INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA ~~352~~ 351 d. d. 19 augustus 1966

De kosten van aanleg van waterlopen

ir. J. J. Kouwe

1. Inleiding

De aanleg van nieuwe of de verbetering van bestaande waterlopen vereist het ontgraven van een zekere hoeveelheid grond. Deze grond kan als regel niet ter plaatse blijven, doch zal binnen een zekere afstand van het leidingtracé moeten worden verwerkt. Het werk vereist dus enerzijds het ontgraven en anderzijds het transport en het verder verwerken of opslaan van grond. De kosten die deze activiteiten met zich brengen zijn onder te verdelen in kosten ten behoeve van:

1. de werktuigen
2. de lonen van de arbeiders
3. de materialen
4. de voorbereiding en ontwerpen

De kosten per m' leiding zullen voorts worden beïnvloed door:

5. de bodemgesteldheid (grondsoort)
6. de topografie van het terrein
7. de omvang van het werk
8. de weersgesteldheid tijdens de uitvoering
9. de gebruikte ontgravings- en transportmiddelen (dragline, knijper, domper, vrachtauto, spoor)
10. de afstand waarover de te verwerken grond moet worden getransporteerd, (opslag, slootdemping, ophoging)
11. de bijkomende werkzaamheden(opstallen, afrasteringen, dammen, bemaling)
12. de kunstwerken (bruggen, stuwen)
13. de algemene voorzieningen (keten, opslag materiaal)
14. de schadevergoeding aan grondeigenaren.

Het zal duidelijk zijn dat tengevolge van de veelheid van factoren welke invloed uitoefenen op de uiteindelijke kosten van de leiding het niet mogelijk is om hiervoor voor alle gevallen geldende bedragen te geven. Steeds zal dus voor ieder object een aparte begroting van de kosten moeten worden

opgesteld, waarin met de onder de punten 1 tot en met 14 genoemde factoren zo goed mogelijk wordt rekening gehouden. Evenwel blijft de mogelijkheid dat bijzondere omstandigheden voortvloeiende uit de bodemgesteldheid, de weersomstandigheden, de bijzondere voorzieningen welke nodig zijn, de kosten aanmerkelijk kunnen doen stijgen in een mate die te voren niet kon worden voorzien.

2. De kosten bepalende factoren in engeren zin

Wanneer men zich bepaalt tot de kosten welke het gevolg zijn van uitvoering van het ontwerp, dan kunnen deze als de kosten in engeren zin worden beschouwd. Hierin worden de kosten van directievoering in de regel door middel van een toeslagregeling opgenomen. Kosten ten behoeve van de voorbereiding van het ontwerp behoren niet tot de kosten in engeren zin, daar deze als regel apart worden gehouden en dus niet tot de aanneemsom behoren.

Onder de kostenfactoren in engeren zin vallen dus:

1. het uitzetten en ritsen van de insteken
2. het ontgraven van de leiding
3. het transporteren en verwerken van de grond
4. het afwerken van de leiding
5. de bijkomende werkzaamheden

Hiervan kunnen de bijkomende werkzaamheden het meest wisselvallig zijn. Hiertoe behoren alle activiteiten die met de leiding als zodanig niets te maken hebben: het verwijderen of verplaatsen van objecten voorkomende langs en in het tracé,
het treffen van maatregelen voor de continuiteit van de waterafvoer,
het verwijderen en herplaatsen van afrasteringen,
de aansluiting en opschoning van zijslootuitmondingen,
het herstellen van aangerichte schade op rijstroken.

3. De tarievenspecificatie

De eigenlijke begroting wordt opgesteld met behulp van tarieven voor de diverse werkzaamheden welke aan de uitvoering van het werk verbonden zijn. Deze tarieven worden weer begroot door middel van de tariefspecifica-

tiebegrotingen. Hiervoor dient weer bekend te zijn van:

1. de grondverzetsmachines : de capaciteit
   de kosten per tijdseenheid (huurprijs)
2. de grondtransportvoertuigen: de capaciteit
   de kosten per tijdseenheid
3. de handarbeid : de capaciteit per man-uur
   het loon per man-uur
4. de materialen : hoeveelheid en soorten
   de eenheidsprijzen
5. omvang van de te verrichten werkzaamheden.

De uit tijd- en productiestudies verkregen tarieftijden voor loonarbeid en de capaciteitsnormen voor de machines werden omgewerkt tot calculatienormen. Hierin zijn dus verdisconteerd allerlei omstandigheden welke tijdens het normaal voortgang vinden van een werk in uitvoering er oorzaak van zijn dat de normcapaciteit lager uitvalt dan tijdens de tijdstudies werd gevonden (bijv. door wachttijden, bijkomende handelingen, reparatie en onderhoud, persoonlijke verzorging en rust van bedienend personeel en arbeiders).

De kosten sub 1 en 2 zullen veelal de huurprijs per uur, dag of week betreffen.

Tariefspecificatiebegrotingen worden soms uitgevoerd aan de hand van een,evenwel op het werkelijke plan en de daarbij optredende omstandigheden afgestemde, genormaliseerde omvang van het aantal eenheden te verzetten werk; bijvoorbeeld voor 1000 m^3 grondverzet, veelvouden van 100 m gemiddelde transportafstand, per eenheid van lengte (m', 100 m) per oppervlakte-eenheid (m^2, are, ha). Gedeeld door de normcapaciteit worden de effectieve werktijden van de machines en transportmiddelen, soort en het benodigde aantal ervan berekend, alsmede het totaal benodigde aantal man-uren en de hoeveelheid van elke soort van materialen. Het tarief per onderdeel van het werk (grondverzet en transport, betuining leiding, opruimen obstakels enz.) volgt dan uit:

tarief = prijs

$$p \quad p_i' = \frac{\text{werktijd x kostenmachines + man-uren x loon + materiaalkosten}}{\text{aantal eenheden te verwerken}}$$

Op de aldus berekende tarieven wordt voor het geval de Cultuurtechnische Dienst bij de subsidiëring betrokken is voor de uitvoerder een toeslag van

22% berekend, zodat

$$t_i = 1{,}22\ t'_i \qquad (i = \text{onderdeel } i)$$

De calculatienormen ten behoeve van de tariefspecificatiebegrotingen worden ontleend aan het 'CALCULATIE VADEMECUM' opgesteld door de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij te Arnhem (1963). Voor de huurkosten van machines en transportmiddelen geldt de overeenkomst met de verschillende Cultuurmaatschappijen gesloten, zoals vastgelegd in Hoofdstuk VIII van de 'VOORSCHRIFTEN EN MEDEDELINGEN' (V.E.M.) van de Cultuurtechnische Dienst.

De techniek van de tariefspecificatiebegroting vormt de basis voor de kostenbegroting van een waterbeheersingsplan. De achtergrond hiervan wordt gevormd door een niet te onderschatten reservoir van vakkennis en ervaring vergaard gedurende een praktijk van vele tientallen jaren. Veel hiervan werd vastgelegd in beide genoemde publikaties, doch de persoonlijke ervaring en deskundigheid van de cultuurtechnicus is niet in geschrifte vast te leggen. Het is juist deze ervaring en deskundigheid welke het wapen van de tariefspecificatiebegroting zijn scherpte en doeltreffendheid geeft. Er mag derhalve niet verwacht worden dat het zich incidenteel bewegen op het terrein van de techniek van de tariefspecificatie zal leiden tot betrouwbare resultaten.

4. De kostenbegroting

Uit het gedetailleerde waterbeheersingsplan met bijbehorende besteksspecificatie wordt per leidingvak de werkelijke omvang (aantal, lengte, oppervlak, inhoud) en de aard (zie 1 t/m 5 par. 2) van de te verrichten werkzaamheden ontleend. Met behulp van de met de tariefspecificatiebegrotingen verkregen tarieven worden per onderdeel van het plan (bijv. een leidingvak) de werkelijke kosten begroot. Zoals reeds onder 2 vermeld wordt over deze kosten voor de directie voerende cultuurmaatschappij een toeslag verleend, die volgens C.T.D. regeling 10% bedraagt.

Tenslotte worden deze onderdeelbegrotingen samengevat tot een overzicht waarin de kosten voor de totale omvang van iedere soort van te verrichten werkzaamheden met behulp van de tarieven worden berekend.

5. De kunstwerken

Het graven van leidingen en sloten zal met zich brengen dat daarin een aantal kunstwerken zullen moeten worden aangebracht. Het doel van deze kunstwerken kan zijn:

1. voorzieningen op kruispunten tussen leiding en weg
2. het instandhouden van de leiding
3. peilregeling in de leiding.

Tot de eerste groep behoren bruggen, dammen en duikers. Tot de tweede groep behoren de technische stuwen nodig voor het opvangen van het verschil tussen het terrein- en leidingbodemverhang, teneinde te voorkomen dat een bepaalde maximum stroomsnelheid bij maatgevende afvoer niet overschreden wordt. Tot de derde groep behoren de landbouwkundige stuwen, die gebruikt worden om een gewenst stuwpeil in de leiding te handhaven.

Het aantal van iedere groep van kunstwerken per km leiding hangt af van de topografie en het ontsluitingspatroon van het gebied.

De kosten van kunstwerken bestaan niet slechts uit de nieuwbouw, doch in geval van bestaande leidingen vaak ook uit verwijdering van reeds aanwezige, inclusief de afvoer en verwerking van uit de afbraak afkomstige materialen.

Ook bij de kostenbegroting van zowel afbraak als nieuwbouw worden tarieven verkregen via de tariefspecificatiebegrotingen. Zo zal men tenslotte komen tot tarieven voor afbraak en nieuwbouw van bepaalde typen van kunstwerken en grootte-klassen daarvan.

6. De totale kosten van de leiding

De totale kosten van een leiding omvatten dus zowel die welke aan de leiding zelf besteed worden, als die welke het gevolg zijn van vervanging of nieuwbouw van de noodzakelijke kunstwerken.

Wanneer een analyse van de kosten bestanddelen volgens de indeling: materieel, lonen en materialen wordt uitgevoerd, dan blijkt dat bij de sterk gemechaniseerde uitvoering van het graven en afwerken van een leiding de post materieel(huur machines, transportmiddelen e.d.) omstreeks 70 - 75% van de totale kosten kan uitmaken. Hierin zijn dan ook de lonen van bedienend

personeel (machinisten, chauffeurs) inbegrepen. De post lonen, ten behoeve van het afwerken van de leiding en het verrichten van bijkomende werkzaamheden beslaat ca. 25 à 30% van het totaal. De post aanschaf materialen tenslotte beloopt slechts enkele procenten. Deze gegevens konden ontleend worden aan enige tariefspecificatiebegrotingen welke destijds voor een ruilverkaveling werden opgesteld.

Voor de kunstwerken zullen deze verhoudingen wel wat anders liggen, doch dit hangt natuurlijk sterk af van het soort kunstwerk, de grootte ervan en de mate waarin aanwending van geprefabriceerde elementen mogelijk is.

7. Een voorbeeld

Aan de begroting voor de ruilverkaveling 'Bommelerwaard-West' opgemaakt door de Grontmij N.V. (sept. 1964) werden een aantal gegevens ontleend. Groep III van de werkzaamheden heeft betrekking op de waterbeheersing. Het betrof hierbij het verruimen, opschonen of nieuw graven van 94.120 m' leiding, waarbij in totaal 328.386 m^3 grond moest worden verzet en verwerkt. De leidingen werden hierbij ingedeeld in klassen van grondverzet in m^3 per m' van 1-3, 3-5 en > 5 m^3. Voorts werd aangenomen dat ± 20% van de hoeveelheid grond ter plaatse kon worden verwerkt en dat 2/3 respectievelijk 1/3 van de rest over respectievelijk gemiddeld 200 en 400 m moest worden vervoerd. De tarieven welke voor het grondverzet en -transport werden aangehouden werden in tabel 1 vermeld.

Tabel 1. Tarieven grondverzet in gld/m^3

Inhoud m^3/m'	Gemiddelde transportafstand		
	0 m	200 m	400 m
1 - 3	2,31	3,81	4,35
3 - 5	1,71	3,02	3,60
> 5	1,59	2,81	3,31

Grafisch uitgezet in figuur 1 blijkt dat de kosten van het grondverzet voor afstanden groter dan 400 m vrijwel uitsluitend worden beheerst door de kosten van de extra in te schakelen transportmiddelen*)

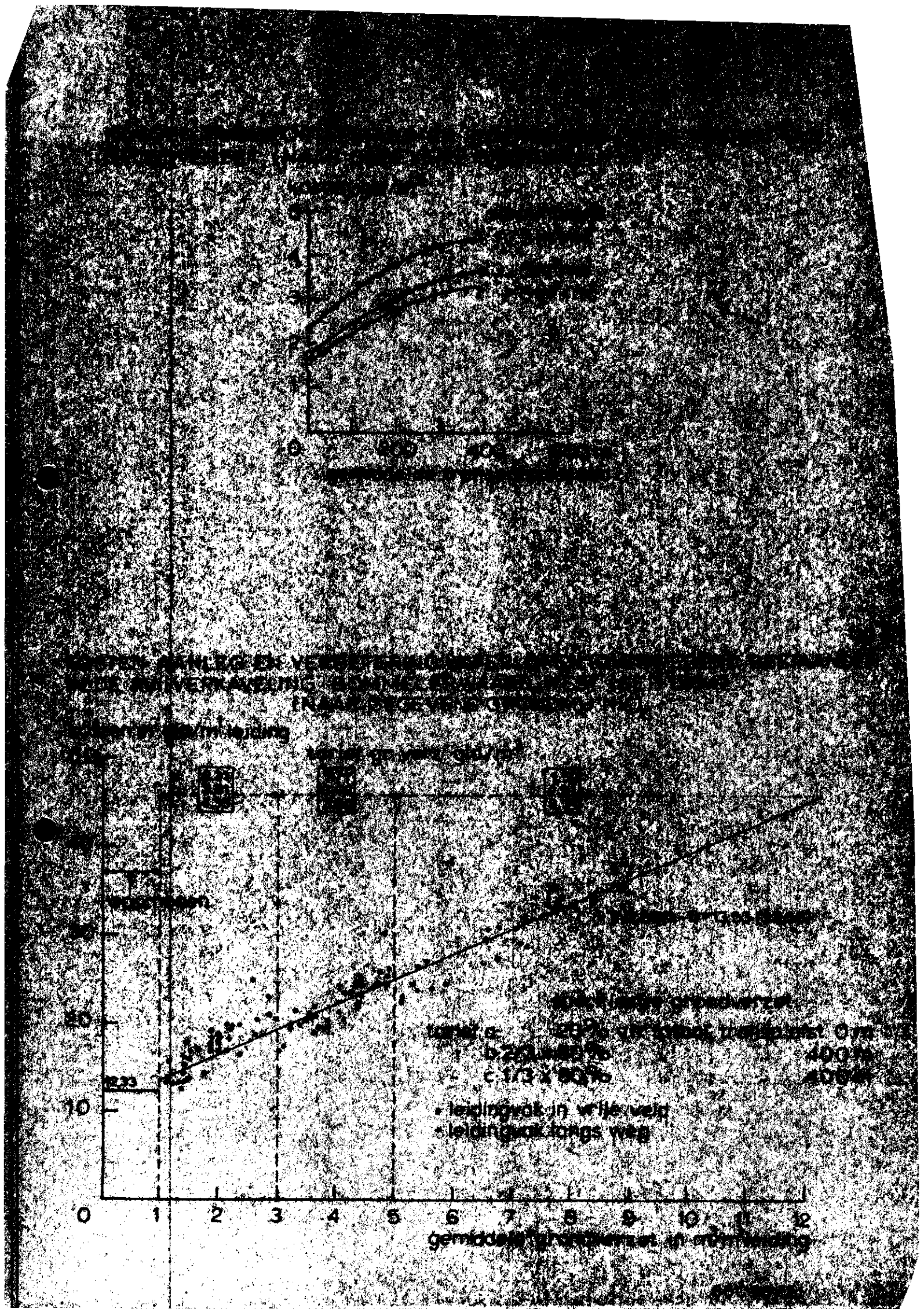
*) Zie hiervoor: Med. I.C.W. No.51 1962: R.H.A.VAN DUIN en Th.J.LINTHORST
De invloed van de grondverzetsafstand op de keus van het transportmiddel

Uit de begrotingen per leidingvak werd voor een groot aantal vakken uit de lengte en het totale grondverzet per vak het gemiddelde grondverzet per m' leiding berekend. Dit gegeven uitgezet tegen de totale kosten per m' leiding van het vak levert figuur 2. Hierbij werd nog onderscheid gemaakt tussen leidingen, gelegen naast een weg of in het vrije veld. Door de verkregen stippenzwerm werd op het oog een gemiddelde lijn getrokken die blijkt te voldoen aan $y = 2{,}88\ (x - 1) + 13{,}53\ (\pm\ 2{,}50)$ (y = kosten gld/m'; $x = m^3/m'$). De spreiding om de lijn bedraagt $\pm$ *f* 2,50/m' leiding. Deze kan worden veroorzaakt door de hantering van tarieven per inhoudsklasse en door de aard en omvang van de bijkomende werkzaamheden.

Het valt op dat de leidingen met een te verwerken grond van 1 - 2,5 m^3/m' voornamelijk boven de gemiddelde lijn zijn gelegen. Of hieraan een bijzondere betekenis moet worden toegekend kon niet worden nagegaan aan de hand van de beschikbare gegevens.

Tenslotte zij nog opgemerkt dat grondverzet van minder dan 1 m^3/m' als 'opschonen' van de bestaande leiding werd beschouwd. Gemiddeld bedroegen de kosten hiervan *f* 12,33/m' leiding.

De gegevens van figuur 2 zijn natuurlijk niet overdraagbaar op andere gebieden. Dit volgt ook reeds uit het feit dat voor ieder waterbeheersingsplan opnieuw tariefspecificatiebegrotingen worden opgesteld waarin wordt rekening gehouden met de speciale situaties welke het gebied meebrengt en de eisen die in het plan worden gesteld, terwijl bovendien sinds 1964 huurprijzen, lonen en materiaalprijzen zich kunnen hebben gewijzigd. Evenwel geeft de figuur toch wel een inzicht in de orde van grootte van de kosten per m' leiding in afhankelijkheid van de leidinggrootte.


20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
• leidingwat in vrije veld
• leidingwat langs weg