

~~22/2700(05-93-61B)~~
NN3469, 93-61B

TNO-rapport

OS 93-61 B

september
1993

Kwantificering van de geohydrologische
effecten van peilaanpassing in het
oostelijke deel van de Noordoostpolder

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Auteur:

Ir. R.W. Vernes

Opdrachtgever:

Waterschap Noordoostpolder

INSTITUUT VOOR GRONDWATER EN GEO-ENERGIE TNO

Postbus 195

8430 AD Oosterwolde

Telefoon: 05160 - 16800

23 FEB. 1995

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Milieu en Energie stelt zich ten doel om, gebaseerd op
de noodzaak van een duurzame ontwikkeling van de
maatschappij, door middel van onderzoek en advisering bij te
dragen aan een goed milieubeheer, een verantwoord
energiegebruik en een doelmatig beheer en gebruik van de
ondergrondse natuurlijke hulpbronnen.



Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO,
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank
en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

INHOUDSOPGAVE

LIJST VAN FIGUREN	5
LIJST VAN BIJLAGEN	6
1. INLEIDING	7
1.1 Algemeen	7
1.2 Probleemstelling	11
1.3 Doelstelling	11
1.4 Methode van onderzoek	11
1.5 Opbouw van het rapport	12
2. REGIONAAL GRONDWATERMODEL NOORD-WEST OVERIJSEL	13
2.1 Kader	13
2.2 Methodiek	13
2.3 Modelcode	15
2.4 Discretisatie	15
2.4.1 Horizontaal	15
2.4.2 Verticaal	16
2.5 Modelinvoer	16
2.5.1 Geohydrologische opbouw	16
2.5.2 Oppervlaktewaterstelsel	16
2.5.2.1 Lijninformatie	17
2.5.2.2. Vlakinformatie	17
2.5.3 Nuttige neerslag	18
2.5.4 Onttrekkingen	18
2.5.5 Randstijghoogten	18
2.6 IJking	18
2.7 Toepasbaarheid van het model	19

3.	SCENARIOBEREKENINGEN	21
3.1	Algemeen	21
3.2	Scenario's	21
3.3	Resultaten	25
3.3.1	Scenario 1	25
3.3.2	Scenario 2	26
4.	CONCLUSIES	28
5.	LITERATUUR	29

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1	Ligging van het gebied van peilaanpassing	6
Figuur 1.2A	Geplande peilaanpassingen van hoofdwaterlopen in deelgebied A	8
Figuur 1.2B	Geplande peilaanpassingen van hoofdwaterlopen in deelgebied B	9
Figuur 1.3	Globale begrenzing van (zeer) kwetsbare natte gebieden nabij het gebied van peilaanpassing	10
Figuur 2.1	Modelgrid van het regionaal grondwatermodel Noord-West Overijssel	14

LIJST VAN BIJLAGEN

Bijlage 1.	Scenario 1: Berekende verlaging in modellaag 1 (freatische grondwaterstand)
Bijlage 2.	Scenario 1: Berekende verlaging in modellaag 5 (diepe grond- waterstand)
Bijlage 3.	Scenario 1: Berekende fluxverandering door slecht doorlatend niveau 1
Bijlage 4.	Scenario 2: Berekende verlaging in modellaag 1 (freatische grondwaterstand)
Bijlage 5.	Scenario 2: Berekende verlaging in modellaag 5 (diepe grond- waterstand)
Bijlage 6.	Scenario 2: Berekende fluxverandering door slecht doorlatend niveau 1

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

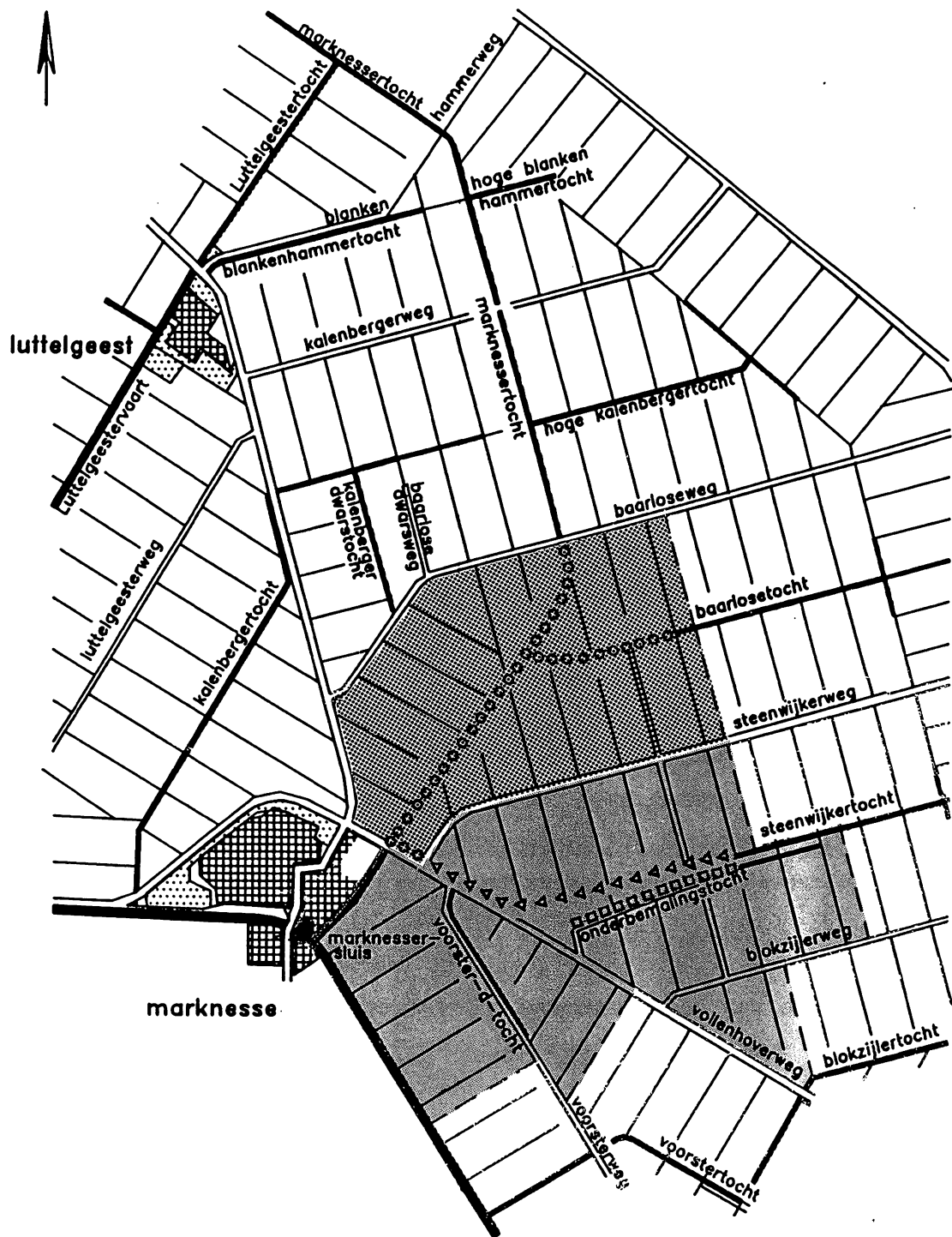
Sinds de drooglegging van de Noordoostpolder is het zettingsproces van de bodem aan de gang. In gebieden waar zettingen zijn opgetreden kunnen zich problemen voordoen ten aanzien van de ontwatering doordat ten gevolge van de daling van het maaiveld ten opzichte van het streefpeil de vereiste drooglegging niet meer wordt gehaald. Een verlaging van het streefpeil is in deze gebieden noodzakelijk om een optimale drooglegging te kunnen realiseren.

Sinds meer dan tien jaar bestaan er bij grondgebruikers langs de Marknesservaart en de Zwolsevaart klachten over te hoge grondwaterstanden, alhoewel het polderpeil ter plaatse goed wordt gehandhaafd. Om deze problemen te kunnen verhelpen heeft het Waterschap Noordoostpolder voor het betreffende gebied een plan voor peilverlaging opgesteld (figuur 1.1, deelgebied A). Dit plan omvat onder meer (figuur 1.2A):

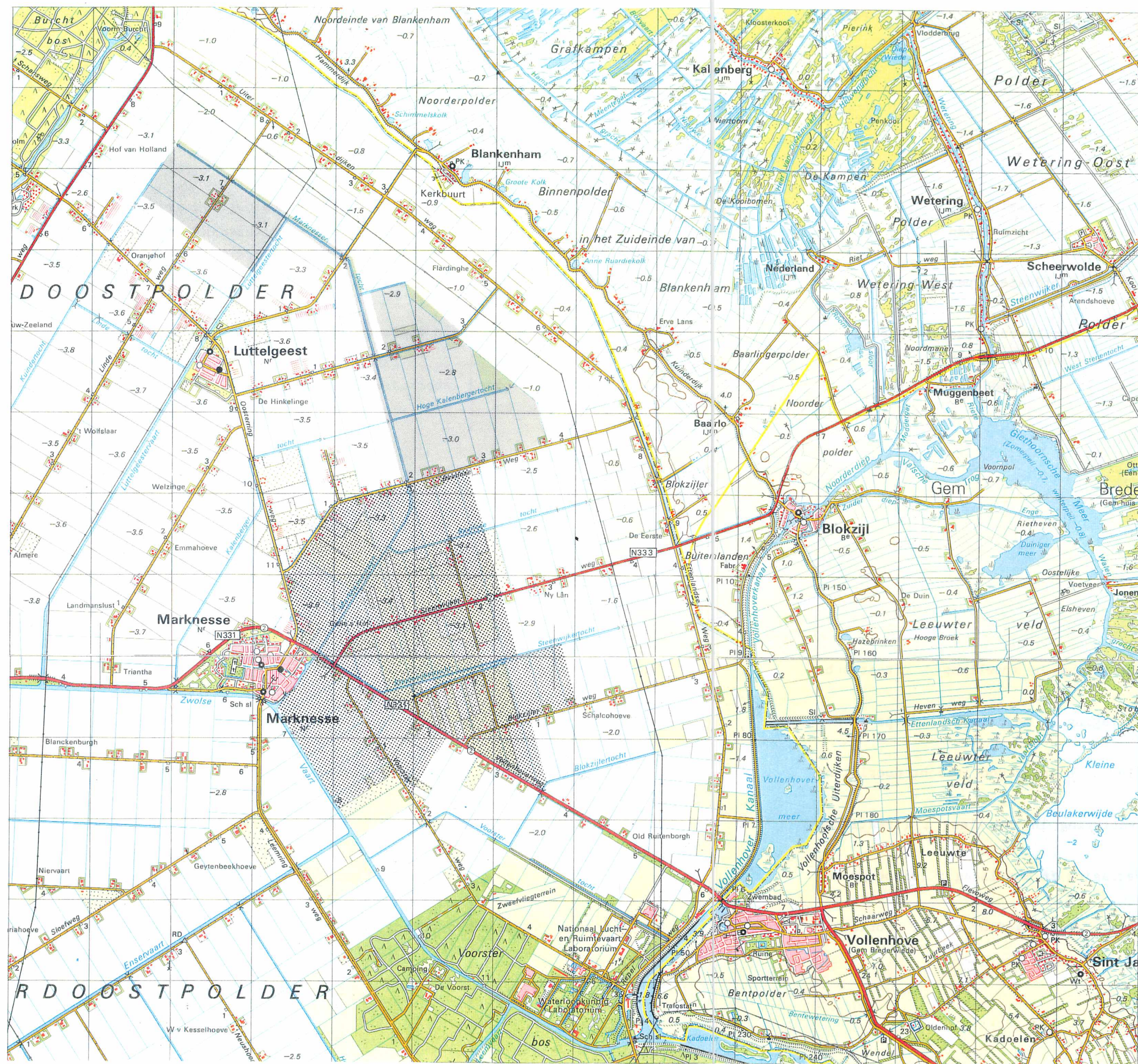
- een verlaging van het streefpeil in een deel van de Marknesservaart, de Baarlosetocht en de Steenwijkertocht van -4,50 m naar -5,00 m NAP,
- een verlaging van het streefpeil in een deel van de Steenwijkertocht van -4,50 m naar -4,80 m NAP,
- een verhoging van het streefpeil in de Onderbemalingstocht van -4,95 m naar -4,80 m NAP.

Voor een uitgebreide beschrijving van dit plan wordt verwezen naar Waterschap Noordoostpolder, 1993.

Ten noorden van dit gebied doen zich langs de Marknessertocht problemen voor die deels verband houden met een peilverlaging in de jaren zestig. Deze problemen omvatten landbouwschade door verdroging, stabiliteitsproblemen van het talud en problemen met de waterafvoer. Het waterschap overweegt derhalve ook in dit gebied het peil aan te passen (figuur 1.1, deelgebied B).



Figuur 1.2A Geplande peilaanpassingen van hoofdwaterlopen in deelgebied A.



 gebied van peilaanpassing, deelgebied A
 gebied van peilaanpassing, deelgebied B



IGG, AFDELING GEOHYDROLOGIE		
Ligging van het gebied van peilaanpassing		
RAPPORT NR.	SCHAL	FIGUUR
OS 93-61 B	1:50.000	(1)

Deze peilaanpassing omvat een verhoging van het streefpeil van -5,70 m naar -5,00 m NAP in de Marknessertocht, de Hoge Blankenhammertocht, de Hoge Kalenbergertocht en in een deel van de Kuindertocht en de Luttelgeestertocht (figuur 1.2B).

1.2. Probleemstelling

Op het aangrenzende "oude land" komen grote gebieden voor die in het Waterhuishoudingsplan van de Provincie Overijssel zijn aangewezen als "zeer kwetsbare natte natuurgebieden" (De Weerribben en De Wieden) en "kwetsbare natte gebieden met natuurwaarden" (figuur 1.3).

Peilverlaging in de Noordoostpolder heeft mogelijk een verlaging van de grondwaterstand en een toename van de wegzijging in deze gebieden tot gevolg. Voor de beoordeling van het voorgenomen plan verzoeken de Provinciale Staten van Flevoland derhalve om inzicht in de omvang van deze effecten.

1.3. Doelstelling

Doelstelling van dit onderzoek is een kwantificering van de geohydrologische effecten van de voorgenomen peilaanpassingen op kwetsbare natte gebieden in Noord-West Overijssel. Onder geohydrologische effecten worden verstaan:

- de beïnvloeding van de grondwaterstand,
- de beïnvloeding van de kwel/wegzijging.

1.4. Methode van onderzoek

Inzicht in de ruimtelijke effecten van peilverlaging kan worden verkregen door middel van een grondwatermodel. Bij het Instituut voor Grondwater en Geo-Energie TNO is, in het kader van het project "Integraal Waterbeheer in Noord-West Overijssel", een grondwatermodel

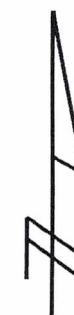
operationeel, waarbinnen het betreffende gebied is gelegen. Dit model is gebruikt voor het simuleren van de geplande ingreep in het oppervlaktewaterpeil en het voorspellen van de geohydrologische effecten.

1.5. Opbouw van het rapport

In het volgende hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van het regionale grondwatermodel Noord-West Overijssel. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de scenario-berekeningen en worden de resultaten ervan geëvalueerd. De conclusies zijn in hoofdstuk 4 opgenomen.



- Gebied van peilaanpassing
- Zeer kwetsbare natte natuurgebieden en kwetsbare natte gebieden met natuurwaarden
- Hoofdwaterloop met voorgenomen peilaanpassing



ICG, AFDELING GEOHYDROLOGIE

Globale begrenzing van (zeer) kwetsbare natte gebieden nabij het gebied van peilaanpassing (naar Provincie Overijssel, 1991)

RAFFORT NR.	SCHAL	FOUR
OS 93-61 B	150.000	13

2. REGIONAAL GRONDWATERMODEL NOORD-WEST OVERIJSSSEL

In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van het regionale grondwatermodel "Noord-West Overijssel". Voor een volledige beschrijving van het model wordt verwezen naar Hoogendoorn en Vernes, 1993.

2.1. Kader

Noord-West Overijssel vormt een gebied waar knelpunten bestaan op het gebied van de waterhuishouding tussen de belangen van natuur, landbouw, drinkwaterwinning en recreatie. Om een oplossing te vinden voor deze knelpunten is door de Provincies Overijssel, Drenthe, Flevoland en Friesland, in combinatie met een tiental andere instanties, het project "Integraal Waterbeheer in Noord-West Overijssel" gestart.

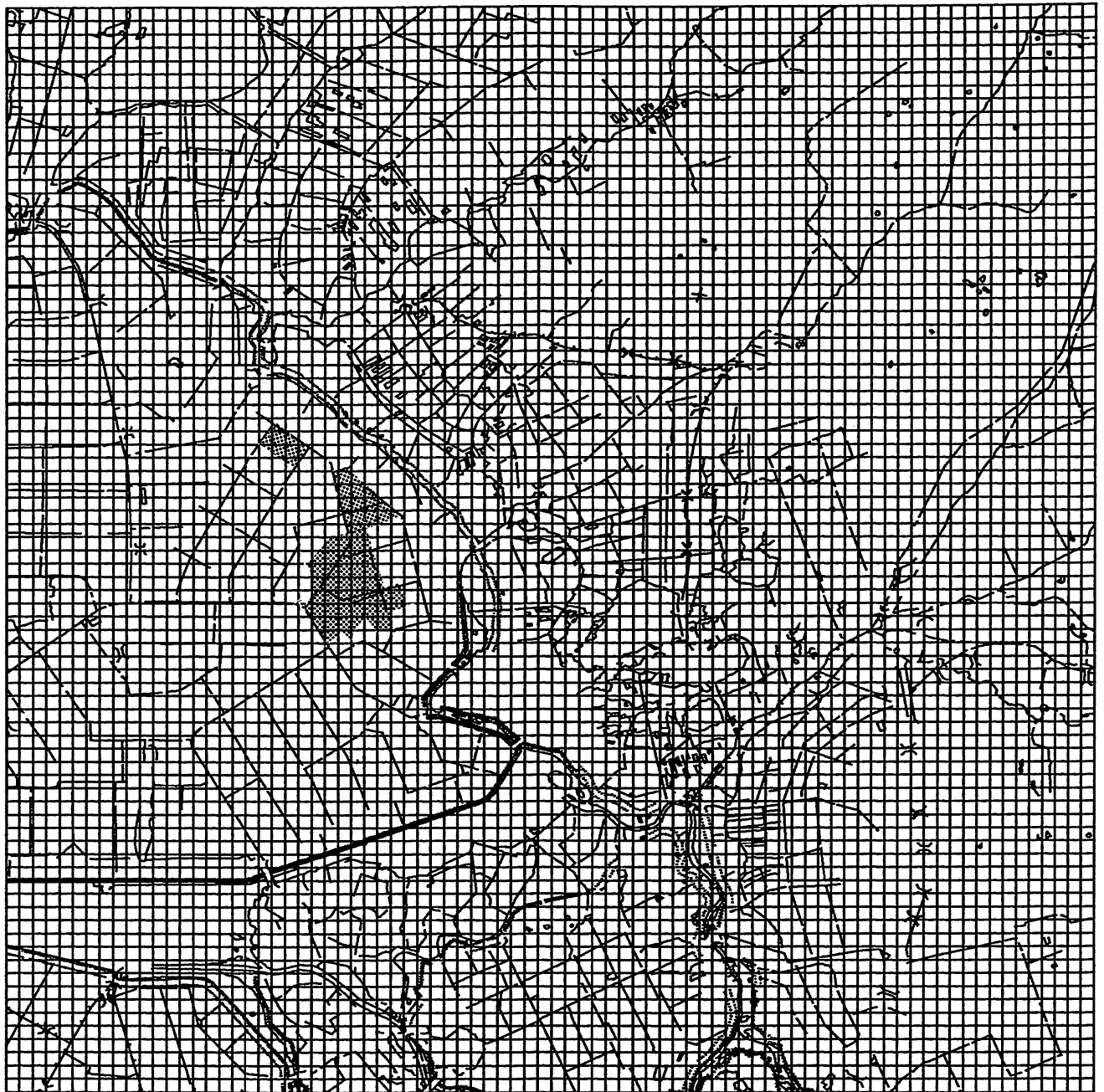
Onderdeel van dit project is de bouw van een regionaal grondwatermodel. Met behulp van dit model kan inzicht worden verkregen in:

- grondwaterstromingspatronen en snelheidsvectoren,
- de relaties tussen grondwater en oppervlaktewater,
- de effecten van ingrepen in de waterhuishouding,
- de ruimtelijke relaties tussen kwel- en wegzijgingsgebieden.

2.2. Methodiek

Bij de opbouw van het grondwatermodel is de bij het IGG-TNO opgezette modellijn "ARC/INFO - MODFLOW - ARC/INFO" aangehouden. Bij deze modellijn worden relevante hydrologische gegevens door middel van het GIS-pakket ARC/INFO vastgelegd, onafhankelijk van de gebruikte numerieke modelcode.

De benodigde data voor de modelcode MODFLOW worden via een aantal procedures uit de in het GIS vastgelegde gebiedsinformatie gegenereerd. De uitvoer van het grondwatermodel wordt vervolgens via een aantal procedures in het GIS vastgelegd en kan daardoor op een overzichtelijke manier worden gepresenteerd.



5 km

 Gebied van peilaanpassing

Figuur 2.1 Modelgrid van het regionaal grondwatermodel Noord-West Overijssel

Om inzicht te krijgen in de dynamiek van de grondwatersystemen gedurende het jaar zijn zowel een stationaire als een instationaire versie van het grondwatermodel gebouwd.

2.3. Modelcode

De modelcode MODFLOW is gebaseerd op het rekenschema van eindige differenties, waarmee stijghoogten in gediscrètiseerde delen van de ondergrond (gridcellen) worden berekend. Wegzijgings- en kwelintensiteiten en debieten tussen aangrenzende gridcellen worden hiervan afgeleid. Met behulp van MODFLOW kunnen zowel stationaire als instationaire grondwaterstromingssimulaties worden uitgevoerd.

MODFLOW omvat een aantal modules waarmee de neerslag, de verdamping, grondwateronttrekkingen, drains en oppervlaktewater afzonderlijk in het model kunnen worden ingevoerd.

De grootte van de uitwisseling tussen het grondwater en het oppervlaktewater wordt binnen een gridcel per waterloop berekend op basis van:

- de natte omtrek van de waterloop,
- de lengte van de waterloop binnen de gridcel,
- de intreeweerstand van de bodem van de waterloop,
- het peil van de waterloop,
- de bodemhoogte van de waterloop indien waterlopen kunnen infiltreren,
- de stijghoogte in de gridcel,

Voor een uitgebreide beschrijving van MODFLOW wordt verwezen naar Donald en Harbaugh, 1988.

2.4. Discretisatie

2.4.1 Horizontaal

Het modelgrid beslaat een vierkant gebied van 41 bij 41 kilometer, gelegen tussen de coördinaten 176000, 506000 en 217000, 547000 (figuur 2.1).

Over het gehele modelgebied is een constante grootte van het grid van 500 bij 500 meter aangehouden.

2.4.2 Verticaal

Het grondwatermodel is opgebouwd uit 5 (watervoerende model)lagen, gescheiden door 4 slecht doorlatende niveaus. Deze niveaus omvatten de volgende kleilagen:

niveau 1: klei en veen van de Westland Formatie (deklaag)

niveau 2: klei van de Formatie van Drente (keileem) en klei/leem van de Formatie van Twente (beekleem),

niveau 3: klei van de Eem Formatie en van de bovenkant van de Formatie van Urk,

niveau 4: klei aan de basis van de Formatie van Urk,

De bovenkant van de Tegelen Klei vormt de basis van het model.

2.5. Modelinvoer

2.5.1. Geohydrologische opbouw

De opbouw van de ondergrond is ontleend aan het REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS). REGIS is een digitale grondwaterkaart waarbij ruimtelijke geohydrologische informatie (laagopbouw en laag eigenschappen) in digitale vorm zijn opgeslagen.

2.5.2. Oppervlaktewaterstelsel

Ten behoeve van het grondwatermodel is in samenwerking met de Provincie Overijssel en de betrokken waterschappen een uitgebreide inventarisatie van het oppervlaktewaterstelsel gemaakt.

Een onderscheid is gemaakt tussen gegevens in de vorm van lijn- en vlakinformatie.

2.5.2.1 Lijninformatie

Waterlopen die in het GIS zijn vastgelegd als lijninformatie omvatten:

- de waterlopen van de legger van de waterschappen,
- waterlopen in beheer bij Provinciale Waterstaat en Rijkswaterstaat.

Op basis van de gegevens die van deze waterlopen bekend zijn kan een onderverdeling worden gemaakt in:

- waterlopen waarvan zowel de geometrie als het peil bekend zijn,
- waterlopen waarvan alleen de geometrie bekend is,
- waterlopen waarvan geen gegevens bekend zijn.

Bij het ontbreken van gegevens van waterlopen zijn schattingen gemaakt van het peil, op basis van de bodemhoogte of het maaiveld, en van de natte omtrek.

Van de waterlopen in beheer bij het Waterschap Noordoostpolder zijn veelal gegevens van de (ontwerp)geometrie en het peil bekend. Een uitzondering hierop vormen de hoofdaanvoersloten. Van deze waterlopen is alleen de geometrie bekend; vanwege variaties in het peil over het jaar kunnen hiervoor geen waarden worden gegeven.

2.5.2.2 Vlakinformatie

Als vlakinformatie zijn vastgelegd:

- meren,
- waterlopen van een lagere orde die niet op de legger voorkomen en gedraineerde gebieden.

Gegevens zijn veelal wel bekend van de meren. Van waterlopen van een lagere orde en van gedraineerde gebieden ontbreken de gegevens in het algemeen.

Bij het ontbreken van gegevens zijn schattingen gemaakt van het peil, op basis van de bodemhoogte of het maaiveld, en van de natte omtrek.

In de Noordoostpolder zijn van de waterlopen van een lagere orde (perceelsloten) en van de drainage de gegevens in het algemeen bekend. Onzekerheid bestaat ten aanzien van het peil in de perceelsloten.

2.5.3. Nuttige neerslag

De verdeling van de nuttige neerslag is gebaseerd op neerslag- en verdampingscijfers van het KNMI.

2.5.4. Onttrekkingen

Gegevens van grondwateronttrekkingen zijn ontleend aan de bestanden van de betrokken provincies en waterleidingbedrijven.

2.5.5. Randstijghoogten

De randstijghoogten van het model zijn afgeleid van isohypsenkaarten van een meerjarige gemiddelde situatie. Deze kaarten zijn gebaseerd op representatieve grondwaterstandsmmeetpunten uit het On Line Grondwater Archief (OLGA).

2.6. IJking

Bij de ijking van het model is gebruik gemaakt van de zogenaamde Monte-Carlo techniek.

Bij deze techniek wordt een onderscheid gemaakt tussen "harde", min of meer vaststaande modelparameters, en "zachte", onzekere parameters. Onder de harde modelparameters vallen:

- de geometrie van de ondergrond,
- de geometrie van de waterlopen indien deze bekend is,

- grootte en diepte van de onttrekkingen.

Onder de zachte modelparameters vallen:

- de eigenschappen van de ondergrond (doorlatendheid, specifieke weerstand, bergingscoëfficiënt)
- nuttige neerslag,
- eigenschappen van het oppervlaktewaterstelsel (peil, intreeweerstand, natte omtrek, bodemhoogte).

Van de zachte modelparameters wordt op basis van gebiedsinformatie een bandbreedte vastgesteld waarbinnen de meest optimale waarde geacht wordt te liggen. Aan de hand van deze bandbreedtes wordt een 1000-tal combinaties van parameters getrokken. Op basis van het verschil tussen de berekende stijghoogten van het model en de gemeten stijghoogten in grondwaterstandsmeetpunten worden deze parametersets geëvalueerd. Na een eventuele inperking van de bandbreedtes kan opnieuw een 1000-tal combinaties worden getrokken en na berekening worden geëvalueerd, totdat een zeker minimum in het ijk criterium wordt gehaald.

De stationaire versie van het grondwatermodel is geijkt op een meerjarig gemiddelde situatie over de jaren 1985 tot en met 1989; de instationaire versie op het jaar 1990.

Het geijkte model is door een aantal geohydrologen met gebiedskennis geëvalueerd. Op basis van hun aanbevelingen zijn een aantal parameters bijgesteld.

2.7 Toepasbaarheid van het model

De toepasbaarheid van het model voor een specifiek probleem wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de ingevoerde basisinformatie en het oplossend vermogen van het modelgrid.

Het oplossend vermogen van 500 bij 500 meter van het model en de nauwkeurigheid waarmee de basisinformatie is verzameld worden voldoende geacht om de regionale effecten van de peil aanpassingen op o.a. Noord-West Overijssel te kunnen bepalen.

Globaal kan gesteld worden dat de schaal waarop uitspraken kunnen worden gedaan twee maal de gridafstand bedraagt. Het oplossend vermogen is derhalve te grof voor een kwantificering van de lokale effecten binnen een afstand van circa 1000 m van de ingreep.

3. SCENARIOBEREKENINGEN

3.1. Algemeen

Om de effecten van een ingreep in de waterhuishouding te kunnen bepalen wordt, uitgaande van het oorspronkelijke model (basisvariant), een nieuw grondwatermodel (scenariovariant) samengesteld waarin de ingrepen zijn opgenomen. Door de resultaten (stijghoogten en fluxen) van de scenariovariant van de basisvariant af te trekken worden de veranderingen ten gevolge van de ingreep berekend.

De stationaire versie van het grondwatermodel (meerjarig gemiddelde situatie 1985 - 1989) is bij de scenarioberekeningen als basisvariant gebruikt.

3.2. Scenario's

De planvorming voor peilaanpassingen in deelgebied A verkeert in een vergevorderd stadium, dit in tegenstelling tot de voorgestelde peilaanpassingen in deelgebied B. Er zijn derhalve twee scenario's opgesteld.

Scenario 1.

Dit scenario omvat:

- een verlaging van het streefpeil in een deel van de Marknesservaart, de Baarlosetocht en de Steenwijkertocht van -4,50 m naar -5,00 m NAP,
- een verlaging van het streefpeil in een deel van de Steenwijkertocht van -4,50 m naar -4,80 m NAP,
- een verhoging van het streefpeil in de Onderbemalingstocht van -4,95 m naar -4,80 m NAP.

Scenario 2.

Dit scenario omvat:

- de peilaanpassingen van scenario 1,
- een verhoging van het streefpeil van -5,70 m naar -5,00 m NAP in de Marknessertocht, de Hoge Blankenhammertocht, de Hoge Kalenbergertocht en in een deel van de Kuindertocht en de Luttelgeestertocht.

Bij de scenario's zijn de volgende punten van belang:

- a. Veranderingen in de natte omtrek van de waterlopen worden in de scenario's niet meegenomen.
 - b. Eventuele veranderingen in het peil van perceelsloten worden niet meegenomen.
 - c. De diepteligging van de drainbuizen blijft ongewijzigd.
- ad a. Een verlaging of verhoging van het peil zal, bij gelijk blijvende geometrie van de waterlopen, een afname respectievelijk toename van de natte omtrek tot gevolg hebben.

In het kader van het plan van peilaanpassing zullen de Baarlose-tocht en de Steenwijkertocht worden uitgebaggerd waardoor de natte omtrek van deze waterlopen nagenoeg gelijk blijft.

De veranderingen in de natte omtrek van de Marknesservaart en de Onderbemalingstocht liggen in de orde van 12 - 13%; de veranderingen in de natte omtrek van de Marknessertocht, de Hoge Blankenhammertocht, de Hoge Kalenbergertocht, de Kuindertocht en de Luttelgeestertocht variëren van 25 tot 48%. Deze veranderingen zijn echter klein ten opzichte van de onzekerheid in de grootte van de intreeweerstand die mede bepalend is voor de uitwisseling tussen grond- en oppervlaktewater en vallen derhalve binnen de onzekerheid van het model.

ad b. De Noordoostpolder heeft een getrapte ontwatering waarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen drains, perceelsloten en hoofdwaterlopen (tochten en vaarten). Het gehandhaafde polderpeil heeft betrekking op de hoofdwaterlopen.

Perceelsloten hebben een bodemdiepte die varieert van 1,25 m tot 1,35 m-mv. Afhankelijk van de maaiveldshoogte ter plaatse komt het peil in de sloten nagenoeg overeen met het polderpeil indien de slootbodem onder het polderpeil ligt. Indien de slootbodem boven het polderpeil ligt zal, aangenomen dat de sloten watervoerend zijn, het peil boven het polderpeil liggen. In wateraanvoergebieden, die ondermeer voorkomen langs de Marknessertocht, wordt afhankelijk van de waterbehoefte het peil in de afzonderlijke sloten door middel van stuwputten geregeld. Concrete gegevens over de gehandhaafde peilen zijn niet voorhanden.

Scenario 1

Bij een polderpeil van -4,50 m NAP (uitgangssituatie in deelgebied A) zal derhalve beneden een maaiveldshoogte van -3,20 m NAP het slootpeil ongeveer overeenkomen met het polderpeil; boven deze maaiveldshoogte en in de sloten lozend op de Onderbemalingstocht (peil = -4,95 m NAP) is het peil afhankelijk van de omvang van de kwel in de sloot, de aanvoer via de drains en de hydraulische eigenschappen van de leiding.

Bij een peilverlaging van -4,50 naar -5,00 m NAP zal in het hele gebied van peilaanpassing de slootbodem van de perceelsloten boven het nieuwe polderpeil komen te liggen. Op basis van een ruwe schatting zal de verandering van het peil in de perceelsloten maximaal variëren van +0,15 m (onderbemalingsgebied) tot -0,30 m (laagste deel van de hoge afdeling). Concretere uitspraken hierover zijn alleen te doen in combinatie met een oppervlaktewatermodel.

Het verwaarlozen van deze peilverandering zal een onderschatting geven van de te verwachten effecten. Ten opzichte van het totale

natte oppervlak van de hoofdwaterlopen waarvan het peil wordt gewijzigd (geschat op 100.000 m²) is het natte oppervlak van de perceelsloten waarvan het peil waarschijnlijk zal veranderen (geschat op circa 18.000 m²) echter klein. Op basis daarvan kan worden aangenomen dat de afwijkingen ten opzichte van de berekende effecten gering zullen zijn.

Scenario 2.

Scenario 2 omvat naast de ingrepen van scenario 1 een peilverhoging van een aantal hoofdwaterlopen in deelgebied B. Analooq aan de redenering voor deelgebied A geldt voor deelgebied B (polderpeil -5,70 m NAP) dat in de uitgangssituatie in gebieden met een maaiveldshoogte beneden -4,40 m NAP het peil in de perceelsloten ongeveer overeen zal komen met het polderpeil. Boven deze maaiveldshoogte is het peil afhankelijk van de omvang van de kwel in de sloot, de aanvoer via de drains en de hydraulische eigenschappen van de leiding.

Bij een peilverhoging naar -5,00 m NAP zal dit niveau komen te liggen bij een maaiveldshoogte van -3,70 m NAP. Het gebied nabij de betreffende hoofdwaterlopen ligt boven -3,70 m NAP. Het is derhalve niet zonder meer mogelijk aan te geven in welke mate het slootpeil zal worden beïnvloed. In de omliggende wateraanvoergebieden, waar door middel van stuwputten een optimaal peilbeheer mogelijk is, is een verandering in het peilregime onwaarschijnlijk.

Het verwaarlozen van peilveranderingen in de overige perceelsloten zal een onderschatting geven van de te verwachten effecten in dit gebied. Ten opzicht het totale natte oppervlak van de hoofdwaterlopen (geschat op 68.000 m²) is het natte oppervlak van de perceelsloten waarvan het peil mogelijkerwijs zal veranderen (geschat op ca. 20.000 m²) echter klein. Op basis daarvan kan worden aangenomen dat in deelgebied B de afwijkingen ten opzichte van de berekende effecten gering zullen zijn.

3.3 Resultaten

De resultaten van de scenarioberekeningen zijn weergegeven in de bijlagen 1 tot en met 6.

Bij het presenteren van stijghoogteveranderingen is de 5 cm grens als grens aangehouden. In de praktijk kunnen veranderingen kleiner dan 5 cm door de natuurlijke schommelingen in de grondwaterstand nagenoeg niet worden bepaald.

3.3.1 Scenario 1

Grondwaterstandsveranderingen

De invloed van de peilaanpassingen op de grondwaterstand beperkt zich tot een klein gebied aan weerszijde van de hoofdwaterlopen (bijlagen 1 en 2). Er treden geen veranderingen op in kwetsbare natuurgebieden op het oude land.

Overeenkomstig de grootte van de peilverlaging treden de grootste verlagingen op in modellaag 1 (freatische watervoerend pakket) nabij de Marknesservaart en de Baarlosetocht (10 tot 50 cm). Nabij de Steenwijktocht en de Onderbemalingstocht is sprake van een geringe daling van de grondwaterstand (5 tot 10 cm).

Door de weerstand van tussenliggende slecht doorlatende niveaus is de verlaging in modellaag 5, die representatief is voor het diepe grondwater, geringer (bijlage 2). De verlaging in deze modellaag beperkt zich tot een gebied rond de Marknesservaart en de Baarlosetocht en ligt in de orde van 5 tot 10 cm.

Veranderingen in de wegzijging en kwel

Het gebied waar relevante veranderingen in de wegzijging en kwel optreden beperkt zich tot een gebied ter weerszijde van de hoofdwater-

lopen waarvan het peil wordt gewijzigd (bijlage 3). Er treden geen veranderingen op in de wegzijging en kwel op het oude land.

Het betreffende gebied vormt in de basisvariant een kwelgebied. Ten gevolge van de peilverlagingen in de hoofdwaterlopen zal de kwel meer geconcentreerd worden in deze waterlopen. De kwel zal daardoor in de hoofdwaterlopen toenemen (negatieve waarden, blauwe gebied) en afnemen in de directe omgeving ervan (positieve waarden, rode gebied).

3.3.2 Scenario 2

Grondwaterstandsveranderingen

Bij scenario 2 blijft de invloed van de peilaanpassingen op de grondwaterstand eveneens beperkt tot een klein gebied aan weerszijde van de hoofdwaterlopen (bijlagen 4 en 5). Er treden geen veranderingen op in kwetsbare natuurgebieden.

In modellaag 1 komen de grondwaterstandsveranderingen in deelgebied A overeen met scenario 1 (bijlage 4). Alleen op de overgang tussen deelgebied A en B treedt door de peilverhoging in deelgebied B geen grondwaterstandsverlaging op. De grondwaterstandsverhogingen in deelgebied B hebben een grillig patroon. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn het oplossend vermogen van het modelgrid en de verschillen in natte omtrek van de hoofdwaterlopen.

Door de combinatie van peilverlaging in deelgebied A en peilverhoging in deelgebied B treden er geen grondwaterstandsveranderingen op in modellaag 5 (bijlage 5).

Veranderingen in de wegzijging en kwel

Relevante veranderingen in de wegzijging en kwel beperken zich bij scenario 2 eveneens tot een gebied aan weerszijde van de hoofdwaterlopen (bijlage 6). Er treden geen veranderingen op ter plaatse van kwetsbare natuurgebieden.

In deelgebied A komen de fluxveranderingen min of meer overeen met scenario 1. Door de combinatie met een peilverhoging in deelgebied B worden de veranderingen op de overgang tussen beide gebieden ten dele te niet gedaan.

In deelgebied B neemt door de peilverhoging de kwel in de hoofdwatervlopen af (positieve waarden, rode gebied) en toe in de directe omgeving ervan (negatieve waarden, blauwe gebied).

4. CONCLUSIES

Op grond van deze studie kan worden geconcludeerd dat:

- De invloed van de voorgenomen peilaanpassingen in deelgebied A en B zich beperkt tot de directe omgeving van de hoofdwaterlopen; er treden geen veranderingen op ter plaatse van kwetsbare natuurgebieden in Noord-West Overijssel.
- De peilaanpassingen hebben lokaal veranderingen in de grondwaterstand en in de intensiteit van de kwel tot gevolg.

5. LITERATUUR

Donald, Mc M.G. en A.W. Harbaugh (1988)

A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model.
U.S. Geological Survey.

Hoogendoorn, J.H. en Vernes, R.W., (1993)

Hydrologische systeemanalyse Noord-West Overijssel, een analyse van
het grondwatersysteem ondersteund met numerieke modellering (in
bewerking),

Instituut voor Grondwater en Geo-Energie TNO.

Provincie Overijssel, (1991)

Ontwerp Waterhuishoudingsplan

Waterschap Noordoostpolder, (1993)

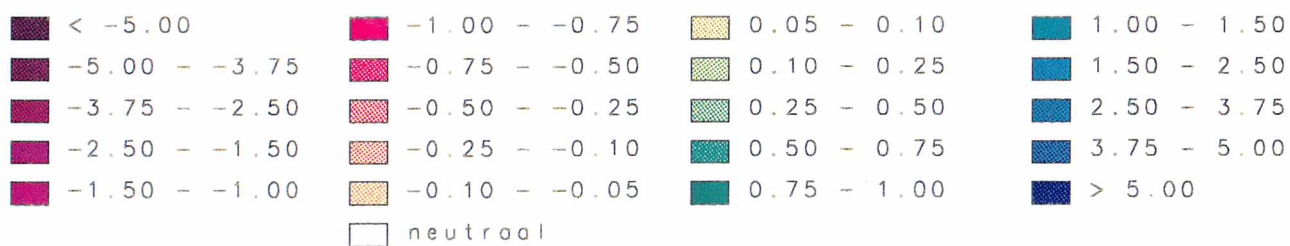
Plan voor Peilverlaging in gebied oostelijk van Marknesse



—— waterloop

stijghoogteverschil (m)

5 km



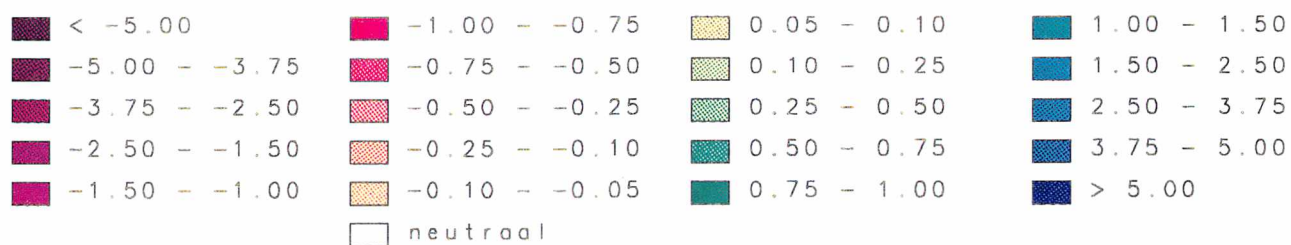
Bijlage 1. Scenario 1: Berekende verlaging in modellaag 1 (freatische grondwaterstand)



—— waterloop

stijghoogteverschil (m)

5 km



Bijlage 2. Scenario 1: Berekende verlaging in modellaag 5 (diepe grondwaterstand)



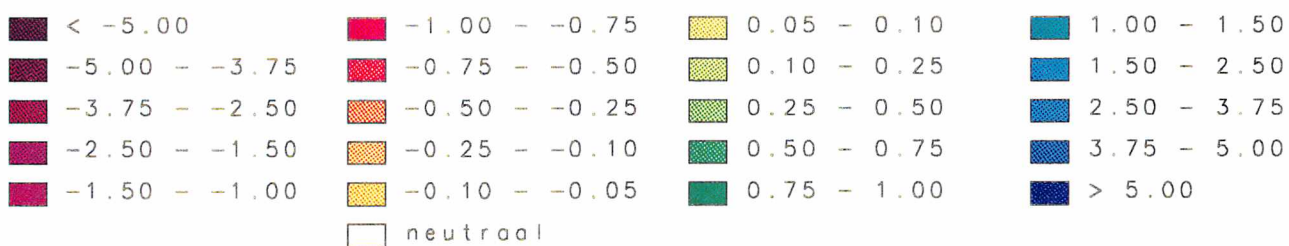
Bijlage 3. Scenario 1: Berekende fluxverandering door slecht doorlatend niveau 1



—— waterloop

stijghoogteverschil (m)

5 km

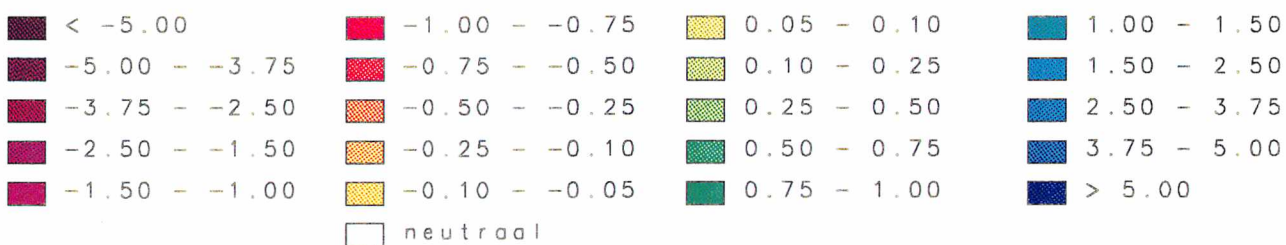


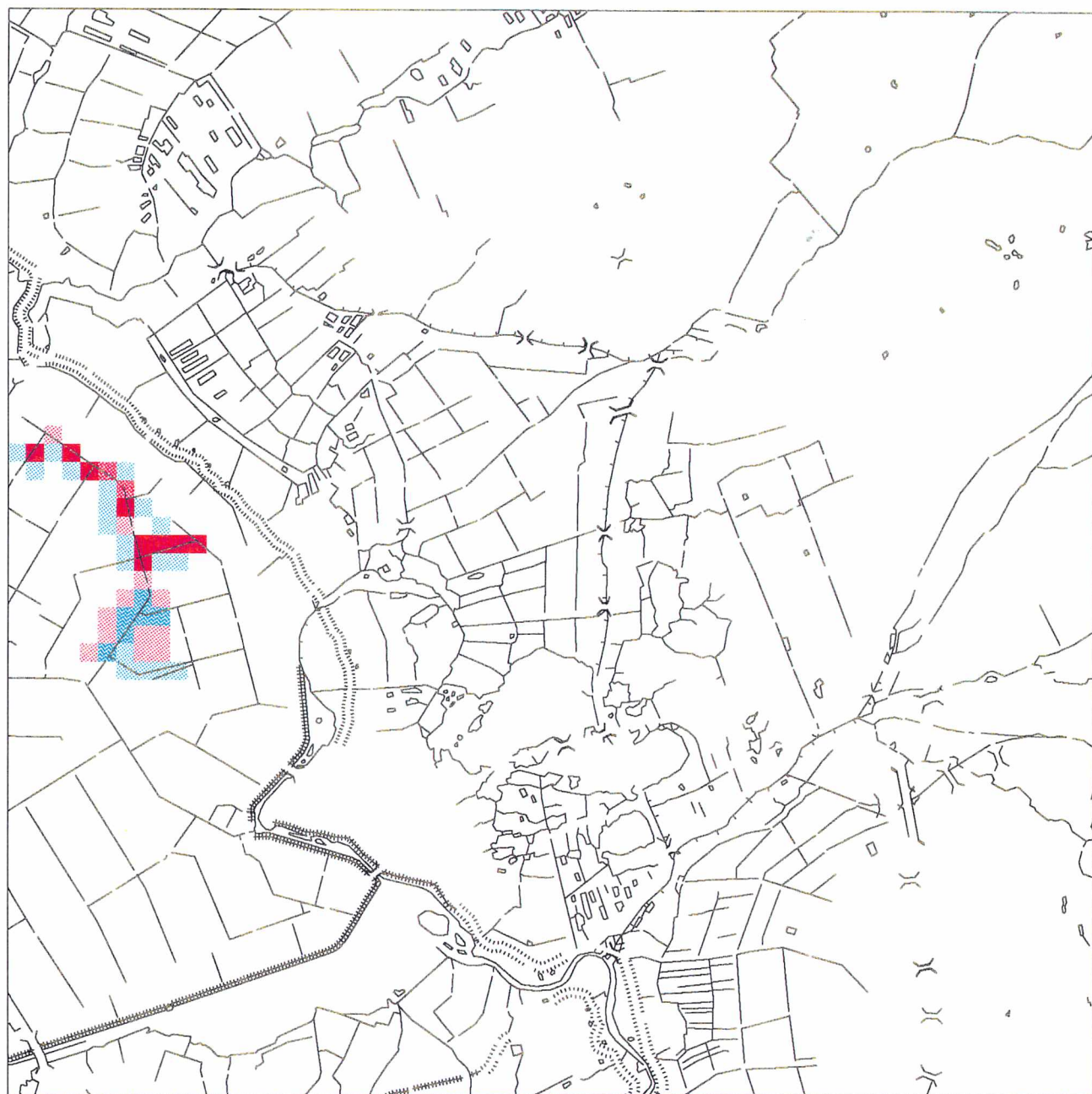
Bijlage 4. Scenario 2: Berekende verlaging in modellaag 1 (freatische grondwaterstand)



waterloop
 stijghoogteverschil (m)

 5 km





— waterloop

flux (mm/dag)

■ < -2.5

■ -2.5 - -1

■ -0.1 - -0.1

□ neutraal

■ 0.1 - 0.5

■ 0.5 - 1.0

■ > 1.0

5 km

Bijlage 6. Scenario 2: Berekende fluxverandering door slecht doorlatend niveau 1