

NN31545.0775

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBODBIBLIOTHEEK DE HAAFF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE WageningenVERGELIJKEND ONDERZOEK NAAR DE
ONDERHOUDSKOSTEN VAN WATERLOPEN

II. EEN GLOBALE KOSTENVERGELIJKING

VOOR HET GEHELE ONDERHOUD

W. 30/1-74

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

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



I N H O U D

	B1z.
1. INLEIDING	1
2. INDELING VAN DE COMPUTERLIJST 2	2
3. KOSTEN OP BASIS VAN DE BEWERKTE LENGTE C.Q. OPPERVLAKTE	5
4. KOSTEN OP BASIS VAN DE AANWEZIGE LENGTE C.Q. OPPERVLAKTE	10
5. KOSTENVERDELING	16
6. VERGELIJKING MET EERDER UITGEVOERD ONDERZOEK	17
7. SAMENVATTING EN CONCLUSIE	20
LITERATUUR	21

1. INLEIDING

Voor de globale kostenberekening, die in deze nota wordt besproken, is gebruik gemaakt van één van de tabellen (computerlijsten) die in nota nr 773 (HUMBERT en DE WILDE, 1973) worden aangehaald.

De bedoelde computerlijst, genaamd lijst 2, geeft de resultaten van het gehele onderhoud per jaar. Hieronder wordt verstaan het totale leidingonderhoud met inbegrip van alle kosten, als som van alle werkzaamheden die in het betreffende jaar aan die leidingen zijn uitgevoerd, exclusief stagnatie, verlet- en overheadkosten.

We onderscheiden dus het gehele onderhoud per waterschap, per leidingonderdeel (boventalud, berm, ondertalud en bodem) en per leiding. Aangegeven zal worden hoe deze sommering in de verschillende gevallen heeft plaatsgevonden, hoe de kosten worden berekend en wat hiervan de resultaten zijn. Hieraan voorafgaand dient te worden vermeld dat:

- a. de manuurkosten werden door de waterschappen berekend volgens het door HUMBERT en DE WILDE (1973) opgegeven schema. De manuurkosten, die in de computer werden ingevoerd, zijn in tabel 1 aangegeven.

Tabel 1. Manuurkosten ingevoerd bij de berekening van de totale onderhoudskosten

Waterschap	1971	1972
01	f 10,94	f 12,25
02	- 11,50	- 13,32
03	- 13,16	- 11,54
05	- 11,80	- 12,48

- b. de draaiuurkosten van de ingezette machines c.q. combinaties zijn voor 1971 gegeven in nota nr 718 en voor 1972 in nota nr 772 van het ICW;
- c. de onderdelen van het dwarsprofiel waarop de verrichte werkzaamheden betrekking hebben zijn: boventalud (code 1), ondertalud (code 2), berm (code 3) en bodem (code 4), zie fig. 1.

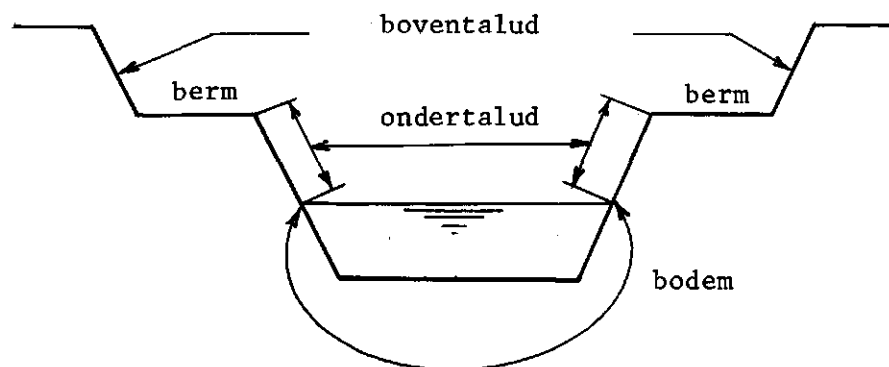


Fig. 1

Opn.: Onder de bodem wordt in dit onderzoek tevens begrepen het gedeelte van het ondertalud dat zich onder normale omstandigheden onder de waterspiegel bevindt

2. INDELING VAN DE COMPUTERLIJST 2

De kop van de computerlijst 2 (HUMBERT en DE WILDE, 1973), de lijst die een globaal overzicht geeft van de totale onderhoudskosten, ziet er als volgt uit.

WATERSCHAP:		ONDERDEEL:							JAAR:						
Leiding nr	Leidinglengte	Aantal beurten	Te bewerken opp.	Machinaal bewerkt opp.	Machine-uren	Man-uren	Machinekosten	Loonkosten	Productieve totaal kosten incl. middel- en materiaalkosten	Productieve kosten per 10 m ²	Productieve kosten per m'	Stagnatie-uren	Verlet-uren	Verlet-kosten	
Dimensie	m'		10 m ²	10 m ²	uren	uren	f	f	f	f/10 m ²	f/m'	uren	uren	f	
kolom nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Voor elk waterschap worden volgens bovenstaand model in een 15-tal kolommen per jaar, per onderdeel en per leiding de berekende resultaten weergegeven. Per waterschap verschijnen nu de volgende 5 tabellen

1. Onderhoudskosten van het boventalud (1)
2. Onderhoudskosten van het ondertalud (2)
3. Onderhoudskosten van de berm (3)
4. Onderhoudskosten van de bodem (4)
5. Onderhoudskosten van het gehele dwarsprofiel (1 + 2 + 3 + 4)

Als voorbeeld wordt hieronder de verschijningsvorm van een dergelijke tabel voor het boventalud gegeven.

WATERSCHAP: 01	ONDERDEEL: 1	JAAR: 1971
Leiding nr		
- - - - -	- - - - -	- - - - -
- - - - -	- - - - -	- - - - -
- - - - -	- - - - -	- - - - -
Totaal	- - - - -	- - - - -
x Totaal	- - - - -	- - - - -

Ter verduidelijking van de in de kop gebruikte tekst wordt hier, voor die kolommen waar vragen kunnen rijzen, uiteengezet hoe de berekening heeft plaatsgehad. De nummering komt overeen met het kolomnummer.

Kolom 2. Leidinglengte

Bij het totaliseren maken we onderscheid tussen:

- a. totaal voor de bewerkte lengte. Voor 'Totaal' is de som van de enkelvoudige lengten van de bewerkte onderdelen genomen met uitzondering van het 'Totaal' van het gehele dwarsprofiel (1+2+3+4) dat niet werd berekend. Onder enkelvoudige lengte wordt verstaan de halve som van de onderdeellengten links en rechts van de leiding met uitzondering van de bodem.

b. Σ Totaal voor de aanwezige lengte. Voor ' Σ Totaal' is de som van de enkelvoudige lengten van de aanwezige onderdelen genomen met uitzondering van het ' Σ Totaal' van het gehele dwarsprofiel (1+2+3+4) waar de som van de bodemlengten werd genomen.

Voorbeeld zie fig. 2 die een bovenaanzicht van een stelsel van leidingen voorstelt. Van een dergelijk stelsel is de som van de leidinglengten 50 km. De som van de enkelvoudige lengten van het boventalud (1) is 40 km, waarvan 30 km werd bewerkt.

De som van de enkelvoudige lengten van de berm (3) is 50 km, waarvan 40 km bewerkt werd.

Het ondertalud (2) en de bodem (4) werden beide over de volle 50 km bewerkt.

Voor 'Totaal' en ' Σ Totaal' voor het boventalud (1) wordt nu respectievelijk 30 km en 40 km genomen.

Voor 'Totaal' en 'Totaal' voor de berm (3) wordt nu respectievelijk 40 km en 50 km genomen en voor het ondertalud (2) en de bodem beide 50 km.

Voor 'Totaal' en ' Σ Totaal' voor het gehele dwarsprofiel (1+2+3+4) wordt de eerste niet berekend en werd voor de tweede 50 km genomen.

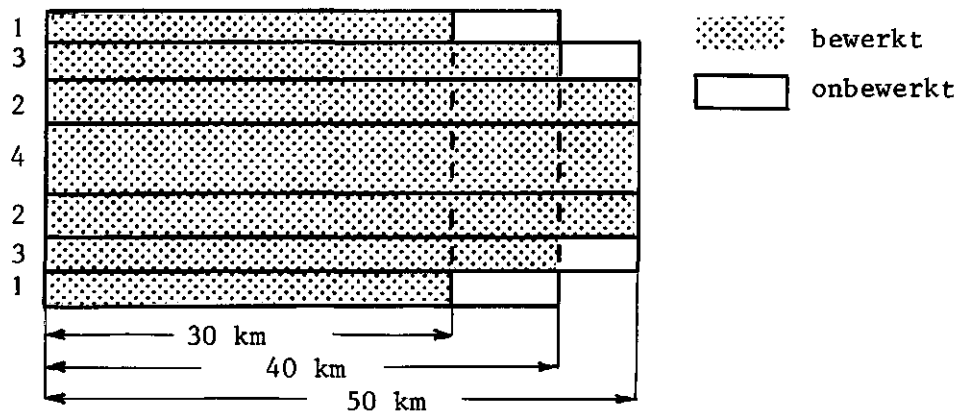


Fig. 2. Boven-aanzicht van een stelsel van leidingen

Kolom 4. Te bewerken oppervlak

Het te bewerken oppervlak is voor de onderdelen 1, 2 en 3 gelijk aan de onderdeellengte links x de onderdeelbreedte links vermeerderd met de onderdeellengte rechts x de onderdeelbreedte rechts. Voor onderdeel 4 is dit de leidinglengte x de bodembreedte.

Bij het totaliseren maken we onderscheid tussen:

- a. 'Totaal' bewerkte oppervlakte
- b. 'x Totaal' te bewerken of aanwezige oppervlakte.

Kolom 5. Machinaal bewerkt oppervlak

De machinaal bewerkte oppervlakte is de som van de prestaties van de machinecombinatie x de werkbreedte met als uitzonderingen de maai-boot en de spuitmachine. Voor deze laatste twee combinaties wordt het machinaal bewerkte oppervlak respectievelijk berekend uit de som van de prestaties x de onderdeelbreedte en uit de som van de prestaties x $\frac{1}{2}$ (onderdeelbreedte links + onderdeelbreedte rechts).

Opmerking: De prestatie wordt door de waterschappen opgegeven als bewerkte leidinglengte.

Kolom 11.

Voor de berekening van de produktieve kosten per 10 m^2 , $\frac{\text{Kolom 10}}{\text{Kolom 4}}$, dient te worden gelet op hetgeen bij Kolom 4 wordt vermeld.

Kolom 12.

Voor de berekening van de produktieve kosten per m^2 , $\frac{\text{Kolom 10}}{\text{Kolom 2}}$, letten op de vermelding bij Kolom 2.

3. KOSTEN OP BASIS VAN DE BEWERKTE LENGTE C.Q. OPPERVLAKTE

Bij de vergelijking van de resultaten dient te worden gewezen op de vergelijkingsbasis van de kosten. We onderscheiden bij de berekening van de kosten per m^2 en per 10 m^2 namelijk als basis:

- a. de bewerkte lengte en de bewerkte oppervlakte
- b. de aanwezige lengte en de aanwezige oppervlakte

Tabel 2. Kosten van het gehele onderhoud

Op basis van de bewerkte lengte c.q. oppervlak

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. 10 m ²	f/10 m ²	bewerkte opp. 10 m ²
01 ¹⁾								
02	0,10	33 210	0,02	5 340	0,972	3 475	0,151	706
03	0,08	13 050	0,11	32 200	1,003	1 101	1,336	2 680
05	0,06	36 981	0,04	57 211	0,917	2 393	0,786	2 734
01	0,19	21 585	0,14	21 585	0,729	5 612	0,545	5 612
02	0,24	34 430	0,13	35 670	1,014	8 263	0,525	8 561
03	0,12	49 980	0,12	49 980	0,496	12 245	0,496	12 245
05	0,56	38 741	0,73	57 211	2,316	9 298	3,059	13 731
01	0,38	21 585	0,27	21 585	1,224	6 724	0,870	6 724
02	0,12	34 430	0,16	35 670	0,530	7 482	0,720	7 885
03	0,25	49 980	0,26	49 980	0,797	15 936	0,809	15 936
05	0,48	38 741	0,38	57 211	1,671	11 225	1,276	17 181
01	0,29	21 585	0,48	21 585	0,651	9 589	1,076	9 589
02	0,21	34 250	0,25	30 650	0,416	17 009	0,467	16 311
03	0,24	49 090	0,22	48 070	0,763	15 136	0,700	14 924
05	0,47	38 741	0,42	57 211	0,999	18 062	1,079	22 245

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

2) Percentage van de totale aanwezige lengte c.q. oppervlakte dat bewerkt is

Voorbeeld

We kunnen de kosten van het gehele onderhoud per onderdeel, per waterschap weergeven:

- a. per strekkende meter bewerkte lengte;
- b. per 10 m^2 bewerkte oppervlakte;
- c. per strekkende meter aanwezige lengte;
- d. per 10 m^2 aanwezige oppervlakte.

De kosten van het gehele onderhoud van het dwarsprofiel (1+2+3+4) kan worden weergegeven:

- a. per strekkende meter aanwezige lengte;
- b. per 10 m^2 bewerkte oppervlakte;
- c. per 10 m^2 aanwezige oppervlakte.

In tabel 2 worden de berekende waarden gegeven voor de kosten van het gehele onderhoud per onderdeel van het dwarsprofiel en per waterschap op basis van de bewerkte lengte en de bewerkte oppervlakte.

Een nadere beschouwing van tabel 2 laat zien dat de onderhoudskosten per waterschap en per onderdeel forse verschillen vertonen. De tabel geeft een overzicht van de totale jaarlijkse onderhoudskosten waarop verschillende factoren van invloed kunnen zijn. Niet elk waterschap maakt gebruik van dezelfde machines, machinecombinaties en onderhoudstechniek, terwijl ook het aantal onderhoudsbeurten verschillend kan zijn. Hierop aansluitend moet dan ook worden opgemerkt dat deze tabel, evenals later volgende tabellen in deze nota, geen inzicht geeft in de verdeling van de kosten over de verschillende werkzaamheden. Deze aspecten zullen in volgende nota's nader worden uitgewerkt.

Opvallend is dat het percentage van de bewerkte lengte wat betreft de berm en het ondertalud bij alle waterschappen rond de 100 % ligt. De totaal aanwezige oppervlakte wordt dus jaarlijks minstens 1 maal bewerkt. Dit geldt met een uitzondering ook voor de bodem. Voor het boventalud, voor zover aanwezig, liggen deze percentages veel lager, het waterschap 05 maakt hierop een uitzondering.

Aan de hand van het cijfermateriaal uit tabel 2 is het moeilijk een kostenindex te bepalen. Ter illustratie kan het boventalud dienen

waarvoor volgens tabel 2 in 1971 de kosten per m' bewerkte lengte, bij de 3 waterschappen die een boventalud in onderhoud hebben, achtereenvolgens f 0,10; f 0,08 en f 0,06 zijn. Voor het gehele onderhoud van het boventalud valt hieruit een gemiddelde kostprijs van f 0,08 per bewerkte m' lengte te berekenen. Voor 1972 werd op dezelfde wijze een gemiddelde van f 0,057 per m' bewerkte lengte berekend. Kijken we nu echter naar de in 1972 bewerkte lengte, dan zien we dat die voor het waterschap 05 bijna 2 x zo groot is als die voor het waterschap 03 en ruim 10 x zo groot als die voor waterschap 02. Gezien de grote verschillen in bewerkte lengte is het beter, om als kostenindex het gewogen gemiddelde te nemen, opdat ook de bewerkte lengte c.q. bewerkte oppervlak invloed zal hebben. Voor 1971 is het gewogen gemiddelde voor het onderhoud van het boventalud f 0,08/m', voor 1972 f 0,062/m'. Voeren we deze berekeningsmethode ook uit voor de kosten per 10 m² en voor de overige dwarsprofiel-onderdelen, dan ontstaat tabel 3. De in deze tabel opgenomen cijfers zouden als index-waarden voor de kosten van het gehele onderhoud voor het betreffende leidingonderdeel en voor de gehele leiding kunnen worden aangehouden.

Tabel 3. Gewogen gemiddelden van het gehele onderhoud

Op basis van de bewerkte lengte en de bewerkte oppervlakte

Onderdeel	Kosten per meter			Kosten per 10 m ²		
	1971 f/m'	1972 f/m'	beide jaren f/m'	1971 f/10 m ²	1972 f/10 m ²	beide jaren f/10 m ²
Boventalud	0,080	0,062	0,070	0,958	0,954	0,956
Berm	0,277	0,338	0,310	1,131	1,386	1,267
Ondertalud	0,302	0,282	0,291	1,055	0,971	1,010
Bodem	0,299	0,333	0,316	0,717	0,830	0,775
Gehele profiel	0,958	1,015	0,987	0,965	1,035	1,002

Men moet bij de waarden uit deze tabel bedenken dat ze in sommige gevallen sterk beïnvloed kunnen worden door de kosten van de overige werkzaamheden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de bermkosten in 1972 in waterschap 05. Onder de kosten overige werkzaamheden worden die productieve kosten verstaan, welke niet thuishoren bij de werkzaamheden maaien, chemisch onderhoud en transport. Een gedeelte hiervan zullen jaarlijks terugkerende kosten zijn, doch er kunnen ook kosten in opgenomen zijn die eigenlijk over meerdere jaren moeten worden afgeschreven, zoals bermverbreding, taludverbetering, aanbrengen betuining enz. In deze nota zijn deze soort kosten nog niet evenredig over een groter aantal jaren verspreid.

Uit de tabel 3 blijkt dat indien we als index voor het gehele onderhoud van het gehele dwarsprofiel voor de beide jaren de berekende waarde $f 0,987/m'$ nemen voor het onderhoud per bewerkte lengte, de kosten voor het boventalud 7 %, voor de berm 31,5 %, voor het onder-talud 29,5 % en voor de bodem 32 % van het totaal bedragen.

Wat in de voorgaande kostenverdelingen niet naar voren komt doch wat wel in de cijfers is opgesloten, is het aantal bewerkingsbeurten per onderdeel. De mogelijkheid bestaat dat een berm 4 x zo vaak gemaaid wordt als een ondertalud. Om een inzicht te krijgen in de kosten per onderdeel en per beurt is daarom tabel 4 samengesteld. Voor de samenstelling van de tabel zijn de waarden uit tabel 2 gedeeld door het gemiddelde aantal onderhoudsbeurten voor het betreffende onderdeel per waterschap.

Aan de hand van de tabel 4 zien we nu duidelijk de verschillen in bewerkingsfrequentie tussen bijvoorbeeld het boventalud (gemiddelde bewerkingsfrequentie 1,33) en de berm (gemiddelde bew. freq. 3,05). Daarnaast is een duidelijke nivellering van de onderhoudskosten per m' c.q. per $10 m^2$ per beurt waar te nemen.

Voor het verkrijgen van een beter overzicht zijn de waarden uit de tabellen 2, 3 en 4 verwerkt in een kostenoverzicht dat als blokdiagram wordt weergegeven in fig. 3. De berekening van de kosten per lengte- c.q. oppervlakte-eenheid werd als volgt uitgevoerd:

$$\frac{\sum \text{kosten van alle werkzaamheden aan het onderdeel}}{\sum \text{enkelvoudige bewerkte lengte c.q. bewerkte oppervlakte}}$$

Uit tabel 2 en fig. 3 blijkt dat:

- a. de kosten per 10 m^2 veel groter zijn dan die per m^2 . Dit houdt in dat gemiddeld per m^2 leidinglengte de oppervlakte van 10 m^2 niet wordt bereikt voor de betreffende onderdelen;
- b. de kosten per onderdeel sterk verschillend zijn zowel per jaar als per waterschap.

Bij de berekening van de kosten van het gehele onderhoud werd steeds de bewerkte onderdeellengte c.q. oppervlakte meegeteld ook als slechts één kleine bewerking aan het onderdeel had plaatsgevonden. Dit betekent, dat in bepaalde gevallen voor een relatief klein bedrag toch de hele lengte c.q. oppervlak in rekening wordt gebracht. Hierdoor kan een te gunstig beeld van de onderhoudskosten ontstaan.

Het zou dan ook juister zijn om per leiding en per werkzaamheid of groep van werkzaamheden de kosten te berekenen. Dit zal in een volgende nota worden uitgewerkt. De in deze paragraaf omschreven berekeningswijze is echter nauwkeurig genoeg om een globaal overzicht te krijgen, mede daar het aantal leidingen dat slechts één bewerking heeft ondergaan klein is.

4. KOSTEN OP BASIS VAN DE AANWEZIGE LENGTE C.Q. OPPERVLAKE

In de berekeningswijze waarmee bij de waterschappen veel wordt gewerkt, worden de kosten omgeslagen over het totale leidingenpakket. De fout die hierbij wordt gemaakt is echter groter dan de fout gemaakt bij toepassing van de in par. 3 besproken manier. De kans bestaat namelijk dat in slechts een klein percentage van het totaal aanwezige leidingenbestand werkzaamheden zijn uitgevoerd, hetgeen bijvoorbeeld het geval is in tabel 2 (waterschap 03, onderdeel 1). Hierdoor kan een overtrokken gunstig beeld van de onderhoudskosten ontstaan. Om de kosten van het gehele dwarsprofiel te kunnen bekijken kunnen de kosten van de afzonderlijke delen (1+2+3+4) worden gesommeerd. Het totaalbedrag kan dan worden omgeslagen over de aanwezige lengte c.q. oppervlakte of over de bewerkte lengte c.q. oppervlakte. De beperking die in het programma is opgelegd aan de bewerkte lengte wordt in punt kolom 2a van par. 2 gegeven.

Tabel 4. Kosten van het gehele onderhoud per beurt

Op basis van de bewerkte lengte en de bewerkte oppervlakte

Waterschap	Kosten per beurt per meter		Kosten per beurt per 10 m ²	
	1971	1972	1971	1972
	gemiddeld aantal beurten	gemiddeld aantal beurten	gemiddeld aantal beurten	gemiddeld aantal beurten
	kosten per meter f/m'	kosten per meter f/m'	kosten per 10 m ² f/10 m ²	kosten per 10 m ² f/10 m ²
01 ¹⁾	-	-	-	-
02	1,2	1	0,810	0,151
03	1	1	1,003	1,336
05	2,1	1,7	0,437	0,462
BERM 3				
01	2	2	0,364	0,272
02	3,6	2,5	0,282	0,21
03	4,3	4	0,115	0,124
05	3	3	0,772	1,020
ONDERTALUD 2				
01	2	2	0,612	0,435
02	3	2,8	0,177	0,257
03	2,8	2,8	0,285	0,289
05	3	3	0,557	0,425
BODEM 4				
01	2	2	0,325	0,538
02	2	1,3	0,208	0,359
03	1,7	1,1	0,449	0,636
05	2,8	3	0,357	0,360

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

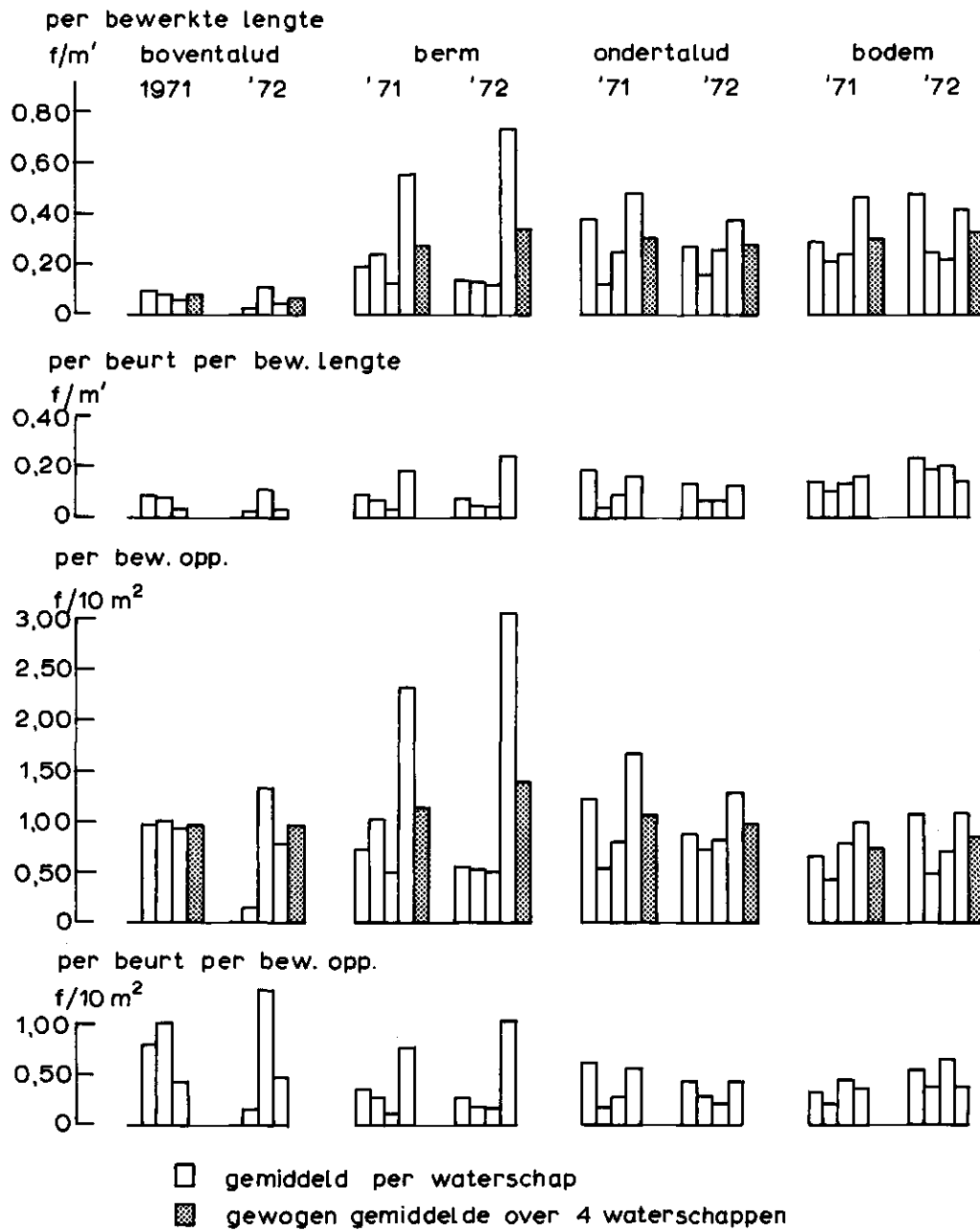


Fig.3 kosten overzicht

De kosten van het gehele onderhoud op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte worden in tabel 5 gegeven. Deze kosten wijken uiteraard alleen af van die in tabel 2 voor zover volgens deze tabel niet de totale lengte bewerkt is. In het algemeen komen voor de hier onderzochte leidingen volgens de nieuwe berekening geen grote veranderingen naar voren. Alleen de kosten van het boventalud wijzigen zich sterker omdat van dit onderdeel in bepaalde waterschappen een relatief klein gedeelte bewerkt is.

Bij de kosten van het gehele dwarsprofiel (1+2+3+4) in tabel 5, dient vermeldt te worden dat het waterschap 01 geen boventalud in bewerking had.

Op dezelfde basis als in tabel 5 zijn ook de kosten van het gehele onderhoud per beurt bepaald, deze worden gegeven in tabel 6.

Tabel 5. Kosten van het gehele onderhoud
Op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per meter		Kosten per 10 m ²	
	1971	1972	1971	1972
	aanwezige lengte m'	aanwezige lengte m'	aanwezige oppervl. 10 m ²	aanwezige oppervl. 10 m ²
	f/m'	f/m'	f/10 m ²	f/10 m ²
	BOVENTALUD 1			
01	-	-	-	-
02	0,10	34 430	0,952	3 549
03	0,02	45 410	0,278	3 977
05	0,06	38 741	0,904	2 429
	BERM 3			
01	0,19	21 585	0,729	5 612
02	0,24	34 430	1,014	8 263
03	0,12	49 980	0,496	12 245
05	0,56	38 741	2,316	9 298
	ONDERTALUD 2			
01	0,38	21 585	1,224	6 724
02	0,12	34 430	0,530	7 482
03	0,25	49 980	0,797	15 936
05	0,48	38 741	1,671	11 225
	BODEM 4			
01	0,29	21 585	0,651	9 589
02	0,21	34 430	0,415	17 047
03	0,23	49 980	0,743	15 542
05	0,47	38 741	0,999	18 062
	1+2+3+4			
01 ^{xx}	0,86	21 585	0,847	21 926
02	0,66	34 430	0,627	36 342
03	0,63	49 980	0,659	47 700
05	1,56	38 741	1,476	41 014
	1,076			
	1,076			
	0,444			
	0,672			
	1,079			
	0,877			
	0,481			
	0,692			
	1,611			
	9 589			
	17 135			
	15 542			
	22 245			
	21 926			
	37 205			
	47 700			
	55 891			

xx Dit waterschap heeft geen boventalud in bewerking

Tabel 6. Kosten van het gehele onderhoud per beurt
 Op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte

Waterschap	Kosten per beurt per meter		Kosten per beurt per 10 m ²	
	1971	1972	1971	1972
	gemiddeld aantal beurten f/m'	gemiddeld aantal beurten f/m'	gemiddeld aantal beurten f/10 m ²	gemiddeld aantal beurten f/10 m ²
01	-	-	-	-
02	1,2	1	0,793	1
03	1	1	0,278	1
05	2,1	1,7	0,430	1,7
	BERM 3			
01	2	2	0,364	2
02	3,6	2,5	0,282	2,5
03	4,3	4	0,115	4
05	3	3	0,772	3
	ONDERTALUD 2			
01	2	2	0,612	2
02	3	2,8	0,177	2,8
03	2,8	2,8	0,285	2,8
05	3	3	0,557	3
	BODEM 4			
01	2	2	0,325	2
02	2	1,3	0,207	1,3
03	1,7	1,1	0,437	1,1
05	2,8	3	0,357	3
	1+2+3+4			
01 ⁺	2	2	0,423	2
02	2,5	2,2	0,251	2,2

5. KOSTENVERDELING

Naast een inzicht in de totale onderhoudskosten kan het van belang zijn om te weten hoe de totale jaarlijkse onderhoudskosten verdeeld zijn over de verschillende onderdelen van het dwarsprofiel. Deze verdeling wordt gegeven in tabel 7.

Tabel 7. Totaal jaarlijkse onderhoudskosten, kosten per m' c.q. 10 m² op basis van de aanwezige lengte c.q. oppervlakte en kostenverdeling over de verschillende onderdelen van het dwarsprofiel

Waterschap	Jaar	(1 + 2 + 3 + 4)				Boven- talud %	Berm %	Onder- talud %	Bodem %
		totaal f	f/m'	f/10 m ²					
01	1971	18 563	0,86	0,85	-	22,0	44,4	33,6	
02		22 796	0,66	0,63	14,8	36,8	17,4	31,0	
03		31 422	0,63	0,66	3,5	19,3	40,4	36,8	
05		60 536	1,56	1,48	3,6	35,6	31,0	29,8	
01	1972	19 229	0,89	0,88	-	15,9	30,4	53,7	
02		17 899	0,50	0,48	0,6	25,1	31,7	42,6	
03		33 004	0,66	0,69	10,8	18,4	39,1	31,7	
05		90 067	1,57	1,61	2,4	46,6	24,4	26,6	
1971 + 1972		293 516	-	-	4,3	32,6	30,7	32,4	

Aan de hand van deze tabel kan worden geconcludeerd dat:

- a. de totale onderhoudskosten in 1972 een geringe stijging vertonen ten opzichte van 1971, behalve voor waterschap 02. Bij dit laatste waterschap zien we ondanks een geringe toename in lengte en oppervlakte een daling van de totale onderhoudskosten. De kosten per m' en per 10 m² nemen met uitzondering van die in waterschap 02 in 1972 toe ten opzichte van 1971;
- b. De verdeling van de totale jaarlijkse onderhoudskosten over de verschillende onderdelen is kennelijk niet aan vaste percentages gebonden.

De tabel laat zien dat de bestede percentages van jaar tot jaar en van onderdeel tot onderdeel voor de vier waterschappen sterk kunnen verschillen.

In grote lijnen kan gesteld worden dat over de 4 waterschappen gemiddeld over beide jaren aan boventalud $\pm 4,3\%$, aan de berm $\pm 32,6\%$, aan het ondertalud $\pm 30,7\%$ en aan de bodem $\pm 32,4\%$ van de totale onderhoudskosten van het dwarsprofiel besteed wordt. Deze verdeling kwam ook ongeveer in tabel 3 naar voren.

- c. Het waterschap 03 is voor de verdeling van de kosten over de verschillende onderdelen in deze 2 jaren nog het meest constant.

6. VERGELIJKING MET EERDER UITGEVOERD ONDERZOEK

BIJKERK en PIETERS (1965) geven een relatie tussen kosten per beurt en bewerkingsfrequentie. Worden de gegevens uit tabel 6 op dezelfde wijze uitgezet, dan ontstaat fig. 4a voor de kosten per beurt per m'. Hetzelfde kan gedaan worden voor de oppervlakte, waarvoor fig. 4b ontstaat. Uit fig. 4a blijkt nu dat de kosten per beurt niet afnemen bij toenemende bewerkingsfrequentie. Uit fig. 4b blijkt dat er praktisch geen kostenstijging heeft plaatsgehad in de 6,5 jaar die er liggen tussen de beide onderzoeken. Slechts 2 punten vallen buiten het vorige patroon. Dit resultaat duidt er op dat onder andere door aanpassing van de profielvorm van de waterlopen, de toename van de mechanisering c.q. verbetering van de werktuigen, een produktieverhoging moet zijn opgetreden.

De toename van de mechanisering laat zich afleiden door de thans verkregen resultaten te vergelijken met die van BIJKERK en PIETERS (1965). De laatste gebruiken namelijk als graad van mechanisatie van de onderhoudswerkzaamheden het aantal machine-uren uitgedrukt als percentage van het aantal manuren handkracht. Volgens deze definitie is echter een mechanisatiegraad groter dan 100% ook mogelijk. Een formeel juistere definiëring van de mechanisatiegraad wordt gegeven door BIJKERK en BUDDINGH (1968). Zij stellen de mechanisatiegraad voor als het percentage van de totale oppervlakte dat machinaal bewerkt is. Men dient voor de totale oppervlakte dan wel de bewerkte oppervlakte

te nemen. In ons geval kunnen wij geen gebruik maken van deze uitdrukking, omdat verschillende werkzaamheden zich niet laten uitdrukken in oppervlakte-eenheden. Daarom werd door ons een nieuwe mechanisatiegraad gebruikt, namelijk het percentage dat het aantal produktieve machine-uren is van het totaal aantal produktieve manuren (mankracht + machinebediening).

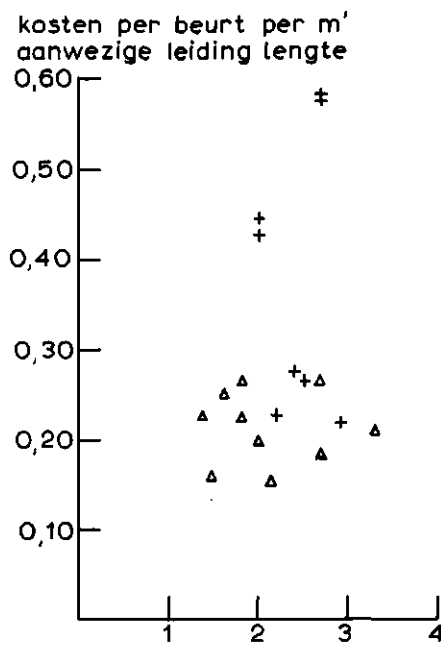
Wanneer we de gegevens van BIJKERK en PIETERS (1965) volgens deze definitie omrekenen, krijgen we voor 4 van de door hen onderzochte waterschappen de volgende waarden voor de mechanisatiegraad, namelijk 8,3 %; 3,2 %; 1,3 % en 1 %.

De waarden, die wij berekenden voor 1971 en 1972, worden gegeven in tabel 8, waarbij vermeldt dient te worden dat de percentages onder 1+2+3+4 vergelijkbaar zijn met de omgerekende resultaten van BIJKERK en PIETERS (1965).

Tabel 8. Mechanisatiegraad in %

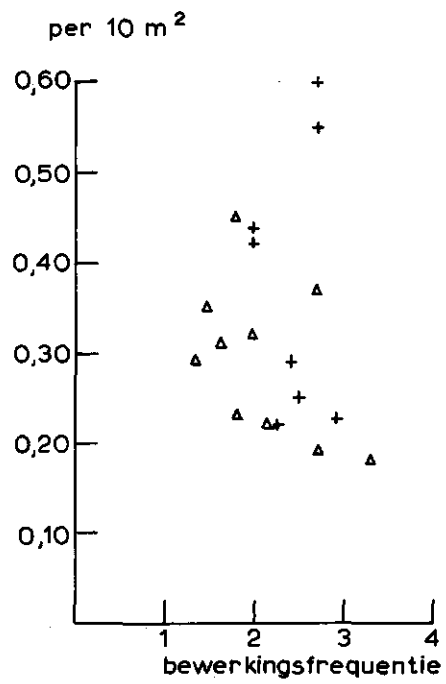
Waterschap	Boventalud 1		Berm 3		Ondertalud 2		Bodem 4		1+2+3+4	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
01	-	-	37,2	66,8	34,3	66,1	0,0	0,0	20,6	23,0
02	3,3	55,0	39,4	98,2	82,8	74,4	15,8	7,3	31,1	43,1
03	48,3	1,0	93,3	100	46,3	41,9	18,7	9,5	44,4	32,8
05	65,1	78,7	29,0	26,1	30,2	37,9	12,8	14,3	25,9	26,3

Hieruit volgt inderdaad dat, indien we de waterschappen uit beide onderzoeken als gemiddelden beschouwen, we mogen stellen dat de mechanisatie is toegenomen. We dienen ons uiteraard te realiseren dat deze mechanisatiegraden gemiddelden zijn en dat, afhankelijk van de uitgevoerde werkzaamheden, grote verschillen tussen de leidingen onderling kunnen optreden.



Δ waarden BIJKERK en
PIETERS (1965)
+ waarden tabel 6

A



Δ waarden BIJKERK en
PIETERS (1965)
+ waarden tabel 6 (1971-1972)

B

Fig. 4. Kostenanalyse

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

De bedoeling van deze nota is een inzicht te geven in de toegepaste berekeningsmethodiek. De in de nota behandelde kosten laten echter geen directe conclusie toe omtrent de meest gewenste onderhoudsmethodiek, -techniek of in te zetten machines. We dienen namelijk te bedenken dat de totale kosten van iedere leiding opgebouwd zijn uit kosten van zeer uiteenlopende werkzaamheden. Een ander punt is dat bij de opgave van de transportkosten 2 van de 4 waterschappen de transporturen volledig in de door hen verstrekte gegevens hebben opgenomen. Een waterschap dat dus extra hoog uitkomt in het overzicht van de totaalkosten, kan door aftrek van de transportkosten gunstiger uitkomen.

De behandelde cijfers geven dus alleen een globale onderlinge vergelijkingsbasis. In tabel 5 is een poging gedaan om de totaalkosten op een praktische basis om te zetten. Afhankelijk van de bewerkte lengte c.q. oppervlakte binnen een waterschap komen de berekende kosten uit tabel 2 hier meer of minder mee overeen.

Duidelijk is gesteld dat er grote variaties in de totale onderhoudskosten mogelijk zijn, zowel van jaar tot jaar, van waterschap tot waterschap, als van onderdeel tot onderdeel. We mogen echter stellen dat voor het verkrijgen van een globaal inzicht in de jaarlijkse kosten van het gehele onderhoud per leidingonderdeel op de hier omschreven wijze een redelijke weergave wordt gegeven. Globaal gesproken is aangetoond dat $\pm 4\%$ van de totale jaarlijkse kosten nodig zijn voor het onderhoud van het boventalud. De overige 3 onderdelen van het dwarsprofiel vragen elk ± 30 à 33% van de totale kosten.

Persoonlijk lijkt ons dat de meeste waarde gehecht moet worden aan de kostenberekening per 10 m^2 , daar in deze kosten ook de breedte van het betreffende onderdeel, dus de grootte van de leidingen wordt betrokken. Verder is gebleken dat er in 1972 een geringe kostenstijging ten opzichte van 1971 is opgetreden. Opvallend is dat vergelijking met vroeger onderzoek slechts in twee gevallen een stijging van de totale onderhoudskosten laat zien.

Tenslotte kan aan de hand van een nieuwe omschrijving van het begrip 'mechanisatiegraad' een inzicht worden verkregen in de sterke

toename van het mechanische onderhoud.

Een beter inzicht in de kosten per m' c.q. 10 m^2 wordt verkregen indien de kosten per m' c.q. 10 m^2 bewerkte lengte c.q. oppervlakte voor de afzonderlijke werkzaamheden worden berekend. In de volgende nota's zal hier nader aandacht aan worden besteed.

LITERATUUR

- BIJKERK, C. en J. PIETERS, 1965. Techniek en economie van het onderhoud van enkele Drentse waterschappen, Waterschapsbelangen 49, 17 en 18.
- en J. BUDDINGH, 1968. Techniek en economie van het onderhoud van waterlopen, Cultuurtechnisch Tijdschrift 7, 5.
- HUMBERT, H. en J.G.S. DE WILDE, 1973. Vergelijkend onderzoek naar de onderhoudskosten van waterlopen.
I. De opbouw van het onderzoek Nota ICW nr 773
- WILDE, J.G.S. DE, 1973. Kosten berekeningsmethode voor en kostenvergelijking van diverse werktuigen in gebruik voor het onderhoud van waterlopen, nota's ICW nr 718 en nr 772