opdrachtgever:

Waterleidingmaatschappij Overijssel NV

Provincie Overijssel

Lokatiestudie Oeverwinning IJssel

Eindrapport

Februari 1995

T1243

waterloopkundig laboratorium | WL

Lokatiestudie Oeverwinning IJssel

B. Pedroli, W. van Ellen, M. Marchand, P. Baan, E. Mosselman

WATERLEIDING
MAATSCHAPPIJ
OVERIJSSEL NV
Postbus 10005 8000 GA Zwolle
Bibliotheek
no.

waterloopkundig laboratorium | WL

Inhoud

Samenvatting i

1 Inleiding . . . . . 1 — 1
1.1 Achtergrond van de studie . . . . . 1 — 1
1.2 Probleemstelling . . . . . 1 — 1
1.3 Doelstelling . . . . . 1 — 1
1.4 Samenvatting verkenningsfase . . . . . 1 — 1
1.5 Opzet van het onderzoek . . . . . 1 — 4

2 Beschrijving van de deelgebieden . . . . . 2 — 1
2.1 Geohydrologische opbouw Overijssel . . . . . 2 — 1
2.2 Rivierkunde . . . . . 2 — 2
2.3 Deelgebied Zuid . . . . . 2 — 3
2.3.1 Geohydrologie . . . . . 2 — 3
2.3.2 Landschapsecologie . . . . . 2 — 4
2.4 Deelgebied Noord . . . . . 2 — 6
2.4.1 Geohydrologie . . . . . 2 — 6
2.4.2 Landschapsecologie . . . . . 2 — 7

3 De IJssel, een natuurlijke rivier? . . . . . 3 — 1
3.1 Inleiding . . . . . 3 — 1
3.2 Geomorfologische ontwikkeling van de IJssel . . . . . 3 — 1
3.3 Ecologische kansrijkdom . . . . . 3 — 2

4 Uitgangspunten oeverwinning . . . . . 4 — 1
4.1 Oeverwinning langs de IJssel . . . . . 4 — 1
4.2 Randvoorwaarden voor planontwikkeling . . . . . 4 — 2

5 Selectie winningsvarianten . . . . . 5 — 1
5.1 Inleiding . . . . . 5 — 1
5.2 Stap 1. Geohydrologische winbaarheid . . . . . 5 — 2
5.3 Stap 2. Vergelijking winningsvarianten . . . . . 5 — 4
5.4 Stap 3. Optimalisatie van de winning . . . . . 5 — 7
5.5 Stap 4. Uitwerking planconcept . . . . . 5 — 9
5.6 Samenvatting selectie winningsvarianten . . . . . 5 — 11

6 Inpassing in de wetgeving . . . . . 6 — 1
6.1 Het kader . . . . . 6 — 1
6.2 Planologische en wettelijke implicaties oeverwinningsplan Koppelerwaard en Zalk . . . . . 6 — 1
6.3 Overzicht van te ondernemen activiteiten . . . . . 6 — 4

7 Effectbepaling . . . . . 7 — 1
7.1 Effecten op de grondwaterhuishouding . . . . . 7 — 1
7.2 Landschapsecologische effecten . . . . . 7 — 7
7.2.1 Methodiek voor effectbepaling . . . . . 7 — 7

7.2.2 Effectbepaling . . . . . 7 — 8
7.3 Landbouw . . . . . 7 — 9
7.4 Rivierkunde en scheepvaart . . . . . 7 — 11
7.4.1 Inleiding . . . . . 7 — 11
7.4.2 Invloed op de maatgevende hoogwaterstanden . . . . . 7 — 11
7.4.3 Invloed op de scheepvaart . . . . . 7 — 11
7.4.4 Inlaat en stabiliteit . . . . . 7 — 12
7.5 Recreatie . . . . . 7 — 13
7.6 Globale kosten oevergrondwaterwinning . . . . . 7 — 14

8 Toekomstbeeld . . . . . 8 — 1
8.1 Uitgangssituatie Koppelerwaard . . . . . 8 — 1
8.2 Uitgangssituatie Zalk . . . . . 8 — 3
8.3 Voorbeelduitwerking Koppelerwaard . . . . . 8 — 3
8.4 Voorbeelduitwerking Zalk . . . . . 8 — 10
8.5 Mogelijke varianten . . . . . 8 — 10

9 Conclusie en aanbevelingen . . . . . 9 — 1
9.1 Conclusie . . . . . 9 — 1
9.2 Aanbevelingen . . . . . 9 — 2

Referenties

Bijlage A: Geohydrologische modellering
Bijlage B: Invloed van de nevengeul op het zomerbed
Bijlage C: Overzicht ruimtelijke ordeningsprocedures
Bijlage D: Economische aspecten van oevergrondwaterwinning langs de IJssel
Bijlage E: Oeverwinning Duursche Waarden

Samenvatting

De lokatiestudie Oeverwinning IJssel en Zwarte Water is één van de verkenningen die de WMO en Provincie Overijssel laten uitvoeren om de drinkwatervoorziening in Overijssel op termijn veilig te stellen. In deze studie worden de mogelijkheden voor oevergrondwaterwinning langs de IJssel en het Zwarte Water verkend, waarbij uitdrukkelijk de meekoppeling van natuurontwikkeling en drinkwaterwinning aan de orde is.

Het project is in twee fasen uitgevoerd: een verkenningsfase en een uitwerkingsfase. In de eerste fase zijn de belangrijkste karakteristieken van het onderzoeksgebied verkend en deels in kaart gebracht. Uit deze verkenningsfase is een tweetal deelgebieden langs de IJssel overgebleven die in de uitwerkingsfase nader zijn bestudeerd: *deelgebied Noord* tussen Zwolle en Kampen, met de uiterwaarden Koppelerwaard en Zalk, en *deelgebied Zuid* ter hoogte van Olst, met de Duursche Waarden en Welsumer Waarden. In dit rapport worden de resultaten van deze nadere uitwerking gepresenteerd. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens zoals die medio 1994 bekend waren.

Voor de onderscheiden deelgebieden is middels een selectieprocedure een aantal veelbelovende winningsvarianten op hun haalbaarheid getoetst. Doordat er in principe een groot aantal winningsvarianten denkbaar zijn, zowel wat betreft winningstechniek (verticale vs. horizontale filters, diepte van de winning e.d.) als wat betreft locatie (binnendijks vs. buitendijks, verschillende uiterwaarden) en combinaties met en zonder natuurontwikkeling, is gekozen voor een stapsgewijze benadering.

Uit berekeningen met het grondwatermodel MODFLOW bleek reeds in de eerste stap van de selectieprocedure dat het deelgebied Zuid (Duursche en Welsumer Waarden) zich niet leent voor het onttrekken van 30 miljoen m^3/jaar. Het is wel mogelijk een aanzienlijk geringer debiet te onttrekken, maar hiervan zijn de lokale grondwaterstandseffecten groter dan in deelgebied Noord. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de geringere dikte van het watervoerende pakket en de inhomogene ondergrond. In Bijlage E worden de gevolgen van een onttrekking van 10 miljoen m^3/jr nader besproken.

Uit de berekeningen voor deelgebied Noord blijkt dat onttrekking met behulp van een lintvormig puttenveld in de uiterwaard bij Zalk vergelijkbaar kleine effecten heeft op de grondwaterhuishouding als een dergelijke winning in de Koppelerwaard. Besloten is derhalve een winning voor beide uiterwaarden te optimaliseren.

De optimalisatie heeft geleid tot een inrichtingsvariant waarbij buitendijkse winning wordt gecombineerd met een nevengeul. Om het landschap zo weinig mogelijk geweld aan te doen is gekozen voor horizontale filters. Op deze manier kan het aantal putten gereduceerd worden van ca. 45 tot vier à vijf. Om extra infiltratie te bewerkstelligen wordt een nevengeul aangelegd met een breedte variërend van 100 tot 300 m.

De resultaten van de modelberekeningen laten zien dat voor de Koppelerwaard de maximale verlaging van de grondwaterstand in het onderste deel van het watervoerende pakket ca 2,0 m bedraagt. In het bovenste deel van het watervoerende pakket is dit 1,4 m. Tevens blijkt uit de berekeningen dat de IJssel en de nevengeul een grote invloed hebben op het verloop van de stroombanen. De 25-jaarszone strekt zich onder invloed van de IJssel naar het westen,

zuiden en oosten niet verder uit dan de linker oever van de IJssel. De nevengeul verhindert dat de 25-jaarszone zich ver naar het noorden uitstrekt. De procentuele bijdrage van IJssel en nevengeul aan het te onttrekken debiet is resp. ca. 45 en 24 %, hetgeen dus in totaal voor bijna 70% uit geïnfiltreerd rivierwater bestaat.

Voor Zalk gelden vergelijkbare veranderingen. De maximale potentiaalverlaging in het onderste watervoerende pakket is 2,2m. In het bovenste watervoerende pakket is een maximale verlaging van 1,6m berekend. Tevens blijkt dat de IJssel een grote bufferende werking heeft: de stroombanen lopen in noordelijke richting tot iets voorbij de oever van de IJssel, terwijl in het zuiden de banen tot voorbij de nevengeul lopen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat ten zuiden van de nevengeul relatief hoge gronden voorkomen. De procentuele bijdrage van de IJssel is ca. 56%. Uit de nevengeul komt ca. 22% (dus totaal bijna 80%). De nevengeul bevat naast rivierwater ook kwelwater vanuit het achterland.

De te verwachten verdrogingseffecten van de winning op de bestaande natuurwaarden in en rond de Koppelerwaard zijn gering. Binnendijks komen enkele gebieden voor waar volgens de berekeningen de potentiaal zakt met gemiddeld 20cm, wat gezien de actuele hydrologische en bodemkundige situatie (peilbeheer met inlaat in droge perioden) niet zal leiden tot een significante verdroging. De buitendijkse grondwaterstandsverlagende effecten in de Koppelerwaard zelf zijn uiteraard aanzienlijk, maar blijven beperkt tot gebieden met geringe afmetingen. Bovendien zijn de te verwachten effecten aangegeven in termen van verlaging van de potentiaal in het watervoerende pakket. De freatische grondwaterstanden staan echter mogelijk sterker onder invloed van het oppervlaktewater, zeker in de buurt van de nevengeul. Wel zijn er effecten te verwachten op de grondwaterstroming, waardoor met name enige waardevolle kwelafhankelijke slootrand vegetaties nabij De Zande mogelijk nadelig beïnvloed zullen worden.

Voor Zalk geldt dat er ten zuiden van de winning een risico bestaat op een matige verdroging, welke met name uit landbouwkundig oogpunt negatief kan zijn. Ook is er een kans op verdrogingseffecten ter plaatse van het Zalkerbos. De verandering van grondwaterstroming kan in de Polder Hoog Zalk negatief zijn op de ter plaatse aanwezige sloten met een rijke watervegetatie.

Het onderzoek naar eventuele effecten op overige functies (landbouw, scheepvaart, recreatie) heeft vooralsnog niet geleid tot het vaststellen van significante knelpunten. Voor de landbouw beperkt het effect zich tot het verlies van agrarisch gebied in de uiterwaarden ten gevolge van de bescherming van de 60-dagen zone. De mogelijk optredende geringe droogteschade binnendijks is naar verwachting goed compensabel. Voor de scheepvaart zijn geen negatieve effecten te verwachten, mits er voldoende zorg wordt besteed aan het ontwerp van een goede inlaatconstructie van de nevengeul. Voor de recreatie zijn positieve effecten te verwachten voor met name de natuurgerichte recreatie als gevolg van de natuurontwikkeling.

Uit een globale kostenschatting van de oevergrondwaterwinning blijkt dat de buitendijkse winning via horizontale drains duurder is dan de conventionele methode, maar goedkoper is dan een binnendijkse put met horizontale drains met een doorvoer door de dijk. De meerkosten ten gevolge van de natuurontwikkeling kunnen waarschijnlijk geheel worden terugverdiend. Afhankelijk van de marktwaarde van de vrijgekomen specie is hierop zelfs mogelijk een positief saldo te behalen.

Hoewel de beide locaties een sterke gelijkenis vertonen, zijn er natuurlijk ook verschillen. De locatie Zalk lijkt daarbij vooral wat minder te scoren door grotere grondwaterhuishoudingseffecten, de nabijheid van potentiële bodemverontreinigingslocaties ('s Heerenbroek) en extra kosten door een leiding onder de IJssel. De Koppelerwaard verschilt van Zalk door de noodzaak om een dijklichaam aan te leggen voor de putten. Bovendien is deze uiterwaard thans niet aangewezen als natuurontwikkelingsgebied.

Door de winning te kombineren met natuurontwikkeling ontstaat er een uitstekende mogelijkheid de natuurwaarden in de uiterwaard sterk te verhogen. Door een kombinatie van éénmalige ingrepen (aanleg van nevengeul) en een op natuurontwikkeling gericht vegetatiebeheer (bijv. door extensieve begrazing met Heckrunderen) worden nieuwe kansen geschapen voor de diversificatie van micro-habitats. Een rijkere flora en fauna zal hiervan het gevolg zijn. Vooral moerasvogels en visetende vogels zullen toenemen. Ook de stroomdalflora kan nieuwe kansen krijgen wanneer de lokale ophogingen op een juiste manier worden uitgevoerd.

Concluderend kan gesteld worden dat een grootschalige oevergrondwaterwinning in de Koppelerwaard en/of Zalk gekoppeld aan natuurontwikkeling een zeer aantrekkelijk alternatief is. De haalbaarheid op grond van ruimtelijke ordening en kosten is groot, onder andere gezien het feit dat het aantal verschillende belanghebbenden relatief klein is. Beide gebieden vallen volledig in het bestemmingsplan van één gemeente (IJsselmuiden), en er is sprake van slechts één beherende instantie (SBB) en een gering aantal particulieren. Nadelige effecten op de grondwaterhuishouding zijn naar verwachting beperkt. Het planconcept biedt daarentegen goede perspectieven voor herstel van de voor dit riviertraject karakteristieke ecosystemen van meestromende nevengeulen, zand- en sliboevers en ooibossen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond van de studie

De lokatiestudie Oeverwinning IJssel en Zwarte Water is één van de verkenningen die WMO en Provincie Overijssel laten uitvoeren om de drinkwatervoorziening in Overijssel op termijn veilig te stellen. In deze studie worden de mogelijkheden voor oevergrondwaterwinning langs de IJssel en Zwarte Water verkend, waarbij uitdrukkelijk de meekoppeling van natuurontwikkeling en drinkwaterwinning aan de orde is. Gezien de huidige natuurwaarden langs de betreffende rivieren is een dergelijke koppeling niet alleen voor de hand liggend, maar ook noodzakelijk.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling van deze studie is als volgt geformuleerd:

1. *Welke mogelijkheden voor grootschalige oevergrondwaterwinning zijn er langs de IJssel en het Zwarte Water in de provincie Overijssel?*
2. *Hoe kunnen deze winningen het beste worden ingepast in het patroon van huidig landgebruik?*
3. *Wat zijn de mogelijkheden voor en wat is de meerwaarde van een winning gecombineerd met natuurontwikkeling?*

Het project is in twee fasen uitgevoerd, een verkenningsfase en een uitwerkingsfase. Dit rapport doet verslag van de uitwerkingsfase.

1.3 Doelstelling

Doel van de uitwerkingsfase is om op grond van eenduidige criteria voor de in de verkenningsfase geselecteerde lokaties af te wegen welke lokatie de meest geschikte is voor de ontwikkeling van een oeverwinningsproject van globaal 30 miljoen m^3/jaar. Tevens is als doel gesteld een eerste uitwerking van dit project te geven, met de mogelijke winningsvarianten. Tenslotte worden de gevolgen van het project aangegeven op bestaande en te ontwikkelen natuurwaarden, op rivierhydrologie en -morfologie, en overige functies.

1.4 Samenvatting verkenningsfase

In de eerste fase van het onderzoek zijn de belangrijkste karakteristieken van het onderzoeksgebied verkend en deels in kaart gebracht (Pedroli e.a., 1994). De technische mogelijkheden voor oevergrondwaterwinning zijn kort besproken. Vervolgens is uitgebreider ingegaan op de potenties voor natuurontwikkeling in combinatie met oevergrondwaterwinning, met name de ontwikkeling van meestromende nevengeulen en het toepassen van uiterwaardverlaging door reliëfvolgende ontkleiïng. De landschapsecologische beperkingen en enkele beperkingen die de ruimtelijke ordening oplegt aan de mogelijkheden voor oevergrondwaterwinning zijn besproken. Met name verdrogingsgevoelige vegetaties in het achterland kunnen een belemmering vormen wanneer enige daling van de gemiddelde grondwaterstanden

door de onttrekking niet te vermijden is. De actuele natuurwaarden van de uiterwaarden zijn in de verkenningsfase vooralsnog niet als beperkend beschouwd voor oevergrondwaterwinning.

Voor een 26-tal uiterwaarden zijn geohydrologische, ecologische en landgebruikskenmerken geïnventariseerd. Deze zijn gebruikt om een eerste selectie te maken. 12 uiterwaarden bleven over na afstrepen van de uiterwaarden waar:

- stedelijke bebouwing of industrieterrein aanwezig of aangrenzend is; en
- zoutbezwaar is te verwachten.

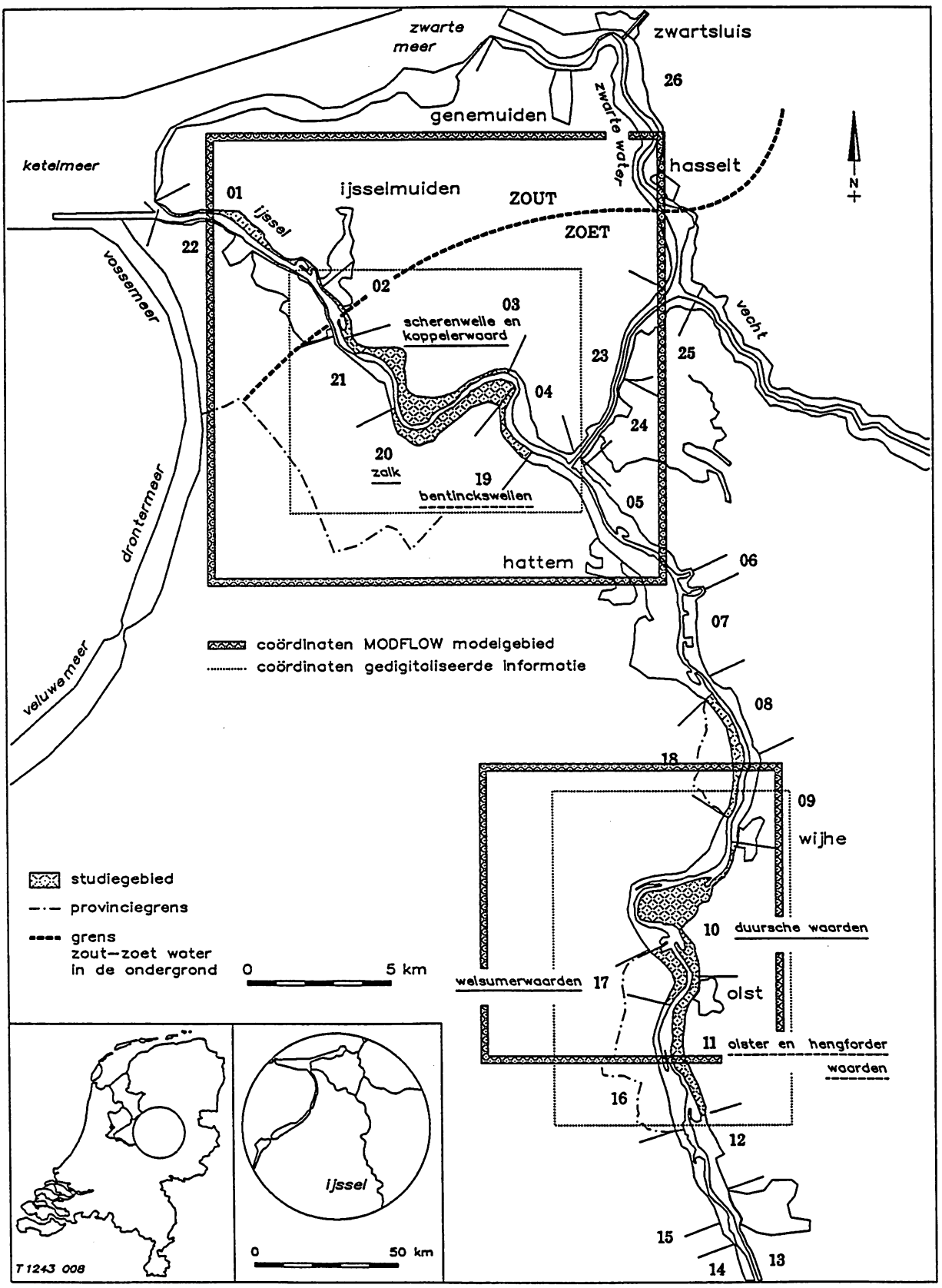
Vervolgens is een selectie-analyse uitgevoerd met behulp van de criteria:

- lengte van de uiterwaard;
- grootte van de uiterwaard;
- aandeel vastgesteld relatienotagebied;
- aandeel vastgesteld beheersgebied;
- natuurontwikkelingspotentie (los van huidig beleid); en
- verdrogingsinvloed op het achterland.

Op grond hiervan is de geschiktheid voor oevergrondwaterwinning van de volgende 4 uiterwaarden overwegend positief beoordeeld:

1. Koppelerwaard,
2. Duursche Waarden,
3. Zalk,
4. Welsumer Waarden.

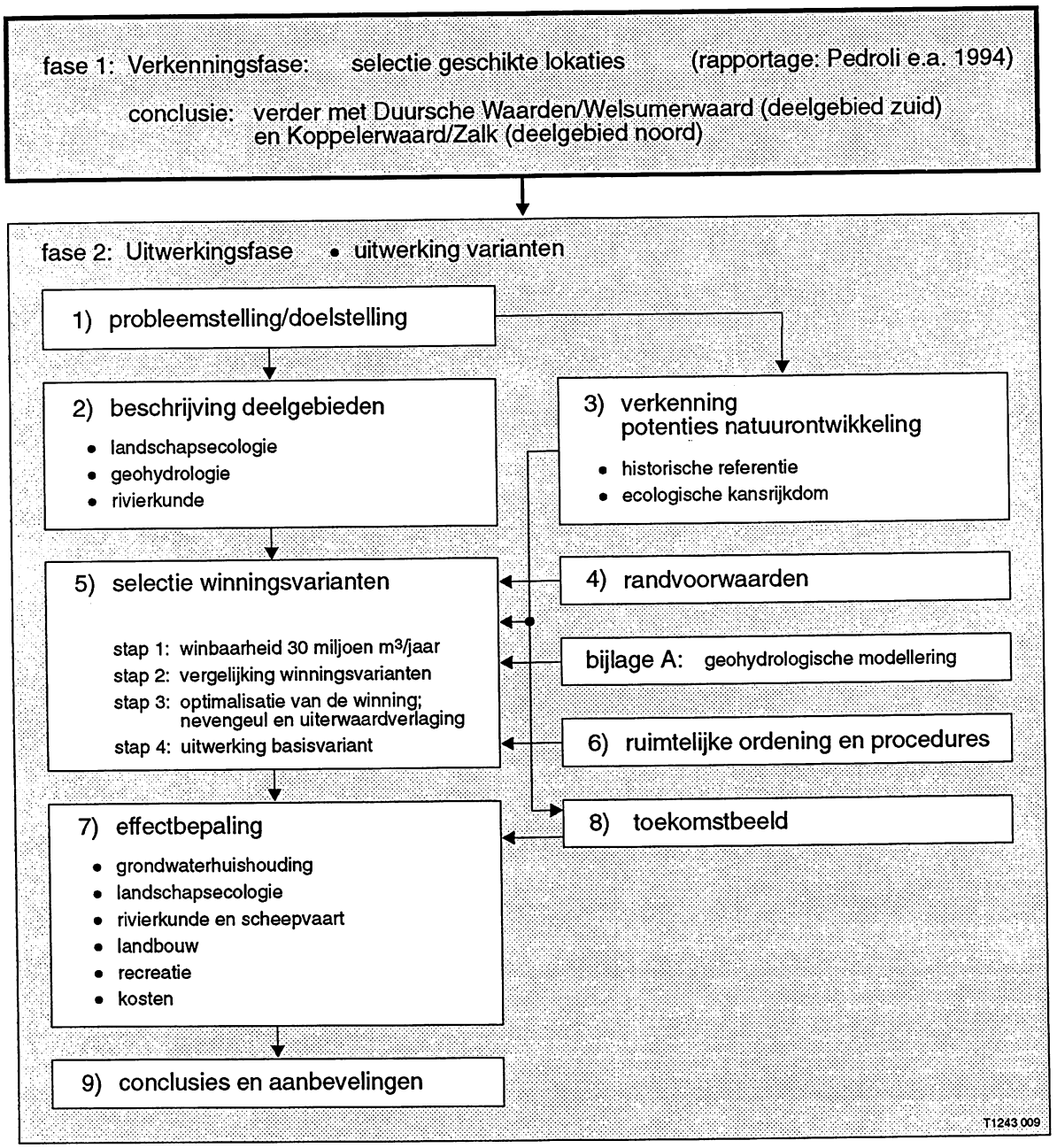
Na overleg met de begeleidingscommissie is besloten om deze lokaties in onderlinge samenhang in twee deelgebieden verder uit te werken: Deelgebied Noord 'Koppelerwaard en Zalk' en Deelgebied Zuid 'Duursche Waarden en Welsumer Waarden'. Tevens is besloten om vooralsnog de mogelijkheid voor winningslokaties in de Bentinckswellen, Olster en Hengforderwaarden open te houden. De geselecteerde deelgebieden zijn aangegeven op Figuur 1.1.



Figuur 1.1 Ligging van de Deelgebieden.

1.5 Opzet van het onderzoek

De opzet van het onderzoek is weergegeven in Figuur 1.2. In de figuur is de verkenningsfase kortheidshalve samengevat in één blok. De nummers bij de verschillende onderdelen in de figuur komen overeen met de hoofdstuknummering van dit rapport.



Figuur 1.2 Opzet van het onderzoek.

2 Beschrijving van de deelgebieden

2.1 Geohydrologische opbouw Overijssel

Over de geohydrologische opbouw van Overijssel is betrekkelijk veel bekend. Wij baseren onze beschrijving op gegevens die medio 1994 bekend waren. Er is vooral gebruik gemaakt van de rapporten van Haak (1985), Hoogendoorn (1990) en IWACO (1984).

In Overijssel kunnen drie watervoerende pakketten onderscheiden worden, van elkaar gescheiden door slecht doorlatende pakketten die niet aaneengesloten voorkomen. Omdat de watervoerende pakketten daardoor vaak aaneengesloten zijn, is het moeilijk te spreken over een specifieke dikte per watervoerend pakket. De dikten van de verschillende goed en slecht doorlatende pakketten in de twee onderzochte deelgebieden worden besproken in paragrafen 2.3.1 en 2.4.1.

De ondoorlatende geohydrologische basis wordt gevormd door de kleien en fijnzandige kleien van de Formatie van Breda en Oosterhout. De bovenkant van de basis dagzoomt rond Almelo en helt in westelijke richting. Ter plaatse van de IJssel tussen Deventer en Zwolle ligt de bovenkant op NAP -200 tot NAP -250 m. Boven de basis komt het derde watervoerende pakket voor, bestaande uit de (deels grove) zanden van de Formaties van Scheemda, Oosterhout en Maassluis en de grindafzettingen van de Kiezeloöliet Formatie. De scheidende laag boven het derde watervoerende pakket wordt gevormd door de Formatie van Tegelen en de Formatie van Drente. De Tegelen Formatie is opgebouwd uit een opeenvolging van kleilagen en grofkorrelige zanden. De sedimenten die tijdens het Saalien afgezet zijn in smeltmeren behoren tot de Formatie van Drente. Deze bestaat derhalve uit fluvioglaciale en glaciolacustrogene kleien. Dat deze sedimenten zijn afgezet in lokale depressies is duidelijk af te leiden uit de bekkenachtige vorm van het voorkomen van de Formatie van Drente.

De kleien van de Drente en Tegelen Formaties worden afgedekt door de grove zanden die tijdens het Eemien en het Weichselien door de Rijn en de Maas zijn afgezet (Formatie van Kreftenheye). Lokaal ingeschakeld in de Formatie van Kreftenheye komen klei- en veenlagen of -lenzen voor, behorende tot de Eem Formatie. Deze slecht doorlatende lagen komen vooral voor in het IJsseldal, ten noorden van de Overijsselse Vecht en in een groot deel van de Noordoostpolder. In dit laatste gebied zijn de klei- en veenlagen aaneengesloten aanwezig, in de overige gebieden zijn ze versneden door fluviatiele erosie. De Formatie van Twente, gelegen boven de Formatie van Kreftenheye en de Eem Formatie, bestaat uit fijne, soms lemige dekzanden. In het Holoceen zijn door de IJssel in het IJsseldal kleiïge fijne zanden afgezet (Betuwe Formatie).

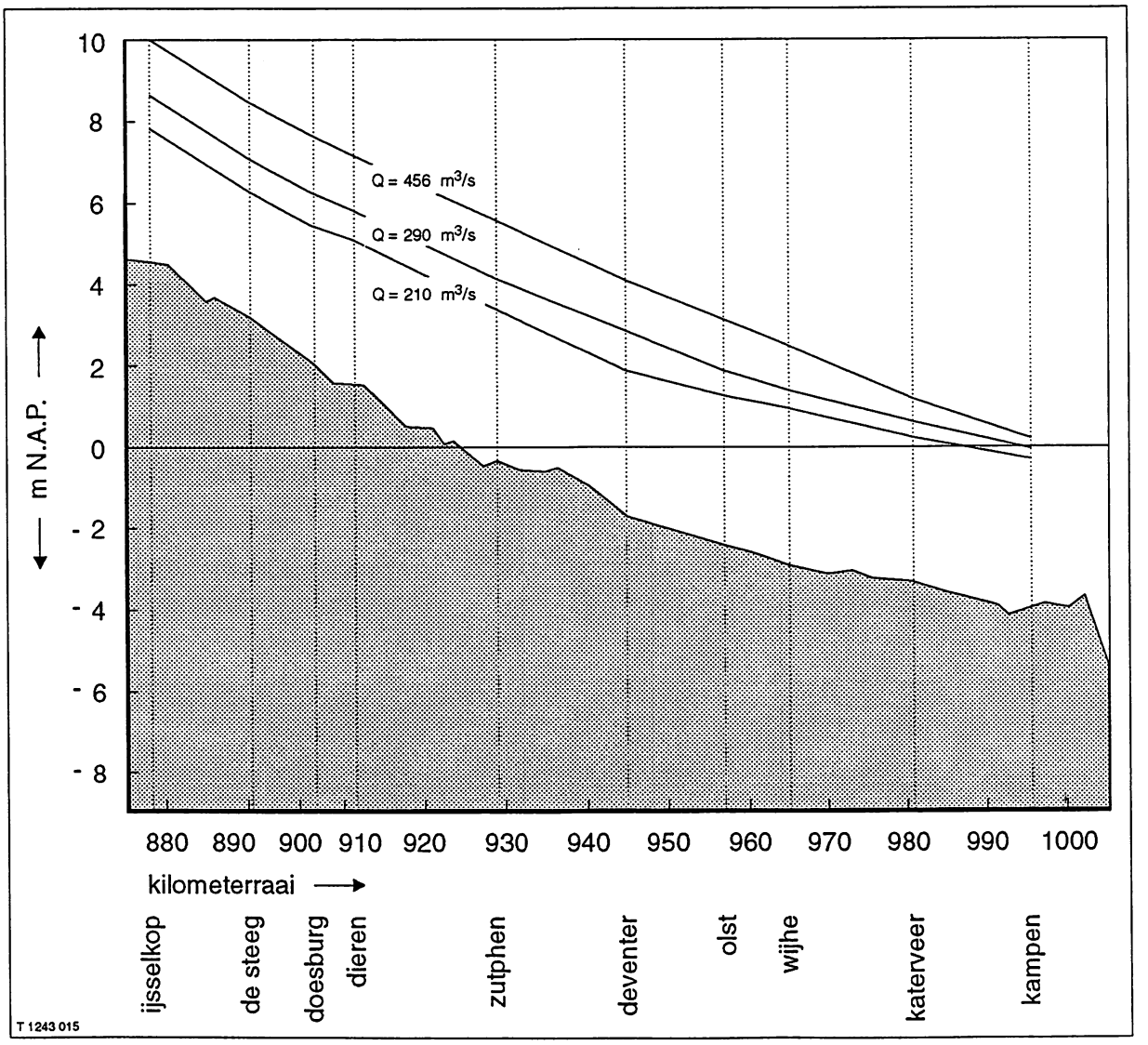
De drie in het IJsseldal voorkomende hoofdtypen watervoerende pakketten zijn als volgt van elkaar gescheiden:

- het bovenste (eerste) watervoerende pakket is het pakket boven de kleiïge afzettingen van de Eem Formatie;
- het middelste (tweede) watervoerende pakket ligt tussen de kleiïge afzettingen van de Eem Formatie en de kleiïge afzettingen van de Formatie van Drente/ de Formatie van Tegelen; en
- het onderste (derde) watervoerende pakket ligt tussen de kleiïge afzettingen van de Formatie van Drente / de Formatie van Tegelen en de slecht doorlatende basis.

2.2 Rivierkunde

De IJssel is benedenstrooms van Deventer een traag stromende laaglandrivier met een gering verhang, een geringe sinuositeit en een zandige bedding. De rivier genoot vroeger een grote vrijheid in het brede dal tussen de hoge gronden van de Veluwe, de Achterhoek en Salland. Zij volgde meerdere lopen, waarvan de ligging herhaaldelijk veranderde. In 1821 stroomde ze over een breedte van ongeveer 600 m ten zuiden van de Koppelerwaard bij Wilsum langs en vormde daar zandbanken, die vervolgens aaneen groeiden tot het zandeiland De Welle (zie figuur 3.1). Inmiddels is de tak aan de zuidkant van het eiland afgesloten. De IJssel werd in de tweede helft van de 19e eeuw met kribben genormaliseerd. Het zomerbed kreeg daardoor een vaste ligging en een breedte die overal ongeveer gelijk is. Ook werden bochten afgesneden. Zowel de normalisatiewerken als de bochtafsnijdingen veroorzaakten bodemerosie waardoor de rivier zich dieper insneed.

Het lengteprofiel van de IJssel in Figuur (2.1) laat zien dat de rivier bovenstrooms steiler is dan benedenstrooms. Ook is te zien dat bovenstrooms de waterstandsschommelingen groter zijn, maar de waterdiepten kleiner. Dat betekent dat bovenstrooms de voor ecologie relevante rivierdynamiek groter is, maar de bevaarbaarheid geringer.



Figuur 2.1 Lengteprofiel van de IJssel

De waterafvoer van de IJssel wordt geregeld via de stuw in de Nederrijn bij Driel. Gemiddeld overschrijdt de afvoer gedurende de helft van de tijd een waarde van 290 m^3/s.

Rivierkundig gezien zijn de Deelgebieden Noord en Zuid gelijkwaardige lokaties voor oeverwinning. De bijbehorende buitendijkse werken verhogen de inundatiefrequenties, hetgeen zowel de voor natuurontwikkeling gewenste overstromingsdynamiek als de infiltratie voor drinkwater vergroot. Ze beïnvloeden echter de afvoer van water, ijs en sediment, en daarmee ook de Maatgevende Hoogwaterstanden (MHW), de erosie en sedimentatie van het rivierbed en de bevaarbaarheid. In paragraaf 6.4 worden deze rivierkundige aspecten voor de uiteindelijk geselecteerde buitendijkse locatie nader uitgewerkt. Overigens is de invloed van wateronttrekking als zodanig gezien de te onttrekken hoeveelheden verwaarloosbaar, want 25 miljoen m^3/jaar komt overeen met minder dan 1 m^3/s.

2.3 Deelgebied Zuid

2.3.1 Geohydrologie

De ligging van het deelgebied Zuid is aangegeven in Figuur 2.2. Het derde watervoerende pakket komt in het gehele deelgebied als een apart watervoerend pakket voor, daar de Formatie van Drente aaneengesloten voorkomt. De dikte van het derde watervoerende pakket loopt ter plaatse van de IJssel op tot 200 m. In oostelijke richting neemt deze af tot circa 100 m. De transmissiviteit van het pakket bedraagt circa 1000 m^2/d.

De diepteligging van de bovenkant van de Formatie van Drente varieert tussen NAP -30 en NAP -40 m. De dikte is lokaal meer dan 60 m. De hydraulische weerstand van de Formatie van Drente is zeer hoog. In Salland varieert de weerstand van 1.000 dagen in het oosten tot plaatselijk meer dan 100.000 dagen in het westen. Hieruit mag geconcludeerd worden dat in het IJsseldal het derde watervoerende pakket een van de bovenste twee watervoerende pakketten geïsoleerd hydrologisch systeem vormt.

Voor zover het tweede watervoerende pakket gescheiden van het eerste watervoerende pakket voorkomt bedraagt de dikte niet meer dan 30 m. De transmissiviteit bedraagt circa 1000 m^2/d. De Eem Formatie komt in Salland slechts plaatselijk voor. Juist in grote gebieden in het IJsseldal komt de Eem Formatie met dikten tot meer dan 5 m voor, zodat in het kader van dit project niet zonder meer gesproken mag worden van een gecombineerd eerste en tweede watervoerende pakket. De weerstand van de Eemklei is maximaal 600 d. Het bovenste watervoerende pakket heeft een maximale dikte van circa 20 m. De transmissiviteit van dit pakket varieert tussen 250 en 1.000 m^2/d.

Figuur 2.2 Topografische kaart Deelgebied Zuid

2.3.2 Landschapsecologie

a) Landschap

Het studiegebied wordt gekenmerkt door een aantal vrij brede uiterwaarden met aan weerszijden een halfopen landschap met hier en daar boomgaarden en bomenrijen (Figuur 2.3). Vooral de Duursche Waarden nemen een bijzondere positie in vanwege de breedte van de uiterwaard en het voorkomen van het Fortmonder Bos. Eigenlijk bestaan de Duursche Waarden uit een aantal deelgebieden: Roetwaard, De Zaaij/De Enk, Achterweerd/Fortmond en de Duursche Waarden s.s. (Figuur 2.2).

Figuur 2.3 Uiterwaarden nabij de Duursche Waarden

b) Vegetatietypen

Een groot deel van de Duursche Waarden bestaat uit grasland. Op de oeverwal bij Fortmond en op de grens met de Duursche Waarden sensu stricto is bos aanwezig. Verspreid over het gebied liggen enkele akkers en het voormalige terrein van de steenfabriek bestaat uit ruigte. Open water en moerasvegetaties komen vooral voor in de Roetwaard en de Duursche Waarden s.s. Ook wilgenvloedbossen komen hier voor. In het vloedbos bij de camping nabij de Roetwaard is de Zwarte Populier aangetroffen (Gerritsen e.a., 1987; Heidemij Advies/LB&P/NBLF, 1993).

Het Fortmonderbos bevat een van de weinige eikenbossen langs de IJssel. Het bos staat op een rivierduinkomplex en ligt daardoor hoog en wordt niet of nauwelijks geïnundeerd. Een deel bestaat uit eikehakhout met een tamelijk soortenrijke ondergroei (Heidemij Advies, 1990). Ook soorten als Beuk, Rode Kornoelje, Kardinaalsmuts, Kruisbes en Vogelkers komen er voor. Delen van het bos zijn vervangen door soortenarm uitheems naaldhout.

De Welsumerwaard bestaat voor een groot deel uit soortenarme graslandvegetaties. Ook is er een vrij groot oppervlak aan akkerland. Op één plek (recht tegenover Olst) bevindt zich een oeverwal met soortenrijke stroomdalvegetatie.

Grote delen van de Olster en Hengforder Waarden bestaan uit Beemdgras-raaigrasweiden. Sommige lagere delen langs de winterdijk bestaan uit soortenarme natte graslanden, hier en daar met veel Rietgras. Deze lagere delen zijn deels open water en zijn de restanten van een hank. Op een smalle strook ter hoogte van Km 955 vinden we een vegetatie uit de Glanshaverassociatie met nog vrij veel stroomdalplanten (Gerritsen e.a., 1987). Het meest zuidelijke deel van de Hengforder Waard bestaat uit open water met een groot aantal kleine eilandjes

met Wilgenvloedbos.

Het binnendijkse gebied ten noorden van Welsum bestaat uit een halfopen (coulissen)landschap met verspreid voorkomende meidoornhagen. De graslandkavels worden afgewisseld met akkers en boomgaarden. Helaas is over het gebied Olst-Reutekolk binnendijks nagenoeg geen (recente) informatie voorhanden.

c) Avifauna

De uiterwaarden in het studiegebied zijn alle belangrijke weidevogelgebieden, met NWC-waardering variërend tussen 98 en 179 punten (Gerritsen e.a., 1987). De gebieden binnendijks zijn, voor zover hiervan gegevens bekend zijn, minder belangrijk voor weidevogels. Ook voor doortrekkers en wintergasten zijn de uiterwaarden belangrijk. Dit geldt onder andere voor de Wilde Eend, Slobeend (Hengforderwaard), Tafeleend (Duursche Waarden), Kuifeend (Hengforderwaard) en Kievit.
De Duursche Waarden zijn een belangrijk gebied voor de moeras- en rietvogels van de 'Rode lijst' broedvogels. Het binnendijkse gebied bij Welsum kent voor de IJssel relatief hoge dichtheden van de Steenuil, met name op de oeverwallen (Gerritsen e.a., 1987).

d) Overige fauna

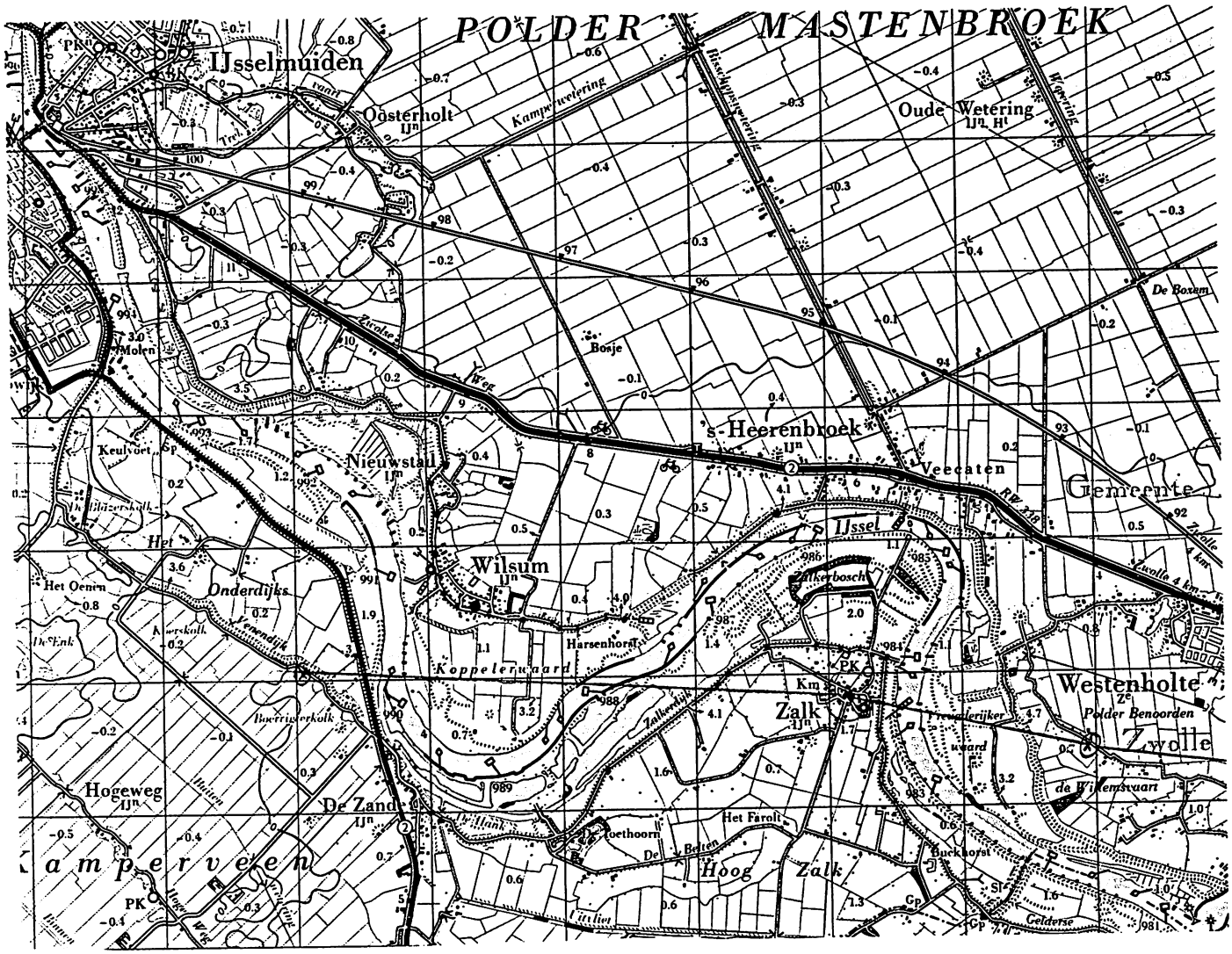
De uiterwaarden zijn relatief rijk aan amfibieën. Naast algemene soorten als Bruine Kikker, Gewone Pad, Groene Kikker en Kleine Watersalamander komen ook zeldzamere soorten voor, zoals de Rugstreeppad, Knoflookpad en Kamsalamander (Heidemij/LB&P/NBLF, 1993). Het gebied rond Welsum lijkt bij uitstek geschikt voor amfibieën vanwege de grote landschappelijke variatie.

De hogere delen van de uiterwaarden, zoals bij Fortmond, herbergen permanente zoogdierenpopulaties, zoals Konijn, Ree, Vos, Bosmuis en Rosse Woelmuis. Daarnaast is bij Fortmond de zeldzame Steenmarter aangetroffen. De Haas leeft in het lagere, open grasland. Tot in het midden van de jaren zeventig zijn in de Duursche Waarden ook otters waargenomen (Heidemij/LB&P/NBLF, 1993).

2.4 Deelgebied Noord

2.4.1 Geohydrologie

De ligging van dit deelgebeid is aangegeven in Figuur 2.4. In dit gebied komen de drie watervoerende pakketten in een groot deel gescheiden van elkaar voor. De dikte van het onderste watervoerende pakket is niet exact bekend, maar ligt in de orde van grootte van 100 m. De bovenliggende scheidende laag wordt in dit deelgebied gevormd door de Formatie van Tegelen. De dikte van deze laag bedraagt circa 20 m. Het tweede watervoerende pakket komt in een groot deel van dit gebied gescheiden van het eerste watervoerende pakket voor. De dikte loopt hier op tot meer dan 100 m (circa 150 m in de Noordoostpolder). In de IJsseldelta echter (en in een strook langs de noordrand van de Noordoostpolder) ontbreekt de bovenste scheidende laag, waardoor de bovenste twee watervoerende pakketten tot één pakket kunnen worden gerekend. Dit pakket wordt ten westen van de lijn Zwolle-Hasselt afgedekt door de Westland Formatie.



Figuur 2.4 Topografische kaart van Deelgebied Noord

In de ondergrond komt zowel in het derde als in het tweede watervoerende pakket zout water voor. Op sommige plaatsen komt het zoute water voor boven het zoete water (inversiegebieden). Bij Kampen is de diepte van het zoute water minimaal. Volgens Haak (1985) komt het zoute water hier tot het oppervlak voor. De diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water verloopt overigens via opwelvingen.

2.4.2 Landschapsecologie

a) Landschap

Het deelgebied vormt een onderdeel van de IJsseldelta. Er komt een drietal uiterwaarden in voor: de Koppelerwaard, Zalkerwaard en Bentinckswelle. Het binnendijkse gebied bestaat uit de polders Laag en Hoog Zalk, de Onderdijkse Polder, de Kamperveense Polder en de

Mastenbroekpolder.

De uiterwaarden zowel als de Polder Hoog Zalk en de Onderdijkse Polder vormen een onderdeel van het rivierenlandschap. Hoog Zalk en de Onderdijkse Polder bestaan uit door de IJssel afgezette zandige-zavelige oeverwallen die hoger liggen dan hun omgeving. Het landschap is overwegend open en wordt afgewisseld met (verspreide) meidoornhagen en knotwilgen (Figuur 2.5). De polders Laag Zalk en Kamperveen behoren tot het slagenlandschap, dat gekenmerkt wordt door een strokenverkaveling (Dijkstra e.a., 1988).

Figuur 2.5 Uiterwaardenlandschap nabij Zalk

b) Vegetatietypen

Een groot deel van de uiterwaarden in het studiegebied bestaat uit soortenarme beemdgrasraaigrasweiden en soortenarme natte graslanden uit de associatie van Kruipende boterbloem en Geknikte vossestaart. Het meest oostelijk deel van de Koppelerwaard bestaat uit Moerasvegetatie met Liesgras, Scherpe zegge en Kalmoes. De botanisch meest waardevolle elementen zijn het Zalkerbos en enkele stroomdalvegetaties in de Koppelerwaard. Het Zalkerbos is rijk aan bosplanten, waaronder diverse bijzondere soorten die zich daar weten te handhaven (Slangelook, Gulden Boterbloem, Gevlekte dovenetel) (Gerritsen e.a., 1987).

Droge graslanden komen in de uiterwaarden buiten de dijken ook voor op oeverwallen, rivierduinen en kaden. Van oorsprong kwamen hier ook soortenrijke stroomdalvegetaties voor. Er zijn langs de gehele IJssel nog maar enkele snippers stroomdalvegetaties in de uiterwaarden overgebleven, met name in de Koppelerwaard, Zalkerwaard, Ruitenberg en Duursche Waarden (Gerritsen e.a., 1987)

De polders Hoog en Laag Zalk, Kamperveen en Onderdijkse Polder bestaan overwegend uit graslandvegetaties, doorsneden met een dicht net van sloten. Met name dicht langs de IJssel komt hier en daar akkerland voor. De botanische waarde van deze gebieden wordt vooral gevormd door de slootvegetaties. De graslandvegetaties zijn overwegend soortenarm (Beemdgras-raaigrasweiden). Langs slootkanten komt in de polders Laag Zalk en Kamperveen Dotterbloemgrasland voor met o.a. Dotterbloem en Waterkruiskruid (Dijkstra e.a., 1988).

Belangrijke waterplantenvegetaties in de Polders Kamperveen, Hoog en Laag Zalk en de Onderdijkse Polder zijn:

- vegetaties van smalbladige fonteinkruiden en Brede Waterpest (sloten met een zandbodem, waar op veel plaatsen sprake is van kwel);
- kranswiervegetaties (vooral in schone sloten met hoge alkaniteit);
- krabbescheervegetaties (enkele plaatsen); en
- waterviolier vegetaties (enkele plaatsen).

Ook komt er een aantal waardevolle moerasvegetaties voor (o.m. type met Grote wateretpe, Moeraswederik, Kleine egelskop, Grote boterbloem, Snavelzegge en Holpijp). Met name Holpijp komt voor op plaatsen met een zandige bodem en waar kwel een rol speelt.

c) Avifauna

Het studiegebied is een belangrijk weidevogelgebied. Veel deelgebieden hebben een NWC score hoger dan 75, d.w.z. zijn landelijk gezien belangrijk. De dichtheden zijn vooral in de Koppelerwaard buitengewoon hoog (Gerritsen e.a., 1987). Veel voorkomende doortrekkers en wintergasten zijn: Rietgans, Smient, Zomertaling, Slobeend, Kuifeend en Kemphaan.
Voor wat betreft broedvogels neemt de Scherenwelle in het studiegebied een bijzondere plaats in: hier bevinden zich de grootste concentraties 'Rode lijst' broedvogels. Ook Zalk en Bentinckswellen zijn voor deze soorten van belang. De Steenuil bereikt hoge dichtheden in Hoog Zalk. Kleine Karekiet komt voor in De Zande en Bentinckswelle.

d) Overige fauna

Amfibieën hebben in het algemeen een voorkeur voor een biotoop met grote landschappelijke variatie (poeltjes, hagen, ruigten, moeras e.d.). De uiterwaarden met tichelgaten, oude rivierstrangen, moeras e.d. zijn daarom in principe goed geschikt voor amfibieën. Ook de binnendijks gelegen kolken, wielen en poeltjes bieden een geschikt biotoop. In grote delen van het studiegebied komen derhalve de bekende soorten zoals Groene Kikker en Kleine Watersalamander voor.

3 De IJssel, een natuurlijke rivier?

3.1 Inleiding

Bij het streven naar meer natuurlijke ontwikkelingen langs de IJssel komt direct de vraag op wat er moet worden verstaan onder "natuurlijk". De IJssel is een rivier die al meer dan duizend jaar onder invloed van de mens staat. In dit hoofdstuk worden gezichtspunten ontwikkeld om vat te krijgen op het vraagstuk van de natuurlijke ontwikkeling.

3.2 Geomorfologische ontwikkeling van de IJssel

Zoals boven vermeld (paragraaf 2.2) is de IJssel een laaglandrivier met gering verhang. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat de IJssel heel lang een vergelijkbare afvoer heeft gehad als thans. Daarvoor zijn splitsingspunten in laaglandrivieren te weinig stabiel. In het rampjaar 1672 kon Lodewijk XIV bijvoorbeeld nog gewoon door de Rijn trekken. Dit was de direkte aanleiding voor de aanleg van het Pannerdens Kanaal.

De IJsselvallei is ontstaan als stroomdal van de Rijn na het afsmelten van het landijs van de Saalien-ijstijd. Het is waarschijnlijk dat de IJsselvallei een tijdlang in het geheel geen Rijntak bevatte, maar water afvoerde van de Oude IJssel, Berkel en Schipbeek, en slechts periodiek overstromingswater van de Rijn (Van de Meene, 1979). Door het geleidelijk opslibben van de Rijndelta is door overstromingswater na verloop van tijd de IJsselvallei weer als Rijntak gaan functioneren. Over het precieze tijdstip van deze aantakking bestaat geen zekerheid, waarschijnlijk tussen 1000 v. Chr. en enkele eeuwen na het begin van onze jaartelling. Mogelijk hebben zelfs Romijnse rivierwerken hier nog een rol gespeeld (de zogenaamde Drususgrachten: Harbers & Mulder, 1981).

Al in de 12e eeuw wordt in historische bronnen gesproken over dijken langs de IJssel, met name bovenstrooms van Zwolle (Van Engelen - Van der Veen, 1924). In 1308 bestond reeds een volledige dijk langs de rechteroever van de IJssel benedenstrooms van Deventer.

De rivier moet op het traject tussen Zwolle en Kampen na de bedijking nog flink zijn loop hebben verlegd, getuige de inlagen en dijkverleggingen die uit historische bronnen bekend zijn. "*Denken wij ons de jongere aanwassen weg, dan kunnen wij ons voorstellen, dat de IJssel aanvankelijk in een ongeveer rechte lijn heeft gestroomd van Zalk vlak langs de hogere gronden van Wilsum in de richting van het erf Klein-Oever ...*" (Van Engelen - Van der Veen, 1924). Kenmerkend voor het IJsseltraject in de bedijkte toestand tussen Zwolle en Kampen is de aanwezigheid van zandeilanden, "wellen". Op oude kaarten zijn de eilanden Scherenwelle, Welle bij de Zande en een eiland noordelijk van Zalk te herkennen (bijv. kaart van rond 1650 van Barthold Wicheringe, Fockema Andrea & Koeman Bussum, 1972). Op de topografische kaart van 1830 (Figuur 3.1) zijn deze wellen nog goed te zien. Sindsdien is in de loop van de rivier, behoudens de afsluiting van nevengeulen, weinig verandering meer opgetreden.

Figuur 3.1 Historische kaart omgeving Zalk (1830) (Wolters-Noordhof Atlasproducties, 1990).

3.3 Ecologische kansrijkdom

Uit de topografische kaart van 150 jaar geleden valt op te maken dat nevengeulen in dit traject van de IJssel geen ongewoon fenomeen waren. Waarschijnlijk waren deze nevengeulen deels bevaarbaar en werden ze gebruikt voor de visserij en griendcultuur. Ook de eilanden waren in gebruik als grienden of natte hooilanden.

Als we er van uit gaan dat deze situatie een historische referentie vervult voor het natuurontwikkelingsbeleid, dan zou de ontwikkeling van een nevengeulsysteem in samenhang met ooibos en natte graslanden een grote ecologische kansrijkdom hebben. Ook door Wolffert wordt dit traject van de IJssel kansrijk beschouwd voor nevengeulontwikkeling (Wolffert, 1992). Zoals door WNF (1992) is aangegeven zou de grootschalige ontwikkeling van neven-

geulsystemen langs de grote rivieren een enorme verrijking van de voor ons rivierengebied karakteristieke ecosystemen betekenen.

In de Ontwerp-Nota Ecosysteemvisies EHS (Jansen e.a. 1993) wordt dit traject aangemerkt als matig tot zeer kansrijk voor de ontwikkeling van volledige bosgemeenschappen in een vrij afstromend riviertraject (natuurdoeltype Ri-2.1). Dit natuurdoeltype is gedefinieerd als buitendijkse gebieden van 500 tot 1000 ha met een nagenoeg-natuurlijk begrazingsbeheer, waarbinnen het overstromende rivierwater door verschillen in stroomsnelheid, erosie/sedimentatie en inundatie voor variatie in standplaatsen en vegetatiestructuur zorgen. Dit type ecosysteem is thans nog nagenoeg afwezig in Nederland, maar er is wel een begin gemaakt met de realisatie van enkele gebieden (bijv. de Gelderse Poort). De Nota geeft 8000 ha aan als gewenst areaal voor het rivierengebied. Meekoppeling met oeverwinning zou, in relatie met andere nabijgelegen natuurontwikkelingsprojecten, een reële bijdrage kunnen leveren aan de verwezenlijking hiervan.

4 Uitgangspunten oeverwinning

4.1 Oeverwinning langs de IJssel

Onder oeverwinning, een onttrekking van grondwater in de nabijheid van een oppervlaktewaterlichaam, kunnen twee vormen van waterwinning worden verstaan (IWACO en KIWA, 1993):

- oeverfiltratie; en
- oevergrondwaterwinning.

Volgens RID (1978) en Hofhuis (1985) bepaalt de inrichting van de winplaats tot welke categorie de oeverwinning wordt gerekend.

Bij *oeverfiltratie* komt de bedrijfsvoering grotendeels overeen met die van een oppervlaktewaterwinning. De verblijftijd in de bodem is relatief kort. Deze varieert van circa 1 week tot 3 à 4 maanden. De putten bevinden zich op geringe afstand van het oppervlaktewaterlichaam (tot maximaal enkele tientallen meters) en staan meestal parallel aan de oever. Doordat de afstand van de putten tot de rivier klein is, zijn de kwel/infiltratieveranderingen gering. De bodem van het waterlichaam fungeert als zandfilter, waardoor tijdens het infiltratieproces enige zuivering plaats vindt. Desondanks worden verontreinigingen op de rivier in de grondwaterkwaliteit bij oeverfiltratie gereflecteerd als een redelijk scherpe piek.

Bij een *oevergrondwaterwinning* is de bedrijfsvoering vergelijkbaar met die van een grondwaterwinning.Wanneer het watervoerende pakket als mengreservoir wordt gebruikt en de verhouding tussen de mengcapaciteit en de onttrokken hoeveelheid zo gekozen wordt dat het ruwe water een vrijwel constante kwaliteit bezit, spreekt men van een oevergrondwaterwinning. Volgens Beugelink e.a. (1993) kan een winning tot oevergrondwaterwinning worden gerekend wanneer meer dan 10% van het opgepompte water uit recent en in de directe nabijheid geïnfiltreerd oppervlaktewater bestaat. De verblijftijd bij oevergrondwaterwinning is groter dan bij oeverfiltratie. Door een grotere afstand tussen de putten en de rivier ontstaat een spreiding van verblijftijden. Hierdoor vertoont de kwaliteit van het opgepompte water minder grote fluctuaties dan bij oeverfiltratie. Bij oevergrondwaterwinning wordt de rivierwaterkwaliteit door de bufferende werking van het watervoerende pakket in veel mindere mate gereflecteerd in de grondwaterkwaliteit, hoewel ook dit type winningen kwetsbaar is door de kwaliteit van het infiltrerende rivierwater.

In de eerste fase van de studie zijn lokaties geselecteerd op basis van een achttal criteria (Pedroli e.a., 1994). Oeverwinning is in principe goed mogelijk op de lokaties Zalk, de Koppelerwaard en de Bentinckswelle in een noordelijk deelgebied en de Duursche Waarden en de Welsumer Waarden in een zuidelijk deelgebied. In de tweede fase van de studie is met behulp van modelberekeningen de geschiktheid voor oeverwinning bepaald door een minimale verblijftijd van 60 dagen in acht te nemen. Deze periode garandeert een voldoende bacteriologische reiniging van het lokaal geïnfiltreerde grondwater. Een tweede voorwaarde is dat de spreiding van de verblijftijd groter dan 1 jaar is. Hiermee wordt een constante kwaliteit van het opgepompte grondwater verkregen.

Voor de twee deelgebieden is een model gemaakt waarmee, na calibratie op potentialen, verschillende scenario's zijn doorgerekend. De effecten van deze scenario's worden in hoofdstuk 8 besproken. Bij de verschillende scenario's zijn putconfiguratie, aantal putten, debiet per put, afstand tot de rivier en de hoeveelheid te onttrekken grondwater gevarieerd.

De berekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van een stationaire situatie.

4.2 Randvoorwaarden voor planontwikkeling

De volgende randvoorwaarden zijn bij de selectie van uitvoeringsvarianten gehanteerd:

behoefte aan grondstof voor drinkwater
Zo mogelijk wordt gestreefd naar een winningscapaciteit van 25 à 30 miljoen m^3/jr. De winningsputten dienen in beginsel goed bereikbaar te zijn en gevrijwaard van contaminatie door overstroming.

grondwaterhuishouding
De grondwaterhuishouding dient zo min mogelijk verstoord te worden door de oeverwinningen. Verdroging op de hogere gronden dient met name voor de natuur zo veel mogelijk voorkomen te worden. Voor zover de waterhuishouding van landbouwgronden wordt beïnvloed, dient compensatie in de vorm van peilverhoging, aanvoer van geschikt water, of compensatie van opbrengstdepressie mogelijk te zijn. Ook voor natuurgebieden kan een dergelijke compensatie in voorkomende gevallen overwogen worden.

landschapsecologische effecten
De landschapsecologische effecten van te ontwikkelen winnings- en natuurontwikkelingsvarianten dienen positief te zijn. Dit betekent dat zo weinig mogelijk bestaande waarden worden aangetast en zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van potenties voor natuurontwikkeling.

rivierbeheer/scheepvaart
De scheepvaartroutes, dat wil zeggen waterpeil en minimum waterdiepte in de IJssel dienen zoveel mogelijk gehandhaafd te blijven. Ook de hoowaterpeilen en de sedimenthuishouding van de rivier dient zo weinig mogelijk te worden beïnvloed. De invloed van wateronttrekking als zodanig is gezien de te onttrekken hoeveelheden (25 miljoen m^3/jaar komt overeen met minder dan 1 m^3/s) verwaarloosbaar.

ruimtelijke ordening en natuurontwikkelingsinstrumentarium
De reeds voorgestelde functietoekenning aan uiterwaarden in het Streekplan IJsselvallei, de Visie op inrichting en beheer van de IJsseluiterwaarden (Provincie Overijssel, 1988) en de IJsselvisie (Werkgroep Natuur & Landschap, 1993) bieden in beginsel het raamwerk waarbinnen natuurontwikkeling in aansluiting op drinkwaterwinning mogelijk is.
Bestaande stedelijke gebieden, gebieden met stedelijke of stadsrandfuncties en gebieden met andere belemmeringen vanwege de ruimtelijke ordening worden met terughouding in de lokatieplannen opgenomen. Een recreatieve meerwaarde van de eventueel te ontwikkelen natuurgebieden wordt slechts nagestreefd, voor zover niet strijdig met de drinkwaterwinfunctie en de natuurfunctie. Deze recreatie dient derhalve extensief en natuurvriendelijk van karakter te zijn.

kosten
De kosten van aanleg en veiligstelling van de nieuwe winningslokaties gerelateerd aan de winbare hoeveelheden, dienen aanvaardbaar te zijn. In beginsel dienen ook de natuurontwikkelingsprojekten door de koppeling van de financiering van drinkwaterwinning met het gebruikelijke natuurontwikkelingsinstrumentarium een redelijke haalbaarheid te hebben.

5 Selectie winningsvarianten

5.1 Inleiding

Uitgegaan is van de geselecteerde uiterwaarden uit fase 1:

Deelgebied Noord
- Duursche Waarden
- Welsumer Waarden
- evt. Olster en Hengforder Waarden

Deelgebied Zuid
- Koppelerwaard
- Zalk
- evt. Bentinckswelle.

Om in te kunnen schatten hoeveel perspectief oeverwinning op deze lokaties heeft, moeten verschillende winningsvarianten onderzocht worden. In eerste instantie gaat het hierbij om de vraag of de gevraagde hoeveelheden redelijkerwijs winbaar zijn, en of de grondwaterstandseffecten aanvaardbaar zijn. Keuzemomenten hierbij zijn:

- binnendijkse - buitendijkse winning
- diepte van de winning
- aantal putten
- verticale vs horizontale filters
- configuratie puttenveld
- combinatie met weerdverlaging/nevengeul-ontwikkeling.

Aangezien deze keuzemomenten in beginsel op iedere lokatie (uiterwaard) van toepassing zijn, resulteert hieruit een groot aantal te onderzoeken mogelijkheden voor oeverwinning. Deze kunnen onmogelijk allemaal op geohydrologische consequenties doorgerekend worden. Daarom is gekozen voor een stapsgewijze benadering, waarbij terughoudend wordt omgegaan met buitendijkse winning en horizontale filters, wegens de gering ervaring die in Nederland bestaat met deze varianten. De gevolgde selectieprocedure is aangegeven in Tabel 5.2 aan het einde van het hoofdstuk.

Om te bepalen welke lokaties langs de IJssel geschikt zijn voor oeverwinning is een modelstudie uitgevoerd. Hierbij is het model voor de verzadigde zone MODFLOW gebruikt. Als basis voor de invoergegevens heeft REGIS, de geohydrologische database van TNO-gg, gediend. De in de eerste fase geselecteerde deelgebieden bleken nog niet geheel in REGIS ingevoerd. Voor het noordelijke deelgebied ontbreekt een deel in het zuidwesten, voor het zuidelijke gebied is dat het westelijke deel (Figuur A.1 in Bijlage A). De voor deze gebieden ingevoerde geohydrologische parameters zijn afkomstig uit IWACO (1992). De REGIS-informatie bestaat uit: diepte van top en onderkant van slecht doorlatende lagen ("gidslagen") ten opzichte van NAP, maaiveldligging, oppervlaktewatersysteem, polderpeilen en tenslotte de potentialen in de watervoerende pakketten. Deze set invoergegevens is aangevuld met gegevens van de provincie over grondwateronttrekkingen in de periode 1984 tot 1994. De gegevens over de diktes en horizontale en verticale doorlatendheden van de verschillende lagen zijn afkomstig uit IWACO (1992). Details over de geohydrologische modellering zijn opgenomen in Bijlage A.

In figuur A.2 en A.6 staan de twee modelgebieden met de horizontale discretisatie en met enkele topografische namen weergegeven. Het verschil tussen de berekende en de gemeten potentialen in de twee watervoerende pakketten is voor het noordelijke deelgebied weergegeven in figuur A.3 en figuur A.4. De profiellijn van figuur A.4 is aangegeven op figuur A.3. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen de berekende en de gemeten potentialen gering zijn.

Het minimaal aantal putten dat benodigd is, is berekend met de volgende formule:

$$\text{aantal putten} = \frac{\text{totale debiet per jaar} * 1{,}5 \text{ (piekverbruik)}}{\text{putcapaciteit} * 20 \text{ (aantal pompuren/dag)} * 365} \quad (+ \text{ ca } 10\% \text{ reserveputten})$$

Voor het totale debiet voor het noordelijke deelgebied is gerekend met twee waarden: 20 miljoen m^3/jr en 30 miljoen m^3/jr. Voorts is de putcapaciteit gevarieerd: bij een putcapaciteit van 100 m^3/uur is het aantal putten naar boven afgerond tot 45, bij een putcapaciteit van 200 m^3/uur is dit aantal 22. In het noordelijke deelgebied zijn alle onttrekkingen geplaatst in het tweede watervoerende pakket, op een diepte van 37,5 m -NAP. In het zuidelijke deelgebied zijn de filters geplaatst in het eerste watervoerende pakket.

Er is in eerste instantie alleen gerekend met verticale filters. Nadat één uiterwaarde is geselecteerd op basis van de eerste berekeningen is voor deze uiterwaarde nog een berekening gedaan met horizontale filters. Hierbij is ervan uitgegaan dat op vier lokaties een verticale schacht wordt gemaakt waarop op een diepte van 37,5 m - NAP vier horizontale filters uitkomen. Deze filters hebben een lengte van circa 200 m elk. Uit horizontale filters wordt ongeveer driemaal minder debiet per meter filterlengte onttrokken dan bij verticale filters. De filterlengte per modelcel is bij de berekeningen in het noordelijke deelgebied ongeveer vijfmaal zo groot (20 m om 100 m). Als debiet per horizontaal filter is dan ook gerekend met een debiet van 160 m^3/uur.

5.2 Stap 1. Geohydrologische winbaarheid

Vraag is hier: Is winning van 30 miljoen m^3/jaar geohydrologisch in beginsel mogelijk? Om het aantal door te rekenen varianten te beperken is in overleg met de WMO en de Provincie Overijssel besloten om in eerste instantie de volgende situaties te beschouwen:

- alle onttrekkingsfilters binnendijks; en
- alle onttrekkingsfilters in de uiterwaarde.

De opties voor het noordelijke deelgebied zijn doorgerekend met zowel de traditionele putconfiguratie (100 m afstand tussen de putten met een debiet per put van 100 m^3/uur) als een opstelling waar per put 200 m^3/uur wordt onttrokken. Daarnaast zijn berekeningen gemaakt waarbij de onttrekkingsfilters niet in een cluster zijn geplaatst, maar in een lintvorm evenwijdig aan de IJssel (buitendijks) of aan de winterdijk (binnendijks).

Voor het zuidelijke deelgebied zijn minder varianten doorgerekend aangezien het hier niet mogelijk bleek de hoeveelheid van $30*10^6$ m^3/jr te onttrekken. Voor dit gebied is gerekend met een totaal debiet van $15*10^6$ m^3/jr voor de twee afzonderlijke uiterwaarden en $20*10^6$ m^3/jr voor een onttrekkingsscenario waarbij uit beide uiterwaarden wordt onttrokken.

Deelgebied Zuid

In het zuidelijke deelgebied kunnen zoals vermeld twee watervoerende pakketten worden onderscheiden die op sommige lokaties, waar de Eemklei niet voorkomt, één watervoerende pakket vormen. Om ervoor te zorgen dat een voldoende groot aandeel van het onttrokken water geïnfiltreerd IJsselwater is, zijn alleen berekeningen uitgevoerd waarbij putten boven de Eemklei zijn geplaatst. De Eemklei vormt immers een buffer tegen het van bovenaf toestromen van oppervlaktewater, waardoor bij onttrekkingen onder de Eemklei de effecten voor het achterland groter zijn.

Voor het zuidelijke deelgebied is in eerste instantie gerekend met een totaal debiet van $30*10^6$ m^3/jr. Dit debiet bleek noch in de Duursche Waarden, noch in de Welsumerwaarden, noch in een combinatie van beide uiterwaarden gewonnen te kunnen worden. Dit wordt veroorzaakt door de geringe dikte van het eerste watervoerende pakket ter plaatse. In de Duursche Waarden is deze op sommige plaatsen slechts 4 m. In de Welsumerwaarden neemt de dikte toe van circa 6 m in het noorden tot circa 20 m in het zuiden. Bij de gehanteerde doorlatendheid van 30 m/d levert dit een onvoldoende doorlaatvermogen voor het gewenste onttrekkingsdebiet.

Via een aantal berekeningen is het maximaal haalbare debiet bepaald. Voor beide uiterwaarden is dit $15*10^6$ m^3/jr te zijn. Via gecombineerde onttrekkingen in de Duursche Waarden en de Welsumerwaarden is een debiet van $20*10^6$ m^3/jr haalbaar. Voor alle drie de varianten zijn de putten buitendijks in een lintvorm langs de IJssel geplaatst. In bijlage A staan in tabel A.5.1 de maximale potentiaalverlagingen als gevolg van de onttrekkingen voor de drie varianten vermeld.

De grootste potentiaalverlaging treedt op bij onttrekkingen in de Duursche Waarden, waar het eerste watervoerende pakket het dunst is. In figuur A.11 staan de invloedsgebieden in de twee watervoerende pakketten voor de drie varianten weergegeven. Deze kunnen niet zonder meer vergeleken worden met de figuren A8, A.9 en A.10, waarin de verlagingen in deelgebied Noord staan, aangezien in deelgebied Zuid met een ander debiet gerekend is.

Deelgebied Noord

Uit de voor deelgebied Noord berekende varianten blijkt dat hier wel de benodigde hoeveelheid van 30 miljoen m^3/jaar kan worden onttrokken. In paragraaf 5.3 worden de verschillende varianten voor dit gebied behandeld. De verlagingen voor de verschillende varianten zijn weergegeven in de de figuren A.8, A.9 en A.10. Deze kunnen niet zonder meer vergeleken worden met figuur A.11, waarin de potentiaalverlagingen in deelgebied Zuid staan, aangezien hier met een kleiner onttrekkingsdebiet gerekend is.

Conclusie Stap 1.
Deelgebied Zuid leent zich niet voor het doel van deze studie, het onttrekken van $30*10^6$ m^3/jr. Zelfs wanneer een aanzienlijk geringer debiet wordt onttrokken zijn de effecten hier groter dan in het noordelijke gebied. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de geringere dikte van het watervoerende pakket in deelgebied zuid. Dit wil echter niet zeggen dat dit gebied voor andere, kleinschaliger studies met betrekking tot (drink-)waterwinning eveneens uitgesloten moet worden. In Bijlage E is voor de Duursche en Welsumer Waarden een nadere berekening gemaakt met een onttrekking van 10 miljoen m^3/jr.

5.3 Stap 2. Vergelijking winningsvarianten

Deelgebied Noord

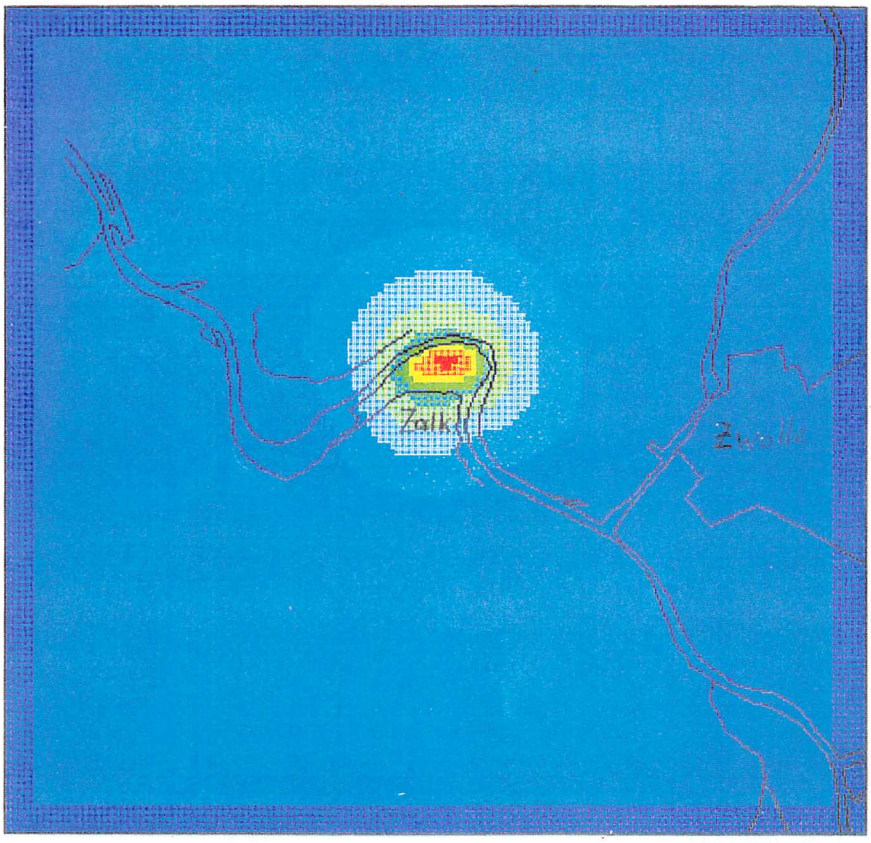
Voor de lokatie Zalk zijn twaalf berekeningen uitgevoerd. In tabel 5.1 is het onderscheid tussen deze berekeningen aangegeven. Onder traditionele winning wordt hier verstaan een afstand tussen de putten van 100 m en een debiet per put van 100 m^3/uur. De situatie waarbij per put 200 m^3/uur wordt onttrokken bij eenzelfde putafstand is experimenteel genoemd, wegens het ontbreken van ervaring hiermee in Overijssel.

Tabel 5.1 Voor Zalk uitgevoerde berekeningen

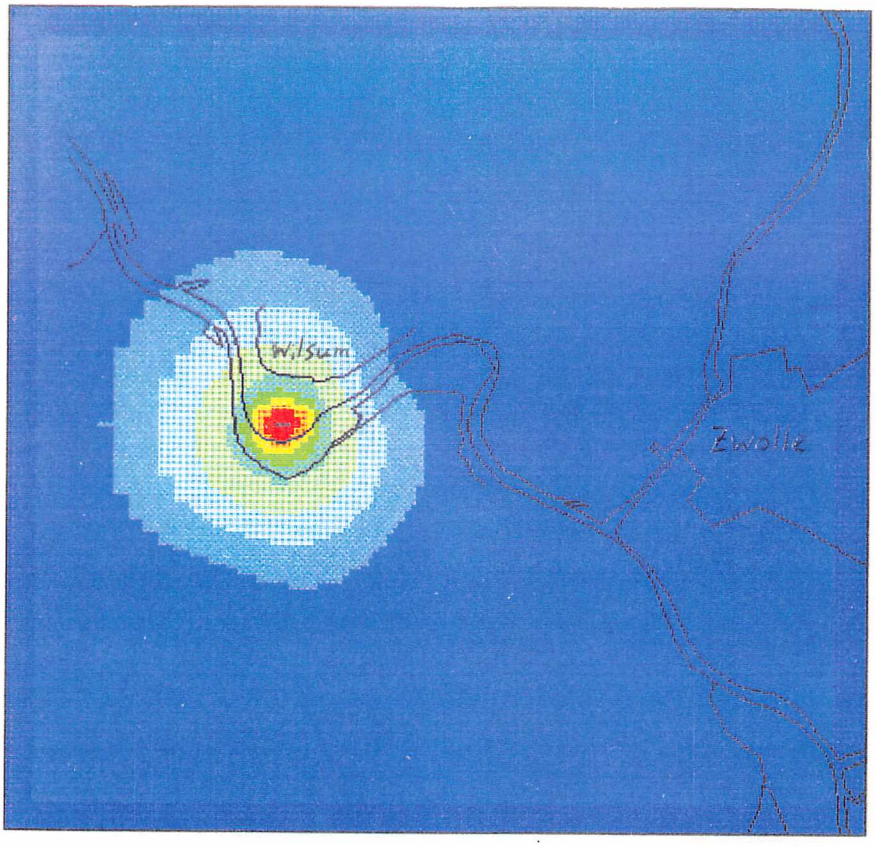
	traditioneel	experimenteel	lintvorm
Buitendijks, 30 miljoen	Berekening 1	Berekening 5	Berekening 9
Binnendijks, 30 miljoen	Berekening 2	Berekening 6	Berekening 10
Buitendijks, 20 miljoen	Berekening 3	Berekening 7	Berekening 11
Binnendijks, 20 miljoen	Berekening 4	Berekening 8	Berekening 12

Voor alle berekeningen is bekeken wat de potentiaalverlaging is ten opzichte van de huidige situatie. Omdat de Eemklei in dit gebied niet voorkomt rond de IJssel, is er sprake van één gecombineerd watervoerend pakket. De potentiaalverlaging in het watervoerende pakket is weergegeven in figuur A.8. Hierin kan een duidelijk beeld van de invloedssfeer van de onttrekkingen worden verkregen. Zoals mocht worden verwacht is de invloed op het achterland van onttrekkingen van in totaal 20 miljoen m^3/jr aanzienlijk minder dan bij een totaal debiet van 30 miljoen m^3/jr. Uit figuur A.8 blijkt tevens dat de effecten op het achterland minimaal zijn bij een puttenconfiguratie waarbij de putten in een lintvorm direct langs de IJssel worden geplaatst en 20 miljoen m^3/jr wordt onttrokken. De minimale verblijftijd bedraagt in dit geval circa 75 dagen. Behalve de ruimtelijke verspreiding van de invloed is ook de maximale potentiaalverlaging een belangrijke parameter. Deze staan in tabel A.5.2 voor beide watervoerende pakketten weergegeven ten opzichte van een referntieverlaging van 1,5 m.

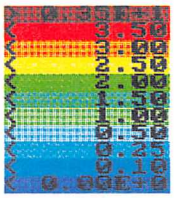
Voor de Koppelerwaard zijn slechts berekeningen uitgevoerd met een totaal debiet van 30 miljoen m^3/jr. De effecten bij een onttrekking van 20 miljoen m^3/jr kunnen redelijk worden ingeschat uit een vergelijking van tabel A.5.2 en tabel A.5.3, omdat de geohydrologische opbouw van de ondergrond en ook de topografie van de rivier vergelijkbaar zijn. In tabel A.5.3 staan de maximale verlagingen in de beide watervoerende pakketten voor onttrekkingen in de Koppelerwaard. In figuur A.9 zijn enkele berekeningsresultaten weergegeven voor de verlagingen ten gevolge van de onttrekkingen in een cluster, zowel binnen- als buitendijks en in lintvorm binnendijks. Dit levert in de watervoerende pakketten de verlagingen op zoals in bijlage A (tabel A.5.3) weergegeven, waarbij de nummering van de varianten overeenkomt met die van de lokatie Zalk.



30 miljoen
buitendijks
traditioneel



30 miljoen
buitendijks
traditioneel



Figuren 5.2(boven) en 5.3 (onder). Effecten van winningen nabij Zalk en in Koppelerwaard zonder nevengeul.

Het verschil in invloed tussen de Koppelerwaard en Zalk wordt veroorzaakt door het feit dat de polderpeilen rond Zalk 60 tot 70 cm hoger zijn dan rond de Koppelerwaard. Voorts is de dikte van de deklaag rond Zalk over het algemeen dunner (dus een lagere weerstand tegen verticale stroming). Hierdoor kan makkelijker voeding van bovenaf plaatsvinden dan bij de Koppelerwaard. In figuur 5.2 en 5.3 zijn de effecten van de varianten 30 miljoen, buitendijks, traditioneel, voor Zalk en de Koppelerwaard weergegeven.

Voor de derde lokatie in het noordelijke deelgebied, de Bentinckswelle, zijn slechts twee berekeningen uitgevoerd. Hierbij is de putconfiguratie niet gevarieerd, maar is alleen gerekend met een situatie waarbij de onttrekkingsfilters binnendijks in een lintvorm staan. Hierbij is gerekend met een totaal debiet van zowel 20 als 30 miljoen m^3/jr. Dit leverde de in bijlage A (tabel A.5.4) vermelde potentiaaldalingen op. De nummering van de berekeningen komt overeen met de voor Zalk gebruikte nummering. In figuur A.10 is de invloed van de onttrekkingen in de Bentinckswelle weergegeven.

Conclusie stap 2

Uit een vergelijking van de tabellen en figuren in de bijlage (tabel A.5.1, A.5.2, A.5.3 en A.5.4 en figuren A.8, A.9, A.10 en A.11) blijkt het volgende:

- het invloedsgebied in ha van een onttrekking is het grootst wanneer de putten in een lintvorm worden geplaatst. Daar staat echter tegenover dat de maximale verlaging bij zo'n lintvorm aanzienlijk geringer is dan wanneer de putten in een cluster worden geplaatst (vergelijk bv. figuur A.8-1, A.8-5 en A.8-9);
- bij een experimentele winning is het invloedsgebied bijna net zo groot als bij traditionele winning, terwijl de maximale potentiaalverlaging in de watervoerende pakketten wel veel groter is (vergelijk figuur A.8-1 en A.8-5);
- zowel qua potentiaalverlaging als omvang van het invloedsgebied heeft het totale debiet grote invloed (vergelijk figuren A.8-1 en A.8-3 of A.8-5 en A.8-7); en
- het verschil tussen de effecten van binnen- en buitendijkse winning tenslotte ligt ook vooral in de maximale potentiaalverlaging en niet zozeer in de omvang van het beïnvloede gebied.

Experimentele winning, waar per put 200 m^3/uur wordt onttrokken, lijkt geen geschikte optie. Over winning op twee dieptes, waar evenmin aan is gerekend, kan wel iets gezegd worden. Gezien de geringe verticale weerstand tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket (de Eemklei ontbreekt immers) zal het effect van een dergelijke winning niet veel verschillen van een winning uit één watervoerend pakket met een twee maal zo groot debiet. Hierbij neemt de invloedssfeer niet veel toe, maar de maximale potentiaalverlaging in de watervoerende pakketten wel (vergelijk verschil tussen winningen van 20 en 30 miljoen m^3/jr). In het eerste watervoerende pakket zullen de verlagingen iets groter zijn, in het tweede watervoerende pakket iets kleiner.

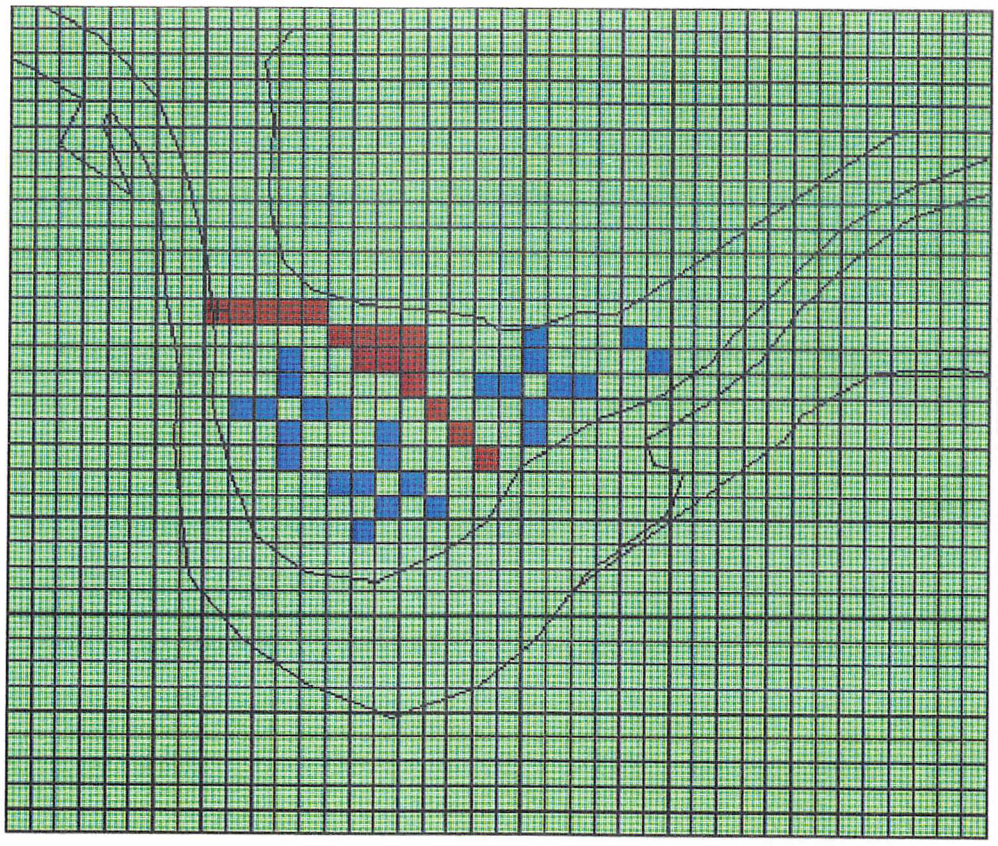
Op basis van de uitgevoerde berekeningen kan gesteld worden dat een onttrekking in lintvorm in de uiterwaarde bij Zalk waarschijnlijk de kleinste effecten heeft op de grondwaterhuishouding. Deze kunnen nog verder verminderd worden door uiterwaardverlaging of nevengeulen, aspecten die nu nog buiten beschouwing zijn gelaten. Ook in de Koppelerwaard zijn de effecten bij een lintvormige puttenconfiguratie relatief gering. Het verschil in de grondwaterstandsverlagende effecten tussen beide winningslocaties is gering en valt mogelijk zelfs binnen

het betrouwbaarheidstraject van de gebruikte modellering en schematisatie. Voor beide locaties zal derhalve in stap 3 de winning geoptimaliseerd worden. Een nadeel van winning in lintvorm is overigens dat de spreiding van de verblijftijd gering is. Voor de locatie Bentickswelle blijkt dat er aanzienlijke waterstandsdalingen op kunnen treden van 2,5m of meer. Gekombineerd met het voorkomen van bestaande natuur- en landschapswaarden zal deze locatie niet verder worden beschouwd.

5.4 Stap 3. Optimalisatie van de winning

In deze stap wordt een buitendijkse inrichtingsvariant voorgesteld met nevengeul in zowel de Koppelerwaard als Zalk. Om het landschap zo weinig mogelijk aan te tasten is gekozen zoveel mogelijk gebruik te maken van horizontale filters. Op deze manier kan het aantal putten gereduceerd worden tot vier à vijf.

Koppelerwaard:
Op drie van de putten zijn op een diepte van 37,5 m vier horizontale filters aangesloten met elk een lengte van circa 200 m. Op de vierde put is slechts één horizontaal filter aangesloten, ook met een lengte van 200 m. De putconfiguratie is weergegeven in figuur 5.4a. Om extra infiltratie te bewerkstelligen is een nevengeul in het model ingebouwd. Deze is eveneens aangegeven in figuur 5.4a. De nevengeul verdeelt de groepen onttrekkingen in tweeën: ten



Figuur 5.4a Putconfiguratie en ligging nevengeul Koppelerwaard (Blauw: horizontale filters; Rood: nevengeul)

zuidwesten van de nevengeul wordt 18,5*10^6 m^3/jr onttrokken, ten noordoosten ervan 11,5*10^6 m^3/jr. De nevengeul heeft in het zuiden een breedte van circa 140 m, in het midden neemt dit toe tot ongeveer 300 m en in het laatste segment is de breedte 100 m. De diepte van de nevengeul komt overeen met de top van het eerste watervoerende pakket. Het peil in de nevengeul is gelijk aan het gemiddelde peil in de IJssel ter plaatse (NAP +0,5 m). Als intreeweerstand voor de nevengeul is 1 d gehanteerd. Als intreeweerstand voor de IJssel is 0,5 d aangehouden.

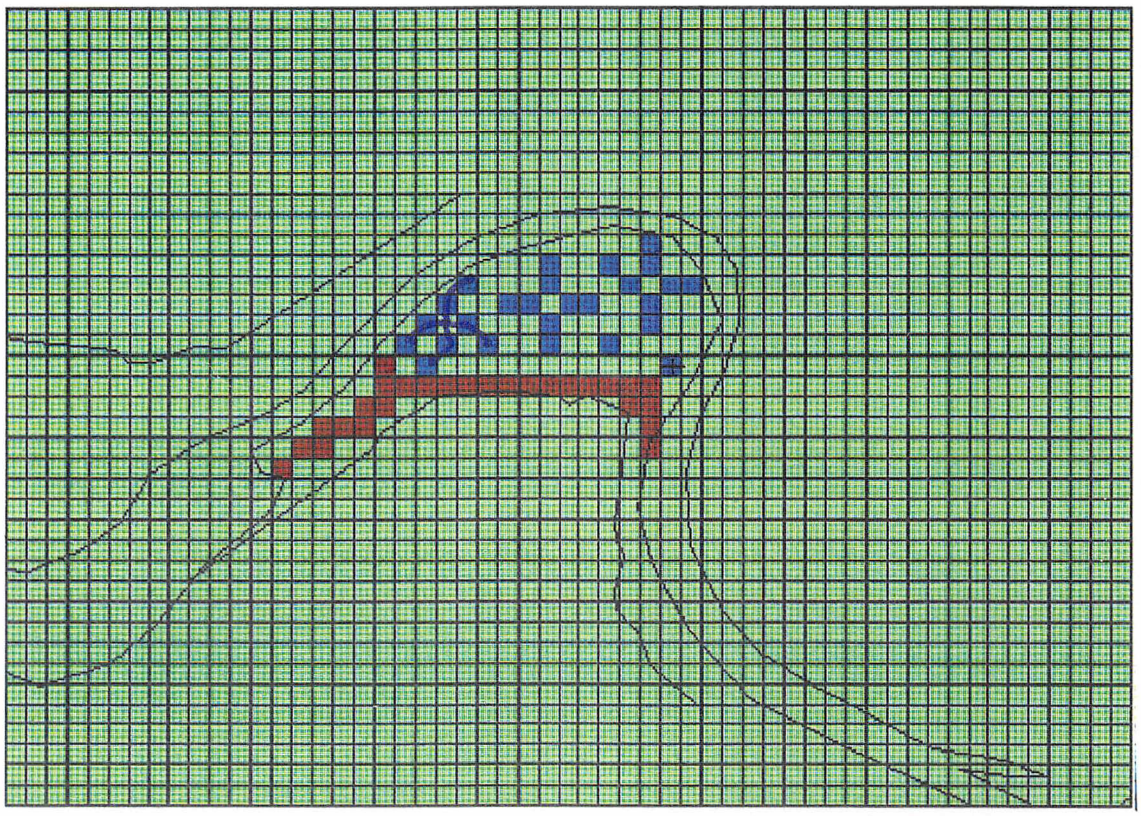
Zalk:
In de uiterwaard bij Zalk is de puttenconfiguratie van de Koppelerwaard aangehouden. Dit om een zo goed mogelijke vergelijking tussen de twee scenario's te kunnen maken.
Er zijn enkele verschillen:
- bij Zalk bevinden de onttrekkingen zich alle tussen de nevengeul en de IJssel;
- in plaats van een vierde horizontaal filter met een lengte van 200 m is in verband met ruimtegebrek gekozen voor twee verticale filters met elk een debiet van 2.000 m^3/d;
- de nevengeul bij Zalk heeft een oppervlakte die ruim 1,5 maal zo groot is als die in de Koppelerwaard. De breedte varieert tussen 100 en 250 m.

Conclusie stap 3

Het verschil in de grondwaterstandsverlagende effecten tussen een winning in de uiterwaard bij Zalk en één in de Koppelerwaard is gering. Uit vergelijking van de figuren 5.2, 5.3, 7.2a, 7.2b, 7.3a en 7.3b blijkt duidelijk het effect van de nevengeul: in alle gevallen wordt 30 miljoen m^3 /jr onttrokken terwijl de berekende verlagingen in de directe omgeving van de onttrekkingen circa 1 m minder zijn en ook de horizontale invloed beperkt wordt.

Het is niet mogelijk op basis van deze berekeningen een kwantitatieve uitspraak te doen over het verschil in invloed van horizontale en verticale filters op de potentialen van het grondwater. Vermoedelijk zijn deze beperkt. Er moet immers uit een gebied met de grootte van de uiterwaarde Koppelerwaard of Zalk een bepaalde hoeveelheid water worden onttrokken. Of dit via verticale of horizontale filters gebeurt geeft slechts in de omgeving van de filters een verschil in potentiaal. Op enige afstand van de filters, en zeker aan de overzijde van de bufferende IJssel of nevengeul is dit effect nihil.

Wat betreft de morfologie van de uiterwaarden is er duidelijk verschil. Wanneer grondwaterwinning geheel of gedeelelijk plaatsvindt via horizontale filters, hoeven er minder putten geslagen te worden dan bij onttrekking via verticale filters. Omdat de putten boven MHW moeten liggen in verband met bereikbaarheid, moeten ze op een natuurlijke of kunstmatige verhoging in het landschap worden geplaatst. Het is duidelijk dat winning via horizontale filters een kleinere verandering in het reliëf van de uiterwaarde met zich mee brengt.



Figuur 5.4b Putconfiguratie en ligging nevengeul Zalk (Blauw: horizontale c.q. verticale filters; Rood: nevengeul)

5.5 Stap 4. Uitwerking planconcept

Om buitendijkse winning mogelijk te maken is het noodzakelijk de winputten boven MHW-stand te positioneren. Ten behoeve van eventueel noodzakelijk onderhoud dienen de putten voor het grootste deel van het jaar toegankelijk te zijn. Voor de verbindingswegen wordt er bij het planconcept derhalve rekening gehouden dat deze voor maximaal 5 dagen per jaar onder water staan. Voor de Kopperwaard betekent dit dat er een dijklichaam gemaakt moet worden van ca. 50 m breed waarop de putten en toegangswegen worden gepositioneerd. Dit dijklichaam kan worden vormgegeven als een kunstmatige oeverwal met variabele hoogte. De breedte van de dijk kan eventueel nog worden gereduceerd door toepassing van kleischermen. Voor de winning in Zalk is geen dijk noodzakelijk. Grote delen van de uiterwaard liggen hier boven 1,0m+NAP, d.w.z. inunderen slechts minder dan 5 dagen per jaar. Dit geldt ook voor de bestaande wegen die leiden naar de winputten. De putten zelf worden gepositioneerd op de hogere delen van de uiterwaard, welke deels boven MHW-stand liggen. Het grondverzet ten behoeve van de aanleg van de putten zal dan ook minimaal zijn.

Ter vergroting van de infiltratiecapaciteit van rivierwater is in het ontwerp ook een nevengeul opgenomen. Deze fungeert ook als compensatie van de verhoogde hydraulische weerstand ten gevolge van ooibosontwikkeling en - in het geval van de Koppelerwaard - de aanleg van het dijklichaam. Het ontwerp voor een nevengeul kent nog een aantal varianten (vgl. Corpo-

raal, 1992). Eén ervan is (alleen) een benedenstroomse aantakking zoals in de Duursche Waarden, waarbij minimale rivierkundige effecten te verwachten zijn. Het nadeel hiervan is echter dat de geul niet permanent stroomvoerend zal zijn, waardoor niet van een 'echte' nevengeul kan worden gesproken en de winst voor de natuur beperkt zal zijn. Te verwachten is dan wel dat er een uitbreiding zal plaatsvinden van moerasvegetaties en mogelijk ooibosontwikkeling.

Een andere variant is een tweezijdig aangetakte nevengeul, waarbij een permanente stroming zal optreden. Een gunstige bovenstroomse aantakking is mogelijk doordat deze in een buitenbocht gelokaliseerd kan worden (minste kans op aanzanding). Er ontstaat dan tevens een eiland, dat wel door een brug zal moeten worden ontsloten om bij de putten te kunnen komen.

De voordelen van het ontwerp zijn de volgende:

- nevengeul c.q. weerdverlaging geven perspectieven voor moerasvegetaties en ooibosontwikkeling
- een permanent meestromende nevengeul geeft goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van een veelheid aan micro-habitats, zowel aquatisch als semi-terrestrisch. Op sommige delen zullen relatief luwe stroomhabitats voor kunnen komen, welke als paaiplaats en kraamkamer voor vis kunnen dienen. Flauwe oevers kunnen een overgang te zien geven van open water naar moeras en ooibos. Deze habitats zullen een geschikt broedbiotoop vormen voor moeras- en rietvogels, zoals Roerdomp, Porseleinhoen en diverse zangvogels. Kolonisatie vanuit het nabij gelegen Scherenwelle, dat een hoge concentratie van deze broedvogels herbergt, is hierbij te verwachten. Steilere oevers zijn een geschikt habitat voor sommige macro-evertebraten, zoals eendagsvliegen.
- Het dijktalud in de Koppelerwaard kan, indien hier voldoende zorg aan besteed wordt tijdens de aanleg en het beheer, goede kansen bieden voor de ontwikkeling van stroomdalvegetaties. Van belang is een relatief steil talud (1:2 tot 1:3), een toplaag van licht zavelig en kalkrijk materiaal en een extensief beheer (1 tot 2 keer per jaar maaien en afvoeren). Gunstige omstandigheden zijn de nabijheid van stroomdalvegetaties, waardoor herkolonisatie snel kan plaatsvinden en het voorkomen van een kalkrijke zandige bodem waarvandaan de toplaag gehaald kan worden.
- Het dijklichaam is een geschikte hoogwatervluchtplaats voor amfibieën en kleine zoogdieren.
- Het project zal moeten leiden tot aankoop van het resterende, nog niet als Relatienotagebied aangewezen deel van resp. de Koppelerwaard en de uiterwaard bij Zalk. Hiermee wordt een optimaal natuurtechnisch beheer van de gehele uiterwaard mogelijk, wat goede perspectieven biedt voor het herstel c.q. de ontwikkeling van vegetaties (m.n. stroomdalvegetaties) en weidevogelgebied.

Als nadelen van het ontwerp kunnen genoemd worden:

- de aanleg van winputten kan beschouwd worden als het introduceren van een wezensvreemd element in het rivierenlandschap.
- de aanleg van bruggen en wegen in de uiterwaard is landschappelijk gezien minder aantrekkelijk.

5.6 Samenvatting selectie winningsvarianten

In onderstaande tabel wordt samengevat op welke wijze de selectieprocedure heeft plaatsgehad en welke conclusies zijn getrokken.

stap	vraag	methode	criterium	antwoord
stap 1	is winning van ca. 30 miljoen m^3 mogelijk?	45 verticale filters binnendijks	niet droog staan putten; geen grote verdroging	deelgebied Zuid valt af: WVP te dun en ondergrond te inhomogeen **door met deelgebied Noord***
stap 2	wat is effect winningsvarianten?	buitendijks/binnendijks; traditioneel/experimenteel/lintvorm	grondwaterstandsverlaging; bestaande natuur- en landschapswaarden	Bentinckswelle valt af wegens bestaande natuur- en landschapswaarden **door met Zalk en Koppelerwaard**
stap 3	wat is extra effect horizontale filters; nevengeul?	schematiseren horizontale filters en nevengeul	grondwaterstandsverlagingen; bestaande en te ontwikkelen natuur	goede perspectieven voor Zalk en Koppelerwaard **verder met voorbeelduitwerking planconcepten Koppelerwaard en Zalk**
stap 4	hoe kan plan er uit gaan zien?	ontwerp planconcept	bestaande en te ontwikkelen natuur- en landschapswaarden	planconcept **Meekoppeling in de Koppelerwaard**

* : voor Deelgebied Zuid wordt wel in een aparte bijlage een kleinere onttrekkingsvariant beschouwd

Tabel 5.2 Schematische weergave van de selectieprocedure

6 Inpassing in de wetgeving

6.1 Het kader [1]

Het bestuurlijke en juridische traject dat afgelegd moet worden voordat de eerste spade in de grond gestoken kan worden is vrij omvangrijk en vereist derhalve een zorgvuldige planning. Er zijn een aantal regelingen en wetten die op het project van toepassing zijn die ieder een eigen procedure en tijdpad kennen. Een goede afstemming is van groot belang om dit traject zo snel en efficiënt mogelijk af te leggen. Het voert in het kader van deze studie te ver om alle stappen in detail te bespreken. Wel zal in grote lijnen het wettelijke en bestuurlijke kader worden geschetst (Bijlage C) en worden gerelateerd aan het planontwerp (paragraaf 6.2). Tenslotte zal voor het project een globaal stappenplan worden uitgewerkt, waarbij de nadruk zal liggen op de natuurontwikkelings-elementen van het plan (paragraaf 6.3). Voor wat betreft de ruimtelijke ordeningsaspecten van de oevergrondwaterwinning zelf wordt ervan uitgegaan dat van deze aspecten in ruime mate kennis en ervaring bij de opdrachtgevers beschikbaar is.

Afhankelijk van het soort werkzaamheden wordt men bij het verwezenlijken van het project geconfronteerd met een aantal wetten en regels die soms erg tijdrovend kunnen zijn. Het betreft met name de procedures rondom het verkrijgen van de noodzakelijke vergunningen. Het gaat hierbij om (Bijlage C):

- Wet Milieubeheer (m.e.r.);
- Grondwaterwet;
- Regelingen ter verwerving van gronden voor natuurontwikkelingsprojecten;
- Ontgrondingenwet;
- Rivierenwet/Baggerregelement;
- Wet op de Ruimtelijke Ordening; en
- overige milieuwetgeving, zoals de WVO en de Wet Bodembescherming.

6.2 Planologische en wettelijke implicaties oeverwinningsplan Koppelerwaard en Zalk

Wet Milieubeheer (m.e.r.):
Sinds 1 maart 1993 is de nieuwe Wet Milieubeheer in werking getreden. Ook de Milieu-effect rapportage is hierin onder gebracht. Door de integratie van diverse sectorale milieuvergunningen is het beter mogelijk geworden de milieu-informatie uit het MER bij de besluitvorming te betrekken. Op grond van de Wet milieubeheer is grondwaterwinning m.e.r.-plichtig (inrichtingsmer). Het ligt in de bedoeling om de oeverwinning langs de IJssel als één van de alternatieven mee te nemen in een onderzoek dat zal worden uitgevoerd met betrekking tot de toekomstige veiligstelling van de drinkwatervoorziening in Overijssel.

De omvangrijke graafwerkzaamheden voor zowel de aanleg van de nevengeul als voor de

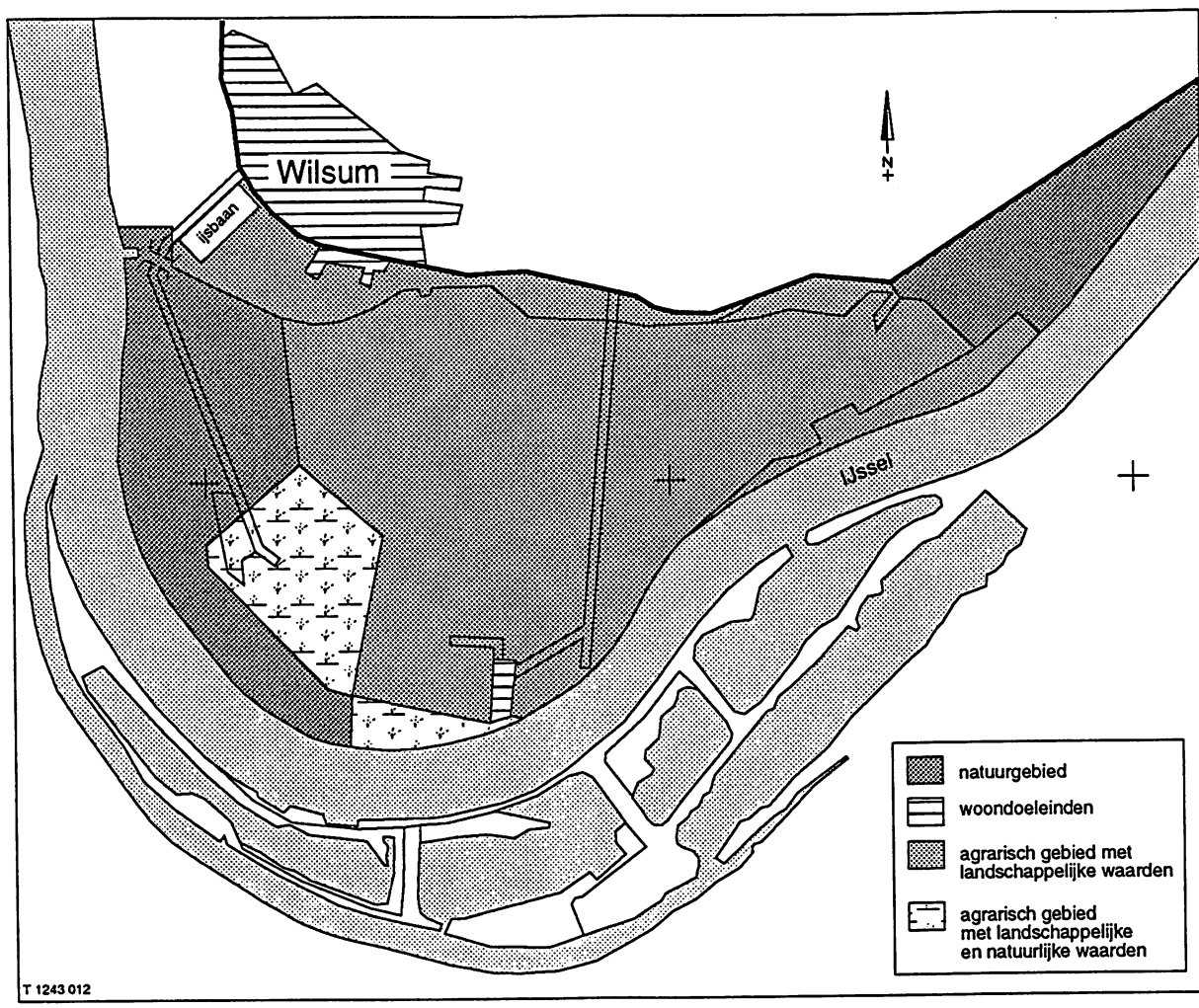
[1] Voor dit onderdeel is dankbaar gebruik gemaakt van het rapport 'Pandion, een tweede verkenning' (Rutten, 1993).

constructie van de puttenreeks maakt een integrale milieuvergunning noodzakelijk. De proceduretijd bedraagt 6 maanden.

Grondwaterwet
Voor het onttrekken van grondwater zullen Gedeputeerde Staten een vergunning moeten verstrekken. Deze vergunning past in het vastgestelde beleid van het Provinciale Waterhuishoudings- en Grondwaterbeheersplan van 20 april 1994. De procedure voor het verstrekken van een dergelijke vergunning neemt tenminste 6 maanden in beslag.

Ruimtelijke ordening
De plangebieden Koppelerwaard en Zalk vallen in zijn geheel onder het Bestemmingsplan Buitengebied IJsselmuiden. In dit Bestemmingsplan zijn voor de beide uiterwaarden de volgende bestemmingen relevant (zie ook figuur 6.1):

- agrarisch gebied met landschappelijke waarden;
- agrarisch gebied met landschappelijke en natuurlijke waarden;
- natuurgebied; en
- agrarische bedrijfsdoeleinden.



Figuur 6.1 Bestemmingsplan Koppelerwaard

Een groot deel van de natuurontwikkeling zal plaats vinden in de deelgebieden welke thans een agrarische bestemming hebben. Hoewel aan deze bestemming een landschappelijke waarde gekoppeld is, blijft vooralsnog de agrarische functie primair en is natuurontwikkeling niet inpasbaar. Het bestemmingsplan zal derhalve gewijzigd moeten worden. Afhankelijk van de te volgen procedure kan deze wijziging binnen ca. een half jaar tot 3 jaar geëffectueerd worden. De wijzigingsbevoegdheid berust bij het College van B&W en is gebaseerd op artikel 11 van de WRO.

Volgens opgave van de WMO zijn er geen grote belemmeringen te verwachten vanuit de ruimtelijke ordening. In zowel het intrekgebied als de 25-jaarszone bevinden zich geen stedelijke en infrastructurele bestemmingen. De bebouwde kom van Wilsum en Zalk valt echter wel in de 25-jaarszone. Op grond van de Wet bodembescherming zal deze 25-jaarszone opgenomen dienen te worden in de Verordening grondwaterbeschermingsgebieden Overijssel en in het streekplan West-Overijssel. De in het Ontwerp Streekplan West-Overijssel opgenomen reserveringszone voor de aanleg van hoofdtransportleidingen ten behoeve van gas- en olietransport loopt precies tussen de beide uiterwaarden in (Provincie Overijssel, 1992).

Voor wat betreft potentiële bodemverontreinigingen blijkt uit een voorlopige inventarisatie van de WMO dat er in het intrekgebied geen grote verontreinigingen aanwezig zijn. Wel is er een concentratie van een aantal kleine potentiële verontreinigingslocaties rondom 's Heerenbroek. Gezien de relatief dichte ligging nabij de winputten in de Zalker uiterwaard zal er indien deze optie gekozen wordt is nader onderzoek naar de mate van verontreiniging aan te bevelen.

Eigendomsverhoudingen
Een belangrijk deel van beide plangebieden vallen reeds onder Relatienota-gebied. Het meest westelijke gedeelte van de Koppelerwaard is reservaat en wordt beheerd door SBB, terwijl het noordelijke deel beheersgebied is. Het grootste deel van de uiterwaard bij Zalk is in het kader van de Regeling beheersovereenkomsten aangewezen als reservaatsgebied. Alleen het zuidelijke deel valt niet onder de regeling.

Verwerving van gronden via de herinrichting met bijzondere doelstelling is in dit geval niet mogelijk aangezien het gebied niet met die aantekening is opgenomen in het Structuurschema Groene Ruimte. Voor alle IJsseluiterwaarden samen geldt 250 ha als natuurontwikkeling. Deze zijn inmiddels besteed aan de Duursche Waarden en Engelse Werk. Naar verwachting zal via de evaluatie van het BNLO weer nieuwe hectaren natuurontwikkeling beschikbaar komen voor de IJssel. Door de Werkgroep Natuur en Landschap (1993) is de Koppelerwaard niet en de Zalker uiterwaard wel aangewezen als natuurontwikkelingsgebied.

Ontgrondingenwet
Artikel 1 sub e vermeldt dat de Ontgrondingenwet niet van toepassing is op het aanleggen, onderhouden, wijzigen en opruimen van werken, ter uitvoering van een rechtsgeldig bestemmingsplan (of officiële wijziging hiervan), waarbij bovendien de grondlagen op een grotere diepte dan 5 meter beneden het oorspronkelijke niveau ongemoeid blijven. Aangezien het niet waarschijnlijk is dat de nevengeul dieper wordt dan 5 meter, hoeft er hoogstwaarschijnlijk geen ontgrondingsvergunning te worden aangevraagd.

Rivierenwet en Baggerregelement

In het kader van de Rivierenwet zal een *algemene* vergunning moeten worden aangevraagd bij de minister van V&W. Reden voor een algemene vergunning is dat het een project betreft waarvan de definitieve eindtoestand niet met zekerheid kan worden vastgesteld. Het Baggerregelement is mogelijk ook van toepassing aangezien er ten behoeve van de aansluiting van de nevengeul aan de bestaande hoofdgeul aanpassingen nodig zijn in het zomerbed.

Wet Bodembescherming en Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren
Vanwege het zorgplicht-artikel van de Wet Bodembescherming vallen de werkzaamheden ook onder deze wet. In de begin 1994 verschenen Evaluatienota Water wordt het waterbodembeleid inzake verplaatsing van (verontreinigde) grond nader geformuleerd. Kort gezegd komt dit beleid er op neer dat voor alle verplaatsingen van (water)bodem klasse 2 en 3 een WVO-vergunning nodig kan zijn, die dan onder voorwaarden verleend kan worden (geen toename verspreiding verontreiniging, met name bij klasse 3 kunnen bepaalde maatregelen geëist worden). Klasse 4 zal gewoonlijk niet verplaatst kunnen worden (Heidemij, 1993).

De kwaliteit van de uiterwaardbodem valt hoogstwaarschijnlijk voor het grootste deel in klasse 1 en 2 (CSO, 1993). Het is echter raadzaam een aanvullend bodemonderzoek uit te voeren voordat met de werkzaamheden wordt begonnen.

Gezien het feit dat door de werkzaamheden de waterhuishouding zal veranderen, en er bijvoorbeeld meer vervuild IJsselwater en slib het gebied zal binnendringen is een vergunning in het kader van de WVO waarschijnlijk noodzakelijk. De procedure neemt 6 maanden in beslag.

6.3 Overzicht van te ondernemen activiteiten

Uit de hierboven beschreven opsomming van het wettelijk kader wordt duidelijk dat er een reeks van procedures doorlopen dient te worden alvorens met de feitelijke uitvoering van het project begonnen kan worden. Het is van het grootste belang dat deze procedures op elkaar worden afgestemd en zorgvuldig worden gecoördineerd. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de te nemen stappen, waarin de belangrijkste procedures opgenomen zijn. Deze lijst moet gezien worden als een eerste aanzet, waarbij de volgorde nog niet vaststaat. Idealiter kunnen verschillende stappen tegelijkertijd worden opgestart. Een en ander behoeft uiteraard nadere uitwerking tot een volledig draaiboek voor het project.

- wijziging bestemmingsplan, bevoegd gezag B&W IJsselmuiden;
- afspraken met SBB en BBL (eigendom/beheer/vergunningaanvrager etc.);
- eventueel afspraken met ontgrondingsmaatschappij;
- bodemonderzoek;
- aankoop gronden;
- vergunningaanvraag Wet Milieubeheer;
- MER procedure;
- vergunningaanvraag Rivierenwet;
- vergunningaanvraag WVO;
- vergunningaanvraag Grondwaterwet;
- aanpassing streekplan en Verordening Grondwaterbeschermingsgebieden Overijssel;
- onderzoek mogelijkheden (co-)financiering.

7 Effectbepaling

7.1 Effecten op de grondwaterhuishouding

De effecten op de grondwaterhuishouding zijn bepaald met behulp van het model MODFLOW. Een drietal aspecten van de grondwaterhuishouding is nader onderzocht: bepaling van het invloedsgebied, grondwaterstandsverlagingen en het relatieve aandeel van rivierwater in de onttrekking.

Invloedsgebied en grondwaterstandsverlagingen

In figuur 7.1a is het potentiaalverloop in het watervoerende pakket voor de onttrekking in de Koppelerwaard weergegeven. Tevens zijn enkele stroombanen aangegeven. Deze zijn achterwaarts, beginnend in de cellen met een onttrekking, berekend met het model MODPATH. In figuur 7.2a is de invloed van de onttrekkingen in het 2e watervoerende pakket weergegeven. De maximale potentiaalverlaging in dit onderste deel van het watervoerende pakket bedraagt 2,0 m. In het bovenste deel van het watervoerende pakket is dit 1,4 m. In figuur 7.3a is het potentiaalverloop in het bovenste watervoerende pakket rond de putten in meer detail weergegeven. Het grondwaterbeschermingsgebied (25-jaarszone) is geschetst op figuur 7.4a, evenals de 60 dagen zone, het waterwingebied. Onder de 25-jaarszone wordt het gebied verstaan waar deeltjes die na 25 jaar in de onttrekking aangetroffen worden zich nu in het watervoerende pakket bevinden. Dit is dus niet hetzelfde als het intrekgebied van 25 jaar, omdat de verblijftijd tijdens het vertivale transport in de deklaag niet wordt meegerekend.

Uit het figuur met stroombanen blijkt dat de IJssel en de nevengeul een grote invloed hebben. Door deze twee oppervlaktewaterlichamen met een relatief hoge peil strekt de 25-jaarszone zich naar het westen, zuiden en oosten niet verder uit dan de vanuit de Koppelerwaard gezien aan de overkant liggende oever van de IJssel. De nevengeul verhindert dat de 25-jaarszone zich ver naar het noorden uitstrekt.

In de uiterwaarde bij Zalk is de maximale potentiaalverlaging in het onderste watervoerende pakket 2,19 m. In het eerste watervoerende pakket is een maximale verlaging van 1,56 berekend. In figuur 7.1b zijn de stroombanen weergegeven. Hierop is duidelijk waar te nemen dat de IJssel een grote bufferende werking heeft: de stroombanen lopen in de noordrichting tot iets voorbij de oever van de IJssel, terwijl in het zuiden de banen tot voorbij de nevengeul lopen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat ten zuiden van de nevengeul relatief hoge gronden (met ook relatief hoge potentialen) voorkomen. De potentialen zijn hier hoger dan het peil in de nevengeul, waardoor afstroming in noordelijke richting plaatsvindt. Een deel van dit grondwater kwelt op in de nevengeul, een ander deel stroomt onder de nevengeul door in de richting van de onttrekkingen.

In figuur 7.4b zijn het grondwaterbeschermings- en het waterwingebied aangegeven. Hieruit blijkt dat vrijwel de gehele uiterwaarde tot het waterwingebied moet worden beschouwd.

Relatieve aandeel rivierwater

Een belangrijke parameter bij een oeverwinning is het percentage rivierwater dat water levert

aan de onttrekking. In dit geval zijn drie bronnen onderscheiden:

- water direct afkomstig uit de IJssel;
- water afkomstig uit de nevengeul; en
- water afkomstig uit het achterland.

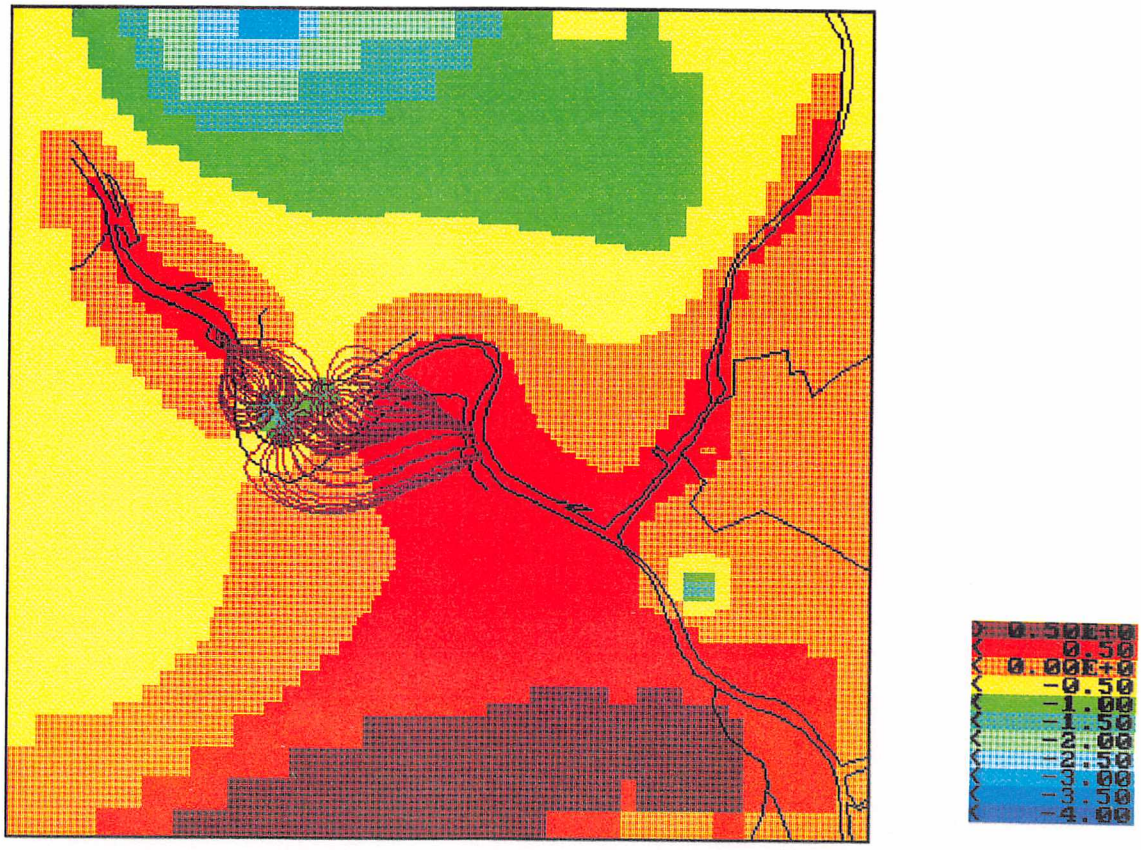
De procentuele bijdrage van elk van deze drie bronnen in de Koppelerwaard en bij Zalk is:

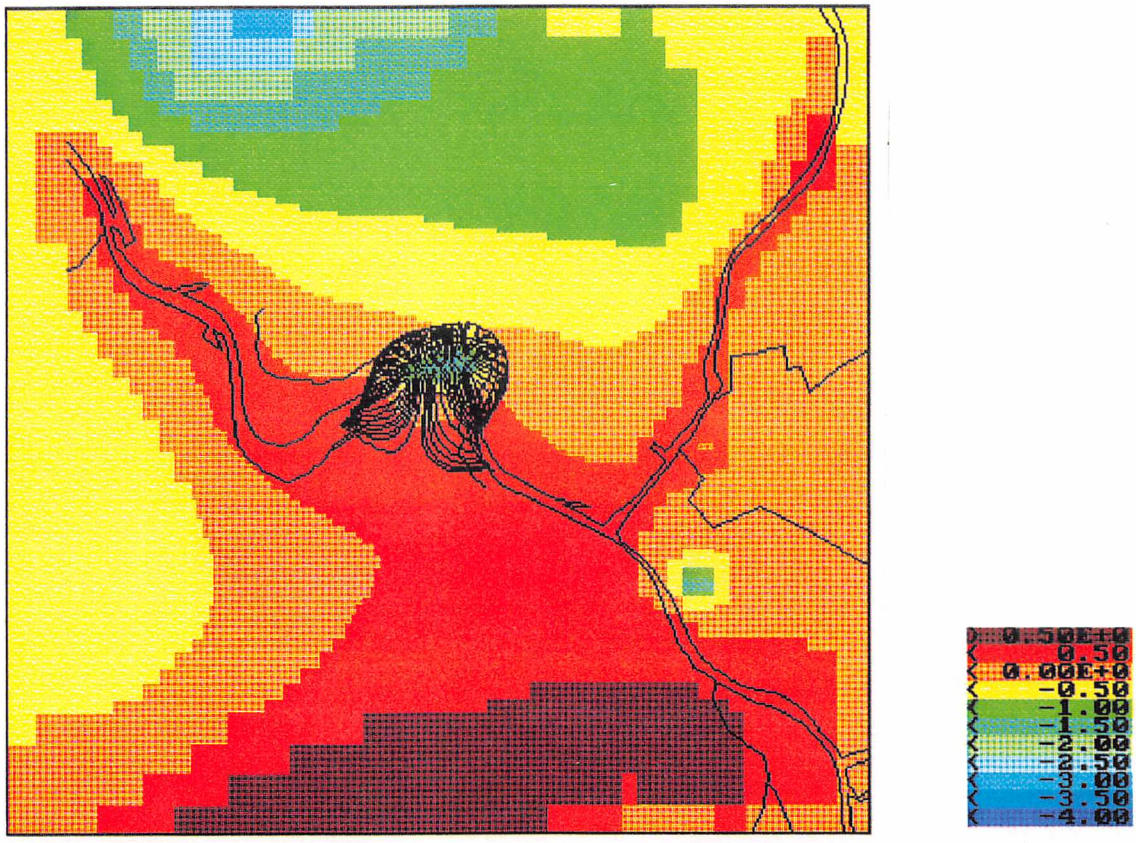
Bron:	% (Koppeler-waard)	% (Zalk)
IJssel	45	56
Nevengeul	24	22
Achterland	31	22

Tabel 7.1 Procentuele bijdrage aan debiet van 30 miljoen m^3/jr in de Koppelerwaard en bij Zalk

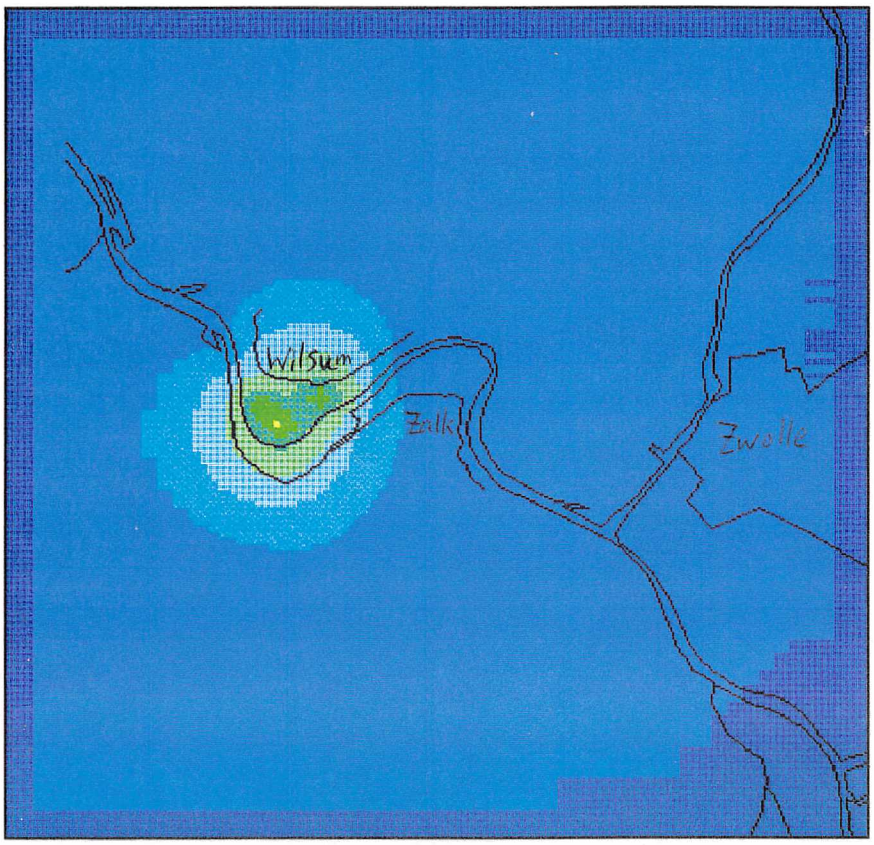
Bij een vergelijking tussen de twee uiterwaarden moet men rekening houden met de volgende situatie bij Zalk: het water dat infiltreert uit de nevengeul bestaat voor een deel uit water dat via een inlaat afkomstig is van de IJssel. Een ander deel echter is afkomstig van het achterland, zoals hierboven beschreven. De verhouding tussen deze twee bronnen kan met de gebruikte versie van MODFLOW echter niet berekend worden. Dit betekent dat het percentage Achterland in werkelijkheid groter is dan de 22 % die berekend is, waarmee het percentage Nevengeul kleiner wordt. Volgens enkele zeer globale 2D-berekeningen komt het percentage Nevengeul op 10-12%, terwijl het achterland 32-34% levert.

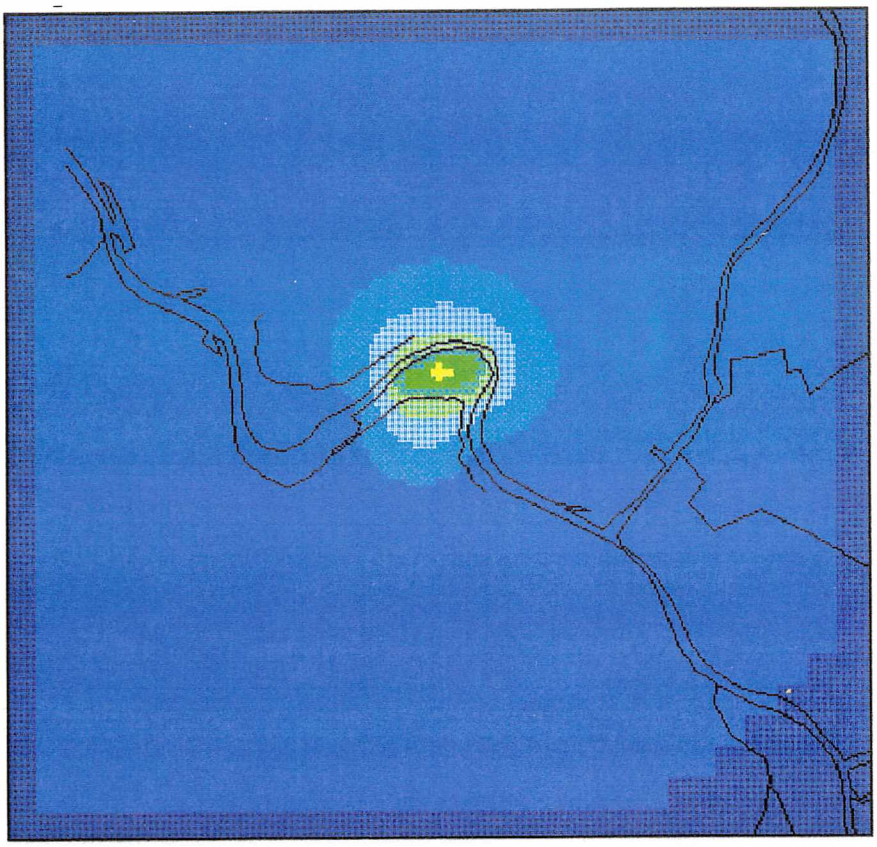
Het aandeel water afkomstig uit het achterland kan verder worden teruggebracht door de putten dichter bij de rivier of nevengeul te plaatsen. Hierbij dient uiteraard wel de minimale verblijftijd van 60 dagen in acht te worden genomen. Voorts kan door het verbreden van de nevengeul de infiltratiecapaciteit worden vergroot.

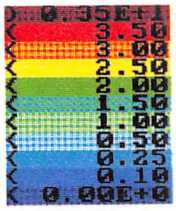




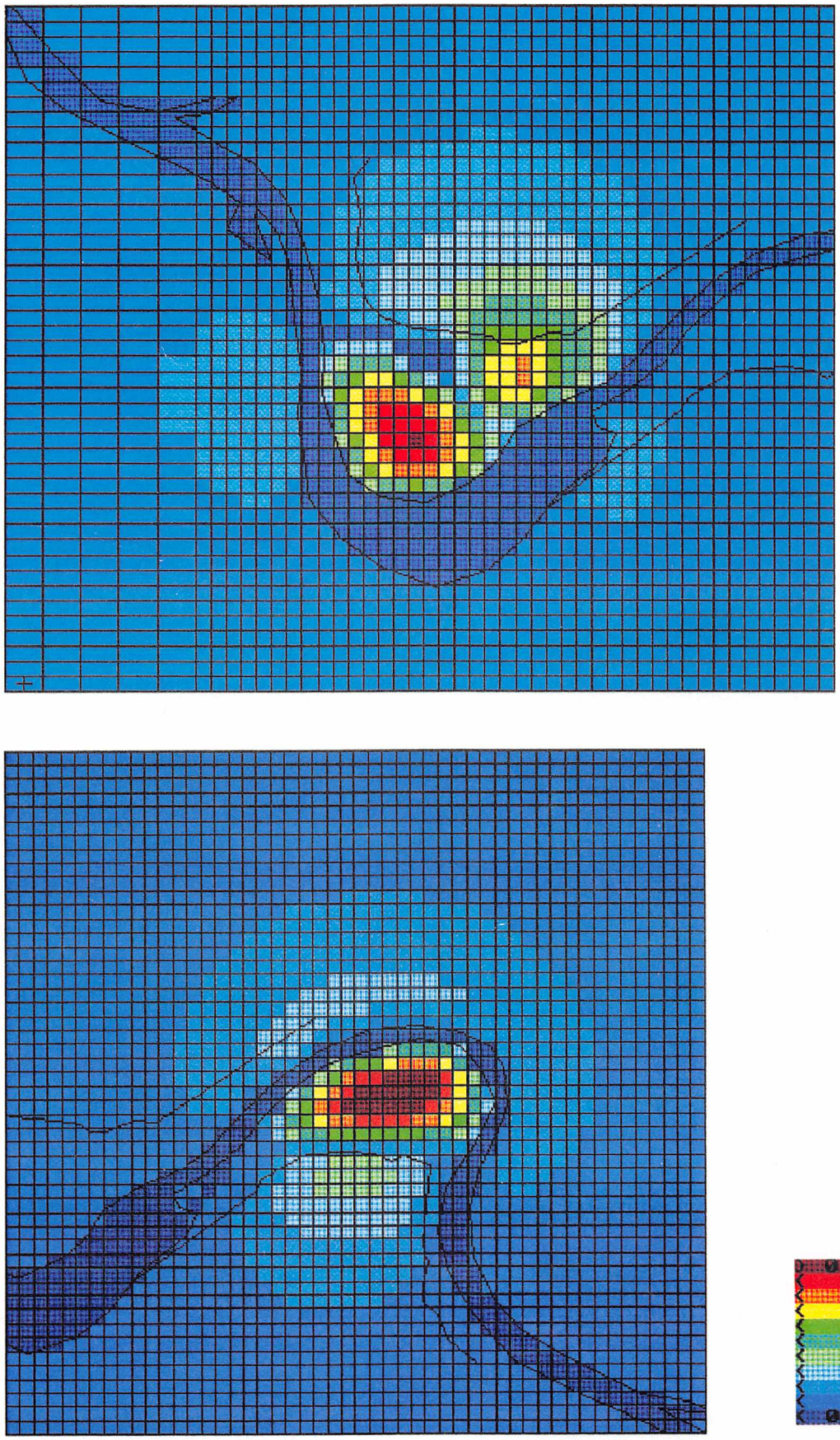
Figuur 7.1 Berekende potentialen (in situatie met horizontale filters en nevengeul) en stroombanen.
boven: Koppelerwaard; onder: Zalk



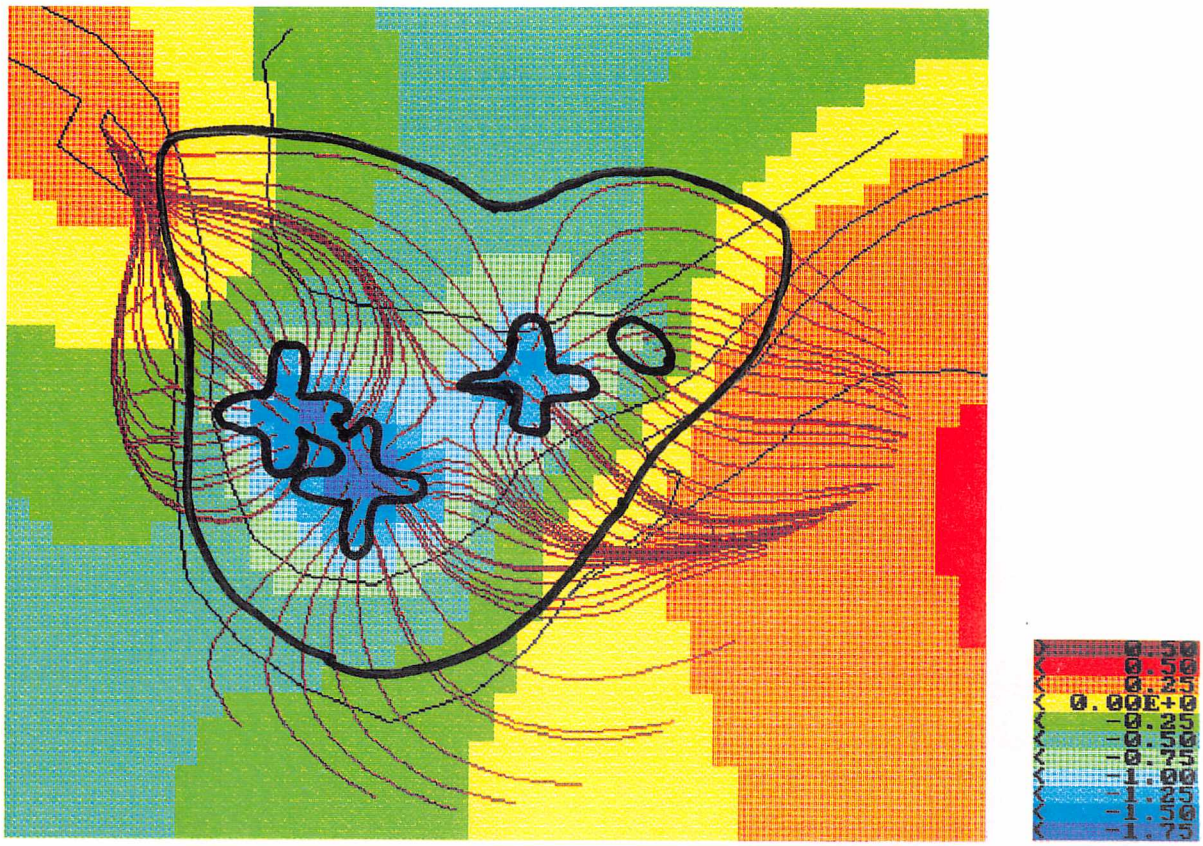


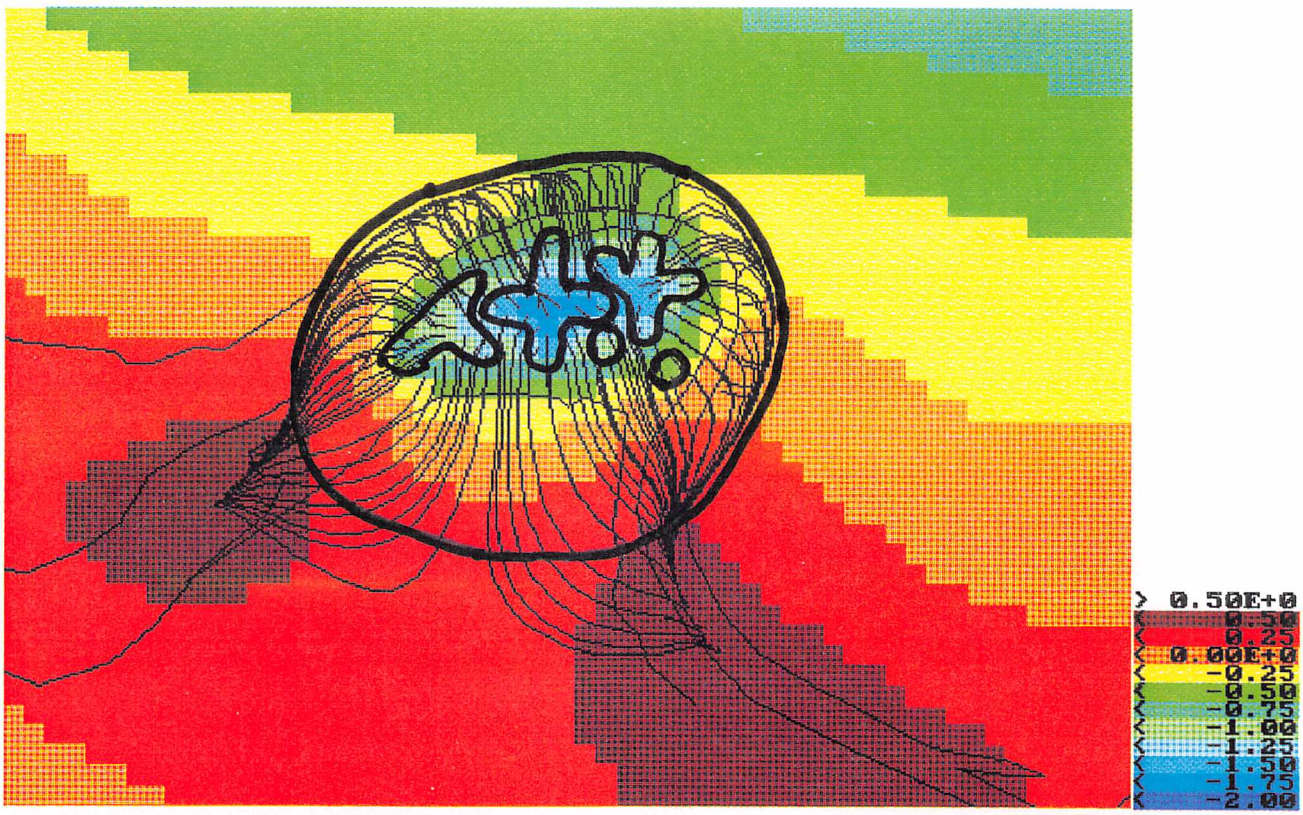


Figuur 7.2 Potentiaalverlagingen in het onderste deel van het watervoerende pakket als gevolg van een onttrekking van 30 miljoen m^3/jr via horizontale filters met als compensatiemaatregel een nevengeul. boven: Koppelerwaard; onder: Zalk



Figuur 7.3 Verlaging potentialen in bovenste deel van het watervoerende pakket in variant Koppelerwaard (NB: andere kleurenschaal dan in andere figuren).
a: Koppelerwaard; b: Zalk





Figuur 7.4 Berekende potentialen en stroomlijnen met 25-jaarszone en 60-dagenzone.
boven: Koppelerwaard; onder: Zalk

7.2 Landschapsecologische effecten

7.2.1 Methodiek voor effectbepaling

Ten aanzien van de landschapecologie zijn er twee typen effecten te verwachten:

- effecten via het grondwater; en
- effecten als gevolg van natuurontwikkeling.

Voor eerstgenoemde effecten gaat het vooral om grondwaterstandsdalingen met als gevolg mogelijke verdrogingseffecten. Natte graslanden zouden daardoor droger kunnen worden en plas-dras situaties zouden zich ook kunnen wijzigen. Kwelafhankelijke vegetatie zou geschaad kunnen worden door verdroging en/ of verandering in de waterkwaliteit. Voor de natuurontwikkeling gaat het vooral om de variabelen landschap, avifauna, ecotoop c.q. vegetatietype, flora (i.h.b. stroomdalflora), overige fauna.

Daling van de grondwaterstand in de bodem heeft twee verschillende gevolgen, die voor de plantengroei van belang zijn: 1) afname in de wortelzone direct of via capillaire opstijging beschikbaar vocht (=verdroging); en 2) mineralisatie van stikstofverbindingen in humus of veen t.g.v. toename van de aeratie. De uitgangssituatie met betrekking tot de standplaatsfactoren, zoals grondwatertrap en bodemsamenstelling is uiteraard van groot belang voor het feitelijk optredende effect van een eventuele verlaging. Bij de effectbepaling is gebruik gemaakt van de methodiek van het Landelijke Verdrogingsonderzoek (Braat e.a., 1989). Hierbij wordt de inschatting van de mate van verdroging gebaseerd op basis van de te verwachten waterstandsverlagingen (uit de modelberekeningen) afhankelijk van de grondwatertrap in de uitgangssituatie, de grondsoort en het aanwezige reliëf (zie tabel 7.2). Deze tabel is gebaseerd op langjarige tijdreeksen van stijghoogtegegevens in ondiepe peilbuizen en is als zodanig te vergelijken met de jaargemiddelde (stationaire) berekeningen uit de grondwatermodellering.

Inschatting mate van verdroging op basis van de stijghoogteveranderingen in ondiepe peilbuizen	Mate van verdroging (aantasting van de vochtgradiënt)		
Uitgangssituatie	NIET	MATIG	STERK
Terrestrische veg. op zand of veen, met GT I en weinig of geen reliëf	0-2 dm	2-4 dm	> 4 dm
Terrestrische veg. op zand of veen, met GT I en matig-sterk relief, of met een GT II, III of V	0-4 dm	4-8 dm	> 8 dm
Terrestrische veg. op klei met een GT I en weinig of geen reliëf	0-2 dm	2-5 dm	> 5 dm
Terrestrische veg. op klei met een GT I en een matig-sterk reliëf, of met een GT II, III of V	0-5 dm	5-10 dm	> 10 dm

Tabel 7.2: Verdrogingsklassen (Bron: Braat et al., 1989)

De invloed van het opkwellend grondwater kan op twee manieren verminderen. Ten eerste door een afname van de hydraulische druk in het brongebied door daling van de grondwaterstand aldaar. Dit zal in het geval van oeverwinning niet optreden. In de tweede plaats doordat grondwaterstromen worden afgeleid naar nabijgelegen winputten en diepe watergangen. Dit verschijnsel is hier wel relevant.

Over het algemeen bevat kwelwater een geringe hoeveelheid chloride-ionen en voedingsstoffen, en relatief veel tweewaardige ionen (magnesium, calcium en bicarbonaat). De aanwezigheid van bicarbonaat maakt dat het water goed gebufferd is tegen verzuring.

Voor het natuurbeheer zijn de plekken waar voedselarm grondwater in de wortelzone komt van groot belang. Door eutrofiëring en verzuring zijn voedselarme, zwak gebufferde en zwak zure milieus sterk in omvang achteruitgegaan en zijn planten van voedselarme zwak zure milieus zeer zeldzaam geworden. Voorbeelden van dergelijke kwelplanten in het studiegebied zijn te vinden in de sloten in Laag Zalk (Holpijp, Waterviolier en Plat Fontijnkruid). Wanneer de hoeveelheid opkwellend grondwater afneemt zal de invloed van andere typen water relatief toenemen, bijv. van regenwater dat aanzienlijk zuurder is, of van oppervlaktewater dat in het algemeen sterk geëutrofieerd is. Het gevolg is dat de oorspronkelijke, relatief zeldzame vegetatie wordt vervangen door een meer algemenere en soortenarmere vegetatie (Braat e.a., 1989).

7.2.2 Effectbepaling

Grondwaterstandsdaling:
De grondwaterstandsdaling bij een volledige uitbouw van de oeverwinningslokatie Koppelerwaard is in kaart gebracht in Figuur 7.3a. Uit deze kaart blijkt dat buiten de Koppelerwaard enkele gebieden met een waterstandsdaling kunnen worden geconfronteerd van gemiddeld een twintigtal centimeters. Volgens bovenstaande methodiek kan dit slechts een significant verdrogend effect hebben als er sprake is van Gt I. Dit is echter niet het geval, noch aan de binnendijkse zijde bij Wilsum, noch aan de overzijde van de IJssel. Verdroging van de landbouw zal niet optreden aangezien de polderpeilen in de polder Mastenbroek kunstmatig in stand worden gehouden, 's zomers door middel van extra inlaat.

De grondwaterstandsverlagende effecten binnen de Koppelerwaard zijn uiteraard aanzienlijk, maar beperkt tot gebieden met geringe afmetingen. Bovendien zijn de grondwaterstandseffecten aangegeven in verlaging van het watervoerende pakket. De freatische grondwaterstanden staan mogelijk sterker onder invloed van het oppervlaktewater, zeker in de buurt van de nevengeul.

De grondwaterstandsdaling van de oeverwinningslocatie Zalk is in kaart gebracht in Figuur 7.3b. Hieruit blijkt dat ten noorden van de IJssel verlagingen op kunnen treden in de orde van 20 cm. tot maximaal 45cm. Omdat ook hier alleen grondwatertrappen van II en hoger voorkomen zal er geen sprake zijn van een verdrogend effect. Ten zuiden van de winning kunnen plaatselijk dalingen optreden van 40 tot maximaal 60cm. Hier bevinden zich gebieden met een Gt III* en V*, waardoor er een risico bestaat op een matige verdroging. Overigens komen in deze gebieden vanuit natuurbeschermings-oogpunt geen waardevolle vegetaties voor (Dijkstra e.a., 1988).

De grondwaterstandsdalende effecten binnen de uiterwaard bij Zalk zijn aanzienlijk. Uit de

berekeningen (figuur 7.3b) blijkt dat over een gebied van ca. 38 ha verlagingen van meer dan één meter te verwachten zijn. Verdrogingseffecten van met name de vegetatie in het Zalkerbos zijn derhalve niet uit te sluiten.

Grondwaterstroming:
Ten gevolge van de winning in de Koppelerwaard zijn effecten te verwachten op de grondwaterstroming. Voor zover het waardevolle vegetatie betreft gaat het hier met name om het gebied aan de overzijde van de IJssel ten noorden van De Zande, waar volgens Dijkstra e.a. (1988) periodiek kwel vanuit de rivier optreedt. Deze kwelstroom zal, in ieder geval 's zomers, de sloten of het maaiveld niet meer bereiken.

Zoals eerder vermeld zal er vanuit het direkte achterland van Zalk een grondwaterstroming optreden naar het noorden toe. Dit kan mogelijk enige gevolgen hebben voor de in de Polder Hoog Zalk aanwezige sloten met een rijke waterplantenvegetatie (zie paragraaf 2.4.2). De daar optredende lokale kwel kan namelijk negatief beïnvloed worden.

Overige effecten:
De gekombineerde waterwinning met natuurontwikkeling zal leiden tot een aantal tijdelijke en permanente veranderingen in resp. de Koppelerwaard en Zalk. Genoemd kunnen worden:

- *verstoring tijdens de aanleg*. Met name de weidevogels kunnen hierdoor verjaagd worden. Het is dus van groot belang dat de werkzaamheden niet tijdens de broedperiode en vroege voorjaar plaatsvinden.
- *verlies aan grasland* als habitat voor weidevogels. Het verlies ten gevolge van het dijklichaam is beperkt en concentreert zich op de minst waardevolle gebieden (i.c. grotendeels buiten de reservaats- c.q. beheersgebieden). Ook is een (gedeeltelijke) compensatie mogelijk doordat weidegebied dat thans onder intensief agrarisch beheer valt in de toekomst kan profiteren van een op weidevogels gericht beheer.
- *landschappelijke effecten.* In feite is een puttenreeks in een uiterwaard (nog) geen gangbaar element in het rivierenlandschap. Dijken vormen dat echter wel. Het landschappelijk harmonisch vormgeven van het dijklichaam is derhalve een belangrijke uitdaging om het project zoveel mogelijk in te passen in het bestaande landschap. De brug die het dijklichaam verbindt met het achterland is op zich een storend element in het landschap en is daarom zo kort mogelijk gehouden. Omdat de brug slechts vrij smal hoeft te zijn (alleen inspectievoertuigen van de WMO hoeven hier immers gebruik van te maken) is een lichte constructie die zoveel mogelijk transparant is, haalbaar (zie figuur 7.6).

Positieve effecten:
Positieve effecten op de landschapsecologie zijn in beide locaties te verwachten ten gevolge van de natuurontwikkeling. De aanleg van een meestromende nevengeul betekent een herintroductie van een nagenoeg verdwenen ecosysteem van het oorspronkelijke rivierenlandschap. In Hoofdstuk 8 wordt hier uitgebreid op ingegaan.

7.3 Landbouw

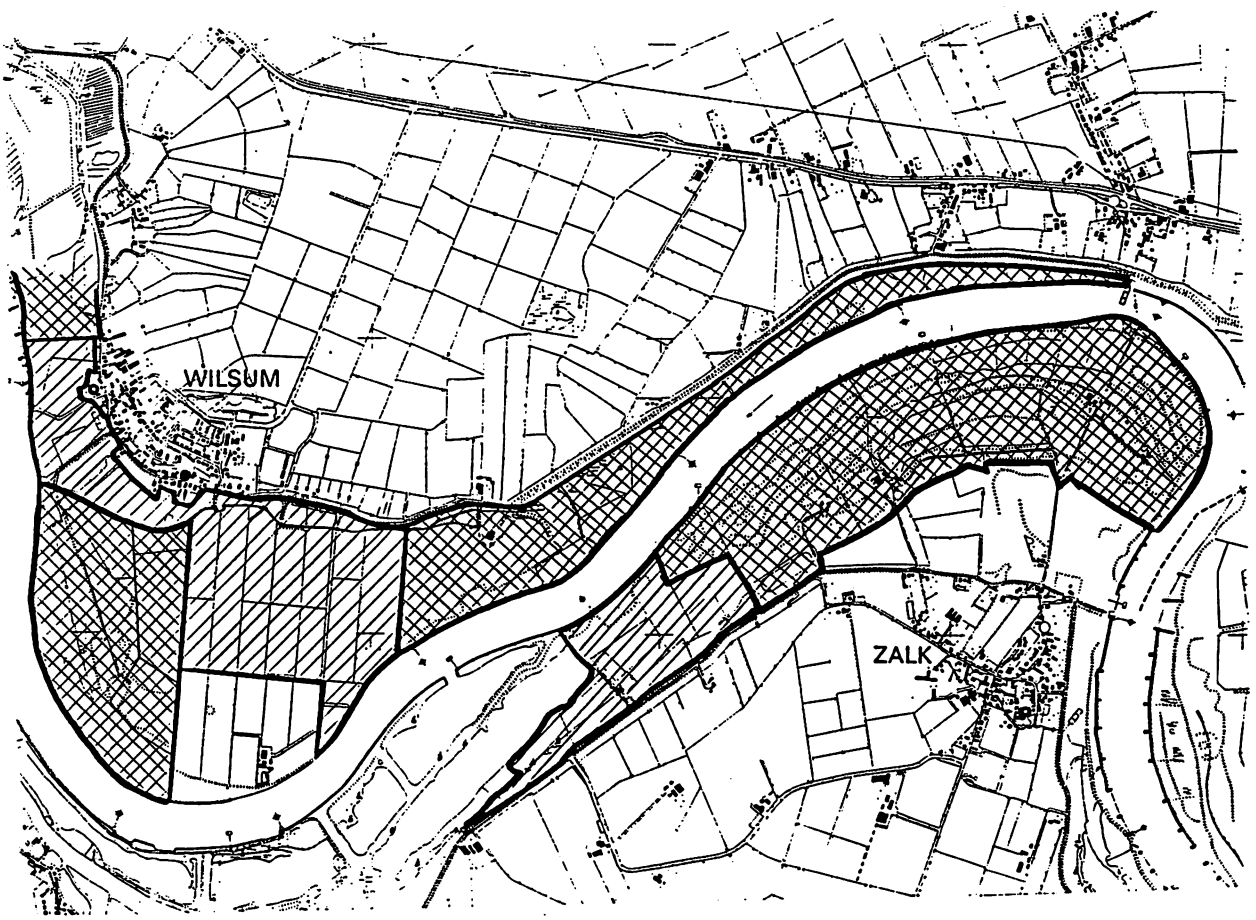
Zowel de Koppelwaard als de uiterwaard bij Zalk vallen grotendeels onder de Relatienotabegrenzing (Figuur 7.5). In het westelijk deel van de Koppelerwaard is reservaatsgebied in beheer bij SBB, aangenzend hieraan zijn voor enkele percelen reeds vèrgaande beheersover-

eenkomsten afgesloten. Overigens is op de Koppelerwaard sinds enkele jaren een weidevogeldoelstelling van toepassing. Bij Zalk zijn een tweetal kleine gebieden eigendom van SBB. Voor het grootste deel van het Relatienotagebied geldt een botanisch dan wel gecombineerd botanisch/weidevogelbeheer.

De eigendomssituatie in de Koppelerwaard is niet bijzonder ingewikkeld, toch hebben verschillende eigenaren grondbezit in de waard. Met name de hogergelegen gronden in de waard hebben een betrekkelijk rendabele bedrijfsvoering, aangezien overstroming slechts zelden optreedt.

Van de 180 ha die de Koppelerwaard omvat zal zeker een 100-tal ha moeten worden aangekocht om de plannen te kunnen realiseren. Ook voor het plan bij Zalk zal een gebied met soortgelijke omvang moeten worden aangekocht. Deels is op deze gronden een relatienotaovereenkomst van toepassing. Er is nog weinig ervaring met het openbreken van dergelijke contracten ten behoeve van natuurontwikkeling.

Droogteschade op binnendijkse gronden zal voor de winning bij de Koppelerwaard naar verwachting minimaal zijn (zie boven). Voor Zalk is enige droogteschade te verwachten direkt grenzend aan de uiterwaard. Hier komen onder andere een aantal akkers voor op de overwegend zandige grond. Bekeken moet worden in hoeverre compenserende maatregelen (wateraanvoer) hier mogelijk is.



Figuur 7.5 Relatienotagebieden in de Koppelerwaard en Zalk (enkele arcering = beheersgebied; dubbele arcering = reservaatsgebied)

7.4 Rivierkunde en scheepvaart

7.4.1 Inleiding

Het voorstel voor winning in de Koppelerwaard behelst zowel plaatselijke ophogingen als ontgravingen van de uiterwaard, alsmede de aanleg van een brug en een meestromende nevengeul. Voor het plan bij Zalk zal sprake zijn van een tweetal bruggen, een meestromende nevengeul en minimale ophogingen. Vanuit rivierkundig oogpunt is een meestromende nevengeul de meest ingrijpende vorm van uiterwaardverlaging, omdat deze maatregel niet alleen tijdens hoogwaters maar nagenoeg voortdurend de beweging van water en zand in de rivier beïnvloedt. De afgelopen jaren is veel onderzoek verricht naar aspecten van nevengeulen, zoals ontwerpeisen (de Haas, 1991; Barneveld & al, 1993), inlaten (Akkerman, 1993), oevererosie en de daaruit volgende bedreiging van de bandijken (Barneveld & Mosselman, 1993) en invloed op ijsgang (Wijbenga, 1993). In de navolgende subparagrafen wordt een aantal rivierkundige aspecten van het voorstel voor winning in de Koppelerwaard nader uitgewerkt. Hierbij zij aangetekend dat de situatie rond Zalk rivierkundig min of meer overeen komt met die van de Koppelerwaard.

7.4.2 Invloed op de maatgevende hoogwaterstanden

De nevengeul en de overige ontgravingen van het winterbed verlagen in principe de hoogwaterstanden, maar de eilanden, de brug en de ruigere begroeiing verhogen ze. Het geringe verhang van de IJssel maakt dat de waterstandsverhogende maatregelen sterker doorwerken dan de waterstandsverlagende. Verlagingen zijn hier alleen merkbaar wanneer een maatregel over een zeer lang traject wordt uitgevoerd. Daarentegen kunnen opstuwingen ten gevolge van een ingreep in een kort traject al aanzienlijk zijn. Bovendien werken die opstuwingen door het geringe verhang tot tientallen kilometers stroomopwaarts door. Men kan de opstuwingen echter teniet doen door ze ter plaatse met tegenmaatregelen te compenseren. Hiervan is in het voorgestelde ontwerp voor de Koppelerwaard gebruik gemaakt. De opstuwingen ten gevolge van de winterbedeilanden en de brugpijlers kunnen goed gecompenseerd worden door de verlaging van het winterbed. Verder dienen de winterbedeilanden zo ontworpen te worden dat zij zoveel mogelijk de tijdens hoogwaters optredende stroombanen volgen. Het stroombeeld wordt dan zo min mogelijk gestoord.

Een nauwkeurige evaluatie van het effect op de maatgevende hoogwaterstanden vraagt om meer diepgaande berekeningen met een tweedimensionaal stromingsmodel. Dergelijke berekeningen zijn binnen de opzet van deze locatiestudie echter niet mogelijk.

7.4.3 Invloed op de scheepvaart

Uiterwaardverlaging versterkt tijdens hoogwaters de stroming door het winterbed. Doordat het zomerbed bij de Koppelerwaard een grote meanderbocht vormt, is de stroming door het winterbed niet altijd evenwijdig aan de vaargeul. Zo ontstaan in de vaargeul dwarsstromen die mogelijk hinder opleveren voor de scheepvaart. De winterbedeilanden zijn echter zo ontworpen dat zij het huidige stroombeeld tijdens een hoogwater zo min mogelijk verstoren. Bij lage afvoeren veroorzaakt de nevengeul enige dwarsstroming, maar gezien de in verhouding geringe afvoer zijn hierdoor geen grote problemen te verwachten. Wederom geldt dat

een nauwkeurige evaluatie hiervan vraagt om berekeningen met een tweedimensionaal stromingsmodel, hetgeen binnen de opzet van deze lokatiestudie niet mogelijk is.

De toename van stroming door het winterbed houdt ook in dat er minder water overblijft om zand door het zomerbed te transporteren. Dit leidt tot aanzandingen in de vaargeul, die na afloop van een hoogwater slechts langzaam weer verdwijnen. Daarnaast veroorzaakt de meestromende nevengeul ook permanente aanzandingen. Die kunnen de bevaarbaarheid verminderen en zijn daarom alleen acceptabel in trajecten waar de diepten nu groter zijn dan de Minst Gepeilde Diepte (MGD). De huidige vaardiepte is bij de Koppelerwaard echter goed. Een ander traject, namelijk dat tussen de IJsselkop (bij Westervoort) en Doesburg, legt de scheepvaart de maatgevende beperkingen op. Bij de Koppelerwaard treden achter de knik van kilometerraai 987.500 nog regelmatig ondiepten op, maar die zijn niet maatgevend voor de IJssel als geheel en bovendien met betrekkelijk eenvoudige ingrepen te verhelpen (Struijk, 1993). We hanteren daarom dezelfde speelruimte als in de studie voor natuurontwikkeling in de Welsumer en Duursche Waarden (Heidemij, 1993), namelijk dat verondiepingen in de vaargeul tot 0,2 m toelaatbaar zijn. De berekening in Bijlage B laat zien dat hieraan voldaan wordt door een oplossing waarbij steeds circa 4% van de IJsselafvoer door de nevengeul gaat.

7.4.4 Inlaat en stabiliteit

Het is in het algemeen moeilijk om te voorspellen of een bepaalde volledig aangekoppelde nevengeul zal verzanden of juist zo sterk zal uitschuren dat die de nieuwe hoofdgeul dreigt te worden. Dit hangt namelijk af van de toevoeren van water en zand op de plaats waar de nevengeul van de hoofdgeul aftakt en die toevoeren zijn sterk afhankelijk van het lokale stroombeeld, waarbij effecten als spiraalstroming een rol spelen. In bepaalde gevallen is wel uit de geometrie af te leiden of men op verzanding of uitschuring moet rekenen, maar de snelheid van erosie of sedimentatie is dan nog niet bekend. De onzekerheden zijn te reduceren door de nevengeul te voorzien van een inlaatconstructie. Een verantwoorde aanleg van meestromende nevengeulen is dan mogelijk.

Het inlaatwerk is een overlaatconstructie die bij verschillende afvoeren steeds ongeveer 4% van het langsstromende water in de nevengeul laat. Tabel 7.2 geeft aan hoe groot de afvoer over de overlaat bij verschillende waterstanden op de rivier moet zijn om inderdaad steeds 4% van de afvoer door de nevengeul te leiden. Deze waarden vormen de voornaamste randvoorwaarden bij het ontwerp van het inlaatwerk.

overschrijdings-frequentie	rivierwaterstand op km 988 [m+NAP]	afvoer overlaat [m^3/s]
90%	-0,13	8,4
50%	0,09	11,6
10%	0,59	18,2

Tabel 7.2 Randvoorwaarden voor ontwerp van inlaatconstructie.

Dichtbij de nevengeul is de uiterwaard verlaagd tot 0,5 à 0,6 m boven NAP. De nevengeul zelf is ruwweg 200 m breed en 2 m diep. Het verhang zou groter kunnen zijn dan in het stuk

zomerbed dat wordt afgesneden omdat de nevengeul korter is, maar een deel van het verval treedt al lokaal bij de overlaat op. We nemen daarom ook voor de nevengeul een verhang van $0{,}75 \cdot 10^{-4}$ aan. Tabel 7.3 geeft de bedvullende afvoer en bijbehorende stroomsnelheid voor een aantal mogelijke waarden van de Chézycoëfficiënt voor hydraulische ruwheid. Hoe meer begroeiing of klinkhout er in de nevengeul is, des te lager is de Chézycoëfficiënt.

Chézycoëfficiënt [$m^{1/2}/s$]	bedvullende afvoer [m^3/s]	gemiddelde stroomsnelheid [m/s]
20	9,8	0,24
25	12,2	0,31
30	14,7	0,37
35	17,2	0,43
40	19,6	0,49

Tabel 7.3 Bedvullende afvoer en bijbehorende stroomsnelheid in nevengeul bij verschillende ruwheden.

De stroomsnelheden in Tabel 7.3 zijn zodanig dat klei in de bedding niet zal eroderen. Voorts ligt de nevengeul overal meer dan 100 m van de winterdijk, zodat er ook tijdens een hoogwater geen gevaar bestaat dat erosie van de nevengeuloevers de winterdijk ondermijnt.

Door de situering van het inlaatwerk in een buitenbocht van de rivier zal er bij normale afvoeren nauwelijks zand in de nevengeul terecht komen. Een bovengrens voor de jaarlijkse zandtoevoer is als volgt te schatten. Het zand in de IJssel heeft bij de Koppelerwaard een mediane korrelgrootte D_{50} van 0,4 mm. De valsnelheid w_s hiervan bedraagt 0,06 m/s. Bij de stromingen die hier in de IJssel voorkomen is de schuifspanningssnelheid u_* hooguit gelijk hieraan, dat wil zeggen dat de waarde van u_*/w_s maximaal gelijk aan 1 is. Het aandeel van zwevend sedimenttransport bedraagt dan 30% à 40% van het totale sedimenttransport. Bij een afvoerpercentage van 4% voor de nevengeul kan men daarom maximaal 40% × 4% = 1,6% van de jaarlijkse zandvracht van de IJssel over de overlaat verwachten. Schattingen van de zandvracht van de IJssel variëren van 26.000 tot 129.000 m^3/jaar (Brilhuis, 1988), maar men kan 100.000 m^3/jaar al als een veilige schatting beschouwen (Mosselman & al, 1993). Dat betekent dat maximaal 1.600 m^3/jaar aan zand in de nevengeul terecht kan komen. Voor de gegevens in Tabel 7.3 voorspelt de sedimenttransportformule van Engelund-Hansen waarden voor de transportcapaciteit die groter zijn dan deze sedimenttoevoer. De nevengeul zandt dan niet aan. Een zandig bed zal veeleer eroderen tot het verhang van de nevengeul zover is afgenomen dat de sedimenttransportcapaciteit precies gelijk is aan de sedimenttoevoer. Deze morfologische aanpassing is overigens een dynamisch proces dat nooit stopt omdat bij iedere afvoer weer andere transportcapaciteiten en sedimenttoevoeren horen. Periodes van erosie worden dan ook afgewisseld door periodes van sedimentatie. Extreme hoogwaters kunnen bovendien dermate drastische uitschuringen of aanzandingen veroorzaken, dat na een dergelijk voorval onderhoud of herstelwerkzaamheden noodzakelijk kunnen zijn.

7.5 Recreatie

Ook voor de recreatie biedt het plan nieuwe perspectieven. Thans zijn er weinig mogelijkheden voor de watersport en hengelsport. De hoge dichtheid aan weidevogels maakt het gebied

op dit moment echter wel geschikt voor vogel-observaties. Uitbreiding van het areaal open water en een te verwachten verbetering van de visstand geeft nieuwe mogelijkheden voor de hengelsport. Een volledige nevengeul kan gebruikt worden voor extensief watertoerisme, al zal hiermee voorzichtig omgesprongen moeten worden. Een al te sterke ontwikkeling hiervan in het gebied is ongewenst, daar het kan leiden tot aanzienlijke verstoringen. Bevordering van het natuur-toerisme is echter goed mogelijk, door op geëigende plaatsen observatiehutten te plaatsen. Een belangrijke rol is hierbij weggelegd voor de beheersinstantie die het natuurgebied onder haar hoede krijgt. De ervaarbaarheid van de natuur neemt in de discussies over natuurbescherming en -ontwikkeling een steeds belangrijker plaats in.

7.6 Globale kosten oevergrondwaterwinning

Voor de bepaling van de kosten van de oevergrondwaterwinning wordt onderscheid gemaakt in direkte kosten, indirekte kosten en afgeleide (macro-economische effecten) (zie bijlage D). De indirekte kosten (en baten) en de afgeleide economische effecten zijn moeilijk vast te stellen en zijn derhalve buiten beschouwing gelaten. Voor wat betreft de direkte kosten zullen uiteindelijk alle kostenposten zoals die in Bijlage D zijn opgesomd, moeten worden bepaald. Voor een eerste inschatting van de kosten verbonden aan de winning in de Koppelerwaard worden de volgende posten hieronder nader beschreven. Onderstaande schattingen moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd! Overigens gelden voor de locatie Zalk vergelijkbare kostenposten, met de aantekening dat rekening gehouden dient te worden met extra kosten voor een buisleiding onder de IJssel.

Kosten putten en schachten
Voor de winning worden een viertal verticale schachten aangelegd. In drie van de vier schachten worden op een diepte van 37,5m vier horizontale filters aangesloten met elk een lengte van 200m. Op de vierde schacht is slechts één horizontaal filter aangesloten, ook met een lengte van 200m. Voor een nadere vergelijking van de kosten van verticale versus horizontale filters wordt verwezen naar Bijlage D, paragraaf D.2.2.

Kosten grondverzet
Voor het uitgraven van de nevengeul is uitgegaan van een lengte van 1800m en een gemiddelde breedte van 200m en diepte van 1,5m. Dit resulteert in een totaal te vergraven volume van 540.000 m^3. Het dijklichaam voor de putten is ca. 1000m lang, 20m breed en 2,5m hoog. Het gaat hier dus om een volume van ca. 50.000m^3, hetgeen volledig beschikbaar komt bij het graven van de nevengeul. Ervan uitgaande dat ca. 2/3 van de vrijkomende specie als ophoogzand te verkopen is op de delfstoffenmarkt, kunnen de netto kosten van het grondverzet enigszins gereduceerd worden (op dit moment is de prijs voor ophoogzand erg laag, er is derhalve gerekend met slechts fl. 1,= per m^3).

Voor het eventuele kleischerm is eveneens grondverzet nodig. Hiervoor is vooralsnog geen berekening van volume en kosten gemaakt en is als stelpost op de begroting gezet.

Kosten kunstwerken
Voor de aantakking van de nevengeul aan de rivier is een inlaatconstructie nodig, die ervoor zorgt dat er bij verschillende afvoeren een optimale doorstroming ontstaat. Daarnaast zijn er een drietal bruggen in het plan opgenomen.

In tabel 7.4 worden de investeringskosten weergegeven, welke vervolgens kunnen worden gebruikt om de jaarlijkse kosten te bepalen (zie tabel D2).

Kostenpost	eenheidsprijs	bedrag in guldens
putten:		
4 verticale schachten van ieder 37.5 m	150m @ 15.000/m	225.000
13 horizontale filters van ieder 200m	2600m @ 1.000/m	2.600.000
pompstation		p.m.
pompen		p.m.
grondverzet:		
nevengeul		
1800m x 200m x 1.5m		
waarvan 0.5m bovengrond	180.000 m^3	0
en 1m zand	360.000 m^3 zand @ f1,-/m^3	360.000 (batig)
dijklichaam:		
1000m x 20m x 2.5m	50.000 m^3	
		p.m.
kleischerm		
		800.000
mobilisatie		
konstrukties:		
inlaatconstructie		200.000
3 bruggen		500.000
terreinverwerving:		p.m.
TOTAAL		3.965.000

Tabel 7.4 Globale kostenschatting direkte kosten Koppelerwaard (als voorbeelduitwerking).

8 Toekomstbeeld

8.1 Uitgangssituatie Koppelerwaard

De Koppelerwaard is een middelgrote uiterwaard (ca. 180 ha) en heeft zowel grote botanische als faunistische waarden. De hooggelegen stroomrug langs de IJssel is vroeger zeer belangrijk geweest voor de stroomdalflora. De laatste 10 jaar is deze echter door intensief landbouwkundig gebruik voor een groot deel verdwenen. Alleen in het oostelijk deel is met name in een smalle strook langs de IJssel een goed ontwikkelde stroomdalvegetatie aanwezig (Commissie Beheer Landbouwgronden, 1991). Figuur 8.1 geeft de verarming van de stroomdalflora in de Koppelerwaard weer (Gerritsen et al., 1987).

Ornithologisch gezien is de Koppelerwaard van groot belang voor met name weidevogels. Tabel 8.1 geeft voor het jaar 1985 een overzicht. Inmiddels is de broedvogelstand aanmerkelijk rijker (hetgeen door veldwaarnemingen van Pedroli wordt bevestigd, echter vooral aan de oostzijde). Delen van de uiterwaard hebben een NWC waarde van meer dan 300 punten en voor de gehele uiterwaard geldt een gemiddelde van 138, dus ruim boven de norm van 75 punten waarboven gesproken mag worden van een weidevogelgebied van nationale waarde (Gerritsen e.a., 1987). Tot de belangrijkste broedvogels behoren de Tureluur (tot 50 broedparen/km^2) en de Grutto (30 broedparen/km^2). Het is tevens een van de weinige gebieden waar de Kemphaan nog broedt.

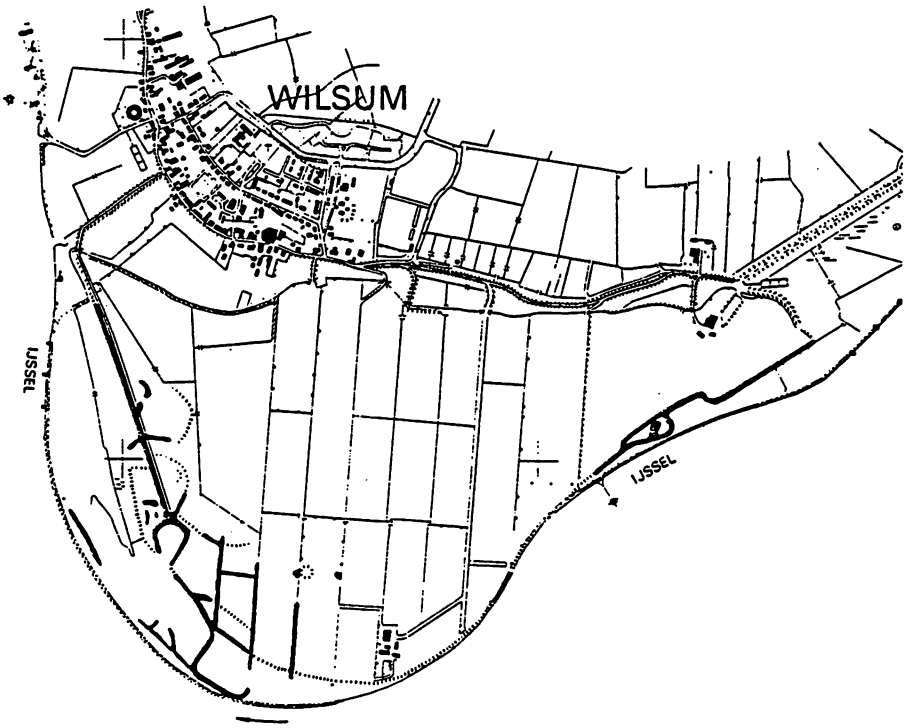
Soort	Aantal territoria	Soort	Aantal territoria
Grutto	43	Merel	2
Tureluur	14	Holenduif	1
Kievit	32	Houtduif	9
Scholekster	9	Braamsluiper	2
Wilde eend	4	Boomkruiper	1
Meerkoet	2	Zwarte kraai	1
Ringmus	8	Steenuil	2
Veldleeuwerik	3		

Tabel 8.1 Lijst van broedvogels Koppelerwaard (inventarisatie 1985)(Bron: Provincie Overijssel)

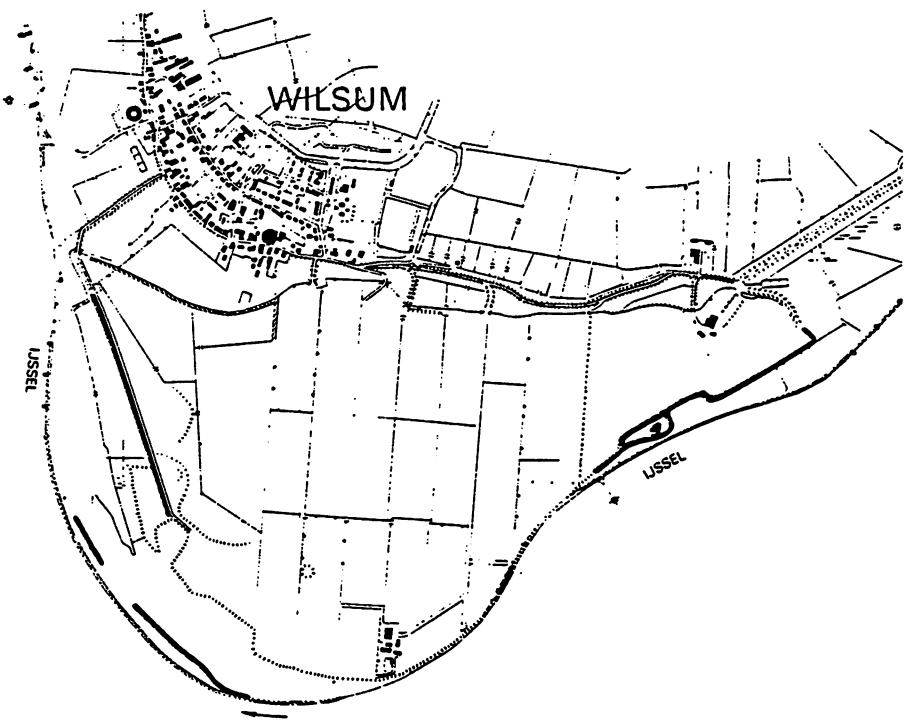
Voor wat betreft de doortrekkende vogels en wintergasten is het gebied vooral van belang voor de Kuifeend, Kemphaan en Grutto. Met name de plas-drassituaties in het voorjaar (april) zijn voor het voorkomen van de Kemphaan en Grutto een belangrijke factor. Binnendijks zijn bij Wilsum en aan de randen van de polder Mastenbroek ook cultuurgronden gelegen die van belang zijn als weidevogelgebied.

Het grootste deel van de Koppelerwaard bestaat uit Beemdgras-raaigrasweiden en in het westelijk deel Grote vossestaart-hooilanden. Beemdgras-raaigrasweiden zijn soorten-arm en komen in Nederland zeer algemeen voor. Ze ontwikkelen zich vooral op plaatsen waar de bemesting en beweidingsdruk hoog is. De Grote vossestaart-hooilanden kunnen zich ontwikkelen tot botanisch waardevolle vegetaties wanneer de bemesting licht is en er een hooilandbeheer wordt toegepast. Het is daarom niet verwonderlijk dat juist het westelijk deel van de Koppelerwaard, waar deze vegetatie in de voornamelijk voorkomt, in eigendom is en beheerd wordt door SBB.

A



B



Figuur 8.1. Verspreiding droge graslandvegetaties in de Koppelerwaard in 1980 (A) en 1986 (B). (Gerritsen et al., 1987)

Naast het reeds genoemde SBB reservaat is een groot deel van de uiterwaard een beheersgebied uit de categorie III (weidevogelbeheer). Hier zijn echter nog weinig beheersovereenkomsten afgesloten. Het zuidelijke centrale gedeelte valt niet onder een beheers- of reservaatsgebied en is onder agrarisch gebruik.

Bodemkundig gezien bestaat het grootste deel van de uiterwaard en het aangrenzende zuidelijke deel van de Mastenbroekpolder uit rivierkleigronden (vaaggronden). Een kleine strook langs de IJssel bestaat uit kalkhoudende zandgrond (ter hoogte van de buitendijks gelegen boerderij).

8.2 Uitgangssituatie Zalk

De uiterwaard bij Zalk is zowel botanisch als faunistisch zeer waardevol. Hier ligt het botanisch rijke Zalkerbos. De rivierduinkomplexen rond het bos zijn van belang voor de stroomdalflora. Buiten het natuurgebied zijn de meeste actuele waarden echter, net als in de Koppelerwaard, door intensief landbouwkundig gebruik verdwenen. De geobotanische toestand is echter nog intact. Het westelijk deel van het gebied heeft een goede weidevogelstand. Landschappelijk is het gebied zeer aantrekkelijk door de aanwezigheid van meidoornhagen en knotbomen. (Commissie Beheer Landbouwgronden, 1991)

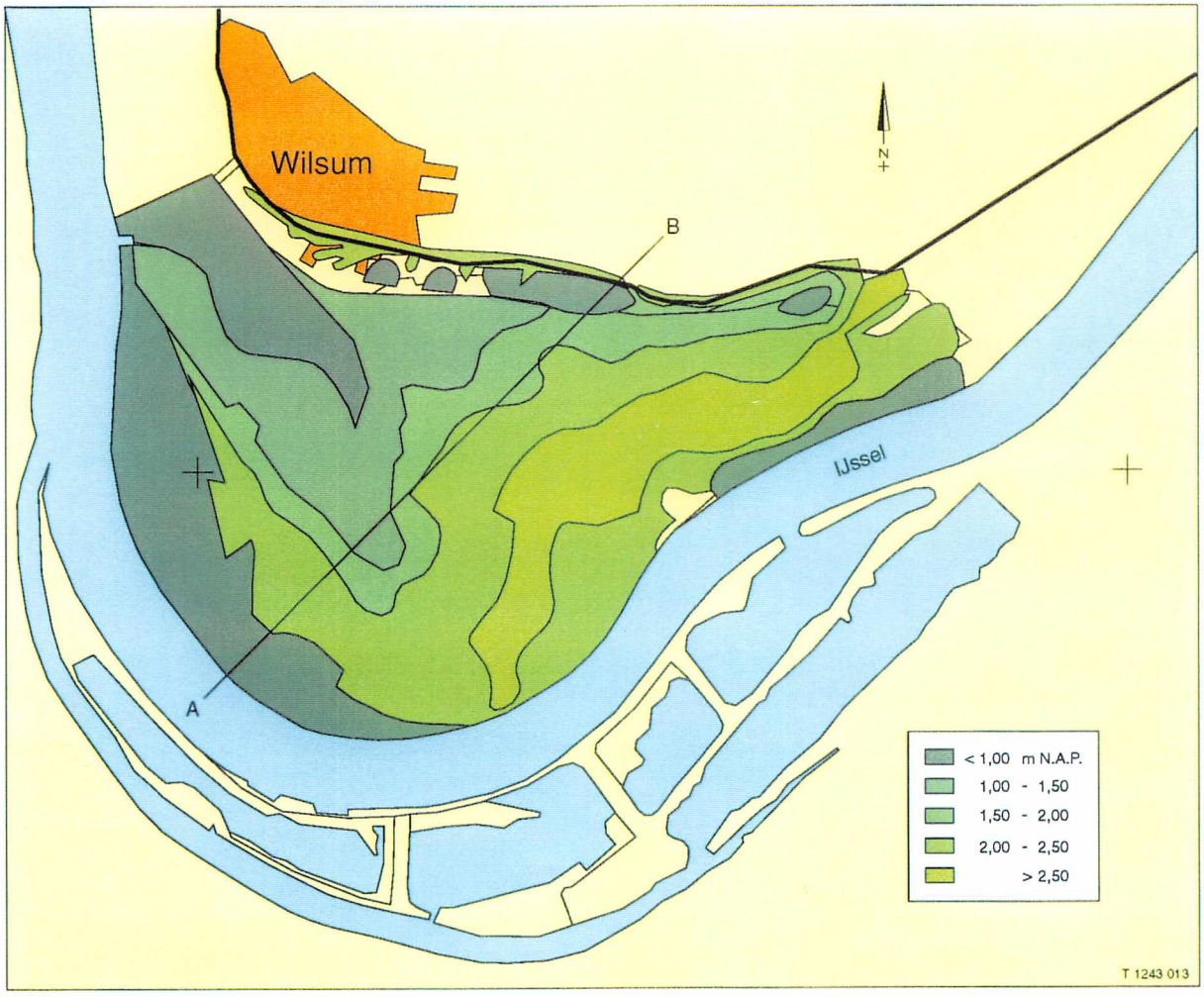
De hogere delen van de uiterwaard bestaan uit kalkhoudende zandgronden, die ook in het binnendijkse gedeelte ten westen en zuiden van Zalk in ruime mate voorkomen. De lagere gedeelten van de uiterwaard bestaan uit rivierkleigronden.

8.3 Voorbeelduitwerking Koppelerwaard

Het natuurontwikkelingsplan in de Koppelerwaard kan gezien worden als een specifieke uitwerking van het plan "Levende Rivieren" (WNF, 1992) en het plan "PANDION" (Project Afstemming Nederlandse Delfstofwinning Inzake Ontwikkeling van Natuur; Corporaal, 1992). Belangrijk element voor natuurontwikkeling in de uiterwaarden in beide plannen is het door middel van ontgrondingen aanleggen van nevengeulen. Het huidige beleid heeft de Koppelerwaard, in tegenstelling tot de omgeving van Zalk, echter niet aangewezen als proefgebied voor natuurontwikkeling. (Provincie Overijssel, 1988)

Bij het beschrijven van een toekomstbeeld van het natuurontwikkelingsplan Koppelerwaard moet vooropgesteld worden dat de essentie van het plan het vergroten van de natuurlijkheid en de rivierdynamiek is en dus van de onvoorspelbaarheid van de optredende processen en patronen. Het eindbeeld is niet statisch, maar zal eerder als een dynamisch evenwicht beschreven moeten worden. Het zal dan ook gekenmerkt zijn door veranderingen in flora en fauna, uiteraard binnen bepaalde grenzen, zoals die vooraf zijn opgelegd m.b.t. de gebiedsgrootte, drinkwaterwinning, de veiligheid en de scheepvaart. De weg naar dit dynamische evenwicht zal niet geheel vooraf te voorspellen zijn. Het plan richt zich op het scheppen van de mogelijkheden waarbinnen de natuur zich vrij kan ontwikkelen, anders gezegd, op het creëren van macro-habitats die min of meer vast liggen. Daarbinnen zorgen de natuurlijke processen voor een breed scala aan micro-habitats die in ruimte en tijd kunnen variëren.

Het creëren van de macro-habitats vindt plaats door éénmalige ingrepen, zoals het graven van de nevengeul en het verlagen van gedeelten van de uiterwaard. Door de nevengeul enigszins meanderend te laten verlopen en te voorzien van een asymmetrisch V-vormig profiel met de steilste oever in de buitenbocht ontstaan er binnen het nevengeultraject reeds grote verschillen in diepte en stroomsnelheid. Het V-vormig profiel is tegelijkertijd gunstig voor het rivierbeheer: het profiel laat namelijk weinig water door bij lage afvoeren, maar relatief veel water bij hoge afvoeren (WNF, 1992). Door de toename van de rivierinvloed in de uiterwaard krijgen de oorspronkelijke rivierprocessen weer meer ruimte. Door uitschuring van de steile kant van de nevengeul ontstaan echte steilranden waarin vogels en grote eendagsvliegen holen graven. Door erosie ondergraven bomen vallen in het water en zorgen ook weer voor (tijdelijke) veranderingen in het micro-habitat. Zo ontstaat het beeld van een stromende nevengeul met struikwilgen op de oever, plaatselijk een in het water gevallen boom waarop miljarden filter-diertjes algen invangen. Jonge vissen stropen de takken af en vormen op hun beurt weer het voedsel voor nachtreigers, die zich overdag schuilhouden in het struweel. Overdag worden de vissen belaagd door sterntjes, aalscholvers en grote vis-etende roofvogels als Zwarte wouw, Visarend en Zeearend (WNF, 1992)



Figuur 8.2 Hoogtekaart Koppelerwaard.

De ontwikkeling van micro-habitats kan ook worden bevorderd door het introduceren van een extensief begrazingsbeheer, met bijvoorbeeld Heckrunderen. Op deze wijze kan voorkomen worden dat er een eenvormige ontwikkeling van ruigtes of bos ontstaat. Met een dichtheid van 1 grazer per 2 à 3 hectare blijft 's zomers ongeveer 10 tot 20% kort gras en de rest doorgeschoten ruigte of struweel dan wel bos voor te komen. De ruigtes worden bij een dergelijke dichtheid 's winters grotendeels weggegraasd, waardoor in het voorjaar 80-90% van het oppervlak kort grazig is. Bosopslag blijkt onder deze condities mogelijk te zijn in de overgebleven ruigte. Een dergelijke ontwikkeling van zomerruigtes is te vergelijken met een hooilandbeheer. Veel typische 'hooilandsoorten' blijken zich in deze ruigtes dan ook goed te kunnen handhaven. Voor een natuurlijke extensieve begrazing is het essentieel dat er gewerkt wordt met sociaal complete kuddes. De minimum oppervlakte bij een groep van 5 tot 6 dieren is dan ongeveer 15 ha (Rademakers, 1993). In het geval van de Koppelerwaard is dan een totale groepsgrootte van 50 tot 60 dieren haalbaar (wanneer uitgegaan wordt van ca. 180 ha natuurgebied).

Conform de filosofie van "Levende Rivieren" (WNF, 1992) zal het natuurontwikkelingsplan Koppelerwaard leiden tot een versterking van de ruimtelijke differentiatie in hoge en lage delen van het rivierenlandschap. Kenmerkend voor het riviertraject Zwolle - Kampen zijn de rivierduinen in de uiterwaard, zoals bijvoorbeeld de Ruitenberg in de Vreugderijkerswaard en het Zalkerbos. Ook de zuidkant van de Koppelerwaard ligt enigszins hoger dan de omgeving. De bodem is ter plekke vooral zandig en lokaal zijn er restanten van een eens rijke stroomdalflora aanwezig. Uitvoering van het natuurontwikkelingsplan versterkt deze ruimtelijke differentiatie: door de aanleg van de puttenreeks zal het zuidelijke gedeelte hoger worden, waardoor de stroomdalflora meer kansen kan krijgen en ook ontwikkeling van hardhoutooibos tot de mogelijkheden behoort. Tevens ontstaat een geschikt biotoop voor zoogdieren, die zich in de Koppelerwaard permanent kunnen vestigen door het ontstaan van een geschikte hoogwatervluchtplaats.

Het lage gedeelte van de uiterwaard zal een half open karakter krijgen: open water en moeras zal worden afgewisseld met wilgenvloedbos. Naast permanent ondiep open water wordt een aanzienlijke uitbreiding van riviermoeras in de huidige lage gedeelten gerealiseerd.

Tabel 8.1 geeft een overzicht van de mogelijke eindsituatie weer, waarbij een vergelijking met de huidige situatie mogelijk wordt. De opzet van de tabel is deels gebaseerd op Corporaal (1992). Een (dubbele) plus betekent (zeer) goed vertegenwoordigd in de huidige situatie, resp. toenemend ten gevolge van natuurontwikkeling. Een (dubbele) min betekent slecht vertegenwoordigd dan wel afwezig in de huidige situatie, resp. (sterk) afnemend ten gevolge van natuurontwikkeling. Hierbij dient bedacht te worden dat deze tabel een eerste voorlopige inschatting is van de veranderingen die te verwachten zijn. Voor een uiteindelijke effectbepaling zal een nadere analyse echter nodig zijn.

Uit de tabel wordt duidelijk dat een situatie met een volledige nevengeul de meeste natuurwaarde oplevert. Dit komt vooral doordat een permanent meestromende nevengeul meer mogelijkheden biedt voor het herstel van een gezond aquatisch milieu: door het ontbreken van stagnant water is de zuurstofvoorziening beter, en is een goede opbouw van de voedselketen van filterende macro-evertebraten via vissen tot vis-etende vogels mogelijk. Ook de vergrote rivierdynamiek zorgt voor een dynamischer milieu waardoor meer kansen ontstaan voor pioniervegetaties en differentiatie in micro-habitat. Tevens betekent een volledige nevengeul dat er een eiland ontstaat langs de rivier waardoor verstoringen tot een minimum

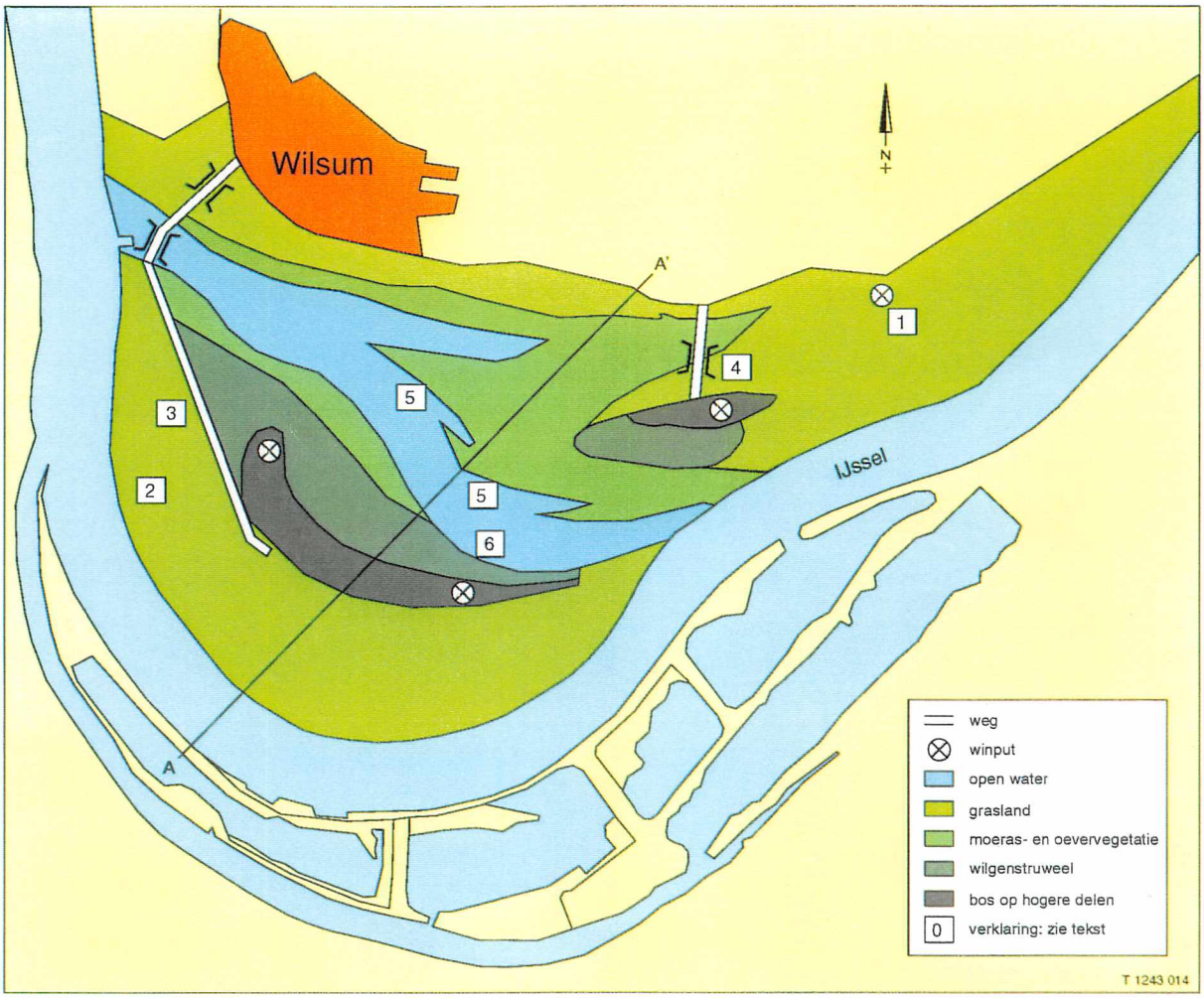
kunnen worden beperkt.

Naast de toename van habitats en soorten zal er voor bepaalde variabelen ook sprake zijn van afname. Het gaat daarbij vooral om de afname van grasland. Deze afname ontstaat vooral doordat een deel van het huidige graslandareaal (wat meer dan 90 procent van de uiterwaard beslaat) plaats zal maken voor andere habitats, zoals hogere delen (de ophoging te behoeve van de putten), lagere delen waar moeras en ooibos tot ontwikkeling komt en permanent open water (nevengeul). Ruw geschat zal er in het eindbeeld, zoals in figuur 8.3 is geschetst, zo'n 60 procent grasland overblijven. Door deze vermindering kunnen ook de broedmogelijkheden voor typische weidevogels, zoals Grutto en Kievit afnemen. Hierbij dient echter bedacht te worden dat het grootste deel van het graslandareaal dat zal afnemen bestaat uit soortenarme Beemdgras-raaiweiden met een relatief lage broedvogeldichtheid. Het overblijvende grasland zal enerzijds bestaan uit onaangeroerde gebieden met thans hoge broedvogeldichtheden en anderzijds uit gebieden die door de ontstane mogelijkheid voor natuurtechnisch beheer een hoge potentie hebben als geschikt weidevogelgebied.

Ook de openheid van het landschap zal door de verschuivingen in habitats afnemen. Er ontstaat een nieuw landschapsbeeld met meer opgaande begroeiing dat aangeduid kan worden als landschap met 'rivierland karakter' (vgl Hoofdstuk 3).

	huidige situatie	nevengeul met benedenstroomse aankoppeling	volledige nevengeul
Natuur			
weidevogels	++	+	+
bosvogels	-	++	++
moeras-/natte ruigtevogels	+	++	++
viseters	-	+	++
vissen	-	+	++
zoogdieren	-	+	++
insekten (vlinders)	-	+	+
pioniervegetaties	-	+	++
riviermoeras	+	++	++
graslanden	++	-	-
stroomdalflora	+	++	++
natte bossen	-	++	++
droge bossen	-	++	++
Landschap			
openheid	++	--	--
rivierland karakter	--	+	++

Tabel 8.2 Globale vergelijking van de huidige situatie met twee plan-varianten.



Figuur 8.3 Schematische voorbeelduitwerking Koppelerwaard

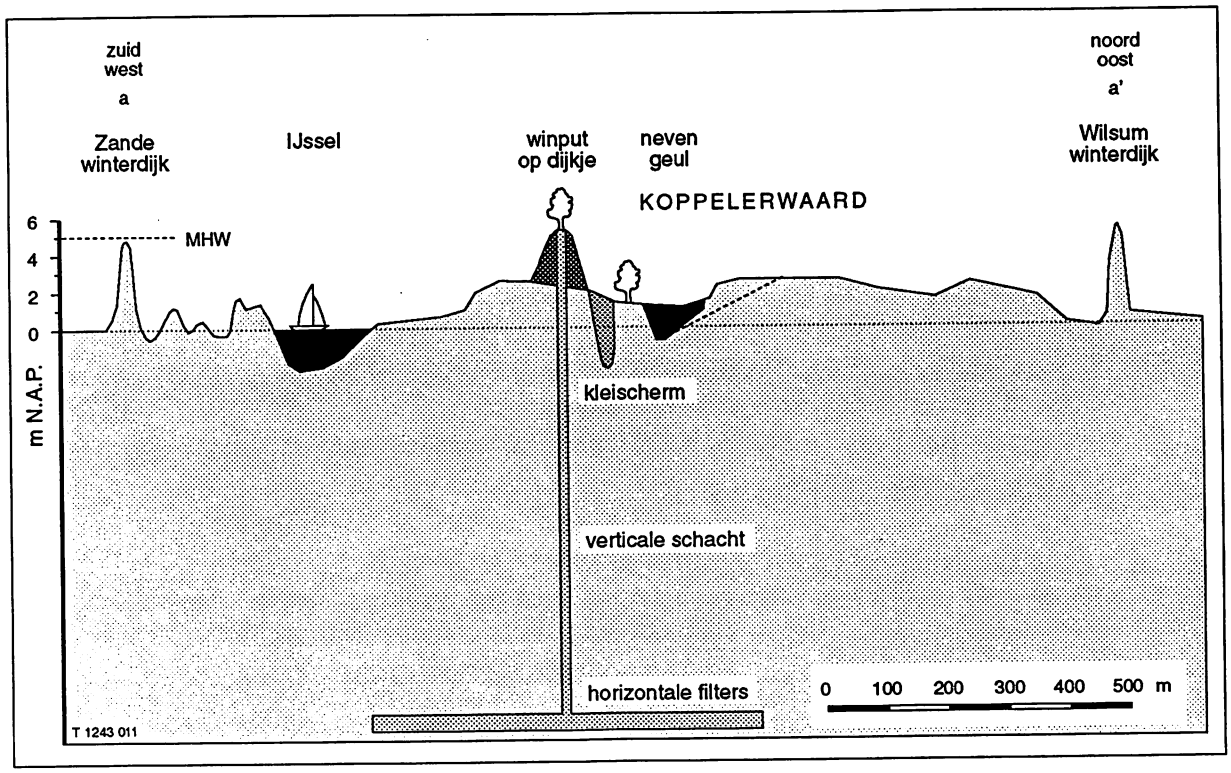
Figuur 8.4 Foto van mogelijk toekomstig landschap in de Koppelerwaard

In figuur 8.3 is schetsmatig weergegeven hoe over een aantal jaren het natuurgebied de Koppelerwaard er uit kan zien. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het bestaande relief (zie figuur 8.2). Er zijn de volgende milieutypen onderscheiden:

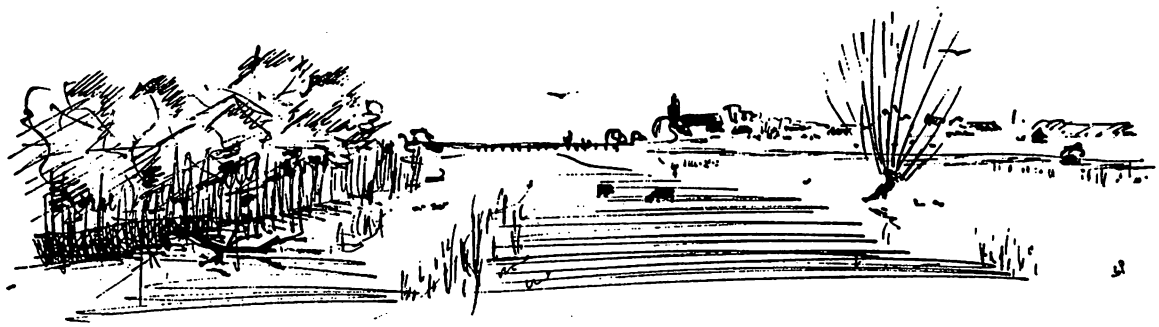
A: Grasland, nat en droog. Open gebied
B: Bosontwikkeling op hogere delen (hardhoutooibos)
C: Wilgen- en populierenbosontwikkeling in lagere delen
D: Moeras- en oevervegetatie
E: Open water

In de figuur is een aantal aandachtspunten met een cijfer aangegeven. Hieronder volgt de uitleg:

1: Dit gebied blijft zoveel mogelijk onveranderd en zal dus geschikt blijven voor weidevogels.
2: Ook dit gebied blijft zoveel mogelijk onaangeroerd, zij het dat het gebied dat thans nog in landbouwkundige zin in gebruik is volledig als natuurgebied zal worden beheerd. Hier liggen vooral kansen om de oorspronkelijke stroomdalvegetaties te herstellen. Ook het meest westelijke deel van het thans onder beheer van SBB vallende gedeelte van de uiterwaard zal intact blijven. Hier komt nl. nog een soortenrijke natte graslandvegetatie voor uit de associatie van Moeraszoutgras en Fioringras. Ook komen hier de grootste dichtheden van broedparen Grutto, Tureluur en Kievit voor.
3: De bestaande terrasrand zal worden verhoogd tot ± 4 m NAP, om gedurende minimaal 360 dagen per jaar toegang te verlenen tot de puttenreeks. Ter hoogte van de nevengeul zal de dijk overgaan in een brug die zal lopen tot aan de winterdijk bij Wilsum.
4: Ook hier wordt een nagenoeg hoogwatervrije verbinding tot stand gebracht middels een combinatie van dijk en brug.
5: Op deze plaatsen heeft de nevengeul zeer flauwe oevers, waardoor een moeras- c.q. rietveldencomplex ontstaat.
6: De steile oever van de nevengeul loopt hier dicht langs het zachthoutooibos, waardoor ten gevolge van erosie af en toe bomen in het water zullen vallen en het zgn. klinkhout leveren.



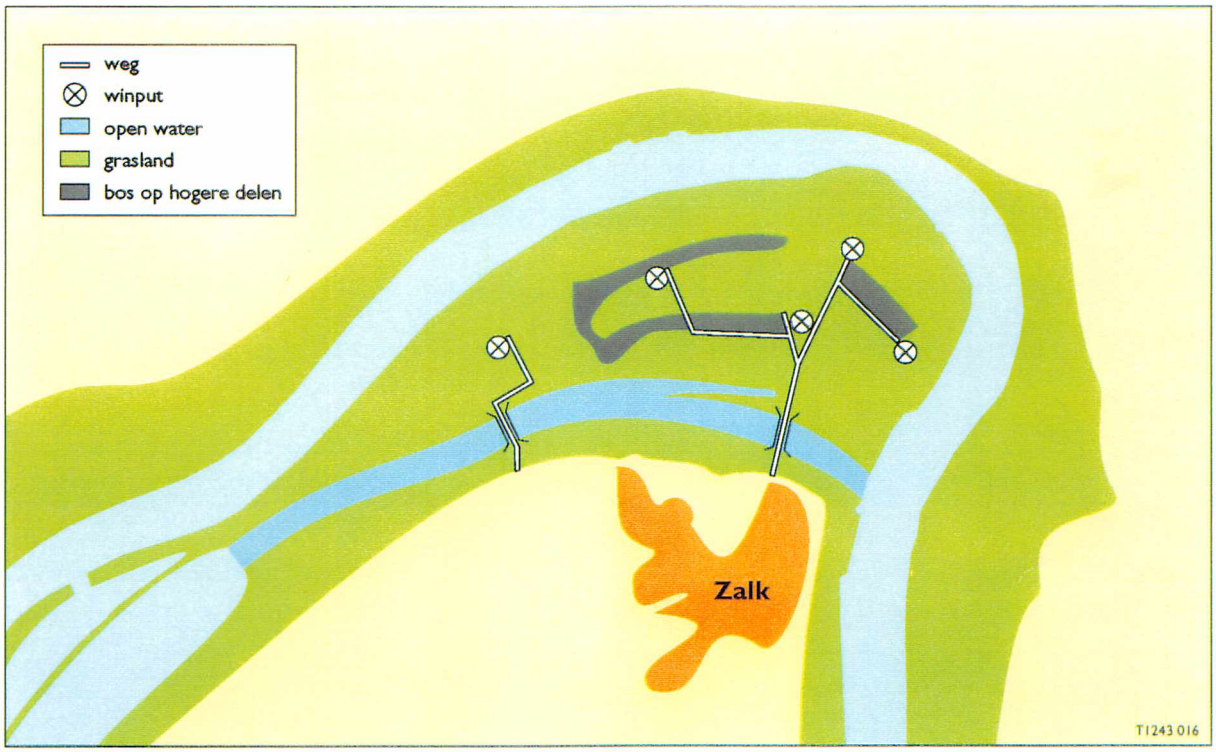
Figuur 8.5 Dwarsdoorsnede a-a' (zie figuur 8.3)



Figuur 8.6 Impressie van de toekomstige situatie: gezicht op Wilsum over de nevengeul. Links het dijklichaam waarin de winputten zich bevinden. Deze zijn bereikbaar voor inspectie via de houten brug over de nevengeul.

8.4 Voorbeelduitwerking Zalk

Op een soortgelijke wijze als bij de Koppelerwaard kan voor de locatie Zalk een uitwerking gemaakt worden van de toekomstige situatie met het puttenveld en de nevengeul. In figuur 8.7 is schetsmatig weegegeven hoe een dergelijke situatie er uit zou kunnen zien. Het belangrijkste verschil met de Koppelerwaard is het ontbreken van een dijklichaam. Door gebruik te maken van de bestaande hoge delen van de uiterwaard is het mogelijk om met slechts lokale ophogingen de putten en de wegen op de vereiste hoogte te brengen. Voor het overige kan de voorbeelduitwerking Koppelerwaard als uitgangspunt worden genomen.



Figuur 8.7. Schematische voorbeelduitwerking Zalk (arcering=nevengeul; gestippeld=Zalkerbos)

8.5 Mogelijke varianten

Het in de vorige paragrafen geschetste toekomstbeeld is uiteraard slechts een eerste aanzet voor de planvorming. Het is nog niet geheel duidelijk of een winning met horizontale filters voldoende technische haalbaarheid zal hebben voor realisering. Een andere configuratie van het puttenveld is echter goed mogelijk, bijvoorbeeld met behulp van een lintvormig puttenveld juist binnendijks. Hierdoor worden de effecten slechts marginaal vergroot. De ruimtelijke ordeningsproblematiek is dan echter aanzienlijk groter. Bovendien is dit waterleidingtechnich minder interessant.

Ook zijn er mogelijkheden de nevengeul te vervangen door uitsluitend uiterwaardverlaging. De infiltrerende werking van een dergelijke variant is waarschijnlijk iets minder, maar de onzekerheid over de reactie van de rivier op een open nevengeul wordt dan weggenomen.

Dit zou echter een gemiste kans betekenen om op een weinig kwetsbare lokatie een belangrijke herstelontwikkeling in te zetten van traject-eigen rivierdynamiek.

De exakte ligging van nevengeul en/of uiterwaardverlaging kon met het gebruikte grondwatermodel niet nauwkeurig worden geschematiseerd. De berekeningen zijn dan ook globaal. Waarschijnlijk is nog aanzienlijke winst te behalen door in gedetailleerde schematisatie te variëren met de lokatie en diepte van de filters, en vooral met de ligging van de nevengeul.

Tenslotte zijn in de uiteindelijke inrichting van het natuurontwikkelingsgebied nog vele varianten mogelijk. Of er gekozen wordt voor een functioneel ontwerp of een romantisch ontwerp van het dijklichaam is binnen rivierkundige en winningstechnische randvoorwaarden vrij. Tevens moet besloten worden in hoeverre een doelstelling van weidevogelbeheer in het gebied zo hoog mogelijk gehouden moet worden dan wel een doelstelling van vrije ontwikkeling van riviergebonden ecosystemen de voorkeur verdient. Deze keuze heeft tevens consequenties voor de mogelijkheden voor extensief landbouwkundig gebruik.

9 Conclusie en aanbevelingen

9.1 Conclusie

In de uitwerkingsfase van de lokatiestudie oeverwinning IJssel zijn de Koppelerwaard en de uiterwaard bij Zalk als meest geschikte lokaties naar voren gekomen. De mogelijkheden voor de combinatie van oeverwinning met natuurontwikkeling zijn hier zeer groot, en de negatieve effecten zijn beperkt.

De conclusie kan toegelicht worden met de volgende overwegingen:

- De winlokatie omvat op beide lokaties één grote uiterwaard, in een ruime lange bocht van de rivier de IJssel, waardoor in de winputten een maximale hoeveelheid rivierwater zal kunnen worden gewonnen, en dientengevolge een minimale belasting van het grondwatersysteem zal optreden. Een gefaseerde ontwikkeling van de lokatie lijkt goed mogelijk.
- De Koppelerwaard herbergt nu al grote ornithologische waarden, met name in het onder beheer van SBB staande gedeelte. Dit gedeelte zal door de winning weinig worden beïnvloed, terwijl in het gedeelte dat thans nog onder intensief landbouwkundig gebruik staat, aanvullend grote rivier-eigen natuurwaarden tot ontwikkeling zullen komen. Zalk kenmerkt zich vooral door de aanwezigheid van grote botanische en geomorfologische waarden (Zalkerbos en kronkelwaarden). Ook hier is nieuwe natuur gepland in het gedeelte dat thans een lage natuurwaarde kent. Hierdoor zal het reeds bestaande natuurgebied in het uiterwaardentraject tussen Zwolle en Kampen nog wezenlijk worden uitgebreid met een voor dit traject tot voor enkele decennia karakteristiek element: de meestromende nevengeul.
- Voor beide locaties geldt dat het gehele wingebied, inclusief de 25-jaarszone in één gemeente (IJsselmuiden) ligt, hetgeen gunstig is voor de procedurele voorbereiding van de ontwikkeling van de winning. De eigendomsstructuur van zowel de Koppelerwaard als Zalk lijkt geen grote belemmering te vormen voor de ontwikkeling van drinkwaterwinning en natuurontwikkeling.
- De voorgestelde wintechniek, met behulp van horizontale filters vanuit een gering aantal verticale schachten heeft grote voordelen boven de traditionele techniek van verticale filters. In plaats van een 45-tal putten, zijn nu slechts vier putten benodigd, hetgeen een aanzienlijk geringere belasting van het landschap en de natuur met zich meebrengt. Met deze techniek is echter nog weinig ervaring opgedaan in Nederland. Een winning met met behulp van verticale filters is echter evenzeer mogelijk. In dit geval ligt een binnendijkse lokatie voor de hand.

Uit het onderzoek zijn een aantal verschillen en overeenkomsten naar voren gekomen tussen beide winlocaties. Deze worden in tabel 9.1 kort samengevat. De locatie Zalk lijkt daarbij vooral wat minder te scoren door grotere grondwaterhuishoudingseffecten, de nabijheid van potentiële bodemverontreinigingslocaties ('s Heerenbroek) en extra kosten door een leiding onder de IJssel. De Koppelerwaard verschilt van Zalk door de noodzaak om een dijk aan te leggen voor de putten. Bovendien is deze uiterwaard thans niet aangewezen als natuurontwikkelingsgebied.

Aspect	Koppelerwaard	Zalk
landschaps-ecologie (7.2)*	• minimale verdrogingseffecten • enige effecten op grondwaterstroming bij De Zande • dijklichaam moet landschappelijk worden ingepast • goede kansen voor natuurontwikkeling	• mogelijke verdrogingseffecten Zalkerbos • enige effecten op grondwaterstroming in polder Hoog Zalk • geen dijklichaam nodig • goede kansen voor natuurontwikkeling
landbouw (7.3)	• geen noemenswaardige verdrogingseffecten	• enige verdrogingsschade mogelijk in polder Hoog Zalk
rivierkunde en scheepvaart (7.4)	• geen onaanvaardbare effecten	• geen onaanvaardbare effecten
recreatie (7.5)	• nieuwe perspectieven door natuurontwikkeling	• nieuwe perspectieven door natuurontwikkeling
bijzondere kosten (7.6)	• horizontale filters • grondverzet • konstrukties	• horizontale en verticale filters • grondverzet • konstrukties • leiding onder IJssel
ruimtelijke ordening (6.2)	• locatie thans niet aangewezen als natuurontwikkelingsgebied • ligging dorp Welsum	• locatie thans wel aangewezen als natuurontwikkelingsgebied • sanering potentiele bodemverontreiniging 's Heerenbroek • ligging dorp Zalk

*: getallen tussen haakjes verwijzen naar paragraaf

Tabel 9.1 Overzicht van de effecten voor de locaties Koppelerwaard en Zalk

9.2 Aanbevelingen

- Na de fase van nadere besluitvorming dient met name aandacht besteed te worden aan het opzetten van een monitoringsysteem, zowel voor grondwater als voor botanische en faunistische waarden. Hierbij dient ook aandacht besteed te worden aan de aangrenzende gebieden.
- Een goed voorbereide voorlichtingscampagne, mogelijk reeds in samenwerking met een natuurbeheersinstantie, zou de haalbaarheid van de winning, gekoppeld aan de natuurontwikkelingsplannen, sterk kunnen vergroten. Hierbij dient benadrukt te worden dat de sinds enkele jaren door de streek inmiddels gedragen weidevogeldoelstelling voor de Koppelerwaard met deze plannen niet zozeer in het gedrang komt, maar slechts aangevuld wordt met ondersteunende doelstellingen.
- Onderzocht dient te worden welke procedures reeds gestart zouden moeten worden om een uiteindelijke realisering te kunnen versnellen.
- Naast hydrologisch veld- en modelonderzoek dient uiteraard nog nader onderzoek te worden gedaan naar detailontwerp van de winningslokatie: met name moeten de mogelijk-

heden en beperkingen van de horizontale filters nog onderzocht worden.

- Tevens zal in een iteratief proces tijdens het ontwerp van de winningslokatie en de nevengeul/verlaagde uiterwaard nog zeer degelijk aandacht besteed moeten worden aan de effecten van de plannen op natuur en landschap.
- Ten behoeve van een gedetailleerd ontwerp van de nevengeul en inlaatkonstruktie is een nader onderzoek naar de hydraulica van de nevengeul noodzakelijk.

Referenties

Akkerman, G.J. (1993): *Zandverdeling bij splitsingspunten. Literatuurinventarisatie voor inlaten van nevengeulen.* Rapport Q1573, Waterloopkundig Laboratorium.

Barneveld, H.J., R.L.J. Nieuwkamer & G.J. Klaassen (1993): *Secondary channels: opportunities for and limitations of habitat restoration.* Conf. Rehabilitation of the River Rhine, Arnhem.

Barneveld, H.J. & E. Mosselman (1993): *Oevererosie nevengeulen.* Rapport Q1674, Waterloopkundig Laboratorium.

Beugelink, G.P., F.A.M. Claessen en J.H.C. Mülschlegel (1993): *Effecten op natuur van grondwaterwinning tbv Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening en MER. Onderzoek effecten grondwaterwinning,* deelrapport 16. RIVM en RIZA.

Braat, L.C., A.R. van Amstel etc. (1989): *Verdroging van Natuur en Landschap in Nederland. Het technisch rapport.* Juli 1989. Min. Verkeer en Waterstaat.

Brilhuis, R. (1988): *Enkele hydraulische en morfologische parameters van de Nederlandse Rijntakken. Rijkswaterstaat.* Dienst Binnenwateren/RIZA, nota 88.003.

Commissie Beheer Landbouwgronden (1991): *Beheersplan voor het beheers- en reservaatsgebied IJsseluiterwaarden Overijssel.* Directie Beheer Landbouwgronden. Utrecht. Vastgesteld door Gedeputeerde Staten van Overijssel.

Corporaal, A. (1992): *PANDION, Verkenning van het economiseren van natuurotwikkeling langs de IJssel door middel van effectgerivhte oppervlaktedelfstofwinning.* Stichting Pandion, Zwolle.

Dijkstra, A.J., P. Bremer, M. Heinen & L. Schilperoord (1988): *Flora en Fauna van de IJsseldelta. Milieuinventarisatie.* Provincie Overijssel, Hoofdgroep ROI, Zwolle. 149 blz. + kaarten.

Engelen - van der Veen, G.A.J. (1924): *De bedijking van den IJssel en zijne monden.* Versl. en Meded. Ver. t. Beoef. Overijsselsch Recht en Gesch. 41 (1924): 1-44.

Fockema Andrea, S.J. & C. Koeman Bussum (1972): *Kaarten en kaarttekenaars.*

Gerritsen, G.J., T.J. de Kogel, A.J. Dijkstra & P. Bremer (1987): *Flora en Fauna van de IJsseluiterwaarden. Basisrapport + Bijlagen.* Provinciale Planologische Dienst Overijssel, Zwolle. 170 blz.

Haak, A.M. (1985): *Inventarisatie grondwatergegevens in de provincie Overijssel.* Rapport nr. OS 85-06. DGV TNO, Delft-Oosterwolde. 104 blz + vele kaarten.

Haas, A.W. de (1991): *Nevengeulen; Onderzoek naar de mogelijkheden, de consequenties en de te stellen eisen bij aanleg van nevengeulen in uiterwaarden.* Rijkswaterstaat, RIZA, nota nr. 91.008.

Harbers, P. & J.R. Mulder (1981): *Een poging tot reconstructie van het Rijnstelsel.* K.N.A.G. Geografische Tijdschrift XV, 5: 404-420.

Heidemij (1989): *Natuurontwikkelingsproject "Duursche Waarden".* Heidemij Adviesbureau, Rapportnr. 634-4.3566. 87 blz.

Heidemij Advies BV (1990): *Natuurontwikkelingsproject Duursche Waarden. Biologisch Onder zoek, situatie 1989.*

Heidemij/LB&P (1993): *Scenario's voor natuurontwikkeling in de Welsumer- en Duursche Waarden.* Rapport nr. 634/EA92/G118/43957.

Hofhuis, B.J. (1985): *Winning en zuivering van oevergrondwater.* H_2O (18) 1985, nr12, pag 254-256.

Hoogendoorn, J.H. (1990): *Grondwatersysteemonderzoek Salland I en II.* DGV-TNO, Oosterwolde.

IWACO (1984): *IJsselvallei onderzoek. Rapportage 1e projectjaar: invloed diepe grondwaterwinning.* Rapport 30.248, mei 1984. IWACO, Groningen.

IWACO (1992): *Onderzoek grondwaterbeheer Midden_Nederland. Modellering watersysteem.* IWACO, juli 1992.

IWACO en KIWA (1993): *Mogelijkheden diep- en oeverinfiltratie in Zuid-Holland,* conceptrapport.

Jansen, S.R.J., D. Bal, H.M. Beije, R. During, Y.R. Hoogeveen & R.W. Uyterlinde (1993): *Ontwerp-Nota Ecosysteemvisies EHS. Kwaliteiten en prioriteiten in de ecologische hoofdstructuur van Nederland.* IKC-NBLF Werkdocument nr. 48. Wageningen.

LB&P (1994): *Landschapsecologische systeembeschrijving Landinrichtingsproject Olst-Wezepe.* mei 1994. LB&P Beilen/'s Hertogenbosch.

Meene, E.A. van de (1979): *Het ontstaan van de Geldersche IJssel.* K.N.A.G. Geografische Tijdschrift XIII, 3: 202-210.

Mosselman, E., J.J.P. Lambeek & D.G. Meijer (1993): *Morfologische studie ten behoeve van natuurontwikkeling IJsselmonding.* Rapport Q1713, Waterloopkundig Laboratorium.

Pedroli, B., M. Marchand & W. van Ellen, (1993): *Verkenningsfase Lokatiestudie Oeverwinning IJssel en Zwarte Water*, Waterloopkundig Laboratorium Rapport T1243, Delft (januari 1993). 47 blz.

Provincie Overijssel (1988): *IJsselvisie. Visie op beheer en inrichting van de IJsseluiterwaarden in Overijssel.* Provincie Overijssel, Hoofdgroep ruimtelijke ordening en inrichting. Zwolle. 50 blz. + bijlagen en kaarten.

RID (1978): *Voorlopig rapport inzake de mogelijkheden van grondwaterwinning op het Eiland van Dordrecht (deel III), Indicatief onderzoek naar de mogelijkheden van grondwaterwinning in gebieden rondom het Eiland van dordrecht (deel IV) en Oriënterende beschouwingen over winningsmogelijkheden van oevergrondwaterwinning in de Merwelanden (deel V).*

Rutten, U. (1993): *PANDION, Een tweede verkenning. Op zoek naar de mogelijkheden voor uitvoering van natuurontwikkeling in combinatie met oppervlaktedelfstofwinning.* Rijkshogeschool IJsselland, HTO, Milieukunde in opdracht van NBLF, Zwolle.

Struijk, A.J. (1993): *Planstudie IJssel scheepvaart; Verkennend onderzoek.* Rijkswaterstaat, Directie Gelderland.

Wijbenga, J.H.A. (1993): *Invloed van nevengeulen op ijsgang.* Rapport Q1674, Waterloopkundig Laboratorium.

Wijbenga, J.H.A. & G.J. Klaassen (1993): *Natuur van de rivier; Toetsing WNF plan Levende Rivieren, deelrapport 1, rivierkundige aspecten.* Rapport Q1753, Waterloopkundig Laboratorium.

Wolffert, H. (1992): Geomorphological differences between river reaches: differences in nature rehabilitation potentials. Contribution to the European Workshop Ecological Rehabilitation of floodplains. Arnhem, 22-24 September 1992. Report no. II-6 under the auspices of the Commission Internationale de l'Hydrologique du bassin du Rhin, Lelystad, the Netherlands.

Wolters-Noordhoff Atlasprodukties (1990): *Grote Historische Atlas van Nederland.* Deel 3. Oost-Nederland, 1830-1850. Wolters-Noordhoff, Groningen.

BIJLAGEN

Bijlage A Geohydrologische modellering

A.1 Deelgebied Noord

Het noordelijke deelgebied is gemodelleerd om de effecten van oeverwinning in Zalk, de Koppelerwaard en de Bentinckswelle te kunnen bepalen. Hiertoe is een gebied van 14*13,5 km^2 gemodelleerd. Dit gebied is opgedeeld in 94 rijen en 89 kolommen (zie figuur A.2). De maximale celafmeting is 100*100 m^2 in het aandachtsgebied. Naar de randen van het modelgebied toe neemt de celafmeting toe tot maximaal 250*250 m^2 in de hoeken van het model. Het model bestaat uit vier lagen. Van boven naar beneden stellen zij de volgende geohydrologische lagen voor: de deklaag (Betuwe- en Westlandformatie) eerste watervoerende pakket (formatie van Kreftenheye), eerste scheidende laag (Eemformatie) en tweede watervoerende pakket (formatie van Kreftenheye). De geohydrologische basis wordt gevormd door de formaties van Drente en Tegelen.

Invoerparameters

Uit de REGIS-gegevens is via de dataprocessor MODGRID voor de gidslagen een gebiedsdekkende dikte-overlay gemaakt. Hieruit is vervolgens per gridcel een dikte toegekend. Voor de tussenliggende watervoerende pakketten is de dikte bepaald door de top van de onderliggende gidslaag af te trekken van de bodem van de bovenliggende gidslaag. In tabel A.1 staan de resulterende diktes per modellaag vermeld.

Modellaag	Dikte (m)
Deklaag	0,0 - 6,36
Eerste watervoerende pakket	3,16 - 20,8
Eerste scheidende laag	0,0 - 15,0
Tweede watervoerende pakket	43,0 - 118,6

Tabel A.1. Ingevoerde diktes voor het noordelijke modelgebied.

Uit deze tabel blijkt dat zowel de deklaag als de scheidende laag niet in het gehele gebied voorkomt. De deklaag is afwezig onder de IJssel en in het zuidwesten van het modelgebied, tot waar de uitlopers van de Veluwse Heuvelrug zich uitstrekken. De Eemklei, die de scheidende laag vormt, komt niet als aaneengesloten laag voor. In het zuidwesten bereikt de Eemklei een maximale dikte. De maximale verticale hydraulische weerstand van de Eemklei bedraagt 450 d. De drainageweerstand is maximaal 600 d. Op de lokaties waar de IJssel door de deklaag heensnijdt is een intreeweerstand van 0,5 d ingevoerd. Als gevoeligheidsanalyse zijn berekeningen uitgevoerd met een intreeweerstand variërend van 0,5 tot 5 d. Het effect hiervan op de potentialen rond de IJssel is gering. Voor de fluxen vanuit de rivier had deze variatie echter wel effect. Omdat bij het Engelse Werk een intreeweerstand in het zomerbed wordt aangehouden van 0,5 d, is dit ook hier gebeurd. Voor het winterbed en de plassen naast de IJssel, waar de stroomsnelheid veel minder is, is een intreeweerstand van 10 d gebruikt. De transmissiviteit in het eerste watervoerende pakket varieert in het model van minder dan 200 m^2/d tot 1.000 m^2/d. In het tweede watervoerende pakket is dit 2.000 - 5.000 m^2/d.
De beginpotentialen voor de twee watervoerende pakketten zijn verkregen door de "REGIS-

potentialen" (die de gemiddelde potentialen zijn over de periode 1984 - 1994) te bewerken via het interpolatieprogramma SURFER. Deze zijn via MODGRID omgezet naar potentialen per gridcel. De beginpotentialen voor de scheidende laag zijn verkregen door per cel het gemiddelde te nemen van de beginpotentiaal in de bovenliggende cel in het eerste watervoerende pakket en de onderliggende cel in het tweede watervoerende pakket.
De maaiveldgegevens zijn voor het grootste deel afkomstig uit REGIS. Voor het deel van het modelgebied dat niet in REGIS is ingevoerd is de Topografische Atlas van Nederland geraadpleegd. De hierin voorkomende puntgegevens zijn via SURFER geïnterpoleerd tot een voor dit gebied dekkend beeld en vervolgens via MODGRID ingelezen.

De Provincie Overijssel heeft gegevens aangeleverd over de grondwateronttrekkingen in de periode 1984 - 1994. Van de langjarige onttrekkingen is het gemiddelde debiet bepaald. Deze waarde is in het model ingevoerd. Onttrekkingen die van kortere duur waren (bv. bronbemalingen bij bouwputten) zijn buiten beschouwing gelaten bij zowel de calibratie- als effectberekeningen. Omdat het hier gaat om onttrekkingen met geringe debieten die bovendien slechts over een korte periode actief zijn, wordt hiermee geen grote onnauwkeurigheid in het model geïntroduceerd.

Randvoorwaarden

De berekeningen zijn uitgevoerd onder de volgende randvoorwaarden:
- de polderpeilen die gehandhaafd worden in het gebied zijn het gemiddelde van de gewenste zomer- en winterpeilen;
- de IJssel heeft een vast peil van NAP +0,50 m (dit is het gemiddelde peil bij Zalk over de periode 1971-1986 (Heidemij, 1989));
- de potentialen aan de randen van het model, verkregen door SURFER-interpolatie van REGIS-potentialen, zijn vast;
- de neerslag in het gebied is 0,7 mm/d. Dit komt overeen met het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot in Nederland (250 mm); en
- de grondwateronttrekkingen in het gebied, zowel voor industriële als drinkwaterdoeleinden, zijn constant in de tijd (stationaire berekeningen).

In Tabel A.4 staan de calibratiegegevens vermeld. In Figuur A.3 zijn de afwijkingen tussen de gemeten en de berekende potentialen ruimtelijk weergegegeven. Tevens zijn de verschillen in een dwarsdoorsnede aagegeven op figuur A.4 volgens een profiellijn zoals ingetekend in figuur A.3. Uit deze figuren blijkt dat vooral rond het Engelse Werk grote afwijkingen voorkomen. Mede op aanraden van de WMO is hier niet teveel aandacht aan besteed omdat juist dit gebied een complex samengestelde ondergrond heeft. Dit betreft uitlopers van de Veluwse Heuvelrug. Door de werking van landijs tijdens het Saale-ijstijd zijn lagen scheefgesteld en is een geschubde structuur ontstaan die niet eenvoudig te modelleren is. In het midden van het modelgebied, het aandachtsgebied, zijn de afwijkingen veel minder groot (minder dan 20 cm), waardoor het model voor het gestelde doel, het bepalen van de effecten van onttrekkingen rond Zalk, de Koppelerwaard en de Bentinckswelle, geschikt is. De afwijkingen die in het gebied rond het Engelse Werk berekend worden bepalen ook voor een belangrijk deel de gemiddelde afwijkingen die in Tabel A.4 staan vermeld. In Tabel A.5 staan dezelfde resultaten, maar dan zonder de filters rond het Engelse Werk. De statistische parameters verbeteren door het weglaten van deze filters aanzienlijk. In figuur A.5 is de berekende potentiaalverdeling in het tweede watervoerende pakket weergegeven.

A.2 Deelgebied Zuid

Het zuidelijke deelgebied omvat de Duursche Waarden en de Welsumerwaarden. Het studiegebied is 14*13 km^2 groot. Het model bestaat uit 80 rijen en 87 kolommen. In het aandachtsgebied hebben de cellen een oppervlakte van 100*100 m^2. Aan de randen loopt dit op tot 250*250 m^2 (zie figuur A.6). Evenals het model voor het noordelijke modelgebied bestaat het model uit vier lagen: de deklaag, het eerste watervoerende pakket, de eerste scheidende laag en het tweede watervoerende pakket. De geohydrologische basis wordt gevormd door de formatie van Drente. Hiermee wordt een afwijking in het model geïntroduceerd omdat deze laag in het noordwesten van het modelgebied niet is aangetoond. Voor het bepalen van de effecten van verschillende "onttrekkingsscenario's" zal deze afwijking echter niet groot zijn. Hierbij zij dus vermeld dat het model weliswaar voldoet voor deze studie, maar dat het model niet zonder meer gebruikt kan worden voor andere doeleinden. In dat geval moet het model wellicht uitgebreid worden met twee extra modellagen.

Invoerparameters

Voor de vier modellagen zijn de volgende diktes afgeleid uit de REGIS-gegevens:

Modellaag	Dikte (m)
Deklaag	0,0 - 4,70
Eerste watervoerende pakket	0,0 - 22,8
Eerste scheidende laag	0,0 - 15,0
Tweede watervoerende pakket	10,0 - 100,0

Tabel A.3. Ingevoerde diktes voor het zuidelijke modelgebied.

De deklaag is afwezig in het westen van het modelgebied waar de Veluwsche Heuvelrug ligt. Waar de IJssel door de deklaag heensnijdt is deze ook afwezig. Op sommige plaatsen ligt de basis van de IJssel in de Eemklei, zodat ook het eerste watervoerende pakket hier afwezig is. De Eemklei zelf komt niet aaneengesloten voor. Ter plaatse van de Duursche Waarden heeft de Eemklei een dikte die varieert van 3,5 m in het zuiden tot 6 m in het noorden. In het oostelijke deel van de Duursche Waarden komt de Eemklei niet voor. Naar het westen neemt de dikte van de Eemklei toe tot circa 14 m op 2.000 m ten westen van de Duursche Waarden. De maximale weerstand van de Eemklei in het studiegebied bedraagt 450 d. De transmissiviteit van het eerste watervoerende pakket in het model is maximaal 750 m^2/d. In het tweede watervoerende pakket is dit 200 - 1000 m^2/d. De beginpotentialen en maaiveldgegevens zijn via dezelfde manier verkregen als voor het noordelijke deelgebied (SURFER - MODGRID - MODFLOW).

Randvoorwaarden

De berekeningen zijn uitgevoerd onder de volgende randvoorwaarden:

- de polderpeilen die gehandhaafd worden in het gebied zijn het gemiddelde van de gewenste zomer- en winterpeilen;
- de IJssel heeft een vast peil van NAP +1,80 m (dit is het gemiddelde peil tussen Olst en

Wijhe over de periode 1971-1986 (Heidemij, 1989));
- de potentialen aan de randen van het model, verkregen door SURFER-interpolatie van REGIS-potentialen, zijn vast;
- de neerslag in het gebied is 0,7 mm/d. Dit komt overeen met het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot in Nederland (250 mm); en
- de grondwateronttrekkingen in het gebied, zowel voor industriële als drinkwaterdoeleinden, zijn constant in de tijd (stationaire berekeningen).

In figuur A.7 zijn de berekende potentialen in het eerste en tweede watervoerende pakket weergegeven. Wat direkt opvalt bij deze figuren is dat het stromingspatroon wordt bepaald door de hoge potentialen in het westen, ter plaatse van de Veluwsche Heuvelrug, en de lage potentialen in het oosten, waar enkele laaggelegen polders voorkomen. In tegenstelling tot het noordelijke deelgebied vormt de IJssel hier geen belangrijk voedend systeem voor het grondwater. De grootste voeding vindt plaats vanaf het westen. Ter plaatse van de Duursche Waarden vindt neerwaartse verticale stroming door de Eemklei plaats.

Effectbepalingen:

Variant:	Duursche Waarden 15 miljoen	Welsumerwaarden 15 miljoen	Combinatie 20 miljoen
δh_1:	>1,5	>1,5	>1,5
δh_2:	>1,5	>1,5	>1,5

Tabel A.5.1 Maximale potentiaalveranderingen (m) in het eerste en tweede watervoerende pakket bij verschillende varianten in het zuidelijke deelgebied.

	Traditioneel, 100 m³/uur				Experimenteel, 200 m³/uur				Lintvorm, 100 m³/uur			
Q:	30 miljoen		20 miljoen		30 miljoen		20 miljoen		30 miljoen		20 miljoen	
Ber:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
δh_1:	>1,5	>1,5	<1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
δh_2:	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	<1,5	>1,5	<1,5	<1,5

Tabel A.5.2 Maximale potentiaalverlaging (m) in het eerste en tweede watervoerende pakket bij verschillende varianten voor lokatie Zalk.

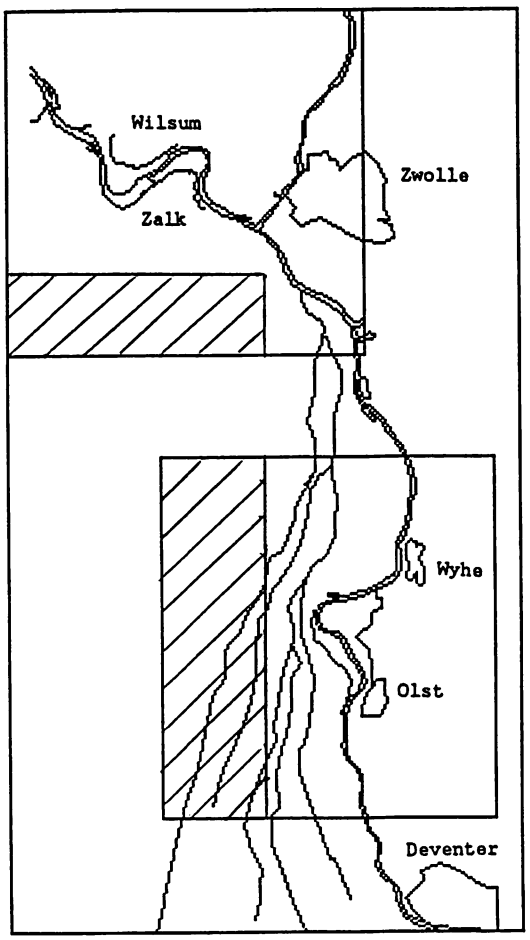
Uit deze tabel blijkt dat een minimale potentiaalverlaging in beide watervoerende pakketten optreedt in een situatie waarbij de putten in de uiterwaarde direct langs de IJssel worden geplaatst en 20 miljoen m³/jr wordt onttrokken. De grootste verlaging treedt op bij de situatie waarbij uit de binnendijks geplaatste putten een debiet van 200 m³/uur wordt onttrokken met een totaal van 30 miljoen m³/jr.

	traditioneel, 100m³/uur		Experimenteel, 200 m³/uur		Lintvorm, 100 m³/uur	
	30 miljoen		30 miljoen		30 miljoen	
Berekening:	1	2	5	6	9	10
δh_1:	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	<1,5	<1,5
δh_2:	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5	<1,5	>1,5

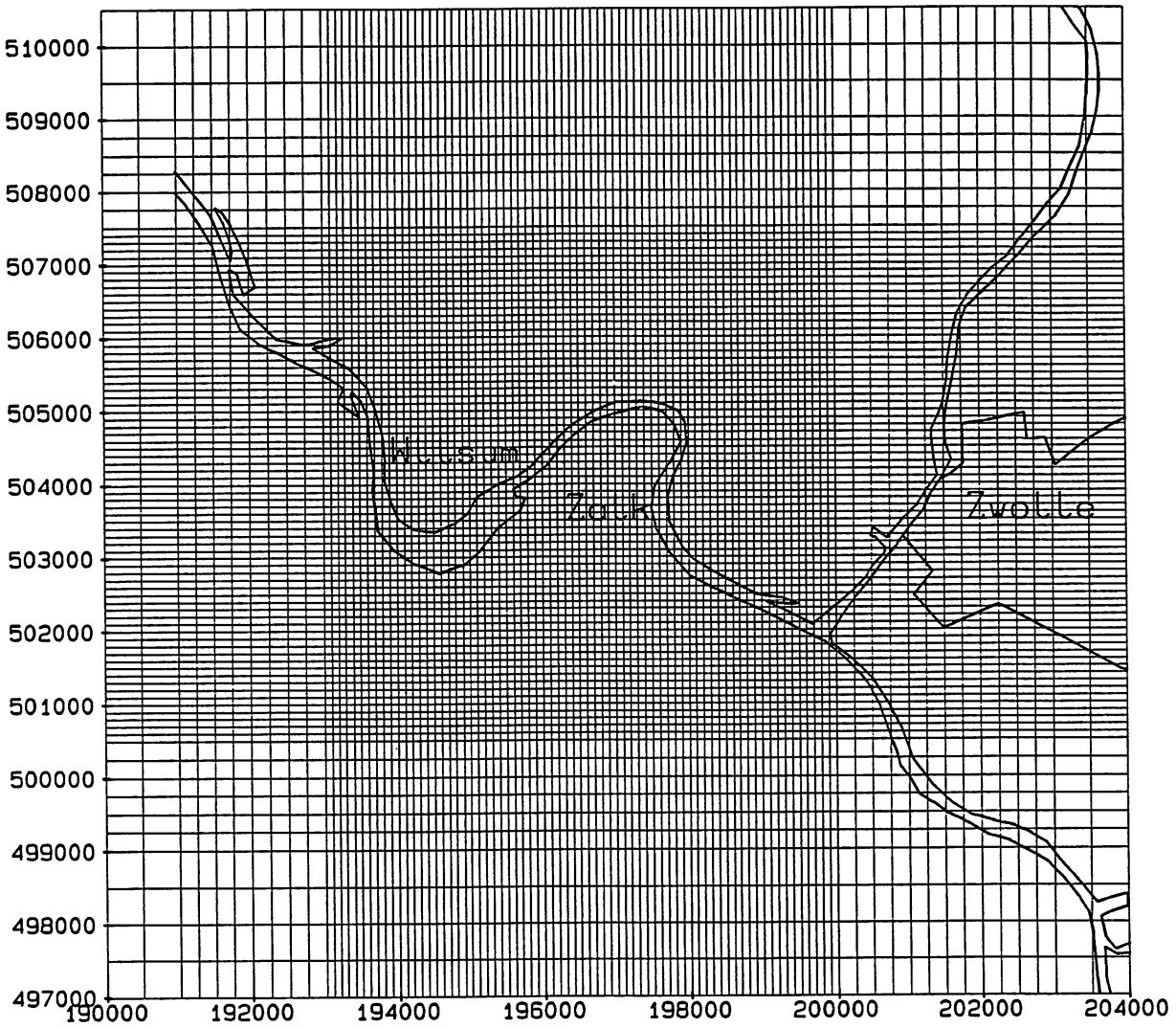
Tabel A.5.3 Maximale potentiaalverlaging (m) in het eerste en tweede watervoerende pakket bij verschillende varianten voor de Koppelerwaard.

	Lintvorm, 100 m³/uur	
Totaal debiet:	30 miljoen	20 miljoen
Berekening:	10	12
δh_1:	>1,5	>1,5
δh_2:	>1,5	>1,5

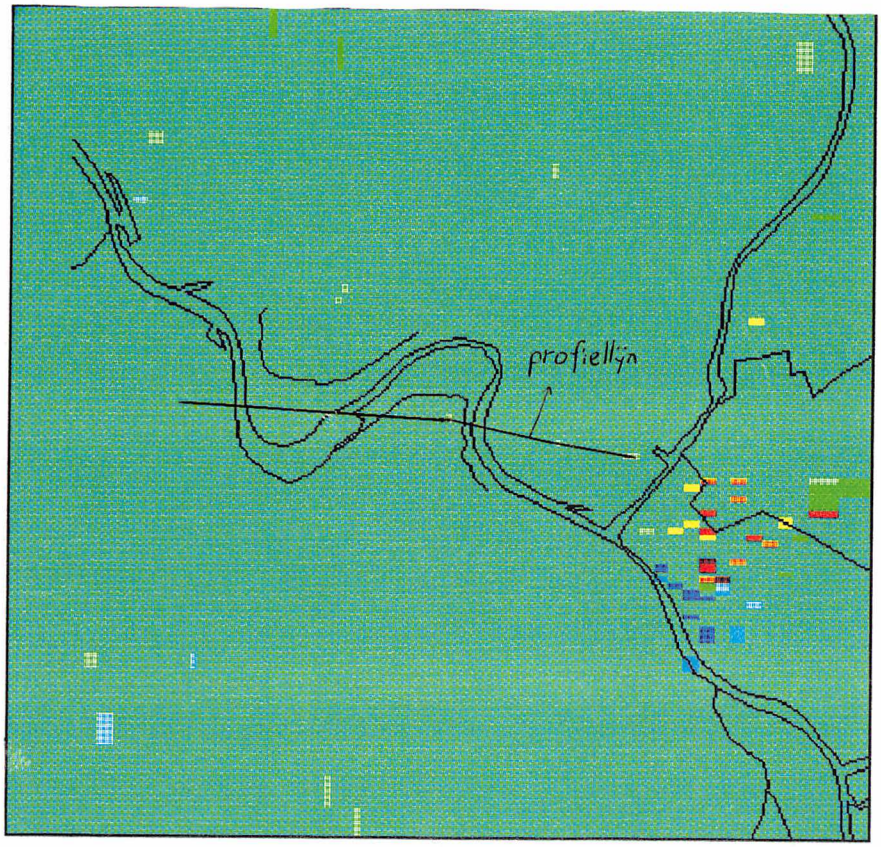
Tabel A.5.4 Maximale potentiaalverlaging (m) in het eerste en tweede watervoerende pakket bij verschillende varianten voor de Bentinckswelle.

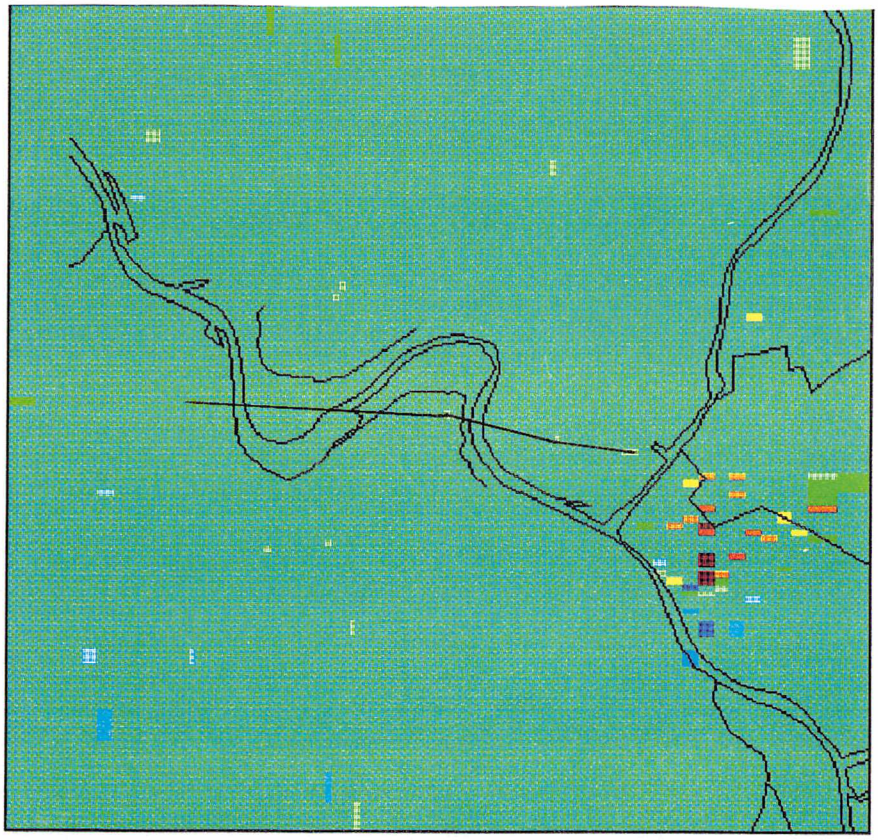


Figuur A.1 Gebieden waarvoor geen REGIS informatie beschikbaar is

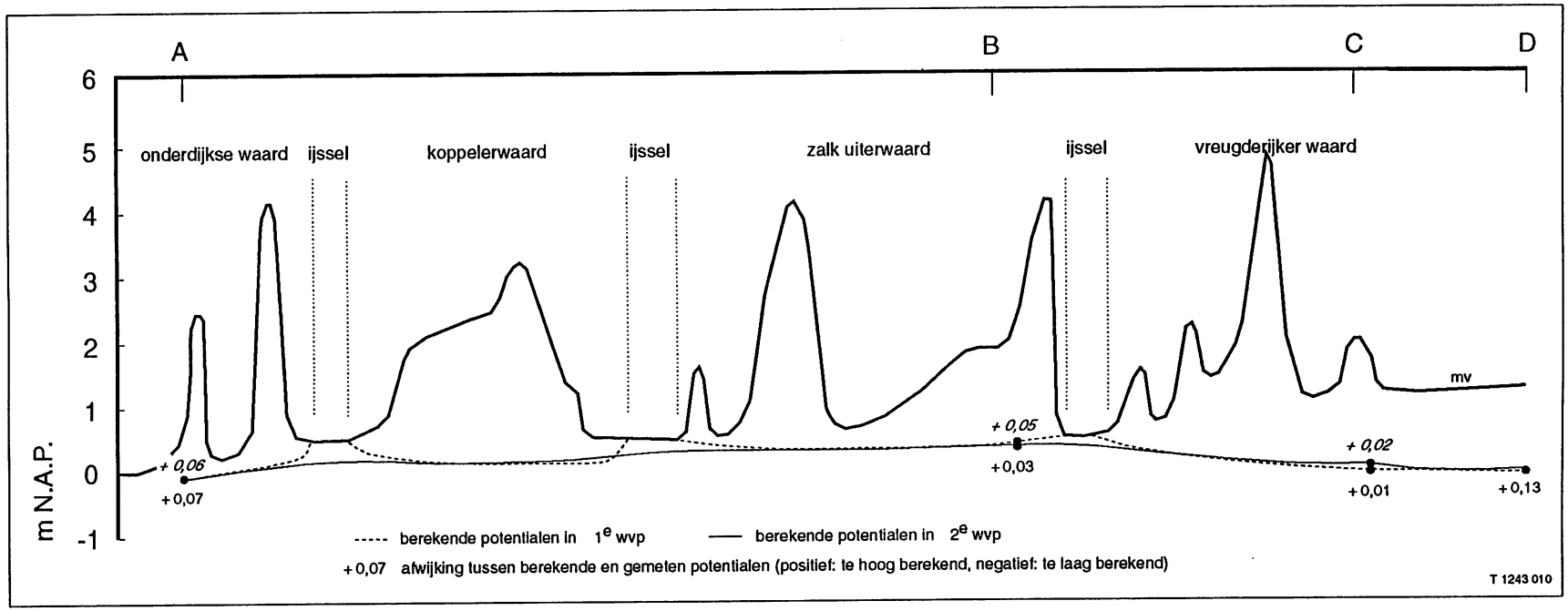


Figuur A.2 Horizontale discretisatie van het modelgebied (MODGRID) (schaal 1:100.00)

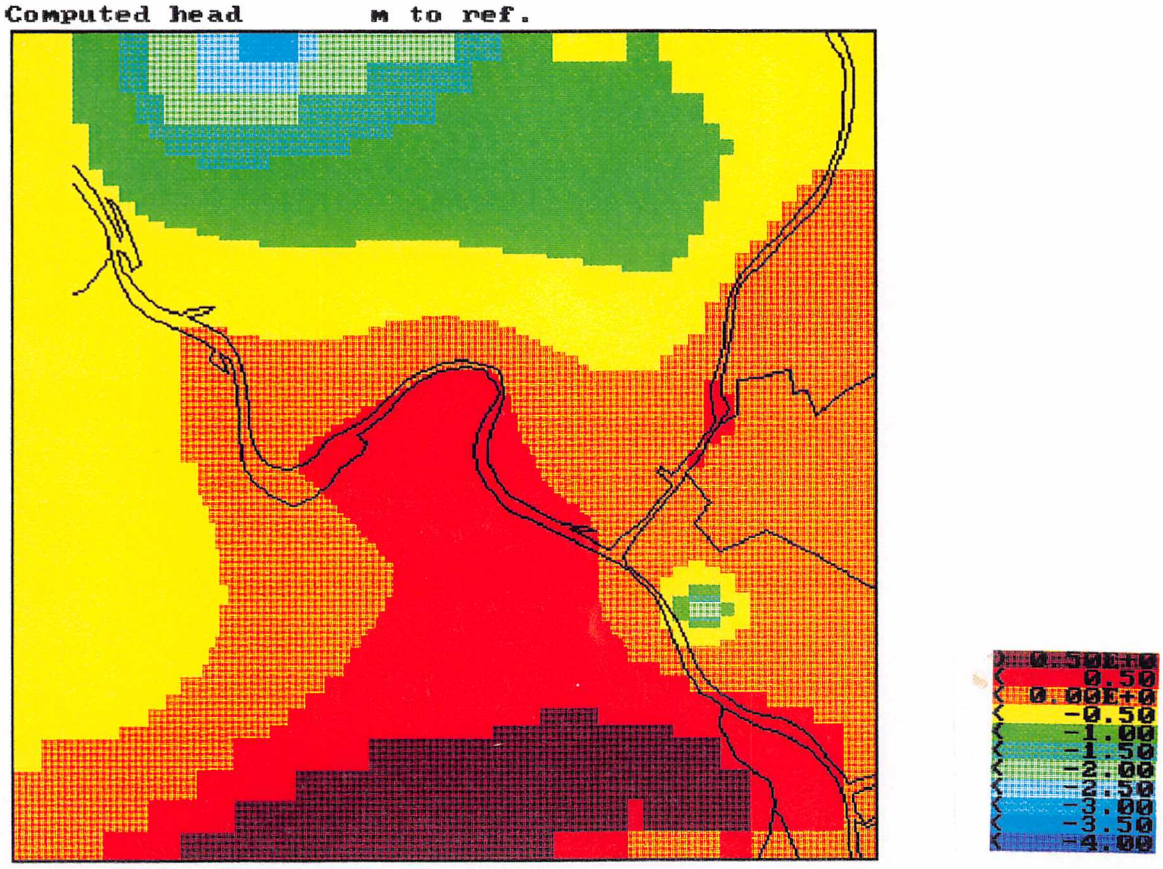




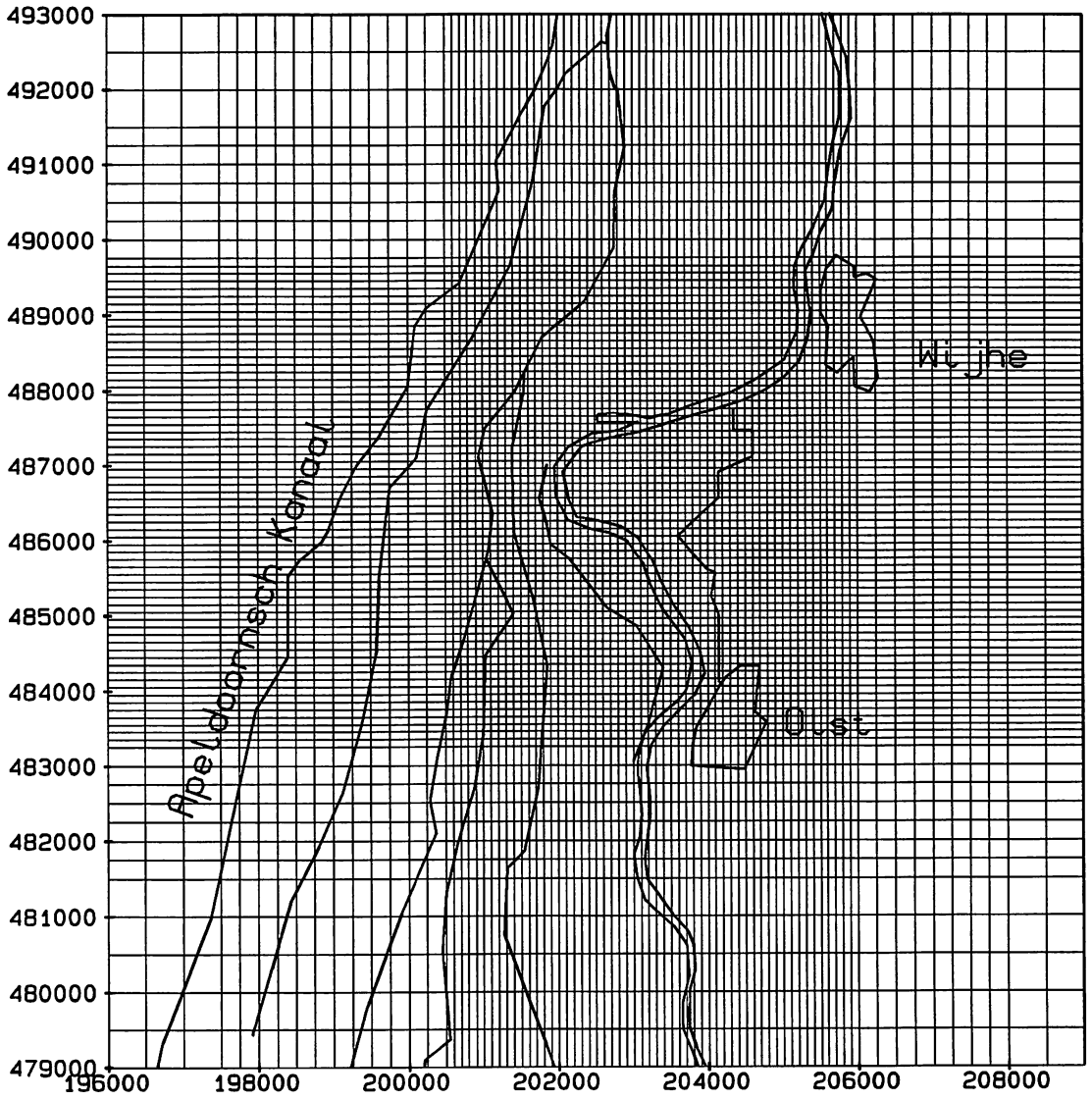
Figuur A.3 Afwijkingen (m) tussen gemeten en berekende potentialen in eerste (boven) en tweede (onder) watervoerende pakket



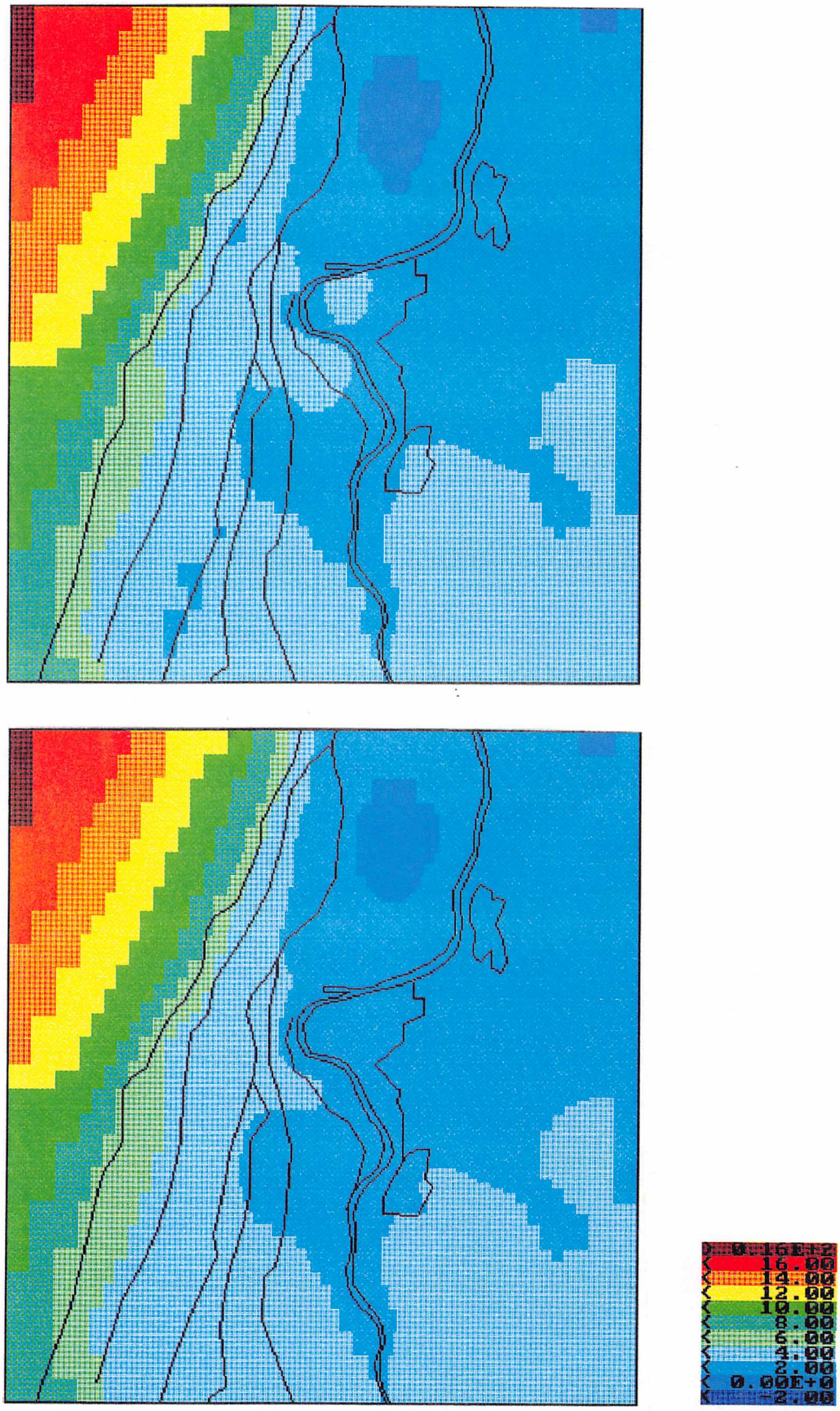
Figuur A.4 Dwarsdoorsnede langs profiellijn (zie A.2)



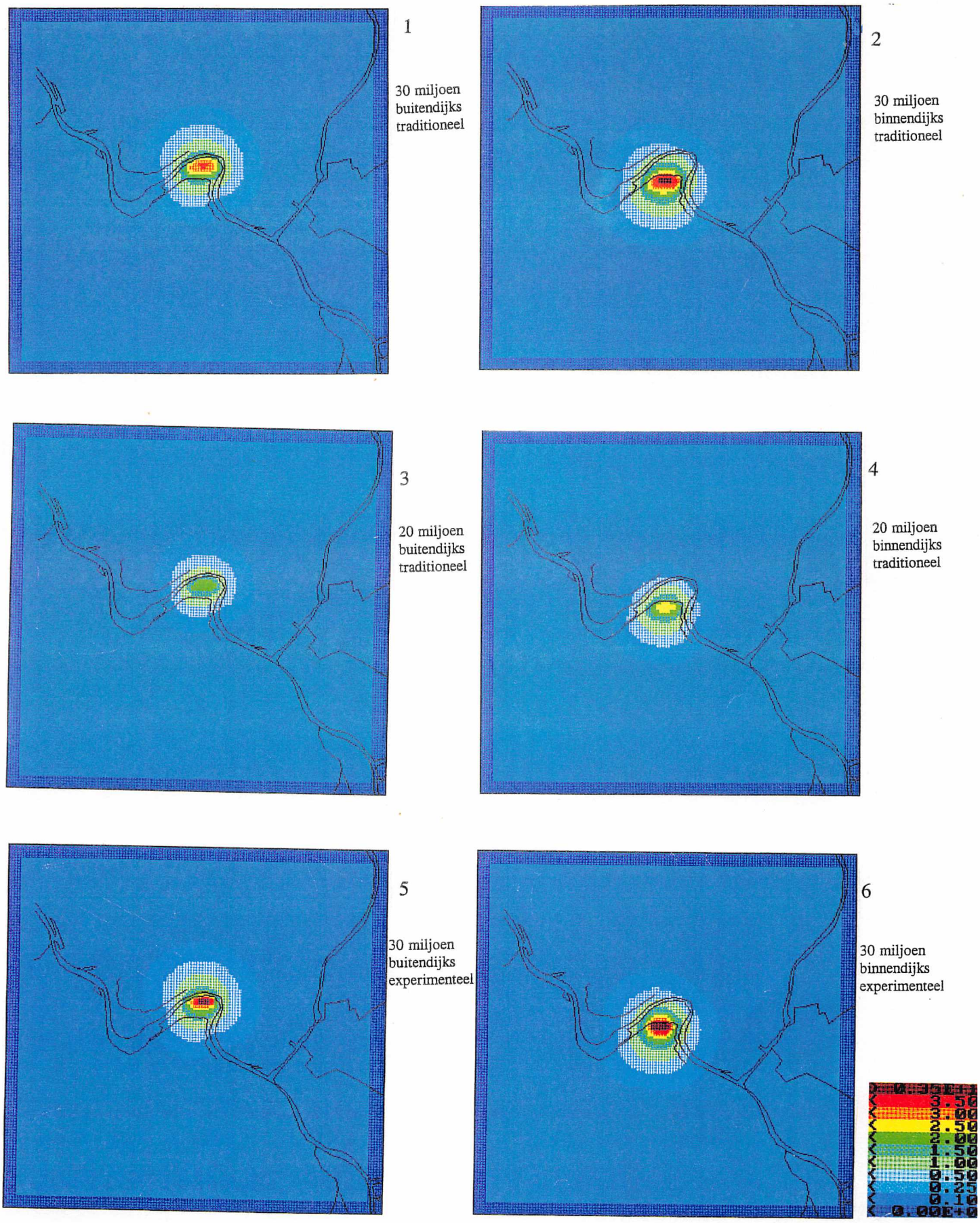
Figuur A.5 Berekende potentialen (m) in het tweede watervoerende pakket



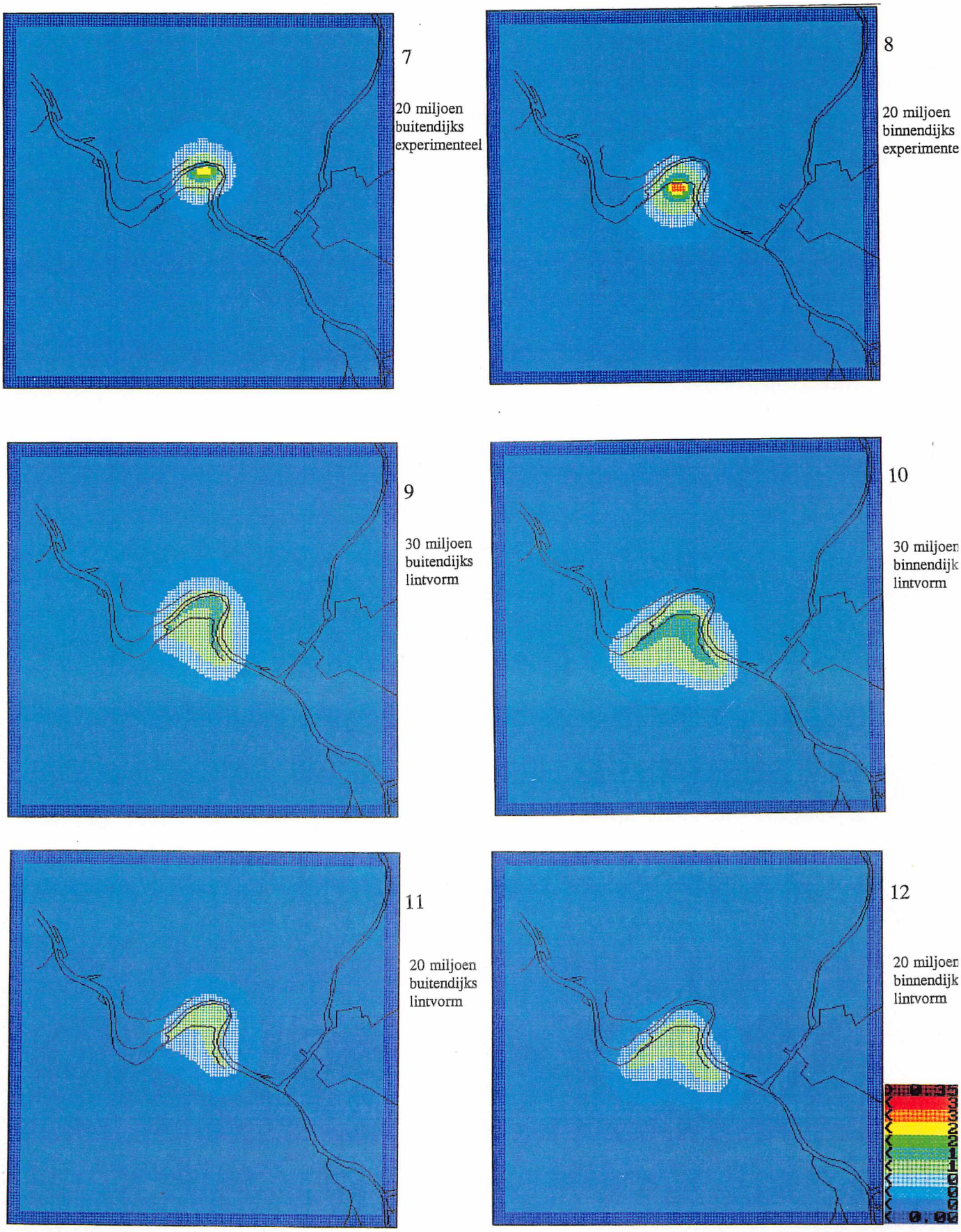
Figuur A.6 Horizontale discretisatie van het modelgebied (MODGRID) (schaal 1:100.000)



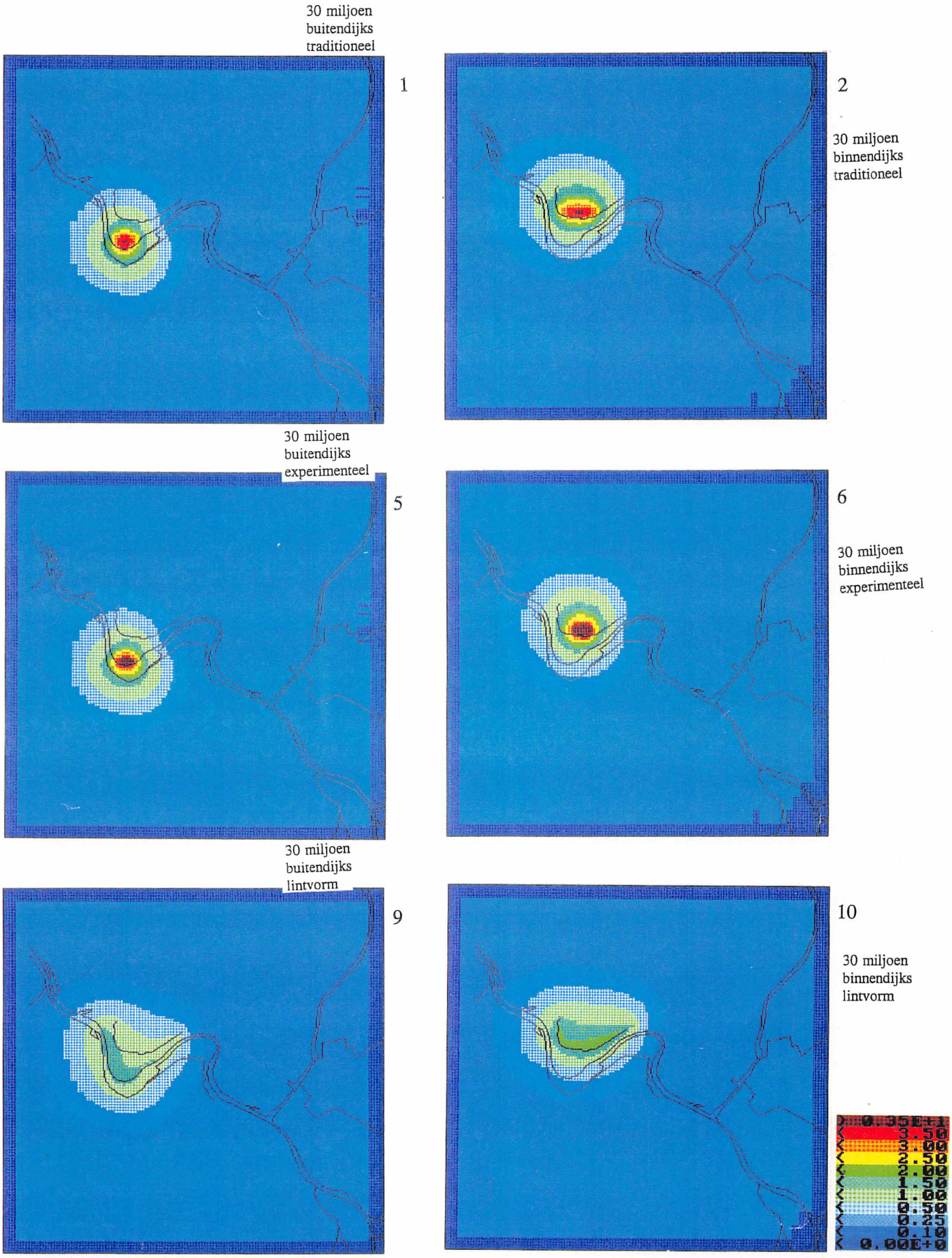
Figuur A.7 Berekende potentialen t.o.v. NAP in het eerste (boven) en tweede (onder) watervoerende pakket



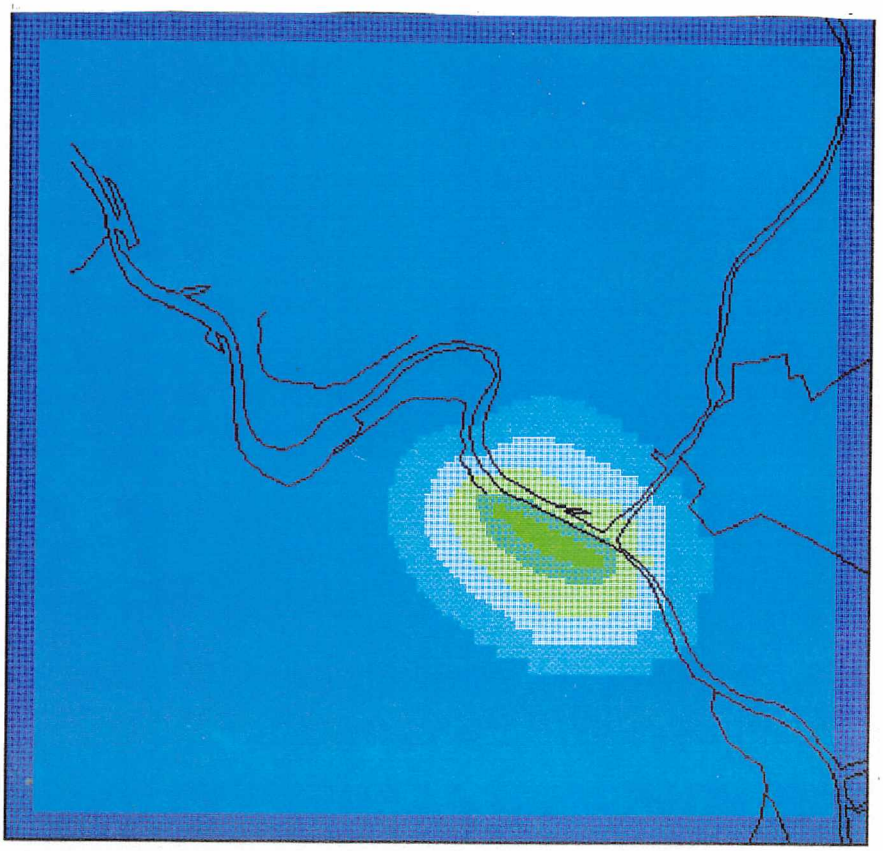
Figuur A.8a Potentiaalverlagingen in het tweede watervoerende pakket voor verschillende scenario's in het gebied Zalk



Figuur A.8b Potentiaalverlagingen in het tweede watervoerende pakket voor verschillende scenario's in het gebied Zalk

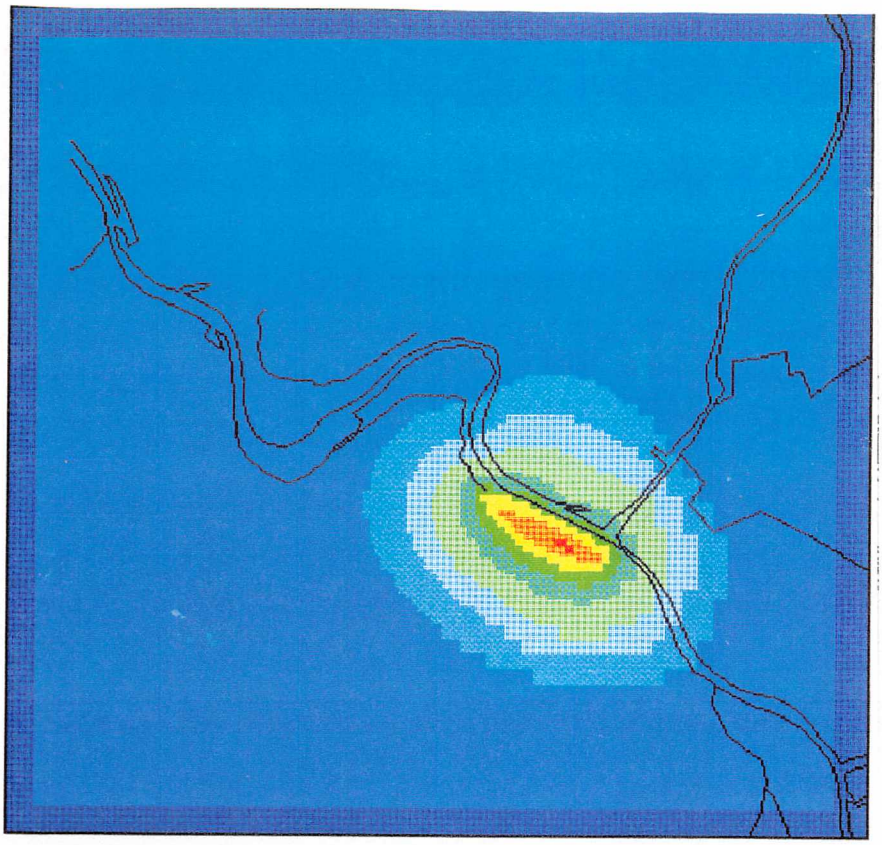


Figuur A.9 Potentiaalverlagingen in het tweede watervoerende pakket voor verschillende scenario's in de Koppelerwaard



12

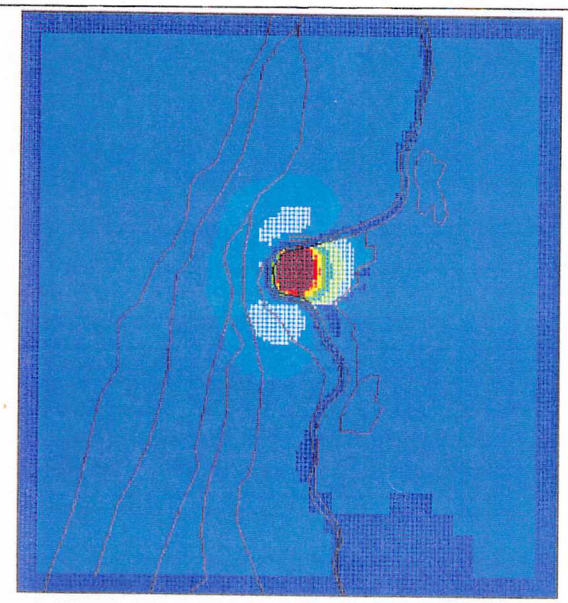
20 miljoen
binnendijks
lintvorm

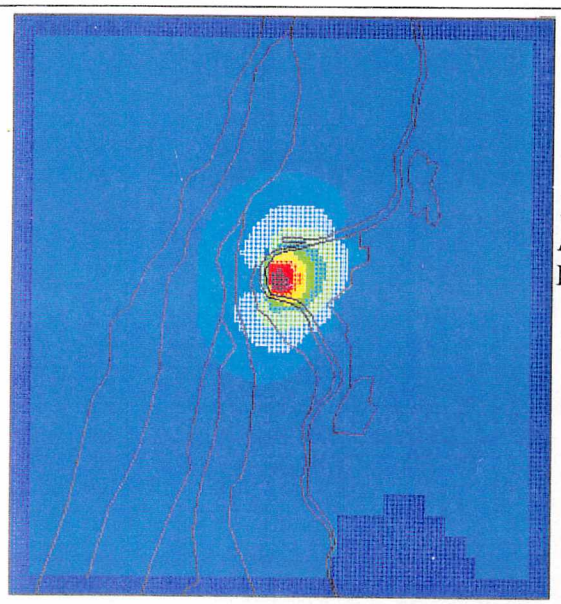


10

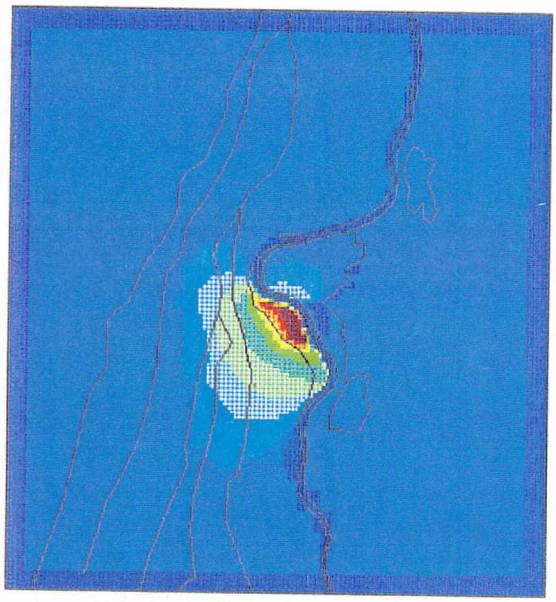
30 miljoen
binnendijks
lintvorm

Figuur A.10 Potentiaalverlagingen in het tweede watervoerende pakket voor verschillende scenario's in de Bentinckswelle

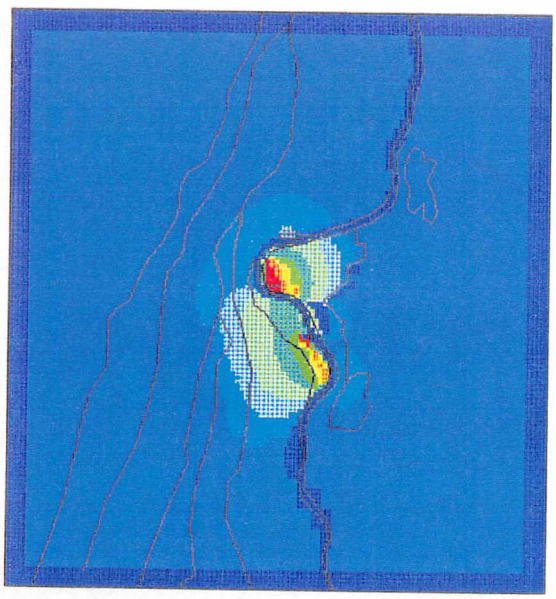


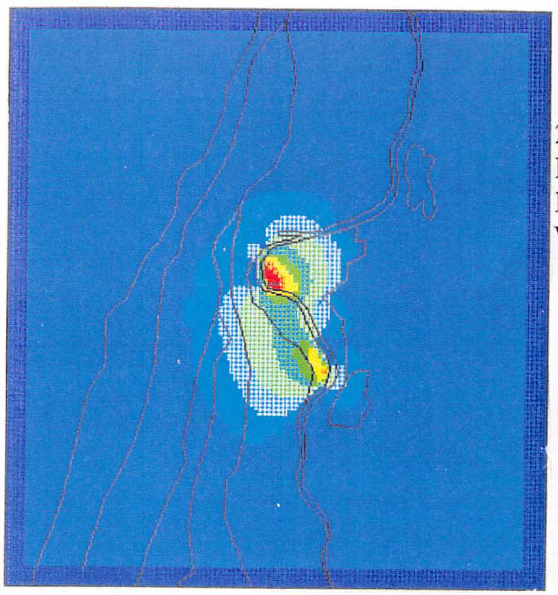


15 miljoen m³/jr
Alle putten in de
Duursche Waarden



15 miljoen m³/jr
Alle putten in de
Welsumerwaarden





20 miljoen m³/jr
Putten in de
Duursche- en
Welsumerwaarden

Figuur A.11 Potentiaalverlaging in het eerste (links) en tweede (rechts) WVP bij verschillende scenario's Deelgebied Zuid

Bijlage B Invloed van de nevengeul op het zomerbed

De invloed die de meestromende nevengeul op het zomerbed heeft, berekenen we bij een verhang van 0,0754 m/km, een zomerbedbreedte van 150 m en een Chézy-coëfficiënt voor hydraulische ruwheid van 42 $m^{1/2}/s$. We nemen aan dat het sedimenttransport evenredig is met de vijfde macht van de gemiddelde stroomsnelheid, zoals in de sedimenttransportformule van Engelund-Hansen. Het afvoerregime schematiseren we tot een hydrograaf waarbij 20% van de tijd Q_{10}, 60% van de tijd Q_{50} en 20% van de tijd Q_{90} werkzaam is. De bijbehorende afvoerwaarden zijn respectievelijk 210, 290 en 456 m^3/s. Uit de eis dat de verondieping van het zomerbed ten gevolge van de nevengeul niet meer dan 0,2 m mag bedragen, volgt dat maximaal 6% van elk van deze afvoeren door de nevengeul geleid mag worden. Wanneer ook een deel van het zandtransport van de IJssel door de nevengeul gaat, is een hoger afvoerpercentage mogelijk, bij voorbeeld 8% wanneer de nevengeul door het jaar heen 10% van de totale zandvracht te verwerken zou krijgen. Hier moeten we de kanttekening plaatsen dat stuweffecten vanuit het Ketelmeer in de berekening zijn verwaarloosd. Om de hieruit voortvloeiende fouten te ondervangen, nemen we enige veiligheid in acht en kiezen we voor een oplossing waarbij steeds circa 4% van de IJsselafvoer door de nevengeul gaat. De bijbehorende verondieping van de vaargeul is 0,13 m. Het bodemverhang wordt dan over een traject van 2,5 km 3 mm/km steiler. Bovenstrooms van de Koppelerwaard treden daardoor aanzandingen op waardoor de evenwichtsbodemligging van de IJssel 8 mm hoger wordt. De daardoor veroorzaakte verhoging van de maatgevende hoogwaterstanden bedraagt 30% à 40% van die 8 mm en is derhalve te verwaarlozen.

Bijlage C Overzicht ruimtelijke ordeningsprocedures

Regelingen ter verwerving gronden voor natuurontwikkelingsprojecten
Om natuurontwikkelingsprojecten te realiseren moeten veelal de benodigde gronden worden aangekocht. Naar verwachting zal het merendeel van de natuurontwikkelingsprojecten in Nederland langs de weg van landinrichting tot stand worden gebracht. Met name de *herinrichting met bijzondere doelstelling* is een nieuwe vorm van landinrichting speciaal bedoeld voor gebieden waarin men natuur wil ontwikkelen. Het besluit tot herinrichting wordt genomen door Gedeputeerde Staten.

Delen van het projectgebied vallen onder de zgn. *Relatienota*. Hieronder worden zowel de *Beheersgebieden* als de *Reservaatgebieden* begrepen. In de Beheersgebieden wordt er naar gestreefd de landbouw blijvend een bestaan te bieden, terwijl tegelijkertijd de bedrijfsvoering is gericht op doeleinden van natuur en landschap. In Reservaatsgebieden wordt er naar gestreefd om de betreffende grond te verwerven ten behoeve van een terreinbeherende instantie. In de Koppelerwaard is dit SBB.

Tenslotte is er nog de *Regeling begrenzing natuurontwikkelingsprojecten*. Deze regeling is van toepassing op agrarische cultuurgronden gelegen binnen de ecologische hoofdstructuur zoals aangegeven in het Natuurbeleidsplan. De regeling voorziet in een procedure voor het opstellen van een begrenzingenplan. De Minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij geeft per provincie het aantal hectaren aan waarvoor ten hoogste een begrenzingenplan kan worden vastgesteld. Ook geeft zij het bedrag aan dat jaarlijks uit de Rijkskas voor een bepaalde periode ten hoogste beschikbaar is voor het tot stand brengen van natuurontwikkeling. De begrenzingsplannen worden vastgesteld door GS.

Ontgrondingenwet
De ontgrondingenwet stelt regels ten aanzien van de procedure die leidt tot het al dan niet verlenen van een ontgrondingsvergunning. Bij de beoordeling van een vergunningaanvraag worden de belangen van omwonenden, landschap, natuur en cultuurhistorische waarden, drinkwatervoorziening, recreatie e.d. meegenomen. In het verlengde van de Ontgrondingenwet ligt de Ontgrondingsverordening, een uitwerking van de wet op provinciaal niveau. In de ontgrondingenverordening kan het proviciaal bestuur zichzelf verplichten tot het vaststellen van een ontgrondingenplan. De provincie Overijssel beschikt nog niet over zo'n ontgrondingenplan. Men gebruikt momenteel de beleidsnota 'Grof zand over de IJssel'.

Rivierenwet en Baggerregelement
De Rivierenwet verlangt een vergunning voor ontgrondingen en stelt eisen aan het onderhoud van beplantingen in het zomer- en winterbed van de rivier. Bij het al dan niet verlenen van een Rivierenwetvergunning hanteert Rijkswaterstaat het Compensatiebeginsel. Bij het aanvragen van een Rivierenwetvergunning moet de aanvrager een compensatie aanbieden. In de praktijk keurt Rijkswaterstaat compensaties goed als die in het kader van het rivierbeheer verantwoord zijn. De Rivierenwet biedt geen toetsingskader zoals de Wet op de Ruimtelijke Ordening. Aan de invulling van het compensatiebeginsel kan dus geen toetsing vooraf gaan. De vergunningsprocedure op grond van de Rivierenwet wijkt nogal af van wat gebruikelijk is.

Naast de Rivierenwet is voor het beheer van het rivierengebied nog een andere wet van belang: de Wet tot vaststelling van bepalingen betreffende 'Rijkswaterstaatswerken'. Op grond

van deze wet is onder meer de AMvB 'Het Baggerregelement' vastgesteld. Dit regelement heeft uitsluitend te maken met aktiviteiten binnen het zomerbed.

Wet op de ruimtelijke ordening (WRO)
Een belangrijk element uit de WRO is het bestemmingsplan, vastgesteld door de Gemeente. De aanlegvergunning fungeert hierbij als een belangrijk instrument om ervoor te zorgen dat de bestemmingen zoals die zijn neergelegd in het bestemmingsplan worden beschermd. Met andere woorden: een aanlegvergunning moet voorkomen dat een terrein minder geschikt wordt voor de verwezenlijking van de daaraan in het plan gegeven bestemming, of indien de bestemming reeds verwezenlijkt is, ter bescherming van de bestaande toestand.

Wet milieubeheer en overige milieuwetgeving
Sinds 1 maart 1993 is de nieuwe Wet Milieubeheer tot stand gekomen. Met deze nieuwe wet is een basis gelegd voor een nieuw stelsel van milieuwetgeving. Hierdoor wordt het mogelijk een integrale milieuvergunning af te geven, waarvoor vroeger nog afzonderlijke vergunningen nodig waren op basis van de Hinderwet, Wet Luchtverontreiniging, Wet Geluidshinder en Afvalstoffenwet. Daarnaast blijven er nog een aantal andere wetten van belang, zoals de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren en de Wet Bodembescherming. Ook de Milieu effect rapportage heeft binnen de Wet Milieubeheer een wettelijk kader gekregen.

Bijlage D Economische aspecten van oevergrondwaterwinning langs de IJssel

D.1 Algemeen

Ten behoeve van het Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening (BDIV) is een afwegingsmethodiek ontwikkeld en zijn criteria vastgesteld, die een rol spelen bij de afweging van de winning van water uit verschillende bronnen ten behoeve van de drinkwatervoorziening [1]. De onderscheiden criteria zijn:

1. Volksgezondheid: het risico op schade aan de gezondheid bij normaal bedrijf en in geval van calamiteiten.
2. Milieu: het gebruik van (schaarse) grondstoffen en energie en de preventie van de produktie van afvalstoffen.
3. Natuur: beïnvloeding van natuurwaarden.
4. Landschap: beïnvloeding van landschapswaarden.
5. Ruimtegebruik: het (directe en indirect) ruimtebeslag ten behoeve van de drinkwatervoorziening.
6. Technologische haalbaarheid: de vraag of technologieën daadwerkelijk beschikbaar zijn op het moment dat ze nodig zijn.
7. Flexibiliteit onder veranderende omstandigheden: de mate waarin de voorspelde effecten gevoelig zijn voor mogelijke veranderingen in de omstandigheden in de toekomst.
8. Kwetsbaarheid: het risico dat niet in de behoefte aan drinkwater kan worden voorzien als gevolg van storingen in bijvoorbeeld de infrastructuur en als gevolg van calamiteiten.
9. Economie: de kosten (en baten) voor verschillende sectoren en andere belangrijke economische indicatoren, zoals werkgelegenheid en inkomensverdeling, voorzover deze relevant zijn.
10. Bestuurlijk-juridische en organisatorische aspecten: de mate waarin maatschappelijk acceptatie wordt verkregen en inpassing in de bestuurlijk-juridische en organisatorische kaders mogelijk is.

Bij de meeste van deze tien hoofdcriteria worden een aantal subcriteria onderscheiden. Bij het criterium economie wordt onderscheid gemaakt in de volgende subcriteria:

a. Directe kosten ofwel kostenposten die bijdragen aan de prijs van het drinkwater:
   - bescherming van de bron;
   - winning;
   - voorraadvorming;
   - produktie (zuivering en conditionering);
   - verwijdering van afvalstoffen;
   - transport (tot aan het distributienet);
   - aan derden vergoede schade (zoals de agrarische sector).

b. Indirecte kosten (en baten) ofwel kostenposten die niet in de drinkwaterprijs tot uitdrukking komen:
   - niet vergoede schade in agrarische sector;

- schade en/of baten voor de recreatie;
- schade aan bebouwing;
- mogelijk schade aan scheepvaartbelangen;
- schade bij afnemers van drinkwater door hardheid, corrosiviteit, zoutgehalte en temperatuurfluctuaties.

c. Afgeleide (macro-economische) effecten.

De afgeleide economische effecten zijn moeilijk vast te stellen en zijn waarschijnlijk weinig significant noch onderscheidend. Bij de afwegingen ten behoeve van het BDIV is dit subcriterium daarom buiten beschouwing gelaten. Dat geldt ook voor de indirecte kosten (en baten), omdat deze zo moeilijk zijn te kwantificeren. Uiteindelijk zijn alleen de totale directe kosten van produktie van drinkwater als subcriterium gehanteerd. Voor de onderhavige studie lijkt dat ook de aangewezen weg.

D.2 Directe kosten van oevergrondwaterwinning

D.2.1 Kostensoorten

Bij de produktie van drinkwater uit oevergrondwater kunnen de volgende kostenposten worden onderscheiden:

1. hydrologisch onderzoek;
2. aankoop van grond voor winning en produktie;
3. de bouw van het winmiddel (één of meer putten);
4. de bouw van het produktiemiddel (zuivering);
5. bouw van transportinfrastructuur en aansluiting op distributienet;
6. installatie van meet- en regeltechniek;
7. voorzieningen ter bescherming van de bron;
8. operationele kosten:
   - energie voor winning, zuivering en transport (tot distributienet),
   - gebruik van chemicaliën en grondstoffen ten behoeve van zuivering en onderhoud,
   - verwerking en afvoer van afvalstoffen (zuiveringsslib),
   - arbeidskosten ten behoeve van winning, zuivering, transport en onderhoud;
9. aan derden te vergoeden schade.

De kostenposten 1 t/m 7 betreffen investeringskosten, waaraan jaarlijkse afschrijvingskosten en rentelasten (vaste lasten) zijn verbonden. Electro-mechanische installaties worden in het algemeen afgeschreven over tien jaar, bouwtechnische investeringen over 25 jaar. Omdat grond normaal gesproken zijn waarde behoudt wordt daar niet op afgeschreven. In veel gevallen is sprake van schaaleffecten en neemt het investeringsbedrag per eenheid produktiekapaciteit af met een toenemende produktiekapaciteit.

De operationele kosten 8 (variabele lasten) zijn direct gerelateerd aan de omvang van de produktie, maar het verband is niet altijd volledig lineair. Ook hier kan sprake zijn van schaaleffecten waardoor de kosten bij een grote produktie per eenheid lager zijn dan bij een kleine produktie. Een voorbeeld hiervan zijn de arbeidskosten.

De aan derden te vergoeden schade 9 (agrarische sector) is sterk afhankelijk van de lokatie en de diepte en omvang van de winning (grondwaterstroming ter plaatse).

D.2.2 Kosten van verticale en horizontale winning

Ten aanzien van de oevergrondwaterwinning langs de IJssel zijn verschillende alternatieven mogelijk, zowel wat betreft de lokatie van de winning als de wijze van winning. Afhankelijk van de lokatie en daarmee samenhangend de diepte en omvang van de winning zullen de vaste en variabele kosten per m^3 drinkwater kunnen variëren. Voor een eerste screening en ter vergroting van het inzicht is het niet nodig nu al definitieve en gedetailleerde kostenschattingen te maken. In deze notitie wordt volstaan met een globaal vergelijkende analyse van de verschillende wijzen van winning van het oevergrondwater. De exacte lokatie en de omvang van de winning kan later worden bepaald.

In eerste instantie worden twee wezenlijk verschillende winmethoden onderscheiden:

1. verticale winning uit één of meer putten in de uiterwaarden;
2. horizontale winning uit één put met verschillende horizontale drains op verschillende diepte in de uiterwaarden;
3. horizontale winning uit één put met verschillende horizontale drains binnendijks op verschillende diepte met doorvoering onder de dijk richting uiterwaarden.

Een globale kostenvergelijking van de investering in de winputten wordt gemaakt voor de volgende omstandigheden:

- een benodigde winning van circa 10 miljoen m^3 per jaar;
- een winning op 35 tot 60 m diepte;
- een diameter van de verticale winputten en de horizontale drains van 47 cm;
- een doorlatendheid van 40 m/dag (bij continu bedrijf een winning van 14.600 m^3/jaar per m^2 filteroppervlak ofwel een benodigd filteroppervlak van 685 m^2 overeenkomend met een filterlengte van 465 m).

Tabel D.1 geeft orde van grootte schattingen voor de investeringskosten van de winning van oevergrondwater van bovenstaande drie alternatieven. De informatie voor deze schattingen is verkregen uit [2]. Het benodigde investeringsbedrag voor verticale winputten blijkt duidelijk lager te zijn dan voor horizontale winning. Daarom wordt horizontale winning in de praktijk alleen toegepast als gewonnen moet worden uit een dun (zoet) watervoerend pakket. In dat geval is verticale winning moeilijk en daardoor relatief duur. Bij horizontale winning op afstand (alternatief 3) neemt de totale buislengte als gevolg van de doorvoer onder de dijk toe en de investeringskosten ook. Alternatief 3 is daardoor aanmerkelijk duurder dan alternatief 2.

bijdrage aan investering	alternatief 1 (miljoen *f*)	alternatief 2 (miljoen *f*)	alternatief 3 (miljoen *f*)
19 verticale putten à 50 kf	0.95		
60 m verticale schacht à 15 kf per m		0.90	0.90
470 m horizontale drains à 1 kf per m		0.47	0.47
720 m horizontale buis à 1 kf per m			0.72
	---	---	---
totaal	0.95	1.37	2.09

Tabel D.1 Indicatief overzicht van investeringskosten voor een oevergrondwaterwinning van 10 miljoen m^3/jaar

Opm.: Alternatief 3 omvat in totaal 6 horizontale buizen op verschillende diepte verbonden aan de verticale schacht, waarbij elke buis bestaat uit een stuk van 120 m om onder de dijk door te komen en vervolgens horizontale drains met een lengte van 80 m.

In [2] worden enkele voorbeeldberekeningen gegeven met als uitkomsten dat de putkosten bij horizontale winning 2 tot 3 keer groter zijn dan bij verticale winning. De verhouding is mede afhankelijk van lokale omstandigheden (aard van de bodem, dikte watervoerend pakket, diepte van de winning).

Voor een volledige vergelijking van de kosten moet ook naar andere kostenposten worden gekeken. Horizontale winning kan daarbij voordelen bieden. Zo is bij horizontale winning als regel minder grond nodig, zijn ter plaatse minder leidingen nodig voor transport naar de zuivering en kan ook de meet- en regeltechniek beperkter blijven. Maar de hogere investeringskosten voor de horizontale winning worden daardoor niet gecompenseerd. Een bijkomend voordeel van horizontale winning is dat als drains zijn geplaatst op verschillende dieptes selectief water kan worden ingenomen, waardoor doorslag van verontreiniging kan worden voorkomen.

D.2.3 Integrale produktiekosten

Uit [3] zijn indicatieve gegevens afgeleid voor het ramen van de integrale kostprijs (zie tabel D.2). Met een jaarcapaciteit van 10 miljoen m^3 bedraagt het investeringsbedrag inclusief nazuivering met koolfiltratie circa 50 miljoen gulden. Van het investeringsbedrag is 20% (10 miljoen gulden) benodigd voor grondaankoop, en 40% zowel voor bouwkundige werken als voor electro-mechanische installaties (elk 20 miljoen gulden). De reële rente wordt gesteld op 5% en de afschrijvingstermijnen voor bouwkundige werken op 25 jaar en voor electromechanische installaties op 10 jaar. Op grond wordt niet afgeschreven. De jaarlasten op basis van annuïteit zijn berekend in tabel D.2.

kostenpost	grootte	jaarlasten (milj. *f*)
investering	*f* 5,= per m³ jaarcapaciteit[1]	4.51
onderhoud	jaarlijks 0,7% van het investeringsbedrag	0.35
bediening	jaarlijks *f* 0,02 per m³ jaarcapaciteit	1.00
zuivering (chemicaliën)	*f* 0,07 per m³	0.70
energie[2]	0,10 kWh per m³	0.15
		---
totaal		6.71

[1] inclusief nazuivering met koolfiltratie

[2] prijs van elektriciteit gesteld op *f* 0,15 per kWh

Tabel D.2 Indicatieve kostenberekening bij winning en zuivering van oevergrondwater tot drinkwater (10 miljoen m³/jaar)

Blijkens tabel D.2 worden de totale kosten berekend op 6.7 miljoen gulden per jaar. Met een capaciteit van 10 miljoen m³ drinkwater per jaar leidt dat tot een kostprijs van *f* 0,67 per m³. Een extra investering van 1 miljoen gulden in horizontale winning vergeleken met verticale winning leidt bij een levensduur van de winput van 25 jaar tot een extra jaarlast van 0,07 miljoen gulden, ofwel een kostenstijging van 1% (minder dan een cent per m³).

Afhankelijk van de omstandigheden kunnen de kosten in de praktijk afwijken van wat bovenstaand is berekend. Niet alleen de grondprijzen spelen een rol, maar ook bijvoorbeeld de extra kosten voor inrichting (landschappelijke inpasbaarheid) en al dan niet toepassing van nazuivering. In bovenstaand rekenvoorbeeld komt ongeveer een derde van de investeringskosten voor rekening van de nazuivering met koolfilters. [1] geeft voor reeds bestaande oevergrondwaterprojecten een integrale kostprijs van circa *f* 0,30 per m³.

Afhankelijk van de lokatie, de omvang en diepte van de winning en daarmee samenhangend de daling van de grondwaterstand kan de agrarische sector in de omgeving schade leiden. Deze schade kan bij grondwaterwinningen oplopen tot circa *f* 0,02 per m³ [4]. Bij de winning van oevergrondwater is de schade meestal lager, omdat ook infiltratiewater uit de rivier onttrokken wordt, zodat de daling van de grondwaterstand beperkter is. Uitgaande van een schade van *f* 0,02 per m³ leidt een winning van 10 miljoen m³ oevergrondwater tot een totale schade van 0,2 miljoen gulden per jaar.

Referenties

[1] Milieu-effectrapport Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening, basisrapport 1: Vergelijking bouwstenen, VROM, maart 1993

[2] Mulder, M.M.A., Peters, J.H., Toepassing van radiale putten voor winning en aanvulling van grondwater, een verkenning, KIWA-rapport SWE 91.029, december 1991

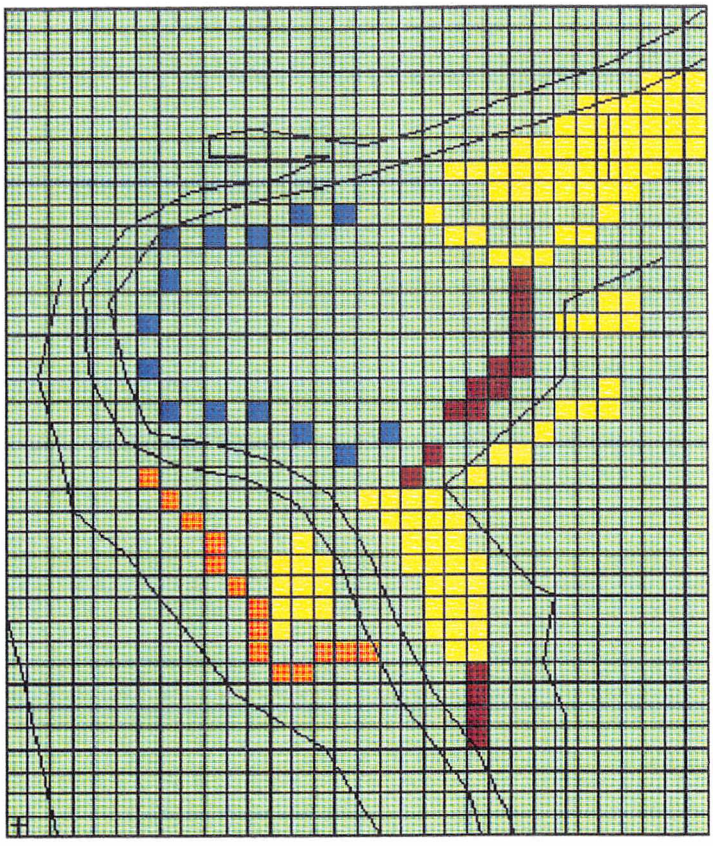
[3] Grondwaterbeheer Midden Nederland, eindrapport van de werkgroep drinkwater, Berekening van de effecten op de drinkwatervoorziening, 1992
[4] Milieu-effectrapport Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening, basisrapport 2: Grondwater, VROM, november 1992

Bijlage E Oeverwinning Duursche Waarden

Uit de oriënterende berekeningen is gebleken dat door de geringe dikte van het eerste watervoerende pakket en het voorkomen van Eemklei tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket ter plaatse van de Duursche Waarden het niet mogelijk is hier 30 miljoen m^3 grondwater per jaar te onttrekken. Op verzoek van de stuurgroep is hierop een inschatting gemaakt van de effecten van een onttrekking in de Duursche Waarden van 10 miljoen m^3/jr.

Als uitgangssituatie om de effecten te beschouwen is niet gekozen voor de huidige situatie, maar die waarin de tweede fase van het natuurontwikkelingsproject Welsumer- en Duursche Waarden is uitgevoerd. In deze fase is onder andere sprake van een nevengeul in de Welsumerwaarden (Heidemij/LB&P, 1993). Deze nevengeul is in het initiële systeem ingebouwd om alleen de effecten van de onttrekking van 10 miljoen m^3/jr en een nevengeul in de Duursche Waarden te kunnen bepalen.

In de Duursche Waarden komt veel oppervlaktewater voor. Aan weerszijden van de IJssel liggen hier talrijke diepe plassen. In figuur E.1 zijn deze plassen met geel aangegeven. Met oranje is de nevengeul volgens (LB&P, 1993) aangegeven. De nevengeul die in het kader van deze studie in de Duursche Waarden wordt aangelegd om de verdrogingseffecten te minimaliseren is met rood aangegeven. Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van al bestaande plassen. De blauwe cellen tenslotte zijn cellen waarin een onttrekking is geplaatst.

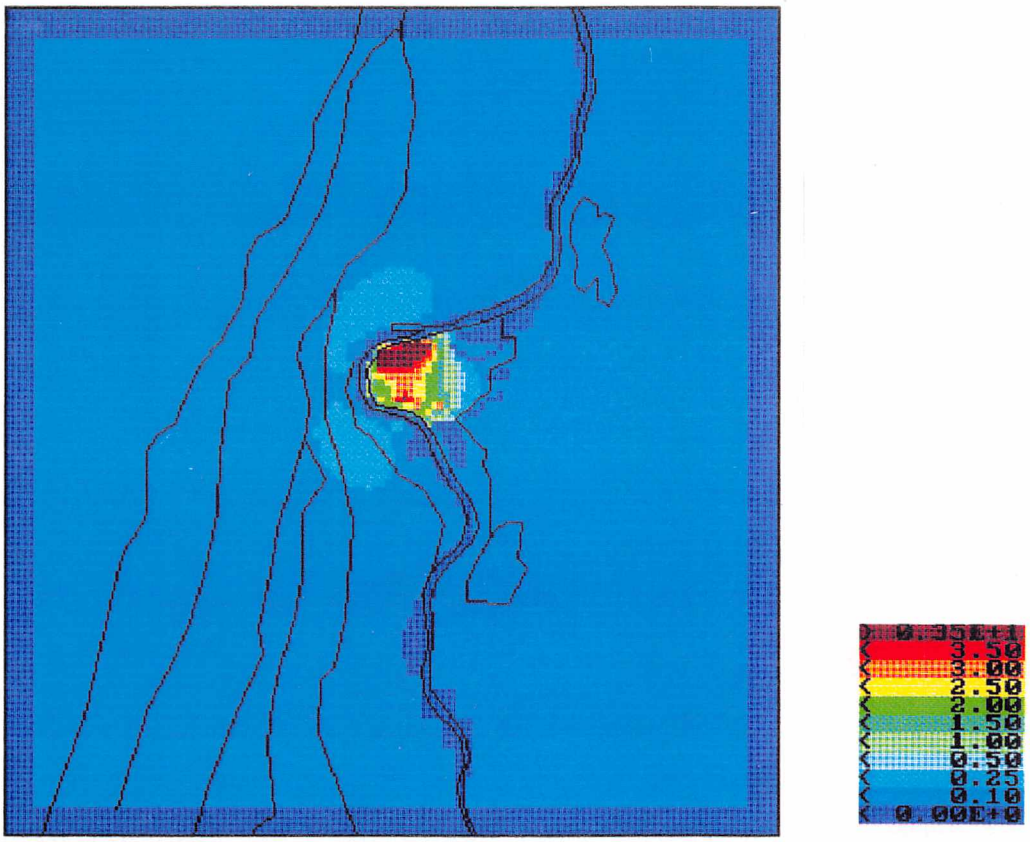


Figuur E.1 Putconfiguratie en ligging plassen en nevengeulen variant Duursche Waarden.
rood=nevengeul; blauw=verticale filters; geel=reeds bestaande plassen; oranje=nevengeul Welsumerwaard

Uit de eerste berekeningen is gebleken dat de effecten van onttrekkingen op het achterland het kleinst zijn wanneer de onttrekkingen in een lintvorm langs de IJssel worden geplaatst. Omdat juist in de Duursche Waarden bij onttrekkingen al gauw een kritieke situatie kan ontstaan waarbij de aquifer wordt drooggetrokken, is ervoor gekozen niet met een stervormige puttenconfiguratie en horizontale filters te rekenen zoals in de Koppelerwaard en bij Zalk is gedaan. In de Duursche Waarden zijn langs de IJssel in een lintvorm veertien verticale filters geplaatst. De onderlinge afstand is circa 200 m. De filters zijn in het eerste watervoerende pakket geplaatst om een zo groot mogelijk aandeel rivierwater aan te kunnen trekken. In het tweede watervoerende pakket is dit minder effectief omdat dit pakket van de IJssel wordt gescheiden door de Eemklei met een relatief grote weerstand .

Berekeningsresultaten

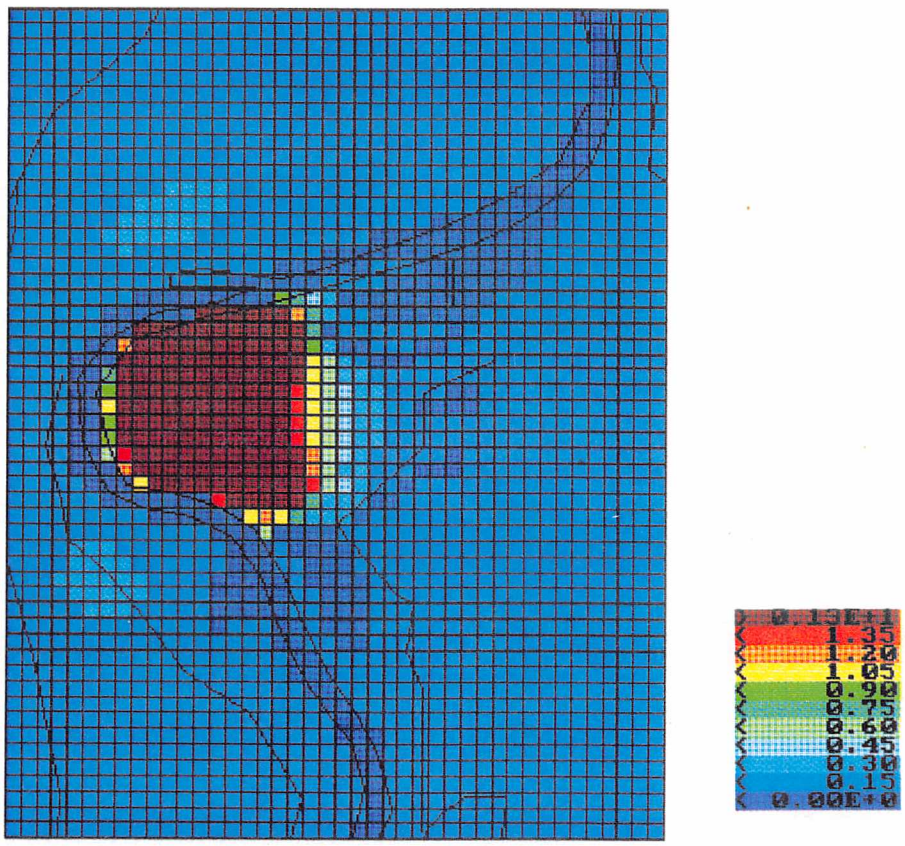
In figuur E.2 is de verlaging in het eerste watervoerende pakket als gevolg van de onttrekkingen weergegeven. Wat hierbij opvalt is dat de grootste verlagingen (tot meer dan 3,5 m) optreden in het noordwesten van de Duursche Waarden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het pakket hier zeer dun is (slechts 3 m) en bovendien de onderliggende Eemklei aanwezig is.



Figuur E.2 Potentiaalverlaging in het eerste watervoerende pakket in variant Duursche Waarden als gevolg van een onttrekking van 10 miljoen m^3/jr.

Naar de oostkant toe worden de grondwaterstandsdaling gebufferd door de plassen en de nevengeul. Dit is nog duidelijker te zien op figuur E.3: over een afstand van 500 m neemt deze af van meer dan 1,30 m tot minder dan 0,20 m.

Opvallend in deze figuur is dat pal ten westen van de Duursche Waarden, aan de overzijde van de IJssel, de verlaging minder is dan elders aan de overzijde van de IJssel. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat hier geen Eemklei in de ondergrond voorkomt, waardoor het eerste en tweede watervoerende pakket met elkaar in verbinding staan en één dik pakket vormen.



Figuur E.3 Verlaging potentialen in bovenste deel wvp variant Duursche Waarden (NB andere kleurschaal dan in fig. E.2).

Conclusie

Wanneer in de Duursche Waarden een hoeveelheid grondwater van 10 miljoen m^3/jr wordt onttrokken blijven de effecten grotendeels beperkt tot de Duursche Waarden. De plassen en de nevengeul vormen in het oosten een buffer tegen verdere invloed van de onttrekkingen in die richting. Ten noorden en ten zuidwesten van de IJssel worden verlagingen berekend van maximaal 0,19 m. De grootste verlaging van de potentiaal is meer dan 3,5 m.

waterloopkundig laboratorium | WL

hoofdkantoor
Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon (015) 56 93 53
telefax (015) 61 96 74
telex 38176 hydel-nl

locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon (05274) 29 22
telefax (05274) 35 73
telex 42290 hylvo-nl