

Q3244-A

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, RIZA

Kader hydraulische analyse Bovenrivierengebied

PKB-studie deelrapport A

Verslag


September 2003

Opdrachtgever:

Rijkswaterstaat, RIZA

Kader hydraulische analyse Bovenrivierengebied

PKB-studie deelrapport A

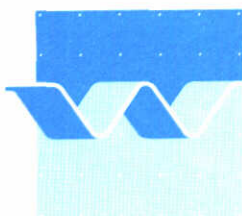
	WV Delft WV Delft WV Delft
BD	60936
WL	Q 3244 - A
EXPI	WL Delft Hydraulics



C 143835

Verslag

September 2003



WL | delft hydraulics

Voorwoord

Het voorliggende rapport maakt onderdeel uit van de rapportage over het rivierkundig onderzoek dat door WL|Delft Hydraulics is uitgevoerd in het kader van de studie PKB-Ruimte voor de Rivier, Ontwikkeling Blokkendoos PKB.

De gerapporteerde werkzaamheden zijn vastgelegd in de overeenkomsten RI-3748, RI-3748A en RI-3748B. Kort samengevat hebben de werkzaamheden betrekking op de bepaling van hydraulische effecten en overige effecten van maatregelen in het bovenrivierengebied en de feitelijke ontwikkeling van de Blokkendoos PKB.

De Blokkendoos beslaat zowel het boven- als het benedenrivierengebied. De maatregelen en de effecten van maatregelen in het benedenrivierengebied zijn aangedragen door het Projectbureau Benedenrivierengebied en vallen als zodanig buiten deze rapportage.

De rapportage bestaat uit vijf delen, te weten:

- Deelrapport A: Kader hydraulische analyse bovenrivierengebied
- Deelrapport B: Overzicht hydraulische effecten maatregelen bovenrivierengebied
- Deelrapport C: Bepaling van overige effecten van maatregelen
- Deelrapport D: Algemene toelichting Blokkendoos PKB
- Deelrapport E: Nadere beschrijving aspecten Blokkendoos PKB

Het voorliggende rapport is deelrapport A, waarin het kader wordt geschetst van de hydraulische analyse die is uitgevoerd voor het bovenrivierengebied. De resulterende gegevens zijn vastgelegd in de Blokkendoos versie 2.00.0004.

Naast deze rapporten is een CD verschenen met daarop de Blokkendoos PKB versie 2.00.0004.

De Blokkendoos bevat voor maatregelen in het boven- en benedenrivierengebied per maatregel een groot aantal kenmerken (hydraulisch effect bij uitvoering, kosten, oppervlakken, etc.) en een aantal illustraties van de betreffende maatregel. Met de Blokkendoos kan de gebruiker zelf een pakket maatregelen samenstellen om te voldoen aan een gekozen hydraulische taakstelling per Rijntak.

Inhoud

1	Inleiding	1—1
2	Uitgangspunten PKB	2—1
2.1	Uitgangssituatie voor de rivierkundige analyse	2—1
2.2	Referentiesituatie voor de PKB in WAQUA	2—3
3	Hydraulische taakstelling	3—1
3.1	WAQUA model voor de taakstellingen	3—1
3.2	Korte termijn hydraulische taakstelling	3—2
3.2.1	Bovenrivierengebied	3—2
3.2.2	Benedenrivierengebied	3—8
3.3	Lange termijn hydraulische taakstelling	3—8
3.3.1	Bovenrivierengebied	3—8
3.3.2	Benedenrivierengebied	3—10
4	WAQUA-instrumentarium	4—1
4.1	Randvoorwaarden voor het WAQUA-model	4—1
4.1.1	Randvoorwaarden Waal, Neder-Rijn en IJssel	4—1
4.1.2	Randvoorwaarden IJsseldelta	4—2
4.2	Rekenrooster voor de PKB	4—3
4.3	Methode berekeningen IJsseldelta	4—6
5	Identificatie en schematisatie PKB knelpunten	5—1
5.1	Samenstellen atlassen voor knelpuntenidentificatie	5—1
5.1.1	Inhoud atlassen	5—1
5.1.2	Uitgangspunten en aannames identificatie van knelpunten	5—3
5.2	Schematisatie PKB knelpunten	5—4

5.2.1	Modelleren van hoge gebieden	5—4
5.2.2	Modelleren van kaden	5—4
5.3	Integrale kade- en kribverlaging	5—4
6	Schematisatie uiterwaardmaatregelen	6—1
6.1	Schetsen van uiterwaardplannen	6—1
6.2	Vergravingen in uiterwaardplannen	6—2
6.3	Verlagen en verwijderen kades in uiterwaardplannen	6—4
6.4	Modelleren van strangen en nevengeulen	6—5
6.4.1	Schematisatie van nevengeulen in uiterwaardplannen	6—6
6.4.2	Analyse van de WAQUA bodemschematisatie	6—8
6.4.3	Conclusies en aanbevelingen	6—9
7	Schematisatie bestaande plannen en lopende projecten	7—1
8	Hydraulische ruwheden in de PKB	8—1
8.1	Opzet gevoeligheidsberekeningen	8—1
8.2	Resultaten en conclusies gevoeligheidsanalyse	8—3
8.3	Implementatie nieuwe combinatiemethode	8—4
9	Overhoogte van dijken	9—1
9.1	Achtergrond van dijkoverhoogtes in de Blokkendoos	9—1
9.2	Implementatie dijkoverhoogtes en stabiliteit in de Blokkendoos	9—2
9.3	Aandachtspunten bij bepalen dijkoverhoogtes en stabiliteit	9—5
A	Nevengeulen in uiterwaardplannen	A—1
B	Strangen in uiterwaardplannen	B—1
C	WAQUA bodemschematisatie en contouren van strangen	C—1
D	Fortrancode voor implementatie nieuwe ruwheden	D—1
E	Beschrijving koppeling dijkoverhoogte-informatie aan Blokkendoos kilometerpunten	E—1

I Inleiding

Doel van dit rapport

In het kader van de PKB Ruimte voor de Rivier wordt een groot aantal nieuwe knelpunten en uiterwaardmaatregelen bestudeerd. Deze maatregelen worden geschematiseerd met behulp van Baseline, waarna berekeningen worden uitgevoerd met WAQUA. De hydraulische knelpunten zijn door WL in samenwerking met RIZA geïdentificeerd op basis van stroombeelden in de referentiesituatie. De uiterwaardplannen zijn tot stand gekomen tijdens ontwerp sessies met de omgeving. Daarnaast is nog een beperkt aantal integrale maatregelen doorgerekend met een gewijzigde schematisatie.

Dit rapport beschrijft het kader van de hydraulische analyse voor het bovenrivierengebied, teneinde vast te leggen welke aannames zijn gedaan en welke randvoorwaarden zijn gebruikt bij het analyseren van de effecten van maatregelen. De nadruk ligt op de hydraulische randvoorwaarden en de manier van schematiseren van de maatregelen.

Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de aanpak van de hydraulische analyse in algemene termen. Voor meer gedetailleerde informatie over waterstandseffecten van maatregelen wordt verwezen naar deelrapport B. Voor de overige effecten wordt verwezen naar deelrapport C en de Blokkendoos.

Hoofdstuk 2 schetst de uitgangssituatie bij de start van de PKB Ruimte voor de Rivier en beschrijft het WAQUA model in de referentiesituatie.

In hoofdstuk 3 wordt beschreven hoe de hydraulische taakstelling tot stand is gekomen, voor zowel de korte als de lange termijn.

Hoofdstuk 4 beschrijft het gebruikte WAQUA-instrumentarium en de aanpassingen die aan het rooster zijn gedaan. Tevens komt hier de gebruikte methode voor de IJsseldelta aan de orde.

Hoofdstukken 5, 6 en 7 gaan in op de schematisatie van respectievelijk de knelpunten, uiterwaardplannen en bestaande plannen en lopende projecten. De hoofdstukken beschrijven de aannames en uitgangspunten voor het aanpassen van de Baseline-bestanden.

In hoofdstuk 8 komt aan de orde welke ruwheidswaarden zijn toegepast en de manier waarop deze ruwheden worden gebruikt in de PKB Ruimte voor de Rivier.

Tenslotte beschrijft hoofdstuk 9 hoe de dijkverhoogtes tot stand zijn gekomen en op welke wijze deze geïmplementeerd zijn in de Blokkendoos.

Medewerkers / organisatie

De hydraulische analyse van alle maatregelen is uitgevoerd door ing. Johan Crebas, ir. Karen Meijer, ir. Chris Stolker, ir. Simone van Schijndel en dr.ir. Suryadi. Voor de benodigde GIS-activiteiten waren drs. Karin Stone, drs. Marcel Ververs en Rolf van Buren bij het project betrokken.

De analyse van de ruwheden en van de schematisatie van nevengeulen en strangen is uitgevoerd door ir. Chris Stolker.

Het verwerken van de informatie van dijkoverhoogtes en de implementatie in de Blokkendoos is uitgevoerd door ir. Chris Stolker in samenwerking met ir. Karin de Bruijn, drs. Marcel Ververs en André Hendriks.

Van de zijde van WL was ir. Jos Dijkman projectleider voor de WL-werkzaamheden, met ir. Simone van Schijndel als zijn vervanger.

Van de zijde van RIZA was ir. Wim Silva opdrachtnemer naar DON, projectleider voor RIZA activiteiten voor dit project, en opdrachtgever voor dit project naar WL. dr. Ralph Schielen trad op als zijn plaatsvervanger. Ir. Rob Lambermont (RWS-DON / Projectorganisatie RvdR, Bureau Bovenrivieren) droeg in belangrijke mate bij aan de vormgeving van het project en de begeleiding van de werkzaamheden. RIZA, de Projectorganisatie Ruimte voor de Rivier en WL werkten intensief samen aan de ontwikkeling van de Blokkendoos-PKB.

2 Uitgangspunten PKB

Bij het beschrijven van de uitgangspunten wordt een aantal termen genoemd waarvoor hieronder kort de definitie wordt gegeven.

Uitgangssituatie:	situatie die gehanteerd wordt als startpunt voor het definiëren van de referentiesituatie
Referentiesituatie:	situatie die dient als referentie (vergelijkingsbasis) voor de berekening van rivierkundige effecten van maatregelen.
Basisschematisatie:	de schematisatie die gebruikt is voor het bepalen van de waterstanden in het Randvoorwaardenboek 2001 (HR2001).

2.1 Uitgangssituatie voor de rivierkundige analyse

Vanzelfsprekend dient de rivierkundige uitgangssituatie`scherp te worden gedefinieerd. Deze uitgangssituatie vormt de basis waarmee andere berekeningen worden vergeleken en is het vertrekpunt voor rivierkundige uitbreidingen of aanpassingen. In de PKB Ruimte voor de Rivier is voor de uitgangssituatie voor de rivierkundige analyse de situatie van begin 2001 gekozen.

Naast de rivierkundige uitgangssituatie is ook de autonome ontwikkeling van belang, ofwel welke maatregelen en plannen worden in de nabije toekomst 'zeker' (uiterlijk rond 2005) uitgevoerd en vormen dus in eerste instantie geen discussiepunt meer bij het samenstellen van inrichtingsalternatieven voor de Rijntakken.

Zowel de uitgangssituatie als de autonome ontwikkeling hebben consequenties voor de hydraulische taakstellingen (het verschil tussen waterstanden bij enerzijds bijvoorbeeld 18.000 of 16.000 en anderzijds 15.000 m³/s te Lobith), tenzij relevante maatregelen MHW-neutraal zijn uitgevoerd. Maar ook al is dit laatste het geval dan is het nog steeds van groot belang om beide situaties goed te kennen; enerzijds om tot een correcte effectenafhandeling te komen anderzijds om doublures met andere maatregelen en plannen te voorkomen.

Het WAQUA-model c.q. de gebiedsschematisatie die aan de basis ligt van het voorliggende onderzoek, is de schematisatie die gebruikt is voor het Randvoorwaardenboek 2001 (HR2001), te weten Rijn-MHW98_2. Deze basisschematisatie is gekalibreerd met meetgegevens van het hoogwater van 1995 en geverifieerd met informatie over het hoogwater van 1993. De basisschematisatie dient in het kader van de voorliggende studie zó te worden uitgebreid dat aan de eisen van referentie- en autonome situatie wordt voldaan.

De basisschematisatie die voor HR2001 is gebruikt, is gebaseerd op de situatie van 1997 voor wat betreft de schematisatie van de riviergeometrie en het bodemgebruik. Deze basisschematisatie bevatte onder andere de verlaagde Millingendam en elf natuurontwikkelingsprojecten. Verleende vergunningen voorzien in de mogelijkheid veelal hoogwatervrije terreinen (hydraulische obstakels) te handhaven en eventueel uit te breiden, mits ze rivierkundig gezien worden gecompenseerd. Tevens betreffen verleende vergunningen de vergunningen voor het winnen van klei (baksteenindustrie). Voor de volledigheid geeft

Tabel 2-1 een overzicht van de vergunningen die reeds zijn opgenomen in de basisschematisatie. Bij het bepalen van de absolute getallen voor hectares landbouw en natuur in de referentiesituatie is er rekening mee gehouden dat deze vergunningen reeds zijn opgenomen in de basisschematisatie.

Tabel 2-1 Vergunningen die reeds zijn opgenomen in de basisschematisatie

Vergunningen:
Klommenwaard
Waaier van Geulen
Schipperwaard
Steenwaard
Golberdinger waard
Stichtse Rijnlanden
Duursche waarden

Naast de wel in de basisschematisatie opgenomen vergunningen is er nog een aantal plannen dat in de periode 1997-2002 is uitgevoerd en dat niet in de basisschematisatie zit. Voor deze projecten is wel een berekening uitgevoerd en het waterstandseffect is verwerkt in de hydraulische taakstelling. Dit betreft de in Tabel 2-2 genoemde maatregelen.

Tabel 2-2 Overzicht van maatregelen die zijn uitgevoerd in de periode 1997 tot 1 januari 2002

tak	code	omschrijving	waterstands-effect [m]
Waal	W21_1_L	Ochtense buitenpolder (=Gouverneurse polder)	0,003
Waal	W29_1_L	Passewaay	0,008
Waal	W30_1_L	Stiftsche uiterwaarden	0,024
Waal	W37_1_L	Watertoren Zaltbommel	0,001
Waal	W39_1_L	Gamerensche waard	0,012
Waal	W41_1_L	Breemwaard	-0,008
Neder-Rijn	50011	Stuweiland Driel	0,051
IJssel	Y08_Y09_Y11_1_L	Lathumse en Bahrse, Zuider- en Vaalwaard (Rhederlaag)	0,149
IJsseldelta	Y 60_1	De Greente	0,009

Daarnaast is in de hydraulische taakstelling het effect verwerkt van een aantal maatregelen dat zeker zal worden uitgevoerd maar in een ander kader dan de PKB. Dit betreft de in Tabel 2-3 genoemde maatregelen.

Tabel 2-3 Overzicht van maatregelen die zullen worden uitgevoerd in een ander kader dan RvdR.

tak	code	omschrijving	waterstands-effect [m]
Boven-Rijn	W01_1_L	uitwijkhaven Lobith	0,014
Waal	W06_1_L	Millingerwaard	0,068
Waal	W14_1_L	uitwijkhaven Weurt	0,002
Pann. Kan.	R04_1_L	Loowaard	0,028
Neder-Rijn	R29_1_L	vispassage Amerongen	0,000

Als laatste worden in de PKB nog de maatregelen onderscheiden waarvoor het projectbesluit reeds genomen is op peildatum 1 april 2003. In de Blokkendoos bestaat de mogelijkheid deze maatregelen in één keer te selecteren. Tabel 2-4 geeft een overzicht van deze maatregelen.

Tabel 2-4 Overzicht van maatregelen waarvoor een projectbesluit (of vergelijkbaar) is genomen (1/4/2003).

code	tak	naam
R30_1_L	NL	Toegangsdam stuw Amerongen
20401	NL	Bakenhof
50010	NL	Spoorbrug Oosterbeek
Y53_1_L	IJD	Vreugderijkerwaard

2.2 Referentiesituatie voor de PKB in WAQUA

Voor de Baseline en WAQUA schematisaties, die gebruikt zijn voor alle berekeningen die in het kader van de PKB zijn uitgevoerd, is uitgegaan van de autonome situatie zoals bekend bij de start van de PKB-studie in juni 2002. Globaal kan worden gezegd dat dit de rivierkundige situatie is zoals die in 2015 wordt verwacht. In deze situaties zal ten opzichte van de huidige situatie reeds een aantal rivierkundige maatregelen zijn uitgevoerd. Tabel 2-5 noemt deze maatregelen. Zij zijn alle toegevoegd aan de basisschematisatie zoals deze beschreven wordt in paragraaf 2.1. Deze maatregelen zijn enerzijds op dit moment al uitgevoerd of de verwachting is dat ze vóór 2015 uitgevoerd zullen zijn. In de schematisatie voor de PKB is geen rekening gehouden met de autonome bodemdaling.

Tabel 2-5 Maatregelen die worden opgenomen in de referentiesituatie voor de berekeningen in de PKB
Ruimte voor de Rivier

nr.	Maatregel	code	riviertak	km en oeverzijde	INTERREG
1.	Veur-Lent	50009	Waal	818,7 - 885,0 (R)	--
2.	Bakenhof	20401	Neder-Rijn	879,6 - 881,1 (L)	x
3.	Oosterbeek	50010	Neder-Rijn	887,0 - 887,7 (R)	x
4.	Stuweiland Driel	50011	Neder-Rijn	890,0 - 892,0 (R)	x
5.	Lexkesveer	5000	Neder-Rijn	899,0 - 901,8 (B)	x
6.	Hondsbroekse Pleij	20501+20303	IJssel	878,6 - 880,3 (R)	x

Ondanks het feit dat de genoemde maatregelen zijn opgenomen in de referentieschematisatie van de PKB zullen ze ook als blok in de Blokkendoos beschikbaar blijven. Naast alle andere maatregelen die zijn beschouwd in de Spankrachtstudie.

Naar verwachting zal rond 2015 een aantal andere uiterwaardprojecten ook zijn uitgevoerd, maar daarover was op het moment van de start van deze studie niet voldoende informatie beschikbaar. Met uitzondering van de genoemde autonome maatregelen komt de PKB-schematisatie volledig overeen met de referentiesituatie zoals deze in de Spankrachtstudie is gebruikt. Voor meer informatie over de basisschematisatie wordt derhalve verwezen naar de rapportage van de Spankrachtstudie. De maatregelen die in de autonome situatie voorkomen zijn na overleg met DON (in de persoon van ir. Jan-Paul Boutkan) op dezelfde manier geschematiseerd als in de Spankrachtstudie.

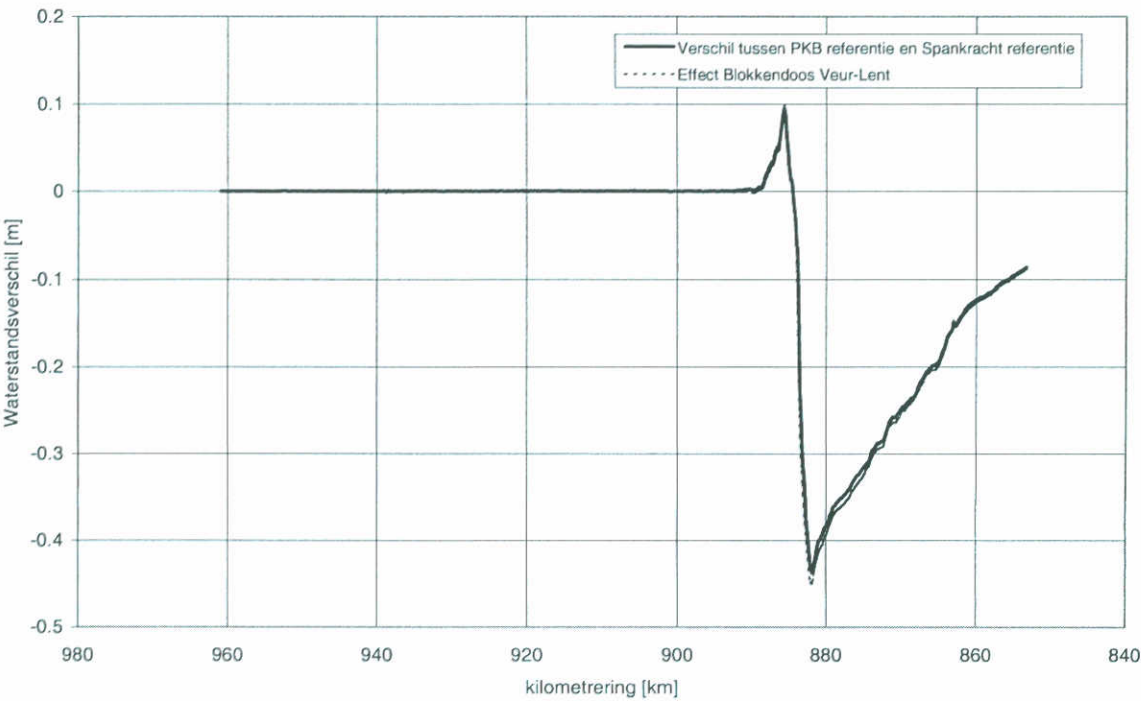
Het beschreven model zal worden gebruikt voor het bepalen van het waterstandseffect voor alle rivierverruimende maatregelen die worden geanalyseerd in de PKB, te weten de uiterwaardplannen, de PKB knelpunten (code 1 tot en met 57) en de lopende projecten. De hydraulische effecten worden bepaald bij een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith.

Voor de volledigheid geeft Tabel 2-6 een overzicht van de gebruikte schematisaties voor de PKB en de Spankrachtmaatregelen. Rijn-MHW98_2 is de schematisatie die tevens gebruikt is voor Randvoorwaardenboek 2001 (HR2001). Het waterstandseffect van de maatregelen wordt te allen tijde bepaald ten opzichte van de genoemde referentiesituatie.

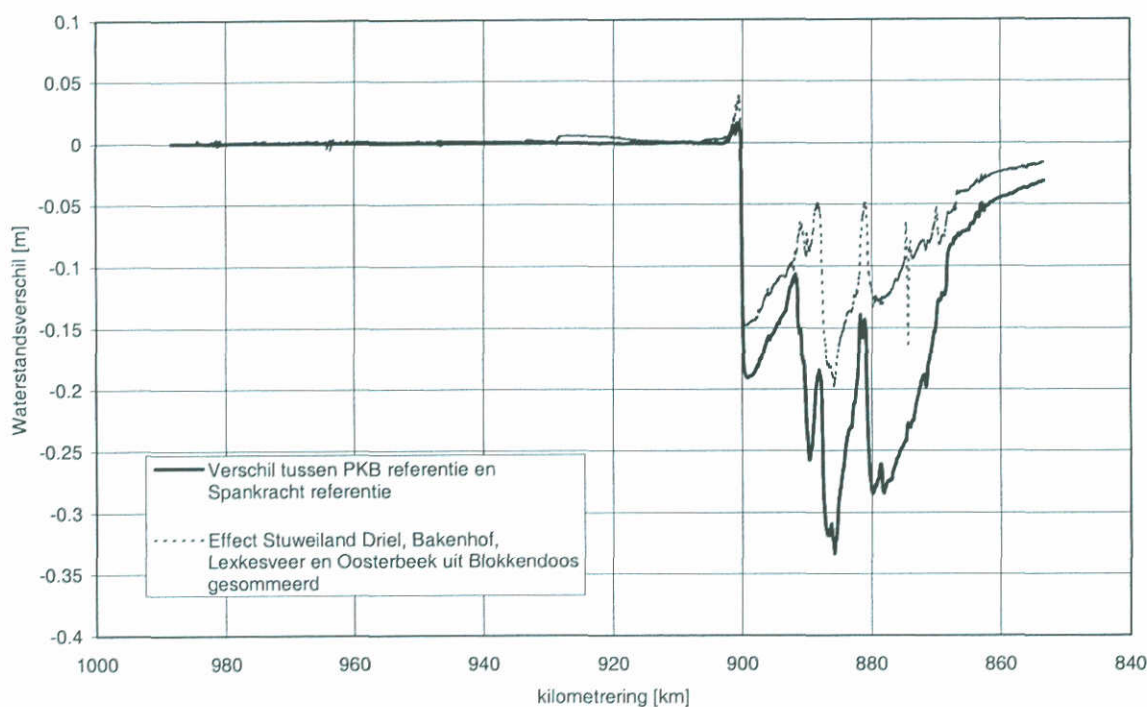
Tabel 2-6 Overzicht van de gebruikte schematisaties voor de PKB en de maatregelen die daarin verwerkt zijn

hydraulische taakstellings-berekeningen	referentiesituatie Spankracht	waterstandseffecten van Spankracht maatregelen	referentiesituatie PKB	waterstandseffecten van PKB maatregelen
Rijn-MHW98_3 (voor aanpassingen zie paragraaf 3.1) taakstelling gecorrigeerd voor maatregelen in Tabel 2-2 en Tabel 2-3	Rijn-MHW98_2	Rijn-MHW98_2	Rijn-MHW98_2 met daarin opgenomen de maatregelen in Tabel 2-5	Rijn-MHW98_2 met daarin opgenomen de maatregelen in Tabel 2-5

De referentiewaterstanden van de PKB studie zullen op de locaties van autonome ontwikkelingen verschillen ten opzichte van de referentie voor de Spankracht. Figuur 2-1, Figuur 2-2 en Figuur 2-3 tonen de verschillen tussen de referentiesituatie voor de PKB en de Spankrachtreferentie voor de drie afzonderlijke takken. Ter vergelijking is in deze figuren tevens het resultaat uit de Blokkendoos opgenomen. Figuur 2-1 toont dat voor Veur Lent in beide gevallen hetzelfde waterstandseffect wordt bepaald.



Figuur 2-1 Verschil tussen PKB referentie (=incl. autonome ontwikkeling) en Spankrachtreferentie voor de Waal en het effect voor Veur Lent uit de Blokkendoos

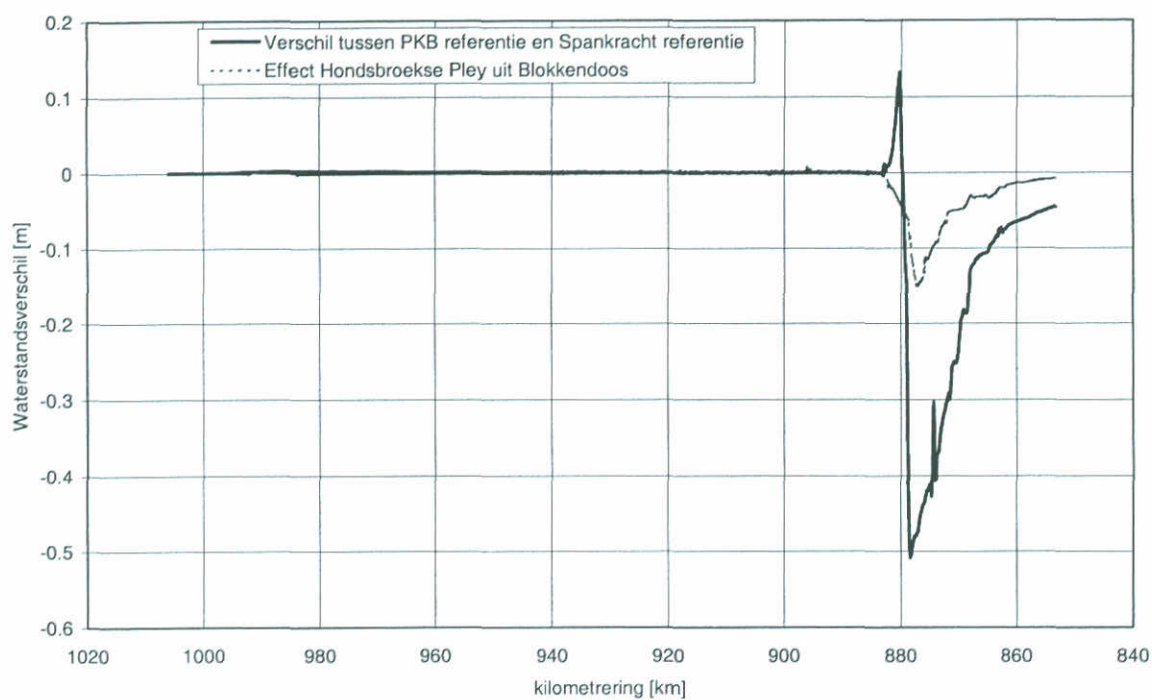


Figuur 2-2 Verschil tussen PKB referentie (=incl. autonome ontwikkeling) en Spankrachtreferentie voor de Neder-Rijn en het effect voor de genoemde maatregelen uit de Blokkendoos

Voor de Neder-Rijn toont Figuur 2-2 een verschil tussen de autonome situatie en het resultaat van de Blokkendoos. Dit wordt verklaard doordat de vier autonome maatregelen elkaar onderling duidelijk versterken.

Figuur 2-3 toont voor de IJssel een groot verschil met hetgeen uit de Blokkendoos volgt. Dit lijkt lastiger te verklaren te zijn. Enerzijds zit in deze autonome situatie het effect verscholen van de Bakenhof in de Neder-Rijn. Deze zou echter volgens de Blokkendoos maximaal 6 cm waterstandsvaling geven. Dit verklaart dus niet het grote verschil. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat het debiet in de richting van de Neder-Rijn op een andere manier is onttrokken in de PKB-studie. Het effect van Hondsbroekse Pley in de Spankracht Blokkendoos is geschat op basis van resultaten uit eerdere studies omdat het niet mogelijk bleek de WAQUA-berekening voor deze maatregel stabiel te krijgen. In de PKB is het gelukt de berekening stabiel te krijgen door op de aftakking naar de Neder-Rijn de volledige afvoer via de riviertak in het zomerbed te onttrekken in plaats van verdeeld over de totale breedte van de rivier. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat dit een dergelijk groot verschil in waterstandseffect kan veroorzaken.

Het meest waarschijnlijk is dat het effect dat eerder is bepaald is onderschat doordat in een vrijstromend model de Hondsbroekse Pley meer water gaat trekken, waardoor een deel van het waterstandsverlagend effect weer teniet wordt gedaan. In de voorliggende analyse wordt het debiet naar de Neder-Rijn hard opgelegd en van dat effect kan dus in de berekening geen sprake van. Daarnaast zal de combinatie met de Bakenhof in de Neder-Rijn zeker een effect hebben op het waterstandseffect van de Hondsbroekse Pley. Wanneer in volgende fase van het PKB-onderzoek een vrijstromend model wordt toegepast, wordt aanbevolen dit punt nader te onderzoeken.



Figuur 2-3 Verschil tussen PKB referentie (=incl. autonome ontwikkeling) en Spankrachtreferentie voor de IJssel en het effect voor de Hondsbroekse Pleij uit de Blokendoos

3 Hydraulische taakstelling

In de PKB Ruimte voor de Rivier wordt de hydraulische taakstelling als volgt gedefinieerd: *het waterstandseffect als gevolg van een grotere afvoer op een tak zonder de uitvoering van rivierverruimende maatregelen, bepaald ten opzichte van de waterstanden uit het Randvoorwaardenboek '96 bij een afvoer van 15.000 m³/s bij Lobith.*

Deze definitie wijkt af van hetgeen gesteld is in de startnotitie. Hierin wordt de hydraulische taakstelling gedefinieerd als het verschil tussen de randvoorwaardenboeken HR1996 en HR2001.

Voor de Blokkendoos wordt onderscheid gemaakt tussen de hydraulische taakstelling voor de korte termijn en voor de lange termijn. In beide gevallen is voor het berekenen van de waterstanden in het bovenrivierengebied gebruik gemaakt van het meest recente WAQUA model. De berekeningen zijn uitgevoerd door RIZA Arnhem. De topvervlakking als gevolg van het uitzakken van de afvoergolf is eenmalig bepaald en vervolgens gebruikt voor bij afvoeren.

Voor het benedenrivierengebied zijn geen nieuwe berekeningen gemaakt voor de meest recente versie van de Blokkendoos. Voor de kortetermijntaakstelling zijn de resultaten van de beide randvoorwaardenboeken van elkaar afgetrokken en voor de langetermijntaakstelling zijn de resultaten uit de Spankrachtstudie overgenomen.

In alle hydraulische taakstellingen voor het bovenrivierengebied zijn de waterstandseffecten verwerkt van projecten die reeds zijn uitgevoerd. Welke gevolgen dit heeft voor de manier waarop wordt omgegaan met de schottenproblematiek op de splitsingspunten, beschrijft hoofdstuk 4 in deelrapport E.

3.1 WAQUA model voor de taakstellingen

Voor de berekeningen voor de taakstellingen is gebruik gemaakt van het meest recente WAQUA-model dat ook wel bekend staat als Rijn_MHW98_3.

De wijzigingen binnen dit model die de meeste invloed op de rekenresultaten geven, worden hieronder kort beschreven:

- De locaties van alle MSW stations zijn nogmaals gecontroleerd. Hieruit bleek dat de x,y positie van vier van deze stations niet correct in DONAR is weergegeven. Station IJsselkop lag op de verkeerde oever en iets te ver benedenstrooms. De stations Culemborg en Pannerdensche Kop lagen ongeveer 200 meter verkeerd. Voor station Culemborg betekent dit dat de waterstanden hier ongeveer tot maximaal 4 centimeter toenemen. Het station Katerveer bleek zelfs 1000 meter verkeerd te liggen. De verschillen op de IJssel lopen op tot 10 centimeter.
- Bovenstrooms op de Waal, net na het splitsingspunt is nieuwe informatie (geometrie) beschikbaar gekomen en toegevoegd. Dit deel van de rivier is in HR2001 nog met oude informatie gevuld. Deze nieuwe, meer gedetailleerde, informatie is ook van invloed op de afvoerverdeling. Lokaal lopen de verschillen hier op tot 3 à 4 centimeter

- De meest invloedrijke wijziging wordt veroorzaakt door een fout in de data van de kribben. De hoogte van de kribben is in beide gevallen correct, maar het hoogteverschil tussen de kruinhoogte van de krib en de achterliggende bodemhoogte niet. Bij de bepaling van dit hoogteverschil is +NAP en -NAP verwisseld. Na correctie levert dit uiteindelijk een waterstandsdeling tot 3 cm op bovenstrooms van Nijmegen, maar een waterstandstijging benedenstrooms van Nijmegen oplopend tot 9 cm. Op het Pannerdensch kanaal ligt de waterstand 2 cm lager. Bij de Nederrijn/Lek loopt de stijging op tot 4 cm. Het effect op de IJssel loopt op tot 2 cm.

Vanwege de wijziging in de data is het model opnieuw gekalibreerd. De kalibratie heeft alleen betrekking op de ruwheid van het zomerbed. Over het geheel genomen zijn de meeste trajecten iets gladder geworden. Een belangrijke uitzondering is de ruwheid van het Pannerdensch kanaal, deze is toegenomen.

Voor een nauwkeurige beschrijving van het meest recente model en de hernieuwde kalibratie wordt verwezen naar *RIZA. 2003. Verbetering WAQUA schematisatie Rijn. Schematisatie c95_3. RIZA Rapport.*

3.2 Korte termijn hydraulische taakstelling

De taakstelling in het bovenrivierengebied wordt niet alleen bepaald door de bovenstroomse afvoer. In het benedenstrooms deel van een tak is er op alledrie de takken sprake van een overgangsgebied waar voor de Waal en Neder-Rijn de invloed van het getij merkbaar is en voor de IJssel de invloed van het IJsselmeer. Voor de korte termijn wordt de hydraulische taakstelling voor het overgangsgebied op de IJssel, genaamd de IJsseldelta, op dezelfde manier bepaald als beschreven in paragraaf 4.3. Paragraaf 3.2.1 beschrijft de manier waarop de kortetermijntaakstelling bepaald wordt in het overgangsgebied op de Waal en de Neder-Rijn.

3.2.1 Bovenrivierengebied

De kortetermijntaakstelling voor het bovenrivierengebied is het verschil tussen de berekeningsresultaten voor 16.000 m³/s en HR1996. Omdat in de bodemschematisatie geen rekening wordt gehouden met de autonome bodemdaling is in deze berekening het gebruik van de Boertienruimte impliciet meegenomen en in de meest recente versie van de Blokkendoos vervalt dan ook de keuzemogelijkheid de Boertienruimte wel of niet in te zetten.

De resultaten voor de hydraulische taakstelling komen als volgt tot stand:

1. Bepaal de topvervlakking door:
 - a) Een dynamische berekening met het vrijstromende model en nieuwe, stationaire, zijdelingse toestromingen te maken;
 - b) Een stationaire berekening met de afzonderlijke modellen en het debiet over de takken dat volgt uit berekening 1 en nieuwe zijdelingse toestromingen gelijk aan die voor de dynamische berekening te maken;
 - c) De resultaten van bovenstaande berekeningen van elkaar af te trekken.
2. Maak een stationaire berekening met de afzonderlijke modellen volgens de debietverdeling bij 16.000 m³/s en nieuwe zijdelingse toestromingen gelijk aan die voor de dynamische berekening;

3. Bepaal de kortetermijntaakstelling voor de afzonderlijke takken door de topvervlakking uit stap 1 af te trekken van het resultaat uit stap 2.

De randvoorwaarden die horen bij de stationaire berekening uit stap 2 staan in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Randvoorwaarden voor het bovenrivierengebied voor de kortetermijntaakstelling

Tak	debiet [m³/s]	WAQUA benedenrand	kmr	waterstand [m]
Waal	10.165 m³/s	Werkendam	961	4,28
Neder-Rijn/Lek	3.376 m³/s	Krimpen	988	1,56
IJssel	2.459 m³/s	Ketelmeer	1006	0,33

Voor het bepalen van de nieuwe hydraulische taakstellingen zijn de stationaire zijdelingse toestromingen aangepast ten opzichte van de Spankrachtstudie. Tabel 3-2 toont de gebruikte zijdelingse toestromingen.

Tabel 3-2 Stationaire zijdelingse toestromingen voor het bepalen van de kortetermijntaakstellingen

Locatie en tak	kmr	Debiet [m³/s]
Waal		
Hollandsch Duits Gemaal	883,0	12,49
Land van Altena	957,4	8,14
<i>Totaal Waal</i>		20,63
Pannerdensch Kanaal		
Gemaal Kandis	873,5	6,43
<i>Totaal Pannerdensch Kanaal</i>		6,43
Neder-Rijn/Lek		
Arnhem c.a.	883,4	1,53
Heelsumse Beek	896,8	12,64
Kuykgemaal	902,0	0
Gemaal van Beun	928,5	4,06
Lopikerwaard	965,0	6,81
Bergambacht	986,3	9,68
<i>Totaal Neder-Rijn/Lek</i>		34,72
IJssel		
Beken	886,1	1,24
Liemers	899,9	10,01
Oude IJssel	901,0	69,31
Beken	916,3	9,16
Diverse beken	922,2	21,53
Twentekanalen	931,0	72,64
Diverse beken	935,0	8,05
Diverse beken	946,2	12,04
Diverse beken	977,3	21,98
Diverse beken	992,4	2,84
Schipbeek	942,2	21,94
<i>Totaal IJssel</i>		250,47
Totaal		312,52

De berekeningen voor de kortetermijntaakstelling zijn uitgevoerd met de deelmodellen zoals deze zijn gedefinieerd in de Spankrachtstudie. De resultaten voor de Waal, Neder-Rijn en IJssel worden dan ook uit de respectieve deelmodellen gehaald. Voor de taakstelling op het

Pannerdensch Kanaal is op basis van de absolute waterstand op de IJsselkop een keuze gemaakt tussen de resultaten uit het deelmodel voor de Neder-Rijn en de IJssel. Het blijkt dat de waterstanden uit het deelmodel voor de Neder-Rijn bepalend zijn op het Pannerdensch Kanaal. Voor de Boven-Rijn is eenzelfde keuze gemaakt op basis van de absolute waterstanden op de Pannerdensch Kop. Hier blijkt de Waal bepalend te zijn.

Voor het vaststellen van de waterstanden in het overgangsgebied op de Waal en de Neder-Rijn / Lek zijn de resultaten van Hydra-B voor HR2001 bepalend. De gevolgde werkwijze staat nauwkeurig beschreven in een memo van dr. H. Berger d.d. 13/12/2001. In het voorliggende rapport wordt kort ingegaan op de resultaten.

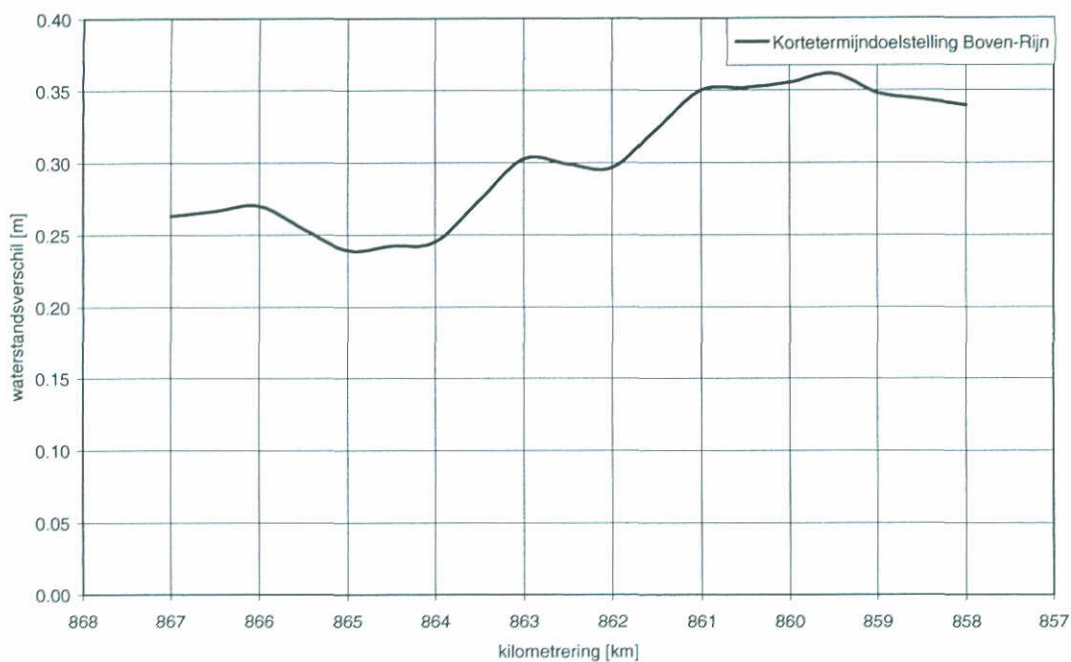
Op de Waal betekent dit dat vanaf het punt waar de verhanglijnen van WAQUA en Hydra-B elkaar kruisen (op kmr. 939) de Hydra-B resultaten worden overgenomen. Feitelijk is hier dus geen sprake van een overgangsgebied. In HR2001 lag deze grens op kmr. 935. Stormvloeden zullen tijdens maatgevende omstandigheden echter niet verder dan Gorinchem reiken. Het gebruik van Hydra-B (dat stormvloeden in rekening brengt) is op het traject kmr 935-940 dus niet noodzakelijk. Bovendien is aannemelijk dat door betere afstemming van WAQUA en Sobek voor HR2006 de verschillen tussen beide modellen kleiner zullen zijn en dat de benedengrens van WAQUA in HR2006 stroomafwaarts zal liggen van kmr. 934-935. De hierboven gedane keuze is hiermee in lijn.

Op de Neder-Rijn/Lek is het resultaat van WAQUA steeds lager dan van Hydra-B. Om een geleidelijke overgang te realiseren is voor een 20 km lang traject benedenstrooms van de stuw van Hagestein (kmr 947) overgegaan van WAQUA-resultaten naar Hydra-B. Op iedere kilometer stroomafwaarts van Hagestein is bij het WAQUA-resultaat een deel van het verschil tussen WAQUA en Hydra-B opgeteld, en wel dat deel van het verschil dat overeenkomt met de afstand van de beschouwde locatie tot kmr 947, gedeeld door de genoemde 20 km. Door bij kmr 947 de WAQUA-resultaten nog voor 100% te laten gelden zijn er geen complicaties door de extra opstuwing nabij Hagestein in het SOBEK-model.

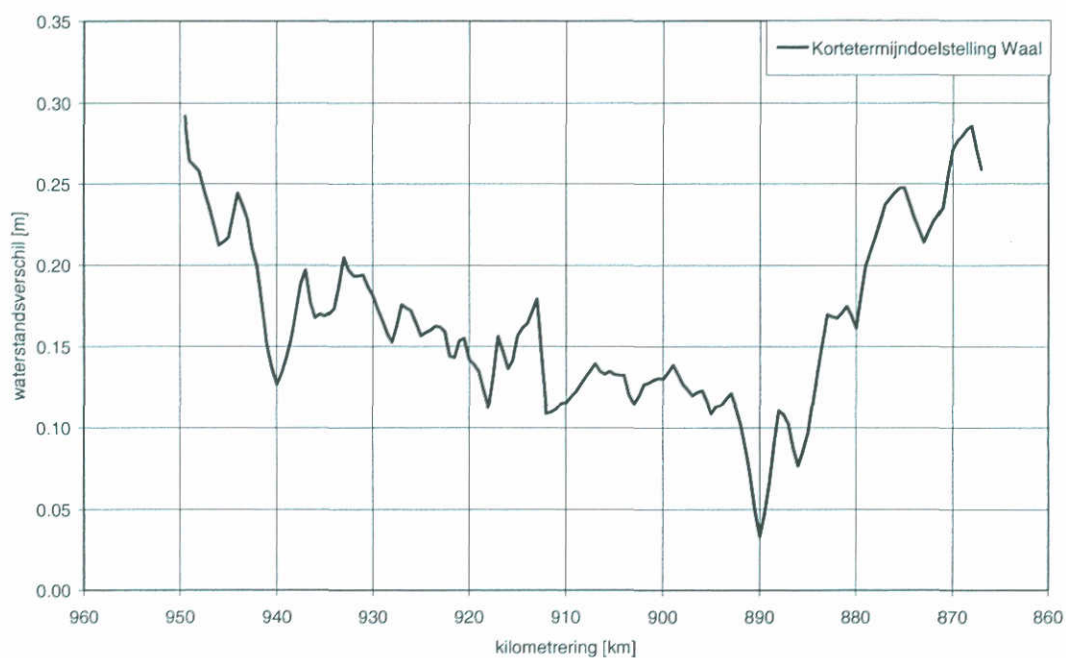
De lengte van 20 km is gekozen omdat het voldoende lang is, omdat op het gehele traject nog niet duidelijk de invloed van stormvloeden op de 1/1250 waterstanden te merken is en omdat het een rond getal is (zo wordt geen schijnnaauwkeurigheid gesuggereerd). Voor het gebied met een veiligheidsnorm van 1/2000 is een correctie op de Hydra-B resultaten toegepast. De correctie is even groot als het verschil tussen Hydra-B en het toetspeil op 1/1250 niveau.

De taakstelling voor de IJsseldelta is bepaald met de methode zoals beschreven in paragraaf 4.3. Met daarbij de opmerking dat alleen belastingsgeval Q opnieuw is bepaald met het aangepaste model. Voor belastingsgeval U is gebruik gemaakt van de berekening die ook gebruikt is voor het bepalen van het waterstandseffect van de maatregelen.

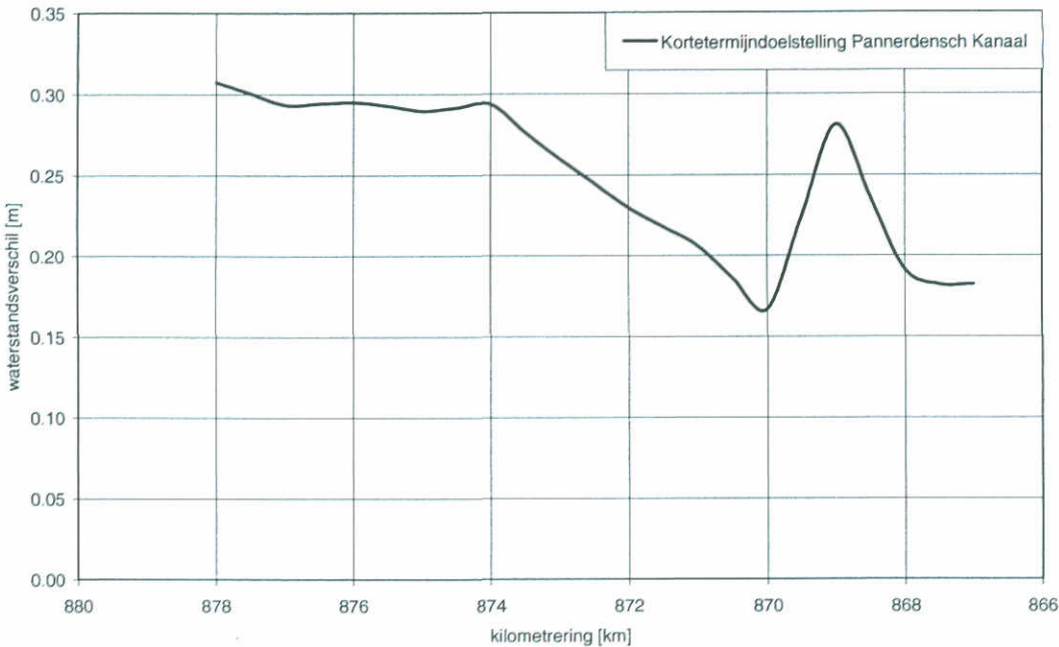
Figuur 3-2 tot en met Figuur 3-6 tonen de hydraulische taakstellingen voor alle takken. In de resultaten voor de Waal en de Neder-Rijn is reeds het effect van de benedenstroomse overgangsgebieden verwerkt.



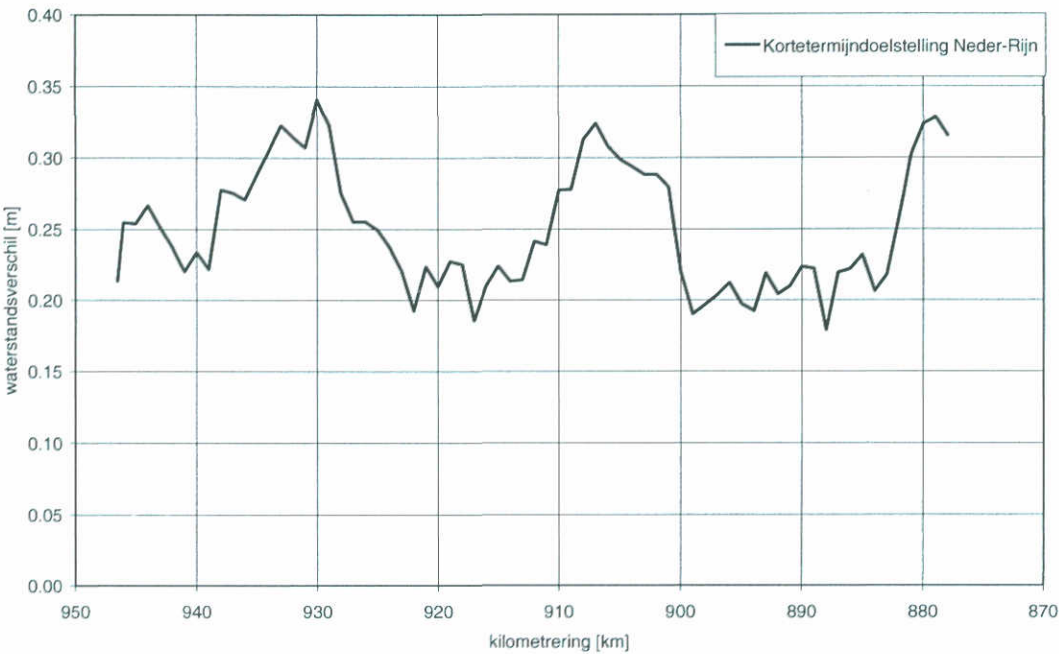
Figuur 3-1 Kortetermijntaakstelling op de Boven-Rijn ten opzichte van HR1996



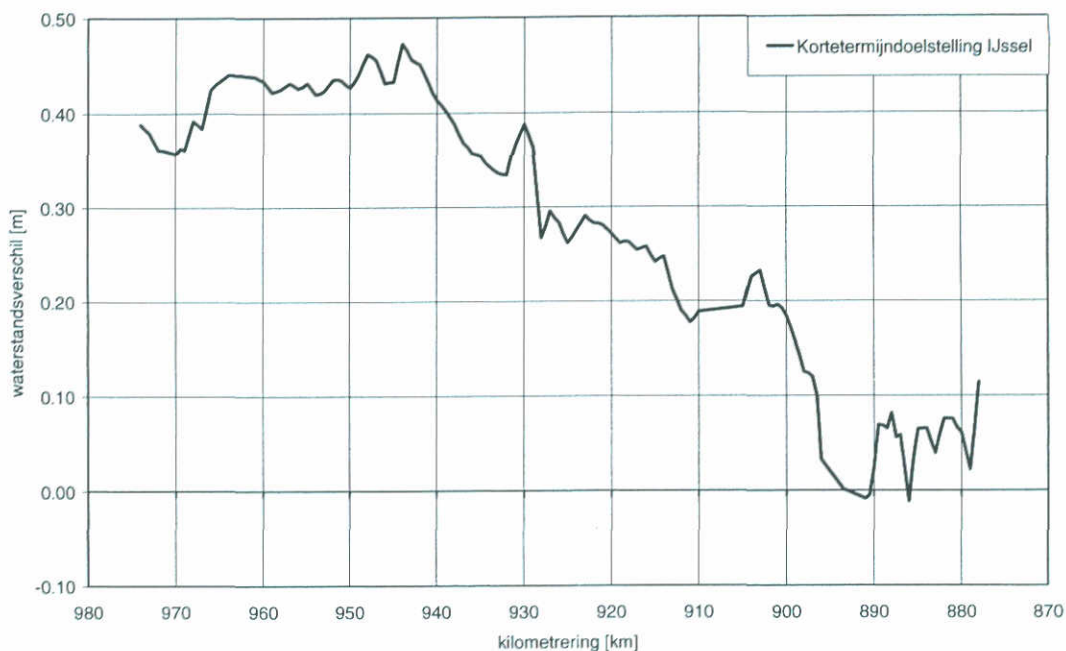
Figuur 3-2 Kortetermijntaakstelling op de Waal ten opzichte van HR1996 inclusief het resultaat van de benedenstroomse randvoorwaarden vanaf kmr. 940



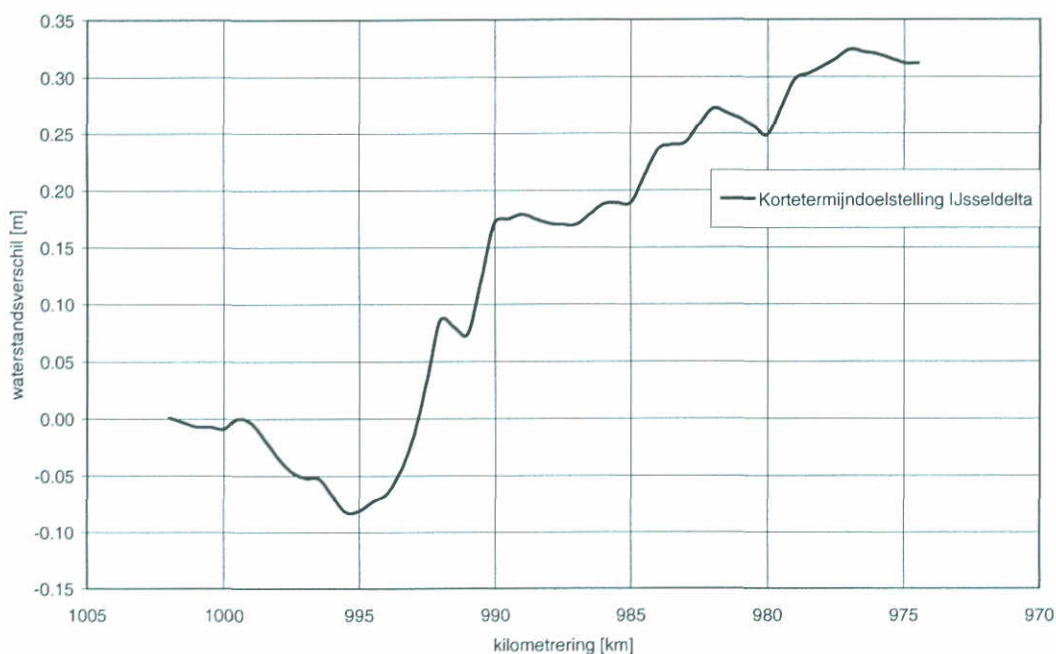
Figuur 3-3 Kortetermijntaakstelling op de Boven-Rijn ten opzichte van HR1996



Figuur 3-4 Kortetermijntaakstelling op de Neder-Rijn ten opzichte van HR1996 inclusief het resultaat van de benedenstroomse randvoorwaarden vanaf kmr. 948



Figuur 3-5 Kortetermijntaakstelling op de IJssel ten opzichte van HR1996 tot aan kmr. 974



Figuur 3-6 Kortetermijntaakstelling in de IJsseldelta ten opzichte van HR1996 vanaf kmr. 974

Opmerking ten aanzien van de taakstellingsberekening voor de IJsseldelta:

Als uitgangspunt voor de berekening van de taakstelling is gekozen om de 1/2000 verhanglijn voor de rivierafvoer toe te passen, waarbij de waterstand bij kmraai 1006 NAP +1 m is. De gekozen methode wijkt af van de hydraulische randvoorwaarden 2001 waarvoor de 1/1250 verhanglijn verhoogd is met 10 cm om de 1/2000 verhanglijn te verkrijgen en de waterstand op kmr 1002 gelijk is aan NAP +1 m. Dit is gedaan in

afwachting van de ontwikkeling van een probabilistische methode voor de IJsseldelta voor de hydraulische randvoorwaarden 2006.

De details voor de 1/2000 berekening staan in het blad 'Toelichting' van het spreadsheet 'Taakstellingsberekeningen.xls' van 28 februari 2003.

3.2.2 Benedenrivierengebied

De kortetermijntaakstelling in het benedenrivierengebied is bepaald op basis van het verschil tussen HR2001 en HR1996. Daar waar op riviertrajecten twee beschermingsniveau's gelden (linker en rechteroever verschillen door andere overstromingskansen van naastgelegen dijkkringgebieden) is de hoogste taakstelling steeds als maatgevend beschouwd. Hiermee wordt het best aangesloten bij de startnotitie, alhoewel deze niet altijd consequent lijkt. Voorbeeld hiervoor is kmr. 920 – 928 op de Waal, waar dijkkringgebied Heerenwaarden in de startnotitie niet maatgevend is, terwijl deze wel de hoogste taakstelling heeft. Een ander voorbeeld is kmr. 983 op de Oude Maas, deze heeft in de startnotitie een te lage taakstelling. Voor de Waal is ervoor gekozen de startnotitie te volgen, voor de Oude Maas is echter van de startnotitie afgeweken.

Verder is er sprake van enige onduidelijkheid op de IJssel ter plaatse van kmr. 981 en op de Lek bij kmr. 994 (tot kmr. 1013). Door de keuze aan te sluiten bij de hoogste taakstelling wordt hier op achtereenvolgende kilometers van de ene oever naar de andere oever en weer terug “gesprongen”. Dit hebben we geaccepteerd. Waar voor het bovenrivierengebied geldt dat de Boertienruimte impliciet verwerkt is in de taakstelling is in het benedenrivierengebied de ‘morfologische ontwikkeling tot 2000’ impliciet in de taakstellingen verwerkt.

3.3 Lange termijn hydraulische taakstelling

3.3.1 Bovenrivierengebied

Voor Waal, Neder-Rijn en IJssel zijn door RIZA, met het verbeterde WAQUA model (Rijntakken3-model), nieuwe taakstellingsberekeningen uitgevoerd voor alle afvoeren. Van deze berekeningen is de topvervlakking die in stap 1 van paragraaf 3.2.1 is bepaald afgetrokken. Vervolgens is het verschil bepaald met de onafgeronde waarden uit HR1996. In dit geval is de Boertienruimte eveneens impliciet in de taakstellingen meegenomen. Voor de randvoorwaarden voor deze berekeningen is uitgegaan van de randvoorwaarden die in de Spankrachtstudie zijn toegepast. Voor de volledigheid geeft Tabel 3-3 een overzicht van deze randvoorwaarden.

Tabel 3-3 Overzicht randvoorwaarden voor de langetermijntaakstellingen in het bovenrivierengebied

Waal		Neder-Rijn		IJssel	
afvoer (m³/s extra)	benedenrand (m + NAP)	afvoer (m³/s extra)	benedenrand (m + NAP)	afvoer (m³/s extra)	benedenrand (m + NAP)
0	4,17	0	1,83	0	0,86
500	4,35	211	1,92	154	0,89
635	4,41	250	1,93	250	0,90
1000	4,54	500	2,03	461	0,95
1500	4,71	633	2,09	500	0,95
1906	4,84	750	2,13	750	1,00
2000	4,87	1000	2,22	1000	1,05
2500	5,01	3000	3,11	1250	1,09
3000	5,14			1500	1,14
				3000	1,44

Aangezien bij RIZA geen Hydra-B berekeningen beschikbaar zijn voor de hogere afvoeren is het niet mogelijk voor de Waal en Neder-Rijn de methode van Herbert Berger voor de overgangsgebieden toe te passen. Als gevolg hiervan kan het zo zijn dat de taakstelling, die overeenkomt met een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith en de vaste afvoerverdeling, in het benedenstroomse deel van de Waal en Neder-Rijn lager is dan de kortetermijntaakstelling.

Voor de Boven-Rijn en het Pannerdensch kanaal zijn voor de deeltaakstellingen (deltaQ en deltah) geen nieuwe berekeningen uitgevoerd, maar is gebruik gemaakt van de Spankrachtaakstellingen. Deze zijn echter wel gecorrigeerd voor de verschillen tussen de Rijntakmodellen Rijn-MHW98_2 en Rijn-MHW98_3. Het verschil tussen deze twee modellen is bepaald op basis van een berekening bij 15.000 m³/s bij Lobith met het nieuwe model en eenzelfde berekening met het Spankrachtmodel. Voor de Boven-Rijn en het Pannerdensch kanaal is hiervoor respectievelijk het Waal model en het Neder-Rijn model gebruikt, omdat deze modellen voor de korte termijn in de betreffende takken de maatgevende taakstellingen leveren. De referentie (HR1996) en de topvervlakking zijn verdisconteerd in de delthah deeltaakstellingen. De deltaQ deeltaakstellingen zijn relatief ten opzichte van de Q+0 m³/s deeltaakstelling (de Q+0 m³/s deeltaakstelling heeft dus steeds een waarde van 0 m). Op deze manier wordt bij het combineren van beide deeltaakstelling de juiste samengestelde taakstelling gevonden. De manier waarop wordt omgegaan met de taakstellingen op de Boven-Rijn en het Pannerdensch Kanaal staat uitgebreid beschreven in deel 1 van de Spankrachtrapportage.

De taakstellingen in de IJsseldelta zijn samengesteld volgens de methode beschreven in paragraaf 4.3. Belastingsgeval Q en belastingsgeval U zijn beide bepaald door RIZA met het vernieuwde model.

3.3.2 Benedenrivierengebied

Voor de langetermijntaakstelling zijn voor het benedenrivierengebied de Spankracht taakstellingen gehandhaafd.

Voor de twee nieuwe takken (tak 13, Steurgat - Spijkerboor en tak 14, Paulusand - Gat van de Noorderklip) zijn de langetermijntaakstellingen op onderstaande wijze samengesteld:

- Steurgat – Spijkerboor (tak 13): Bepaal voor iedere stap met extra afvoer één waterstandsverschil op basis van het verschil tussen de waterstand uit HR2001 op het laatst kilometerpunt in tak 13 en de waterstand in de maas (tak 8) op kmr. 252 bij de desbetreffende afvoer. Dit waterstandsverschil wordt vervolgens opgeteld bij de kortetermijntaakstelling voor tak 13.
- Paulusand (tak 14): Bepaal voor iedere stap met extra afvoer boven- en benedenstrooms in tak 14 een waterstandsverschil. Het bovenstroomse waterstandsverschil moet gelijk zijn aan het verschil dat bepaald is voor tak 13. Het benedenstroomse waterstandsverschil is het verschil tussen de waterstand in HR2001 op het laatst kilometerpunt in tak 14 en de aansluitende waterstand in de Waal - Nw.Merwede - Holl.Diep - Haringvliet (tak 7) op kmr. 980 bij de desbetreffende afvoer. Tussengeliggende waterstandsverschillen worden gevonden via lineaire interpolatie.

4 WAQUA-instrumentarium

4.1 Randvoorwaarden voor het WAQUA-model

De waterstandseffecten van de maatregelen die zijn beschouwd in het kader van de PKB zijn doorgerekend bij een stationaire afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith. De verdeling op de splitsingspunten is conform de huidige afvoerverdeling bij 15.000 m³/s bij Lobith volgens het Randvoorwaardenboek 1996. Tabel 4-1 geeft de debieten over de verschillende takken.

Tabel 4-1 Afvoerverdeling op de splitsingspunten bij een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith

afvoer te Lobith	16.000 m ³ /s	
	afvoer [m ³ /s]	%
Lobith	16.000	100
Waal	10.165	63,5
Pannerdensch Kanaal	5.835	36,5
Neder-Rijn	3.376	21,1
IJssel	2.459	15,4

4.1.1 Randvoorwaarden Waal, Neder-Rijn en IJssel

De randen van het WAQUA-model vallen buiten het beheergebied van DON. Voor de volledigheid wordt in Tabel 4-2 aangegeven hoe de randen van het beheergebied zich verhouden tot de randen van het WAQUA-model.

Tabel 4-2 Locatie randen van het WAQUA model en randen van het beheergebied

tak	WAQUA benedenrand	beheergebied benedenrand
Waal	Werkendam (kmr. 961)	Gorinchem (kmr. 953)
Neder-Rijn	Krimpen a/d Lek (kmr. 988)	Schoonhoven (kmr. 969)
IJssel	Ketelmeer (kmr. 1006)	Ketelmeer (kmr. 1006)

De randvoorwaarden voor de benedenranden van de afzonderlijke takken in Tabel 4-3 zijn aangeleverd door ir. Dénes Beyer (RIZA). Deze zijn bepaald op basis van interpolatie van de Q-h-relaties die ook gebruikt zijn voor HR2001. Hierbij is rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 0,05 m. Bij het bepalen van de effecten van maatregelen zijn de zijdelingse toestromingen voor de Rijntakken niet meegenomen. De berekeningen zijn stationair zodat het effect van zijdelingse toestromingen wegvalt zodra het verschil tussen de referentiesituatie en een maatregel wordt bepaald.

Tabel 4-3 Waterstanden op de benedenstroomse randen van het WAQUA model

Tak	debiet [m³/s]	WAQUA benedenrand	kmr	waterstand [m +NAP]
Waal	10.165	Werkendam	961	4,28
Neder-Rijn/Lek	3.376	Krimpen	988	1,54
IJssel	2.459	Ketelmeer	1006	0,29

4.1.2 Randvoorwaarden IJsseldelta

Voor het vaststellen van de randvoorwaarden moet onderscheid gemaakt worden tussen het belastinggeval Q en het belastinggeval U. Deze paragraaf beschrijft hoe de randvoorwaarden tot stand zijn gekomen.

Belastinggeval Q

De afvoer op de IJsselkop wordt gelijkgesteld aan de afvoer volgens de werklijn bij Olst waarna er van wordt uitgegaan dat er geen zijdelingse toestromingen zijn. Dit uitgangspunt is feitelijk niet helemaal correct, omdat de bijdrage van de zijdelingse toestromingen wel verwerkt is in de werklijn bij Olst. In werkelijkheid is het debiet op de IJsselkop behorende bij een terugkeertijd van 1/2000 dus kleiner. Omdat het hier echter om *verschilberekeningen* gaat is deze aanpak geoorloofd. (In de Spankrachtstudie is op basis van de vastgestelde afvoerverdeling, te weten 15,355% van het debiet bij Lobith, het debiet op de IJsselkop bepaald met de werklijn bij Lobith met een terugkeertijd van 1/2000).

De werklijn bij Olst is als volgt gedefinieerd:
 $242 \ln(T) + 900$ (Vaststellen afvoerstatistiek [Kalk, 2001])

Tabel 4-4 geeft de randvoorwaarden voor berekeningen in het belastinggeval Q. Het meerpeil wordt gegeven op kmr 1002, maar eerdere studies hebben aangetoond dat deze waterstand ook gebruikt kan worden voor de rand van het WAQUA-model, die op kmr 1006 ligt.

Tabel 4-4 Randvoorwaarden voor het belastinggeval Q in de IJsseldelta

tak	debiet [m³/s]	benedenrand	kmr	waterstand [m +NAP]
IJsseldelta	2.740	Ketelmeer	1006	1,00

Belastinggeval U

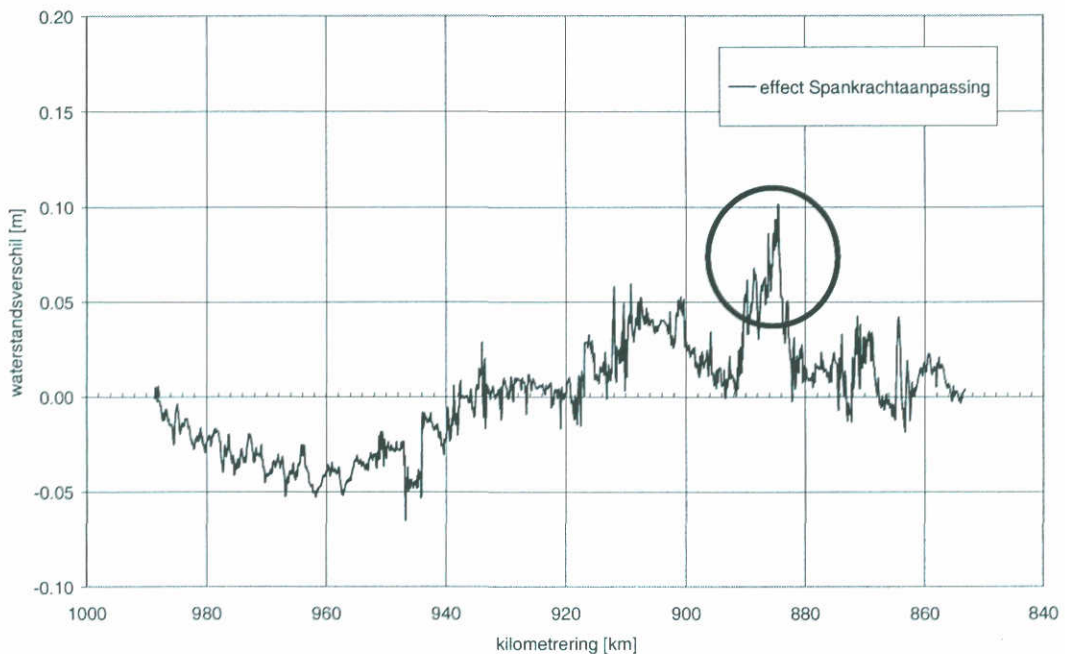
De afvoer is de 1/1 jaar afvoer die volgt uit de werklijn bij Olst. Het meerpeil is wederom gegeven op kmr 1002. Tabel 4-5 toont de randvoorwaarden voor de berekeningen in het belastinggeval U.

Tabel 4-5 Randvoorwaarden voor het belastinggeval U in de IJsseldelta

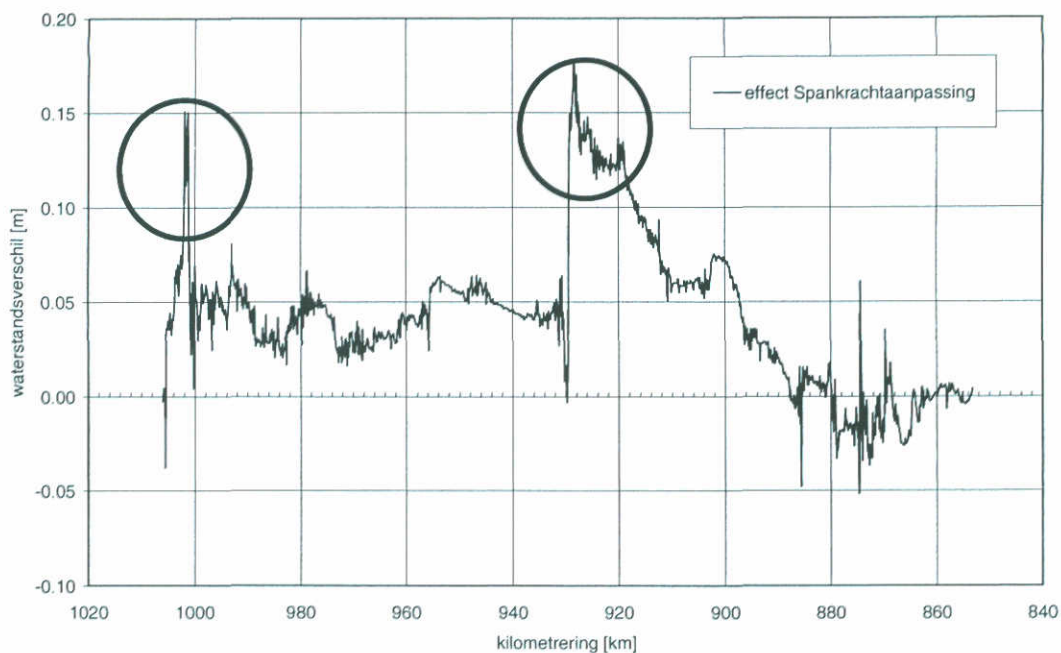
tak	debiet [m³/s]	benedenrand	kmr	waterstand [m +NAP]
IJsseldelta	900	Ketelmeer	1006	2,95

4.2 Rekenrooster voor de PKB

In de Spankrachtstudie is een groot aantal roosteraanpassingen doorgevoerd om de waterstandseffecten van binnendijkse maatregelen te kunnen bepalen. Op een drietal locaties heeft dit geleid tot relatief grote verschillen in waterstand tussen het oorspronkelijke rooster en het Spankrachtrooster. Om de invloed van het rooster zo veel mogelijk te beperken is gepoogd het rooster op deze locaties te verbeteren. Figuur 4-1 en Figuur 4-2 laten zien om welke locaties het gaat op de Neder-Rijn en de IJssel. Het grote verschil in waterstand wordt voornamelijk veroorzaakt door een reductie van het aantal cellen in het zomerbed.

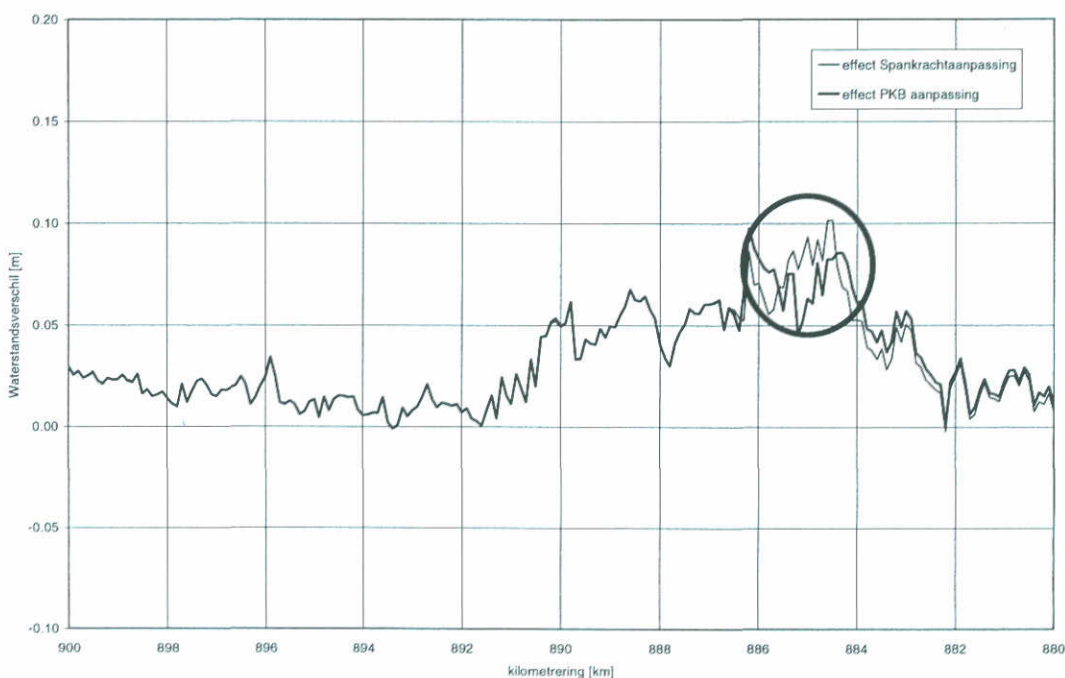


Figuur 4-1 Waterstandsverschillen op de Neder-Rijn (bij 16.000 m³/s te Lobith) door roosteraanpassingen Spankrachtstudie

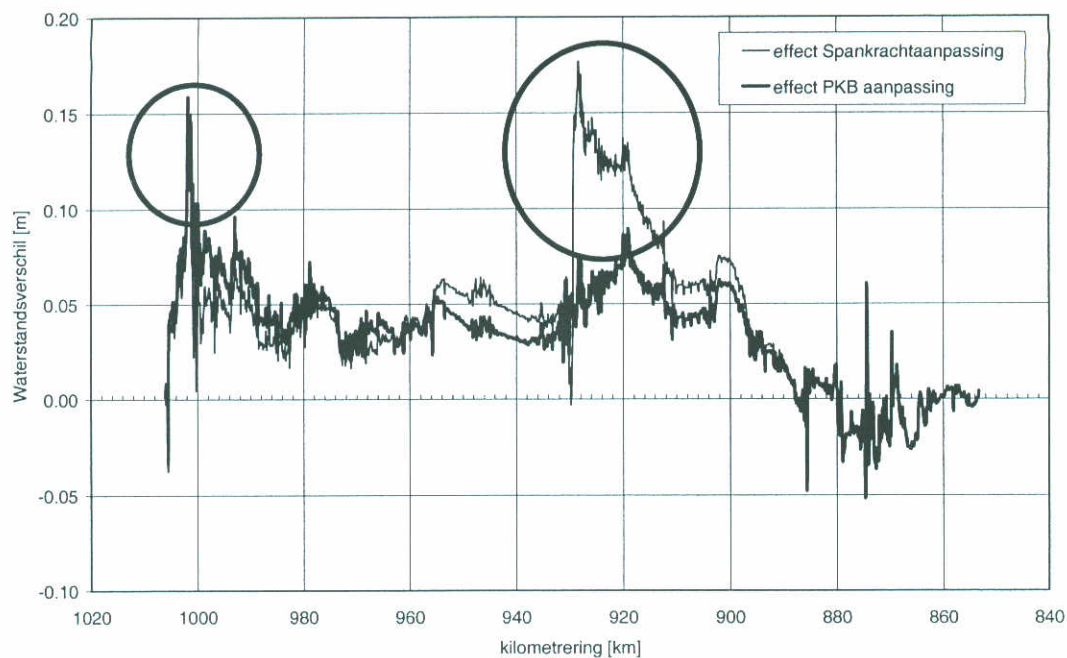


Figuur 4-2 Waterstandsverschillen op de IJssel (bij 16.000 m³/s te Lobith) door roosteraanpassingen
 Spankrachtstudie

Door het opschuiven van roosterlijnen in de richting van de hoofdgeul op zowel de Neder-Rijn als de IJssel is geprobeerd de effecten in waterstand te reduceren. Figuur 4-3 en Figuur 4-4 tonen de effecten van deze verbetering ten opzichte van een referentieberekening bij een afvoer van 16.000 m³/s.



Figuur 4-3 Waterstandsverschil op de Neder-Rijn door PKB roosteraanpassingen bij 16.000 m³/s



Figuur 4-4 Waterstandsverschil op de IJssel door PKB roosteraanpassingen bij 16.000 m³/s

Figuur 4-3 laat zien dat de aanpassing bij kmr. 882 op de Neder-Rijn slechts een klein effect heeft op de waterstandsverhoging die door de eerdere roosteraanpassing was veroorzaakt. Voor de IJssel zijn roosteraanpassingen uitgevoerd rond kmr. 930 en kmr. 1002. Op kmr. 930 volgen de roosterlijnen nu veel beter de hoofdgeul en Figuur 4-4 laat zien dat dit duidelijk invloed heeft op het waterstandseffect. De verschillen die veroorzaakt worden door de roosteraanpassingen zijn sterk gereduceerd. Bij kmr. 1002 hebben de verbeteringen echter weinig tot geen effect.

Naar aanleiding van de uitgevoerde roosterverbeteringen op twee locaties op de IJssel en één locatie op de Neder-Rijn zijn drie rivierkundige maatregelen die dicht bij deze roosterlocaties liggen opnieuw doorgerekend. Hiermee wordt ingeschat welke invloed de roosteraanpassing heeft gehad op het waterstandsverlagend effect van de maatregelen. Tabel 4-6 geeft aan welke maatregelen zijn doorgerekend en Tabel 4-7 geeft aan wat het verschil in waterstandseffect is. Het blijkt dat deze verschillen beperkt zijn.

Tabel 4-6 Maatregelen waarvoor de invloed van de roosterverbeteringen bekeken is

locatie	maatregel	km-raai	omschrijving	effect (m)
IJssel, km 930	20505	929,3 - 933,1	Voorster klei	0,18
IJssel, km 1002	40501	996,5 - 1002	Noorddiep	0,26
Neder-Rijn, km 885-886	6000	884,6	Steenfabriek Malburgen	0,032

Tabel 4-7 Waterstandsverlagend effect van de maatregelen uit op het Spankrachtrooster en het nieuwe PKB rooster.

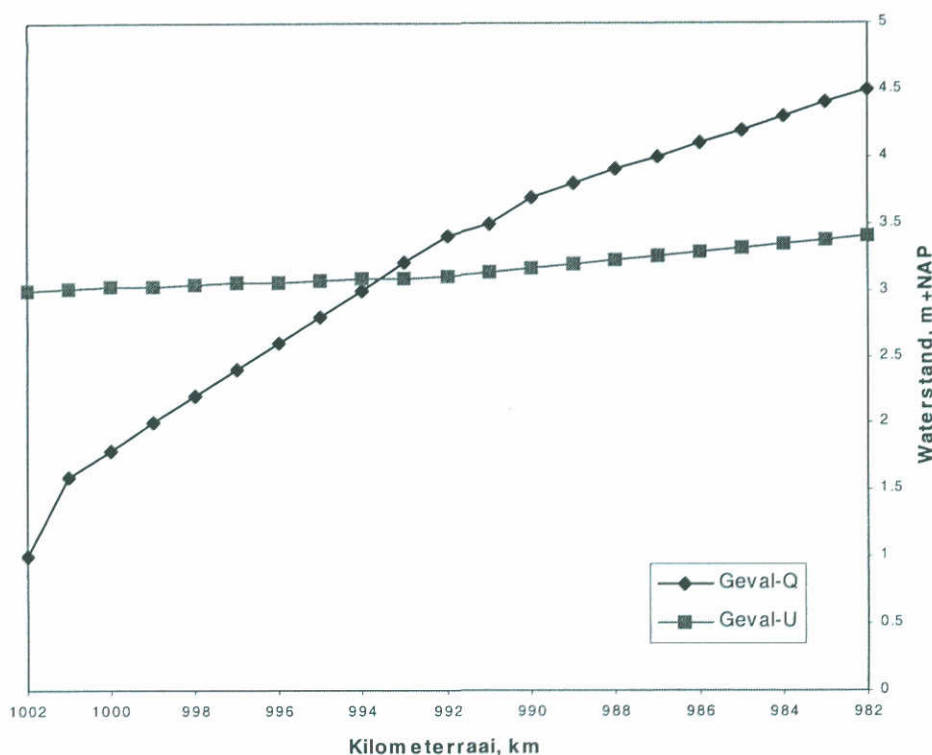
locatie	maatregel	km-raai	effect Spankracht (m)	effect PKB (m)
IJssel, km 930	20505	929,3 - 933,1	0,18	0,20
IJssel, km 1002	40501	996,5 - 1002	0,26	0,24
Neder-Rijn, km 885-886	6000	884,6	0,032	0,035

Gezien de beperkte verbetering door de roosteraanpassingen zou het wenselijk zijn om voor de genoemde trajecten gebruik te maken van het oorspronkelijke rooster. Dit zou echter betekenen dat een aantal binnendijkse maatregelen niet in de PKB kunnen worden beschouwd en dat is in dit stadium niet acceptabel. Daarom is er in overleg met DON voor gekozen een combinatie te maken van het meest recente rooster en het rooster uit de Spankrachtstudie. In het rooster uit de Spankrachtstudie wordt het deel in de omgeving van Zutphen (kmr. 930 op de IJssel) vervangen door het meest recente rooster. Voor beide andere locaties blijft het rooster uit de Spankrachtstudie ongewijzigd.

4.3 Methode berekeningen IJsseldelta

Evenals in de Spankrachtstudie worden in de PKB de waterstanden in de IJsseldelta bepaald met behulp van twee berekeningen. Eén waarbij de afvoer van de IJssel dominant is en één waarbij de wind het peil op het IJsselmeer domineert. De resultaten van beide berekeningen worden vervolgens met elkaar gecombineerd op basis van de zogenaamde 'methode Westphal'. Dit betreft een puur pragmatisch recept met als voordeel dat met een beperkt aantal berekeningen kan worden volstaan. De 'methode Westphal' is toegepast voor alle maatregelen op het traject vanaf Hattem (kmr. 974) tot aan het IJsselmeer. Voor dit traject geldt een beschermingsniveau van 1/2000.

De methode gaat uit van twee verhanglijnen voor de afzonderlijke berekeningen met eenzelfde terugkeertijd T_0 . In dit geval is uitgegaan van een terugkeertijd van 2000 jaar. Een verhanglijn geeft de waterstand voor iedere locatie langs de rivier. Op locatie X is h_Q de waterstand voor de verhanglijn voor de afvoer (belastinggeval Q) en h_U de waterstand voor de verhanglijn voor de wind (belastinggeval U). Figuur 4-5 geeft voor $T_0 = 2000$ een voorbeeld voor twee van deze verhanglijnen in het overgangsgebied.



Figuur 4-5 Verhanglijnen voor belastinggeval afvoer en belastinggeval win. Het betreft fictieve getallen

In de methode wordt aangenomen dat zowel voor de afvoer als voor de wind de overschrijdingsfrequentie exponentieel afhangt van de waterstand. De overschrijdingsfrequentie wordt aangegeven met de letter Ψ , in keren per jaar (in feite betreft het winterhalfjaren in plaats van hele jaren). Er wordt dus aangenomen:

$$\text{Geval-Q: } \Psi_Q(h) = \frac{1}{T_0} \exp\left(-\frac{h-h_Q}{a_Q}\right) \quad \text{vgl. 4-1}$$

$$\text{Geval-U: } \Psi_U(h) = \frac{1}{T_0} \exp\left(-\frac{h-h_U}{a_U}\right) \quad \text{vgl. 4-2}$$

waarin:

$$a_Q = \frac{0,40}{\ln 10} = 0,17372 \text{ m} \quad \text{vgl. 4-3}$$

$$a_U = \frac{0,65}{\ln 10} = 0,28229 \text{ m} \quad \text{vgl. 4-4}$$

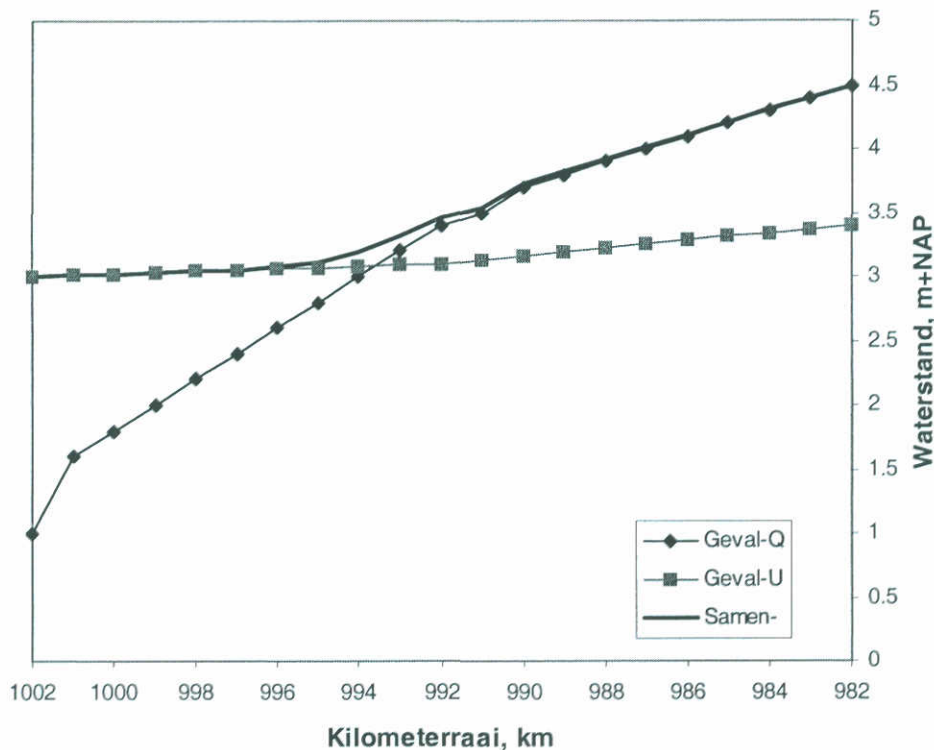
De waarden voor a_Q en a_U zijn afhankelijk van de decimeringswaarden voor het systeem. Een decimeringswaarde geeft voor iedere situatie het verschil in waterstand als de frequentie een factor 10 verandert. In principe dienen daarom a_Q en a_U per maatregel te worden

berekend uit een tweede verhanglijn met een terugkeertijd $T = T_0'$. De praktijk heeft echter aangetoond dat voor MHW-beschouwingen constante waarden kunnen worden aangehouden. In het geval van de IJsseldelta is 0,40 m een acceptabele decimeringswaarde voor het belastinggeval Q en 0,60 m voor het belastinggeval U.

De frequentie $\Psi(h)$ op locatie X wordt vervolgens gegeven door de som van de frequenties in vergelijkingen (3.1) en (3.2):

$$\Psi(h) = \frac{1}{T_0} \exp\left(-\frac{h-h_Q}{a_Q}\right) + \frac{1}{T_0} \exp\left(-\frac{h-h_U}{a_U}\right) \quad \text{vgl. 4-5}$$

Deze vergelijking is iteratief op te lossen door in vergelijking (3.5) te stellen dat $\Psi(h) = 1/T_0$. Het resultaat is zichtbaar in Figuur 4-5. De samengestelde lijn blijkt in dit (enigszins representatieve) voorbeeld maximaal 0,12 m boven de hoogste van de twee verhanglijnen te liggen.



Figuur 4-6 Samengestelde lijn voor de waterstand in het overgangsgedebied in de IJsseldelta

Voor de volledigheid wordt nog vermeld dat voor het Randvoorwaardenboek 2001 de verhanglijnen handmatig zijn samengesteld. In de komende jaren zal door RIZA-WSH een volledig probabilistische aanpak worden ontwikkeld voor gebruik in de IJsseldelta. De 'methode Westphal' is een benadering van de werkelijkheid die uitsluitend in de PKB wordt toegepast.

5 Identificatie en schematisatie PKB knelpunten

In het kader van de Spankrachtstudie is reeds een groot aantal hydraulische knelpunten beschouwd, maar desondanks bestaat de wens in de PKB Ruimte voor de Rivier aanvullende hydraulische knelpunten te identificeren en door te rekenen. De hydraulische knelpunten zijn tot nu toe geïdentificeerd op basis van waterstandsinformatie op de rivieras. Met het beschikbaar komen van informatie over de waterbeweging in het tweedimensionale vlak is het mogelijk nieuwe knelpunten te identificeren of reeds bestaande knelpunten beter te definiëren.

Dit hoofdstuk beschrijft welke informatie gebruikt is voor de identificatie en op basis van welke criteria een keuze is gemaakt. Door WL is op basis van 2D-stroombeelden een eerste aanzet voor een aanvullende lijst knelpunten opgesteld. Deze lijst is vervolgens in detail besproken met rivierkundigen van RWS, te weten ir. Wim Silva en ir. Claus van den Brink (beiden RIZA), en ir. Jan-Paul Boutkan en ir. Robert Verhoeven (beiden DON).

Daarnaast komt in dit hoofdstuk de manier van schematiseren van de knelpunten aan de orde.

5.1 Samenstellen atlassen voor knelpuntenidentificatie

In het kader van de PKB is een aantal atlassen samengesteld dat ter ondersteuning dient voor de identificatie van knelpunten. De atlassen zijn in kleur op A3-formaat en hebben een schaal van 1:25.000. In de Spankrachtstudie is een kaartbladindeling ontworpen door WL waarbij het bovenrivierengebied gedekt wordt door 43 bladen. Deze kaartbladindeling is ook gebruikt voor deze atlassen.

5.1.1 Inhoud atlassen

De informatie in de atlassen beschrijft de huidige situatie en is in eerste instantie gebaseerd op de Baseline bestanden die zijn aangeleverd in juni 2001. De WAQUA berekeningen die ten grondslag liggen aan de atlassen met het stromingspatroon worden gemaakt met het referentiemodel voor de PKB zoals dat beschreven staat in hoofdstuk 2 met een afvoer van $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Voor ieder kaartblad zijn 3 thema's beschikbaar voor de identificatie van knelpunten:

1. Topografie
2. Waterdiepte
3. Stromingspatroon

Topografie

De voor dit thema gebruikte bestanden zijn:

- Topografische kaart; Top 25 kaarten van Waal, Neder-Rijn/Lek en IJssel afkomstig van Geoloket RWS-DON
- Oude uiterwaardindeling met code (bestand RVR)
- Kilometrering (bestand RVR)

Waterdiepte

De voor dit thema gebruikte bestanden zijn:

- 2D beeld van waterdiepte voor een WAQUA-berekening bij een afvoer van 16.000 m³/s
- Oude uiterwaardindeling met code (bestand RVR)
- Kilometrering (bestand RVR)
- Woonkernen (bestand RVR)

Stromingspatroon

De voor dit thema gebruikte bestanden zijn:

- Debiet per strekkende meter in de vorm van vectoren. De lengte van de vectoren geeft de grootte van het debiet aan
- Kades met het verschil t.o.v. bodemhoogte
- Hoogwatervrije terreinen (Baseline ref_PKB)
- Bekende knelpunten (gsd_show.shp, knp_show.shp en st2_show.shp: betreft shape-files waarin alleen de polygonen zijn opgenomen die zichtbaar moeten zijn in dit thema; de 'show' bestanden zijn 'getrokken' uit de coverages p:\q3244\arcview\gsd_tot, knp_tot en tot_set2.
- Plassen (Baseline ref_PKB)
- Oude uiterwaardindeling met code (bestand RVR)
- Kilometrering (bestand RVR)
- Woonkernen (bestand RVR)

De bestanden met debiet per strekkende meter en kades met hoogteverschil t.o.v. bodemhoogten zijn specifiek voor de atlas vervaardigd. Alle andere bestanden zijn zonder aanpassingen gebruikt in de atlas.

Debiet per strekkende meter (de kleine-q vectoren)

Het debiet per strekkende meter is met behulp van Matlab bepaald op basis van het laatste tijdstip in de Waqua SDS file. Hierbij zijn de snelheden (SOLUTION_FLOW_U/VP) en waterdieptes (SOLUTION_FLOW_HU/V) in de snelheidspunten vermenigvuldigd en op de voor de snelheden gebruikelijke wijze geïnterpoleerd naar de waterstandspunten. Vervolgens is het vectorveld uitgedund zodanig dat de oorsprong van naburige vectoren minstens 50 m van elkaar verwijderd zijn. Bij het plotten is de volgende schaling gebruikt: een vector representerende 1 m²/s is getekend als een vector met een lengte van 15 m in de geografische coördinaten. De geplotte vectoren zijn geëxporteerd naar een DXF bestand dat in ArcView is ingelezen voor de uiteindelijke verwerking in de GIS kaarten.

Kades met het verschil t.o.v. bodemhoogte

Deze bestanden zijn gebaseerd op de Baseline-bestanden uit Ref-PKB. Om een gemiddelde hoogte voor elke honderd meter kade te bepalen moest een aantal stappen doorlopen worden:

- van het kadebestand is een shapefile gemaakt
- er is gebruik gemaakt van de extensie divide lines by adding points evenly. Hiermee is voor het kade-bestand een puntenbestand gegenereerd om de 100 meter
- met behulp van de extensie Edit Tools zijn de kaden uit het kade-bestand gesplitst met behulp van de zojuist gegenereerde punten om de 100m
- aan het nieuwe gesplitste kade-bestand is voor elk record een uniek nummer toegevoegd
- vervolgens zijn de hoogtepunten van het kade-bestand met de functie assign data by location gekoppeld aan het nieuwe gesplitste kade-bestand
- met behulp van summarize zijn gemiddelde kruinhoogten en linker en rechter voetheogten bepaald per uniek nummer voor het kade-bestand
- vervolgens is de resulterende tabel aan het nieuwe kade-bestand gekoppeld en is het maximale hoogteverschil tussen kruinhoogte en voetheogte bepaald door de minimale waarde van links en rechts te nemen.

Genoemde thema's zijn voor alle kaartbladen van het Bovenrivierengebied vervaardigd.

5.1.2 Uitgangspunten en aannames identificatie van knelpunten

De knelpunten zijn geïdentificeerd met behulp van een atlas waarin de topografie, het stroombeeld en de waterdiepte bij een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith zichtbaar zijn. Bij het definiëren en schematiseren van de hydraulische knelpunten zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:

- bij het bepalen van knelpunten is de bestuurlijke (on)haalbaarheid geen beslissende factor;
- historische monumenten (bijvoorbeeld Slot Loevestein) blijven onaangetast;
- kades die de debietverdeling op de splitsingspunten regelen kunnen gedefinieerd worden als hydraulisch knelpunt (in eerdere studies werden dergelijke kades steeds ontzien);
- bij het verwijderen van een hoogwatervrij terrein wordt altijd tegelijkertijd de toegangsweg verwijderd;
- een verhoging in het terrein is enkel een hydraulisch knelpunt als de grenzen duidelijk zichtbaar zijn; als dat niet het geval is, moet het gebied aan de orde komen bij de ontwerpen voor uiterwaardmaatregelen;
- een hoogwatervrij terrein wordt verlaagd tot op het niveau van het omliggende maaiveld;
- kades die niet van belang zijn voor de scheepvaart worden tot op het maaiveld verwijderd;
- kades die van belang zijn voor de scheepvaart (bijv. langskades en kades rondom plassen) worden verlaagd tot een niveau dat correspondeert met 6.000 m³/s bij Lobith.

5.2 Schematisatie PKB knelpunten

In totaal zijn 57 nieuwe hydraulische knelpunten gedefinieerd. Voor een overzicht van deze knelpunten wordt verwezen naar deelrapport B dat een compleet overzicht geeft. In deze paragraaf wordt enkel kort ingegaan op een tweetal aspecten van het modelleren van knelpunten.

5.2.1 Modelleren van hoge gebieden

Onder hoge gebieden vallen gebieden die in BASELINE zijn geschematiseerd als hoogwatervrije terreinen en gebieden die als hoogliggend zijn geïdentificeerd. Voor het identificeren van hoogliggende gebieden is gebruik gemaakt van stromings- en dieptekaarten.

In voorkomende gevallen is voor het knelpunt een waarde voor de huidige uiterwaardhoogte bepaald en binnen de knelpuntpolygoon is de bodem verlaagd tot maximaal die hoogte. De met de bodemhoogte samenhangende breuklijnpunten zijn eveneens verlaagd tot maximaal de uiterwaardhoogte.

5.2.2 Modelleren van kaden

Binnen een knelpuntpolygoon zijn kaden verlaagd en/of verwijderd. Zoals overeengekomen met de opdrachtgever zijn binnen de knelpuntpolygoon de kaden die deel uitmaken van een hoogwatervrij terrein verwijderd, terwijl de overige kaden zijn verlaagd tot een hoogte overeenkomend met de waterstand ter plaatse van het knelpunt, behorende bij een afvoer van 6.000 m³/s bij Lobith. Als een kade is verlaagd, is ook de voet ter linker en rechter zijde verlaagd tot maximaal de (nieuwe) bodemhoogte.

Ook de zogenaamde 'blijfaf-kaden' zijn verlaagd indien zij binnen een knelpuntpolygoon vallen, dit in tegenstelling tot de maatregelen 'integrale kadeverlaging', waarbij de huidige hoogte van de 'blijfaf-kaden' wordt gehandhaafd.

Omdat ook de zogenaamde hverschil-lijnen worden geconverteerd naar overlaten (en bodempunten), zijn de hverschil-punten óf verwijderd óf verlaagd tot maximaal de (nieuwe) bodemhoogte (langs oever van rivier of plassen). In het laatste geval is ook de voet ter linker en rechter zijde verlaagd tot maximaal de (nieuwe) bodemhoogte.

5.3 Integrale kade- en kribverlaging

Naast de genoemde 57 knelpunten is in de PKB ook een aanpassing gedaan aan de integrale maatregelen voor kadeverlaging en voor kribverlaging. Tot nu toe werd bij het verlagen van kades enkel rekening gehouden met de blijfaf-kades. Het is echter wenselijk om ook rekening te houden met de kades die verlaagd worden als onderdeel van een knelpunt. Daarom is de kadeverlaging voor alle 6 takken als volgt uitgevoerd:

- alle kades langs een tak worden verlaagd tot het niveau dat hoort bij 6.000 m³/s te Lobith (zonder overhoogte), op basis van de betreffende werklijn die van DON is ontvangen;

- behalve de kades die als blijf-af-kade zijn aangemerkt (zie Spankrachtrapportage deel 3, paragraaf 10.1);
- behalve de kades die al worden verwijderd bij knelpunten Set 1 en Set 2 (RvR/Spankracht);
- behalve de kades die al worden verlaagd in het kader van de 57 PKB-knelpunten.

Daarnaast zijn nieuwe berekeningen uitgevoerd voor integrale kribverlaging. Recentelijk is een nieuw Rijntakkenmodel beschikbaar gekomen (Rijntakkenmodel 3) waarin een aantal correcties is doorgevoerd ten aanzien van de teenhoogtes van een groot aantal kribben. RIZA heeft met dit nieuwe model berekeningen gemaakt voor kribverlaging. Deze waterstands-effecten zijn opgenomen in de meest recente versie van de Blokkendoos.

6 Schematisatie uiterwaardmaatregelen

In het kader van de PKB worden in totaal orde 160 uiterwaardmaatregelen doorgerekend. Dit hoofdstuk beschrijft welke aannamen zijn gedaan om de plannen die tijdens de ontwerp-sessies zijn gedefinieerd te modelleren in WAQUA.

- De ontwerpen van uiterwaardmaatregelen zijn het resultaat van een aantal ontwerp-sessies:
1. een divergentiesessie;
 2. twee convergentiesessies (reflectiesessies), waarbij o.a. een rivierkundige slag gemaakt is uitgevoerd betreffende de ideeën die in de divergentiesessies zijn gelanceerd; en
 3. een terugkomstsessies waarbij de aangepaste ontwerpen tegen het licht zijn gehouden.

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de ontwerp-sessies hebben geleid tot schematisaties van de plannen in Baseline en vervolgens WAQUA.

6.1 Schetsen van uiterwaardplannen

Tijdens de ontwerp-sessies bestond de mogelijkheid om op basis van een aantal gegeven ecotopen uiterwaarden in te richten. Afhankelijk van het type ecotoop was het mogelijk aan te geven of dat deel van de uiterwaard wel of niet vergraven zou worden. Tabel 6-1 geeft de te kiezen ecotopen.

Tabel 6-1 Overzicht van de toe te passen ecotopen tijdens de ontwerp-sessies voor de uiterwaardplannen

Ecotoop	Opmerking
water	vergraven afhankelijk van vorm
hardhoutooibos	niet vergraven tenzij specifiek aangegeven
zachthoutooibos	niet vergraven tenzij specifiek aangegeven
stroomdalgrasland	wel vergraven
rivierduin	niet vergraven
dynamische ruigte	wel vergraven
natuurlijk grasland	wel vergraven
moeras	wel vergraven
landbouw	wel vergraven, kades verlagen tot niveau 6.000 m³/s bij Lobith
landbouw	niet vergraven, kades verlagen tot niveau 6.000 m³/s bij Lobith

De indeling in hardhoutooibos en zachthoutooibos is niet altijd even logisch. Daarom is afgesproken dat er alleen verlaagd wordt als dat specifiek staat aangegeven in de schetsen. In alle overige gevallen wordt er niet verlaagd. Dus geen hardhoutooibos in combinatie met verlagen.

De ontwerp-sessies hebben geresulteerd in schetskaarten waarin per uiterwaard wordt aangegeven hoe de toekomstige situatie eruit komt te zien. Deze schetskaarten vormen de basis voor het digitaliseren van de uiterwaardplannen. Resultaat van deze actie is een GIS-kaart waarin per plan met behulp van polygonen staat aangegeven welke ecotoop op welke locatie moet komen. Bij het digitaliseren is rekening gehouden met het feit dat de plannen niet verder dan tot 50 m uit de bandijk én 50 m uit de teen van de krib (= de oeverlijn)

mogen worden doorgezet. Bovendien moeten nevengeulen en strangen minimaal 100 m uit de bandijk worden aangelegd. In- en uitlaten van nevengeulen en strangen liggen altijd tussen de kribben. Voor het aangeven van de ecotoop wordt, voor zover mogelijk, gebruik gemaakt van de ruwheidscodes die ook in WAQUA worden gebruikt. Voor details over ruwheden wordt verwezen naar hoofdstuk 8 van het voorliggende rapport.

In sommige plannen worden dijkverleggingen aangegeven en hoogwatervrije terreinen verwijderd. Het is wenselijk ook het effect van deze knelpunten te kennen als ze geen onderdeel uitmaken van een uiterwaardplan. Daarom zijn nog niet eerder geïdentificeerde hoogwatervrije terreinen en dijkverleggingen als nieuw blok doorgevoerd in de Blokkendoos. Tabel 6-2 geeft een overzicht van deze maatregelen.

Tabel 6-2 Maatregelen die zijn toegevoegd naar aanleiding van de ontwerpessies voor de uiterwaardplannen

Code	Tak	kmr. van	kmr. tot	oever	type
W13_dvl	Waal (tot Vuren)	888.20	889.50	R	Kleinschalige dijkverlegging
W42_dvl	Waal (tot Vuren)	940.00	942.30	R	Grootschalige dijkverlegging
W45_dvl	Waal (tot Vuren)	946.20	948.40	L	Grootschalige dijkverlegging
R52_dvl	Lck - Nw.Maas - Nw.Waterweg	952.60	954.10	R	Grootschalige dijkverlegging
Y28_dvl	IJssel (tot Hattem)	932.00	933.50	R	Kleinschalige dijkverlegging
W22_hwv	Waal (tot Vuren)	903.70	904.50	L	Knelpunt
W25_hwv	Waal (tot Vuren)	911.80	912.20	R	Knelpunt

Daarnaast wordt in sommige plannen een dijkverlegging voorgesteld die onderdeel uitmaakt van een Spankrachtdijkverlegging. Deze zullen niet afzonderlijk worden doorgerekend.

6.2 Vergravingen in uiterwaardplannen

Als basis voor het bepalen van de vergraven dienen de gedigitaliseerde schetsen uit de ontwerpessies. De diepte waarover vergraven moet worden, wordt bepaald met behulp van de rekenregels van RvR. Deze geven per ecotoop aan hoeveel hoogte minimaal nodig is boven de nu geldende mediane waterstand om deze ecotoop zich te laten ontwikkelen en voortbestaan. Maximaal mogelijke vergraving is hierbij het uitgangspunt. Alleen voor landbouw gelden andere criteria, omdat hier wordt uitgegaan van functiebehoud. Dit betekent dat wordt afgegraven tot een hoogte die 60% van de landbouwgebruikswaarde garandeert bij het behoud van zomerkades. Tabel 6-3 geeft per Rijntaktraject de benodigde hoogte boven mediaan peil in het geval functiebehoud gewenst is.

Tabel 6-3 Maaiveldshoogte in centimeters (+/- 20 cm) boven mediaan peil die op ieder riviertraject tenminste nodig is voor het realiseren van 60% van de theoretisch maximale landbouwgebruikswaarde bij aanwezigheid van zomerdijken

Gebruikswaarde	B1	W1	W2	W3	W4	R1	R2	R3	R4	R5	Y1	Y2	Y3	Y4
60%	90	90	90	60	40	70	20	20	20	20	60	60	20	20

De minimum vereiste hoogte boven mediaal peil is niet alleen afhankelijk van het type ecotoop, maar als gevolg van het verschil in gemiddelde waterdiepte ook van de tak waarin

het plan ligt. Tabel 6-4 tot en met Tabel 6-6 tonen daarom de minimum vereiste hoogtes per tak en per ecotoop.

Tabel 6-4 Minimum vereiste hoogte boven mediaan peil (in m) per natuurecotooptype per traject; **Boven-Rijn en Waal.**

IVR-natuurecotooptypen	B1	W1	W2	W3	W4
Hardhoutooibos	2.50	2.50	2.50	2.00	1.50
Stroomdalgrasland	2.50	2.50	2.50	2.00	1.50
Rivierduin	1.25	1.25	1.25	1.00	0.75
Dynamische ruigte	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50
Natuurlijk uiterwaardgrasland	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50
Zachthoutooibos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moerasruigte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevengeul	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Strang	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Plas	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00

Tabel 6-5 Minimum vereiste hoogte boven mediaan peil per natuurecotooptype per traject; **Neder-Rijn en Lek.**

IVR-natuurecotooptypen	R1	R2	R3	R4	R5
Hardhoutooibos	2.00	1.50	1.50	1.50	1.50
Stroomdalgrasland	2.00	1.50	1.50	1.50	1.50
Rivierduin	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75
Dynamische ruigte	0.75	0.50	0.50	0.50	0.50
Natuurlijk uiterwaardgrasland	0.75	0.50	0.50	0.50	0.50
Zachthoutooibos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moerasruigte	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevengeul	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Strang	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Plas	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00

Tabel 6-6 Minimum vereiste hoogte boven mediaan peil per natuurecotooptype per traject; **IJssel.**

IVR-natuurecotooptypen	Y1	Y2	Y3	Y4
Hardhoutooibos	2.00	2.00	1.50	1.50
Stroomdalgrasland	2.00	2.00	1.50	1.50
Rivierduin	1.00	1.00	0.75	0.75
Dynamische ruigte	0.75	0.75	0.50	0.50
Natuurlijk uiterwaardgrasland	0.75	0.75	0.50	0.50
Zachthoutooibos	0.00	0.00	0.00	0.00
Moerasruigte	0.00	0.00	0.00	0.00
Nevengeul	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Strang	-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
Plas	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00

De rekenregels zijn toegepast zonder controle van de plannen uit te voeren. Als bijvoorbeeld is aangegeven dat op een locatie hardhoutooibos moet komen zonder vergraven, wordt niet nagegaan of het huidige maaiveld voldoende hoog ligt om dat te laten ontstaan. In de tweede reflectiesessie is gecontroleerd of vergravingen plaatsvinden op archeologische vindplaatsen, A-locaties bos of op de plaats van monumenten. Daarom kan ervan uit worden gegaan dat plannen dergelijke gebieden niet doorkruisen tenzij deze keuze nadrukkelijk is gemaakt.

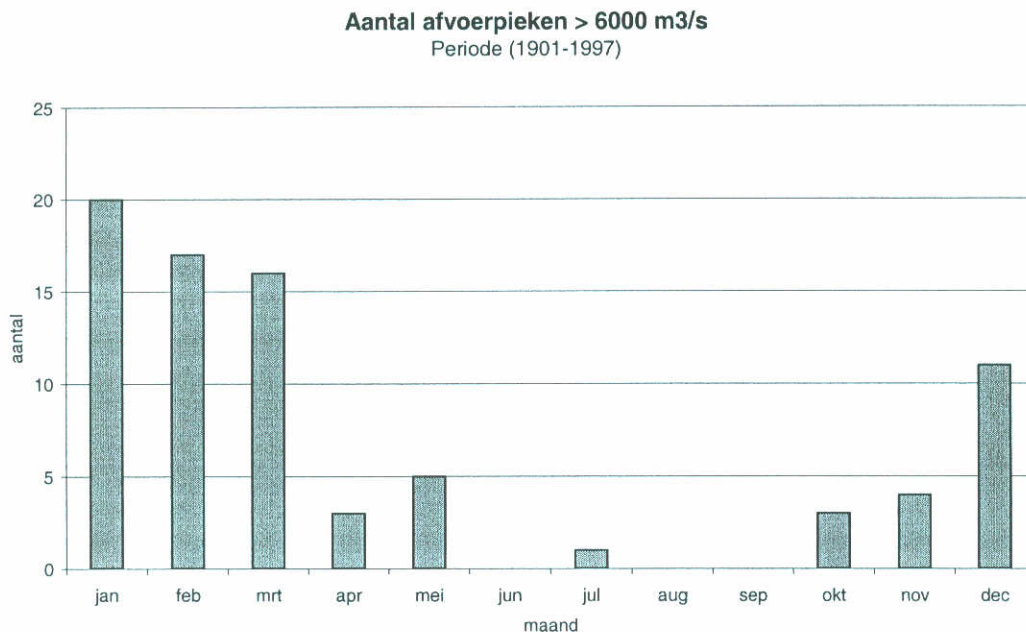
Voor het creëren van open water worden ook de rekenregels van RvR aangehouden, waarmee het onderscheid tussen diep en ondiep water alleen nog herkenbaar is in het verschil tussen plassen en nevengeulen of strangen. Plassen worden 4 m onder de mediane waterstand aangelegd en nevengeulen en strangen 2 m. Dit laatste komt min of meer overeen met 0,5 m onder OLR (1.020 m³/s bij Lobith). Bij het aanleggen van open water wordt in de bodem rekening gehouden met de aanwezigheid van een talud. Er wordt echter geen extra ruwheid op het talud aangebracht. Als in de plannen niet staat aangegeven tot op welk niveau een plas verondiept moet worden, wordt ook hier het niveau van 4 m onder de mediane waterstand aangehouden. Bij het verondiepen van plassen wordt onderscheid gemaakt tussen het simpelweg verondiepen en het verondiepen tot natuurlijk grasland, moeras of landbouw. In het eerste geval worden de plassen verondiept tot 4 m onder de mediane waterstand en in het tweede geval wordt met behulp van de gewenste ecotoop en de rekenregels uit RvR een nieuwe hoogte voor de plassen bepaald.

In de plannen komt als maatregel herhaaldelijk het stroomlijnen van een hoogwatervrij terrein voor. Het verwachte effect van een dergelijke maatregel in WAQUA is vanwege de roosterafmetingen zo gering dat besloten is het stroomlijnen van een hoogwatervrij terrein niet te modelleren. Wel zal de maatregel (met toelichting) worden opgenomen in de uiteindelijke kaarten die van de plannen worden gemaakt.

6.3 Verlagen en verwijderen kades in uiterwaardplannen

Bij het schematiseren van de uiterwaardplannen wordt geen onderscheid gemaakt tussen het doorlatend maken van een kade en het afgraven van een kade. In beide gevallen wordt de kade in zijn geheel verwijderd. Als gesproken wordt over het verlagen van kades wordt te allen tijde bedoeld dat deze verlaagd worden tot op het niveau dat behoort bij een afvoer van 6.000 m³/s bij Lobith (waterstanden uit betrekingslijnen 2001).

Bij functiebehoud van landbouw wordt ervan uitgegaan dat de *zomerdijken* verlaagd worden. Voor het bepalen van de maaiveldshoogte kan hierbij Tabel 6-3 aangehouden worden uit de vorige paragraaf. Uitgangspunt van deze tabel is de benodigde maaiveldshoogte voor het realiseren van 60 % van de landbouwgebruikswaarde *bij aanwezigheid van zomerdijken*. Achterliggende gedachte is dat de afvoer van 6.000 m³/s slechts 1/jaar voorkomt. Zomerkades zijn aangelegd ten behoeve van het landbouwkundig gebruik van uiterwaarden. Ze zijn bedoeld om overstroming van landbouwgronden door zomerhoogwaters te voorkomen. Als we aannemen dat 1/1 per jaar hoogwaters in > 90% van de gevallen in het winterhalfjaar plaatsvinden kan gesteld worden dat ook verlaagde zomerkades aan het beoogde doel beantwoorden. Figuur 6-1 laat zien dat deze aanname gerechtvaardigd is. Uitgangspunt hierbij is dat de winter van 1 oktober tot 1 april loopt. In de zeldzame gevallen dat toch een zomerhoogwater optreedt, zal dit zeer waarschijnlijk gepaard gaan met een sowieso natte zomer. Dan treedt ook binnendijs forse natheidsschade op.



Figuur 6-1 Voorkomen van het aantal afvoerpieken > 6.000 m³/s in de periode 1901 tot 1975 verdeeld over de maanden van het jaar

De overige kades in de uiterwaard kunnen dan verwijderd worden. Als geen duidelijke zomerdijk aanwezig is, worden alle kades verlaagd tot een niveau behorend bij 6.000 m³/s bij Lobith. In het uitzonderlijke geval dat een zomerdijk is verwijderd als gevolg van uiterwaardverlaging, terwijl aan de zijde van de bandijk functiebehoud van landbouw is gedefinieerd, wordt een nieuwe zomerdijk aangelegd. Deze dijk wordt op het niveau van de oude zomerdijk aangelegd met als maximum niveau het niveau behorend bij een afvoer van 6.000 m³/s bij Lobith. De kosten voor de aanleg van een nieuwe zomerdijk worden niet apart berekend, omdat ze klein zijn ten opzichte van de kosten van het totale plan.

In het geval geen functiebehoud aan de orde is, zoals bijvoorbeeld bij vergraven tot natuurlijk grasland of dynamische ruigte, worden alle kades verwijderd in het te vergraven gebied.

6.4 Modelleren van strangen en nevengeulen

Nevengeulen en strangen vormen een belangrijk onderdeel van de uiterwaardplannen die binnen de PKB zijn vervaardigd. Het tweedimensionaal stromingsmodel WAQUA bepaalt het hydraulisch effect van deze uiterwaardplannen, die met behulp van Baseline/ArcView zijn geschematiseerd. De nevengeulen en strangen hebben veelal maar een beperkte breedte en meanderen zich door de uiterwaard. Het rooster van de huidige schematisatie heeft echter afmetingen van dezelfde orde grootte als de dimensies van de geulen, waardoor het veelal niet mogelijk is de nevengeulen en strangen in grote mate van detail te modelleren. De mogelijkheid bestaat zelfs dat het rekenrooster te grof is om een in Baseline geschematiseerde nevengeul goed weer te geven.

Omdat nevengeulen een belangrijk onderdeel vormen van de uiterwaardplannen en vaak onderscheidend zijn tussen twee varianten is een juiste modellering van belang. Om inzicht

te krijgen in de mogelijkheden om nevengeulen te modelleren in WAQUA met behulp van Baseline is meer in detail naar de schematisatie gekeken. Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van dit onderzoek. Bovendien wordt aangegeven of de manier van modelleren van nevengeulen en strangen toereikend is voor het bepalen van het waterstandseffect van uiterwaardplannen. In dit hoofdstuk wordt geen onderscheid gemaakt tussen nevengeulen en strangen, omdat die vanuit het oogpunt van modelleren op dezelfde manier benaderd kunnen worden.

Voor de controle van de schematisatie van nevengeulen in de uiterwaardplannen binnen de PKB zijn de volgende stappen gevolgd:

- Uitvoeren van een inventarisatie van de uiterwaardplannen die een nevengeul bevatten.
- Het vergelijken van de uiterwaardplannen binnen ArcView met het WAQUA rekenrooster, en het onderzoeken van de wijze waarop de contouren van de nevengeul over het rooster lopen.
- Analyse van de WAQUA schematisaties waarbij zal worden bekeken in hoeverre de nevengeulen na het toepassen van Baseline in de bodemschematisatie terecht zijn gekomen.
- Trekken van conclusies en aanbevelingen.

6.4.1 Schematisatie van nevengeulen in uiterwaardplannen

Voor strangen en nevengeulen spelen de volgende aspecten een belangrijke rol wanneer het gaat om de hydraulische schematisatie in een twee dimensionaal model:

- Er dienen zich voldoende roostercellen binnen de nevengeul te bevinden om op een juiste wijze de bewegingsvergelijking en de continuïteitsvergelijking in dit gebied op te kunnen lossen. Wat 'voldoende' is, is afhankelijk van de toepassing van het model.
- Het rekenrooster dient in principe vloeiend de stroombanen te volgen, ook binnen een nevengeul. Als de contouren van de nevengeul zeer getrapt worden beschreven door het rooster, dan is dit een indicatie dat niet aan deze voorwaarde zal worden voldaan. Vooral bij smalle geulen zal er daarnaast dan vaak sprake zijn van een sterke gradiënt in breedte wat het numerieke oplossend vermogen niet ten goede komt.

Bijlage A en B geven een overzicht van de uiterwaardplannen waarin respectievelijk een nevengeul of strang voorkomt. In totaal gaat het om circa 100 plannen. Voor het onderzoek naar de schematisatie van nevengeulen is een aantal van deze plannen meer in detail bestudeerd, waarbij aandacht is besteed aan onderstaande punten:

- het kleinst aantal cellen, of eigenlijk celbreedtes, die (een deel van) de nevengeul beschrijven;
 - het grootst aantal cellen, of celbreedtes, die (een deel van) de nevengeul beschrijven;
 - de kleinste breedte van de betreffende strang of nevengeul in m;
 - de grootste breedte van de betreffende strang of nevengeul in m;
 - een kwalitatieve waardering van de mate waarin de geul vloeiend de roosterlijnen volgt.
- Tabel 6-7 geeft de classificatie voor deze kwalitatieve waardering

Tabel 6-7 Classificatie ten aanzien van mate van getraptheid

classificatie	Omschrijving	score
niet getrapt	de volledige strang of nevengeul volgt het rooster vloeiend	+
licht getrapt	de strang of nevengeul volgt het rooster niet helemaal vloeiend	0
matig getrapt	bij deze strang of nevengeul is sprake van redelijk veel getrapte roosterlijnen	-
zeer getrapt	bij deze strang of nevengeul is sprake van sterk getrapte roosterlijnen	--

De plannen die meer in detail zijn bestudeerd bevinden zich alle op de Neder-Rijn, omdat ten tijde van het uitvoeren van deze studie dit de enige tak was waarvoor de varianten al geschematiseerd waren. Tabel 6-8 en Tabel 6-9 vatten de resultaten samen van de analyse voor acht uiterwaarden met een nevengeul en zes uiterwaarden met een strang.

Tabel 6-8 Resultaten van het vergelijk van de contouren van nevengeulen en het rekenrooster op het Pannerdensch Kanaal en de Neder-Rijn

code	Uiterwaard	tak, km, oever	aantal celbreedtes		breedte (m)		mate van getraptheid
			min	max	min	max	
R03_1	Doorneburgsche buitenwaard	PK, 867.3 - 872.4 (L)	1,5	2,25	100	160	--
R05_R06_1	Huissensche waarden	PK, 872.4 - 878.8 (L)	1	1,75	115	160	-
R21_1	Wolfswaard	NL, 901.9 - 906 (L)	0,5	2	65	120	-
R22_1	Middelwaard	NL, 906 - 910.2 (L)	1	2,25	45	65	-
R24_1	Tollewaard	NL, 910.2 - 914.1 (L)	1	1,5	60	85	-
R25_1	Ingensche waarden	NL, 914.1 - 918.6 (L)	1	1,75	65	75	--
R34_1	Rijswijksche buitenpolder	NL, 923.8 - 928.8 (L)	0,25	1,5	35	195	-
R40_1	Lazaruswaard	NL, 938.4 - 941 (L)	0,5	1,5	55	110	-

Tabel 6-9 Resultaten van het vergelijk van de contouren van strangen en het rekenrooster op de Neder-Rijn

code	Uiterwaard	km, oever	aantal celbreedtes		breedte (m)		mate van getraptheid
			min	max	min	max	
R13_1	Doorwerthsche waarden	891 - 894.3 (R)	1	2	80	100	-
R17_1	Randwijksche uiterwaarden	897.2 - 900.1 (L)	1	1,75	75	130	0
R19_1	Wageningen benedenwaarden	900.1 - 903.2 (R)	0,5	0,75	45	85	-
R41_1	Steenwaard	937.5 - 944 (R)	1	1,5	55	75	-
R49_R51_1	Heerenwaard	950.5 - 957.6 (L)	1	1,5	70	90	--
R50_1	Bossenwaard	950.7 - 952.9 (R)	0,75	1,5	50	90	-

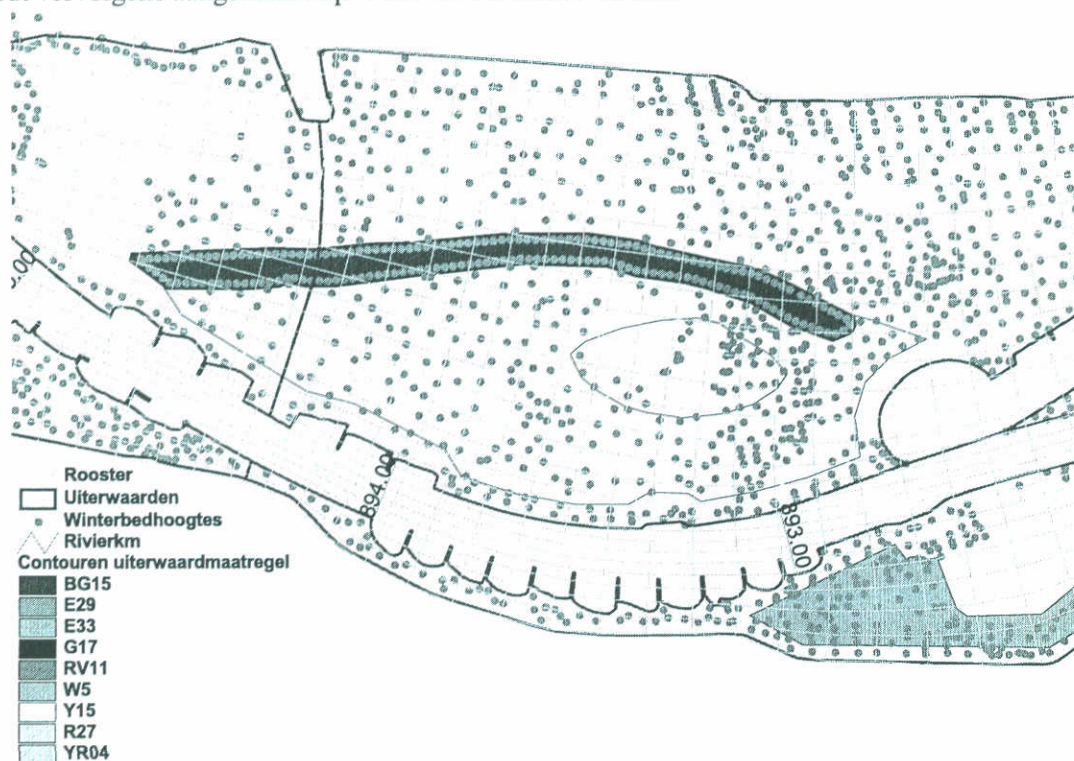
Op basis van de observaties in bovenstaande tabellen worden de volgende punten geconstateerd:

1. De breedte van de onderzochte strangen/nevengeulen varieert globaal gezien tussen 50 m en 200 m. De breedte van een individuele strang of nevengeul varieert niet meer dan een factor 2.
2. De breedte van de onderzochte strangen en de nevengeulen wordt gemiddeld door slechts 1 roostercel beschreven, maar minder dan 1 komt ook voor.
3. Meer dan 3 roostercellen tussen de ‘oevers’ van de geul of strang komt niet voor.
4. Bij een groot aantal onderzochte nevengeulen en strangen vallen delen van de nevengeul of strang binnen de breedte van één roostercel.

5. In enkele gevallen bedraagt de breedte van delen van de strang of nevengeul slechts een kwart van de celbreedte.
6. De contouren van de strangen en nevengeulen worden matig tot zeer getrapt op het rooster weergegeven.

6.4.2 Analyse van de WAQUA bodemschematisatie

In de vorige paragraaf is gekeken hoe de contouren van de verschillende strangen en nevengeulen over het rekenrooster liggen. Deze paragraaf gaat in op de wijze waarop de strangen en nevengeulen terugkomen in de met Baseline gecreëerde WAQUA schematisatie van de verschillende uiterwaardplannen. Figuur 6-2 toont een voorbeeld van de schematisatie van een strang in uiterwaardplan R13_1. In de figuur is te zien dat in de geul een groot aantal bodempunten is toegevoegd en bovendien is de verhouding van de breedte van de geul ten opzichte van de roosterafmetingen duidelijk zichtbaar. Voordat een WAQUA-bodem wordt aangemaakt, wordt in Baseline op basis van de bodempunten met behulp van interpolatie een gebiedsdekkend bodembestand gemaakt. Door een groot aantal bodempunten in de nevengeul aan te brengen (zie ook Figuur 6-2) is gegarandeerd dat de nevengeul duidelijk aanwezig is in dit gebiedsdekkende bestand. De bodem in WAQUA wordt vervolgens aangemaakt op basis van dit laatste bestand.



Figuur 6-2 Strang in uiterwaardplan R13_1 liggend over het WAQUA rooster, inclusief (additionele) bodempunten

Belangrijker nog dan de WAQUA-invoer is de wijze waarop de nevengeulen in de uiteindelijke hydraulische berekeningen tot uiting komen. WAQUA past namelijk een middeling toe op bodempunten, waardoor ten opzichte van de invoer door WAQUA nog wijzigingen worden ingebracht. Deze middeling geschiedt binnen de pre-processor van WAQUA.

Met behulp van het programma WAQVIEW en ArcView zijn figuren gemaakt met naar u en v snelheidslocaties gemiddelde bodempunten. Bijlage C (Figuur C-1 - C-4) toont figuren voor de nevengeul in uiterwaardplan R05_R06_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8, linkeroever). (ten behoeve van de zichtbaarheid is de nevengeul opgeknipt in vier stukken). Zichtbaar hierin is de diepte onder de waterspiegel in de u en v snelheidspunten. Dit is, conform WAQVIEW, gepresenteerd als gekleurde roosterlijntjes.

6.4.3 Conclusies en aanbevelingen

In de verschillende bodemschematisatie zijn de strangen en nevengeulen over het algemeen duidelijk waarneembaar. Verder kunnen op basis van de verschillende vervaardigde figuren (niet alle getoond in dit rapport) verder nog volgende conclusies worden getrokken:

1. Het feit dat er binnen de strangen en nevengeulen veel additionele bodempunten zijn toegevoegd aan het Baseline bodembestand heeft er toe geleid dat de strangen globaal gezien redelijk tot hun recht komen. Hier en daar valt wel op dat de strang of nevengeul soms kort wordt onderbroken door een verhoogde bodem.
2. Aangezien er wordt geschematiseerd binnen een rooster met bepaalde afmetingen wordt de breedte van delen van strangen en uiterwaarden soms iets overschat. Over het algemeen kan echter worden gesteld dat de strangen smaller uitvallen dan de oorspronkelijke contouren aangeven. De mate waarin de strangen echter onvoldoende tot hun recht komen en zullen leiden tot conservatieve resultaten dient te worden onderbouwd met extra WAQUA berekeningen.
3. Als een inschatting zou moeten worden gemaakt voor het minimaal aantal benodigde cellen binnen de breedte van een geul, dan lijkt minimaal 3 - 4 cellen een goede schatting, aangezien bij het oplossen van de bewegings- en continuïteitsvergelijkingen van een bepaald rekenpunt gebruik wordt gemaakt van de twee naastgelegen rekenpunten.

Geconcludeerd mag worden dat de meeste strangen redelijk tot uiting komen in de schematisatie. Enkele strangen verdienen aanpassing. Dit kan het beste geschieden door (handmatige) aanpassing van enkele bodempunten in de invoer bodemfile op WAQUA niveau, gebaseerd op de figuren zoals terug te vinden in bijlage C.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek en de daaraan verbonden conclusies is, mede in overleg met RIZA, besloten één berekening uit te voeren van een uiterwaardplan zonder aanpassing van de bodem ter plaatse van de strangen en één berekening waar op basis van de geleverde figuren de strang is aangepast om de schematisatie ervan te verbeteren. Hiermee zal worden bekeken of aanpassing echt significant effect heeft en dus of aanpassing van de schematisaties zin heeft. Eén en ander wordt ingegeven door het feit dat aanpassen van de schematisaties een behoorlijke tijdsinspanning vraagt.

In samenspraak met RIZA is uiterwaardplan R05_R06_1 in het Pannerdensch kanaal gekozen (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8, linkeroever). Door WL is een voorstel gedaan welke roosterpunten aan te passen, welk voorstel door RIZA is overgenomen. Uiteindelijk zijn 95 bodempunten extra (vaak meters extra) verdiept. Zie bijlage C; figuur C-1 - figuur C-4 vóór de aanpassing, figuur C-5 - C-8 na de handmatige aanpassing. (ten behoeve van de zichtbaarheid is de nevengeul opgeknipt in 4 stukken).

De WAQUA-berekeningen laten zien dat de aanpassingen, die redelijk fors genoemd kunnen worden, 2 cm extra waterstandsaling tot gevolg hebben. Op een oorspronkelijk waterstandseffect van 0,31 m levert dat een verschil van 6% op.

Op basis van deze bevindingen is besloten de strangen en nevengeulen niet (handmatig) aan te passen, mede ingegeven door het feit dat:

1. niet aanpassen een conservatieve benadering is;
2. dat in de huidige fase van de planvorming nog geen sprake is van gedetailleerde ontwerpen; deze zullen in de toekomst volgen, waarbij dan meer nadruk op de geulen en strangen gelegd kan worden (mogelijk in combinatie met een fijner rooster);
3. een conservatieve benadering wenselijk is om het effect van bruggetjes en begroeiing te verdisconteren.

Ten aanzien van het modelleren van strangen en nevengeulen worden verder de volgende aanbevelingen gedaan:

1. Bij het schematiseren van strangen en nevengeulen dienen binnen de contouren van de betreffende strangen en nevengeulen extra (bodem)punten aan het bodembestand van de uiterwaard te worden toegevoegd om de strangen duidelijk zichtbaar te laten zijn in de schematisatie. Dit is binnen de PKB-studie reeds gedaan.
2. Voor het vervaardigen van een toekomstig nieuw rooster van het bovenrivierengebied dient terdege rekening te worden gehouden met de schematisatie van (potentiële) strangen en nevengeulen.

Extra aandacht moet worden besteed aan de schematisatie aan instroom en uitstroomzijde van nevengeulen.

7 Schematisatie bestaande plannen en lopende projecten

In de PKB zijn in totaal orde 160 uiterwaardplannen ontworpen en doorgerekend. Daarnaast is er nog een groot aantal uiterwaarden waarvoor in de afgelopen jaren reeds verregaande plannen ontwikkeld zijn. Deze zijn buiten de ontwerpessies gehouden. Om een compleet beeld te krijgen voor de Blokkendoos zijn deze 'lopende projecten' echter wel doorgerekend met het WAQUA instrumentarium voor de PKB Ruimte voor de Rivier.

Op basis van tekeningen die zijn aangeleverd door DON (veelal via de projectleiders van de diverse projecten) zijn de plannen geschematiseerd in de referentieschematisatie die in hoofdstuk 3 wordt genoemd. Vervolgens zijn ook de kosten en overige effecten van deze plannen bepaald op de manier waarop dat voor alle andere maatregelen is gebeurd. Op deze manier is het mogelijk de lopende projecten te vergelijken met alle overige maatregelen in de Blokkendoos.

Het schematiseren van de lopende projecten is zo veel als mogelijk op dezelfde manier uitgevoerd als voor de uiterwaardplannen uit de ontwerpessies. In veel gevallen waren de tekeningen echter niet voldoende duidelijk. Veelal stond niet aangegeven of wel of niet vergraven moest worden en vaak was de legenda onleesbaar zodat niet kon worden vastgesteld welke ecotoop moest worden aangelegd. In voorkomende gevallen is in overleg met DON (ir. Jan-Paul Boutkan) een keuze gemaakt. Algemeen kan gesteld worden dat in eerste instantie is aangenomen dat als niets was aangegeven, er gegraven zou worden conform de regels voor vergraven die in paragraaf 6.2 uiteengezet zijn.

Na het gereed komen van de Blokkendoos in mei 2003 bleek echter dat voor een aantal lopende projecten de kosten ruim hoger waren dan verwacht was door de desbetreffende projectleiders. Een nadere analyse van de schematisaties van de lopende projecten liet zien dat in een aantal gevallen onterecht vergraven was, hetgeen direct leidt tot hoge kosten. Inmiddels bleken er ook meer gedetailleerde tekeningen beschikbaar te zijn waarop de te vergraven gebieden en nieuwe ecotopen duidelijker stonden aangegeven. Toen is besloten voor 13 maatregelen op basis van deze tekeningen het waterstandseffect, de kosten en de overige effecten opnieuw te bepalen.

Tabel 7-1 toont welke lopende projecten zijn doorgerekend in het kader van de PKB. Indien bekend is aangegeven op basis van welke tekening het plan is geschematiseerd. In de voorlaatste kolom staat aangegeven of het plan opnieuw is doorgerekend. In dat geval staat nog geen referentie aangegeven voor de gebruikte tekeningen.

Het grootste deel van de lopende projecten is opgenomen in de lijst met maatregelen in de Blokkendoos. Voor een aantal geldt echter dat ze reeds uitgevoerd zijn of dat een projectbesluit al genomen is. In andere deelrapporten van deze rapportage wordt daar nadrukkelijk aandacht aan besteed, maar voor de volledigheid staat in Tabel 7-1 in de laatste kolom aangegeven hoe wordt omgegaan met het betreffende plan.

A. Reeds uitgevoerd en daarom verwerkt in de hydraulische taakstelling

- B. Uitgevoerd in een ander kader dan de PKB en daarom verwerkt in de taakstelling
- C. Projectbesluit genomen

Tabel 7-1 Lopende projecten die zijn doorgerekend in het kader van de PKB, waarbij ook is aangegeven welke maatregelen opnieuw zijn doorgerekend.

Code	Naam	Herkomst tekening ¹	Opnieuw doorgerekend	Status
Waal				
W01_1_L	Uitwijkhaven Lobith	x ²		B
W06_1_L	Millingerwaard	x		B
W06_2_L	Millingerwaard	x		
W08_1_L	Gendtsche waard variant 1	x ³	x	
W08_2_L	Gendtsche waard variant 5	x ³	x	
W10_1_L	Bemmelsche waarden	x	x	
W14_1_L	Uitwijkhaven Weurt (Moespotsche waard)	x		B
W20_1_L	Afferdensche en Deestsche waarden	x ⁴	x	
W21_1_L	Ochtense buitenpolder (=Gouverneurse polder)	x		A
W22_1_L	Drutensche waarden oost	x		
W27_1_L	Kleine Willemspolder	x		
W28_1_L	Dreumelsche waarden	x ⁵		
W29_1_L	Passewaay	x		A
W30_1_L	Stiftsche uiterwaarden	x		A
W32_W34_1_L	Heesseltsche uiterwaarden variant 4	x		
W32_W34_2_L	Heesseltsche uiterwaarden variant 5	x		
W35_1_L	Hurwenensche uiterwaarden	x ⁶	x	
W35_2_L	Hurwenensche uiterwaarden	x ⁶	x	
W37_1_L	Watertoren Zaltbommel (De Oude Watertoren)	x		A
W39_1_L	Gamerensche waard	x		A
W41_1_L	Breemwaard	x	x	A
W48_1_L	Loevestein	x ⁷		
Neder-Rijn/Lek				
W03_W04_R01_R02_1_L	Rijnwaardens uiterwaarden	x ⁸	x	
R04_1_L	Loowaard	x		B

¹Tenzij anders is aangegeven zijn plannen gebaseerd op schetsen afkomstig van de Projectorganisatie Ruimte voor de rivier, Bureau Bovenrivieren.

² Twee afbeeldingen zijn bijgevoegd:
a. afkomstig uit: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland. Project Waal Overnachtingshaven Lobith. Inrichtingsplan alternatief B1.
b. afkomstig van: Projectorganisatie Ruimte voor de rivier, Bureau Bovenrivieren

³ Digitale schetsen Witteveen+Bos, d.d. 27/06/2003

⁴ Digitale bestanden afkomstig van Directie Oost Nederland, d.d. 04/06/2003

⁵ Afkomstig uit: Grontmij, 1995. Fort Sint Andries Deelplan Dreumelse Waard-west. Inrichtingsplan opgesteld ten behoeve van het dijkverbeteringsproject Afferden-Dreumel

⁶ Digitale schetsen (input startnotitie) afkomstig van DLG Regio Oost, d.d. 24/06/2003

⁷ Twee afbeeldingen zijn bijgevoegd:
a. afkomstig uit: Stroming (1996). Loevestein, natuurontwikkeling in the Benedenrivierengebied. In opdracht van WWF en Terca Baksteen bv. Deze is gebruikt voor het digitaliseren en staat gescand ook op de CD.
b. gemanipuleerde foto's van het gebied vanuit vogelvlucht perspectief, ter illustratie en gebruikt waar de tekening onduidelijk was.

⁸ Inrichtingsplan d.d. 17/08/2000 afkomstig van Directie Oost Nederland

Code	Naam	Herkomst tekening ¹	Opnieuw doorgerekend	Status
R09_1_L	Stadsblokken Meinerswijk	x ⁹		
R11_1_L	Rosandepolder	x	x ¹⁰	
R16_R19_1_L	Renkumse- en Wageningse benedenwaarden (Lexkesveer)	x		
R21_R22_1_L	Manuswaard de Spees	x	x	
R27_1_L	Amerongse Bovenpolder	x	x	
R29_1_L	Vispassage Amerongen	x ¹¹		B
R30_1_L	Toegangsdam stuw Amerongen	x ¹²		C
R37_1_L	Beusichemse waard	x		
R41_1_L	Veerdam Steenwaard	x ¹³		
R42_1_L	Goilberdingerwaard (Everdingen)	x	x ¹⁴	
R46_1_L	Vianen	x	x	
R51_1_L	Lexmond	x		
IJssel				
Y08_Y09_Y11_1_L	Lathumse en Bahrse, Zuider- en Vaalwaard (Rhederlaag)	x		A
Y23_1_L	Stokebrandsweerd	x		
Y24_Y25_1_L	Tichelbeekse en Gelderhoofdsche waard	x		
Y26_1_L	Zutphen	x		
Y37_1_L	Keizers- en Stobbewaard	x		
Y39_1_L	Olster waarden	x ¹⁵		
Y40_1_L	Oenderdijker- en Weelsumerwaarden	x	x	
Y41_1_L	Duursche waarden en Fortmond	x	x	
Y53_1_L	Vreugderijkerwaard	x	x	C
Y55_1_L	Scherenwelle en Koppelerwaard	x		
Y61_1_L	Ketelpolder	x		
Bypasszutphen_1	Bypass Zutphen	x ¹⁶		
Bypasszutphen_2	Bypass Zutphen	x ¹⁶		
Bypassdeventer_1	Bypass Deventer	x ¹⁷		
Bypassdeventer_2	Bypass Deventer	x ¹⁷		

⁹ Digitalisatie is gebaseerd op een schets zonder referentie

¹⁰ Twee afbeeldingen zijn bijgevoegd: hoogtemodel en vegetatiekaart van combinatie alternatief. Beide afkomstig uit: DHV Milieu en Infrastructuur, 2000. Gevoeligheidsanalyse voor inrichting Rosandepolder, Rivierkundige optimalisatie van het combinatie alternatief, Model studie.

¹¹ Afkomstig van: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland, 1998. Nederrijn/Lek Vispassages. Situatie stuwcomplex Amerongen.

¹² Afkomstig van: Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland. Toegangsdam Sluis-en Stuwcomplex Amerongen. Met toegevoegde informatie van Hans Stokkermans.

¹³ Afkomstig van Haskoning/Dienst Landelijk Gebied, 1999. Doorlaatbaar maken Veerweg Steenwaard.

¹⁴ Schets afkomstig uit: WL|Delft Hydraulics, 1999. Inrichting Zuidelijke Lekuiterswaarden: Rivierkundige Berekeningen. In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost Nederland.

¹⁵ Digitale bestanden afkomstig van DLG Regio Oost, juni 2003

¹⁶ Gebaseerd op schets afkomstig van Gemeente Zutphen

¹⁷ Gebaseerd op schets afkomstig van Gemeente Deventer

8 Hydraulische ruwheden in de PKB

Naar aanleiding van het verschijnen van het nieuwe handboek vegetatie [Velzen et al., 2002-a] is besloten in de PKB over te stappen op de nieuwe ruwheden. In dit handboek worden voor sommige ecotooptypen veel hogere ruwheden aangehouden dan tot nu toe gebruikelijk was.

Zo wordt bijvoorbeeld nu rekening gehouden met de aanwezigheid van struweel in de gebieden met natuurlijk grasland, moeras en dynamische ruigte. In het verleden zou voor een dergelijke combinatie een gezamenlijke ruwheid worden bepaald op basis van een gewogen gemiddelde. Hiervoor diende vooraf een waterdiepte te worden aangenomen. Aangezien i) het lastig is deze waterdiepte vooraf in te schatten, ii) deze waterdiepte lokaal fors kan afwijken en iii) omdat het effect op de ruwheid door de verandering van de waterdiepte bij vergravingen hierdoor niet tot uitdrukking komt is gekozen het combineren van ecotopen op een andere (betere) wijze op te lossen.

Dit hoofdstuk beschrijft deze nieuwe aanpak en de resultaten van een aantal gevoeligheidsberekeningen, waarbij de invloed van variatie in ruwheid en aanwezigheid van enkele van de hierboven beschreven (gecombineerde) vegetatiesoorten is onderzocht.

8.1 Opzet gevoeligheidsberekeningen

Zoals in de inleiding naar voren is gekomen kunnen enkele ecotooptypen uit een combinatie van andere ecotopen bestaan. Het gaat hierbij om moeras, natuurlijk grasland, dynamische ruigte en rivierduin. De te kiezen combinatie en de percentages van de verschillende individuele onderdelen staan nog niet vast. De keuze hiervan zal invloed hebben op het waterstandseffect van een uiterwaardplan. Dit onderzoek zal zich richten op het effect van de te kiezen combinatie, op basis waarvan een keuze zal worden gemaakt ten aanzien van de te hanteren combinaties voor het PKB onderzoek.

Van RWS-RIZA (ir. Emiel van Velzen [Velzen, 2002-b]), heeft WL voor de verschillende, binnen de uiterwaardplannen te definiëren, ecotooptypes ruwheidswaarden (k-waarden) ontvangen. Deze waarden staan vermeld in Tabel 8-1. Onder de tabel staat uitgelegd hoe de verschillende parameters geïnterpreteerd moeten worden.

Tabel 8-1 Ontvangen en toegepaste ruwheden en codes voor individuele ecotooptypen [Velzen, 2002-a]

ecotooptype	r_code	a	b	Opmerkingen
water	201	0.05	1	
nevengeulen	niet gedefinieerd	0.15	1	in schematisatie nog r_code van water
hardhout ooibos	751	10	0.03	
zachthout ooibos	752	10	0.03	gelijk aan hardhout ooibos
natuurlijk grasland	202	0.40	1	
struwelen	753	6	0.13	
landbouw	203	0.20	1	
natte ruigte	204	0.60	1	

ecotooptype	r_code	a	b	Opmerkingen
droge ruigte	205	1	1	
rietgras	754	1	0.4	
stroomdal grasland	zie natuurlijk grasland			

De in Tabel 8-1 genoemde **r_code** zit in de ruwheidsbestanden die nodig zijn voor WAQUA. De parameters **a** en **b** komen terug in het voor WAQUA benodigde vertaalbestand voor de ruwheden (doorgaans ruw.karak geheten). In dit bestand wordt een **r_code** vertaald naar een specifieke ruwheidswaarde. Indien de in Tabel 8-1 genoemde **r_code** binnen de range van 4 - 400 ligt dan is **a** de Nikuradse ruwheidswaarde (in m) en moet **b** worden gezien als een kalibratieconstante. Als de **r_code** daarentegen tussen 701 - 950 ligt dan representeert **a** de vegetatiehoogte (in m) en **b** het aangestroomd oppervlak (in m/m²). Merk op dat binnen WAQUA in beide situaties een andere vergelijking wordt gebruikt om de uiteindelijke Chézy-ruwheid te verkrijgen die nodig is voor het oplossen van de bewegingsvergelijking.

De gevoeligheidsanalyse richt zich op vier ecotopen waarvoor twee varianten worden onderzocht. Tabel 8-2 geeft de hierbij te onderzoeken combinaties weer. Een eerste variant waarin grotendeels wordt uitgegaan van 100% eenzelfde ecotoop, en een tweede variant waarin een aandeel van een andere ecotoop naar voren komt.

Tabel 8-2 Onderzochte ecotoopcombinaties met bijbehorende percentuele verdeling van losse ecotopen

ecotooptype	1e variant (berekeningscode op1)	2e variant	Opmerkingen
natuurlijk grasland (incl. stroomdal grasland)	100% natuurlijk grasland (202)	95% natuurlijk grasland (202) 5% struwelen (753)	2e variant: berekeningscode op2
moeras	50% natte ruigte (204) 25% water (201) 25% struwelen (753)	50% water (201) 50% rietgras (754)	2e variant: berekeningscode op3
dynamische ruigte	100% droge ruigte (205)	95% droge ruigte (205) 5% struwelen (753)	2e variant: berekeningscode op4

Alle gevoeligheidsberekeningen zijn uitgevoerd met de WAQUA schematisatie van de Neder-Rijn. De gebruikte schematisatie bevat in totaal 31 uiterwaardplannen. Alle ecotooptypes binnen deze uiterwaardplannen hebben een nieuwe unieke ruwheidscode gekregen. Dit geeft enige flexibiliteit om naderhand nog eenvoudig wijzigingen ten aanzien van de ruwheid te kunnen doorvoeren. Merk op dat ecotopen buiten het gebied van de uiterwaardingreep nog steeds de originele ruwheidscode van de referentieschematisatie hebben, hetgeen kan leiden tot twee verschillende ruwheidscodes in de schematisatie voor identieke ecotopen.

Er is een vijftal berekeningen uitgevoerd met WAQUA voor de Neder-Rijn, bij een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith, te weten:

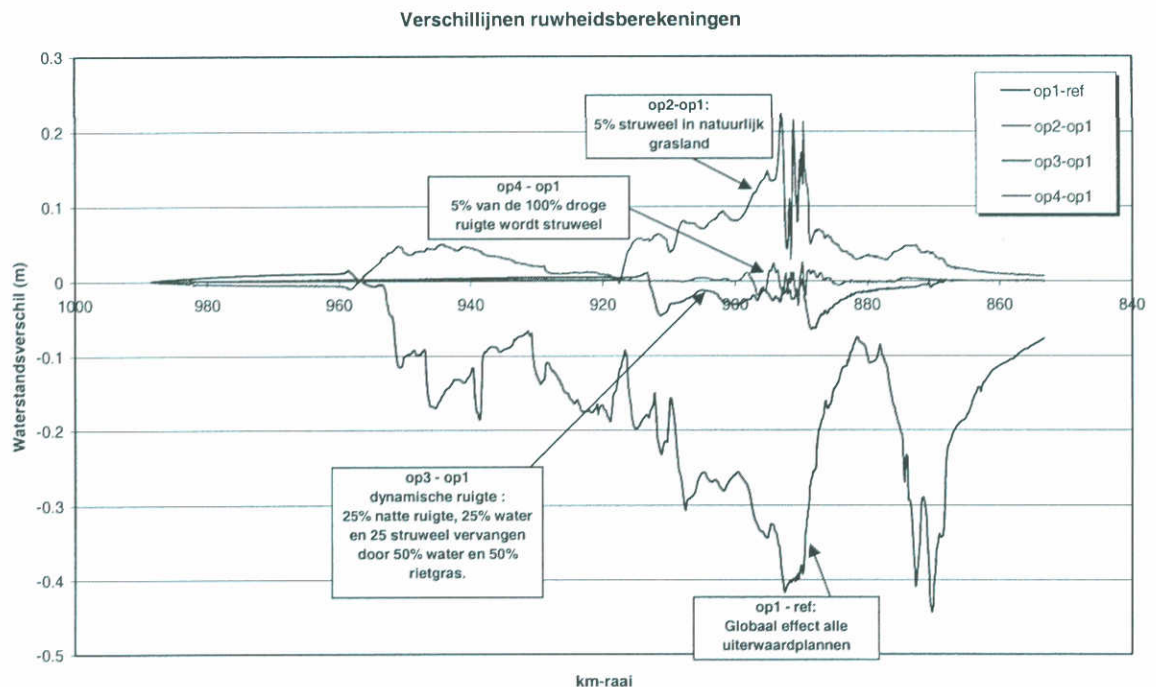
1. Een referentieberekening (ref), die de situatie zonder de uiterwaardplannen weergeeft.
2. Een variant 1 berekening (op1) waar een groot aantal optiel uiterwaardplannen in aanwezig zijn en waarbinnen de uiterwaardplannen de ruwheden zijn toegepast zoals weergegeven in Tabel 8-1 en de onder variant 1 weergegeven ecotoopcombinaties uit Tabel 8-2.
3. Een variant 2 berekening (op2), waar alle gebieden binnen de uiterwaardplannen met natuurlijk grasland en stroomdal grasland 5% struweel krijgen toebedeeld.

4. Een variant 2 berekening (op3), waar alle gebieden binnen de uiterwaardplannen met moeras in plaats van 50% natte ruigte, 25% water en 25% struweel bestaan uit 50% rietgras en de rest water.
5. Een variant 2 berekening (op4), waar alle gebieden binnen de uiterwaardplannen met dynamische ruigte naast droge ruigte 5% struweel krijgen toebedeeld.

8.2 Resultaten en conclusies gevoeligheidsanalyse

De WAQUA berekeningen hebben geleid tot een resultaat dat terug te vinden is in Figuur 8-1. De volgende punten worden geconstateerd:

1. Alle geschematiseerde uiterwaardplannen gezamenlijk geven een waterstandsaling tot orde 40 cm in de Neder-Rijn (op1 - ref)
2. 5% struweel in natuurlijk grasland leidt tot een beduidend hogere ruwheid en een significante afname van het waterstandsverlagend effect (tot wel 50%) (op2 - op1).
3. Veranderen van de moerasvariant met 50% natte ruigte, 25% water en 25% struweel door 50% rietgras en 50% water blijkt minder ruw te zijn en zal leiden tot extra waterstandsverlaging (op3 - op1).
4. Het meenemen van 5% struweel naast droge ruigte in de ecotoopcombinatie dynamische ruigte heeft weinig tot geen invloed op de ruwheid en het waterstandseffect (op4 - op1).



Figuur 8-1 Resultaten gevoeligheidsberekeningen

Merk op dat rivierduin dat door RIZA ook als combinatieecotoop was aangeleverd niet is teruggevonden in de uiterwaardplannen van de Neder-Rijn. Voor rivierduin kan namelijk naast droge ruigte ook een deel struweel worden toegepast om de ruwheidswaarde te bepalen. Gezien de beperkte aanwezigheid van rivierduin is het bepalen van de gevoeligheid hiervan niet noodzakelijk. Indien nodig is de meest conservatieve combinatie toegepast.

Opgemerkt wordt ook dat in dit onderzoek voor strangen en nevengeulen de ruwheidscode van water is gehanteerd. Ir. van Velzen heeft echter in zijn memo aangegeven dat voor strangen en nevengeulen een iets hogere ruwheidswaarde meer op zijn plaats is. In de nieuwe schematisaties hebben strangen en nevengeulen een unieke ruwheidscode gekregen, waardoor de juiste ruwheidswaarde aan strangen en nevengeulen kon worden toegekend.

RWS-RIZA heeft aangegeven stroomdalgrasland en natuurlijk grasland gelijk te behandelen.

Als laatste wordt aangegeven dat er qua ruwheid geen onderscheid wordt gemaakt tussen zachthout ooibos en hardhout ooibos.

In overleg met RWS-RIZA zijn naar aanleiding van dit onderzoek de volgende combinaties gekozen voor toepassing binnen de PKB:

- 1. natuurlijk grasland: 2,5% struweel en 97,5% natuurlijk grasland met de kanttekening van verzaaid beheer.
- 2. moeras : 50% natte ruigte, 25% water en 25% struweel
- 3. dynamische ruigte : 95% droge ruigte en 5% struwelen
- 4. rivierduin : 95% droge ruigte en 5% struwelen

Merk op dat voor natuurlijk grasland is afgeweken van hetgeen in het onderzoek vooraf is aangegeven, 2,5 % struweel in tegenstelling tot 5 % struweel. Reden hiervoor is dat de invloed van struweel in natuurlijk grasland dermate groot is dat verzaaid beheer tot een percentage van 2,5% struweel vermoedelijk vereist zal worden. Door de grote hoeveelheid natuurlijk grasland in het rivierengebied zal bij nader onderzoek prioriteit moeten worden gegeven aan nauwkeurige beschrijving van de hydraulische ruwheid van natuurlijk grasland.

Aanvullende opmerking

Er blijkt bij de implementatie van de ruwheden een fout te zijn opgetreden ten aanzien van rivierduin. Deze vegetatie blijkt de ruwheid van strangen en nevengeulen ($k=0,15\text{ m}$) te hebben gekregen voor de uiterwaardmaatregelen die genoemd zijn in Tabel 8-3. De invloed van deze fout blijft echter beperkt door het gering aantal hectares rivierduin. Sinds 25/4/2003 is dit probleem opgelost.

Tabel 8-3 Uiterwaardmaatregelen waarvoor rivierduin onjuist is geïmplementeerd

Uiterwaardplan	Aantal hectare rivierduin	Totaal aantal hectare plan	percentage
Y13_15_3	44	316	7,2
W30_1	6	150	0.04
W39_1	0,1	41	0.002
W41_1	0,1	87	0.001

8.3 Implementatie nieuwe combinatiemethode

Binnen WAQUA worden ruwheidscodes (r_codes) toegewezen aan locaties. Twee regels uit het WAQUA area-v bestand luiden bijvoorbeeld:

49 40 21 0.190
49 40 26 0.348

De eerste twee getallen geven de locatie aan (binnen het rekenrooster), het derde getal de ruwheidscode en het vierde getal het oppervlakte-aandeel. Indien de ruwheidscode nu bijvoorbeeld natuurlijk grasland betreft (of een ander ecotooptype waar een combinatie voor geldt) dan zal de betreffende regel met behulp van een eenvoudig FORTRAN programma (zie bijlage D) gesplitst worden in twee nieuwe regels, waarbij een deel van het oppervlakteaandeel aan een ruwheidscode X wordt toegewezen (in het geval van natuurlijk grasland aan het grasland deel) en het andere deel aan een ruwheidscode Y (in het geval van natuurlijk grasland bijvoorbeeld aan het deel struweel). Voordeel van deze methode is dat de verschillende ecotopen nu min of meer 'fysiek' in de schematisatie worden verwerkt en de waterstandsafhankelijkheid in de ruwheid beter tot uiting komt.

9 Overhoogte van dijken

De Blokkendoos beschikt over de mogelijkheid de huidige overhoogtes van dijken ten opzichte van het minimaal benodigde kruinniveau bij HR1996 (15.000 m³/s bij Lobith) te tonen, en mee te laten nemen in analyses.

In de Spankracht Blokkendoos (2001 - 2002) zijn voor het Bovenrivierengebied (BOR) de dijkoverhoogtes bepaald door het verschil te nemen tussen de waterstanden van de MHW die golden op het moment dat het betreffende dijktraject werd aangelegd en de MHW uit HR1996 (Randvoorwaardenboek 1996). Hierbij werd ervan uitgegaan dat de waakhoogte voor beide situaties gelijk was, wat aannemelijk lijkt. Voor het Benedenrivierengebied (BER) zijn dijkoverhoogtes wel bepaald op basis van actuele kruinhoogtegegevens, aangeleverd door RWS-directie Zuid-Holland, hoewel deze toen voor slechts een beperkt BER deel bruikbaar of beschikbaar waren.

Door het beschikbaar komen van nieuwe kruinhoogtegegevens bij DWW in het kader van het RAD (ReferentieAlternatief Dijkversterking) ontstond de wens om op basis van deze nieuwe gegevens de dijkoverhoogtes te bepalen en daarmee de huidige gegevens in de Blokkendoos te actualiseren. Daarnaast heeft de combinatie Arcadis – Royal Haskoning en Fugro (ARF) onderzocht of dijktrajecten stabiel blijven indien de beschikbare overhoogtes worden gebruikt. Uit dit onderzoek blijkt dat de overhoogtes van een groot aantal dijktrajecten niet zomaar gebruikt kunnen worden zonder extra stabiliserende maatregelen te nemen. Om deze stabiliteitsgegevens ook in de Blokkendoos zichtbaar te maken en te laten meenemen in kostenberekeningen is de Blokkendoos aangepast en zijn de gegevens voor de Blokkendoos geschikt gemaakt.

Dit hoofdstuk beschrijft de methode die is toegepast om de informatie van dijkoverhoogtes en de stabiliteit van deze overhoogtes aan te passen voor gebruik in de Blokkendoos.

9.1 Achtergrond van dijkoverhoogtes in de Blokkendoos

Het doel bij het gebruik van de Blokkendoos is het realiseren van een bepaalde waterstandsverlagende taakstelling in afzonderlijke riviertakken, door het inzetten van rivierkundige maatregelen. Indien de Blokkendoosgebruiker de doelstelling in bepaalde trajecten niet haalt of niet wenst te halen met de aangeboden rivierkundige maatregelen, dan worden de totale kosten van het inrichtingsalternatief verhoogd met de kosten die gemoeid zijn met het zodanig verhogen van de dijken dat de doelstelling wel wordt gerealiseerd. Met andere woorden; de waterstanden bevinden zich dan veilig onder het kruinniveau van de dijken.

De gebruiker van de Blokkendoos kan er voor kiezen gebruik te maken van de al aanwezige dijkoverhoogtes, wat ertoe leidt dat *i)* de taakstelling verlaagt en deze dus eerder zal worden gehaald en *ii)* dat bij het niet halen van de doelstelling in een bepaald gebied minder dijkverhoging nodig zal zijn.

DikeOverL:	de aanwezige overhoogte van het dijkvak aan de linkerzijde van de rivier.
DikeOverR:	de aanwezige overhoogte van het dijkvak aan de rechterzijde van de rivier.
DikeLenL:	de lengte van het betreffende dijkvak aan de linkerzijde van de rivier.
DikeLenR:	de lengte van het betreffende dijkvak aan de rechterzijde van de rivier.
DikeStabilityL:	de stabiliteitscode behorende bij het linkerdijkvak (S = Stabiel, I = instabiel, O = onbekend).
DikeStabilityR:	de stabiliteitscode behorende bij het rechterdijkvak (S = Stabiel, I = instabiel, O = onbekend).
DikeCostStabilizingL:	kosten voor het stabiliseren van het linker dijktraject.
DikeCostStabilizingR:	kosten voor het stabiliseren van het rechter dijktraject.

Gebruikte gegevens

Van RWS-DWW is een aantal ArcView-bestanden ontvangen met daarin o.a. dijkhoogte- en dijkstabiliteitinformatie. De volgende shape-bestanden zijn hier relevant:

- dijkvakallblokkendooswl.shp: met de contouren van alle dijkvakken, dijkhoogte-informatie, waterstandsinformatie en oplooppinformatie (RAD versie 0.3);
- dijkvakallblokkendooswl_9mei.shp: met de contouren van een groot aantal dijkvakken, dijkhoogte-informatie, waterstandsinformatie en oplooppinformatie (RAD versie 0.4);
- waterstandvakrad.shp: alle RAD-waterstandsvakken (ook wel vakken met "gelijke" waterstand of SOBEK-vakken genoemd);
- dijkvak500_sign_kleur.shp, dijkvak1250_sign_kleur.shp, dijkvak2000_sign_kleur.shp, dijkvak4000_sign_kleur.shp: voor de dijkringgebieden met een overstromingskans van respectievelijk 1/500 jaar, 1/1250 jaar, 1/2000 jaar en 1/4000 jaar de RAD stabiliteitscodering per dijkvak.

Daarnaast is kosteninformatie over het stabiliseren van dijken ontleend aan: Arcadis, Royal Haskoning en Fugro (2003). Referentiealternatief dijkversterking, hoofdrapport, kenmerk 110303/OF3/109/000262/as, 17 juni 2003.

Verder is er door WL een shapefile gemaakt met daarin alle Blokkendooskilometerpunten (Xydijkvaklr.shp). Hierin is te vinden:

- TAKBD: het nummer van de Blokkendoostak
- RIVKM: de betreffende rivierkilometer (resolutie: 500 m)
- X: x-locatie
- Y: y-locatie
- DIJKVAKL: dijkvak(nummer) dat zich aan de linkerzijde van de rivierkilometer bevindt (bekeken in stroomafwaartse richting)
- DIJKVAKR: dijkvak(nummer) dat zich aan de rechterzijde van de rivierkilometer bevindt (bekeken in stroomafwaartse richting)

Koppeling dijkoverhoogtes en stabiliteitsinformatie aan Blokkendooskilometerpunten

De methode van koppeling van dijkoverhoogteinformatie aan de Blokkendooskilometers kan opgedeeld worden in twee fasen: een eerste fase, waarin dijkoverhoogtes en -lengten toebedeeld zijn aan de kilometerpunten en een tweede fase, waarin de stabiliteitscode en -kosten aan de kilometerpunten toegekend worden.

De dijkoverhoogtes zijn gerelateerd aan HR1996, de bij 15.000 m³/s horende maatgevende waterstand. Hiertoe zijn door DWV de RAD dijkoverhoogtes, die ten opzichte van HR2001 (16.000 m³/s) zijn bepaald, vertaald naar HR1996 door bij deze overhoogte simpelweg het MHW verschil tussen HR2001 (16.000 m³/s) en HR1996 (15.000 m³/s) op te tellen. Voor informatie over de wijze waarop de RAD dijkoverhoogtes zijn bepaald wordt verwezen naar RAD-literatuur. Overigens wordt opgemerkt dat de dijkoverhoogtes binnen het RAD zijn bepaald via:

$$\text{Overhoogte} = \text{Minimale kruinhoogte} - \text{MHW16000}_{\text{afgerond}} - \text{zetting} - \text{oploop}$$

Waarbij de minimale kruinhoogtes zijn bepaald op basis van metingen. Voor de RAD dijkoverhoogtes is steeds de kleinste overhoogte in een dijkvak gebruikt.

Het ARF-consortium heeft voor ieder dijkvak bepaald wat de gezamenlijke kosten zijn voor het verhogen van een dijkvak met de hydraulische taakstelling (verschil HR2001 en HR1996) en het eventueel stabiliseren van het dijktraject, uitgaande van de zogenaamde “oogkleppen” of minimale variant. Hiertoe zijn er aan dijktrajecten twee coderingen gehangen, die er bijvoorbeeld als volgt uitzien:

2 ; 4.0 km ; A0 en R

Waarin:

2 = dijkvaknummer

4.0 km = lengte waarover de kleurcode geldig is

A0 = oplossingsrichting

R = stabiliteitscodering, waarbij de volgende codes werden onderscheiden

- Oranje (O) = Hoogte onvoldoende
- Geel (G) = Sterkte onvoldoende
- Rood (R) = Hoogte en sterkte onvoldoende
- Wit (W) = Stabiliteit niet onderzocht

Bovengenoemde codes zijn gekoppeld in shape bestanden. De geleverde ARF-kosten konden via enige acties in een excel spreadsheet worden gekoppeld aan de eerste codering. Om van de “oogkleppen”-variant (minimale variant) tot een “normale” variant te komen is een factor 1,25 over de kosten gezet. Deze factor is door DWV geleverd en bepaald op basis van een verhouding tussen de totale kosten voor alle dijkvakken bij een normale variant en de totale kosten voor alle dijkvakken bij de “oogkleppen” of minimale variant.

De kosten zijn toegespitst op de kleurcode, waarbij geen onderscheid is gemaakt tussen kosten voor dijkstabiliseren en kosten voor dijkverhogen in het geval van de rode codering. Omdat de Blokkendoos zelf de kosten van dijkverhogen berekent, dient dit voor de rode coderingen op de ARF kosten in mindering te worden gebracht, om alleen de kosten voor stabiliseren te krijgen. Echter, met het in mindering brengen van de kosten van dijkverhogen

op basis van de Blokkendoos eenheidsprijzen voor dijkverhoging ontstonden vaak negatieve kosten voor stabiliseren. Daarom is ervoor gekozen via onderstaande formule de ARF-kosten evenredig naar overhoogte en taakstelling toe te bedelen aan dijkstabiliseren en dijkverhogen:

$$\text{kosten voor stabiliseren dijktraject} = \text{ARF_kosten} \cdot \frac{\text{dijkoverhoogte}}{\text{dijkoverhoogte} + \text{doelstelling}}$$

Overigens dient te worden opgemerkt dat de kleurcode slechts op een deel van het totale dijktraject geldig is. Om welk deel dit precies gaat kwam niet tot uiting in de ARF codering. Daarom is de kleurcode op het hele dijktraject van toepassing gemaakt. Merk verder op dat alleen de gele en rode stabiliteitscodering voor de Blokkendoos relevant is.

9.3 Aandachtspunten bij bepalen dijkoverhoogtes en stabiliteit

Ten aanzien van de dijkoverhoogtes worden nog de volgende zaken opgemerkt.

- De lengte-informatie van de langs een RAD vak liggende dijkvakken is aan één binnen dat RAD vak gelegen Blokkendoos kilometerpunt toegewezen. Als er meerdere Blokkendoos kilometerpunten binnen een RAD vak liggen krijgt slechts één daarvan de dijk lengte informatie. De overhoogte-informatie is echter aan alle Blokkendoos kilometerpunten toegewezen.
- Als er geen dijkhoogte informatie aanwezig was dan is hier een aanname gedaan. Veelal is de dijkoverhoogte op 0 gezet. Langs trajecten met hoge gronden, zoals het Veluwemassief langs de IJssel en de Utrechtse Heuvelrug langs de Neder-Rijn is een overhoogte van 3,5 m aangehouden (de 3,5 m komt voort uit het net hoger gaan zitten dan de taakstelling bij 18.000 m³/s bij Lobith, die voor alle takken circa 3 m bedraagt).
- In de bovenloop van de Boven-Rijn (circa kmr. 858 tot kmr. 864), bevinden zich in de aangeleverde bestanden geen dijktrajecten. Voor dit traject is derhalve een dijkoverhoogte van 0 m en een trajectlengte van steeds 500 m aangenomen. Evenzo helemaal benedenstrooms in de IJsseldelta (kmr. 1001 tot kmr. 1002).
- In tegenstelling tot RAD versie 0.3 bevinden zich in RAD versie 0.4 tamelijk veel witte vlekken (trajecten waar in werkelijkheid wel dijken liggen maar in de shape bestanden ontbreken). Voor deze trajecten ontbreekt binnen het RAD voldoende informatie om de dijkoverhoogte te kunnen bepalen. De lengtes van deze dijktrajecten zijn ontleend aan RAD versie 0.3 informatie en de dijkoverhoogte is op 0 m gezet.
- Dijktrajecten langs kleine zijtakken die niet in de Blokkendoos zitten, maar waar de waterstand wel in wordt beïnvloed als de waterstanden in de Blokkendoos zouden stijgen, zijn aan één nabijgelegen Blokkendoos kilometer toegekend. Over het algemeen zijn dit kilometerpunten van aftakkingen of samenvloeiingen. Soms zijn deze dijktrajecten al gekoppeld aan een RAD-vak in de Blokkendoostakken en gaat het automatisch goed. In deze zijtakken vormt een sluis of stuw vaak een grens tot waar informatie nog relevant is.
- Voor de Blokkendoos zijn negatieve dijkoverhoogtes op nul gezet, omdat *i)* men alleen nog gebruik wil maken van de overhoogtes en *ii)* omdat dijktrajecten met reële negatieve dijkoverhoogtes in ieder geval verhoogd moeten maar binnen een ander kader van Ruimte voor de Rivier.

Literatuur

- Velzen, E.H. van, P. Jesse, P. Cornelissen en H. Coops (2002-a). Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden, deel 1 'handboek' en deel 2 'achtergronddocument', Arnhem juni 2002.
- Velzen, E.H. (2002-b), Ruwheden in de PKB Blokkendoos, memo 2, 9 december 2002

A Nevengeulen in uiterwaardplannen

Boven-Rijn en Waal				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
W13_1	Oosterhoutsche weilanden	W	883.5 - 888.5	R
W14_1	Moespotsche waard	W	887.2 - 890.8	L
W21_1	Gouverneursche polder	W	901.4 - 906.1	R
W22_1	Drutensche waarden oost	W	903.2 - 906.1	L
W30_1	Stiftsche uiterwaarden	W	917.3 - 922.9	R
W38_1	Kerkenwaard	W	933.6 - 937	R
W39_1	Gamerensche waarden	W	935.5 - 939	L
W40_1	Grobsche waard	W	937.3 - 940.3	R
W47_1	Dalemsche waard	W	950 - 954.6	R
W13_2	Oosterhoutsche weilanden	W	883.5 - 888.5	R
W36_W38_1	Rijswaard+Kerkenwaard	W	931 - 937	R
W40_2	Grobsche waard	W	937.3 - 940.3	R
W45_2	Brakelsche benedenwaarden	W	946 - 952.5	L
W47_2	Dalemsche waard	W	950 - 954.6	R
W36_2	Rijswaard	W	931 - 933.6	R
W42_2	Herwijnsche bovenwaard	W	941.2 - 943.5	R
W45_2	Brakelsche benedenwaarden	W	946 - 952.5	L
W45_W48_4	Brakelsche benedenwaarden, Munnikenland	W	946 - 952.5	L

Pannerdensch kanaal en Neder-Rijn				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
R03_1	Doorneburgsche buitenwaard	PK	867.3 - 872.4	L
R05_R06_1	Huissensche waarden	PK	872.4 - 878.8	L
R04_1	Loowaard	PK	873.3 - 878.5	R
R21_1	Wolfswaard	NL	901.9 - 906	L
R22_1	Middelwaard	NL	906 - 910.2	L
R24_1	Tollewaard	NL	910.2 - 914.1	L
R25_1	Ingensche waarden	NL	914.1 - 918.6	L
R34_1	Rijswijksche buitenpolder	NL	923.8 - 928.8	L
R40_1	Lazaruswaard	NL	938.4 - 941	L
R49_R51_1	Heerenwaard	NL	950.5 - 957.6	L
R21_2	Wolfswaard	NL	901.9 - 906	L
R30_R31_2	Domswaard+Stuweil.Maurik	NL	920.7 - 923.2	B
R37_2	Beusichemse waard	NL	931.2 - 936.1	L

IJssel				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
Y43_2	Wijher buitenwaarden	Y	965 - 968.4	R
Y44_2	Marlerwaarden	Y	967.1 - 972.5	L
Y45_2	Herxer uiterwaarden	Y	968.4 - 971.7	R
Y46_2	Harculosche buitenwaarden	Y	971.7 - 974.7	R
Y50_Y52_2	Gelderdijsche waard+Bentinkswellen	Y	977.7 - 984	L
Y13_Y15_3	Havikerwaard+Noordingsbouwing	Y	890.8 - 910.8	L

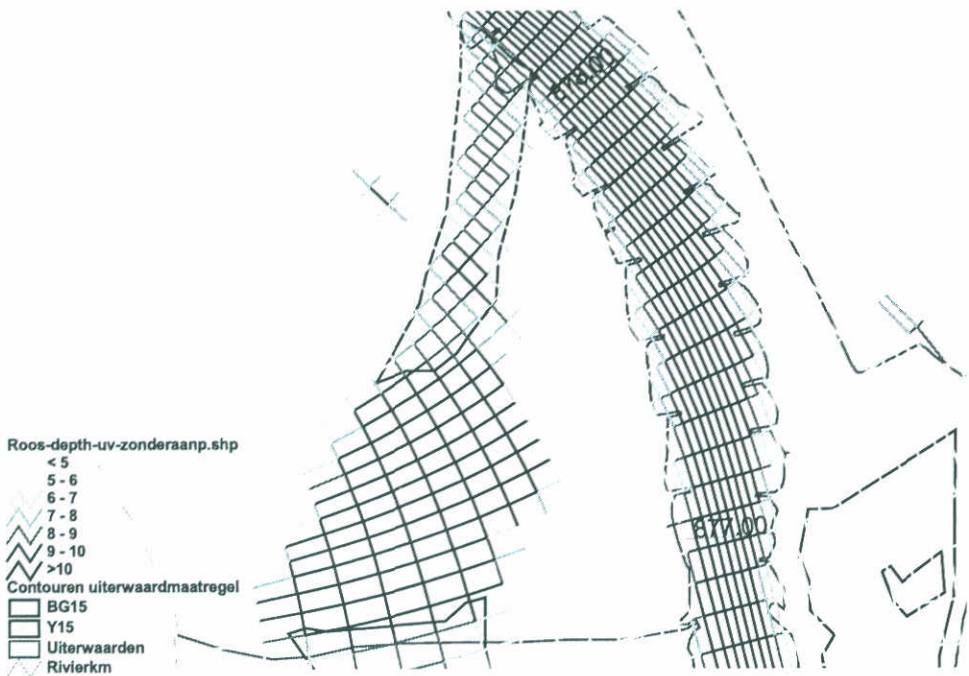
B Strangen in uiterwaardplannen

Boven-Rijn en Waal				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
W11_1	Buiten Ooy	W	879.5 - 883.4	L
W15_1	Loenensche buitenpolder	W	888.5 - 893.8	R
W16_1	Ewijksche waard	W	890.8 - 893.8	L
W16_W18_1	Winsensche waarden	W	890.8 - 898.3	L
W17_1	Wolferensche waard	W	893.8 - 897	R
W19_1	Hiensche uiterwaarden	W	897 - 901.4	R
W21_1	Gouverneursche polder	W	901.4 - 906.1	R
W28_1	Dreumelsche waard	W	914.8 - 920.8	L
W31_1	De Kop	W	917.3 - 926	L
W40_1	Grobsche waard	W	937.3 - 940.3	R
W45_1	Brakelsche benedenwaarden	W	946 - 952.5	L
W06_2	Millingerwaard	W	867.3 - 874.7	L
W09_2	Groenlanden	W	875.7 - 879.5	L
W11_2	Buiten Ooy	W	879.5 - 883.4	L
W25_2	Willemspolder	W	908 - 913.3	R
W26_W28_2	Wamelsche uiterwaard	W	910.2 - 920.8	L
W31_2	De Kop	W	917.3 - 926	L
W42_2	Herwijnsche bovenwaard	W	941.2 - 943.5	R

Pannerdensch kanaal en Neder-Rijn				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
R13_1	Doorwerthsche waarden	NL	891 - 894.3	R
R17_1	Randwijksche uiterwaarden	NL	897.2 - 900.1	L
R19_1	Wageningen benedenwaarden	NL	900.1 - 903.2	R
R41_1	Steenwaard	NL	937.5 - 944	R
R40_1	Lazaruswaard	NL	938.4 - 941	L
R49_R51_1	Heerenwaard	NL	950.5 - 957.6	L
R50_1	Bossenwaard	NL	950.7 - 952.9	R
R19_2	Wageningen benedenwaarden	NL	900.1 - 903.2	R
R38_2	Schalkwijker buitenwaard	NL	932.5 - 937.5	R
R43_R44_R47_2	Honswijkerwaarden	NL	944 - 949.4	B
R50_2	Bossenwaard	NL	950.7 - 952.9	R
R51_2	Polder de Eendragt	NL	951.7 - 957.6	L
R51_3	Polder de Eendragt	NL	951.7 - 957.6	L

IJssel				
code	Uiterwaard	Tak	km-traject	Oeverzijde
Y03_Y05_1	Westervoort+IJsseldijkerwaard	Y	880.3 - 884.2	R
Y13_Y15_1	Havikerwaard+Noordingsbouwing	Y	890.8 - 910.8	L
Y18_Y20_1	Olburgsche waard	Y	904.5 - 916.6	R
Y19_1	Brummensche waarden+Spaansweerd	Y	911.4 - 918.7	L
Y22_1	Reuversweerd	Y	918.7 - 925.2	L
Y27_1	Rammelwaard	Y	930.6 - 935.3	L
Y28_1	Rijsselsche waard	Y	931.3 - 934.1	R
Y29_1	Ravenswaarden	Y	934.1 - 938.7	R
Y31_Y33_Y34_1	Wilpse klei	Y	935.3 - 946.8	B
Y32_1	Epseweerdse polder	Y	936.5 - 943.1	L
Y30_1	Epse- en Bokkenwaard	Y	938.7 - 941.6	R
Y37_1	Keizers- en Stobbenwaard	Y	948.2 - 952.8	R
Y56_1	Onderdijksche waard	Y	990.2 - 993.7	L
Y57_1	de Naters	Y	992.6 - 995.3	R
Y03_Y05_2	Westervoort+IJsseldijkerwaard	Y	880.3 - 884.2	R
Y21_2	Bronkhorster waarden	Y	916.6 - 921.8	R
Y28_2	Rijsselsche waard	Y	931.3 - 934.1	R
Y29_2	Ravenswaarden	Y	934.1 - 938.7	R
Y31_Y33_Y34_2	Wilpse klei	Y	935.3 - 946.8	B
Y36_2	Deventer	Y	941.6 - 948.2	R
Y35_2	Terwolderdorpenwaarden	Y	946.8 - 951.4	L
Y37_2	Keizers- en Stobbenwaard	Y	948.2 - 952.8	R
Y38_2	Welsumvelder buitenwaarden	Y	951.4 - 955.8	L
Y39_2	Welsumvelder buitenwaarden	Y	952.8 - 957.9	R
Y42_2	Vorchter waarden	Y	961.7 - 967.1	L
Y46_2	Harculosche buitenwaarden	Y	971.7 - 974.7	R
Y47_2	Hoenwaard	Y	972.5 - 977.7	L
Y49_2	Scheller en Oldener buitenwaarden	Y	975.3 - 979.8	R
Y50_Y52_2	Gelderdijsche waard+Bentinkswellen	Y	977.7 - 984	L
Y54_2	Zalkerbos en de Welle	Y	984 - 990.2	L
Y55_2	Scherenwelle en Koppelerwaard	Y	985.3 - 992.6	R
Y57_2	de Naters	Y	992.6 - 995.3	R
Y07_3	Koppenwaard	Y	884.2 - 887.5	R
Y13_Y15_3	Havikerwaard+Noordingsbouwing	Y	890.8 - 910.8	L
Y47_3	Hoenwaard	Y	972.5 - 977.7	L

C WAQUA bodemschematisatie en contouren van strangen



Figuur C-1 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel A



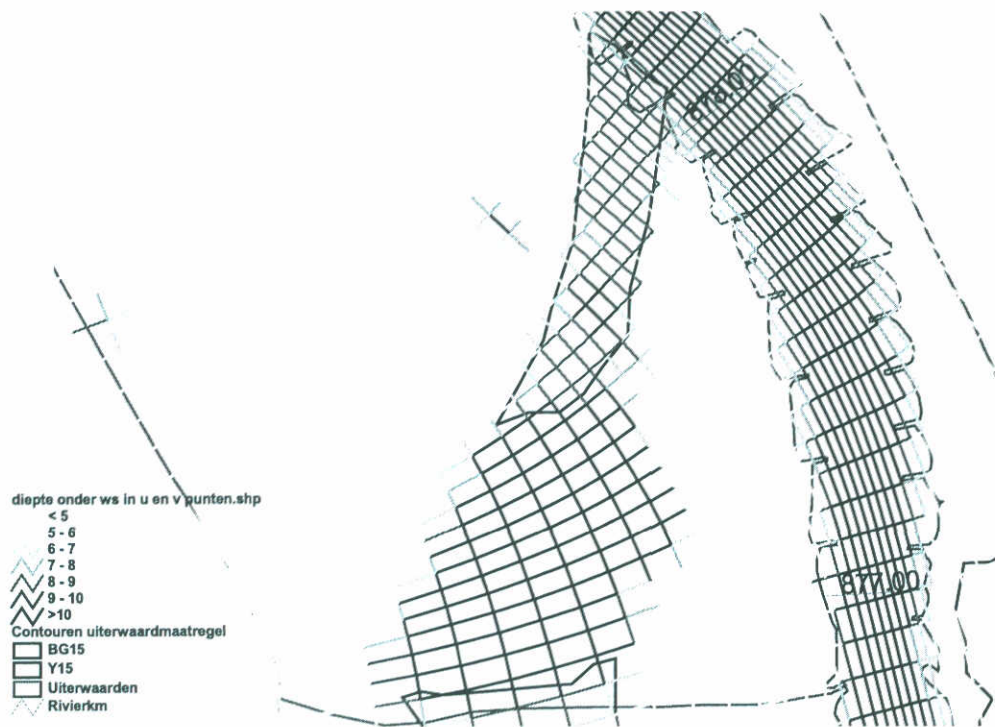
Figuur C-2 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel B



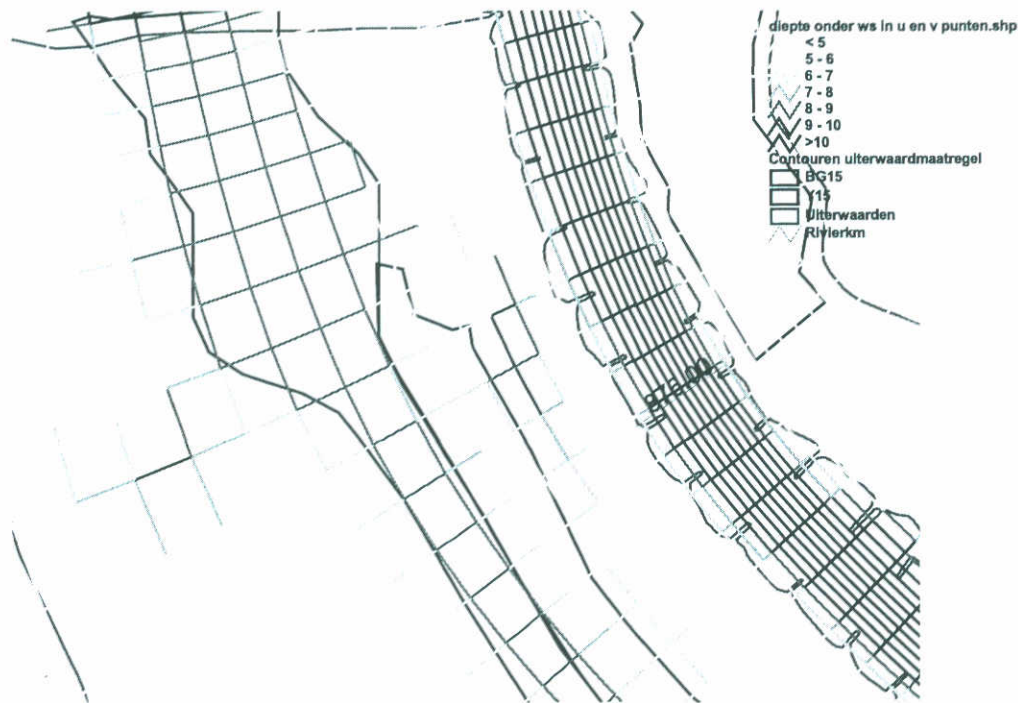
Figuur C-3 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel C



Figuur C-4 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel D



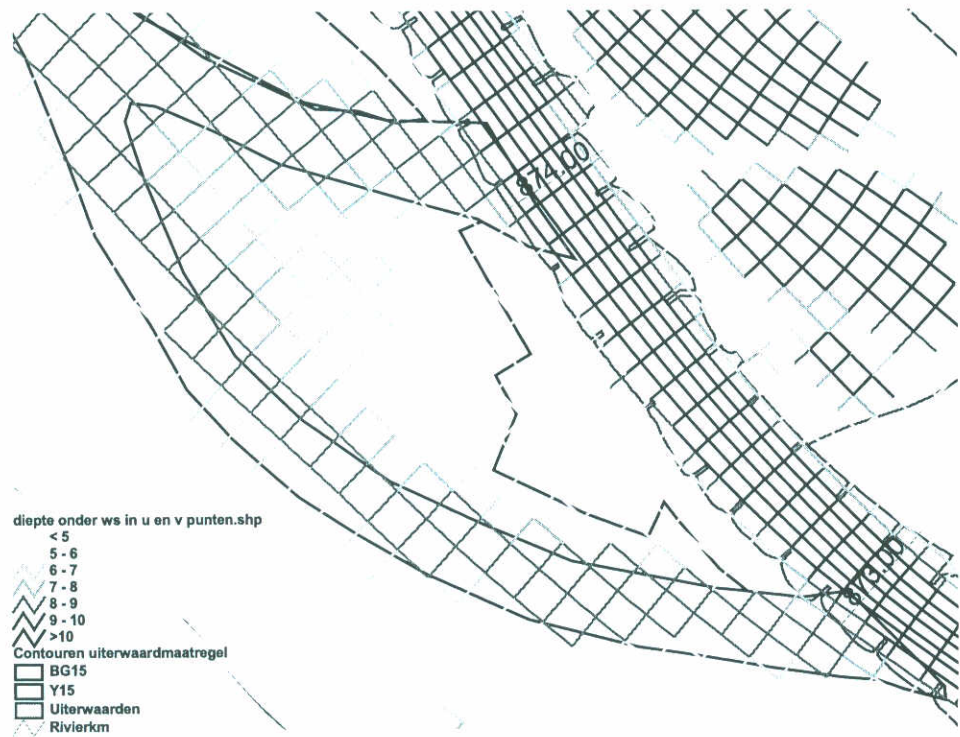
Figuur C-5 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel A



Figuur C-6 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel B



Figuur C-7 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel C



Figuur C-8 Strang in Uiterwaardplan R5_R6_1 (Huissensche waarden, PK, 872.4 - 878.8 (L)) - deel D

D Fortrancode voor implementatie nieuwe ruwheden

Program Ruw

c lees m,n afhankelijke ruwheidscodes in en schrijf anders weg als dit
c nodig is.

```
c*****
integer a,b,c,e,f
Real d
open(3,file='au')
open(8,file='result', status='unknown')
i=0
10 continue
  read(3,*,iostat = ios) a,b,c,d
  i = i + 1
  write(*,*) i
  if (ios .ne. 0) goto 99
  if (c.eq.201) then
    write(8,'(3I6,F10.3)') a,b,c,d
  elseif (c.eq.202) then
11    Format(2I6,' 751',F10.3)
    write(8,11) a,b,d
  elseif (c.eq.203) then
12    Format(2I6,' 752',F10.3)
    write(8,12) a,b,d
  elseif (c.eq.204 .or. c.eq.208) then
13    Format(2I6,' 202',F10.3)
20    Format(2I6,' 753',F10.3)
    write(8,13) a,b,0.975*d
    write(8,20) a,b,0.025*d
  elseif (c.eq.205) then
14    Format(2I6,' 203',F10.3)
    write(8,14) a,b,d
  elseif (c.eq.206) then
15    Format(2I6,' 204',F10.3)
16    Format(2I6,' 201',F10.3)
17    Format(2I6,' 753',F10.3)
    write(8,15) a,b,0.5*d
    write(8,16) a,b,0.25*d
    write(8,17) a,b,0.25*d
  elseif (c.eq.207) then
18    Format(2I6,' 205',F10.3)
21    Format(2I6,' 753',F10.3)
    write(8,18) a,b,0.95*d
    write(8,21) a,b,0.05*d
  elseif (c.eq.209) then
19    Format(2I6,' 206',F10.3)
    write(8,19) a,b,d
  elseif (c.eq.211) then
22    Format(2I6,' 205',F10.3)
23    Format(2I6,' 753',F10.3)
    write(8,22) a,b,0.95*d
    write(8,23) a,b,0.05*d
  else
    write(8,'(3I6,F10.3)') a,b,c,d
  endif
  goto 10
99 continue
close (8)
end
```


E Beschrijving koppeling dijkoverhoogte-informatie aan Blokkendoos kilometerpunten

Basisinformatie

De volgende GIS-bestanden zijn gebruikt:

1. Xydijkvaklr.shp (punt)
2. DijkvakalloblokkendoosWL_9mei.shp (lijn)
3. Waterstandvakrad.shp (vlak)

Uit de RAD shape file versie 0.3, te weten DijkvakalloblokkendoosWL, waren al voor een eerdere Blokkendoos relevante dijktrajecten geselecteerd, in aparte shape files opgeslagen en de individuele lengtes ervan bepaald. De volgende shapefiles zijn toendertijd gecreëerd:

4. Length_nr_lekpk.shp (lijn)
5. Length-steur.shp (lijn)
6. Lengte_waal.shp (lijn)
7. IJssel-length_tot2.shp (lijn)
8. Beneden_lengte (lijn)

Fase I : koppeling dijkoverhoogtes aan Blokkendoos kilometerpunten

De methode die is toegepast om lengten (bestanden 4 t/m 8 onder §basisinformatie) en dijkoverhoogtes (bestand 2 onder §basisinformatie) te koppelen aan het bestand met kilometerpunten (bestand 1 §basisinformatie) wordt puntsgewijs beschreven, waarbij de nummers van de bestanden uit de §basisinformatie worden gebruikt en genoemd:

- Alle bestanden met dijk lengten (bestanden 4 t/m 8) zijn samengevoegd tot één nieuw bestand 'lengten_alle_trajecten.shp'.
- Overhoogte (kolom Overh15000) uit bestand 2 is gekoppeld aan het bestand 'lengten_alle_trajecten.shp' met behulp van het vdv_id.
- De kolom vws_id van het bestand 'lengten_alle_trajecten.shp' is aangevuld, waar nog vws_id's ontbraken, door het om te zetten naar een puntenbestand met punten in het midden van elk lijnstuk (Edit Tools – polyline to centre point) en dit te koppelen middels "Assign data by location" aan het naar polylijnen geconverteerde bestand 'waterstandvakrad.shp' (Xtools – Convert Polygon to Polyline). Het puntenbestand (met aangevulde vws_id) werd vervolgens weer teruggekoppeld aan het lijnbestand 'lengten_alle_trajecten.shp' met behulp van de kolom ET_ID, dat in de conversieslag van lijn naar punt aan beide bestanden was toegevoegd.
- Een kolom RoFL is toegevoegd aan het bestand 'lengten_alle_trajecten.shp'. Toekennen van rechts (R) of links (L) aan de lijnstukken door handmatig eerst alle lijnstukken aan de linkerkant van de rivieren te selecteren en vervolgens alle lijnstukken aan de rechterkant.

- Allereerst zijn de linker lijnstukken van 'lengten_alle_trajecten.shp' geselecteerd en gekoppeld aan bestand 3 op basis van vws_id, vervolgens alle rechter lijnstukken. Hierbij is eerst een summarize uitgevoerd per vws_id (verschillende bij elkaar liggende lijnstukken hebben hetzelfde vws_id en behoren tot hetzelfde Blokkendoospunt), waarbij de minimale overhoogte 15000 en de som van de lengten is bepaald.
- Toevoegen van uniek Id aan bestand 1 in kolom PntID.
- Koppelen van bestand 3 aan bestand 1 met "Assign data by location" en aanmaken OverhID op basis van BlkPntID (incl. het handmatig aanpassen van enkele punten), waardoor alle in één waterstandvakrad gelegen Blokkendoos kilometerpunten hetzelfde ID krijgen.
- Aan bestand 1 is vws_id toegevoegd door bestand 3 er aan te koppelen met "Assign data by location" en het vws-id over te nemen.
- BlkPntID toegevoegd aan bestand 3 door het aan bestand 1 te koppelen via vws_id en waar nodig (bijvoorbeeld meerder vakken koppelen aan één punt) handmatig aanpassen;
- Informatie uit bestand 3 koppelen aan bestand 1 waarbij de minimale overhoogte (middels summarize per BlkPntID) en de som van de lengten (met behulp van summarize per BlkPntID) via respectievelijk OverhPntID en PntID worden toegekend.

Er is een controle uitgevoerd waarbij de totale lengte van het bestand lengte_alle_trajecten.shp (1338246 m) is vergeleken met de totale lengte die toegekend is aan het bestand met kilometerpunten (13388241 m). Het verschil was nihil (5 m) en daarom is geconcludeerd dat de lengtes goed zijn overgezet.

Fase 2 : koppeling dijkstabiliteitsgegevens aan Blokkendoos kilometerpunten

Het toekennen van de berekende kosten aan het kilometerpuntenbestand (bestand 1 §basisinformatie) is volgens een andere methode gedaan dan het toekennen van de lengten en overhoogtes. De gebruikte methode wordt puntsgewijs beschreven.

- Vanuit een Excelbestand zijn de voor alle herhalingstijden aan de kleurcode en vws_id's gekoppelde kosten samengevoegd tot één nieuw bestand 'kosten_dijkoverhoogtes.xls'.
- Van kosten_dijkoverhoogtes.xls is in arcview een nieuw bestand ('kosten_vdv_sum.dbf') gemaakt met summarize op vdv_id, om dubbele records te verwijderen. Hierbij zijn de kosten (kosten normale variant) gesommeerd en van de kleurcode is de eerste genomen.
- Het bestand 'kosten_vdv_sum.dbf' is gekoppeld aan 'lengten_alle_trajecten.shp' en hiervan zijn op basis van vws_id twee nieuwe bestanden ('lkostenvws_first' (RofL = L) en 'rkostenvws_first' (RofL = R)) gemaakt met behulp van "summarize", waarbij steeds de eerste waarde van de kosten is gebruikt en de eerste waarde van de kleurcode.
- De bestanden 'lkostenvws_first' en 'rkostenvws_first' zijn gekoppeld aan bestand 8 en hiervan is op basis van BlkPntID een nieuw bestand gemaakt ('blokpt_kost_sum.dbf'), waarbij de som van de kosten (links en rechts apart) en de eerste kleurcode (links en rechts apart) is genomen.
- Het bestand ('blokpt_kost_sum.dbf') is vervolgens aan bestand 1 toegevoegd.

Resultaten

De resultaten zijn te vinden in het bestand 'xyddijkvaklr.shp'. De volgende kolommen zijn aan dit bestand toegevoegd:

- DikeOverL = Overhoogte bij $Q = 15000 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de dijken aan de linkeroever
- DikeOverR = Overhoogte bij $Q = 15000 \text{ m}^3/\text{s}$ voor de dijken aan de rechteroever
- DikeLenL = Lengte van dijken aan linkeroever
- DikeLenR = Lengte van dijken aan rechteroever
- PntID = uniek ID van de kilometerpunten
- Vws_id = uniek ID van de waterstandvakkken
- Kleur_L = kleurcode van dijken aan linkeroever
- Kleur_R = kleurcode van dijken aan rechteroever
- L_Kost_Nor = Kosten voor stabiliseren dijken aan linkeroever
- L_Kost_Nor = Kosten voor stabiliseren dijken aan linkeroever



WL | Delft Hydraulics

Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

Rotterdamseweg 185
p.o. box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
telephone +31 15 285 85 85
telefax +31 15 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

