

Leidingnetten bij streekbedrijven

Voordracht uit de 30e vakantiecursus in drinkwatervoorziening 'Distributienetten en binnenleidingen', die op 12 en 13 januari 1978 aan de TH Delft werd gehouden.

Inleiding

Wanneer bij vorige gelegenheden over leidingnetten werd gesproken, waren het vrijwel uitsluitend stedelijke netten die aan de orde kwamen. Aan mij is nu gevraagd eens iets over leidingnetten bij streekbedrijven te vertellen.

Het is echter onmogelijk alle streekbedrijven over één kam te scheren. Daarvoor zijn de verschillen in opzet en omvang van de leidingnetten te groot.

Ik wil vandaag iets vertellen over de manier waarop bij de WMG de leidingnetten wor-



IR. A. H. STOFBERG
NV Waterleiding Maatschappij
Gelderland, Velp

den geëxploiteerd. Bij de WMG werken wij met een groot aantal betrekkelijk kleine leidingnetten en als zodanig is dat een aardige tegenhanger van het stadsnet. Ik zal daarbij de volgende aspecten bespreken:

1. capaciteitsbewaking;
2. berekening van capaciteitsvergrotingen;
3. kostenvergelijking van plannen;
4. aan te houden drukverliezen.

Gezien de tijd die ik heb, zal ik me tot de grote lijn moeten beperken en weinig of niet op details kunnen ingaan.

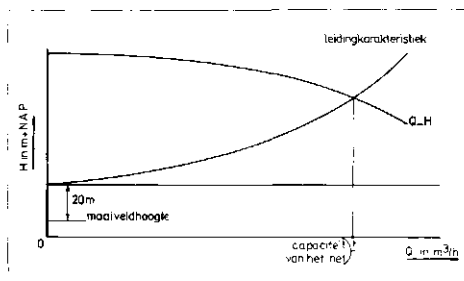
Capaciteitsbewaking

Bij de WMG beschikken we over circa 20 pompstations, betrekkelijk gelijkmatig verdeeld over ons concessiegebied. Elk pompstation heeft daarbij zijn eigen voorzieningsgebied. Om een orde van grootte aan te geven: de spitsverbruiken variëren, behoudens een enkele uitzondering, van circa 500 m³/h tot 1000 m³/h. Tussen de pompstations zijn koppelleidingen aanwezig, maar op de grenzen van de voorzieningsgebieden staan de afsluiters dicht. Elk pompstation heeft dus een afgesloten gebied; ingeval van leidingbreuken e.d. kan echter bijstand verkregen worden van een ander pompstation. Dat is het algemeen beeld van de netten bij ons bedrijf.

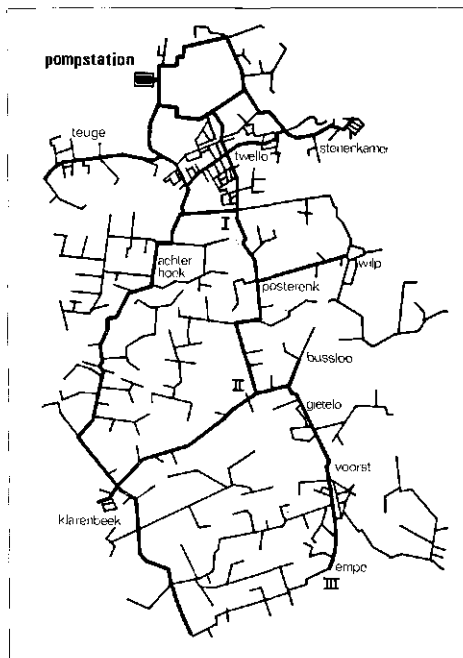
Bij het bepalen van de capaciteit van dergelijke netten komt men altijd het probleem tegen of je nu over moet gaan op computerberekeningen of dat je kunt volstaan met handberekeningen.

Tot nu toe hebben wij ons nog goed kunnen redden zonder computerberekeningen en wel door te werken met leidingkarakteristieken.

Een leidingkarakteristiek geeft de druk weer,



Afb. 1.



Afb. 2.

die bij het pompstation nodig is om op een bepaald punt in het net een afgesproken druk (bijv. 20 m) te handhaven. Een leidingkarakteristiek behoort dus altijd bij één punt in het net.

Voor de capaciteit van een net is het ongunstigste punt maatgevend en met de leidingkarakteristiek van dat ongunstigste punt kun je dus de capaciteit van een net bepalen.

In vlakke gebieden zal dat ongunstigste punt in het algemeen het einde van het net zijn. De leidingkarakteristiek van een net is dan

te bepalen door bij verschillende verbruiken de drukverliezen te meten tussen het pompstation en het eindpunt.

Aangezien er een nagenoeg kwadratisch verband bestaat tussen de hoeveelheden en de daarbij optredende drukverliezen kan door extrapolatie de leidingkarakteristiek worden verlengd.

Het snijpunt van de leidingkarakteristiek met de Q-H kromme geeft de capaciteit aan van het net bij de aanwezige reinwaterpompen (zie afb. 1). Immers, op dat punt is de druk die het pompstation aflevert (de Q-H kromme) even groot als de druk die bij het pompstation nodig is om achter in het net de voorgeschreven druk van 20 m te handhaven (de leidingkarakteristiek). Op deze wijze is het mogelijk de capaciteit van het net te bepalen, alléén door het verrichten van enkele druk- en hoeveelheidsmetingen.

Als voorbeeld is in afbeelding 2 één van onze kleinere netten afgebeeld. De afstand van het pompstation tot het eindpunt is circa 15 km. Op punt III staat het hele jaar een registrerende manometer. Ook op het pompstation worden het hele jaar de druk en de uitgaande hoeveelheid geregistreerd. Uit deze registraties halen we de gegevens, die staan weergegeven in tabel I.

We beginnen altijd met te controleren of de manometers geen afwijkingen vertonen. Dat doen we door in de nachturen de druk bij het pompstation te vergelijken met die op het eindpunt bij de kom Voorst. Aangezien er vrijwel geen verbruik is moeten deze drukken gelijk zijn. Vervolgens is het een eenvoudige zaak de drukverliezen bij verschillende verbruiken vast te stellen. Deze drukverliezen zijn verwerkt in afb. 3. Tussen de gemeten waarden is de leidingkarakteristiek getekend. Het blijkt, dat de capaciteit van het net ca. 500 m³/h is. Een apart probleem bij ons bedrijf zijn de sproei pieken. In warme perioden worden wij namelijk geconfronteerd met extreem hoge uurverbruiken tussen 17.00 en 22.00 uur. Deze sproei pieken kunnen aanmerkelijk hoger zijn dan de piekverbruiken tussen 7.00 uur en 17.00 uur.

TABEL I.

datum	tijdstip	pompstation Twello			kom Voorst		drukverlies in m van pompstation Twello tot kom Voorst
		hoeveelheid in m ³ /h	druk in		druk in		
			m+m.v.	m+NAP	m+m.v.	m+NAP	
13 juli	2.00 uur	35	35	40	32	40	—
12 juli	19.30 uur	500	56	61	18	26	35
12 juli	18.30 uur	460	60	65	26	34	31
5 juli	9.00 uur	375	56	61	34	42	19
3 juli	19.00 uur	550	57	62	20	28	34
28 juni	8.30 uur	380	56	61	30	38	23

maaiveld pompstation Twello: 5 m+NAP
maaiveld kom Voorst : 8 m+NAP

Bij het verzamelen van de gegevens worden de sproeipieken apart bekeken. Dat doen we omdat wij van mening zijn, dat de capaciteit van het net niet zodanig moet zijn dat wij tijdens piekverbruiken t.g.v. het sproeien steeds een druk van 20 m moeten kunnen handhaven in de eindpunten van het net. Wij accepteren dan bewust een terugval in druk tot ca. 10 m + m.v. Dit is mogelijk omdat we aan het eind van onze netten altijd met laagbouw te maken hebben.

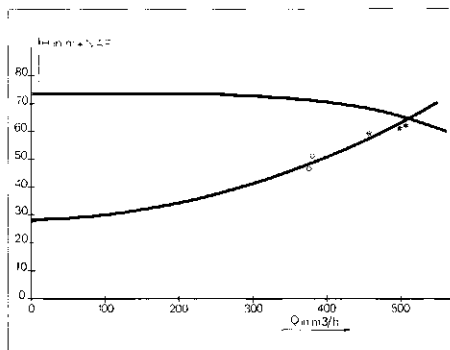
Uit de ervaringen van voorgaande jaren is bij ons de vuistregel ontstaan, dat we bij de vaststelling van de spitsverbruiken, die maatstaf zijn voor onze prognose, rekening houden met het hoogst opgetreden verbruik vóór 17.00 uur en daarbij een vierde deel optellen van de hoeveelheid die de hoogste sproeipiek daarboven uitgaat. In dit geval blijkt het maatgevend uurverbruik dan 410 m³/h te zijn.

Uit afbeelding 3 is af te lezen, dat de capaciteit van het net ca. 500 m³/h is. Uit de prognoses is bekend dat de jaarlijkse groei van dit gebied ca. 15 m³/h is. We kunnen dus nog vijf jaar voort voordat we tot capaciteitsvergroting moeten overgaan. Op deze wijze bewaken we nu al een aantal jaren onze netten en het blijkt, dat onze opgaven voor de vijfjaars begrotingen goed kloppen. Tenslotte nog een laatste opmerking en wel over de situatie tijdens sproeipieken bij een net, dat aan capaciteitsvergroting toe is. Gezien de leidingkarakteristiek zou je verwachten, dat tijdens sproeipieken dan de druk achter in het net erg laag wordt. In de praktijk blijkt dit mee te vallen. Wat gebeurt er namelijk. Tijdens de sproei-uren zakt achter in het net de druk, zodat daar minder gesproeid kan worden dan de mensen zouden willen. Het verbruik verplaatst zich relatief gezien naar voren in het net. Het gevolg is, dat de drukken achter in het net minder dalen dan je zou verwachten, zodat we met onze vuistregel geen lagere drukken krijgen dan 10m + m.v. Eigenlijk hebben we hier te maken met een zelf-rendend systeem.

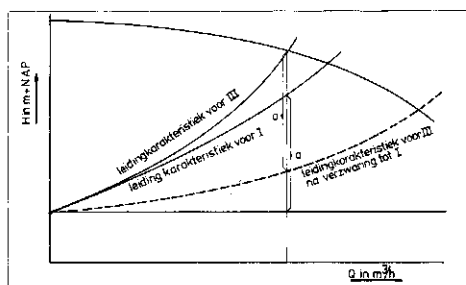
Nogmaals, dit systeem is mogelijk, omdat we in de eindpunten van onze netten steeds met laagbouw te maken hebben, zodat bij een druk van 10 m + m.v. niemand zonder water komt. Klachten komen er dan ook niet.

Berekening van capaciteitsvergrotingen

Ook de gevolgen van capaciteitsvergrotingen kunnen we met de methode van leidingkarakteristieken redelijk goed benaderen. Bezien we het net in afbeelding 2, dan plaatsen we op de punten I, II en III in een warme periode registrerende manometers. Hierdoor krijgt men allereerst een inzicht welke verzwaring van wel leidinggedeelte het meeste effect zal hebben. Stel, dat dit



Afb. 3.

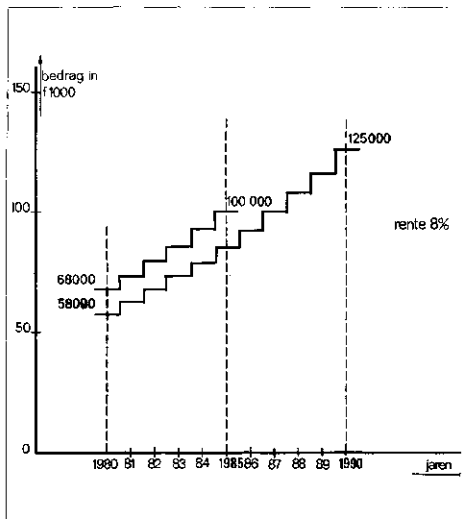


Afb. 4.

het eerste traject is, de leiding tussen het pompstation en punt I. We maken dan leidingkarakteristieken voor punt I en punt III. Deze zien er bijv. uit als in afbeelding 4. Door nu de drukverliezen die in het traject pompstation—punt I optreden (a) in mindering te brengen op de leidingkarakteristiek voor punt III is een nieuwe leidingkarakteristiek voor punt III te tekenen, die de situatie weergeeft, die zal optreden na de verzwaring van het eerste traject.

Hierbij is aangenomen, dat het drukverlies in het eerste traject (pompstation—punt I) de eerste jaren na de verzwaring te verwaarlozen klein zal zijn. Is dit niet het geval,

Afb. 5.



dan is op eenvoudige wijze een benadering van het betreffende drukverlies te maken. Op dezelfde wijze is het effect van een verzwaring van het 2e en 3e traject te benaderen.

Kostenvergelijking van plannen

Bij ons bedrijf hebben wij regelmatig te maken met het tegen elkaar afwegen van verschillende oplossingen voor het zoveel mogelijk geleidelijk uitbreiden van de capaciteit van een bepaalde voorziening. Vooral bij lange-termijn-planning heb je dan te maken met plannen, waarin projecten voorkomen die

1. verschillende afschrijvingstermijnen (levensduur) hebben;
2. op verschillende tijdstippen tot stand worden gebracht.

Om in dergelijke gevallen de kosten van verschillende plannen te kunnen vergelijken, maken we gebruik van de 'contante waarde-methode'. Het voert weer te ver om op alle details in te gaan. Wilt u er meer van weten, dan kunt u uitgebreide informatie vinden in het rapport dat de heer ir. H. Vaessen over dit onderwerp geschreven heeft op verzoek van de werkgroep 'Leidingnetontwerp en -berekening'.

Heel in het kort komt het hierop neer. De contante waarde van een kapitaal, dat n jaren na het basisjaar vervalt, is het bedrag dat op samengestelde interest uitgezet in n jaar aangroeit tot het benodigde kapitaal. De contante waarde wordt altijd uitgerekend t.o.v. een basisjaar. Het basisjaar ligt vóór het tijdstip waarop de eerste uitgave van een bepaald plan plaatsvindt. Voor het overige is men vrij in de keuze van het basisjaar.

Eén van de vraagpunten bij de economische vergelijkingen is steeds welke periode in beschouwing zal worden genomen. Om verschillende redenen kiezen wij vaak een oneindige periode.

Het begrip contante waarde kan worden verduidelijkt aan de hand van afbeelding 5. Wanneer in 1985 een bedrag van f 100.000,- moet worden uitgegeven, dan is het voldoende in 1980 een bedrag van f 68.000,- op de bank te zetten. Bij een rente van 8 % is deze f 68.000,- dan in 1985 aangegroeid tot f 100.000,-.

Men zegt dan dat f 68.000,- de contante waarde is in het basisjaar 1980 van de investering van f 100.000,- die in 1985 moet worden gedaan. Dit werken met contante waarden wordt gedaan om investeringen die in verschillende jaren plaatsvinden te kunnen vergelijken.

Uit afbeelding 5 is bijv. af te lezen, dat een uitgave van f 125.000,-, te doen in 1990,

in het basisjaar 1980 een lagere contante waarde heeft, nl. slechts f 58.000,-.

Ik wil een en ander verder toelichten aan de hand van het voorbeeld dat staat aangegeven in tabel II. Het betreft één van de mogelijke oplossingen, die we in 1970 hadden voor de voorziening van een gedeelte van de Betuwe.

Uit technische berekeningen was gebleken, dat om tegemoet te kunnen komen aan de geleidelijk groter wordende verbruiken de in de 2e kolom omschreven investeringen nodig waren.

In kolom 3 en 4 staan respectievelijk de afschrijvingstermijn (deze is gelijk aan de geschatte levensduur) en de benodigde investeringen vermeld. De bedragen in kolom 5 geven het kapitaal aan, dat aanwezig moet zijn in het bouwjaar om het betreffende project tot in lengte van jaren te kunnen financieren, d.w.z. dat, wanneer we bijv. voor de eerste investering van f 550.000,- die een geschatte levensduur heeft van 50 jaar, in het bouwjaar een kapitaal van f 580.000,- op de bank hebben staan, we dan in staat zijn het eerste jaar, 51ste jaar, het 101ste jaar enzovoort steeds f 550.000,- op tafel te leggen om een nieuwe leiding te leggen. Daar zit dan nog het jaarlijks onderhoud van 0,25 % van de investering bij in. De berekening van deze bedragen is zeer eenvoudig. Met behulp van wat financiële rekenkunde is nl. af te leiden dat de investering vermenigvuldigd moet worden met een factor

$$\frac{\text{annuïteit} + \text{onderhoudspercentage}}{\text{rentevoet}}$$

In kolom 6 zijn de contante waarden uitgerekend van de bedragen in kolom 5, waarbij als basisjaar 1971 is gekozen.

Ook bedieningskosten en energiekosten kunnen in de berekening betrokken worden.

TABEL II.

jaar van aanleg	te verrichten werkzaamheden	afschrijvings-termijn in jaren	investering I in f 1000,-	$\frac{\text{ann} + \text{o}}{r} \times I$ bij 8% in f 1.000,-	contante waarde in f 1000,- van (5) in 1971
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1973	leiding Zetten—Opheusden, 5,5 km, Ø 400	50	550	580	495
1981	leiding Kesteren—Lienden, 6,5 km, Ø 400	50	650	680	315
1985	leiding Opheusden—Kesteren, 3,5 km, Ø 400	50	350	370	125
1971	reservoir te Kesteren, 3000 m ³ met pompgebouw	40	1.000	1.150	1.150
1973	uitbreiding pompstation Lent tot 600 m ³ /h	30	300	360	310
1989	bouw pompstation Marspolder (excl. reservoir en reinwaterpompgebouw)	30	3.000	3.630	910
1971-1981	bediening reservoir te Kesteren à f 10.000,- per jaar				67
totaal					3.372

Tellen we tenslotte de bedragen van kolom 6 op, dan vinden we een bedrag van f 3.372.000,- dat in het basisjaar 1971 aanwezig moet zijn om het totale plan tot in lengte van jaren te kunnen financieren. Het zal duidelijk zijn dat dit bedrag een goede vergelijkingsmaatstaf is bij het beschouwen van verschillende oplossingen.

Een laatste opmerking betreft nog te verwachten prijsstijgingen in de loop der jaren. Bij de berekening is aangenomen dat, wanneer na 50 jaar weer een leiding gelegd moet worden, daar dan weer dezelfde investering van f 550.000,- voor nodig is als in het eerste jaar. Gezien de prijsstijgingen in het verleden lijkt dit niet reëel. Echter, onder economien is dit een onderwerp waar veel strijd over is. Ik wil me niet in deze strijd mengen, maar wel aangeven, dat het rekening houden met prijsstijgingen bij deze methode heel eenvoudig kan worden ingevoerd. Globaal komt het erop neer, dat men van de rentevoet het inflatiepercentage aftrekt en dan met de aldus gevonden rentevoet moet rekenen. Dus bij een rentevoet van 8 % en aangenomen jaarlijkse prijsstijgingen van 5 % moet men globaal rekenen met een rentevoet van $8 - 5 = 3$ %. Hierbij is het mogelijk voor verschillende kostensoorten (b.v. investeringen en energiekosten) verschillende prijsstijgingen aan te nemen.

Aan te houden drukverliezen

De belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerpen en berekenen van leidingnetten zijn:

1. de verbruiken;
2. de brandbluseisen;
3. de toe te laten drukverliezen;
4. de bedrijfszekerheid.

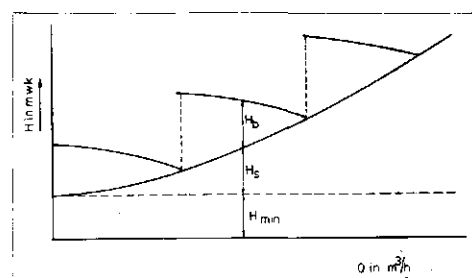
Over de verbruiken heeft de heer ir. D. van Rijsbergen vanochtend gesproken; over de brandbluseisen en de bedrijfszekerheid heb ik wat verteld op de laatste VWN-vergadering; nu zou ik nog iets willen zeggen over de aan te houden drukverliezen. In de loop der jaren hebben wij bij de WMG diverse malen nagegaan welke drukverliezen economisch het meest gunstig waren. Daarbij bleek steeds weer, dat het economisch drukverlies hoger was dan het technisch toelaatbare. De praktijk is dan ook geweest, dat we van een maximumdruk van 60 m+m.v. bij het pompstation uitgingen. Aan het eind van het net moesten we een druk van 20 m+m.v. overhouden. Dus het toelaatbare drukverlies was zo'n 30 à 40 m. De lengte van onze netten varieert van 10 tot 15 km. We werken dan ook met toelaatbare drukverliezen van circa 3 m/km.

In het kader van de werkgroep 'Leidingnetontwerp en -berekening' hebben we deze materie in de afgelopen maanden nog eens onder de loep genomen. Ik zal het in vogelvlucht vertellen en de berekeningen weglaten, maar wie het na wil kijken kan dit doen in het rapport 'Leidingnetontwerp en -berekening'.

De methode, die is gebruikt, is weer de contante waarde-methode. Bij een bepaald verbruik kies je een diameter. Voor die diameter bereken je de contante waarde van de investering en van de energiekosten. Dat kun je voor verschillende diameters doen en die diameter waarbij de som van de contante waarden van investering en energiekosten het laagst is, is dan de meest economische diameter.

De bepaling van de contante waarde van de investering is eenvoudig. De bepaling van de contante waarde der energiekosten is bewerkelijk en ingewikkeld. Daarbij is ons gebleken dat we in het verleden enkele factoren over het hoofd hebben gezien. De eerste factor zijn de bedrijfsverliezen en dat kan het beste worden uitgelegd aan de hand van afbeelding 6. In deze afbeelding staan weergegeven een leidingkarakteristiek en de Q-H krommen van de reinwaterpompen, die dit gebied voorzien.

Afb. 6.



De druk, die het pompstation levert, is te verdelen in

H_{min} = de vereiste minimumdruk in het net;
 H_s = de wrijvingsverliezen;
 H_b = de bedrijfsverliezen, ofwel de drukhoogteverliezen t.g.v. een bepaalde bedrijfsvoering, waarbij meer druk wordt geleverd dan de som van $H_{min} + H_s$.

H_{min} kan buiten beschouwing worden gelaten, omdat deze voor alle situaties gelijk is. De bedrijfsverliezen moeten echter wel in de berekening worden opgenomen. Dat dit tot nu toe nooit gedaan is, komt omdat de berekeningen altijd gericht waren op transportleidingen waardoor het water naar een reservoir werd gepompt. Bij levering naar een reservoir is $H_b = 0$, omdat de pomp werkt op het snijpunt van de Q-H kromme met de leidingkarakteristiek. Bij rechtstreekse levering in een net moet echter wel met de bedrijfsverliezen worden rekening gehouden. De invloed van de bedrijfsverliezen kan in de berekening worden verwerkt door het invoeren van een ideëel rendement. Dit ideële rendement is voor elke situatie apart te bepalen, maar globaal kan worden aangehouden:

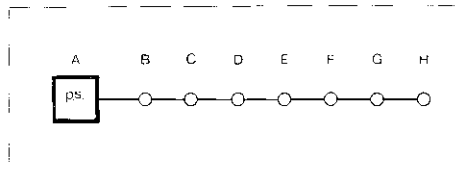
- $\eta_i = 0,1$ bij constante druk;
- $\eta_i = 0,2$ voor de hoeveelhedsbesturing met enkele pompen;
- $\eta_i = 0,6$ bij toerenregelbare pompen.

Bij de WMG werken wij in het algemeen met een hoeveelhedsbesturing met meerdere pompen. We moeten dan aanhouden een η_i van 0,2 à 0,3. In het verleden was dat bij een dergelijke berekening 0,65. Dat betekent dus dat de energiekosten nu 2 à 3 maal zo zwaar wegen.

Een tweede factor is de prijsstijging van de energiekosten. Vroeger hebben wij nooit rekening gehouden met prijsstijgingen, omdat de kWh-prijs gedurende vele jaren gelijk is gebleven. Het lijkt niet reëel daar nu nog mee te rekenen. Omdat we de berekeningen hebben opgezet volgens de contante waarde-methode is, zoals ik al eerder heb opgemerkt, op eenvoudige wijze rekening te houden met prijsstijgingen. Wanneer men bijv. bij een aangehouden rente van 9% rekening wil houden met een jaarlijkse prijsstijging van 6%, moet gerekend worden met een zgn. ideële rente van 3%. Ook bestaat de mogelijkheid verschil te maken tussen de prijsstijging van materialen en energiekosten.

Een derde probleem is de afnemende belasting, die optreedt in een distributienet. Als voorbeeld nemen we een langgerekt net (zie afbeelding 7).

Willen we voor een leiding de meest economische diameter bepalen, dan zijn we gewend bij de belasting van die leiding de energiekosten voor verschillende diameters



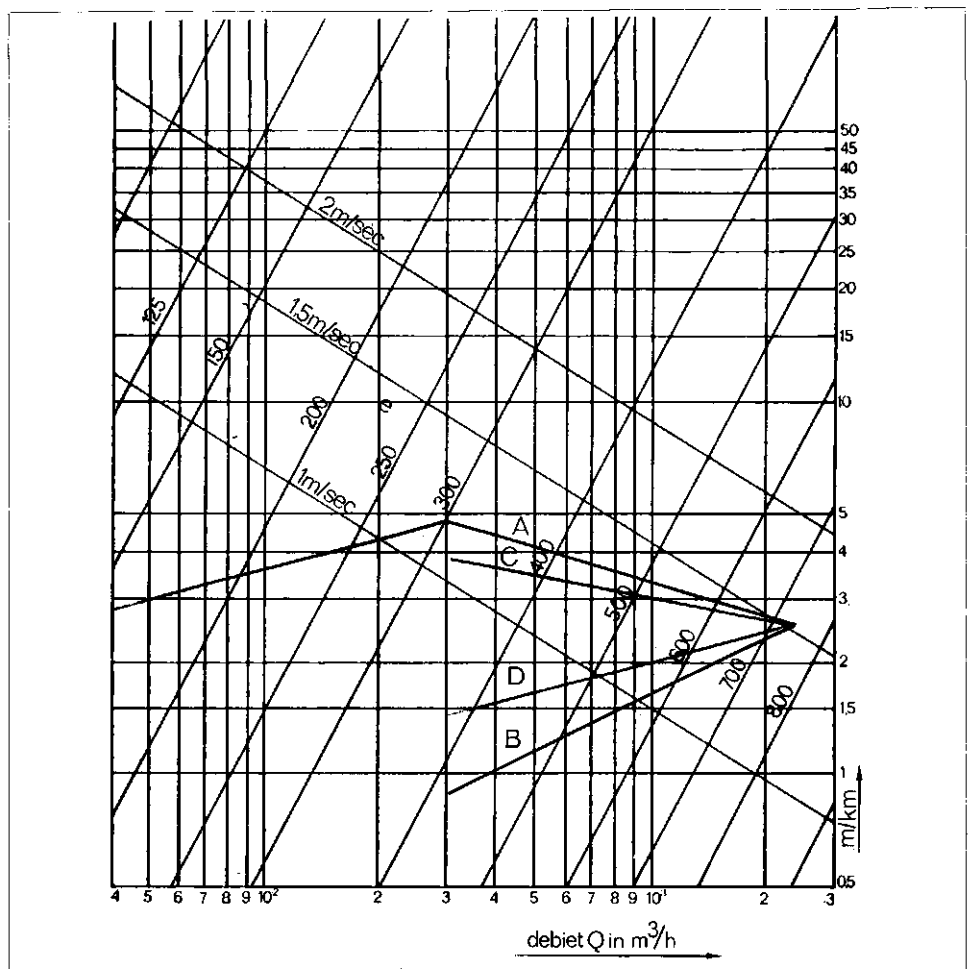
Afb. 7.

te bepalen en deze te vergelijken. Dat is juist voor het eerste traject A—B, maar niet voor de andere trajecten. Immers, al het water dat bij punt A in het net wordt gebracht, moet ten minste een druk hebben van:

$$H_{min} + H_{A-B} + H_{B-C} + H_{C-D} + H_{D-E} + \dots + H_{G-H}$$

Willen we bijv. de energiekosten berekenen, die door het leidingtraject G—H veroorzaakt worden, dan moeten we de drukverliezen bepalen bij de belasting van G—H, maar voor de hoeveelheden moeten we rekenen met de hoeveelheden die bij het pompstation A in het net worden gebracht. Deze laatste hoeveelheid kan wel 10, 20, ja 100 maal zo groot zijn als de belasting van het stuk G—H, en u zult begrijpen,

Afb. 8.



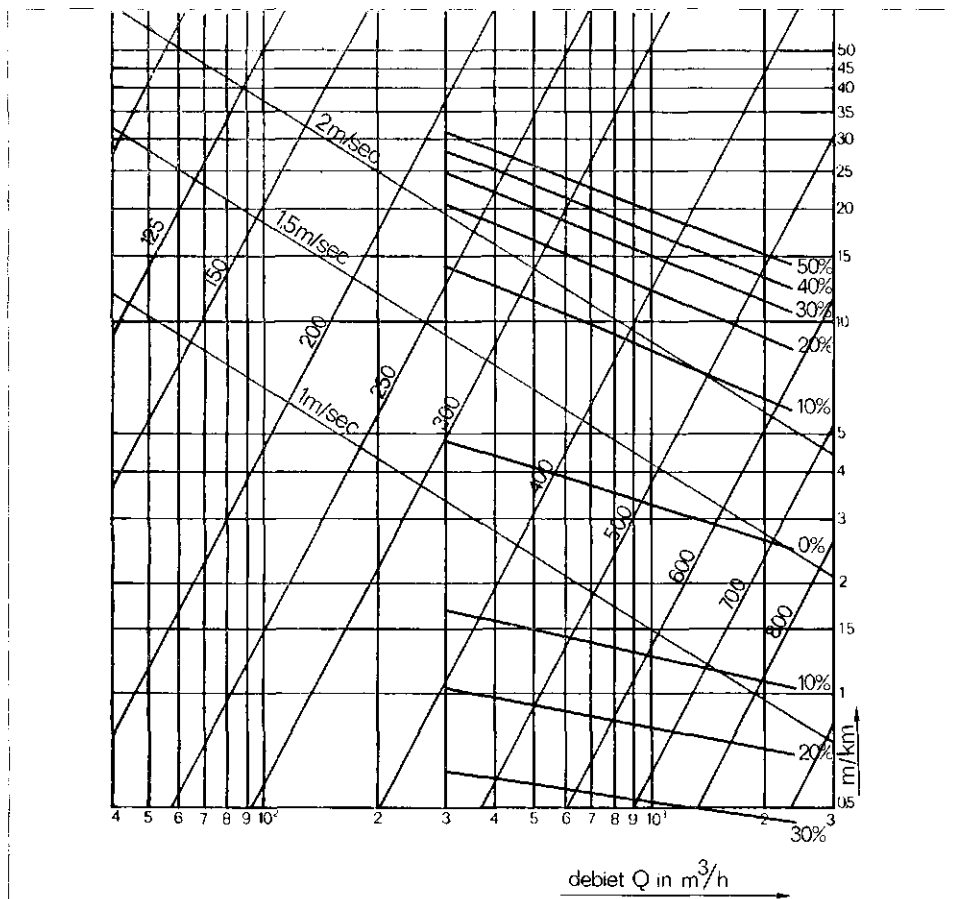
dat een hoog drukverlies dan niet economisch is.

Ik wil u niet vermoeien met formules en rekenwerk, maar u een paar uitkomsten laten zien. Dat kan het best aan de hand van afbeelding 8. Ik moet daarbij nadrukkelijk zeggen, dat aan deze grafiek een aantal vóóronderstellingen ten grondslag liggen. Het gaat daarom meer om de tendens dan om de juiste getallen.

Lijn A geeft weer de economische diameter, en dus ook het economisch drukverlies, uitgerekend voor een aantal verbruiken; hierbij zijn de energiekosten berekend voor de feitelijke belasting van de betreffende leiding; dat wil dus zeggen, dat deze lijn alleen geldt voor de eerste leiding van een leidingnet.

Het blijkt, dat bij groter wordende verbruiken het economisch drukverlies lager wordt. Dat is op zich niet zo'n openbaring.

Lijn B geeft weer de economische diameter, en dus ook het economisch drukverlies, voor leidingen in een net, waarvan de eerste leiding een spitsverbruik heeft van 2400 m³/h. Deze lijn moet dus van rechts naar links worden gelezen.



Afb. 9.

Het blijkt dat, hoe lager de verbruiken worden, d.w.z. hoe verder je naar achteren komt in het net, hoe lager het economisch drukverlies wordt. Dat geldt voor een lang-gerekt net!

Lijn C is hetzelfde geval als lijn B, alleen hebben we nu te maken met een sterk vertakt net.

In het algemeen zullen we met een net te maken hebben, dat deels vertakt deels lang-gerekt is, en zal de werkelijkheid liggen tussen de lijnen B en C (lijn D; voor streek-bedrijven, waar de netten toch meer lang-gerekt zijn).

Wel blijkt, dat bij een groter wordend net de economische drukverliezen in alle leidingen snel lager worden, omdat zowel lijn A als lijn D een neerwaartse richting hebben (lijn D begin bij $Q = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$ en gaat vandaar naar links).

Er is nog een tweede punt, dat ik u wilde tonen.

Bekijken we afbeelding 9, dan zien we de lijn A van afbeelding 8 hier als de 0% lijn aangegeven, d.w.z. als de minimum-kostenlijn. Daarnaast staan aangegeven de lijnen, die een kostenverhoging weergeven van resp. 10%, 20% enz. Het blijkt, dat het kostenminimum binnen een bepaald bereik niet zo kritisch is. Immers, gaan we voor

een verbruik van $500 \text{ m}^3/\text{h}$ over van $4 \text{ m}/\text{km}$ naar $1,5 \text{ m}/\text{km}$, dan zijn de totale kosten slechts 10% hoger.

Ik kan tenslotte nog zeggen, dat de aangenomen rentevoet erg veel invloed heeft op de ligging van deze lijnen en dus op het economische drukverlies, en dat maakt deze problematiek toch wel moeilijk bespreekbaar. De meningen over welke rentevoet — en dan bedoel ik rentevoet-inflatiepercentage — je bij dit soort berekeningen moet aanhouden, lopen namelijk nogal uiteen.

Ik kan mij voorstellen, dat velen onder u zich zullen afvragen, waar dit hele verhaal voor nodig is, als het allemaal zo zwevend is en als de verschillen in kosten toch maar gering zijn. Bovendien kan nog gezegd worden, dat in het algemeen de energiekosten maar een fractie zijn van de totale kosten en dat het besparen van een fractie op een fractie niet zoveel werk waard is.

Daar zit natuurlijk veel waars in. Aan de andere kant hoop ik, hoe kort ik ook ben geweest, u toch een *inzicht* in deze materie te hebben gegeven. Ons is al gebleken, dat we in een bepaalde situatie al een andere beslissing hebben genomen dan we een paar jaar terug zouden hebben gedaan. Er zit bovendien nog een andere kant aan

de zaak en dat is, dat aan lagere drukverliezen ook een aantal technische voordelen zitten en daarom heeft het, dacht ik, wel degelijk zin deze zaken door te rekenen en dan niet om te zien of je wat besparen kan, maar om te zien of de extra kosten die vermindering van de drukverliezen met zich meebrengt opwegen tegen de technische voordelen.

Ook het zuinig omspringen met energie zal hierbij een steeds belangrijkere factor worden.

Daarnaast is, dacht ik, vermindering van de bedrijfsverliezen door over te gaan op een ander pompregime een zaak die de moeite waard is om na te gaan.

● ● ●

Zijn fosfaten wel de oorzaak van toeneming eutrofiëring?

Op het proefschrift 'De eutrofiëring van ondiepe meren in Rijnland' is mevr. A. D. Schmidt-van Dorp te Waalre op 28 juni jl. aan de Rijksuniversiteit van Utrecht bij prof. dr A. Verhoeff gepromoveerd tot doctor in de wiskunden en natuurwetenschappen. Coreferent was dr H. L. Golterman. Drie van de stellingen bij het proefschrift volgen hieronder:

1. Het is niet aangetoond, dat de toename van de eutrofiëring van het Nederlandse oppervlaktewater, die in de laatste decennia plaatsvond, veroorzaakt is door een grotere fosfaatvoer aan het water.

Fosfaten in het Nederlandse oppervlaktewater. Rapport van de 'Stuurgroep fosfaten'. Red. H. L. Golterman. Sigma Chemie 1976.

2. Bestudeerd dient te worden, of door verwijdering van stikstof uit afvalwater de eutrofiëring van het Nederlandse oppervlaktewater effectiever wordt bestreden dan door de verwijdering van fosfaat uit afvalwater.

Het proefschrift.

Woldendorp, W. J., (1971) Limiterende voedingselementen bij de groei van algen. Stikstof 6, 69, 348-359.

3. Oppervlaktewater mag niet beschouwd worden als een verlengstuk van afvalwaterzuiveringsinstallaties. Voor het onderzoek van de kwaliteit ervan moeten de vaak gebruikte 'Analysemethoden van afvalwater' worden aangepast of vervangen.

Biologische Waterbeoordeling. Werkgroep Biologische Waterbeoordeling. Red. L. de Lange en M. A. de Ruiter. Ed. IMG/TNO Delft, 1977.

Dr Schmidt zal in een volgend nummer van H_2O haar bevindingen nader toelichten.