



Landinrichtingsproject Fort St. Andries

Hydraulische verkenning

Maart 2001



RWS bibliotheek
locatie Utrecht
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht

COLOFON

Documenttitel	: Landinrichtingsproject Fort St. Andries Hydraulische verkenning
Auteur	: ir. J-P Boutkan
Versie / Status	: Eindrapport
Datum	: Maart 2001
Project	: Fort St. Andries
Deelproject	: Hydraulische verkenning
Verantwoordelijke Instantie	: Rijkswaterstaat directie Oost-Nederland
Uitvoerende instantie	: Rijkswaterstaat directie Oost-Nederland, o. afd. Rivierkunde
Opdrachtgever	: ir. H. Th. C. van Stokkom
Projectleider	: ir. J.C. van der Perk
Kwaliteitscontroleur	: ir. K. van Dixhoorn
Paraaf, datum	:  , 15-3-'01

Inhoudsopgave

BIBLIOTHEEK RIJKSWATERSTAAT UTRECHT

NR.

Z9425 COE

①

Inleiding

2	Ruimte voor de Rivier	6
2.1	Waterbeleid	6
2.2	Probleemstelling	6
2.3	Doelstelling	6
2.4	Afbakening / beoordelingskader	7
2.5	Werkwijze	8
3	Mogelijke stroomverruimende maatregelen	9
3.1	Overzicht reeds uitgevoerde studies in het projectgebied	9
3.2	Mogelijke maatregelen	15
3.3	Effectiviteit mogelijke maatregelen	15
4	Selectie van maatregelen	18
4.1	Afzonderlijke maatregelen	18
4.2	Selectie gebieden maaiveldverlaging	18
4.3	Overige maatregelen	19
5	Berekeningen	20
5.1	MHW-Taakstelling	20
5.2	Afzonderlijke maatregelen	21
5.3	Inrichtingsvarianten	23
6	Conclusies en Aanbevelingen	25

Literatuurlijst

Bijlagen:

1. Overzichtskaart
2. WAQUA-GIS kaarten
3. Geselecteerde uiterwaard gebieden
4. Overzicht WAQUA berekeningen

Inleiding

Op dit moment wordt door de Landinrichtingscommissie Fort St. Andries een Raamplan opgesteld om onder andere de uiterwaarden tussen Tiel en Zaltbommel opnieuw in te richten. Naast de natuurdoelstelling moet ook aan de veiligheidsdoelstelling worden voldaan. Het projectgebied is gelegen aan de Waal tussen kilometerraai 910.0 en 934.850.

Het projectgebied van Fort St. Andries (FSA) strekt zich uit over twee landinrichtingsprojecten, het landinrichtingsproject Land van Maas en Waal en het landinrichtingsproject Fort St. Andries. De twee landinrichtingscommissies dragen zorg voor de realisatie van de natuurontwikkeling. De Landinrichtingscommissie FSA gaat uit van de visie die eerder is opgesteld "Een toekomstvisie op het natuurontwikkelingsgebied waar Maas en Waal elkaar ontmoeten" (DHV, et. al., 1996).

Met het Raamplan als basis zal de Landinrichtingscommissie in de komende 10 jaar het gebied inrichten. Rijkswaterstaat heeft in deze commissie een adviserende positie.

Hieronder volgt een opsomming van de verschillende uiterwaarden die bij dit project zijn betrokken.

Op de noordoever, van oost naar west:

- Kleine Willemspolder
- Passewaaij;
- Stiftsche uiterwaarden;
- Heesseltsche uiterwaarden (Heesseltsche Uiterwaard, Heesseltsche middenplaat);
- Rijswaard.

Op de noordoever wordt het projectgebied begrensd door het Amsterdam Rijn kanaal.

Op de zuidoever, van oost naar west:

- Wamelsche Uiterwaarden;
- Dreumelsche Waard;
- Heerewaarden langs de Waal;
- Rossumsche Waard;
- Hurwenensche Uiterwaarden.

Het gebied Fort St. Andries is in Nadere Uitwerking RivierenGebied (NURG) aangeduid als natuurontwikkelingsgebied. De doelstelling van het NURG-project FSA was "het creëren van een natuurontwikkelingsgebied van formaat bij FSA in combinatie met recreatie op basis van adequate zonering". Uit het NURG-project Fort St. Andries kwam naar voren dat het volledig realiseren van de natuurdoelstelling niet haalbaar bleek zonder een aantasting van de veiligheid tegen overstroming. Tevens komt er een MHW-taakstelling bij in verband met nieuw beleid (Ruimte voor de Rivier).

Vanuit de adviserende en toetsende positie van Rijkswaterstaat is een hydraulische verkenning uitgevoerd, waarin een beeld wordt gegeven van de consequenties van RvR voor het Raamplan. De verkenning heeft een globaal karakter met een redelijke betrouwbaarheid. De hydraulische verkenning draagt gegevens aan voor het "programma van eisen en wensen" van het inrichtingsplan.

In dit rapport wordt de hydraulische verkenning van het project Fort St. Andries beschreven.

2 Ruimte voor de Rivier

2.1 Waterbeleid

De komende jaren krijgt de Rijn steeds meer water te verwerken. Ook na de dijkversterkingen in het kader van het Deltaplan Grote Rivieren zullen maatregelen nodig zijn om het huidige beschermingsniveau te handhaven.

Het behouden van het veiligheidsniveau tegen overstromingen door de rivier vraagt daarom nu en in de toekomst om maatregelen. Onder extreme omstandigheden zullen de rijntakken een grotere hoeveelheid water per seconde gaan afvoeren. Om dezelfde veiligheid tegen overstromen te behouden zouden de ontwerpwaterstanden voor de bandijken (Maatgevende Hoog Waterstand, MHW) hoger moeten worden, wat ook hogere dijken zou gaan betekenen. De Maatgevende Hoog Waterstand is de waterstand die optreedt bij de Maatgevende Afvoer (MA). De MA is een afvoer die statistisch gezien eens per 1250 jaar voorkomt. Op dit moment is de MA nog $15000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Lobith, echter in de loop van 2001 wordt deze verhoogd tot $16000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Lobith.

Het nieuwe waterbeleid gaat niet meer uit van dijkverhoging, maar van het ruimte geven aan het water van de rivier, door het verruimen van de rivier (RWS, 1999a). Dit kan worden bewerkstelligd door bijvoorbeeld het verwijderen van obstakels en het verlagen en waar mogelijk het vergroten van de uiterwaarden.

2.2 Probleemstelling

Doordat de maatgevende afvoer in 2001 wordt verhoogd van $15000 \text{ m}^3/\text{s}$ naar $16000 \text{ m}^3/\text{s}$ zullen de waterstanden bij MHW eveneens gaan toenemen. Deze toename van de waterstand leidt tot een vermindering van de veiligheid tegen overstromen indien geen acties worden ondernomen om deze waterstand te verlagen. Onderzocht moet worden welke maatregelen kunnen worden getroffen, die er voor zorgen dat de MHW waterstanden niet toenemen bij een toenemende maatgevende afvoer. Voor het projectgebied van FSA is de centrale vraag dus "hoe kan het projectgebied zodanig worden ingericht dat een Boven-Rijn afvoer van $16000 \text{ m}^3/\text{s}$ kan worden afgevoerd bij een waterstand die behoort bij een afvoer van $15000 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.3 Doelstelling

De hydraulische verkenning van het traject Fort St. Andries heeft tot doel:

- Het bepalen van de hydraulische taakstelling (MHW) voor het traject;
- Het onderzoeken van mogelijke rivierverruimende maatregelen om de MHW te verlagen en het aangeven van de grootte daarvan op de MHW.

De hydraulische taakstelling is de uiteindelijk te realiseren MHW-verlaging ter plaatse van de bovenstroomse grens van het inrichtingsgebied. Om wederzijdse beïnvloeding van de MHW-taakstelling van achter elkaar gelegen riviertrajecten

te vermijden heeft de projectgroep Ruimte voor Rijntakken (RvR) de volgende methodiek vastgesteld voor het bepalen van de MHW-taakstelling:

1. Waalafvoer, die behoort bij een tot 16.000 m³/s verhoogde maatgevende afvoer op de Boven-Rijn, op de bovenstroomse rand van het beschouwde riviertraject (voor Fort St. Andries is dit km-raai 910);
2. Ongewijzigde waterstand op de benedenstroomse rand van het beschouwde riviertraject. Deze waterstand is dus de huidige MHW, die behoort bij een Boven-Rijnafvoer van 15.000 m³/s.

2.4 Afbakening / beoordelingskader

In deze hydraulische verkenning worden mogelijke stroomverruimende inrichtingsmaatregelen voor het gehele traject onderzocht. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van reeds eerder uitgevoerde studies naar de afzonderlijke uiterwaarden.

De informatie uit de hydraulische verkenning zal worden gebruikt voor het opstellen van een raamplan voor de inrichting van het traject. De hydraulische verkenning is geheel gericht op het vinden van stroomverruimende inrichtingsmaatregelen en gaat grotendeels voorbij aan andere rivierfuncties en belangen. Dit heeft tot gevolg dat er in een latere fase van de planvorming een vervolg van deze hydraulische verkenning nodig zal zijn.

De mogelijke maatregelen worden beoordeeld met behulp van het rivierkundige beoordelingskader van de effecten van uiterwaardengrepen (RWS, 1999b). In dit kader wordt gesteld dat voor een verandering van de waterstand een marge van 1 mm wordt gehanteerd. Hiervoor geldt dat grotere overschrijdingen duurzaam moeten worden gecompenseerd.

Bij de hydraulische verkenning zal alleen worden gekeken naar de maatregelen welke in het kader van RvR worden genoemd. In het kader van RvR en IVR worden de volgende stroomverruimende maatregelen genoemd:

- Opheffen van obstakels in het winterbed zoals kaden, hoogwatervrije terreinen e.d.;
- Uiterwaardverlaging;
- Verbreden van de uiterwaarden (dijkteruglegging);
- Verdiepen van het zomerbed (vaargeul);
- Verlagen van kribben.

Tevens wordt gebruik gemaakt van eerdere uitgevoerde studies. Zo komt uit de hydraulische verkenning van de Heesseltsche uiterwaarden naar voren dat zowel dijkverlegging alsmede kribverlaging voor de huidige projecten niet aan de orde is. Daarom worden deze twee maatregelen bij dit project niet verder meegenomen. Verder wordt op dit moment verdieping van het zomerbed niet verder meegenomen, gezien de grote negatieve neveneffecten op met name de vaarweg. Het verdiepen van het zomerbed betekent ook het verlagen van de waterstand bij lage afvoeren. Hierdoor zullen kribben en sluisdrempels te hoog komen te liggen en kunnen onverdedigde oevers eroderen.

Dit heeft tot gevolg dat er nog twee mogelijke maatregelen overblijven die in het kader van RvR zijn genoemd, te weten:

- Maaiveld verlaging;
- Opheffen van obstakels in het winterbed.

Nu al kan worden opgemerkt dat in het projectgebied hoofdzakelijk maaiveld verlaging zal worden toegepast. Dit omdat bij navraag bleek dat de meeste

kades inmiddels al waren verlaagd en dat deze niet belemmerend zijn voor de stroming. Verder verlaging van de kades zal daarom weinig effect sorteren.

Overige uitgangspunten voor het project:

- Hoogwatervrije terreinen worden ongemoeid gelaten, met uitzondering van de door het Rijk aangekochte terreinen Bato's erf en steenfabriek Sterk in de Hurwenensche uiterwaarden;
- In uiterwaarden waarvan de planvorming is goedgekeurd en/of die nu zijn ingericht als natuurgebied wordt geen rivierverruiming toegepast, zoals de Kleine Willemspolder;
- Bij de zandwinning in de Dreumelsche waard wordt uitgegaan van de eindsituatie (incl. bijbehorende begroeiing);
- De uiteindelijke natuurlijke inrichting (bebossing e.d.) van het inrichtingsgebied worden bij deze verkenning nog niet meegenomen. Dit heeft tot gevolg dat de MHW-taakstelling verhoogd moet worden (een globale schatting levert een extra MHW-taakstelling op van 10 à 15 cm), zoals ook toegepast in het project Heesseltsche Uiterwaarden.

Opgemerkt dient te worden dat het projectgebied precies overeenkomt met de aanwezige WAQUA-schematisatie. Het te gebruiken model (W91035) beslaat het gebied van Tiel tot Zaltbommel (km-raai 910 - 935). Hierdoor worden de optredende randeffecten meegenomen in de resultaten. Echter omdat het hier om een globale eerste hydraulische verkenning betreft wordt gesteld dat deze randeffecten van ondergeschikt belang zijn. Bij een eventueel vervolg fase van de hydraulische verkenning dient het model te worden verlengt, zodat in het projectgebied geen randeffecten meer aanwezig zijn.

2.5 Werkwijze

De rivierverruimende uiterwaardingen worden in eerste instantie beoordeeld of het rivierverruimende effect bereikt wordt dat nodig is om afvoeren van 16.000 m³/s te kunnen verwerken bij een waterstand die behoort bij een afvoer van 15.000 m³/s. Bij deze berekening wordt geen rekening gehouden met topvervlakking.

Om te kunnen beoordelen of een project voldoende bijdraagt aan de beoogde rivierverruiming, moet de benodigde waterstandsdeling, de 'MHW-taakstelling', berekend worden. De MHW-taakstelling is het verschil in waterstand langs de rivieras tussen de situaties 15.000 m³/s en 16.000 m³/s, bij gelijkblijvende bodemligging en benedenstroomse waterstand. Het project moet dit waterstandsverschil binnen het projectgebied minimaal teniet doen.

Nadat de MHW-taakstelling bekend is moeten de mogelijke ingrepen worden geschematiseerd en worden doorgerekend. Dit wordt een effect berekening genoemd.

De MHW-taakstelling geeft dus aan wat het resultaat van de ingreep moet zijn, de effect berekening laat zien wat het verwachte effect van de ingreep kan zijn.

In dit rapport wordt zowel de MHW-taakstellingsberekening als mede de effect berekeningen nader toegelicht.

De berekeningen voor deze hydraulische verkenning zijn uitgevoerd met het 2D hydraulisch pakket WAQUA in SIMONA, versie 2000-01. Voor de schematisatie is gebruik gemaakt van het pakket WAQRIV. Het riviermodel voor het Waaltraject Tiel - Zaltbommel is W91035.

3 Mogelijke stroomverruimende maatregelen

3.1 Overzicht reeds uitgevoerde studies in het projectgebied

Hieronder volgt per uiterwaard een korte beschrijving van de reeds uitgevoerde berekeningen en de mogelijke maatregelen welke zijn te treffen voor het realiseren van MHW-verlaging. De ligging van de verschillende uiterwaarden zijn terug te vinden in Bijlage 1.

Kleine Willemspolder

De Kleine Willemspolder is gelegen aan de rechteroever van de Waal (km-raai 913.500 - 914.750). De polder is ingeklemd tussen de kade van het Amsterdam-Rijnkanaal en de kade van de vluchthaven Tiel. De uiterwaard wordt gescheiden van de Waal door een zomerkade, die op ca. NAP+7.30m ligt. De gronden in de uiterwaard liggen op ruim NAP+6.00m.

In het verleden zijn reeds enkele verkennende berekeningen uitgevoerd, voor nadere informatie wordt verwezen naar Kok, 1998 & Van Dixhoorn 1998. In deze stukken wordt gemeld dat vanwege de relatief kleine oppervlakte van de Kleine Willemspolder en de ruimtelijke positie ten opzichte van de rivier weinig mogelijkheden zijn voor rivierverruiming. Alleen maaiveldverlaging is toegepast als compensatie voor de stroombelemmerende vegetatie. Daarnaast blijkt uit de geohydrologische berekeningen dat een verdere terreinverlaging in de Kleine Willemspolder het kwelbezwaar zal verhogen. Besloten is, onder andere naar aanleiding van het bovenstaande, in de Kleine Willemspolder geen maaiveld verlaging toe te passen en de polder voor wat betreft maaiveld verlaging ongemoeid te laten.

In deze polder zijn eventueel nog wel twee mogelijkheden voor het realiseren van MHW-verlaging, waarbij gebruik wordt gemaakt van het verlagen van kades in het gebied, te weten:

1. het verlagen tot NAP+8.50m van de kade van de vluchthaven Tiel;
2. het tot maaiveld verlagen van de kade langs het Amsterdam-Rijnkanaal.

Volgens de stroombaantekeningen zijn beide kades stroombelemmerend. Beide maatregelen zijn mogelijk zonder aantasting van het kwelbezwaar. Voor deze maatregelen zijn reeds berekeningen uitgevoerd (Van Dixhoorn 1998). Echter dient te worden opgemerkt dat nog niet is gekeken naar de invloed van de maatregelen op de scheepvaart.

De verandering in de MHW-stand ten opzichte van de uitgangssituatie is gegeven in de rivieras ten plaatse van km-raai 913.000.

1. -0.7cm;
2. -0.4cm.

Het verlagen van de kade van de vluchthaven Tiel is dus ruim voldoende en het tot maaiveld verlagen van de kade langs het Amsterdam-Rijnkanaal is bijna voldoende om aan de RvR-taakstelling voor deze uiterwaard te voldoen. Opgemerkt dient te worden dat bovenstaande resultaten zijn verkregen bij een berekeningen met een afvoer van 15000 m³/s op de Bovenrijn. Hierdoor zal het effect van deze maatregelen 10 à 15% groter zijn als de berekening wordt

uitgevoerd met een afvoer van 16000 m³/s. Deze resultaten zijn niet meegenomen in het eindresultaat van deze hydraulische verkenning

Passewaaij

De Passewaaij is gelegen benedenstrooms van Tiel aan de rechteroever van de Waal (km-raai 915.900 - 917.400). De gronden in de uiterwaard liggen op ruim NAP+6.50m. In deze uiterwaard zijn een tweetal plassen gesitueerd in het noordelijke deel van de uiterwaard. Tussen deze plassen en de bandijk heeft de uiterwaard een gemiddelde hoogte van ca. NAP+5.70m.

Net als de Kleine Willemspolder is deze uiterwaard relatief klein. Bij eventuele vergravingen van de uiterwaard dienen de veiligheidszones nabij de bandijk (100m) en de oeverlijn (50m) in stand worden gehouden. De veiligheidszone is de zone waarbinnen niet gegraven mag worden in verband met de stabiliteit van de bandijk en de kribben. Indien in deze uiterwaard de veiligheidszones in acht worden genomen dan blijft een zeer beperkte ruimte over om verlagings op toe te passen. Hierdoor kan bijna geen MHW-verlaging worden gerealiseerd. Om deze reden wordt bij deze hydraulische verkenning de Passewaaij niet verder meer bekeken. De benodigde verruiming in dit riviertraject dient daarom dan ook te worden gerealiseerd door de overige uiterwaarden in het studiegebied.

Stiftsche Waard

De Stiftsche waard is gelegen aan de rechteroever van de Waal (km-raai 920.000 - 923.000). De uiterwaard wordt gescheiden van de rivier door een zomerkade die ligt op ca. NAP+7.50m. De gronden in de uiterwaard zijn gelegen op ca. NAP+6.00m.

De uiterwaard bestaat voor een groot deel uit grasland dat geheel in landbouwkundig gebruik is. In deze uiterwaard zijn duidelijk de sporen terug te vinden van geulen die de loop van vroegere meanders van de Waal verraden. Voor deze uiterwaard is reeds een plan ontwikkeld voor de herinrichting. De geïsoleerde strang wordt omgevormd tot een nevengeulen complex (km-raai 920.000 - 922.000). Om een te grote aanzanding bij de instroomopening te voorkomen wordt de instroomopening tweetandig aangelegd om de sedimentatie van zand te spreiden. Het in het binnenstromende water aanwezige sediment kan bezinken in een sedimentvang, gelegen direct achter de instroomopening. In het plan wordt het middengedeelte van de uiterwaard onaangeroerd gelaten. In deze uiterwaard kan verlaging van het maaiveld worden toegepast. Volgens de WAQUA-GIS kaarten (zie bijlage 2a t/m d) is dit gebied gedefinieerd als waterstandverlagend effectief.

Voor het ontwerp van het nevengeulencomplex zijn reeds in 1997 berekeningen uitgevoerd (Van der Perk, 1997). De nevengeul zal moeten lopen bovenlangs in de uiterwaarden. Het plan dat toen doorgerekend is, heeft in de loop van de tijd enige veranderingen ondergaan. De veranderingen traden op tengevolge van de Noodwet dijkversterking (1995) en de ontkleining die toen heeft plaats gevonden. In deze periode is reeds een deel van de Variksche Plaat afgegraven en ingericht volgens plan. De effecten van deze veranderingen zijn niet doorgerekend. Op basis van de eerdere resultaten kan een schatting worden gemaakt van de mogelijke MHW-verlaging van het nevengeulencomplex

Tengevolge van de aanleg van het nevengeulencomplex wordt op de bovenstroomserand (km-raai 920.000) een waterstandverlaging bij MHW gerealiseerd tussen de 2 à 3cm. Enige opstuwing zal optreden op de

benedenstroomse rand (km-raai 922.500). Deze opstuwing is in de orde van 1cm.

Heesseltsche Uiterwaarden

De Heesseltsche uiterwaarden zijn gelegen aan de rechteroever van de Waal (km-raai 923.00-930.500). De uiterwaard wordt gescheiden van de Waal door een zomerkade die ligt op een hoogte van ca. NAP+6.50m. De gronden van de uiterwaard zijn gelegen op gemiddeld NAP+4.50m.

Op dit moment (2000/2001) wordt een nieuw inrichtingsplan voor de Heesseltsche uiterwaarden ontwikkeld. Dit plan is gericht op veiligheid tegen overstromen en natuur. De studie is op dit moment nog in de verkennende fase. In 2001 is de voorbereiding voor het opstellen van de startnotitie MER. Enkele verkennende berekeningen zijn reeds uitgevoerd in de hydraulische verkenning voor de Heesseltsche Uiterwaarden. In deze verkenning is eerst een onderscheid gemaakt tussen de verschillende maatregelen. De eerste verkenning behelst het verlagen van gebieden in de Heesseltsche uiterwaarden, de Hurwenensche uiterwaarden en de Heerewaardense uiterwaarden langs de Waal. Bij de uitvoering van de verkenning is gebruik gemaakt van de WAQUA-GIS resultaten, waarop de gebieden staan aangegeven waar effectieve uiterwaardverlaging kan worden toegepast. De verlaging van de uiterwaarden is uitgevoerd met twee waarden, te weten 1m en 3m. In een vervolg van de hydraulische verkenning zal in de Heesseltsche uiterwaarden een verlaging van 5m worden onderzocht.

De MHW-taakstelling voor de Heesseltsche uiterwaarden is berekend op ca. 10cm. De resultaten van het project laten zien dat met het afgraven van alle geselecteerde uiterwaardgebieden (inclusief dwarsdammen) ter plaatse van km-raai 923 een MHW-verlaging mogelijk is van 8cm. Dit is bij een ontgravingsdiepte van 3m.

Voor een overzicht van de verschillende gebieden wordt verwezen naar Van Dixhoorn (2000). In onderstaande tabel staan de gebieden weergegeven.

Code	Uiterwaard	Ligging t.o.v. rivieras (in km-raai)	
V	Varik	923.1	924.0
HS	Heesselt	924.45 927.1	924.95 927.7
S	Heesselt	926.0	927.3
HE	Heesselt	927.45	929.43

Tabel 3.1. Gebieden in de Heesseltsche uiterwaarden

Dicht bij Opijnen is er halverwege de jaren 90 een natuurvriendelijke oeverproject uitgevoerd. Direct achter de kribben is een stromende nevengeul met een natuurlijk ingerichte oever gerealiseerd. Ook dit gebied zal op voorhand niet worden afgegraven.

Rijswaard

De Rijswaard is gelegen aan de rechteroever van de Waal (km-raai 931.000 - 934.750). De uiterwaardgronden zijn gelegen op een hoogte van ca. NAP+4.75m. In het zuidelijke gedeelte van de uiterwaarden zijn de gronden hoger dan in het noordelijke gedeelte. De gemiddelde hoogte in het zuidelijke gedeelte bedraagt ca. NAP+5.00m met uitschieters tot NAP+6.50m.

De Rijswaard is in het verleden aangewezen als een uiterwaard waarin natuurontwikkeling moet plaatsvinden. Het inrichtingsplan dat in het verleden

is opgesteld voor deze uiterwaard behelst het versterken van de huidige natuur en heeft rivierkundig gezien geen wezenlijke veranderingen ten opzichte van de huidige inrichting. Dit inrichtingsplan is om diverse redenen niet uitgevoerd. Echter biedt deze uiterwaard wel enige mogelijkheid voor het toepassen van maaiveldverlaging. In het vervolg van deze studie wordt deze uiterwaard wel meegenomen bij het zoeken naar mogelijke locaties waar maaiveld verlaging kan worden toegepast.

Hurwenensche Uiterwaarden

De Hurwenensche uiterwaarden zijn gelegen op de linkeroever van de Waal (km-raai 928.750 - 932.500). De uiterwaardgronden zijn gelegen op een hoogte van ca. NAP+4.25m. De uiterwaard wordt van de Waal gescheiden door een zomerkade die ligt op een hoogte van ca. NAP+7.00m. Verder wordt deze uiterwaard gekenmerkt door twee grote plassen in het westelijke deel van deze uiterwaard. Verder is in het bovenstroomse deel van de uiterwaard een steenfabrieksterrein aanwezig. Dit terrein belemmert de instroming van het water in de uiterwaard. Inmiddels is dit terrein opgekocht door RWS en veiliggesteld voor verdere herinrichting van dit terrein.

Echter zijn in het verleden reeds verkennende berekeningen uitgevoerd. In deze berekeningen is gekeken naar een aantal verschillende ingrepen, zoals het verwijderen van de steenfabrieksterrein en het verlagen van een gedeelte van het maaiveld. Uit deze berekeningen kwam naar voren dat alleen het verlagen van het eerste gedeelte van de uiterwaard effectief is. Het achterste gedeelte van de uiterwaard heeft hoofdzakelijk een bergende werking (Berben 1998, Huntelaar 1999).

Rossumsche Waard

De Rossumsche Waard is gelegen aan de linkeroever van de Waal (km-raai 928.750 - 926.00). De gronden in de uiterwaard zijn gelegen op ca. NAP+4.30m. Deze uiterwaard wordt gekenmerkt door zijn smalle gerekte vorm.

Net als de Kleine Willemspolder en de Passewaaij is deze uiterwaard relatief klein. Bij eventuele vergravingen van de uiterwaard dienen de veiligheidszones nabij de bandijk en de oeverlijn in stand worden gehouden. Indien in deze uiterwaard de veiligheidszones in acht worden genomen dan blijft er (bijna) geen ruimte over om verlaging op toe te passen. Hierdoor kan (bijna) geen MHW-verlaging worden gerealiseerd. Om deze reden wordt bij deze hydraulische verkenning de Rossumsche Waard niet verder meer bekeken. De verruiming dient daarom dan ook te worden gerealiseerd door de overige uiterwaarden in het projectgebied.

Heerewaardense uiterwaarden langs de Waal

De Heerewaardense uiterwaarden zijn gelegen aan de linkeroever van de Waal (km-raai 927.00 - 918.000). Deze uiterwaard wordt opgedeeld in twee delen door het fabrieksterrein Bato's Erf. De uiterwaardgronden tussen km-raai 927 en km-raai 921 liggen op een hoogte van ca. NAP+6.0m. De uiterwaardgronden tussen km-raai 921 en km-raai 918 liggen op een hoogte van ca. NAP+5.50m.

In 1997 zijn na aanleiding van het project Particulier Natuurbeheer een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd voor de Heerewaardense Uiterwaard langs de Waal. In deze studie zijn een zevental varianten doorgerekend. Alleen het inrichtingsplan van DLG inclusief maaiveldverlaging met 1m en het verwijderen van de component oobos, zorgt bovenstrooms voor een verlaging

van de MHW. Voor een beschrijving van de verschillende varianten wordt verwezen naar Huntelaar (1997).

Uit de berekeningen blijkt dat de inrichtingsschets zoals die is opgesteld door de Dienst Landelijke Gebieden (DLG) een opstuwing oplevert. Ook na het aanbrengen van aanvullende terreinverlagingen blijven er waterstandsverhogingen over. Het intrekken van de concessie op Bato's Erf levert een locale verlaging van de waterstand op van 2.5 cm. De verlaging is echter onvoldoende om het inrichtingsplan van DLG te laten voldoen aan de doelstelling ruimte te creëren. Als een van de belangrijke conclusies van dit project kwam naar voren dat de component ooibos moet worden gereduceerd in de plannen en dat eraan gedacht moet worden om meer open water in het plan op te nemen. Opgemerkt dient te worden dat bij de voor dit project uitgevoerde berekeningen het riviermodel niet is aangepast voor de zandwinning in de Dreumelsche Waard.

Dreumelsche Waard

De Dreumelsche Waard is gelegen aan de linkeroever van de Waal (km-raai 915.800 - 917.500). In deze waard is een grote zandwinplas aanwezig waarop een vergunning tot zandwinning rust. De vergunning in het kader van de wet ontgrondingen en de rivierenwet is in 1990 afgegeven. Deze vergunning is in 1996 bijgesteld. Het totale oppervlak bedraagt ca. 50 ha. Aan de zuidwest kant van de grote zandwinning ligt een slibdepot. Verder mag de zogenaamde tussendam, welke in de oude vergunning verplicht was gesteld, worden verwijderd door de eigenaar. Op dit moment is de ontzanding in een vergevorderd stadium. Om deze reden is besloten de ontzanding mee te nemen in het basismodel.

Wamelsche Uiterwaard

De Wamelsche uiterwaard is gelegen aan de linkeroever van de Waal (km-raai 915.800 - 910.000). De uiterwaard wordt gescheiden van de Waal door een zomerkade die ligt op een hoogte van ca. NAP+9.00m. De gronden van de uiterwaard zijn gelegen op gemiddeld NAP+6.50m.

Deze uiterwaard is - wat de nieuwe inrichting betreft - nooit echt afzonderlijk bekeken. De uiterwaard maakte deel uit van het inrichtingsproject Visie Fort St. Andries (1996) en Particulier Natuurbeheer. In beide projecten is in deze uiterwaard maaiveld verlaging toegepast.

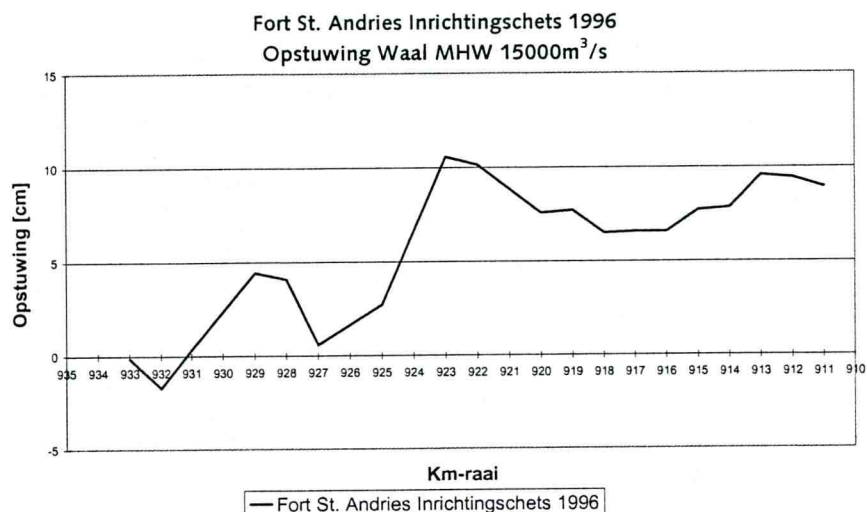
Visie Fort St. Andries

In 1996 is door de Stuurgroep Fort Sint Andries een toekomstvisie op het natuurontwikkelingsgebied waar Maas en Waal elkaar ontmoeten opgesteld. Deze visie is opgesteld na aanleiding van het beleid Nadere Uitwerking Rivierengebied (NURG). De visie voor het traject hield in dat de uiterwaarden grotendeels een natuurfunctie zullen krijgen. Een tweede belangrijke doelstelling van de visie was dat de recreatie in de uiterwaarden tot ontwikkeling moest komen. Deze visie heeft geresulteerd in een inrichtingsplan voor het gehele gebied. Voor een goede beschrijving van deze inrichting wordt verwezen naar DHV & H+N+S Landschapsarchitecten (DHV, et. al., 1996).

Het inrichtingsplan omvat ook maaiveldverlaging in de oeverzone en de uiterwaarden. De omvangrijkst verlagingen vinden plaats in de Heesseltsche uiterwaard, Hurwenensche uiterwaard, de Stiftsche uiterwaard en Dreumelsche waard. De afgraving varieert tussen de 0.5m en 5m. Van de nieuwe inrichting (vegetatie, afgraving) is het effect op de MHW bepaald.

In onderstaande figuur is de opstuwing weergegeven van de inrichtingsschets voor Fort St. Andries. Duidelijk is te zien dat het plan zorgt voor een opstuwing over het grootste deel van het traject.

Tevens dient te worden opgemerkt dat onderstaande opstuwing is berekend bij een MHW van 15.000 m³/s. Dit houdt in dat de opstuwing alleen nog maar toeneemt bij 16.000 m³/s.



Figuur 3.1 Opstuwing tengevolge van Visie Fort St, Andries.

In onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de reeds beschikbare gegevens voor het traject. Deze gegevens zijn afkomstig van de hierboven beschreven projecten.

Uiterwaard/project	MHW-verlaging	km-raai	
Stiftsche Waard nevengeul	-2 à 3cm	921.0	
Bato's Erf	- 2½cm	920.0	
Visie Fort St. Andries	+10cm	911.0	
Heerewaarden, Particulier natuurbeheer	verlaging	km-raai	
Plan DLG	+16cm	911.0	
Plan DLG + 1m verlaging, zonder ooibos (incl Bato's Erf)	- 7cm	911.0	
Uiterwaard/project	Ontgravingsdiepte	km-raai	
	1m	3m	923.0
Verlaging Varik (1 & 3m)	- ¼cm	- ¾cm	923.0
Heesseltsche Uiterwaarden	- 4¼cm	- 7¼cm	923.0

Tabel 3.1. Overzicht van de reeds uitgevoerde berekeningen
(- = verlaging, + = opstuwing)

Opgemerkt dient te worden dat voor het project Particulier Natuurbeheer meerdere varianten zijn doorgerekend. In bovenstaande tabel zijn alleen twee representatieve varianten weergegeven. Voor een totaal overzicht, inclusief een uitgebreide beschrijving van de verschillende varianten wordt verwezen naar Huntelaar (1997).

3.2 Mogelijke maatregelen

Bij de afbakening (paragraaf 2.4) is reeds vermeld dat er twee mogelijke maatregelen overblijven die in het kader van RvR zijn genoemd, te weten:

- Maaiveld verlaging;
- Opheffen van obstakels in het winterbed.

Overige uitgangspunten voor de hydraulische verkenning:

- Hoogwatervrije terreinen worden ongemoeid gelaten, met uitzondering van de door het Rijk aangekochte terreinen Bato's erf en Steenfabrieksterrein Sterk in de Hurwenensche uiterwaard;
- In uiterwaarden die nu zijn ingericht als natuurgebied c.q. het inrichtingsplan is goedgekeurd, wordt geen rivierverruiming toegepast, zoals de Kleine Willemspolder en oevergeul Opijen;
- Bij de zandwinning in Dreumel wordt uitgegaan van de eindsituatie (incl. bijbehorende begroeiing);
- De uiteindelijke natuurlijke inrichting (begroeiing e.d.) worden bij deze verkenning nog niet meegenomen. Dit heeft tot gevolg dat de MHW-taakstelling verhoogd moet worden (een globale schatting levert een extra MHW-taakstelling op van 10 cm).

3.3 Effectiviteit mogelijke maatregelen

De aanwezigheid van obstakels met een groot stroombelemmerend effect is te herkennen aan het stromingspatroon. Bij sterk stroombelemmerende kaden ontstaat er lokaal een groot verval, terwijl bij hoogwatervrije terreinen er een groot - in vergelijking met de gebruikelijke waarde - lokaal verhang zal ontstaan. Belangrijk is te bedenken, dat de mate van stroombelemmering door een obstakel afhangt van het beschikbare doorstromingsprofiel en van eventueel andere aanwezige stroombelemmeringen (o.a. vegetatie).

Plassen

Ter plaatse van plassen is de waterdiepte bij MHW al groot. Het verlagen van de bodem van plassen levert een kleinere verruiming voor de stroming op. Er zal dan ook geen vergraving plaatsvinden van bestaande plassen.

Dijken en oevers

De tweede beperking betreft zoals al eerder aangegeven de voorwaarden en beperkingen, die voor het behoud van de stabiliteit van de bandijk en de rivieroevers en kribben worden gesteld aan het afgraven van uiterwaarden. Volgens een vuistregel zijn de mogelijkheden om binnen een afstand van 100m uit de teen van de Waalbandijk de uiterwaarden te verlagen gering. Nader onderzoek van het ontwerp van de bandijk kan daar meer duidelijkheid over verschaffen. Op voorhand zal de uiterwaard niet binnen een afstand van 100m uit de teen van de bandijk worden verlaagd. Hetzelfde geldt voor een smallere zone bij de rivieroever en de kribben.

Kaden, veerwegen en -stoepen

In het Waaltraject van km-raai 910.000 - 935.000 vallen kaden, veerstoepen e.d. niet op in het stromingspatroon. Kleine lokale vervallen zijn wel waar te nemen op verschillende locaties. Echter kan worden gesteld dat het verlagen van dergelijke kaden slechts een kleine MHW-verlaging (orde mm tot cm) zal betekenen. De enige kade die misschien enig effect heeft is de kade rondom de diepe plas van Hurwenen in de Hurwenensche Uiterwaard. Een eerste schatting van het effect op de MHW is dat het verlagen van deze kade ongeveer een waterstandverlaging tot gevolg heeft in de orde van 0.5 à 1 cm.

Hoogwatervrije terreinen

In dit Waaltraject komen een vijftal hoogwatervrije terreinen voor, te weten:

- In de Wamelsche Uiterwaard de bebouwing van een agrarisch bedrijf ter hoogte van km-raai 912.300;
- Benedenstrooms in de Passewaaij ter hoogte van km-raai 917.500, steenfabriek Zennewijnen;
- Steenfabriek Bato's Erf in de Heerewaarden langs de Waal ter hoogte van km-raai 921.000;
- Voormalig steenfabriek Sterk in de Hurwenensche Uiterwaard ter hoogte van km-raai 928.800;
- De fabrieksterrein in het bovenstroomse deel van de Rijswaard ter hoogte van km-raai 931.200;
- Voormalige steenfabriek Heesselt ter hoogte van km-raai 927.250.

Als één van de uitgangspunten van dit project is gesteld dat bestaande hoogwatervrije terreinen, voor zover niet aangekocht door het Rijk ongemoeid worden gelaten. Dit houdt in drie van de vijf hierboven beschreven hoogwatervrije terreinen niet worden meegenomen in dit project.

De eerste hoogwatervrije terrein die mee wordt genomen is Bato's Erf. Dit voormalig industrieterrein ligt geheel in de uiterwaard. Dit terrein blokkeert het volledige winterbed. Het verlagen van dit terrein zal om deze reden een redelijke invloed hebben op de MHW-verlaging. Geschat wordt dat het volledig afgraven van het terrein een verlaging van ca. 2 à 3 cm op de MHW oplevert.

Het tweede hoogwatervrije terrein is de voormalige steenfabriek in de Hurwenensche Uiterwaard. De ligging in het meest bovenstroomse deel van de uiterwaard is weliswaar dicht bij de bandijk maar toch ongunstig voor de stroming. Dit hoogwatervrije terrein belemmert het instromen van de grote Hurwenensche Uiterwaard over de lengte van het hoogwatervrije terrein. Uit eerdere uitgevoerde berekeningen blijkt het verwijderen van de fabrieksgebouwen in combinatie met het afgraven van de terreinverhoging een goede verruimingsmogelijkheid te zijn. Het effect op de MHW in de rivier is een verlaging van drie tot vijf cm direct bovenstrooms van het hoogwatervrije terrein.

Uiterwaardverlaging

Het afgraven van uiterwaarden wordt in de RvR-nota (RWS, 1999a) aangeduid als een bruikbare methode om de rivier te verruimen. Het afgraven kan in verschillende vormen plaatsvinden, namelijk in een gebiedsdekkende verlaging, plassen of in (stromende) geulen. In het IVR-rapport nummer 8 (min. V&W, 1994) is duidelijk gemaakt dat in het algemeen uiterwaardverlaging een goede mogelijkheid biedt om de rivier te verruimen. Toch moeten enkele kanttekeningen worden gemaakt.

- In de berekeningsmethode bestaat de stromingsweerstand van de uiterwaard alleen uit bodemwrijving. De invloed van obstakels en kaden is er niet als zodanig in meegenomen. Bij een verandering van de bodemligging van de uiterwaard zal in werkelijkheid slechts een deel van de totale stromingsweerstand van de uiterwaard worden verminderd. Hierdoor zal het effect op MHW minder groot zijn;
- De mogelijke MHW-verlaging bij maaiveld verlaging, zoals vermeld in het IVR-rapport geeft een overschatting. De uiterwaarden van de Waal in het projectgebied zijn voor het grootste gedeelte niet erg breed. Dit betekent dat er minder water door deze uiterwaarden stroomt en dat het effect

tengevolge van het verlagen van de bodemligging ook geringer zal zijn dan aangegeven in het IVR-rapport.

De mogelijkheden van rivierverruiming door uiterwaardverlaging worden ingeperkt door de huidige hoogteligging van de uiterwaard en door voorwaarden waar uiterwaardverlaging aan moet voldoen. Zo mag er in het algemeen niet binnen 100m vanaf de teen van de bandijk en ca. 50m vanaf de oeverlijn worden vergraven. Deze voorwaarden worden gesteld voor de veiligheid en de stabiliteit van de kunstwerken.

4 Selectie van maatregelen

4.1 Afzonderlijke maatregelen

Om aan de MHW-taakstelling te voldoen zijn verschillende stroomverruimende maatregelen nodig. Uit het voorgaande is gebleken dat het verlagen van de uiterwaarden en het verwijderen van hoogwatervrije terreinen de grootste bijdrage zal moeten leveren. Het verlagen van uiterwaarden raakt vele belangen (grondgebruik, bereikbaarheid e.d.) en andere rivierfuncties (natuur en landschap etc.). De hydraulische verkenning is geheel gericht op het vinden van stroomverruimende inrichtingsmaatregelen en gaat grotendeels voorbij aan andere rivierfuncties en belangen.

De stroming in de uiterwaard varieert in grootte en in richting. Het afgraven van een uiterwaard levert daardoor niet overal dezelfde stroomverruiming op als deze wordt uitgedrukt in een waterstandsverlaging. Hieronder wordt een selectie gemaakt van de gebieden die in aanmerking komen voor maaiveldverlaging. Alleen de uiterwaarden waar nog geen eerdere berekeningen van zijn worden geselecteerd.

4.2 Selectie gebieden maaiveldverlaging

Ten behoeve van deze hydraulische verkenning kunnen alle uiterwaardgebieden met uitzondering van de hierboven uitgesloten gebieden worden verlaagd. Vervolgens komt de vraag, welke uiterwaardgebieden het meest effectief hiervoor zijn.

Om deze vraag te beantwoorden is gebruik gemaakt van het stroombeeld bij MHW en van de WAQUA-GIS analyse voor de herinrichting van de uiterwaarden (WLIDelft Hydraulics, 1999). Door het RIZA, in samenwerking met het WLIDelft Hydraulics, zijn WAQUA berekeningen uitgevoerd, waarop een GIS analyse is uitgevoerd om zodoende locaties aan te wijzen die het meest geschikt zijn voor uiterwaardverlaging. Dit heeft geleid tot een criterium, het zogenaamde dq-criterium. Het dq-criterium wordt gedefinieerd als de verandering van het specifieke debiet onder invloed van het afgraven van de uiterwaarden met 1 meter.

In de Atlas van de WAQUA-GIS analyse zijn de uiterwaardgebieden opgedeeld in vijf klassen naar hun bijdrage in de toename van de afvoer. In bijlage 2 is voor het projectgebied de WAQUA-GIS analyse gegeven. De als donkerrood aangegeven gebieden op deze bijlage zijn het meest effectief.

De gekozen gebieden staan geschematiseerd weergegeven in bijlage 3. De benodigde ontgravingsdiepte is vooraf moeilijk in te schatten. Het vergroten van de ontgravingsdiepte vergroot het doorstromingsprofiel en vermindert enigszins de ruwheid. De afvoer zal op die plaatst toenemen en in bovenstroomse richting zal de waterstand worden verlaagd.

Verondersteld wordt dat de ongravingsdiepte zeker meer dan 1m zal bedragen en vermoedelijk richting de 3m zal gaan. Uit ecologisch oogpunt zal de laatste waarde al als erg groot worden gezien. Er wordt daarom gekozen om twee ontgravingsdiepten te hanteren, te weten 1m en 3m.

In het projectgebied zijn de volgende gebieden aangewezen:

Code	Uiterwaard	Ligging t.o.v. rivieras (in km-raai)	
RA	Rijswaard gebied A	931.2	933.5
RB	Rijswaard gebied B	933.7	934.6
RC	Rijswaard gebied C	931.8	933.5
HB	Hurwenensche Uiterwaard	929.0	931.0
SA	Stifsche waard, Centrale deel	920.5	921.5
WA	Wamelsche Uiterwaard Gebied A	911.1	914.6
WB	Wamelsche Uiterwaard Gebied B	912.4	914.6
WC	Wamelsche Uiterwaard Gebied C	914.7	916.0
WD	Wamelsche Uiterwaard Gebied D	914.8	916.1

Tabel 4.1. Geselecteerde uiterwaardgebieden

In deze hydraulische verkenning mag de bodemverlaging nog op een globale wijze worden aangebracht. Daarbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Uiterwaardgebieden kunnen in zijn geheel met de ontgravingsdiepte worden verlaagd;
- Binnen de te ontgraven gebieden behoeven geen details in hoogteligging te worden aangebracht. Eventueel in deze gebieden voorkomende kaden kunnen worden verwijderd;
- Voor de lengte van het talud zal een vaste afstand (15) worden aangehouden;
- Zomerkaden worden niet vergraven, tenzij aangegeven.

Over de MHW-verlaging door bovenstaande maaiveldverlaging blijkt geen informatie beschikbaar te zijn. Nieuwe berekeningen moeten worden uitgevoerd.

4.3 Overige maatregelen

Tevens worden berekeningen uitgevoerd voor het verlagen van de kaden in de Hurwenensche uiterwaard en het verwijderen van het hoogwatervrije terrein in dezelfde uiterwaard. De effect van het verlagen van Bato's Erf wordt overgenomen van reeds eerder uitgevoerde berekeningen.

5 Berekeningen

5.1 MHW-Taakstelling

De MHW-taakstelling voor dit project moet, zoals bij alle andere projecten, in elk geval worden gerealiseerd op de bovenstroomse rand van het projectgebied. Echter de MHW-taakstelling op de bovenstroomse rand is niet het enige criterium waarnaar gekeken wordt. Ook moet worden gekeken naar de waterstand over de gehele lengte van het traject. De waterstand mag tengevolge van de extra afvoer en mogelijke rivierverruimende maatregelen niet toenemen in het projectgebied. De maatregelen worden beoordeeld met het beoordelingskader in het achterhoofd (RWS, 1999b).

Riviermodel huidige situatie

Het riviermodel is een schematische weergave van de rivier en uiterwaarden. Het riviermodel voor het Waaltraject Tiel-Zaltbommel (W91035) is door ontwikkelingen in het veld niet meer geheel up-to-date. Voor de uit te voeren globale berekeningen is een complete vernieuwing van het riviermodel niet nodig. De aanpassing kan beperkt blijven tot die wijzigingen, die het effect van de te onderzoeken maatregelen direct of indirect sterk beïnvloeden.

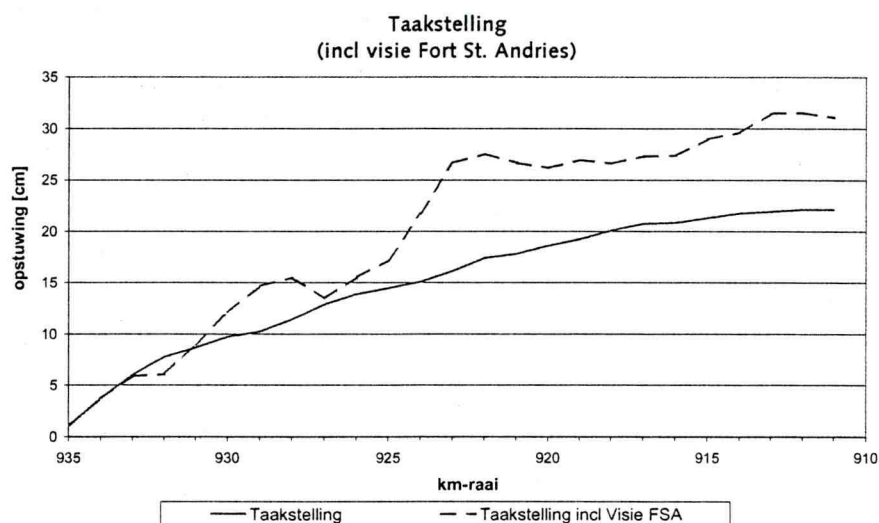
Deze wijzigingen hebben betrekking op en bestaan uit:

1. De verbetering van de rivierbocht te St. Andries.
De aanpassing van het riviermodel bestaat uit het aanbrengen van de "vaste laag" in de buitenbocht van de hoofdgeul inclusief de verwachte eindsituatie van de morfologische respons (uitschuring) op de bodemligging van de binnenbocht. Tot de aanpassing behoort ook de compenserende maatregelen voor de MHW-verhoging tengevolge van de "vaste laag";
2. Inkorten kribben.
Nabij Opijnen zijn de kribben ingekort door de aanleg van een langskade. Later is hier het Oeverproject Opijnen uitgevoerd. De aanpassing van het riviermodel bestaat uit het aanbrengen van de langskade;
3. Verlaging kades rondom Amsterdam-Rijn Kanaal.
In het begin van de jaren negentig zijn de kades in de uiterwaard rondom het AR-kanaal verlaagd om zodoende een betere doorstroming te krijgen. De aanpassing van het riviermodel bestaat uit het toepassen van de correcte hoogte van deze kades (Rivierkaart nr. 116, bijgewerkt Nov 1996);
4. Zandwinning Dreumelsche Waard
In 1992 is een vergunning verleend voor het winnen van zand in de Dreumelsche Waard. Deze vergunning is in 1996 aangepast. Op dit moment is het grootste gedeelte van de toelaatbare zandwinning uitgevoerd. De aanpassing van het riviermodel bestaat uit het inbrengen van de uiteindelijke situatie zoals weergegeven in de vergunning.

Met het aangepaste riviermodel worden achtereenvolgens de waterstanden berekend voor de Waalafvoeren van $9530 \text{ m}^3/\text{s}$ en $10165 \text{ m}^3/\text{s}$. De berekende waterstanden voor de Waalafvoer van $9530 \text{ m}^3/\text{s}$ (behorende bij een afvoer van $15000 \text{ m}^3/\text{s}$ op de Boven-Rijn) zullen iets lager zijn dan de officieel vastgestelde MHW. Het verschil wordt veroorzaakt door het vernieuwen van het riviermodel en het niet in rekening brengen van topvervlakking van de maatgevende afvoergolf.

Dit werkt door in zowel de basisberekening als in de nieuwe MHW-berekeningen, zodat dit voor het verschil tussen die 2 niet meer relevant is. De invloed op de berekende MHW-taakstelling zal hierdoor zeer gering tot verwaarloosbaar zijn en kan gezien het doel van deze verkenning aan voorbij worden gegaan.

De taakstelling is weergegeven in figuur 5.1. Vanaf de benedenstroomse rand van het projectgebied ontstaat in bovenstroomse richting een waterstandsverhoging. Op deze figuur is eveneens de MHW-taakstelling weergegeven waarbij de opstuwing van de inrichting volgens Visie Fort St. Andries is meegenomen.



Figuur 5.1. MHW-taakstelling Waal Tiel - Zaltbommel

Op deze figuur is te zien dat gerekend moet worden met een MHW-taakstelling van circa 22 cm op de bovenstroomse rand van het projectgebied. Als rekening gehouden wordt met de natuurlijke inrichting van de uiterwaarden en de verruiming die in de Visie Fort St. Andries waren meegenomen, dan moet ter plaatse van de bovenstroomse rand van het projectgebied (km-raai 910) een MHW-taakstelling van ruim 30cm worden gerealiseerd. De opstuwing tengevolge van vegetatie is een indicatie. De grootte van de opstuwing is afhankelijk van de toegepaste vegetatie.

Als kanttekening dient te worden gemaakt dat de MHW-waterstanden, zoals uitgerekend in 1993 voor de Visie FSA, zijn bepaald zonder de ontzanding Dreumel en met een hogere kade Amsterdam-Rijn Kanaal. Bij de nieuwe MHW berekeningen, die op dit moment worden uitgevoerd door het RIZA voor het opstellen van het randvoorwaardenboek 2001, zijn deze ingrepen/aanpassingen wel meegenomen. Ten opzichte van de berekeningen in 1993 betekent dit een vermindering van de taakstelling. Tevens is gerekend met een recentere zomerbed ligging. Hierdoor zal de MHW-taakstelling iets gunstiger uitvallen dan in figuur 5.1 gepresenteerd.

5.2 Afzonderlijke maatregelen

Voor alle in tabel 4.1 geselecteerde uiterwaardgebieden voor de maaiveldverlaging van 1m en 3m is een afzonderlijke berekening uitgevoerd. Daarnaast is ook een berekening uitgevoerd waarbij het steenfabrieksterrein in

de Hurwenensche Uiterwaard is verwijderd en het gebied ter plaatse is afgegraven tot maaiveld. Opgemerkt dient te worden dat de zomerkade langs het steenfabrieksterrein is gehandhaafd. Tevens is een berekening uitgevoerd waarbij de kades rondom de diepe plas in de Hurwenensche uiterwaard zijn verlaagd met 1m. Gerekend is met een constante Waalafvoer van 10165m³/s. Het resultaat van de uitgevoerde berekeningen is weergegeven in tabel 5.1. De berekende waterstandsverlaging is gegeven ten opzichte de bovenstroomse rand van de afzonderlijke ingrepen. Opgemerkt wordt dat de verandering van de waterstand het grootst is direct bovenstrooms van de ingreep. Verder in bovenstroomse richting neemt de waterstandsverandering geleidelijk af. De cijfers in de tabel zijn afgerond op ¼cm. Dit omdat de ingrepen sterk schematisch zijn ingevoerd in het WAQUA-model.

Uiterwaard	MHW-verlaging (in cm)		km-raai
Ontgravingsdiepte	1m	3m	
Rijswaard			
Verlagen Gebied A	- 2½	- 6	931.0
Verlagen Gebied B	- 1½	- 3½	933.0
Verlagen Gebied C	- ¼	- ¾	931.0
Hurwenensche Uiterwaard			
Verlagen Gebied B	- 1	- 2	929.0
Stiftsche Waard			
Verlagen Gebied A	- ½	- 1½	920.0
Wamelsche Uiterwaard			
Verlagen Gebied A	- 1		912.0
Verlagen Gebied B	- 1¾	- 4¼	911.0
Verlagen Gebied C	- 1	- 2	911.0
Verlagen Gebied D	- ¾		912.0
verwijderen steenfabriek Hurwenen	- 4¼		928.0
verlagen kade rondom diepe plas Hurwenen	- ½		930.0

Tabel 5.1. Overzicht MHW-verlaging tengevolge van ingrepen
(- = verlaging, + = opstuwing)

De ligging van de voorgestelde ingrepen staat weergegeven in Bijlage 3. In de legenda van de figuren staan de verschillende ingrepen die zijn uitgevoerd in desbetreffende gebieden. In deze bijlagen staan zowel de gebieden waarvoor nieuwe berekeningen zijn uitgevoerd, alsmede een overzicht van de gebieden waarvoor reeds berekeningen zijn uitgevoerd. In deze bijlagen zijn de contouren van de verschillende afgravingen weergegeven.

Uiterwaard/project	MHW-verlaging	km-raai	
Stiftsche Waard nevengeul	- 2 à 3cm	921.0	
Bato's Erf	- 2½cm	920.0	
Visie Fort St. Andries	+10cm	911.0	
Heerewaarden, Particulier natuurbeheer	verlaging	km-raai	
Plan DLG	+16cm	911.0	
Plan DLG + 1m verlaging, zonder ooibos (incl Bato's Erf)	- 7cm	911.0	
Uiterwaard/project	Ontgravingsdiepte		km-raai
	1m	3m	923.0
Verlaging Varik (1 & 3m)	- ¼cm	- ¾cm	923.0
Heesseltsche Uiterwaarden	- 4¼cm	- 7¼cm	923.0

Tabel 5.2 Overzicht MHW-verlaging reeds uitgevoerde berekeningen
(- = verlaging, + = opstuwing)

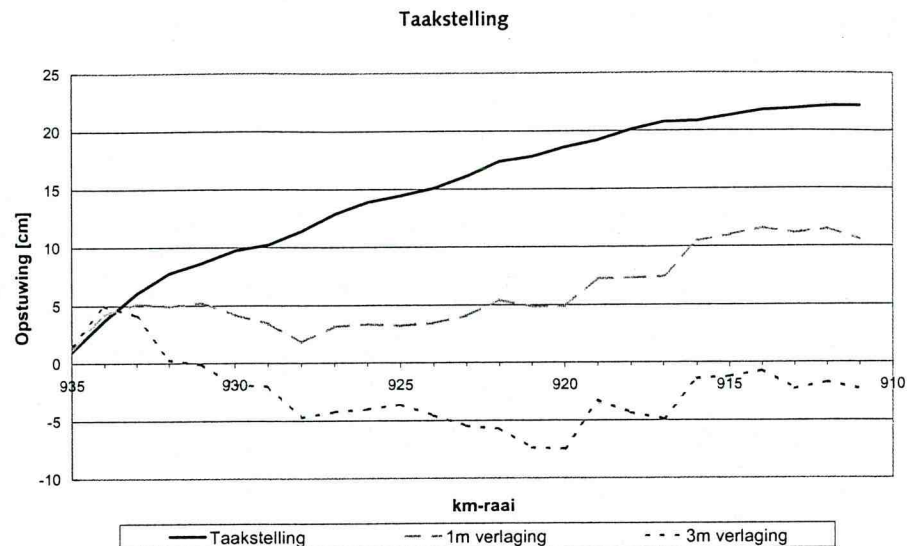
In tabel 5.2. staan de resultaten van de berekeningen die in het verleden zijn uitgevoerd. De berekende waterstandsverlaging is gegeven ten opzichte de bovenstroomse rand van de afzonderlijke ingrepen

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat voor het behalen van de MHW-taakstelling altijd meerdere gebieden dienen te worden ontgraven.

Voor een overzicht van de uitgevoerd WAQUA berekeningen wordt verwezen naar bijlage 4.

5.3 Inrichtingsvarianten

De verschillende MHW-verlagingen kunnen niet zonder meer bij elkaar worden opgeteld. Dit omdat de waterloopkundige interactie tussen de verschillende ingrepen niet verwaarloosd kan worden. Ingrenen die achter elkaar liggen in de richting van de stroming kunnen elkaar versterken en ingrepen die naast elkaar liggen (bijv het afgraven van de uiterwaard aan weerszijde van de rivier) in principe elkaar verzwakken.



Figuur 5.2 MHW-verlaging door sommatie ingrepen

In bovenstaande figuur is een indicatie gegeven van het totale effect van alle in tabel 5.1 en 5.2 aangegeven ingrepen. Dit is gedaan voor zowel 1m uiterwaardverlaging alsmede 3m uiterwaardverlaging. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de bij sommige reeds uitgevoerde berekeningen ook vegetatie was meegenomen. Deze berekeningen zijn vertaald naar alleen uiterwaardverlaging. De natuurlijke inrichting is bij deze berekeningen dus eveneens achterwege gelaten.

De MHW-taakstelling wordt in het traject alleen gehaald indien vergraving wordt toegepast van 3m. Echter bij de uitgevoerde berekeningen is nog geen rekening gehouden met eventuele begroeiing (zoals weergegeven in de visie Fort St. Andries). Gesteld kan dan ook worden dat de MHW-taakstelling, ook bij 3m afgraving nog niet is gehaald.

In figuur 5.2. is te zien dat bij Zaltbommel de MHW-taakstelling niet wordt gehaald. Deze opstuwing wordt onder andere veroorzaakt door het optreden van randeffecten van het model en door de keuze van de ligging van het rand van het projectgebied. Dit gebied biedt weinig mogelijkheden voor uiterwaardverlaging. Maatregelen in het zomerbed (zoals kribverlaging) moeten dan worden toegepast voor het behalen van de MHW-taakstelling.

De locale opstuwing in de verschillende uiterwaarden is in deze hydraulische verkenning niet onderzocht. In een vervolg onderzoek moet hier wel naar gekeken worden.

De uiteindelijke natuurlijke begroeiing zorgt voor een extra MHW-taakstelling van 10cm à 15cm. Dit is een eerste schatting op basis van de extra opstuwing welke wordt verkregen met het inrichtingsplan van de Visie Fort St. Andries (zie paragraaf 3.1). Opgemerkt moet worden dat de extra MHW-taakstelling afhankelijk is van de soort vegetatie.

6 Conclusies

De MHW-taakstelling voor het projectgebied van Tiel tot Zaltbommel bedraagt ca. 22cm. Dit is de MHW-taakstelling exclusief natuurlijke begroeiing. Indien ter indicatie de natuurlijke begroeiing van de Visie FSA wordt meegenomen wordt de te halen MHW-taakstelling voor het gebied van rond de 35cm. Opgemerkt dient te worden dat de MHW-taakstelling waarschijnlijk iets gunstiger uitvalt dan in dit rapport gepresenteerd, door een actuelere schematisatie.

De MHW-taakstelling bij een uiterwaardverlaging van 1m niet wordt gehaald (zie figuur 5.2).

De MHW-taakstelling (excl. inrichting) wordt voor het grootste gedeelte van het traject wel gehaald indien uiterwaardverlaging van 3m wordt toegepast. Opgemerkt dient te worden dat de opstuwing benedenstrooms (km-raai 935.000 - 933.000) onder ander wordt veroorzaakt door het optreden van randeffecten in het model. Tevens treedt enige opstuwing op door de geringe ruimte voor de rivier ter plaatse. Deze vernauwing zal altijd zorgen voor een opstuwing ter plaatse.

Bij de uitgevoerde berekeningen is nog geen rekening gehouden met de natuurlijke inrichting van het gebied (begroeiing e.d.). De uiteindelijke natuurlijke vegetatie zorgt voor een extra MHW-taakstelling van 10cm à 15cm. Dit is een schatting op basis van ervaring, welke in grootte mate overeenkomt met de extra opstuwing welke wordt verkregen met het inrichtingsplan van de Visie Fort St. Andries. Voor een natuurlijke inrichting is dus nog beduidend meer verruiming nodig.

Eventuele optredende locale opstuwingen is niet onderzocht. De hydraulische verkenning heeft nog geen oplossing gevonden voor de opstuwing die door de natuurlijke inrichting van het gebied kan worden veroorzaakt. Of dit problematisch is, en zo ja in welke mate, blijkt in de loop van het jaar, als het beoordelingskader geactualiseerd is, zowel wat betreft de meer recente ligging van het zomerbed (de zgn. Boertienmarge) en winterbed, als bijbehorende MHW-standen. Vooralsnog lijkt hierin enige ruimte te zitten. Echter een schatting van deze extra ruimte is op dit moment niet te maken.

Opgemerkt dient te worden dat de hier gepresenteerde MHW-taakstelling iets gunstiger kan worden tengevolge van de uitkomsten van de nieuwe MHW-berekeningen, die op dit moment worden uitgevoerd door het RIZA.

Literatuurlijst

Berben, F., 1998, *Varianten rivierkundige doorrekening Hurwenense uiterwaarden*, intern RWS-memo.

DHV, H+N+S Landschapsarchitecten, 1996, *Visie Fort Sint Andries, Een toekomstvisie op het natuurontwikkelingsgebied waar Maas en Waal elkaar ontmoeten*.

Dixhoorn, K. van, 1998, *Rivierkundige beoordeling inrichtingsplan Kleine Willemspolder*, intern RWS-memo.

Dixhoorn, K. van, 2000, *Inrichtingsplan Heesseltsche uiterwaarden, Hydraulische verkenning fase 1*.

Huntelaar, N.H., 1997, *Rivierkundige berekeningen Experiment particulier natuurbeheer FSA*, memo.

Huntelaar, N.H., 1999, *Rivierkundige winst Steenfabriek Hurwenen*, Intern RWS-memo.

Kok, F.R., 1998, *Reactie op het inrichtingsplan voor de kleine Willemspolder*, Brief.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994, *Intergrale verkenning inrichting Rijntakken, rivierkundige aspecten: evenwichtsbeschouwingen*, nr 8.

Perk, J.C. van der, 1998, *Natuurontwikkeling in de Stijtsche Uiterwaarden, inrichtingsplan*.

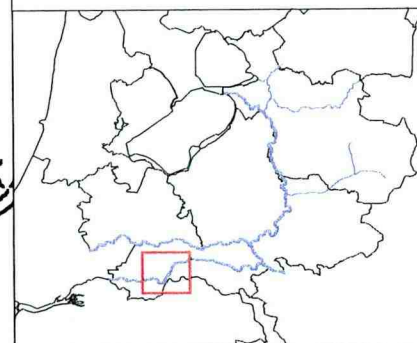
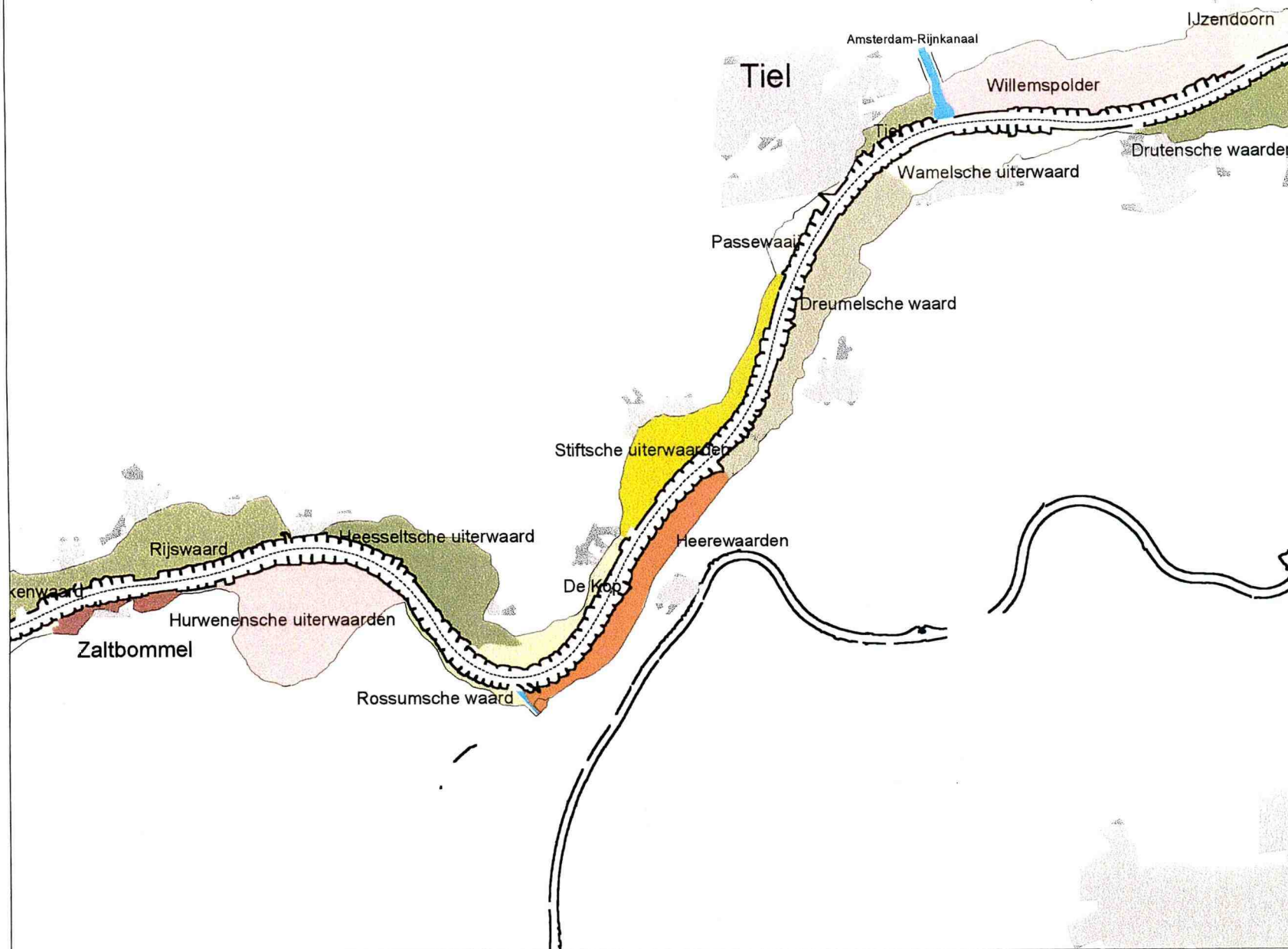
Rijkswaterstaat, 1999a, *Stand van zaken Ruimte voor Rijntakken*.

Rijkswaterstaat 1999b, *Rivierkundige kader voor de beoordeling van de effecten van uiterwaardingsplan op waterstand en afvoerdeling*.

WLDelft Hydraulics, 1999, *WAQUA-GIS analyse voor de herinrichting van uiterwaarden, deel Bovenrijn en Waal*.

Bijlagen

Uiterwaardenkaart
Waalmodel WA3
(kmr. 910.000 - 935.000)



Afdeling : ansr
Datum : 7 maart 2001
Referentie : h:\data\fort-st.andries\uiterwwa3.apr

0 1 2 3 Kilometers
Schaal (A4) 1 : 100.000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Bijlage 1



Indeling Dq-klassen Waal
hydraulische geschiktheid
voor uiterwaardverlaging
(kmr. 910.000 - 935.000)

Legenda :

— Kmraai

■ Zomerbed

■ Plassen

■ $dq < dq_{20}$ (minst effectief)

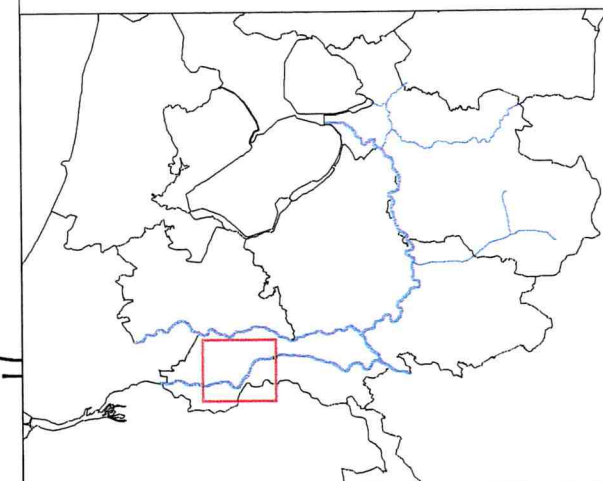
■ $dq_{20} < dq < dq_{40}$

■ $dq_{40} < dq < dq_{60}$ (effectief)

■ $dq_{60} < dq < dq_{80}$

■ $dq > dq_{80}$ (meest effectief)

□ hoogwatervrij of ontzanding



Afdeling : ansr

Datum : 7 maart 2001

Referentie : h:\data\fort-st.andries\dqwaal91035.apr

0 1 2 3 Kilometers
Schaal (A3) 1 : 75.000



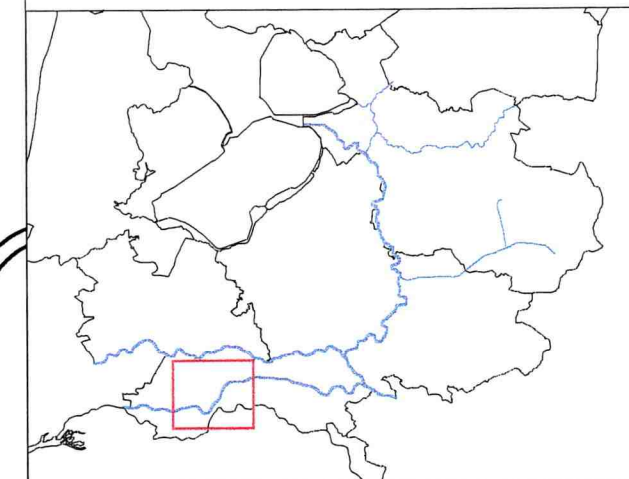
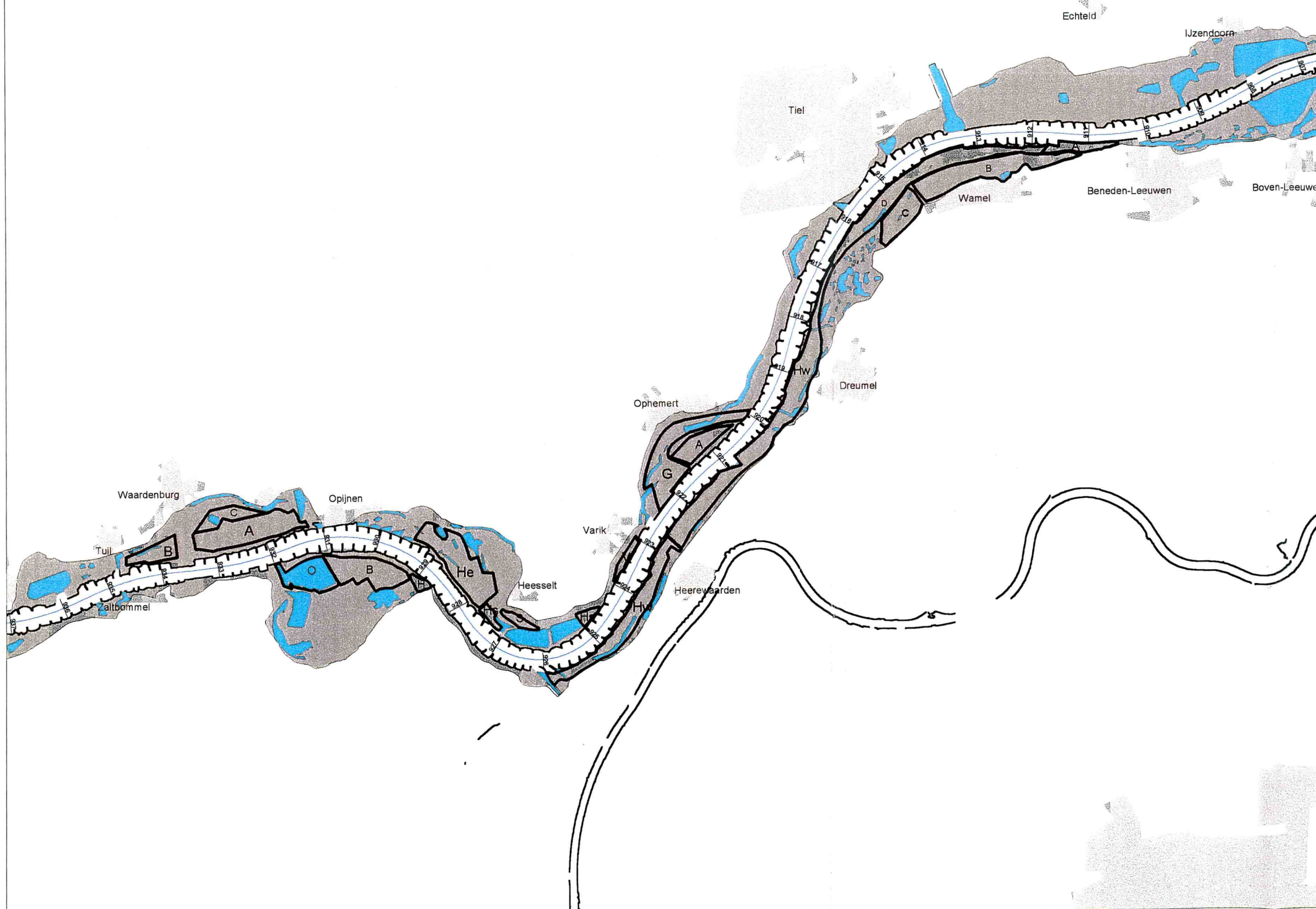
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Bijlage 2



Overzicht uiterwaardverlaging
Waal (kmr. 910.000 - 935.000) in de :

- Rijswaard
- Hurwenensche uiterwaard
- Heesseltsche uiterwaard
- Heerewaarden
- Stiftsche uiterwaard
- Dreumelsche waard
- Wamelsche waard



Afdeling : ansr
Datum : 7 maart 2001
Referentie : h:\data\fort-st.andries\maatregel.apr

0 1 2 3 Kilometers
Schaal (A3) 1 : 75.000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland



Bijlage 3

Bijlage 4 Overzicht WAQUA-berekeningen

Versie WAQUA	:2000-01
Riviermodel	:W91035
Experimentnaam	:W91035
Grid	:Orientatie :Positieve M-as is stroomafwaarts Afmetingen : Mmax = 236 Nmax = 382
Open modelranden	:Bovenstrooms M = 9 - 35 N = 381 Benedenstrooms M = 187 - 208 N = 2
Randvoorwaarden	:In de tijd constante afvoer t.p.v. bovenstroomse modelrand In de tijd constante waterstand t.p.v. benedenstroomse modelrand
Tijdstap	:0.1 min
Simulatietijd	:2000 min
Berekeningen	

OPC-code	Kenmerk	Hoogwater	rivierafvoer [m³/s]	Benedenstroomse waterstand [M+NAP}
DR1	Basis	MHW15000	9530	8.535
DR2	Basis	MHW16000	10165	8.535
	Rijswaard			
R1A	Gebied A - 1m	MHW16000	10165	8.535
R3A	Gebied A - 3m	MHW16000	10165	8.535
R1B	Gebied B - 1m	MHW16000	10165	8.535
R3B	Gebied B - 3m	MHW16000	10165	8.535
R1C	Gebied C - 1m	MHW16000	10165	8.535
R3C	Gebied C - 3m	MHW16000	10165	8.535
	Hurwenen			
HH0	Verwijdering Steenfabriek	MHW16000	10165	8.535
HD1	Verlagen kade rondom grote plas met 1m	MHW16000	10165	8.535
H1B	Gebied B - 1m	MHW16000	10165	8.535
H3B	Gebied B - 3m	MHW16000	10165	8.535
	Stiftsche Waard			
S1A	Gebied A - 1m	MHW16000	10165	8.535
S3A	Gebied A - 3m	MHW16000	10165	8.535
	Wamelsche Uiterwaard			
W1A	Gebied A - 1m	MHW16000	10165	8.535
W1B	Gebied B - 1m	MHW16000	10165	8.535
W3B	Gebied B - 3m	MHW16000	10165	8.535
W1C	Gebied C - 1m	MHW16000	10165	8.535
W3C	Gebied C - 3m	MHW16000	10165	8.535
W1D	Gebied D - 1m	MHW16000	10165	8.535

