

Opdrachtgever:

RIZA-WST

Voorkeursalternatief RvR

MHW-berekeningen benedenrivierengebied

Rapport

Opdrachtgever:

RIZA-WST

Voorkeursalternatief RvR

MHW-berekeningen benedenrivierengebied

Jos van Gils, Eelco Verschelling, Johan Crebas

Rapport

september 2004

Inhoud

Lijst van Figuren

Lijst van Tabellen

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Achtergrond van het project.....	1
1.3	Doelstelling.....	1
1.4	Leeswijzer.....	2
2	Aanpak.....	3
2.1	Rekenmethode	3
2.2	Schematisatie van het voorkeursalternatief	3
2.3	Bepaling van MHW-effecten	4
2.4	Gebruikte informatie.....	5
2.5	Fasering.....	5
3	Resultaten en discussie	7
3.1	Verificatie rekenmethode	7
3.2	Bouw van de schematisaties	8
3.2.1	VKA partieel.....	8
3.2.2	Referentiemodel.....	9
3.2.3	Referentie + MW18_1_aangepast	11
3.2.4	Referentie + MW48 Sliedrechtse Biesbosch	13
3.2.5	Referentie + MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen_behoedzaam).....	14

3.2.6	Voorkeursalternatief	15
3.3	Resultaten MHW-berekeningen	16
3.3.1	Maatregel MW18_1_aangepast Noordwaard meestromend	16
3.3.2	Maatregel MHW48 NOP Sliedrechtse Biesbosch	17
3.3.3	Maatregel MHW8_2a bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam	18
3.3.4	Het (concept-)Voorkeursalternatief	19
3.4	Invloed van de maatregel M30	25
4	Conclusies.....	26
A	Resultaten MHW-berekeningen.....	A-1
B	Resultaten verificatie Basisalternatief 2	B-1

Lijst van Figuren

Figuur 3-1:	Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in Basisalternatief 2 en de door de opdrachtgever aangeleverde resultaten (zonder Doorvoer Volkerak-Zoommeer).	7
Figuur 3-2:	Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in Basisalternatief 2 en de door de opdrachtgever aangeleverde resultaten (met Doorvoer Volkerak-Zoommeer).....	8
Figuur 3-3:	Uitgeschakelde maatregelen ten behoeve van ‘VKA_partieel’	9
Figuur 3-4:	Uitgeschakelde maatregelen ten behoeve van het Referentiemodel	10
Figuur 3-5:	Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in de referentietoestand.....	11
Figuur 3-6	Overzicht inlaten landbouwgebied Noordwaard	12
Figuur 3-7:	Overzicht Sliedrechtse Biesbosch (omlijnde gebied), foto ontleend aan de “Blokkendoos”.....	13
Figuur 3-8:	Overzichtskaart MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen_behoedzaam).....	14
Figuur 3-9:	Schematisch overzicht van de aanpassingen in de tak Waal__2.....	14
Figuur 3-10:	MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend).	16
Figuur 3-11:	MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW48 (NOP Sliedrechtse Biesbosch).....	17
Figuur 3-12:	MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam).....	18
Figuur 3-13:	MHW-verlaging als gevolg van het gehele Voorkeursalternatief.	19
Figuur 3-14:	Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Lek, de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg.	20
Figuur 3-15:	Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Beneden-Merwede en de Oude Maas.	21
Figuur 3-16:	Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Waal, de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en het Haringvliet.	22
Figuur 3-17:	Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Maas, de Bergse Maas en de Amer.	23

Lijst van Tabellen

Tabel 2-1:	Overzicht van maatregelen in het voorkeursalternatief en in de twee basialternatieven.	3
Tabel 3-1:	Aanpassingen ten behoeve van schematisatie ‘VKA_partieel’	9
Tabel 3-2:	Aanpassingen ten behoeve van referentieschematisatie.....	10
Tabel 3-3:	Overzicht van waterstandseffecten maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend).....	12

I Inleiding

I.1 Aanleiding

In een brief met nummer 8041146 d.d. 9 augustus 2004 geeft RIZA opdracht aan WL | Delft Hydraulics voor de uitvoering van MHW-berekeningen ten behoeve van het voorkeursalternatief RvR Benedenrivierengebied. Het voorliggende rapport beschrijft de uitvoering en de resultaten van de opgedragen werkzaamheden, die zijn omschreven in de brief met kenmerk WST 2004.084 d.d. 26 juli 2004 en de bijlagen daarvan.

I.2 Achtergrond van het project

De werkzaamheden vinden plaats in het kader van de PKB-MER “Ruimte voor de Rivier”. Hierin worden de effecten beschreven van een groot aantal rivierverruimende maatregelen in het rivierengebied. Tijdens de planstudie is een groot aantal waterstandsverlagende maatregelen ontworpen. Voor de MER zijn hieruit twee maatregelen-pakketten samengesteld die de geplande taakstelling (verlaging van hoogwaterstanden) realiseren. Het betreft:

- Basisalternatief 1, in dit pakket zijn voornamelijk kosteneffectieve maatregelen opgenomen, en
- Basisalternatief 2, in dit pakket zijn voornamelijk maatregelen opgenomen die de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied vergroten/ versterken.

Tevens zijn enkele modules samengesteld. Dit zijn kleine clusters van één of enkele maatregelen die ingewisseld kunnen worden tegen één of enkele maatregelen uit de basisalternatieven. De MHW-effecten van basisalternatief 1, 2 en de modules zijn al bepaald.

Voor de PKB wordt op dit moment het voorkeursalternatief samengesteld. Dit is het definitieve pakket maatregelen. Het voorkeursalternatief bestaat voor het benedenrivierengebied voor het grootste deel uit maatregelen die ook in de basisalternatieven en modules zijn opgenomen. Het voorkeursalternatief, inclusief een analyse van de effecten op hoofdlijnen, wordt op 1 oktober 2004 aangeboden aan de staatssecretaris.

I.3 Doelstelling

De doelstelling van de werkzaamheden is het uitrekenen van het MHW-effect van het voorkeursalternatief en van enkele individuele maatregelen uit dit alternatief waarvan de effecten nog niet eerder zijn bepaald.

De definitieve uitvoering van het voorkeursalternatief is vastgesteld op 15 augustus 2004. Gezien het tijdschema van de hier beschreven werkzaamheden, is uitgegaan van het ten tijde van de opdrachtverlening beschikbare concept-voorkeursalternatief. Naar nu blijkt ontbreekt

daarin de maatregel M30 (Kades Biesbosch verlagen). De gevolgen hiervan voor de nu berekende effecten van het voorkeursalternatief worden in het voorliggende rapport besproken.

I.4 Leeswijzer

Het voorliggende rapport beschrijft in paragraaf 2 de gevolgde werkwijze, en in paragraaf 3 de resultaten. Gedetailleerde informatie rond de rekenresultaten is opgenomen in Bijlagen. Paragraaf 4 presenteert de conclusies van de uitgevoerde berekeningen.

2 Aanpak

2.1 Rekenmethode

De hydraulische effecten van het MER-voorkeursalternatief en sommige onderliggende rivierverruimende maatregelen zijn bepaald op basis van berekeningen met het 1D-hydraulische model SOBEK. Er is gebruik gemaakt van de MHW-processor: een programmaschil gebouwd rond SOBEK die een reeks berekeningen uitvoert met verschillende hydraulische randvoorwaarden, en vervolgens uit de resultaten van deze berekeningen het effect op het maatgevende hoogwater bepaalt.

Om een zo groot mogelijke consistentie met eerdere berekeningen te verkrijgen, is gebruik gemaakt van versie 2.52 002RC3 van SOBEK en versie 1.41 van de MHW-processor. Dit heeft naar onze mening geen gevolgen voor de nauwkeurigheid van de uitgevoerde berekeningen.

2.2 Schematisatie van het voorkeursalternatief

Tabel 2-1 laat zien uit welke individuele maatregelen het voorkeursalternatief (VKA) is opgebouwd. De tabel toont ook de samenstelling van de beide basisalternatieven (BA-1, BA-2).

Tabel 2-1: Overzicht van maatregelen in het voorkeursalternatief en in de twee basisalternatieven.

Code	Naam	VKA	BA-1	BA-2
L1_1	Krimpen a/d Lek			x
L1_2	Nieuw –Lekkerland			x
L1_8	Binnen Nes			x
L44	Zomerbedverdieping Lek			x
MW8_2a	Bedrijventerrein Avelingen - behoedzaam	x		
MW9_3	Natuurgebied Avelingen – maximaal		x	
MW12	Steurgat – openzetten sluis		x	
MW18_1	Noordwaard meestromend, model middendoor	x		x
MW19	Optimalisatie NOP Noordwaard		x	
MW46	Natuurontwikkelingsgebied Noordwaard (lopend project)	x	x	x
MW48	NOP Sliedrechtse Biesbosch (lopend project)	x	x	x
M31	Overdiepse polder landbouw	x		x
M43_1	Zomerbedverdieping Bergse Maas		x	
M30	Kades Biesbosch verlagen	(x) ¹		x

Code	Naam	VKA	BA-1	BA-2
M45	Zuiderklip	x	x	x
M40	Doorvoer Volkerak Zoommeer (berging)	x	x	x

- ¹ Bij opdrachtverlening was niet bekend dat deze maatregel deel uitmaakte van het VKA. Daarom is deze maatregel niet meegenomen in de berekeningen.

De schematisatie van het voorkeursalternatief is opgebouwd uit de beschikbare schematisaties van de twee basisalternatieven. Daartoe zijn de volgende stappen doorlopen.

1. Allereerst is een schematisatie 'VKA partieel' gemaakt: een schematisatie met de al in de basisalternatieven aanwezige projecten. Als basis is het model van Basisalternatief 2 (BA-2) genomen. In deze schematisatie zijn de dwarsprofielen van de Lek uit Basisalternatief 1 (BA-1) overgenomen omdat de maatregelen L1_1, L1_2, L1_8 en L44 daar niet in zitten en ook niet in het VKA voorkomen. Vervolgens is maatregel M30 verwijderd.
2. Vervolgens is uitgaande van een VKA_partieel een referentiemodel gemaakt, door ook de maatregelen MW18_1, MW46, M31, M45 en M40 uit te schakelen. MW48 blijkt nog niet in het model van BA-2 aanwezig te zijn, dus hoeft niet verwijderd te worden.
3. Uitgaande van het referentiemodel, zijn 3 schematisaties van individuele maatregelen gemaakt, te weten referentie + MW18_1 aangepast, referentie + MW8_2a en referentie + MW48.
4. Op basis van de eerder genoemde schematisaties is het complete voorkeursalternatief geschematiseerd.

De schematisatie van MW18_1 (Noordwaard) wordt aangepast: het resultaat van de 1D-berekening wordt geoptimaliseerd op basis van de resultaten van 2D-berekeningen met WAQUA.

De schematisaties van de maatregelen MW8_2a (Bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam) en MW48 (NOP Sliedrechtse Biesbosch) worden nieuw gemaakt.

2.3 Bepaling van MHW-effecten

Van de volgende maatregelen zijn de MHW-effecten bepaald:

1. De maatregel Noordwaard (MW18_1).
2. De maatregel Bedrijventerrein Avelingen behoedzaam (MW8_2a).
3. De maatregel NOP Sliedrechtse Biesbosch (MW48).
4. Het (concept-)Voorkeursalternatief.

De berekening van het MHW-effect is gebeurd zoals aangegeven in paragraaf 2.1. Gezien de aard van de maatregel Doorvoer Volkerak Zoommeer is dat in twee stappen gebeurd. In stap 1 is het Volkerak-Zoommeer niet als maatregel opgenomen. Hieruit blijkt bij welke combinaties van rivierafvoer en zeespiegelstand het Volkerak-Zoommeer ingezet moet worden, namelijk die combinaties waarbij de optredende maximale waterstand bij Rak Noord (doorvoerpunt naar het Zoommeer) hoger is dan het lokale maatgevende hoogwater

(NAP +2,60 m). In stap 2 is de maatregel wel opgenomen. De resultaten van stap 1 en stap 2 zijn gecombineerd voordat de MHW's bepaald zijn.

Verdere berekeningen zijn uitgevoerd ter controle van de gebruikte software en invoerbestanden:

- Het Basisalternatief BA-2 is opnieuw doorgerekend (zowel met als zonder inzet van het Volkerak).
- De resultaten van het Referentiemodel zijn vergeleken met de resultaten van een eerder door RIZA gebruikt Referentiemodel.

2.4 Gebruikte informatie

De werkzaamheden hebben plaatsgevonden op basis van de volgende door de opdrachtgever toegeleverde informatie:

- SOBEK-schematisaties van maatregelenpakketten Basisalternatief 1 en 2;
- SOBEK-schematisatie van een Referentiemodel;
- opl-files (één opl-file voor voor enkele tientallen stations verspreid over het benedenrivierengebied en één opl-file voor alle rekenpunten);
- achtergrondinformatie en beschrijvingen van de maatregelen (mondeling, en via een verwijzing naar de web-site van RvR);
- de MHW-processor;
- de resultaten van de 2D-berekeningen Noordwaard (in de vorm van een rapport van DHV, inclusief informatie over de gebruikte randvoorwaarden);
- de taakstelling voor alle punten in de grote Opl-file (ontleend aan de Blokkendoos);
- de taakstelling voor alle locaties uit de Randvoorwaardenboeken (in de vorm van een spreadsheet);
- het MHW-effect van de al doorgerekende maatregelen, voor alle punten in de grote Opl-file (ontleend aan de Blokkendoos).

2.5 Fasering

De werkzaamheden worden als volgt gefaseerd:

Fase 1: Overdracht kennis

Door middel van een vergadering is de overdracht van informatie, software en schematisaties geregeld van de opdrachtgever naar de opdrachtnemer.

Fase 2: Verificatie van het correct functioneren van de rekenmethode

Door het herhaald doorrekenen van Basisalternatief 2 is geverifieerd dat de rekenmethode correct functioneert ten burele van de opdrachtnemer.

Fase 3: Schematiseren en doorrekenen van afzonderlijke maatregelen

Vervolgens is het schematisatiewerk verricht zoals beschreven is in paragraaf 2.2. Daarnaast is voor een aantal maatregelen het MHW-effect bepaald, zoals beschreven in paragraaf 2.3.

Fase 4: doorrekenen voorkeursalternatief

In deze fase is het MHW-effect van het concept voorkeursalternatief bepaald, zoals beschreven in paragraaf 2.3.

Fase 5: Rapportage en kwaliteitsborging

In deze fase worden de werkzaamheden gerapporteerd en vindt een grondige kwaliteitscontrole plaats. Deze kan aanleiding geven tot kleine aanpassingen in de resultaten van de eerdere fasen.

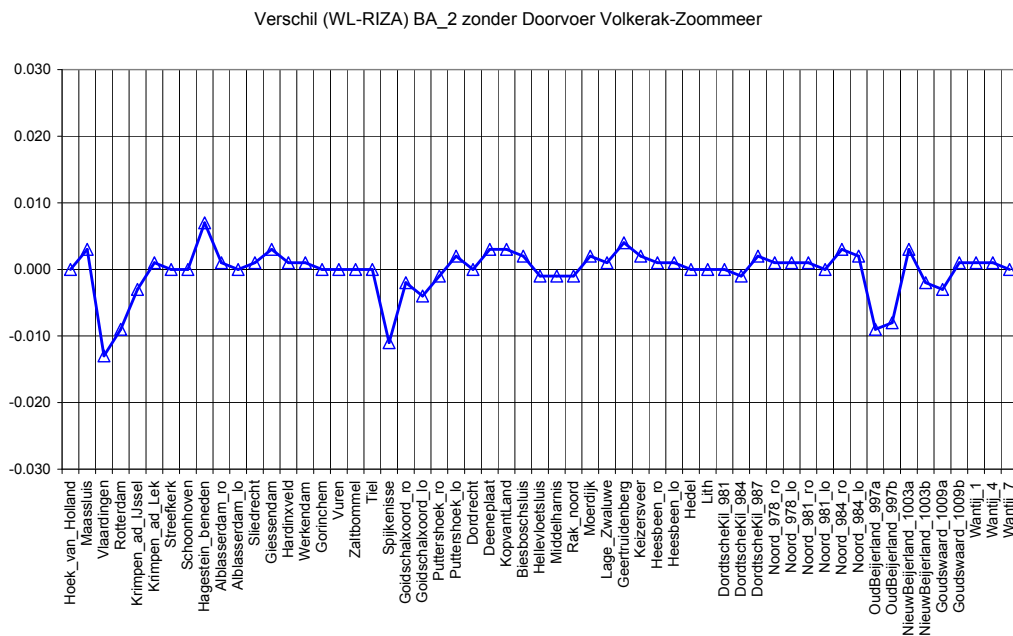
3 Resultaten en discussie

3.1 Verificatie rekenmethode

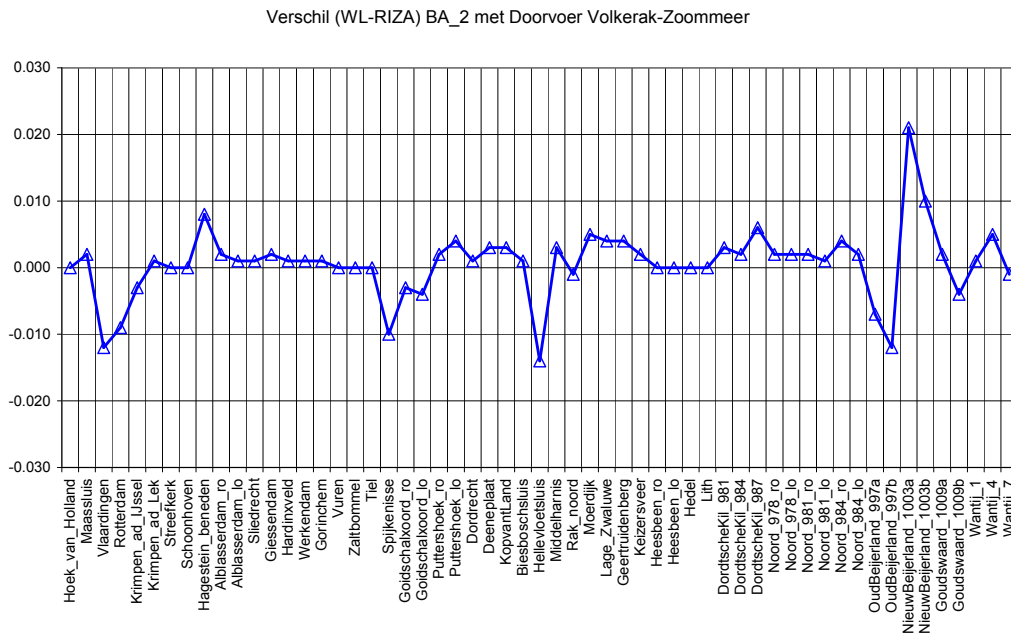
Om zeker te zijn dat de gebruikte rekenmethode (inclusief software en invoerbestanden) correct is, is het Basisalternatief 2 opnieuw doorgerekend. Dat is in twee stappen gebeurd. Als eerste is de berekening *zonder de maatregel Doorvoer Volkerak-Zoommeer* uitgevoerd en geverifieerd. Vervolgens is de berekening inclusief deze maatregel geverifieerd. De eerste berekening verifieert het correcte functioneren van SOBEK en de MHW-processor, inclusief Special Hydra-B. De tweede berekening verifieert het correct toepassen van de maatregel Doorvoer Volkerak-Zoommeer.

De eerste bevinding was dat de aangeleverde schematisatie van Basisalternatief-2 niet doorgerekend kon worden. Dat bleek te liggen aan instabiliteiten in de tak “kortsluit_BiBo”. Na overleg met de opdrachtgever is deze tak verwijderd. Daarna verliepen de berekeningen zonder problemen.

Figuur 3-1 en Figuur 3-2 geven een overzicht van de resultaten, voor 57 stations in de zogenaamde “kleine OPL-file”. Appendix B geeft de resultaten in tabelvorm.



Figuur 3-1: Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in Basisalternatief 2 en de door de opdrachtgever aangeleverde resultaten (zonder Doorvoer Volkerak-Zoommeer).



Figuur 3-2: Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in Basisalternatief 2 en de door de opdrachtgever aangeleverde resultaten (met Doorvoer Volkerak-Zoommeer).

De verschillen in de berekening zonder de Doorvoer Volkerak zijn soms positief en soms negatief, en meestal kleiner dan 1 cm. Een mogelijke reden is de aanpassing van het model om de berekeningen stabiel te maken. Het gebruik van dezelfde software en dezelfde invoerbestanden is geverifieerd. Verschillen op dit punt kunnen helaas niet helemaal uitgesloten worden.

De verschillen in de berekening met de Doorvoer Volkerak zijn soms positief en soms negatief en meestal kleiner dan 2 cm.

We hebben, in overleg met de opdrachtgever, aangenomen dat deze verschillen klein genoeg zijn om mee verder te werken.

3.2 Bouw van de schematisaties

Paragraaf 2.2 geeft een overzicht van de gemaakte schematisaties. Hieronder volgt per schematisatie een beschrijving.

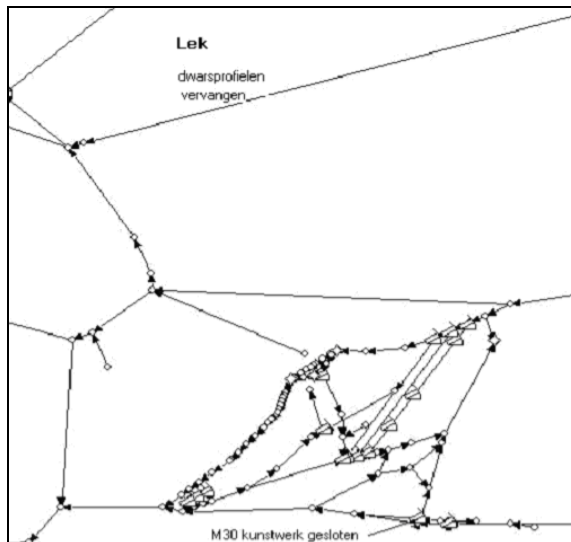
3.2.1 VKA partieel

Allereerst is een schematisatie 'VKA_partieel' gemaakt, een schematisatie met de bestaande, benodigde maatregelen. Als basis is het model van Basisalternatief 2 (BA-2) genomen. In deze schematisatie zijn de dwarsprofielen van de Lek uit Basisalternatief 1 (BA-1) overgenomen omdat de maatregelen L1_1, L1_2, L1_8 en L44 daar niet in zitten en ook niet in het VKA voorkomen.

Vervolgens is maatregel M30 verwijderd door het kunstwerk in de toegevoegde tak de_Plomp_bibo te sluiten. Zie Tabel 3-1 en Figuur 3-3 voor de details.

Tabel 3-1: Aanpassingen ten behoeve van schematisatie 'VKA_partieel'

Actie	Details
Verwijderen maatregelen Lek	dwarsprofielen Lek ____2__ 971.46 t/m 988.58 vervangen
M30 uitschakelen	parameter gh (hefhoogte) in structure kade_bibo_verlaagd = 0



Figuur 3-3: Uitgeschakelde maatregelen ten behoeve van 'VKA_partieel'

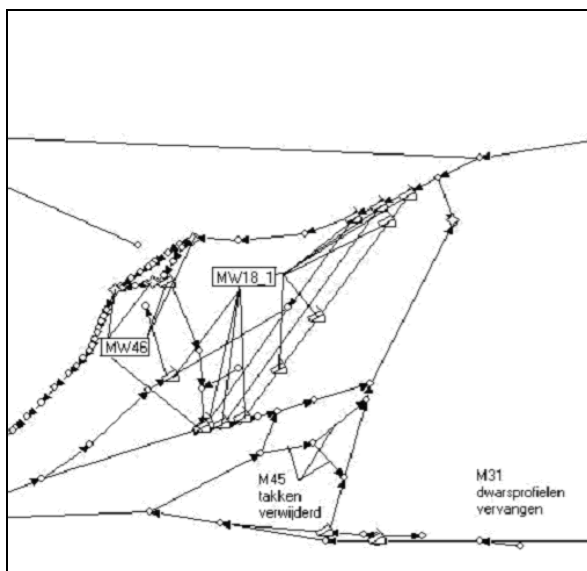
3.2.2 Referentiemodel

Vervolgens is een referentiemodel gemaakt door ook de maatregelen MW18_1, MW46, M31 en M45 uit te schakelen (MW48 blijkt nog niet in het model van BA-2 te zitten).

De maatregelen MW18_1 en MW46 zijn uitgeschakeld door alle relevante kunstwerken te sluiten. De Overdiepse Polder (M31) was geschematiseerd in de dwarsprofielen van de Bergse Maas en om deze maatregel uit te schakelen zijn de dwarsprofielen van BA-1 overgenomen nadat daaruit maatregel M43_1 (Zomerbedverdieping Bergse Maas) is verwijderd. Maatregel M45 (Zuiderklip) is verwijderd door de relevante takken te verwijderen. Zie Figuur 3-4 en Tabel 3-2 voor de details.

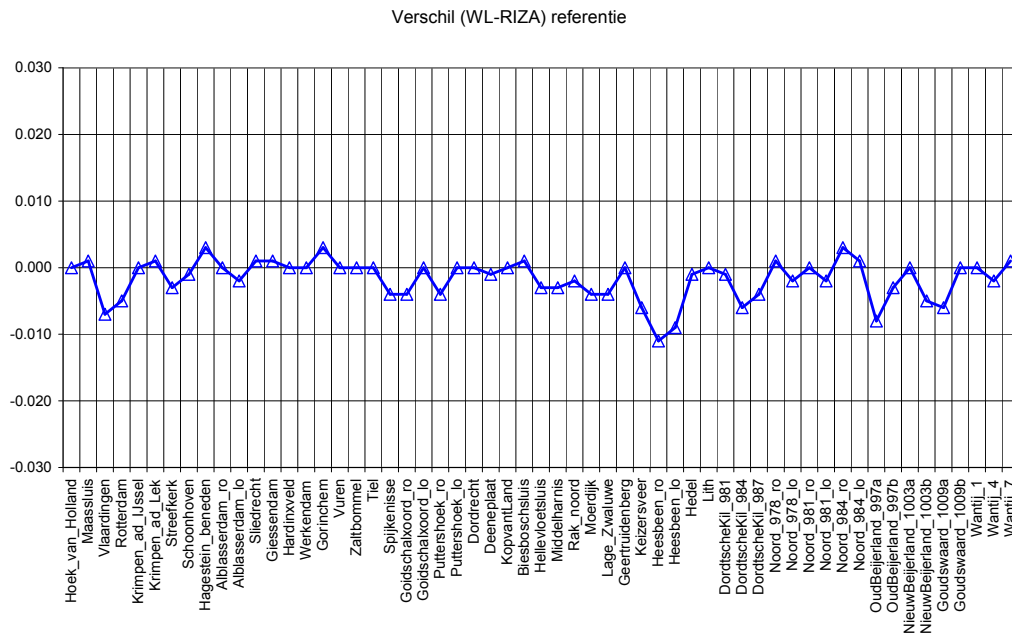
Tabel 3-2: Aanpassingen ten behoeve van referentieschematisatie

Actie	Details
MW18_1 uitschakelen	parameter gh (hefhoogte) in structures noordw1_1, noordw_2en3, noordw1_2, dum_drempel_1, _2 en _3 = 0.
M46 uitschakelen	parameter (hefhoogte) in structures NOWA_bandijk, NOWA_bibo, NOWA_nime_nrd, _zuid en _veerdijk = 0
M45 uitschakelen	takken Zuiderklip_1, Zuiderklip_Nrd en Zuiderklip_zuid verwijderd
M31 uitschakelen (inclusief aanpassingen i.v.m. M43_1)	dwarsprofielen Getijms4_240.52 t/m 246.52 vervangen



Figuur 3-4: Uitgeschakelde maatregelen ten behoeve van het Referentiemodel

De verkregen referentieschematisatie is geverifieerd door de hiermee berekende MHW's te vergelijken met de door de opdrachtgever aangeleverde referentie-MHW's. Figuur 3-5 toont de resultaten.



Figuur 3-5: Verschillen tussen de uitgevoerde berekening van het MHW in de referentietoestand

De verschillen zijn soms positief en soms negatief, en op één locatie na kleiner dan 1 cm. De verschillen zijn vermoedelijk terug te voeren op het feit dat het hier gebruikte referentiemodel is afgeleid uit BA-2, terwijl het door de opdrachtgever gebruikte model anders in elkaar zit (wat mogelijk tot kleine afwijkingen leidt).

We hebben, in overleg met de opdrachtgever, aangenomen dat deze verschillen klein genoeg zijn om mee verder te werken.

3.2.3 Referentie + MW18_1_aangepast

Maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend) is in eerste instantie in de PKB studie ‘Ruimte voor de Rivier’ met de MHW-processor (en dus één-dimensionaal) doorgerekend op zijn MHW-verlagende effecten. Gezien het twee-dimensionale karakter van deze maatregel is het verlagende effect in een later stadium gecontroleerd met behulp van een WAQUA-model.

Daartoe is een berekening met SOBEK uitgevoerd onder representatieve maatgevende omstandigheden (debiet bij Lobith 16.000 m³/s, Waal 10.206 m³/s, Maas 3.652 m³/s, Lek 3.385 m³/s, maximale zeewaterstand NAP +2,00 m). Uit deze berekening zijn randvoorwaarden afgeleid voor een berekening met een 2D-detailmodel van de Brabantsche en Sliedrechtsche Biesbosch in WAQUA (DHV, 2004¹). Het waterstandsverlagende effect van de maatregel blijkt voor de gegeven omstandigheden in WAQUA anders uit te pakken dan in SOBEK, zie Tabel 3-3, kolom 2 en kolom 3.

¹ WAQUA-berekeningen ten behoeve van rivierveruimende maatregelen Bureau BER. Deelrapport 3: Hydraulische effecten rivierveruimende maatregelen, DHV Ruimte en Mobiliteit BV, WG-SE20040667, juli 2004.

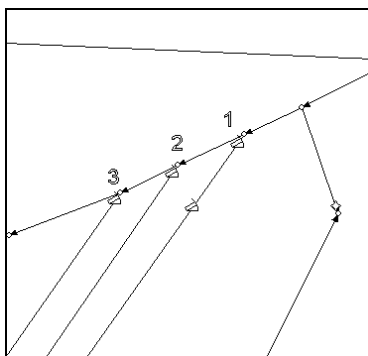
Tabel 3-3: Overzicht van waterstandseffecten maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend).

Station	SOBEK (oorspronkelijk)	WAQUA	SOBEK (huidig project, niet geoptimaliseerd)	SOBEK (huidig project, geoptimaliseerd)
	verlaging (m)	verlaging (m)	verlaging (m)	verlaging (m)
Gorinchem	0,36	0,30	0,34	0,30
Werkendam	0,55	0,44	0,54	0,48
Sliedrecht	0,31	0,47		
Kop van 't Land	0,31	0,30		
Anna Jac.plaat	-0,01	-0,02		
Keizersveer	-0,08	-0,14		
Geertruidenberg	-0,10	-0,15		

We achten de resultaten van WAQUA nauwkeuriger dan die van SOBEK, omdat het WAQUA-model recht doet aan het tweedimensionale karakter van de maatregel. Omdat het waterstandsverlagende effect in Gorinchem en in Werkendam met SOBEK te hoog lijkt te worden uitgerekend, is de maatregel geoptimaliseerd.

Daartoe is eerst de oorspronkelijke SOBEK-berekening gereproduceerd (zie kolom 4 in Tabel 3-3). Er blijken kleine verschillen te bestaan tussen de oorspronkelijke SOBEK-berekening en de reproductie. De verschillen kunnen een gevolg zijn van modelverschillen en een iets andere ligging van de uitvoerpunten. Aangenomen is dat de verschillen klein genoeg zijn om mee verder te werken.

Vervolgens is, door de kruinbreedtes van de inlaten 1, 2 en 3 van het landbouwgebied Noordwaard te verkleinen tot 60% van de oorspronkelijke waarden (zie Figuur 3-6), bereikt dat het waterstandseffect bij Gorinchem gelijk wordt aan het WAQUA-resultaat (zie kolom 5 in Tabel 3-3). Op een aantal andere stations blijven verschillen aanwezig. Dit is onvermijdelijk gezien de inherente verschillen tussen een 1D- en een 2D-berekeningswijze.



Figuur 3-6 Overzicht inlaten landbouwgebied Noordwaard

3.2.4 Referentie + MW48 Sliedrechtse Biesbosch

Het gebied waar de maatregel MW48 betrekking op heeft is zichtbaar in Figuur 3-7.



Figuur 3-7: Overzicht Sliedrechtse Biesbosch (omlijnde gebied), foto ontleend aan de “Blokkenoos”.

Het omlijnde gebied in Figuur 3-7 is ca. 420 ha groot. In de huidige maatregel is het voormalige (bedijkte) akkerbouwgebied in twee gedeelten aan de SOBEK-schematisatie getakt. Het oostelijke gebied is 109 ha groot en het westelijke gebied 197 ha. Beide gebieden hebben een gemiddelde bodemhoogte van NAP +1,1 m. De twee gebieden zijn ieder via een kunstwerk gekoppeld aan de Beneden-Merwede (tak BEME039), respectievelijk op 2000 m (circa km 963) en 4500 m (tussen km 965 en 966) van de splitsing. Het kunstwerk is in beide gevallen een Generaal Structuren met een breedte van 75 m en een drempelhoogte van NAP +1,11 m.

3.2.5 Referentie + MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen_behoedzaam)

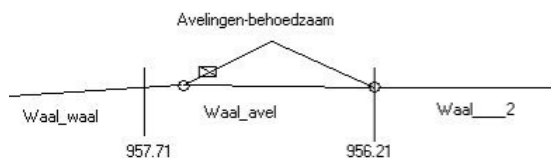


Figuur 3-8: Overzichtskaat MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen_behoedzaam)

Om de maatregel MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen_behoedzaam) te schematiseren is de tak Waal_2 (oorspronkelijke lengte 46761 m) gesplitst in 3 stukken:

- 1. Waal_2 tot 41938 m (km 956.21)
- 2. Waal_avel, lengte 1200 m
- 3. Waal_waal, lengte 3623 m

Daartoe zijn de knopen Avel_beg en Avel_end toegevoegd, zie ook Figuur 3-9.



Figuur 3-9: Schematisch overzicht van de aanpassingen in de tak Waal_2.

Het dwarsprofiel op tak Waal__2, afstand 41938 is gelijk aan het bestaande profiel Waal__2_956.21, waarbij:

- totale breedte $bt = bt + 100$ m, tot NAP -5,00 m;
- stroomvoerende breedte $bs = bs + 100$ m, tot NAP -5,00 m.

De dwarsprofielen in de tak Waal_avel zijn als volgt gedefinieerd:

- $x=0$: profiel Waal__2_956.21, $bt = bt - 100$ m tot ca. NAP +1,50 m;
- $x=499$: profiel Waal__2_956.71, $bt = bt - 100$ m tot ca. NAP +1,50 m;
- $x=998$: Waal__2_957.21, $bt = bt - 100$ m tot ca. NAP +1,50 m.

De dwarsprofielen in de tak Waal_waal zijn gelijk gebleven.

De tak Avelingen_behoedzaam is gekoppeld aan de knopen Avel_beg en Avel_end, heeft een lengte van 1200 m, een breedte van 100 m en een bodemhoogte van NAP -5,00 m. De afstand tussen de gridpunten $dx = 200$, de wrijvingscoëfficiënt $C = 50$. Op $x=900$ m is een kunstwerk (general structure) geplaatst met een breedte van 100 m en een drempelhoogte van NAP +1,25 m.

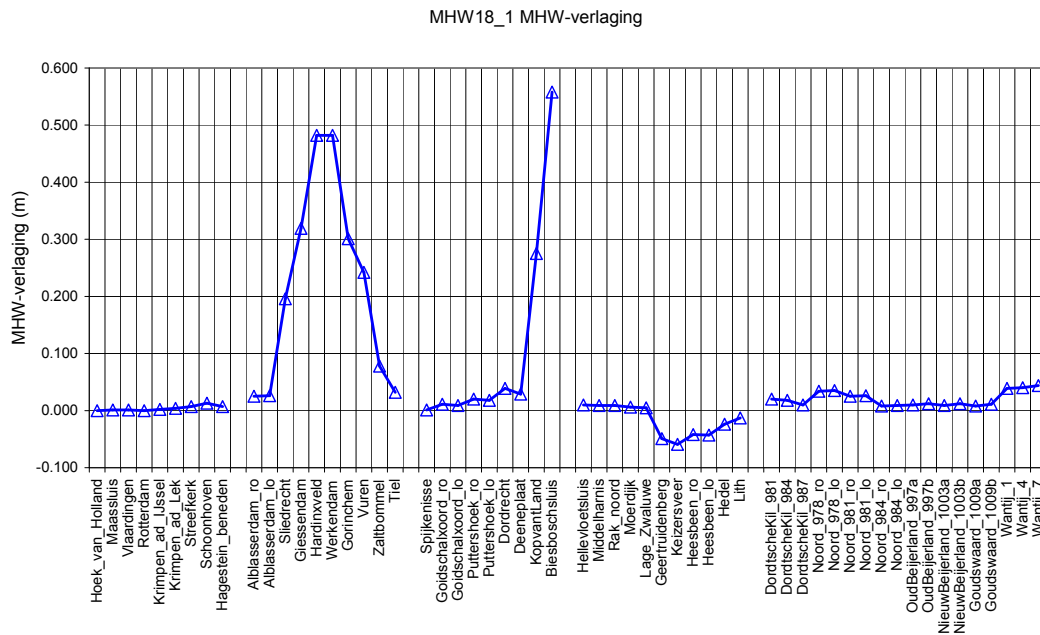
3.2.6 Voorkeursalternatief

Het uiteindelijke Voorkeursalternatief is opgebouwd als een combinatie van de volgende schematisaties:

- VKA-partieel
- Referentie + MW18_1_aangepast
- Referentie + MW48
- Referentie + MW8_2a

3.3 Resultaten MHW-berekeningen

3.3.1 Maatregel MW18_1_aangepast Noordwaard meestromend

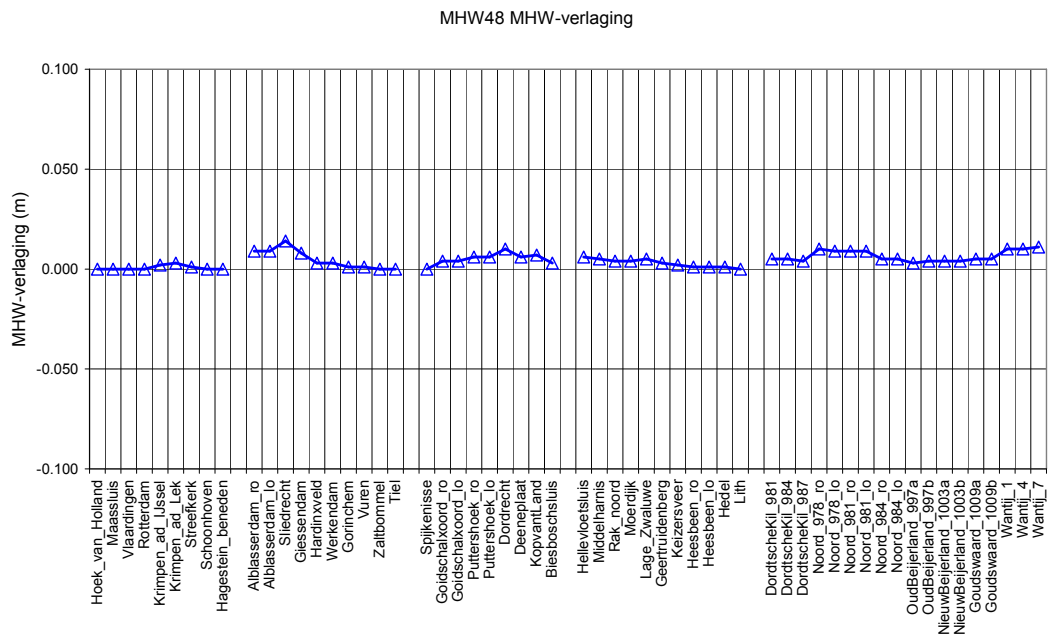


Figuur 3-10: MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend).

Het MHW-effect is groot op de Merwedede (tot ca. 60 cm bij de Biesboschsluis, zie Figuur 3-10). Langs de Bergse Maas treedt een relatief kleine MHW-stijging op (tot 8 cm bij Keizersveer). De invloed van de optimalisatie van de maatregel op het MHW-effect (108 sommen) valt wat kleiner uit dan de grootte van het effect van de optimalisatie in de SOBEK-berekening bij 16.000 m³/s Rijnafvoer (zie paragraaf 3.2.3). De reductie van het MHW-verlagende effect is bij Gorinchem ruim 2 cm (4 cm in de berekening bij 16.000 m³/s), en bij Werkendam bijna 4 cm (6 cm in de berekening bij 16.000 m³/s).

Zie Appendix A voor de getalswaarden van het MHW-effect.

3.3.2 Maatregel MHW48 NOP Sliedrechtse Biesbosch

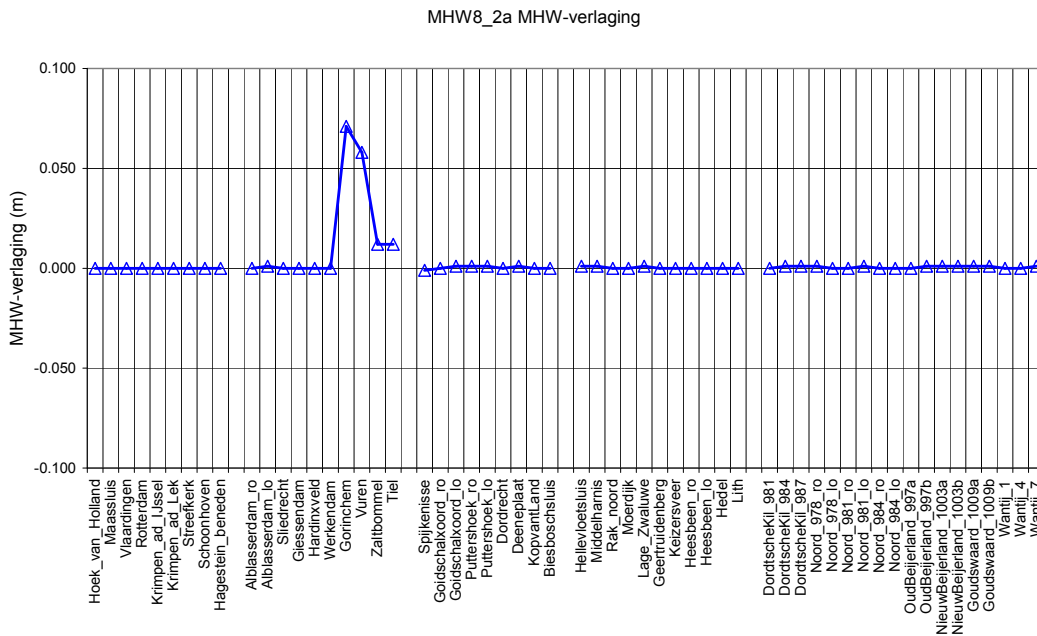


Figuur 3-11: MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW48 (NOP Sliedrechtse Biesbosch).

De MHW-effecten van deze maatregel zijn zoals verwacht zeer beperkt (Figuur 3-11). Het maximale effect, ter plaatse van de ingreep langs de Beneden-Merwede, is ca. 2 cm.

Zie Appendix A voor de getalswaarden van het MHW-effect.

3.3.3 Maatregel MHW8_2a bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam

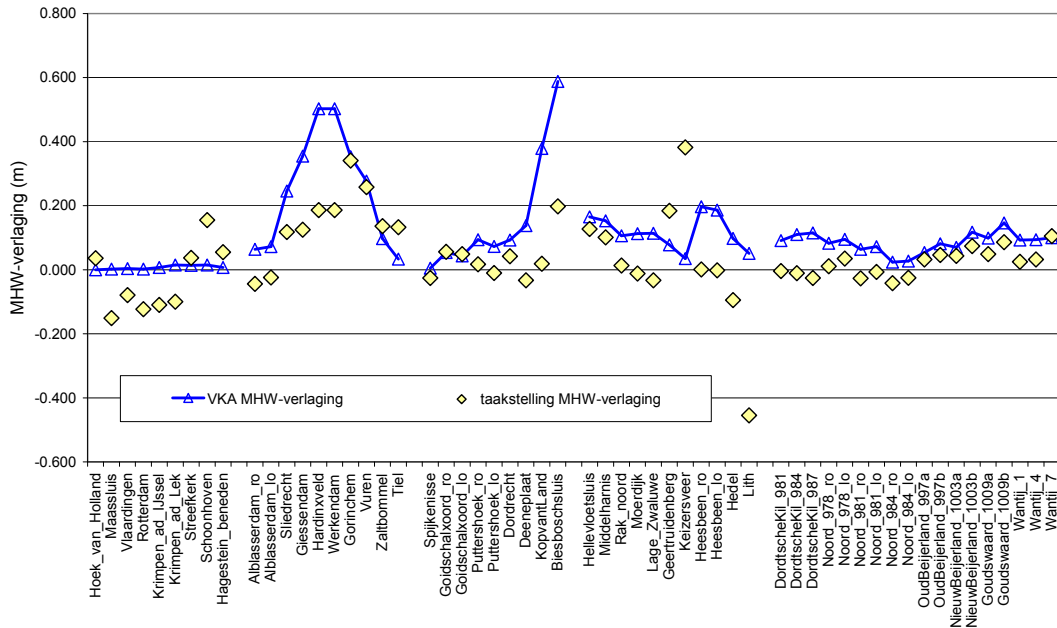


Figuur 3-12: MHW-verlaging als gevolg van de maatregel MW8_2a (bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam).

De effecten van deze maatregel zijn significant op de Boven-Merwede en de Waal bovenstrooms van de ingreep (zie Figuur 3-12). Het maximale effect treedt op in de buurt van Gorinchem en is ca. 7 cm.

Zie Appendix A voor de getalswaarden van het MHW-effect.

3.3.4 Het (concept-)Voorkeursalternatief



Figuur 3-13: MHW-verlaging als gevolg van het gehele Voorkeursalternatief.

Figuur 3-13 toont de MHW-verlaging van het concept-Voorkeursalternatief, afgezet tegen de taakstelling. Uit de resultaten blijkt dat de taakstelling overall wordt gehaald, behalve op een deel van de Lek en op een deel van de Bergse Maas. Zie Appendix A voor de getalswaarden van het MHW-effect.

Behalve op een aantal karakteristieke locaties presenteren we de MHW-effecten van het voorkeursalternatief ook langs een reeks riviertakken:

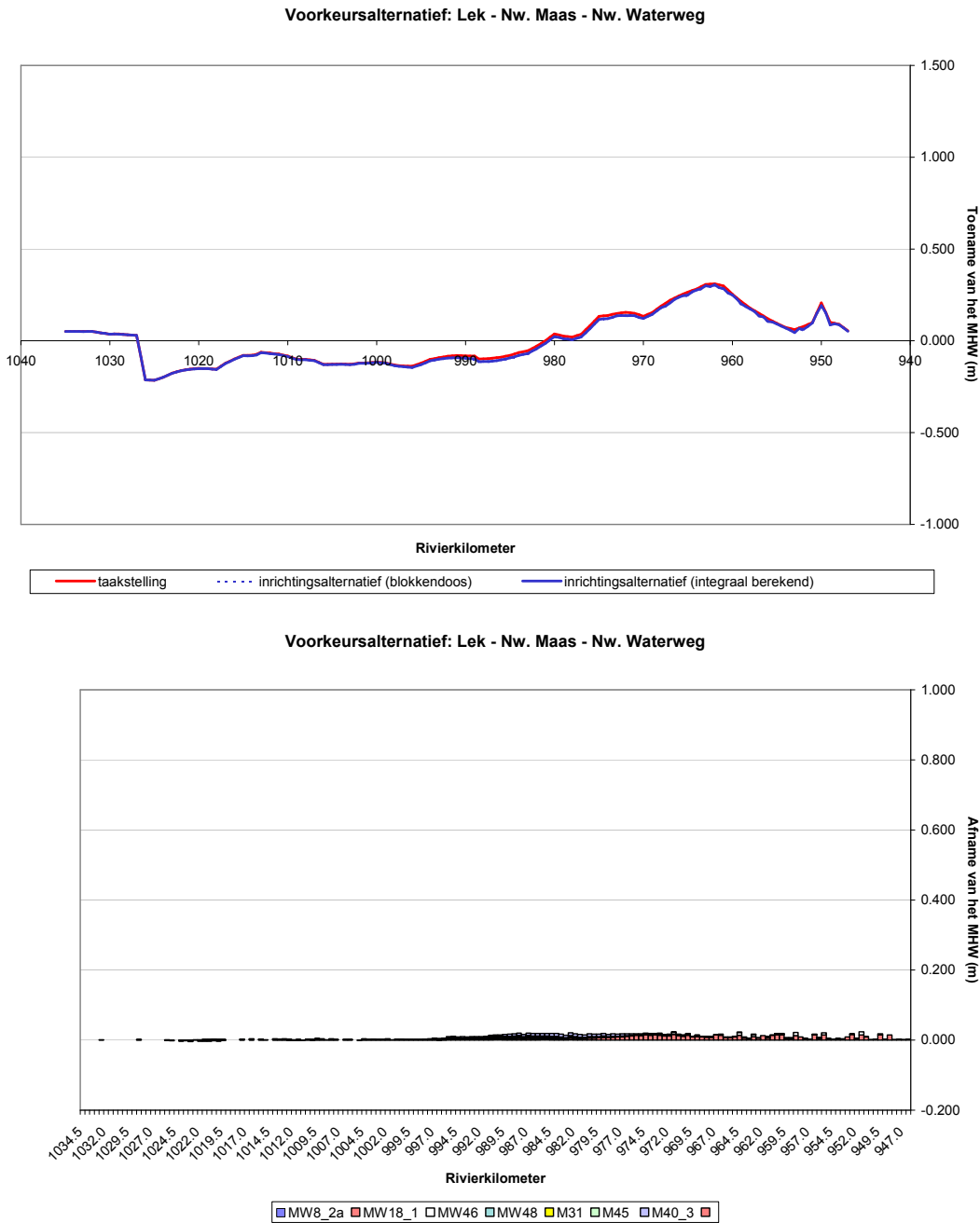
1. de Lek, de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg;
2. de Beneden-Merwede en de Oude Maas;
3. de Waal, de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en het Haringvliet;
4. de Maas, de Bergse Maas en de Amer.

In dit geval zijn per tak twee figuren gemaakt. De eerste figuur laat de taakstelling zien (als een vette rode lijn) en de taakstelling minus het waterstandsverlagende effect van het VKA (als een vette blauwe lijn). Daar waar de blauwe lijn onder de horizontale as ligt, is het maatregelpakket in staat de taakstelling te compenseren, daar waar de blauwe lijn boven de horizontale as ligt lukt dat niet.

In elke eerste figuur is ook een dunne blauwe streepjeslijn opgenomen: die toont de taakstelling minus de som van het waterstandsverlagende effect van alle individuele maatregelen in het VKA. Daar waar de dunne blauwe lijn van de dikke blauwe lijn afwijkt, is er sprake van een onderlinge hydraulische beïnvloeding van de verschillende individuele maatregelen, waardoor het waterstandsverlagende effect van het pakket als geheel niet gelijk is aan de som van de effecten van de individuele maatregelen. Merk op dat de dunne blauwe lijn vergelijkbaar is met de blauwe lijn die de “Blokkenoos” zou laten zien als alle maatregelen van het VKA geselecteerd zouden worden (waarbij opgemerkt dient te worden,

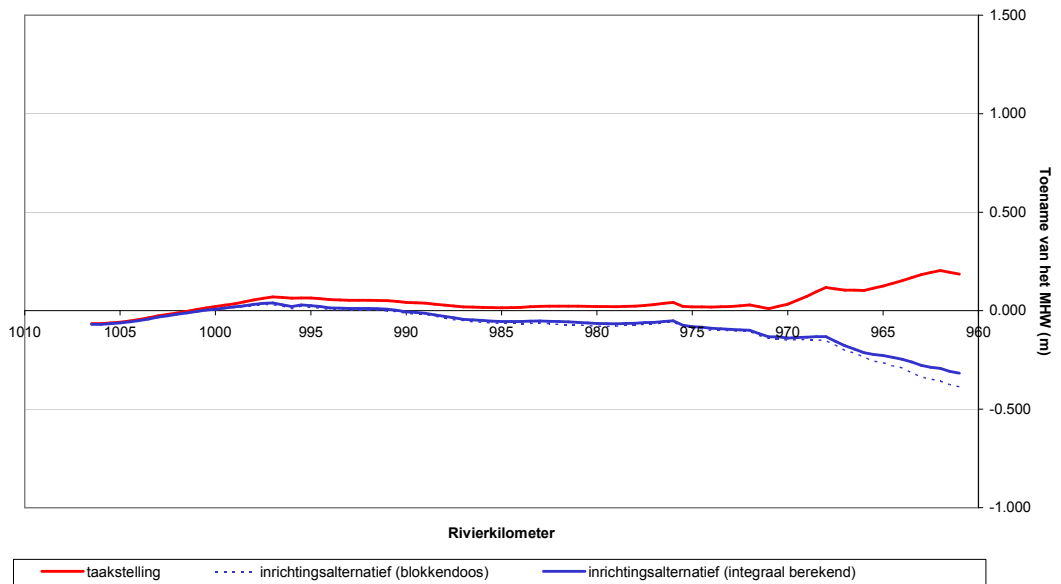
dat niet alle maatregelen conform de onderhavige rapportage in de Blokkendoos zijn opgenomen).

De tweede figuur toont een cumulatieve weergave van het waterstandsverlagende effect van de individuele maatregelen. Hieruit kunnen we afleiden welke maatregelen relevant zijn op bepaalde trajecten.

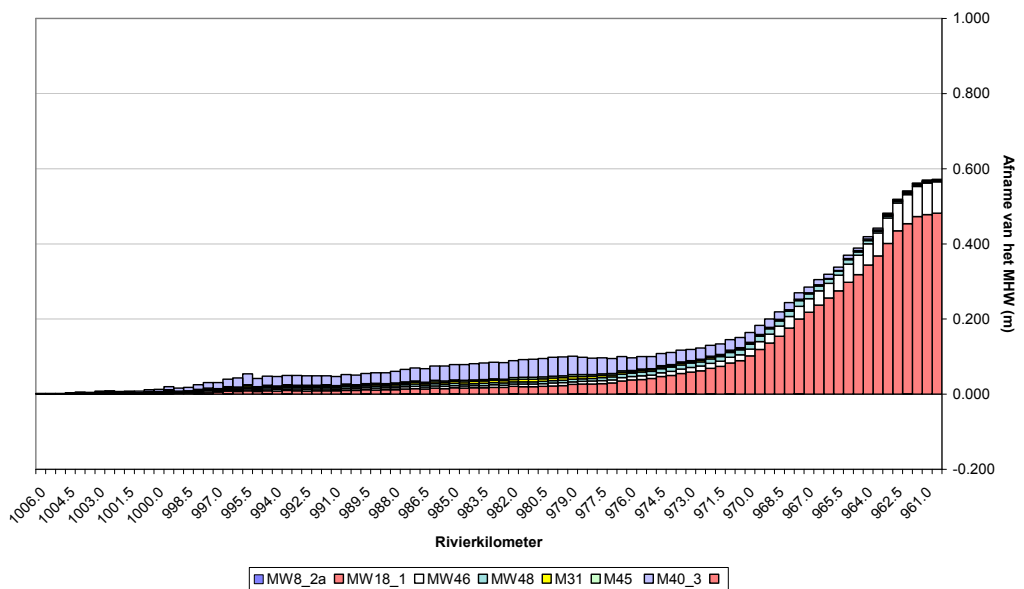


Figuur 3-14: Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Lek, de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg.

Voorkeursalternatief: Beneden Merwede - Oude Maas

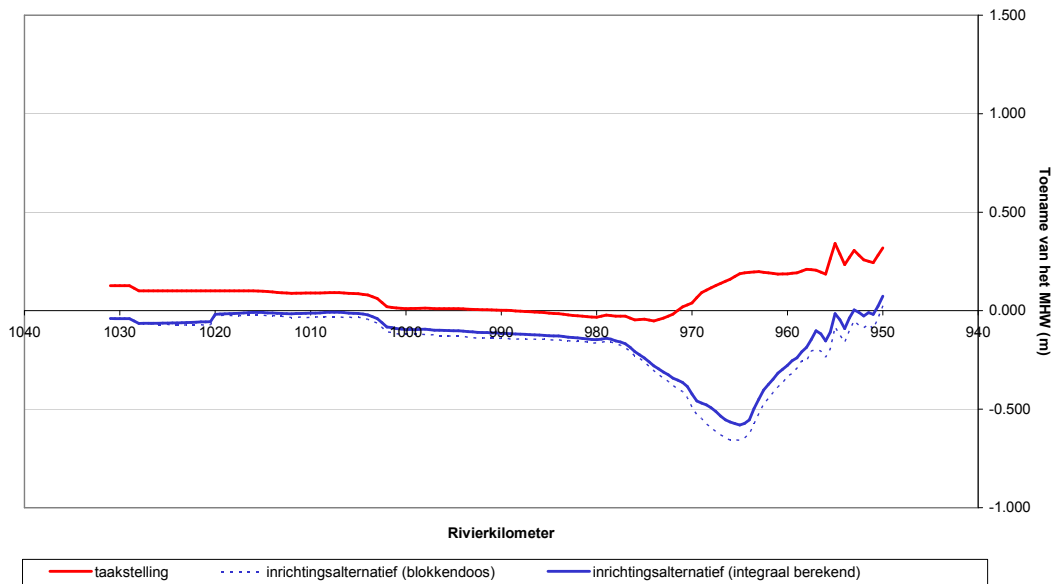


Voorkeursalternatief: Beneden Merwede - Oude Maas

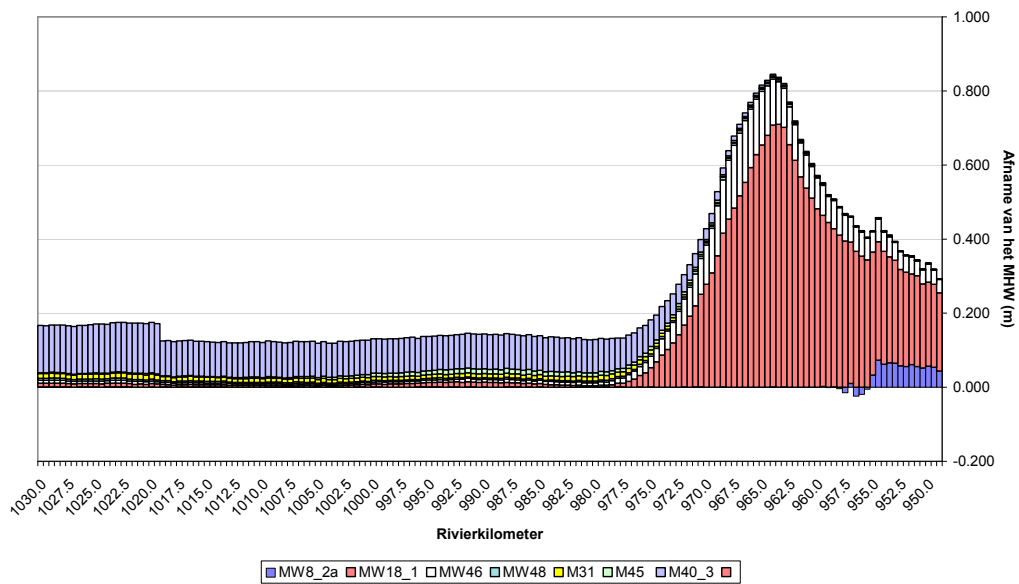


Figuur 3-15: Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Beneden-Merwede en de Oude Maas.

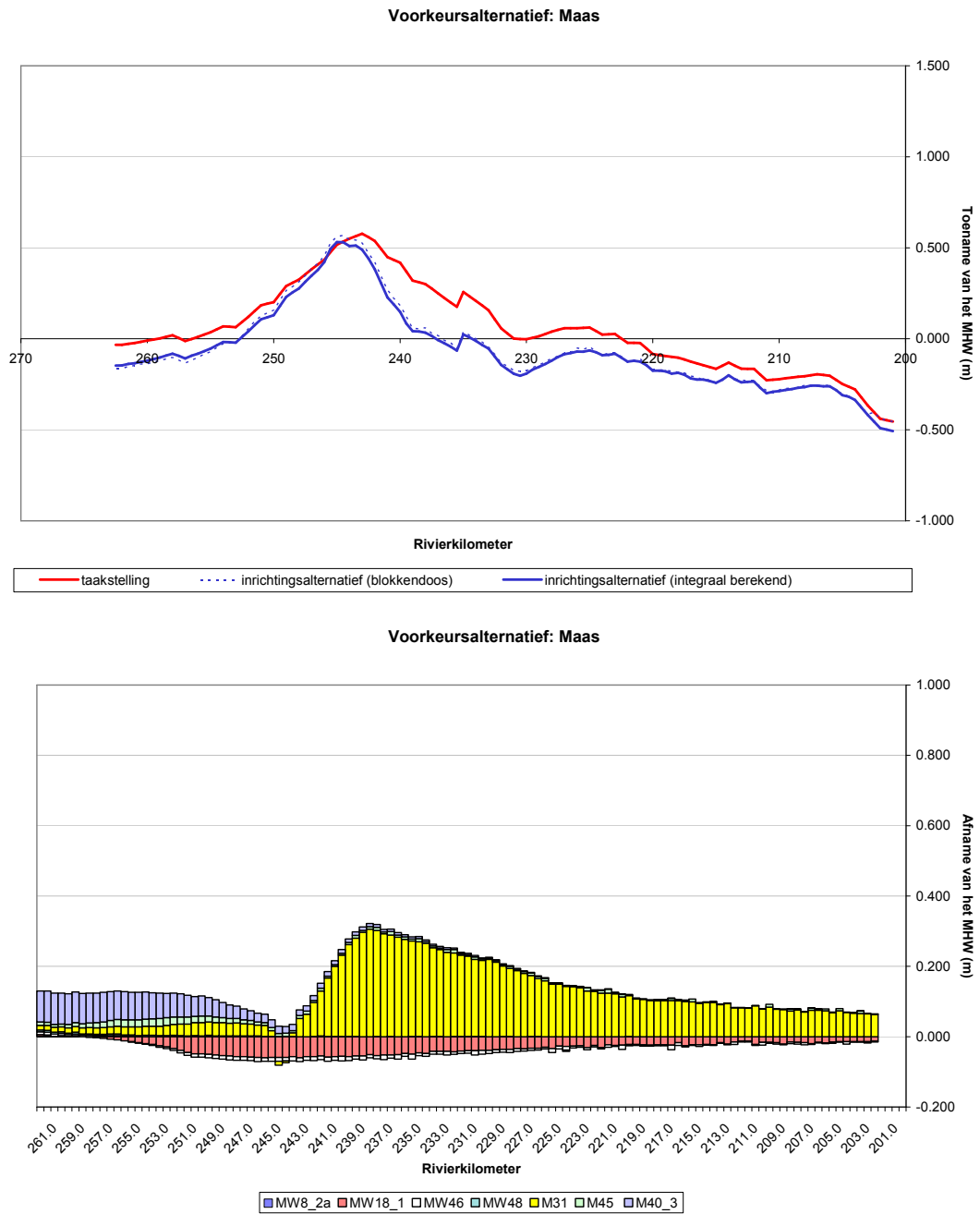
Voorkeursalternatief: Waal - Nw. Merwede - Holl. Diep - Haringvliet



Voorkeursalternatief: Waal - Nw. Merwede - Holl. Diep - Haringvliet



Figuur 3-16: Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Waal, de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en het Haringvliet.



Figuur 3-17: Effectiviteit VKA en bijdrage daaraan van individuele maatregelen langs de Maas, de Bergse Maas en de Amer.

de Lek, de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg

Langs deze as is er nauwelijks sprake van een waterstandsverlaging tengevolge van het VKA. Daar waar sprake is van een positieve taakstelling, op km 947 (Hagestein) tot aan km 980 (Streefkerk) is het VKA niet in staat deze te compenseren.

de Beneden-Merwede en de Oude Maas

Op dit traject is vrijwel overal sprake van een (relatief kleine) positieve taakstelling. Het VKA compenseert deze overal, behalve tussen km 990 (Heinenoordtunnel) en km 1000 (Hoogvliet), waar een klein probleem van maximaal 4 cm overblijft.

De maatregel MW18_1 (Noordwaard) is langs dit traject de belangrijkste. Ook M40_3 (Doorvoer Volkerak) en MW46 (NOP Noordwaard) zijn relevant.

Het effect van onderlinge beïnvloeding van de verschillende maatregelen blijft beperkt tot een deel van de Boven Merwede.

de Waal, de Nieuwe Merwede, het Hollandsch Diep en het Haringvliet

Op dit traject is sprake van een positieve taakstelling bovenstrooms van km 970 (Kop van 't Land) en benedenstrooms van km 1002 (Haringvliet). Het VKA compenseert deze overal, waarbij tussen km 960 en km 980 sprake is van een behoorlijke overcompensatie.

De maatregel MW18_1 (Noordwaard) is ook langs dit traject de belangrijkste. Ook M40_3 (Doorvoer Volkerak) en MW46 (NOP Noordwaard) zijn relevant, en helemaal bovenstrooms ook de maatregel MW8_2a (Avelingen behoedzaam).

De onderlinge beïnvloeding van de verschillende maatregelen is merkbaar bovenstrooms van km 980: het effect van het VKA is orde 10 cm lager dan de som van de effecten van de individuele maatregelen. Bij de samenstelling van het VKA was al rekening gehouden met een onderlinge beïnvloeding, alleen kon toen de mate van beïnvloeding nog niet worden vastgesteld. Het is daarom goed om te constateren dat het VKA op de Merweded daadwerkelijk aan de taakstelling voldoet.

de Maas, de Bergse Maas en de Amer

Op dit traject is sprake van een positieve taakstelling benedenstrooms van km 220 (Hedel). Het VKA is niet in staat deze te compenseren tussen km 238 en km 252.

Langs dit traject is er sprake van een waterstandsverhogend effect van maatregelen die elders een waterstandsverlagend effect hebben. Het gaat dan vooral om de maatregel MW18_1 (Noordwaard). Langs dit traject is de maatregel M31 (Overdiepse polder) de belangrijkste. Ook M40_3 (Doorvoer Volkerak) is relevant.

De onderlinge beïnvloeding van de verschillende maatregelen is beperkt.

3.4 Invloed van de maatregel M30

In de nu uitgevoerde berekeningen voor het VKA ontbreekt de maatregel M30 (Kades Biesbosch verlagen), zie ook paragraaf 1. Het waterstandsverlagende effect van deze maatregel is volgens de “Blokkenoos” zeer klein: het ligt overal tussen 1 cm daling en 1 cm stijging. Daarom kunnen we constateren dat de omissie van M30 de huidige resultaten niet of nauwelijks nadelig beïnvloedt. Het lijkt daarom niet nodig de berekeningen opnieuw uit te voeren na toevoeging van deze maatregel.

Het is uiteraard wel nodig de maatregel ten behoeve van verdere berekeningen in de schematisatie van het VKA op te nemen. Gezien het feit dat deze schematisatie al bestaat is dit een geringe inspanning (één kunstwerk aanpassen, zie paragraaf 3.2.1).

4 Conclusies

Op basis van de uitgevoerde werkzaamheden trekken we de volgende conclusies.

De verificatie van de rekeninstrumenten en de invoerbestanden is in voldoende mate geslaagd (zie paragraaf 3.1).

De uitgevoerde werkzaamheden hebben geleid tot een aantal goed gecontroleerde schematisaties, die op basis van de informatie waarover wij beschikken consistent zijn met eerdere activiteiten (zie paragraaf 3.2).

De resultaten van de MHW-berekeningen voor de nieuw geschematiseerde ingrepen MHW48 (NOP Sliedrechtse Biesbosch) en MHW8_2a (bedrijventerrein Avelingen – behoedzaam) zijn geloofwaardig (zie paragraaf 3.3). Het betreft maatregelen met een klein en vrij lokaal effect.

De herziening van de belangrijke maatregel MW18_1 (Noordwaard meestromend) is geslaagd, maar met behoud van de beperkingen die samenhangen met het ééndimensionaal schematiseren van een maatregel met belangrijke tweedimensionale effecten (zie paragraaf 3.3).

Met inachtneming van de onzekerheden in verband met maatregel MW18_1 zijn de resultaten voor het Voorkeursalternatief eveneens geloofwaardig. De vergelijking met de taakstelling levert twee probleemtrajecten op, de Lek en de Maas (zie paragraaf 3.4). Deze problemen zijn niet te wijten aan de onderlinge beïnvloeding van individuele maatregelen, en zouden dus bij een analyse met de Blokkendoos ook naar voren zijn gekomen.

A Resultaten MHW-berekeningen

		taakstelling	VKA	MHW8_2a	MHW18_1	MHW48
Locatie	Ontwerpfreq.	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)
Hoek_van_Holland	10000	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000
Maassluis	10000	-0.151	0.002	0.000	0.001	0.000
Vlaardingen	10000	-0.079	0.004	0.000	0.001	0.000
Rotterdam	10000	-0.123	0.002	0.000	0.000	0.000
Krimpen_ad_IJssel	2000	-0.110	0.007	0.000	0.002	0.002
Krimpen_ad_Lek	2000	-0.100	0.015	0.000	0.004	0.003
Streefkerk	2000	0.037	0.014	0.000	0.007	0.001
Schoonhoven	2000	0.155	0.015	0.000	0.013	0.000
Hagestein_beneden	2000	0.055	0.007	0.000	0.007	0.000
Alblasserdam_ro	2000	-0.044	0.064	0.000	0.025	0.009
Alblasserdam_lo	4000	-0.024	0.072	0.001	0.026	0.009
Sliedrecht	2000	0.118	0.246	0.000	0.196	0.014
Giessendam	2000	0.125	0.355	0.000	0.319	0.008
Hardinxveld	2000	0.186	0.503	0.000	0.482	0.003
Werkendam	2000	0.186	0.503	0.000	0.482	0.003
Gorinchem	2000	0.341	0.353	0.071	0.301	0.001
Vuren	1250	0.258	0.277	0.058	0.242	0.001
Zaltbommel	1250	0.136	0.097	0.012	0.078	0.000
Tiel	1250	0.133	0.033	0.012	0.032	0.000
Spijkensisse	4000	-0.026	0.005	-0.001	0.001	0.000
Goidschalxoord_ro	4000	0.056	0.054	0.000	0.011	0.004
Goidschalxoord_lo	2000	0.049	0.043	0.001	0.009	0.004
Puttershoek_ro	4000	0.017	0.094	0.001	0.020	0.006
Puttershoek_lo	2000	-0.010	0.073	0.001	0.018	0.006
Dordrecht	2000	0.042	0.093	0.000	0.039	0.010
Deeneplaat	2000	-0.033	0.138	0.001	0.029	0.006
KopvantLand	2000	0.019	0.379	0.000	0.275	0.007
Biesboschluis	2000	0.198	0.588	0.000	0.558	0.003
Hellevloetsluis	4000	0.127	0.165	0.001	0.010	0.006

		taakstelling	VKA	MHW8_2a	MHW18_1	MHW48
Locatie	Ontwerpfreq.	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)	MHW-verlaging (m)
Middelharnis	4000	0.101	0.153	0.001	0.009	0.005
Rak_noord	2000	0.013	0.106	0.000	0.009	0.004
Moerdijk	2000	-0.012	0.113	0.000	0.006	0.004
Lage_Zwaluwe	2000	-0.033	0.114	0.001	0.005	0.005
Geertruidenberg	2000	0.184	0.078	0.000	-0.049	0.003
Keizersveer	2000	0.382	0.035	0.000	-0.059	0.002
Heesbeen_ro	2000	0.001	0.197	0.000	-0.042	0.001
Heesbeen_lo	1250	-0.002	0.186	0.000	-0.043	0.001
Hedel	1250	-0.095	0.098	0.000	-0.024	0.001
Lith	1250	-0.455	0.051	0.000	-0.013	0.000
DordtscheKil_981	2000	-0.004	0.091	0.000	0.020	0.005
DordtscheKil_984	2000	-0.011	0.110	0.001	0.018	0.005
DordtscheKil_987	2000	-0.026	0.115	0.001	0.010	0.004
Noord_978_ro	2000	0.011	0.083	0.001	0.034	0.010
Noord_978_lo	4000	0.035	0.095	0.000	0.035	0.009
Noord_981_ro	2000	-0.027	0.064	0.000	0.025	0.009
Noord_981_lo	4000	-0.007	0.072	0.001	0.026	0.009
Noord_984_ro	2000	-0.042	0.024	0.000	0.008	0.005
Noord_984_lo	4000	-0.025	0.027	0.000	0.009	0.005
OudBeijerland_997a	2000	0.032	0.054	0.000	0.010	0.003
OudBeijerland_997b	4000	0.046	0.081	0.001	0.012	0.004
NieuwBeijerland_1003a	2000	0.043	0.070	0.001	0.009	0.004
NieuwBeijerland_1003b	4000	0.074	0.117	0.001	0.012	0.004
Goudswaard_1009a	2000	0.049	0.099	0.001	0.008	0.005
Goudswaard_1009b	4000	0.086	0.146	0.001	0.011	0.005
Wantij_1	2000	0.025	0.093	0.000	0.039	0.010
Wantij_4	2000	0.032	0.094	0.000	0.040	0.010
Wantij_7	2000	0.105	0.100	0.001	0.044	0.011

B Resultaten verificatie Basisalternatief 2

De onderstaande tabel presenteert de verschillen tussen de in het onderhavige project berekende MHW-waarden en de door de opdrachtgever aangeleverde waarden.

Locatie	Vershil zonder Doorvoer Volkerak-Zoommeer	Vershil met Doorvoer Volkerak-Zoommeer	Locatie	Vershil zonder Doorvoer Volkerak-Zoommeer	Vershil met Doorvoer Volkerak-Zoommeer
Hoek_van_Holland	0.000	0.000	Middelharnis	-0.001	0.003
Maassluis	0.003	0.002	Rak_noord	-0.001	-0.001
Vlaardingen	-0.013	-0.012	Moerdijk	0.002	0.005
Rotterdam	-0.009	-0.009	Lage_Zwaluwe	0.001	0.004
Krimpen_ad_IJssel	-0.003	-0.003	Geertruidenberg	0.004	0.004
Krimpen_ad_Lek	0.001	0.001	Keizersveer	0.002	0.002
Streefkerk	0.000	0.000	Heesbeen_ro	0.001	0.000
Schoonhoven	0.000	0.000	Heesbeen_lo	0.001	0.000
Hagestein_beneden	0.007	0.008	Hedel	0.000	0.000
Alblasserdam_ro	0.001	0.002	Lith	0.000	0.000
Alblasserdam_lo	0.000	0.001	DordtscheKil_981	0.000	0.003
Sliedrecht	0.001	0.001	DordtscheKil_984	-0.001	0.002
Giessendam	0.003	0.002	DordtscheKil_987	0.002	0.006
Hardinxveld	0.001	0.001	Noord_978_ro	0.001	0.002
Werkendam	0.001	0.001	Noord_978_lo	0.001	0.002
Gorinchem	0.000	0.001	Noord_981_ro	0.001	0.002
Vuren	0.000	0.000	Noord_981_lo	0.000	0.001
Zaltbommel	0.000	0.000	Noord_984_ro	0.003	0.004
Tiel	0.000	0.000	Noord_984_lo	0.002	0.002
Spijkernisse	-0.011	-0.010	OudBeijerland_997a	-0.009	-0.007
Goidschalxoord_ro	-0.002	-0.003	OudBeijerland_997b	-0.008	-0.012
Goidschalxoord_lo	-0.004	-0.004	NieuwBeijerland_1003a	0.003	0.021
Puttershoek_ro	-0.001	0.002	NieuwBeijerland_1003b	-0.002	0.010
Puttershoek_lo	0.002	0.004	Goudswaard_1009a	-0.003	0.002
Dordrecht	0.000	0.001	Goudswaard_1009b	0.001	-0.004
Deeneplaat	0.003	0.003	Wantij_1	0.001	0.001
KopvantLand	0.003	0.003	Wantij_4	0.001	0.005
Biesboschsluis	0.002	0.001	Wantij_7	0.000	-0.001

Locatie	Vershil zonder Doorvoer Volkerak- Zoommeer	Vershil met Doorvoer Volkerak- Zoommeer	Locatie	Vershil zonder Doorvoer Volkerak- Zoommeer	Vershil met Doorvoer Volkerak- Zoommeer
Hellevoetsluis	-0.001	-0.014			