

SUMMARY

Drilling for dewatering and waterwells

The systems used are 95% rotary, 5% cabletool. Cabletool is used in areas where groundwater is level with the surface or big stones are expected. Materials for casing the holes are: stainless steel, wood, p.v.c. The perforated part is gravelpacked. A dewatering system is installed, when a dry pit is needed, this system will ensure stable slopes. Sometimes water drawn from dewatering wells, has to be pumped back into the formation, at some distance from the pit, to avoid lowering the waterlevel too much near buildings, forest or waterwells.

Grondboringen ten behoeve van de waterwinning

De geschiedenis van de waterwinning gaat terug tot ongeveer 2000 jaar voor onze gewone tijdrekening. De aartsvaders waren uitstekende puttengravers, wat wel blijkt uit het feit dat heden ten dage de Jacobsput nabij Sichar in Palestina nog volop water geeft.

Hoewel het graven van putten in vele delen der wereld nog steeds een normale zaak is, begonnen de Chinezen ruim 2000 v.G.T. met het boren van putten met kleine diameter.

Hun methode veranderde slechts langzaam in de daarop volgende 20 eeuwen. Toch kunnen we zeggen, dat dit de basis is geweest van de „well drilling”, die sinds de vorige eeuw bij de olie- en waterwinning zo'n groot succes is geworden. In de V.S. werkte men voor het eerst in 1807 met het z.g. springpole systeem.

Later, tussen 1860 en 1890, werd de slagbeweging grotendeels vervangen door een draaiende beweging van boorstangen, een hogedrukpomp en z.g. dikspoeling. De uitvindingen op dit gebied kwamen uit de V.S., Frankrijk en Oostenrijk.

Hoewel men in ons land reeds in 1602 volgens bovenstaand principe boor-buis-loze gaten maakte, schijnt dit fraaie systeem verloren te zijn gegaan. Tot voor kort pasten de Hollandse boor-ondernemers nog alleen de pulsmethode toe.

Constantyn Huygens vroeg zich in zijn tijd echter af hoe het patent van Pieter Pietersz. Enten 1602 werkte — n.l. het niet afkalven van de putwand — en komt tot de conclusie, dat dit verzekerd is door „en tenant le puits toujours plein d'eau jusques au haut”.

In dit verband is het artikel in de „Ingenieur” van 6 mei 1955 van de heer G. Doorman over „het put boren en put slaan in het Oude Holland” bijzonder lezenswaardig.

De z.g. Nortonpomp moest in de 19de eeuw opnieuw worden uitgevonden.

Een volgende stap was de droogboor waarvan heden nog vele typen gebruikt

worden. In zand beneden de grondwater-spiegel is deze werkwijze niet goed bruikbaar, zodat het beklede boorgat (met boorbuizen) en puls de beste oplossing leek.

Dienen grotere diepten dan 40 à 60 m bereikt te worden, dan zijn 2 of meer toeren noodzakelijk (telescopisch systeem).

Hoewel de pulsmethode nog heel goede diensten bewijst, heeft de moderne draai-boormethode met het onbekte boorgat zo'n vlucht genomen, dat we hier alle aandacht voor vragen.

Wij onderscheiden twee methoden:

1. Het indirecte spoelen (reverse circulation)

De circulatievloeistof beweegt zich in opwaartse richting binnen de boorstangen en in neerwaartse richting in de annulaire ruimte. De bewegingsenergie is afkomstig van:

- a. een vuilwaterpomp-zuigboorsysteem,
- b. een compressor-luchtliftsysteem.

2. Het directe spoelen (straight flush)

De circulatievloeistof beweegt zich nu in tegengestelde richting. De snelheid in de annulaire ruimte ligt tussen 0,5 - 2,0 m/sec.

Minder toegepast wordt: het gesloten indirecte spoelen (counter flush).

De boorstangen, met axiale bewegingsmogelijkheid worden omsloten door een roterende pakkingbus, welke op zijn beurt een directe verbinding heeft op de verbuizing.

Afhankelijk van de omstandigheden varieert het s.g. der circulatievloeistof van 1,03 - 1,20.

De gemiddelde boorgatdiameter bij het directe boren ligt op ca. 15 cm. Bij de indirecte methode op ca. 60 cm.

De indirecte methode wordt in het bijzonder toegepast voor waterwinputten doch tevens op uitgebreide schaal bij bronbemaling.

Bij het zuigboorsysteem is de zandpomp één van de belangrijkste uitrustingsstukken. Er dient een behoorlijk percentage vaste stoffen verzet te kunnen worden, waarbij de zelfaanzuigende werking toch verzekerd moet blijven.

Er wordt nu als volgt gewerkt:

Door middel van pulsen of grijpers wordt een z.g. schachtbuis in de grond gebracht met een iets grotere diameter dan gewenst is voor het boorgat. Bovenin is een afvoerbuis bevestigd, welke in een vijver of vergaarbak uitmondt.

Omdat deze methode alleen goed werkt, indien de overdruk in het boorgat of van nature of kunstmatig, voldoende is, wordt nu eerst de schachtbuis en vijver met boorspoeling (lieft alleen water) gevuld. Vervolgens wordt boor met boorstang in een draaiende beweging gebracht en d.m.v. een pomp een circulatiestroom in werking gesteld die het losgekrabde boorgruis omhoog voert. Dit laatste komt in de vergaarbak tot bezinking, terwijl het „water” weer in het boorgat terugvloeit.

In plaats van een pomp te gebruiken kan de circulatiestroom ook worden opgewerkt door op diepte binnen de boorstangen, lucht te blazen. Dit heeft vooral op diepten groter dan 100 m vele voordelen.

Ook bij de aanwezigheid van veel grote stenen in de bodem, zou het luchtliftsysteem de voorkeur verdienen.

Wanneer het boorgat op diepte is en de boor met boorstangen is getrokken, kan het filter- met stijgbuisconstructie gesteld worden.

De materialen voor het filter kunnen zijn hout, metaal of PVC. Voor de stijgbuis eveneens, terwijl voor het verwijde bovengedeelte nog wel eterniet wordt toegepast. Sommige van deze materialen kunnen dan nog bekleed worden met „epoxylagen”. Het geperforeerde deel wordt nu omstort met grind van aangepaste korrelgrootte en het blinde deel met zand en uitkomende grond, terwijl doorboorde kleilagen worden hersteld.

Tenslotte wordt de put schoongepompt en beproefd op capaciteit en het vrij zijn van zand en slib.

Het direkte spoelen bij de boorwerkzaamheden heeft de laatste jaren sterk de aandacht getrokken in verband met het diepe (b.v. 30-400 m). geologische en hydrologische onderzoek.

Er is een werkgroep ingesteld die zich speciaal bezig houdt met het uitwisselen van ervaringen op dit gebied, alsmede de coördinatie van wensen en richtlijnen. Voorlopig zal aan de volgende punten aandacht worden besteed:

De te gebruiken spoeling en haar samenstelling, het in het boorgat neerlaten van apparatuur voor het bepalen der wanddiameter, voor het steken van ongestoorde grondmonsters en voor de elektrische metingen — het schoonpompen van filters in met spoeling geboorde waarnemingsputten — te stellen eisen aan monsters voor laboratoriumonderzoek door geologische specialisten.

Eén van de allerlaatste ontwikkelingen voor het zeer snel maken van diepe gaten met kleine diameter is het systeem waar de boor draait doch de „boorstang” (een soort buigzame holle kabel) stilstaat.

De motor onder in het boorgat kan met elektriciteit worden aangedreven (z.g. electro-drill). Hij kan ook via hydraulische weg worden bewogen en dan spreekt men over een turbo-drill. Het is duidelijk dat hier voor het verkrijgen van monsters in de juiste volgorde voordelen liggen. De toekomst zal dit verder moeten leren.

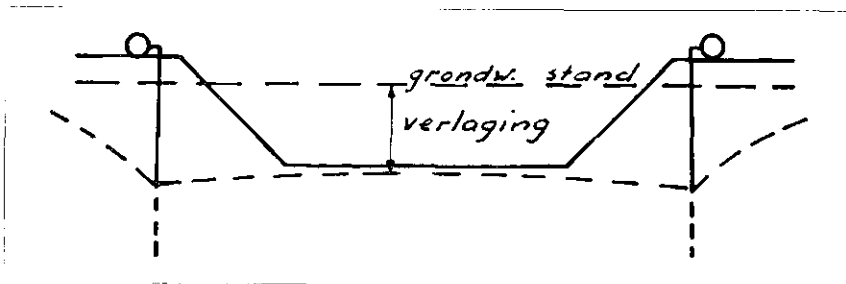
Bronbemaling

Alvorens met het technisch deel der bronbemaling te beginnen, eerste iets over de term bronbemaling.

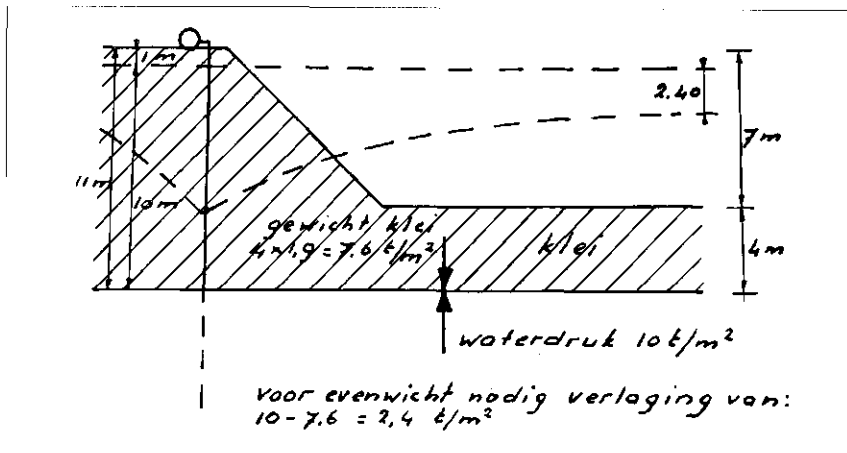
Bij de waterwinning wordt gelukkig steeds meer over een pompput in plaats van een bron gesproken. Een bron met artesisch water komt in ons land weinig voor. Het water blijft beneden het terrein en moet worden opgepompt. Zelfs wanneer de diameter heel klein is (b.v. 1") wordt er toch nog van een put gesproken. Men is er bij het woord bronbemaling nog niet toe gekomen er pompputtenbemaling van te maken.

Velen van ons zijn als kind reeds onbewust geconfronteerd met bronbemaling. Wanneer men aan het strand een kuil ging graven dieper dan de grondwater-spiegel dan lukte dat niet, omdat het zand ging vloeien. Indien de grond uit klei of veen bestaan zou hebben, waren er geen moeilijkheden ontstaan.

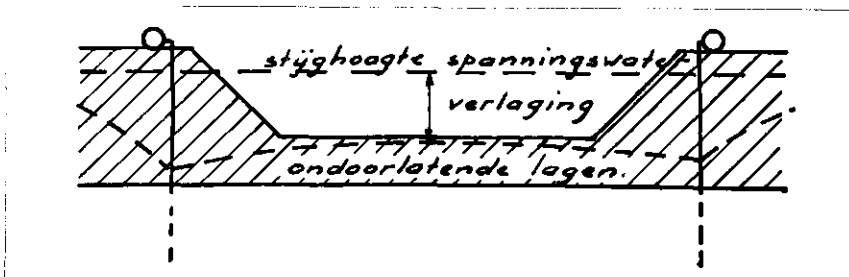
Zo zien wij al direkt dat bronbemaling niet in de eerste plaats wordt toegepast om een droge bouwput te verkrijgen doch vóór alles een goede stabiliteit van bodem en taluds moet verzekeren (afb. 1). Hoewel Nederland en West-Duitsland door hun bodemgesteldheid enorm „bronbemalingsminded” zijn, wordt de



Afb. 1 - Bronbemaling t.b.v. droge bodem en stabiliteit taluds.



Afb. 2 - Spanningsbemaling met gebruik van tegenwicht ondoorlatende grond.



Afb. 3 - Spanningsbemaling met stijghoogteverlaging beneden de putbodem.

Afb. 4 - Eén der eerste bronbemalingen in ons land. Let op de handkattekop.



behoefte ook in het buitenland een enkele maal gevoeld.

In het Engels zou dan het beste de volgende omschrijving gebruikt kunnen worden: „dewatering by wells” en bij een lichte vacuumbemaling: „well-point-system”.

In het Frans: gehele of gedeeltelijke toepassing van de volgende woorden: „rabattement de la nappe par pompage sur de puits filtrants” of „rabattement avec forage”.

Vroeger, toen bronbemaling nog niet werd toegepast, heeft men zeer flauwe taluds moeten aanbrengen, zodat voor bouwwerken in zand en beneden de grondwaterspiegel enorm veel extra grondverzet nodig was.

Het slaan van damwanden, vooral wanneer geen afsluitende lagen worden doorsneden, biedt weinig voordelen omdat het kostbaar is en de wateraandring in dit geval niet keert.

Ook andere methoden zoals het injecteren der bodem en het bevroren, zijn kostbaarder dan bronbemaling.

In z'n eenvoudigste vorm kan bronbemaling worden gedefinieerd als het plaatselijk verlagen van het grondwater door bemaling van putten, welke aanmerkelijk dieper zijn dan de bouwputbodern.

De voordelen van bronbemaling zijn groot en hierboven reeds besproken. Is er tussen bouwputbodern en een dieper gelegen zandpakket een afsluitende laag aanwezig, dan zou met het verschijnsel opbarsten of welvorming, het diepe zandpakket ook bemalen moeten worden in verband met het bodemevenwicht (afb. 2). In dit geval spreken wij van een *spanningsbemaling* (afb. 3).

Een spanningsbemaling heeft overigens niets te maken met het opdrijven van de constructie.

Nadat de kelder en de bogane grondvloer gereed zijn, is het gewicht ongeveer gelijk aan de uitgekomen grond. Inmiddels is ook een zeer goede horizontale drainage op het diepste punt aangebracht, waarna de grondaanvulling tot aan maaiveld plaats vindt.

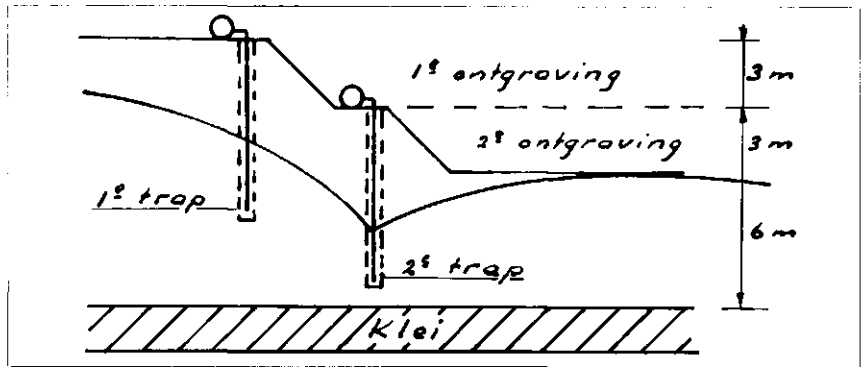
Op dat moment zou de spanningsbemaling buiten bedrijf gesteld kunnen worden.

De invloed van een bron- of een spanningsbemaling strekt zich meer of minder ver naar alle zijden uit.

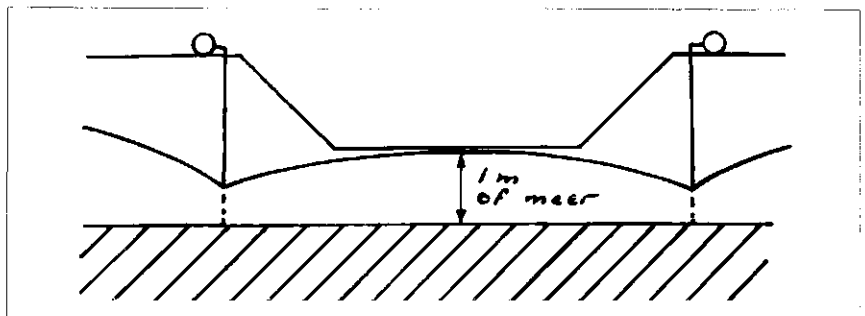
Bij langdurige en diepe bemalingen zijn afstanden tot meerdere kilometers gemeten; onder kanalen en rivieren door.

Er kan niet genoeg nadruk worden gelegd op een goed vooronderzoek bij bouwwerken van enige omvang. Men wapent zich dan vooraf tegen eventuele claims van derden.

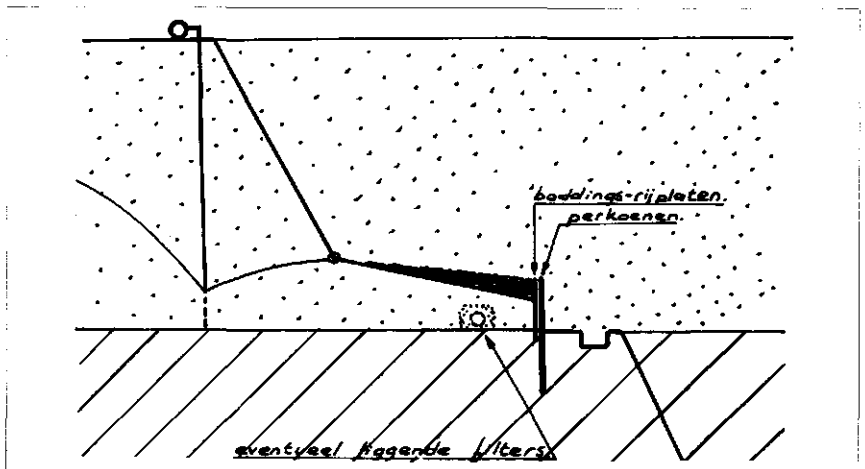
Wij noemen in dit geval het verzakken van funderingen, schade aan bomen en gewassen, rotting van houten paalkoppen, het „droogvallen” van pompputten, moeilijk heiwerk, negatieve kleef en haar gevolgen.



Afb. 5 - Trappenbemaling.

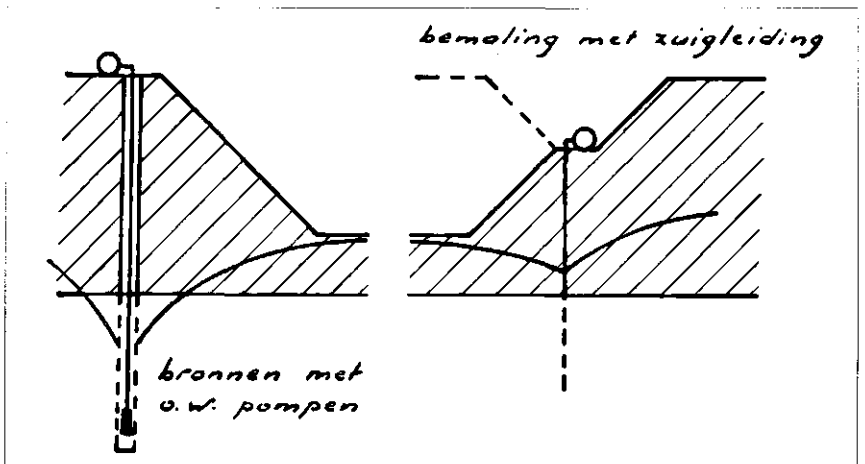


Afb. 6 - Zandpakket minimum 1 m.



Afb. 7 - Goede overgangsconstructie van zand, klei en/of veen.

Afb. 8 - Onderwaterpomp is niet gebonden aan een gelimiteerde zuighoogte.



Eén der eerste bronbemalingen in ons land werd toegepast in verband met de grondverdichting bij de bouw van de stadsschouwburg te Haarlem in 1914 (afb. 4). In de periode van 1923 - 1928 treffen wij een van de eerste grote bronbemalingen in ons land aan, bij de bouw van de Noordersluis in IJmuiden. In 1930 volgde de sluis in Urk met geweldige pompinstallaties in een trappenbemalingssysteem (afb. 5). Deze methode is gehandhaafd tot en met de Tweede Wereldoorlog, waarna de onderwaterpomp zijn intrede deed bij de bron- en spanningsbemalingen.

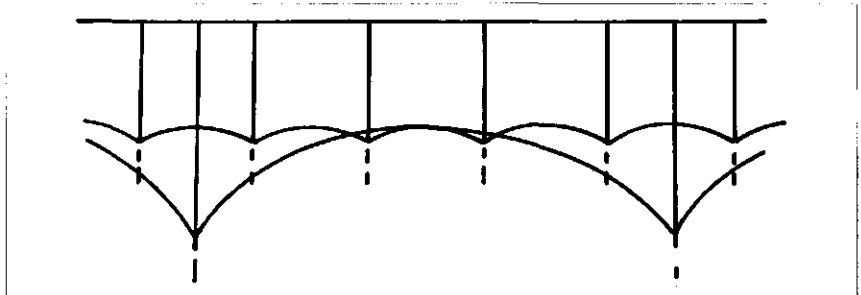
De gebogen lijn tussen de filters onderling, als ook tussen de ene serie en de andere dwarsover de bouwput, noemt men de opbolling. Deze is in het algemeen groot indien een flinke watervoeding van beneden komt en klein indien een betrekkelijk gering zandpakket zich bevindt boven een afsluitende laag, zoals b.v. in Amsterdam veel voorkomt (afb. 6).

Opgemerkt dient hier te worden dat het onmogelijk is de laatste decimeters boven het klei-veenpakket te ontwateren. Een beproefde methode is de teen van het talud flauw te laten en door middel van eenvoudige hulpmiddelen als perkoenpaaltjes of 2" buisjes en rijplaten of schotten, een steun aan te brengen (afb. 7). De pomp der vacuumbemaling werkt dan minder discontinuë, terwijl het overtollige water via goten in de samenhangende grond naar een open bemaling wordt geleid. Indien daarenboven, in een periode waarin weinig neerslag is gevallen, een goede horizontale drainage zo laag mogelijk wordt aangebracht, zal de bouwputbodembodem redelijk begaanbaar blijven. In het algemeen is het een kwestie van deskundigheid, doch ook van tijd en geduld.

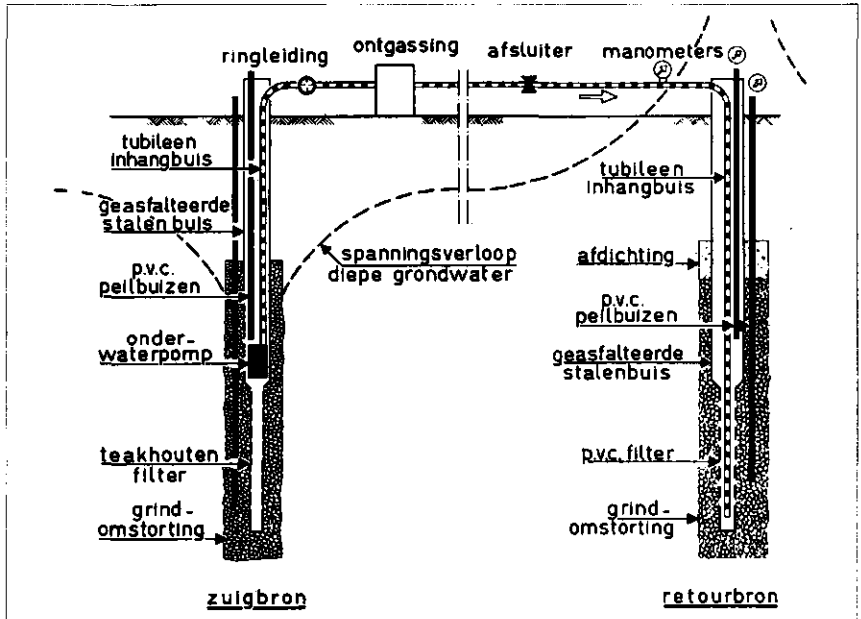
Bij grote bouwputten waarbij kleihoudende zandlagen moeilijk te bemalen waren, heeft men met succes de taluds met gras ingezaaid. Het wortelstelsel vormde één geheel met de grond en de stabiliteit was daardoor verzekerd. Steeds meer gaat men er onder bepaalde omstandigheden toe over taludafschuiving tegen te gaan door het aanbrengen van één of meerdere rijen zandpalen op korte afstand van de insteek der bouwput. Wanneer dienen nu onderwaterpompen met persleidingen en wanneer bovengrondse pompen met zuigleidingen te worden toegepast?

In grote lijnen zou men dit kunnen zeggen: het vacuumbemalingssysteem voldoet nog goed en is economisch bij bouwputten en sleuven waar het waterpeil weinig (1 à 1.50 m) behoeft te worden verlaagd, zoals b.v. in het opgehoogde zand in Amsterdam en dergelijke.

In alle andere gevallen is het onderwaterpompsysteem te verkiezen.

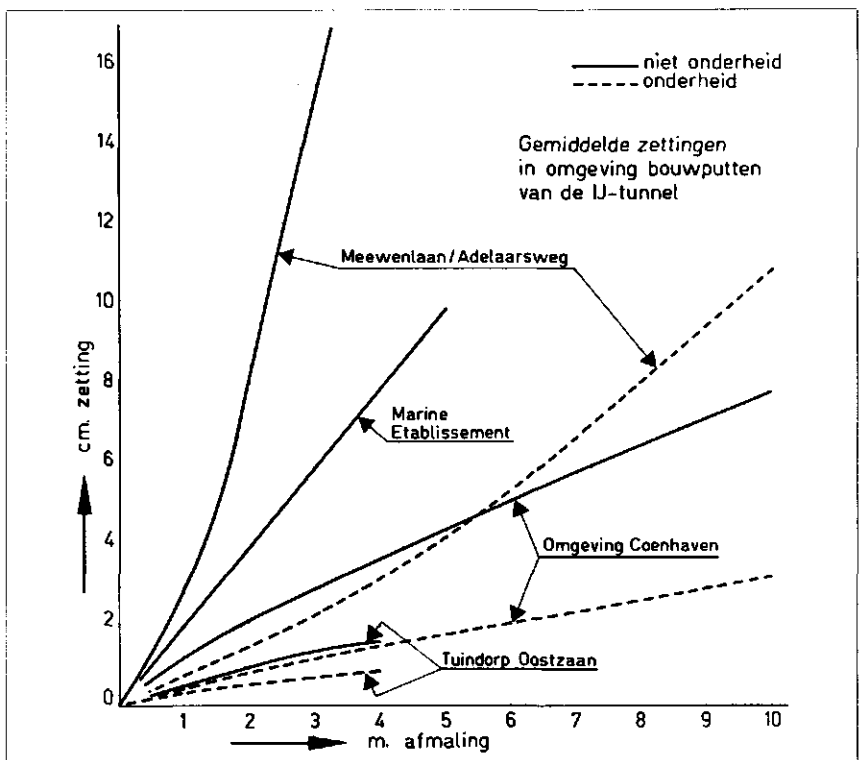


Afb. 9 - Vergelijking tussen twee systemen.



Afb. 10 - Voorbeeldschema van pompput naar retourput.

Afb. 11 - Berekend verloop van zettingen t.o.v. verlaging diepe grondwaterstand rond de bouw van IJ-tunnel te Amsterdam.



De voordelen hiervan zijn vele:

Niet gevoelig voor lekkages en onopgelost gas in het water — veelvoudige reserve — betere aanpassing aan het waterbezwaar tijdens de vordering van het werk — combinatie van pompput en ontspanningsput van enkele eenheden — bij grotere verlaging dan 3 m kan het grondwerk continue doorgang vinden — waar vroeger in zeer fijne leemhoudende zanden in de bovenlagen weinig resultaat werd bereikt met een vacuumbemaling, heeft men nu succes door de grovere dieper gelegen lagen te bemalen, zodat het water in de bovenlagen doorzakt (Eindhoven-Vught etc.) — minder mogelijkheid tot ontijzering — en tenslotte onder bepaalde omstandigheden, niet een noodzakelijke ontgraving vóóraf (afb. 8).

Afhankelijk van de maximale capaciteit van een grotere pompput (de eigen afpomping houden wij liefst tussen de 3 en 5 m) kan dus vaak een zelfde waterspiegelverlaging worden bewerkstelligd met enkele grotere eenheden in plaats van vele kleine (afb. 9).

In verband met de slechte waterkwaliteit in ons land (in het bijzonder langs de kusten) kiezen wij zonder uitzondering de onderwaterpomp in de bronzen uitvoering.

De pompkarakteristiek zal z'n grootste nuttige effect dienen te hebben onder het bedrijfspunt behorende bij een opvoerhoogte tussen de 20 en 30 m.

Een meerwaaijerige pomp biedt voordelen, omdat bij toepassing rondom ondiepe bouwputten één of meer waaiers verwijderd kunnen worden.

De hoeveelheid opgepompt grondwater wordt vaak gemeten. De middelen hiervoor zijn: Woltmanwatermeter — ver-

band tussen hoeveelheid en drukverschil in binnen- en buitenkant van een bocht — meetflens — Thomsonoverlaat.

Tenslotte nog een enkel woord over de *retourbemaling*. Hieronder wordt verstaan het brengen van water in de bodem door middel van putten (afb. 10).

De redenen zijn verschillend. De ene keer omdat het water niet op een andere wijze geloosd kan worden. Een andere

maal om de korrelspanningen op oorspronkelijke waarde te behouden i.v.m. zettingen (afb. 11) en tenslotte om verdroging van terreinen etc. tegen te gaan. Hoewel velen tegenwoordig het vak der bronbemaling beoefenen, hebben slechts enkelen een wetenschappelijke ondersteuning, terwijl het aantal deskundigen op het gebied van de retourbemaling zeer klein is.

Literatuur

1. Bieske, Erich, *Handbuch des Brunnenbaus*.
2. *Die Durchführung von Pumpversuchen*. Fibel no: 5/1965.
3. *Factoren die het boren op diepte beïnvloeden*. De Ingenieur, 27 mei 1960, M. 43.
4. *Einrichten einer Brunnenbaustelle*. Fibel no: 3/1965, blz. 239.
5. Nahrgang, G., Vortrag am 2 mei 1963. *Entsanden von Bohrbrunnen*. Figawa in Überlingen a. Bodensee.
6. Doorman, G., *Putboren en putslaan in het oude Holland*. De Ingenieur, 6 mei 1965, A. 219.
7. Walter, F., *Electrische boorgatmetingen*. Water 51 (1967) 2. blz. 25.
8. *The Yield of Water Wells*. Johnson Inc. Oktober 1955.
9. Haasnoot, J., *Berekening en uitvoering van bronbemalingen*. Bouw 12 december 1964, blz. 1798.
10. Nanninga, N., *Collegediktaat*. Foundation Engineering Part. C.
11. *Winning van grondwater*. TH Delft. Derde Vacantiecursus 4-5 januari 1951.
12. Eyden, W. A. A. van, *Enkele aspecten van het hydraulische onderzoek in het Delta-gebied*. Otter september 1965 no: 3, blz. 69.
13. *Ermittlung der Filtrationskoeffizienten in Grundwasserquellen*. Bohrtechnik (BBR) no: 8 1968, blz. 275.
14. Loof, W. H., *Enige beschouwingen over de toepassing en de mogelijke gevolgen van bronbemaling*. Lab. v. Grondmechanica te Delft.
15. Lugten, C. M., *Bronbemaling in en buiten de put*. Misset's bouwwereld 1966, no: 7, blz. 621.