

## BOEKAANKONDIGING.

Dr. A. H. PAREAU, *Iets over de verzouting van het duinwater.*

In het jaar 1903 heeft de heer J. M. K. PENNING een voordracht gehouden voor het Koninklijk Instituut van ingenieurs <sup>1)</sup>, waarin hij de vrees te kennen gaf, dat de Amsterdamsche waterleiding, die door hem beheerd wordt, binnen een klein aantal jaren totaal bedorven zou zijn door toetreding van zeewater. Dit oordeel was gebaseerd op de theorie omtrent het drijven van zoet water op zeewater, die het eerst is uitgesproken door W. BADON GHYBEN in 1887 en onafhankelijk van hem ook door Herzberg. Volgens hen zal in de nabijheid der kust een kolom zoet water op het zeewater drijven, waarvan de hoogte bepaald is door het soortelijk gewicht van het zeewater, dat aangenomen kan worden 1.025 te bedragen. Een zoetwaterkolom, die evenwicht maakt met een kolom zeewater van de hoogte  $H$ , is hooger en haar hoogte kan voorgesteld worden door  $H + h$ .

Men zal dan hebben  $1.025 H = H + h$  dus  $h = \frac{1}{40} H$ , zoodat het boven den zeespiegel zich verheffend deel der zoetwaterkolom  $\frac{1}{40}$  is van het gedeelte, dat daar beneden ligt.

Hieruit kan men begrijpen, dat in aan zee gelegen landstreken een tot groote diepte reikende voorraad van zoet water boven het in den bodem aanwezig zout water wordt aangetroffen.

Voor de Amsterdamsche waterleiding werden tot in het jaar 1902 nog slechts open kanalen gebruikt wier bodems niet lager waren dan N. A. P. In 1903 echter werden, om te voorzien in watergebrek,

<sup>1)</sup> Tijdschrift van het Kon. Instituut, 1903/4, p. 184.

reeksen van verticale draineerbuizen aangebracht, die het water uit het diluvium opzogen. De buizen waren n.l. tot 35 M.  $\div$  N.A.P. in den grond geslagen en in de 5 onderste meters der buizen waren door gaas beschermde openingen aangebracht, waardoor het water opgezogen werd. De directeur der waterleiding, de heer PENNINK, is echter sedert dien tijd bevreesd, dat binnen een klein aantal jaren de Prise d'eau door het binnendringen van zout water bedorven zal zijn.

Door belangrijke proefnemingen en boringen stelde hij zich in staat dwarsprofielen te maken van het terrein tusschen de Noordzee over de duinen tot in de Haarlemmermeer. Het in den bodem voorkomende zoet water wordt daarbij in drie deelen gesplitst, n.l.:

1°. Het weinig ijzer bevattende water, dat boven de klei in het alluvium voorkomt en tot  $\pm$  25 M.  $\div$  N.A.P. reikt, en naar de kleur op zijn kaart door hem *blauw* water wordt genoemd;

2°. Het meer ijzerhoudend water in het bovenste van het diluvium tot  $\pm$  100 M.  $\div$  N.A.P., *rood* water geheeten;

3°. Het *groene* water, in diepere lagen van het diluvium gelegen, en reeds gemengd met zeewater, waarop het geheele zoetwaterbekken rust. De gemiddelde hoogte van dit groene water wordt op 40 M. geschat. Als werkzaam duinoppervlak der Prise d'eau wordt aangenomen 3000 hectaren. Men kan dan de geheele hoeveelheid groen water berekenen, als men bedenkt, dat in nat duinzand het water  $\frac{1}{4}$  van het geheele volume inneemt. Men krijgt dan:

$$30.000.000 \times \frac{1}{4} = 300 \text{ miljoen M}^3.$$

Voor het roode water wordt even groote hoeveelheid aangenomen.

De directeur der drinkwaterleiding neemt aan, dat de draineerbuizen dagelijks 30.000 M<sup>3</sup>. van het roode water moeten leveren, dat zou afgerond 11 miljoen M<sup>3</sup>. per jaar zijn.

In dat geval zou het dus vrij lang duren eer de voorraad van 300 miljoen M<sup>3</sup>. verbruikt was.

Maar de directeur vreest, dat reeds veel vroeger zout water door de bronbuizen zal opgepompt worden. »Wanneer n.l. uit zulk een buis gestaelig het water wordt weggepompt, zal in de naaste omgeving van de buis de grondwaterspiegel een inzinking vertoonen, en daarmee zal volgens het beginsel van BADON GHYBEN een veertig maal zoo hooge, *plaatselijke* verheffing van de grens tusschen zoet en zout water in den bodem gepaard gaan.« Ook de ingenieur J. van Hasselt koestert die vrees, zooals blijkt uit zeer belangrijke artikelen door hem geschreven in het Handelsblad van 13—15 Mei 1908. Hij eindigt het betoog daarover met de opmerking: »Nu mag men niet

denken, dat het gevaar van verzouting iets denkbeeldigs is. Reeds bij twee duinwaterleidingen en nog wel zoodanige, waarbij een gering waterverbruik voorkomt, is verzouting ingetreden, en wel bij de Leidsche en Delftsche waterleidingen, bij Katwijk en Monster.«

Het spreekt wel vanzelf, dat deze kwestie van groot belang is voor de plaatsen, die hun drinkwater uit de duinen verkrijgen, en zoo mag men het toejuichen, dat Dr. PAREAU een poging in het werk stelt om proefondervindelijk uit te maken of de Haagsche drinkwaterleiding aan het bovengenoemde gevaar is blootgesteld.

Prof. E. DUBOIS heeft op theoretische gronden de onderstelling van den heer PENNINK bestreden, maar wegens de geringe kennis, die men heeft omtrent de waterbeweging in diepere lagen, meende Dr. PAREAU, dat het wenschelijk is door waarneming uit te maken, hoe het met de stijging van het zeewater op de draineerplaatsen gesteld is. Een goede gelegenheid werd hem daarvoor geboden door een tweetal diepboringen in de watervang der s'Gravenhaagsche duinwaterleiding. Daar was een houten werkput gemaakt, 70 M. lang en 1.60 breed.

De grond was daaruit tot 4 M.  $\mp$  D.P. (Delftsch peil = 0.4 M.  $\mp$  N.A.P.) uitgegraven en met stoompompen tot op den bodem droog gehouden. Is nu de veronderstelling van den heer PENNINK juist, dat bij afpomping van 1 M., het zeewater over een hoogte van 40 M. naar den onderkant eener bronbuis, tusschen het omliggende zoet water, kan opgezogen worden, dan moest ook het zeewater in dien werkput opstijgen. Nu was echter niet alleen die werkput maar zelfs de geheele omgaande duinstrook minstens gedurende één jaar tot 4 M.  $\mp$  D.P. afgepompt, terwijl daar te voren een gemiddelde grondwaterstand van ongeveer 2 M.  $\mp$  D.P. bestond, zoodat volgens de formule van BADON GHYBEN het zoute water oorspronkelijk op 80 M.  $\mp$  D.P. mocht verwacht worden. »Aangezien nu de totale afpomping over een hoogte van 6 M. plaats had, en reeds afpomping over de eerste twee meters het zoute water tot D.P. had moeten doen stijgen, zou volgens de beschouwingen van den heer PENNINK het zeewater in den werkput moeten opbruisen.«

Daarvan was geen sprake, en om de proef nog duidelijker te doen spreken, werden in die zelfde kuip twee diepboringen gemaakt, een tot 23 M.  $\mp$  D.P. en een tot 36 M.  $\mp$  D.P. De eerste reikte alzoo tot de onderste lagen van het alluvium, terwijl de tweede uit het bovendeel van het diluvium het water ophaalde. In beide buizen waren kranen aangebracht dicht bij den bodem van de kuip, zoodat het water uit die proefputten kon afloopen op een hoogte van

3.50 M. ÷ D.P. Het uit beide diepboringen genomen water werd op het chloorgehalte onderzocht door prof. SCHREINEMAKERS te Leiden.

De diepboring op 23 M. ÷ D.P. gaf 35 à 36 milligram chloor per liter, die op 36 M. ÷ D.P. slechts 31 à 32 milligram. »Alzoo bleef het zeewater niet alleen weg in den werkput, maar het was zelfs niet te vinden in de bovenste lagen van het diluvium in een verticale richting vlak onder dien put.«

Uitgaande van de geheel willekeurige veronderstelling, dat goed drinkwater niet meer dan 100 milligram chloor mag bevatten en naar een andere berekening dan de vroegere van de hoeveelheid zoet water, dat in het diluvium voorhanden is, welke hoeveelheid hij nu op 160 miljoen M<sup>s</sup>. stelt, komt het den heer PENNINK voor, dat reeds na vijf jaren in de verticale bronbuizen der Amsterdamsche waterleiding brak water moet opstijgen.

Dr. PAREAU geeft daartegenover een berekening die eveneens de formule van BADON GHYBEN tot grondslag heeft. Hij stelt dan voorop, dat er geen verticale draineerbuizen gebruikt worden, maar dat eenvoudig door verdieping van de open kanalen, de waterspiegel over de geheele oppervlakte van het duingebied der Amsterdamsche waterleiding (3000 hectaren) 1 Meter gedaald is. Daarvoor zou noodig zijn 27 jaren. Hierdoor is echter de geheele voorraad van zoet water in alluvium en diluvium nog lang niet uitgeput, dit zou het nog 17 jaren uithouden.

Verder worden door Dr. PAREAU de volgende onderwerpen behandeld:

§ 3. Het zoutgehalte van het drinkwater te Scheveningen.

§ 4. De Haagsche watervang.

§ 5 De voordeelen van het Haagsche stelsel.

§ 6. Het veiligheidsstation.

Omtrent dit laatste moge hier medegedeeld worden, dat hiermede bedoeld is een gelegenheid tot onderzoek van het water. Op het oogenblik heeft men reeds op de plaats waar de hoofdader der waterleiding het dichtst bij zee gelegen is, n l. op 590 M. afstand, gemeten uit de strandpalen, twee diepboringen, één op 28 M. ÷ D.P. en één op 69 M. ÷ D.P. Daaruit worden geregeld watermonsters genomen, die op chloorgehalte onderzocht zijn. In een tabel zijn de resultaten opgenomen en dan blijkt, dat het chloorgehalte van de eerste diepboring weinig verschil oplevert met het duinwater, dat als drinkwater gebruikt wordt, terwijl de diepere boring geen hooger chloorgehalte geeft dan 90 milligram per liter.

»De directeur der Haagsche waterleiding is voornemens op diezelfde plaats een station te stichten, dat tijdig een waarschuwing

geven zal, indien in de Haagsche watervang de grens van zoet en zout water op bedenkelijke wijze mocht omhoog komen. Daartoe zal de buis van 69 M.  $\div$  D.P. tot 100 M.  $\div$  D.P. worden verdiept, terwijl daarnevens 6 andere buizen in den grond zullen gebracht worden tot 85, 70, 55, 40, 27 en 15 M.  $\div$  D.P. In die buizen zullen uitneembare koperen buizen gesteld worden, welke dus voor contrôle vatbaar zijn. Van al deze diepboringen zullen regelmatig de waterstanden worden opgeteekend in een register, waarin bovendien de chloorgehalten zullen worden vermeld, welke bij maandelijksche opneming op die diepten zullen gevonden worden.«

In de laatste paragraaf — § 7. *Besluit* — zegt Dr. PAREAU: »Uit hetgeen de Haagsche watervang ons heeft geleerd, zoowel bij de proefnemingen in den tot 4 M.  $\div$  D.P. afgepompten werkput als door de waterstanden in de verzamelkom blijkt, dat de waarnemingen niet in overeenstemming zijn met de besluiten, welke langs logischen weg uit de theorie BADON GHYBEN—HERZBERG zijn af te leiden. Die theorie is dan in de praktijk niet toepasselijk voor de Scheveningsche duinen, en aangezien geen belangrijke verschillen tusschen de formatie van onze duinen en die van de duinen der Amsterdamsche waterleiding tot heden voor den dag zijn gekomen, mogen de waarnemingen in de Haagsche watervang ook dienen om de vrees voor de Amsterdamsche Prise d'eau te doen verminderen.«

Bijlage No. 7 bevat een graphische voorstelling omtrent de samenstelling van het drinkwater, opgemaakt door Dr. STORTENBEKER. Daaruit blijkt dat tusschen de jaren 1895—1907 het chloorgehalte constant is gebleven tusschen de grenzen 31.5 en 34.5 milligram per liter, nog iets lager dan het aanvankelijk in 1875 gevonden was door Dr. KOPPESCHAAR, n.l. 35.6 milligram.

Merkwaardig is ook, dat de diepboring op 69 M.  $\div$  D.P., op 590 M. uit de strandpalen gemeten, een chloorgehalte gaf van 90 milligram, terwijl, volgens een teekening van den heer PENNINK, de lijn van 100 milligram chloor bij een dergelijken afstand van het zeestrand op een diepte van ongeveer 74 M. is gelegen in de Amsterdamsche watervang.

»Op overeenkomstige plaatsen in de diepte worden alzoo hier en in de Amsterdamsche Prise d'eau dezelfde choorgehalten aangetroffen.

Hieruit mag dus worden afgeleid, dat de grens van het zoute en zoete water in beide watervangen zich op dezelfde diepte zal bevinden. Dit feit moet de twijfel aan de toepasselijkheid van BADON GHYBEN's onderstelling sterk doen vermeerderen. Immers in den Haag heeft men sinds 1896 al gewerkt met zoogenaamde te korten, dat

zijn de verschillen tusschen het nuttig deel van den regenval en de hoeveelheid verbruikt drinkwater en ook heeft men daar sinds 18 jaren waterstanden beneden D.P. Daarentegen is de Amsterdamsche waterleiding, behalve in de allerlaatste jaren, uitsluitend met open kanalen geëxploiteerd en heeft zij gedurende het grootste deel van haar bestaan niet meer water afgeleverd, dan door regenval kon worden gedekt. Is de theorie van het drijvende zoete water zonder beperkingen hier geldig, dan zou dus in de duinen van Scheveningen de zoutwatergrens reeds ver boven die van de Amsterdamsche Prise d'eau moeten gestegen zijn.«

Hetgeen hier weergegeven en aangehaald is uit het werk van Dr. PAREAU moge de overtuiging schenken, dat dit werk algemeene belangstelling verdient. Moge het voortgezette onderzoek aan de Haagsche waterleiding nog veel licht verspreiden over de zoo gewichtige vraag van de waterbeweging in de duinen.

G. J. W. BREMER.