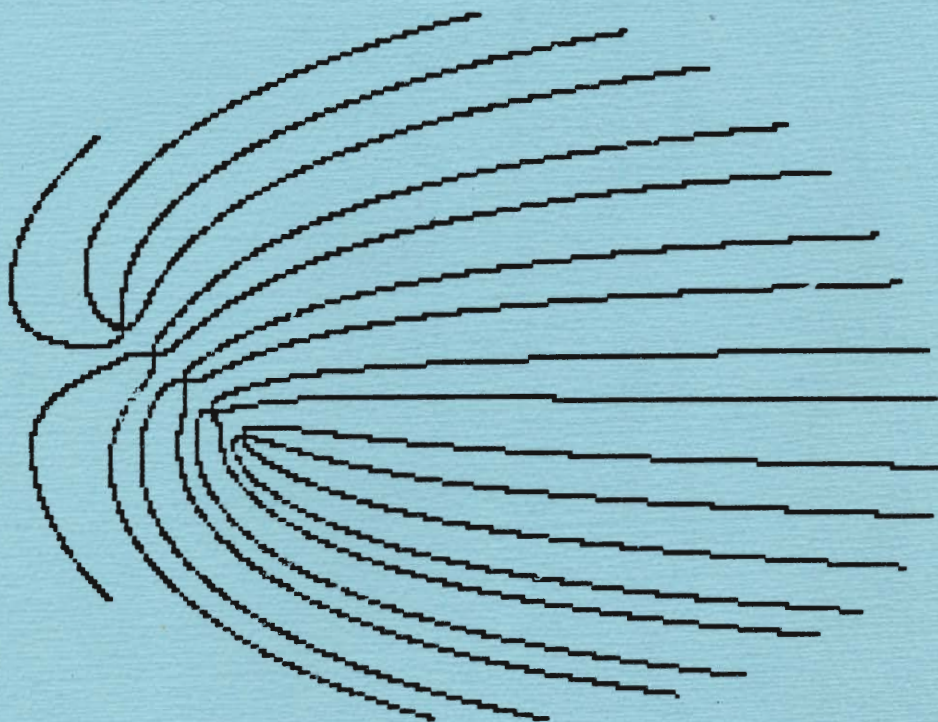


UNIVERSITY OF CALIFORNIA

PROVINCIE OVERIJSSSEL



x

Zwolle, maart 1987.

INHOUD.

	bladzijde
0. Voorwoord.....	0
1. Inleiding.....	1
2. De bescherming in de Verordening waterwinning Overijs- sel 1986.....	2
3. Voorlopige Technische Commissie bodembescherming.....	3
4. Uitgangspunten.....	5
5. De berekening van de verblijftijdzones.....	7
6. De waterwinningen in Overijssel.....	8

Bijlagen:

1. De berekeningen met het programma FLOP.....	10
2. De berekeningen volgens de "veldmethode" en berekening 60 dagen verblijftijdzone.....	12
3. De afleiding van de formules toegepast bij "Weerselose- weg" Enschede.....	14
4. Overzicht aannamen FLOP-berekeningen en berekeningen met de "veldmethode".....	16
5. Per waterwingebied de gehanteerde cijfers:	18
1. St. Jansklooster.....	18
2. Havelterberg.....	19
3. Staphorst.....	20
4. Witharen.....	21
5. Brucht.....	23
6. Archemerberg.....	25
7. Nijverdal.....	26
8. Hooge Hexel.....	27
9. Diepenveen.....	29
10. Holten.....	30
10a. Holten II.....	31
11. Goor en Herikerberg.....	32
11a. Herikerberg	33
12. en	
13. Manderheide/Manderveen en Vasserheide.....	34
14. Denekamp.....	36
15. Weerselo.....	37
16. Hasselo.....	38
17. Espelose Broek.....	39
18. Schalkhaar.....	40

	bladzijde
19. Engelse Werk.....	42
20. Wierden.....	43
21. en	
22. Ceintuurbaan-Deventer en Zutphenseweg-Deventer.....	45
23. Hengelo.....	47
24. Oldenzaal.....	48
25. Weerseloseweg-Enschede.....	50
26. Losser.....	53
27. Enschede-Centrum.....	59
28. Boerhaar.....	63
29. Hammerflier.....	64

Tabellen.

1. Indeling waterwingebieden in Overijssel (volgens indeling Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming).	6
2. Overzicht waterwingebieden Overijssel.	9

Kaarten.

Beschermingszones waterwingebieden (overzichtskaart,
schaal 1 : 100.000).

De kaarten van de waterwingebieden (schaal 1 : 10.000) zijn genummerd volgens
de nummering van bijlage 5.

VOORWOORD.

Dit rapport geeft de resultaten van de berekeningen van de verblijftijdzones van de waterwingebieden in Overijssel. In het kader van de Wet bodembescherming wordt voor die gebieden een grondwaterbeschermingsplan voorbereid. Dit rapport is een van de onderzoeksrapporten die de basis voor dat plan zullen vormen.

De berekeningen van de verblijftijdzones zijn uitgevoerd door medewerkers van de bureaus Waterhuishouding en Bodem van de Hoofdgroep Milieu en Waterstaat van de provincie Overijssel en van de Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V. De rapportage is verzorgd door ir. H. Tienstra van het bureau Waterhuishouding.

Over de berekende verblijftijdzones is overleg gevoerd met de waterleidingbedrijven.

De nota verschijnt onder de verantwoordelijkheid van de projectgroep grondwaterbeschermingsplan Overijssel.

[illegible]

1. INLEIDING.

Op grond van artikel 38 van de concept-Wet bodembescherming moeten provinciale staten een plan vaststellen dat de hoofdlijnen aangeeft voor de bescherming van de kwaliteit van het grondwater in de provincie met het oog op de waterwinning. In dit Grondwaterbeschermingsplan worden gebieden aangegeven die bescherming behoeven.

De gebieden die in principe voor bescherming in aanmerking komen, zijn*:

a. bestaande waterwingebieden:

dit zijn de gebieden waar nu reeds grondwater aan de bodem wordt onttrokken ten behoeve van de produktie van drinkwater;

b. toekomstige waterwingebieden:

dit zijn de gebieden waar op "korte termijn" grondwater aan de bodem onttrokken gaat worden ten behoeve van de produktie van drinkwater;

c. bestaande (en toekomstige) industriële waterwingebieden:

in deze gebieden wordt grondwater aan de bodem onttrokken voor industrieel gebruik.

Grondwaterbeschermingsplan en verordening worden in de eerste planperiode gericht op bescherming van de openbare drinkwaterwinning tenzij uit nader onderzoek blijkt dat nu reeds bescherming van bepaalde particuliere winningen noodzakelijk is.

In dit rapport worden de resultaten weergegeven van de berekeningen van de verblijftijdzones van bestaande en toekomstige waterwingebieden ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening. Voor de toekomstige gebieden is in principe uitgegaan van de waterwingebieden, zoals deze in het Tienjarenplan 1984 zijn genoemd. Verder is een winplaats (Holten II) opgenomen die niet in het Tienjarenplan 1984 voorkomt, maar waar volgens recente gegevens wel mogelijkheden voor waterwinning zijn en waarbij tevens de lokatie vastligt. De omvang van de beschermingsgebieden wordt naderhand vastgesteld op basis van de hier berekende verblijftijdzones.

* Nota van aanpak, projectgroep grondwaterbeschermingsplan september 1986.

Berekeningen van verblijftijdzones rond industriële waterwingebieden zijn niet gemaakt. De vraag of deze winningen bescherming nodig hebben en in welke mate is nog niet beantwoord. Verder is de fasering van de werkzaamheden een reden geweest om deze berekeningen voorlopig achterwege te laten. Mocht behoefte bestaan aan de berekeningen van de verblijftijdzones rond industriële winning dan zal daarover apart gerapporteerd worden.

2. DE BESCHERMINGSZONES IN DE VERORDENING WATERWINNING OVERIJSSSEL 1986.

In de huidige Verordening Bescherming Waterwinning Overijssel 1986 worden twee en soms drie beschermingszones rond de waterwingebieden van waterleidingbedrijven aangegeven. (De Verordening Bescherming Waterwinning Overijssel 1986 is gelijkloidend aan de Verordening Bescherming Waterwinning Overijssel 1977.)

Het eerste beschermingsgebied uit de huidige verordening omvat zeer globaal de 1-jaarsverblijftijdzone. In deze zone worden strenge verbodsbepalingen gehanteerd. Ontheffingen van deze verbodsbepalingen is mogelijk.

In de praktijk komt het er op neer dat een deel van de gronden, die in het eerste beschermingsgebied liggen, eigendom zijn van de waterleidingbedrijven.

Het tweede beschermingsgebied omvat globaal de 10-jaarsverblijftijdzone. Deze zone is bedoeld als een bescherming voor de middellange termijn. Bij bodemverontreiniging is in dat geval nog tijd om maatregelen te nemen om de drinkwatervoorziening veilig te stellen. Van de verbodsbepalingen die in deze zone gelden, is ontheffing onder minder strenge voorwaarden mogelijk.

Het derde beschermingsgebied kon niet worden gerelateerd aan een verblijftijd. Er gelden alleen verbodsbepalingen voor stortplaatsen en diepe boringen; ontheffing van deze verbodsbepaling is mogelijk.

Bij de meeste waterwinningen zijn in de huidige verordening een eerste en een tweede beschermingsgebied aangegeven. Uitzonderingen zijn:

- de waterwinningen Diepenveen, Deventer-Ceintuurbaan, Deventer-Zutphenseweg, Losser en Boerhaar met alleen een eerste beschermingsgebied;
- de waterwinning Wierden met een eerste, tweede en derde beschermingsgebied;

- de waterwinning Enschede-centrum met een eerste en een derde beschermingsgebied.

De kennis en het inzicht in de geohydrologie zijn sinds de vaststelling van de Verordening Bescherming Waterwingebieden 1977 vergroot en/of gewijzigd. De noodzaak voor het maken van nieuwe berekeningen is daarmee steeds groter geworden. Op de kaarten, behorend bij dit rapport, zijn de beschermingszones uit de huidige verordening aangegeven ter vergelijking met de berekende verblijftijdzones.

3. VOORLOPIGE TECHNISCHE COMMISSIE BODEMBESCHERMING.

De Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming (V.T.C.B.) heeft onlangs het rapport "Advies berekeningsgrondslag grondwaterbeschermingsgebieden", Leidschendam, november 1985, gepubliceerd.

De V.T.C.B. hanteert voor het vaststellen van beschermingsgebieden twee grondslagen:

- de verblijftijd van waterdeeltjes in het watervoerende pakket en
- de verblijftijd van waterdeeltjes tussen het bodemoppervlak en het punt van onttrekking.

Voor ieder wingebied zal een keuze gemaakt moeten worden tussen deze (tegenstrijdige) grondslagen.

De V.T.C.B. heeft om de bovengenoemde keuze te maken de geohydrologische systemen ingedeeld in 5 klassen, te weten:

a. Systemen waarbij boven of in het geëxploiteerde watervoerende pakket weerstandbiedende lagen ontbreken.

In deze gevallen moet noodzakelijkerwijs gerekend worden met een door infiltratie en/of kwel bepaalde verticale grondwaterstroom. Er is hier in het algemeen geen verschil tussen beide grondslagen, tenzij freatisch water alleen van zeer grote diepte onttrokken wordt.

b. Systemen waarbij de beschermende werking van boven het geëxploiteerde watervoerende pakket gelegen lagen gering of onvoldoende bekend is.

Deze systemen dienen qua behandeling te worden gelijkgesteld aan die welke onder a genoemd zijn.

- c. Systemen waarbij de beschermende werking van boven het geëxploiteerde watervoerende pakket gelegen lagen aanmerkelijk is en op grond van lokale c.q. regionale bekendheid van relevante bodemkenmerken kan worden vastgesteld.

De invloed van de verticale gerichte grondwaterstroom van of naar het watervoerende pakket is hier bekend en kan in rekening gebracht worden. Het beschermingsgebied, gebaseerd op de verblijftijd tussen bodemoppervlak en punt van onttrekking is kleiner van omvang dan dat gebaseerd op de verblijftijd in het watervoerende pakket.

- d. Systemen waarbij zich boven het geëxploiteerde watervoerende pakket een volkomen afsluitende laag bevindt.

In deze systemen is ter plaatse van de onttrekking geen sprake meer van een neerwaarts gerichte grondwaterstroom naar het geëxploiteerde watervoerende pakket. Dit maakt een beschermingsgebied aldaar, anders dan in de directe omgeving van het puttenveld overbodig.

Een grondslag die uitgaat van de verblijftijd tussen bodemoppervlak en punt van onttrekking brengt dit adequaat tot uitdrukking.

Wel moet voorkomen worden dat verontreiniging direct in het watervoerende pakket terecht komen of de beschermende werking van de slecht-doorlatende laag geheel of gedeeltelijk teniet wordt gedaan.

- e. Systemen waarbij naast grondwater tevens oeverinfiltraat onttrokken wordt.

Voor deze systemen zullen beide grondslagen in het algemeen hetzelfde resultaat opleveren indien de voeding van het watervoerende pakket vanuit het oppervlaktewater in rekening gebracht wordt. De gehele zone tussen de winningsmiddelen en het oppervlaktewater, met inbegrip van de onderwaterbodem, maakt daarbij deel uit van het te beschermen gebied.

Het toepassen van een berekeningsgrondslag, die gebaseerd is op de verblijftijd tussen het bodemoppervlak en het punt van onttrekking, dient beperkt te worden tot die gevallen waarin op grond van de geologische en geohydrologische gesteldheid aannemelijk gemaakt kan worden dat het in de nabijheid van de onttrekking infiltrerende water niet of slechts in geringe mate ook feitelijk onttrokken wordt. In dit licht bezien, beveelt de V.T.C.B. aan om als berekeningsgrondslag voor de gevallen a, b en e de verblijftijd in het watervoerende pakket te handhaven en voor de gevallen c en d de verblijftijd van waterdeeltjes tussen bodemoppervlak en het punt van onttrekking te gebruiken.

De V.T.C.B. acht het niet zinvol noch mogelijk om een eenduidig getalsmatig criterium vast te leggen op grond waarvan de situaties bedoeld onder b (beschermende werking van afdekkende laag gering) en c (beschermende werking van afdekkende laag aanmerkelijk) onderscheiden kunnen worden.

Volgens de V.T.C.B. ligt de waarde van de hydraulische weerstand van de afdekkende laag zoals bedoeld onder c eerder bij duizend tot enkele duizenden dagen dan bij enkele honderden dagen.

Voor de beoordeling dient steeds uitgegaan te worden van de "lokale context", waarbij de parameters niet afzonderlijk maar juist in samenhang beschouwd moeten worden.

Voor Overijssel is nagegaan in welke categorieën de verschillende waterwingebieden vallen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de waterwingebieden.

Bij de berekening is alleen voor de gevallen Deventer-Ceintuurbaan en Deventer-Zutphenseweg, Diepenveen, Schalkhaar (diep), Boerhaar (diep) en Enschede-centrum met de verblijftijd in de afdekkende laag rekening gehouden.

4. UITGANGSPUNTEN.

Ten behoeve van de vast te stellen beschermingsgebieden zijn de 60-dagen-, 1-jaars-, de 10-jaars- en de 25-jaarsverblijftijdzones berekend.

Voor de keuze van de 60-dagen-, 10-jaars- en 25-jaarsverblijftijdzones wordt verwezen naar de nota van aanpak. De 1-jaarszone is in de berekeningen opgenomen, omdat het lange tijd onzeker was of de eerste beschermingszone gebaseerd zou worden op een verblijftijd van 60 dagen of 1 jaar.

Uitgangspunt bij de berekeningen voor de verblijftijdzones is de gemiddelde verblijftijd in het watervoerende pakket. Bij alle berekeningen is verondersteld dat het watervoerende pakket homogeen is. Van geval tot geval is bekeken of er aanleiding was om de verblijftijd van de waterdeeltjes in de beschermende kleilagen mee te nemen (zie ook paragraaf 3). Slechts bij kleilagen met zeer grote hydraulische weerstand (circa 10.000 dagen) is deze verblijftijd in de afdekkende kleilagen meegenomen (categorieën c en d uit voorgaande paragraaf).

Tabel 1: Indeling waterwingebieden in Overijssel (volgens indeling V.T.C.B.).

Nr.	Naam	Categorie*	Opmerking
19	Engelse Werk	e	oeverinfiltraat uit IJssel
2	Havelte/Havelterberg 2)	a	stuwwal
1	St. Jansklooster	b	gedeeltelijk afdekkende keileem
3	Staphorst	b	
4	Witharen	diep: c/middeldiep: b	
5	Brucht	b	
6	Archemerberg	a	stuwwal
28	Boerhaar	diep: d/middeldiep: b	
9	Diepenveen	d	
17	Espelose Broek	oost: a/west: b	
10	Holtten	a	stuwwal
10a	Holtten II	a	stuwwal
7	Nijverdal	a	stuwwal
29	Hammervlier	b	
8	Hooge Hexel	a/b	stuwwal/keileem
12	Manderveen/Manderheide	b	
13	Vasserheide	b	
14	Denekamp	b	
15	Weerselo	b	
16	Hasselo	a/b	
11	Goor	a/b	
11a	Herikerberg	a	stuwwal
21	Ceintuurbaan (Deventer)	d	
22	Zutphenseweg (Deventer)	d	
20	Wierden	b	
24	Oldenzaal	b	
23	Hengelo	b	
27	Enschede-Centrum	b	
26	Losser	b	
25	Enschede-Weerseloseweg	e	infiltratie water uit Twentekanaal

- * a. Systemen waarbij boven of in het geëxploiteerde watervoerende pakket weerstandbiedende lagen ontbreken.
- b. Systemen waarbij de beschermende werking van boven het geëxploiteerde watervoerende pakket gelegen lagen gering of onvoldoende bekend is.
- c. Systemen waarbij de beschermende werking van boven het geëxploiteerde watervoerende pakket gelegen lagen aanmerkelijk is en op grond van lokale c.q. regionale bekendheid van relevante bodemkenmerken kan worden vastgesteld.
- d. Systemen waarbij zich boven het geëxploiteerde watervoerende pakket een (nagenoeg) volkomen afsluitende laag bevindt.
- e. Systemen waarbij naast grondwater tevens oeverinfiltraat onttrokken wordt.

De verblijftijdzones zijn in principe berekend voor de maximale onttrekking volgens de vergunning. Voor een aantal waterwingebieden is de gevraagde vergunninghoeveelheid als uitgangspunt genomen, terwijl soms de in het Tienjarenplan 1984 genoemde onttrekkingshoeveelheid is aangehouden.

5. DE BEREKENING VAN DE VERBLIJFTIJDZONES.

Bij de berekeningen van de 1-jaars-, 10-jaars- en 25-jaarsverblijftijdzones is gebruik gemaakt van de volgende twee methoden:

1. berekening met het computerprogramma FLOP;
2. berekeningen aan de hand van isohypsenkaarten en de bekende geohydrologische parameters (de zogenaamde veldmethode).

Ad 1. Het FLOP-programma.

De Provinciale waterstaat beschikt over het computerprogramma FLOP (Flow Pattern), dat ontwikkeld is door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en de Milieuhygiëne (R.I.V.M. het vroegere R.I.D.). Dit programma berekent zowel de baan als de verblijftijd van waterdruppels in een watervoerend pakket. Het programma is gebaseerd op analytische berekeningen van grondwaterstroming. Voor een overzicht van de uitgangspunten en aannamen ten behoeve van de uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 1.

Ad 2. De veldmethode.

Bij deze methode worden aan de hand van een isohypsenkaart met gebruikmaking van enige geohydrologische parameters de verblijftijden van waterdruppels in een watervoerend pakket berekend. Voor details wordt verwezen naar bijlage 2.

In bijlage 3 is een overzicht gegeven van de veranderstellingen en aannames die bij de beide programma's zijn gemaakt.

Als de schematisatie van de bodemopbouw dat toeliet, is gebruik gemaakt van het FLOP-programma, daar waar dat niet mogelijk was, is de veldmethode toegepast. In enkele gevallen is een andere rekenmethode toegepast, omdat door het bijzondere geohydrologische karakter van het gebied een van deze beide methoden niet toegepast konden worden.

De 60-dagen-verblijftijdzone in afwijking van de 1-jaars-, de 10-jaars- en de 25-jaarsverblijftijdzone is aangegeven als een cirkelvormig gebied rond de putten.

In de tekst is de straal van dit gebied aangegeven. De straal is vastgesteld aan de hand van een berekening die in bijlage 2 nader is toegelicht.

6. DE WATERWINNINGEN IN OVERLIJSSEL.

Zoals reeds in de inleiding is aangegeven, zijn alleen van de bestaande en de toekomstige waterwingebieden van waterleidingbedrijven de verblijftijden berekend. De hoeveelheden, waarmee gerekend is, zijn aangegeven in tabel 2.

In bijlagen 5 worden per waterwingebied aangegeven.

De bijzonderheden per waterwingebied zijn in bijlage 4 aangegeven.

In deze bijlagen wordt per waterwingebied kort ingegaan op:

- de schematisatie en type winning;
- de invoergegevens;
- de bronnen waaraan de gegevens zijn ontleend;
- de straal van de 60 dagenzone.

De kaarten 1 tot en met 29 geven de resultaten van de berekeningen weer.

Tabel 2: Overzicht waterwingebieden Overijssel (hoeveelheden in miljoen m³/jaar)

Produktiemiddelen Overijssel				Winning/ productie	Winning/productie- capaciteit	vergunning verleend	aanvraag	verblijftijd- zones bere- kend voor	berekenin- methode ³
Nr.	Naam	Aard ¹⁾	Bedrijf	1983	1984	1995		(miljoen m ³ /j)	
19	Engelse Werk	o	WMO	9,8	9,5	13,0	12,0	13,0	10 + 2**
2	Havelte/Havelterberg ²⁾	g	WMO	5,4	5,5	7,0	5,3	7,0	7
1	St. Jansklooster	g	WMO	5,2	5,0	6,4	2,0	7,0	7
3	Staphorst	g	WMO	0,6	0,5	0,5+	0,5+	-	0,5
4	Witharen	g	WMO	3,2	3,5	4,0	3,0+	5,0	2 + 3**
5	Brucht	g	WMO	5,4	5,0	6,5	4,0	8,0	6,0/9,0***
6	Archemerberg	g	WMO	3,1	3,5	4,3	4,0*	5,0	5,0
28	Boerhaar	g	WMO	1,0	1,0	2,0	-	4,0	2 + 2
9	Diepenveen	g	WMO	3,3	4,0	4,0	4,0	-	4,0
18	Schalkhaar	?	WMO	-	-	2,0	-	-	2,0 + 2,0**
17	Espelose Broek	g	WMO	1,7	1,7	4,5	4,5	-	4,5
10	Holtén	g	WMO	2,4	2,5	2,5	2,5	-	2,5
10a	Holtén II	g	WMO	-	-	1,0	-	-	1,0
7	Nijverdal	g	WMO	4,3	6,0	6,0	6,0*	6,0	6,0
29	Hammervliet	g	WMO	-	-	1,5	-	-	1,5
8	Hooge Hexel	g	WMO	2,4	2,5	2,5	2,5+	2,5	2,5
12	Manderveen/Manderheide	g	WMO	3,2	4,0	4,0	3,0*	4,0	4,0
13	Vasserheide	g	WMO	0,8	0,7	2,0	-	2,0	2,0
14	Denekamp	g	WMO	0,6	0,6	0,6	0,5	-	0,5
15	Weerselo	g	WMO	1,1	1,0	1,0	1,0	-	1,06
16	Hasselo	g	WMO	0,6	0,7	0,7	0,7	-	0,7
11	Goor	g	WMO	0,8	1,0	1,5	1,0+	-	1,5
11a	Herikerberg	g	WMO	4,0	4,0	4,0	4,0	-	4,0
21	Ceintuurbaan	g	Deventer	1,6	1,9	1,9	2,2	-	2,2
22	Zutphenseweg	g	Deventer	2,2	2,2	2,5	2,6	-	2,6
20	Wierden	g	Almelo	6,5	6,5	9,0	6,5	9,0	6,0/7,5/9,0***
24	Oldenzaal	g	Oldenzaal	1,4	1,5	1,7	1,5	-	1,5
23	Hengelo	g	Hengelo	0,7	1,2	1,2	1,0	-	1,0
27	Enschede-Centrum	g	Enschede	0,4	0,5	0,5	1,5*	-	2,4
26	Losser	g	Enschede	2,3	2,4	2,4	2,4	-	
25	Enschede-Weerseloseweg	g, zi	Enschede	6,2	7,0	7,0	-	-	1,5
		wg	Enschede	1,5	1,5*	1,5*	1,5	-	
		i	Enschede	4,7	5,5*	5,5	2,5	8,5	

1) g = winning en zuivering grondwater	2) gelegen in Drenthe; beschermingsgebied	3) 1 = Flop-berekening
wg = winning grondwater	strekt zich uit tot Overijssel	2 = veldmethode
wo = winning oppervlaktewater	+ overgangsregeling	3 = uit eerdere studies
i = infiltratie en terugwinning	* (gedeeltelijk) met proeftijd	4 = analytisch
zi = zuivering infiltratiewater	* geen drinkwaterproductie	5 = andere methode
o = oeverinfiltratie		
a = productie ander water		

** 10 + 2 = 10 miljoen m³/jaar uit middeldiepe pakket en 2 miljoen m³/jaar uit diepe pakket

*** 6,0/7,5/9,0 = berekening uitgevoerd voor 6,0, 7,5 en 9,0 miljoen m³/jaar, omdat geen duidelijkheid bestaat over uiteindelijk te kiezen hoeveelheden.

Bijlage 1.

De berekeningen met het programma FLOP.

Het programma FLOP (Flow Pattern) is ontwikkeld door dr. ir. C. van den Akker van het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening (tegenwoordig onderdeel van het R.I.V.M.).

Het programma berekent stroombanen en verblijftijden op die stroombanen. De theoretische achtergrond wordt uitvoerig beschreven in R.I.D.-mededeling 1983-1 getiteld: "Numerical analysis of the stream function in plane groundwaterflow" van dr. ir. C. van den Akker.

Aannamen bij de berekening:

- homogeen watervoerend pakket;
- isotropie;
- volkomen putten (filter over de gehele hoogte van het watervoerende pakket);
- stationaire stroming;
- bij semi-spanningswater: ononderbroken en homogene weerstandslaag;
- grondwaterstroming in watervoerend pakket is horizontaal.

Rand- en beginvoorwaarden:

- bij semi-spanningswater: de potentiaal boven de weerstandslaag is zonder onttrekking gelijk aan de potentiaal in het watervoerend pakket;
- bij semi-spanningswater: de potentiaal boven de weerstandslaag blijft onveranderd.

Benodigde invoergegevens:

1. de porositeit van het watervoerend pakket (E);
2. de grootte en de richting van de "natuurlijke" afstroming;
3. debiet- en plaatsbeschouwende onttrekking en andere onttrekkingen in de omgeving (Q);
4. de dikte van het watervoerend pakket (D);
5. de doorlaatfactor (m/dag);
6. de spreidingslengte (bij semi-spanningswater) ($\sqrt{kDCV}$).

Enkele opmerkingen bij een aantal invoergegevens:

- Ad 1. De porositeit van het watervoerend pakket is voor alle gevallen gesteld op 33%.

Ad 2. De berekening van de stroombanen wordt bovenop de natuurlijke grondwaterstroming gezet (super positie). Er moet daarom een schatting van de natuurlijke stroming worden gemaakt in de situatie zonder waterwinning. de stroomrichting staat loodrecht op de lijnen van gelijke natuurlijke stroming. De stroomsterkte wordt bepaald door het doorlaatvermogen kD (m^2/dag) en het verhang van de natuurlijke grondwaterstand.

De werkwijze van het programma.

Vanaf een onttrekkingspunt wordt een aantal stroombanen (in de praktijk 4 tot 10) berekend. Tussen 2 stroombanen stroomt een gelijke hoeveelheid grondwater naar het onttrekkingspunt toe. In kleine stapjes wordt op de stroombaan een stroomrichting berekend, die afhangt van het totaal van krachten dat op dat punt werkt (onttrekkingspunten, natuurlijke stroming). Blijft de onnauwkeurigheid van de berekende stroomrichting binnen de gestelde norm, dan wordt de stap op de tekening gezet. Vanaf het nieuwe punt herhaalt zich deze behandeling. Als de stap in de berekening de gestelde onnauwkeurighedsnorm overschrijdt dan wordt de stapgrootte zo vaak gehalveerd tot de norm wordt onderschreden. Elke stap staat voor een zekere verblijftijd. Bereikt de berekende stroombaan een verblijftijd van 1, 10 of 25 jaar dan wordt een extra teken op de stroombaan getekend. Elke verblijftijd kent een eigen teken (bijvoorbeeld + of 0).

Door gelijke tekens van verschillende stroombanen te verbinden, ontstaan veelal ellipsvormige lijnen van gelijke verblijftijd rond een onttrekkingspunt. Berekeningen voor verschillende onttrekkingspunten binnen een waterwinning verlopen analoog.

Bijlage 2.

De berekeningen volgens de "veldmethode" en berekening 60 dagen-verblijftijdzone

1. Veldmethode.

Bij deze methode worden de verblijftijden berekend langs stroombanen die zijn afgeleid uit isohypsenkaarten. Deze isohypsenkaarten zijn samengesteld uit grondwaterstandswaarnemingen.

De verblijftijden langs een stroomlijn worden berekend tussen twee isohypsen.

De werkelijke stroomsnelheid van deeltjes tussen de korrels kan uitgedrukt worden in:

$$V_w = \frac{k \cdot i}{E} \quad (1) \quad \text{waarbij:}$$

$$i = \frac{\Delta}{l} \quad (2)$$

V_w = werkelijke stroomsnelheid;
 k = doorlatendheid watervoerend pakket;
 E = effectieve porositeit;
 i = verhang grondwater;
 Δ = verval tussen twee isohypsen;
 l = afstand tussen twee isohypsen.

De looptijd van een waterdeeltje tussen twee isohypsen is:

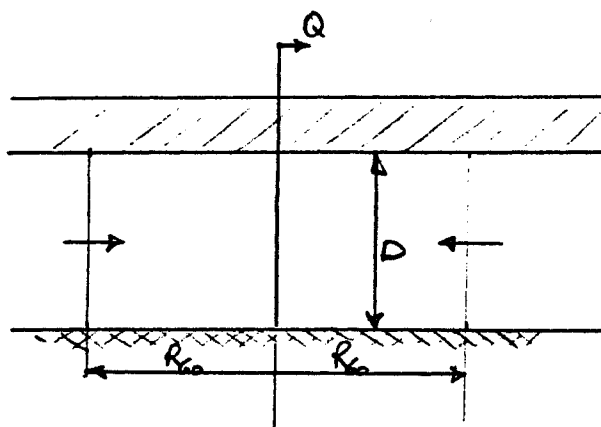
$$t = \frac{l}{V_w} \quad (3)$$

Uit 1, 2 en 3 volgt:

$$t = \frac{E \cdot l^2}{k \cdot \Delta}$$

2. Berekening 60 dagen verblijftijdzone.

De 60 dagen verblijftijdzone is berekend voor een put in het watervoerende pakket, waarbij de toevoer via de afdekkende kleilaag of de nuttige neerslag is verwaarloosd.



Nu is:

$$Q \cdot 60 = \pi \cdot R_{60}^2 \cdot D \cdot f$$

$$R_{60} = \sqrt{\frac{Q \cdot 60}{\pi \cdot D \cdot f}}$$

waarin:

R_{60} = de straal van de 60 dagen verblijftijdzone (m)

Q = onttrekking (m³/dag)

D = pakketdikte (m)

f = effectieve porositeit

In waterwingebieden waar de putten relatief dicht bij elkaar staan, kan de vorm van de 60 dagen verblijftijdszone afwijken van de cirkelvorm. Het gebied van de 60 dagen verblijfstijd is zo klein, dat het niet meer goed mogelijk is om de straal met een FLOP-berekening vast te stellen.

Bij ieder waterwingebied is per put de straal van de 60 dagen verblijftijdzone aangegeven.

$$\Delta T_{x1}^{x2} = \frac{E.D}{N} \cdot \ln \frac{L-x_2}{L-x_1}$$

verblijftijd van punt x tot puttenrij is T_x ,

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = x$$

$$T_x = \frac{E.D}{N} \cdot \ln \frac{L-x}{L}$$

$$\ln \frac{L-x}{L} = - \frac{T_x.N}{E.D}$$

$$\frac{L-x}{L} = \exp. \frac{-T_x.N}{E.D}$$

$$x = L - L \cdot \exp. \frac{-T_x.N}{E.D}$$

Bijlage 4.

Overzicht aannamen FLOP-berekeningen en berekeningen met de "veldmethode".

	veld- methode	volkomen spannings- water	semi- spannings- water	freatisch water
<u>Aannamen bij de</u>				
<u>berekening:</u>				
homogeen pakket	x	x	x	x
volkomen putten	x	x	x	x
isotropie	x	x	x	x
oneindig uitgestrekt				
watervoerend pakket	0	x	x	x
stationaire stroming	x	x	x	x
ononderbroken en				
homogene weerstands-				
laag	0	0	x	0
<u>Rand- en beginvoor-</u>				
<u>waarden:</u>				
potentiaal boven				
weerstandslaag is				
constant	0	0	x	0
potentiaal boven				
weerstandslaag is				
zonder onttrekking				
gelijk aan de poten-				
tiaal in watervoerend				
pakket	0	0	x	0

x = van deze veronderstelling wordt bij de berekening uitgegaan.

0 = niet van toepassing.

Bijlage 4 (vervolg).

	veld- methode	volkomen spannings- water	semi- spannings- water	freatisch water
<u>Invoergegevens/</u>				
<u>benodigde gegevens:</u>				
porositeit	x	x	x	x
grootte en richting natuurlijke afstroming	x*	x	x	x
debiet onttrekkingen Q	x*	x	x	x
dikte watervoerend pakket D	0	x	x	x
spreidingslengte	0	0	x	0
nuttige neerslag N	0	0	0	x
doorlaatfactor K	x	0	0	0

x = van deze veronderstelling wordt bij de berekening uitgegaan.

0 = niet van toepassing.

* = de nuttige neerslag en de onttrekkingen bepalen mede het isohypsen beeld.

Bijlage 5.

Nummer: 1

Naam waterwingebied: St. Jansklooster.

Gemeente : Brederwiede.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

<u>Gegevens:</u>	<u>onder keileem:</u>	<u>onder open water:</u>
pakketdikte	: 70 m.	70 m.
porositeit	: 0,33.	0,33.
doorlatendheid k	: 57 m/dag	57 m/dag
weerstand C	: 1.000 dagen	100 dagen.
spreidingslengte	: 2.000 m	632 m.
verhang		
natuurlijke afstroming	: 0,900 m ³ /dag/m'.	0,900 m ³ /dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as:	180°.	180°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1 t/m 9	1.224	31
	10 t/m 19	816	26

Zie kaart 1 voor de plaats van de putten.

Totale onttrekking in waterwingebied: $7,0 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

Grondwaterwinning St. Jansklooster, december 1981, W.M.O., afdeling Onderzoek.

Opmerkingen:

De berekeningen zijn uitgevoerd met de parameters die voor het merengebied gelden en met parameters die voor het gebied met keileem gelden.

Nummer: 2

Naam waterwingebied: :Havelterberg.

Gemeente :Steenwijk.

Eigenaar :Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 100 m.

porositeit : 0,33.

doorlatendheid k : 35 m/dag.

weerstand C : 10.000 dagen.

verhang : 1/2.500.

natuurlijke afstroming : 1,4 m³/dag/m'.

hoek t.o.v. positieve X-as : 191°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ⁶⁰ (m)
	1 t/m 26	737	20

Totale onttrekking in waterwingebied: 7,0 x 10⁶ m³/jaar.

Literatuur:

Waterwingebied Havelte/Havelterberg (inventarisatie-onderzoek), maart 1985,
W.M.O., afdeling Onderzoek.

Nummer: 3

Naam waterwingebied: Staphorst.

Gemeente : Staphorst.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 50 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 56 m/dag.
weerstand C : 300 dagen.
spreidingslengte : 916,5 m.
verhang :
natuurlijke afstroming : 0,50 m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: 200°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	X-coörd.	Y-coörd.	R ₆₀ (m)
W.M.O.	1	685	210380	518380	28
	2	685	210350	518430	28

Totale onttrekking in waterwingebied: 0,5 x 10⁶ m³/jaar.

Literatuur:

Grondwaterkaart van Nederland.

Voortgangsverslag Overijsselse Vecht, maart 1978, DGV/TNO, ing. F.G. Aelmans.

Naam waterwingebied: Witharen.

Gemeente : Ommen.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

<u>Gegevens:</u>	<u>middeldiep</u>	<u>diep</u>
pakketdikte	: 36 m.	25 m.
porositeit	: 0,33.	0,33.
doorlatendheid k	: 47,2 m/dag.	50 m/dag.
weerstand C	: 200 dagen.	2.730 dagen.
spreidingslengte	: 583 m.	1.847 m.
verhang	: 2/5.800.	1/3.100.
natuurlijke afstroming	: 0,6 m3/dag/m'.	0,4 m2/dag.
hoek t.o.v. positieve X-as:	194°.	194°.

Putten*	nr.	Q (m3/dag)		R ₆₀ (m)	
		middeldiep	diep	middeldiep	diep
	1	550	550	30	36
	2	550	550	30	36
	3	550	550	30	36
	4	550	550	30	36
	5	550	550	30	36
	6	550	550	30	36
	7	550	550	30	36
	8	550	550	30	36
	9	550	550	30	36
	10	550	550	30	36
	11	0	550	-	36
	12	0	550	-	36
	13	0	550	-	36
	14	0	550	-	36
	15	0	550	-	36

* De diepe en middeldiepe putten zijn op de kaart afzonderlijk aangegeven. De middeldiepe zijn genummerd van 1 tot en met 10, de diepe zijn genummerd van 1 tot en met 15.

Totale onttrekking in waterwingebied: 2.000.000 m³/jaar middeldiep;
3.000.000 m³/jaar diep.

Literatuur:

- Waterwingebied Witharen (inventarisatie-onderzoek), november 1982, W.M.O., afdeling Onderzoek.
- Grondwaterkaart van Nederland.
Voortgangsverslag Overijsselse Vecht, maart 1978, DGV/TNO, ing. F.G. Aelmans.

Opmerkingen:

De verblijftijden in het diepe en middeldiepe pakket zijn afzonderlijk berekend. Hiervoor is gekozen omdat de kleilaag boven het diepe pakket "gaten" vertoont, waardoor de "vertragende werking" van deze laag niet overal even betrouwbaar is. Vervuiling in het bovenliggende pakket kan binnen betrekkelijk korte tijd in het hier beschouwde diepe pakket doordringen.

Numer: 5

Naam waterwingebied: Brucht.

Gemeente : Hardenberg.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 30 m.
 porositeit : 0,33.
 doorlatendheid k : 60 m/dag.
 weerstand C : 900 dagen.
 spreidingslengte : 1.273 m.
 verhang : 1/1.800.
 natuurlijke afstroming : 1 m³/dag/m'.
 hoek t.o.v. positieve X-as: 160°.

Putten	nr.	Q(m ³ /dag)	Q(m ³ /dag)	R ₆₀ (m)	R ₆₀ (m)
		berekening 1	berekening 2	berekening 2	berekening 2
Wavin	1	170,00	170,00		
Wavin	2	169,00	169,00		
Wavin	3	1.253,00	1.253,00		
Wavin	4	743,00	743,00		
Wavin	5	958,00	958,00		
Wavin	6	1.079,00	1.079,00		
Wavin	7	880,00	880,00		
	8	246,00	246,00		
Wavin	9	962,00	962,00		
Wavin	10	1.364,00	1.364,00		
Wavin	11	634,00	634,00		
Wavin	12	963,00	963,00		
Wavin	13	256,00	256,00		
Wavin	14	295,00	295,00		
Wavin	15	-1.275,00	-1.275,00		
Wavin	16	-1.633,00	-1.633,00		
	17	8,00	8,00		
	18	285,00	285,00		
	19	135,00	135,00		
	20	18,00	18,00		

Putten	nr.	Q(m3/dag)	Q(m3/dag)	R ₆₀ (m)	R ₆₀ (m)
		berekening 1	berekening 2	berekening 2	berekening 2
W.M.O.	21	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	22	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	23	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	24	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	25	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	26	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	27	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	28	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	29	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	30	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	31	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	32	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	33	1.094,00	1.027,00	46	45
W.M.O.	34	1.094,00	0,0	46	45
W.M.O.	35	1.094,00	1.029,00	46	45
W.M.O.	36	1.094,00	1.029,00	46	45
W.M.O.	37	1.094,00	1.029,00	46	45
W.M.O.	38	1.094,00		46	45
W.M.O.	39	1.094,00		46	45
W.M.O.	40	1.094,00		46	45

Totaal per jaar:

W.M.O.	8×10^6	6×10^6 m3/jaar
Wavin	$2,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$ m3/jaar

Totale onttrekking in waterwingebied: $8,0 \times 10^6$ m3/jaar (berekening 1);
 $6,0 \times 10^6$ m3/jaar (berekening 2).

Literatuur:

- Geohydrologisch onderzoek P.S. Brucht (gemeente Hardenberg), nr. hgh 82-13, 1982, R.I.D., ir. G. Grakist, ing. W. Post.
- Grondwaterkaart van Nederland.
 Voortgangsverslag Overijsselse Vecht, maart 1978, DGV/TNO, ing. F.G. Aelmans.

Nummer: 6

Naam waterwingebied: Archemerberg.

Gemeente : Ommen.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte	: 55 m.
porositeit	: 0,33.
doorlatendheid k	: 35 m/dag.
nuttige neerslag	: 400 mm/jaar.
R ₆₀ per put	: 28 m.

Datum isohypsenkaart: 28 oktober 1981 (tekening W.M.O. 3439/19874).

Totale onttrekking in waterwingebied: 5×10^6 m³/jaar.
(totaal 19 putten)

Literatuur:

Winplaatsonderzoek Archemerberg (30.118-2), 15 augustus 1981, Iwaco Boxtel.

Opmerkingen:

De gebruikte isohypsenkaart is aangepast aan de hand van de verlagingen voor $5,0 \times 10^6$ m³/jaar, zoals die in het Iwaco-rapport voorkomen.

Nummer: 7

Naam waterwingebied: Nijverdal.

Gemeente : Hellendoorn.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte	: 35 m.
porositeit	: 0,33.
doorlatendheid k	: 40 m/dag.
nuttige neerslag	: 350 mm/jaar.
R ₆₀	: 34 m.

Datum isohypsenkaart: 28 oktober 1981 (tekening W.M.O. 4410/19873).

Totale onttrekking in waterwingebied: 6×10^6 m³/jaar.
(totaal 23 putten)

Literatuur:

Winplaatsonderzoek Nijverdal (30.118-2), 15 augustus 1981, Iwaco Boxtel.

Opmerkingen:

De gebruikte isohypsenkaart is aangepast aan de hand van de verlagingen voor $6,0 \times 10^6$ m³/jaar zoals die in het Iwaco-rapport voorkomen.

Naam waterwingebied: Hooge Hexel.

Gemeente : Wierden.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (freatisch water).

Gegevens:

pakketdikte : 40 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 25 m/dag.
verhang : -
natuurlijke afstroming : - m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: -°.
nuttige neerslag : 0 mm.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	64-17	761	33
	68-18	761	33
	77-19	761	33
	77-20	761	33
	77-21	761	33
	79-22	761	33
	79-23	761	33
	78-24	761	33
	78-25	761	33

Totale onttrekking in waterwingebied: $2,5 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

- Bodemverontreiniging aan de Stamanstraat in Wierden (nr. SWO-840219), november 1984, KIWA, ir. H.J. Vinkers.
- Rapport inzake winning van grondwater in de heuvelrug Wierden, Hooge Hexel, Daarle, 1962, R.I.D.

Opmerkingen:

De waterwinplaatsen Wierden en Hooge Hexel zijn in een keer doorgerekend (zie ook Wierden).

Ter plaatse van het pompstation bevindt zich een gat in de keileem (Formatie van Drente). Dit gat is op de kaart aangegeven; bij de berekening is dit gat buiten beschouwing gebleven.

De berekening is uitgevoerd zonder nuttige neerslag.

Nummer: 9

Naam waterwingebied: Diepenveen.

Gemeenten : Diepenveen en Olst.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 40 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 20 m/dag.
weerstand C : 75.000 dagen.
spreidingslengte : 7.746 m.
verhang : -
natuurlijke afstroming : 0 m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: -°.

Putten:

29 putten ieder met 378 m³/dag.

R₆₀ = 23 m.

Totale onttrekking in waterwingebied: 4,0 x 10⁶ m³/jaar.

Literatuur:

IJsselvallei-onderzoek, rapportage 1e projectjaar: invloed diepe grondwaterwinning (nr. 30.248), 24 mei 1984, Iwaco Boxtel.

Opmerkingen:

De verblijftijden van de winplaatsen Deventer-Ceintuurbaan, Deventer-Zutphenseweg, Diepenveen, Twello en Boerhaar zijn in een berekening vastgesteld.

De verblijftijd van een waterdeeltje in de klei uit de Formatie van Drente

$$\text{is: } T = \frac{D.C.P}{\Delta h} = \frac{50 \times 75.000 \times 0,03}{1,5} = \text{circa 200 jaar}$$

Hierin is:

D = pakketdikte;

C = hydraulische weerstand bredende laag;

P = porositeit (is geschat);

Δh = stijghoogste verschil over de weerstand biedende laag.

Naam waterwingebied: Holten.

Gemeente : Holten.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte	: 15 m.
porositeit	: 0,33.
doorlatendheid k	: 80 m/dag.
nuttige neerslag	: 250 mm/jaar.
R ₆₀	: 36 m.

Datum isohypsenkaart: 28 september 1985 (tekening W.M.O. 4425/22416).

Totale onttrekking in waterwingebied: $2,5 \times 10^6$ m³/jaar.
(totaal 20 putten)

Literatuur:

Rapport commissie van deskundigen, 1913

R.I.D.-rapport, 1974, Van Duivenbode.

Opmerkingen:

Oppervlakte 1-jaarszone: $A = \frac{Q}{D_{\text{por+nn}}} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{15 \cdot 0,33 + 0,250} = 48 \text{ ha.}$

Nummer: 10a

Naam waterwingebied: Holten II (toekomst).

Gemeente : Holten.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: analytische berekening.

Gegevens:

pakketdikte : 25 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 40 m/dag.
verhang : 10^{-3}
natuurlijke afstroming : 1 m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: 180°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1 t/m 3	913	46

Totale onttrekking in waterwingebied: 1,0 10⁶ m³/jaar.

Literatuur:

Opmerkingen:

De berekening van de 10- en 25-jaarszone is analytisch gebeurd. De 1-jaarszone is niet aangegeven omdat deze sterk afhankelijk is van de configuratie van de putten bij een definitieve opzet.

Deze berekeningen zijn bedoeld om een indruk te geven van de omvang van een dergelijk wingebied. Op kaart 10a zijn de verblijftijdzones van Holten en Holten-Noord gezamenlijk aangegeven.

Nummer: 11

Naam waterwingebied: Goor.

Gemeenten : Goor en Markelo.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP.

Gegevens:

pakketdikte : 15 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 33 m/dag.
weerstand C : 100 dagen.
spreidingslengte : 223 m.
verhang : -
natuurlijke afstroming : - m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: -°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1	411	40
	2	411	40
	3	822	56
	4	822	56
	5	822	56
	6	822	56
	7	22	
	8	209	
	9	27	
	10	205	
	11	205	

Totale onttrekking in waterwingebied: $1,5 \times 10^6$ m³/jaar.

Nummer: 11a

Naam waterwingebied: Herikerberg.

Gemeenten : Goor en Markelo.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte : 50 m.

porositeit : 0,33.

doorlatendheid k : 26 m/dag.

nuttige neerslag : 250 mm/jaar.

R₆₀ per put : 25 m.

Datum isohypsenkaart: 14 oktober 1985 (tekening W.M.O. 4440/22624).

Totale onttrekking in waterwingebied: $4,0 \times 10^6$ m³/jaar.
(totaal 20 putten)

Literatuur:

Rapport "Herikerberg", 1959, R.I.D.

Opmerkingen:

Oppervlakte 1-jaarszone: A = 23,8 ha.

Nummers: 12 en 13

Naam waterwingebied: Manderheide, Manderveen en Vasserheide.

Gemeenten : Tubbergen.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode (zie opmerkingen).

Gegevens:

pakketdikte : 50 m.
 porositeit : 0,33.
 doorlatendheid k : 35 m/dag.
 weerstand C : 1.000 dagen.
 spreidingslengte : 1.322 m.
 verhang : $1,6 \times 10^{-3}$.
 natuurlijke afstroming : 2,90 m³/dag/m'.
 hoek t.o.v. positieve X-as: 180°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
Manderveen	76-11	868	32
	64-3	868	32
	64-4	868	32
	76-10	868	32
	62-2	868	32
	62-1	868	36
Manderheide	67-9	1.150	36
	67-8	1.150	36
	57-7	1.150	36
	66-5	1.150	36
	67-6	1.150	36
Itterbeck	B I*	410	
	B II*	410	
	B III*	410	
	B IV*	410	
	B V*	410	
	B VI*	410	
	B VII*	410	
	B VIII*	410	
Vasserheide		5.500	80

*Deze putten zijn niet op de kaart aangegeven!

Totale onttrekking in waterwingebied: Manderveen: $2,0 \times 10^6$ m³/jaar;
Manderheide: $2,0 \times 10^6$ m³/jaar;
Itterbeck: $1,2 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

Geohydrologisch onderzoek Tubbergen, fase I, inventarisatie, Broks Adviezen, Berlicum, 25 juli 1985.

Opmerkingen:

1. De berekeningen zijn gebaseerd op een isohypsenkaart van het diepe pakket van 14 juni 1984. Deze kaart is aangepast met de verlagingen veroorzaakt door een vergroting naar bovengenoemde onttrekkingen (volgens bovenstaande gegevens en formule De Glee).
2. De 1-jaarszone is berekend met FLOP.
3. De gehanteerde isohypsenkaart geeft voor Manderheide zo weinig informatie dat de 10- en 25-jaarszone zijn geschat aan de hand van de ligging van de grens van het trekgebied en met een "schuin oog" op Manderveen.
4. Het zal duidelijk zijn dat de hier gepresenteerde verblijftijdzones niet nauwkeurig zijn en alleen een indicatief karakter hebben. Mogelijk dat de resultaten van het onderzoek naar de gevolgen van de winningen, dat Broks Adviezen in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer uitvoert, meer inzicht geeft.

Naam waterwingebied: Denekamp.

Gemeente : Denekamp.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP.

Gegevens:

pakketdikte : 35 m.

porositeit : 0,33.

doorlatendheid k : 10,3 m/dag.

weerstand C : 1.000 dagen.

spreidingslengte : 600 m.

verhang :

natuurlijke afstroming : 0,15 m³/dag/m'.

hoek t.o.v. positieve X-as: 135°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1	228	20
	2	228	20
	3	228	20
	4	228	20
	5	228	20
	6	228	20

Totale onttrekking in waterwingebied: 0,5 x 10⁶ m³/jaar.

Opmerkingen:

De berekening is uitgevoerd met spiegelputten ten opzichte van noord-zuid-coördinaat 265065.

Naam waterwingebied: Weerselo.

Gemeente : Weerselo.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte	: 52 m.
porositeit	: 0,33
doorlatendheid k	: 17,3 m/dag.
weerstand c	: 100 dagen.
R_0	: 28 m.

Totale onttrekking in waterwingebied: $1,0 \times 10^6$ m³/jaar.
(totaal 4 putten)

Opmerkingen:

- 1-Jaarszone berekend met FLOP.
- De isohypsenkaart is gemaakt bij een onttrekking van $1,06 \times 10^6$ m³/jaar. Deze afwijking is verder verwaarloosd.
- Isohypsen, d.d. 28 april 1986 (tekening nr. 4475/19440, W.M.O.).

Naam waterwingebied: Hasselo.

Gemeente : Hengelo.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: veldmethode.

Gegevens:

pakketdikte : 20 m.

porositeit : 0,33.

doorlatendheid k : 10 m/dag.

nuttige neerslag : 250 mm.

Putten	nr.	Q (m3/dag)	R ₆₀ (m)
	49-5	240	26
	49-6	240	26
	49-7	240	26
	49-8	240	26
	64-14	240	26
	80-18	240	26
	80-19	240	26
	81-20	240	26

Totale onttrekking in waterwingebied: $0,7 \times 10^6$ m3/jaar.

Literatuur:

Opmerkingen:

De verblijftijdzones zijn naar een "natte" en een "droge" situatie berekend:

- isohypsen 27 mei 1983 (extreem nat);

- isohypsen 14 oktober 1983 (droog).

Naam waterwingebied: Espelose Broek.

Gemeente : Holten.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 30 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 16 m/dag.
weerstand C : 1.000 dagen.
spreidingslengte : 700 m.
natuurlijke afstroming : 0,5 m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: 180°.

Putten	nrs.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1 tot en met 18	684	36

Totale onttrekking in waterwingebied: $4,5 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

Opzet en resultaten van het onderzoek naar geïntegreerd waterbeheer in het Espelose Broek, augustus 1983, Technische werkgroep Espelose Broek.

Opmerkingen:

In het verleden zijn tussen de betrokken boeren (plaatselijke commissie) en de W.M.O. ook afspraken gemaakt over de verblijftijdzones, gebaseerd op eerdere berekeningen. De grenzen die toen gehanteerd zijn, zijn op kaart 17 eveneens aangegeven.

Nummer: 18

Naam waterwingebied : Schalkhaar.
Gemeente : Diepenveen.
Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

<u>Gegevens:</u>	<u>diep</u>	<u>middeldiep</u>
pakketdikte	: 40 m	30 m.
porositeit	: 0,33	0,33.
doorlatendheidk	: 20 m/dag	47 m/dag.
weerstandC	: 75.000 dagen	400 dagen.
spreidingslengte	: 7.746 m	650 dagen.
verhang	: -	-
natuurlijke afstroming	: - m ³ /dag/m'	0,56 m ³ /dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as	: -°	135°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ⁶⁰ (m)
	diep:	2.740	Afhankelijk van het aantal
	middeldiep:		putten ! (zie opmerking)
	1	913	
	2	913	
	3	913	

Totale onttrekking in waterwingebied: diep : $1,0 \times 10^6$ m³/jaar;
middeldiep : $1,0 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

Opmerkingen:

- De toekomstige puttenconfiguratie is niet bekend, vandaar dat de winning voor het diepe pakket geconcentreerd is gedacht in 1 punt. Voor het middeldiepe pakket is gerekend met 3 putten. De berekening van de 1-jaarszone zal dan ook sterk af kunnen wijken van de praktijk, bij de 10- en 25-jaarszone zal dat in mindere mate het geval zijn. De verblijftijdzones zullen bij een definitieve inrichting van een pompstation op deze plaats opnieuw bepaald moeten worden.

De hier gepresenteerde zones zijn bedoeld om een indruk te krijgen van de omvang van het desbetreffende gebied. Verder wordt nog opgemerkt dat de verblijftijd in de klei uit de Formatie van Drente in de orde van 200 jaar ligt (zie Diepenveen nr. 9).

- De waterwingebieden Deventer-Centuurbaan, Deventer-Zutphenseweg, Diepenveen, Boerhaar (diep) en Schalkhaar (diep) zijn in een berekening doorgerekend (zie ook Deventer, nrs. 21 en 22).

Naam waterwingebied: Engelse Werk.

Gemeente : Zwolle.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: middeldiep: veldmethode;

diep : FLOP (semi-spanningswater).

<u>Gegevens:</u>	<u>Middeldiep</u>	<u>Diep</u>
pakketdikte	: 110 m	120 m
porositeit	: 0,35	0,33
doorlatendheid k	: 50 m/dag	9,5 m/dag
weerstand C	: -	10.000 dagen
spreadingslengte	: -	3.500 m
nuttige neerslag	: 250 mm	-
natuurlijke afstroming	: -	0,283 m ² /dag
hoek t.o.v. pos. X-as	: -	90°
R ₆₀	: 26 m	23 m

Datum isohypsenkaart: 14 december 1983.

Totale onttrekking in waterwingebied:

11,4 x 10⁶ m³/jaar (ondiep) over 24 putten;

2,0 x 10⁶ m³/jaar (diep) over 5 putten.

Opmerkingen:

Oppervlakte 1-jaarszone: A = 28 ha.

Naam waterwingebied: Wierden.

Gemeente : Wierden.

Eigenaar : Gemeentelijk Elektriciteits- en Waterleiding-
bedrijf-Almelo.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (freatisch water).

Gegevens:

pakketdikte : 40 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 25 m/dag.
verhang : -
natuurlijke afstroming : - m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: -°.
nuttige neerslag : 0 mm.

Putten*	nr.	Q (m ³ /dag)			R ₆₀ (m)		
	2 tot en met 41*	I: 530	II: 662	III: 795	I: 28	II: 31	III: 34
	Y	270					
	Z ₂	1.100					
	C	408					
	Afscherm-						
	put 1	480					
	Coberco	400					
	Gemeente-						
	werken	20					

N.B. nummering/benaming putten gelijk aan rapport Stamanstraat.

Totale onttrekking in waterwingebied:

geval I: 6,0 x 10⁶ m³/jaar;
geval II: 7,5 x 10⁶ m³/jaar;
geval III: 9,0 x 10⁶ m³/jaar.

* totaal 31 putten in waterwingebied.

Literatuur:

- Bodemverontreiniging aan de Stamanstraat in Wierden (nr. SWO-84.219), november 1984, KIWA, ir. H.J. Vinkers.
- Rapport inzake winning van grondwater in de Heuvelrug Wierden, Hooge Hexel, Daarle 1962, R.I.D.

Opmerkingen:

- De waterwinplaatsen Wierden en Hooge Hexel zijn in een keer doorgerekend (zie ook Hooge Hexel).
- Voor de winplaats Wierden loopt een vergunningaanvraag voor een uitbreiding van de onttrekking tot 9,0 miljoen m³/jaar. In afwachting van de besluitvorming hierover is voor deze winplaats een berekening uitgevoerd voor 6,0 miljoen m³/jaar, 75, miljoen m³/jaar en 9,0 miljoen m³/jaar.

Nummers: 21 en 22.

Naam waterwingebieden: Ceintuurbaan-Deventer (21);
Zutphenseweg-Deventer (22).

Gemeente : Deventer.

Eigenaar : Gemeentelijke Energie- en Waterleidingbedrijven
Deventer.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 40 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 20 m/dag.
weerstand C : 75.000 dagen (klei uit de Formatie van Drente).
spreidingslengte : 7.746 m.
verhang : -
natuurlijke afstroming : - m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: -°.

nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀	(m)	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
Ceintuurbaan (21)			35	Zutphenseweg (22)		
1	861	35	1		791	34
2	861	35	2		791	34
3	861	35	3		791	34
4	861	35	4		791	34
5	861	35	5		791	34
6	861	35	6		791	34
7	861	35	7		791	34
			8		791	34
			9		791	34
			Twello		5.480	
			Boerhaar		5.480 (diep)	
			Diepenveen		10.959	
			Schalkhaar		5.480 (diep)	

Totale onttrekking in waterwingebied:

Ceintuurbaan	$2,2 \times 10^6$ m ³ /jaar;
Zutphenseweg	$2,6 \times 10^6$ m ³ /jaar;
Twello	$2,0 \times 10^6$ m ³ /jaar;
Diepenveen	$4,0 \times 10^6$ m ³ /jaar;
Schalkhaar	$2,0 \times 10^6$ m ³ /jaar.

Literatuur:

IJsselvallei-onderzoek, rapportage 1e projectjaar, Invloed diepe grondwaterwinning, 24 mei 1984, Iwaco Bostel.

Opmerkingen:

- De waterwingebieden Deventer-Ceintuurbaan en Deventer-Zutphenseweg zijn in een FLOP-berekening doorgerekend. De wingebieden Boerhaar, Twello, Schalkhaar en Diepenveen zijn als een puntbron ingevoerd.
- De verblijftijden in de kleilaag (Formatie van Drente) bedragen circa 200 jaar (zie berekening Diepenveen (9)).

Nummer: 23

Naam waterwingebied: Hengelo.

Gemeente : Hengelo.

Eigenaar : Gemeentelijk Gas- en Drinkwaterbedrijf Hengelo.

Toegepaste berekeningsmethode: modelberekening door Heidemij Adviesbureau (zie literatuur) .

Gegevens:

pakketdiepte : 7 m.

porositeit : 0,33.

doorlaatvermogen kD : 300 m²/dag.

verhang : 1,62 x 10⁻³.

natuurlijke afstroming : 0,486 m³/dag/m'.

hoek t.o.v. positieve X-as: 154° (circa west-noordwest).

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
	1 t/m 5	465	62

Totale onttrekking in waterwingebied: 0,85 x 10,⁶ m³/jaar.

Literatuur:

Geohydrologisch onderzoek Hengelo, juni 1983, Heidemij Adviesbureau.

Opmerkingen:

Het bleek niet mogelijk om de verblijftijdzones met FLOP of de veldmethode te berekenen, daarom is teruggegrepen op de studie van Heidemij Adviesbureau.

Naam waterwingebied: Oldenzaal.

Gemeente : Oldenzaal.

Eigenaar : Gemeentebedrijven Oldenzaal.

Toegepaste berekeningsmethode: Veldmethode gebaseerd op een geconstrueerde isohypsenkaart (zie opmerkingen).

Gegevens:

pakketdikte : 10 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 14 m/dag.
weerstand C : 200 dagen*.
spreidingslengte : 167 m*.
verhang : circa $3,7 \times 10^{-3}$ *.
natuurlijke afstroming : circa 0,52 m³/dag/m'*.
hoek t.o.v. positieve X-as: 170°.

* alleen van belang voor de 1 jaarszone.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)	
"oude" wingebied	1 t/m 4	479	36	(oostelijke wingebied)
"nieuwe wingebied	5 t/m 13	304	47	(westelijke wingebied)

Totale onttrekking in waterwingebied: oostelijke wingebied: 700.000 m³/jaar;
westelijke wingebied: 1.000.000 m³/jaar.

Literatuur:

Rapport over de hydrologische gevolgen van grondwateronttrekkingen in de omgeving van het pompstation Oldenzaal, augustus 1976, R.I.D.

Opmerkingen:

Van het gebied rond het pompstation is geen goede isohypsenkaart beschikbaar (en wegens gebrek aan waarnemingen ook niet te maken), zodat een isohypsenkaart is geconstrueerd. Globaal is voor het desbetreffende gebied de stroomrichting en het verhang bekend (zie onder andere Inventarisatie van Grondwatergegevens, maart 1985, DGV/TNO/Provinciale waterstaat in Overijssel). De verlagingen zijn analytisch berekend (volgens DUPUIT-Thiem) en vervolgens gesuperponeerd op het globale stromingspatroon, waardoor een isohypsenbeeld ontstaat.

Op de aldus verkregen isohypsenkaart is de veldmethode "losgelaten".

De onttrokken hoeveelheden is de hoeveelheid waarvoor door de minister vergunning is verleend.

De onttrekking van "Gelderold" is in de berekening gesteld op circa 20.000 m³/jaar.

Naam waterwingebied: Weerseloseweg-Enschede.

Gemeente : Enschede.

Eigenaar : Openbare Nutsbedrijven Enschede.

1. INLEIDING.

Het waterwingebied aan de Weerseloseweg omvat een stelsel van infiltratie en onttrekkingsmiddelen.

Infiltratie vindt plaats in ondiepe kanalen en vijvers. Deze vijvers en kanalen worden gevuld met water dat afkomstig is uit het Twentekanaal. De breedte van de kanalen varieert tussen 15 en 40 m. De gezamenlijke oppervlakte van de infiltratiemiddelen bedraagt 13,7 ha. In het gebied wordt jaarlijks $5,5 \times 10^6$ m³ voorgezuiverd water uit het Twentekanaal geïnfiltreerd. De gemiddelde infiltratiesnelheid is dan circa 11 cm/dag.

De onttrekking gebeurt door 1 horizontale bron, 2 radiaalputten en circa 120 verticale putten. De gemiddelde verblijftijd van het geïnfiltreerde water ligt in de orde van 6 weken.

Aan het gebied wordt jaarlijks circa 7×10^6 m³ water onttrokken (een aanvraag voor 8,5 miljoen m³ is in behandeling): $1,5 \times 10^6$ m³ meer dan er wordt geïnfiltreerd. Bij een eventuele uitbreiding zal de onttrokken hoeveelheid grondwater op 1,5 miljoen m³ gehandhaafd blijven. Door het karakter van het gebied kan de verblijftijdzone niet met FLOP of de veldmethode worden berekend. Er is hier gezocht naar een praktische benadering van het probleem.

2. GEOHYDROLOGIE.

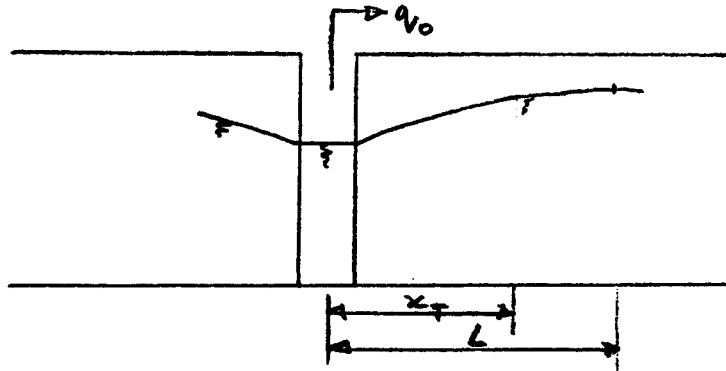
Het watervoerende pakket bestaat uit een pakket pleistocene zanden; de dikte bedraagt ter plaatse van het waterwingebied circa 15 m. Plaatselijk kan deze dikte afwijken door geulen in de slecht doorlatende basis (leem/klei uit het tertiair).

In het zandpakket komen veel klei-, leem- en veenlaagjes voor met een beperkte uigestrektheid waardoor de bodem een sterk inhomogeen karakter heeft.

3. BEREKENEN VERBLIJFTIJDZONES.

Voor het berekenen van de verblijftijdzones zijn de winputten opgevat als oneindig lange puttenrijen in een freatisch watervoerend pakket (figuur 1).

figuur 1. Schematisatie Weerloseweg.



In figuur 1 is:

(1) $L = \frac{q_0}{2N}$ waarin:

L = de afstand tussen de puttenrij en de waterscheiding (m);

q_0 = de onttrekking van grondwater aan de puttenrij (m³/m/jaar);

N = nuttige neerslag (m/jaar).

De afstand x tot de puttenrij die overeenkomt met een verblijftijd T_x in het watervoerend pakket is in figuur 1:

(2) $x_T = L - L \cdot \exp(-T_x \cdot N / E \cdot D)$ waarin:

x_T = de afstand (m) tot de puttenrij die overeenkomt met een verblijftijd T_x (jaren);

D = dikte watervoerend pakket (m);

E = effectieve porositeit;

N = zie (1);

L = zie (1).

(zie voor afleiding bijlage 3)

* De grondvorm van deze formatie is ontleend aan "Water Quality, influence of transport and mixing processes". Collegediktaat Landbouw Hogeschool, vakgroep Cultuurtechniek, W.H. van der Molen, versie mei 1980.

Voor:

$q_0 = 600^*$

$N = 0,3$

$E = 1/3$

$D = 15$

$T_x = 60$ dagen, 1, 10 en 25 jaar

is L circa 1.000 m en liggen de punten:

- met een verblijftijd van 60 dagen op een afstand van circa 10 m van de puttenrij;
- met een verblijftijd van 1 jaar op een afstand van circa 60 m van de puttenrij;
- met een verblijftijd van 10 jaar op een afstand van circa 450 m van de puttenrij;
- met een verblijftijd van 25 jaar op een afstand van circa 800 m van de puttenrij.

* Grondwaterwinning $1,5 \times 10^6$ m³/jaar, totale lengte puttenrijen circa 2.500 m.

4. DE VERBLIJFTIJDZONES.

Voor de vaststelling van de 1 jaarszone is uitgegaan van een minimum afstand van 60 m van de winmiddelen. Door het karakter van de winning (met veel kleine bronnen) is het moeilijk om de 1 jaarszone goed op de kaart aan te geven. Wel kan geconcludeerd worden dat het huidige eerste beschermingsgebied groter is dan de 1 jaarsverblijftijdzone (met uitzondering van enkele door het gebied lopende wegen) en zeker groter dan de 60 dagen verblijftijdzone. Voor de bepaling van de 25-jaarszone is uitgegaan van een afstand van circa 800 m van de winmiddelen. Voor de vaststelling van de grens is:

- voor de noord-zuid gerichte puttenrijen het midden van deze puttenrijen aangehouden;
- voor de oost-west gerichte puttenrijen de Witbreuksweg als centrum aangehouden;
- aan de kopeinden van de puttenrijen de afstand van circa 300 m van de winmiddelen als grens gehanteerd (circa de helft van 750 m).

De 10-jaarszone is op een overeenkomstige wijze als de 25-jaarszone vastgesteld.

Naam waterwingebied: Losser.

Gemeente : Losser.

Eigenaar : Openbare Nutsbedrijven Enschede.

1. INLEIDING.

Het pompstation Losser van het Gemeentelijk Gas- en Drinkwaterbedrijf van Enschede bestaat uit 9 winputten (zie kaart 26).

De putten 1 tot en met 4 onttrekken water aan pleistocene afzettingen. De putten I tot en met V onttrekken water aan zanden en zandsteenpakketten uit het Onderkrijt. De dikte en de diepteligging van geëxploiteerde pakketten wisselen sterk (zie hierna).

De jaarlijkse onttrekking is circa $2,3 \times 10^6$ m³ per jaar. De maximale onttrekking volgens de vergunning is $2,4 \times 10^6$ m³ per jaar. Van de totale winning wordt circa 1/4 deel onttrokken aan pleistocene afzettingen en 3/4 deel aan Onderkrijt-afzettingen.

De bodemopbouw rondom het pompstation Losser wordt globaal beschreven in paragraaf 2. Door het bijzondere karakter van de bodemopbouw kunnen de verblijftijden niet berekend worden op dezelfde wijze als voor de andere waterwingebieden in Overijssel is gebeurd. De grondslag voor het beschermingsgebied is hier verkregen door de begrenzing van het (direct) door de waterwinning beïnvloede gebied op te sporen. Nadat de verblijftijd van het water in de weerstandslaag is berekend, wordt een concreet voorstel gedaan voor een beschermings- en een waterwingebied.

2. GEOHYDROLOGIE.

Uit de diverse rapporten (zie literatuurlijst) blijkt dat de bodemopbouw van het gebied rondom het pompstation Losser ingewikkeld is. De oorzaak hiervan zijn de vele breuken en overschuivingen als gevolg van bodembewegingen aan het einde van de Krijtperiode. Globaal is de bodemopbouw als volgt:

- een dun (0,5-3 m) pakket van pleistocene zanden. Door de diepe ligging van de grondwaterstand (als gevolg van de waterwinning) is dit pakket meestal niet watervoerend;

- een grondmorene met een dikte die varieert tussen 4 en 17 m (weestandslaag). De laag bestaat overwegend uit zandige leem, plaatselijk afgewisseld met enkele zandlagen van uiteenlopende dikte (van enkele decimeters tot enkele meters);
 - een grof pleistoceen pakket (een opvulling van een préglaciaal rivierdal, vermoedelijk de Dinkel). Dit grove pakket wigt naar het oosten, het westen en het zuiden snel uit en is op een afstand van 1 à 2 km verdwenen. Ter plaatse van het pompstation is het pakket circa 10 m dik. De doorlaatfactor k bedraagt circa 40 m/dag (Bosscher 1973);
 - een pakket afzettingen uit het Onderkrijt. Dit pakket is enkele honderden meters dik en bestaat uit kleifige zanden en zandsteen. Oorspronkelijk hebben de lagen op elkaar gelegen, maar door de bewegingen van de ondergrond aan het einde van de Krijtperiode zijn de lagen geplooid en door breuken verstoord, zodat zij op vele plaatsen nu naast elkaar liggen. Binnen dit pakket komen ter plaatse van het pompstation zandsteenlagen voor, die geschikt zijn voor waterwinning. De diepteligging van de geëxploiteerde lagen ligt tussen 85 en 145 m beneden maaiveld, de dikte tussen 20 en 50 m. Boven de zandsteenlagen, die voor waterwinning benut worden, komt op een aantal plaatsen een slecht doorlatend pakket van tientallen meters klei (en kleisteen) voor. Op andere plaatsen is door de plooiing van het gebied de kleilaag weggeërodeerd en liggen de watervoerende zandsteenlagen direct onder het grove pleistoceen of, waar dit ontbreekt, onder de grondmorene.
- De doorlatendheid van het zandsteenpakket ter plaatse is niet bekend.

3. HET BEINVLOEDE GEBIED.

Uit de beschrijving van de geohydrologische situatie zal duidelijk zijn geworden dat voor het vaststellen van de grondslag van het beschermingsgebied een andere weg gevolgd moet worden dan bij de meeste waterwinningen het geval is.

Uit het vele onderzoek dat gedaan is om de wijzigingen in de waterhuishouding (droogteschade) vast te stellen, is het mogelijk de globale grens (aan het aardoppervlak) vast te stellen van het gebied dat door de grondwateronttrekking is beïnvloed. Maatstaf voor deze invloed is de daling van de freatische grondwaterspiegel.

Adviesbureau Arnhem (lit. 1 en 2) heeft in 1970 en 1972 in opdracht van de Cultuurtechnische Dienst in het gebied intensieve karteringen uitgevoerd naar onder andere de verandering van de grondwaterstanden in de omgeving van het pompstation Losser.

Aan de hand van de hydromorfe kenmerken, aangevuld met grondwaterstandmetingen, zijn de vroegere (voor de winning) en de huidige (tijdens de winning) G.H.G. en G.L.G. geschat. De gemiddelde grondwaterstanddaling wordt nu geschat uit de verschillen tussen de oude en de nieuwe situatie. Op kaart 26a zijn deze verlagingen in beeld gebracht.

Door Rijtema is aangetoond dat de wateronttrekking door het pompstation Losser de primaire oorzaak is van de grondwaterstand. Wel moet er onderscheid worden gemaakt in directe en indirecte beïnvloeding. Indirecte beïnvloeding van de verlaging van de grondwaterstand treedt op aan de randen van het direct beïnvloede gebied als gevolg van het wegvallen van (een gedeelte) van de afvoer uit het directe beïnvloede gebied.

Als grondslag voor de beschermingszone is het gebied genomen waar de gemiddelde grondwaterstanddaling groter is dan 1 m. De oppervlakte van het gebied is niet gevoelig voor de keuze van deze maat van 1 m (zie tabel).

Tabel:

De oppervlakte van het gebied in relatie tot de keuze van de gemiddelde grondwaterstanddaling (inclusief een schatting van de oppervlakte niet onderzocht gebied).

Gemiddelde grondwaterstanddaling
volgens onderzoek Adviesbureau Arnhem (lit. 1 en 2)

> 0,50 m	circa 1.000 ha
> 1,00 m	circa 850 ha
> 1,50 m	circa 800 ha

Het gebied dat op grond van de grondwaterstanddaling gekozen is als grondslag voor het beschermingsgebied valt niet samen met het intrekgebied van het pompstation Losser; het intrekgebied kan groter zijn.

Wel is het zo dat een belangrijk deel van de voeding uit het gebied komt dat als grondslag voor het beschermingsgebied is gekozen. De grondwaterstanden zijn zo ver gedaald (2 à 3 m beneden maaiveld) dat maar een klein deel van het neerslagoverschot (is volgens Rijtema gemiddeld 340 mm) tot afvoer komt.

4. VERBLIJFTIJD IN DE WEERSTANDSLAAG.

Een lange verblijftijd in de weerstandslaag kan een reden zijn de uiteindelijke begrenzing "krap" vast te stellen. De verblijftijd kan berekend worden met formule 1:

$$T = \frac{D \cdot E}{N} \quad (1)$$

waarin:

T = gemiddelde verblijftijd (jaar)

D = dikte van de weerstandslaag (m)

E = poriënvolume dat voor doorstroming
benut wordt

N = verticale afvoer (m/jaar)

Voor:

D = 4 tot 16 m;

N = 0,340 m; gemiddeld neerslagoverschot in het gebied volgens Rijtema;

O = 0,05 à 0,15; verschil tussen poriënvolume en vochtgehalte bij
veldcapaciteit,

ligt de verblijftijd in de ordegrootte van 2 à 5 jaar. Deze verblijftijd is te gering om bij de uiteindelijke vaststelling van het beschermingsgebied rekening te houden met de beschermende werking van de grondmorene.

5. BESCHERMINGSGEBIED.

Met als grondslag het gebied met een gemiddelde grondwaterstanddaling van meer dan 1 m is (in afwijking van de andere wingebieden) nu reeds op kaart 26 een voorstel voor een beschermingsgebied opgenomen. Binnen dit beschermingsgebied liggen ook gebieden die weinig beïnvloed zijn door de waterwinning. De afstroming vanuit deze gebieden gaat echter in de richting van de gebieden met grote grondwaterstanddaling waar het water alsnog wegzijgt naar het diepe pakket. Om deze reden kunnen weinig beïnvloede gebieden, die omringd zijn door sterk beïnvloede gebieden, niet buiten het beschermingsgebied worden gesloten.

De straal van de 60 dagen verblijftijdzone voor de onttrekking uit de pleistocene zanden (putten 1 tot en met 4) is bepaald aan de hand van de volgende uitgangspunten:

onttrekking per put Q : 411 m³/dag (1/4 van totaal over 4 putten).

pakketdikte : 10 m.

porositeit : 0,33.

De straal R_{60} wordt dan 49 m.

Voor de onttrekking (putten 1 tot en met 4) aan de Onderkrijtafzettingen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

onttrekking per put Q : 986 m³/dag (3/4 van totaal over 5 putten).

pakketdikte : 20 m.

porositeit f : 0,33.

De straal R_{60} wordt dan 53 m.

Geraadpleegde literatuur ten behoeve van Losser.

1. Adviesbureau Arnhem 1971:

Bodemkundig/hydrologisch onderzoek in het waterwingebied tussen Losser en Oldenzaal. (Onderzoek in opdracht van de Centrale Directie van de Cultuurtechnische Dienst ten behoeve van het Technische Secretariaat van de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven.)

2. Adviesbureau Arnhem 1972:

Bodemkundig/hydrologisch onderzoek in het waterwingebied tussen Losser en Oldenzaal; aanvulling op het rapport van het waterwingebied nabij Losser. (Onderzoek in opdracht van de Centrale Directie van de Cultuurtechnische Dienst ten behoeve van het Technisch Secretariaat van de Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven).

3. Bosscher, A., 1973, a:

Herinterpretatie van de geologie van het Mesozoïcum in de omgeving van Oldenzaal, Losser en Enschede. International Instituut Aerial Survey Earth Sci, Enschede.

4. Bosscher, A., 1973, b:

Rapport inzake de mogelijkheid tot beïnvloeding van het bovenwater ten gevolge van grondwateronttrekking van onder de kleileem in het waterwingebied "Losser". International Instituut Aerial Survey Earth Sci, Enschede.

5. Rijtema, E. en Bon, J., 1974:

Bepaling landbouwkundige gevolgen van grondwaterwinning met behulp van bodemkundige gegevens toegepast op de waterwinning Losser, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, regionale studies nr. 7.

6. Rijks Geologische Dienst 1970:

Onderzoek naar de geologische gesteldheid nabij Losser in verband met grondwateronttrekking.

7. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening 1970:

Onderzoek naar de invloed van de waterwinning Losser op het bovenste grondwater.

Naam waterwingebied: Enschede-Centrum.

Gemeente : Enschede.

Eigenaar : Openbare Nutsbedrijven Enschede.

1. INLEIDING.

Het "pompstation" Enschede-Centrum van de Openbare Nutsbedrijven Enschede onttrekt water aan pompputten van de voormalige textielfabrieken Nijverheid en Scholten (zie kaart 27). De filters bevinden zich in zandsteenlagen van het Onderkrijt. In 1977 hebben Openbare Nutsbedrijven Enschede deze putten in bedrijf genomen voor de produktie van drinkwater. Door een snelle verslechtering van de kwaliteit van de bronnen Nijverheid in 1979 wordt nu alleen nog water onttrokken aan de bron Scholten.

Het KIWA heeft naar aanleiding van de kwaliteitsverslechtering van de bronnen Nijverheid een uitgebreid onderzoek gedaan naar de oorzaken van de kwaliteitsverslechtering en de mogelijkheden van waterwinning uit de zandsteenlagen. De volgende beschrijvingen van de geohydrologische opbouw en de mogelijkheden van waterwinning uit de zandsteenlagen zijn ontleend aan de KIWA-rapporten.

Door het bijzondere geohydrologische karakter van het gebied is de grondslag voor een beschermingsgebied op een andere wijze vastgesteld dan bij de overige waterwingebieden. De beschouwingen hebben geresulteerd in een concreet voorstel voor een beschermingsgebied.

2. GEOHYDROLOGIE.

De geohydrologische opbouw van de ondergrond ter plaatse van de putten is als volgt:

- een dun (5-20 m) freatisch watervoerend pakket van voornamelijk pleistocene zanden (1e watervoerend pakket);
- een klei(steen)pakket van afzettingen uit het Tertiair en Onderkrijt. De dikte is 30 à 60 m; de weerstand wordt geschat op meer dan 100.000 dagen;
- een complex van zandsteenlagen uit het Onderkrijt (2e watervoerend pakket). De gemiddelde dikte is circa 20 m, de doorlaatfactor k circa 16 m per dag en de porositeit circa 20%. Ter plaatse van de winputten heeft het zandsteenpakket zijn grootste dikte en ligt op een diepte van 70-100 m beneden maaiveld. De diepteligging neemt in zuidoostelijke richting toe. Het watervoerend zandsteenpakket wordt begrensd door 2 verticale randen (zie kaart 27).

In het westen ontbreken de zandsteenlagen. De noordwest-zuidoost verlopende verstoring scheidt het 2e watervoerend pakket in een westelijk deel (waar de pompputten liggen) en een hoger gelegen oostelijk deel (zie kaart 27). Op grond van pompproeven kunnen de randen als zeer slecht doorlatend worden aangemerkt;

- een ondoorlatende basis van Wealdenklei (eveneens Onderkrijt).

Volgens het KIWA-onderzoek is de voeding van het westelijk deel van het 2e watervoerend pakket (zeer) gering. De geringe voeding vindt in hoofdzaak plaats vanuit het oostelijke deel van het 2e watervoerend pakket in het noordelijke deel van de noordwest-zuidoost lopende verstoring (zie kaart 27).

Voeding van betekenis van het 2e watervoerend pakket vanuit het 1e watervoerend pakket is, gezien de grote weerstand van de klei(steen)laag, onwaarschijnlijk**.

Een en ander blijkt ook uit het feit, dat er in perioden met grote onttrekking aan het 2e watervoerend pakket geen extra potentiaaldalingen optreden in het 1e watervoerend pakket (KIWA-rapport).

3. WINNINGSMOGELIJKHEDEN.

Uit het onderzoek van KIWA blijkt dat er een bovengrens is aan de totale hoeveelheid water van geschikte kwaliteit die nog aan het westelijke deel van het 2e watervoerend pakket onder Enschede onttrokken kon worden. Deze beperking wordt vooral opgelegd door de kwaliteit. In het zuidelijke deel van het watervoerend pakket bevindt zich brak grondwater dat bij onttrekking van het zoete water in de richting van de winputten kan stromen.

** Ter oriëntatie: Bij een weerstand van 100.000 dagen en een stijghoogteverschil van 20 m is de voeding slechts 0,07 m³/m²/jaar. Het gebied met zoet grondwater binnen de randen is circa 10 km². Bij een onttrekking van 50 m³/uur (bron Scholten, zie KIWA-rapport) is de voeding van boven minder dan 2% van de onttrekking.

In het noordelijk stuk van het westelijk deel van het 2e watervoerende pakket bevindt zich water met hoge sulfaat- en ijzergehaltes*.

Bij wateronttrekking aan de bronnen Nijverheid en Scholten stroomt dit voor de drinkwaterbereiding ongeschikt water, in de richting van de bronnen.

De grens ligt nu al bij de bronnen Nijverheid. Het KIWA geeft als indicatie dat er bij het gebruik van de bron Scholten nog 10 jaar lang circa 450.000 m³/jaar onttrokken kan worden (met een maximale capaciteit van 50 m³/uur).

Door een nieuwe put te plaatsen midden in het gebied met goed water kan wat meer water worden gewonnen. Het KIWA raamt dat gedurende 10 jaar nu circa 600.000 m³/jaar gewonnen kan worden. De enige mogelijkheid om voor lange termijn gebruik te kunnen maken van het 2e watervoerend pakket is wellicht diepinfiltratie.

4. BESCHERMINGSGEBIED.

Het grondwater in het westelijke deel van het 2e watervoerend pakket is goed beschermd tegen verontreinigingen vanaf het aardoppervlak. Zo er al sprake is van voeding van boven, ligt de verblijftijd in de ordegrootte van honderden jaren.

Doorboring van de waterstandslaag is een risico-activiteit voor de waterkwaliteit in het 2e watervoerend pakket, te weten:

- wanneer de boringen niet goed afgedicht zijn, kan (vervuild) water uit het 1e watervoerend pakket in het 2e watervoerend pakket dringen;
- bij wateronttrekking aan bestaande of nog aan te brengen putten kan de waterstand zo ver dalen dat het pakket droogvalt en pyriet oxydeert.

Het tot stand brengen, hebben of exploiteren van boorputten die reiken tot in het 2e watervoerend pakket, moet daarom beschouwd worden als een bodembedreigende handeling (behalve boringen door waterleidingbedrijven).

* Dit water is ontstaan doordat bij grote onttrekkingen (bijvoorbeeld bij melkfabriek Lonneker) de waterstand daalde tot beneden de bovenkant van het 2e watervoerend pakket. Er komt dan lucht in het watervoerend pakket met als gevolg pyrietoxydatie (pyriet = ijzersulfide). Het ijzer- en sulfaatgehalte van het water stijgen (ijzer honderden en sulfaat soms duizenden mg/l) en de zuurgraad daalt.

Het beschermingsgebied waarvoor deze regels gelden, heeft in principe niet groter te zijn dan het westelijke gedeelte van het 2e watervoerend pakket waar (nog) grondwater van goede kwaliteit voorkomt. Dit gebied valt ruwweg samen met een verblijftijdzone van 10 jaar (zie KIWA-rapporten).

Op kaart 27 is het gebied aangegeven waarbinnen het tot stand brengen, hebben of exploiteren van putten (die reiken tot in het 2e watervoerend pakket) door anderen dan waterleidingbedrijven voorkomen moet worden.

De uitgangspunten voor de berekening van de 60 dagen verblijftijdzone zijn:

ontrekking Q	: 1.200 m ³ /dag.
pakketdikte	: 20 m.
porositeit	: 0,20.

De straal R_{60} wordt dan 75 m.

Geraadpleegde bronnen.

1. Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen (1983).

Analyse van de problemen en mogelijkheden voor de waterwinning uit de Onderkrijtzandsteenlagen te Enschede.

Rapport in 3 delen opgesteld in opdracht van Openbare Nutsbedrijven Enschede.

2. Stuyfzand, P.J. en Heijnen, J.H.

Diep grondwater te Enschede door oxydatie van pyriet bedreigd, H₂O, 1984.

Naam waterwingebied: Boerhaar.

Gemeente : Wijhe.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP.

<u>Gegevens:</u>	middeldiep	diep
pakketdikte	: 24 m	40 m.
porositeit	: 0,33	0,33.
doorlatendheid k	: 34 m/dag	25 m/dag
weerstand C	: 290 dagen	60.000 dagen.
spreidingslengte	: 486 m	7.746 m.
verhang	: 1/1.600	1/2.500
natuurlijke afstroming	: 0,50 m ³ /dag/m'	0,40 m ² /dag
hoek t.o.v. positieve X-as: 130°.		

Putten	nrs.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
middeldiep: 1 tot en			
	met 10	548	36
diep : 1 tot en			
	met 18	304	21

Totale onttrekking in waterwingebied: middeldiep $2,0 \times 10^6$ m³/jaar;
diep $2,0 \times 10^6$ m³/jaar.

De verblijftijd in de kleilaag (Formatie van Drente) bedraagt circa 200 jaar (zie Diepenveen nr. 9).

Literatuur:

- Middeldiepe pakket:

Grondwaterwinning Boerhaar. De invloed op de omgeving oktober 1980, W.M.O., afdeling Onderzoek.

- Diepe pakket:

Grondwaterwinning Boerhaar. De invloed op de omgeving II, juni 1982, W.M.O., afdeling Onderzoek.

Nummer: 29

Naam waterwingebied: Hammervlier (toekomst).

Gemeente : Den Ham.

Eigenaar : Waterleiding Maatschappij "Overijssel" N.V.

Toegepaste berekeningsmethode: FLOP (semi-spanningswater).

Gegevens:

pakketdikte : 66 m.
porositeit : 0,33.
doorlatendheid k : 32 m/dag.
weerstand C : 312 dagen.
spreidingslengte : 812 m.
verhang :
natuurlijke afstroming : 0,700 m³/dag/m'.
hoek t.o.v. positieve X-as: 180°.

Putten	nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)		nr.	Q (m ³ /dag)	R ₆₀ (m)
Geval I	1	2.000	42	Geval II	1	1.600	37
	2	2.000	42		2	1.600	37
					3	1.600	37
					4	1.600	37
					5	1.600	37

Totale onttrekking in waterwingebied:

Geval I : $1,5 \times 10^6$ m³/jaar.

Geval II: $3,0 \times 10^6$ m³/jaar.

Literatuur:

Waterwingebied Hammervlier (inventarisatie-onderzoek) mei 1985, W.M.O.,
afdeling Onderzoek.

Opmerkingen:

Berekening is bedoeld om een globale indruk van de omvang van de verblijftijdzones te krijgen. Bij definitieve vaststelling van de plaats en de grootte van de winning zullen nieuwe berekeningen gemaakt moeten worden.