1023890

Provincie Gelderland

ONDERZOEK GRONDWATERBEHEER MIDDEN-NEDERLAND

WV254

Samenvattende rapportage fase 2a; Resultaten opzet en ijking stationair model

IWACO
Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Rotterdam november 1991

1023890

Provincie Gelderland

ONDERZOEK GRONDWATERBEHEER MIDDEN-NEDERLAND

Samenvattende rapportage fase 2a; Resultaten opzet en ijking stationair model

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu

Postbus 8520
3009 AM Rotterdam

Rotterdam november 1991

1023890.
Onderzoek Grondwaterbeheer Midden-Nederland; samenvattende rapportage opzet en ijking stationair grondwaterstromingsmodel
Provincie Gelderland
voorjaar/zomer 1991
Grondwatermodellering

261

(c) IWACO B.V., diverse auteurs, Rotterdam 1991

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1.	INLEIDING	1
2.	TIJDSAFHANKELIJKE ASPECTEN	2
3.	OPZET EN IJKING STATIONAIR MODEL	4

1. INLEIDING

De drinkwatervoorziening in Midden-Nederland gebruikt voornamelijk grondwater als grondstof. Het grondwaterbeheer is opgedragen aan de desbetreffende provincies. De effecten van de verschillende grondwaterwinningen kunnen zich tot buiten de provinciegrenzen uitstrekken, waardoor de wens naar voren is gekomen het grondwaterbeleid in een meer regionaal (interprovinciaal) verband af te stemmen. Hiertoe is een onderzoek geformuleerd onder de naam "Grondwaterbeheer Midden-Nederland". Het onderzoek is verdeeld in een drietal hoofdfasen:

1. inventarisatie
2. modelleren van het watersysteem
3. beleidsanalyse

In januari 1991 is door de Provincie Gelderland aan IWACO B.V. opdracht verstrekt voor het uitvoeren van het eerste gedeelte van de tweede fase. Deze deelfase (fase 2a) behelst de opzet en de ijking van een stationair grondwaterstromingsmodel op regionale schaal.

Tot dusver zijn in het kader van fase 2a een tweetal concept-rapportages verschenen:

1. Onderzoek tijdsafhankelijke aspecten ten behoeve van ijking stationair model (september 1991);
2. Rapportage fase 2a: Opzet en ijking stationair model (inclusief aanvulling; augustus en september 1991).

In deze samenvattende rapportage zijn de belangrijkste resultaten en conclusies uit de concept-rapportages opgenomen.

2. TIJDSAFHANKELIJKE ASPECTEN

Met betrekking tot de ijking van het stationaire model wordt gebruik gemaakt van gemeten stijghoogten en afvoeren. Het is van belang de ijkperiode zodanig te kiezen dat een representatieve gemiddelde situatie wordt benaderd waarin een evenwicht bestaat tussen de waterbalansfluxen.

Ten behoeve van dit onderzoek zijn meteorologische en hydrologische tijdreeksen geanalyseerd en zijn aanvullende eenvoudige niet-stationaire modelberekeningen uitgevoerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt bij de keuze van de ijkperiode en bij de beoordeling van de afwijkingen tussen gemeten en door het regionale stationaire model berekende waarden.

Uit het onderzoek zijn de volgende conclusies naar voren gekomen:

1. In gebieden waar oppervlaktewater ontbreekt is het stijghoogteverloop vrijwel gelijk aan het verloop van de cumulatieve afwijking van het gemiddelde neerslagoverschot. In gebieden met (actief) oppervlaktewater gaat deze vergelijking niet of nauwelijks op.

2. Met name in gebieden met een dikke onverzadigde zone reageert de grondwateraanvulling vertraagd op het neerslagoverschot. Deze vertraging kan op de Veluwe oplopen tot ongeveer 12 maanden. Op de Utrechtse Heuvelrug wordt een maximale vertraging ingeschat van ongeveer 6 maanden. In de overige gebieden is de vertraging meestal kleiner dan 1 maand.

3. Uit de evaluatie van het verloop van (de cumulatieve afwijking van het gemiddelde) neerslagoverschot en stijghoogten komt het kalenderjaar 1985 als meest recent, stabiel en gemiddeld hydrologisch jaar naar voren.

4. Het voorafgaande jaar 1984 ligt iets boven het gemiddelde neerslagoverschot.
   Gelet op de geconstateerde vertragingen van de grondwateraanvulling (in gebieden met relatief dikke onverzadigde zones) kunnen met het grondwaterstromingsmodel voor 1985 te lage grondwaterstijghoogten worden berekend. Indien dit bij de ijking het geval blijkt te zijn, is een aanpassing van de op 1985 gebaseerde grondwateraanvulling met maximaal 10% gerechtvaardigd.

5. Bij ingrepen in het hydrologische systeem reageren de grondwaterstijghoogten veelal traag, waardoor bij stationaire modelberekeningen in sommige gevallen rekening dient te worden gehouden met ijkwaarden, die nog niet geheel een stationaire situatie representeren. Indien 1985 als ijkjaar wordt aangehouden, hoeft in principe alleen rekening te worden gehouden met veranderende onttrekkingshoeveelheden op de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug in de periode 1980-1985.

3. OPZET EN IJKING STATIONAIR MODEL

Van het GMN-gebied is een stationair model gemaakt met behulp van het grondwaterstromingsprogramma TRIWACO. Het model bevat vier watervoerende pakketten, drie scheidende lagen en een afdekkende laag. Om de randeffecten te minimaliseren is het modelgebied groter gekozen dan het studiegebied, dat globaal binnen de grondwaterscheidingen van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug is gelegen.

Het grondwaterstromingsmodel is geijkt aan de gemeten gemiddelde stijghoogten en afvoeren van het jaar 1985. Daarnaast is de ligging van de door het model berekende kwel- en infiltratiegebieden vergeleken met de ligging van dergelijke gebieden, vastgesteld op basis van actuele ecologische kennis.

De afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten in het eerste watervoerend pakket zijn samen met enkele isohypsen weergegeven in bijlage 1. Voor het eerste pakket zijn 398 ijkpunten gebruikt. Per deelgebied zijn de afwijkingen tussen berekende en gemeten waarden eveneens opgenomen in tabel 1.

Tabel 1: Afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten per deelgebied

Deelgebied	WVP1		WVP2		WVP3		WVP4	
	*	**	*	**	*	**	*	**
Flevoland	23	31	27	32	14	25	37	51
Eemgebied	- 7	11	- 21	30	- 21	43	4	37
Gelderse Vallei:								
- Midden	5	44	12	36	17	37	41	41
- Zuid	29	39	28	41	19	22	61	61
- Oost	51	61	12	35	72	72	-	-
Utrechtse Heuvelrug	- 30	47	- 50	57	- 34	45	- 29	37
Noordwest Veluwe	6	25	- 1	25	1	51		
Westelijke Veluwe	72	87	85	99	81	86	- 46	46
Hierdensebeekgebied	(14)	(159)	159	159	-	-	-	-
Oostelijke Veluwe	- 41	116	- 57	118	- 28	108	-	-
Plassengebied	5	22	4	26	- 1	32	18	37
Rivierengebied	19	24	20	31	16	25	26	29
IJsselvallei	17	48	47	60	-	-	21	21

* : gemiddelde afwijking in cm
** : gemiddelde van de absolute afwijking in cm

Naast de stijghoogte zijn tevens de berekende en gemeten afvoeren met elkaar vergeleken. Hiervoor zijn in het model van 9 deelwaterbalansgebieden zo mogelijk de gemeten afvoeren over het jaar 1985 gesommeerd. De waarden van de gemeten afvoeren geven in verband met de veelal beperkte meetnauwkeurigheid slechts een indicatie.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Berekende en gemeten afvoeren per deelgebied

Gebied	Grondwater aanvulling (m^3/d)	Netto kwel 1(1) (m^3/d)	Netto kwel 2(2) (m^3/d)	Berekende afvoer (m^3/d)	Gemeten afvoer (m^3/d)
Flevoland	937343	100700	404760	1442803	1672104
Gelderse Vallei	471516	- 81597	134040	523959	546000 (3)
Hoevelakensebeek	28436	1964	-	30400	-
Esvelderbeek	53687	- 19391	16595	50891	-
Barneveldschebeek	72158	- 3831	4723	73050	70000 (4)
Modderbeek	13298	6812	-	20110	-
Moorsterbeek	11129	4367	-	15496	15000 (5)
Nattegatsloot	6568	1073	-	7641	9500 (4)
Lunterschebeek	73668	- 16714	18289	75243	60000 (5)

(1) = kwel door sloten en drainagesysteem
(2) = kwel door individuele waterlopen
(3) = gecorrigeerde waarden van 1984
(4) = waarden van 1990
(5) = waarden van 1985 onvolledig

De ligging van kwel- en infiltratiegebieden zoals die door het model wordt berekend (overlay bijlage 2) is tenslotte getoetst aan de inzichten met betrekking tot de actuele ecologische situatie, zoals die verkregen is door veldonderzoek en gepubliceerd door de werkgroep ecologie.

Uit deze toetsing kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. In de Gelderse Vallei en op de noordflank van het Veluwemassief, waar de knooppuntsafstand van het model het kleinst is, is een hoge mate van overeenkomst tussen de modelberekeningen en de ecologische gegevens. Vrijwel overal waar het model kwel aangeeft komen (concentraties) kwelindicatoren voor (groen ingekleurde gebieden op bijlage); waar het model infiltratie aangeeft ontbre-

ken de kwelindicatoren vrijwel geheel (geel ingekleurde gebieden op bijlage 2);

2. Ook in de Eemvallei, de westelijke flank van het Veluwe massief en de Utrecht-Noordhollandse en Gelders Stuwwallen is de overeenkomst vrijwel overal goed tot zeer goed. Opvallend is het voorkomen van concentraties kwelindicatoren in de bovenloop van het Hierdensche Beek complex, waar het model (regionale) infiltratie aangeeft (rood gekleurde gebied op bijlage 2). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de invloed van individuele waterlopen vooralsnog niet is verdisconteerd. Zoals tevens uit het isohypsenbeeld kan worden opgemaakt is de bovenloop van de Hierdense beek sterk drainerend, waardoor ook hier een lokale kwelsituatie wordt berekend. In de benedenloop van de beek waar daadwerkelijk infiltratie optreedt, ontbreken de kwelindicatoren geheel. In de bovenloop van de Barneveldsche Beek geeft het model kwel aan, kwelindicatoren ontbreken er echter vrijwel geheel (rood omlijnd gebied op bijlage 2). Volgens "gebiedskenners" (ecologen en hydrologen van de provincie Gelderland) klopt het hydrologisch model waarschijnlijk wel, de kwelindicatoren ontbreken waarschijnlijk door de negatieve effecten van de intensieve landbouw ter plaatse;

3. In de randgebieden van het model is de knooppuntsafstand het grootst (ca. 1500 m); de randen behoren niet tot het centrale onderzoeksgebied dat binnen de waterscheidingen van de grote stuwwallen ligt). De oostflank van het Veluwe massief en het gebied tot aan de IJssel is fragmentarisch door de milieukartering in beeld gebracht. Desalniettemin is er een redelijke overeenstemming tussen de modelresultaten en de verspreiding van de indicatorsoorten.
   In het Kromme Rijngebied en omgeving stemmen de kwel- en infiltratiepatronen goed overeen met de verspreiding van de kwelindicatoren.
   In de zone langs de grote rivieren en het gebied tussen

Culemborg en Utrecht is er duidelijk sprake van een discrepantie tussen de ecologische en hydrologische gegevens (rood ingekleurde gebied op bijlage 2): er komen veel kwelindicatoren voor terwijl het model regionale infiltratie voorspelt.

Tot slot is het opvallend dat op die plaatsen (met name in de goed gemodelleerde gebieden) waar het model een relatief hoge kwel intensiteit voorspelt, veelal ook veel soorten kwelindicatoren voorkomen.

In het algemeen kan gesteld worden dat het grondwaterstromingsmodel geschikt is voor het doorrekenen van scenario's, waarbij ingrepen in het hydrologische systeem plaatsvinden binnen de grondwaterscheidingen van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug (incl. het Gooi), oftewel het studiegebied.

Om de secundaire effecten van dergelijke ingrepen goed in te kunnen schatten is het in sommige gebiedsdelen gewenst een kleinere knooppuntsafstand te hanteren en het oppervlaktewater meer gedetailleerd te modelleren.
Dit is het geval in het westelijke gedeelte van de Gelderse Vallei waar relatief veel kwelafhankelijke natuurgebieden zijn gelegen. Van dit gedeelte wordt dan ook een verfijnder deelmodel opgezet.

Het Utrechts-Noordhollands Vechtplassengebied is te grof gemodelleerd (te grote knooppuntsafstand van ca. 1500 m) om een goede vergelijking tussen de hydrologische en ecologische gegevens te kunnen maken (groen-rood gearceerde gebied op de bijlage). Juist omdat hier effecten optreden indien de grondwateronttrekkingen in met name het Gooi veranderen, is het gewenst om van dit gebied een verfijnder deelmodel te bouwen.

BIJLAGEN

: redelijk

: goed (kwelindicatoren, kwel berekend)

: goed (geen kwelindicatoren, infiltratie berekend)

: fout (kwelindicatoren, infiltratie berekend)

: fout (geen kwelindicatoren, kwel berekend)

: geen waarnemingen

Oosteljk-Flevoland

Zuidelijk-Flevoland

Veluwemeer

HARDERWIJK

Wolderwijd

Nuldernauw

Gooimeer

Eemmeer

Nijkerkernauw

Spakenburg

Hierdensche Beek

Apeldoornsch kanaal

Pannerden-Amsterdamsch kanaal

Lage Vaart

Hoge Vaart

Larser Vaart

Oostvaardersdiep

Lelystad-Haven

Lelystad

Dronten

Biddinghuizen

Kampen

Kampernieuwstad

Wilsum

Westenholte

Zalk

De Zande

ZWOLLE

Berkum

Dalfsen

Vilsteren

Rechteren

Hoonhorst

Wijthmen

Hattem

Zuideinde

Hattemerbroek

Wezep

Oosterwolde

Elburg

Oldebroek

Doornspijk

't Harde

Nunspeet

Hoophuizen

Hulshorst

Hierden

Windesheim

Heino

Wapenveld

Vorchten

Heerde

Veessen

Wijhe

Boerhaar

Broekland

Raalte

NIJVER

Olst

Wesepe

Tongeren

Epe

Oene

Vierhouten

Gortel

Ermelo

Horst

Elspeet

Niersen

Vaassen

Diepenveen

Terwolde

DEVENTER

Lettele

Schalkhaar

Colmschate

Bathmen

Twello

Teuge

Putten

Speuld

Uddel

APELDOORN

Garderen

Hoog-Soeren

Nieuw-Milligen

Wilp

IJssel

Gorssel

Joppe

Harfsen

Laren

Gietelo

Voorst

Eefde

Almen

ZUTPHEN

Klarenbeek

Beekbergen

Lieren

Ugchelen

Kootwijk

Stroe

Voorthuizen

Hoogland

Hooglanderveen

Nijkerk

Nijkerkerveen

Hoevelaken

Terschuur

Barneveld

Kootwijkerbroek

Harskamp

Wekerom

Otterlo

Hoenderloo

Loenen

Hall

Eerbeek

Rhienderen

Brummen

Laag Soeren

Leuvenheim

Vorden

Wichmond

Baak

Steenderen

Toldijk

Hengelo

Keyenborg

Dieren

Ellecom

De Steeg

Rozendaal

Rheden

Doesburg

Drempt

Hummelo

Zelhem

Giesbeek

Angerlo

Laag Keppel

DOETINCHEM

Lunteren

Scherpenzeel

Renswoude

Ederveen

Deelen

Schaarsbergen

EDE

ARNHEM

Bennekom

Wolfheze

Ede

Veenendaal

Amerongen

Elst

WAGENINGEN

Achterberg

Renkum

Heveadorp

OOSTERBEEK

VELP

Rhenen

Driel

Elden

Westervoort

Duiven

Didam

Zevenaar

Huissen

Loo

Groessen

Angeren

Babberich

Doornenburg

Valburg

Herveld

Dodewaard

Ochten

Zetten

Opheusden

Heteren

Randwijk

Rijn

Neder-Rijn

Lek

Kesteren

Echteld

Ijzendoorn

Andelst

Deest

Druten

Zoelen

Buren

Tricht

Kerk-Avezaath

TIEL

Zoelmond

Rijswijk

Maurik

Ingen

Lienden

Amsterdam Rijnkanaal

Wijk bij Duurstede

Cothen

Werkhoven

Houten

Doorn

Leersum

Nederlangbroek

VEENENDAAL

Maarsbergen

Maarn

Driebergen

Rijsenburg

Odijk

Bunnik

UTRECHT

Austerlitz

Woudenberg

Zeist

Huis ter Heide

Soesterberg

Leusden Zuid

Leusden-Centrum

Achterveld

DE BILT

Den Dolder

Soestduinen

BILTHOVEN

Soesterdijk

SOEST

Lage Vuursche

Nieuw-Loosdrecht

Loosdrecht

Oud Loosdrecht

Nieuwersluis

Plassen

Breukelen

Holandsche Kading

Tienhoven

Maartensdijk

Westbroek

Maarssen

Vleuten

De Meern

Harmelen

IJsselstein

Jutphaas

Benschop

Lopikerkapel

Uitweg

Schalkwijk

Lexmond

Everdingen

CULEMBORG

Hei- en Boeicop

Zijderveld

Lakerveld

Middelkoop

Schoonrewoerd

Leerbroek

Nieuwland

AMERSFOORT

BAARN

LAREN

HILVERSUM

Blaricum

Eemnes

Bunschoten

Eemdijk

Spakenburg

Huizen

Naarden

WEESP

Muiderberg

BUSSUM

Naardermeer

Abcoude

Nigtevecht

Nederhorst den Berg

Ankeveen

Baambrugge

Loenen

Vreeland

Loenersloot

Kortenhoef

Oud-Graveland

Oud-Loenen

Landrechtsche

Nieuwersluis

Plassen

Breukelen

Tienhoven

Maarssen

Vleuten

Haarzuilens

Oud-Zuilen

Ter Aa

Nieuwe Ter Aa