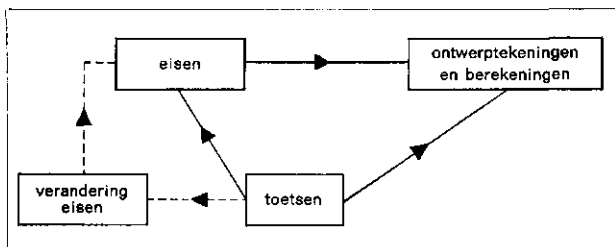


# Het ontwerp voor winning en zuivering van grondwater

## 1. Inleiding

Het ontwerp voor winning en zuivering van grondwater is het werk van een groep. Deze zal een programma van eisen moeten opmaken, ontwerptekeningen, berekeningen en nota's moeten samenstellen en deze ontwerptekeningen, berekeningen en nota's moeten toetsen aan het programma van eisen. In schema kan dit worden weergegeven als volgt:



Deze driehoek zal enige malen doorlopen worden in het ontwerpstadium. Soms zal wat aan de eisen moeten worden geschaafd, maar uiteindelijk zal het ontwerp worden aanvaard en is het ontwerpstadium ten einde. In deze voordracht wordt eerst iets gezegd over de eisen en daarna worden de voornaamste onderdelen behandeld aan de hand van de voor elk hoofdonderdeel te stellen eisen.

Het gehele complex voor winning en zuivering van grondwater zal moeten worden ontworpen op basis van prognoses, zijnde een zeer globaal einddoel in grootte en tijdstip. De onderdelen daarentegen moeten worden ontworpen op basis van een programma van eisen, zijnde dit een scherp te formuleren doel in grootte en tijdstip. Hiermede komt al meteen een eis voor het gehele ontwerp naar voren, t.w. die van flexibiliteit.

Voor elk technisch vraagstuk zijn vele oplossingen mogelijk, vaak met behulp van verschillende middelen. De middelen kunnen geput worden uit de bestaande technieken, zij kunnen echter ook ontstaan uit de creativiteit van de ontwerper. Het doen van een keuze uit de beschikbare middelen of de gecreëerde middelen eist een motivering. De zin van deze voordracht is een toelichting te geven op de bestaande en bekende middelen en daardoor behulpzaam te zijn bij het vormen van een motivering voor elk geval apart.

In deze voordracht wordt onder grondwater verstaan water dat bacteriologisch betrouwbaar is en dat geen stoffen bevat die het voor de drinkwaterbereiding onbruikbaar maken. In het rapport van Jongmans, Krul en Pos in 1941 uitgebracht aan de Waterleiding Maatschappij Zuid-Limburg is dit genoemd „edel grondwater”.

Wanneer in deze voordracht wordt gebruikt het woord „pompstation” dan wordt daarmee bedoeld het gehele complex omvattende de waterwinning, de waterbehandeling, de berging, het pompgebouw voor de levering naar het distributiegebied en de gehele aanleve van dien.

### 1.1 De eisen voor het ontwerp

De eisen aan een ontwerp voor winning en zuivering

van grondwater te stellen zijn in te delen in enige groepen:

- 1.1.1 Hoeveelheden
- 1.1.2 Plaats
- 1.1.3 Techniek
- 1.1.4 Sociale eisen
- 1.1.5 Esthetica
- 1.1.6 Economie

Over de hoeveelheden is in de voorgaande lessen al zoveel gezegd, dat ik hier niet verder op in ga.

Over de plaats wil ik slechts zeggen, dat deze beïnvloed wordt door de plaats waar het water nodig is, door de plaats of plaatsen waar goed grondwater is te winnen en door de plaats of plaatsen waar een bruikbaar terrein is te verkrijgen.

De techniek zal de leidraad moeten geven voor de winning van het grondwater en vervolgens voor de zuivering van het gewonnen water tot drinkwater dat voldoet aan de eisen zoals die zijn gesteld in de Waterleidingwet en het daarbij behorende Koninklijke Besluit en in de richtlijnen van de Vewin.

Onder sociale eisen versta ik de ruimten en outillage die in het geheel moeten worden opgenomen om het personeel in staat te stellen zijn werk naar behoren te verrichten. Daaronder vallen behalve de werkplaats, de was- en toiletgelegenheden, koffie-keuken, overblijfzaal en dergelijke. Daarnaast behoort onder de sociale eisen de ruimte die de directie meent te moeten inrichten voor representatieve doeleinden, zoals een hal, een vergaderkamer en dergelijke.

Over de esthetica kan slechts gezegd worden, dat van het kapitaal van de waterleidingbedrijven ca. 75 % in de grond zit en slechts 25 % erboven uit komt. Wanneer aan de gebouwen en werken slechts een klein percentage van de bouwkosten voor esthetische verzorging wordt besteed, is dit van de totale investering een zeer luttel bedrag. Daarnaast mag van een waterleidingbedrijf geëist worden, dat het in zijn gebouwen een symboliek van de reinheid en de betrouwbaarheid geeft van zijn produkt. Over de economie van het ontwerp zal in de laatste les gesproken worden, zodat ik daar hier thans ook aan kan voorbijgaan.

## 1.2 Hoofdonderdelen van het ontwerp

- 1.2.1 Waterwinning
- 1.2.2 Waterbehandeling
- 1.2.3 Waterberging
- 1.2.4 Waterlevering
- 1.2.5 Hoogteschema

## 2. Bespreking van de hoofdonderdelen aan de hand van de eisen

Welke eisen moeten worden gesteld?

Welke middelen zijn daartoe beschikbaar of bekend?

Welke keuze?

### 2.1 Waterwinning

De eisen kunnen als volgt geformuleerd worden:

Water te winnen in voldoende hoeveelheid dat geschikt is om als grondstof te dienen voor drinkwaterbereiding en dat zodanig beschermd is of beschermd kan worden in de grond dat de blijvende goede kwaliteit gewaarborgd is.

### 2.1.1 De verkenning

Deze zal antwoord moeten geven op de vragen:

Waar?

Hoeveel?

De moderne middelen laten hier ternauwernood een keuze toe.

Beschikbaar zijn:

het geo-hydrologisch archief van het RID;

de geo-elektrische oppervlakte metingen;

de verkenningsboringen;

de elektrische boorgatmeting;

de definitieve put;

de pompproef;

de vergunning krachtens de Grondwaterwet waterleiding-bedrijven.

#### 2.1.1.1 Geo-elektrische oppervlakte metingen

(14e vakantiecursus 1962)

Deze stellen in staat om geologische gegevens te verkrijgen en verschaffen een globaal inzicht over de vermoedelijke samenstelling van het water in de verschillende pakketten. In aansluiting hierop blijft een proefboring noodzakelijk; de keuze van de juiste plaats van deze proefboringen is door de oppervlaktemetingen echter aanmerkelijk vereenvoudigd.

Voor een gebied van 75 km<sup>2</sup> gelden de volgende gegevens: totale kosten incl. rapport en interpretatie: f 15.000,—. Daarvoor verricht: rond 50 metingen.

Duur: 20 dagen.

Per km<sup>2</sup>: f 200,—.

Aantal metingen per dag: 2½.

Inlichtingen over de aardkorst tot een diepte van 100 tot 300 m en tevens soms globaal over enkele aspecten van het grondwater (hardheid en chloridegehalte).

2.1.1.2 De verkenningsboringen kunnen aan de hand van de resultaten van het geo-elektrisch onderzoek met grote kans op succes worden gemaakt.

Keuze uit:

pulsboren met verbuizing;

spoelboren<sup>1)</sup>

— spuitboren: boorvloeistof door boorstang omlaag;

— zuigboren: boorvloeistof door boorstang omhoog.

pulsboren

— is duur voor diepten > 40 m;

— duurt aanmerkelijk langer dan spoelboren;

— geeft op grotere diepte steeds nauwer worden gat;

— geeft een tamelijk goed beeld van de aardlagen, al worden de lagen tijdens het pulsen wel door elkaar gemengd;

— biedt de mogelijkheid van onderbreking van de werkzaamheden voor proefpompen.

<sup>1)</sup> De spoelboring is geenszins modern; reeds in 1602 is aan Pieter Pieterszoon Enten van Houterinck octrooi verleend op deze werkwijze.

aantal te plaatsen waarnemingsfilters afhankelijk van

diameter: Ø 200 - ca. 6

Ø 100 - ca. 3

spuitboren

— diameters tot ca. Ø 200 mm;

— snelheid van boren tot 10 m per uur;

— diameter boorgat nagenoeg constant;

— herkenning aardlagen redelijk;

— onderbreken werkzaamheden zeer bezwaarlijk.

— aantal te plaatsen waarnemingsfilters als boven.

Een spuitboring Ø 180 mm, diep ca. 150 m, met 5 waarnemingsfilters, op elk waarvan zolang is gepompt dat ca. 1.000 m<sup>3</sup> is onttrokken, kostte anno 1969 rond f 12.000,— inclusief eigen kosten.

zuigboren

— diameters tot 1,50 m of meer;

— snelheid 3 tot 5 m per uur;

— diameter boorgat nagenoeg constant;

— herkenning aardlagen redelijk;

— onderbreking werkzaamheden zeer bezwaarlijk;

— bestemd voor definitieve putten.

#### 2.1.1.3 Het elektrisch boorgat onderzoek geeft inlichtingen over:

de diameter van het boorgat over de gehele diepte;

de scheiding tussen lagen klei, zand en veen;

de korrelgrootte van de lagen;

de hardheid en het chloridegehalte van het water.

Kosten voor een boorgat van 200 m diepte ca. f 1.000,—. Dit elektrisch boorgatonderzoek als sluitstuk op de bestudering van de opgeboorde aardlagen geeft een zeer scherp beeld van het profiel van de aardkorst op de plaats van boring.

2.1.1.4 De pompproef moet antwoord geven op de vraag, hoeveel water aan de winplaats kan worden onttrokken; hoeveel water per put kan worden gewonnen; welke invloed wateronttrekking aan de bodem op de omgeving heeft.

2.1.1.5 Grondwater van bruikbare kwaliteit is niet in voldoende mate in Nederland voorradig. Dat betekent distributie van de beschikbare hoeveelheden over de gegadigden en afweging van ieders belang daarbij. Daartoe zal de vergunning volgens de Grondwaterwet Waterleidingbedrijven de hoeveelheid moeten aangeven, waarop het waterleidingbedrijf uiteindelijk mag rekenen. Dit gegeven is een van de belangrijke pijlers van het ontwerp. Het kan zijn, dat de verkenning meer plaatsen aanwijst met mogelijkheden voor waterwinning. Dan zal er moeten worden gekozen welk terrein het eerste in exploitatie wordt gebracht.

#### 2.1.2 Het waterwinterreën

Volledigheidshalve zij gememoreerd, dat er naast putten onder bepaalde omstandigheden andere manieren van winning van grondwater mogelijk zijn:

horizontale winning

— watervang onder een afdekkende laag (Landeus, Zd.-Limburg);

— drain (duinen);

— galerij (Brussel);

— horizontale putfilters, geboord uit een verticale schacht (Berlijn, Dusseldorf).

Deze blijven verder buiten beschouwing, als zijnde voor Nederland nog een uitzondering, hoewel horizontale putten ook in Nederland denkbaar zijn, maar dan voor grote bedrijven. De opbrengst moet bedragen 1500 m<sup>3</sup>/h of meer, aangezien de kosten in de grootte-orde van f 500.000,— komen te liggen; de investering bedraagt in dat geval rond f 300,— m<sup>3</sup>/h, hetgeen overeenkomt met de investering in verticale putten.

In het volgende is dan ook alleen een verhandeling gegeven over het middel: *de verticale put*. De grootte van de eerste opzet is bekend. De opbrengst per put is bekend. Daarmede het aantal te boren putten.

### 2.1.2.1 De keuze van de toe te passen materialen voor putten

Naast de van oudsher bekende:

hout,  
koper en zijn legeringen,  
porselein e.d.,  
zijn beschikbaar:  
roestvast staal,  
kunststoffen, zoals  
— pvc,  
— polyester,  
— kunsthout,  
— e.a.

staal door kunststof bekleed.

Enkele kenmerkende grootheden van materialen, waarvan filters worden gemaakt zijn in de bovenstaande tabel aangegeven.

Voor de kunststoffen moet de eis worden gesteld, dat er uit medisch oogpunt geen bezwaren bestaan tegen het contact van deze stoffen met voor de consumptie bestemd water. In het bijzonder moet voor de kankerverwekkende stoffen worden gewaarschuwd. De fabrikant moet een certificaat van geen bezwaar bij de toegepaste kunststof leveren ingeval er een nieuw produkt wordt voorgesteld.

De genoemde materialen worden ook voor de stijgbuis gebruikt. Daarnaast, voor de stijgbuis in combinatie met een metalen filter, ook asbest-cement.

2.1.2.2 De wijze van gebruik van de put kan zijn als zuigput en als individueel bempompte put. Dit laatste bij voorkeur door middel van een onderwaterpomp.

#### Filtermaterialen

	Hout (Yang)	Koper (brugperforatie)	Roestvaststaal (brugperf.)	Bekleed staal	Plastiek (PVC)	Polyester
kgf/cm <sup>2</sup>	ca. 1000 <sup>1)</sup>	2000 à 3000	5000 à 7000	1400 à 1800	ca. 100 <sup>2)</sup>	ca. 150
E kgf/cm <sup>2</sup>	ca. 1,5 x 10 <sup>5</sup>	1,15 x 10 <sup>6</sup>	2,1 x 10 <sup>6</sup>	2,1 x 10 <sup>6</sup>	ca. 3 x 10 <sup>4</sup> <sup>2)</sup>	0,6 à 2 x 10 <sup>5</sup>
prijs m <sup>1</sup>						
Ø 250	f 100,—	f 240,—	f 160,—	f 145,—	f 80,—	—
Ø 300	f 115,—	f 265,—	f 180,—	f 160,—	f 100,—	f 230,—
Ø 400	f 145,—	f 360,—	f 240,—		f 140,—	
Openingsverhouding <sup>3)</sup>	6 - 8 %	6 - 30 %	6 - 30 %	6 - 15 %	4 - 10 %	6 %

De opgegeven prijzen zijn van december 1969, zijn globaal en golden voor in het werk gebrachte filters. De lengte van de elementen bedraagt ca. 3 tot 5 m<sup>1</sup>; bij PVC kan deze tot 10 m gaan. Polyester alleen in lengten van 1 en 2 m.

1) Treksterkte in de vezelrichting. Druksterkte in de vezelrichting ca. 750.

2) Bij een temperatuur van 20° C.

3) Dat is de totale oppervlakte van de openingen t.o.v. de totale oppervlakte van het filter.

Met de wijze van gebruik hangt samen de putkopconstructie.

Voorkeur moet worden gegeven aan individuele bempomping:

juiste opbrengst van de put is te controleren;

scherpe controle op de afpomping bij een bepaald debiet; terreinleidingen komen onder overdruk, zodat lekkage aan het daglicht treedt als „lek”. Lekkage in zuigleidingen wordt gemeld via vacuumpomp of — erger — via bacteriologisch slechte resultaten.

Alleen als het winterrein slechts een groot aantal kleine putten (< 10 m<sup>3</sup>/h) mogelijk maakt, zullen zuigleidingen moeten worden geaccepteerd.

Naarmate onze bevolking groeit, is meer water nodig. Bovendien vertoont het verbruik per hoofd jaarlijks nog een lichte stijging. Daarnaast neemt de mobiliteit van de bevolking toe, hetgeen leidt tot een toenemende behoefte aan recreatieterrinen. Op zichzelf een verheugend verschijnsel.

Echter, vele terreinen die door toeristen worden bezocht — zoals bos en heide — zijn vaak tevens terreinen waar grondwater van goede kwaliteit is te winnen. Om de vervuiling, die het natuurlijk reinigend vermogen van de bodem te boven gaat, tegen te gaan, zal enerzijds aan de grenzen van het terrein duidelijk moeten worden aangegeven, dat men een waterwingebied betreedt, anderzijds zullen aan de putkopconstructie zeer hoge hygiënische eisen moeten worden gesteld. Het grootste gevaar voor bezoedeling van het grondwater treedt op in de buurt van de putten, waar de afpomping het grootst is en waar over de gehele hoogte van de put de grond geoerd is.

### 2.1.2.3 Eisen, waaraan de putkop moet voldoen, verdienen aparte vermelding:

Bescherming bieden tegen verontreinigingen die van maaiveld langs de putconstructie het grondwater kunnen bezoedelen;

Fundatie bieden voor pompaggregaat bij individueel afgemompte put;

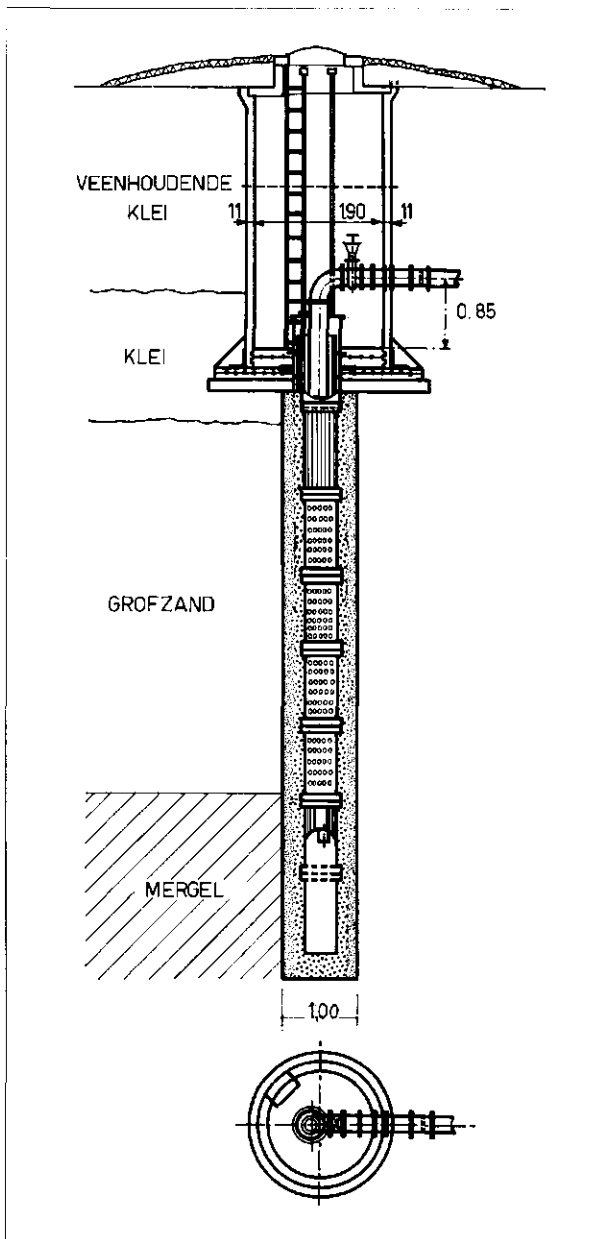
Plaats bieden aan meetinstrumenten of aan aansluitpunten voor deze instrumenten;

Zettingen van de put ten opzichte van de terreinleidingen opvangen;

Toegang geven tot de put voor werkzaamheden;

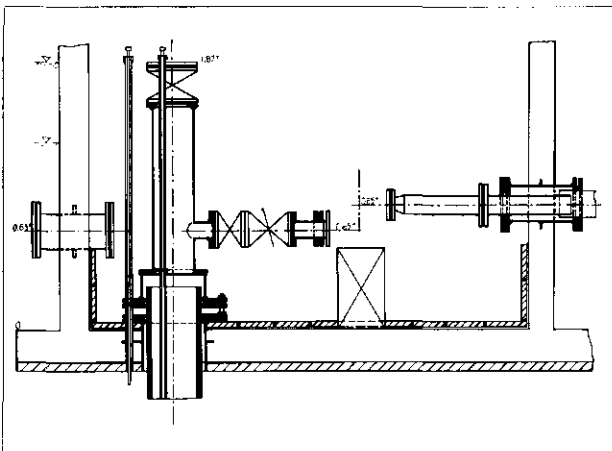
De overgang vormen van verticale leiding (put) naar horizontale leiding (ruwwaterleiding);

Esthetisch verantwoord element in de omgeving vormen.



Afb. 1 - Putkop constructie als diepe schacht op een zuigput; boorgat diam. 1000 mm.

Afb. 2 - Putkop uitgevoerd als kelder, waarin pomp en meet-instrument; put is artesisch.



Aan de hand van enige voorbeelden zullen deze eisen besproken worden.

Afb. 1 geeft een putkopconstructie op een put, die geboord is met een diameter van 1000 mm en waarin een filter van  $\text{Ø} 400$  mm is gesteld. De afdekkende plaat heeft een doorsnede van 2,70 m. De diepte van de schacht is ca. 5 m. De ringvormige ruimte tussen fundatieplaat en stijgbuis is afgesloten met een tweetal rubber ringen, zodat zettingen mogelijk zijn; er kan echter geen vuil water binnendringen in de put.

Het boven maaiveld uitstekende gedeelte beperkt zich tot het schachtdeksel.

De put is als zuigput in gebruik (Spitzigerberg — Duitsland).

De put in afb. 2 is beschermd tegen binnendringend oppervlaktewater door een plaat van ruime afmetingen. De plaat is tevens fundatie voor de putkelder.

Put, putkelder, leidingwerk en pomp zijn soepel aan elkaar verbonden. Ook de overgang naar de horizontale terreinleiding staat enige zetting toe.

Een meetschijf is in de horizontale leiding gebouwd.

Het opzetstuk met afsluiter is aangebracht om de stijgbuis te kunnen verlengen tot boven de stijghoogte van het water; dit voor het geval werkzaamheden in de put zelf moeten worden verricht, zoals het inbrengen van apparatuur voor het sectiegewijze afpompen van de put. Bovengronds zijn de afmetingen van de dekplaat met toegangsluik rond  $190 \times 320$  m.

Nu de onderwaterpompen hoe langer hoe meer toepassing vinden, is bij de Waterleiding Mij. Gelderland gestreefd naar een constructie, waarbij bovengronds niets meer uitsteekt dan noodzakelijk is. In het bijzonder is gedacht aan die waterwinplaatsen, die in natuurgebieden liggen.

Dit streven heeft geleid tot de constructie zoals in afb. 3 is aangegeven.

De afsluitende plaat van  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  is aangebracht ter afsluiting van de geroerde grond. Tevens doet deze plaat dienst als fundatie voor onderwaterpomp, putkopconstructie en opzetkoker. Om deze opzetkoker wordt een schutkoker met deksel geplaatst. In de hangpijp van de onderwaterpomp is aangebracht een meetschijf; de meetleidingen komen in de schutkoker uit.

De schutkoker wordt tegenwoordig van polyester gemaakt.

Afb. 4 laat de fundatieplaat nog eens zien.

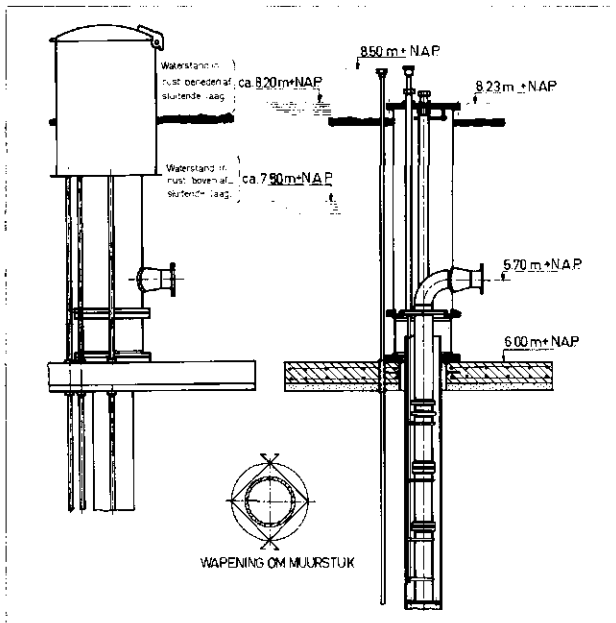
Afb. 5 geeft een blik op de bovenflens van de putconstructie.

2.1.2.4 De onderlinge afstand tussen de putten kan als een kostenvraagstuk worden gezien.

	gunstig	ongunstig
grote afstanden	geringe afpomping t.g.v. mindere beïnvloeding d.w.z. lagere stroomkosten	meer leidingen meer terrein en kabels

In het algemeen geldt de regel de afstanden niet groter te nemen dan hydrologisch noodzakelijk is.

2.1.2.5 De transportleidingen moeten in de uiteindelijke toestand dubbel zijn uitgevoerd. Zie overigens punt 2.3.



Afb. 3 - Putkop in schutkoker met onderwaterpomp.

## 2.2 De waterbehandeling

Als eis van de waterbehandeling kan gesteld worden, dat met het gevonden grondwater als uitgangspunt, drinkwater wordt geproduceerd dat voldoet aan de eisen van de wet, het koninklijk besluit en de aanbevelingen van de Vewin.

Grondwater heeft het voordeel, dat de chemische samenstelling vrij constant is, hoewel op korte termijn wel eens verschillen worden geconstateerd in het gehalte aan  $\text{CO}_2$ . Een dergelijk verschijnsel doet zich voor bij grondwater, dat een betrekkelijk korte tijd onderweg is geweest van regenwater tot grondwater (zandgronden zoals Veluwe - 't Gooi). Op langere termijn wordt soms wel verandering van samenstelling geconstateerd doordat na exploratie het grondwater wordt aangevuld met water van andere samenstelling (Betuwe-Lienden).

Er zijn plaatsen waar grondwater wordt aangetroffen, dat geen behandeling behoeft en eveneens plaatsen waar een zeer uitgebreide behandeling met inbegrip van dosering van chemicaliën noodzakelijk is.

Aan het ontwerp voor een zuivering van grondwater tot drinkwater zal altijd de ervaring met een proefinstallatie vooraf moeten gaan, waarbij zorgvuldig moet worden onderzocht:

- de wijze van beluchting;
- de wijze van filtrering; — eventueel dubbele filtratie;
- de korrelgrootte van filtermateriaal; — gebroken of ongebroken materiaal;
- de samenstelling van het filterbed;
- de eventuele toediening van chemicaliën;
- de plaats waar de toediening van chemicaliën moet plaatsvinden.

Hieronder mede te verstaan die, welke voor een eventuele ontharding nodig zijn.

### 2.2.1 De beluchting

Eisen: zoveel  $\text{O}_2$  medegeven als noodzakelijk is voor het te behandelen water;  
eventueel ontgassing;  
zo voordelig mogelijk.

De verschillende methoden van beluchting zijn in de 20e Vakantiecursus in drinkwatervoorziening in 1968 behandeld. Sedertdien zijn in  $\text{H}_2\text{O}$  1969 nr. 22 nog publicaties verschenen van Van der Kroon en Schram, terwijl in hetzelfde tijdschrift van 11 december 1969 over aeratie van afvalwater is gepubliceerd. Volstaan zij met het volgende overzicht van veel toegepaste beluchtingsmiddelen in de drinkwaterbereiding.

	per 1000 m <sup>3</sup> /h			energie per kg/opgenomen zuurstof
	plaats-ruimte	bouw-kosten	onderhoud per jaar	
Sproeien	100 m <sup>2</sup>	f 50.000,—	f 5.000,—	0,5 - 0,8 kwh
Cascade	40 m <sup>2</sup>	f 80.000,—		0,5 - 0,7 kwh
Venturibus		f 20.000,—	f 1.000,—	0,6 - 0,7 kwh
Putbuis of torenbeluchter		f 10.000,—	f 1.000,—	0,2 - 0,4 kwh

### 2.2.2 De filtratie

#### 2.2.2.1 Eisen:

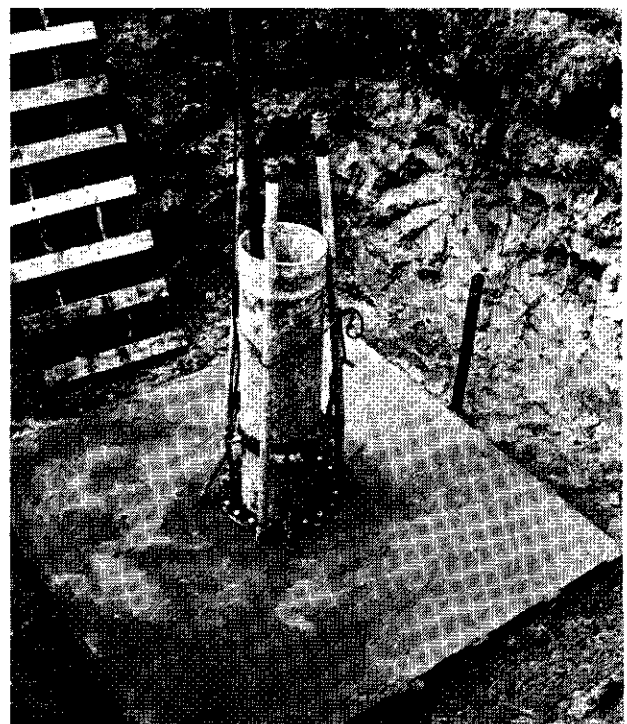
- afscheiding van ongewenste verbindingen;
- betrouwbaar;
- hoog rendement.

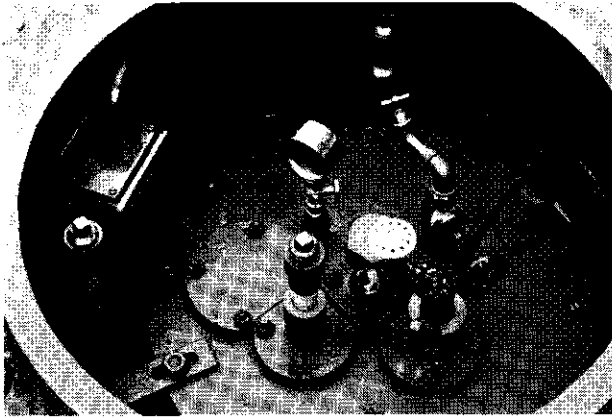
De snelfiltratie is behandeld in de 19e Vakantiecursus in drinkwatervoorziening 1967. Ook het ontwerp van de snelfilterinstallatie is in die cursus besproken.

#### 2.2.2.2 Middelen

- open of gesloten filters;
- voor gesloten filters keuze uit: opstelling binnen een gebouw of in de open lucht;
- nat of droog filter;
- filtermateriaal:
  - magno
  - zand — fijn of grof
  - gebroken of ongebroken

Afb. 4 - Fundatieplaat.





Afb. 5 - Bovenflens van constructie volgens afb. 3: elektrische aansluiting voor pomp; twee peilbuizen in de omstorting; één peilbuis in de put; doorvoer voor kabel en meetleidingen; proefkraan en manometer.

- zand, afgedekt met een laag anthraciet
- filterbeddichte;
- filterbodem constructie;
- filterfront:
  - schuifafsluiters
  - membraanafsluiters
  - manchet afsluiters
  - vlinderklep
  - zwaai klep
  - filterreguleerder
- wijze van bediening:
  - hand
  - hydraulisch
  - pneumatisch
  - elektrisch
  - combinatie van elektrisch met hydrauliek of pneumatiek
- plaats van dosering chemicaliën.

### 2.2.2.3 Volautomatisch filterbedrijf

1. Het filterspoelproces moet in werking worden gebracht door de weerstand van het filter.
2. Elke volgende actie mag eerst gebeuren, nadat de vorige actie geheel voltooid is; terugmelding van een voltooid gebeuren moet plaatsvinden.
3. Elk filter moet een apart programma kunnen krijgen.
4. Ingrijpen met de hand moet mogelijk zijn.

Ter toelichting op punt 3 nog dit:

Ogenscheinlijk is men geneigd om alle filters hetzelfde behandelingsprogramma te geven; er moet echter rekening mede worden gehouden, dat één van de filters een reparatie ondergaat en, gedeeltelijk van nieuw materiaal voorzien, weer in bedrijf wordt genomen en dan niet direct kan werken op de capaciteit van de andere filters. Hierbij zal zeer zeker nodig zijn, dat ook een afwijkend spoelprogramma wordt ingesteld. Dat moet in de automatische installatie opgenomen zijn of kunnen worden.

### 2.2.2.4 Overwegingen en enkele aanwijzingen voor het ontwerp

Voor gesloten filters zijn tot nog toe altijd stalen ketels gebouwd. In de toekomst zal zeker ook rekening moeten worden gehouden met een toepassing van kunststof. Op het ogenblik is polyester nog duur, maar prijzen kunnen veranderen. Dan zal er ook rekening mee moeten worden

gehouden, dat de vorm gewijzigd wordt. Een voor kunststof geëigende vorm zal dan moeten worden ontwikkeld en deze kan zeker afwijken van wat tot nog toe in metaal gebruikelijk is geweest.

Als filtermateriaal heeft in het verleden zand en magno zijn toepassing gevonden, heel vroeger ook cokes en andere materialen. Tegenwoordig wordt veel succes geboekt, volgens de Amerikaanse literatuur, met een laag anthraciet ter dikte van 60 cm à 1 m op een laag zand als filterbed.

De bedoeling is, dat het bergend vermogen van het anthraciet uitgebuit wordt, omdat het vele malen groter is dan dat van zand. In hoeverre of dit tot uiting komt bij grondwaterbedrijven, moet worden afgewacht. Tevens zal moeten blijken, of de looptijd daardoor verlengd wordt en vooral, of de snelheid opgevoerd kan worden. Zo dit voor nieuwe pompstations niet van een dergelijke importantie lijkt te zijn, voor oude pompstations is het van zeer veel belang, want het is één van de goedkoopste wijzen om een pompstation uit te breiden. In dit verband zijn wij dan ook zeer belangstellend naar de proeven die op het ogenblik bij Noord-West-Brabant gaande zijn.

Bij het woord „filterfront” zal niet direct meer moeten worden gedacht aan de plaats vlak voor het filter. Vooral voor grotere filters met zware afsluiters en een bediening door hydrauliek of pneumatiek of gecombineerd met de elektriciteit, zal de plaats van de afsluiter zodanig moeten zijn dat deze logisch in het geheel zit.

Bij filters, die buiten opgesteld zijn, kan daarom die afsluiter zeer goed op enige afstand van het filter zijn omdat deze afsluiter met zijn leidingen en zijn bedieningsapparatuur een vorstvrije opstelling gegarandeerd moet hebben. Constructie van filterfront en keuze van afsluiters hangen dan ook nauw met elkaar samen.

Ter illustratie van het ontwerp voor nieuwe pompstations enkele opnamen van een in aanbouw zijnde proefinstallatie op een terrein in de gemeente Nijkerk ten noorden van Amersfoort. Hier is in ontwerp een pompstation, dat voor een klein gedeelte zal moeten dienen voor suppletie van water aan de bestaande voorziening, maar waarvan een groot gedeelte dienst zal doen als proefinstallatie, omdat op dit terrein t.z.t. een pompstation moet worden ontworpen met een uurcapaciteit van 1500 m<sup>3</sup>/u uitlopende tot 3000 m<sup>3</sup>/u en verder.

Over de dosering heeft de proefinstallatie uitsluitsel gegeven. Voor het ontwerp zal een beslissing moeten worden genomen over:

- volume dosering of gewichtsdosering;
- droge dosering of natte dosering;
- eventuele wijze van aanmaken van de chemicaliën;
- het interne transport van de opslagplaats naar de plaats van aanmaak of dosering;
- de opslagruimte.

Bovendien moet eraan gedacht worden, dat de chemicaliën in droge toestanden tegenwoordig veelal in bulk worden aangevoerd en dan met perslucht of op andere wijze in de opslagplaatsen worden afgeleverd. Hieraan komt geen handenarbeid meer te pas.

Voor de opslag moet rekening worden gehouden met een mogelijke klimaatregeling om het vochtgehalte op de juiste waarde te houden.

Bij de dosering wordt ook aan de ontharding gedacht. Deze kan aan het eind van het proces apart worden uitgevoerd, hetzij door middel van ionenuitwisseling het-

zij door middel van kalktoevoeging. Er is echter ook een ontharding in combinatie met ontijzering die dan aan het begin van het proces plaatsvindt in de spiractor.

In het ontwerp behoort bij de chemicaliëndosering ook aandacht te worden besteed aan een dosering van chloor uit hoofde van veiligheid. Deze veiligheid kan vereist worden door oorlogsomstandigheden en tijden van spanning of oproer, maar ook een besmetting op het pompstation dan wel in het net kunnen een chloring noodzakelijk maken.

Voordat ik nu afstap van het hoofdstuk Waterbehandeling, wil ik nog eenmaal wijzen op het buitengewoon belang van het programma voor de proefinstallatie. In dit programma moeten alle punten in het voorgaande aangestipt een plaats krijgen.

De gegevens van de proefinstallatie zijn dan ook van buitengemeen belang voor een goed ontwerp.

### 2.3 De transportleidingen op het terrein van het pompstation

De eisen, waaraan de leidingen op het terrein van het pompstation moeten voldoen, spreken voor zichzelf:

ze moeten voldoende capaciteit hebben om het water van het ene punt naar het andere punt te geleiden;

ze moeten dubbel zijn uitgevoerd zoals ook reeds is geëist onder punt 2.1.2.5 voor de transportleidingen van het ruwe water;

ze moeten op geëigende punten van T-stukken zijn voorzien om de leidingen schoon te kunnen maken met behulp van een prop.

Daarnaast moet nog de eis gesteld worden, dat er een directe verbinding is tussen de ruwwaterleiding, die het water van het waterwinterrein aanvoert naar het filtergebouw, en de zuigleiding van de reinwaterpompen uit de kelder. Derhalve buiten alle filters om. De noodzaak van deze leiding komt voort uit veiligheidsoverwegingen, die onder zeer benarde omstandigheden kunnen optreden. Gedacht wordt weer aan oorlogsomstandigheden, ook omstandigheden waarbij met mogelijke sabotage wordt bedreigd, omstandigheden zoals eerder vermeld van een fall out tengevolge van een ongeluk in vreedstijd, en tenslotte gewoon aan een rampzalig gebeuren in het pompstation zelf.

Men staat onder dergelijke omstandigheden voor de keuze om geen water te leveren of water te leveren van

verminderde kwaliteit, dat echter voor vele doeleinden en zeker voor de consumptie nog zeer goed geschikt is.

### 2.4 Berging

#### 2.4.1 De eisen aan de berging te stellen

1. De inhoud moet berekend worden in verband met de verbruikswisselingen.
2. De inhoud moet tevens bestemd zijn om een productieonderbreking ten gevolge van het spoelen van filters te overbruggen; hierbij ook te berekenen de hoeveelheid benodigd spoelwater.
3. De berging moet uit tenminste 2 delen bestaan in verband met onderhoud, schoonmaak en dergelijke.
4. De toevoer, de afvoer en de overloop moeten op de juiste capaciteit worden berekend. Daarbij moet in het bijzonder gelet worden op de diameter van de overloop; deze moet zo groot zijn, dat de maximum capaciteit van het filterproces kan worden verwerkt, indien de automatiek faalt.
5. Het water moet tegen besmetting beschermd zijn; in het bijzonder te letten op de juiste constructie van de ademhalingsopeningen, toegangsluiken, het waterslot in de overloop en dergelijke; hieruit volgt ook de eis, dat de bodem van de kelder hoger moet liggen dan het grondwaterpeil.
6. Berging moet dienen om er de inschakeling en de uitschakeling van het filterproces aan te ontlenen.
7. Het water moet bij binnenkomst in de kelder eventueel een nabeluchting kunnen ondergaan.
8. Bij een laag gebruik, terwijl het filter op volle capaciteit werkt, moet voor een goede menging van het nieuwe en het oude water worden gezorgd. Tevens moet worden voorkomen, dat er dode hoeken in de berging ontstaan.

Als toelichting op deze punten eerst iets over de inhoud. Daar heeft de heer Venhuizen in zijn les over gesproken. Ik wil hieraan toevoegen, dat de hoeveelheid die vereist wordt in verband met de wisselingen in het verbruik, niet uitsluitend op het pompstation behoeft te worden opgeslagen. Het is zeer goed mogelijk, dat een deel, zelfs een belangrijk deel, daarvan in het net wordt geborgen in watertorens of andere reservoirs. Bij een eventuele berekening moet met deze reservoirs rekening worden gehouden.

De inhoud onder punt 2 bedoeld behoort echter wel op

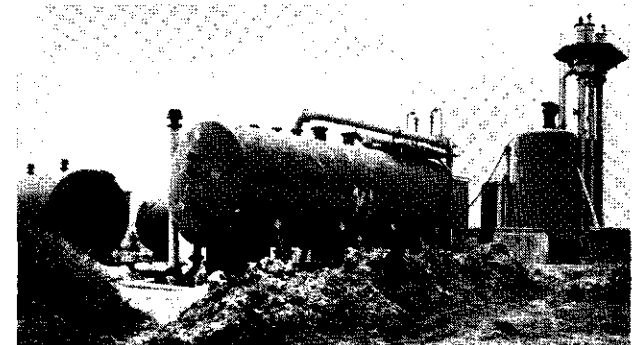
Afb. 6 - Pompstation in bouw waarvan de filterketels in de open lucht komen.

In het gebouwtje komen de reinwaterpompen en de elektrische installatie.

Op de achtergrond twee verticale filterketels, op de voorgrond twee ketels die als berging zullen worden gebruikt.



Afb. 7 - Dezelfde installatie als in afb. 6 van de andere zijde. Op de voorgrond een horizontale filterketel verdeeld in twee compartimenten, elk gevoed met door een venturibus belucht water. Rechts de verticale ketels, die water ontvangen via een „toren”-beluchter.



het pompstation thuis. In het bijzonder moet bij automatische spoeling eraan gedacht worden, dat dan het filterproces op uren van hoogverbruik kan worden onderbroken. Er is dan een onderbreking in de produktie, terwijl er tevens water onttrokken wordt aan de voorraad om het filter te spoelen. Deze gebeurtenissen behoeven geen ramp te zijn, als bij de inhoudsbepaling van de berging hiermede rekening wordt gehouden.

Volledigheidshalve zij er in deze op gewezen, dat de inhoudsbepaling moet worden gedaan tot aan de inschakelstand van het filterproces. Het kan namelijk voorkomen, dat bij volledig automatisch werkende pompstations de kelderstand, waarbij ingeschakeld moet worden, juist bereikt is op het moment dat de verbruiken groot gaan worden, groter dan de filtercapaciteit.

De inhoud van de schijf water in de berging tussen inschakelstand van het filterproces en uitschakelstand van dat proces is dan niet beschikbaar. Het kan echter, dat men hiertoe maatregelen neemt, bv. door het filterproces in tijden dat hoge verbruiken worden verwacht, in te schakelen op tijd klok, zodat men er wel zeker van is, dat op de uren dat de grote verbruiken gaan optreden over een gevulde berging wordt beschikt.

#### 2.4.2 De middelen

Het materiaal, waarvan de berging gemaakt wordt, is:

1. gewapend beton in traditionele uitvoering;
2. voorgespannen beton;
3. staal.

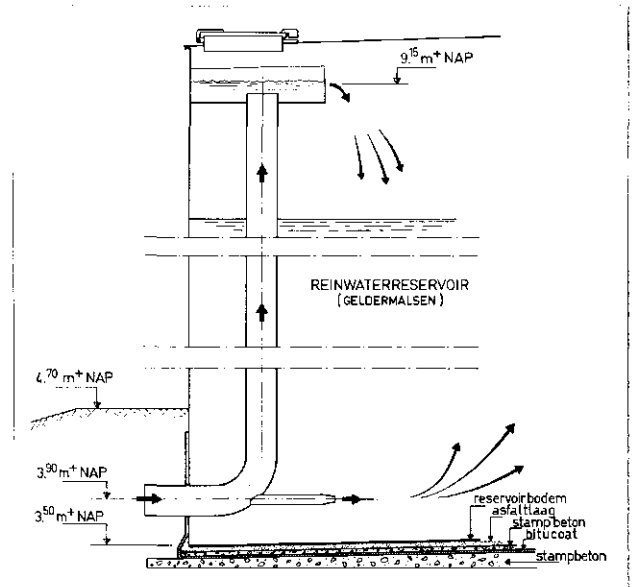
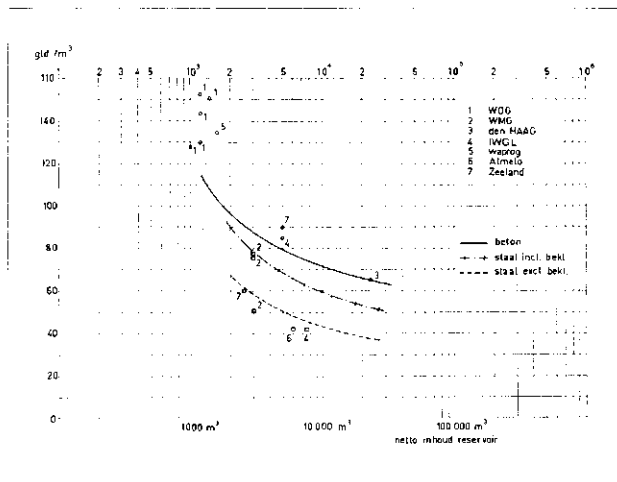
Reservoirs van traditioneel gewapend beton kunnen rechthoekig van vorm zijn, cilindrisch als wel veelhoekig; voor vóórgespannen beton en staal is de cilindervorm het meest aangewezen.

Ook voor de bouw van reservoirs zal in de toekomst wellicht kunststof éénmaal toepassing vinden. De prijs speelt hierbij een belangrijke rol.

Wordt de berging als apart gebouw uitgevoerd, en niet als een onderdeel van bijvoorbeeld het filtergebouw, dan wordt de keuze van het materiaal beheerst door de volgende factoren:

- grootte van het reservoir;
- hoogte van het reservoir;
- toelaatbare druk op de bodem;
- moet het reservoir — voorzover bovengronds gelegen — worden aangeaard of niet;

Afb. 8 - Kosten bouwreservoirs (medio '69).



Afb. 9 - Waterinvoer via cascade en injecteur.

— de prijzen van beton en staal „in het werk gebracht”.

Een grote hoogte (ca. 8 à 10 m) van het reservoir geeft grote hoogteverschillen in de waterstand, waardoor de levering van de reinwaterpompen wordt beïnvloed; bouwkundig zou deze hoogte echter voordelig kunnen zijn.

Toepassing van traditionele beton eist:

- zodanige fundering dat slechts geringe zettingen verwacht mogen worden en dat ongelijke zettingen zijn uitgesloten;
- bekleding van de buitenzijde, dakplaat en wanden, zodat deze tegen grote zonnewarmte zijn geïsoleerd; (bekleding hetzij door een grondlichaam, hetzij door aluminium platen, baksteen, e.d.);
- eventueel bescherming van de binnenzijde van de wanden en vloer tegen agressief water.

Voor voorgespannen beton gelden de eerste en de derde eis, niet de tweede.

Voor staal geldt de eerste eis niet; zettingen kunnen ongedaan gemaakt worden door het reservoir op te vijzelen en met zand te onderspuiten.

Bij staal vereist bekleding van vloer, wand en dek, zowel inwendig als uitwendig een tamelijk kostbaar procédé, dat zeer zorgvuldig moet worden gevolgd (ca. f 35,— m<sup>2</sup>). De moderne verven, die voor bekleding van staal zeer geschikt zijn, kunnen niet alle toegepast worden in drinkwaterbedrijven. De eis moet worden gesteld, dat deze verven geen stoffen bevatten, die gevaarlijk voor de volksgezondheid kunnen zijn. Moeten stalen reservoirs aangeaard worden, dan zijn extra versterkingen aan de wand nodig om te voorkomen, dat het reservoir ingedrukt wordt als het ledig is.

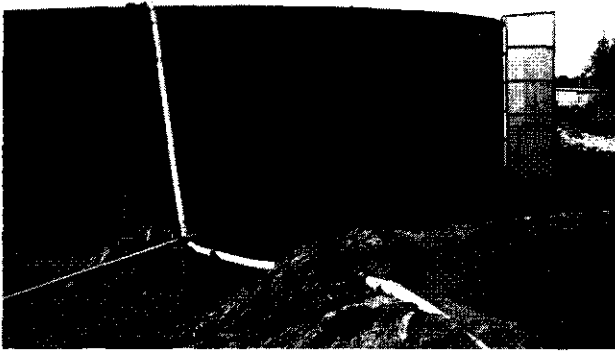
Samenvattend kan globaal gezegd worden dat — bij de huidige (dec. 1969) prijzen van staal en beton — het voordeliger is om een reservoir van 3.000 m<sup>3</sup> inhoud te bouwen in beton, als:

- de fundering geen bijzondere voorzieningen vereist;
- en het reservoir moet worden aangeaard (esthetische eis);

en te bouwen in staal, als:

- zou moeten worden geheid en
- het reservoir niet behoeft te worden aangeaard.





Afb. 10 - Afwerken buitenzijde stalen reservoir met behulp van een werktent.

In afb. 8 zijn prijzen van reservoirs, uitgevoerd in beton en in staal, gegeven per  $m^3$  waterinhoud. Er zijn alleen cijfers verzameld van reservoirs, die in de laatste drie jaren gereed zijn gekomen.

#### 2.4.3 Enkele suggesties i.v.m. het ontwerp

Indien een nabeluchting van het water in de berging noodzakelijk is, dan kan het water bij het binnenkomen over een cascade worden geleid.

Voor een goede mening van het aangevoerde water en het reeds aanwezige water is een injectiebuis onder in het reservoir een doeltreffend middel. Door deze injectiebuis ontstaat een schieteffect, waardoor de inhoud van het gehele reservoir in beweging blijft en het verse en het aanwezige water goed wordt gemengd.

In afb. 9 is een tekening gegeven van zulk een toegepaste constructie.

In afb. 10 is nog een opname gegeven van de afwerking aan de buitenzijde van een stalen reservoir. Dit gebeurt met behulp van een werktent die een hoogte heeft gelijk aan de wand van het reservoir en een breedte heeft van ca. 7 m. De werktent biedt de mogelijkheid om bij slecht weer door te werken; aan de ene zijde staat een staalstraler het materiaal blank te maken, terwijl aan de andere zijde van de tent het blankgemaakte materiaal met de eerste laag beschermverf wordt behandeld.

Tenslotte rijst de vraag, of niet éénmaal in de verdere of nabije toekomst een reservoir zal worden gebouwd, waarbij de constructie wordt toegepast, zoals die voor spaarbekkens gebruikelijk is, bv. voor het Braakmanbekken. Hier is de waterdichtheid verzorgd door een folie van kunststof; de afdekking zal plaats kunnen vinden door een kunststofplaat op een lichte onderbouw. Dit zal dan wel een reservoir met een inhoud moeten worden in de grootte-orde van  $50.000 m^3$  of meer.

### 2.5 De waterlevering

#### 2.5.1 Eisen:

1. Het water in de vereiste hoeveelheden te leveren onder de daarbij noodzakelijk zijnde druk;
2. Naast het noodzakelijke leveringsvermogen moet een reserve aanwezig zijn.

#### 2.5.2 Middelen

1. pompen
2. elektriciteit

#### 2.5.3 Enkele overwegingen en aanwijzingen voor het ontwerp

In een modern ontwerp worden alleen nog centrifugaalpompen toegepast voor de reinwaterpompen.

Voor deze pompen heeft men de keuze uit horizontale pompen, verticale pompen, dompelpompen en onderwaterpompen.

Horizontale en verticale pompaggregaten<sup>1)</sup> hebben een beter rendement dan dompelpompen en onderwaterpompen. Daartegenover staat, dat dompelpompen en onderwaterpompen minder bouwruimte vragen.

Bij een keuze tussen horizontale en verticale pompen gelden de overwegingen, dat bij verticale pompen

- minder bouwoppervlak nodig is;
- de motor in geval van buisbreuk in de pompenruimte langer droog blijft;
- voor reparatie aan de pomp, eerst de elektromotor moet worden gelicht, hetgeen de werkzaamheden verlengt.

Enige voorbeelden voor het opstellen van de reinwaterpompen geven de afbeeldingen 11 t/m 13.

Als vierde mogelijkheid: een onderwaterpomp in de reinwaterberging hangen en daarmee direct het water onder druk het net in pompen.

Daarmede vervalt de pompenruimte in het „pompengebouw”.

Voor grote onderwaterpompen met een gunstig rendement moet een dergelijke oplossing zeker worden overwogen.

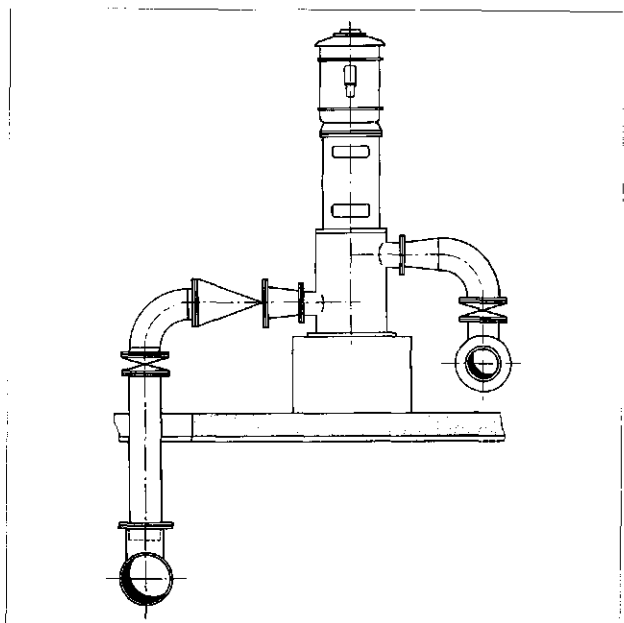
Het rendement van de onderwaterpompen mag ongunstiger zijn dan van een bovenwaterpomp; daar staat een aanmerkelijke besparing aan kosten voor bouwruimte en zuigleidingen tegenover.

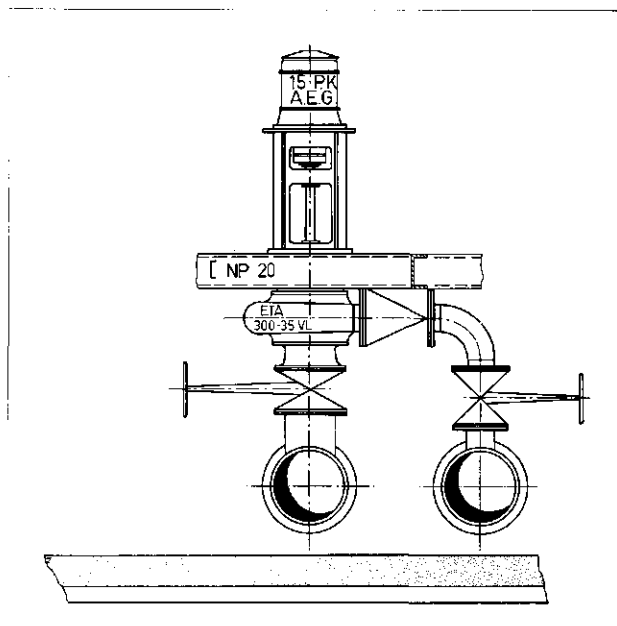
Deze gedachte leidt ook tot de overweging om het pompengebouw boven op het eerste te bouwen reinwaterreservoir te zetten.

In ieder geval moet boven de pompen en boven de daarbij behorende hulpstukken zoals afsluiters, keerkleppen e.d. een kraanbaan worden aangebracht met een hef-

<sup>1)</sup> Pomp en elektromotor samengebouwd.

Afb. 11 - Opstelling verticale pomp.





Afb. 12 - Opstelling verticale pomp.

transportvermogen, dat is afgestemd op het gewicht van de uiteindelijk te plaatsen pompen.

In het geval de pompen in een hal worden opgesteld moet rekening worden gehouden met een buisbreuk en inundatie dientengevolge. Teneinde de schade in zo'n geval te beperken, kan op een geëigende hoogte een nooduitlaat in de wand van de hal worden aangebracht. Bovendien moeten alle schakelaars, meetapparatuur en verdere voor water kwetsbare toestellen die op de muur van de hal moeten worden aangebracht, boven het peil van deze nooduitlaat worden gemonteerd.

Het aantal pompen en de wijze van besturing hangen van de aard van het verzorgingsgebied af en van de gehele of gedeeltelijke automatisering van het bedrijf.

Is in het verzorgingsgebied berging aanwezig, dan kan de besturing plaatsvinden op de waterstand van deze berging. De waterstand kan overgebracht worden via een kabel, waarna de standen gebruikt worden om een reinwaterpomp in- en uit te schakelen.

Bevindt zich in het verzorgingsgebied geen berging, dan blijft de keuze om de pompen te besturen door middel van de druk in de uitgaande leiding of door middel van de hoeveelheid die gevraagd wordt.

Besturing door middel van drukschakelaars komt in aanmerking, als het pompstation nabij het verzorgingsgebied ligt en met dit verzorgingsgebied door zware leidingen is verbonden. Onder dergelijke omstandigheden zal de druk steeds binnen tamelijk nauwe grenzen variëren.

Ligt echter het pompstation — zoals bij streekwaterleidingen veelal het geval is — ver van zijn verzorgingsgebied af, dan zal rekening moeten worden gehouden met drukverliezen in de transportleidingen. Vanzelfsprekend zijn deze drukverliezen groter naarmate de hoeveelheden te verpompen water groter worden en de afstanden groter worden. Dan zal ook niet meer gewerkt kunnen worden met samenlopende pompen. In dat geval is hoeveelhedsbesturing op zijn plaats.

Aangezien uit een oogpunt van veiligheid de hoeveelhedsbesturing iets minder betrouwbaar moet worden geacht dan de drukbesturing, is het noodzakelijk om over de drukbesturing een of twee drukschakelaars te zetten,

die in geval de hoeveelhedsbesturing faalt, zorgen, dat er toch pompen blijven lopen. De hierbij enige tijd te lage druk zou kunnen worden afgeleverd, zal moeten worden geaccepteerd.

Bij de bespreking over dit ontwerp is er van uitgegaan, dat het pompstation op het openbare elektriciteitsnet zal worden aangesloten en dat elektriciteit zal worden gebruikt als energiebron. Ook als de omstandigheden zodanig zijn, dat eigen energie opgewekt moet worden, zoals bv. in Rotterdam bij het pompstation Berenplaat het geval is, dan zal nog veel energie omgezet worden in elektrische energie, omdat deze zich zeer gemakkelijk laat verplaatsen en zeer soepel is toe te passen.

De elektrische energie is te krijgen voor het aandrijven van een motortje van een scheerapparaat, maar ook voor het aandrijven van een motor van enkele duizenden pk's. Ze is verkrijgbaar in spanningen, die variëren van 10.000 Volt via 3.000 Volt naar 380 Volt en 220 Volt.

In het voorgaande is reeds gesproken over het gebruik van de elektriciteit voor het overbrengen van commando's, voor het overbrengen van informatie en voor het leveren van de energie voor de pompen.

Aan de ruimte, waar de elektrische installatie zal moeten worden opgesteld, moet veel aandacht worden besteed, want dit zal het hart van het hele bedrijf worden. Zeer zeker naarmate de automatisering toeneemt.

In navolging van het bedrijf op olieraffinaderijen is wel eens gedacht aan het opstellen van de reinwaterpompen in de open lucht. In onze klimaatzone op 52° N.Br. moet echter van iets dergelijks worden afgezien. In tijden van laagverbruik zullen toch een aantal pompen stilstaan, terwijl er zich water in bevindt. Bij vorst moeten er dan zeer uitgebreide en ook kostbare maatregelen worden getroffen om bevrozing van de pompen tegen te gaan. Bovendien brengt plaatsing in de open lucht mede, dat er een groot gevaar voor besmetting is als aan de installaties moet worden gewerkt. Deze kunnen dan moeilijk worden afgeschermd en zeer zeker geldt dit voor tijden van slecht weer. En ook hier zal bij vorst de grote moeilijkheid optreden, dat er een kans op is, dat het water bevriest, terwijl men de leidingen open zou hebben. Dan nog te denken aan het personeel, dat de werkzaamheden onder die omstandigheden moet verrichten.

Persoonlijk meen ik, dat van een dergelijk ontwerp niet veel heil te verwachten is.

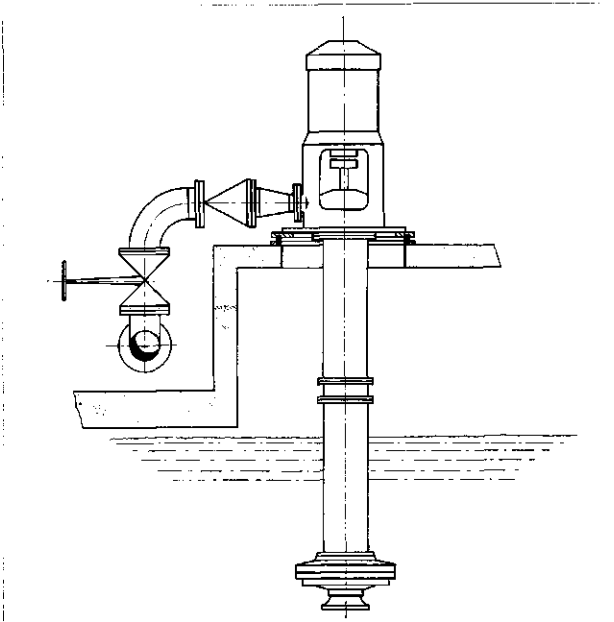
Gemeenlijk worden de pompen in een hal geplaatst, waarbij de opstelling van de elektrische ruimte in de buurt wordt gehouden. In dit gebouw, waar deze ruimten in zijn geprojecteerd, zal ook plaats moeten worden gevonden voor het noodstroomaggregaat.

Daarnaast zullen in dit gebouw veelal de ruimten moeten worden gevonden of geprojecteerd die in de inleiding zijn genoemd, de sociale ruimten.

## 2.6 Het hoogteschema

Een zeer belangrijk onderdeel van het gehele ontwerp is een schema van de hoogteligging van de hoofdbewerkingen ten opzichte van elkaar. Dit schema kan opgesteld worden, zodra na de resultaten van de proefinstallatie de keuze gemaakt wordt over de wijze van beluchting, de vorm van de filters, het aantal filterfasen, de opslag van het reine water en de keuze van de reinwaterpompen. In afb. 14 zijn twee hoogteschema's gegeven voor eenzelfde behandelingsproces.

Indien het proces onder „eigen verval” doorlopen wordt,



Afb. 13 - Opstelling dompelpomp.

dan vraagt dit bouwkundige investeringen, omdat de sproeiruimte relatief hoog moet zijn gelegen. De leidingen moeten zo zwaar zijn, dat de drukverliezen daarin tengevolge van het watertransport laag blijven. Wordt het systeem „met tussenpompen” gevolgd, dan zal op bouwkundige kosten kunnen worden bespaard, terwijl voor de installatie van de tussenpompen de werktuigbouwkundige investeringen hoger worden. Uit de schema's blijkt, dat het bouwen van een pompstation op de helling van een heuvel aan dit hoogteschema tegemoetkomt.

### 3. Slotbeschouwingen

#### 3.1 Indeling in bouwfasen

In het algemeen zal de uiteindelijke capaciteit van een ontworpen complex eerst over (groot) aantal jaren nodig zijn. Als dit aantal meer dan 10 à 15 is, moet het ontwerp zodanig worden opgezet dat het in een aantal fasen kan worden uitgevoerd.

De besparing aan investeringen is een belangrijk winstpunt, te meer bij een rentevoet van ruim 8 % zoals in 1969/70 het geval is. De periode tussen de fasen moet zo worden ontworpen, dat de besparing door uitstel groter is dan de extra aanloopkosten, die de volgende fase vergt. Daarbij moet aanpassing mogelijk zijn, indien de ontwikkeling van het verbruik anders verloopt dan was verwacht. Niet alle onderdelen van het ontwerp kunnen op eenzelfde termijn gebouwd worden, indien de uiteindelijke toestand in een aantal fasen wordt bereikt.

Een volgende indeling zou gemaakt kunnen worden:

Lange termijn (15 à 25 jaren)	Korte termijn (7 à 10 jaren)
terrein aankoop	putten
terrein leidingen	gesloten filters
filtergebouw	inrichting betonnen filters
betonnen filterbakken	reinwaterpompen
waterberging	
pompgebouw met hulpinstallaties	noodstroomaggregaat

Indien in fasen wordt gebouwd, derhalve wordt begon-

nen met een percentage van de uiteindelijke capaciteit van het pompstation, dan lijken gesloten ketels een soepeler beleid toe te staan dan open filters, omdat de gesloten ketel gemakkelijker bij te plaatsen is. Toch zal elk geval moeten worden uitgerekend, daar het antwoord beïnvloed wordt door:

het aantal fasen waarin de uiteindelijke capaciteit zal worden bereikt;

het vermoedelijke aantal jaren tussen twee fasen;

de verhouding tussen staal- en betonprijzen;

de grootte van de eenheden in staal resp. beton;

de rentevoet.

Hierbij te bedenken, dat bij bouwen in beton weliswaar de bak van een nog niet noodzakelijk filter vroegtijdig gebouwd moet worden, maar dat inrichting zoals:

spoelekoppen bodem

filterfront

vulling

meetapparatuur

sproeiers

pas in een later stadium behoeft te worden aangeschaft.

Momenteel worden gesloten filters steeds van staal gemaakt, omdat kunststof nog duurder dan staal is. Er zal echter rekening moeten worden gehouden met bijvoorbeeld polyester. Onderhoudskosten — en bij de bouw schilderkosten — kunnen hierdoor verminderen resp. wegvallen.

#### 3.2 Standaardisatie

Belangrijk in deze is de bedrijfsopvatting over standaardisatie. Heeft een bedrijf één centraal pompstation, dan is elk ontwerp voor uitbreiding van capaciteit een voortzetting van het reeds aanwezige en draagt het karakter van het éénmalige.

Wordt door een bedrijf op meer plaatsen water gewonnen en gezuiverd, en vertonen de watersoorten voldoende punten van overeenkomst in behandeling, dan leidt dit met voordeel tot standaardisatie van bedrijfsonderdelen en constructies. Om enkele te noemen:

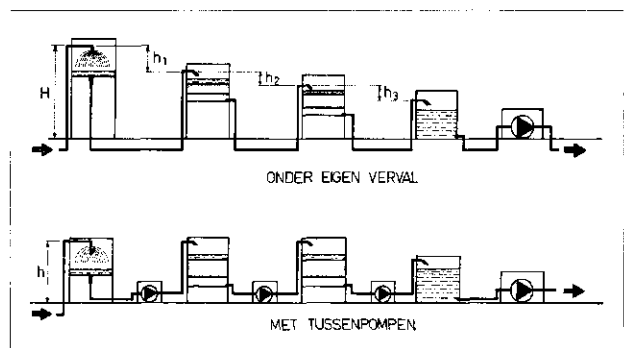
- putkopconstructie;
- beluchtingstorens;
- gesloten filters, zowel als open filters;
- reinwaterreservoirs;
- reinwaterpompen.

#### 3.3 Tijdschema

Bij een goed ontwerp hoort een tijdschema. Voor een groot ontwerp is een net-werkplan te overwegen.

Het tijdschema wordt opgezet van af de datum, waarop

Afb. 14 - Hoogte schema's voor pompstations met dubbele filtratie en open filters.



het geheel bedrijfs gereed moet zijn. Hierin is derhalve op te nemen een periode voor inwerken van filters, bijstellen en inregelen van allerlei apparatuur. Een half jaar is met deze periode zeker gemoeid.

Ontwerp en bouw van een groot pompstation vraagt zeker drie à vier jaren. En daaraan vooraf behoort te gaan de verkenning van waterwinterrein en bouwplaats en de aanvraag en de verkrijging van de vergunning om de gewenste waterhoeveelheid te onttrekken aan de bodem. Momenteel neemt deze procedure 1 à 2 jaren in beslag. Hoe lang deze procedure vergt, als de nieuwe grondwaterwet in werking is getreden, zal moeten worden afgewacht. Maar afgemeten naar het aantal instanties en departementen, dat zich ambtshalve met de gang van zaken gaat bemoeien, zal op bespoediging nauwelijks mogen worden gerekend.

#### Literatuur

1. Vakantiecursussen in drinkwatervoorziening nr. 3 (1951); nr. 5 (1963); nr. 11 (1959); nr. 14 (1962); nr. 19 (1967); nr. 20 (1968).
2. Postakademiale vorming gezondheidstechniek, 1968/69 Cursus Winning van Grondwater:  
Hünerberg, *Horizontalbrunnen*;  
Tjaden, *Maken van het boorgat*;  
Tjaden, *Aanvulling van het boorgat*;  
Horstmeier, *Afwerking van het boorgat*.
3. H<sub>2</sub>O (2), 1969, nr. 22; 538. V. de Kroon en Schram, *part I: Weir aeration — part II: Step weirs or cascades*.
4. AWWA Journal (61), 1969, nr. 10:  
504. Mohanka, *Multilayer filtration*;  
539. Nelson, *Capping sand filters*.
5. Water & Waterengineering (65), 1961; 307. Ives, *New concepts in filtration*.