

NN31545.0798

OTA 798^I

februari 1974

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

BIBLIOTHEEK DE HAAFF

Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

VERGELIJKEND ONDERZOEK NAAR DE ONDERHOUDSKOSTEN VAN WATERLOPEN

III. KOSTENVERGELIJKING NAAR HOOFDWERKZAAMHEID

ing. J.G.S. de Wilde en ing. H. Humbert

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, 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 onderzoek nog niet is afgesloten.

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

1709672

12 FEB. 1998



I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. KOSTEN VAN HET MAAIEN	3
2.1. Maaikosten op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte	4
2.2. Maaikosten op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte	8
2.3. Mechanisatiegraad van het maaien	11
2.4. Vergelijking van de maaikosten met de kosten uit eer- der gedaan onderzoek	13
3. KOSTEN VAN HET CHEMISCH ONDERHOUD	16
3.1. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte	16
3.2. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte	18
3.3. Mechanisatiegraad van het chemisch onderhoud	18
4. KOSTEN VAN HET TRANSPORT	21
4.1. Kosten van het transport op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte	21
4.2. Kosten van het transport op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte	21
5. KOSTEN VAN DE OVERIGE WERKZAAMHEDEN	25
5.1. Kosten van de overige werkzaamheden op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte	26

	blz.
5.2. Kosten van de overige werkzaamheden op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte	26
6. KOSTENOVERZICHT	28
7. SAMENVATTING EN CONCLUSIE	30
LITERATUUR	32

1. INLEIDING

In nota 775 wordt een globale kostenvergelijking gegeven voor het gehele onderhoud van de diverse dwarsprofielonderdelen van de bij een viertal waterschappen in onderhoud zijnde waterlopen. Binnen het kader van het 'Vergelijkend onderzoek naar de onderhoudskosten van waterlopen' werden hiervoor gedurende de jaren 1971 en 1972 basisgegevens en onderhoudsgegevens verzameld. Voor het verkrijgen van een nauwkeuriger vergelijkingsbeeld moeten we de kosten voor het gehele onderhoud uitsplitsen in kosten per hoofdwerkzaamheid en werkzaamheid. Deze nadere vergelijking is noodzakelijk om te komen tot een kostenminimalisatie, aangezien we dan de oorzaken moeten vinden van de verschillen in de kosten van het gehele onderhoud. Ook nu wordt, evenals in nota 775, de onderverdeling van het dwarsprofiel gehandhaafd.

De werkzaamheden welke in de jaren 1971 en 1972 werden uitgevoerd, zijn in onderstaande lijst aangegeven, voorafgegaan door een codenummer.

Code	1971	1972	Werkzaamheid	Hoofdwerkzaamheid
01		x	voormaaien	a
02	x	x	maaien	a
03	x	x	namaaien	a
04	x	x	harken gemaaide	a
06	x	x	ruimen gemaaide	a
07	x	x	opgooien gemaaide	a
08	x	x	afdrijven gemaaide	a
10	x	x	transport gemaaide	a
14	x	x	chemische bestrijding	b
16	x	x	maaien + harken	a

Code	1971	1972	Werkzaamheid	Hoofdwerk- zaamheid
17	x		schutplaatsen voor het opvangen van het gemaaid	a
18	x	x	controleren van de leidingtoestand of afwegen van de maainoodzaak	a
19		x	organisatie en toezicht	a
26	x		aanbrengen betuining	d
27		x	aanbrengen bestorting	d
28	x		herstel betuining	d
29	x		herstel bestorting	d
30	x		aanbrengen stapelwerk	d
31	x		afzagen betuining	d
34	x		herprofileren	d
35	x		opgraven (uitdiepen, baggeren, schoepen en afhalen aanwas)	d
36	x	x	gaten vullen, egaliseren	d
41		x	herstellen duiker	d
45	x	x	herstel werkp pad	d
46	x		aanleg werkp ad	d
47		x	afrasteren	d
48	x	x	herstel ondertalud	d
49		x	controle werkp ad	d
50	x		controle afrastering	d
53	x		onderhoud werktuig	d
55	x	x	herstel trekker c.q. maaiboot	d
56	x	x	herstel werktuig	d
58	x		transport nodig voor herstel	c
59	x	x	onderhoud van de combinatie	d
60	x		herstel combinatie	d
62	x	x	werktuig transport	c
63	x	x	transport te verwerken materiaal	c
73	x	x	bediening stuw	d
77	x		bediening inlaatwerk	d
79	x	x	onderhoud/controle stuw	d
80	x		onderhoud/controle gemaal	d
86		x	onderhoud/controle duiker	d

Tabel 1. Maaikosten

Op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	f/m'	m'	f/m'	m'	f/10 m ²	m ²	f/10 m ²	m ²
BOVENTALUD 1								
01*								
02	0,230	12 380	0,020	5 340	1,653	17 220	0,152	7 050
03	0,077	13 050	0,111	32 200	0,916	11 010	1,336	26 810
05	0,051	36 981	0,033	44 986	0,786	23 960	0,571	26 110
BERM 3								
01	0,175	21 585	0,103	21 585	0,674	56 120	0,396	56 120
02	0,104	34 430	0,125	35 670	0,431	82 660	0,520	85 610
03	0,109	49 980	0,119	49 980	0,445	122 450	0,485	122 450
05	0,343	38 741	0,416	57 211	1,431	92 970	1,733	137 310
ONDERTALUD 2								
01	0,373	21 585	0,242	21 585	1,198	67 240	0,776	67 240
02	0,115	34 430	0,157	35 670	0,530	74 820	0,710	78 850
03	0,238	49 980	0,251	49 980	0,746	159 360	0,787	159 360
05	0,319	38 741	0,344	57 211	1,101	112 250	1,145	171 810
BODEM 4								
01	0,277	21 585	0,471	21 585	0,625	95 890	1,061	95 890
02	0,164	30 560	0,244	30 650	0,301	165 960	0,459	163 110
03	0,093	46 920	0,201	32 500	0,303	144 530	0,609	107 490
05	0,135	31 915	0,273	57 211	0,277	155 410	0,702	222 450

*Dit waterschap heeft in het onderzochte gebied geen boventaluds in bewerking

Tabel 2. Maaikosten per beurt

Op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per beurt per meter				Kosten per beurt per 10 m ²			
	1972		1972		1971		1972	
	gemiddeld aantal beurten	kosten f/m'	gemiddeld aantal beurten	kosten f/m'	gemiddeld aantal beurten	kosten f/10 m ²	gemiddeld aantal beurten	kosten f/10 m ²
	BOVENTALUD 1							
01 ^x								
02	1	0,230	1	0,020	1	1,653	1	0,152
03	1	0,077	1	0,111	1	0,916	1	1,336
05	2,1	0,024	1,7	0,019	2,1	0,374	1,7	0,336
	BERM 3							
01	2	0,088	2	0,052	2	0,337	2	0,198
02	2,68	0,039	2,5	0,050	2,68	0,161	2,5	0,208
03	4,3	0,025	4	0,030	4,3	0,103	4	0,121
05	3	0,114	3	0,139	3	0,477	3	0,578
	ONDERTALUD 2							
01	2	0,187	2	0,121	2	0,599	2	0,388
02	3	0,038	2,8	0,056	3	0,177	2,8	0,254
03	2,8	0,085	2,8	0,090	2,8	0,266	2,8	0,281
05	3	0,106	3	0,115	3	0,367	3	0,382
	BODEM 4							
01	2	0,139	2	0,236	2	0,313	2	0,531
02	1,47	0,112	1,3	0,188	1,47	0,205	1,3	0,353
03	1,04	0,089	1	0,201	1,04	0,291	1	0,609
05	2	0,068	2,83	0,096	2	0,139	2,83	0,248

^xDit waterschap heeft in het onderzochte gebied geen boventaluds bewerkt

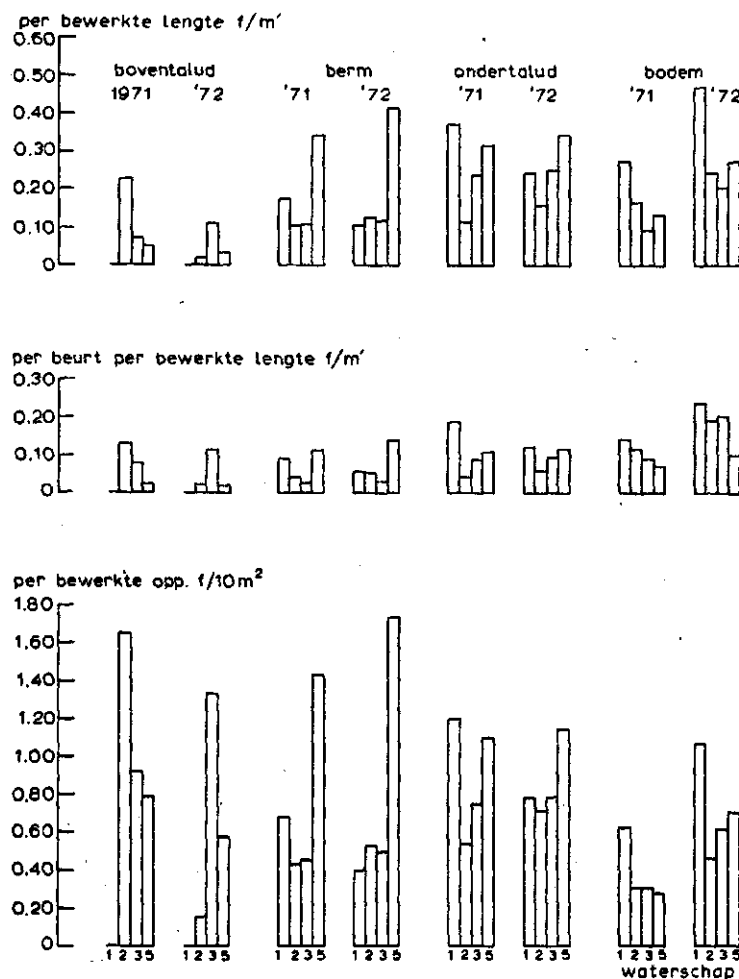


Fig. 1. Kostenoverzicht maaien

veel aandacht aan het maaien. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat juist op die profielonderdelen, waarvoor de onderhoudsfrequentie groot is (berm en ondertalud) de kosten van waterschap 05 uitsteken boven de kosten van de drie andere waterschappen. Het beste blijkt dit uit de gemaakte kosten per beurt per 10 m².

Tabel 3 geeft de verhoudingsgetallen voor de kosten per beurt per 10 m² van alle profielonderdelen over beide onderzoeksjaren. De verschillen tussen de verschillende waterschappen zijn op dit moment nog niet geheel te verklaren. Hiervoor dienen we de leidingen afzonderlijk na te gaan, hetgeen in volgende nota's zal worden gedaan.

Omdat de tabellen 1 en 2 niet direct een overzichtelijke indruk verschaffen omtrent de onderlinge verschillen in de kosten zijn de

Tabel 3. Kostenverhouding per beurt per 10 m^2 op basis van de bewerkte oppervlakte

Waterschap	1971				1972			
	01	02	03	05	01	02	03	05
Boventalud	-	4,42	2,45	1	-	1	8,79	2,21
Berm	3,27	1,56	1	4,63	1,64	1,72	1	4,78
Ondertalud	3,38	1	1,50	2,07	1,53	1	1,11	1,36
Bodem	1,92	1,41	1	1,92	2	1,3	1	2,83

waarden uit deze tabellen verwerkt tot een kostenoverzicht, dat als blokdiagram in fig. 1 is weergegeven.

2.2. Maaikosten op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Voor de berekening van de totale onderhoudskosten van een waterschap worden de gemaakte kosten vaak omgeslagen over ook niet bewerkte onderdeelstrajecten. De aldus verkregen cijfers geven dan echter geen informatie over de werkelijke prestaties van machines en mankracht, daar soms slechts een klein percentage van de aanwezige leidingen een bepaalde bewerking ondergaat. Toch is dit vaak de enige manier voor een waterschap om zonder uitgebreid administratief werk een globaal inzicht te krijgen in het verloop van de jaarlijkse onderhoudskosten.

Omdat deze manier van kostenberekening voor veel waterschappen eenvoudig is uit te voeren werd hij ook hier uitgevoerd. De berekende cijfers worden in tabel 4 gegeven. De berekening van de maaikosten per beurt op basis van de aanwezige lengte en oppervlakte, zoals voor de kosten van het gehele onderhoud werd uitgevoerd in nota 775 (HUMBERT en DE WILDE, 1973), is hier echter bewust achterwege gelaten. Berekenen we namelijk de kostprijs per beurt per m' aanwezige lengte, dan wel per 10 m^2 aanwezige oppervlakte dan vinden we in bepaalde gevallen hogere prijzen dan die welke in tabel 2 worden gegeven. Bij de

berekening van de maaikosten per beurt op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte worden de totale maaikosten eerst omgeslagen over de totaal aanwezige lengte c.q. oppervlakte, waarna het quotiënt wordt gedeeld door het gemiddelde aantal maaibeurten. Wanneer nu bepaalde onderdelen van het dwarsprofiel maar voor een klein percentage worden bewerkt, dan heeft dit tot gevolg dat het gemiddelde aantal beurten over de aanwezige lengte sterk daalt. Worden nu de kosten per beurt berekend, dan kunnen deze sterk oplopen, zodat onder ongunstige omstandigheden zelfs waarden berekend worden, die hoger liggen dan de kosten per beurt per bewerkte lengte c.q. oppervlakte uit tabel 2.

In fig. 2 worden in een kostenoverzicht de waarden uit tabel 4 aanschouwelijk voorgesteld in een blokdiagram.

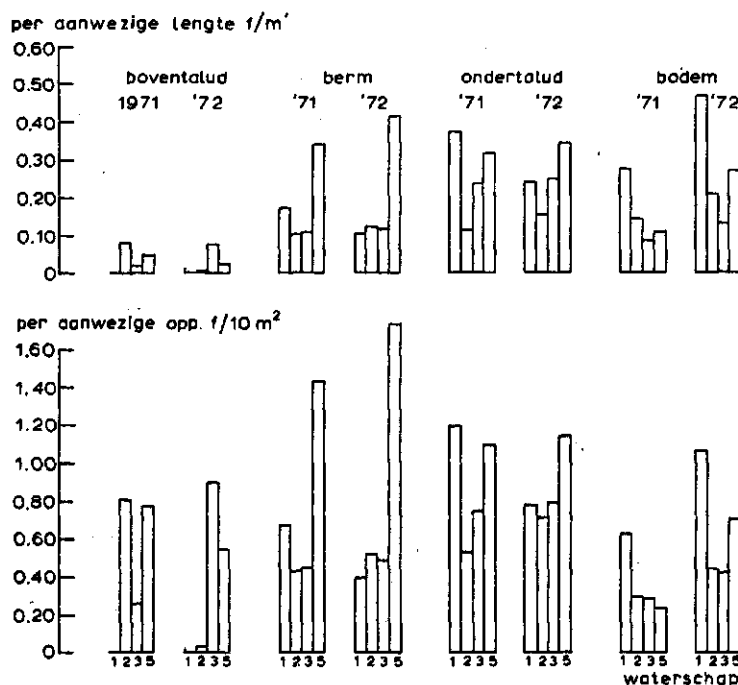


Fig. 2. Kostenoverzicht maaien

Tabel 4. Maaikosten

Op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	f/m'	aanwezige lengte m'	f/m'	aanwezige lengte m'	f/10 m ²	aanwezige opp. m ²	f/10 m ²	aanwezige opp. m ²
BOVENTALUD 1								
01*								
02	0,083	34 430	0,003	35 670	0,802	35 490	0,029	36 240
03	0,022	45 410	0,079	45 410	0,254	39 770	0,901	39 770
05	0,049	38 741	0,026	57 211	0,775	24 290	0,545	27 340
BERM 3								
01	0,175	21 585	0,103	21 585	0,674	56 120	0,396	56 120
02	0,104	34 430	0,125	35 670	0,431	82 630	0,520	85 610
03	0,109	49 980	0,119	49 980	0,445	122 450	0,485	122 450
05	0,343	38 741	0,416	57 211	1,431	92 980	1,733	137 310
ONDERTALUD 2								
01	0,373	21 585	0,242	21 585	1,198	67 240	0,776	67 240
02	0,115	34 430	0,157	35 670	0,530	74 820	0,710	78 850
03	0,238	49 980	0,251	49 980	0,746	159 360	0,787	159 360
05	0,319	38 741	0,344	57 211	1,101	112 250	1,145	171 810
BODEM 4								
01	0,277	21 585	0,471	21 585	0,625	95 890	1,061	95 890
02	0,145	34 430	0,210	35 670	0,293	170 470	0,437	171 350
03	0,088	49 980	0,131	49 980	0,282	155 420	0,421	155 420
05	0,111	38 741	0,273	57 211	0,238	180 620	0,702	222 450
1 + 2 + 3 + 4								
01*	0,826	21 585	0,816	21 585	0,813	219 260	0,803	219 260
02	0,447	34 430	0,495	35 670	0,423	363 420	0,474	372 050
03	0,455	49 980	0,572	49 980	0,477	477 000	0,600	477 000
05	0,822	38 741	1,059	57 211	0,777	410 140	1,084	558 910

*Dit waterschap heeft in het onderzochte gebied geen boventalud in bewerking

2.3. Mechanisatiegraad van het maaien

Analoog aan de bepaling van de mechanisatiegraad voor het gehele onderhoud (HUMBERT en DE WILDE, 1973) heeft dit ook voor het maaien plaatsgevonden. Zo is tabel 5 ontstaan. De mechanisatiegraad van het maaien wordt hierin in procenten weergegeven.

Tabel 5. Mechanisatiegraad van het maaien in procenten

Waterschap	Boventalud 1		Berm 3		Ondertalud 2		Bodem 4		1+2+3+4	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
01	-	-	38,7	100	35,4	81,4	0	0	21,2	26,2
02	0	55,0	92,4	98,2	82,8	73,8	7,0	7,2	37,0	42,9
03	45,5	1,0	99,4	100	46,9	40,9	0	0	45,1	30,8
05	62,1	91,9	44,2	36,4	37,9	40,5	7,2	8,8	36,9	29,8

Gerekend over het gehele profiel (1+2+3+4) komt waterschap 02 met een gemiddelde mechanisatiegraad van 39,9% over beide jaren als meest gemechaniseerd uit de bus. Voor de afzonderlijke profiieldelen zijn er wederom forse verschillen. Wanneer de gemiddelde mechanisatiegraad voor de verschillende onderdelen over beide jaren wordt bepaald, dan zijn de volgende waterschappen het meest gemechaniseerd:

boventalud - waterschap 05 met 77%
 berm - waterschap 03 met 99,7%
 ondertalud - waterschap 02 met 78,3%
 bodem - waterschap 05 met 8%

Indien we de mechanisatiegraden uit tabel 5 vergelijken met de kostenverhoudingen per beurt per 10 m² uit tabel 3 kunnen hieruit misschien opvallende conclusies worden getrokken. Om een enigszins overzichtelijk geheel te krijgen zijn de resultaten tabellarisch weergegeven in tabel 6.

Tabel 6. Waterschappen met de laagste maaikosten per onderdeel en hun volgorde van mechanisatiegraad volgens tabel 5

	Goedkoopste waterschap		
	waterschap	mechanisatie- graad in %	plaats in tabel 5*
1971			
Boventalud	05	62,1	1
Berm	03	99,4	1
Ondertalud	02	82,8	1
Bodem	03	0	3=4
1972			
Boventalud	02	55,0	2
Berm	03	100	1=2
Ondertalud	02	73,8	2
Bodem	03	0	3=4

*De cijfers in deze kolom geven de rangorde in de mechanisatiegraad aan. Hoe hoger het cijfer hoe lager de mechanisatie.

Uit tabel 6 blijkt duidelijk dat in 1971 voor de onderdelen boventalud, berm en ondertalud een hoge mechanisatiegraad leidt tot goedkoper onderhoud. Voor de bodem is het omgekeerde het geval. Ook in 1972 kunnen we voor de bodem hetzelfde constateren. De overige onderdelen van het dwarsprofiel geven in 1972 in eerste instantie echter een ander beeld. Vooral voor wat betreft de maaikosten van de taluds vinden we de goedkoopste uitvoering bij een mechanisatiegraad, welke pas op de tweede plaats komt. Het waterschap 01 met de hoogste mechanisatiegraad voor het ondertalud volgens tabel 5 blijkt in dat jaar zelfs het duurste te zijn. Wanneer we evenwel bedenken dat de mechanisatiegraad niet alleen bepalend is voor de kostprijs, maar dat ook de draaiuurkosten en vooral de machinecapaciteit hierin een belangrijke rol spelen, dan is het logisch dat dergelijke wisselingen optreden. Het feit dat de verhoudingsgetallen in de kostprijs volgens tabel 3 vrij dicht bij elkaar liggen maakt deze verschuiving

tussen goedkoopste en duurste dan nog aannemelijker. We mogen dus wel stellen dat een hoge mechanisatiegraad voor de onderdelen boventalud, berm en ondertalud in het algemeen leidt tot goedkoper onderhoud. Wat betreft het bodemonderhoud kan gesteld worden dat het maaien in handkracht het goedkoopste is. Kennelijk zijn er voor het bodemonderhoud nog geen geschikte machines voorhanden die dat maai-onderhoud goedkoper kunnen uitvoeren.

2.4. Vergelijking van de maaikosten met de kosten uit eerder gedaan onderzoek

Uit tabel 5 blijkt dat de mechanisatiegraad voor de profielonderdelen boventalud, berm en ondertalud over het algemeen hoog is. Om nu de maaikosten in 1971 en 1972 te kunnen vergelijken met de maaikosten van volledig in handkracht uitgevoerd onderhoud hebben we gegevens van eerder gedaan onderzoek (BIJKERK en BUDDINGH, 1968) omgewerkt tot het prijspeil van 1971 en 1972. Als gemiddelde manuurkosten werd voor genoemd onderzoek een bedrag van f 5,20 berekend. Als manuurkosten voor 1971 en 1972 hebben we hiervoor aangehouden de volgens nota 775 (HUMBERT en DE WILDE, 1973) opgegeven waarden voor de verschillende waterschappen.

De omrekening heeft op de volgende wijze plaats gehad:

$$K = \frac{y}{5,2} \times x \quad (1)$$

waarin: K = de kostprijs voor 1971 c.q. 1972 in cts/m² bewerkte oppervlakte

x = de kostprijs die door Bijkerk-Buddingh werd berekend in cts/m² bewerkte oppervlakte

y = de manuurkosten in 1971 c.q. 1972

De aldus omgerekende kosten van volledig in handkracht uitgevoerd onderhoud en de uit het onderhavige onderzoek volgende kosten voor de bewerkte oppervlakte (tabel 2) zijn weergegeven in tabel 7 voor de onderdelen boventalud, berm en ondertalud. Bij het omrekenen

Tabel 7. Maaikosten per m² bewerkt oppervlak (per beurt)
Gedeeltelijk gemechaniseerd maaionderhoud versus onderhoud in handkracht

Waterschap Profiel onderdeel	1971					1972				
	Volledig in handkracht kosten cts/m ²		Gedeeltelijk gemechaniseerd		besparing in % t.o.v. handkracht	Volledig in handkracht kosten cts/m ²		Gedeeltelijk gemechaniseerd		besparing in % t.o.v. handkracht
			mechanische graad %	kosten cts/m ²				mechanische graad %	kosten cts/m ²	
01	boventalud ¹⁾									
	berm	7,17	38,7	3,37	53	8,03	100	1,98	75,3	
	ondertalud	12,27	35,4	5,99	51,2	13,73	81,4	3,88	71,7	
02	boventalud									
	berm	12,89	0	16,53	- 2)	14,93	55,0	1,52	89,8	
	ondertalud	7,54	92,4	1,61	78,6	8,73	98,2	2,08	76,2	
		12,89	82,8	1,77	86,3	14,93	73,8	2,54	83,0	
03	boventalud									
	berm	14,75	45,5	9,16	37,9	12,94	1,0	13,36	- 3)	
	ondertalud	8,63	99,4	1,03	88,1	7,57	100	1,21	84,0	
		14,75	46,9	2,66	82,0	12,94	40,9	2,81	78,3	
05	boventalud									
	berm	13,23	62,1	3,74	71,7	13,99	91,9	3,36	76,0	
	ondertalud	7,74	44,2	4,77	38,4	8,18	36,4	5,78	29,3	
		13,23	37,9	3,67	72,3	13,99	40,5	3,82	72,7	

1) Dit waterschap heeft in het onderzochte gebied geen boventalud bewerkt

2) Aangezien het maaionderhoud uitsluitend in handkracht heeft plaatsgehad, mogen we aannemen dat de capaciteit (m²/uur) lager geweest is dan de door BLJKER-BUDDINGH (1968) gestelde

3) 99 % van het maaionderhoud werd in handkracht verricht. We mogen daarom hetzelfde aannemen als onder 2)

van de kosten voor handkracht werd voor alle gevallen uitgegaan van dezelfde capaciteit, namelijk $145 \text{ m}^2/\text{uur}$ voor de berm en $120 \text{ m}^2/\text{uur}$ voor de taluds (BIJKERK en BUDDINGH, 1968). Naar alle waarschijnlijkheid wordt hiermee een fout geïntroduceerd, die naar we aannemen gering zal zijn. Indien we de kosten uit tabel 7 vergelijken, dan constateren we voor het maai-onderhoud van het boventalud, de berm en het ondertalud, dat in vele gevallen een toename van de mechanisatiegraad een ongeveer evenredige kostenvermindering met zich meebrengt.

Ter verduidelijking van dit laatste hebben we de waarden van de mechanisatiegraad uit tabel 6 in fig. 3 uitgezet tegen de kostenvermindering in % van de kosten bij uitvoering in handkracht. Hoewel de spreiding van de punten vrij groot is hebben we toch een drietal lijnen getrokken voor de betreffende onderdelen. Dat de lijn, die de kostenrelatie voor de berm weergeeft, hoger ligt dan die voor het ondertalud is niet verwonderlijk, daar het aantal bewerkingen voor het maai-onderhoud per beurt voor het ondertalud groter is dan voor de berm. We dienen er echter rekening mee te houden, dat de hier geschetste situatie uitsluitend betrekking heeft op de jaren 1971 en 1972.

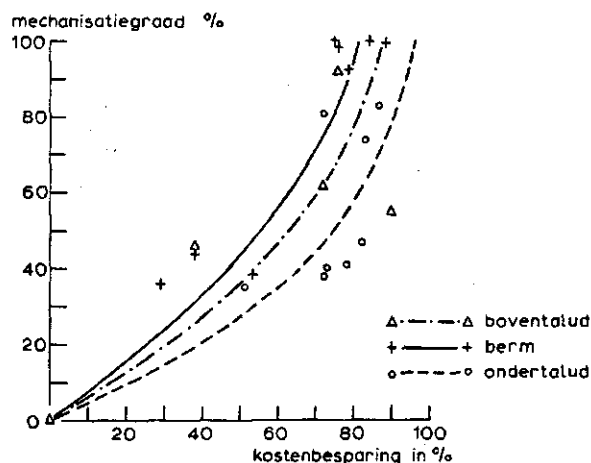


Fig. 3. Relatie tussen de mechanisatiegraad en de kostenbesparing in procenten ten opzichte van uitvoering in handkracht

De bodem is in deze vergelijkende beschouwing niet meegenomen, aangezien de mechanisatiegraad van dit onderdeel bij 2 van de 4 waterschappen erg laag ligt en bij de andere tot 0 is gereduceerd. In-

dien machines op dit onderdeel gebruikt worden is dit uit noodzaak en betreft het de maaiboot.

3. KOSTEN VAN HET CHEMISCH ONDERHOUD

De hoofdwerkzaamheid chemisch onderhoud is niet opgebouwd uit meerdere werkzaamheden zoals dat bij het maaien het geval was. De werkzaamheden betreffende het chemisch onderhoud zijn dan ook allemaal geordend onder één codenummer.

3.1. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Het chemisch onderhoud is een werkzaamheid, welke niet jaarlijks herhaald wordt, hetgeen ook duidelijk blijkt uit tabel 8. In deze tabel worden de kosten op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte gegeven. Vooral voor het onderdeel bodem zien we een geringe spreiding in de kosten van dit onderhoud. Dit laatste was ook te verwachten, daar het aantal beurten per waterschap klein is, terwijl de behandeling en de gebruikte middelen veelal dezelfde zijn. De resultaten van de berekening van de kosten per beurt, zie tabel 9, laten nog een verdere afvlakking van deze kosten zien.

Volgens tabel 9 bedragen de kosten van het chemisch onderhoud voor de diverse profielonderdelen over de jaren 1971 en 1972 gemiddeld ongeveer:

boventalud: 1,6 cts/m' leiding

berm : 3,3 cts/m' leiding en 1,36 cts/m² oppervlakte

bodem : 8,4 cts/m' leiding en 2,62 cts/m² oppervlakte

Voor het onderdeel boventalud zullen de kosten per oppervlakte eenheid ongeveer gelijk moeten zijn aan die voor de berm. Dit is echter niet in overeenstemming met de kosten in waterschap 05, die veel hoger liggen.

Dat de kosten van het chemisch onderhoud van de bodem zo veel hoger zijn dan die voor de overige onderdelen is hoogstwaarschijnlijk

Tabel 8. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de bewerkte
lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	f/m'	bewerkte lengte m'	f/m'	bewerkte lengte m'	f/10 m ²	bewerkte opp. m ²	f/10 m ²	bewerk- te opp. m ²
	BOVENTALUD 1							
01								
02	0,016	33 210			0,153	34 730		
03								
05			0,016	26 237			0,598	6 820
	BERM 3							
01								
02	0,045	33 390			0,187	80 130		
03								
05	0,025	13 275	0,028	24 355	0,106	31 860	0,115	58 450
	BODEM 4							
01								
02	0,103	20 100			0,388	53 320		
03	0,145	46 450	0,082	47 270	0,469	143 280	0,266	146 100
05	0,216	38 741	0,143	49 407	0,464	180 630	0,490	144 410

Opm. Indien geen waarden zijn ingevuld heeft geen chemisch onderhoud plaats gehad

een gevolg van de minder goede bereikbaarheid van de eerste, waardoor de machinecapaciteit afneemt.

Een kostenoverzicht voor het chemische onderhoud op de hier besproken lengte- c.q. oppervlaktebasis wordt gegeven in fig. 4.

Tabel 9. Kosten van het chemisch onderhoud per beurt op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Water- schap	Kosten per beurt per meter				Kosten per beurt per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	gem. aantal beur- ten	kosten f/m'	gem. aantal beur- ten	kosten f/m'	gem. aantal beur- ten	kosten f/10 m ²	gem. aantal beur- ten	kosten f/10 m ²
	BOVENTALUD 1							
02	1	0,016			1	0,153		
05			1	0,016			1	0,598
	BERM 3							
02	1	0,045			1	0,187		
05	1	0,025	1	0,028	1	0,106	1	0,115
	BODEM 4							
02	1,29	0,080			1,29	0,301		
03	1,67	0,087	1	0,082	1,67	0,281	1	0,266
05	2,13	0,101	2	0,072	2,13	0,218	2	0,245

3.2. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

In tabel 10 worden de kosten van het chemische onderhoud op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte gegeven. We zien hier dat de verschillen groter zijn geworden, hetgeen duidelijk demonstreert hoe aanvechtbaar een vergelijking op deze basis is. Het kostenoverzicht wordt in fig. 4 gegeven.

3.3. Mechanisatiegraad van het chemisch onderhoud

De mechanisatiegraad voor deze bewerking kan van jaar tot jaar

grote verschillen vertonen, vooral doordat de behandeling niet jaarlijks terugkerend is. Ook komt het voor dat strooimiddelen worden gebruikt, waarbij geen machines worden ingezet en andere jaren uitsluitend poeder verstoven of vloeistof verspoten wordt waardoor bij een tweemans bediening een maximale mechanisatiegraad van 50% valt te bereiken.

De mechanisatiegraad zoals die berekend werd voor beide jaren wordt gegeven in tabel 11.

Tabel 10. Kosten van het chemisch onderhoud op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Water- schap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	aanwezige lengte f/m' m'		aanwezige lengte f/m' m'		aanwezig opp. f/10 m ² m ²		aanwezig opp. f/10 m ² m ²	
	BOVENTALUD 1							
02	0,016	33 430			0,150	35 490		
05			0,007	57 211			0,149	27 340
	BERM 3							
02	0,044	34 430			0,182	82 630		
05	0,009	38 741	0,012	57 211	0,036	92 980	0,049	137 310
	BODEM 4							
02	0,060	34 430			0,121	170 470		
03	0,134	49 980	0,078	49 980	0,432	155 420	0,250	155 420
05	0,216	38 741	0,124	57 211	0,464	180 630	0,318	222 450

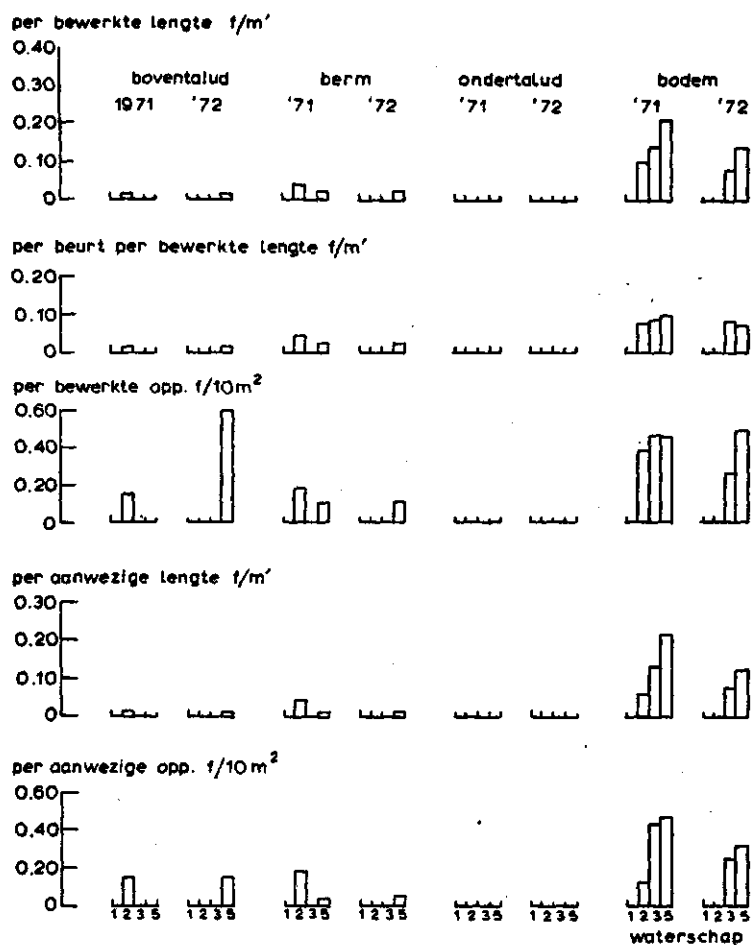


Fig. 4. Kostenoverzicht chemisch onderhoud

Tabel 11. Mechanisatiegraad van het chemisch onderhoud in procenten

Waterschap	Boventalud 1		Berm 3		Bodem 4	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
02	30,1		33,3		58,4	
03					40,8	51,1
05		50,0	47,7	46,8	29,6	33,3

4. KOSTEN VAN HET TRANSPORT

De hoofdwerkzaamheid transport is opgebouwd uit de volgende werkzaamheden:

- werktuigtransport
- transport te verwerken materiaal
- transport nodig voor herstel
- kroosrijden (transport)

4.1. Kosten van het transport op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

De transporturen zijn in 1971 helaas maar door 2 van de 4 waterschappen geregistreerd en in 1972 door 3 van de 4. De resultaten van de berekening van de transportkosten worden op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte gegeven in tabel 12 en die per maaibeurt in tabel 13.

Per maaibeurt bedragen deze kosten voor de verschillende onderdelen volgens tabel 13 globaal:

boventalud	0,4 cts/m' leiding	0,63 cts/m ² oppervlakte
berm	0,5 cts/m' leiding	0,23 cts/m ² oppervlakte
ondertalud	0,5 cts/m' leiding	0,18 cts/m ² oppervlakte
bodem	1,0 cts/m' leiding	0,28 cts/m ² oppervlakte

4.2. Kosten van het transport op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

In tabel 14 worden de kosten van het transport op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte gegeven. Aangezien het transport op alle delen van het ondertalud heeft plaats gevonden is het ook mogelijk geweest de kosten te bepalen voor het gehele profiel (1+2+3+4).

De resultaten uit tabel 12, 13 en 14 zijn verwerkt in een kostenoverzicht, dat in de vorm van een blokdiagram in fig. 5 wordt gegeven.

Hoewel de variatie in de kosten van het transport voor de verschillende waterschappen relatief gezien grote onderlinge verschillen vertonen laten deze kosten, uitgedrukt in f/m' c.q. f/10 m², weinig verschil zien. Tevens blijkt uit deze cijfers dat de transportkosten maar een fractie van de totale kosten bedragen.

Tabel 12. Kosten van het transport

Op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	f/m'	bewerkte lengte m'	f/m'	bewerkte lengte m'	f/10 m ²	bewerkte oppervl. m ²	f/10 m ²	bewerkte oppervl. m ²
BOVENTALUD 1								
03	0,006	13 050	-	-	0,075	11 010	-	-
05	0,009	32 156	0,004	53 311	0,128	22 990	0,088	24 600
BERM 3								
02	-	-	0,013	3 730	-	-	0,053	8 950
03	0,014	27 800	0,005	25 770	0,056	66 710	0,022	64 340
05	0,021	38 741	0,034	57 211	0,086	92 970	0,142	137 310
ONDERTALUD 2								
02	-	-	0,009	9 570	-	-	0,040	21 180
03	0,009	42 430	0,007	36 670	0,027	139 420	0,022	125 500
05	0,037	38 741	0,015	57 211	0,129	112 250	0,052	171 810
BODEM 4								
02	-	-	0,016	7 670	-	-	0,016	79 620
03	0,018	19 450	0,004	5 800	0,088	38 760	0,005	46 980
05	0,021	38 416	0,018	57 211	0,045	179 360	0,045	22 245

Tabel 13. Kosten van het transport per maaibeurt

Op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Water- schap	Kosten per beurt per meter				Kosten per beurt per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	gem. aantal beurten	kosten f/m'	gem. aantal beurten	kosten f/m'	gem. aantal beurten	kosten f/10 m ²	gem. aantal beurten	kosten f/10 m ²
	BOVENTALUD 1							
03	1	0,006	-	-	1	0,075	-	-
05	2,1	0,004	1,7	0,002	2,1	0,061	1,7	0,052
	BERM 3							
02	-	-	2,5	0,005	-	-	2,5	0,021
03	4,3	0,003	4	0,001	4,3	0,013	4	0,006
05	3	0,007	3	0,011	3	0,029	3	0,047
	ONDERTALUD 2							
02	-	-	2,8	0,003	-	-	2,8	0,014
03	2,8	0,003	2,8	0,003	2,8	0,010	2,8	0,008
05	3	0,012	3	0,005	3	0,043	3	0,017
	BODEM 4							
02	-	-	1,3	0,012	-	-	1,3	0,012
03	1,04	0,017	1	0,004	1,04	0,085	1	0,005
05	2	0,011	2,83	0,006	2	0,023	2,83	0,016

Tabel 14. Kosten van het transport

Op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	f/m'	aanwezige lengte m'	f/m'	aanwezige lengte m'	f/10 m ²	aanwezige oppervl. m ²	f/10 m ²	aanwezige oppervl. m ²
	BOVENTALUD 1							
03	0,002	45 410	-	-	0,021	39 770	-	-
05	0,008	38 741	0,004	57 211	0,121	24 290	0,079	27 340
	BERM 3							
02	-	-	0,001	35 670	-	-	0,006	85 610
03	0,008	49 980	0,003	49 980	0,031	122 450	0,011	122 450
05	0,021	38 741	0,034	57 211	0,086	92 980	0,142	137 310
	ONDERTALUD 2							
02	-	-	0,002	35 670	-	-	0,011	78 850
03	0,007	49 980	0,005	49 980	0,024	159 360	0,017	159 360
05	0,037	38 741	0,015	57 211	0,129	112 250	0,052	171 810
	BODEM 4							
02	-	-	0,004	35 670	-	-	0,007	171 350
03	0,007	49 980	0,001	49 980	0,022	155 420	0,002	155 420
05	0,021	38 741	0,018	57 211	0,044	180 620	0,045	222 450
	1 + 2 + 3 + 4							
01	-	-	-	-	-	-	-	-
02	-	-	0,007	35 670	-	-	0,007	372 050
03	0,023	49 980	0,009	49 980	0,025	477 000	0,009	477 000
05	0,086	38 741	0,071	57 211	0,082	410 140	0,072	558 910

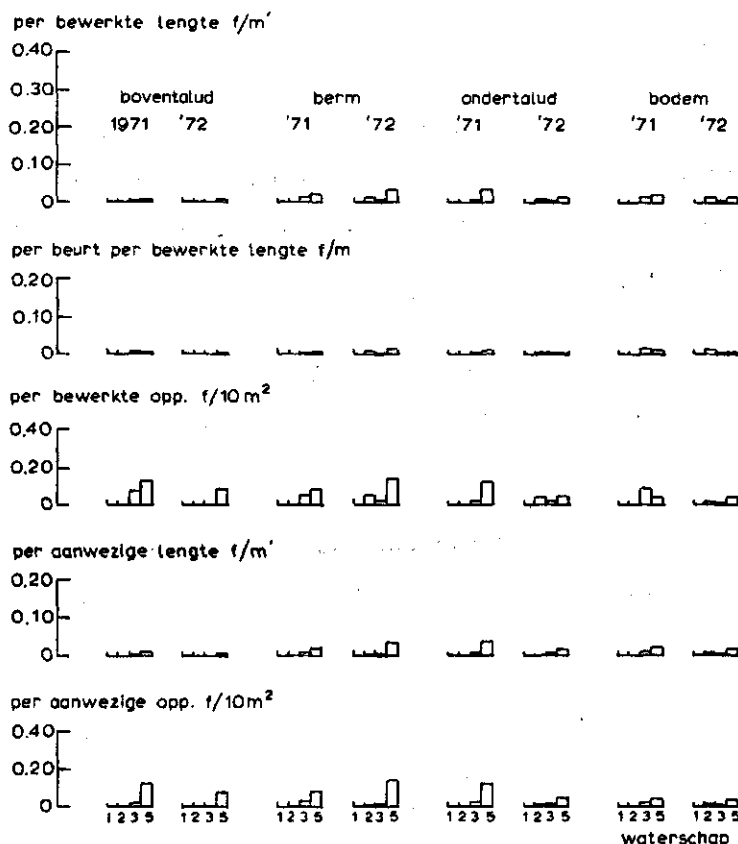


Fig. 5. Kostenoverzicht transport

5. KOSTEN VAN DE OVERIGE WERKZAAMHEDEN

Al het onderhoud aan de waterlopen, dat valt buiten het in de voorgaande hoofdstukken besprokene, is samengevat onder de post overige werkzaamheden. Dit onderhoud wordt vaak uitgevoerd al naar gelang dat noodzakelijk is en geschiedt vaak 1 maal per jaar of minder. Het aantal werkzaamheden dat in ons geval gerekend wordt tot dit onderhoud betreft de codes welke vermeld zijn onder punt d van de Inleiding. De benaming van deze codes wordt eveneens in de Inleiding gegeven. Aangezien de meeste van de overige werkzaamheden volledig in handkracht worden uitgevoerd is de mechanisatiegraad te verwaarlozen klein.

5.1. Kosten van de overige werkzaamheden op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte

Veel van de overige werkzaamheden worden plaatselijk uitgevoerd. Het zou daarom niet juist zijn ze te trachten om te slaan op basis van een bewerkte lengte c.q. oppervlakte omdat deze afmetingen vaak niet te bepalen zijn.

5.2. Kosten van de overige werkzaamheden op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

De kosten van de overige werkzaamheden kunnen wel omgeslagen worden op de aanwezige lengte c.q. oppervlakte. De resultaten hiervan worden in tabel 15 gegeven. Het kostenoverzicht voor de overige werkzaamheden wordt gevonden in fig. 6.

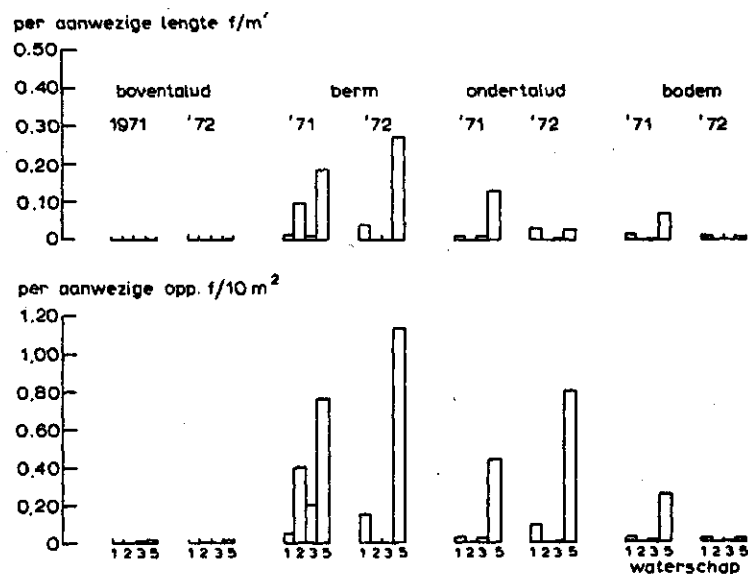


Fig. 6. Kostenoverzicht overige werkzaamheden

Tabel 15. Kosten van de overige werkzaamheden

Op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per m'				Kosten per 10 m ²			
	1971		1972		1971		1972	
	↓ £/m'	aanwezige lengte m'	↓ £/m'	aanwezige lengte m'	↓ £/10 m ²	aanwezige oppervl. m ²	↓ £/10 m ²	aanwezige oppervl. m ²
BOVENTALUD 1								
01*	-	-	-	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	-	-	-	-
03	-	45 410	-	-	0,003	39 770	-	-
05	0,001	38 741	0,001	57 211	0,007	24 290	0,013	27 340
BERM 3								
01	0,014	21 585	0,039	21 585	0,055	56 120	0,149	56 120
02	0,096	34 430	-	-	0,401	82 630	-	-
03	0,005	49 980	-	-	0,020	122 450	-	-
05	0,183	38 741	0,272	57 211	0,763	92 980	1,135	137 310
ONDERTALUD 2								
01	0,008	21 585	0,029	21 585	0,026	67 240	0,094	67 240
02	-	-	-	-	-	-	-	-
03	0,009	49 980	0,002	49 980	0,027	159 360	0,005	159 360
05	0,128	38 741	0,024	57 211	0,441	112 250	0,080	171 810
BODEM 4								
01	0,012	21 585	0,007	21 585	0,026	95 890	0,015	95 890
02	-	-	-	-	-	-	-	-
03	0,002	49 980	-	-	0,007	155 420	-	-
05	0,118	38 741	0,005	57 211	0,253	180 620	0,013	222 450
1 + 2 + 3 + 4								
01	0,034	21 585	0,075	21 585	0,034	219 260	0,074	219 260
02	0,096	34 430	-	-	0,091	363 420	-	-
03	0,016	49 980	0,002	49 980	0,017	477 000	0,002	477 000
05	0,429	38 741	0,302	57 211	0,405	410 140	0,309	558 910

*Dit waterschap heeft in het onderzochte gebied geen boventalud bewerkt

6. KOSTENOVERZICHT

In tabel 16 en fig. 7 wordt een overzicht gegeven van de kosten van de in de 4 waterschappen aan de waterlopen uitgevoerde hoofdwerkzaamheden. Hierbij zijn de kosten per hoofdwerkzaamheid omgeslagen over het gehele leidingprofiel.

Tabel 16. Kostenoverzicht voor het gehele profiel (1+2+3+4) op basis van de aanwezige lengte en de totale aanwezige profieloppervlakte

Waterschap	01	02	03	05	01	02	03	05
Onderhoud	Kosten in f/m'							
	1971				1972			
Maaien	0,826	0,447	0,455	0,822	0,816	0,495	0,572	1,059
Chem. bestr.		0,120	0,134	0,225			0,078	0,143
Transp.			0,023	0,086		0,007	0,009	0,071
Overige werkz.	0,034	0,096	0,016	0,429	0,075		0,002	0,302
Gehele onderh.	0,860	0,663	0,628	1,562	0,891	0,502	0,661	1,575
	Kosten in f/10 m ²							
Maaien	0,813	0,423	0,477	0,777	0,803	0,474	0,600	1,084
Chem. bestr.		0,113	0,141	0,212			0,081	0,146
Transp.			0,025	0,082		0,007	0,009	0,072
Overige werkz.	0,033	0,091	0,017	0,405	0,074		0,002	0,309
Gehele onderh.	0,846	0,627	0,660	1,476	0,877	0,481	0,692	1,611

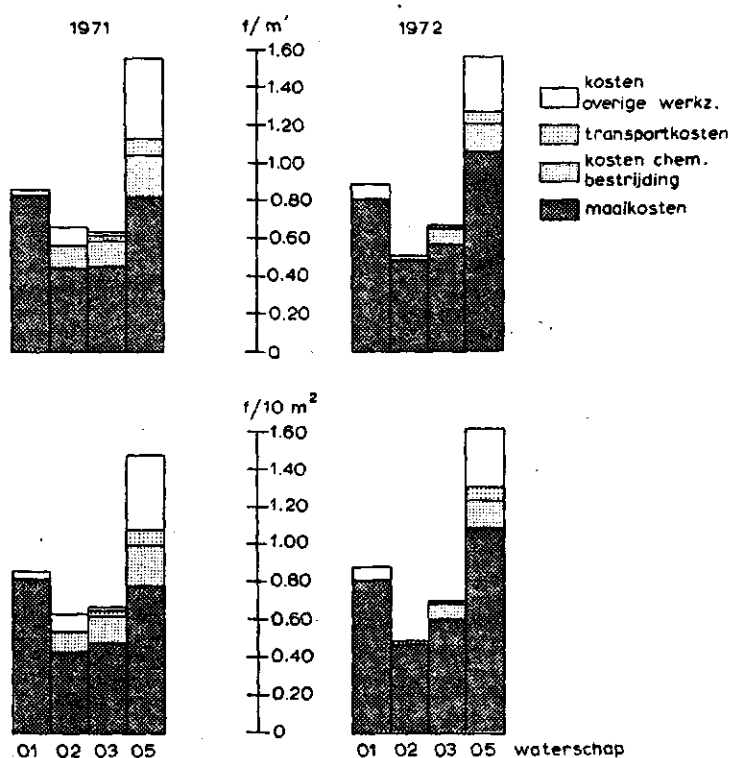


Fig. 7. Kostenoverzicht voor het gehele profiel (1+2+3+4) op basis van de aanwezige lengte en de totale aanwezige profieloppervlakte

Opm.: Voor waterschap 05 is in 1972 de leidinglengte c.q. de oppervlakte belangrijk toegenomen

Uit tabel 16 blijkt in welke waterschappen alle 4 hoofdwerkzaamheden zijn uitgevoerd en voor de berekening van de kosten voor het gehele onderhoud zijn meegenomen. Om dezelfde reden als uiteengezet wordt in paragraaf 2.2 zijn hier niet de kosten per beurt voor de hoofdwerkzaamheden en het gehele onderhoud uitgerekend.

Hoewel in het overzicht van tabel 16 niet meer te zien is welke onderdelen van het dwarsprofiel voor de verschillende hoofdwerkzaamheden duurder dan wel goedkoper naar voren komen (hiervoor moet men de overzichten per hoofdwerkzaamheid beoordelen) kan aan de hand van deze tabel wel geconstateerd worden dat:

- a) de maaikosten minstens 40% bedragen van de kosten van het gehele onderhoud

- b) er tussen de verschillende waterschappen duidelijk grote verschillen in de maaikosten optreden
- c) de verschillen in de kosten van het chemisch onderhoud tussen de waterschappen onderling vrij gering zijn. In het algemeen wordt toch nog ongeveer 10 à 20% van de kosten van het gehele onderhoud besteed aan het chemisch onderhoud
- d) de transportkosten geen grote verschillen laten zien, terwijl ze ook maar een zeer klein gedeelte van de kosten van het gehele onderhoud vragen
- e) de kosten van de overige werkzaamheden sterk afhankelijk zijn van de noodzaak tot het uitvoeren van deze werkzaamheden, waarbij deze kosten een groot deel van de kosten van het gehele onderhoud kunnen opeisen.

Bij de constatering van deze feiten dienen we wel te bedenken dat deze vergelijking gebaseerd is op de kosten per aanwezige lengte c.q. oppervlakte, met andere woorden dat de in tabel 16 gegeven waarden als laagste kosten per lengte c.q. oppervlakte-eenheid zijn berekend. Het is niet mogelijk een dergelijk kostenoverzicht samen te stellen voor de bewerkte lengte c.q. oppervlakte omdat niet alle 4 hoofdwerkzaamheden bij de waterschappen jaarlijks op alle profielonderdelen van alle leidingen worden uitgevoerd.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

In deze nota ligt het zwaartepunt bij de kostenvergelijking van het maaien en het chemisch onderhoud. Wij willen hiermee evenwel niet suggereren dat de invloed van het transport en de overige werkzaamheden minder belangrijke onderdelen van de totale kosten van het gehele onderhoud zijn. Aangezien ons onderzoek zich echter voornamelijk richtte op de kosten van het maaien, waarbij wij in zeker opzicht ook de chemische bestrijding moeten rekenen, zijn de gegevens hiervoor indertijd nauwkeuriger verzameld zodat de resultaten beter waren te vergelijken.

De posten transport en overige werkzaamheden worden als secundaire kosten beschouwd.

Wanneer de kosten van het maaien met elkaar worden vergeleken dan blijkt dat deze niet alleen per waterschap maar ook voor de verschillende onderdelen van het dwarsprofiel sterk kunnen variëren. Worden deze kosten per beurt per 10 m^2 vergeleken, dan zien we dat de verschillen afnemen, maar er blijven grote variaties bestaan. Opmerkelijk is dat geen enkel waterschap voor alle profielonderdelen zijn toegepaste maaisysteem als goedkoopste naar voren ziet komen.

In een later stadium worden de kosten vergeleken met de mechanisatiegraad. Volgens tabel 6 mogen we stellen dat voor het maaien van de onderdelen boventalud, berm en ondertalud in het algemeen geldt dat een hoge graad van mechanisatie leidt tot goedkoop onderhoud. Hoewel dit niet duidelijk uit de tabel blijkt, moet daarbij wel opgemerkt worden dat de draaiuurkosten en de capaciteitsnormen van de ingezette machines van veel invloed op de kosten zullen zijn. Aangezien er veel variatie in de maaikosten voor de verschillende onderdelen optreedt en er per jaar minstens 40% en meestal meer dan 50% van de totale onderhoudskosten aan het maaien besteed wordt, zullen hierop bij toepassing van doelmatige machines grote besparingen mogelijk zijn.

Voor het bodemonderhoud moet geconcludeerd worden dat een hogere mechanisatiegraad leidt tot hogere kosten. Hiervoor toegepaste machines zijn kennelijk duur in gebruik.

De kosten van het chemisch onderhoud blijken ± 10 tot 20% van de totale onderhoudskosten te bedragen. Deze kosten liggen bij alle waterschappen omgerekend per 10 m^2 op een nagenoeg gelijk niveau. In hoeverre het chemisch onderhoud de maaikosten kan doen dalen is uit de verzamelde gegevens niet te bepalen. Dit is ook minder belangrijk omdat te verwachten valt dat aan het chemisch onderhoud in de toekomst steeds grotere beperkingen opgelegd zullen worden.

Wat betreft de transportkosten kan gezegd worden dat deze in de 3 waterschappen, waar deze kosten worden berekend, weinig variaties vertonen en slechts een fractie bedragen van de totale onderhoudskosten.

Tenslotte blijken er wel grote verschillen voor te komen in de kosten van de overige werkzaamheden. Er moet echter op gewezen worden dat deze kosten in enkele gevallen sterk beïnvloed worden door

kosten welke voortvloeien uit werkzaamheden, welke eigenlijk over meerdere jaren moeten worden afgeschreven.

In volgende nota's over dit onderwerp zullen de machinenormen van de bij dit onderzoek toegepaste werktuigen en de kosten per leidinggrootte aan de orde komen.

LITERATUUR

BIJKERK, C. en J. BUDDINCH. 1968. Techniek en economie van het onderhoud van waterlopen. Cultuurt. Tijdschr. 7.5

HUMBERT, H. en J.G.S. DE WILDE. 1973. Vergelijkend onderzoek naar de onderhoudskosten van waterlopen. II. Een globale kostenvergelijking voor het gehele onderhoud. Nota ICW 775

WILDE, J.G.S. DE. 1973. Kostenberekeningsmethode voor en kostenvergelijking van diverse werktuigen in gebruik voor het onderhoud van waterlopen. Nota's ICW 718 en 772