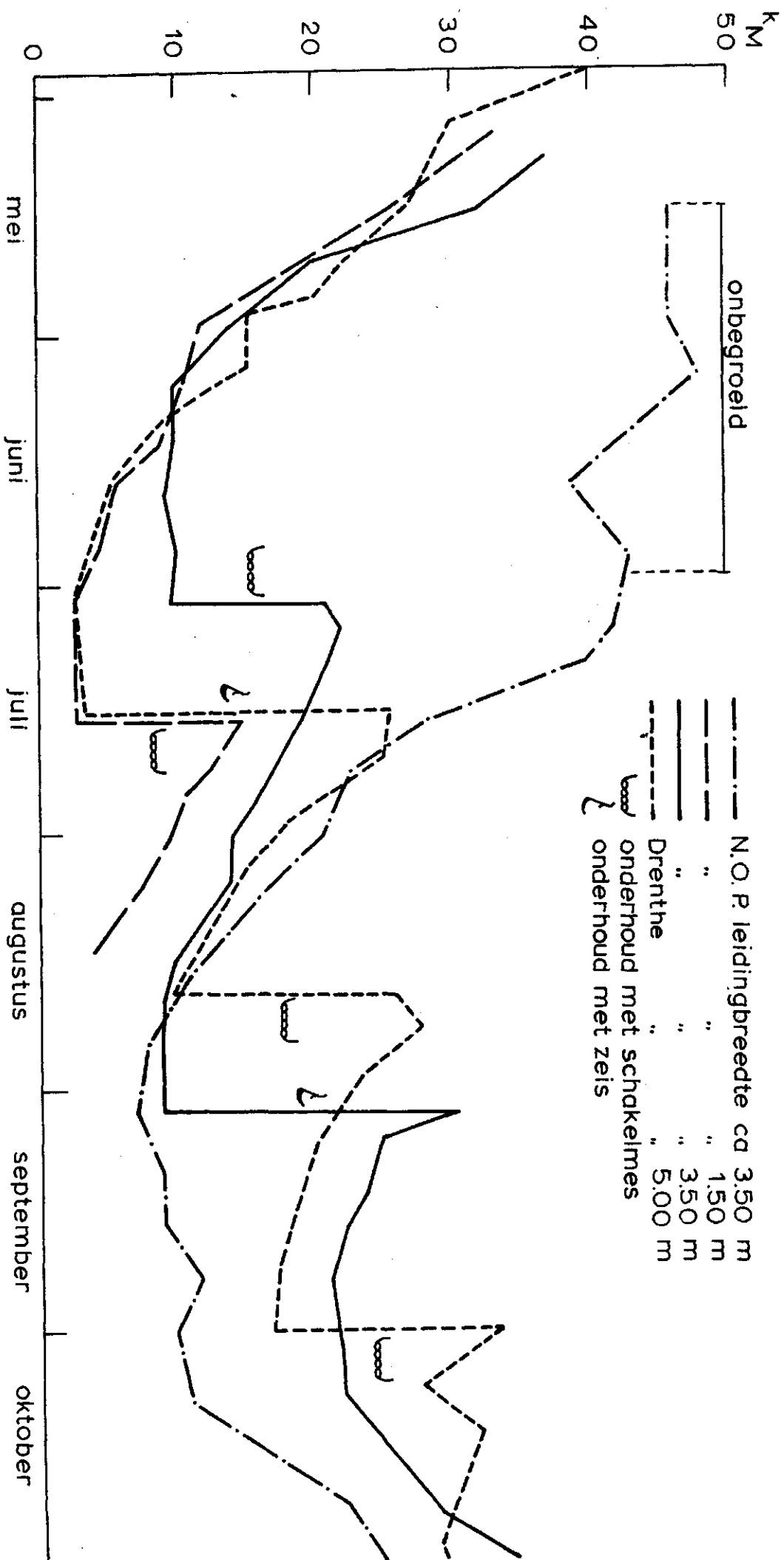
Tabel 4. Mechanisatiegraad bij het leidingonderhoud over 1963

1	2	3	4	5	6
Waterschap	Aanwezige leidinglengte in km	Aan leidingonderhoud in handkracht	bestede uren werktuig	manuren voor bediening	Mechanisatiegraad in % is quotient van kolom 4 en 3 x 100
Oostermoersche Vaart	225,1	31 769	2971	4505	9,5
Middenveld	80,0	6 418	217	434	3,4
Wold A	208,3	25 004	330	659	1,3
Vledder- en Wapserveense A	117,3	14 560	152	304	1,0
Riegmeer	43,3	4 424	0	0	0,0

Sub. 3. Een nauwkeurige beschrijving van de onderhoudstoestand was door het ontbreken van gegevens niet mogelijk. Als uitgangspunt werd daarom de gemiddelde bewerkingsfrequentie gekozen. Deze werd berekend door voor elke leidingklasse per onderdeel de bewerkte lengte te delen door de aanwezige lengte en deze vervolgens voor gelijksoortige bewerkingen te groeperen in de drie onderdelen bodem, taluds en bermen. De hoofdleidingen onderscheidden zich hierbij van de zijleidingen door een hogere gemiddelde bewerkingsfrequentie, waarbij de bodem intensiever werd behandeld dan de taluds. Deze omstandigheid beïnvloedt het waterafvoerend vermogen van een leiding, dat

VERLOOP VAN DE WANDRUWHEIDSFACITOR ( $k_M = \sqrt{R^{2/3} S^{1/2}}$ ) IN DE TJD

fig. 3



juist door de bodemvegetatie in sterke mate kan worden belemmerd in gunstige zin. Het waterschap Oostermoersche Vaart met de sterkst doorgevoerde mechanisatie vertoonde de grootste bewerkingsfrequentie van reiniging, zoals uit tabel 5 blijkt.

Tabel 5. Bewerkingsfrequentie

1 Waterschap	2			3			4			5			6			7			8		
	Hoofdleidingen						Zijleidingen						Totaal gemiddelde								
	bodem			talud			bodem			talud											
Oostermoersche Vaart	4,18	2,10	2,76	3,56	1,83	1,33	2,98														
Middenveld	2,52	1,80	-	1,50	1,48	-	1,82														
Wold A	2,80	2,56	0,78	1,81	1,74	-	2,25														
Vledder- en Wapserveense A	1,95	1,60	1,60	1,94	2,02	1,99	1,90														
Riegmeer	1,35	1,93	-	1,24	1,47	-	1,49														

Van de hoofdleidingen werd in vrijwel alle waterschappen (alleen Riegmeer maakte hierop een uitzondering) de bodem van het leidingprofiel intensiever gereinigd dan de taluds. Vooral bij het waterschap 'De Oostermoersche Vaart' was dit verschil belangrijk (ongeveer 100%). De onderdelen van het leidingprofiel bij de zijleidingen werden nagenoeg even vaak gereinigd, behalve bij het genoemde waterschap waar de bodem eveneens twee maal zo vaak is gereinigd.

Een meer gefundeerd oordeel omtrent de kwaliteit van het verrichte onderhoud kan worden verkregen door een periodieke bepaling van de stroomweerstand ( $K_{MANNING}$ ), zoals dit onder meer in enkele leidingen van het waterschap de Oostermoersche Vaart werd verricht (fig. 3).

Uit dit onderzoek bleek duidelijk het effect van verschillende methoden van onderhoud op de stromingsweerstand. Een toenemende begroeiing in een leiding heeft een stuwende invloed op de waterafvoer. Dit heeft tot gevolg dat bij een bepaalde afvoer het leidingpeil zich hoger instelt dan wanneer die zelfde afvoer door een schone leiding zou plaatsvinden.

Sub. 4. Door het waterschap 'de Oostermoersche Vaart' werden aanvullende gegevens ter beschikking gesteld betreffende bijkomende kosten van de werktuigen (reparatie, brandstofkosten, e.d.) met behulp waar-

van de draai-uurkosten werden berekend.

Hierbij werd uitgegaan van het in 1963 werkelijk gemaakte aantal draai-uren. De invloed die het aantal draai-uren per jaar heeft op de hoogte van de werktuigkosten per draai-uur komt in figuur 4 duidelijk naar voren. Wanneer bij de Wissekerke het aantal haalbare draaiuren van het werktuig, bijvoorbeeld 500 bedraagt en de trekker (hier een Lanz 300) door bijkomende werkzaamheden (bijv. wegenverbetering) een totale capaciteit van 1500 draai-uren per jaar haalt, werkt de combinatie van beide 40% goedkoper, dan wanneer er slechts 170 uur gedraaid wordt; dit laatste geval is als werkelijk aantal uren voor 1963 opgegeven.

De kostprijs per uur is boven circa 500 draaiuren per jaar grotendeels afhankelijk van de kosten van personeelsbezetting. Rationalisatie van het werktuigenpark werkt dus gunstig op de kostprijs.

#### B. Kostenberekening van het onderhoud

Op basis van een loonberekening volgens het loonadvies beschreven in Waterschapsbelangen d.d. 30 april 1963, is gerekend met een uurloon van f 3,50. De werkelijke kosten kunnen hoger liggen.

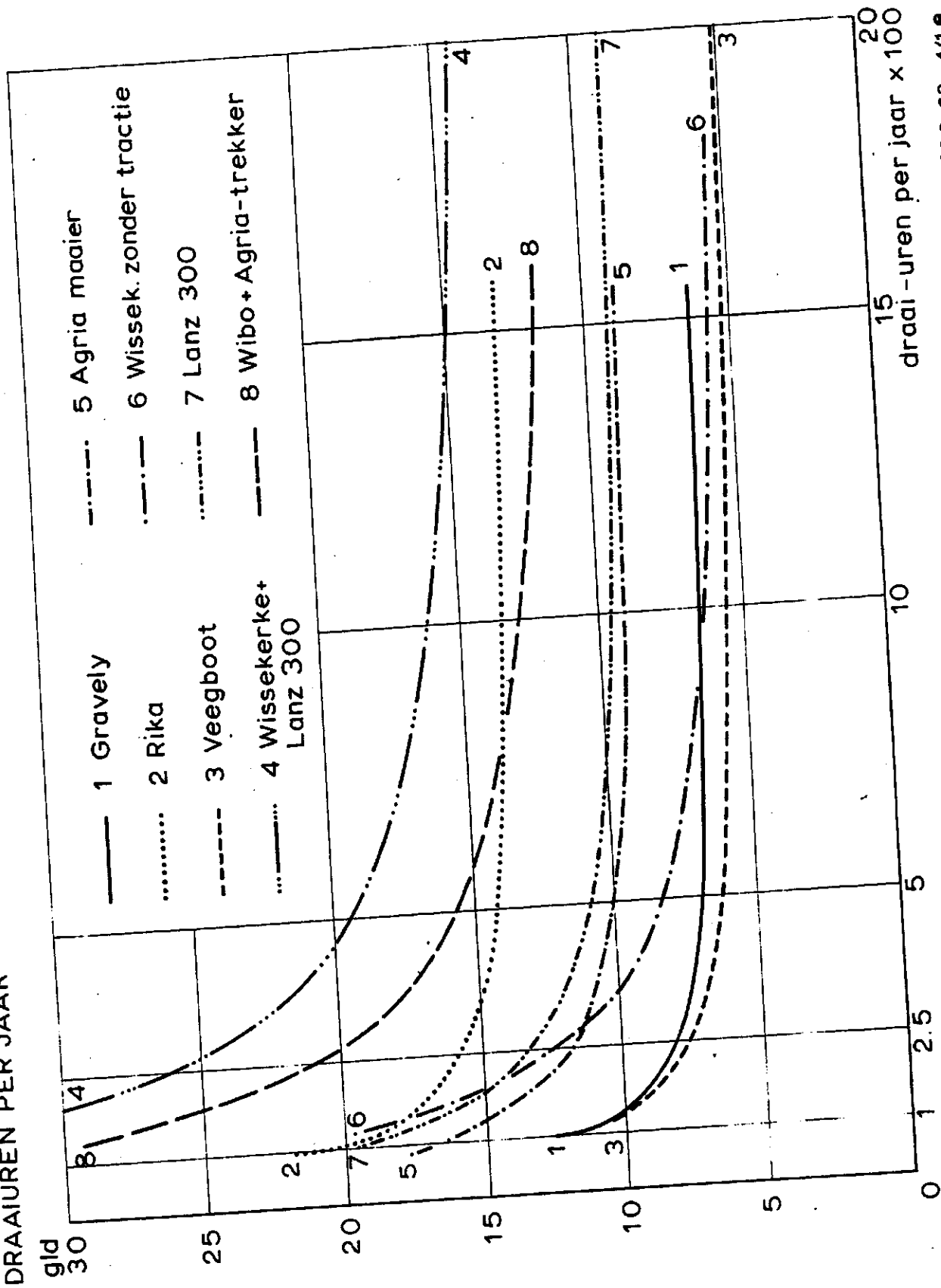
Een overzicht van de kostprijs van het onderhoud in totaal en per enkele bewerking geeft tabel 6. De gemiddelde kosten per strekkende meter voor een enkele bewerking lopen niet sterk uiteen. Het waterschap Middenveld maakt hierop een gunstige uitzondering.

De zijleidingen blijken soms per m' duurder dan de hoofdleidingen, waarbij kan worden opgemerkt dat globaal bij deze leidingsoort minder m<sup>2</sup> per lengte-eenheid voorkomen dan bij de hoofdleidingen, zodat zij dus relatief duurder in onderhoud zijn. Het duurdere onderhoud van deze kleinere leidingen is toe te schrijven aan het feit dat een zeis moeilijker te hanteren is wegens de steilere taluds en de geringe bodembreedte; bovendien raken deze leidingen met in het algemeen steviger waterplanten (stengelplanten) begroeid en is deze vegetatie dichter naarmate de leiding in afmeting afneemt.

Bij de grotere leidingen vindt men deze planten slechts als taludzoombegroeiing met een bodembegroeiing bestaande uit veelal slappere planten als waterpest, fonteinkruid, algen, sterrekroos, enzovoorts.

fig.4

DRAAI-URKOSTEN VAN DE WERKTUIGEN (glds) IN RELATIE MET DE WERKELIJKE  
DRAAIUREN PER JAAR



Tabel 6. Kostprijs van het onderhoud in totaal en per enkele bewerking

1 Waterschap	2 Leidingtype	3 Kosten per m' leiding in guldens		4 Kosten per m' leiding in guldens		5 Kosten per m <sup>2</sup> leiding- oppervlakte in guldens		8 Bewerking frequentie totaal	9 Kosten per enkele bewerking in guldens	10 per m' aan- wezige lei- dinglengte	11 per m <sup>2</sup> aan- wezige lei- dingoppervlak	12 Gem.breedte in m <sup>2</sup> /m'
		handkracht	werktuig	handkracht	werktuig	handkracht	werktuig					
Oostermoersche Vaart	hoofdleidingen	0,462	0,231	0,693	0,019	0,039	0,019	0,058	3,29	0,211	0,018	12
	zijdleidingen	0,467	0,238	0,705	0,034	0,066	0,034	0,100	2,67	0,264	0,037	7,5
Middenveld	hoofdleidingen	0,292	0,042	0,334	0,006	0,041	0,006	0,047	2,15	0,155	0,022	7
	zijdleidingen	0,233	0,006	0,239	0,001	0,051	0,001	0,052	1,48	0,161	0,035	4,5
Wold A	hoofdleidingen	0,454	0,047	0,501	0,005	0,047	0,005	0,052	2,72	0,184	0,019	10
	zijdleidingen	0,396	0,003	0,399	0,001	0,089	0,001	0,088	1,88	0,223	0,045	5
Vledder- en Wapserveense A	hoofdleidingen	0,479	0,003	0,482	0,000	0,042	0,000	0,042	1,82	0,265	0,023	11,5
	zijdleidingen	0,396	-	0,396	-	0,063	-	0,063	1,98	0,200	0,032	6,5
Riegeer	hoofdleidingen	0,406	-	0,406	-	0,050	-	0,050	1,63	0,249	0,031	8,0
	zijdleidingen	0,300	-	0,300	-	0,039	-	0,039	1,34	0,224	0,029	7,5



De gemiddelde kosten van een enkele bewerking kwamen in 1963 op circa 22 ct per m' (tabel 6, kolom 10). Omgerekend per m<sup>2</sup> bedroegen de kosten 2,2 ct voor de hoofdleidingen en 3,6 ct voor de zijleidingen. Het hoge kostenpeil per m<sup>2</sup> in de Wold A dient te worden toegeschreven aan het relatief grote aantal kleine leidingen, die voor wat betreft de bodem in handkracht moeten worden gereinigd. Zet men grafisch de kosten per m<sup>2</sup> (per enkele bewerking) uit tegen de leidingbreedte (tabel 6, resp. de kolommen 11 en 12), dan ligt het kostenverloop normaal ten opzichte van de waterschappen Oostermoersche Vaart en de Vledder- en Wapserveense A (fig. 5). De kosten per m<sup>2</sup> bewerkte leidingoppervlakte liggen voor het waterschap Middenveld duidelijk lager. Dit zou kunnen worden toegeschreven aan de inrichting van het waterschap, zoals de geringere drooglegging en een minder dicht waterloppennet. Mogelijk speelt hier eveneens het hoge percentage leidinglengte dat met chemische middelen gereinigd was een rol (ca. 40 % van de bewerkte leidinglengte); in dat geval zou de kostprijs globaal met 2 cent per m<sup>2</sup> voor chemicaliën moeten worden verhoogd, waardoor het kostenpeil van dit waterschap niet veel verschilt met die van de overige waterschappen.

Op basis van een bewerkingsfrequentie gelijk aan 1 is getracht het kostenverlagend effect van de mechanisatie na te gaan. Hiertoe werd het arbeidsverbruik per ha te bewerken leidingoppervlak berekend met behulp van tabel 1 (kolom 5). Het aldus verkregen arbeidsverbruik in manuren per ha te bewerken leiding bedroeg:

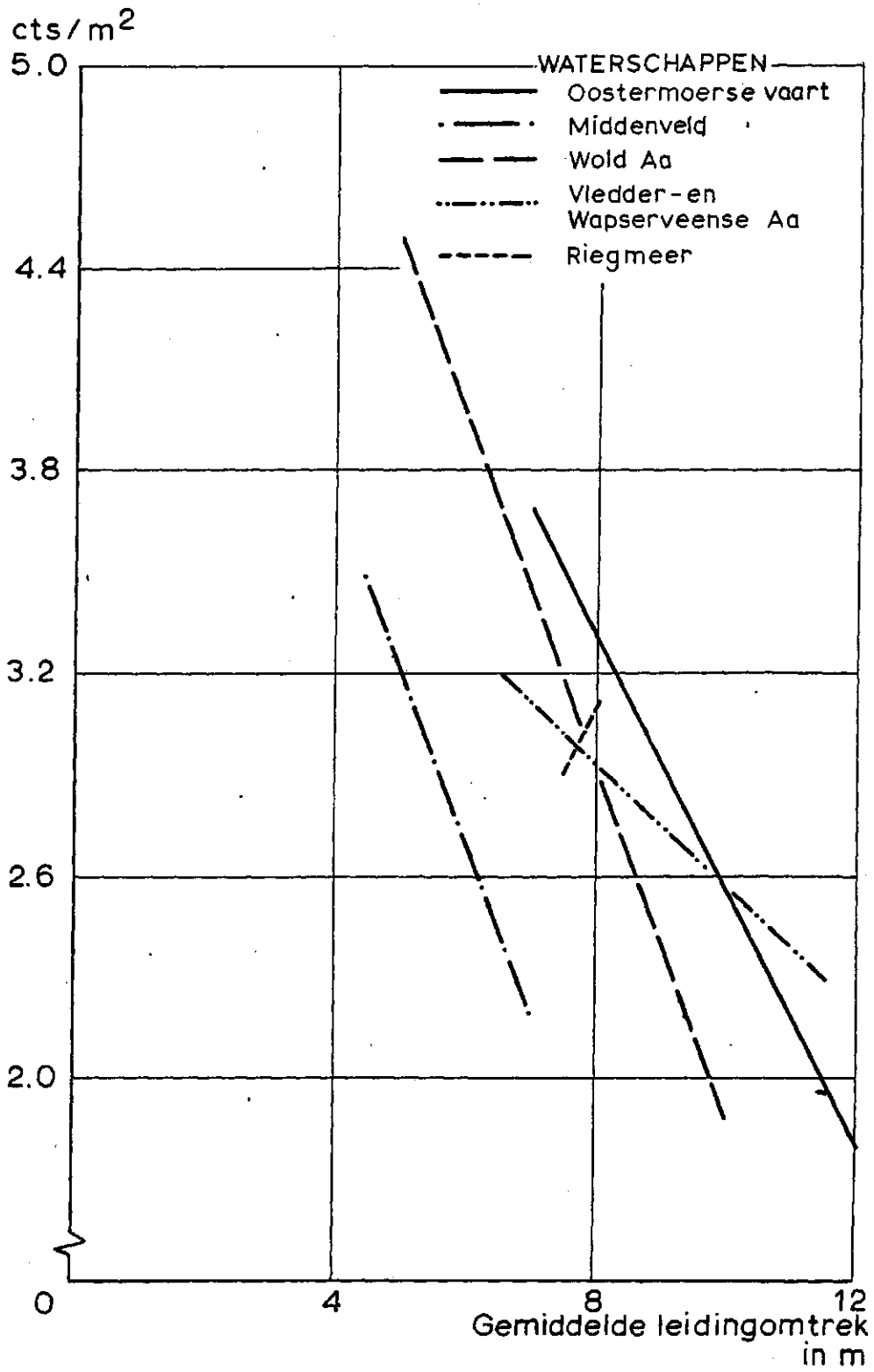
1. Oostermoersche Vaart	43
2. Middenveld	67
3. Wold A	79
4. Vledder- en Wapserveense A	69
5. Riegmeer	86

Voor de waterschappen met conventionele onderhoudsmethoden (de waterschappen 3, 4 en 5) betekent dit een gemiddelde van 78 manuren per ha. Het 'werktuigverbruik' in draaiuren per ha (incl. bediening) bedroeg voor de Oostermoersche Vaart 4,85 en de kosten per draaiuur (gewogen naar het aantal draaiuren per werktuig) f 14,54.

Volgens deze rekentechniek kon een kostenverlagend effect van mechanisatie in procenten van de kostprijs in handkracht per ha worden berekend van circa 20%.

fig. 5

HET VERBAND TUSSEN DE ONDERHOUDSKOSTEN (cts/m<sup>2</sup>)  
EN GEMIDDELDE LEIDINGOMTREK VOOR 1963



C. Kostenniveau van de verschillende onderhoudsmethoden

In het bijzonder werd aandacht besteed aan de kosten tengevolge van maaien of anderzins reinigen, waarbij andere werkzaamheden als herstellen, uitplaggen, ijshakken, vervoer en afrasteren niet in beschouwing werden genomen; bovendien waren deze werkzaamheden ook niet voor alle waterschappen bekend. Aangezien het egaliseren van bermen en taluds gedeeltelijk noodzakelijk werd verondersteld voor een doeltreffende mechanische reiniging, zijn 50% van de hieraan bestede uren toegerekend aan de maaikosten. Dit waren in de waterschappen Oostermoersche Vaart en de Vledder- en Wapserveense A 8019 manuren en 34 werktuiguren voor het eerste en 485 manuren voor het tweede waterschap,

Uit het cijfermateriaal konden van de verschillende toegepaste werkmethoden eveneens de werkcapaciteit en de gemiddelde kostprijs per eenheid van leidingoppervlakte voor 1963 worden berekend. Onder het begrip werkcapaciteit werd dan verstaan de voortgang, afhankelijk van de werkmethode voor:

- a. in handkracht maaien met de zeis = de voortgang in  $m^2$  per manuur
- b. reinigen met het schakelmes = de voortgang per 2 manuren
- c. mechanische reiniging = de voortgang van het werktuig of combinatie van werktuig en tractie per draaiuur.

Bij het maaien van taluds, bermen of bermen + taluds, is de werkcapaciteit geldend voor een enkelzijdig onderdeel.

De werkcapaciteit van het in handkracht uitgevoerde onderhoud van het bodemonderdeel (zeis en schakelmes) bleek af te nemen naarmate de leiding kleiner was. De eerder geconstateerde tendentie van een toename van de kosten bij de kleinere leidingen wordt hierdoor bevestigd.

Voor zover meerdere gelijksoortige werkzaamheden van verschillende waterschappen vergelijkbaar waren, is hieruit een rekenkundig gemiddelde berekend, gewogen naar de bewerkte leidinglengte of voor wat betreft de werktuigkosten naar het aantal gemeten draaiuren per waterschap. Een overzicht van de werkcapaciteit en de

kosten per m<sup>2</sup> naar de werkmethode geeft tabel 7.

Tabel 7. Overzicht van de werkcapaciteit en gemiddelde kosten (m<sup>2</sup> leiding) bij de toegepaste uitvoeringstechnieken

Leidingonderdeel en uitvoeringstechniek	Werkcapaciteit in m <sup>2</sup> per draaiuur	Gemiddelde kosten per m <sup>2</sup> in ct.
<b>a. Het maaien van de bermen (eenzijdig)</b>		
1. Gravely	980	0,70
2. Votex + Lanz 500	3080	0,55
<b>b. Het maaien van de taludstroken (eenzijdig)</b>		
1. in handkracht met zeis	100	3,5
2. Agria talud-maaier	1300	0,95
3. Rika	1520	0,90
4. Agria + Wibo	1280	0,95
5. Wissekerke + Lanz 300	2500	1,25
<b>c. Het maaien van bermen + taluds (eenzijdig)</b>		
1. in handkracht met zeis	180	1,95
2. Rika	2220	0,80
3. Agria-maaier	840	1,55
<b>d. Het maaien van bodem + taluds (tweezijdig)</b>		
1. in handkracht met de zeis	80	4,4
<b>e. Het maaien van bodemvegetatie</b>		
1. in handkracht met zeis	140	2,5
2. in handkracht met schakelmess	1265	0,6
3. veegboot + V-mes	2150	0,4
4. Zetor + V-mes	2910	0,5

Het maaien in handkracht kwam per m<sup>2</sup> voor de taluds ongeveer 40% duurder dan voor de bodem. De mechanische methoden bij het taludmaaien waren allen goedkoper t.o.v. de uitvoering in handkracht en bedroegen gemiddeld 26% van de kosten volgens conventionele uitvoering. Echter dient men bij de kostprijs per m<sup>2</sup> van een bepaalde gemechaniseerde methode de investeringskosten mee te rekenen van de noodzakelijke verbreding van het onderhoudspad. Stelt men de voor de beheerder extra jaarlijkse investeringskosten op 6% of 2% per onderhoudsbeurt (bij 3 herhalingen), dan zouden deze kosten bij een

grondprijs van f 8000,- per ha in de orde van grootte liggen van circa 1,6 cent per m<sup>2</sup> voor één onderhoudsbeurt; de extra exploitatiekosten van het mechanisch talud-maaien zou dan moeten worden verhoogd met 2,3 cent per m<sup>2</sup> extra benodigd onderhoudspad, wanneer deze wordt gemaaid met de Gravelly. Dit komt overeen met een verhoging van 1,4 cent per m<sup>2</sup> talud, wanneer de breedte van de berm 1,2 m en de taluds 2 m bedragen; dan nog is het gemechaniseerd taludonderhoud circa 35% goedkoper ten opzichte van handkracht.

Uit de berekende kosten blijkt, dat het reinigen van de bodem met het schakelmes of met de Zetor + V-vormig mes goedkope werkmethoden zijn, terwijl voor het maaien van de taluds de Wibo + Agria en de Rika gunstige resultaten te zien gaven.

In deze kosten komen echter sterk de in dit seizoen behaalde aantallen draaiuren tot uiting. Als bijkomstig voordeel van de Wibo kan worden vermeld, dat in eenzelfde arbeidsgang tevens wordt geharkt en dat deze machine eveneens op een betrekkelijk smal onderhoudspad kan werken.

Het blijkt, dat het arbeidsverbruik bij maaien in handkracht van de bodem min of meer samenhangt met de breedteklasse van de leiding (fig. 6).

Zet men namelijk voor deze werkmethode de breedte van het bodemonderdeel uit tegen de werkcapaciteit in m<sup>2</sup> per manuur, dan neemt de gemiddelde capaciteit per m<sup>2</sup> toe bij grotere leidingbreedte. Bij het reinigen met het schakelmes is eenzelfde tendens in mindere mate merkbaar (fig. 7).

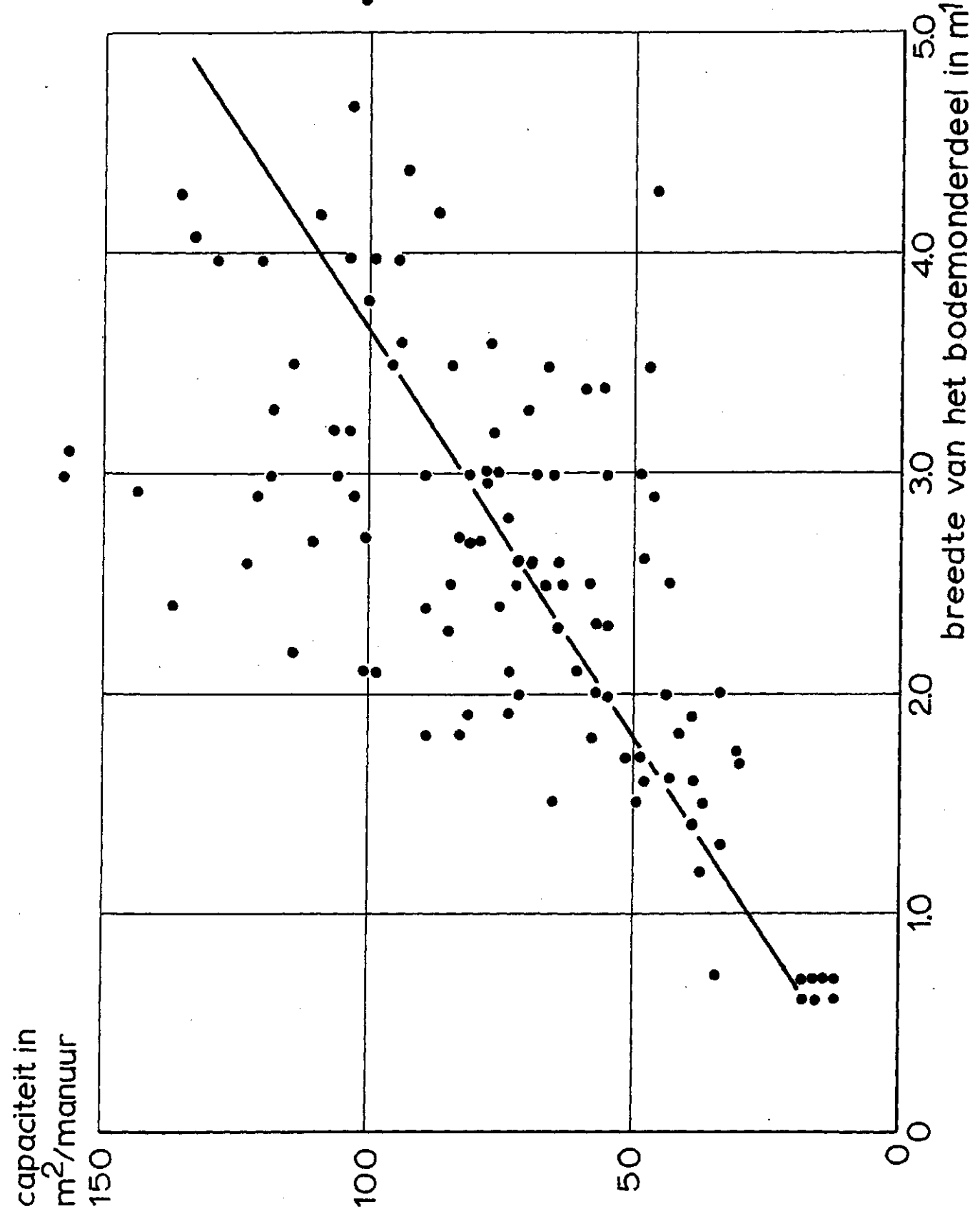
Hieruit volgt, zoals eerder werd opgemerkt, dat het maaien van de kleine leidingen relatief duurder is.

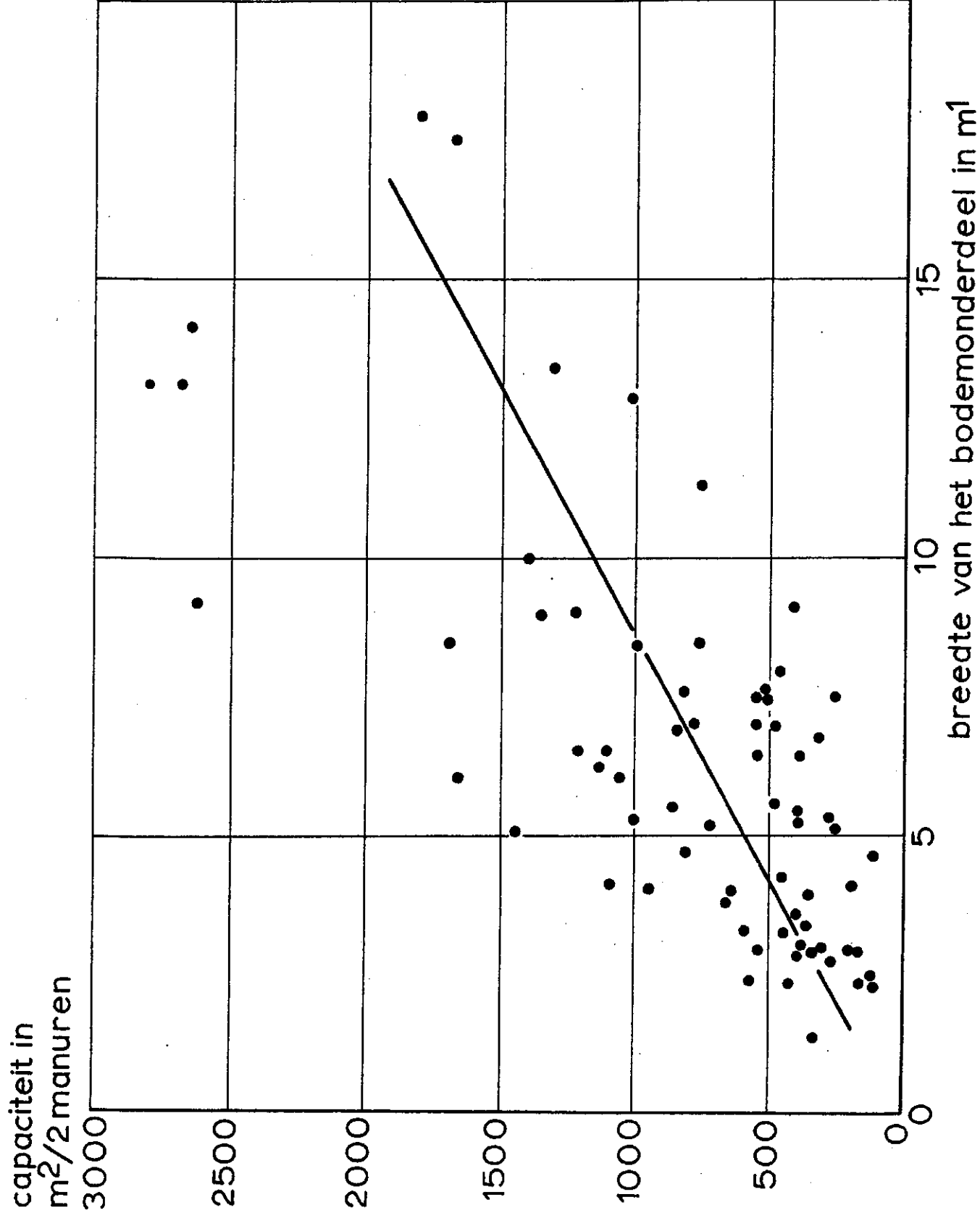
De capaciteit van het schakelmes is aanzienlijk groter dan van de zeis en de kostprijs dienovereenkomstig lager. De kwaliteit van het onderhoud lijkt echter bij de kleine leidingen gering, zodat het schakelmes waarschijnlijk effectief kan worden ingezet in leidingen breder dan 3 à 4 m.

De met behulp van de capaciteitsnormen berekende kosten werden in meer of mindere mate beïnvloed door het aantal verrichte draaiuren. Het is nu mogelijk een verband te brengen tussen de werktuigkosten en de capaciteit per draaiuur, waardoor een beter inzicht wordt verkregen omtrent de rentabiliteit van de werktuigen.

DE INVLOED VAN DE BREEDTE VAN HET BODEMONDERDEEL OP DE WERKPRESTATIE  
VOOR HET MAAIEN IN HANDKRACHT MET DE ZEIS

fig.6





In figuur 8 werden hiertoe de draaiuurkosten (fig. 5) omgerekend tot een kostprijs per m<sup>2</sup> bewerkt oppervlak.

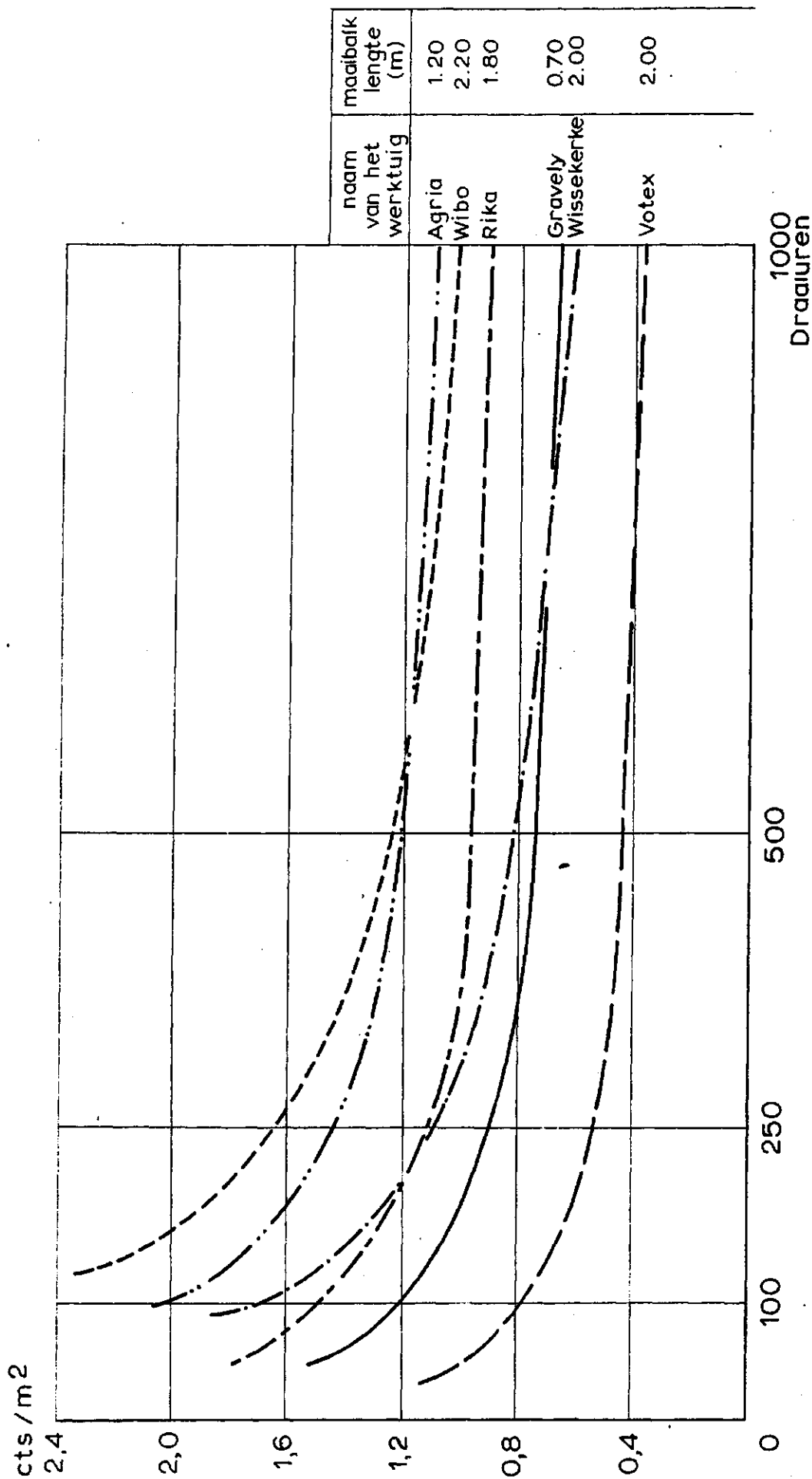
In de figuur treedt duidelijk de invloed van het aantal draaiuren per seizoen naar voren die in hoge mate bepalend is voor de rentabiliteit van het werktuig.

Ten aanzien van de resultaten moet rekening worden gehouden met het feit, dat slechts één enkele onderhoudsperiode in het onderzoek is betrokken. De kleinere taludmaaiers Agria en Rika schijnen bij een intensief gebruik (bijvoorbeeld meer dan 700 draaiuren per seizoen) iets nadeliger uit te vallen dan de Wissekerke en de Wibo. Bij een kostenvergelijking dient dan evenwel het voor een bepaald werktuig noodzakelijk breder onderhoudspad mede in ogenschouw te worden genomen en voorts de bijzondere mogelijkheden van de werktuigen, zoals het in één arbeidsgang maaien en harken van de Wibo. De rentabiliteit van het mechanisch onderhoud zou nauwkeuriger kunnen worden bepaald bij een vergelijking van onderhoudsgegevens gedurende meerdere jaren, waarbij dan tevens een grotere waarde zou kunnen worden toegekend aan de capaciteitsnormen. Interessant zou hierbij kunnen zijn om de invloed van de stijging der uurlonen op het onderhoudsbeleid na te gaan.



VERBAND TUSSEN MAAIKOSTEN (cts/m<sup>2</sup>) VOOR ENKELE WERKTUIGEN EN DE WERKELIJKE  
 DRAAIUREN PER JAAR OP BASIS VAN DE CAPACITEITSNORMEN 1963

fig 8



## V. SAMENVATTING

De sterke stijging van het arbeidsloon speelt tengevolge van de hierdoor verhoogde onderhoudskosten een belangrijke rol in de jaarlijkse kosten van een leidingstelsel. Mede hierdoor zijn de voor het onderhoud toegepaste methoden van betekenis, waarbij vooral de vraag rijst, in hoeverre door mechanisatie of bijvoorbeeld chemische bestrijding een stijging van de onderhoudskosten kan worden opgevangen.

Dit probleem vormde voor de Commissie Economie Waterhuishouding van het Provinciaal Onderzoekscentrum van de Landbouw in Drenthe aanleiding een onderzoek te doen instellen naar de techniek en economie van het onderhoud.

De vijf medewerkende waterschappen waren de Oostermoersche Vaart, het Middenveld, de Wold A, de Vledder- en Wapserveense A en het Riegmeer.

Bij het verwerken van de gegevens werd het accent vooral gelegd op het maaien van het leidingprofiel en de hiermee samenhangende werkzaamheden onderscheiden naar de toegepaste onderhoudsmethoden. Van elk waterschap werden de mechanisatiegraad en de bewerkingsfrequentie berekend, terwijl aangetoond kon worden dat de gemiddelde bewerking breedten goed overeenkwamen.

Het relatieve kostenpeil bleek toe te nemen naarmate de afmetingen van het leidingprofiel afnamen. Gemiddeld werden de onderhoudskosten voor 1963 voor alle waterschappen berekend op 45 cent per m' leiding. Voor een enkele bewerking kwam dit overeen met circa 22 cent per m' leiding of circa 3 cent per m<sup>2</sup> te bewerken leidingoppervlakte.

Aangetoond kon worden dat de mechanisatie kostenverlagend werkte, waarbij voor het taludmaaien in dit opzicht een besparing kon worden bereikt van 35% ten opzichte van het conventionele onderhoud met de zeis, inclusief de kosten van aanleg en onderhoud van een noodzakelijk breder onderhoudspad bij mechanische reiniging. Voor de grotere leidingen blijken de veegboot met V-mes, of een V-mes voortbewogen door tractie vanaf het schouwpad en het door twee man bediende schakelmes effectieve reinigingsmiddelen te zijn.