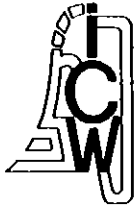


ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

ICW nota 1644
Projectgroep Zuidelijk Peelgebied 38
september 1985



nota

— instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen —

EEN EENVOUDIGE METHODE VOOR HET BEREKENEN VAN STROOMBANEN UIT
DE ISOHYPSENKAART, TOEGEPAST OP HET VERPLAATSINGSONDERZOEK IN
HET ZUIDELIJK PEELGEBIED

ir. F. Blömer

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. WERKWIJZE	1
2.1. Locatie en basisgegevens van de dwarsdoorsnede van het proefgebiedje	2
2.2. Gebruikte rekenmethode voor de waterbalans per vak	6
2.3. De constructie van stroombanen met behulp van de waterbalans	7
3. RESULTATEN VERPLAATSINGSONDERZOEK	8
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	12
LITERATUUR	13

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

In het project 'Optimalisatie Regionaal Waterbeheer in gebieden met tegengestelde belangen' wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een procedure waarmee beheersalternatieven voor het beheer van grond en oppervlaktewater kunnen worden gekwantificeerd en geëvalueerd. Het project richt zich op gebieden waar het bodemgebruik zeer intensief is, de intensieve veehouderij voor mestoverschotten zorgt, grondwater wordt onttrokken voor beregening en drinkwatervoorziening, aanvoer van water voor beregening en subirrigatie mogelijk is en natuurgebieden voorkomen. Deze studie beperkt zich tot de belangen van de landbouw, drink- en industriewatervoorziening en natuurbehoud bij een goede waterbeheersing (DRENT, 1985).

Een belangrijk aspect in het project is het beschrijven van het verloop van het gehalte aan stoffen langs de stroombaan in de ondergrond. In dit verband is in 1983 het verplaatsingsonderzoek gestart met als doel het vervolgen van de chemische samenstelling van het grondwater met de diepte in relatie tot het bodemgebruik, de geohydrologische en hydrologische condities.

In deze nota zal worden ingegaan op een eenvoudige methode voor het berekenen van de waterbalans en de stroombanen van een daarvoor specifiek gekozen proefgebiedje.

2. WERKWIJZE

Om de waterkwaliteit te kunnen bestuderen en interpreteren moeten de waterstroming, de hoeveelheid water en de geohydrologische parameters bekend zijn. Deze gegevens leiden tot kennis over de waterstromingsrichting en de stroomsnelheden, de zogenaamde stroombanen van het water. Deze stroombanen zijn nodig omdat zij de basis vormen van alle grondwaterkwaliteitsstudies. Door een dwarsdoorsnede in het studiegebiedje

te kiezen die loodrecht op de isohypsen ligt, kan met een twee-dimensionale benadering in het 'x-z' vlak worden volstaan.

2.1. Locatie en basisgegevens van de dwarsdoorsnede van het proefgebiedje

Voor het verplaatsingsonderzoek zijn een aantal boringen uitgevoerd op één perceel van een landbouwbedrijf aan de langstraat te Deurne (NB). Zie fig. 1 voor de ligging van deze locatie.

Met behulp van de isohypsenkaarten van het freatisch pakket voor de zomer- en wintersituatie van 1982 is een dwarsdoorsnede gekozen welke de stroombanen zou moeten bevatten die onder de monsterlocatie lopen (zie fig. 1).

Een eenvoudige geohydrologische schematisatie van de dwarsdoorsnede kan worden verkregen uit het onderzoek van VAN REES VELLINGA en BROERTJES (1984). Deze dwarsdoorsnede is ingedeeld in vakken met eenzelfde kD-waarde welke zijn afgeleid uit de kD-waardenkaart van het 1e watervoerende pakket (fig. 2, 3 en 4).

Op de grens van vak 1 en 2 door de dwarsdoorsnede loopt de griendsveenbreuk. Deze breuk moet als een breukzone worden beschouwd met mogelijk een afwijkende kD-waarde. Hierover zijn onvoldoende gegevens bekend. Aan de oostzijde van vak 2 doorsnijdt het Peelkanaal de dwarsdoorsnede. Uit balansstudies is gebleken dat het kanaal op het traject dat de beschouwde dwarsdoorsnede doorsnijdt waarschijnlijk water verliest naar de ondergrond. Deze twee onzekerheden hebben tot gevolg dat de hiernavolgende stroombaan berekeningen met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd dienen te worden.

Augustus 1982

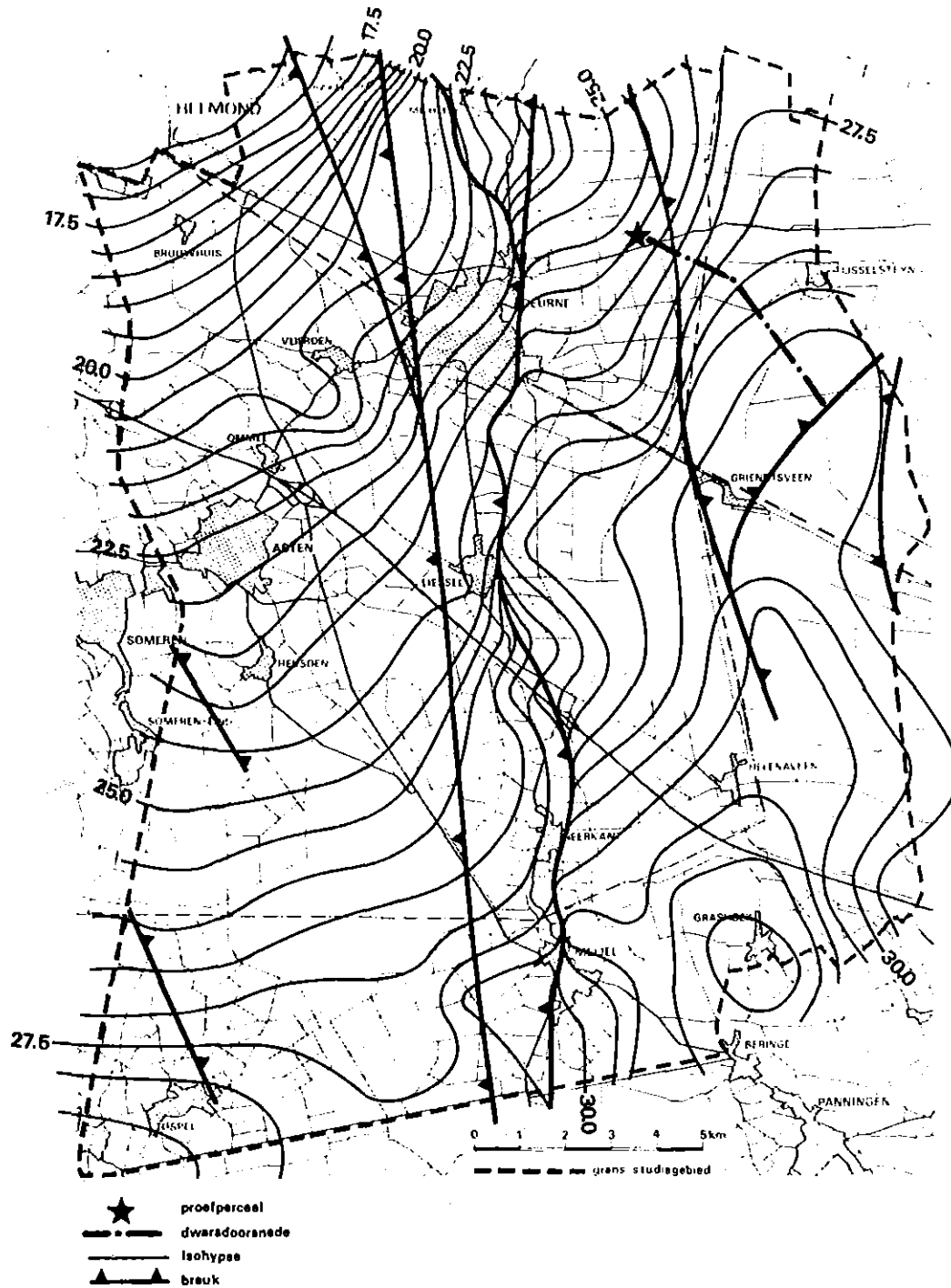


Fig. 1. De isohypsenkaart van het eerste watervoerende pakket van het Zuidelijk Peelgebied in augustus 1982



Fig. 2. kD-waardenkaart van het 1e watervoerend pakket

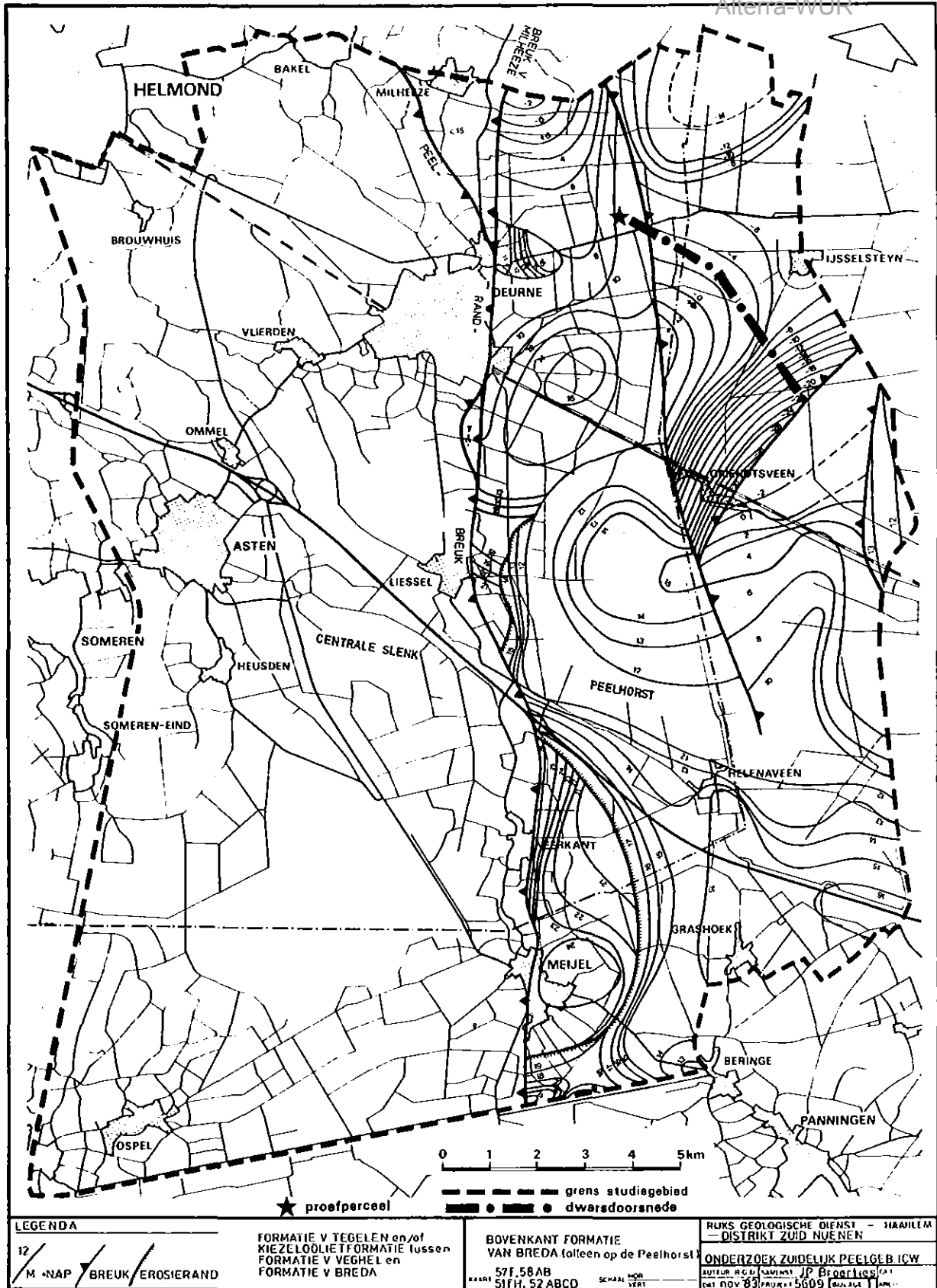


Fig. 3. Hoogteligging van de onderkant van het watervoerende pakket (t.o.v. NAP)

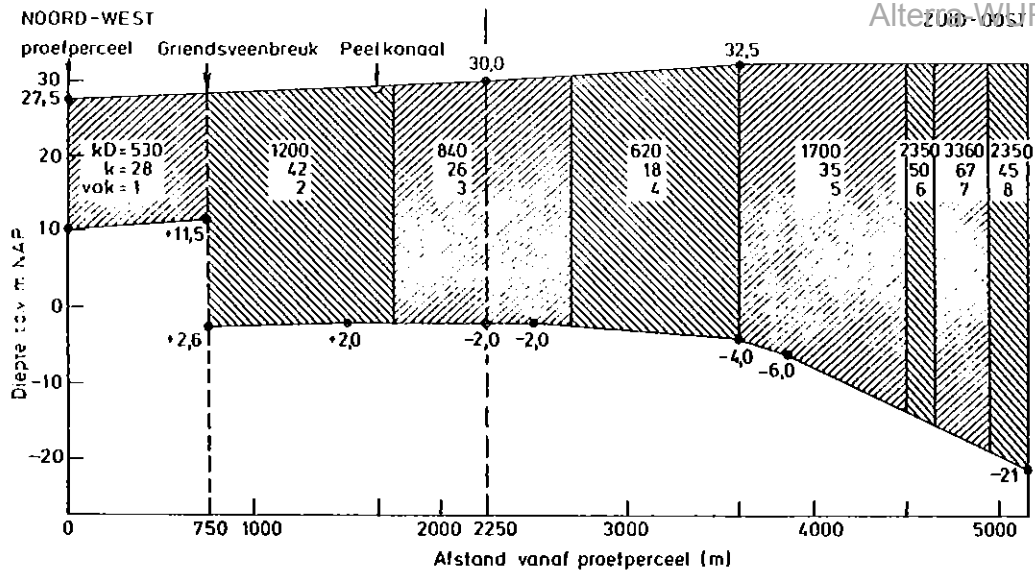


Fig. 4. Geohydrologische schematisatie van de gekozen dwarsdoorsnede die de stroombanen bevat die onder het proefperceel doorlopen

2.2. Gebruikte rekenmethode voor de waterbalans per vak

Omdat de dwarsdoorsnede op de waterscheiding begint, onder aanname van een ondoorlatende basis zonder waterstroming door de verticale ondergrens van de dwarsdoorsnede, kan de waterbalans worden opgesteld. Uit het verhang en de kD -waarde kan de gemiddelde waterstroming in de verschillende vakken worden berekend met formule 1:

$$Q = - kD \frac{\Delta h}{\Delta x} \quad (1)$$

waarin: k = de doorlatendheid van het watervoerende pakket (m/dag)

D = de dikte van het watervoerende pakket (m)

Δh = het stijghoogteverschil tussen twee vakken (m)

Δx = de afstand tussen twee vakken (m)

Q = het debiet door de dwarsdoorsnede met een dikte van 1 m (m^2/dag)

De massabalans van een vak levert dan de in- en uitstroming. Door op de waterscheiding te beginnen met rekenen volgt de voeding van elk vak uit de balans (verg. 2):

$$Q_{\text{voeding}} = Q_{\text{in}} - Q_{\text{uit}} \quad (2)$$

waarin: Q_{in} = de waterstroming uit het vorige vak
 Q_{uit} = de waterstroming uit het beschouwde vak
 $Q_{voeding}$ = het neerslagoverschot

2.3. De constructie van stroombanen met behulp van de waterbalans

Als van een element de waterbalans bekend is kan uit de verhouding van het in- en uitstromend water de waterverdeling in dit element worden geconstrueerd.

Als voorbeeld wordt een rechthoekig element beschouwd met dikte D en lengte L met een ondoorlatende basis. De verticale instroming is $b \text{ m}^3/\text{dag}$ en de horizontale instroming is $a \text{ m}^3/\text{dag}$. De resulterende uitstroming is $a + b \text{ m}^3/\text{dag}$. In fig. 5 is op de dwarsdoorsneden $0, 1/4 L, 1/2 L, 3/4 L$ en L aangegeven hoe de waterverdeling is als $a = 8$ en $b = 10$. Voor de hoeveelheid water tussen twee stroombanen wordt $a/4$ gekozen.

Op doorsnede $1/2 L$ ligt de grens tussen watertype b en a op $aD/(a + 1/2 b)$. Het onderste deel van de doorsnede kan dan in 4 delen van een $1/4 a$ opgedeeld worden. Door het bovenste deel stroomt een $1/2 b$ of $\frac{1/2 b}{1/4 a} = 2 \frac{b}{a} = 2 \times \frac{10}{8} = 2 \frac{1}{2}$ stroombaan. Deze doorsnede moet dus in 3 stukken worden gedeeld met de verhouding $1/5:2/5:2/5$.

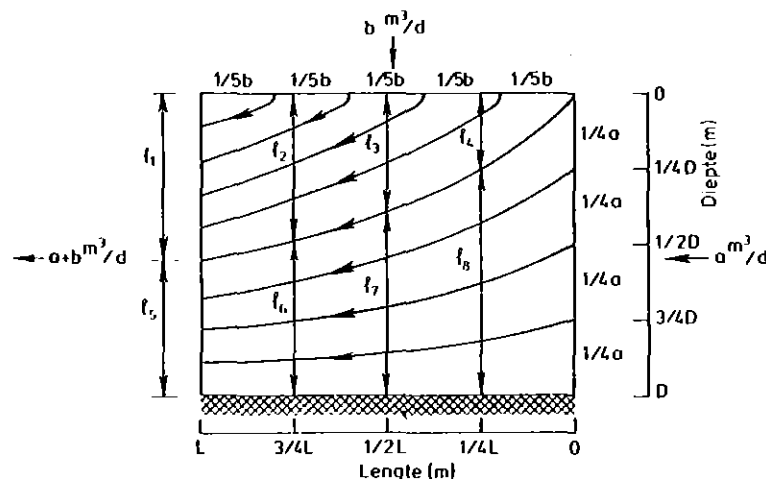


Fig. 5. Voorbeeld van de constructie van de stroombanen in een element waarvan de waterbalans bekend is. De hoeveelheid water tussen twee stroombanen is $1/4 a$ ($a = 8$ en $b = 10$)

$$\begin{aligned} \ell_1 &= \frac{bD}{a+b}, \quad \ell_2 = \frac{3/4 bD}{a+3/4 b}, \quad \ell_3 = \frac{1/2 bD}{a+1/2 b}, \quad \ell_4 = \frac{1/4 bD}{a+1/4 b} \\ \ell_5 &= \frac{aD}{a+b}, \quad \ell_6 = \frac{aD}{a+3/4 b}, \quad \ell_7 = \frac{aD}{a+1/2 b}, \quad \ell_8 = \frac{aD}{a+1/4 b} \end{aligned}$$

3. RESULTATEN VERPLAATSINGSONDERZOEK

Met behulp van de geohydrologische schematisatie (fig. 4) en de isohypsenkaarten (fig. 1) zijn de gegevens verkregen om met de formules (1) en (2) de voeding per blok uit te rekenen. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 1 en 2. Om het principe van de stroombaanconstructie, zoals behandeld in par. 2.3 te illustreren zijn de gegevens van tabel 1 en 2 gebruikt. De resultaten zijn gegeven in fig. 6 en 7.

Tabel 1. Waterbalansberekening op basis van de isohypsenkaart en de kD-waardenkaart voor augustus 1982. De invoergegevens staan in de eerste 5 kolommen

Vak nr	Afstand vanaf proefperceel	Δh (m)	Δx (m)	kD m^2/dag	Q m^2/dag	$Q_{voeding}$ m^2/dag	$Q_{voeding/m}$ mm/dag
Augustus 1982							
1	0- 750	0,806	750	530	0,570	-0,694	-0,93
2	750-1750	1,053	1000	1200	1,264	0,531	0,53
3	1750-2700	0,829	950	840	0,733	0,395	0,42
4	2700-3600	0,490	900	620	0,338	0,050	0,06
5	3600-4500	$\approx 0,1525$	900	1700	0,288	0,051	0,06
6	4500-4650	$\approx 0,0151$	150	2360	0,237	-0,101	-0,67
7	4650-4950	$\approx 0,0302$	300	3360	0,338	0,108	0,36
8	4950-5130	$\approx 0,0176$	180	2350	0,230	0,230	1,28

Tabel 2. Waterbalansberekening op basis van de isohypsenkaart en de kD-waardenkaart voor april 1982

Vak nr	Δh (m)	Δx (m)	kD (m^2/dag)	Q (m^2/dag)	$Q_{voeding}$ (m^2/dag)	$Q_{voeding/m}$ (mm/dag)
April 1982						
1	0,828	750	530	0,583	-1,044	-1,39
2	1,356	1000	1200	1,627	0,768	0,77
3	0,971	950	840	0,859	0,804	0,85
4	0,080	900	620	0,055	-0,092	0,10
5	0,067	775	1700	0,147	0,147	0,19

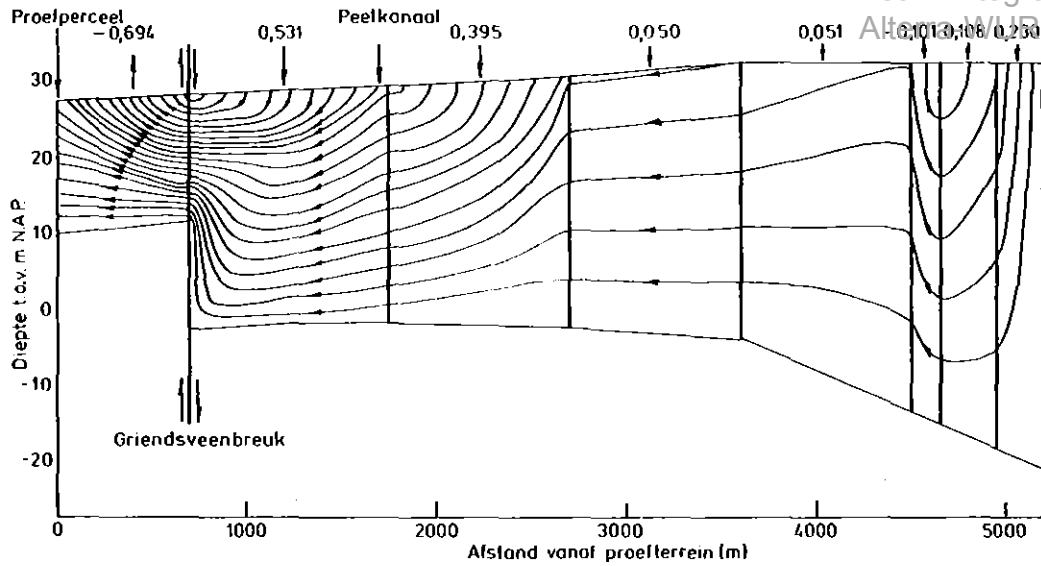


Fig. 6. Stroomlijnen patroon voor de zomersituatie 1982 op basis van de waterbalansberekening uit tabel 1. Tussen 2 stroomlijnen stroomt $0,058 \text{ m}^2/\text{dag}$

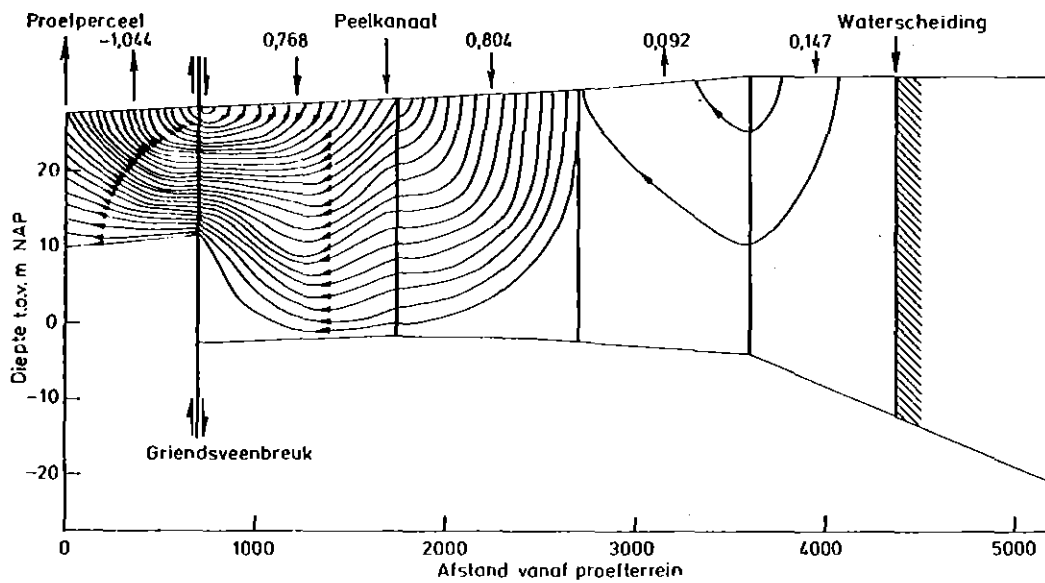


Fig. 7. Stroomlijnen voor de wintersituatie 1982 op basis van de waterbalansberekening uit tabel 2. Tussen 2 stroomlijnen stroomt $0,058 \text{ m}^2/\text{dag}$

Over de uitgevoerde berekeningen kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt.

- De voeding van het watervoerend pakket is in de wintersituatie groter dan in de zomersituatie.
- Opvallend is dat in de zomersituatie geen capillaire opstijging wordt berekend.
- Verder wordt in vak 1 een kwelsituatie berekend.
- Voor vak 5 tot en met 8 zijn de stijghoogteverschillen niet goed meer af te lezen uit de isohypsenkaart omdat geëxtrapoleerd is naar de waterscheiding toe.

Het gevolg is dat de waterbalans van deze vakken minder nauwkeurig is.

- Door de manier van berekenen, van de waterscheiding tot aan vak 1, werken de fouten die gemaakt worden dóór in de naastliggende vakken. In de veldsituatie blijkt bijvoorbeeld dat de berekende kwelsituatie in vak 1 in werkelijkheid niet optreedt (WIT, 1985).
- De kD-waardenkaart levert een aantal klassen waarbinnen de kD-waarde moet liggen. Uit formule (1) is af te leiden dat een factor 2 à 3 verschil in de kD-waarde een aanzienlijke wijziging van de voeding kan veroorzaken. Zeker als dit doorwerkt in een aantal naast elkaar liggende vakken.
- Ten zuiden van het proefperceel vertonen de isohypsen een lichte buiging tengevolge van de griendsveenbreuk (zie fig. 1). Dit betekent dat de stromingsrichting van het grondwater dat deze breukzone passeert afgebogen wordt. Hoewel dit volgens fig. 1 ter plekke van de dwarsdoorsnede niet gebeurt, is het zeer goed mogelijk dat loodrecht op de dwarsdoorsnede in vak 2 toch waterstroming plaats vindt. Aanname bij deze redenering is dat ter plaatse van de breukzone een verlaagde kD-waarde optreedt (WIT, 1985).

Om de gevoeligheid van de kD-waarde enigszins in te schatten zijn de berekeningen opnieuw uitgevoerd, maar nu met een gekozen voeding. Voor de zomersituatie is 0,5 mm/dag capillaire opstijging gekozen en voor de wintersituatie een neerslagoverschot van 1,5 mm/dag. De aldus berekende kD-waarden zijn gegeven in tabel 3 en 4.

Tabel 3. kD-waardenberekening op basis van de isohypsenkaart en een gemiddelde capillaire opstijging van 0,5 mm/dag voor augustus 1982

Vak nr	Δh (m)	Δx (m)	$Q_{\text{voeding/m}}$ (mm/dag)	Q_{voeding} (m ² /dag)	Q (m ² /dag)	kD (m ² /dag)
Augustus 1982						
1	0,806	750	-0,5	-0,375	-2,565	2387
2	1,053	1000	-0,5	-0,50	-2,190	2080
3	0,829	950	-0,5	-0,475	-1,690	1937
4	0,490	900	-0,5	-0,450	-1,215	2232
5	≈ 0,1525	900	-0,5	-0,450	-0,765	4515
6	≈ 0,0151	150	-0,5	-0,075	-0,315	3129
7	≈ 0,0302	300	-0,5	-0,150	-0,240	2384
8	≈ 0,0176	180	-0,5	-0,090	-0,090	920

Tabel 4. kD-waardenberekening op basis van de isohypsenkaart en een gemiddeld neerslagoverschot van 1,5 mm/dag april 1982

Vak nr	Δh (m)	Δx (m)	$Q_{\text{voeding/m}}$ (mm/dag)	Q_{voeding} (m ² /dag)	Q (m ² /dag)	kD (m ² /dag)
1	0,828	750	1,5	1,125	6,563	5 945
2	1,356	1000	1,5	1,50	5,438	4 010
3	0,971	950	1,5	1,425	3,938	3 853
4	0,080	900	1,5	1,35	2,513	28 271
5	0,067	775	1,5	1,163	1,163	13 452

Het blijkt dat nu een veel hogere kD-waarde wordt gevonden. Uit het geringe aantal bepalingen van de kD-waarde (VAN REES VELLINGA en BROERTJES, 1984) volgt dan ook dat de waterbalans voor de gekozen dwarsdoorsnede niet eenduidig bepaald kan worden. Voor een meer nauwkeurige waterbalans die de basis moet zijn voor een waterkwaliteitsstudie zijn dan ook meer gegevens noodzakelijk. Gedacht moet worden aan een raai van waarnemingspunten langs de dwarsdoorsnede.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Samenvattend kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt over de waterbalans (die de stroombanen bepaalt) van de dwarsdoorsnede van het verplaatsingsonderzoek.

- Doordat de stijghoogteverschillen vlak bij de waterscheiding erg klein zijn, is de waterbalans aan het begin van de dwarsdoorsnede niet nauwkeurig. Dit werkt als gevolg van de gebruikte rekenmethode door in de naastliggende vakken.
- De kD-waarden zijn gegeven in klassen. Verschillen met een factor 2 à 3 binnen 1 klasse zijn mogelijk. Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor de loop van de stroombanen, zowel voor de plaats van de stroombaan als voor de verblijftijd van het water.
- Het aantal meetpunten waarop de kD-waardenkaart is gebaseerd in het gebied van de dwarsdoorsnede is te klein om een nauwkeurige waterbalans te maken.
- Bij de berekening van de stroombanen is uitgegaan van een stationaire benadering per half jaar. Om deze aanname te rechtvaardigen zijn meetgegevens over enkele jaren nodig.
- De invloed van infiltratie uit het Peelkanaal en de invloed van de grindsveenbreuk zijn bij de gebruikte rekenmethode uitgesmeerd over het betreffende vak van de dwarsdoorsnede.

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat meerder meetpunten nodig zijn, zodat een nauwkeuriger waterbalans gemaakt kan worden. Aanvullende kD-waarden en laagdikten kunnen worden verkregen door extra boringen te verrichten langs de dwarsdoorsnede.

Aanvullende gegevens over de waterbalans moeten volgen uit extra grondwaterstandsmetingen, dit kan echter niet meer voor het jaar 1982.

Gezien de onnauwkeurigheden in het hydrologische deel van het verplaatsingsonderzoek kan de gemeten waterkwaliteit niet worden geïnterpreteerd.

LITERATUUR

- DRENT, J., 1985. Toelichting op het project 'Optimalisatie Regionaal Waterbeheer in gebieden met tegengestelde belangen'. ICW, Wageningen.
- REES VELLINGA, E. VAN en J.P. BROERTJES, 1984. Enige resultaten van een geohydrologisch onderzoek in het Zuidelijk Peelgebied. Nota 1590, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- WIT, K.E., 1985. Mondelinge mededeling.