

Gemiddelde stijghoogten van het grondwater en een
berekening van de kwel en het zoutbezwaar in de
polder "De Oude Korendijk"

K.E.Wit

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUWInleiding

Voor het berekenen van de intensiteit van de kwel in de polder "De Oude Korendijk", welke is gelegen in het zuidwestelijk gedeelte van de Hoekse waard, zijn behalve gegevens betreffende de bodemconstanten, gegevens nodig met betrekking tot de gradiënt van het diepe grondwater, zowel in horizontale als in verticale richting.

In de NOTA no's 189 en 190 zijn de uit pompproeven en laboratoriummetingen in ongeroerde monsters verkregen kD-waarden van de grofzandige lagen en de c-waarden van slecht doorlatende lagen vastgelegd.

In de derde week van juli 1962 zijn gedurende 40 uur alle peilfilters ieder uur gepeild; uit de verkregen gegevens zijn isohypsenkaarten en drukverschillenkaarten vervaardigd, zie NOTA no.150. Uit de verrichte peilingen bleek dat de amplitude van de getijbewegingen landinwaarts sterk wordt uitgedempt, zodat aan de rand van de polders de fluctuaties slechts enkele centimeters bedragen. Als gevolg van de droge maanden mei, juni en juli zijn extreem lage grondwaterstanden gedurende de peilingen gemeten. De op deze gegevens betrekking hebbende kaarten kunnen dan ook niet worden beschouwd als te zijn het gemiddelde van een normale zomer.

Daar de fluctuaties als gevolg van de getijbewegingen aan de rand van de polder vrij gering zijn, is het mogelijk isohypsen- en drukverschillenkaarten te vervaardigen, die het gemiddeld beeld over een geheel jaar weergeven. Hiervoor is het jaar 1961 genomen, mede uit overweging dat over dit jaar de meeste gegevens, zowel van diepe als ondiepe grondwaterstanden beschikbaar waren.

In het volgende zullen achtereenvolgens de vervaardigde kaarten worden behandeld, alsmede een berekening van de kwel en het zoutbezwaar in genoemde polder.

1785558

11 FEB. 1998



Gemiddelde stijghoogten en drukverschillen

Voor het bepalen van de potentiaalgradiënten zijn de volgende kaarten vervaardigd:

- . isohypsenkaart van ondiepe grondwaterstanden (≈ 2 m - m.v.)
- . isohypsenkaart van de stijghoogten op een diepte van ongeveer 20 m
- . isohypsenkaart van de stijghoogten op een diepte van 40 à 50 m
- . drukverschillenkaart van de stijghoogten op een diepte van 2 en 20 m
- . drukverschillenkaart van de stijghoogten op een diepte van 20 en 40 à 50 m

1. Gemiddelde grondwaterstanden op een diepte van 2 m

In 1957 zijn een 32 ondiepe buizen geplaatst voor het meten van ondiepe grondwaterstanden. Het peil in de open waterlopen is gemeten ten opzichte van een aantal peilschalen en duikers.

Vanaf 1958 zijn tevens gegevens beschikbaar van een achttal C.O.L.N.-buizen.

In de diepboringen zijn behalve filters op 20, 30 en 40 à 50 m diepte, eveneens filters geplaatst op een diepte van 2 m. Het is echter gebleken, dat de in deze buizen verrichte waarnemingen sterk afwijken van de metingen in bovengenoemde buizen. Om deze reden zijn ze buiten beschouwing gelaten.

Uitgezonderd de C.O.L.N.-buizen, waren de ondiepe buizen niet gewaterpast. Daar van deze buizen eind 1960 28 zijn getrokken, was het niet mogelijk de exacte N.A.P.-hoogte hiervan te bepalen. Aan de hand van opgaven betreffende de juiste plaats en de b.b.-hoogte ten opzichte van maaiveld is zo goed mogelijk getracht de N.A.P.-hoogte te achterhalen.

De grondwaterstanden zijn om de tien dagen opgenomen. Het gemiddelde is bepaald over het gehele jaar en weergegeven ten opzichte van N.A.P. in figuur 1. Uit deze figuur blijkt dat het grootste gedeelte van de polder een grondwaterstand heeft, die tussen 125 en 160 cm - N.A.P. ligt. In de omgeving van Goudswaard komen als gevolg van een hogere maaiveldsligging grondwaterstanden van 50 cm - N.A.P. voor.

Het polderpeil van de aangrenzende polders ligt enige tientallen centimeters hoger.

2. Isohypsenkaarten van de stijghoogten op een diepte van 20 en 40 à 50 m

De diepe filters zijn geregeld drie keer per maand waargenomen. Het jaarlijks gemiddelde is bepaald voor 1961.

Voor het vervaardigen van isohypsenkaarten dienen de gemiddelde stijghoogten gecorrigeerd te worden op eenzelfde soortelijk gewicht, zie NOTA no.127 en 150.

In figuur 2 zijn de gecorrigeerde stijghoogten in de watervoerende laag op een diepte van 18 tot 25 m weergegeven. Vanwege de invloed van de getijbewegingen is het niet mogelijk het verloop aan te geven van de gemiddelde stijghoogten vlak langs de kust. Langs het Spui is de gradiënt van het diepe grondwater aanmerkelijk hoger dan langs het Haringvliet. Dit is te verklaren doordat, ten eerste het Spui minder diep is dan het Haringvliet en ten tweede de natte doorsnede veel kleiner is.

Evenals in figuur 5 van NOTA no.150 blijken in figuur 2 de stijghoogtelijnen bij H3 een landinwaarts gerichte kromming te vertonen; hetgeen wijst op een grote kD -waarde van het watervoerende pakket in deze omgeving. Verder is het verloop vrij regelmatig te noemen, de laagste stijghoogten komen voor in het noordoostelijke gedeelte van de polder bij H10 en H14.

In figuur 3 zijn de gemiddelde gecorrigeerde stijghoogten van de tweede watervoerende laag, beginnend op een diepte van globaal 35 m, aangegeven. Deze figuur vertoont ongeveer eenzelfde beeld als figuur 2, de laagste stijghoogten zijn aangetroffen bij H29, H11 en H10.

3. Drukverschillenkaart van de stijghoogten op een diepte van 2 en 20 m

Het berekenen van de intensiteit van de kwel kan op eenvoudige wijze geschieden, indien gegevens beschikbaar zijn omtrent de verticale potentiaal gradiënt en de c -waarde van het afdekkend pakket.

In NOTA no.189 is voor het afdekkend pakket een gemiddelde verticale weerstand berekend van ≈ 2500 dagen.

Voor het vaststellen van het drukverschil tussen het grondwater op een diepte van 2 en 20 m, is gebruikgemaakt van de gemiddelde grondwaterstanden over 1961.

Voor het berekenen van het verticaal drukverschil zij verwezen naar NOTA no.127 en 150. Verder is verondersteld dat het zoutgehalte van het afdekkend pakket bij benadering gelijkgesteld kan worden aan

dat van de eerste watervoerende laag. Omtrent het zoutgehalte van open water zijn tevens gegevens beschikbaar. Als begrenzing van het zoutgehalte van open water en dat van het diepe grondwater is een diepte aangehouden van 2 tot 4 m beneden maaiveld.

In figuur 3 zijn de berekende ^(druk)verschillen weergegeven. Het gebied is als volgt ingedeeld.

	Oppervlak (ha)	Gemiddeld drukverschil (m)
O ₁	359	0,66
O ₂	352	0,86
O ₃	25	1,10
	736	0,77

Het gemiddeld drukverschil $\Delta h(\text{vert.})$ bedraagt voor het gehele gebied 0,77 m. Substitutie van de bekende grootheden in:

$$q_v = \frac{\Delta h(\text{vert.})}{c}$$

geeft voor de kwel q_v 0,31 mm/dag.

4. Drukverschillenkaart van de stijghoogten op een diepte van 20 en 40 à 50 m

In figuur 4 is het gecorrigeerde drukverschil tussen de twee watervoerende lagen weergegeven. Van west naar oost blijkt het drukverschil groter te worden.

Als gevolg van de geul, die bij H32 en H5 is aangetroffen, komen ter plaatse kleine drukverschillen voor. Omtrent het verdere verloop van deze geul valt uit figuur 4 verder niets af te leiden.

5. Berekening van de kwel uit figuur 2 en 3

Zoals in het voorgaande reeds is opgemerkt, kunnen in het onderzochte gebied twee watervoerende lagen worden onderscheiden. De kD -waarde is voor de eerste en tweede laag respectievelijk vastgesteld op 300 en 600 m²/dag, zie NOTA no.190.

In figuur 2 en 3 is langs de rand van de polder de stromingsrichting aangegeven door het tekenen van vierkantjes.

Voor elk vierkantje geldt:

$$Q_n = \gamma_n \frac{\Delta h}{x_n} kD = \Delta h \cdot kD$$

waarin n het aantal vierkantjes voorstelt.

Voor de eerste laag zijn 9 vierkantjes met $\Delta h = 0,1$ m, 6 met $\Delta h = 0,05$ en 1 met $\Delta h = 0,025$ m getekend.

$$\Sigma Q' = [0,9 + 0,3 + 0,025] \times 300 = 425 \text{ m}^3$$

Het verkregen bedrag wordt verdeeld over een oppervlakte van 692 ha, hetgeen betekent dat $q_v' \approx 0,064$ mm/dag.

Wanneer we eenzelfde berekening uitvoeren voor de tweede laag wordt

$$\Sigma Q'' = [1,6 + 0,2] \times 600 = 1080 \text{ m}^3$$

Het oppervlak is 716 ha, waaruit volgt dat $q_v'' \approx 0,151$ mm/dag.

Uit de hierboven uitgevoerde berekeningen volgt voor de kwel van beide watervoerende lagen een waarde van 0,22 mm/dag, welke uitkomst in grootte-orde overeenkomt met de waarde, berekend uit de verticale weerstand en het verticaal drukverschil.

In het volgende is voor $\bar{q}_v$ 0,25 mm/dag aangehouden.

6. Berekening van het zoutbezwaar van de polder

De hoeveelheid zout, die gemiddeld over een geheel jaar per ha/dag wordt geleverd, kan worden berekend uit $\bar{q}_v$ en de zoutconcentraties van het bodemwater op een diepte van 20 m.

Bij de uitgevoerde berekeningen is allereerst vooropgesteld dat de kwel gelijkmatig over de polder is verdeeld, daarnaast is aangenomen dat de kwel in het westelijk gedeelte een factor twee groter is dan in het oostelijk gedeelte van de polder.

In figuur 6 is het zoutgehalte in mg Cl^- /l weergegeven op een diepte van 20 m. Door de verschillende oppervlakten te planimetreren van het kwelgebied in figuur 2, is het gemiddeld zoutgehalte te bepalen. Hiervoor is gevonden $z = 1,34$ g Cl^- /l.

De hoeveelheid zout Z in kg Cl^- /ha/dag wordt:

$$Z = [0,1 \bar{q}_v \times 10^6] \frac{z}{10^3} = [0,025 \times 10^6] \frac{1,34}{10^3} = 3,4 \text{ kg } \text{Cl}^-/\text{ha/dag}$$

Indien $\bar{q}_v$ in het westelijk gedeelte van de polder een factor twee groter is dan in het oostelijk gedeelte, wordt z 1,55 g Cl^- /l, waaruit voor Z een waarde volgt van 3,9 kg Cl^- /ha/dag,

De verkregen uitkomsten komen zeer goed overeen met de uit maalgegevens berekende waarde, namelijk 3,6 kg Cl^- /ha/dag, zie hiervoor NOTA no.181.

7. Samenvatting

In de polder "De Oude Korendijk" zijn uit gemiddelde stijghoogten op verschillende diepten isohypsen- en drukverschillenkaarten samengesteld.

Uit de drukverschillenkaart van het grondwater op een diepte van 2 en 20 m en de verticale weerstand van het afdekkend pakket is een kwel berekend van 0,31 mm/dag. Voor deze waarde is uit de isohypsenkaarten 0,22 mm/dag berekend, zodat we als gemiddelde waarde voor de kwel in bovengenoemde polder 0,25 mm/dag vinden. Uitgaande van laatstgenoemde waarde is het zoutbezwaar van de polder berekend. Bij een aanname van een gelijkmatige kwel over de gehele polder wordt een hoeveelheid zout van 3,4 kg Cl^- /ha/dag geleverd. Indien de kwel in het westelijk gedeelte van de polder een factor twee groter is dan in het oostelijk gedeelte is hiervoor een bedrag berekend van 3,9 kg Cl^- /ha/dag.

ISOHYPSENKAART VAN HET GRONDWATER OP EEN DIEPTE VAN 2 M (JAARGEMIDDELDE 1961)



DRUKVERSCHIL VAN HET GRONDWATER OP EEN DIEPTE VAN ONGEVEER 2 EN 20 M BENEDEN MAAVELD



DRUKVERSCHILLEN VAN HET GRONDWATER OP EEN DIEPTE VAN ONGEVEER 20
EN 30 TOT 40 M BENEDEN MAAIVELD



CHLORIDE GEHALTE OP EEN DIEPTE VAN ONGEVEER 20 M BENEDEN MAAIVELD

FIG. 6

