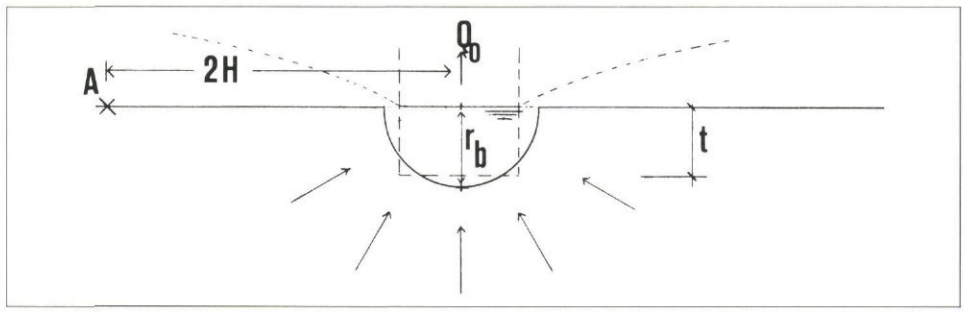
Gegraven putten en hun debiet

In veel derde wereldlanden is de bevolking voor de drinkwatervoorziening afhankelijk van met de hand gegraven putten.
Deze hebben door hun wijze van graven een grote diameter (1 - 1,5 m) en een geringe diepte (1 - 2 m) in het watervoerend pakket (afb. 1).
Om de potentiaalverlaging door wateronttrekking in zulke putten te berekenen, wordt de gegraven put vervangen gedacht door een halve bol met straal r_b en gelijk contactoppervlak met het watervoerende pakket (afb. 2).



Afb. 2 - Vervanging putfilter door een halve bolbron.



IR. P. S. GRASHOFF
Ingenieursbureau
'Oranjewoud' bv

Op een afstand 2H zijn de stroomlijnen recht en evenwijdig en geldt volgens Dupuit:

$$S_A = \frac{Q_o}{2\pi kH} \ln \frac{R}{2H}$$

Hierin is R de effectieve afstand tot open water, die afhankelijk is van de plaatselijke geo-hydrologische omstandigheden.
De stromingsweerstand tussen punt A en de bolvormige put kan berekend worden met de formule van Forchheimer:

$$\phi_o = \frac{Q_o}{2\pi kH} \left\{ \frac{H}{r_b} - \frac{H}{2H} \right\}$$

Deze formule is geldig voor een half-oneindig grondwaterpakket. In werkelijkheid heeft het watervoerend pakket een dikte H, hetgeen in rekening gebracht kan worden door spiegelbronnen (afb. 3).
De spiegelbronnen zijn zodanig geplaatst dat zowel de ondoorlatende laag als het bovenvlak van het watervoerende pakket stroomvlakken worden.
De eerste bolvormige spiegelbron ligt dan op dezelfde afstand onder de ondoorlatende laag als de halve bolbron erboven ligt. Om te zorgen dat het freatisch vlak stroomvlak wordt, dient deze bron gespiegeld te worden ten opzichte van dit vlak. Zo voortgaand ontstaat een oneindige reeks spiegelbronnen.
De bijdragen aan de waterstandverlaging door de eerste vier spiegelbronnen zijn respectievelijk:

$$\phi_1 = \phi_2 = \frac{Q_o}{2\pi kH} \left(\frac{H}{2H} - \frac{H}{2H\sqrt{2}} \right)$$

$$\phi_3 = \phi_4 = \frac{Q_o}{2\pi kH} \left(\frac{H}{4H} - \frac{H}{H\sqrt{20}} \right)$$

De bijdragen van de oneindige reeks spiegelbronnen dienen gesuperponeerd te worden.
Voor de waterstandsverlaging in de put wordt gevonden:

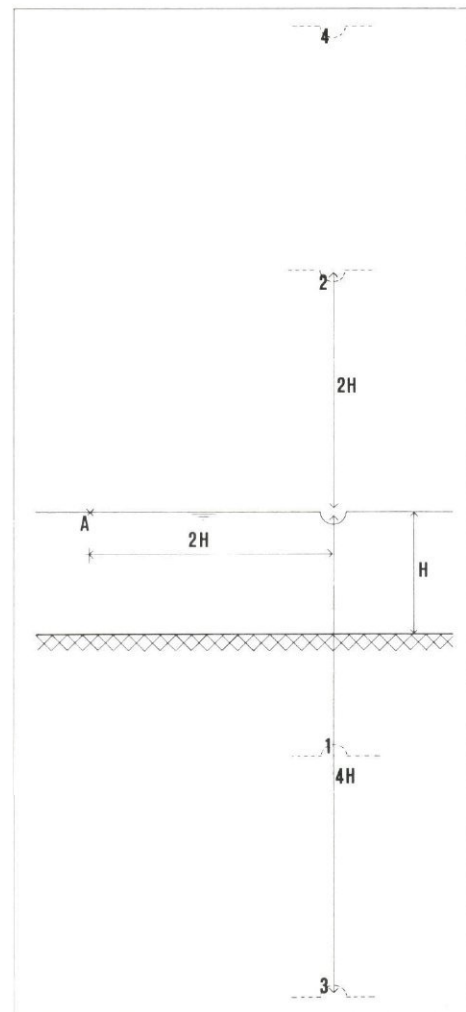
$$s_o = \frac{Q_o}{2\pi kH} \ln \frac{R}{2H} + \Sigma \phi_n$$

De extra waterstandsverlaging ten gevolge van partiële penetratie kan als volgt gevonden worden:

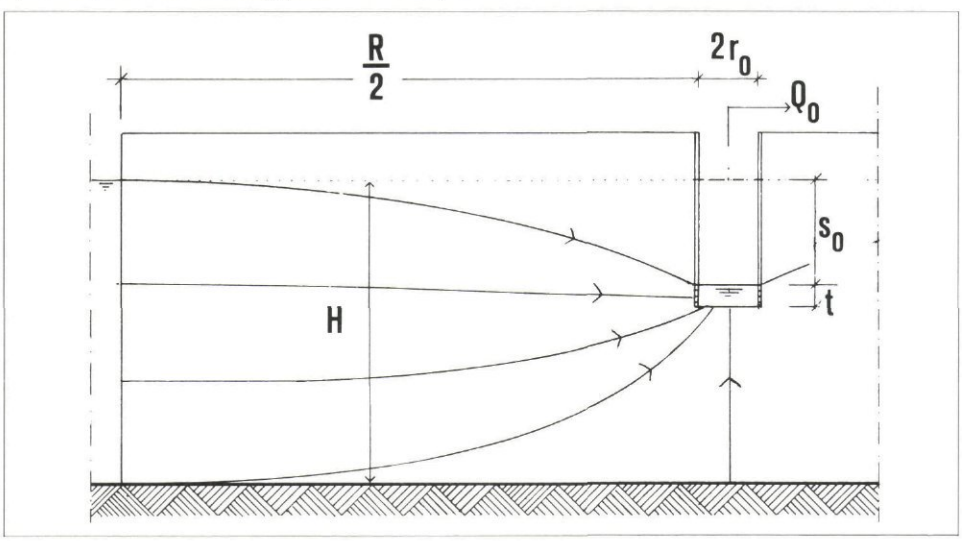
$$s_o = \frac{Q_o}{2\pi kH} \ln \frac{R}{r_b} + \frac{Q_o}{2\pi kH} \ln \frac{r_b}{2H} +$$

$$\Sigma \phi_n = \frac{Q_o}{2\pi kH} \left\{ \ln \frac{R}{r_b} + \beta \right\}$$

Afb. 3 - De spiegeling.



Afb. 1 - Definitieschets voor een gegraven onvolkomen put.



TABEL I – *Waarden voor* β.

H/r_b	5	10	15	20	40	70	100	200
β	2,59	6,89	11,48	16,19	35,50	64,94	94,58	193,89

Hierin is β afhankelijk van de verhouding tussen H en r_b (tabel I).

Op empirische wijze wordt voor β *gevonden:*

$$\beta = \frac{H}{r_b} - 1{,}6 \left\{\ln \frac{H}{r_b}\right\}^{0{,}8}$$

De straal van de bolbron wordt gevonden door de oppervlakte van de halve bol gelijk te stellen aan het doorlatende contactoppervlak met het water in de put bij onttrekking.
Stel de waterhoogte in de put bij onttrekking op t. Dan wordt voor r_b gevonden:

geheel doorlatend oppervlak: $r_b = \sqrt{\{r_o(t + \frac{1}{2}r_o)\}}$
doorlatende putwand: $r_b = \sqrt{\{tr_o\}}$
doorlatende putbodem: $r_b = \frac{1}{2}r_o\sqrt{2}$

Berekeningsvoorbeeld
Een in Zambia (Afrika) algemeen voorkomend puttype heeft een diameter van 1,5 m en dringt 1,5 m door tot in het watervoerend pakket. De dikte van het pakket is 10 m, de doorlatendheidscoëfficiënt ligt in de buurt van de 1 m/d. De effectieve afstand tot open water is 5.000 m. Als in zo'n put, met volledig doorlatend oppervlak, de waterstandsverlaging 1 m is, hoe groot is dan het debiet?
De wandhoogte van het putfilter wordt 1,5 - 1 = 0,5 m. Voor r_b wordt dan gevonden: $r_b = \sqrt{(0{,}75\,(0{,}5 + 0{,}375))} = 0{,}81$ m.
Met de empirische formule wordt β = 9,00 gevonden.
Voor het debiet wordt gevonden:

$$Q_o = 2.\pi.1.10.1.\ \frac{1}{9{,}00 + \ln(5000/0{,}81)} =$$

3,54 m^3/d

Dit is het debiet bij stationaire stroming. Indien niet continu water onttrokken wordt, dan zal het daggemiddelde van deze wateronttrekking lager zijn dan het stationaire debiet.

Conclusie
Het debiet van gegraven putten kan berekend worden met behulp van halve bolbronnen. Bij benadering wordt gevonden:

$$Q_o = 2\pi k H s_o \left\{\ln \frac{R}{r_b} + \frac{H}{r_b} - 1{,}6\,(\ln \frac{H}{r_b})^{0{,}8}\right\}^{-1}$$

Het hiermee gevonden debiet is het debiet bij stationaire stroming.

Geraadpleegde literatuur
Forchheimer, P. (1930). *Hydraulik*. 3e oplage, Leipzig en Berlijn.
Grashoff, P. S. (1983). *Vergelijking van berekeningsmethoden voor het debiet van gegraven putten*. Afstudeerontwerp bij de vakgroep Gezondheidstechniek van Civiele Techniek, TH Delft.
Huisman, L. (1972). *Groundwater recovery*. London, McMillan Press Ltd.

● ● ●

Uitspraak inzake Bredase aanspraak op verzorgingsgebied van 'NW-Brabant'

De NV Waterleiding Maatschappij 'Noord-West-Brabant' blijft water leveren in de Haagse Beemden-Oost te Breda.
Onlangs is de uitspraak van de Kroon bekend geworden waarin het verzoek van de gemeente Breda van 27 december 1977 om de levering in dit gebied over te nemen wordt afgewezen.
De Haagse Beemden-Oost behoorde aanvankelijk tot het grondgebied van de gemeente Prinsenbeek. 'Noord-West-Brabant' verzorgde van het begin af aan de watervoorziening in dit gebied. Toen de Haagse Beemden-Oost op grond van de grenswijzigingswet op 1 juli 1976 aan de gemeente Breda werd toegevoegd, wilde de gemeente Breda het recht verwerven om de waterlevering te gaan verzorgen. De grenswijzigingswet houdt onder meer in dat het gebied tot het voorzieningsgebied van de waterleidingmaatschappij blijft behoren indien er met de gemeente Breda geen nadere regeling wordt getroffen. Als de twee partijen binnen een jaar niet tot een regeling komen voorziet de wet in de mogelijkheid een verzoek te richten tot de Kroon om een regeling vast te stellen.
Het is deze mogelijkheid waarvan de gemeente Breda gebruik heeft gemaakt. Daarbij heeft Breda een aantal argumenten aangevoerd om haar verzoek te ondersteunen. De argumenten berustten op historische, bedrijfs-economische, bestuurlijke, economische en maatschappelijke overwegingen.
De overwegingen van bestuurlijke, economische en maatschappelijke aard hadden met name betrekking op het aspect van de rechtstreekse invloed van de vertegenwoordiging van de burgerij inzake de tariefstelling, alsmede de vaststelling van de algemene en bijzondere leveringsvoorwaarden en voorts in het algemeen op de positie van de verbruiker ten opzichte van het waterdistribuerende bedrijf.
Aan de Raad van State is niet gebleken dat de belangen van de verbruikers op onvoldoende wijze zijn gewaarborgd bij een waterleidingbedrijf, waarvan zowel de deelnemende gemeenten als de provincie op grond van de statuten aandeelhouder zijn. Ook al wordt een geïntegreerde benadering van de verbruiker wenselijk geacht, dan nog is niet aangetoond, dat met het oog daarop de levering van nutsvoorzieningen in een gemeente uitsluitend door een zogenaamd horizontaal geïntegreerd bedrijf dient te geschieden.
Voor zover de voorziening van drinkwater in het betrokken gebied door een ander bedrijf dan het gemeentelijk energie- en waterleidingbedrijf in dit opzicht aanleiding tot problemen zal geven, moeten, mede gelet op de thans bestaande situatie ten aanzien van drinkwatervoorziening in de gemeente Breda, oplossingen kunnen worden gevonden.
Er bestaat immers reeds een daadwerkelijke samenwerking.
Niet is gebleken, dat de inwoners van de gemeente Breda thans ten aanzien van de drinkwatervoorziening in enigerlei opzicht belangrijke moeilijkheden ondervinden.
Verschillen in tarieven danwel aansluitings- en leveringsvoorwaarden zijn niet zodanig dat in dit opzicht tegen de thans bestaande situatie ernstige bezwaren moeten bestaan, aldus enkele overwegingen van de Raad van State.
'Noord-West-Brabant' verzette zich tegen de gevraagde overneming. Het Bredase verzoek werd door de Kroon niet ingewilligd.
De Kroon concludeert dat er geen aanleiding is om een regeling vast te stellen inzake de overneming door de gemeente Breda. In de praktijk betekent dit dat de NV Waterleiding Maatschappij 'Noord-West-Brabant' de watervoorziening in de Haagse Beemden-Oost blijft verzorgen.

Waterwingebied vervuild: Hoogeveen sluit bron

Hoogeveen gaat op advies van de Inspectie voor de Volksgezondheid en in overleg met het KIWA een van de vijftien bronnen in het waterwingebied van het gemeentelijk waterleidingbedrijf sluiten. Bij een oriënterend onderzoek zijn in dit drinkwater sporen aangetroffen van fenolen, aromaten en cyaniden. Deze zijn mogelijk afkomstig van de gasfabriek die op dit terrein van 1915 tot 1954 in bedrijf is geweest.
Er komt nu een geo-hydrologisch onderzoek gevolgd door een saneringsonderzoek en daarna reiniging van de vervuilde grond.