: CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING
ır. 407 (gewijzigd september 1967)

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

ir. C. Bijkerk, J. Pieters en J. de Waard

INHOUDSOPGAVE

I. INLEIDING

In de jaarlijkse exploitatiekosten van een waterschap spelen de onderhoudskosten van de leidingen een steeds belangrijker rol door de relatief sterk gestegen arbeidslonen. Als gevolg van deze ontwikkeling neemt de mechanisatie van het onderhoud snel toe. In het algemeen is het echter niet gelukt door deze mechanisatie de stijging van de arbeidskosten op te vangen. De mate waarin deze ontwikkeling een beslag legt op het budget van de waterschappen blijkt onder meer uit de gegevens van 2 Drenthse waterschappen, 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 toenemende 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. Dit versterkt de problemen van een juiste keuze van de apparatuur. Daarnaast nemen de organisatorische problemen toe in verband met de schaarste aan losse arbeidskrachten voor deze seizoenwerkzaamheden.

Bovengenoemde problemen vormden 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 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 voor vijf waterschappen.

Het onderzoek richtte zich op de omstandigheden zoals deze in de desbetreffende waterschappen voorkwamen. De aan het onderzoek medewerkende waterschappen waren in het jaar 1963: De Oostermoersche Vaart, het Middenveld, de Wold Aa, de Vledder- en Wapserveense Aa en het Riegmeer.

In dit rapport wordt een analyse gegeven van de uit de waarnemingen over het jaar 1963 verkregen resultaten. Voor analyses van de waarnemingsresultaten over de jaren 1964 en 1965 wordt verwezen naar respectievelijk de nota's 408 en 409 van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding.
Een beschrijving van de voor het leidingonderhoud gebruikte machines en werktuigen en een vergelijking van de analyses over de drie rapporteringsjaren gezamenlijk, waarbij de trend in de onderhoudskosten gedurende de

drie jaren van het onderzoek zal worden nagegaan, benevens een literatuurlijst, zijn opgenomen in nota nr. 410 van 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 Aa, de Vledder- en Wapserveense Aa en het Riegmeer, 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 die in het onderzoek werd betrokken, de te bewerken leidingoppervlakte in totaal zowel als naar het leidingonderdeel (bodem, berm of schouwpad en talud) en de lengte van het in het onderzoeksgebied gelegen waterlopennet (voor zover in onderhoud en beheer bij het desbetreffende waterschap).

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

1 Waterschap	2 Gebieds-opper-vlakte* (ha)	3 Opper-vlakte bermen (ha)	4 Opper-vlakte taluds boven water (ha)	5 Oppervl. bodem + taluds onder water (ha)	6 Verhou-ding boven/ onder water $6=\frac{3+4}{5}$	7 Totaal te be-werken opper-vlakte (ha)	8 Percen-tage van de gebieds-opper-vlakte	9 Lengte water-lopen (km)	10 Gem. te bewer-ken breed-te	11 Water-lopen-dicht-heid (m^1/ha)
1. Oostermoersche Vaart	24000	55,5	85,0	122,4	1,15	262,9	1,10	225,1	11,7	9,4
2. Middenveld	15600	8,7	26,6	25,3	1,40	60,6	0,39	80,0	7,6	5,1
3. Wold Aa	15000	24,3	65,5	82,4	1,09	172,2	1,15	208,3	8,3	13,9
4. Vledder- en Wapserveense Aa	15400	21,7	44,5	65,8	1,01	132,0	0,86	117,3	11,3	7,6
5. Riegmeer	10000	4,3	16,2	18,2	1,13	38,7	0,39	43,3	8,9	4,3
Totaal	80000	114,5	237,8	314,1	1,12	666,4	0,83	674,0	10,1	8,4

* Geschatte gebiedsgrootte van het afwaterend gebied waarin de onderzochte leidingen voorkomen

Bovendien zijn in tabel 1 berekend: de verhouding van het boven - en onder water gelegen gedeelte van de te bewerken leidingoppervlakte(kolom 6), de te bewerken oppervlakte als percentage van de gebiedsoppervlakte (kolom 8) en de waterlopendichtheid (kolom 10).

* Op aanvraag verkrijgbaar bij het I. C. W.

Gemiddeld wordt in deze waterschappen 0,83% van de gebiedsoppervlakte bewerkt. De procentueel grote, bij het onderhoud betrokken, oppervlakte en de dichtheid van het waterlopennet van de waterschappen de Oostermoersche Vaart en de Wold Aa komen duidelijk naar voren.

De verhouding van de oppervlakte boven water en onder water ligt enigszins boven 1. Het waterschap Middenveld vormt hierop een uitzondering met relatief (1,4) een groot gedeelte boven water (taluds en bermen). Dit vindt zijn oorzaak in de relatief grote lengte aan kleine leidingen in dit waterschap (zie tabel 2).

Ten behoeve van een inzicht in de invloed van de afmetingen van de leidingen op de onderhoudstechniek en -kosten zijn alle leidingen onder andere ingedeeld in breedte-klassen op de waterspiegel. Tabel 2 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 2. Verdeling van de leidingen naar breedte-klassen

Klasse-verdeling breedte op de waterspiegel		Oostermoersche Vaart		Middenveld		Wold Aa		Vledder- en Wapserveense Vaart		Riegmeer	
klasse	breedte (m)	lengte in km	%	lengte in km	%	lengte in km	%	lengte in km	%	lengte in km	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,00 - 2,00	40,4	17,9	38,5	48,1	50,0	24,0	13,4	11,4	7,4	17,2
2	2,01 - 4,00	95,8	42,7	23,0	28,7	115,6	55,6	49,7	42,4	17,6	40,6
3	4,01 - 6,00	20,9	9,2	7,2	9,0	11,4	5,4	16,4	14,0	13,9	32,1
4	6,01 - 8,00	34,9	15,5	-	-	10,7	5,1	19,6	16,7	1,4	3,2
5	8,01 -10,00	-	-	11,3	14,2	8,7	4,2	6,8	5,8	-	-
6	meer dan 10,00	33,1	14,7	-	-	11,9	5,7	11,4	9,7	3,0	6,9
Totaal		225,1	100,0	80,0	100,0	208,3	100,0	117,3	100,0	43,3	100,0

Het merendeel der leidingen (54 - 80%) bevindt zich in de breedteklassen tot 4,00 meter. De waterschappen Middenveld en Wold Aa, hebben verreweg het merendeel in de 2 kleinste klassen, respectievelijk 77 en 80%. Bij de waterschappen Oostermoersche Vaart, Vledder- en Wapserveense Aa en Riegmeer is dit beduidend minder namelijk respectievelijk 60, 54 en 58%.
In het waterschap Vledder- en Wapserveense Aa zijn de leidingen het regelmatigst over de klassen verdeeld.

III. TOEGEPASTE METHODEN VOOR HET LEIDINGONDERHOUD

Het leidingonderhoud is overwegend in handkracht uitgevoerd. Alleen door het waterschap de Oostermoersche Vaart is in ruime mate ook gebruik gemaakt van machines. Bij dit waterschap zijn voor het talud-maaien gebruikt:

- 1 Rika;
- 2 combinaties van een Wibo, gekoppeld aan een Agria-trekker;
- 1 combinatie van een John Deere Lanz 300 tractor met de Wissekerke maaibalk en harkuitrusting.

Mechanisch onderhoud van het natte profiel is voorts verricht met:

- 1 veegboot, die een V-vormig mes over de bodem voortbeweegt;
- 1 tractor (Zetor) voorzien van een in horizontale stand geplaatste stalen trekbalk waaraan een V-vormig mes is bevestigd, dat door de watergang wordt voortgetrokken.

Onderhoud van het schouwpad is verricht met onder andere:

- 2 Gravely cirkelmaaiers;
- 1 Votex, gekoppeld aan een John Deere Lanz 500.

In de waterschappen de Vledder en Wapserveense Aa en de Wold Aa, worden de bermen en taluds met een Agria-maaier bewerkt, terwijl de taludmaaier Rika in gebruik is bij Middenveld, de Wold Aa en de Oostermoersche Vaart. Het waterschap Riegmeer verricht het onderhoud geheel in handkracht.

Voor een uitgebreide omschrijving van de genoemde werktuigen wordt verwezen naar nota 410 van het I.C.W.

Het reinigen langs chemische weg door middel van bespuiten met C.M.U. of D.C.M.U. vond toepassing in een aantal droge watergangen van de waterschappen Wold Aa en Middenveld. Verder zijn plaatselijk nog enkele middelen op basis van proefnemingen toegepast. Een overzicht van de toegepaste onderhoudsmethoden is gegeven in tabel 3.

Tabel 3. Procentuele verdeling van de onderhoudsmethoden uitgedrukt in percenten van de totaal bewerkte lengten

Onderhoudstechniek	% van de totaal bewerkte lengte in alle waterschappen	% van de totaal bewerkte lengte per leidingonderdeel				
		bodem	taluds	bermen	~~bermen+~~ taluds	~~bodem+~~ taluds
1	2	3	4	5	6	7
1.Maaien in handkracht (zeis)	48,5	53,9	27,0	--	88,0	100,0
2.Idem (schakelmes)	12,4	28,9	-	-	-	-
3.Zetor + V-mes	4,4	10,3	-	-	-	-
4.Veegboot + V-mes	0,8	1,9	-	-	-	-
5.Rika	7,2	-	26,9	-	3,0	-
6.Agria + Wibo	8,1	-	31,9	-	-	-
7.Agria maaier	2,5	-	6,3	-	9,0	-
8.Lanz 300 + Wissekerke	2,0	-	7,9	-	-	-
9.Gravely	7,1	-	-	59,0	-	-
10.Lanz 500 + Votex	4,9	-	-	41,0	-	-
11.Chemisch	2,1	5,0	-	-	-	-

In tabel 3 is het in handkracht harken van de taluds buiten beschouwing gelaten. Egaliseren en afplaggen zijn aan het maaien toegerekend. De werktuigen zijn in de beschouwing opgenomen voor zover het betreft de werkzaamheden maaien, harken, ruimen en eggen. Transport, rollen, en dergelijke zijn buiten beschouwing gelaten.

Bij een vergelijking van het in handkracht uitgevoerde onderhoud (methoden 1 en 2) met het mechanisch reinigen, blijkt dat in deze waterschappen ruim 60% van het totale onderhoud in handkracht wordt uitgevoerd (kolom 2). Van het onderdeel bodem wordt bijna 83% in handkracht uitgevoerd en van de taluds 27%; het overige onderhoud geschiedt nagenoeg geheel mechanisch, voor zover de onderdelen niet gecombineerd worden gereinigd.

Uit de tabel blijkt dat het mechanisch onderhoud zich vooral concentreert op bermen en taluds. Opgemerkt wordt nog dat de gegevens over het bermen onderhoud uitsluitend betrekking hebben op het waterschap de Oostermoersche Vaart.

IV. DE ONDERHOUDSKOSTEN

A. Algemeen

De onderdelen van het leidingprofiel, waarop de verrichte bewerkingen betrekking hebben zijn:

1. bodem
2. taluds
3. bodem + taluds (gecombineerd)
4. bermen
5. bermen + taluds (gecombineerd)

In deze nota is aandacht besteed aan de kosten van het maaien en aan de kosten van het mechanisch onderhouden, waarbij werkzaamheden als herstellen, uitplaggen, ijshakken, vervoer en afrasteren niet in beschouwing zijn genomen; onder meer omdat omtrent deze werkzaamheden geen gegevens voor alle waterschappen bekend zijn.

Behalve de kosten zijn voor de verschillende toegepaste werkmethoden eveneens de werkcapaciteit en de gemiddelde kostprijs per eenheid van leidingoppervlakte berekend.

Bij een vergelijking van het kostenpeil van leidingonderhoud zoals dit in de verschillende waterschappen gedurende 1963 heeft gegolden zijn de volgende punten in overweging genomen:

[illegible]

[illegible]

[illegible] CONCLUSIONS [illegible]

[illegible]

[illegible]

1. [illegible]
2. [illegible]
3. [illegible]
4. [illegible]
5. [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. Men kan de kosten vergelijken per m^2 leidingoppervlakte en per m^1 leiding. Het is duidelijk dat voor het kostenpeil de te bewerken oppervlakte de meest relevante factor is. De kosten per m^1 en per m^2 zullen slechts dan overeenkomen indien de bewerkingsbreedte (het quotiënt van de oppervlakte van de leidingen en de daarbij behorende leidinglengte) per groep van leidingen die in beschouwing wordt genomen, in dezelfde orde van grootte ligt;
2. De verschillen in mechanisatiegraad. Deze kunnen zijn veroorzaakt door verschillen in bodemgesteldheid en door de constructie van de leidingen, zoals profielvorm, aanwezigheid en breedte van de schouwbermen, onderbrekingen van de taluds door zijsloten, aanwezigheid van dammen, duikers, en dergelijke;
3. Er moet rekening worden gehouden met de gemiddelde onderhoudstoestand, die kan uiteenlopen als gevolg van verschillen in kwaliteit van het onderhoud;
4. De per seizoen verrichte draai-uren van de werktuigen zijn belangrijk, omdat zij bij geringe aantallen de kosten sterk beïnvloeden.

In de berekeningen zijn slechts directe kostenfactoren in aanmerking genomen. Overheadkosten zijn buiten beschouwing gelaten.

Ad 1. De bewerkte oppervlakte

In tabel 4 zijn de gemiddelde breedten van bewerking van de leidingonderdelen bodem en taluds berekend, verdeeld in 6 klassen van breedte op de waterspiegel. Onder bodem wordt steeds verstaan het totale leidingprofiel onder de waterspiegel. Daar het gaat om de te bewerken oppervlakte heeft de aangegeven bewerkingsbreedte van de taluds steeds betrekking op de totale aanwezige taludlengte.

Tabel 4. Gewogen gemiddelde breedte voor bodem en taluds (weging naar leidinglengte)

Waterschap	Totaal te bewerken breedte (m)	Bewerkingsbreedte in m per leidingklasse; breedte op de waterspiegel											
		< 2 m		2 - 4 m		4 - 6 m		6 - 8 m		8 - 10 m		> 10 m	
		bodem	talud	bodem	talud	bodem	talud	bodem	talud	bodem	talud	bodem	talud
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Oostermoersche Vaart	11,7	2,08	3,55	3,31	3,79	5,43	3,84	7,11	4,51	-	-	14,03	3,80
Middenveld	7,6	1,00	4,06	2,87	2,94	5,11	2,60	-	-	10,00	4,00	-	-
Wold Aa	8,3	-	-	3,21	2,22	5,02	3,79	6,40	3,00	9,10	2,80	16,52	5,63
Vledder- en Wapserveense Aa	11,3	1,96	3,09	3,38	3,69	5,06	4,34	7,49	5,07	9,04	2,20	14,86	3,72
Riegmeer	8,9	1,75	2,67	3,35	3,84	5,07	3,61	7,10	4,60	-	-	-	-
Gemiddeld	10,1	1,62	3,62	3,25	3,11	5,17	3,78	7,11	4,44	9,46	3,15	14,72	4,17

Uit tabel 4 blijkt dat de waterschappen Oostermoersche Vaart en Vledder- en Wapserveense Aa over het algemeen de grootste bewerkingsbreedten te zien geven; het laatst genoemde heeft een geringere waterlopendichtheid dan het eerst genoemde.
Van de leidingen kleiner dan 2,00 m, waren bij Wold Aa niet alle maten bekend, zodat hier de gemiddelde bewerkingsbreedten niet zijn vermeld. Hoewel zich derhalve een zekere spreiding in de bewerkingsbreedten van de leidingonderdelen voordoet zijn de verschillen niet zodanig dat een kostenvergelijking daardoor onmogelijk wordt.

Ad 2. De mechanisatie

In tabel 5 zijn de bestede uren vermeld voor het onderhoud uitgevoerd met handkracht en voor het machinale onderhoud (werktuig-uren en bedieningsuren). Uit deze gegevens kan een maat worden afgeleid van de mechanisatiegraad van het onderhoud in de verschillende waterschappen. De mechanisatiegraad is uitgedrukt in een verhoudingsgetal aangevende het percentage dat de met machines bewerkte oppervlakte vormt van de totale bewerkte oppervlakte.

Tabel 5. Mechanisatiegraad.

Waterschap	Aanwezige leidinglengte in km	Aan leidingonderhoud bestede uren			Totaal bewerkte oppervlakte in ha		Mechanisatiegraad in %
		handkracht	werktuig	werktuig bediening	in handkracht	mechanisch	$\frac{7}{6+7} \times 100$
1	2	3	4	5	6	7	8
Oostermoersche Vaart	225,1	29787	2771	4233	456,5	482,9	51,4
Middenveld	80,0	6418	217	434	109,8	25,6	18,9
Wold Aa	208,3	25004	330	659	372,5	36,6	9,0
Vledder- en Wapserveense Aa	117,3	14987	152	304	317,9	17,4	5,2
Riegmeer	43,3	4424	0	0	81,2	0	0
Totaal	674,0	80620	347	5630	1337,9	562,5	29,6

Het waterschap Oostermoersche Vaart blijkt met een mechanisatiegraad van 51,4% het sterkst gemechaniseerd te zijn. In Riegmeer is het onderhoud volledig in handkracht uitgevoerd.

Ad 3. De onderhoudstoestand

Een nauwkeurige beschrijving van de onderhoudstoestand is door het ontbreken van gegevens niet mogelijk. Enerzijds ontbrak daartoe een prak-

Ad 5. [illegible]

tische en objectieve onderzoeksmethode, anderzijds zou doorvoering van een kwaliteitsbeoordeling van de onderhoudstoestand in de loop van het seizoen tot uitgebreide aanvullende onderzoekingen hebben geleid. De hiervoor benodigde mankracht was niet beschikbaar.

Als basis voor een globale vergelijking werd de gemiddelde bewerkingsfrequentie gekozen. Onder bewerkingsfrequentie wordt verstaan de totaal bewerkte oppervlakte gedeeld door de aanwezige oppervlakte. Deze cijfers zijn per waterschap en voor het geheel per leidingklasse weergegeven in tabel 6. Met nadruk zij vermeld dat deze cijfers slechts een globale indruk geven, daar variaties in groeisnelheid als gevolg van verschillen in bodemgesteldheid, grondwaterdiepte en ouderdom van de leidingen mede tot verschillende onderhoudsbeurten kunnen hebben geleid. Tevens is (zie tabel 6) voor elk waterschap een gewogen gemiddelde bewerkingsfreq. bepaald.

Tabel 6. Bewerkingsfrequentie per klasse en totaal per waterschap

Waterschap	Bewerkingsfrequentie per klasse breedte op de waterspiegel van:						Gemiddelde bewerkingsfrequentie in het gehele waterschap
	0 - 2m	2 - 4m	4 - 6m	6 - 8m	8 -10m	>10m	
1	2	3	4	5	6	7	8
Oostermoersche Vaart	2,07	2,95	3,83	4,47	-	4,24	3,56
Middenveld	1,18	1,73	2,26	-	3,90	-	2,21
Wold Aa	1,30	1,82	2,49	4,43	4,34	3,82	2,54
Vledder- en Wapserveense Aa	3,64	2,74	2,58	2,66	2,84	3,01	2,82
Riegmeer	1,72	2,33	2,33	1,82	-	1,28	2,10
Gemiddeld	1,83	2,42	2,89	3,85	3,77	3,80	2,95

De leidingen in het waterschap Oostermoersche Vaart zijn het vaakst gereinigd. Het veelvoudiger onderhoud in dit waterschap kan mogelijk mede worden verklaard door de hogere mechanisatiegraad. Over het algemeen ligt de bewerkingsfrequentie van de leiding breder dan ca. 5 m op de waterspiegel boven de gemiddelde frequentie en die van de smallere leidingen er onder. De bewerkingsfrequentie neemt toe met de breedte van de leiding, met uitzondering van de zeer brede leidingen. De hoge bewerkingsfrequentie bij de Vledder- en Wapserveense Aa van de leidingen in de smalste klasse vormt een opvallende uitzondering. Het is niet ondenkbaar dat dit samenhangt met de relatief geringe lengte aan leidingen in deze klasse (11,4%).

Uiteraard is het interessant na te gaan in hoeverre bij het onderhoud aandacht wordt besteed aan de verschillende leidingonderdelen. In tabel 7

zijn voor de onderdelen bodem, talud, bodem + talud, berm en berm + talud de bewerkingsfrequentie vermeld.

Tabel 7. Bewerkingsfrequentie per onderdeel

Waterschap	Bewerkingsfrequentie				
	Bodem	Talud	Bodem + talud	Berm	Berm + talud
1	2	3	4	5	6
Oostermoersche Vaart	4,29	2,55	1,46	3,40	0,47
Middenveld	3,96	1,30	1,34	-	-
Wold Aa	2,52	2,84	1,86	-	2,16
Vledder- en Wapserveense Aa	2,34	2,36	1,17	-	2,19
Riegmeer	1,46	3,08	1,23	-	-
Gemiddeld	3,28	2,44	1,57	3,40	1,12

Voor de waterschappen Oostermoersche Vaart en Middenveld blijkt het aantal malen dat de bodem wordt gereinigd belangrijk hoger te zijn dan dat van de taluds. De waterschappen Wold Aa en Vledder- en Wapserveense Aa reinigen deze onderdelen even vaak. In het waterschap Riegmeer is relatief veel aandacht geschonken aan de taluds. Uit het oogpunt van waterbeheersing zijn deze cijfers in zoverre van belang dat het reinigen van de bodem, waaronder in dit onderzoek tevens steeds is begrepen het gedeelte van het talud dat zich onder water bevindt, aanleiding geeft tot lagere stromingsweerstanden, waarmee een vlotte aan- en afvoer mogelijk blijft.

De bodem is in het waterschap Oostermoersche Vaart het veelvuldigst schoon gemaakt.

Ad 4. De invloed van het aantal draai-uren

Door enkele waterschappen zijn aanvullende gegevens ter beschikking gesteld betreffende bijkomende kosten van de werktuigen (reparatie, brandstoffen e.d.) met behulp waarvan de draai-uurkosten werden berekend. Hierbij werd uitgegaan van het in 1963 werkelijk gemaakte aantal draaiuren. De uurprijzen, waarmee is gerekend bij de vaststelling van de onderhoudskosten zijn gegeven in tabel 8.

Tabel 8. Draaiuurkosten per werktuig of werktuig met aandrijving (over 1963)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Waterschap	Werktuig	Aandrijving	Draai-uren in 1963	Kostprijs van het werktuig	Afschrijvings-periode in jaren	Jaarlijks af te schrij-ven bedrag	Afschrijf-kosten per draaiuur	Brandstof, onderhoud+ smeermid-delen	Rente-verlies ber.n. 5% v.d. kostpr.	Bijkomende reparatie-kosten per uur	Rest-waarde	Bedienings-kosten	Totale draaiuurkosten werk-tuig	Totale draaiuurkosten in combinatie met aandrij-ving
Oostermoersche	1.Gravely		315,5	2467,-	5	493,40	1,56	2,51	0,20			3,82	8,09	
Vaart	2.Rika		269	2650,-	4	662,50	2,46	2,57	0,25			11,23	16,51	
	3.Agria-trekker		473	6000,-	10	600,-	1,27	1,25	0,32	2,20		3,80	8,84	
	4.Wibo	Agria	458	9243,-	5	1848,60	4,04	2,07	0,50			1,82	8,43	17,27
	5.J.D.Lanz.300		136,5	9500,-	10	950,-	6,96	2,55	1,74	3,75	0,70	3,80	18,10	
	6.Wissekerke	Lanz 300	91	8736,-	10	873,60	9,60	3,55	2,40			3,88	19,43	37,53
	7.J.D.Lanz.500		270	10208,-	10	1020,80	3,78	2,05	0,95	3,00	0,38	3,80	13,20	
	8.Votex	Lanz 500	224	2868,-	10	286,80	1,28	0,60	0,32			0,15	2,35	15,55
	9.Zetor		369	7000,-	10	700,-	1,90	1,78	0,47	1,70	0,19	3,80	9,46	
	10.V-mes +trekbalk	Zetor	307				0,60			0,50		3,81	4,91	14,37
	11.Veegboot		186	5600,-	10	560,-	3,01	1,30	0,75		0,60	3,88	8,34	
Middenveld	1.Rika		217	2650,-	4	662,50	3,05	2,50	0,31			7,60	13,46	
Wold A á	1.Rika		87	2650,-	4	662,50	7,61	2,50	0,76			7,64	18,51	
	2.Agriamaaier		243	3040,-	4	760,-	3,13	1,50	0,31			7,57	12,51	
Vledder-+Wap-serveense Aa	1.Agriamaaier		152	3040,-	4	760,-	5,00	1,50	0,50			7,60	14,60	

Het renteverlies werd berekend naar 5% van de vermelde kostprijs en per draai-uur omgerekend volgens:

$$R_v = \frac{5 \times A}{2 \times 100 \times B} = 0,025 \frac{A}{B}$$, waarin :

R_v = het gemiddelde renteverlies per draai-uur in guldens
A = de kostprijs van het werktuig in guldens
B = het gemeten aantal draai-uren in het beschouwde jaar.

Voor de berekening van de restwaarde is bij de tractoren uitgegaan van 10% van de aanschafprijs, te verdelen over de jaren van de afschrijvingsperiode en omgeslagen over het aantal draai-uren in 1963. Bij de veegboot is uitgegaan van 20% van de aanschafprijs.
De bedieningskosten werden bepaaldddoor de berekende gemiddelde bezettingsgraad per werktuig te vermenigvuldigen met een voor alle waterschappen geldende manuurprijs van ƒ 3,80, welke als volgt is samengesteld:

Gemiddeld uurloon bij los dienstverband van de vakarbeider B (ƒ85, 95)

volgens C.A.O. -regeling en bij 45-urige werkweek	ƒ 1, 91
accoordderving stoeslag (10%)	0, 19
vacantiebonwaarde (ƒ10, 20/week)	0, 23
	ƒ 2, 33
diploma-toeslagen (ƒ 1, 50/week)	0, 04
kledingvergoeding	0, 50
afstands- en gereedschappenvergoeding (ƒ1, 25/dag)	0, 14
schaft- en schuilgelegenheidsvergoeding (ƒ 1, -/dag)	0, 11
éénmalige uitkering (ƒ 2, -/week)	0, 04
	ƒ 3, 16
huurcompensatie (ƒ 5, 75/week)	0, 15
verzekeringen; risicodekking	0, 04
sociale lasten, door werkgever te betalen (18, 4%)	0, 47
Totale loonkosten per manuur	ƒ 3, 80

Als basis voor deze loonberekening diende de C.A.O. voor de akker- en weidebouw en de veehouderij in de provincie Drenthe voor het contractjaar 1963 - 1964 en het voor dat jaar gegeven advies van de Drenthse Waterschapsbond.

De invloed die het aantal draai-uren per jaar op de hoogte van de werktuigkosten per draai-uur heeft, blijkt duidelijk uit tabel 9.

Tabel 9. Draai-uurkosten per werktuig of werktuig + aandrijving, incl. bedieningskosten; berekend naar het prijspeil van 1963

Werktuig	Aandrijving	Aantal draai-uren per jaar						
		50	100	250	500	1000	1500	2000
1. Gravely		17,43	11,88	8,55	7,44	6,88	6,70	6,61
2. Rika		25,92	18,63	14,26	12,80	12,07	11,82	11,70
3. Agria-trekker		22,25	14,75	10,25	8,75	8,00	7,75	7,63
4. Agria-maaier		25,81	17,45	12,43	10,76	9,93	9,65	9,51
5. Wibo		45,48	24,69	12,20	8,05	5,97	5,27	4,93
6. Wissekerke		29,27	18,35	11,79	9,62	8,52	8,16	7,98
7. J.D.Lanz 300		31,95	21,03	14,47	12,29	11,19	10,81	10,65
8. J.D.Lanz 500		32,03	20,59	13,54	11,20	10,03	9,63	9,44
9. Votex		9,72	4,34	2,19	1,46	1,11	0,99	0,93
10. Zetor		23,38	15,33	10,50	8,89	8,09	7,82	7,68
11. Veegboot		16,94	11,06	8,43	6,36	5,77	5,57	5,47
12. Wibo	Agria	67,73	39,44	22,45	16,80	13,97	13,02	12,56
13. Wissekerke	Lanz 300	61,22	39,38	26,26	21,91	19,71	18,97	18,63
14. Votex	Lanz 500	42,05	24,93	15,73	12,66	11,14	10,62	10,37

In het algemeen blijken de uurkosten snel toe te nemen indien per jaar minder dan 500 draai-uren worden gemaakt.
De kostprijs per uur is boven ca. 500 draai-uren per jaar grotendeels afhankelijk van de kosten van personeelsbezetting. Rationalisatie van het werktuigenpark werkt daar dus gunstig op de kostprijs.

B. Berekening van de onderhoudskosten

Bij alle kostenberekeningen is uitgegaan van een manuurprijs van ƒ 3,80. De werkelijke kosten van een manuur kunnen hoger liggen omdat verschil in vergoedingen per waterschap mogelijk is en omdat hier geen rekening is gehouden met financiële verplichtingen bij vast dienstverband, administratiekosten, overhead, en dergelijke.

In tabel 10 zijn de onderhoudskosten berekend per klasse bewerkingsfrequentie en per klasse breedte op de waterspiegel.

Tabel 10 a. Onderhoudskosten in cts/m^1 per breedteklasse

Waterschap	Lengte in km	Leidingbreedte op de waterspiegel						Gem. kosten (cts/m^1)	Gem.kosten per bewerkings frequentie	Gem.kosten per enkele bewerking (cts/m^1)
		<2 m	2-4m	4-6m	6-8m	8-10m	>10m			
totale lengte	652	129	301	70	66	27	59			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oostermoersche Vaart	225	46,5	60,8	64,5	65,3	--	60,0	59,1	3,56	16,6
Middenveld	80	26,6	31,5	44,2	--	58,7	--	34,1	2,21	15,4
Wold Aa	187*	39,5	45,9	61,2	66,1	44,8	63,1	48,0	2,54	18,9
Vledder- en Wapserveense Aa	117	44,5	42,5	55,5	53,9	54,6	62,0	49,1	2,82	17,4
Riegmeer	43	27,4	36,8	50,5	35,0	--	26,9	38,8	2,10	18,5
Gemiddeld		37,8	48,4	57,0	61,4	53,2	59,3	49,7	2,95	16,8

* Voor ca. 21 km konden de kosten niet worden berekend i.v.m. het ontbreken van gegevens

Tabel 10 b. Onderhoudskosten in cts/m^2 per enkele bewerkingsindeling naar breedteklasse

Waterschap	Leidingbreedte op de waterspiegel						Gemiddelde kosten (cts/m^2)	Gemiddelde te bewerken breedte in m^1
	<2m	2-4m	4-6m	6-8m	8-10m	>10m		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oostermoersche Vaart	2,9	2,2	1,5	1,0	-	0,6	1,4	11,7
Middenveld	3,9	2,8	2,2	-	1,0	-	2,0	7,6
Wold Aa	5,8	3,5	2,5	1,3	0,8	0,7	2,2	8,3
Vledder- en Wapserveense Aa	1,9	1,8	1,9	1,4	1,4	1,0	1,5	11,3
Riegmeer	3,0	2,0	2,2	1,5	-	1,2	2,1	8,9
Gemiddeld	3,3	2,5	2,2	1,2	1,0	0,7	1,7	10,1

De gemiddelde kosten van het leidingonderhoud in de 5 Drenthse waterschappen bedroegen 49,7 cts/m^1 (excl. overhead kosten). Het waterschap Middenveld was het laagst met 34,1 cts/m^1 en het waterschap Oostermoersche Vaart het hoogst met 59,1 cts/m^1. In het algemeen nemen de kosten per m^1 toe bij toenemende leidingbreedte (tabel 10 a). Neemt men tevens het aantal keren dat is gereinigd in de beschouwing op dan blijkt dat

bij een gemiddelde bewerkingsfrequentie van 2,95 de kosten per enkele bewerking gemiddeld 16,8 cts/m^1 hebben bedragen met een variatie van 15,4 tot 18,9 cts/m^1. De afwijkingen zijn derhalve dan veel geringer. De in totaal hoge kosten per m^1 voor het waterschap Oostermoersche Vaart kunnen worden verklaard door de relatief hoge bewerkingsfrequentie (3,56). Uiteraard vormt de kostprijs per m^2 per enkele bewerking een exattere vergelijkingsbasis (tabel 10b). Uit de tabel volgt dat het waterschap Oostermoersche Vaart (1) en het waterschap Vledder- en Wapserveense Aa (4) met een kostprijs van respectievelijk 1,4 en 1,5 cts/m^2 het laagst zijn. De drie andere waterschappen te weten Middenveld (2), Wold Aa(3) en Riegmeer (5) zijn belangrijk duurder met respectievelijk 2,0, 2,2 en 2,1 cts/m^2.

Het uiteenvallen in 2 groepen kan worden verklaard uit het verschil in de gewogen gemiddelde breedte (in m) die moet worden bewerkt. Voor de eerste twee waterschappen bedragen deze respectievelijk 11,7 en 11,3m en voor de laatstgenoemde resp. 7,6, 8,3 en 8,9 m. Bovendien ligt de bewerkingsfrequentie in de twee eerstgenoemde waterschappen (1) en (4) belangrijk hoger namelijk 3,56 en 2,82 ten opzichte van 2,21, 2,54 en 2,10. Het duurdere onderhoud van kleinere leidingen is toe te schrijven aan het feit dat een zeis moeilijker is te hanteren door de steilere taluds en de geringe bodembreedte; bovendien raken deze leidingen , met in het algemeen steviger waterplanten (stengelplanten) begroeid en is deze vegetatie veelal 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, enz., bovendien wordt hier vaak met behulp van het schakelmes gereinigd; deze methode is per m^2 te reinigen oppervlakte goedkoop.

Eens te duidelijker blijkt uit deze uitkomsten van het onderzoek, dat het ondoenlijk is op grond van algemene kostprijsgegevens per waterschap en zelfs per leidingklasse conclusies te trekken ten aanzien van het niveau waarop de kosten zich bewegen. Zowel de bewerkingsfrequentie als de samenstelling van de leidingen naar grootte zijn onmisbare gegevens voor een juiste interpretatie van gevonden cijfers en verschillen.

Het verloop van de kosten in cts/m^2 in afhankelijkheid van de leidinggrootte is nog eens weergegeven in figuur 5. De lijn van het waterschap Vledder- en Wapserveense Aa(4) vertoont een afwijkend verloop.

Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat naarmate de frequentie van het onderhoud toeneemt de prestaties van man en machines naar verhouding zullen toenemen als gevolg van de minder zware begroeiing.

Hierdoor zal de kostprijs per m^2 dalen. In het geval dat dit verband niet wordt gevonden, zou daaruit de conclusie kunnen worden getrokken dat de organisatie van het onderhoud is afgestemd op de groeisnelheid van het gewas en zou een hogere frequentie van onderhoud samengaan met grotere groeisnelheid in de betrokken leidingen.

Tabel 10 c. Onderhoudskosten in cts/m^1 per bewerkingsfrequentieklasse

Waterschap	Lengte in km	Bewerkingsfrequentie						Gemiddelde kosten (cts/m^1)	Gemiddelde bewerkingsfrequentie	Gemiddelde kosten per enkele bewerking (cts/m^1)
		<1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5			
Totale lengte	500*	48	180	106	80	64	22			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oostermoersche Vaart	127	27,7	40,6	53,5	73,4	68,2	93,7	59,1	3,56	16,6
Middenveld	80	20,0	31,7	45,4	58,7	--	--	34,1	2,21	15,4
Wold Aa	149	31,1	39,5	56,2	68,4	58,6	--	48,0	2,54	18,9
Vledder- en Wapserveense Aa	101	25,6	40,0	47,0	55,4	56,3	73,4	49,1	2,82	17,4
Riegmeer	43	--	29,5	45,0	--	--	--	38,8	2,10	18,5
Gemiddeld		24,6	37,2	50,1	65,7	61,3	87,1	49,7	2,95	16,8

* Voor het overige aantal kilometers kon de bewerkingsfrequentie niet worden vastgesteld i.v.m. het ontbreken van gegevens

Tabel 10 d. Onderhoudskosten in cts/m^2 per enkele bewerkingsindeling naar bewerkingsfrequentieklasse

Waterschap	Bewerkingsfrequentie						Gemiddelde kosten (cts/m^2)	Gemiddelde bewerkingsbreedte in m^1	Totale bewerkingsfrequentie
	<1	1-2	2-3	3-4	4-5	>5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Oostermoersche Vaart	6,5	2,8	2,2	2,2	0,8	0,9	1,4	11,7	3,56
Middenveld	4,0	3,1	2,5	1,0	-	-	2,0	7,6	2,21
Wold Aa	4,8	4,0	2,4	1,9	0,8	-	2,2	8,3	2,54
Vledder- en Wapserveense Aa	3,3	2,1	1,5	1,4	1,4	1,7	1,5	11,3	2,82
Riegmeer	-	2,0	2,1	-	-	-	2,1	8,9	2,10
Gemiddeld	4,2	3,1	2,1	1,7	0,9	1,1	1,7	10,1	2,95

In tabel 10 c zijn de onderhoudskosten in cts/m^1 in afhankelijkheid van de klassen van bewerkingsfrequentie weergegeven.

Uit de cijfers volgt dat de kosten per m^1 minder dan evenredig toenemen bij oplopende bewerkingsfrequenties. Dit komt nog eens tot uitdrukking in tabel 10 d, waarin de kosten in cts/m^2 per enkele bewerking zijn weergegeven. Uit deze cijfers volgt een sterke afname van de kosten bij toenemende frequentie. Uit tabel 10b en fig. 5 is reeds gebleken dat de kosten in cts/m^2 eveneens afnemen bij toenemende leidinggrootte. Uit tabel 6 is reeds gebleken dat bij toenemende leidinggrootte de bewerkingsfrequentie toeneemt. De afname van de eenheidskosten per m^2 bij de bewerkingsfrequentie wordt dus beïnvloed door het feit, dat de grote leidingen in hogere frequentieklassen sterk zijn vertegenwoordigd en deze relatief goedkoop in onderhoud zijn (goedkoper bodemonderhoud).

Uit figuur 3 blijkt, dat de grotere bewerkingsbreedtes voorkomen bij de hogere bewerkingsfrequenties (rechts in de figuur). Door een correctie op de breedte kan de afname van de eenheidskosten bij toenemende frequentie worden benaderd. Volgens deze benadering vertonen de eenheidskosten in de waterschappen Middenveld en Wold Aa een sterkere afname bij toenemende bewerkingsfrequentie (0,8 cts/m^2 per extra bewerking) dan de waterschappen Oostermoersche Vaart, Vledder- en Wapserveense Aa (0,6 cts/m^2 per extra bewerking). De voorkomende frequenties in het waterschap Riegmeer liepen te weinig uiteen om in dit opzicht conclusies te trekken.

C. <u>De eenheidskosten van de verschillende onderhoudsmethoden</u>

De capaciteit en de gemiddelde kostprijs per eenheid van leidingoppervlakte zijn voor 1963 berekend. Voor maaien met de zeis of het reinigen met schakelmes wordt onder capaciteit verstaan het aantal gemaaide m^2 per manuur. Bij mechanische reiniging is voor bepaling van de capaciteit gerekend met de bewerkte oppervlakte per draai-uur (dus onafhankelijk van het aantal bedienend personeel).

Een overzicht van de capaciteitscijfers en de berekende kosten zijn voor de toegepaste onderhoudsmethoden en voor de leidingonderdelen weergegeven in tabel 11.

Voor de veegboot is gerekend met een bediening van 1 man. Voor de Rika en de Agria-maaier is de gemiddelde uurprijs berekend van de in tabel 8 gegeven uurprijzen bij de verschillende waterschappen.

Tabel 11. Overzicht van de werkcapaciteit en gemiddelde kosten/m^2 leiding bij de toegepaste uitvoeringstechnieken (incl. bedieningskosten)

Leidingonderdeel en uitvoeringstechniek	Werkcapaciteit in m^2 per draai-uur	Gemiddelde kosten in cts/m^2
a. Het maaien van de bermen		
1. Gravely	980	0,83
2. Votex + Lanz 500	3170	0,49
b. Het maaien van de taludstroken		
1. in handkracht met zeis	100	3,80
2. Agria talud-maaier	1300	1,04
3. Rika	1270	1,27
4. Agria + Wibo	1160	1,49
5. Wissekerke + Lanz 300	3200	1,17
c. Het maaien van bermen + taluds		
1. in handkracht met de zeis	180	2,11
2. Rika	1100	1,47
3. Agria-maaier	1050	1,29
d. Het maaien van bodem + taluds		
1. in handkracht met de zeis	110	3,45
e. Het maaien van bodemvegetatie		
1. in handkracht met zeis	150	2,53
2. in handkracht met schakelmes	630	0,60
3. veegboot + V-mes	2150	0,44
4. Zetor + V-mes	3200	0,45

Hoewel bij het bermen maaien de Votex per draai-uur aanzienlijk duurder was dan de Gravely, bedroeg de kostprijs per m^2 te bewerken oppervlakte slechts ca. 60% van die van de Gravely. Dit is een gevolg van de grotere werkbreedte en een werkcapaciteit die voor de Votex ca. 200% hoger lag dan voor de Gravely. Schouwpaden met een breedte van 2 m^1 en meer kunnen dus voordeliger worden bewerkt met de Votex. De met de Rika behaalde werkcapaciteit varieerde nogal; dit is aannemelijk, omdat de hoedanigheid van de taluds van invloed is op de snelheid, die met de werktuigen kan worden bereikt ; ook optredende stagnatie door het verstopt raken van de messenbalk speelt een rol.

Hoewel de werkcapaciteit van de Agria-maaier slechts weinig hoger ligt dan van de Rika, blijken de kosten per m^2 bewerkte leidingoppervlakte ruim

18% lager te liggen. De Wissekerke kost per draai-uur ruim het dubbele van een Wibo, maar door de veel grotere capaciteit van de Wissekerke zijn de kosten per m^2 bewerkte leidingoppervlakte lager dan bij het onderhoud met de Wibo.

Indien het voor de Wissekerke noodzakelijk bredere onderhoudspad (ca. 2,50 m^1) in aanmerking wordt genomen, blijkt de Wibo relatief goedkoper uit te vallen. De gemiddelde werkbreedte was voor beide werktuigen ongeveer gelijk. Hierbij dient te worden opgemerkt dat met de Wibo gelijktijdig wordt gemaaid en geharkt, dit in tegenstelling met de Wissekerke die bij de gebruikte montage het maaien en harken afzonderlijk verrichte. De kosten van de Wissekerke werden echter enigszins beïnvloed door het gering aantal draai-uren die in het seizoen zijn gemaakt.

Het maaien in handkracht is per m^2 voor de taluds ruim 10% duurder dan voor de bodem. De mechanische methoden bij het taludmaaien zijn allen goedkoper dan bij uitvoering in handkracht. De eenheidskosten van mechanisch reinigen bedragen ca. 40% van die van onderhoud in handkracht. Echter dient men bij de kostprijs per m^2 van een bepaalde gemechaniseerde methode de investeringskosten mee te rekenen van de noodzakelijke verbreding van het onderhoudspad. Stelt men de grondwaarde op ƒ 8000 per ha tegen 6% rente en neemt men een extra bermbreedte aan van 0,5 m, dan leert een oriënterende berekening dat een besparing van ca. 30% van de onderhoudskosten in handkracht tot de reële mogelijkheden moet worden gerekend.

Het gecombineerd maaien van bermen en taluds of van bodem en taluds komt niet in alle waterschappen voor. Bovendien is niet bekend in welke verhouding berm- en taludgedeelte, respectievelijk bodem- en taludgedeelte, zijn verdeeld. De waarde van de hier gegeven capaciteiten is dan ook betrekkelijk.

Uit de kostenberekening blijkt, dat het reinigen van de bodem met het schakelmes, veegboot of met de Zetor + V-vormig mes goedkope werkmethoden zijn.

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^1.

V. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het onderzoek naar de onderhoudskosten in 5 Drenthse waterschappen vond plaats onder auspiciën van de Commissie Economie Waterhuishouding van het Provinciaal Onderzoekcentrum van de Landbouw in Drenthe.

Nadat in 1965 een rapport werd uitgebracht en in "Waterschapbelangen" 1965 nr. 17 en 18 een artikel was verschenen omtrent de onderhoudskosten in 5 Drenthse waterschappen, kwamen sindsdien een aantal vraagpunten naar voren, die ertoe hebben geleid dat het omvangrijke cijfermateriaal nog eens opnieuw, maar dan gedetailleerder, werd geanalyseerd. Hiertoe werd voor een grotere computer van de Afdeling Bewerking Waarnemingsuitkomsten T.N.O. te Wageningen een nieuw rekenprogramma ontworpen.

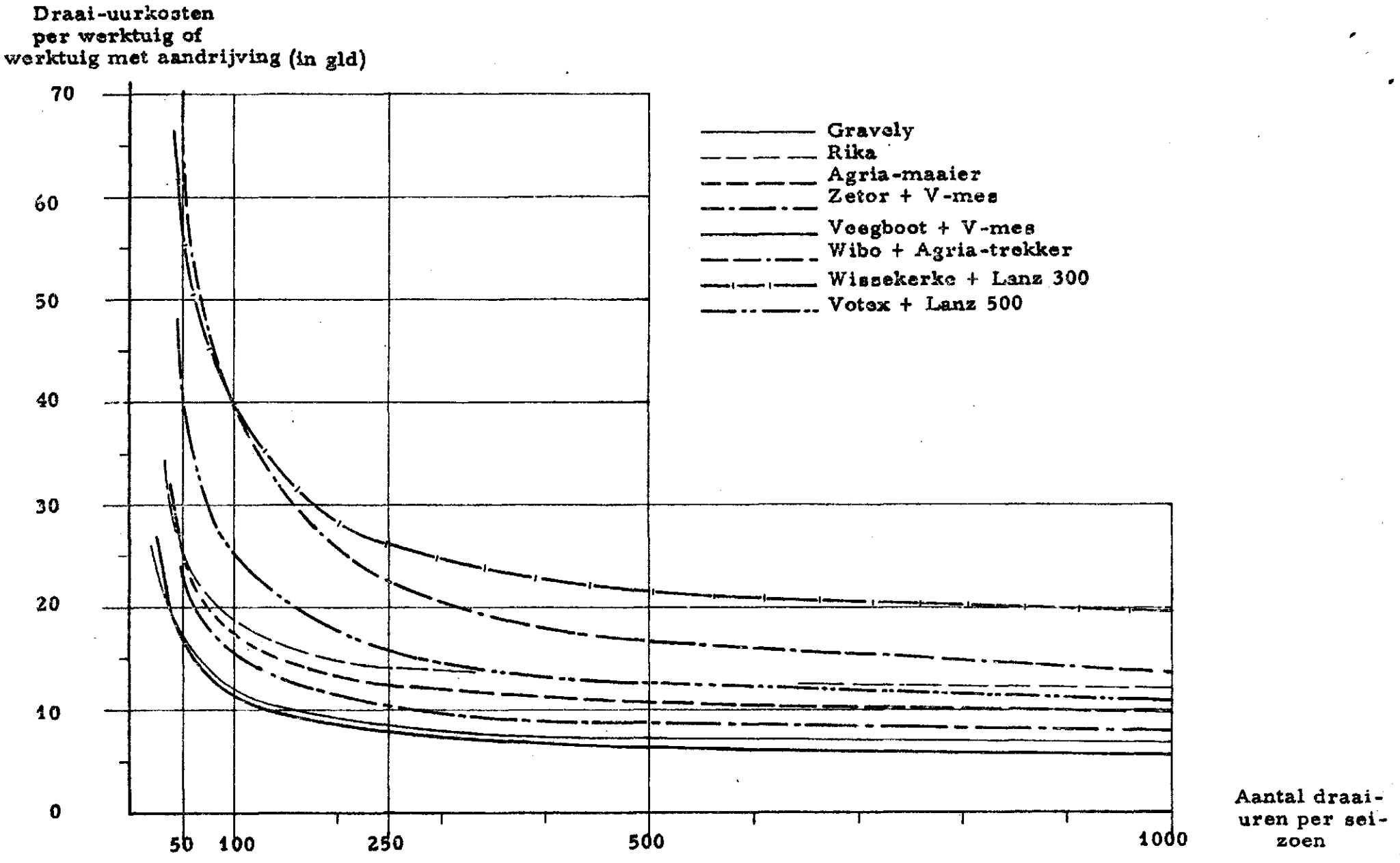
Een tweede aanleiding tot een gewijzigd programma is gelegen in de geuite wens de gegevens van drie achtereenvolgende jaren te weten, 1963, 1964 en 1965 met elkaar te vergelijken. De gegevens van 1965 waren eerst in 1966 beschikbaar, hetgeen mede een verklaring vormt voor het late tijdstip waarop dit deelrapport tot stand is gekomen. In volgende nota's zijn op analoge wijze de gegevens over 1964 en 1965 verwerkt.

Uit het onderzoek komen belangrijke gegevens ten aanzien van het kostenniveau bij de verschillende onderhoudstechnieken naar voren.
Bij de in 1963 geldende prijsverhoudingen is onderhoud in handkracht belangrijk duurder dan mechanisch onderhoud. Voor de taluds en de bermen zijn de eenheidskosten van mechanisch onderhoud voor de verschillende werktuigen 1,0 à 1,5 cts per m^2, voor onderhoud in handkracht is dit 2,0 cts/m^2 voor berm + taluds en 3,8 cts/m^2 voor de taluds. Ten opzichte van het onderhoud in handkracht is derhalve bij de huidige prijzen en stand van de techniek een besparing mogelijk van ca. 30%. Hierbij is rekening gehouden met de extra bermbreedte (landverlies) en de hieraan te besteden onderhoudskosten. Het is bij deze kostprijsverhoudingen vanzelfsprekend dat indien, wegens het ontbreken van een (voldoend brede) berm en/of onderbrekingen in de taluds door zijsloten, mechanisch onderhoud niet mogelijk is, wijzigingen hierin al spoedig rendabel zijn. De gegevens in dit rapport lenen zich voor rentabiliteitsberekeningen, in dit opzicht, namelijk hoe ver men kan gaan met de investeringen in bermverbreding en aanvullende voorzieningen (o. a. aanleg dammen met duikers voor uitmondingen zijsloten) ter verkrijging van besparingen op jaarlijks onderhoud.

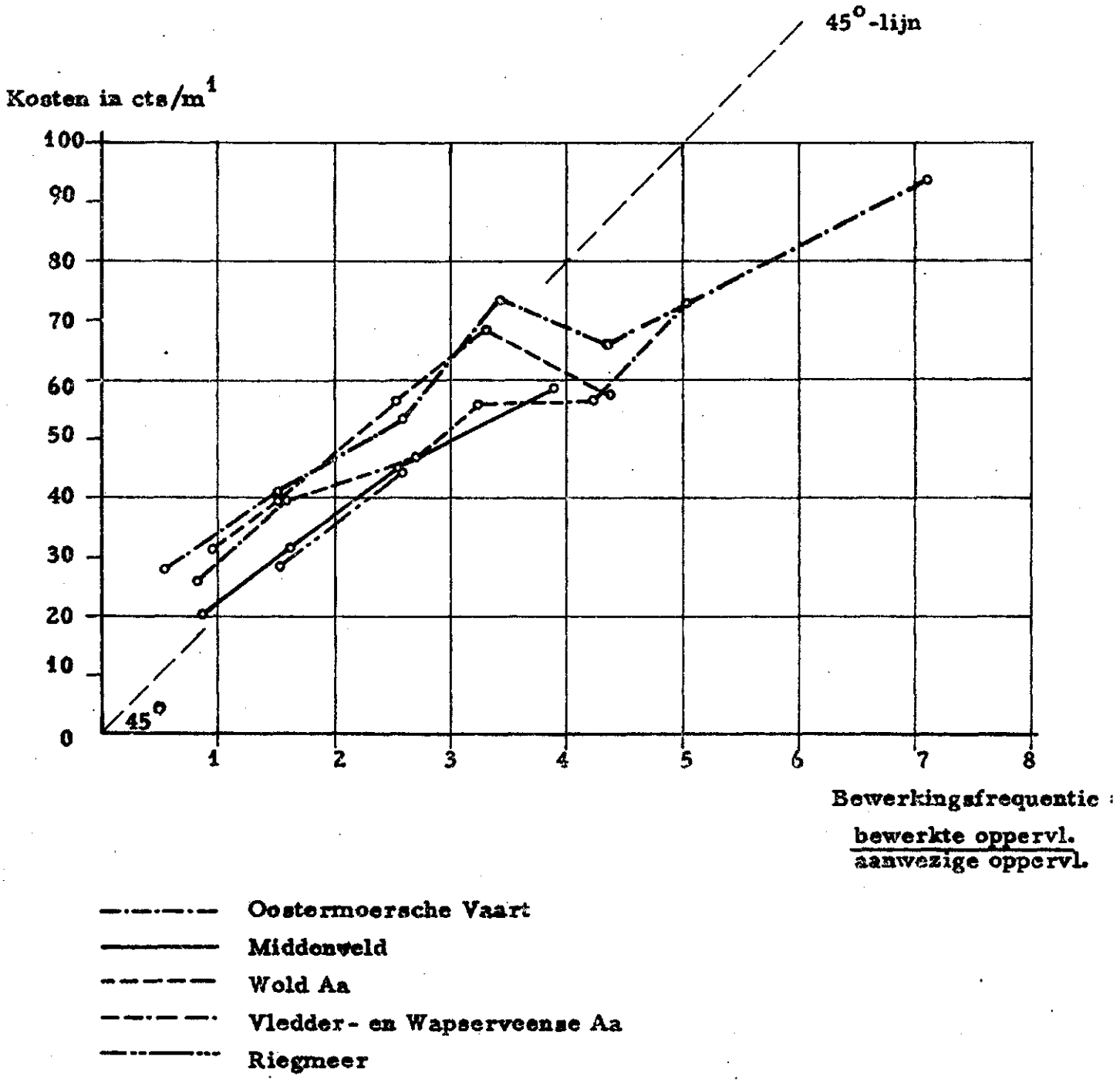
Meer in het algemeen bieden de cijfers aanknopingspunten voor het optimaliseren van het ontwerpen van waterlopenplannen. In het eerder genoemde artikel in "Waterschapbelangen" is hiervan een voorbeeld gegeven.
Voor wat betreft de resultaten kan samenvattend worden vermeld dat de gemiddelde onderhoudskosten in 1963 49 cts/m^1 voor alle waterschappen bedroegen. Bij een gemiddelde bewerkingsfrequentie (= totaal bewerkte oppervlakte/ aanwezige oppervlakte) van 2.95 komt dit neer op 16,8 cts/m^1 per enkele bewerking. Daar gemiddeld ruim 10 m^2/m^1 werd bewerkt, is de kostprijs per be-

werkte m^2 gemiddeld 1,7 cts .

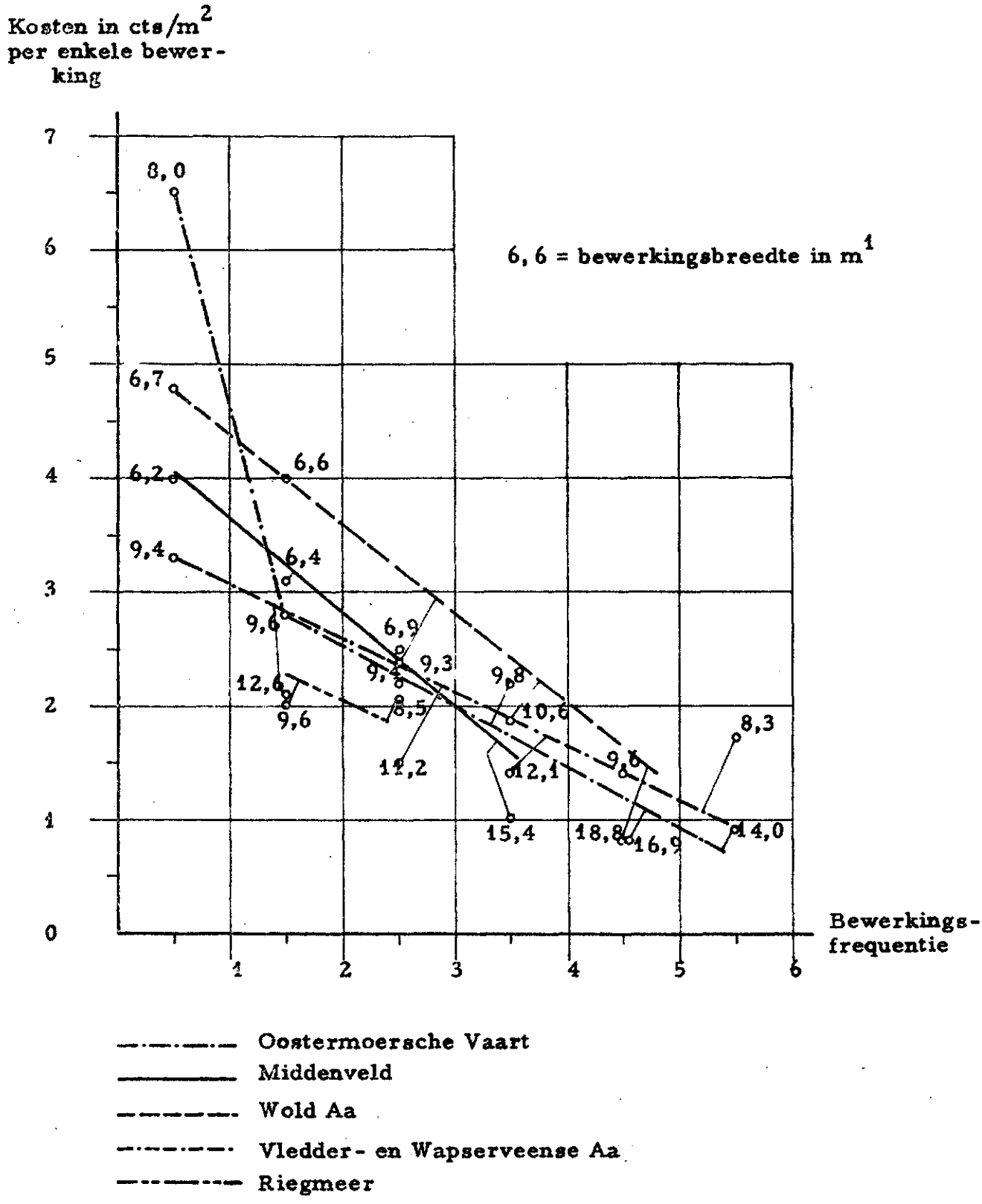
Uitgaande van de hypothese dat een toenemend aantal onderhoudsbeurten de prestatie zou doen toenemen en derhalve de kostprijs zou doen dalen, werd gevonden, dat elke extra bewerking de kostprijs deed afnemen met 0,6 à 0,8 cts/m^2. Dit betekent dat bij een matig onderhoud de kostprijs zou stijgen tot gemiddeld 1,7 + 2 (0,6 à 0,8) = 3,1 cts/m^2 wegens de zwaardere begroeiing.



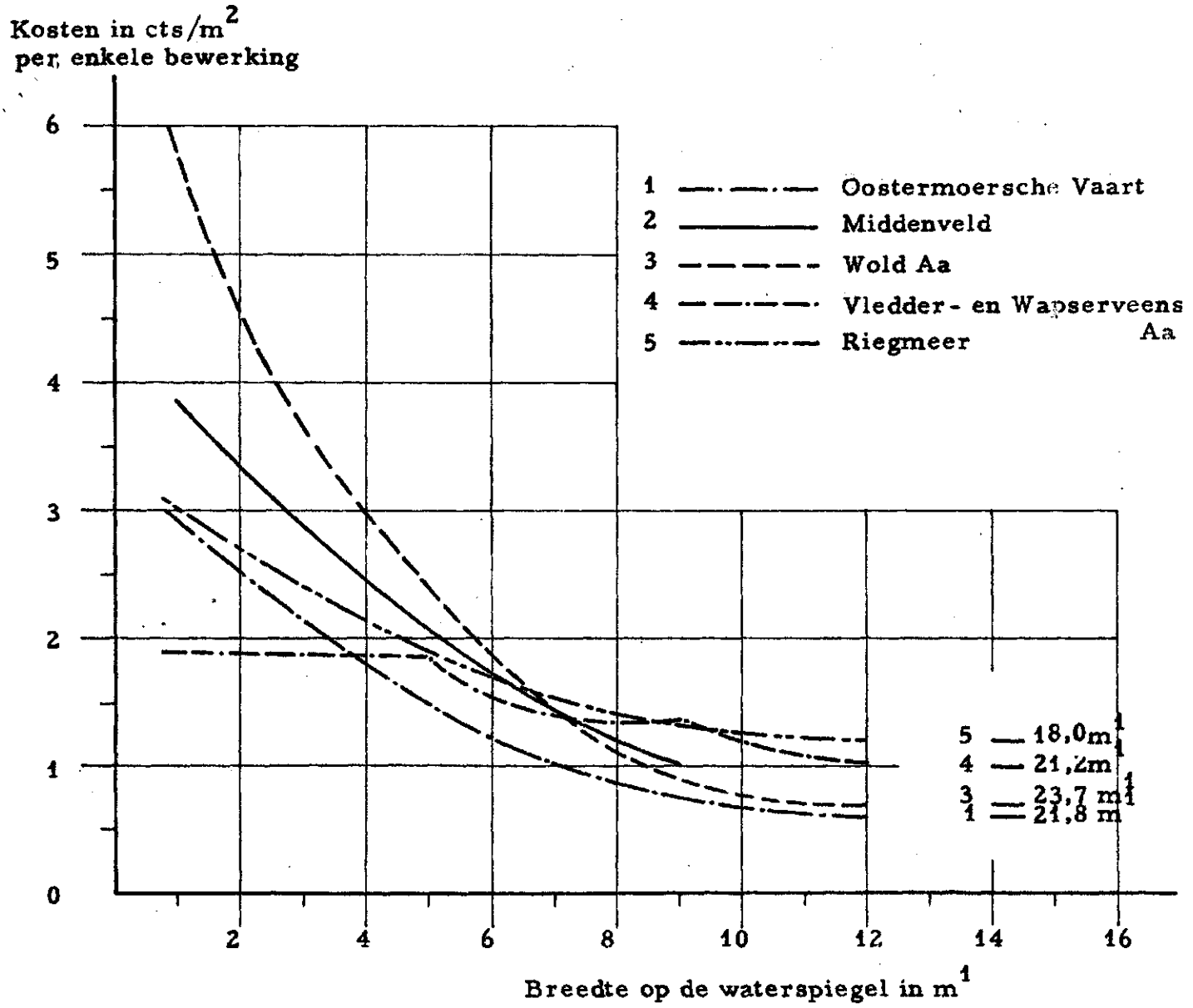
Figuur 1: Verband tussen het aantal draai-uren en de kosten per uur, inclusief bediening



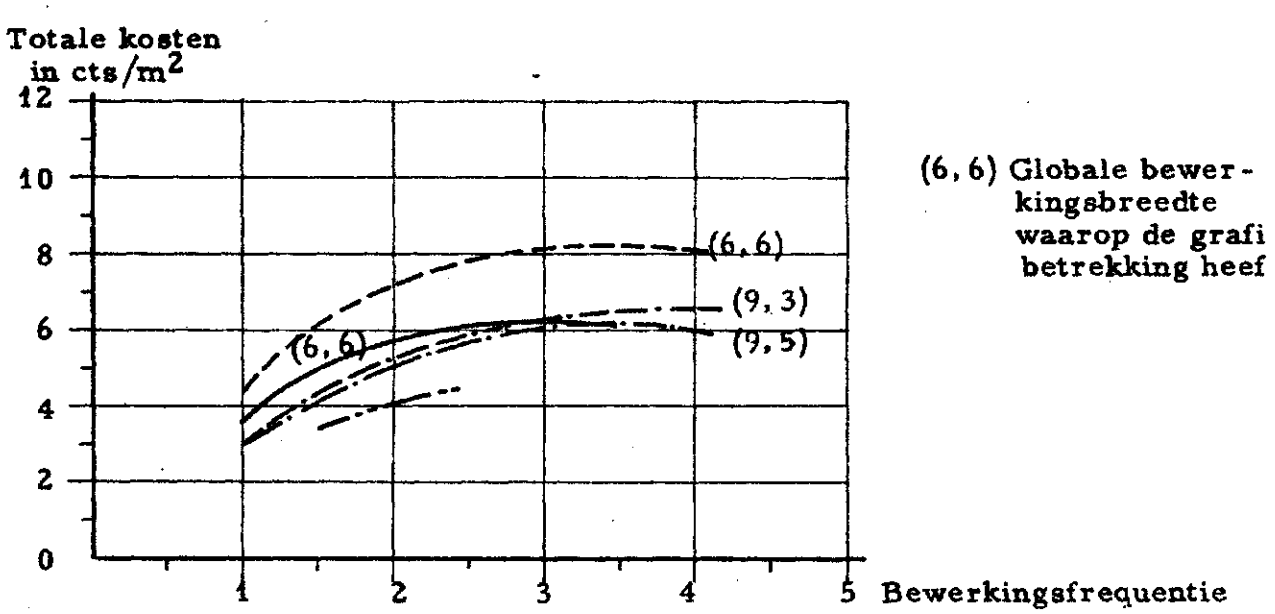
Figuur 2: Relatie onderhoudskosten in cts/m¹
en bewerkingsfrequentie



Figuur 3: Verhouding van de kosten per enkele bewerking met de bewerkingsfrequentie, in relatie tot de te bewerken leidingbreedte



Figuur 5: Relatie kosten en leidingbreedte



Figuur 4: Totale kosten per m^2 in relatie tot de bewerkingsfrequentie, zoals dit volgt uit figuur 3