MER Lobberdense Waard

Rivierkundige berekeningen

Samenwerking Lobberdense Waard

3 februari 2011
Definitief rapport
9T5340.C0

A COMPANY OF

ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V.
KUST & RIVIEREN

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
(024) 328 42 84 Telefoon
(024) 360 54 83 Fax
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	MER Lobberdense Waard Rivierkundige berekeningen
Verkorte documenttitel	Rivierkundige berekeningen MER
Status	Definitief rapport
Datum	3 februari 2011
Projectnaam	Rivierkundige berekeningen MER Lobberdense Waard
Projectnummer	9T5340.C0
Opdrachtgever	Samenwerking Lobberdense Waard
Referentie	9T5340.C0/R0005/419740/VVDM/Nijm

Auteur(s)	Ir. O. (Olaf) Scholl, Ir. W. (Wiebe) de Jong, Ir. M. A. (Marcel) van de Waart, Ir. T.L.A. (Tjeerd) Driessen
Collegiale toets	Ir. T. Vijverberg
Datum/paraaf	27 juni 2011
Vrijgegeven door	Ir. W. (Wiebe) de Jong
Datum/paraaf	27 juni 2011

INHOUDSOPGAVE

			Blz.
1	INLEIDING		1
	1.1	Scope	1
	1.2	Werk-, Project-, en Studiegebied	1
	1.3	Onderzoekssituatie	2
	1.4	Benamingen	3
2	WERKWIJZE EN UITGANGSPUNTEN		4
	2.1	Uitgangspunten	4
	2.2	Werkwijze uitgevoerde berekeningen	6
	2.3	Eindsituatie	7
	2.4	Tijdelijke situatie	7
3	OVERZICHT VARIANTEN		9
	3.1	Referentie situatie	9
	3.2	Basisplan Lobberdense Waard	11
	3.3	Variant 1	13
	3.4	Variant 2	14
	3.5	Variant 3	15
	3.6	Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA)	17
	3.7	Interim plan	20
	3.8	Tijdelijke variant 4a	22
	3.9	Tijdelijke variant 4b	24
	3.10	Plan Lobberdense Waard zonder Rijnwaardenplan	26
	3.11	Overzicht fasering uitwerken plan	27
	3.11.1	Aanlegfase	27
	3.11.2	Interimfase	27
	3.11.3	Eindfase	28
4	HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR VARIANT 3		30
	4.1	Effecten in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1)	30
	4.2	Effecten buiten de as van de rivier (aspect 1.2)	34
	4.3	Effecten op de afvoerverdeling (aspect 1.3 en 1.4)	38
	4.4	Effecten op de inundatiefrequentie (aspect 2.1)	41
	4.5	Effecten op het stroombeeld in de uiterwaard (aspect 2.2)	42
	4.6	Effecten stroombeeld in- en uitstroomopeningen (aspect 2.3)	46
	4.7	Morfologische effecten in het zomerbed (aspect 3.1)	48
5	HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF		50
	5.1	Effecten in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1)	50
	5.2	Effecten buiten de as van de rivier (aspect 1.2)	51
6	HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR DE TIJDELIJKE SITUATIE		53
	6.1	Effecten in en buiten de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1 en 1.2)	53
	6.2	Effecten op de afvoerverdeling (aspect 1.3 en 1.4)	56
	6.2.1	Effect bij 15.000 m^3/s	56
	6.2.2	Effect bij 10.000 m^3/s	57
	6.3	Effecten op de inundatiefrequentie (aspect 2.1)	60

	6.4	Effecten op stroombeeld in de uiterwaard (aspect 2.2)	61
	6.4.1	Effect op stroombeeld bij 10.000 m^3/s	61
	6.4.2	Effect op waterstanden bij 10.000 m^3/s	65
	6.5	Effecten stroombeeld in- en uitstroomopeningen (aspect 2.3)	68
	6.6	Morfologische effecten in het zomerbed (aspect 3.1)	73
	6.7	Effecten op scheepvaart (aspect 2.3)	74
	6.7.1	Referentie	74
	6.7.2	Variant 4A	76
	6.7.3	Variant 4B	78
7	AFWEGING EFFECTEN VARIANTEN		80
	7.1	Eindsituatie	80
	7.2	Tijdelijke situatie	80
8	CONCLUSIES		82
9	LITERATUUR		89

BIJLAGEN

1. Afvoerlijnen
2. Bodemhoogte
3. Vegetatietype
4. Ontwerp MMA

1 INLEIDING

1.1 Scope

De Lobberdense Waard is gelegen in de Rijnwaardense Uiterwaarden bij het dorp Pannerden. Voor het gebied wordt uitvoering van de maatschappelijke doelstellingen van rivierverruiming in het kader van PKB Ruimte voor de Rivier en natuurontwikkeling - Natura 2000 gebied Gelderse Poort - nagestreefd. De delfstoffenwinners van Samenwerking Lobberdense Waard (CIV BV en Wezendonk Pannerden BV) willen deze doelstelling door middel van zandwinning uitvoeren. Bij de ontwikkeling van genoemde functiecombinaties wordt gestreefd om zoveel mogelijk tot een verbetering van de ruimtelijke kwaliteit te komen.

De initiatiefnemers werken sinds 2006 aan de noodzakelijke voorbereidingen om het gebied te kunnen ontwikkelen. Op basis van de Wet milieubeheer zijn de voorgenomen activiteiten, gezien de voorgenomen ontgronding en functie wijziging en Passende Beoordeling, Besluit m.e.r. en Plan-m.e.r plichtig. Daarom is door de initiatiefnemer gekozen voor een gecombineerde procedure. In 2008 heeft dit geleid tot de publicatie van de startnotitie. Deze startnotitie vormt het eerste onderdeel, het uiteindelijke milieueffectrapport is het eindresultaat van de m.e.r.-procedure.

Binnen deze m.e.r. dienen verschillende aspecten onderzocht te worden. In voorliggend onderzoek wordt het aspect Rivierkunde (hydraulica en morfologie) volledig onderzocht. In het uiteindelijke MER rapport worden de uitkomsten en conclusies van dit rapport integraal opgenomen om te komen te integrale afweging. Deze afweging zal in de MER-rapportage leiden tot een MMA (meest milieuvriendelijk alternatief) en VA (voorkeursalternatief).

1.2 Werk-, Project-, en Studiegebied

Voor het gebied waarop de m.e.r. betrekking heeft, zijn drie niveaus van detaillering te onderscheiden, te weten: werkgebied, projectgebied en studiegebied. In bovenstaande kaart worden het werk- en projectgebied weergegeven, deze worden hierna beschreven.

Figuur 1-1 Huidige situatie (bron gemeente Rijnwaarden)

Het werkgebied betreft dat gedeelte van de waard, waar daadwerkelijk activiteiten plaatsvinden. Het totale werkgebied beslaat bijna 150 ha. Het projectgebied betreft de gehele Lobberdense Waard (minus Zorgdijkplas), globaal begrensd door de kaden en dijken. Het projectgebied een oppervlakte van ongeveer 222 ha. Het studiegebied betreft het gebied van en rondom de Lobberdense Waard waar invloeden van de voorgenomen ingrepen in de Lobberdense waard te verwachten zijn.

1.3 Onderzoekssituatie

De beoordeling van de rivierkundige effecten geschiedt op basis van het Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren [4]. In hoofdstuk 2 zijn de gehanteerde uitgangspunten toegelicht. In voorliggende rapportage worden verschillende onderzoeksmomenten en varianten in kaart gebracht. In hoofdstuk 3 is een uitgebreidere beschrijving van de varianten voor de eindfase en de tijdelijke fase opgenomen.

De rivierkundige effecten van een drietal inrichtingsvarianten voor de eindinrichting zijn in hoofdstuk 4 beoordeeld en inzichtelijk gemaakt. Daarnaast worden de effecten van de uitvoeringsituatie, in de fases Aanleg-Interim-Eind, onderzocht. De effecten van activiteiten zullen per fase in het MER ten opzichte de huidige referentiesituatie worden beoordeeld. Voor de uitvoeringssituatie is een tijdelijke variant 4a en 4b opgesteld, waarvan de rivierkundige effecten voor beide zijn beoordeeld in hoofdstuk 5.

Deze rapportage wordt besloten met een afweging (hoofdstuk 6) en conclusies (Hoofdstuk 7) voor elk beoordeeld aspect uit het rivierkundig beoordelingskader.

1.4 Benamingen

Om duidelijkheid te scheppen in de berekeningen en varianten die worden onderscheiden ten behoeve van de MER Lobberdense Waard, geeft de onderstaande tabel de in dit rapport gebruikte modelcodes en een omschrijving van het model.

Tabel 1-1 Overzicht van gebruikte benamingen en modelcodes

Benaming in dit rapport	Modelcode	Omschrijving
Referentie	br_rijnw_ref	Het door RWS ON aangeleverde referentiemodel
Rijnwaardenplan	br_rijnw_b1	Het door RWS ON aangeleverde referentiemodel met daarin het plan Rijnwaarden
Plan Lobberdense Waard, Basisplan	br_rijnw_p1	Het Rijnwaardenplan met daarin het basisplan Lobberdense Waard
Plan Lobberdense Waard, Variant 3	br_rijnw_p3	Het Rijnwaardenplan met daarin plan Lobberdense Waard waarbij de uitstroomopening is dichtgemaakt
Plan Lobberdense Waard, Variant 3 zonder Rijnwaardenplan	br_rijnw_d1	Het plan Lobberdense Waard waarbij de uitstroomopening is dichtgemaakt zonder het Rijnwaardenplan. Het plan is dus ingebracht in de huidige situatie
Plan Lobberdense Waard, MMA	br_rijnw_e1	Het meest milieuvriendelijke alternatief (MMA). Deze variant geldt als optimalisatie van de eerdere varianten.
Plan Lobberdense Waard, Interim Situatie	br_rijnw_c1	De interim situatie van het basisplan Lobberdense Waard waarbij de invaart aansluit op de plas en het westelijk en oostelijk deel omkaad is.
Plan Lobberdense Waard. Tijdelijke situatie – Variant 4a	br_rijnw_c2	De tijdelijke situatie van het basisplan Lobberdense Waard waarbij de invaart aansluit op de plas en alleen het westelijk deel omkaad is.
Plan Lobberdense Waard, Tijdelijke situatie – Variant 4b	br_rijnw_c3	De tijdelijke situatie van het basisplan Lobberdense Waard waarbij er geen extra kades zijn en de invaart niet aansluit op de plas

2 WERKWIJZE EN UITGANGSPUNTEN

2.1 Uitgangspunten

De effectbeoordeling is uitgevoerd volgens de door de RWS-ON gestelde eisen en richtlijnen, vastgesteld en afgestemd tijdens een onderling overleg op 9 juli 2008 en goedgekeurd per mail op 7 oktober 2008. De vastgestelde eisen en richtlijnen zijn als volgt:

- in de MER voor de Lobberdense Waard wordt de definitieve eindsituatie (situatie na oplevering) en de tijdelijke situatie (aanlegfase) van het plan Lobberdense Waard beschouwd. Dit plan wordt beoordeeld op basis van de genoemde aspecten in het Rivierkundig Beoordelingskader, versie 2.0 [4]; zie tabel 2.2;
- het inrichtingsplan voor de Lobberdense Waard van Samenwerking Lobberdense Waard is gecombineerd met het **Rijnwaardenplan** van Rijkswaterstaat. Dit betreft het HR2001-Rijnwaardenplan waarbij bij de keuze van het WAQUA-model is aangesloten op de berekeningen voor de 'Groene rivier Pannerden' - een ander deelgebied van Rijnwaarden - om de effectbepaling van de deelgebieden op dezelfde wijze te kunnen uitvoeren;
- voor de effectbepaling binnen het invloedsgebied van het inrichtingsplan van Samenwerking Lobberdense Waard is ook de situatie bekeken zonder het Rijnwaardenplan;
- van Rijkswaterstaat is een DVD ontvangen op 17 november 2008 met daarop de databestanden en uitgangspunten voor de berekeningen;
- de modelschematisaties van het basisplan en de tijdelijke situatie zijn aangemaakt met behulp van Baseline versie4.03. De plannen zijn volgens de eisen en richtlijnen van RWS ON ("Baseline eisen - richtlijnen en maatregelen" [5]) geschematiseerd;
- de rivierkundige effecten worden bepaald met het 2D-waterbewegingsmodel WAQUA. De te gebruiken WAQUA versie is Simona 2008-01;
- tabel 2.1 toont een overzicht van de uit te voeren berekeningen. Deze verschillende berekeningen zijn noodzakelijk om voor de verschillende aspecten uit het beoordelingskader de effecten inzichtelijk te maken.

Tabel 2-1 Overzicht berekeningen

Onderdeel	Afvoer m^3/s	Type	Nr.	Eindsituatie	Nr.	Tijdelijke situatie
MHW	16.000	Vast	1	Ja		
	15.000	Vast	2	Ja	9	Mogelijk***
Afvoerverdeling	16.000	Vrij	3	Ja		
	15.000	Vrij	4	Ja	10	Ja
	10.000	Vrij	5	Ja	11	Ja
Morfologie	10.000	Vast	6	Ja, WAQMOR	12	Mogelijk**
	Bankfull	Vast	7	Mogelijk*	13	Mogelijk***
Scheepvaart	nvt	nvt	8	Kwalitatief	14	Kwalitatief

* Afhankelijk van uikomst 5 en 6

** Afhankelijk van uikomst 10

*** Afhankelijk van uikomst 11

Tabel 2-2 Beoordelingscriteria bij te beoordelen aspecten voor ingrepen/activiteiten in de Rijntakken (bron: Rivierkundig beoordelingskader versie 2.0, tabel 4, p13)

			Beoordelingscriteria		
	§	**Te beoordelen effect**	**Wbr-aanvragen**	**Aanvullende criteria PDR RvdR**	**Beoordelaar toelaatbare effecten[1)]**
Hydraulische effecten	1.1	Stroomvoerend deel rivier: MHW stand op de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging[2)] (bij 15.000 m^3/s Boven-Rijn)	Waterstandverlaging ≥ taakstelling (bij 16.000 m^3/s Boven-Rijn[3)])	RvdR: PDR Wbr: RWS-ON
		Bergend deel rivier: Watervolume berging	Bergend: geen vermindering bergend volume		
	1.2	MHW stand buiten as van de rivier	Toename waterstand (bij 15.000 m^3/s Boven-Rijn).	Toename waterstand (bij 16.000 m^3/s Boven-Rijn[3)])	Beheerder waterkering
	1.3	Afvoerverdeling bij MHW (bij Pannerdensche Kop en IJsselkop)	Project binnen enkele km splitsing: verandering afvoerverdeling < 5 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 15.000 m^3/s	Correctie tussentijdse verandering afvoerverdeling met (tijdelijke) maatregelen, ter beoordeling bevoegd gezag (bij 15.000 m^3/s Boven-Rijn[3)]). Voor details: zie toelichting R3 in deel 1C.	RvdR: PDR Wbr: RWS-ON
			Project verder weg: geen verandering waterstand bij splitsing		
	1.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater (bij Pannerdensche Kop en IJsselkop)	Verandering afvoerverdeling < 20 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	Correctie tussentijdse verandering afvoerverdeling met (tijdelijke) maatregelen, ter beoordeling bevoegd gezag (bij 10.000 m^3/s Boven-Rijn). Voor details: zie toelichting R3 in deel 1C.	RvdR: PDR Wbr: RWS-ON
Hinder of schade	2.1	Waterstanden en/of inundatiefrequentie van de uiterwaard	Verandering waterstanden en/of inundatiefrequentie bij afvoeren die afhankelijk zijn van lokale omstandigheden[4)]. - standaard is Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s - bij 1/250[5)], 1/500[5)] of 1/1250	idem Wbr	Terrein-Eigenaar
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	Verandering grootte en richting stroomsnelheden bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	idem Wbr	Terrein-Eigenaar
	2.3	Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeul	Bankfull afvoer nevengeul < 50 m^3/s: dwarsstroming vaarweg ≤ 0,3 m/s Bankfull afvoer nevengeul > 50 m^3/s: dwarsstroming vaarweg ≤ 0,15 m/s	idem Wbr	RWS-ON
	2.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	idem Wbr	Terrein-Eigenaar
	2.5	Afvoerverdeling bij lage afvoeren	Afwijking afvoerverdeling < 1 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m^3/s (OLR[6)])	idem Wbr	RWS-ON
Bodemligging en morfologie	3.1	Aanzanding en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed	Bij erosie: geen verlaging gemiddelde bodemligging; beperkte[7)] ontgronding bij constructies per hoogwater	idem Wbr	RWS-ON
		2. door ingrepen winterbed	Bij sedimentatie: geen vermindering vaargeulafmetingen[7)]; beperkte[8)] hinder door baggeren; behouden veiligheid scheepvaartverkeer;		
	3.2	Aanzanding en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed	Beperkte sedimentatie t.o.v. beheerskosten[8)]	idem Wbr	Wbr: RWS-ON / terrein-Beheerder / dijkbeheerder
		2. erosie winterbed	Stroomsnelheid nevengeul bankfull < 0,3 m/s; geen bodemerosie langs bandijk		

Toelichting tabel 2-2.

1) *Als Rijkswaterstaat vergunning aanvraagt voor werken op eigen terrein treedt de Inspectie van Verkeer & Waterstaat (IVW) op als bevoegd gezag.*
2) *In de praktijk wordt een waterstandsverhoging tot 1 mm toegestaan om rekening te houden met mogelijke "numerieke instabiliteit" in WAQUA (dit zijn kleine fluctuaties van het numerieke rekenproces).*
3) *De berekening met de Boven-Rijn afvoer van 16.000 m^3/s komt in plaats van de berekening met de Wbr Boven-Rijn afvoer van 15.000 m^3/s.*
4) *Keuze afvoerniveaus in overleg met rivierbeheerder.*
5) *Deze afvoeren hebben geen wettelijke status.*
6) *In bijzondere gevallen kan de beheerder de verdeling van de afvoer bij een ingreep ook opvragen bij andere afvoeren van de Boven-Rijn dan OLR, bijvoorbeeld bij een gemiddelde Boven-Rijn afvoer.*
7) *Voor specifieke criteria en afmetingen: zie Bijlage 4 en Bijlage 6 van het rivierkundig beoordelingskader, versie 2.0 (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2006).*
8) *Hoeveel 'beperkt' is, kan van dienst tot dienst verschillen en is ter beoordeling van het bevoegd gezag.*

2.2 Werkwijze uitgevoerde berekeningen

In overleg met Rijkswaterstaat Oost-Nederland is vastgesteld dat onderstaand genoemde berekeningen (mogelijk) dienen te worden uitgevoerd per variant. Voor een eventuele toekomstige vergunning in het kader van de Waterwet kunnen additionele berekeningen benodigd zijn.

Vanwege de ligging van het projectgebied bij de Pannerdensche Kop, is de afvoerverdeling op het splitsingspunt een belangrijk aspect in de hydraulische boordeling. Ingrepen in het gebied zullen effect hebben op de afvoerverdeling. Om dit effect mee te nemen in de effectbeoordeling is er onderscheid gemaakt tussen berekeningen met een vaste en met een vrije afvoer.

Onder een **vaste** afvoer wordt hier verstaan dat de afvoerverdeling bij de Pannerdensche Kop en de IJsselkop modelmatig wordt vastgehouden. Dit betekent dat er geen wijzigingen optreden in de hoeveelheid afvoer per riviertak. Bij een **vrije** afvoer bepaalt het model zelf de hoeveelheid water die door de verschillende riviertakken stroomt. Deze afvoer wordt gebruikt om het effect op de afvoerverdeling te kunnen beoordelen.

Om de hoeveelheid berekeningen in eerste instantie niet te hoog op te laten lopen, is afgesproken met RWS-ON om in eerste instantie de berekeningen voor de tijdelijke situatie en voor de eindsituatie bij 10.000 m^3/s uit te voeren bij een vrije afvoer. Indien er weinig effect is op de afvoerverdeling is een berekening bij een vaste afvoer niet meer noodzakelijk, aangezien de gemaakte berekening met een vrije afvoer dan ook kan worden opgevat als een berekening met een vaste afvoerverdeling.

Onderstaand worden de uitgevoerde berekeningen toegelicht en verderop in het rapport uitgewerkt. De genoemde afvoeren in m^3/s verwijzen naar de afvoer bij Lobith.

2.3 Eindsituatie

MHW
1. 16.000 m^3/s vast voor plan Lobberdense Waard + Rijnwaardenplan.
2. 15.000 m^3/s vast voor alleen het plan Lobberdense Waard + de huidige situatie.

Afvoerverdeling
3. 16.000 m^3/s vrij voor plan Lobberdense Waard + Rijnwaardenplan.
4. 15.000 m^3/s vrij voor alleen het plan Lobberdense Waard + de huidige situatie.
5. 10.000 m^3/s vrij voor alleen het plan Lobberdense Waard + de huidige situatie.

Morfologie
6. 10.000 m^3/s vast voor alleen het plan Lobberdense Waard+ de huidige situatie.
7. Met behulp van de uitkomst van 5 kan worden bekeken of en wanneer de uiterwaard meestroomt. Afhankelijk hiervan kunnen additionele berekeningen worden gevraagd. In overleg is besloten een analyse uit te voeren met WAQMOR.

Scheepvaart
8. Ten behoeve van vaardiepte kan worden volstaan met een beschouwing aan de hand van stroomsnelheden (kwalitatieve analyse).

2.4 Tijdelijke situatie

MHW
9. Afhankelijk van de uitkomst van 10 kan een berekening worden gevraagd bij een vaste afvoer van 15.000 m^3/s.

Afvoerverdeling
10. 15.000 m^3/s vrij voor alleen de tijdelijke situatie plan Lobberdense Waard + de huidige situatie.
11. 10.000 m^3/s vrij voor alleen de tijdelijke situatie plan Lobberdense Waard + de huidige situatie.

Morfologie
12. Afhankelijk van de uitkomst van 11 kan een berekening worden gevraagd bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s.
13. Met behulp van de uitkomst van 11 kan worden bekeken of en wanneer de uiterwaard meestroomt. Afhankelijk hiervan kunnen additionele berekeningen worden gevraagd.

Scheepvaart
14. Ten behoeve van vaardiepte kan worden volstaan met een beschouwing aan de hand van stroomsnelheden (kwalitatieve analyse). Daarnaast is gekeken naar het effect van dwarsstroming.

Om niet alle bovenstaande berekeningen te hoeven doorlopen voor iedere variant, is ervoor gekozen om allereerst voor MHW condities (berekening 1) te bekijken of er een aanvaardbaar rivierkundig effect optreedt. Indien dit zo is wordt doorgegaan met verdere analyse bij andere afvoeren en wordt de variant verder in beschouwing genomen. tabel 2-3 toont een overzicht van de uitgevoerde berekeningen per gerapporteerde variant.

Tabel 2-3 Overzicht uitgevoerde berekeningen

Onderdeel	Afvoer m^3/s	Type	Nr.	Eindsituatie	Nr.	Tijdelijke situatie
MHW	16.000	Vast	1	• Referentie • Basisplan • Variant 3 • MMA		
	15.000	Vast	2	• Variant 3 zonder Rijnwaarden	9	
Afvoerverdeling	16.000	Vrij	3	• Referentie • Variant 3		
	15.000	Vrij	4	• Referentie • Variant 3 zonder Rijnwaarden	10	• tijdelijke situatie + interim situatie
	10.000	Vrij	5	• Referentie • Variant 3 zonder Rijnwaarden	11	• tijdelijke situatie + interim situatie
Morfologie	10.000	Vast	6	• Referentie • Variant 3 zonder Rijnwaarden	12	• tijdelijke situatie + interim situatie
	Bankfull	Vast	7		13	
Scheepvaart	nvt	nvt	8		14	

3 OVERZICHT VARIANTEN

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de verschillende varianten waarvan de rivierkundige effecten zijn beoordeeld Totaal zijn er naast het basisplan een viertal inrichtingvarianten, één interim fase en twee tijdelijke varianten onderzocht, respectievelijk variant 1 tot en met 3, de interim situatie, het MMA en variant 4a en 4b. In paragraaf 3.1 t/m 3.10 worden de varianten nader toegelicht, beginnend met de huidige situatie en het basisplan. Als gevolg van de onderzoeksresultaten ten aanzien van het plan in de interim- en eindfase zijn de varianten nader uitgewerkt, alvorens ze zijn meegenomen in de onderzoeken. Daarnaast zijn er drie fasen te onderscheiden ten aanzien van de realisatie van het plan, te weten: de aanlegfase, de interimfase en de eindfase. In paragraaf 3.11 wordt hier nader op ingegaan.

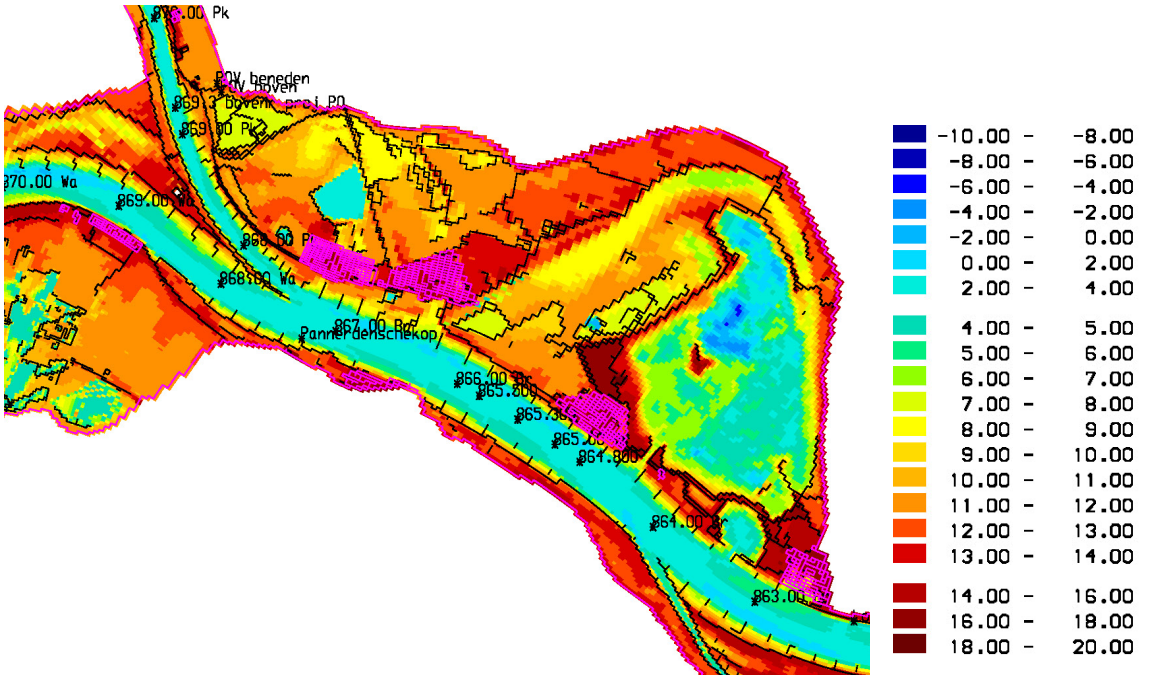
3.1 Referentie situatie

Figuur 3-1 toont een luchtfoto van het Rijnwaarden gebied met o.a. de Lobberdense Waard. De Lobberdense Waard is gelegen in de Rijnwaardense Uiterwaarden ten zuiden van het dorp Pannerden. De Lobberdense Waard in de huidige situatie (1997) wordt gekenmerkt door akkerland, zachthoutstruweel en plassen. Ten zuiden van de waard liggen twee hoogwatervrije terrein met 2 steenfabrieken.

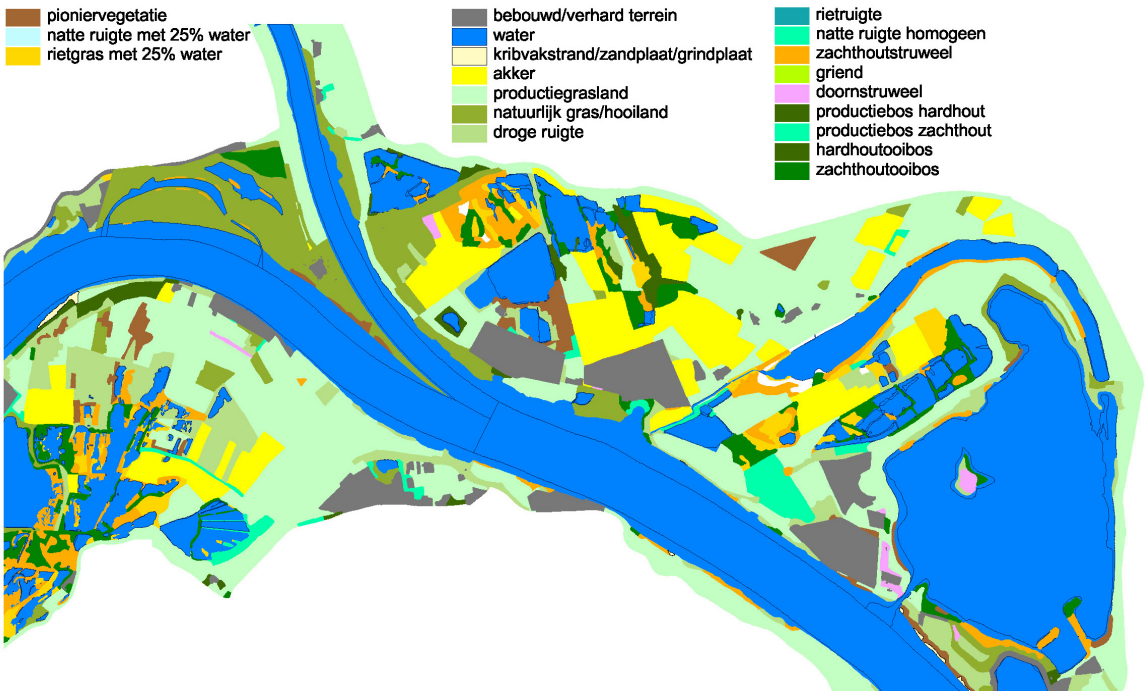
Figuur 3-1 Luchtopname van de Lobberdense Waard (bron: Google Earth)

Figuur 3-2 toont de bodemhoogtes in de huidige situatie en figuur 3-3 de vegetatietypen. De figuren zijn gebaseerd op de gegevens uit het rivierkundig referentiemodel, deze referentiesituatie (modelcode: br_rijnw_ref) beschrijft de situatie zoals deze is vastgesteld in 1997.

Ter controle is de referentiesituatie in het model vergeleken met de situatie weergegeven door de luchtfoto, dit om eventuele verschillen met de "werkelijke" situatie op te sporen. Op basis van deze vergelijking is geconcludeerd dat de aangeleverde referentiesituatie (rekenmodel) voldoende overeen komt met de "werkelijke" situatie.



Figuur 3-2 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie van de referentiesituatie



Figuur 3-3 Ruwheden in de referentiesituatie (Baseline bestand ruwheidv)

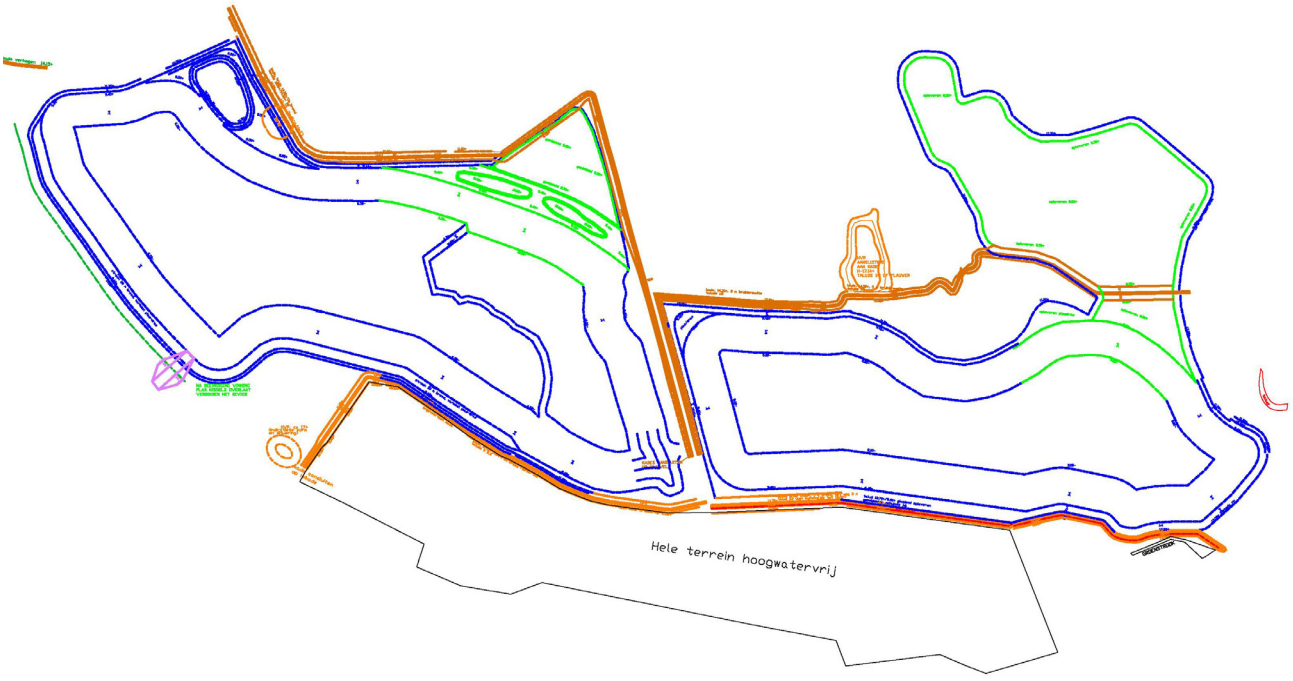
3.2 Basisplan Lobberdense Waard

In het basisplan wordt het bestaande hoogwatervrije terrein aan de zuidzijde aaneengesloten. Aan de noordoostzijde wordt het terrein verkleind. Door deze aanpassingen ontstaat er één groot langgerekt terrein (zie figuur 3-4).
Daarnaast worden twee plassen gegraven in combinatie met natuurontwikkeling. Voorts zijn een aantal kaden voorzien die ook gelden als wegverbinding. Drie hoogwatervluchtplaatsen zijn opgenomen, één aan de noordzijde van de oostelijke plas, één aan de noordzijde van de westelijke plas en één nabij het zuidelijke hoogwatervrije terrein (zie oranje stippen in figuur 3-7).

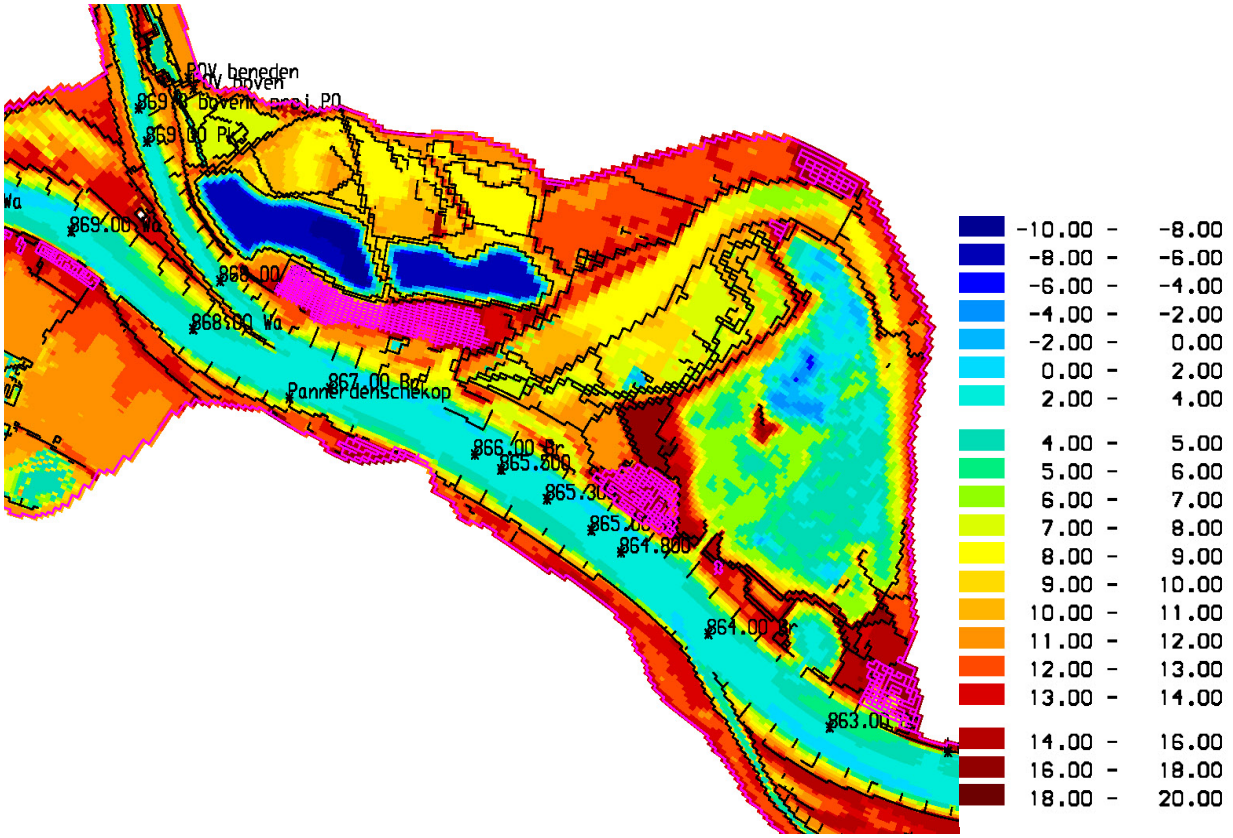
Kenmerkend voor het basisplan is daarnaast de uitstroomopening bij kmr. 868. Deze uitstroomopening is weergegeven met paarse lijnen in figuur 3-4.

Het Rijnwaardenplan van RWS-ON zorgt ervoor dat er een verbeterde verbinding tot stand komt tussen de Boven-Rijn en het Pannerdensch Kanaal via de Lobberdense Waard. Dit wordt gerealiseerd door doorlopende geulen en plassen te creëren die lopen tot de Pannerdensche Overlaat. Het plan Lobberdense Waard is in het rivierkundig model geschematiseerd naast het Rijnwaardenplan. Dat wil zeggen dat is uitgegaan van het Rijnwaardenplan voor de overige deelgebieden, maar dat in het plangebied van de Lobberdense waard het plan Lobberdense Waard is genomen .

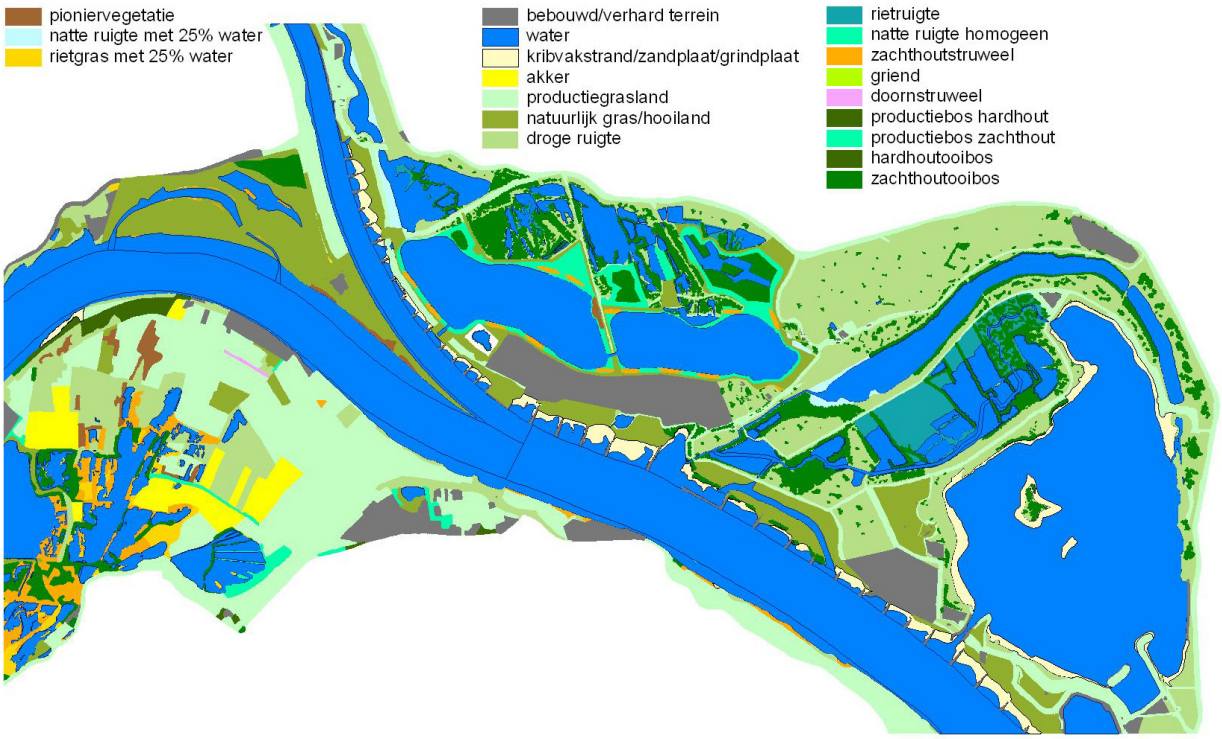
De ontgravingslijnen voor het plan Lobberdense Waard Basisplan (modelcode br_rijnw_p1) zijn in figuur 3-4 schematisch weergegeven. In figuur 3-5 en figuur 3-6 worden respectievelijk de bodemhoogte en de vegetatietypen gepresenteerd. In de bijlage is een detailtekening opgenomen.



Figuur 3-4 Ontgravingslijnen (plan Lobberdense Waard) voor de Lobberdense Waard (bron: CIV)



Figuur 3-5 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor het plan Lobberdense Waard basisplan



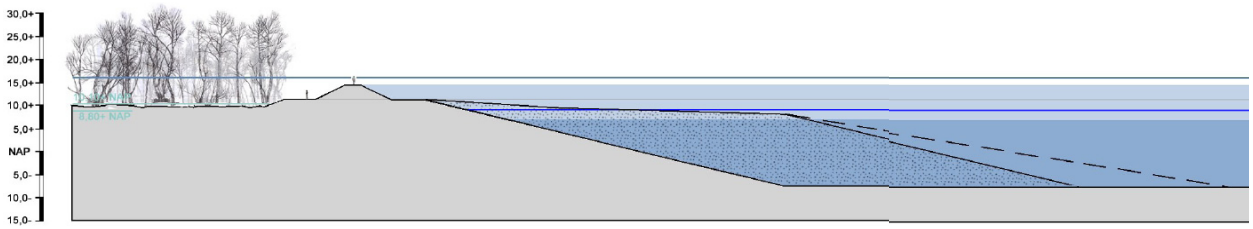
Figuur 3-6 Vegetatietypen in de modelschematisatie voor het basisplan in de eindsituatie (Baseline bestand ruwheidv)

3.3 Variant 1

De inrichtingsvariant ziet toe op de vormgeving en inrichting van de noordelijke oever van de strang met als doel de ruimtelijke en ecologische kwaliteit van het plan te verbeteren. Het basisplan (zie paragraaf 3.2) vormt de basis voor de uitwerking van variant 1.

- Het optimaliseren van de inzet van restspecie binnen het plangebied is uitgewerkt. 500.000 m^3 specie is extra beschikbaar naast de reeds ingezette 3.500.000 m^3 specie. Op een drietal locaties op de noordoever wordt deze ingezet om de oevers te verbreden, verzachten en landschappelijk gezien een smallere strang te realiseren. Het betreft twee locaties in het westelijk deel van de strang en één aan de oostkant. Figuur 3-7 geeft de contouren weer van het inrichtingsplan inclusief deze maatregelen.
- Naast de extra aanvulling is overal ter plaatse van de noordoever gekozen voor een ander principeprofiel waarbij gestreefd is naar een brede oeverzone rondom de gemiddelde waterlijn. Dit heeft geresulteerd in een oever waarbij zones ontstaan met zeer flauwe taluds over een hoogte van NAP+8,0 tot NAP+9,65 (zeer ondiep water) en over een hoogte van NAP+9,65 tot aan het oorspronkelijke maaiveld (en de teen van de kade). Figuur 3-8 toont dit profiel.
- Het plaatselijk verdiepen van de strang en vrijkomende specie inzetten in zones langs de noordoever is niet mogelijk.
- Aanvoer van externe specie ten behoeve van verondieping van oevers wordt in dit stadium niet mogelijk geacht.

Figuur 3-7 Uitwerking variant 1



Figuur 3-8 Profiel variant 1 (arcering betreft herinrichtingspecie)

3.4 Variant 2

Deze inrichtingsvariant ziet toe op de noordoostlob van het projectgebied. In figuur 3.9 is dit gebied rood omkaderd weergegeven. De noordoostlob beslaat circa 25 hectare landbouwgrond die tijdelijk wordt ontgrond en weer opgevuld tot een gemiddelde hoogte van NAP+8,50. De bulk van de opvulling vindt plaats met fijne zanden die niet vermarkt kunnen worden, het restant met klei (ca 65.000 m^3). De nieuwe op te leveren bodem zal bestaan uit een mix van klei en fijn zand:

- met de bodemhoogte wordt plaatselijk gevarieerd om een afwisselend landschap te creëren met open stukken en stukken ooibos;
- om extra kweltoename binnendijks te vermijden en de voorkeur voor zachthoutooibos is ervoor gekozen om het gebied een lage dynamiek te geven. Dit sluit aan bij de omliggende kleiputcomplexen;
- langs de Geitenwaardsedam worden enkele poelen aangelegd t.b.v. de kamsalamander, bittervoorn, kleine modderkruiper en rugstreeppad;
- langs de randen van het gebied worden schrale graslanden gerealiseerd als overgang naar kades en dijken.

Figuur 3-9 Situering Noordoostlob

3.5 Variant 3

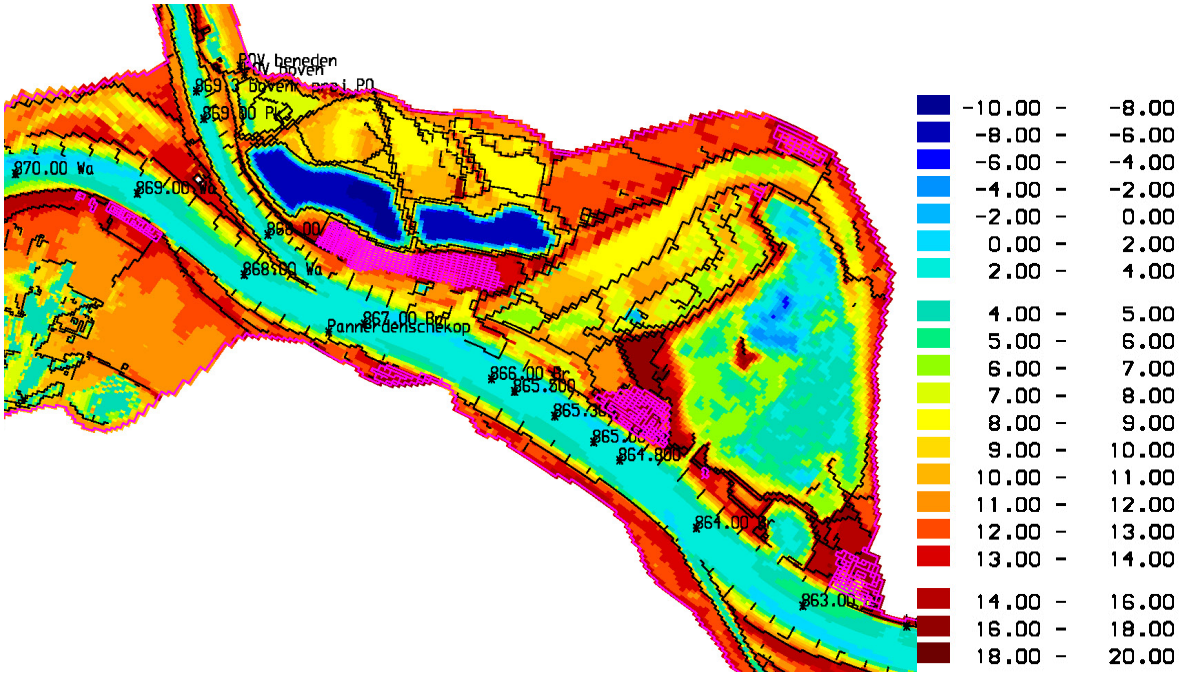
De resultaten van de rivierkundige beoordeling van het basisplan (zie hoofdstuk 4.1) laten zien dat nabij het uitstroompunt van de plas, bij het hoogwatervrij terrein, een ongewenste opstuwing optreedt in de as van de rivier bij hoogwater. Deze opstuwing kan mogelijk worden voorkomen of beperkt door de verbinding met de plassen en het zomerbed te wijzigen. Om dit te onderzoeken is in variant 3 deze verbinding weggelaten.

- Gebleken is dat alleen een overlaatconstructie rivierkundig onacceptabele effecten veroorzaakt ten aanzien van opstuwing in de as van de rivier. Een duiker die afsluitbaar is, geeft dit effect niet. Er wordt daarom in deze variant gekozen voor een afsluitbare duiker.
- Een verplaatsing van de overlaat geeft hetzelfde opstuwende effect op een andere locatie. De overlaat/duiker wordt daarom op de huidige locatie gehandhaafd.
- De kades ter bescherming van woningen, fabrieken en particuliere terreinen worden op minimaal dezelfde hoogte worden aangelegd als de laagste hoogte in de Geitenwaardsedam, dus NAP+14,50 m. De hoogte van de kades rondom de Lobberdenseweg en bestaande natuurgebieden is gesteld op NAP+14,30 m.
- Rekening houdend met een hoogteverschil onder het asfalt ten behoeve van kabels en leidingen van 0,75 m zou bij waterstanden tot NAP+11,15 m de Lobberdenseweg gebruikt kunnen blijven worden zonder schade te veroorzaken. Nieuwe kades zijn hierdoor feitelijk niet benodigd. Een afsluitbare duiker zal worden toegepast met een drempel op NAP+9,65 m en een afsluiter op NAP+11,15 m.

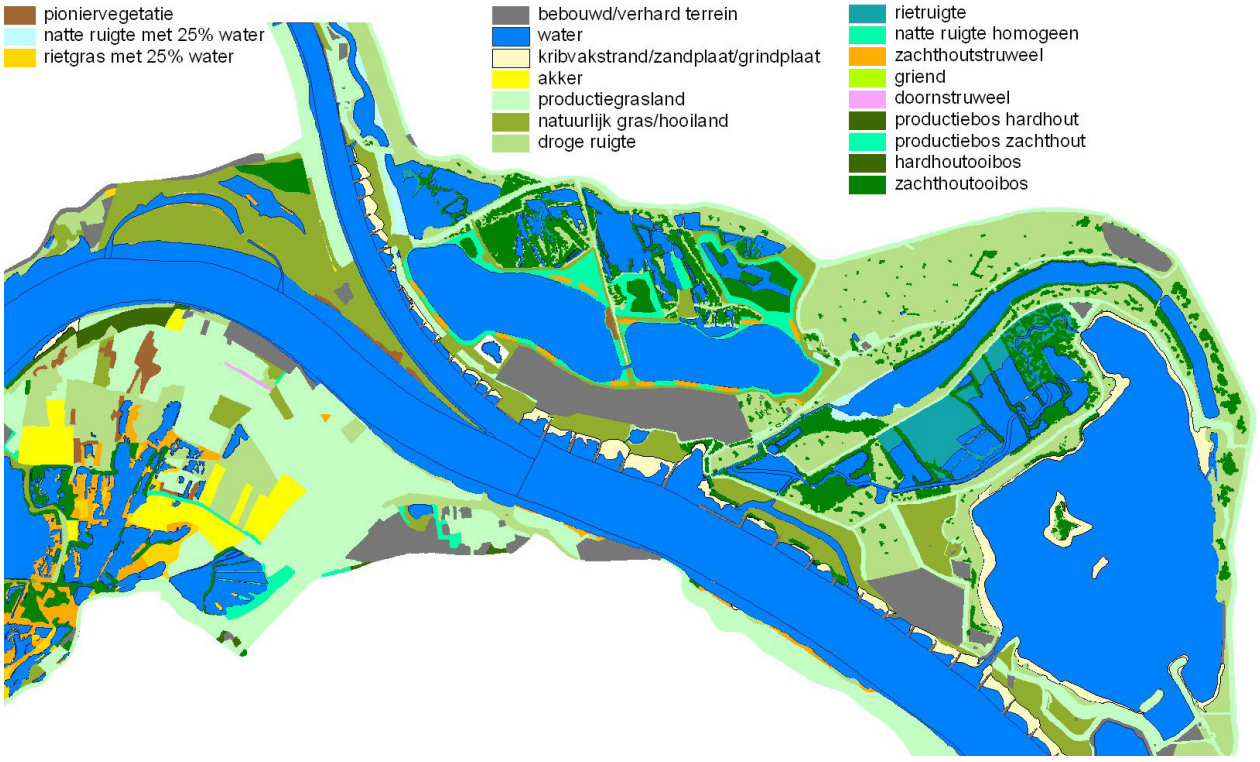
Variant 3 is verwerkt in Baseline en WAQUA met modelcode br_rijnw_p3. De beoordeelde effecten op de rivier van deze variant zijn aanleiding geweest om deze variant verder te beschouwen en te beoordelen volgens de verschillende aspecten uit het rivierkundig beoordelingskader.

Figuur 3.10 toont de bodemhoogte uit het WAQUA model voor variant 3 en figuur 3.11 toont de vegetatietypen.

Een detailtekening is opgenomen in de bijlage.



Figuur 3-10 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor het plan Lobberdense Waard variant 3



B

Figuur 3-11 Ruwheden in de modelschematisatie voor variant 3 in de eindsituatie (Baseline bestand ruwheidv)

3.6 Meest Milieuvriendelijk Alternatief (MMA)

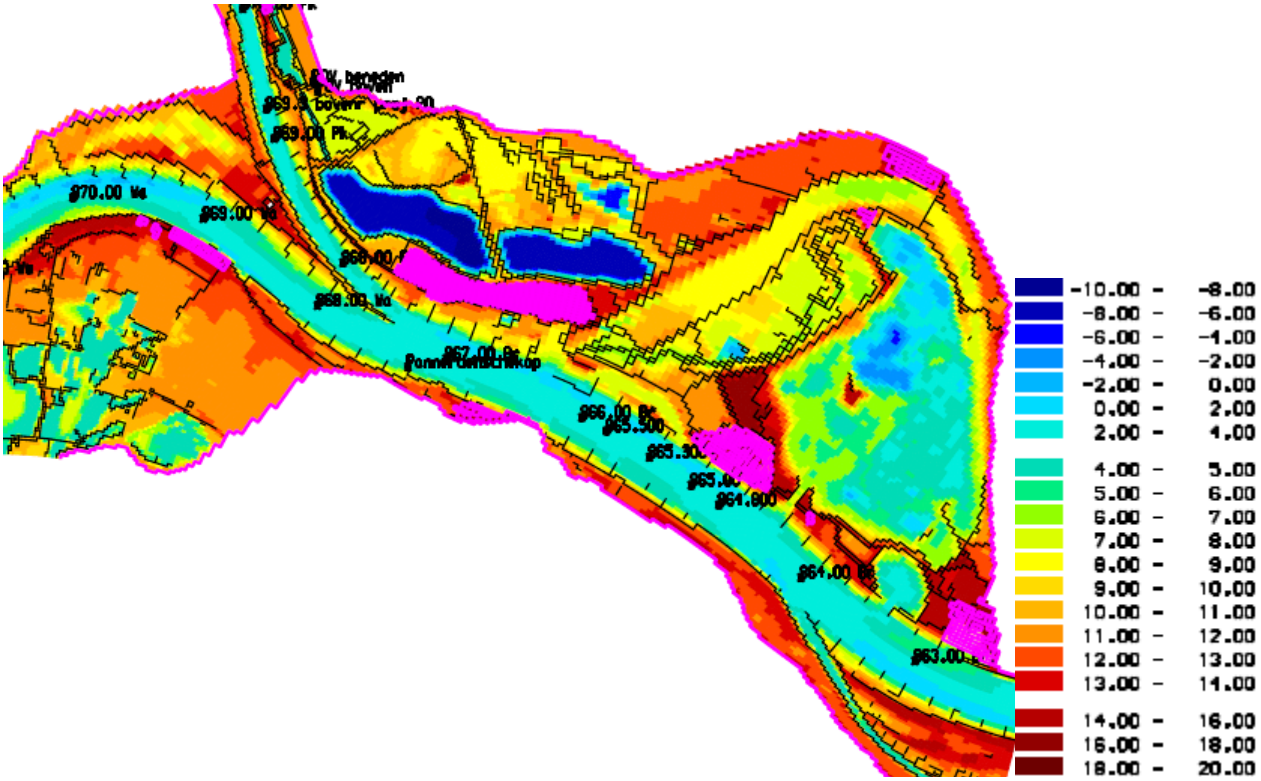
Op basis van de onderzochte varianten is een MMA vastgesteld voor de eindsituatie. Dit alternatief is ontwikkeld op basis van de verwachte effecten van de varianten. De volgende onderdelen zijn geselecteerd om te komen tot een Meest Milieuvriendelijk Alternatief:

- Variant 1: ter plaatse van de noordoever van de strang wordt 0,50 miljoen m^3 specie extra ingezet om ondiepere oeverzones te creëren. Dit levert een meerwaarde op voor vegetatieontwikkeling. Het profiel van de gehele noordoever wordt daarnaast aangepast met flauwere taluds binnen de reeds in het plan Lobberdense Waard voorziene herinrichting;
- Variant 2: ter plaatse van de noordoostlob wordt landschappelijk gezien meer openheid gecreëerd. Dit doet geen afbreuk aan de ecologische kwaliteit. Ten opzichte van het plan Lobberdense Waard neemt het oppervlak ooibos af ten gunste van een toename aan open ondiep water, moeras en ruigte;
- Als gevolg van de toename van ondiep water in plaats van ooibos bij variant 2, komt extra specie beschikbaar die kan worden ingezet rondom de locatie van de tijdelijke invaart. Zo ontstaat naast de Leidam een bredere oeverzone met ondiep water en vindt een verdere landschappelijke versmalling van de strang plaats;
- Variant 3: een overlaatconstructie is niet gewenst vanwege negatieve opstuwende effecten. Verplaatsing is niet aan de orde. Een afsluitbare duiker wordt gekozen waarbij waterstanden kunnen fluctueren tussen +9,65 m. NAP en +11,15 m. NAP. Hiermee worden nagenoeg geen rivierkundige en geo-hydrologische effecten veroorzaakt;
- Als gevolg van de keuze voor de uitwerking van variant 3 kunnen alle nieuw op te werpen kades achterwege worden gelaten in de eindsituatie. De barrières tussen de strang en de kleiputcomplexen verdwijnen hiermee waardoor landschappelijk zachte overgangen ontstaan met de voor riviernatuur geleidelijke overgangen en gradiënten. In plaats van de keuze voor een hoog- of laagdynamisch systeem ontstaat er een semidynamisch systeem;
- De mitigerende maatregelen als gevolg van de passende beoordeling aangaande de kamsalamander worden overgenomen. Dit betekent dat ten oosten van de steenfabriekterreinen nieuwe poelen worden aangelegd en centraal in het gebied nabij de grote hoogwatervluchtplaats. Daarnaast worden naast de Geitenwaardsedam enkele poelen aangelegd die als stapsteen kunnen gaan dienen voor amfibieën om te migreren van de ene poel naar de andere;
- Ten aanzien van recreatieve verbindingen wordt een oude route van steenfabriek Kijfwaard Oost naar de Geitenwaardsedam, die in vroeger tijden door steenfabriekarbeiders werd gebruikt, hersteld. Het eerste deel zal verdwijnen vanwege aanleg van de strang, maar hier is een aansluiting op de parkeervoorziening aan de Lobberdenseweg mogelijk. Aan de zuidkant van de kleiputten wordt het pad op de kade weer zichtbaar gemaakt. Het deel tussen de kleiputten en de Geitenwaardsedam zal in de eindfase worden hersteld, ter plaatse van de overgang van de strang naar de noordoostlob. Hier is de dynamiek van de rivier goed zichtbaar en beleefbaar;
- De verbinding tussen de oostelijke en westelijke strang in de Lobberdenseweg wordt naar het noorden verschoven en komt op de noordoever te liggen waardoor de beleving van de dynamiek beter tot zijn recht komt; Er is geen directe verbinding meer tussen de oostelijke en westelijke plas, zoals in variant 3 is opgenomen;

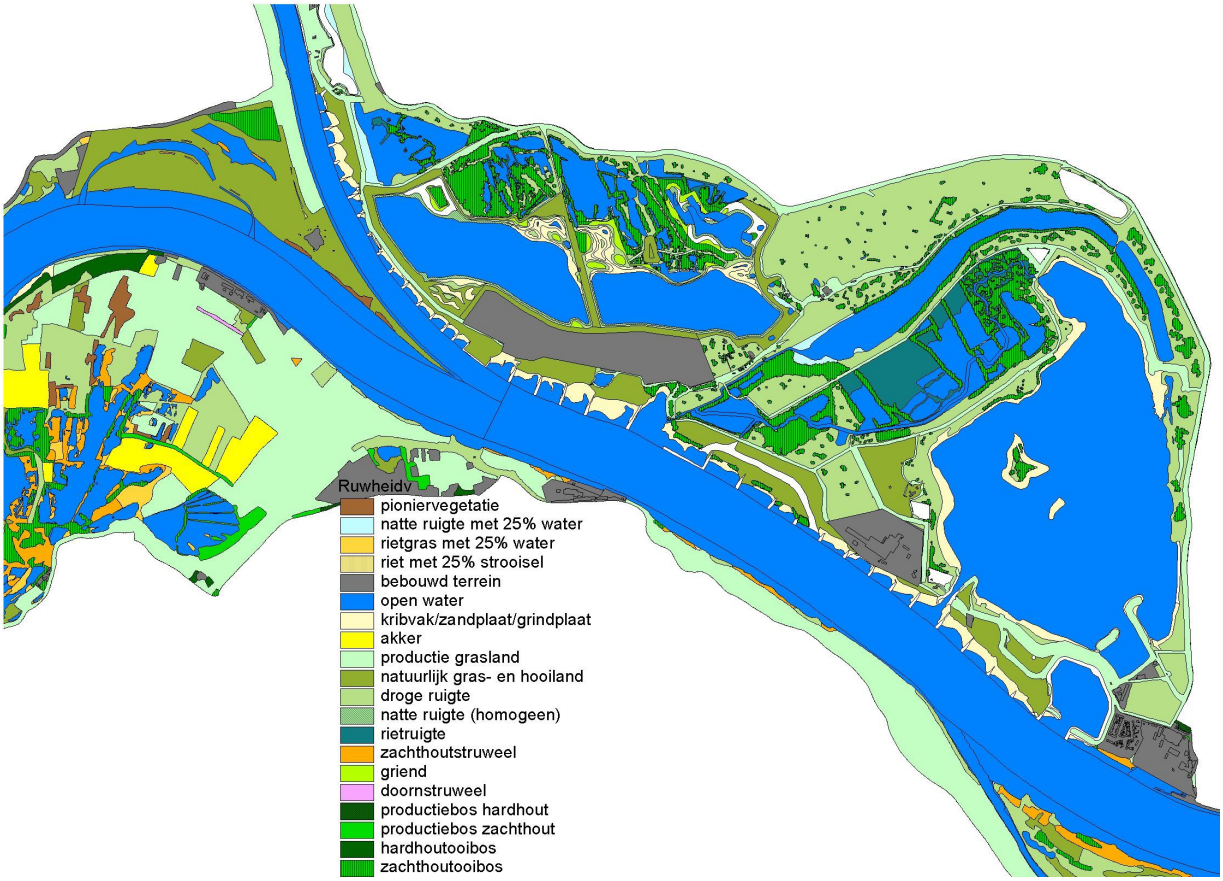
- Rondom de Lobberdenseweg is gekozen voor zand- en grindoevers c.q. platen, die zeer geschikt zijn voor watervogels en steltlopers. Deze zullen niet zo snel dichtgroeien en geven meer openheid aan het landschap;
- De inpassing op de noordoever van een steilwand voor oeverzwaluwen en het aan de zuidwestzijde naast de steenfabriek creëren van een rivierduinenlandschap;
- Ten noorden van de oostelijke plas is een nieuwe plas toegevoegd met een diepte van NAP -5 m. Hierdoor wordt het oppervlakte ooibos gereduceerd ten opzichte van variant 3;
- Het hoogwatervrije terrein aan de noordkant van de oostelijke plas is verkleind in oppervlakte ten opzichte van variant 3.

Het MMA is verwerkt in Baseline en WAQUA met modelcode br_rijnw_e1. De beoordeelde effecten op de rivier van het MMA worden hieronder uiteengezet volgens de verschillende aspecten uit het rivierkundig beoordelingskader.

Figuur 3.12 toont de bodemhoogte uit het WAQUA model voor het MMA en figuur 3.13 toont de vegetatietypen, zoals deze in Baseline zijn geschematiseerd.



Figuur 3-12 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor het MMA Lobberdense Waard



Figuur 3-13 Ruwheden in de modelschematisatie voor het MMA Lobberdense Waard in de eindsituatie (Baseline bestand ruwheidv)

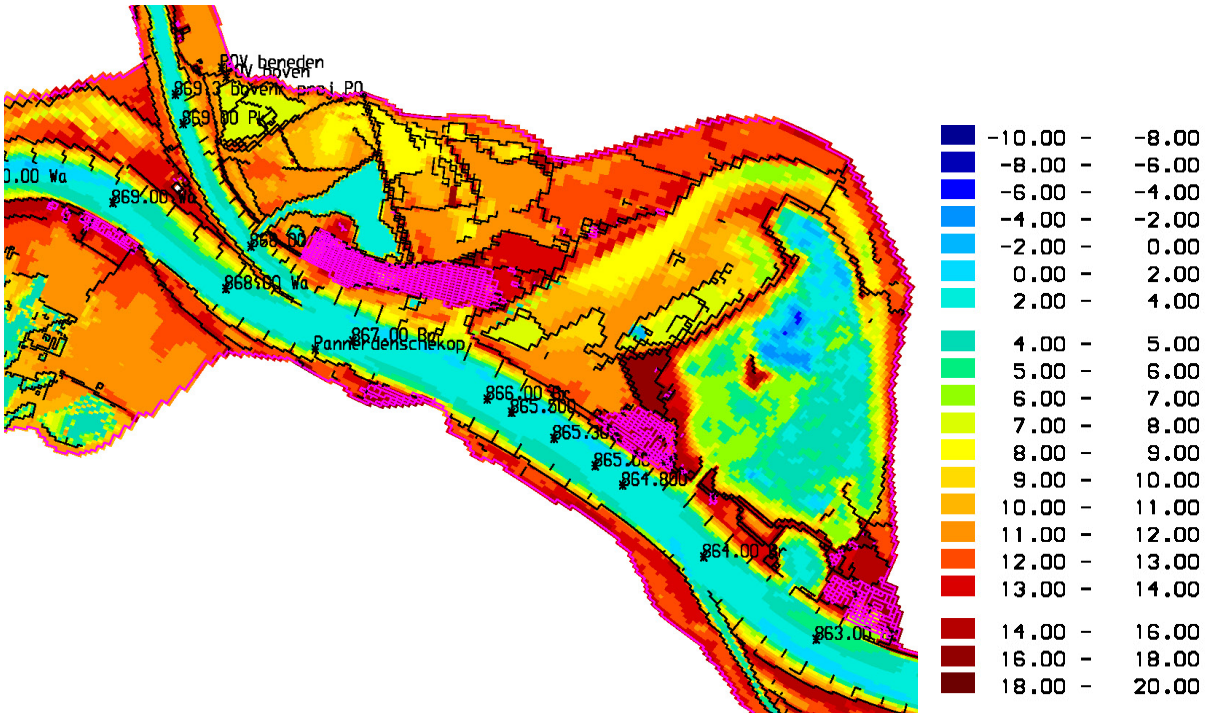
Een detailtekening van het MMA ontwerp is opgenomen in bijlage 4.

3.7 Interim plan

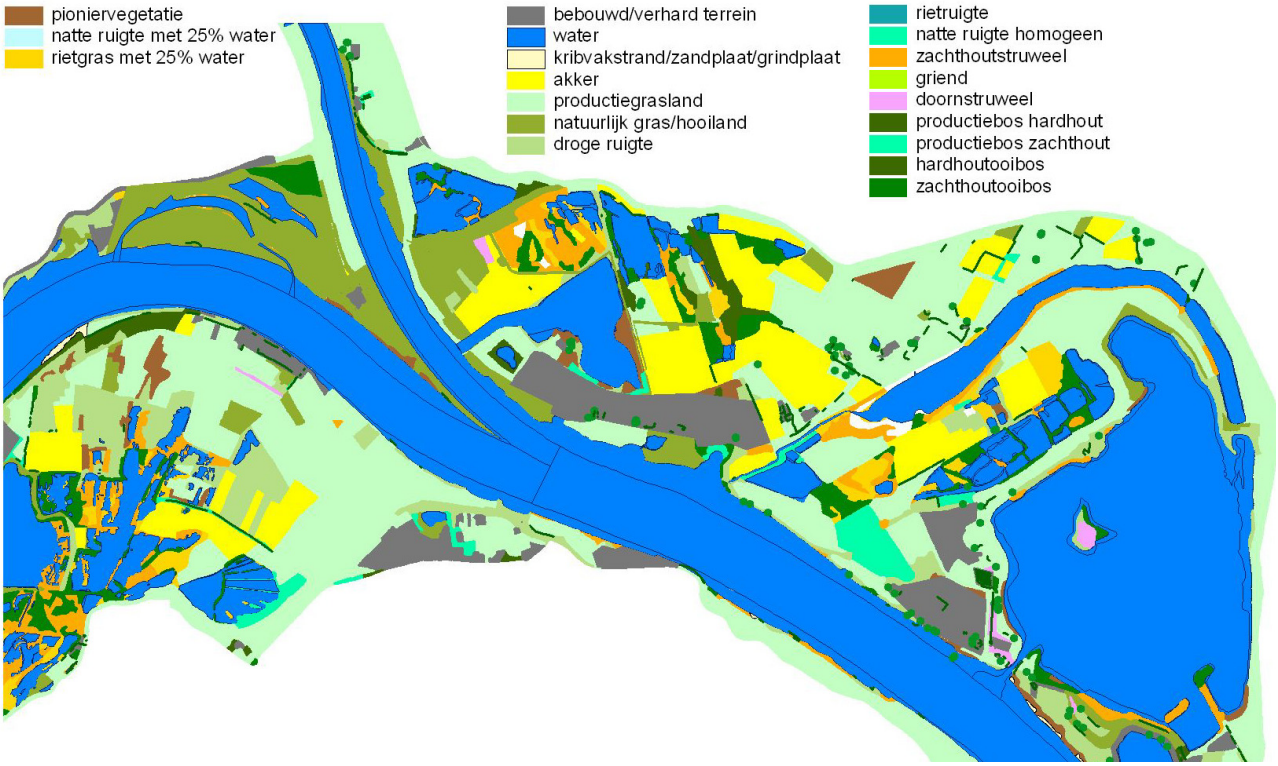
De interim situatie gaat in op de werkwijze van de uitvoering van het project en heeft betrekking op drie aspecten: De locatie, de verblijftijd van klasseerinstallaties en ander materieel. En op welke wijze een terugtrekkende beweging gemaakt kan worden met materieel en uitvoering, zodat in een beperkt deel van het gebied wordt gewerkt en een ander deel al gereed is ten behoeve van de ontwikkeling van natuurwaarden. Overlast en hinder voor de omgeving speelt hierbij een belangrijke rol. De interim situatie gaat uit van het isoleren van een deel van het projectgebied (alleen oost of geheel) ten opzichte van de rivier.

In figuur 3.14 zijn de ontgravingslijnen weergegeven in de interim situatie. Figuur 3.15 en 3.16 tonen respectievelijk de geschematiseerde bodemhoogte en de vegetatietypen. In de interim situatie wordt een aantal kaden aangelegd. Hiervoor wordt een opening gerealiseerd naar de rivier. De brug tussen de te graven westelijke en oostelijke plas wordt in de tijdelijke situatie reeds aangelegd. Ook worden de zuidelijke hoogwatervrije terreinen verbonden. In de interim situatie is een tijdelijk kleidepot voorzien aan de noordoostzijde van het plangebied. Daarnaast worden drie hoogwatervluchtplaatsen aangelegd.

Figuur 3-14 Ontgravingslijnen (plan Lobberdense Waard) voor de interim situatie (bron: CIV)



Figuur 3-15 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor de tijdelijke situatie (br_rijnw_c1)



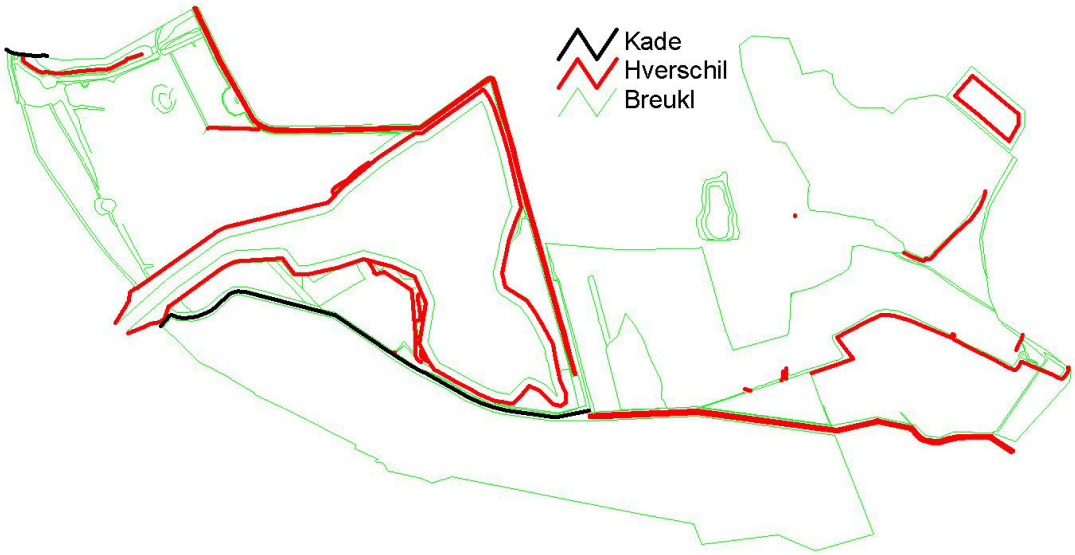
Figuur 3-16 Vegetatietypen in de modelschematisatie voor de interim situatie (Baseline bestand ruwheidv)

3.8 Tijdelijke variant 4a

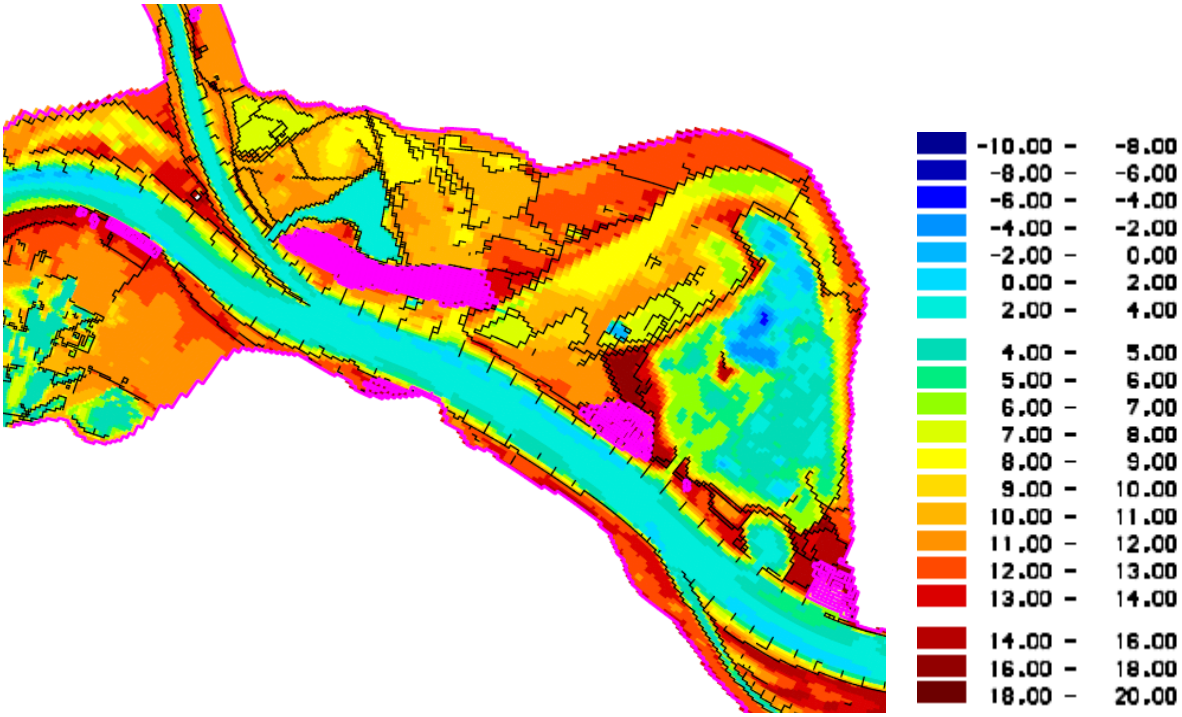
Variant 4a beschrijft een eerste inrichtingsmogelijkheid voor de tijdelijke situatie. Deze situatie wordt gekenmerkt door de volgende aanpassingen t.o.v. de referentiesituatie.

- Een ontgraving van een halve meter in zowel het westelijke als oostelijke gedeelte.
- Er is uitgegaan van pioniersvegetatie op deze ontgraven gebieden.
- Het westelijke gedeelte is omkaad. De Lobberdense Weg blijft behouden als kade.
- Het hoogwatervrije terrein in het westelijke gedeelte en het hoogwatervrije terrein en het depot in het oostelijke gedeelte blijven staan.
- Het natuurgebied in het oostelijke gedeelte is behouden.
- Op rivierkilometer 868 is een invaart gecreëerd die aansluit op de plas in het westelijke gedeelte.
- Het hoogwatervrije terrein is uitgebreid naar westelijke richting en sluit aan op deze invaart. Dit terrein ligt op 16m +NAP.

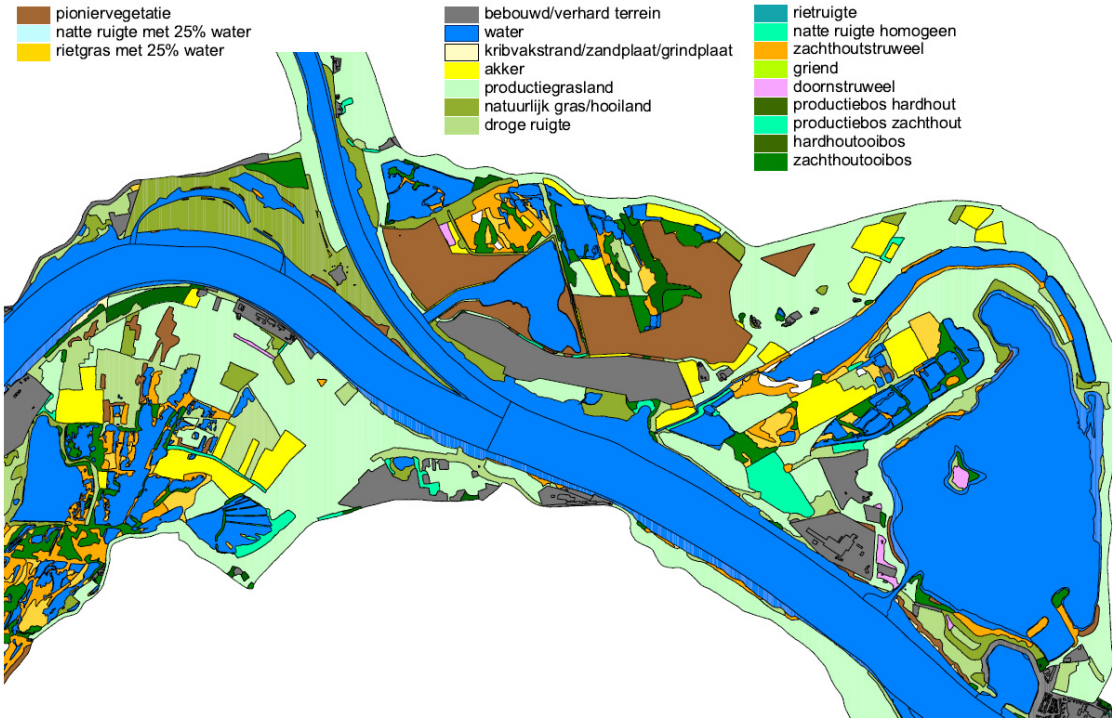
In figuur 3.17 zijn de ontgravingslijnen weergegeven voor variant 4a. Figuur 3.18 en 3.19 tonen respectievelijk de geschematiseerde bodemhoogte en de vegetatietypen.



Figuur 3-17 Ontgravingslijnen (plan Lobberdense Waard) voor de tijdelijke variant 4a



Figuur 3-18 Bodemhoogte in de WAQUA-schematisatie voor variant 4a (br_rijnw_c2)



Figuur 3-19 Vegetatietypen in de modelschematisatie voor variant 4a (Baseline bestand ruwheidv)

Een detailtekening is opgenomen in de bijlage.

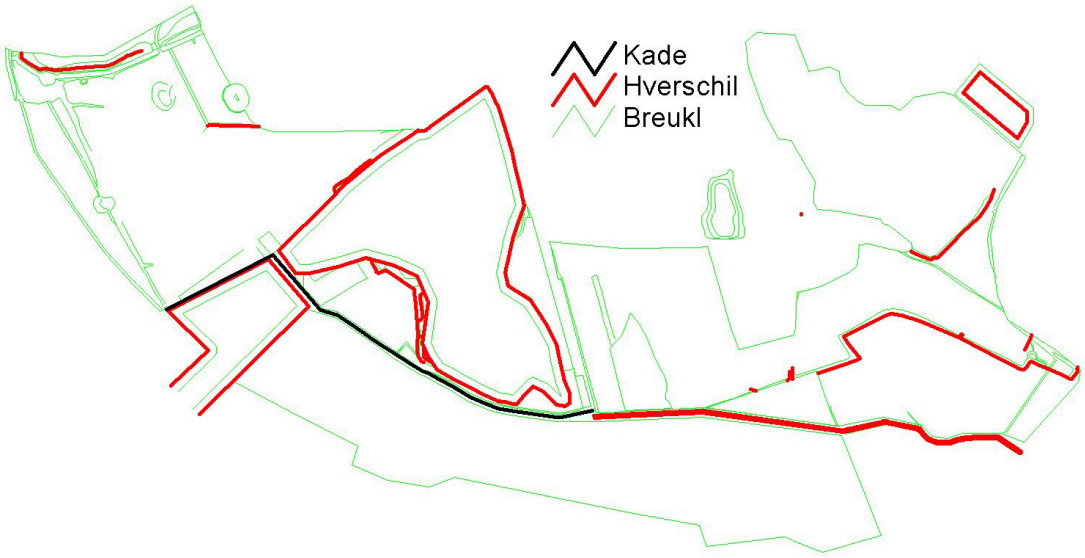
3.9 Tijdelijke variant 4b

Variant 4b beschrijft een tweede inrichtingsmogelijkheid voor de tijdelijke situatie. Deze situatie wordt gekenmerkt door de volgende aanpassingen t.o.v. de referentiesituatie:

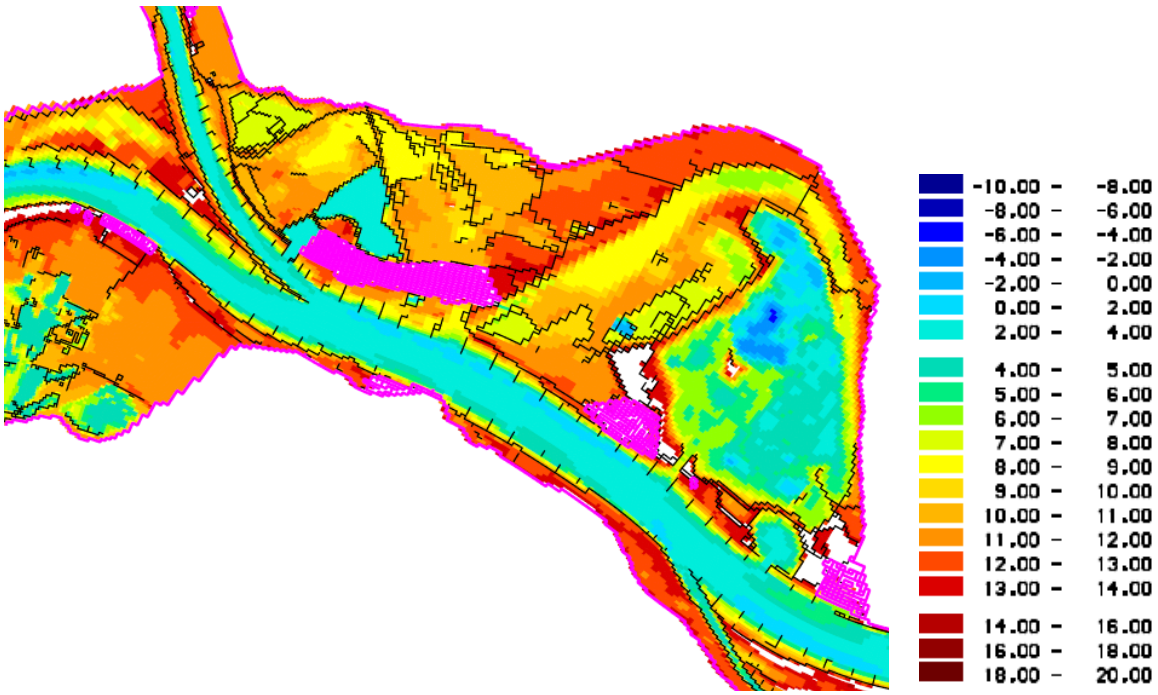
- een ontgraving van een halve meter in zowel het westelijke als oostelijke gedeelte;
- er is uitgegaan van pioniersvegetatie op deze ontgraven gebieden;
- er is geen sprake meer van een kade rondom het oostelijke of westelijke gedeelte. Enkel de Lobberdense Weg blijft behouden als kade;
- het hoogwatervrije terrein in het westelijke gedeelte en het hoogwatervrije terrein en het depot in het oostelijke gedeelte blijven staan;
- het natuurgebied in het oostelijke gedeelte is behouden;
- op rivierkilometer 868 is een invaart gecreëerd die aansluit op een omkade overslaglocatie. Deze overslaglocatie is afgesloten van de plas in het westelijke gedeelte door middel van een kade.

Het hoogwatervrije terrein is uitgebreid naar westelijke richting en sluit aan op de overslaglocatie. Dit terrein ligt op NAP+16 m.

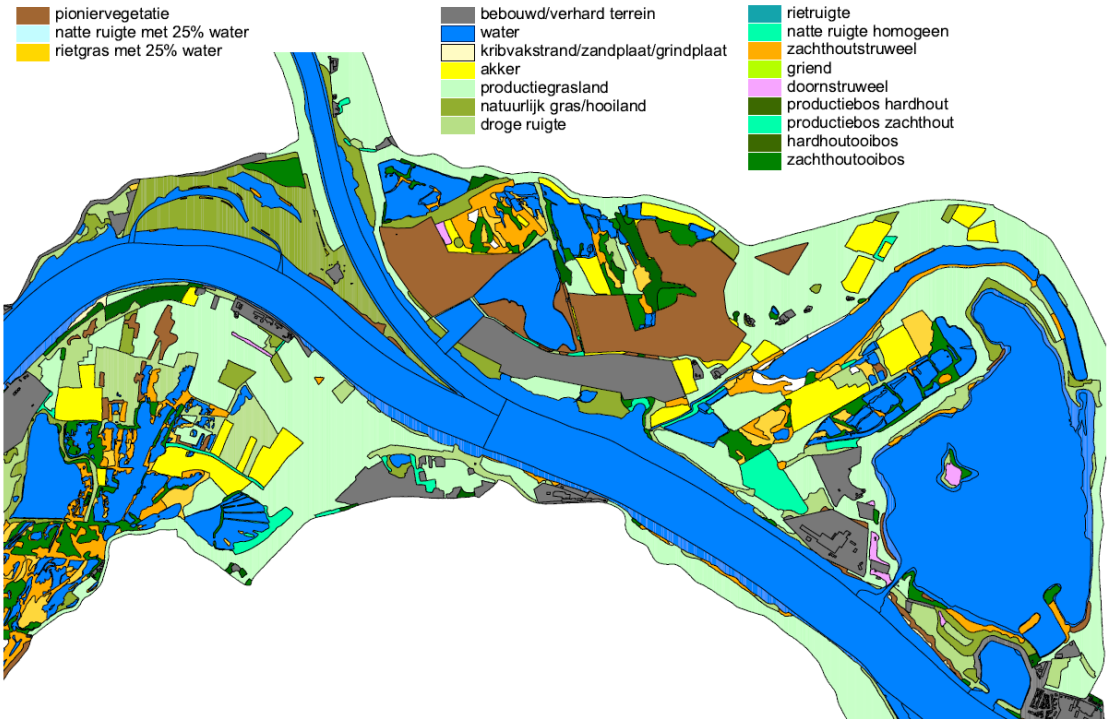
In figuur 3.20 zijn de ontgravingslijnen weergegeven voor variant 4b. Figuur 3.21 en 3.22 tonen respectievelijk de geschematiseerde bodemhoogte en de vegetatietypen.



Figuur 3-20 Ontgravingslijnen (plan Lobberdense Waard) voor de tijdelijke variant 4b



Figuur 3-21 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor variant 4b (br_rijnw_c3)

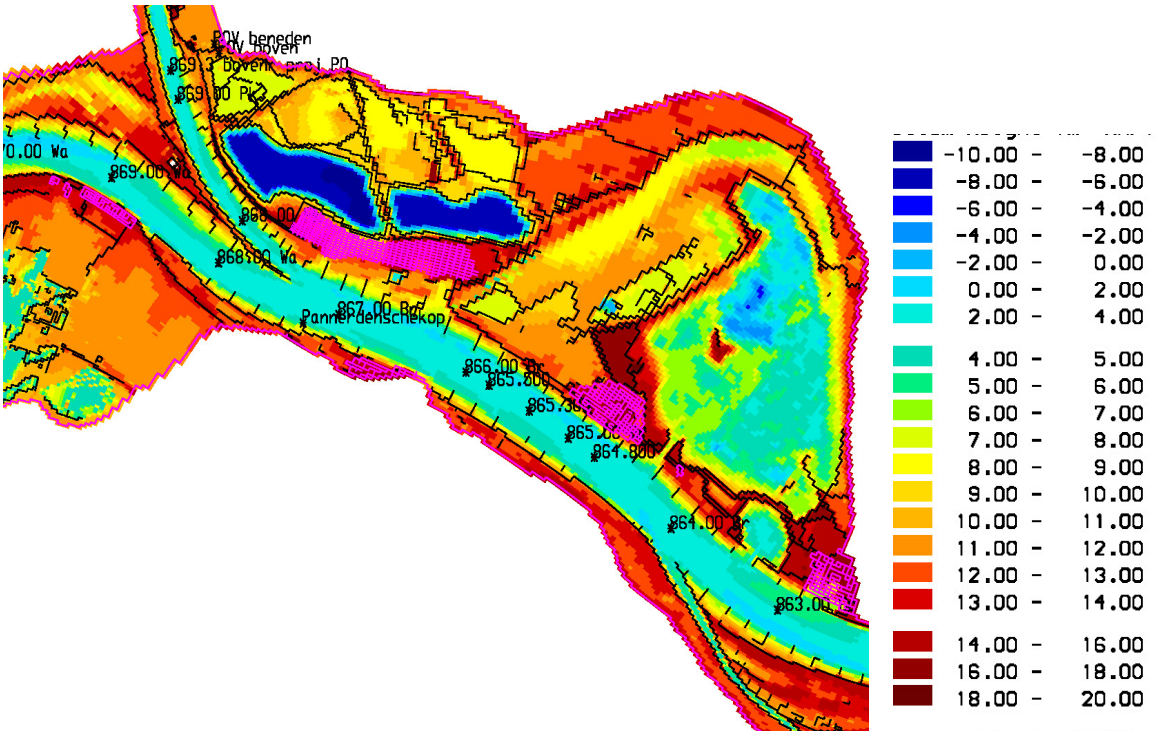


Figuur 3-22 Vegetatietypen in de modelschematisatie voor variant 4b (Baseline bestand ruwheidv)

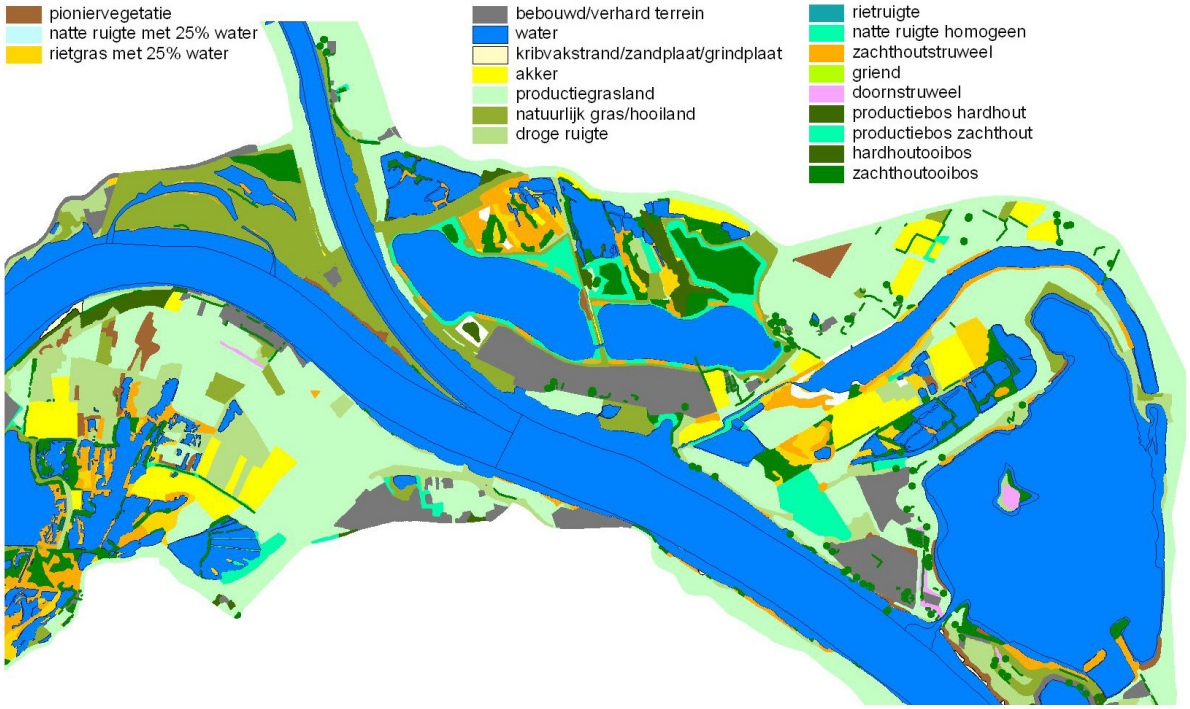
Een detailtekening is opgenomen in de bijlage.

3.10 Plan Lobberdense Waard zonder Rijnwaardenplan

Voor Wbr-vergunningsaanvragen dient te worden onderzocht wat het plan Lobberdense Waard op zichzelf aan rivierkundige effecten meebrengt. Daarom is het Rijnwaardenplan hier niet meegenomen als onderliggend plan voor variant 3. Onderstaand is de bodemhoogte weergegeven in WAQUA.



Figuur 3-23 Bodemhoogte in de WAQUA schematisatie voor variant 3 zonder Rijnwaardenplan (br_rijnw_d1)



Figuur 3-24 Ruwheden in de modelschematisatie voor variant 3 zonder Rijnwaardenplan in de eindsituatie (Baseline bestand ruwheidv)

3.11 Overzicht fasering uitwerken plan

Er zijn drie fasen te onderscheiden ten aanzien van de realisatie van het plan, te weten de aanlegfase, de interimfase en de eindfase.

3.11.1 Aanlegfase

In de aanlegfase worden de voorzieningen getroffen die noodzakelijk zijn om particuliere eigendommen te beschermen tegen de invloed van de rivier, zoals de aanleg van kades. Daarnaast wordt de afdekkende klei ontgraven, worden hoogwatervluchtplaatsen ingericht, worden diverse inrichtingvoorzieningen aangelegd, zoals een vrij liggend fietspad, en wordt ten behoeve van de instandhouding van de bereikbaarheid een tijdelijke brug gerealiseerd.

3.11.2 Interimfase

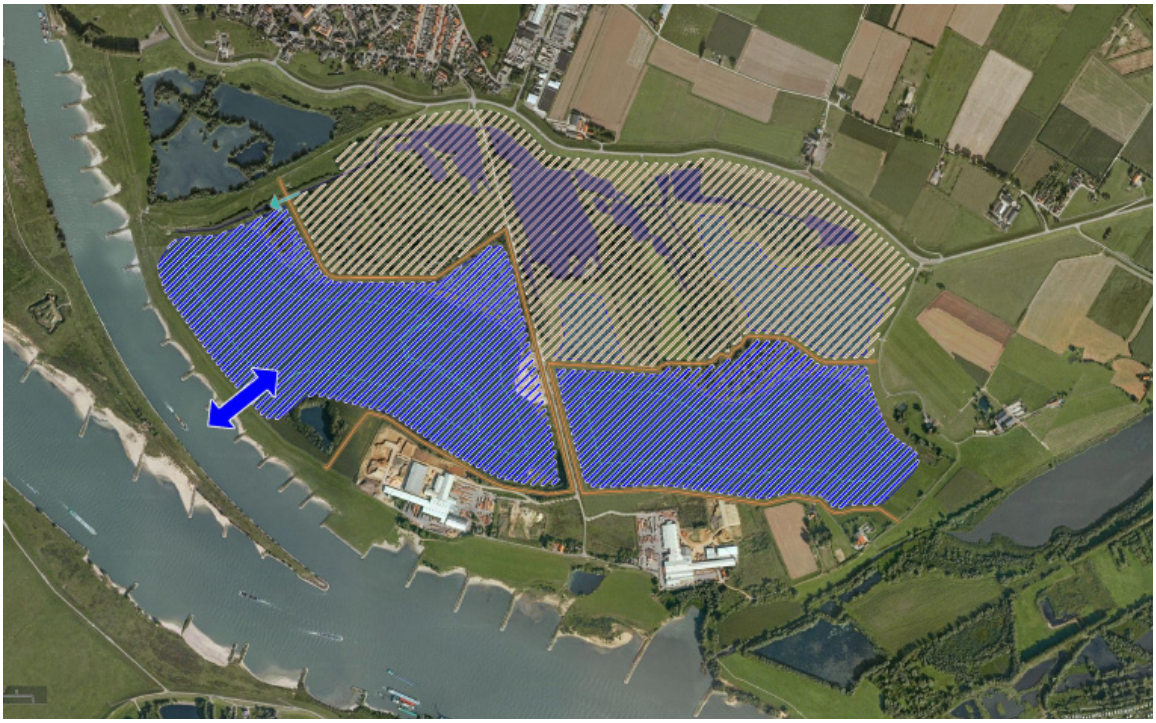
In deze fase vindt de feitelijke uitvoering van het werk plaats met het ontgraven van de hoogwatergeul, het maken van de tijdelijke verbinding tussen de uiterwaard en de rivier en aan het einde van de fase de herinrichting en verondieping van oevers met circa 4 miljoen m^3 specie. De bijgevoegde figuur geeft de situering van de ingrepen weer. De oranje lijnen duiden de nieuw te introduceren kades weer die bescherming bieden aan het achterland. De hoogte van de kades nabij woningen en fabrieken bedraagt 14.50+ NAP (overeenkomstig de laagste hoogte in de Geitenwaardsedam in de huidige situatie).
De kades langs de Lobberdenseweg en natuurgebieden bedraagt 14.30+ NAP (overeenkomstig de hoogte van de Geitenwaardsedam, rekening houdend met een verval van 20 cm in de rivier tussen de Geitenwaardsedam en de tijdelijke invaart).

De rode pijl is een abstracte weergave van de locatie van de tijdelijke brug met de onderdoorvaart voor schepen. De lichtblauwe lijnen geven de onderwater teenlijn van het talud aan.
De bodem bedraagt -8.00 NAP in oost en -6.50 NAP in west. De taluds hebben een verhouding 1:3 op plaatsen waar deze weer worden verondiept en 1:4 op plaatsen waar het ontgravingprofiel tevens eindprofiel is. De grote blauwe pijl geeft de locatie van de verbinding tussen de uiterwaard en de rivier weer.

3.11.3 Eindfase

De laatste fase behelst het verwijderen van tijdelijke inrichtingsmaatregelen zoals de brug, het afronden van de herinrichting en verondieping van oevers en het afsluiten van de uiterwaard van de rivier. Het natuurbeheergebied wordt uitgebreid tot de volle omvang van het totale gebied en de basis is daarmee gelegd voor een duurzame ontwikkeling van het gebied in het kader van natuurwaarden behorend bij een hoge (donkerblauwe arcering) en lage dynamiek (gele arcering). Tussen de rivier en het projectgebied wordt een drempel (blauwe pijl) gerealiseerd met een hoogte van 9.65+ NAP (overeenkomstig de huidige situatie).

Figuur 3-25 Maximale contour ontgronding interimfase



Figuur 3-26 Dynamiek eindsituatie

Figuur 3-27 Natuurlijke begroeiing eindsituatie (met als oranje stippen de hoogwatervluchtplaatsen en in blauw de nieuwe poelen)

4 HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR VARIANT 3

In dit hoofdstuk zijn de hydraulische effecten voor variant 3 gepresenteerd. De gepresenteerde effecten gaan in op de verschillende aspecten uit het rivierkundig beoordelingskader. Paragraaf 4.1 en 4.2 toont de maximale waterstandsdaling in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1) en de maximale opstuwing buiten de as van de rivier bij MHW (aspect 1.2). In paragraaf 4.3 wordt het effect op de afvoerverdeling bij een afvoer van 16.000, 15.000 en 10.000 m^3/s getoond, dit is aspect 1.3 en 1.4 uit het rivierkundig beoordelingskader. Paragraaf 4.4 gaat in op de effecten op de inundatiefrequente (aspect 2.1), paragraaf 4.5 op de schade en hinder bij een normaal hoogwater (aspect 2.2). De effecten op de scheepvaart ten gevolge van dwarsstroming worden beoordeeld in paragraaf 4.6 en paragraaf 4.7 gaat in op de morfologische effecten.

4.1 Effecten in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1)

Voor het plan Rijnwaarden geldt een taakstelling van 11 cm waterstandsdaling bij MHW ter hoogte van kmr 863 (bovenstroomse grens projectgebied). Daarbij moet de benedenstroomse opstuwingspiek zo miniem mogelijk zijn.

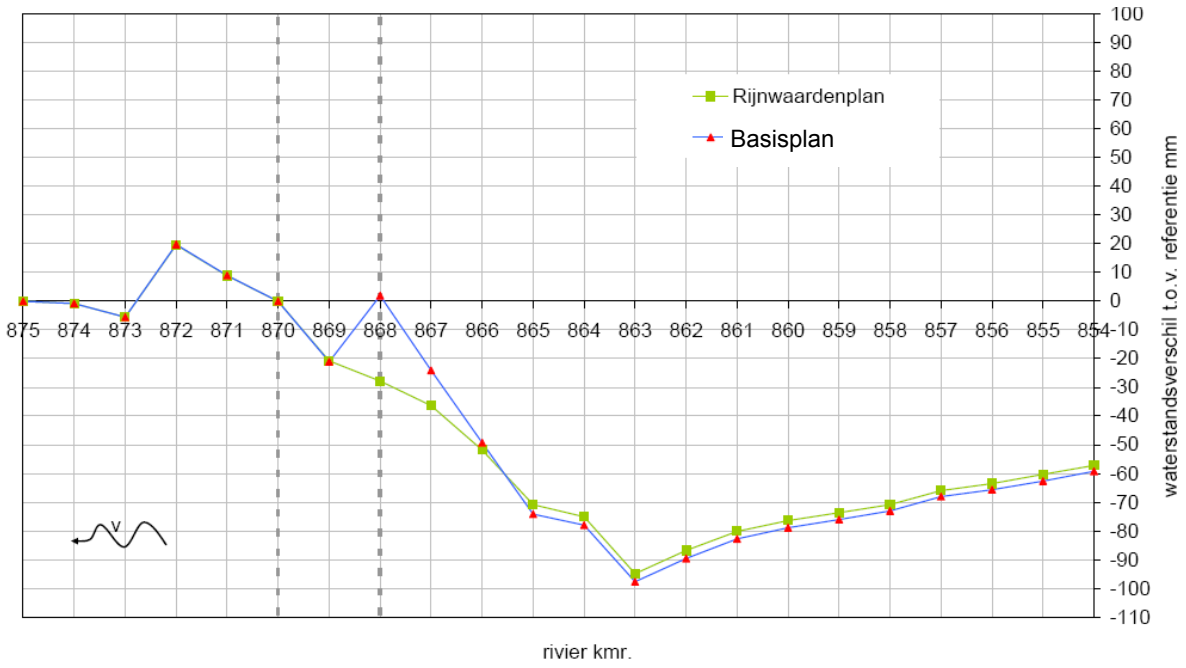
Het schetsontwerp van het Plan Rijnwaarden zorgt voor een maximale verlaging van de waterstand op kmr. 863,0 van 9,4 cm ten opzichte van de huidige situatie. Benedenstrooms, ter hoogte van kmr 872,5 treedt een verhoging van de waterstand op van maximaal 2,3 cm. Om de bereikte waterstandsdaling in het plan Rijnwaarden te verhogen naar de taakstelling van 11,0 cm, is door RWS-ON aan alle initiatiefnemers van de deelprojecten gevraagd om een inspanning te leveren om per deelprojectgebied meer waterstandsdaling te halen dan de 9,4 cm van het schetsontwerp.

Figuur 4.1 geeft het waterstandsverschil in de as van de rivier voor het basisplan per rivierkilometer. De maximale waterstandswinst van het basisplan bedraagt 9,7 cm ter plaatse van kmr. 863[1]. Dit is een toename van de maximale waterstandsverlaging van 0,3 cm ten opzichte van het Rijnwaardenplan[2].
De maximale opstuwing in de as van de rivier treedt op in het Pannerdensch Kanaal en bedraagt 2,0 cm op kmr 872. Een deel van deze opstuwing wordt veroorzaakt door de Groene rivier die eveneens in de modelschematisatie zit. Door de geconcentreerde uitstroom van water bij de uitstroomopening van de Groene Rivier, treedt er op deze locatie de hoogste opstuwing op. De maximale opstuwing in de as van de rivier is echter kleiner dan die in het schetsontwerp.
Bij kmr. 868 is het effect te zien van de uitstroomopening van de plas in de Lobberdense Waard naar het zomerbed. Door de geconcentreerde uitstroming van water naar het zomerbed, treedt hier een lokale waterstandsverhoging op.

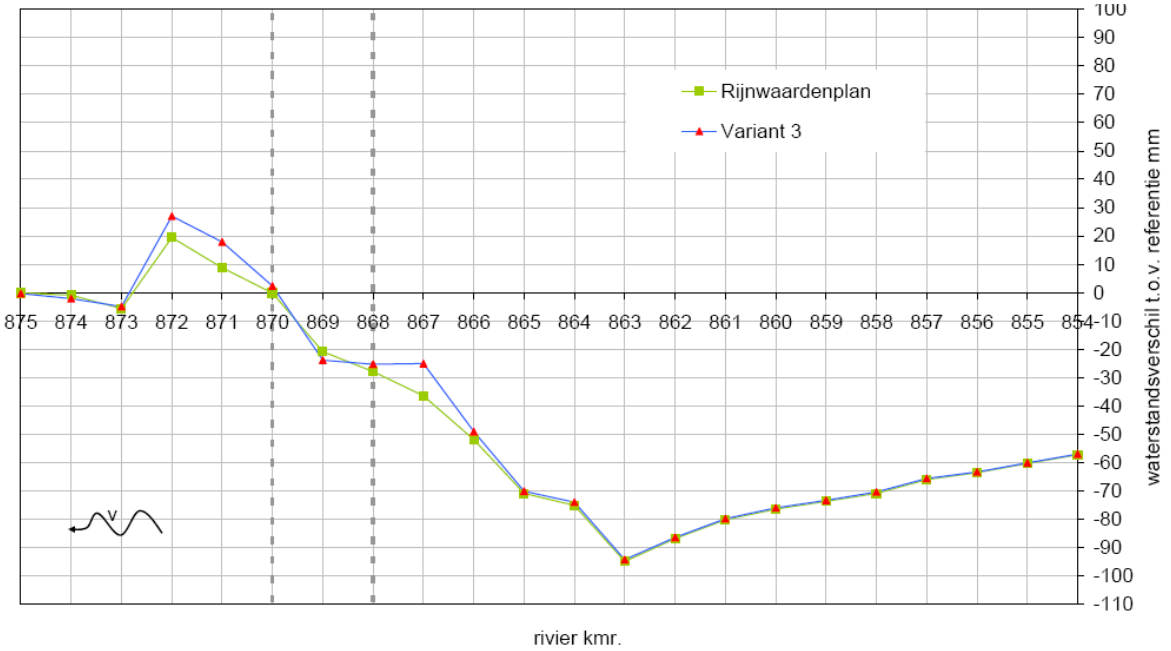
[1] De grafiek toont de waterstandsverschillen per rivierkilometer. Tussen deze punten in kan het waterstandsverschil groter of kleiner zijn.

[2] Er wordt opgemerkt dat ditzelfde Rijnwaardenplan met WAQUA versie 2006-01 maar 8,9 cm winst haalt. Dit kan te maken hebben met de veranderde ruwheidsdefinitie in WAQUA versie 2008-01.

Bij variant 3 is de instroomopening verwijderd. Hierdoor wijzigt het waterstandsverschil in de as van de rivier ten opzichte van het basisplan. Figuur 4.2 toont het waterstandsverschil in de as van de rivier voor variant 3 ten opzichte van de referentiesituatie per rivierkilometer. De maximale waterstandsdaling van variant 3 bedraagt 9,5 cm ter plaatse van kmr. 863,2.
De maximale opstuwing in de as van de rivier treedt op benedenstrooms van de Pannerdensche Overlaat, op kmr. 872,2, en bedraagt 30,2 mm. Dit is een toename van 0,7 cm ten opzichte van het schetsontwerp.
Door het sluiten van de uitstroomopening naar de Lobberdense plas is de opstuwing bij het uitstroompunt (kmr 868) verdwenen.

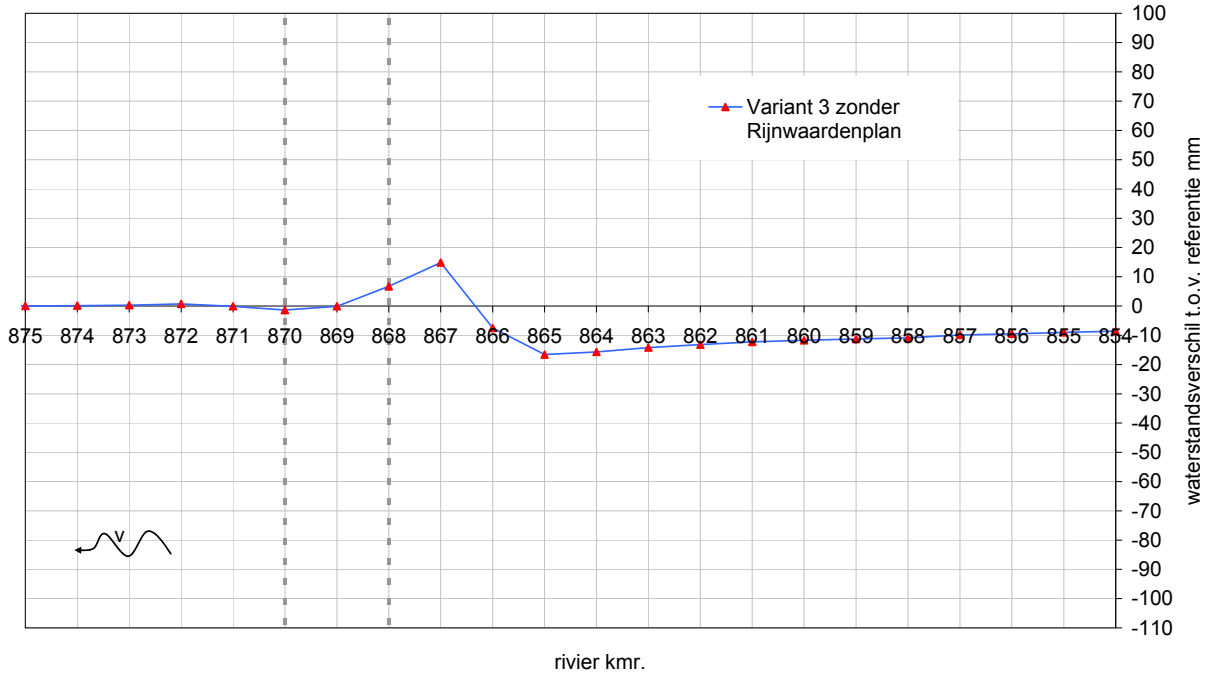


Figuur 4-1 Waterstandsverschil per kilometerpunt in de as van de rivier voor het basisplan (br_rijnw_p1) bij 16.000 m^3/s (vaste) afvoer te Lobith ten opzichte van de referentiesituatie



Figuur 4-2 Waterstandsverschil per kilometerpunt in de as van de rivier voor variant 3 (br_rijnw_p3) bij 16.000 m3/s (vaste) afvoer te Lobith ten opzichte van de referentiesituatie

Het waterstandseffect in de as van de rivier is ook onderzocht voor variant 3 zonder het plan Rijnwaarden. Deze beoordeling is bedoeld om inzicht te krijgen in het effect van het individuele deelgebiedsplan Lobberdense Waard, zonder de effecten van de overige deelprojecten binnen het plan Rijnwaarden. Deze beoordeling vindt plaats bij de op dit moment geldende MHW, oftewel een (vaste) afvoer van 15.000 m^3/s te Lobith.
Figuur 4.3 toont het waterstandsverschil in de as van de rivier per kilometerpunt van deze beoordeling. De maximale opstuwing in de rivier is 1,9 mm in de as van de rivier ter plaatse van kmr. 867. De maximale waterstandswinst bedraagt 17 mm op kmr 865.



Figuur4-3 Waterstandsverschil in de as van de rivier per kilometerpunt voor Variant 3 zonder Rijnwaardenplan (br_rijnw_d1) bij een vaste afvoer van 15.000 m3/s te Lobith ten opzichte van de referentiesituatie

In tabel 4.1 zijn de bovengenoemde resultaten overzichtelijk samengevat voor de beoordeling bij 16.000 m^3/s en in de onderste 2 rijen voor variant 3 bij 15.000 m^3/s.

Tabel 4-1 Waterstandseffecten in de as van de rivier bij MHW (16.000 m3/s) voor de 2 varianten inclusief het Rijnwaardenplan en voor de beoordeling van variant 3 bij 15.000 m3/s

	Rijnwaardenplan (schetsontwerp)	**Basisplan Lobberdense Waard**	**Variant 3**
16.000 m^3/s			
Maximale verlaging in de as	-9,4 cm (kmr 863)	-9,7 cm (kmr 863)	-9,5 cm (kmr 863)
Maximale opstuwing in de as	+2,3 cm (kmr 872)	+2,0 cm (kmr 872)	+3,0 cm (kmr 872)
15.000 m^3/s			**Variant 3 zonder Rijnwaardenplan**
Maximale verlaging in de as	Nvt	Nvt	-1,7 cm (kmr 865)
Maximale opstuwing in de as	Nvt	Nvt	+1,9 cm (kmr 867)

Voor variant 1 en 2 zijn geen berekeningen uitgevoerd. Deze varianten zijn rivierkundig niet onderscheidend van het basisplan.

Op basis van bovenstaande modelresultaten kan worden geconcludeerd dat variant 3 minder scoort dan het basisplan qua behaalde waterstandsdaling in de as van de rivier op de projectgrens, 9,7 cm om 9,5 cm waterstandsdaling. Echter door de aanwezigheid van de permanente opening tussen de plas en het zomerbed op kmr 868 scoort het basisplan slechter op basis van de opstuwing in de as van de rivier. Hier scoort variant 3 beter doordat de opening hier gesloten is. De verwachting is dat het sluiten van de opening ook een positief effect zal hebben op de aspecten dwarsstroming, morfologie en schade en hinder. Het basisplan zal vanwege de opening op deze aspecten slechter scoren dan variant 3. Variant 3 wordt daarmee kansrijker geacht dan het basisplan. Dit heeft er toe geleid om de keuze te maken voor variant 3 als voorkeursvariant.

Deze overweging leidt er toe dat gekozen is om variant 3 verder te beoordelen op de overige aspecten. In paragraaf 4.2 wordt het aspect van waterstanden buiten de as van de rivier nog beschouwd voor zowel het basisplan als variant 3. de overige aspecten uit het RBK worden enkel beoordeeld voor variant 3.

4.2 Effecten buiten de as van de rivier (aspect 1.2)

Door de ingreep kan de waterstand in de uiterwaarden van het projectgebied en langs de bandijk lokaal toenemen. Dit kan resulteren in mogelijke schade voor de bewoners en gebruikers van de uiterwaarden en een afname van het veiligheidsniveau van het dijktracé. Een verhoging van de MHW-stand bij de bandijk is slechts toegestaan na acceptatie door de beheerder van de waterkering, het waterschap Rijn en IJssel (Pannerden) en Rivierenland (Millingen a/d/ Rijn). Voor de varianten in de eindsituatie is getoetst wat de maximale opstuwing binnen het projectgebied is en wat de maximale opstuwing langs de dijk bij Pannerden en langs de dijk bij Millingen is.

Voor het schetsontwerp van het Plan Rijnwaarden geldt een maximale opstuwing van 4,5 cm langs de noordelijke banddijk bij Pannerden ter hoogte van kmr 869,4; net benedenstrooms van de Pannerdensche overlaat. Langs de zuidelijke bandijk is er geen opstuwing zichtbaar en is er overwegend een waterstandsdaling te zien. Lokaal bij de Pannerdensche overlaat treedt er een opstuwing op van 15,2 cm. Figuur 4.4 toont het waterstandsverschil tussen de referentiesituatie en het plan Rijnwaarden over het gehele projectgebied bij een vaste afvoer van 16.000 m^3/s te Lobith.

Het basisplan veroorzaakt een opstuwing langs de noordelijke bandijk van maximaal 4,2 cm ter hoogte van kmr 872,2. Deze opstuwing wordt met name veroorzaakt doordat Het water van de Pannerdensche overlaat weer terugstroomt naar het zomerbed. Langs de zuidelijke bandijk bij Millingen is wederom geen opstuwing zichtbaar, maar voornamelijk waterstandsdaling.
Figuur 4.5 toont het waterstandsverschil tussen de referentie en het basisplan over het gehele projectgebied. Lokaal treden waterstandsverschillen op tot 8,4 cm. Bij het uitstroompunt van de Lobberdense plas is de opstuwing te zien (bij kmr. 868) die ook in de as van de rivier doorwerkt. Door de open verbinding naar het zomerbed stroomt hier het water geconcentreerd terug, hetgeen tot de opstuwing leidt.

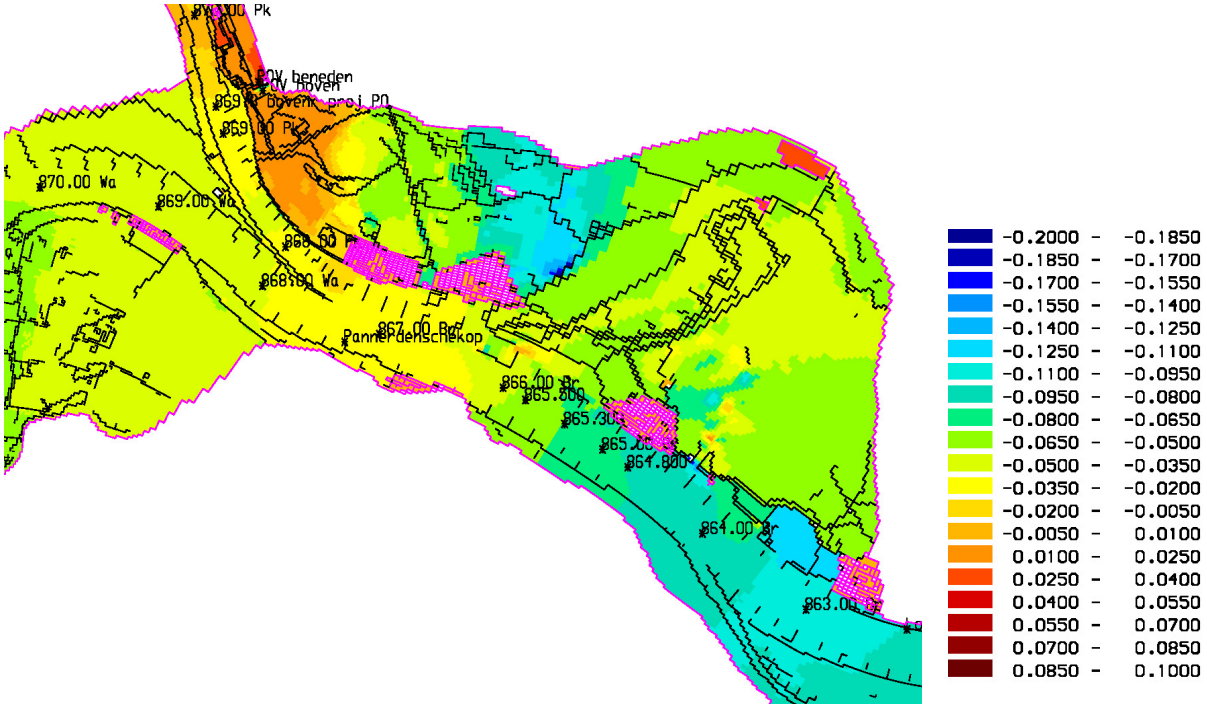
Figuur 4.6 toont het waterstandsverschil bij variant 3. In deze variant is de instroomopening verwijderd, waardoor de opstuwing in/bij de as van de rivier ter plaatse van kmr. 868 verminderd is ten opzichte van het basisplan. In de plas treedt lokaal een waterstandsdaling op tot maximaal 21,4 cm. Nabij de uitstroom naar het Pannerdensch Kanaal treedt lokaal een opstuwing op van 10,8 cm. Deze opstuwing blijft echter binnen het plangebied. Bij het uitstroompunt van de Pannerdensche Overlaat is te zien dat er een eveneens opstuwing optreedt. Hier is ook de maximale opstuwing van 5,3 cm aan de noordelijke bandijk te vinden. Langs de zuidelijke banddijk bij Millingen is er evenals het Rijnwaardenplan en het basisplan geen opstuwing.

In figuur 4.7 is het waterstandsverschil weergegeven tussen de referentie en variant 3 zonder het plan Rijnwaarden (br_rijnw_d1) bij een vaste afvoer van 15.000 m^3/s te Lobith. De beoordeling bij deze afvoer is bedoeld om inzicht te krijgen in het effect van het individuele deelgebiedsplan Lobberdense Waard, zonder de effecten van de overige deelprojecten binnen het plan Rijnwaarden. Bij deze afvoer is de maximum opstuwing langs de Noordelijke bandijk 7,6 cm en langs de Zuidelijke bandijk 1,5 cm.
Er kan dus geconcludeerd worden dat het plan Lobberdense waard op zich zelf zorgt voor opstuwing aan de Zuidelijke bandijk
De maximale lokale opstuwing van 17,5 cm treedt op tussen de Pannerdensche overlaat en het hoogwatervrije terrein. Ter plaatse van de plassen treedt een lokale maximale waterstandsdaling op van 12,1 cm.

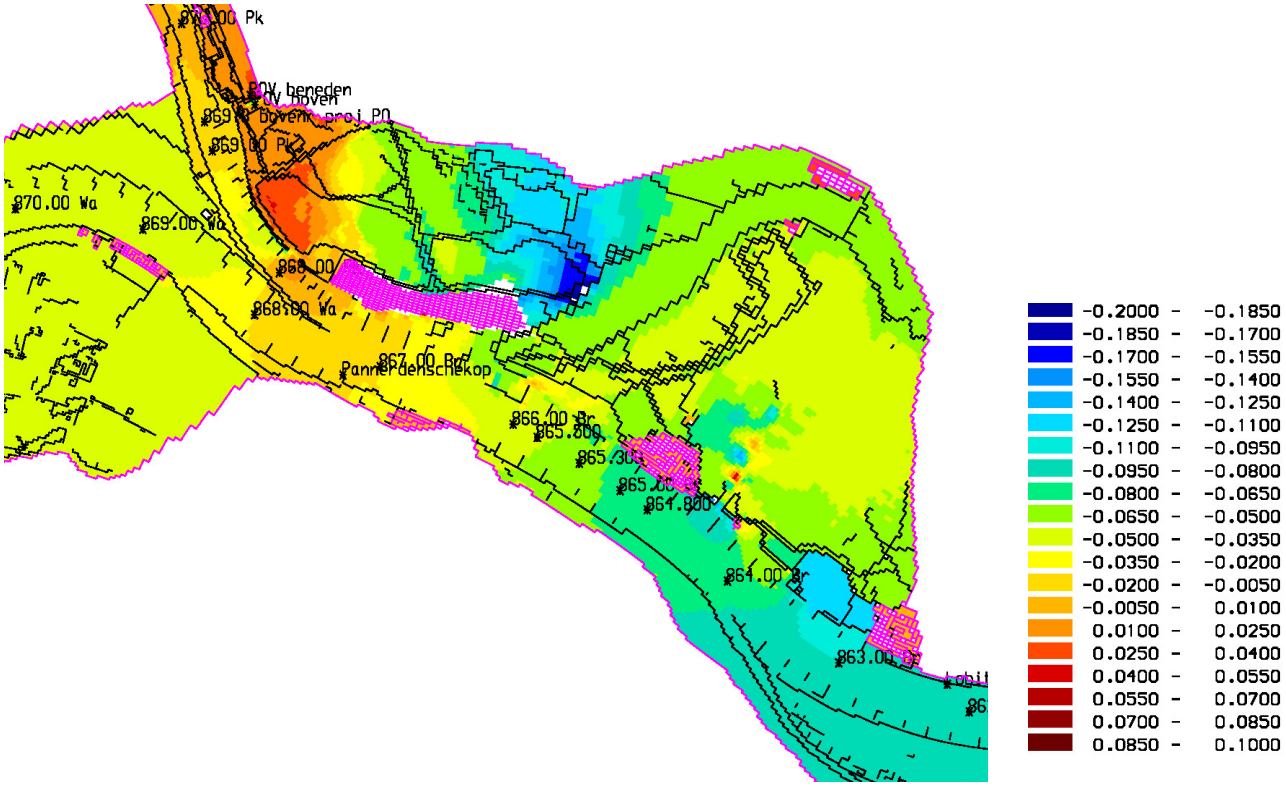
De maximale opstuwingen langs de bandijk en de maximale lokale opstuwingen zijn weergegeven in tabel 4.2. De tabel toont het effect bij MHW (16.000 m^3/s) van het plan Rijnwaarden incl. de variant voor de Lobberdense Waard ten opzichte van de referentiesituatie én het effect bij 15.000 m^3/s voor variant 3 zonder het plan Rijnwaarden ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 4-2 Overzicht maximale opstuwing langs de bandijk en lokaal bij MHW (16.000 m^3/s) voor de 2 varianten inclusief het Rijnwaardenplan en voor de beoordeling van variant 3 bij 15.000 m^3/s

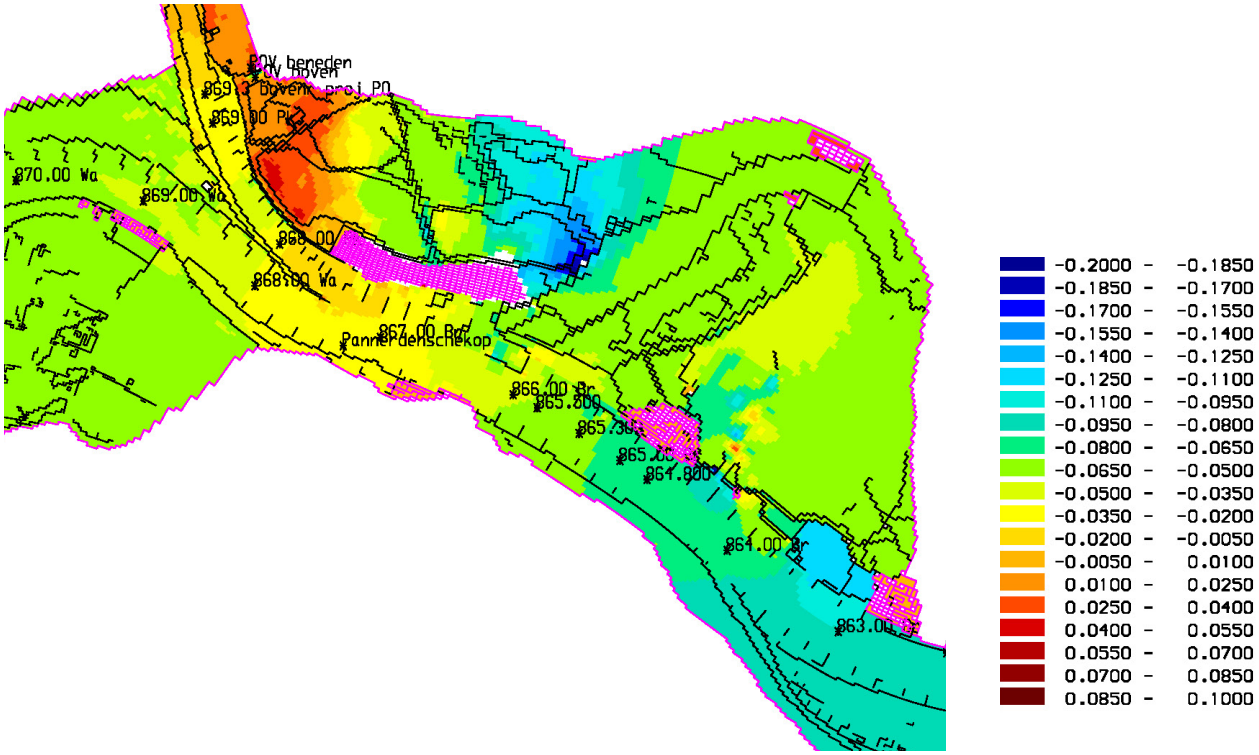
	Rijnwaardenplan (schetsontwerp)	**Basisplan Lobberdense Waard**	**Variant 3**
16.000 m^3/s			
Maximale lokale opstuwing in projectgebied Rijnwaarden	15,2 cm	8,4 cm	10,8 cm
Maximale opstuwing aan de zuidelijke bandijk	0 cm	0 cm	0 cm
Maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk	4,5 cm	4,2 cm	5,3 cm
15.000 m^3/s			**Variant 3 zonder Rijnwaarden**
Maximale lokale opstuwing in projectgebied Rijnwaarden	Nvt	Nvt	17,5 cm
Maximale opstuwing aan de zuidelijke bandijk	Nvt	Nvt	1,5 cm
Maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk	Nvt	Nvt	7,6 cm



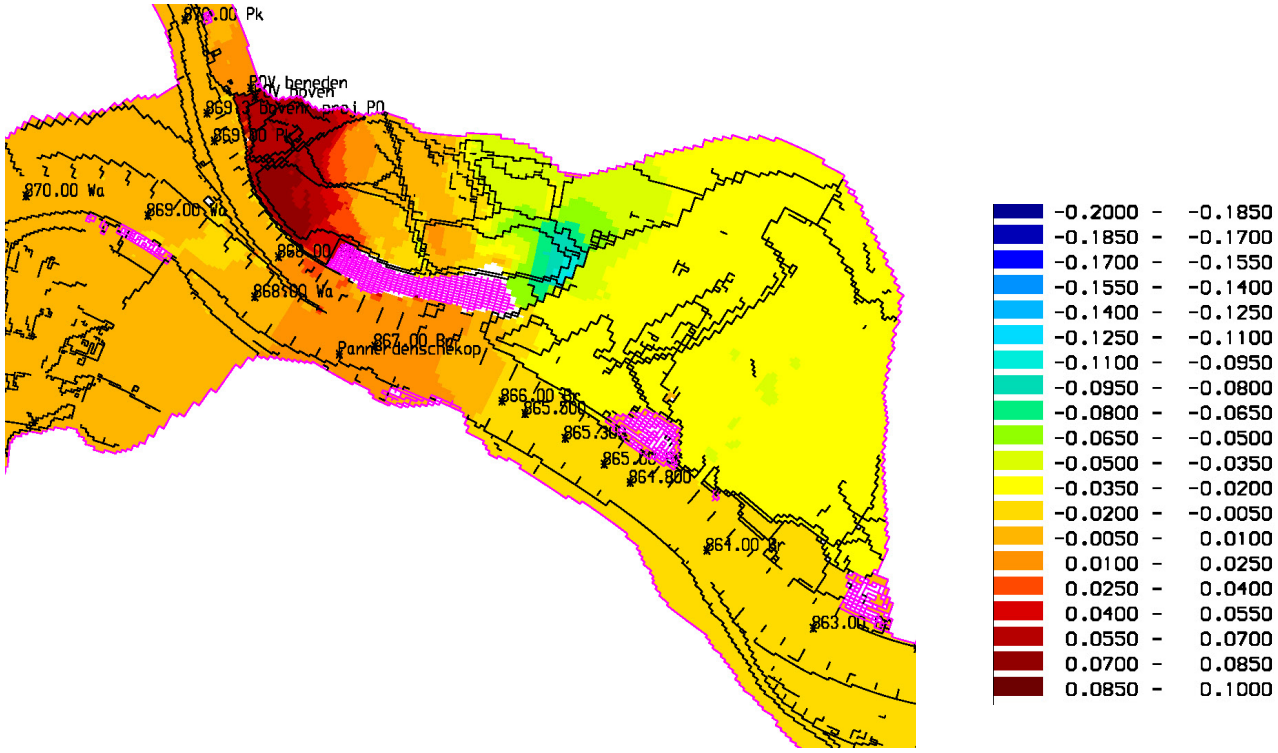
Figuur 4-4 Waterstandsverschil in het projectgebied voor het Plan Rijnwaarden ten opzichte van de referentiesituatie bij 16.000 m^3/s (vast)



Figuur 4-5 Waterstandsverschil in het projectgebied voor het basisplan ten opzichte van de referentiesituatie bij 16.000 m^3/s (vast)



Figuur 4-6 Waterstandsverschil in het projectgebied voor Variant 3 ten opzichte van de referentiesituatie bij 16.000 m^3/s (vast)



Figuur 4-7 Waterstandsverschil in het projectgebied voor Variant 3 zonder plan Rijnwaarden ten opzichte van de referentiesituatie bij 15.000 m^3/s (vast)

4.3 Effecten op de afvoerverdeling (aspect 1.3 en 1.4)

Aangezien het projectgebied in de directe omgeving van 'de Pannerdensche Kop' ligt, kan het zijn dat de ingreep effect heeft op de afvoerverdeling op dit splitsingspunt. Een hogere afvoer op een bepaalde riviertak resulteert in hogere waterstanden, wat niet acceptabel is. Het is dan ook van belang dat de afgesproken (beleidsmatige) afvoerverdeling wordt vastgehouden. Om dit mogelijke effect te beoordelen is voor variant 3[3] een WAQUA berekening gemaakt bij 16.000 m^3/s, 15.000 m^3/s en 10.000 m^3/s met een vrije afvoerverdeling. Hierbij is beoordeeld in hoeverre de afvoerverdeling op de Pannerdensche Kop wijzigt. Deze toets is voorgeschreven in aspect 1.3 uit tabel 4 van het rivierkundig beoordelingskader. De beoordelingseis van dit aspect is dat de afvoerverdeling niet meer dan 5 m^3/s mag afwijken van de beleidsmatige afvoerverdeling bij 15.000 m^3/s en niet meer dan 20 m^3/s bij 10.000 m^3/s. In geval van een RvR project of NURG project, zoals Lobberden, ligt de beoordeling van veranderingen in afvoerverdeling bij het bevoegd gezag (PDR of RWS ON).

Volgens de beleidsmatige afvoerverdeling stroomt er bij een afvoer van 16.000 m^3/s, 10.165 m^3/s door de Waal (63,5%), 3.380 m^3/s door de Neder-Rijn (21,1%) en 2.461 m^3/s (15,3%) door de IJssel. Bij een afvoer van 15.000 m^3/s, stroomt er 9.530 m^3/s door de Waal (63,5%), 3.165 m^3/s door de Neder-Rijn (21,1%) en 2.305 m^3/s (15,3%) door de IJssel. Bij een afvoer van 10.000 m^3/s, 6.473 m^3/s door de Waal (64,7%), 2.077 m^3/s door de Neder-Rijn (20,8%) en 1.450 (14,5%) door de IJssel.
De gemaakte WAQUA berekening van de huidige situatie met een vrije afvoerverdeling geeft bij 16.000 m^3/s te Lobith een Waalafvoer van 10.074 m^3/s (62,9%), bij 15.000 m^3/s te Lobith een Waalafvoer van 9.535 m^3/s en bij 10.000 m^3/s te Lobith een Waalafvoer van 6.508 m^3/s. Dit verschilt enigszins met de beleidsmatige afvoerverdeling. Omdat Variant 3 ook met dit model wordt beoordeeld, worden deze berekening van de huidige situatie wel als vergelijkingsbasis gebruikt en niet de beleidsmatige afvoerverdeling.

Bij Variant 3 wijzigt de afvoerverdeling op de Pannerdensche Kop bij een afvoer van 16.000 m^3/s met 37 m^3/s. Door de rivierverruiming stroomt er 10.037 m^3/s (37 m3/s minder) door de Waal (62,7%). De stroming over de Pannerdensche Overlaat neemt toe met 155 m^3/s. In het eerste gedeelte van het zomerbed van het Pannerdensch Kanaal neemt de afvoer af met 118 m^3/s.
Bij een afvoer van 15.000 m^3/s wijzigt de afvoerverdeling op de Pannerdensche Kop met 48 m^3/s. Door de rivierverruiming stroomt er minder water door de Waal (9.497 m^3/s, 63,3%) en stroomt er 157 m^3/s meer over de Pannerdensche overlaat.
Bij een afvoer van 10.000 m^3/s wijzigt de afvoerverdeling op de Pannerdensche Kop met 66 m^3/s. Door de rivierverruiming stroomt er 6.442 m^3/s door de Waal (64,4%). De stroming over de Pannerdensche Overlaat neemt toe met 156 m^3/s. In het eerste gedeelte van het zomerbed van het Pannerdensch Kanaal neemt de afvoer af met 90 m^3/s.

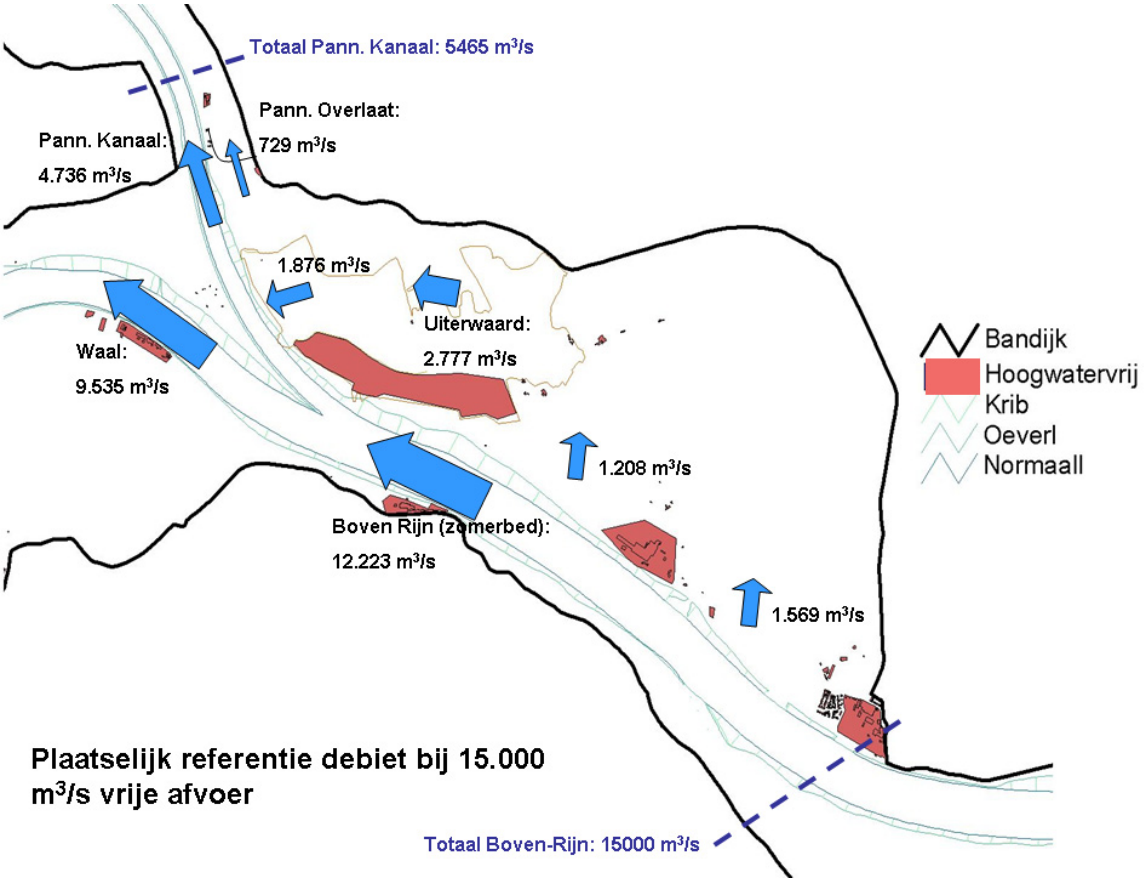
[3] Op basis van de waterstandsverschillen bij MHW condities in de as van de rivier is ervoor gekozen om variant 3 verder te beschouwen. Het basisplan zorgt voor meer opstuwing in de as van de rivier door de inlaatconstructie. De toets aan het beoordelingskader wordt in het vervolg van deze rapportage daarom alleen voor variant 3 uitgevoerd.

Voor variant 3 zonder Rijnwaardenplan is het effect op de afvoerverdeling beoordeeld bij 15.000 m^3/s en 10.000 m^3/s vrije afvoer. Door uitvoering van het deelproject Lobberdense Waard stroomt er 9.533 m^3/s door de Waal en 5.467 m^3/s door het Pannerdensch Kanaal. Dit is een toename van slechts 2 m^3/s door het Pannerdensch Kanaal ten opzichte van de referentiesituatie. De afvoer over de Pannerdensche Overlaat neemt toe met slechts 1 m^3/s.
Bij een afvoer van 10.000 m^3/s stroomt er 6.504 m^3/s door de Waal en 3.496 m^3/s door het Pannerdensch Kanaal, dit is een toename van 4 m^3/s door het Pannerdensch Kanaal. De afvoer over de Pannerdensche Overlaat neemt toe met slechts 8 m^3/s.

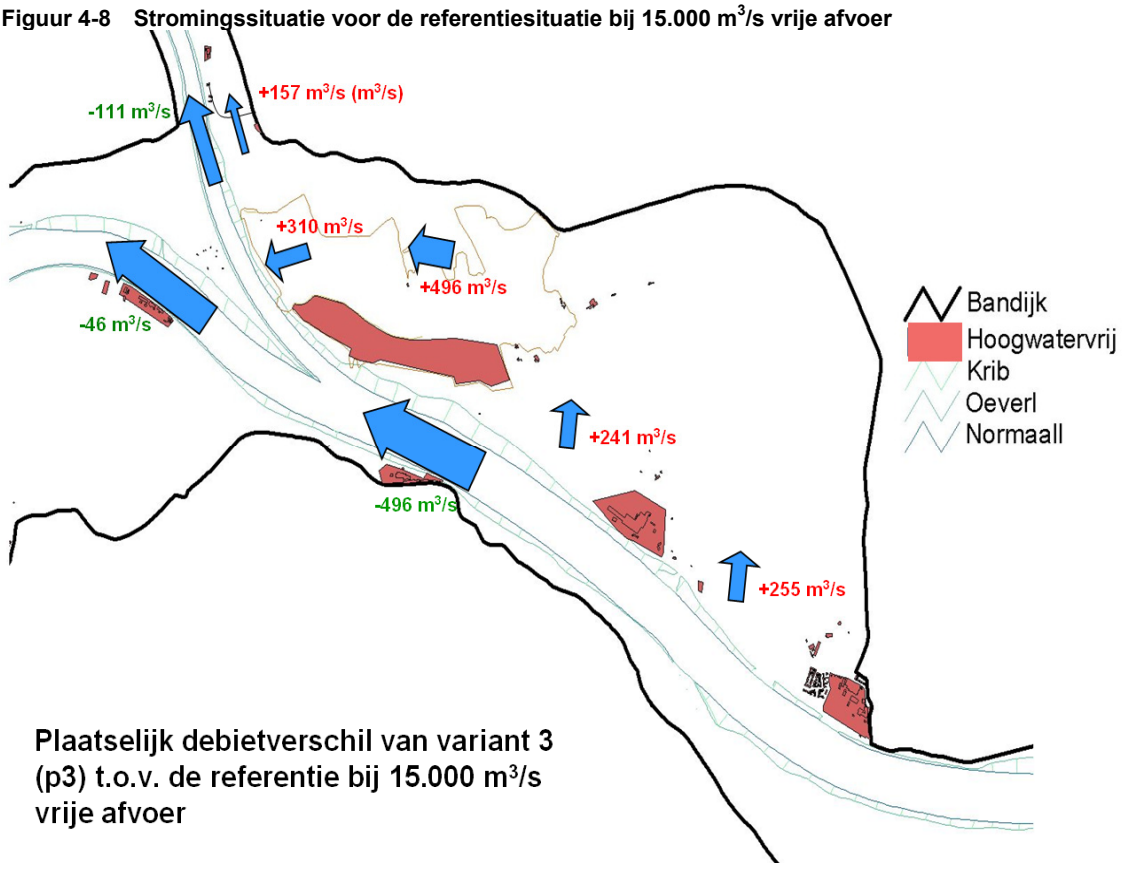
Tabel 4-3 Overzicht van (vrije) afvoeren en -verschillen

Locatie	Referentiesituatie afvoer in m^3/s	Variant 3	Verschil t.o.v. referentie	Variant 3 zonder rijnwaarden	Verschil t.o.v. referentie
Q-Lobith	16.000	16.000	0		
Q-Waal	10.074	10.037	-37		
Q-PK	5.926	5.963	+37		
Q-Panoverlaat	786	941	+155		
Q-Nederrijn	3.342	3.360	+18		
Q-IJssel	2.591	2.609	+18		
Q-Lobith	15.000	15.000	0	15000	0
Q-Waal	9.535	9.489	-46	9533	-2
Q-PK	5.465	5.511	+46	5467	+2
Q-Panoverlaat	729	886	+157	730	+1
Q-Nederrijn	3.108	3.134	+26	3109	+1
Q-IJssel	2.364	2.386	+22	2365	+1
Q-Lobith	10.000	10.000	0	10.000	0
Q-Waal	6508	6442	-66	6504	-4
Q-PK	3492	3558	-66	3496	+4
Q-Panoverlaat	259	415	+156	267	+8
Q-Nederrijn	2043	2084	+41	2048	+5
Q-IJssel	1451	1476	+25	1450	-1

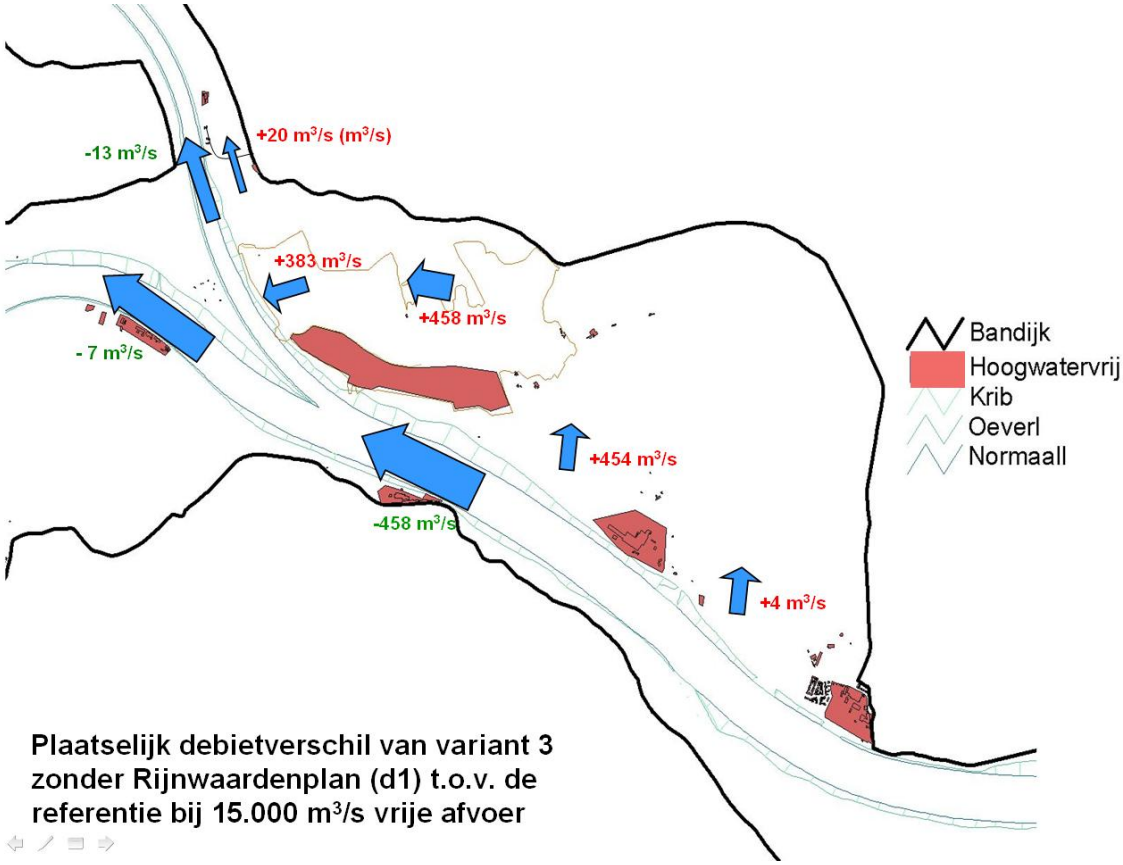
Figuur 4-8 toont schematisch de stromingssituatie in de referentiesituatie bij een vrije afvoer van 15.000 m^3/s. Daarbij zijn de twee openingen te zien waar water uit het zomerbed de Lobberdense Waard in kan stromen. Tijdens een MHW-afvoer stroomt 18,5% (2.777 m^3/s) van het water door de uiterwaard waarvaner 1.876 m^3/s weer terug stroomt naar het zomerbed tussen de westkant van het hoogwatervrije terrein en de westelijke rand van het projectgebied. Een aandeel van 729 m^3/s stroomt over de Pannerdensche overlaat en het overige deel stroomt tussen de westelijke rand van het projectgebied en de Pannerdensche overlaat terug naar het zomerbed.



Figuur 4-8 Stromingssituatie voor de referentiesituatie bij 15.000 m³/s vrije afvoer



Figuur 4-9 Stromingssituatie voor variant 3 bij 15.000 m³/s vrije afvoer



Figuur 4-10 Stromingssituatie voor variant 3 zonder Rijnwaarden bij 15.000 m³/s vrije afvoer

4.4 Effecten op de inundatiefrequentie (aspect 2.1)

Als gevolg van de ingrepen in het projectgebied wijzigt de frequentie van instromen van (delen van) de uiterwaard. Dit kan nadelig zijn voor de omwonenden, voor de bereikbaarheid of voor natuurontwikkeling. Aspect 2.1 uit tabel 4 van het beoordelingskader gaat op dit aspect in.

Tabel 4.4 toont de waterstanden in de huidige situatie bij verschillende afvoerniveaus op twee verschillende locaties in het projectgebied in de as van de rivier. De maaiveldhoogtes van de uiterwaarden in het plangebied variëren tussen de NAP+10,5 m tot NAP+12,5 m. De uiterwaard wordt omringd door zomerkades met een hoogte van ca. NAP+14,2 tot 14,5 m bij kmr 865 en een hoogte van NAP+14,8 tot 15,0 m bij kmr 868. De Lobberdense waard begint mee te stromen vanaf een afvoer van 8.500 tot 8.700 m³/s. De plas De Bijland is permanent verbonden met het zomerbed, echter door de aanwezigheid van een zomerkade rondom de plas en langs het de Oude Waal stroomt er geen water richting de Lobberdense waard onder normale omstandigheden. Deze kade heeft een hoogte van ca. NAP+14,5 m tot ca. 15,0 m. Het instroompunt bevindt zich bovenstrooms van de het hoogwatervrije terrein, ter hoogte van kmr 865, echter pas bij afvoeren vanaf 8.500 tot 8.700 m³/s begint er water door de Lobberdense waard te stromen. Dit heeft een gemiddelde overschrijdingskans van eens in de 5 tot 6 jaar.

In variant 3 (zonder Rijnwaardenplan) blijven de kades rondom de Lobberdense waard gehandhaafd zoals in de huidige situatie. De kades ter bescherming van woningen, fabrieken en particuliere terreinen worden op minimaal dezelfde hoogte worden aangelegd als de laagste hoogte in de Geitenwaardsedam, dus NAP+14,50 m. De hoogte van de kades rondom de Lobberdenseweg en bestaande natuurgebieden is gesteld op NAP+14,30 m. De inundatiefrequentie van de Lobberdense waard verandert hiermee niet ten opzichte van de huidige situatie. De waard begint pas vol te stromen vanaf een afvoer van 8.500 m^3/s indien enkel variant 3 zonder Rijnwaardenplan wordt uitgevoerd.

Door uitvoering van het gehele Rijnwaardenplan verandert de inundatiefrequentie van de Lobberdense waard wel. De Lobberdense waard stroomt ten gevolge van het Rijnwaardenplan mee vanaf een afvoer van ca. 7.000 m^3/s.
Deze verhoogde inundatiefrequentie kan hinder veroorzaken voor de omwonenden en de bedrijvigheid in het gebied. De Lobberdenseweg en de wegen door de Geitenwaardesepolder blijven op hetzelfde niveau gehandhaafd, dit niveau ligt voor de Lobberdenseweg op NAP+14,50 m.

Tabel 4-1 Waterstanden en overschrijdingsfrequentie voor afvoerniveaus in de huidige situatie

Afvoer bij Lobith (m^3/s)	Waterstand op kmr 865 (m+NAP)	Waterstand op kmr 868 (m+NAP)	Overschrijdingsfrequentie (dagen/jaar)
1.250	8.17	8.02	312
1.500	8.72	8.57	270
2.000	9.37	9.15	180
2.200	9.63	9.39	140
2.500	10.02	9.76	100
3.000	10.67	10.39	60
3.500	11.28	10.98	40
4.000	11.83	11.52	25
4.500	12.29	11.96	17
5.000	12.70	12.35	10
5.500	13.06	12.70	7
6.000	13.40	13.02	3
8.000	14.48	14.02	Eens per 4 jaar
10.000	15.23	14.74	Eens per 14 jaar
16.000	16.90	16.49	Eens per 1250 jaar

4.5 Effecten op het stroombeeld in de uiterwaard (aspect 2.2)

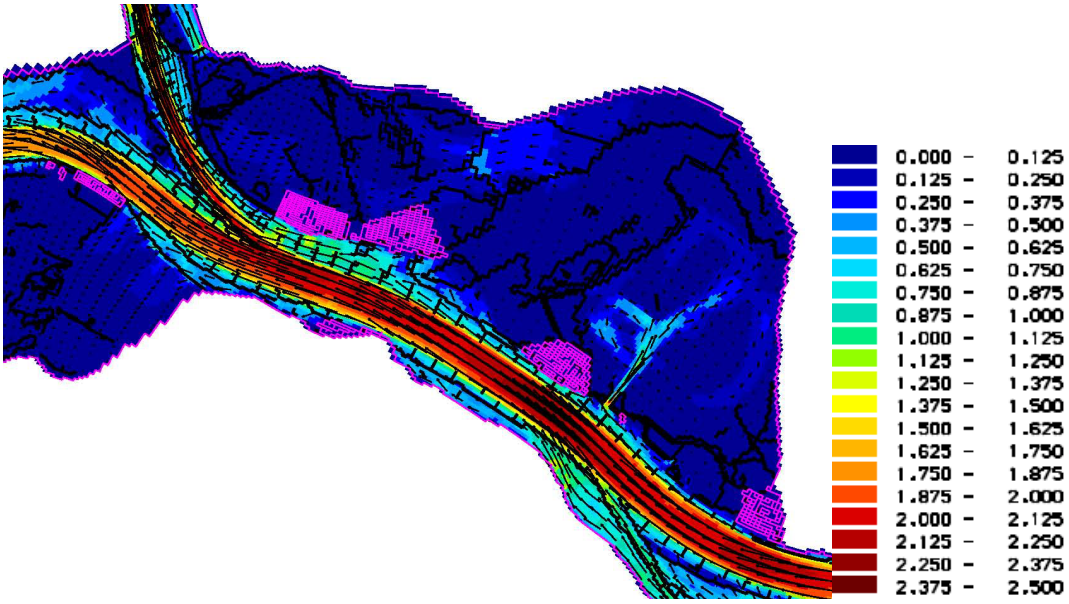
Door ingrepen in het gebied kunnen (lokale) stroomsnelheden in de uiterwaard veranderen. Dit kan resulteren in lokale erosie bij constructies als kribben, gebouwen, kaden, wegen maar ook langs randen van plassen en geulen. De mate van (verwachte) erosie wordt ingeschat door het beoordelen van de verandering van de grootte en richting van de stroomsnelheden bij een afvoer van 10.000 m^3/s. Dit beoordelingsaspect is omschreven in aspect 2.2 uit van het rivierkundig beoordelingskader.

Figuur 4.11 toont de optredende stroomsnelheden in het projectgebied bij een afvoer van 10.000 m^3/s voor de huidige situatie. De stroomsnelheden in de Lobberdense Waard variëren tussen de 0,05 en 0,25 m/s.

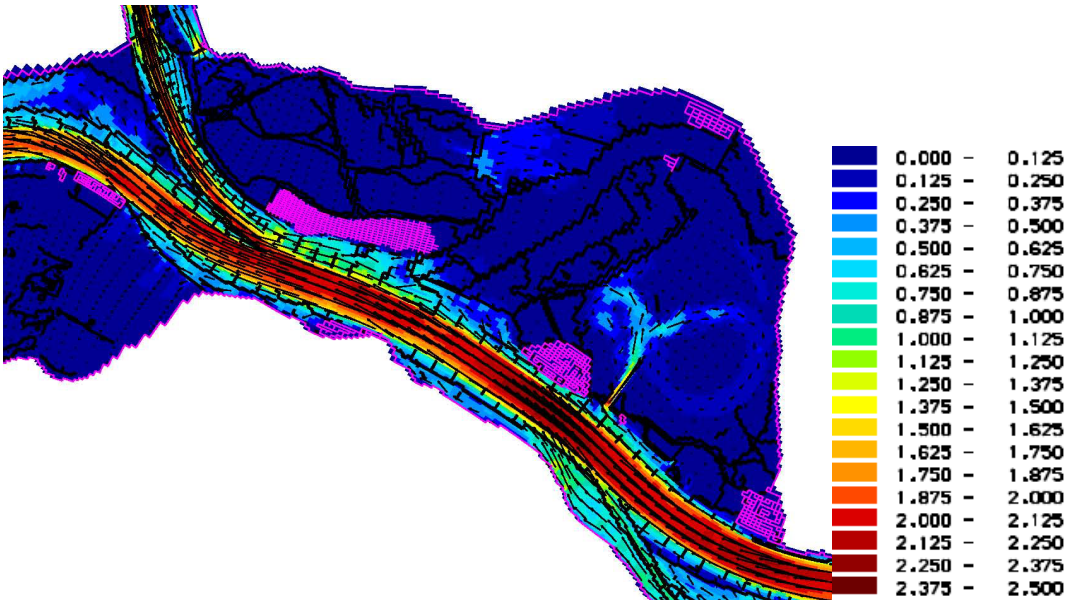
Figuur 4.12 en 4.13 tonen de stroomsnelheden voor variant 3 en de verandering van de stroomsnelheid ten opzichte van de huidige situatie. In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks. Op de onvergraven gedeeltes neemt de stroomsnelheid af met ca 0,05 m/s. Op de vergraven gedeeltes neemt op sommige locaties de stroomsnelheid toe met ca 0,05 m/s en op de gedeeltes waar een plas is gegraven af met ca 0,1 tot 0,2 m/s. De absolute stroomsnelheden variëren rond de 0,05 m/s in de gehele Lobberdense Waard bij een afvoer van 10.000 m^3/s.
De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt toe met 156 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat ook toe met ca. 0,5 tot 0,7 m/s tot een absolute snelheid van 1,1 tot 1,3 m/s.

Figuur 4.14 en 4.15 tonen de stroomsnelheden voor variant 3 zonder rijnwaardenplan en de verandering van de stroomsnelheid ten opzichte van de huidige situatie. Ook in deze situatie veranderen de stroomsnelheden in het gebied van de Lobberdense Waard nauwelijks.
Op de onvergraven gedeeltes neemt de stroomsnelheid af met ca 0,05 m/s en op de vergraven gedeeltes (waar bv. een plas is gegraven) neemt de snelheid af met ca 0,1 tot 0,2 m/s. De absolute stroomsnelheden variëren rond de 0,05 m/s in de gehele Lobberdense Waard bij een afvoer van 10.000 m^3/s.
De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt slechts toe met ca. 4 m^3/s. Hierdoor veranderen de stroomsnelheden over de overlaat nauwelijks. De snelheid blijft ca. 0,7 tot 1 m/s.

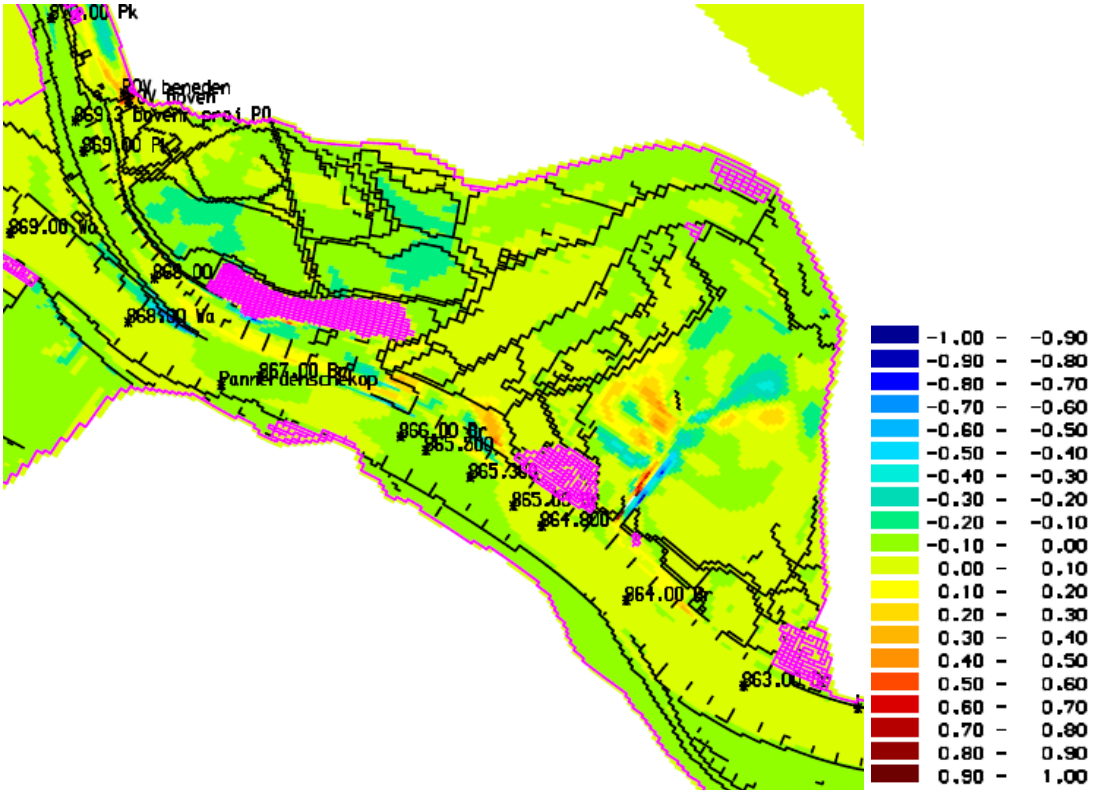
De stroomsnelheden bij een afvoer van 10.000 m^3/s geven geen aanleiding tot het nemen van maatregelen voor erosiebescherming. De hoogste stroomsnelheden zijn te vinden bij de weg door de Geitenwaard, deze zijn ca. 0,6 tot 0,8 m/s. De stroomsnelheden geven geen aanleiding tot oeverbescherming of bescherming van de kade.
De toename van de stroomsnelheid bij de Pannerdensche Overlaat moet geen probleem vormen. De overlaat is al geheel erosiebestendig uitgevoerd door middel van damwanden en stortsteen. In de oeversectie direct langs het zomerbed van de Boven-Rijn en het Pannerdensch kanaal moeten mogelijk wel beschermende maatregelen worden genomen. De stroomsnelheden zijn hier groter dan 1 m/s. Dit gebied valt echter buiten het projectgebied en wordt hier niet beschouwd.



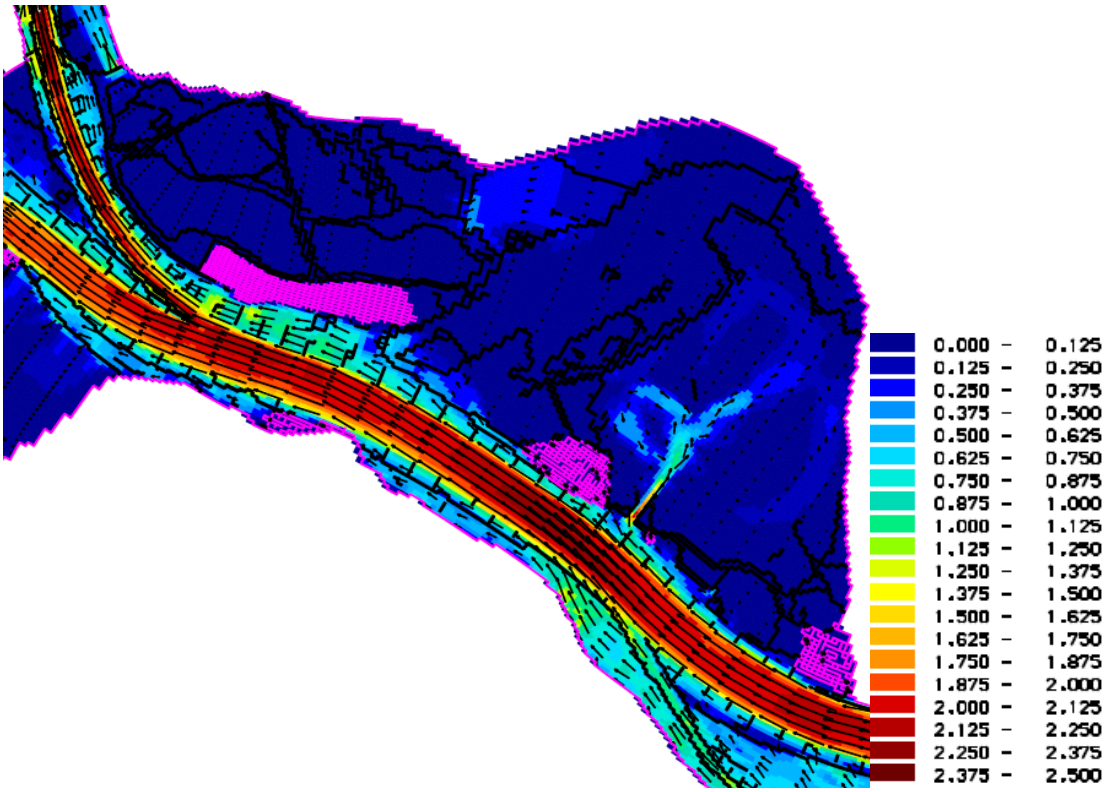
Figuur 4-11 Stroomsnelheden (m/s) en richting in de huidige situatie bij een afvoer van 10.000 m^3/s



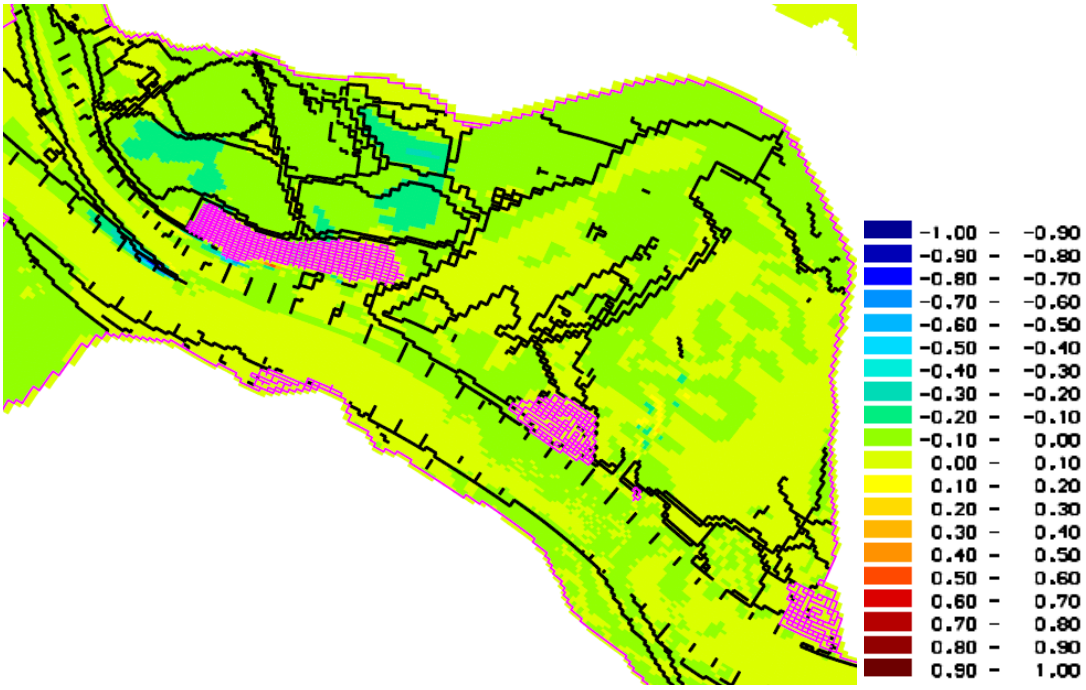
Figuur 4-12 Stroomsnelheden (m/s) en richting voor variant 3 bij een afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 4-13 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting tussen variant 3 en de huidige situatie bij een afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 4-14 Stroomsnelheden (m/s) en richting voor variant 3 zonder Rijnwaarden bij een afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 4-15 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting tussen variant 3 zonder Rijnwaardenplan en de huidige situatie bij een afvoer van 10.000 m^3/s

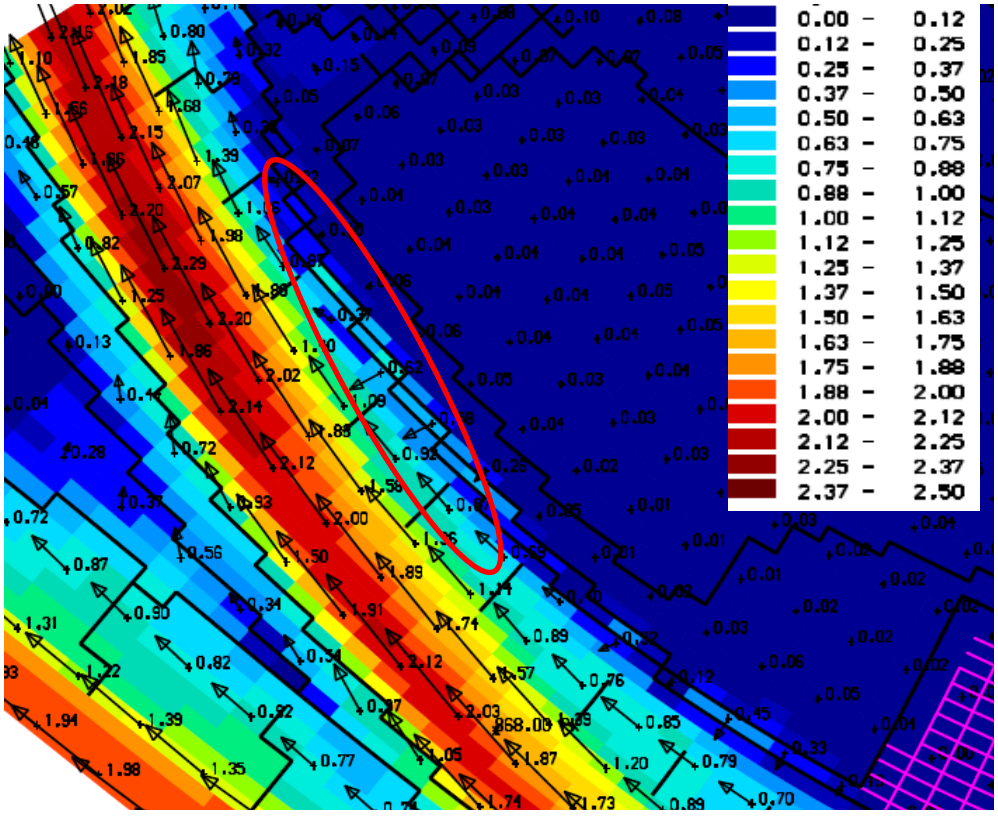
4.6 Effecten stroombeeld in- en uitstroomopeningen (aspect 2.3)

Bij aangetakte nevengeulen kunnen bij lage afvoeren dwarsstromingen optreden bij de in- en uitstroomopeningen van de geulen. Deze dwarsstromingen kunnen hinderlijk zijn voor de scheepvaart en de veiligheid (navigatie) nadelig beïnvloeden.
Als beoordelingseis (aspect 2.3 uit het rivierkundig beoordelingskader) geldt dat op de rand van de vaargeul (denkbeeldige lijn tussen de bakens op de kribkop) de lokale stroomsnelheden loodrecht op de vaargeul niet hoger mogen zijn dan 0,3 m/s bij een geulvullende (nevengeul) afvoer van maximaal 50 m^3/s. Bij afvoeren hoger dan 50 m^3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt dat de stroomsnelheid loodrecht op de vaargeul niet hoger mag zijn dan 0,15 m/s.

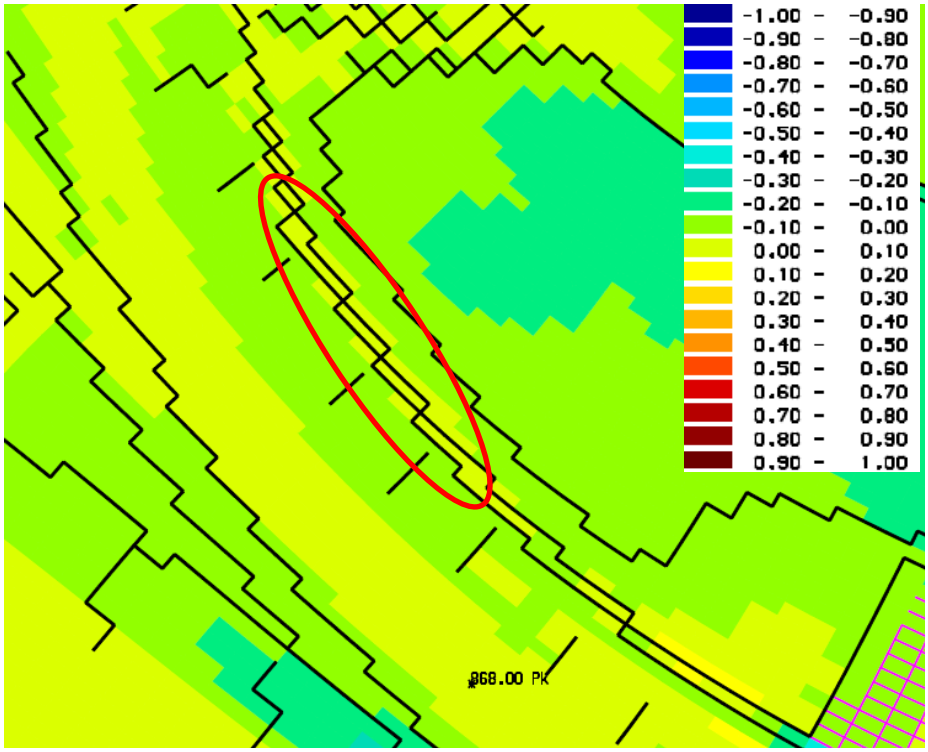
Bij variant 3 is er geen sprake van een directe permanente opening tussen de uiterwaard en het zomerbed. Daarnaast geldt dat de Lobberdense Waard volledig begint mee te stromen bij een afvoer van 8.500 tot 8.700 m^3/s.
Bij een geulvullende afvoer, ca. 3.750 m^3/s bij Lobith, stroomt de Lobberdense Waard nog niet mee. Er is daardoor geen sprake van dwarsstromingen die nadelig zouden kunnen zijn voor de scheepvaart bij een geulvullende afvoer.
Pas op het moment dat de Lobberdense Waard begint mee te stromen, vanaf 8.500 tot 8.700 m^3/s, neemt de dwarsstroming toe ten opzichte van de huidige situatie. Deze afvoer komt slechts eens in de 5 tot 6 jaar voor.

Figuur 4.16 toont de stroomsnelheden nabij het benedenstroomse deel van de Lobberdense Waard voor variant 3 zonder plan Rijnwaarden bij een afvoer van 10.000 m^3/s. De figuur toont dat de stroomsnelheden over de zomerkade ca 0,6 tot 0,7 m/s zijn dwars op de rivier. Figuur 4.17 toont echter dat er nauwelijks verschil is ten opzichte van de huidige situatie. De stroomsnelheden over de zomerkade nemen slechts toe met ca 0,05 m/s bij een afvoer van 10.000 m^3/s.

Het bovenstaande brengt ons tot de conclusie dat er onder dagelijkse en normale omstandigheden geen negatieve effecten verwacht worden voor de scheepvaart in de variant 3 ten aanzien van nadelige dwarsstroming. Bij 10.000 m^3/s nemen de stroomsnelheden over de zomerkade licht toe. Echter deze stroomsnelheden worden niet hinderlijker voor de scheepvaart dan dat ze mogelijk al zijn in de huidige situatie.



Figuur 4-16 : Stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel van de Lobberdense Waard voor variant 3 zonder Rijnwaarden bij een afvoer van 10.000 m^3/s



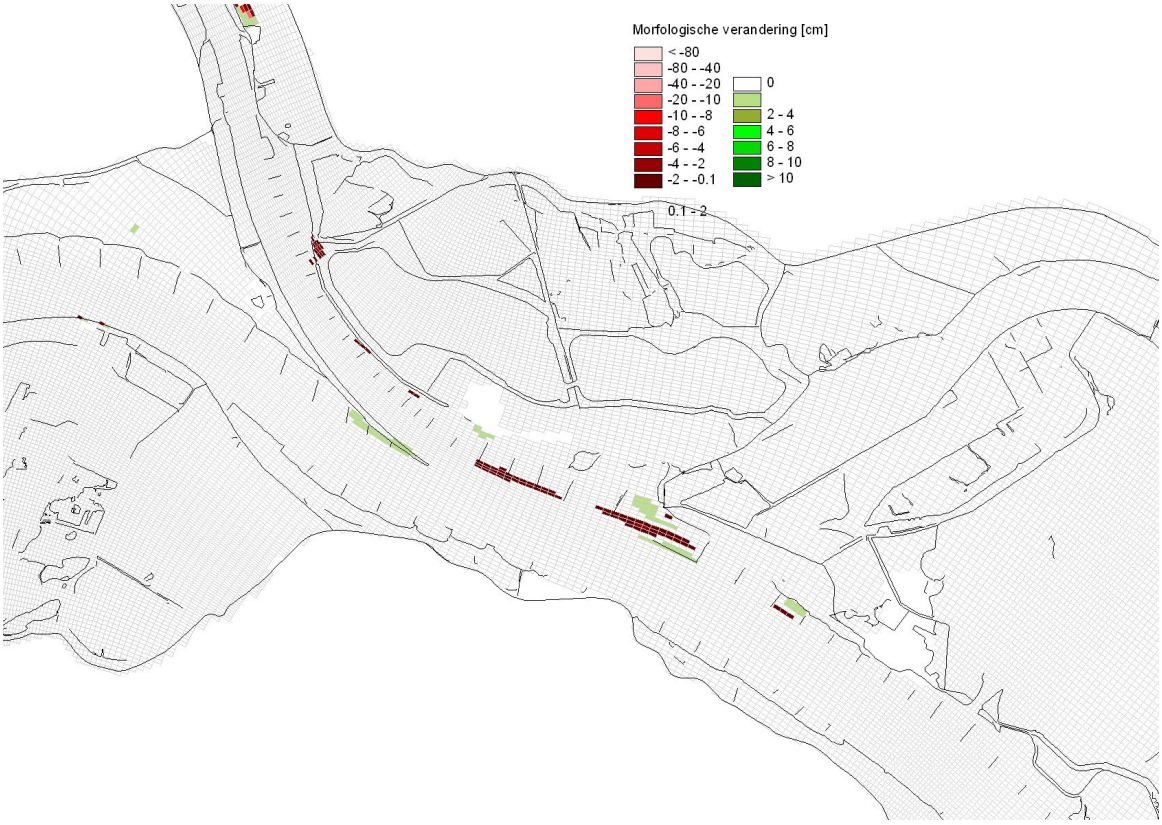
Figuur 4-17 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel tussen variant 3 zonder Rijnwaardenplan en de huidige situatie bij een afvoer van 10.000 m^3/s

4.7 Morfologische effecten in het zomerbed (aspect 3.1)

Om het morfologisch effect te bepalen in het zomerbed is gebruik gemaakt van het programma WAQMOR aan de hand van de berekening 10.000 m^3/s vaste afvoer voor variant 3 zonder Rijnwaardenplan. Dit programma maakt gebruik van het verschil in stroomsnelheid bij verschillende afvoerniveaus en berekent op basis van dit stroomsnelheidsverschil een nieuwe evenwichtsdiepte. Aangezien de Lobberdense Waard grofweg pas meestroomt vanaf 8.500 m^3/s is slechts 1 berekening gebruikt in deze analyse, een berekening bij 10.000 m^3/s. Het programma kan enkel toegepast worden voor de morfologische verandering in het zomerbed. De resultaten in de uiterwaarden zijn niet bruikbaar.

Het resultaat van het programma is weergegeven in figuur 4.18. De figuur toont de maximale bodemverandering (in cm's) van variant 3 zonder Rijnwaardenplan ten opzichte van de referentiesituatie. In de figuur is aanzanding aangegeven met een groene kleur (positief), erosie is aangegeven in het rood. Hierbij moeten de veranderingen in de uiterwaarden worden genegeerd.

In het zomerbed zijn nauwelijks veranderingen waarneembaar. In het zomerbed ten zuiden van het hoogwatervrije terrein treden locaties met lichte erosie en lichte aanzanding op. Deze aanzanding en erosie zijn echter in de orde van 0 tot 1 cm jaargemiddeld. Hieruit is geconcludeerd dat er geen nadelige morfologische effecten zullen optreden in het zomerbed door toedoen van het plan in de Lobberdense Waard.



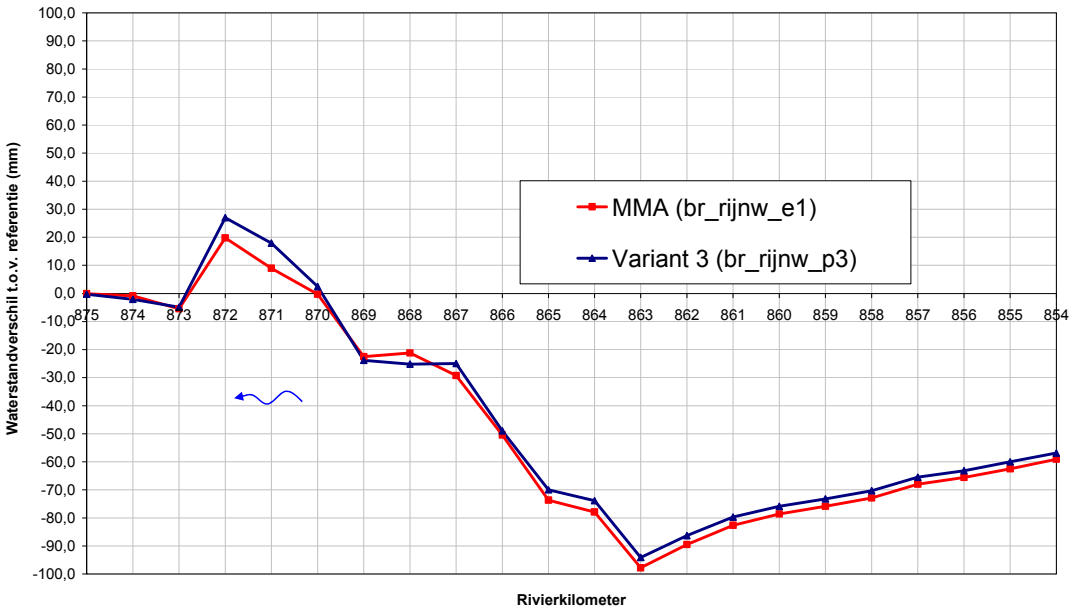
Figuur 4-18 Verwachte (maximale) morfologische verandering voor variant 3 zonder Rijnwaardenplan bij 10.000 m^3/s vaste afvoer

5 HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF

Dit hoofdstuk beschrijft de hydraulische effecten voor het MMA. Met behulp van de verschillende aspecten van het rivierkundig beoordelingskader voor de grote rivieren worden de hydraulische effecten van het MMA beschreven

5.1 Effecten in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1)

De inrichting van het MMA is vergelijkbaar met variant 3 voor de eindsituatie. Om deze reden is het waterstandsverschil in de rivieras voor beide eindsituaties weergegeven in figuur 5-1. Zoals vermeld in paragraaf 4.1, bedraagt de maximale waterstandsdaling 9,5 cm voor variant 3 ter plaatse van kmr. 863,2. De maximale opstuwing in de rivieras vindt plaats op kmr. 872,2 en bedraagt 3,0 cm. Het MMA presteert gunstiger dan variant 3 wat betreft de effecten in de rivieras. De maximale waterstandsdaling bedraagt 99 mm op kmr. 863,2. De maximale opstuwing vindt plaats op kmr. 872,3 en bedraagt 26 mm.



Figuur 5-1: Waterstandsverschil per kilomerpunt in de as van de rivier voor het MMA (br_rijnw_e1) en variant 3 van de eindsituatie (br_rijnw_p3) ten opzichte van de referentiesituatie

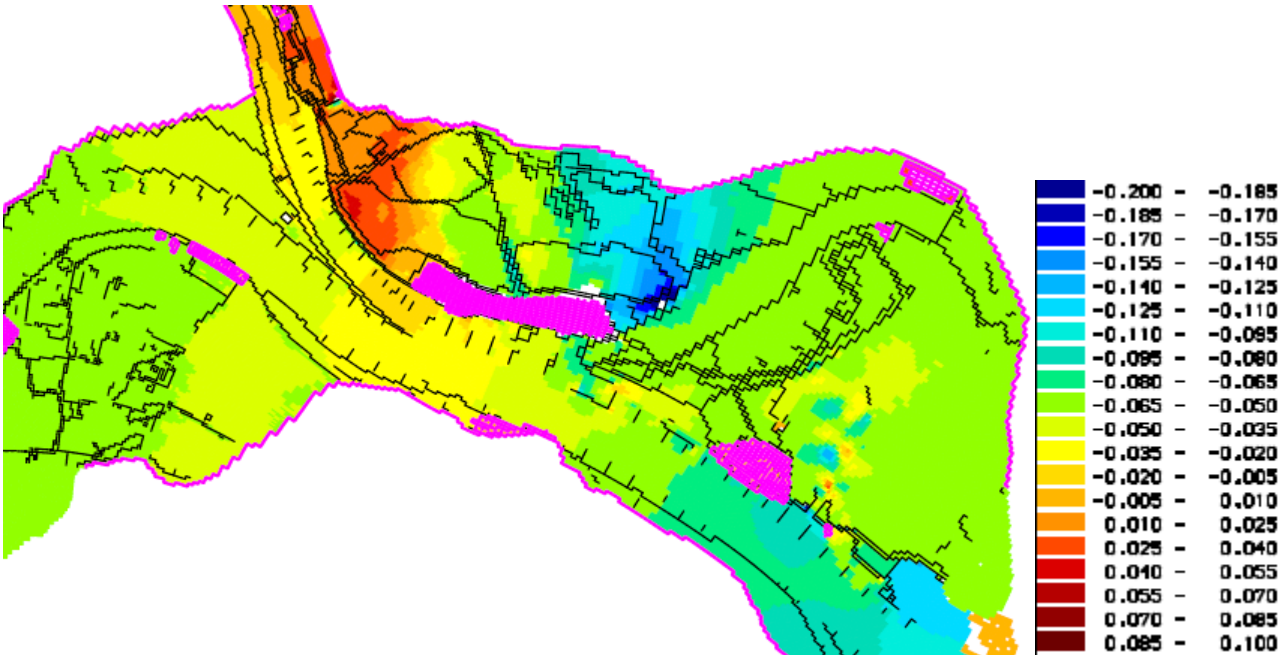
De waterstandseffecten zijn samengevat in tabel 5-1 en zijn bepaald op hectometer schaal. Figuur 5-1 geeft het waterstandseffect op de kilometerpunten. Het MMA genereert dus 0,5 cm meer waterstandsverlaging dan variant 3 (-9.4 cm t.o.v. de referentie.) en minder opstuwing dan variant 3. (+2,3 cm t.o.v. de referentie). Ten opzichte van variant 3 voor de eindsituatie heeft het MMA 0,4 cm meer waterstandsverlaging en 0,4 cm minder waterstandsopstuwing.

Tabel 5-1 Waterstandseffecten in de as van de rivier bij MHW (16.000 m3/s) voor Variant en MMA

	Variant 3	MMA	Rijnwaardenplan	Basisplan
16.000 m^3/s (vast)				
Maximale verlaging in de as	-9,5 cm (kmr 863,2)	-9,9 cm (kmr. 863,2)	-9,4 cm (kmr. 863,3)	-9,7 cm (kmr. 863,2)
Maximale opstuwing in de as	+3,0 cm (kmr 872,2)	+2,6 cm (kmr. 872,3)	+0,8 cm (kmr. 872,2)	+2,0 cm (kmr. 872,2)

5.2 Effecten buiten de as van de rivier (aspect 1.2)

Inzage in het waterstandstandseffect buiten de as van de rivier is essentieel om de veiligheid voor de dijken en potentiele plekken voor schade in kaart te brengen. In Figuur 5-2 is dit effect weergegeven voor het MMA. Deze figuur is vergelijkbaar met Figuur 4-6 die het waterstandseffect voor Variant 3 weergeeft. Het MMA heeft echter een grotere waterstandsdaling in het noord-oostelijke gedeelte van de oostelijke plas. Dit is te verwachten gezien de nieuwe plas in het MMA die een ooibos gebied heeft vervangen.



Figuur 5-2: Waterstandsverschil in het projectgebied voor het MMA ten opzichte van de referentiesituatie bij 16.000 m^3/s (vast)

Het is van belang te weten wat lokaal de waterstandsopstuwing van het MMA kan zijn en in het bijzonder langs de bandijken bij Pannerden en Millingen. Deze opstuwingen zijn weergegeven in Tabel 5-2 voor zowel Variant 3 evenals het MMA. Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat er aan de zuidelijk bandijk geen opstuwing plaatsvindt voor beide plannen, terwijl aan de noordelijke bandijk een niet-verwaarloosbare opstuwing te verwachten is. Het MMA wordt gekenmerkt door een maximale opstuwing van 5,0 cm aan de noordelijke bandijk bij Pannerden. In Variant 3 was deze opstuwing 0,3 cm hoger. De maximale lokale opstuwing in het projectgebied Rijnwaarden bedraagt 11,5 cm in het MMA en is gelegen benedenstrooms van de Pannerdensche Overlaat.

Tabel 5-2: Overzicht maximale opstuwing langs de bandijk en lokaal bij MHW (16.000 m3/s) voor de Variant 3 en het MMA

	Variant 3	MMA	Rijnwaardenplan	Basisplan
16.000 m^3/s vast				
Maximale lokale opstuwing in projectgebied Rijnwaarden	10,8 cm	11,5 cm	10,0 cm	4,2 cm
Maximale opstuwing aan de zuidelijke bandijk	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm
Maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk	5,3 cm	5,0 cm	5,1 cm	5,2 cm

6 HYDRAULISCHE EFFECTEN VOOR DE TIJDELIJKE SITUATIE

In dit hoofdstuk zijn de hydraulische en morfologische effecten voor de interim situatie en de twee tijdelijke situaties gepresenteerd. Deze situaties worden niet beoordeeld als RvR of NURG project, gezien de tijdelijke aard van de inrichting van het gebied. Er is echter wel inzicht nodig in de hydraulische en morfologische effecten op de rivier vanwege een eventuele Waterwet vergunningsaanvraag voor de tijdelijke situatie. De gepresenteerde effecten gaan in de verschillende aspecten uit het rivierkundig beoordelingskader. Paragraaf 5.1 beschrijft de maximale waterstandsdaling in de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1) en de maximale opstuwing buiten de as van de rivier bij MHW (aspect 1.2). In paragraaf 5.2 wordt het effect op de afvoerverdeling bij een afvoer van15.000 en 10.000 m^3/s getoond, dit is aspect 1.4 en 1.5 uit het rivierkundig beoordelingskader. Paragraaf 5.3 gaat in op de effecten op de inundatiefrequente (aspect 2.1), paragraaf 5.4 op de schade en hinder bij een normaal hoogwater (aspect 2.2). De effecten op de scheepvaart ten gevolge van dwarsstroming worden beoordeeld in paragraaf 5.5 en paragraaf 5.6 gaat in op de morfologische effecten.

6.1 Effecten in en buiten de as van de rivier bij MHW (aspect 1.1 en 1.2)

Het waterstandseffect in de as van de rivier is voor de interim situatie en beide tijdelijke varianten onderzocht. Deze beoordeling is bedoeld om inzicht te krijgen in het effect op de hoogwaterveiligheid in de tijdelijke situatie. Het beoordelingskader schrijft voor dat er beoordeeld moet worden bij een vaste afvoer van 15.000 m^3/s te Lobith, echter er is hier gekozen voor een vrije afvoer van 15.000 m^3/s te Lobith. Aangezien het effect op de afvoerverdeling klein is (< 5 m^3/s) is de berekening bij de vrije afvoerverdeling gelijk aan de berekening bij een vaste afvoerverdeling. Er is beoordeeld wat de maximale opstuwing is in de as van de rivier en langs de noordelijke en zuidelijke bandijk.

In de interim situatie (kenmerk c1) is er geen sprake van waterstandsverlaging in de as van de rivier. De waterstand verhoogd met enkele mm's in de Boven-Rijn en in het Pannerdensch Kanaal. De invaart op kmr 868 die aansluit op de plas, functioneert als een uitstroomopening voor het water dat door de uiterwaard stroomt. Hier wordt de maximale opstuwing van de waterstand bereikt van 24,7 mm. De maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk is 12,1 mm en 16,0 mm aan de zuidelijke bandijk.

Variant 4a (kenmerk c2) zorgt bij MHW voor een maximale waterstandsverlaging van 8,7 mm in de as van de rivier op ca. kmr 865. Deze waterstandsverlaging wordt bereikt doordat er meer water door de Lobberdense Waard gaat stromen i.v.m. de referentiesituatie. De invaart op kmr 868 die aansluit op de plas, functioneert als een uitstroomopening voor het water dat door de uiterwaard stroomt. Hier wordt de maximale opstuwing van de waterstand bereikt van 23,0 mm. De maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk is 2,9 mm en 1,4 mm aan de zuidelijke bandijk.

Bij variant 4b (kenmerk c3) is de opstuwingspiek in de as van de rivier lager, de opstuwingspiek is maximaal 11,7 mm op kmr 868. De waterstandsverlaging is eveneens verminderd en bedraagt 5,3 mm. Doordat de plas niet meer direct verbonden is met het zomerbed, is de opstuwing lager. Er vindt geen geconcentreerde uitstroming meer plaats vanuit de plas richting het zomerbed. Door het verwijderen van de kade aan de westelijke zijde, verspreidt het extra water dat door de Lobberdense Waard stroomt zich geleidelijker naar het zomerbed.

Wel is de opstuwing bij de Pannerdensche overlaat hoger, omdat er meer water richting het Pannerdensch kanaal stroomt door de verminderde weerstand in de Lobberdense Waard. De maximale opstuwing aan de noordelijke bandijk is 15,7 mm en 2,9 mm aan de zuidelijke bandijk. Dit is een verhoging ten opzichte van variant 4a.

Als variant 4a en 4b vergeleken worden dan valt op dat variant 4a een hogere opstuwingspiek heeft in de as van de rivier. Dit wordt veroorzaakt door de open verbinding van de plas met het zomerbed, terwijl in variant 4b de verbinding gesloten is. Echter door het verwijderen van de kades in variant 4b stroomt er meer water richting de Pannerdensche overlaat, hetgeen voor een hogere opstuwing zorgt langs de noordelijke bandijk. In variant 4b is de opstuwing 15,7 mm in vergelijking met 2,9 mm in variant 4b. Als geredeneerd wordt vanuit hoogwaterveiligheid dan is de waterstand langs de bandijk het meest relevant, wat dat betreft scoort variant 4a op dat aspect het beter dan variant 4b.

De maximale opstuwing en verlaging van de waterstand in de as van de rivier zijn overzichtelijk samengevat in tabel 6.1 voor de interim situatie (kenmerk c1) en beide varianten. Figuur 4.1 toont het waterstandseffect in de as van de rivier ten opzichte van de referentiesituatie per 100 meter punt in de as van de rivier. Figuur 4.2, 4.3 en 4.4 tonen het waterstandseffect over het projectgebied voor resp. de interim situatie, variant 4a en variant 4b ten opzichte van de referentiesituatie.

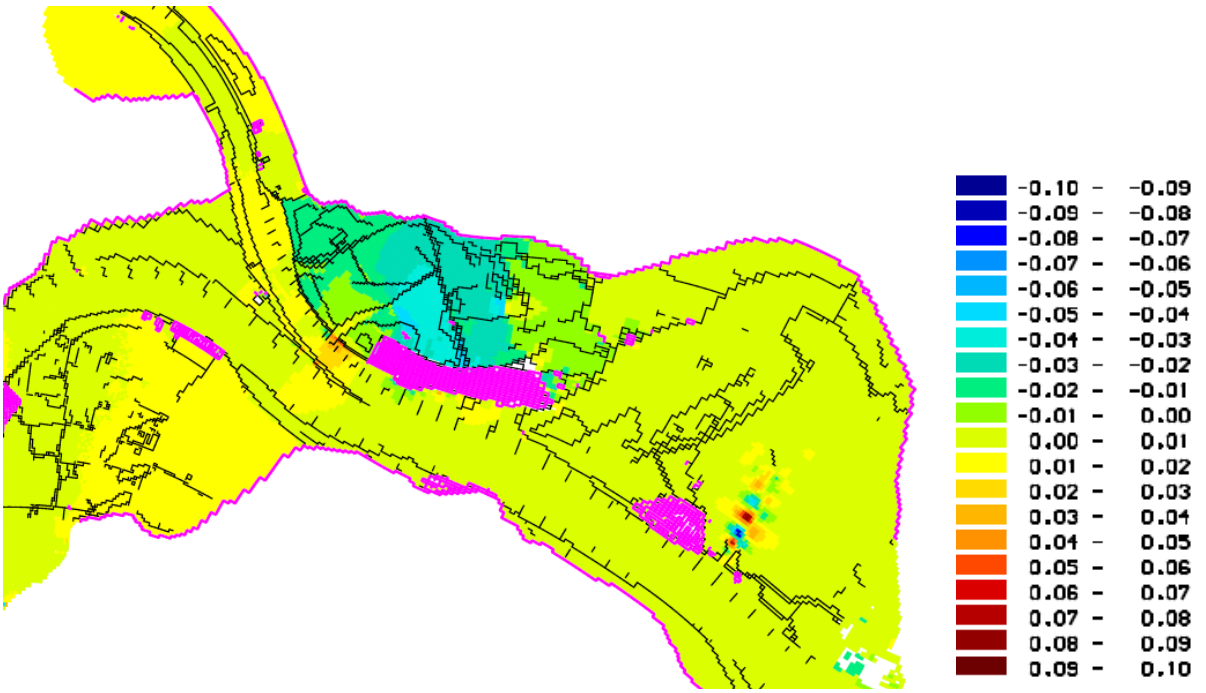
Tabel 6-1a Waterstandseffecten bij MHW (15.000 m^3/s vrije afvoer) voor de interim situatie en varianten 4a en 4b

Grootheid	Interim (c1)	Variant 4a (c2)	Variant 4b (c3)
Maximale waterstandsdaling in de as	Geen	-8,7 mm	-5,3 mm
Maximale opstuwing in de as	+24,7 mm	+23,0 mm	+11,7 mm
Maximale opstuwing langs de bandijk bij Pannerden	+12,1 mm	+2,9 mm	+15,7 mm
Maximale opstuwing langs de bandijk bij Millingen	+16,0 mm	+1,4 mm	+2,9 mm

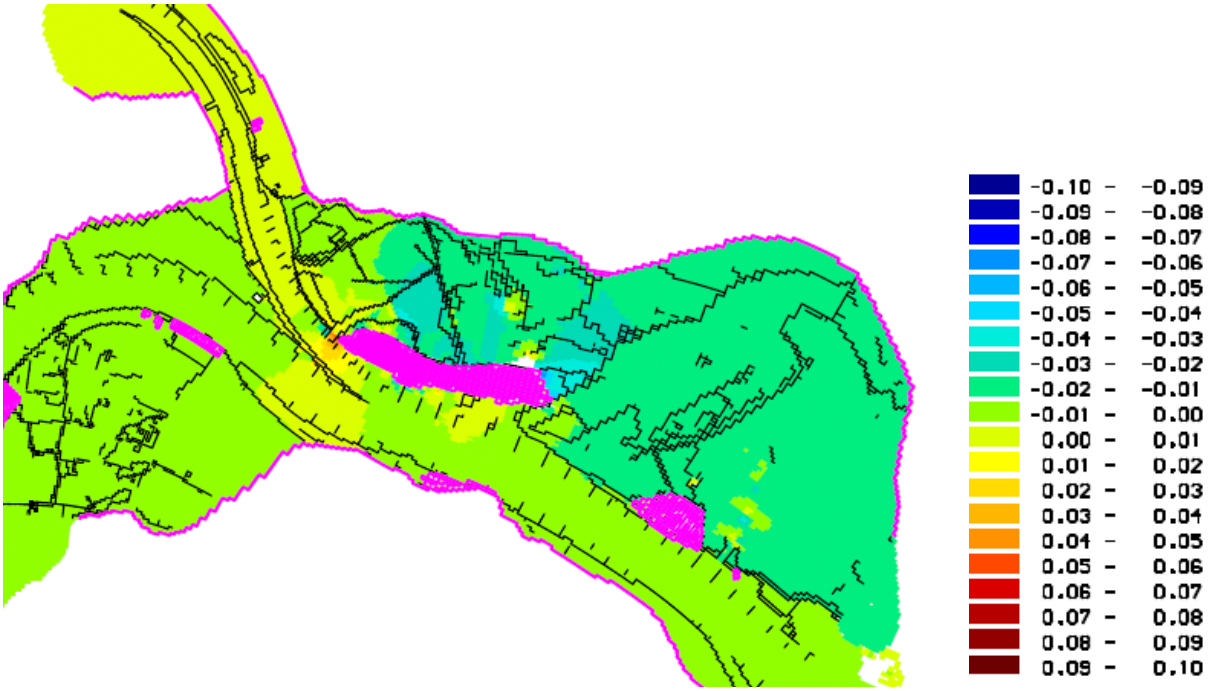
Op verzoek van het waterschap Rijn & IJssel zijn voor de varianten 4a en 4b additionele berekeningen uitgevoerd bij een vaste afvoer van 16.000 m^3/s. In de onderstaande tabel zijn de resultaten hiervan weergegeven.

Tabel 6-1b Waterstandseffecten bij MHW (16.000 m^3/s vaste afvoer) voor de varianten 4a en 4b

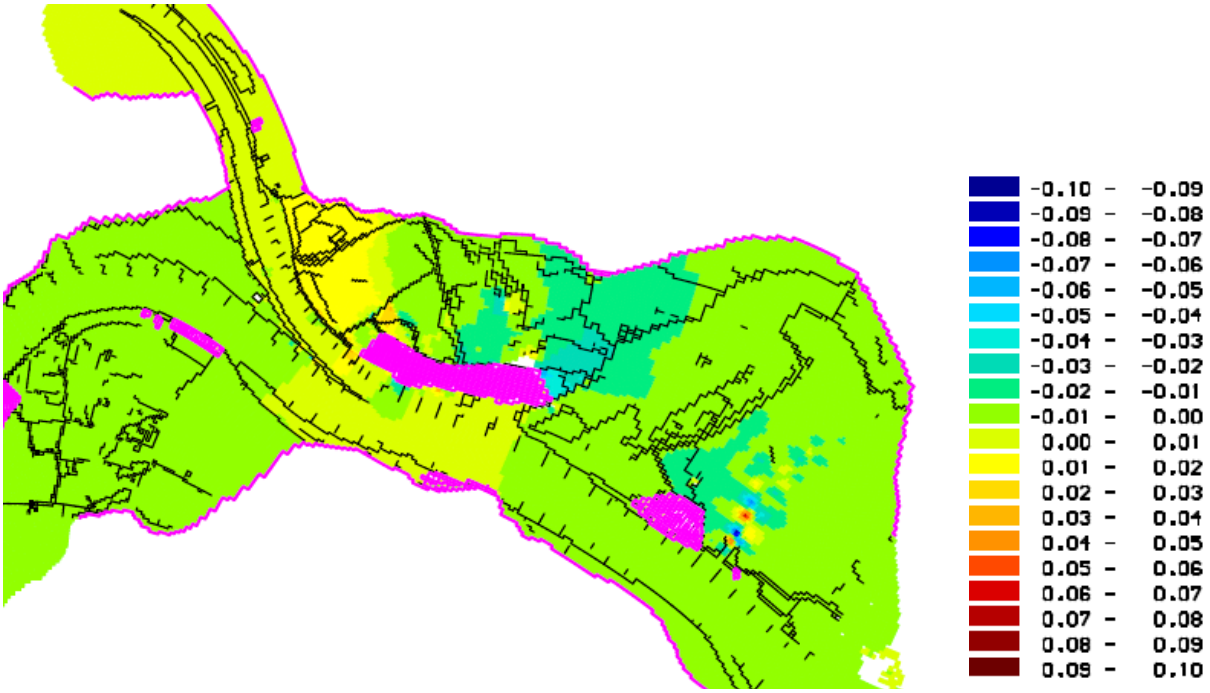
Grootheid	Variant 4a (c2)	Variant 4b (c3)
Maximale waterstandsdaling in de as	-11,9 mm	-8,5 mm
Maximale opstuwing in de as	+17,9 mm	+8,4 mm
Maximale opstuwing langs de bandijk bij Pannerden	+3,2 mm	+18,0 mm
Maximale opstuwing langs de bandijk bij Millingen	+0,2 mm	Geen



Figuur 6-1 Waterstandseffect (m) interim situatie t.o.v. referentiesituatie bij MHW (15.000 m^3/s vrije afvoer)



Figuur 6-2 Waterstandseffect (m) variant 4a t.o.v. referentiesituatie bij MHW (15.000 m^3/s vrije afvoer)



Figuur 6-3 Waterstandseffect (m) variant 4b t.o.v. referentiesituatie bij MHW (15.000 m^3/s vrije afvoer)

6.2 Effecten op de afvoerverdeling (aspect 1.3 en 1.4)

Het effect van de 3 varianten (interim, 4a en 4b) op de afvoerverdeling zijn beoordeeld bij een MHW van 15.000 m^3/s en bij een hoogwater van 10.000 m^3/s.

6.2.1 Effect bij 15.000 m^3/s

Figuur 6.5 toont schematisch de stromingssituatie in de referentiesituatie bij een vrije afvoer van 15.000 m^3/s. Hierbij is onderscheid gemaakt in de twee openingen waar water uit het zomerbed de Lobberdense Waard in kan stromen. Tijdens een MHW-afvoer stroomt 18,5% (2.777 m^3/s) van het water door de uiterwaard.
Hiervan stroomt 1.876 m^3/s weer terug naar het zomerbed tussen de westkant van het hoogwatervrije terrein en de westelijke rand van het projectgebied. Een aandeel van 729 m^3/s stroomt over de Pannerdensche overlaat en het overige deel stroomt tussen de westelijke rand van het projectgebied en de Pannerdensche overlaat terug naar het zomerbed.

Figuren 5.6, 5.7 en 5.8 tonen schematisch de stromingssituaties bij een vrije afvoer van 15.000 m^3/s voor respectievelijk de interim situatie en de tijdelijke varianten 4a en 4b. In de interim situatie neemt de stroming door de Lobberdense waard af met ca.28 m^3/s tot een totaal van 2.750 m^3/s. In de tijdelijke situatie variant 4a neemt de stroming door de uiterwaard toe met ca 104 m^3/s tot een totaal van 2.881 m^3/s. In variant 4b neemt de stroming door de uiterwaard toe met ca. 84 m^3/s tot een totaal van 2.861 m^3/s. De invaart in de variant 4a zorgt voor een betere doorstroming en doordat de invaart in variant 4b niet aansluit op de plas wordt in deze variant minder water door de uiterwaard getrokken dan in variant 4a. De maaiveldverlaging en verlaging van de ruwheid zorgt eveneens voor een betere doorstroming door de uiterwaard.

In de interim situatie neemt de afvoer over de Pannerdensche overlaat af met ca. 6 m^3/s. In variant 4a neemt de afvoer over de overlaat af met ca. 2 m^3/s tot een afvoer van 727 m^3/s. In variant 4b is er een toename van 6 m^3/s. De afvoer over de overlaat is dan 735 m^3/s. Deze toename in afvoer wordt mede veroorzaakt door het feit dat er geen geconcentreerde uitstroming meer is bij de invaart en dat de kades in het westelijke gedeelte zijn verwijderd. Samen met de maaiveldverlaging en verlaging van de ruwheid vindt er zodoende een betere doorstroming richting de Pannerdensche overlaat plaats. De afvoerverdeling van varianten 4a en 4b verschilt minder met de referentiesituatie dan de interim situatie die gekenmerkt wordt door een afname van 14 m^3/s door de Waal. Ten opzichte van de referentiesituatie neemt in variant 4a de afvoer door de Waal af met 3 m^3/s en in variant 4b met 4 m^3/s.

De beoordelingseis bij MHW is een dat afvoerverschillen groter dan 5 m^3/s op het splitsingspunt niet toelaatbaar zijn. Variant 4a en 4b voldoen aan deze eis, de interim situatie niet. In de interim situatie is het verschil 14 m^3/s (minder naar de Waal) op het splitsingspunt. In tabel 5.2 zijn de afvoeren en afvoerverschillen af te lezen voor de referentiesituatie, de interim situatie en de twee varianten bij 15.000 m^3/s vrije afvoer.

6.2.2 Effect bij 10.000 m^3/s

De toename in afvoer door de uiterwaard bij MHW is ook aanwezig bij een normaal hoogwater. Bij een afvoer van 10.000 m^3/s gaat er in variant 4a 246 m^3/s meer water door de Lobberdense Waard, ca 687 m^3/s ten opzichte van 441 m^3/s in de referentiesituatie. In variant 4b neemt de afvoer door de Lobberdense Waard toe met 228 m^3/s, maar deze toename is minder dan in variant 4a.

In de interim situatie neemt de stroming door de uiterwaard toe met ongeveer 50% (218 m^3/s) tot een totaal van 659 m^3/s. De stroming over de Pannerdensche overlaat neemt af met 68 m^3/s. De afvoer naar de Waal neemt toe met 24 m3/s ten opzichte van de huidige situatie.

De afvoer over de Pannerdensche overlaat in variant 4a vermindert met 66 m^3/s. In variant 4b vermindert de afvoer over de Pannerdensche overlaat eveneens, maar dan met 52 m^3/s. Door het aanleggen van de kade in het westelijke gedeelte in variant 4a stroomt het water minder gemakkelijk over de Pannerdensche overlaat, maar stroomt het al eerder terug naar het zomerbed. Door het verlaagde maaiveld en de minder ruwe vegetatie, stroomt het water ook gemakkelijker via deze weg richting het zomerbed. In variant 4b stroomt het water iets makkelijker naar de Pannerdensche overlaat in vergelijking met variant 4a, omdat de invaart niet is aangesloten op de plas en de westelijke kade niet aanwezig is. Echter door het verlaagde maaiveld en de minder ruwe vegetatie, stroomt het water, in vergelijking met de referentiesituatie, nog steeds gemakkelijker via deze weg richting het zomerbed. Hierdoor neemt de afvoer over de overlaat nog steeds af ten opzichte van de referentiesituatie.

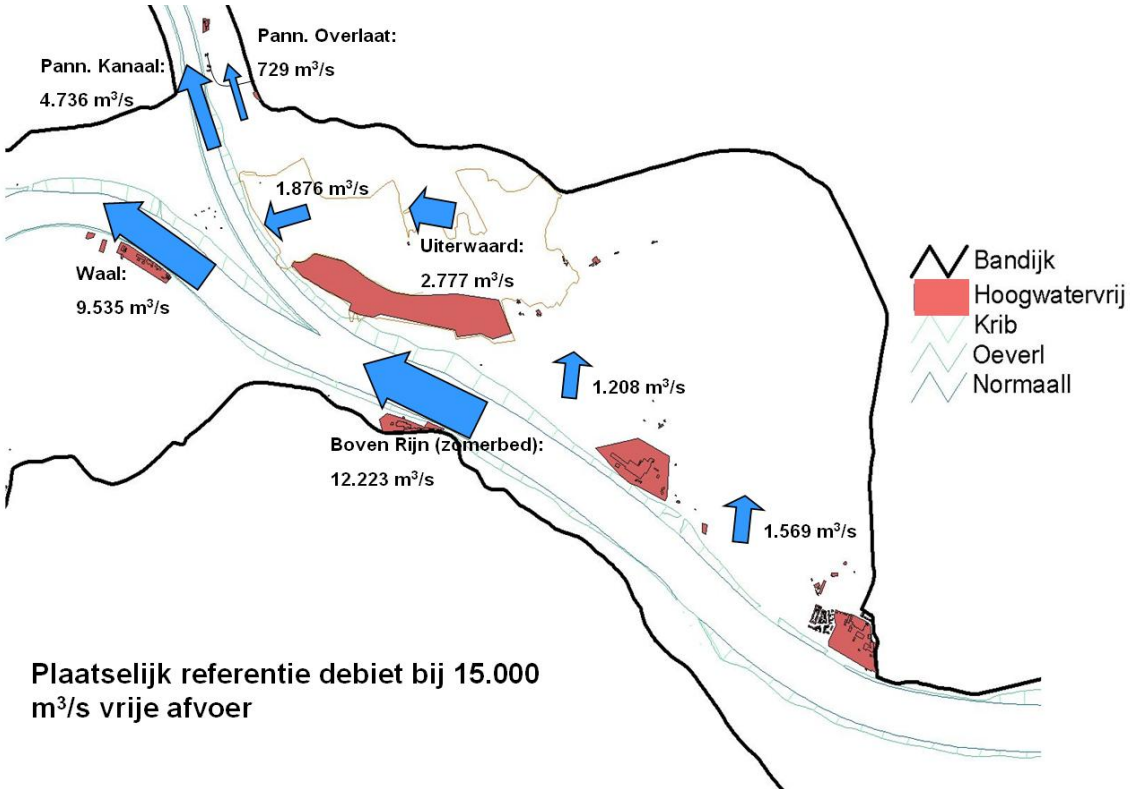
De afvoerverdeling van varianten 4a en 4b bij 10.000 m^3/s verschilt iets meer met de referentiesituatie dan bij de interim situatie het geval is. Het verschil is voor alle situaties groter dan 20 m^3/s, hetgeen het beoordelingscriterium is. In variant 4a stroomt er 26 m^3/s meer door de Waal en in variant 4b stroomt er 29 m^3/s meer.
Als het beoordelingscriterium wordt aangehouden, dan is bij variant 4a en 4b de afvoerverdeling dus meer gewijzigd dan toegestaan.

Echter, de wijziging op de afvoerverdeling moet eigenlijk worden beoordeeld in samenhang met de andere ruimte voor de rivier projecten. In de jaren voor 2015 zullen er veel verschillende projecten in Rijnwaarden en de directe omgeving van de Pannerdensche Kop in uitvoering zijn. Al deze projecten hebben een (klein of groot) effect op de afvoerverdeling. Rijkswaterstaat en de PDR zullen moeten bewaken wat de wijziging is op de afvoerverdeling door toedoen van al deze projecten.

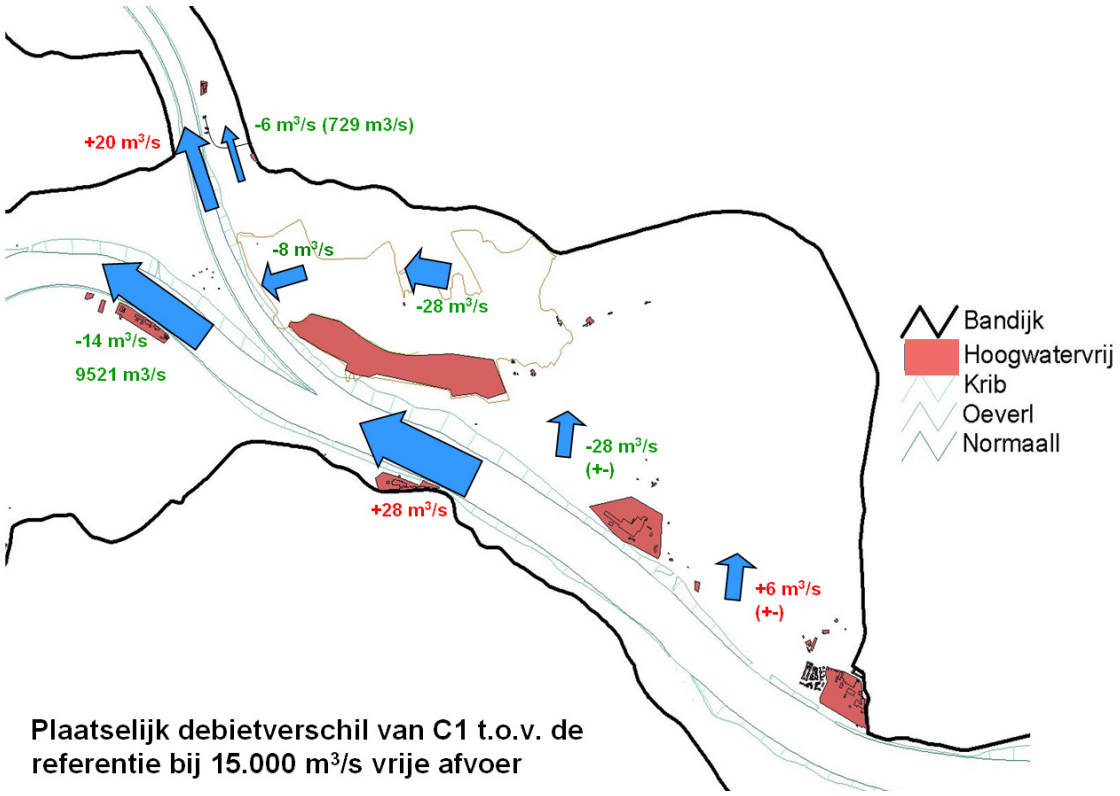
In tabel 6.2 zijn de afvoeren en afvoerverschillen af te lezen voor de referentiesituatie, de interim situatie en de twee varianten bij 10.000 m^3/s vrije afvoer.

Tabel 6-2 Overzicht van (vrije) afvoeren en –verschillen bij 15.000 m^3/s en 10.000 m^3/s

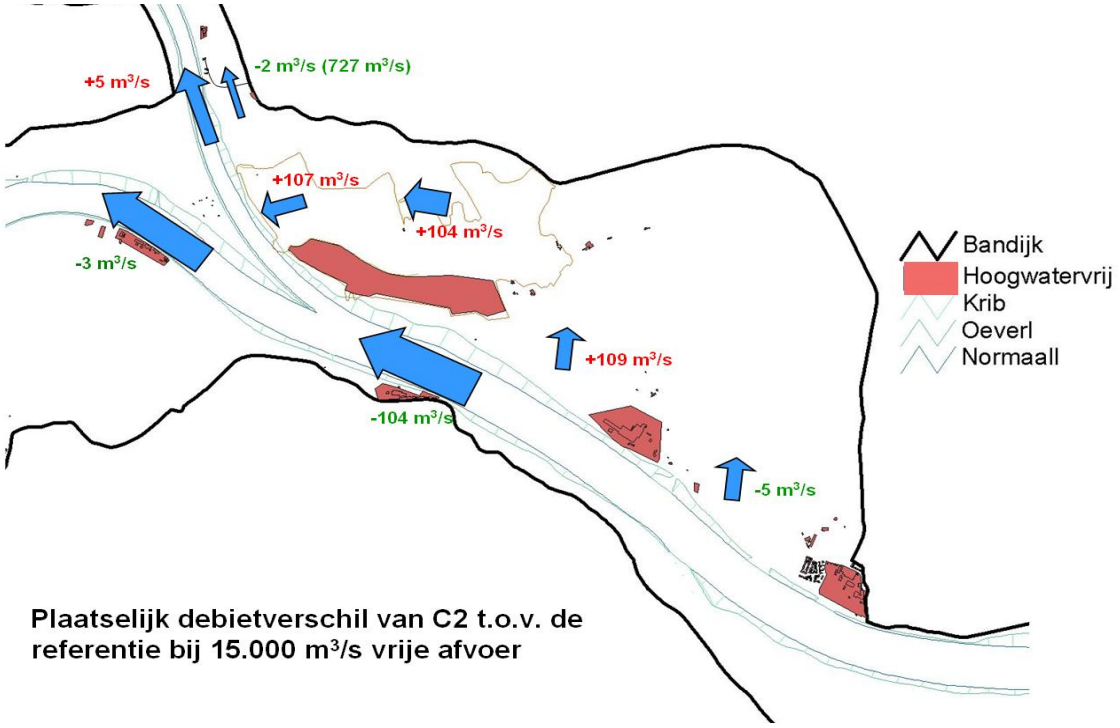
Locatie	Referentie-situatie	interim	Verschil t.o.v. referentie	Variant 4a	Verschil t.o.v. referentie	Variant 4b	Verschil t.o.v. referentie
Q-Lobith	**15.000**	**15.000**		**15.000**		**15.000**	
Q-Waal	9.535	9.521	-14	9.532	-3	9.531	-4
Q-PK	5.465	5.479	+14	5.468	+3	5.469	+4
Q-Panoverlaat	729	723	-6	727	-2	735	+6
Q-Lobith	**10.000**	**10.000**		**10.000**		**10.000**	
Q-Waal	6508	6532	+24	6534	+26	6537	+29
Q-PK	3492	3468	-24	3466	-26	3463	-29
Q-Panoverlaat	259	191	-68	193	-66	207	-52



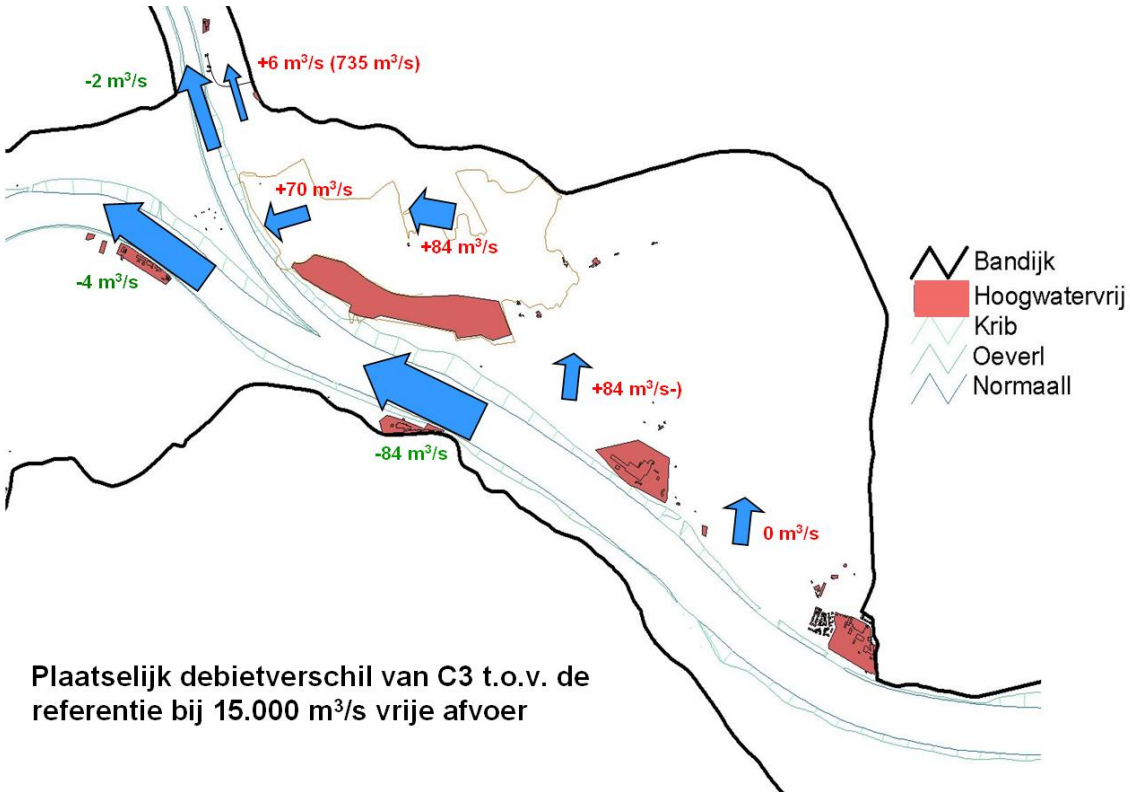
Figuur 6-4 Stromingssituatie referentiesituatie bij MHW (15.000 m^3/s vrije afvoer)



Figuur 6-5 Stromingssituatie interim situatie bij MHW (15.000 m³/s vrije afvoer)



Figuur 6-6 Stromingssituatie variant 4a bij MHW (15.000 m³/s vrije afvoer)



Figuur 6-7 Stromingssituatie variant 4b bij MHW (15.000 m³/s vrije afvoer)

6.3 Effecten op de inundatiefrequentie (aspect 2.1)

Als gevolg van de ingrepen in het projectgebied kan de frequentie van instromen van (delen van) de uiterwaard wijzigen. Dit kan nadelig zijn voor de omwonenden, voor de bereikbaarheid of voor natuurontwikkeling. Aspect 2.1 uit tabel 4 van het beoordelingskader gaat op dit aspect in. In hoofdstuk 4 zijn reeds in tabel 4.4 de waterstanden in de huidige situatie bij verschillende afvoerniveaus getoond. In deze paragraaf wordt van deze tabel uitgegaan.

In de interim situatie en in variant 4a, wijzigt de inundatiefrequentie van de Lobberdense Waard doordat er een open verbinding is naar het zomerbed. Hierdoor staat de Lobberdense waard in directe verbinding met de waterstanden in het Pannerdensch Kanaal. In de interim situatie betekent dit dat het gehele projectgebied, zowel het westelijke als het oostelijke gedeelte een waterpeil kent die gelijk is aan die in het zomerbed. Doordat het gebied echter geheel omgeven is door kades met een hoogte van NAP+14,3 m, verandert er voor de bewoners en de bedrijvigheid in het gebied achter deze kades niks betreft de inundatiefrequentie. De toename van de inundatiefrequentie heeft hiermee geen hinder of schade tot gevolg. De hinder of schade betreft enkel de weilanden/stukken grond binnen de kades, maar deze worden toch afgegraven.

In variant 4a geldt dit hetzelfde, maar dan enkel voor het westelijke gedeelte. Ook hier is dit gebied omgeven door kades van NAP+14,3 m. Ook hier verandert er voor de bewoners en de bedrijvigheid in het gebied niks betreft de inundatiefrequentie.
De toename van de inundatiefrequentie heeft dus geen hinder of schade tot gevolg.

De hinder of schade betreft enkel de weilanden/stukken grond binnen de kades van het westelijke gedeelte, maar deze gronden worden toch afgegraven. Het oostelijke gedeelte behoudt dezelfde inundatiefrequentie als in de huidige situatie.

Omdat variant 4b geen open verbinding naar het zomerbed heeft, blijft hier de inundatiefrequentie gelijk aan die van variant 3 en dus van de huidige situatie. De inundatiefrequentie van de uiterwaard blijft gemiddeld eens inde 5 tot 6 jaar. Hier treedt dus geen extra hinder of schade op voor bewoners of bedrijvigheid in het projectgebied.

6.4 Effecten op stroombeeld in de uiterwaard (aspect 2.2)

Door ingrepen in het gebied kunnen (lokale) stroomsnelheden in de uiterwaard veranderen. Dit kan resulteren in lokale erosie bij constructies als kribben, gebouwen, kaden, wegen maar ook langs randen van plassen en geulen. De mate van (verwachte) erosie wordt ingeschat door het beoordelen van de verandering van de grootte en richting van de stroomsnelheden bij een afvoer van 10.000 m^3/s. Dit beoordelingsaspect is omschreven in aspect 2.2 uit van het rivierkundig beoordelingskader.
Naast het effect op het stroombeeld is ook gekeken naar het effect op de waterstanden bij een hoogwater van 10.000 m^3/s.

6.4.1 Effect op stroombeeld bij 10.000 m^3/s

Figuur 4.11 toonde reeds de optredende stroomsnelheden in het projectgebied bij een afvoer van 10.000 m^3/s voor de huidige situatie. De stroomsnelheden in de Lobberdense Waard variëren tussen de 0,05 en 0,25 m/s.

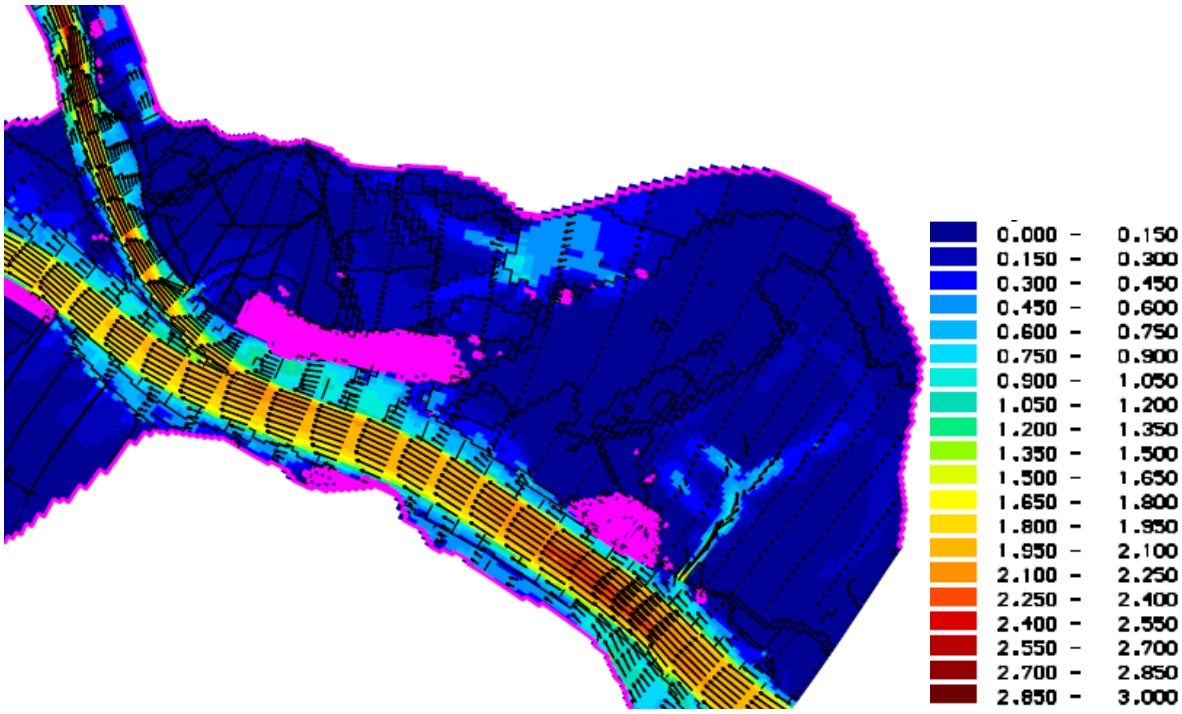
Figuren 5.9, 5.11 en 5.13 tonen de stroomsnelheden bij 10.000 m^3/s (vaste afvoerverdeling) voor respectievelijk de interim situatie, variant 4a en variant 4b.
Figuren 5.10, 5.12 en 5.14 tonen het verschil in stroomsnelheid van respectievelijk de interim situatie, variant 4a en variant 4b ten opzichte van de referentiesituatie.

Voor de interim situatie wijzigen de stroomsnelheden in het gebied van de Lobberdense Waard licht. In het projectgebied nemen de stroomsnelheden lokaal af met ca 0,05 tot 0,1 m/s of toe met 0,05 tot lokaal 0,2 m/s. Nabij de weg door de Geitenwaardse polder neemt de stroomsnelheid extra toe met ca 0,3 t/m 0,5 m/s. Nabij de uitstroomopening zijn de snelheidsverschillen ook groter, een toename van ca 0,6 tot 1,0 m/s. Dit kan mogelijk hinder veroorzaken voor de scheepvaart, in paragraaf 5.5 wordt hier nader op ingegaan.
De absolute stroomsnelheden in het projectgebied variëren rond de 0,05 m/s tot 0,10 m/s in de gehele Lobberdense Waard bij een afvoer van 10.000 m^3/s. Bij de weg door de Geitenwaardse polder en bij de uitstroomopening zijn de stroomsnelheden hoger, ca 0,6 tot 1,0 m/s.
De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt af met 68 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat ook af met ca. 0,2 tot 0,3 m/s tot een absolute snelheid van 0,8 tot 1,0 m/s.

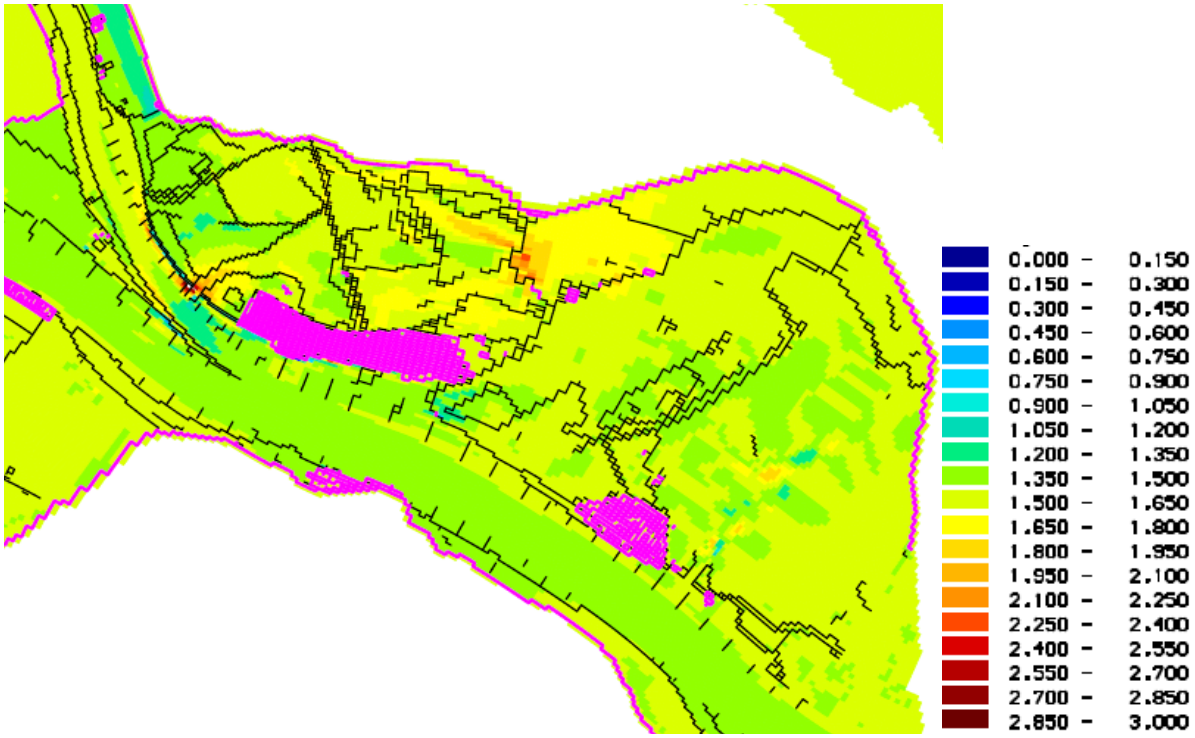
De stroomsnelheden en verschillen in stroomsnelheid in variant 4a bij een afvoer van 10.000 m^3/s zijn zeer goed vergelijkbaar met de interim situatie. Ook hier zijn de verschillen het grootst bij de weg door de Geitenwaardse polder en bij de uitstroomopening. Ook de stroomsnelheid over de Pannerdensche overlaat is vergelijkbaar, aangezien de afvoer met 66 m^3/s afneemt.

De stroomsnelheden en verschillen in stroomsnelheid voor variant 4b verschillen enigszins van de interim situatie en variant 4a. Nabij de overslaglocatie zijn de stroomsnelheden hoger dan in de huidige situatie. De snelheden nemen toe met ca. 0,3 tot 0,7 m/s. Dit kan mogelijk hinder veroorzaken voor de scheepvaart, in paragraaf 5.5 wordt hier nader op ingegaan. Nabij de weg door de Geitenwaardse polder neemt de stroomsnelheid toe met ca 0,2 t/m 0,4 m/s.
De absolute stroomsnelheden in het projectgebied variëren rond de 0,05 m/s tot 0,15 m/s in de gehele Lobberdense Waard bij een afvoer van 10.000 m^3/s. Bij de weg door de Geitenwaardse polder en bij de opening en benedenstroomse zijde van de overslaglocatie zijn de stroomsnelheden hoger, ca. 0,6 tot 1,0 m/s.
De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt af met 52 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat ook af met ca. 0,1 tot 0,2 m/s tot een absolute snelheid van 0,9 tot 1,1 m/s.

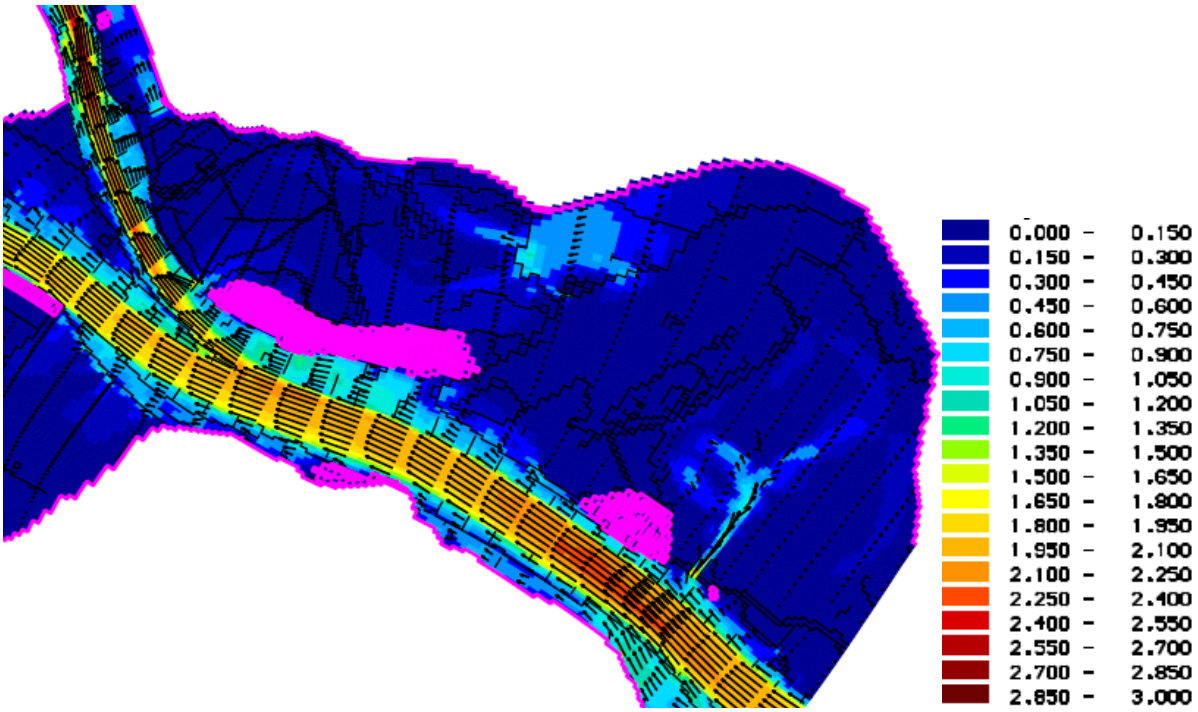
De stroomsnelheden bij een afvoer van 10.000 m^3/s geven geen aanleiding tot het nemen van maatregelen voor erosiebescherming Dit geldt voor de interim situatie en de twee tijdelijke varianten. De hoogste stroomsnelheden zijn te vinden bij de weg door de Geitenwaard, deze zijn ca. 0,6 tot 1,0 m/s. De stroomsnelheden geven geen aanleiding tot oeverbescherming of bescherming van de kade of weg.
In de oeversectie nabij de uitstroomopening of bij de monding van de overslaglocatie moeten mogelijk wel beschermende maatregelen worden genomen. De stroomsnelheden zijn hier groter dan 1 m/s en bij extreem hoogwater mogelijk nog hoger. In de volgende paragraaf (5.5) wordt hier dieper op ingegaan.



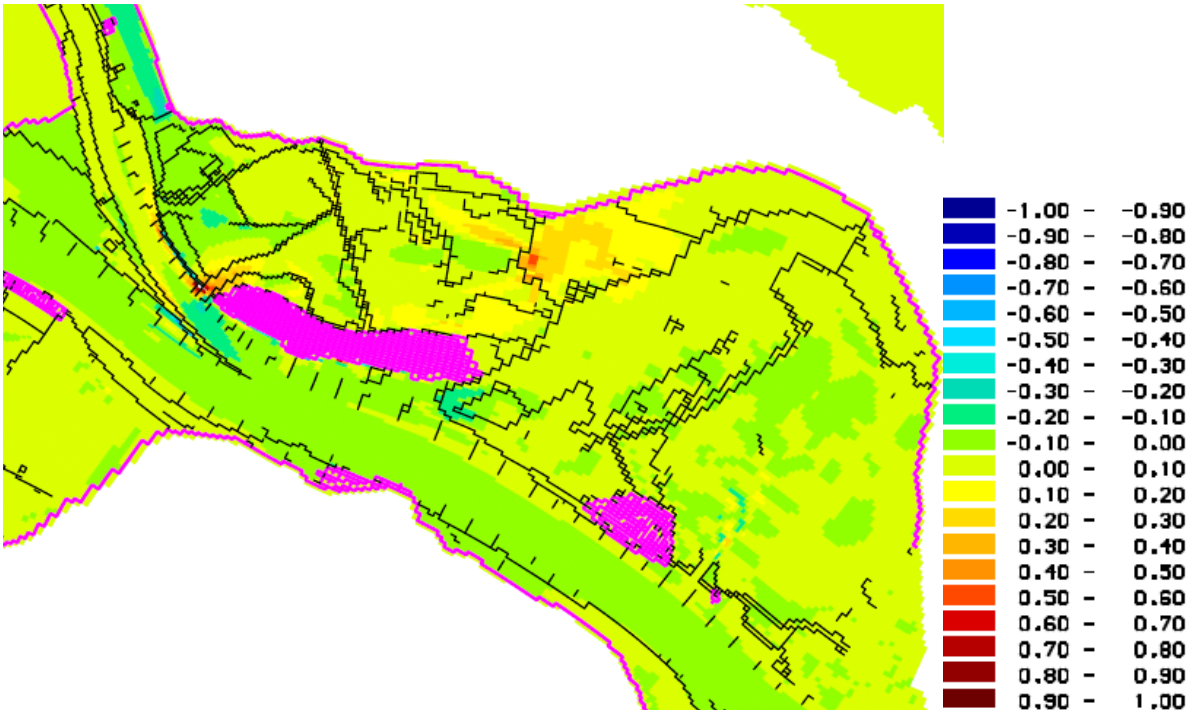
Figuur 6-8 Stroomsnelheden voor de interim situatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



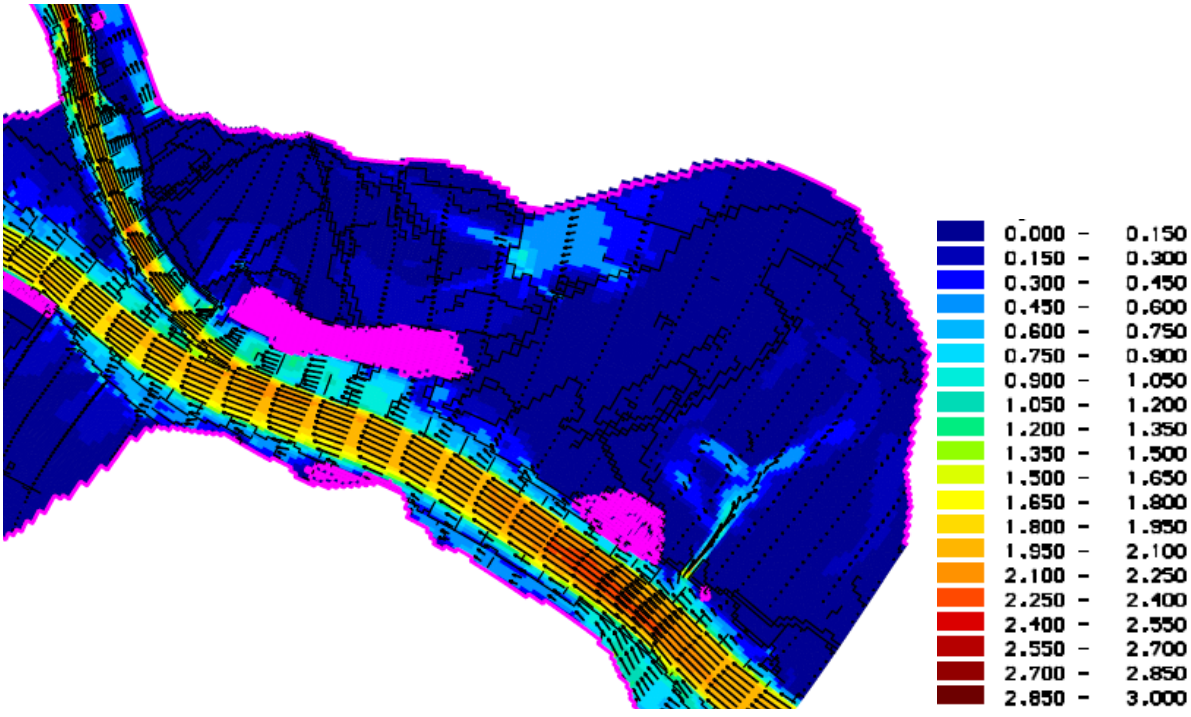
Figuur 6-9 Stroomsnelheidsverschillen voor de interim situatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



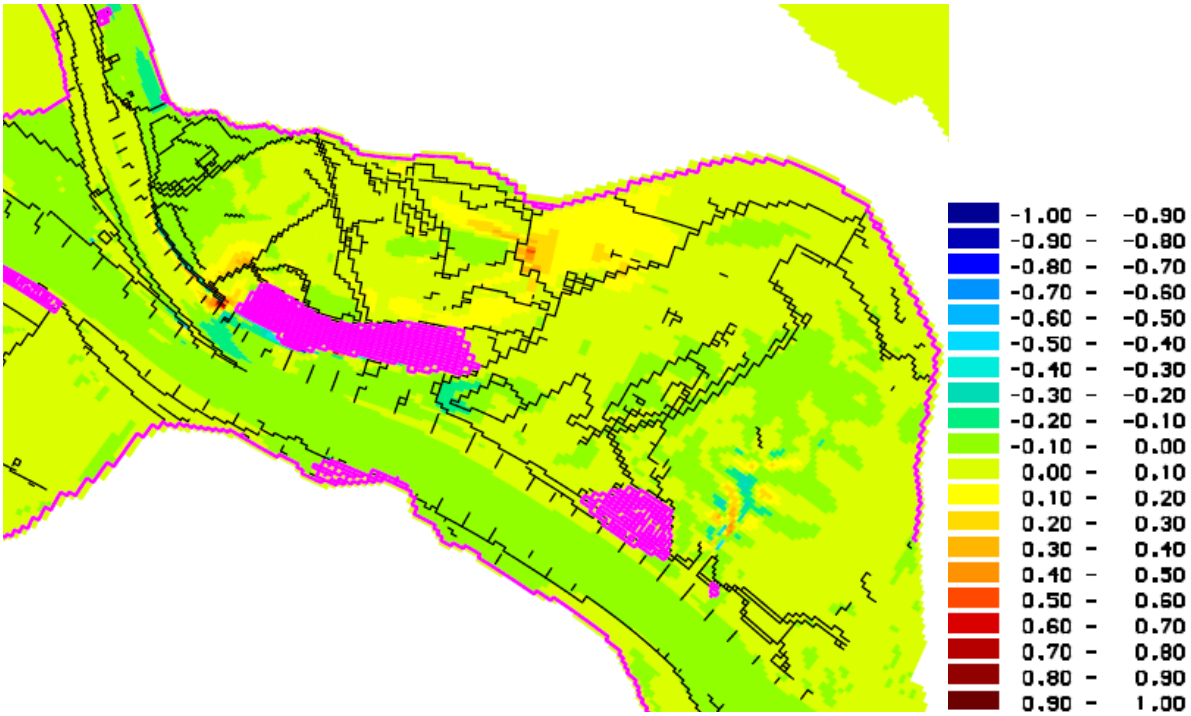
Figuur 6-10 Stroomsnelheden voor variant 4a bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-11 Stroomsnelheidsverschillen voor variant 4a bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-12 Stroomsnelheden voor variant 4b bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-13 Stroomsnelheidsverschillen voor variant 4b bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s

6.4.2 Effect op waterstanden bij 10.000 m^3/s

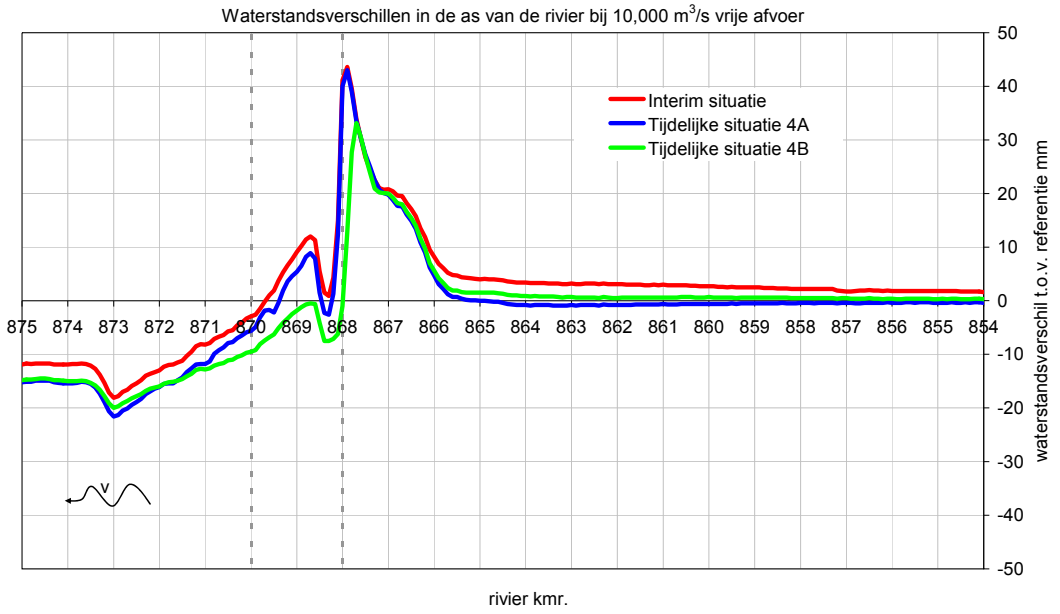
Figuur 6.15 toont het waterstandseffect van de interim situatie, variant 4a en 4b in de as van de rivier per 100 meter punt bij een vrije afvoer van 10.000 m^3/s. Voor variant 4a is de maximale opstuwing in de as van de rivier 42,3 mm. Voor de interim situatie was dit 42,2 mm. Bij een normaal hoogwater zijn er daarmee weinig verschillen tussen variant 4a en de interim situatie wat betreft de maximale opstuwing die plaatsvindt in de rivieras. Variant 4b heeft daarentegen een maximale opstuwing in de as van de rivier van 32,3 mm. In figuur 4 is te zien dat de piek van variant 4b verschoven is ten opzichte van de interim situatie en variant 4a. Dit is te wijten aan de invaart die in variant 4b twee kribvakken stroomopwaarts verschoven is. De opstuwing in de interim situatie zorgt stroomopwaarts nog voor enkele millimeters opstuwing, terwijl voor variant 4a deze opstuwing stroomopwaarts niet noemenswaardig is en voor variant 4b zelfs afwezig.

Figuur 5.17 toont het waterstandseffect over het projectgebied voor variant 4a ten opzichte van de referentiesituatie bij een vrije afvoer van 10.000 m^3/s. Door de uiterwaardverlaging en verlaagde vegetatieruwheid in het westelijke en oostelijke gedeelte van de Lobberdense waard neemt de afvoer door de Lobberdense Waard toe met 246 m^3/s ten opzichte van de referentiesituatie. Hierdoor treed er in het projectgebied een waterstandsdaling op ten gevolge van de toename van de doorstroming door de uiterwaard. De daling in het projectgebied valt buiten de legenda (witte vlak), maar bedraagt 22,5 à 25 cm.

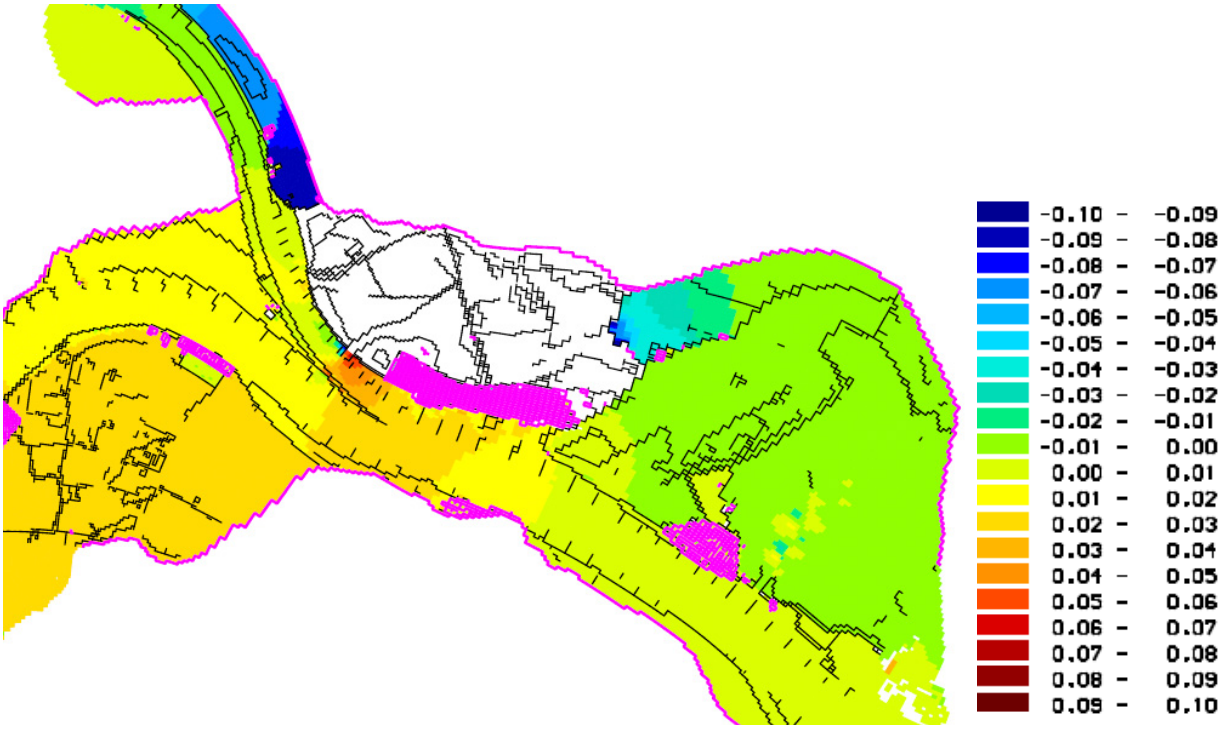
Figuur 5.18 toont het waterstandseffect over het projectgebied voor variant 4b ten opzichte van de referentiesituatie bij een vrije afvoer van 10.000 m^3/s. Door de uiterwaardverlaging en verlaagde vegetatieruwheid in het westelijke en oostelijke gedeelte van de Lobberdense waard neemt de afvoer door de Lobberdense Waard met 228 m^3/s toe ten opzichte van de referentiesituatie.

Dit gebeurt echter in mindere mate dan in variant 4a, omdat de invaart in variant 4b niet aangesloten is op de plas waardoor er geen geconcentreerde uitstroom naar het zomerbed plaatsvindt. De waterstandsdaling in het projectgebied valt buiten de legenda (witte vlak), maar bedraagt 17 à 18 cm en is hiermee geringer dan in variant 4a.

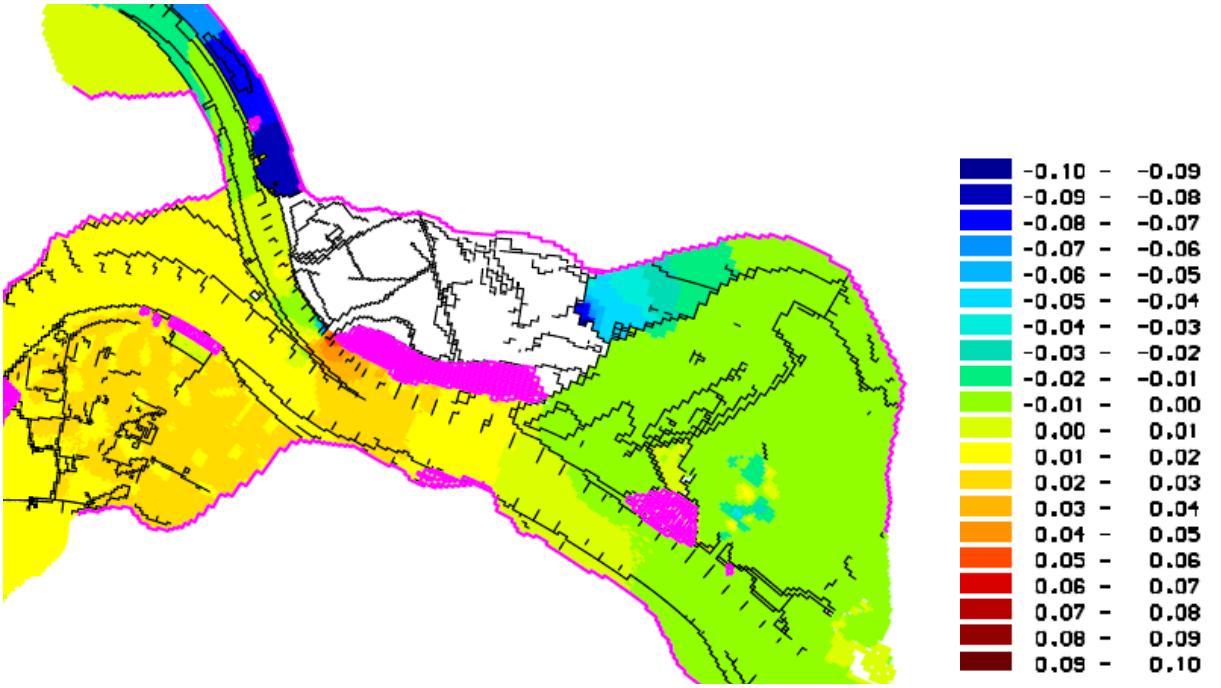
Wat betreft optredende hinder en schade kan geconcludeerd worden dat de kans op hinder en schade bij de interim situatie het grootst is. In deze situatie is de lokale opstuwingspiek bij een normaal hoogwater het grootst in vergelijking met de andere varianten. Ook is de staart van de opstuwinglijn het hoogst in deze variant, dat betekent dat een groter gebied mogelijk hinder ondervindt, in variant 4a en 4b is dit minder. Wel moet hierbij worden aangetekend dat de staart van de opstuwingslijn ook bij de interim situatie niet hoog is (maximaal 5 mm). Variant 4a scoort wat betreft hinder en schade het beste van de 3 varianten. De lokale opstuwingspiek is het laagst en de opstuwing over het bovenstroomse traject is klein (ca 1 tot 2 mm) en vergelijkbaar met variant 4a.
Voor wat betreft hinder en schade moet voornamelijk gedacht worden aan veranderende inundatiefrequentie van particuliere gronden, zoals tuinen of fabrieksterreinen. Door lokale opstuwing kan de inundatiefrequentie wijzigen.



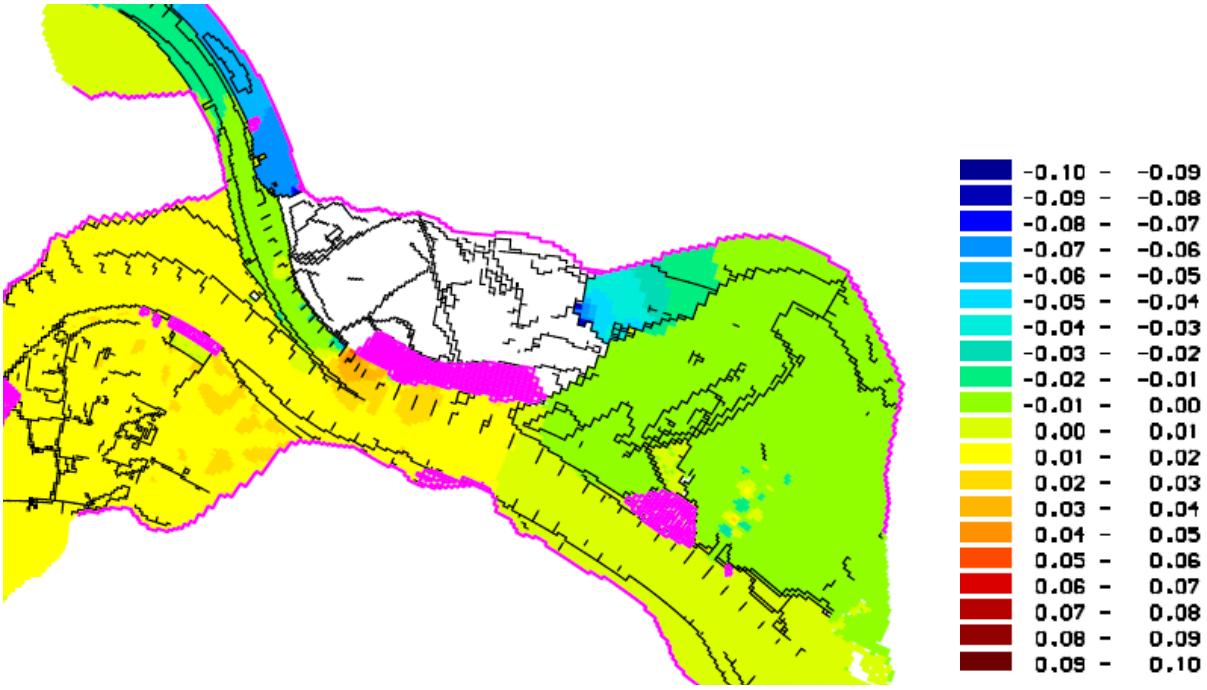
Figuur 6-14 Waterstandseffect (mm) in de as van de rivier voor de interim situatie (c1) en varianten 4a (c2) en 4b (c3) bij een normaal hoogwater (10.000 m^3/s vrije afvoer) per 100 meter in de as van de rivier



Figuur 6-15 Waterstandseffect (m) interim situatie t.o.v. referentiesituatie bij een normaal hoogwater (10.000 m^3/s vrije afvoer)



Figuur 6-16 Waterstandseffect (m) variant 4a t.o.v. referentiesituatie bij een normaal hoogwater (10.000 m^3/s vrije afvoer)



Figuur 6-17 Waterstandseffect (m) variant 4b t.o.v. referentiesituatie bij een normaal hoogwater (10.000 m^3/s vrije afvoer)

6.5 Effecten stroombeeld in- en uitstroomopeningen (aspect 2.3)

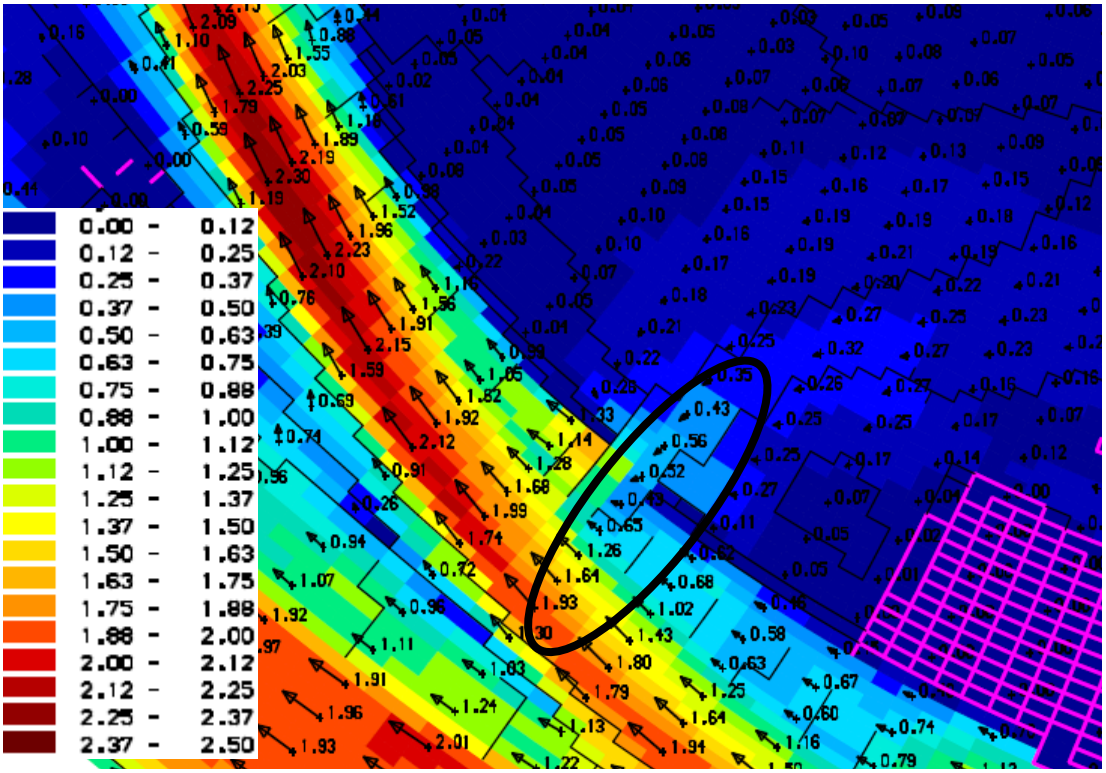
Bij aangetakte geulen kunnen bij lage afvoeren dwarsstromingen optreden bij de in- en uitstroomopeningen van de geulen. Deze dwarsstromingen kunnen hinderlijk zijn voor de scheepvaart en de veiligheid (navigatie) nadelig beïnvloeden.
Als beoordelingseis (aspect 2.3 uit het rivierkundig beoordelingskader) geldt dat op de rand van de vaargeul (denkbeeldige lijn tussen de bakens op de kribkop) de lokale stroomsnelheden loodrecht op de vaargeul niet hoger mogen zijn dan 0,3 m/s bij een geulvullende (nevengeul) afvoer van maximaal 50 m^3/s. Bij afvoeren hoger dan 50 m^3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt dat de stroomsnelheid loodrecht op de vaargeul niet hoger mag zijn dan 0,15 m/s.

Bij variant 4a en de interim situatie is er sprake van een directe permanente opening tussen de uiterwaard en het zomerbed. Op het moment dat de Lobberdense waard gaat meestromen, dan zal bij deze opening een geconcentreerde uitstroom van water ontstaan met de daarbij optredende hoge dwarsstroomsnelheden. Dit gebeurt echter pas bij afvoer vanaf 8.500 tot 8.700 m^3/s bij Lobith, oftewel eens inde 5-6 jaar.
In de opening nemen de stroomsnelheden met ca. 0,5 tot 1,1 m/s toe, tot absolute stroomsnelheden van 0,5 m/s in de opening en 1,5 m/s in het kribvak. In variant 4a zijn deze dwarsstroomsnelheden nog net iets hoger (ca 0,05 -0,1 m/s hoger) dan in de interim situatie. Beide situaties zijn echter goed vergelijkbaar.
Figuur 5.21 toont de stroomsnelheden in de uitstroomopening bij variant 4a. In de opening zijn de stroomsnelheden ca 0,6 m/s. Bij de kribkop zijn de snelheden loodrecht op de rivier nog ca. 0,25 tot 0,4 m/s. Dit is hoger dan het beoordelingscriteria toestaat.
De stroming door de opening kan hinderlijk zijn voor de scheepvaart en kan tevens lokaal tot erosie en benedenstrooms weer tot aanzanding leiden (zie paragraaf 5.6)
Echter de situatie dat de opening als uitstroomopening gaat fungeren komt pas voor bij een afvoer vanaf ca. 8.500 m^3/s.

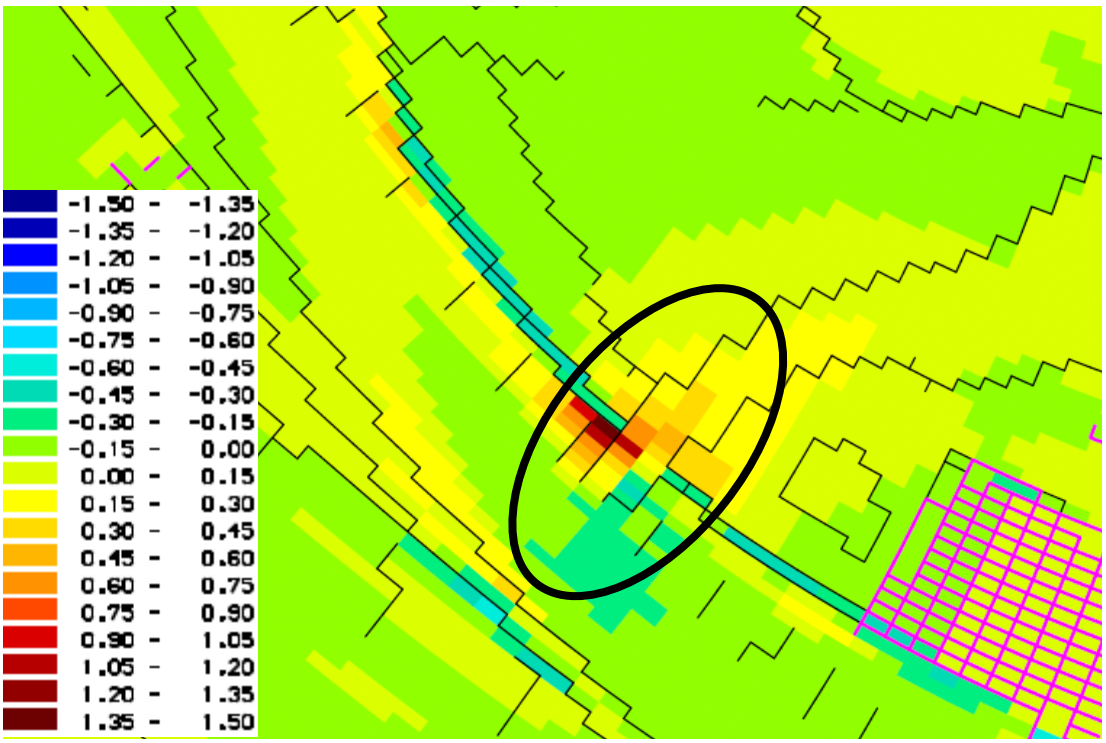
Dit betekent dat deze situatie slechts gemiddeld eens in de 5-6 jaar voorkomt. Gezien de tijdelijke aard van de maatregel is de vraag of dit een ontoelaatbaar probleem vormt. Jaargemiddeld zijn er namelijk geen effecten te verwachten die hinderlijk zijn voor de scheepvaart.

Bij variant 4b is er geen sprake meer van een directe permanente opening tussen de uiterwaard en het zomerbed. Wel ligt er een overslaglocatie direct benedenstrooms van de hoogwatervrije vluchtplaats. Op het moment dat de Lobberdense waard gaat meestromen, dan zal bij deze monding van de overslaglocatie ook sprake zijn van een geconcentreerde uitstroming met de daarbij optredende hoge dwarsstroomsnelheden. Dit gebeurt echter ook pas bij afvoer vanaf 8.500 tot 8.700 m^3/s bij Lobith, oftewel eens in de 5-6 jaar.
In de monding van de overslaglocatie nemen de stroomsnelheden met ca. 0,3 tot 0,9 m/s toe, tot absolute stroomsnelheden van 0,45 m/s in de opening en 1,1 m/s in het kribvak. Deze stroomsnelheden zijn lager dan in variant 4a, maar toch vergelijkbaar.
Figuur 5.23 toont de stroomsnelheden in de monding van de overslaglocatie bij variant 4b. In de monding zijn de stroomsnelheden ca 0,45 m/s. Bij de kribkop zijn de snelheden loodrecht op de rivier nog ca. 0,25 tot 0,3 m/s. Dit is ook hoger dan het beoordelingscriteria toestaat.
De stroming door de monding kan hinderlijk zijn voor de scheepvaart en kan tevens lokaal tot erosie en benedenstrooms weer tot aanzanding leiden (zie paragraaf 5.6). Ook hier geldt echter dat de monding pas als geconcentreerd uitstroompunt gaat fungeren bij een afvoer vanaf ca. 8.500 m^3/s. Dit betekent dat deze situatie slechts gemiddeld eens in de 5-6 jaar voorkomt.

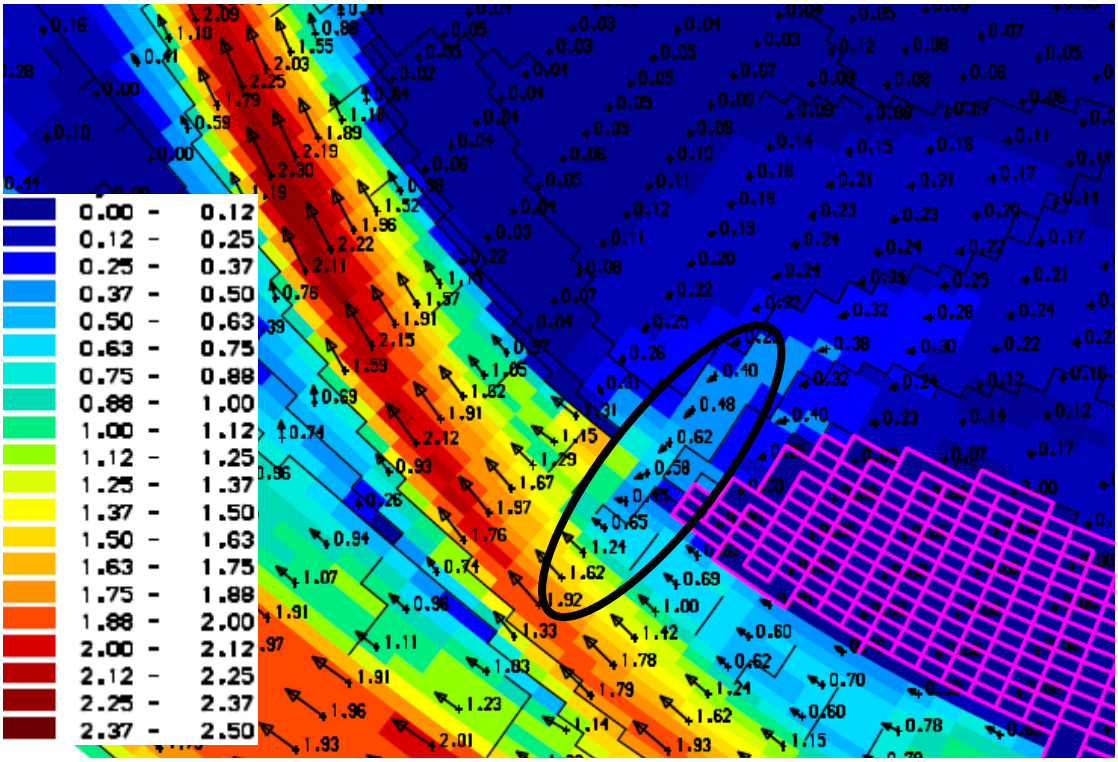
Het bovenstaande brengt ons tot de conclusie dat er onder dagelijkse en normale omstandigheden geen negatieve effecten verwacht worden voor de scheepvaart in de tijdelijke situatie of in de interim situatie. Bij 10.000 m^3/s nemen de stroomsnelheden in de opening van de interim situatie en variant 4a meer toe dan toegestaan. In variant 4b is er ook sprake van een toename hoger dan het beoordelingscriterium voorschrijft, maar is deze wel lager dan in variant 4a. Echter deze situaties komen slechts bij hoge afvoeren voor, gemiddeld eens in de 5-6 jaar. Jaargemiddeld zijn er geen effecten te verwachten die hinderlijk zijn voor de scheepvaart.



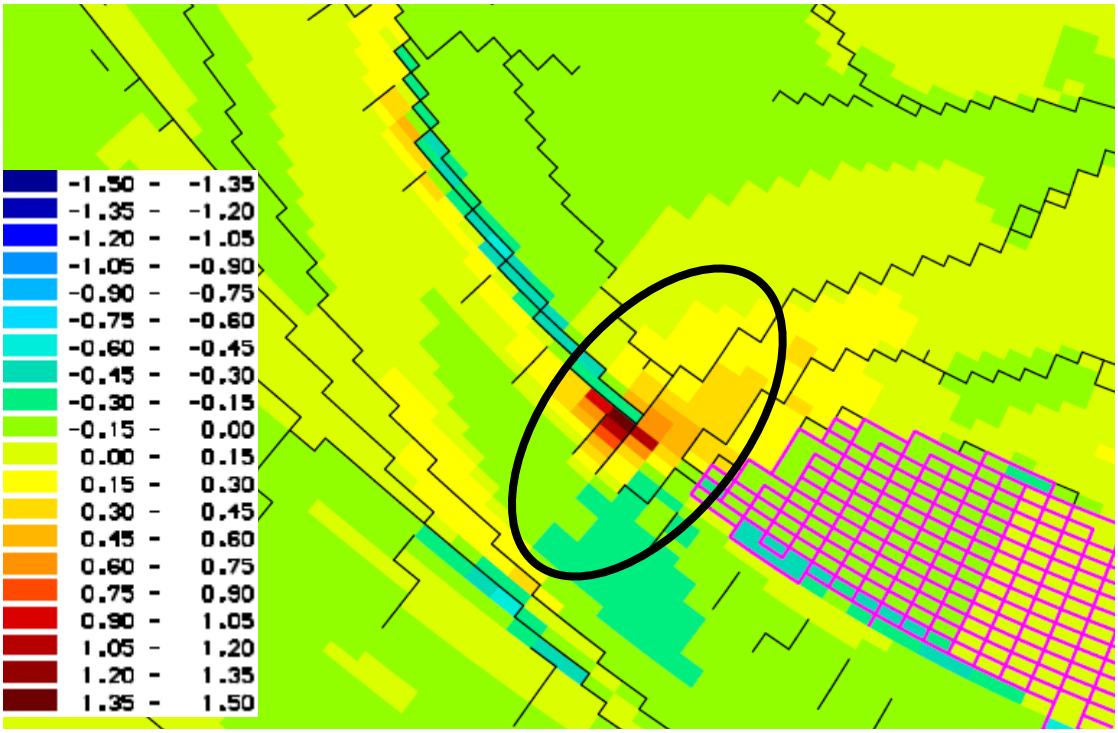
Figuur 6-18 Stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel van de Lobberdense Waard voor de interim situatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



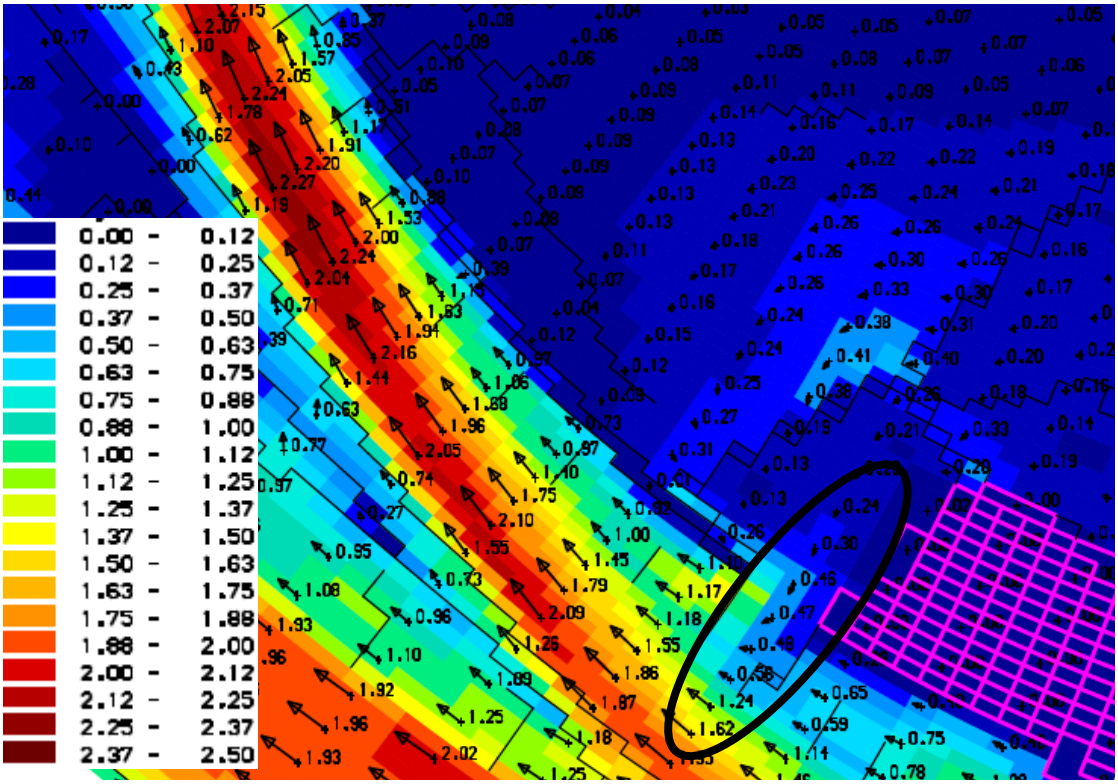
Figuur 6-19 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel tussen de interim situatie en de referentiesituatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



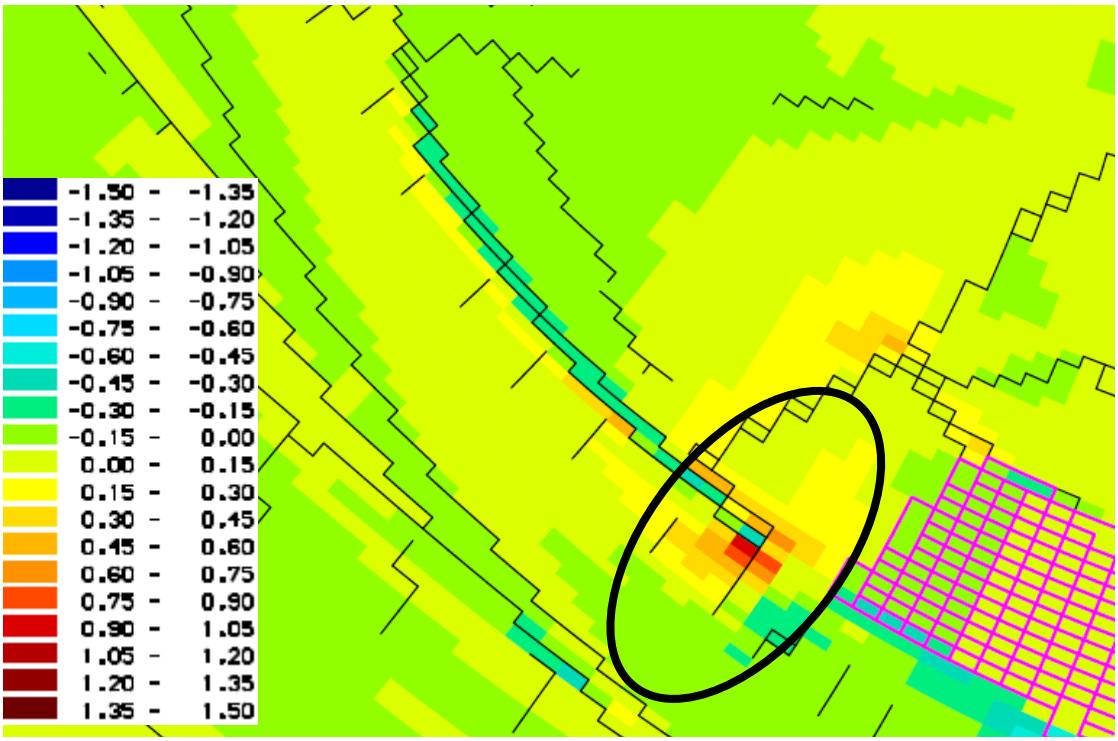
Figuur 6-20 Stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel van de Lobberdense Waard voor variant 4a bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-21 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel tussen variant 4a en de referentiesituatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-22 Stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel van de Lobberdense Waard voor variant 4b bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s



Figuur 6-23 Verschil in stroomsnelheden (m/s) en richting in het benedenstroomse deel tussen variant 4b en de referentiesituatie bij een vaste afvoer van 10.000 m^3/s

6.6 Morfologische effecten in het zomerbed (aspect 3.1)

Ten aanzien van bodemligging en morfologie geldt dat de tijdelijke situatie niet zeer relevant is, aangezien veranderen in morfologie worden geacht op een grote tijdschaal plaats te vinden. Echter wel is beoordeeld of er bij een hoogwater morfologische effecten te verwachten zijn.

De interim situatie is niet beoordeeld op dit aspect. Echter de verwachte morfologische effecten in het zomerbed zijn vergelijkbaar met de effecten beschreven voor variant 4a.

In variant 4a treden bij een hoogwater morfologische effecten op nabij de uitstroomopening van de Lobberdense Plas (kmr 868). Door de open verbinding naar het zomerbed vindt hier tijdens hoogwater een geconcentreerde uitstroming plaats. Deze geconcentreerde uitstroming leidt tot erosie in de uitstroomopening en aanzanding direct benedenstrooms van deze locatie in het zomerbed. Deze aanzanding kan zorgen voor lokale ondieptes voor de scheepvaart na een hoogwater en de erosie kan zorgen voor instabiliteit van de kribben of oeververdediging nabij de opening.
Echter de situatie dat de opening als uitstroomopening gaat fungeren komt pas voor bij een afvoer vanaf ca. 8.500 m^3/s. Dit betekent dat deze situatie slechts gemiddeld eens inde 5-6 jaar voorkomt. De jaargemiddelde morfologische effecten zijn vergelijkbaar met de verwaarloosbare effecten voor de eindsituatie, variant 3.
Nabij de opening, zullen de stroomsnelheden in het zomerbed onder normale omstandigheden mogelijk licht afnemen, vanwege de lokale verbreding van het zomerbed. Deze lichte verandering in stroomsnelheid kan zorgen voor lichte aanzanding nabij de opening. De verwachting is dat dit geen kritische gevolgen heeft voor de vaardiepte. De vaardiepte op deze locatie voldoet ruim aan de eis van OLR-2,80 m, er is ca. 70 cm ‘overdiepte’ aanwezig (OLR is ca. NAP+7,5 m op kmr 868 en de bodemhoogte is ca. NAP+3,25 tot NAP+4,0 m).
Aangezien de tijdelijke situatie slechts een aantal jaren duurt, is de verwachting dat de kans van optreden op nadelige effecten bij een hoogwater slechts gering zijn. Gemiddeld genomen komen deze effecten slechts eens in de 5-6 jaar voor.

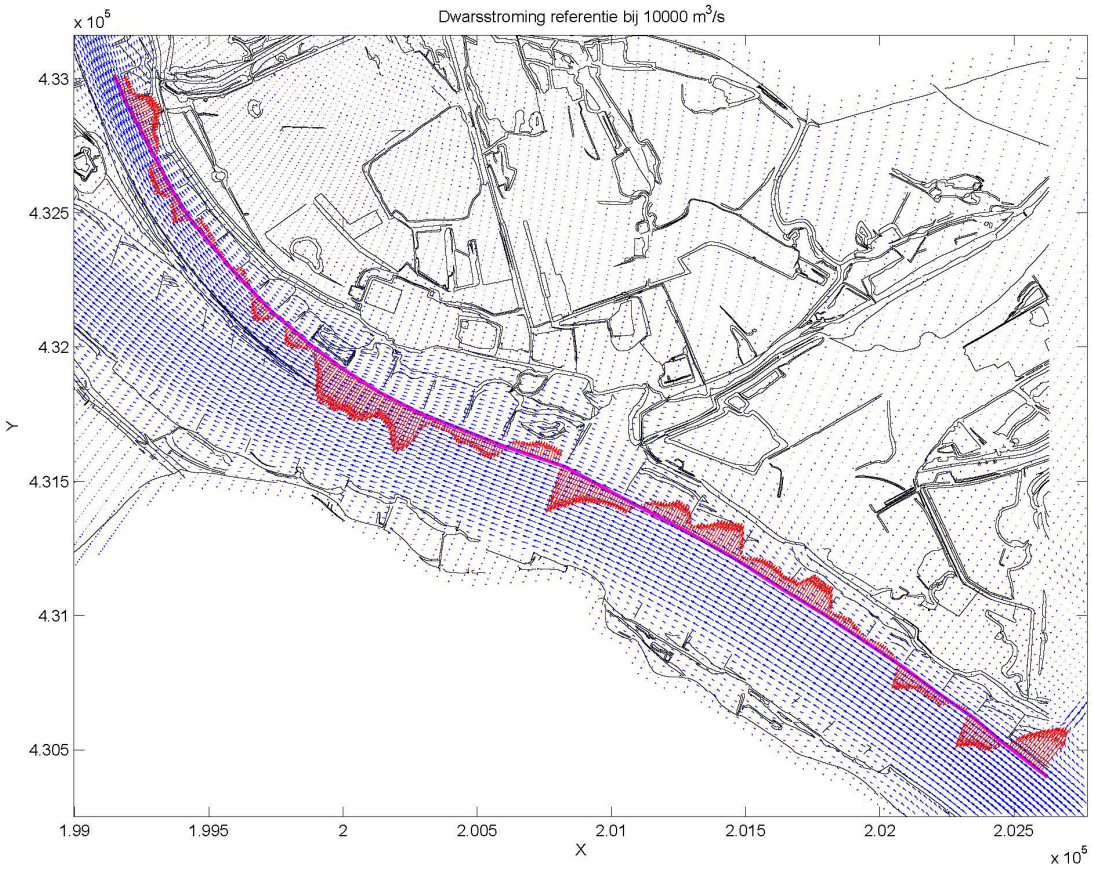
In variant 4b is de opening gesloten en zijn de morfologische effecten vergelijkbaar met de jaargemiddelde effecten zoals beschreven in paragraaf 4.7 voor variant 3. Nabij de opening voor de overslaglocatie, zullen de stroomsnelheden onder normale omstandigheden in het zomerbed licht afnemen, vanwege de lokale verbreding van het zomerbed. Deze lichte verandering in stroomsnelheid kan zorgen voor lichte aanzanding nabij de monding van de overslaglocatie.
Bij afvoeren vanaf 8.500 m^3/s nemen de dwarsstroomsnelheden toe en kan er lokaal erosie ontstaan bij de monding van de overslaglocatie. Dit effect zal kleiner zijn dan variant 4a door de lagere dwarsstroomsnelheden, maar blijft wel bestaan. De verwachting is dat dit geen kritische gevolgen heeft voor de vaardiepte.
De vaardiepte op deze locatie voldoet ruim aan de eis van OLR-2,80 m, er is ca. 70 cm ‘overdiepte’ aanwezig (OLR is ca. NAP+7,5 m op kmr 868 en de bodemhoogte is ca. NAP+3,0 tot NAP+4,0 m). Daarnaast gaat dit om een tijdelijk effect van enkele jaren, na deze jaren wordt de overslaglocatie weer gesloten en zijn de effecten weer verdwenen.
In variant 4b zijn er dus geen hinderlijke effecten te verwachten wat betreft aanzanding of erosie in het zomerbed.

6.7 Effecten op scheepvaart (aspect 2.3)

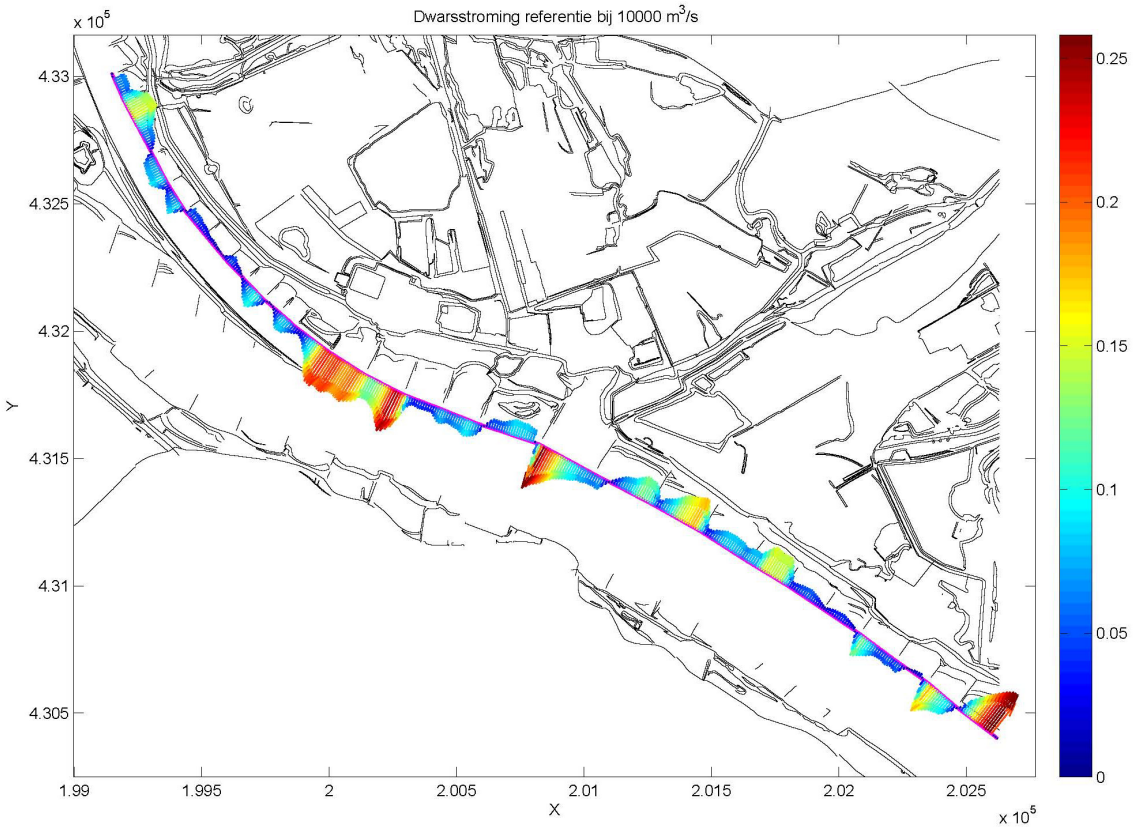
Voor de tijdelijke situatie is onderzocht wat het te verwachten effect op scheepvaart is, hierbij gaat het om dwarsstroming die in de tijdelijke situatie mogelijk optreedt als gevolg van de invaartopening. Dwarsstroming kan hinder opleveren voor passerende schepen. Volgens het beoordelingskader dient de dwarsstroming minder te bedragen dan 0,2 m/s, gemeten nabij de zgn. bakenlijn. De Lobberdense Waard begint mee te stromen vanaf een afvoer nabij de 9000 m^3/s, daarom is het effect van dwarsstroming hier bekeken voor een afvoer van 10.000 m^3/s.

6.7.1 Referentie

In de referentiesituatie is de 2D-dwarsstroming weergegeven in de onderstaande figuren. Hierin is de bakenlijn+25 meter aangegeven in het paars.



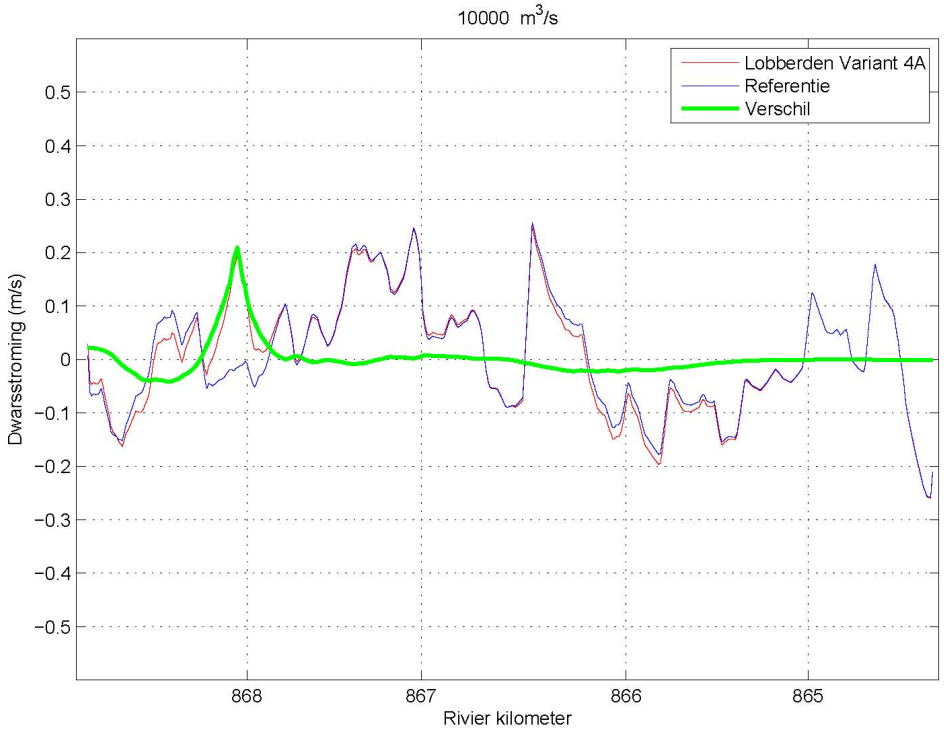
Figuur 6-24: Dwarsstromingsvectoren (richting) voor de referentiesituatie bij 10.000 m^3/s afvoer te Lobith.



Figuur 6-25: Dwarsstromingsvectoren voor de referentiesituatie bij 10.000 m^3/s afvoer te Lobith.

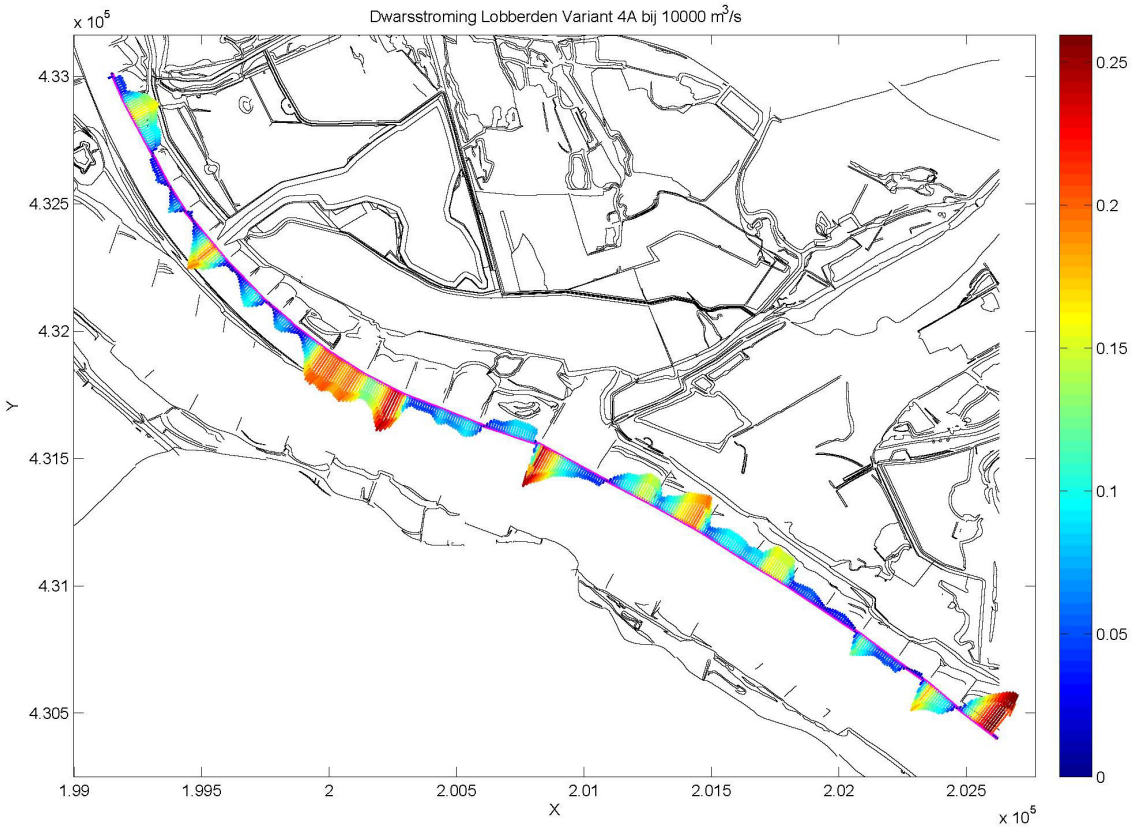
6.7.2 Variant 4A

Onderstaand is het verschil weergegeven in dwarsstroming tussen de referentiesituatie en variant 4A.



Figuur 6-26: Verschil in dwarsstroming tussen variant 4A en de referentie, gemeten op 25 meter uit de bakenlijn bij een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith.

In de figuur is te zien dat het maximale verschil in dwarsstroming optreedt bij de uitstroomopening ter plaatse van kmr. 868.

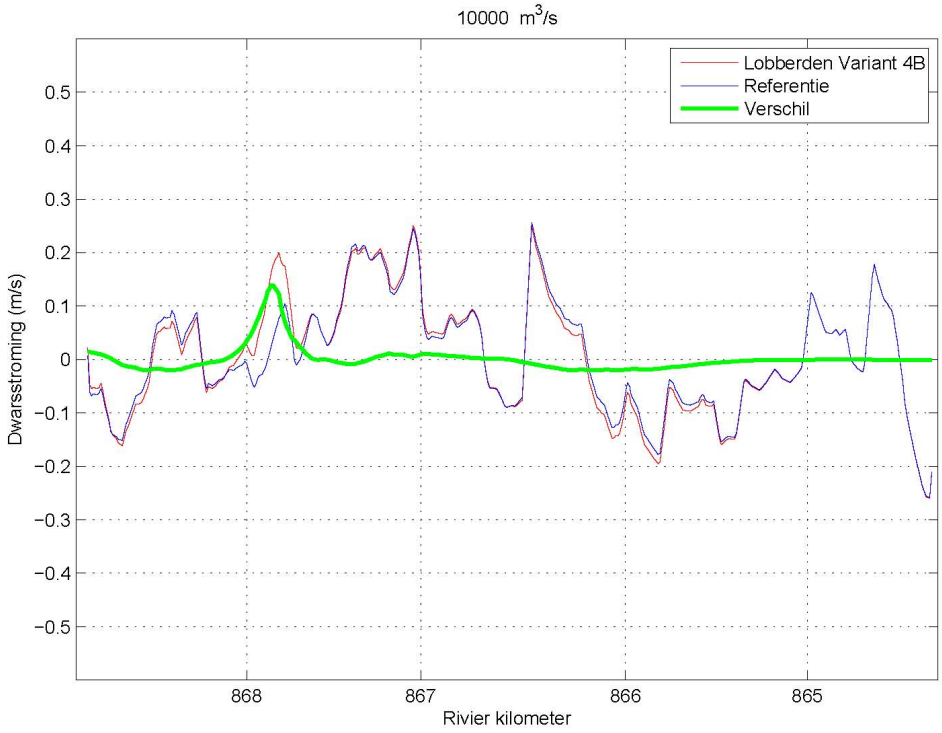


Figuur 6-27: 2D dwarsstroming voor variant 4A en de referentie bij een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith.

Dwarsstroming vindt plaats nabij het splitsingspunt en op plaatsen waar water vanuit de uiterwaard het zomerbed instroomt. De maximale dwarsstromingen in de figuur vinden ook al plaats in de referentiesituatie. Het verschil op de bakenlijn is weergegeven in de voorgaande figuur.

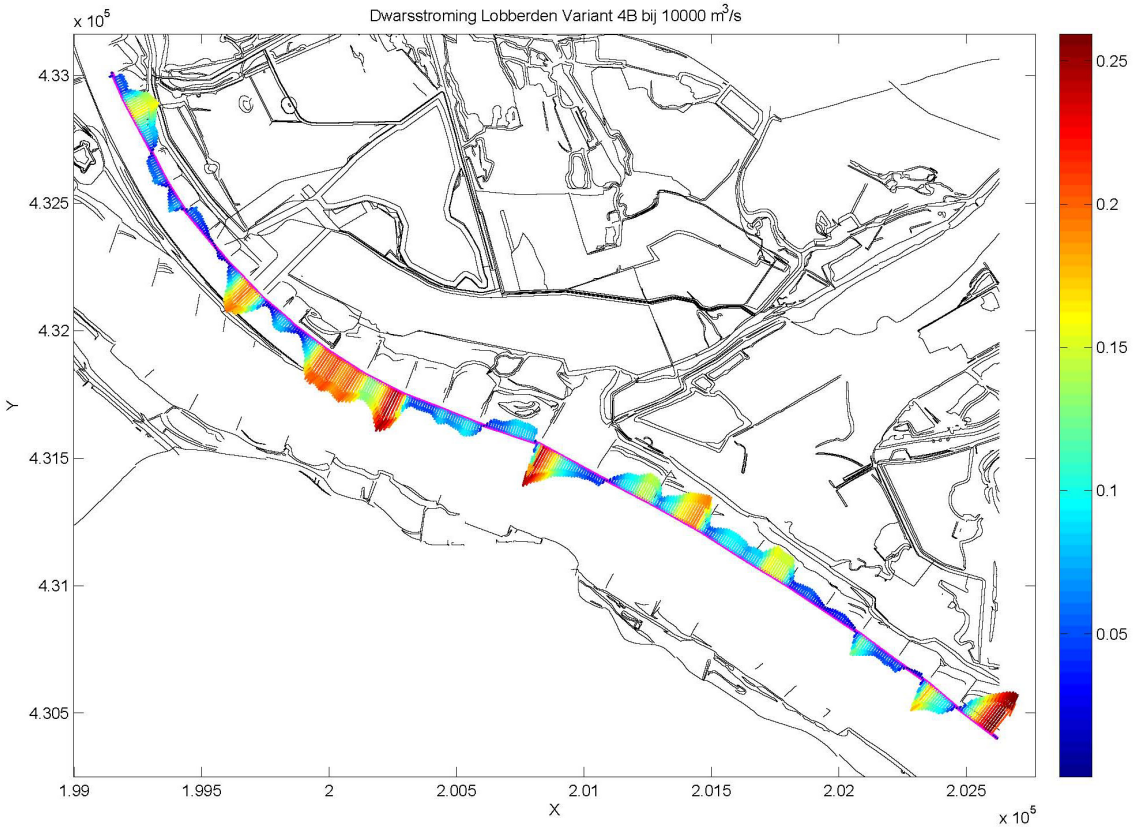
6.7.3 Variant 4B

Voor de tijdelijke variant 4B is onderstaand het verschil weergegeven met de referentiesituatie voor een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith op 25 meter uit de bakenlijn. Hieruit blijkt dat het verschil in dwarsstroming kleiner is dan voor variant 4A en onder de o,2 m/s ligt.



Figuur 6-28: Verschil in dwarsstroming tussen variant 4B en de referentie, gemeten op 25 meter uit de bakenlijn bij een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith.

De 2D dwarsstroming is weergegeven in de onderstaande figuur. Net als bij variant 4A geldt dat nabij het splitsingspunt dwarsstromingt bestaat, deze stroming is echter in de referentiesituatie ook al aanwezig en wordt niet vergroot door de aanleg van de tijdelijke situatie 4B.



Figuur 6-29: 2D dwarsstroming voor variant 4B en de referentie bij een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith.

Totaalbeeld

In de referentiesituatie is bij een afvoer van 10.000 m^3/s te Lobith een dwarsstroming aanwezig van maximaal 0,2 m/s. Door de aanleg van zowel variant 4A als 4B neemt de dwarsstroming toe nabij kmr. 868. In beide situaties echter blijft de waarde onder de eis van maximaal 0,2 m/s zoals aangegeven in aspect 2.3 van het beoordelingskader.

7 AFWEGING EFFECTEN VARIANTEN

In dit hoofdstuk worden de beoordeelde rivierkundige effecten voor de verschillende varianten, voor zowel de eindsituatie als de tijdelijke situatie, tegen elkaar afgewogen. Dit hoofdstuk geeft input voor de afweging van de effecten in het MER.

7.1 Eindsituatie

Voor wat betreft de eindsituatie is het MMA samen met variant 3 als beste beoordeeld van de verschillende varianten. Deze beoordeling is gebaseerd op de gemaakte rivierkundige berekening bij 16.000 m^3/s waarbij het effect op het waterstandseffect in de as van de rivier en langs de bandijk is beoordeeld.

Weliswaar scoort het basisplan beter qua behaalde waterstandsdaling in de as van de rivier op de projectgrens. Het MMA behaalt een waterstandswinst van 9,9 cm in de as van de rivier. Het basisplan behaalt een waterstandsdaling van 9,7 cm terwijl variant 3 met 9,5 cm vrijwel gelijk scoort als het Rijnwaardenplan. Echter door de aanwezigheid van de permanente opening tussen de plas en het zomerbed op kmr 868 scoort het basisplan op de aspecten dwarsstroming, morfologie en schade en hinder (door lokale opstuwing) minder goed dan variant 3 en het MMA.

Variant 1 en variant 2 zijn niet beoordeeld op basis van rivierkundige modelberekeningen. Echter vanwege de aard van de ingrepen ten opzichte van het basisplan, zijn er ten opzichte van dit basisplan geen andere rivierkundige effecten te verwachten.
Variant 1 en 2 onderscheiden zich dus rivierkundig niet van het basisplan.

Geconcludeerd is dat het MMA en variant 3 het beste scoren, met name vanwege de niet aanwezige negatieve effecten op scheepvaart en morfologie, zoals deze bij het basisplan wel aanwezig zijn. Deze beoordeling is samengevat in tabel 6.1

Tabel 7-1 Beoordeling rivierkunde voor de eindsituatie

Aspect	Ref. situatie.	Basisplan	Variant 1	Variant 2	Variant 3	MMA
Beoordeling t.o.v. effecten schetsontwerp Rijnwaardenplan	--	-	-	-	+	+

De resultaten van de berekeningen van variant 3 worden representatief geacht voor het MMA, gezien de gelijkenis tussen deze beide varianten. Dit is overlegd met RWS Oost-Nederland.

7.2 Tijdelijke situatie

Als de interim situatie en de tijdelijke situatie variant 4a en 4b vergeleken worden dan wordt de interim situatie als negatief beoordeeld op alle beoordeelde aspecten.

De interim situatie leidt van de drie varianten tot de grootste opstuwingspiek in de as van de rivier (aspect 1.1) en langs de bandijk (aspect 1.2). Voor aspect 1.3 en 1.4 (effect op de afvoerverdeling) scoort de interim situatie bij een afvoer van 15.000 m^3/s negatiever dan variant 4a en 4b, maar beter bij een afvoer van 10.000 m^3/s, al is dit laatste verschil klein.

Wat betreft de inundatiefrequentie (aspect 2.1) en het stroombeeld bij normaal hoogwater (aspect 2.2a) zijn de 3 varianten niet onderscheidend. Wat betreft het aspect hinder en schade (aspect 2.2b) bij normaal hoogwater, is de lokale opstuwing in de interim situatie het grootst. Ook hier scoort de interim situatie dus het minste. Wat betreft aspect 2.3 en 3.1 scoort de interim situatie door de open verbinding tussen de plas en het zomerbed ook het slechtst.

De afweging tussen variant 4a en 4b is lastiger te maken. Beide varianten zijn eigenlijk mogelijk en hebben beide zo hun voor- en nadelen. De volgende verschillen vallen hierbij op:

- variant 4a heeft een hogere opstuwingspiek in de as van de rivier dan variant 4b (aspect 1.1). Dit wordt veroorzaakt door de open verbinding van de plas in variant 4a met het zomerbed, terwijl in variant 4b de verbinding gesloten is;
- variant 4b heeft echter een hogere opstuwing langs de bandijk. Door het verwijderen van de kades in variant 4b stroomt er meer water richting de Pannerdensche overlaat, hetgeen voor een hogere opstuwing zorgt langs de noordelijke bandijk. In variant 4b is de opstuwing 15,7 mm in vergelijking met 2,9 mm in variant 4a. Als geredeneerd wordt vanuit het aspect hoogwaterveiligheid, dan is de waterstand langs de bandijk het meest relevant, wat dat betreft scoort variant 4a op dat aspect beter dan variant 4b;
- wat betreft het effect op de afvoerverdeling bij het splitsingspunt en de inundatiefrequentie, scoren beide varianten nagenoeg gelijk, de varianten onderscheiden zich niet van elkaar;
- variant 4a resulteert lokaal in een hogere opstuwingspiek in de as van de rivier bij een normaal hoogwater (10.000 m^3/s) dan variant 4b. Echter wat betreft optredende hinder en schade aan omwonenden of derden zijn de varianten niet onderscheidend;
- variant 4a scoort minder goed op het aspect dwarsstroming en morfologische effecten dan variant 4b vanwege de ligging van de opening van de plas naar het zomerbed. Hierdoor treedt er bij variant 4a nadelige dwarsstroming op voor de scheepvaart en daarbij is er kans op aanzanding en erosie op deze locatie. Echter de dwarsstroming vindt enkel plaats bij afvoeren vanaf 8.500 m^3/s, als de Lobberdense Waard gaat meestromen. Dit is slechts eens in de 5-6 jaar. Ook wat betreft de morfologische gevolgen vinden de effecten bij deze afvoer en frequentie plaats.
  Al met al is geconcludeerd dat de effecten op scheepvaart en morfologie jaargemiddeld niet onderscheidend zijn voor de twee varianten, waarbij bij extreme afvoeren variant 4b op het aspect scheepvaart en morfologie beter scoort.

Over het totaal genomen scoren de interim situatie en variant 4a en 4b vergelijkbaar. Het MMA geeft de meeste rivierverruiming en minder opstuwing in de as van de rivier. Variant 4a scoort beter scoort op aspect hoogwaterveiligheid en variant 4b op scheepvaart en morfologie. Wij achten het belang van hoogwaterveiligheid hoger, dan het belang van scheepvaart en morfologie voor een tijdelijke situatie. Daarmee zou variant 4A licht beter scoren dan variant 4B als er onderscheid gemaakt moet worden. De beoordeling is samengevat in tabel 6.2.

Tabel 7-2 Beoordeling rivierkunde voor de tijdelijke situatie

Aspect	Referentie situatie.	Interim situatie	Variant 4A	Variant 4B
Rivierkunde, beoordeling t.o.v. effecten schetsontwerp Rijnwaardenplan	--	-	-	-

8 CONCLUSIES

In dit rapport zijn de rivierkundige effecten beschreven voor het plan Lobberdense Waard ten behoeve van de MER. Deze rapportage is opgesteld conform het Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren [4].

De belangrijkste conclusies uit de hydraulische beoordeling van de eindsituatie en de tijdelijke situatie zijn in tabel 7.1 overzichtelijk weergegeven per beoordeeld aspect. De tabel bevat een beoordeling van het basisplan, MMA en variant 3, de interim situatie en tijdelijke varianten 4a en 4b.

In de laatste kolom is getracht een oordeel te geven of de variant voldoet aan de beoordelingseis. Het is echter aan RWS om deze beoordeling te doen, aangezien zij het bevoegd gezag hiervoor zijn. Door ons is geprobeerd een goede inschatting te maken van deze beoordeling.

Tabel 8-1 Conclusies beoordeelde aspecten

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 1.1: MHW stand op de as van de rivier (Hoofdstuk 4.1 en 5.1)	Waterstandverlaging in rivieras ≥ 9,4 cm op kmr 863 (groter of gelijk aan effect Rijnwaardenplan)	Basisplan	Maximale verlaging in de as is 9,7 cm op kmr 863 Maximale opstuwing benedenstrooms is 2,0 cm	Voldaan aan taakstelling, 0,3 cm extra
		Variant 3	Maximale verlaging in de as is 9,5 cm op kmr 863 Maximale opstuwing benedenstrooms is 3,0 cm	Voldaan aan taakstelling, niets extra
		MMA	Maximale verlaging in de as is 9,9 cm op kmr 863 Maximale opstuwing benedenstrooms is 2,6 cm	Voldaan aan taakstelling
		Variant 3 zonder Rijnw	Maximale verlaging in de as is 1,7 cm op kmr 865 Maximale opstuwing benedenstrooms is 1,9 cm	Nvt
		Interim situatie	Maximale verlaging in de as is 0 cm (geen verlaging) Maximale opstuwing benedenstrooms is 2,5 cm	RWS beoordeelt welke mate van opstuwing tijdelijk toelaatbaar is
		Tijdelijke Variant 4a	Maximale verlaging in de as is 0,9 cm op kmr 865,5 Maximale opstuwing benedenstrooms is 2,3 cm	
		Tijdelijke Variant 4b	Maximale verlaging in de as is 5,3 mm op kmr 865,5 Maximale opstuwing benedenstrooms is 1,2 cm	
Aspect 1.2: MHW stand binnen een uiterwaard (Hoofdstuk 4.2 en 5.1)	Toename waterstand aan de bandijk. Ter acceptatie voorleggen aan dijkbeheerder	Basisplan	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 4,2 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 0 cm	Ter toetsing voorleggen aan Waterschap. Het waterschap beoordeelt als dijkbeheerder welke overruimte er aanwezig is.
		Variant 3	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 5,3 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 0 cm	
		MMA	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 5,0 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 0 cm	
		Variant 3 zonder Rijnw	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 7,6 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 1,5 cm	
		Interim situatie	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 1,2 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 1,6 cm	
		Tijdelijke Variant 4a	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 0,3 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 0,1 cm	
		Tijdelijke Variant 4b	Max. opstuwing langs bandijk Pannerden is 1,6 cm Max. opstuwing langs de bandijk Millingen is 0,3 cm	

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 1.3 Afvoerverdeling bij MHW bij Pannerdensche Kop (Hoofdstuk 4.3 en 5.2)	Afwijking afvoerverdeling < 5 m^3/s t.o.v. referentie. Beoordeeld bij afvoer van 15.000 m^3/s	Basisplan	niet beoordeeld	Ter beoordeling aan RWS Oost-Nederland
		Variant 3	Wijziging van 46 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 157 m^3/s toe	
		MMA	Wijziging van 46 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 157 m^3/s toe	
		Variant 3 zonder Rijnw	Wijziging van 2 m^3/s minder naar de Waal. Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 1 m^3/s toe	
		Interim situatie	Wijziging van 14 m^3/s minder naar de Waal. Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 6 m^3/s af	
		Tijdelijke Variant 4a	Wijziging van 3 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 2 m^3/s af	
		Tijdelijke Variant 4b	Wijziging van 4 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 6 m^3/s toe	
Aspect 1.4 Afvoerverdeling bij normaal hoogwater bij Pannerdensche Kop (Hoofdstuk 4.3 en 5.2).	Afwijking afvoerverdeling < 20 m^3/s t.o.v. referentie. Beoordeeld bij afvoer van 10.000 m^3/s	Basisplan	niet beoordeeld	Ter beoordeling aan RWS Oost-Nederland
		Variant 3	Wijziging van 66 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 156 m^3/s toe	
		MMA	Wijziging van 66 m^3/s minder naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 156 m^3/s toe	
		Variant 3 zonder Rijnw	Wijziging van 4 m^3/s minder naar de Waal. Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 8 m^3/s toe	
		Interim situatie	Wijziging van 24 m^3/s extra naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 68 m^3/s af	
		Tijdelijke Variant 4a	Wijziging van 26 m^3/s extra naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 66 m^3/s af	
		Tijdelijke Variant 4b	Wijziging van 29 m^3/s extra naar de Waal Bij Pannerdensche overlaat neemt afvoer met 52 m^3/s af	

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 2.1: Inundatiefrequentie van de uiterwaard (Hoofdstuk 4.4 en 5.3)	Verandering inundatie frequentie t.o.v. de huidige situatie	Basisplan	Niet beoordeeld	Ter beoordeling aan belanghebbenden
		Variant 3	Inundatiefrequentie verandert niet ten gevolge van deelproject Lobberdense Waard. Ten gevolge van Rijnwaardenplan totaal verandert de inundatiefrequentie van gemiddeld eens in de 5-6 jaar (8.500 m^3/s) naar eens in de 3-4 jaar (7.000 m^3/s)	
		MMA	Inundatiefrequentie verandert niet ten gevolge van deelproject Lobberdense Waard. Ten gevolge van Rijnwaardenplan totaal verandert de inundatiefrequentie van gemiddeld eens in de 5-6 jaar (8.500 m^3/s) naar eens in de 3-4 jaar (7.000 m^3/s)	
		Variant 3 zonder Rijnw	Inundatiefrequentie verandert niet, dit blijft gemiddeld eens in de 5-6 jaar (8.500 m^3/s).	
		Interim situatie	Inundatiefrequentie verandert door de open verbinding naar het zomerbed. Laagliggende delen in de door kades omgeven gebieden in westelijk en oostelijke gedeelte zullen frequenter inunderen. Schade en hinder blijft echter beperkt tot deze delen, omwonenden en bedrijvigheid achter de kade ondervinden geen hinder en behouden zelfde inundatiefrequentie als in huidige situatie	
		Tijdelijke Variant 4a	Inundatiefrequentie verandert door de open verbinding naar het zomerbed. Laagliggende delen in de door kades omgeven gebieden in westelijk gedeelte zullen frequenter inunderen. Schade en hinder blijft echter beperkt tot deze delen, omwonenden en bedrijvigheid achter de kade en oostelijke gedeelte ondervinden geen hinder en behouden zelfde inundatiefrequentie als in huidige situatie.	
		Tijdelijke Variant 4b	Doordat er geen sprake is van een open verbinding, verandert de inundatiefrequentie niet, dit blijft gemiddeld eens in de 5-6 jaar (8.500 m^3/s).	

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 2.2: Stroombeeld in de uiterwaard (Hoofdstuk 4.5 en 5.4)	Verandering stroomsnelheden beoordeeld bij een afvoer van 10.000 m^3/s	Basisplan	Niet beoordeeld	Voldoet, mogelijk extra beschermingsmaatregelen nodig bij Pannerdensche Overlaat
		Variant 3	In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks (+/- 0,1 m/s). De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt toe met 156 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat ook toe met ca. 0,5 tot 0,7 m/s tot een absolute snelheid van 1,1 tot 1,3 m/s	Geen negatieve effecten
		MMA	In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks (+/- 0,1 m/s). De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt toe met 156 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat ook toe met ca. 0,5 tot 0,7 m/s tot een absolute snelheid van 1,1 tot 1,3 m/s	Voldoet
		Variant 3 zonder Rijnw	In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks (+/- 0,1 m/s). De stroomsnelheden over de overlaat wijzigen nauwelijks vanwege de slechts kleine toename van de afvoer over de Pannerdensche overlaat. De snelheid blijft ca. 0,7 tot 1 m/s.	Voldoet, mogelijk extra beschermingsmaatregelen nodig bij Pannerdensche Overlaat
		Interim situatie	In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks (+/- 0,1 m/s). De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt af met 68 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat af met ca. 0,2 tot 0,3 m/s tot een absolute snelheid van 0,8 tot 1,0 m/s. Bij de uitstroomopening en nabij de weg door de Geitenwaardse polder nemen de stroomsnelheden toe. Bij de Geitenwaardse polder heeft dit geen schade of hinder tot gevolg, bij de uitstroomopening kan dit tot erosie leiden en hinder voor scheepvaart (zie aspect 2.3)	Geen negatieve effecten
		Tijdelijke Variant 4a	Zie interim situatie, effecten zijn nagenoeg gelijk	
		Tijdelijke Variant 4b	In het gebied van de Lobberdense Waard veranderen de stroomsnelheden nauwelijks (+/- 0,1 m/s). De afvoer over de Pannerdensche overlaat neemt af met 52 m^3/s. Hierdoor nemen de stroomsnelheden over de overlaat af met ca. 0,1 tot 0,2 m/s. tot een absolute snelheid van 0,9 tot 1,1 m/s. Bij de monding van de overslaglocatie en nabij de weg door de Geitenwaardse polder nemen de stroomsnelheden toe. Bij de Geitenwaardse polder heeft dit geen schade of hinder tot gevolg, bij de monding van de overslaglocatie kan dit tot erosie leiden en hinder voor de scheepvaart veroorzaken (zie aspect 2.3). Deze effecten zijn wel kleiner dan in variant 4a of de interim situatie.	

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 2.3: Stroombeeld bij in- en uitstroomopening van de nevengeulen (Hoofdstuk 4.6 en 5.5)	Stroomsnelheid dwars op vaarweg ≤ 0,3 m/s als Q_{geul} < 50 m^3/s of 0,15 m/s als Q_{geul} > 50 m^3/s Beoordeeld bij verschillende afvoeren.	Basisplan	Niet beoordeeld	Niet beoordeeld
		Variant 3	Bij geulvullende afvoer is er geen sprake van een in- of uitstroomopening. Er zijn geen nadelige dwarsstromingen voor de scheepvaart.	Voldoet
		MMA	Bij geulvullende afvoer is er geen sprake van een in- of uitstroomopening. Er zijn geen nadelige dwarsstromingen voor de scheepvaart.	Voldoet
		Variant 3 zonder Rijnw	Ook hier is geen sprake van een open verbinding tussen zomer- en winterbed. Bij 10.000 m^3/s is de stroomsnelheid over de zomerkade op kmr 868 ca 0,6 tot 0,7 m/s dwars op de rivier. Echter deze stroomsnelheden nemen slechts toe met ca 0,05 m/s ten opzichte va de huidige situatie. Ook hier dus geen nadelige effecten voor scheepvaart	Voldoet niet bij hoge afvoeren, voldoet wel bij normale afvoeren Jaargemiddeld geen effect
		Interim situatie	Door de directe verbinding naar het zomerbed komen bij afvoeren vanaf 8.500 m^3/s hinderlijke dwarsstroming voor (0,25 tot 0,4 m/s bij de kribben	Bij hoge afvoeren orde 0,2 m/s, voldoet wel bij normale afvoeren. Jaargemiddeld geen effect
		Tijdelijke Variant 4a	Er is een direct verbinding met het zomerbed. Hierdoor treden bij hoge afvoeren vanaf 8500 m^3/s hinderlijke dwarsstromingen op bij de mond van de uitvaartopening in de orde van 0,2 m/s.	
		Tijdelijke Variant 4b	Er is geen directe verbinding meer met het zomerbed, maar bij hoge afvoeren is er toch een geconcentreerde uitstroming bij de monding van de overslaglocatie. Bij afvoeren vanaf 8.500 m^3/s komen hier toch hinderlijke dwarsstroming voor (0,25 tot 0,3 m/s bij de kribben). Deze dwarsstroming is minder dan bij variant 4a	

Beoordeeld aspect	Effect / voorwaarde	Variant	Conclusie	Beoordeling Voldaan / niet voldaan
Aspect 3.1: Aanzanding / erosie in de hoofdgeul (Hoofdstuk 4.7 en 5.6)	Geen afname of toename van gemiddelde bodemligging of beperking voor de scheepvaart	Basisplan	Er is geen directe verbinding meer met het zomerbed, maar bij hoge afvoeren is er toch een geconcentreerde uitstroming bij de monding van de overslaglocatie. Bij afvoeren vanaf 8.500 m^3/s komen hier toch hinderlijke dwarsstroming voor (0,25 tot 0,3 m/s bij de kribben). Deze dwarsstroming is minder dan bij variant 4a.	Nvt
		Variant 3	Niet beoordeeld	Voldoet
		MMA	Niet beoordeeld	Voldoet
		Variant 3 zonder Rijnw	Niet beoordeeld	Zie variant 4a
		Interim situatie	Er treden geen nadelige morfologische effecten op in het zomerbed door toedoen van het plan in de Lobberdense Waard. In het zomerbed ten zuiden van het hoogwatervrije terrein treden locaties met lichte erosie en lichte aanzanding op. Deze aanzanding en erosie zijn echter in de orde van 0 tot 1 cm jaargemiddeld. Op rest van traject zijn berekende verschillen kleiner dan 1 cm.	Voldoet
		Tijdelijke Variant 4a	Niet beoordeeld, maar waarschijnlijk vergelijkbaar met variant 4a	
		Tijdelijke Variant 4b	Nabij de uitstroomopening kan bij hoogwater (vanaf 8.500 m^3/s) een erosie en aanzandingslocatie ontstaan in het zomerbed bij kmr 868. Dit kan tot instabiliteit van de oever en kribben leiden en voor ondiepte voor de scheepvaart.	

9 LITERATUUR

[1] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, "Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden", Deel 1 Handboek versie 1-2003.

[2] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, "Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden", Deel 2 Achtergronddocument versie 1-2003.

[3] Meet B.V. tekening 0444-ON6-0010, ontwerp 11.

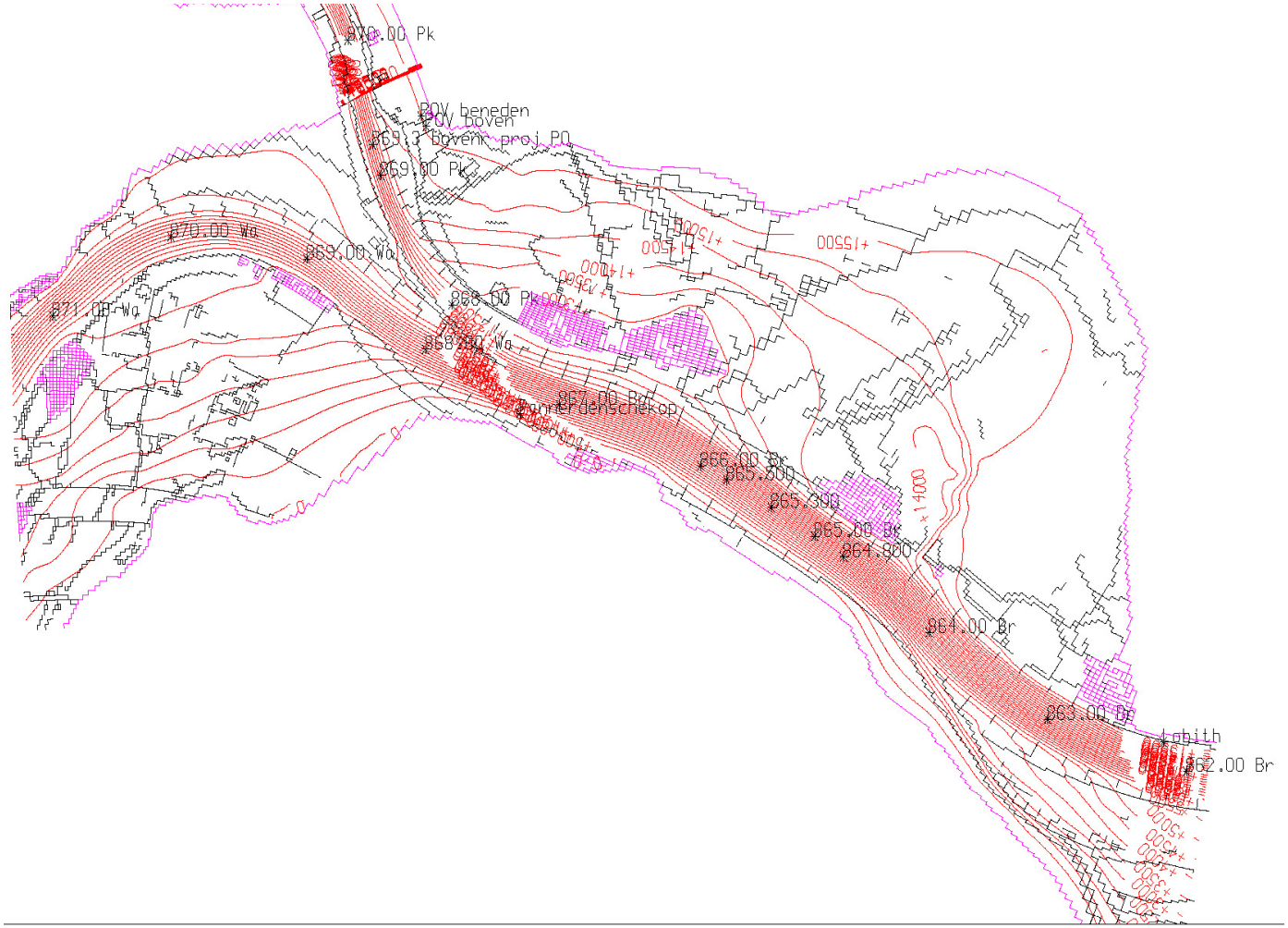
[4] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Waterdienst, "Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, versie 2.0, september 2008.

[5] Baseline maatregelen, eisen en richtlijnen, Tijmen Vos, Rijkswaterstaat, 6 juli 2007.

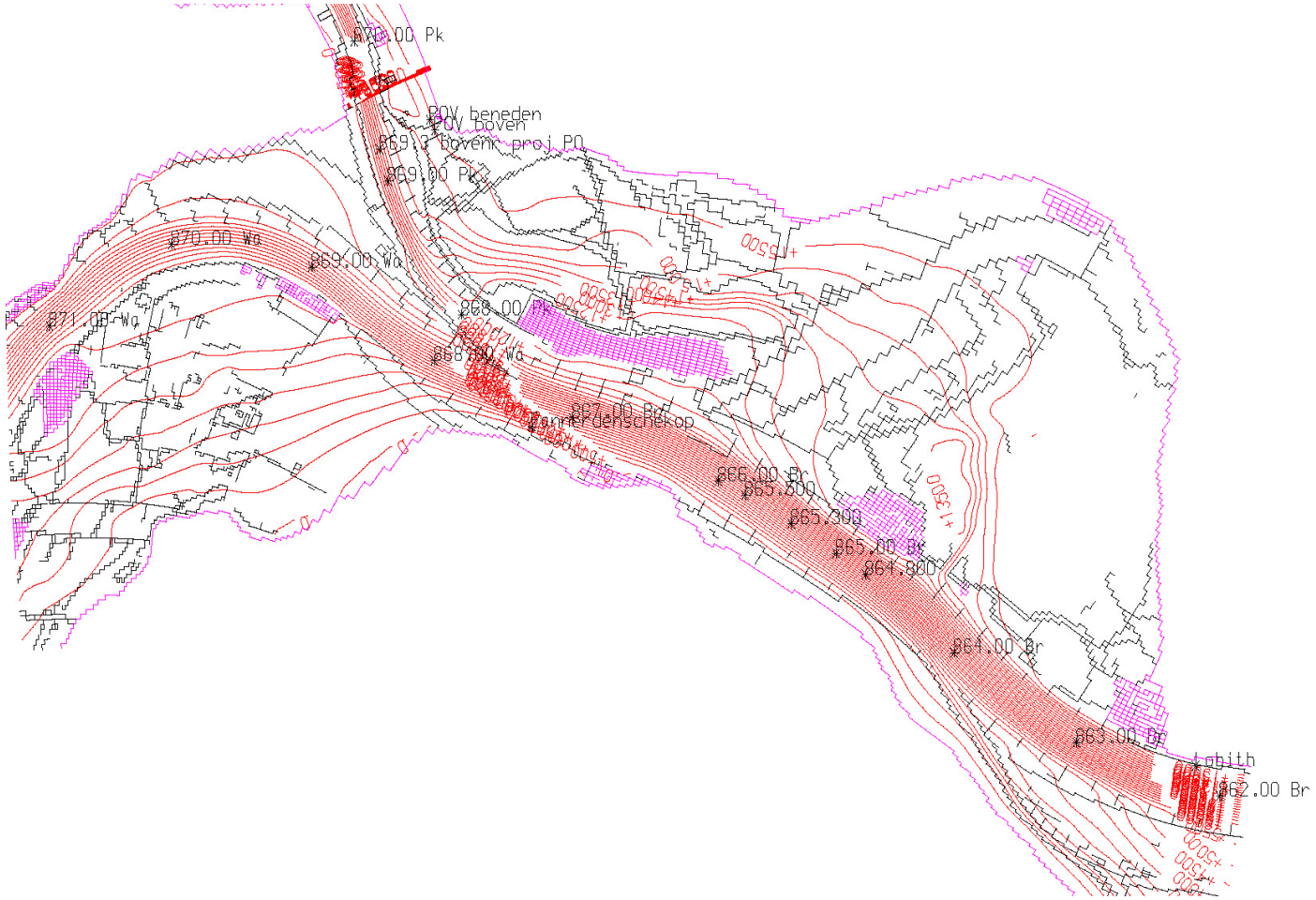
A COMPANY OF

ROYAL HASKONING

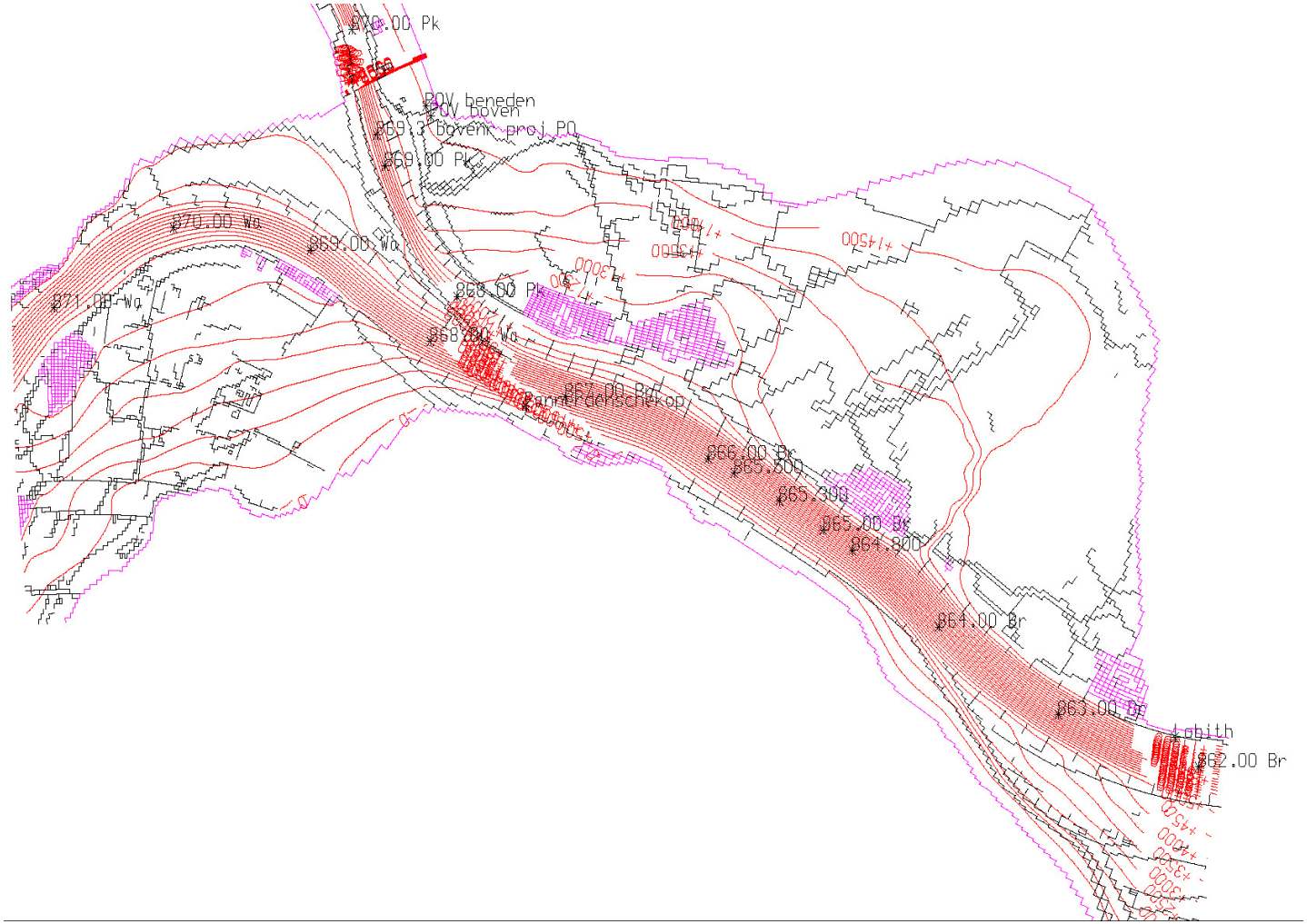
Bijlage 1
Afvoerlijnen



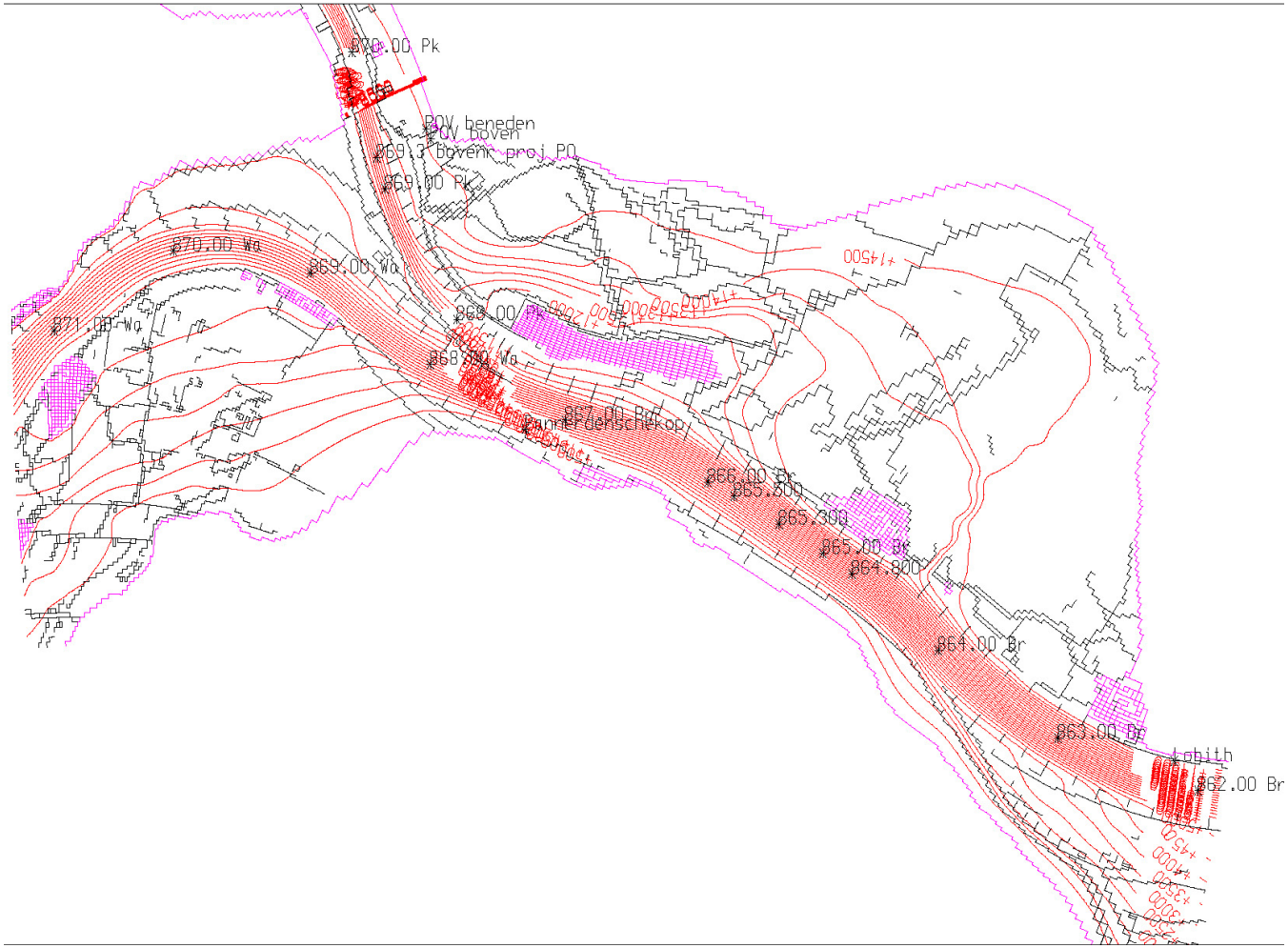
Figuur B1-1: Stroomlijnen Referentie (br_rijnw_ref) bij 16.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



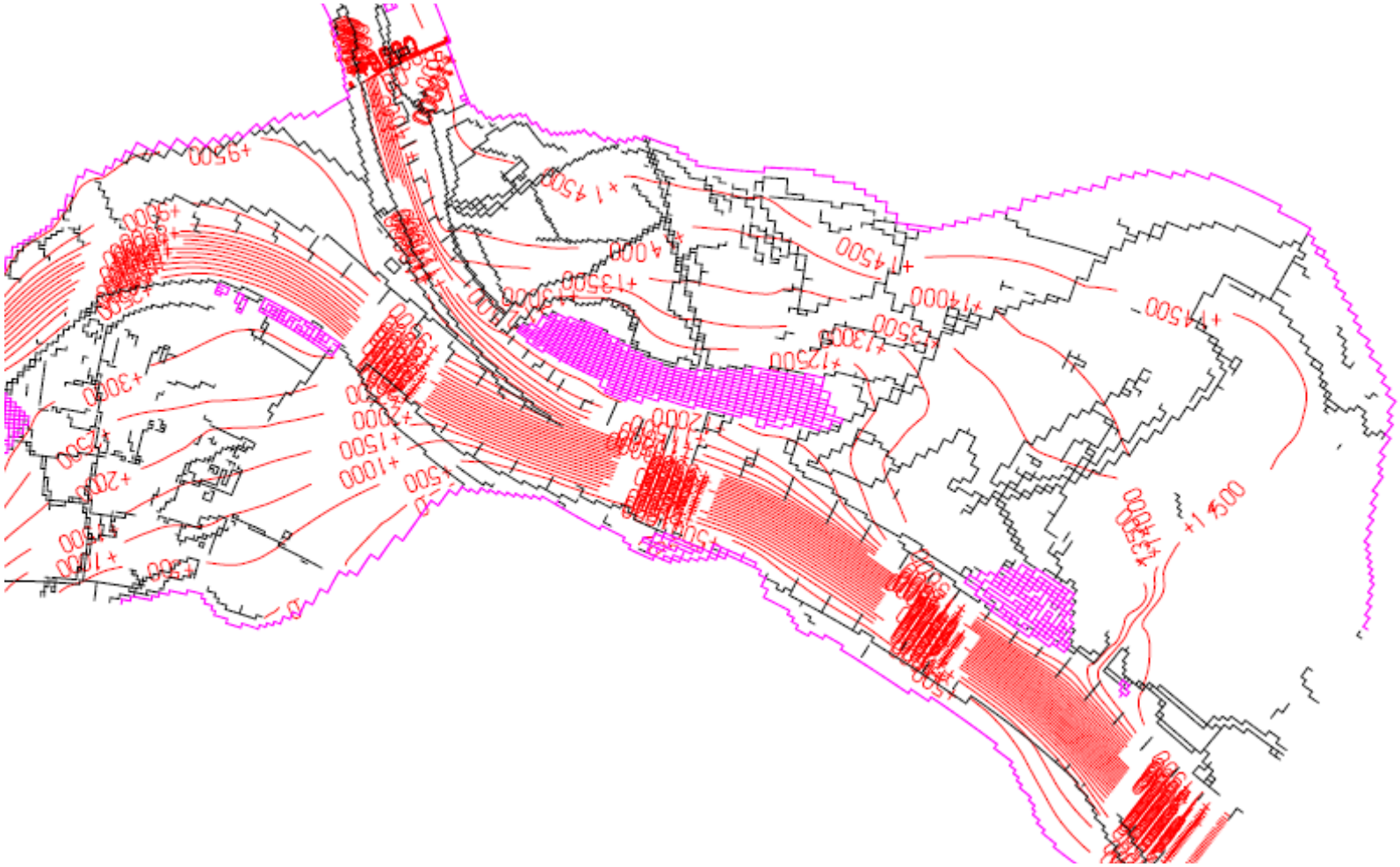
Figuur B1-2: Stroomlijnen Variant 3 (br_rijnw_p3) bij 16.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



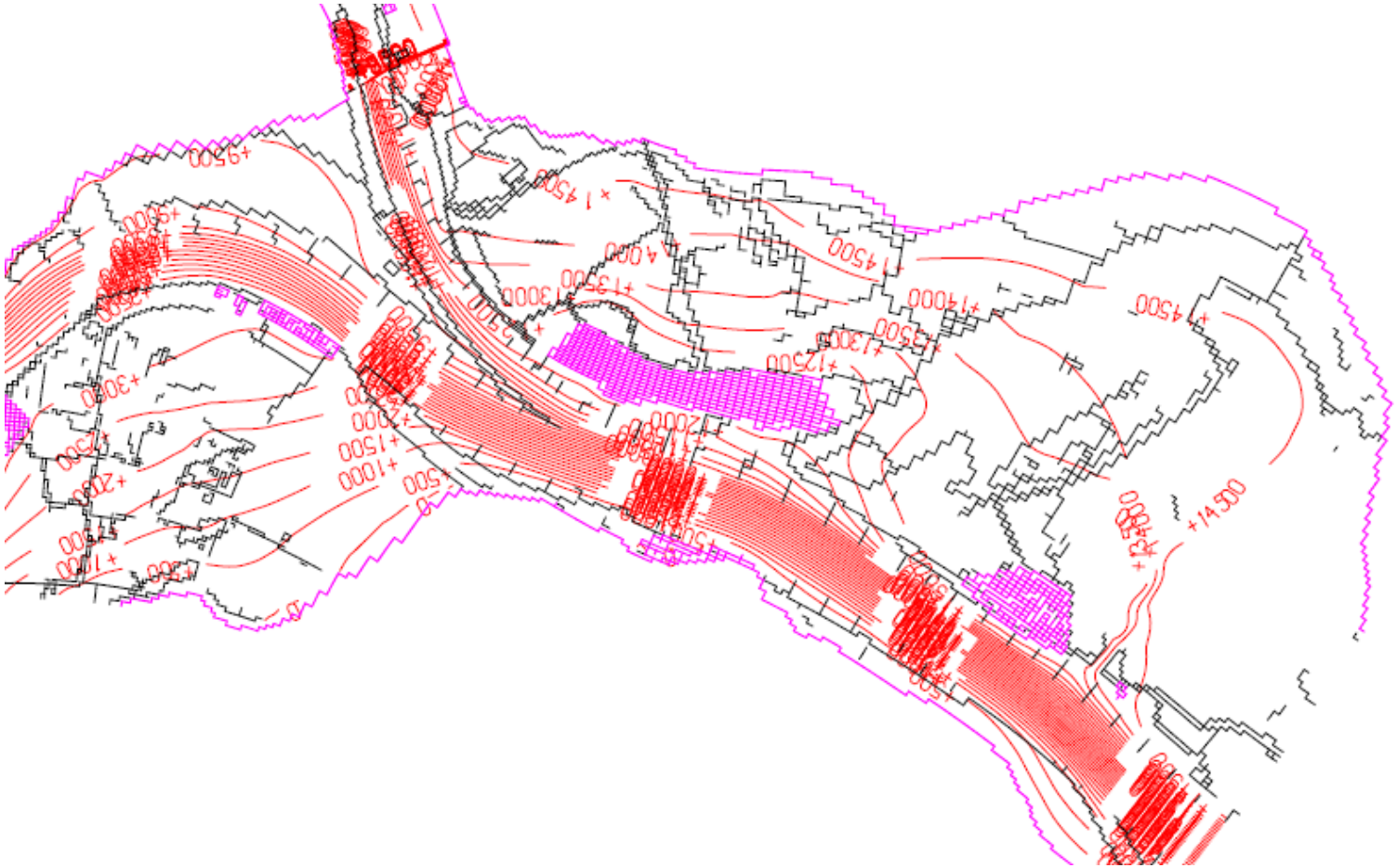
Figuur B1-3: Stroomlijnen Referentiesituatie (br_rijnw_ref) bij 15.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



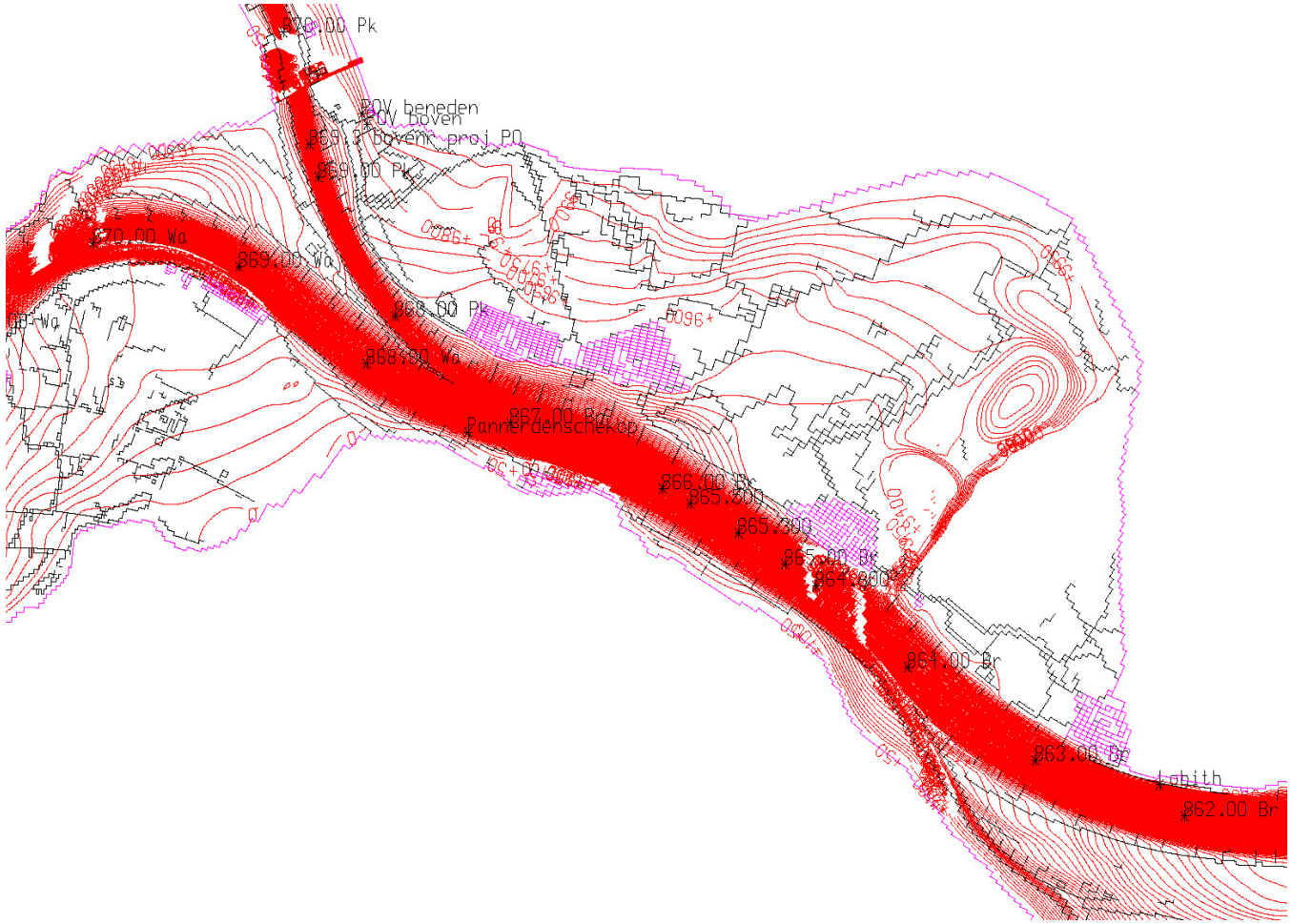
Figuur B1-4: Stroomlijnen Variant 3 zonder Rijnwaardenplan (br_rijnw_d1) bij 15.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



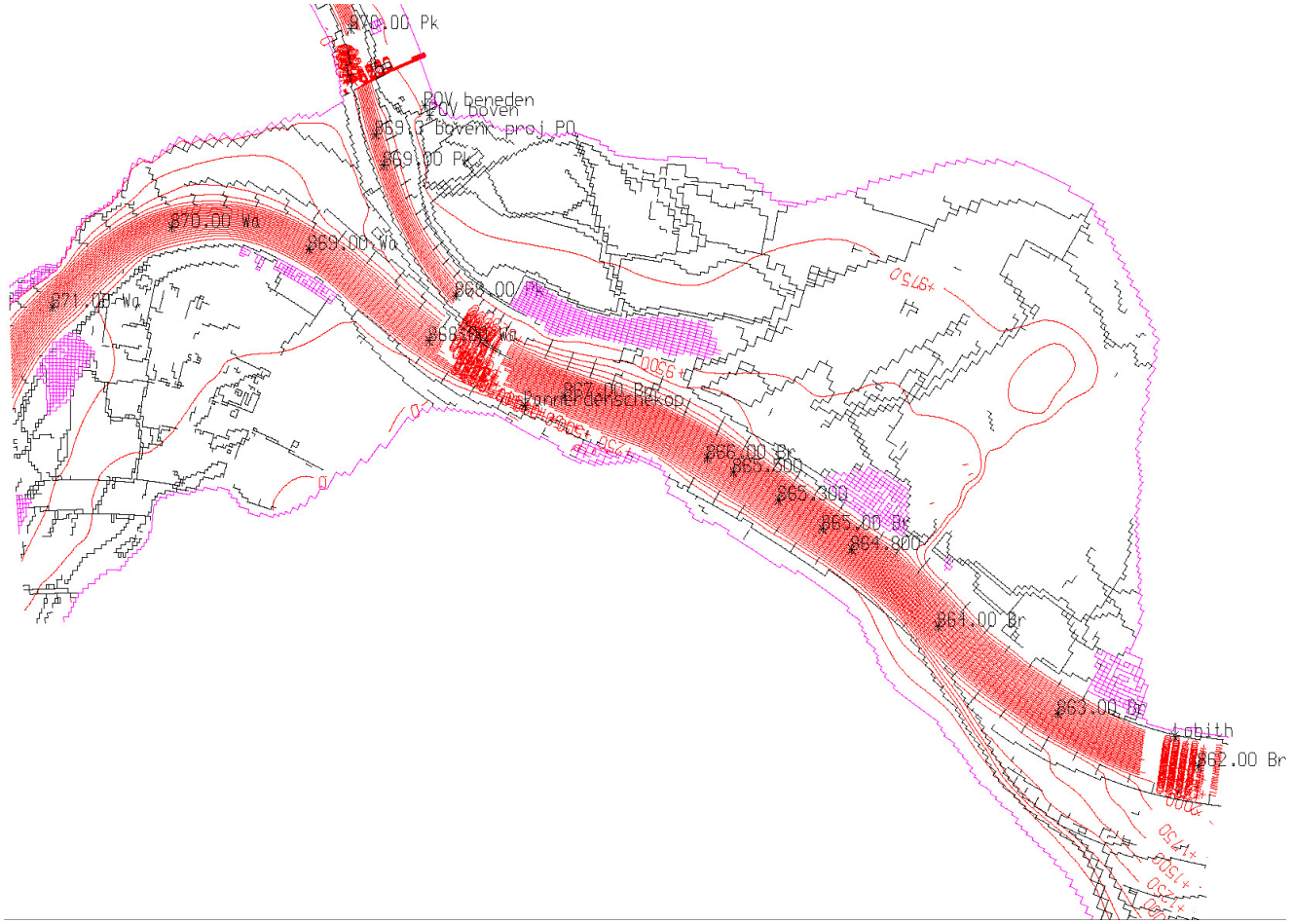
Figuur B1-5: Stroomlijnen Variant 4a (zonder Rijnwaardenplan) bij 15.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



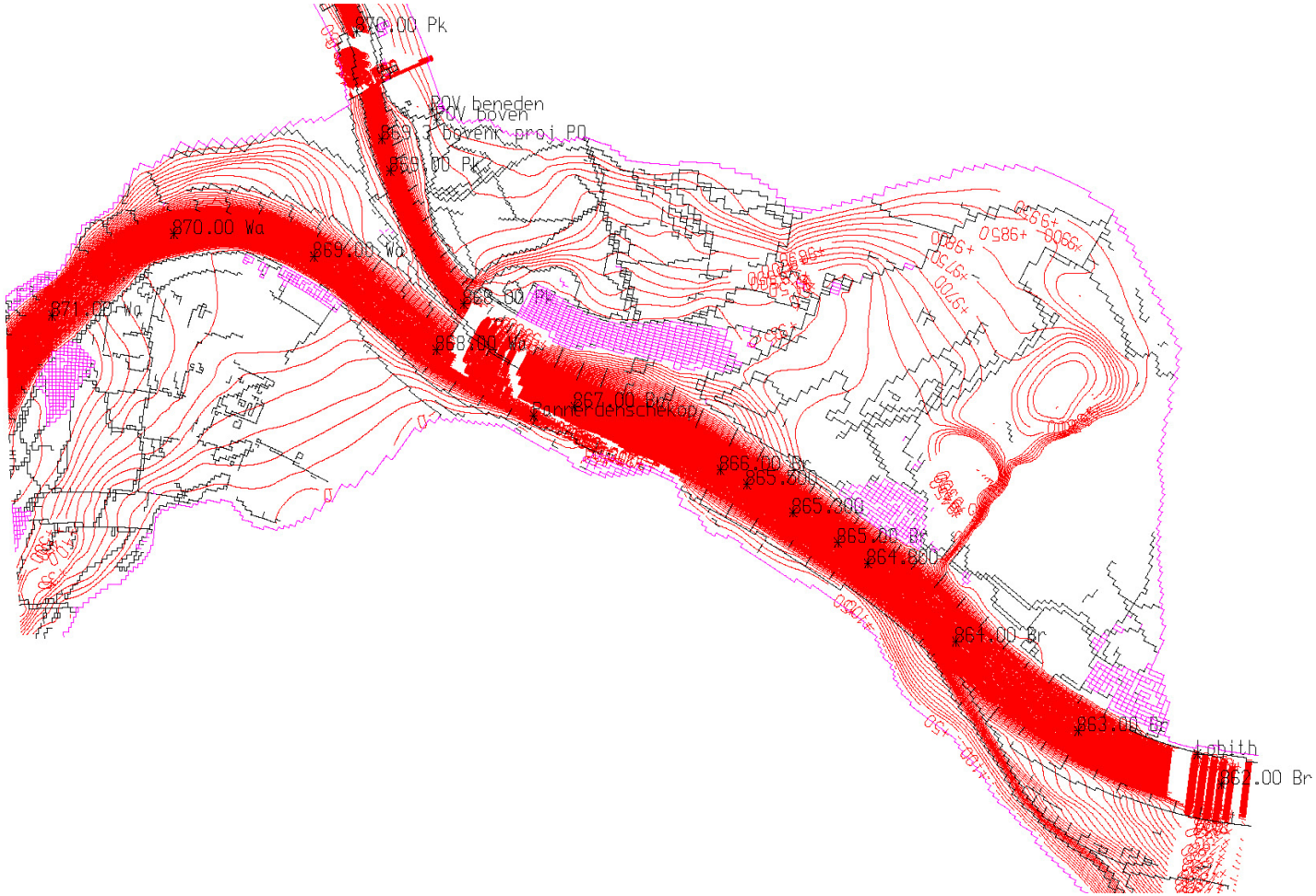
Figuur B1-6: Stroomlijnen Variant 4b (zonder Rijnwaardenplan) bij 15.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



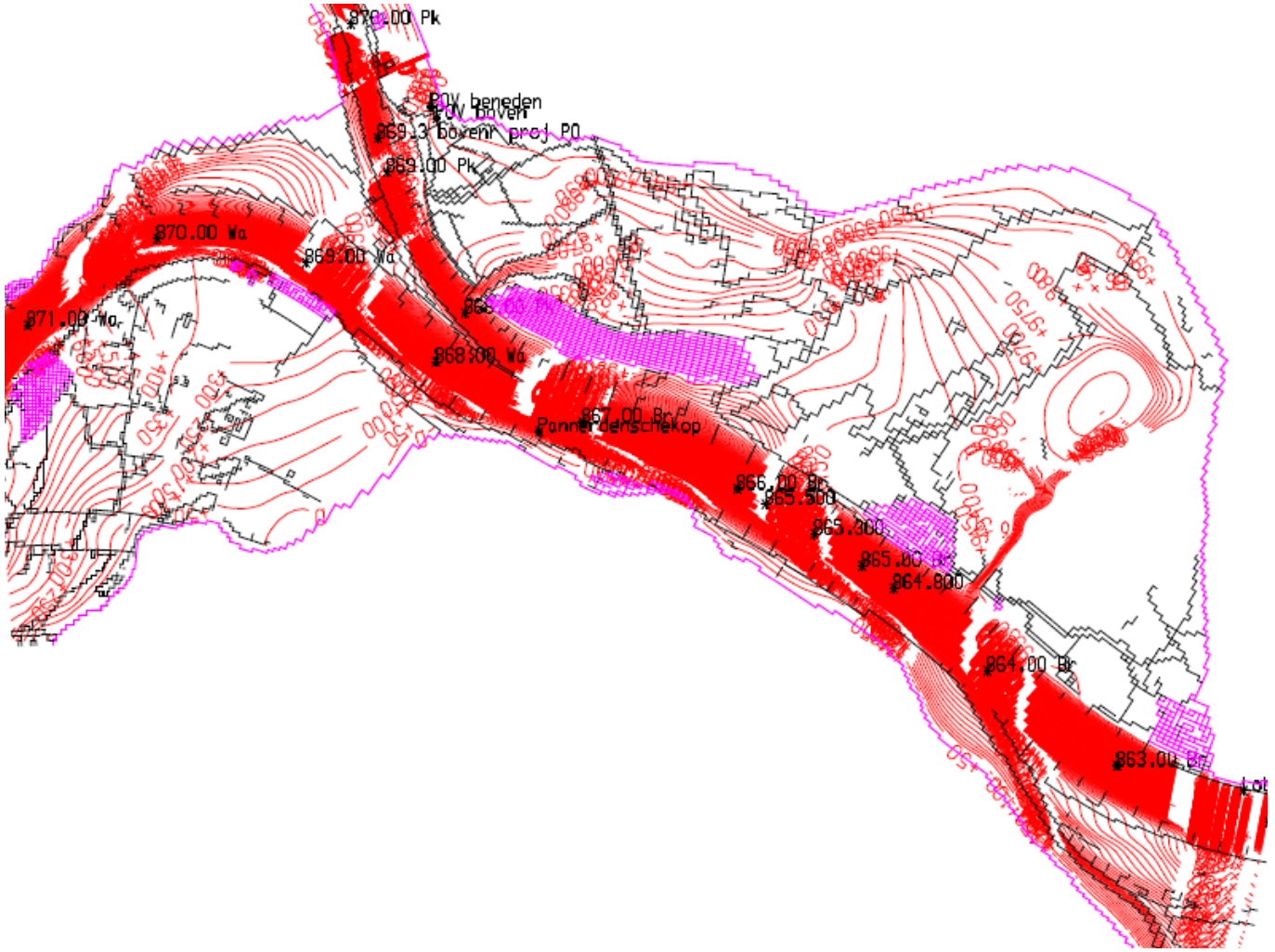
Figuur B1-7 Stroomlijnen Referentiesituatie (br_rijnw_ref) bij 10.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



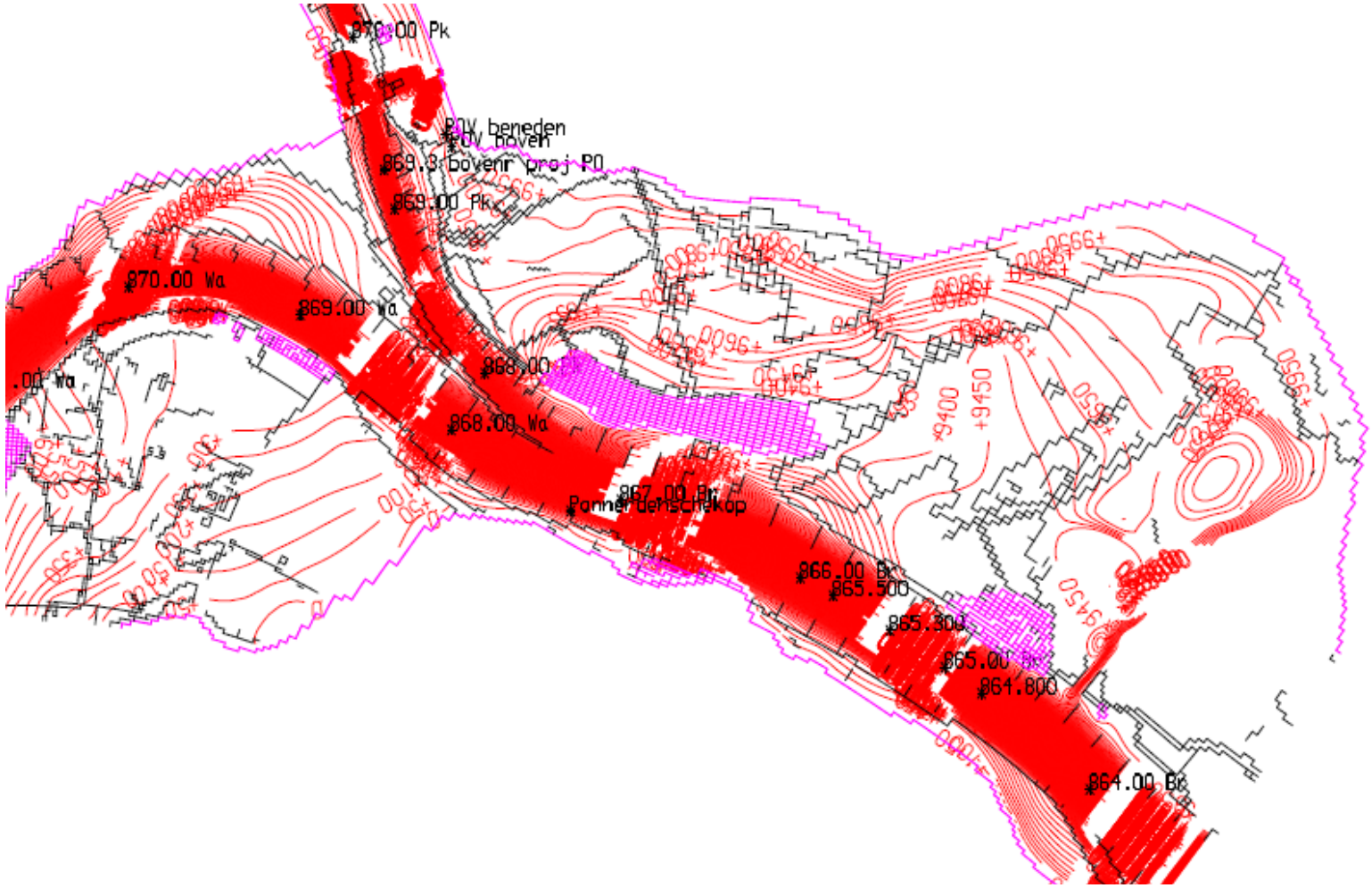
Figuur B1-8: Stroomlijnen Variant 3 zonder Rijnwaardenplan (br_rijnw_d1) bij 10.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



Figuur B1-9: Stroomlijnen interim situatie (br_rijnw_c1) bij 10.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith



Figuur B1-10: stroomlijnen tijdelijke situatie variant 4a bij 10.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith

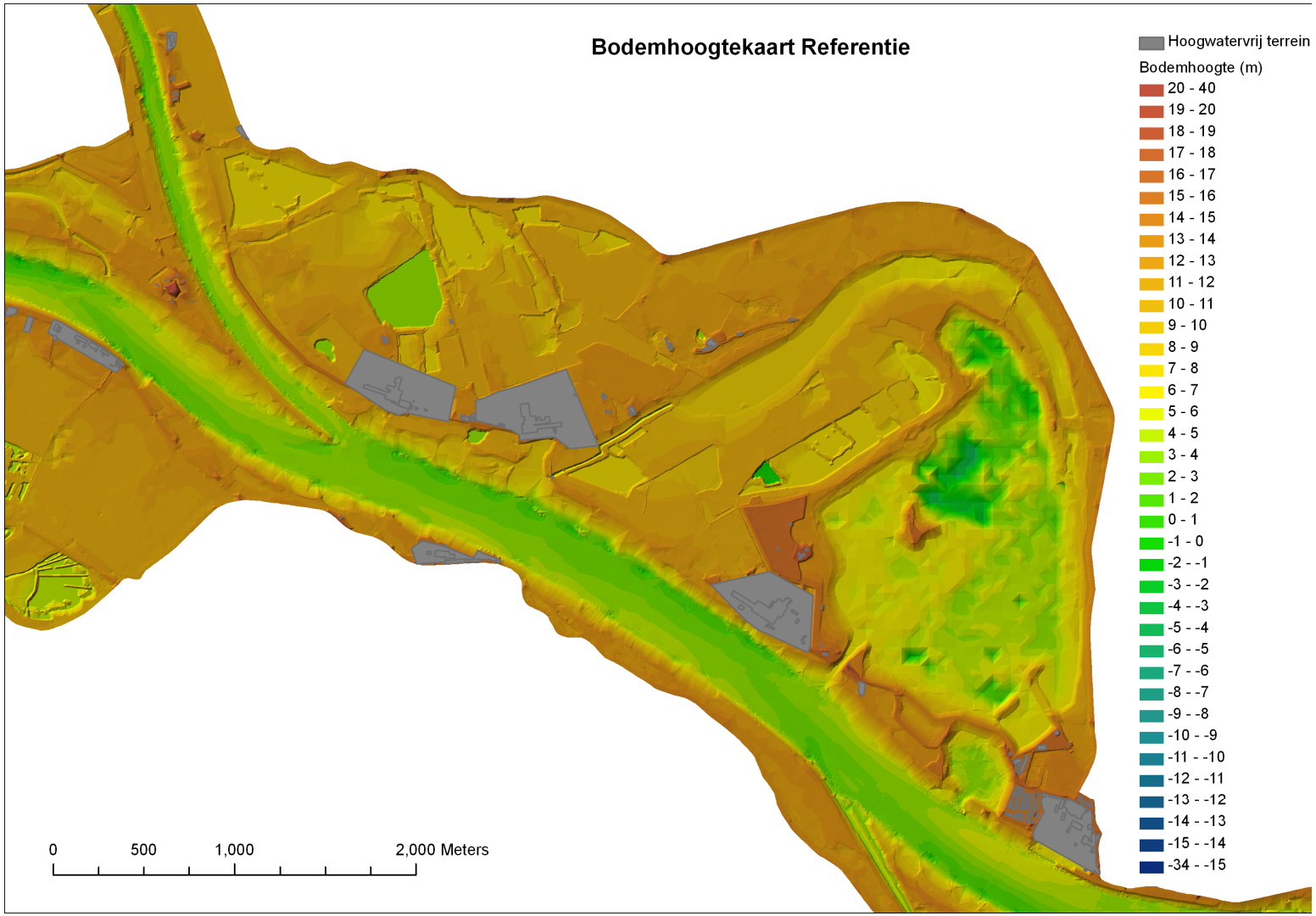


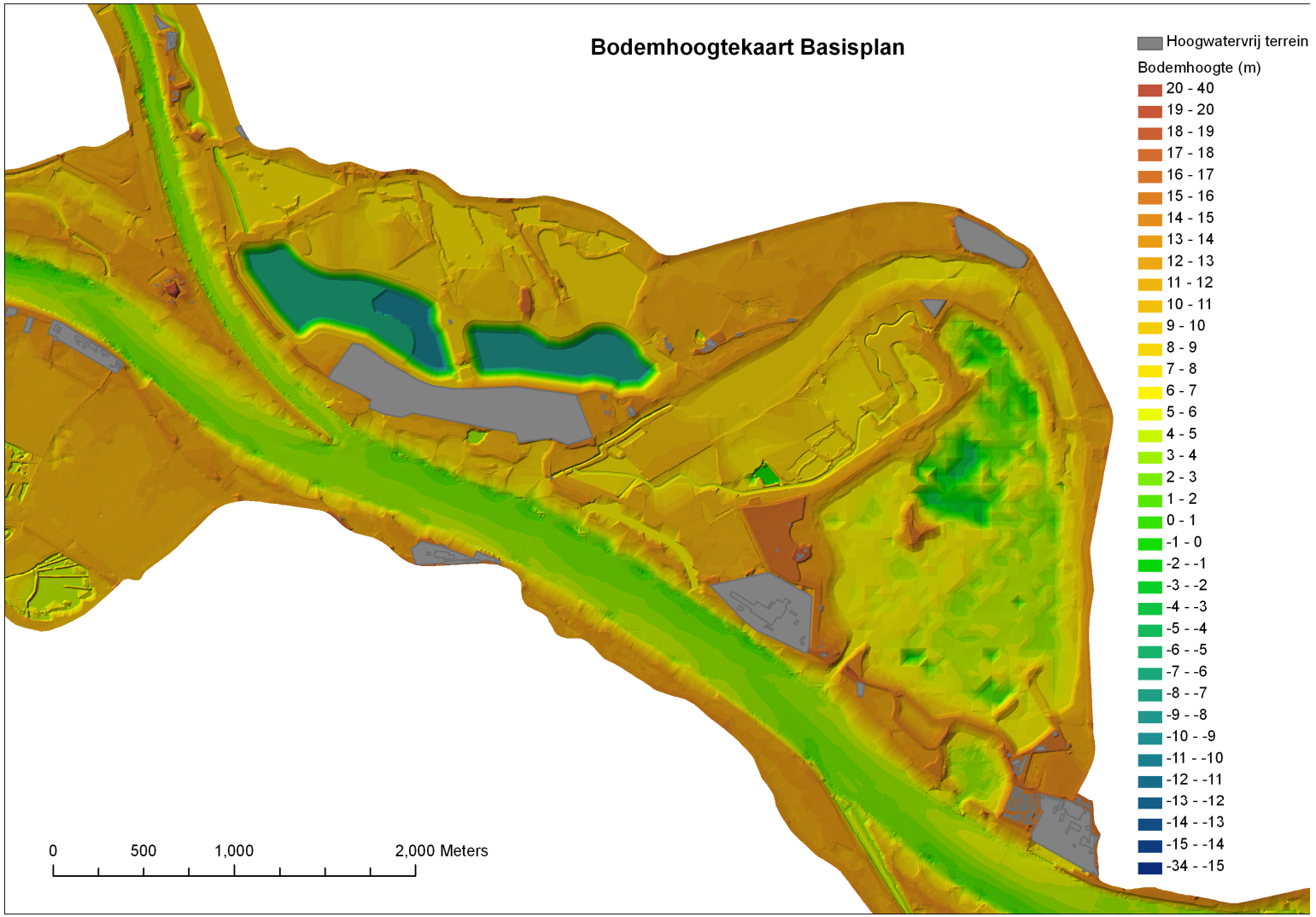
Figuur B1-11: stroomlijnen tijdelijke situatie variant 4b bij 10.000 m^3/s vrije afvoer te Lobith

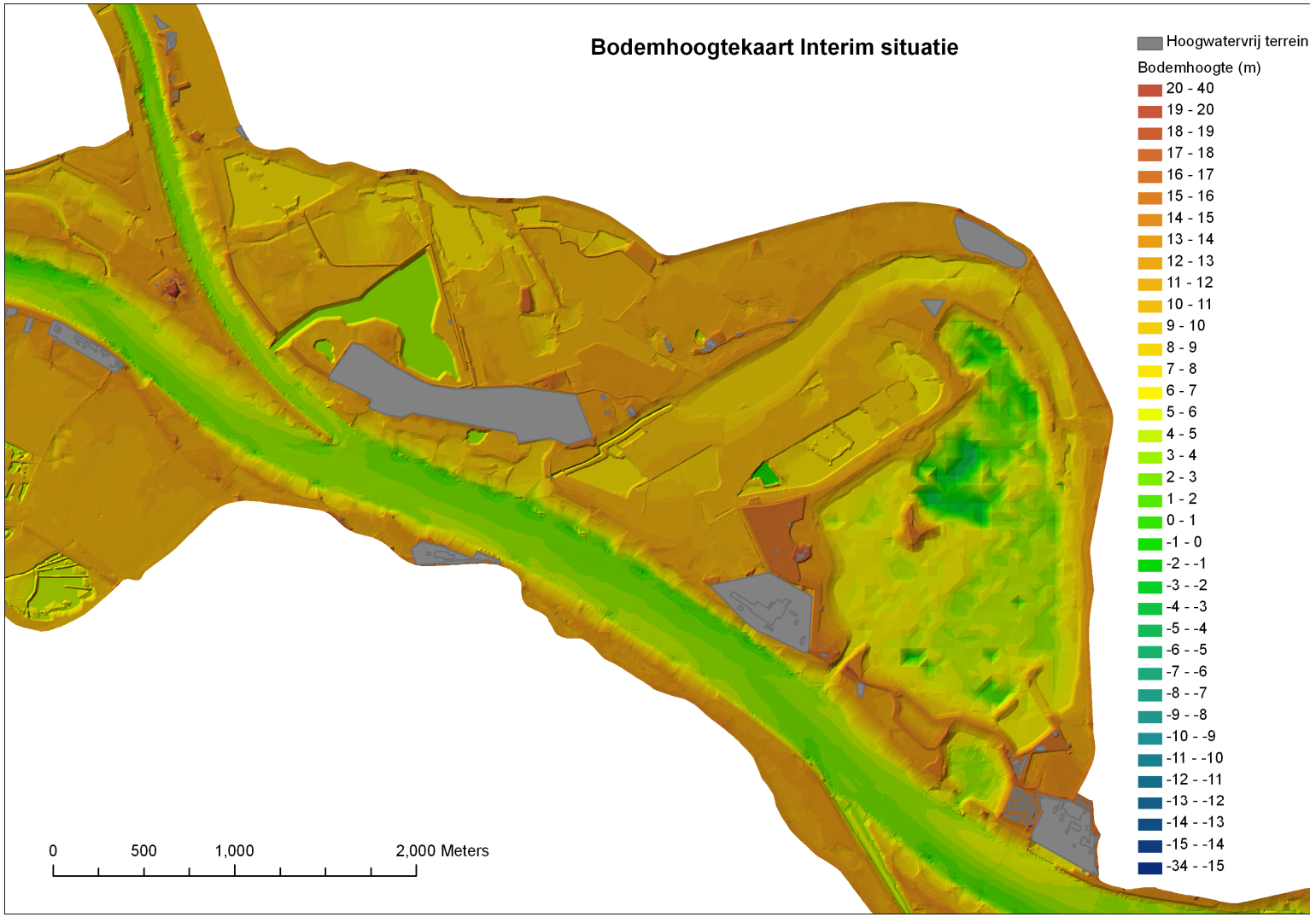
A COMPANY OF

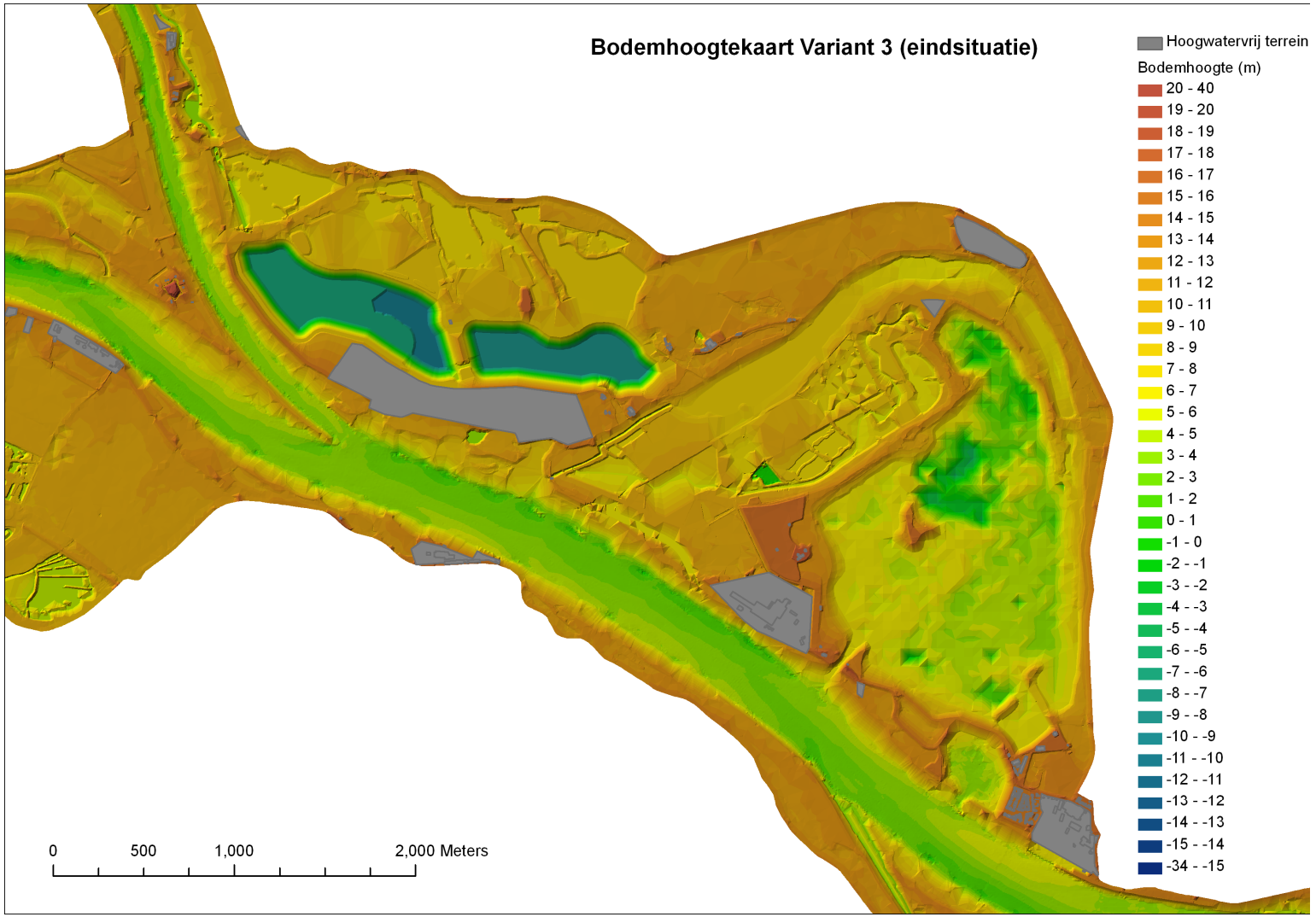
ROYAL HASKONING

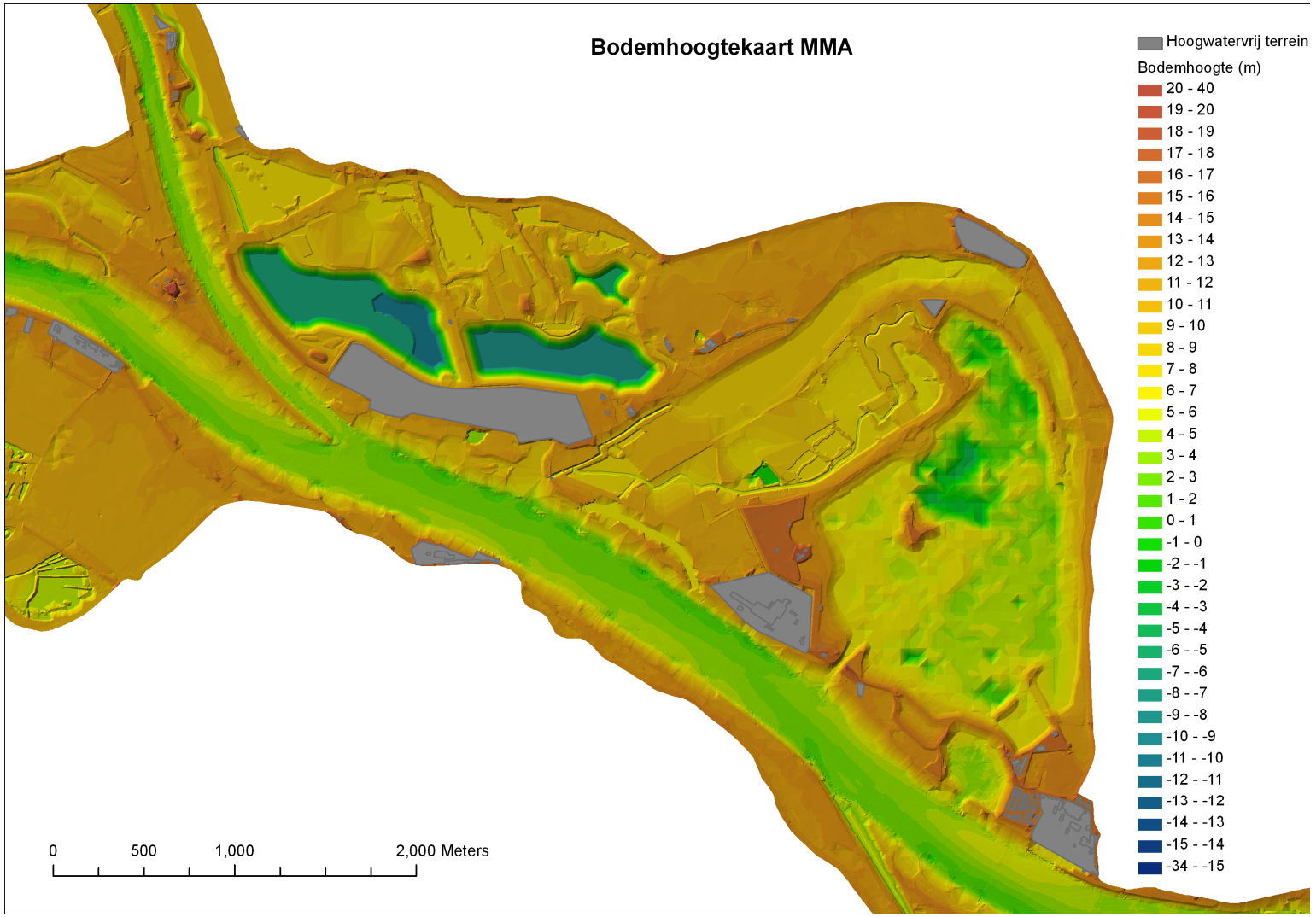
Bijlage 2
Bodemhoogte

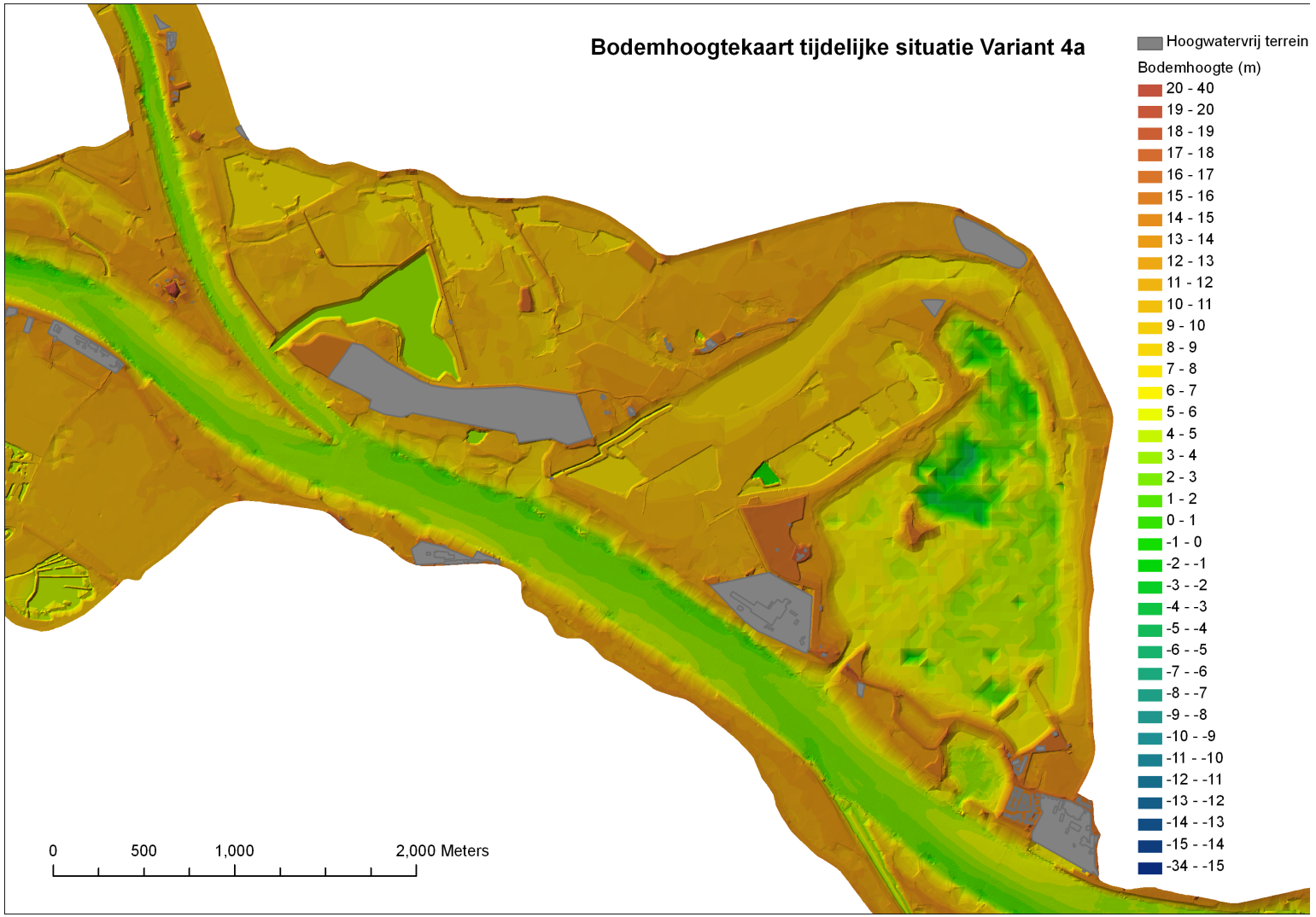

Bodemhoogtekaart Referentie
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters

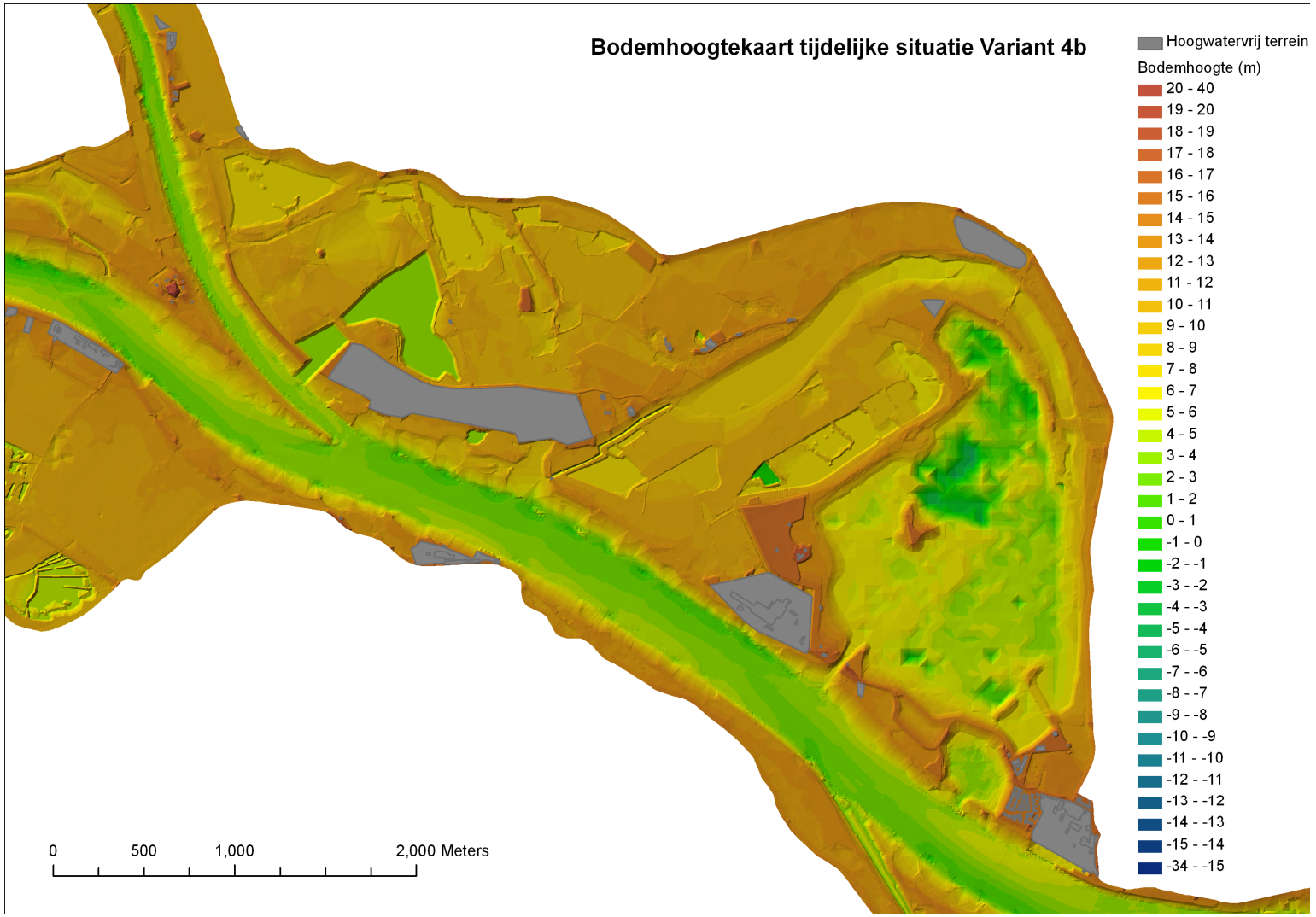

Bodemhoogtekaart Basisplan
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters


Bodemhoogtekaart Interim situatie
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters


Bodemhoogtekaart Variant 3 (eindsituatie)
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters


Bodemhoogtekaart MMA
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters

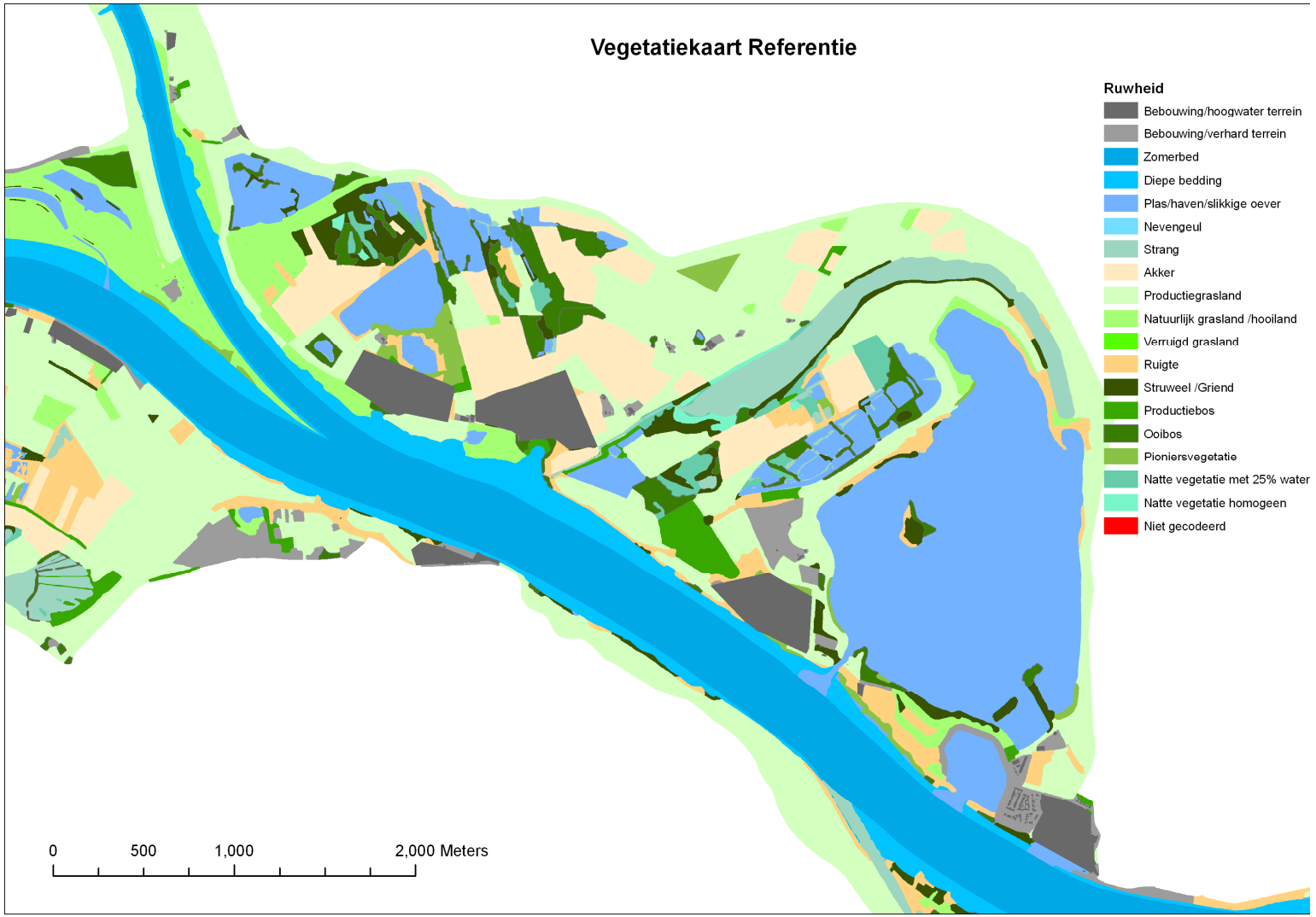

Bodemhoogtekaart tijdelijke situatie Variant 4a
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters

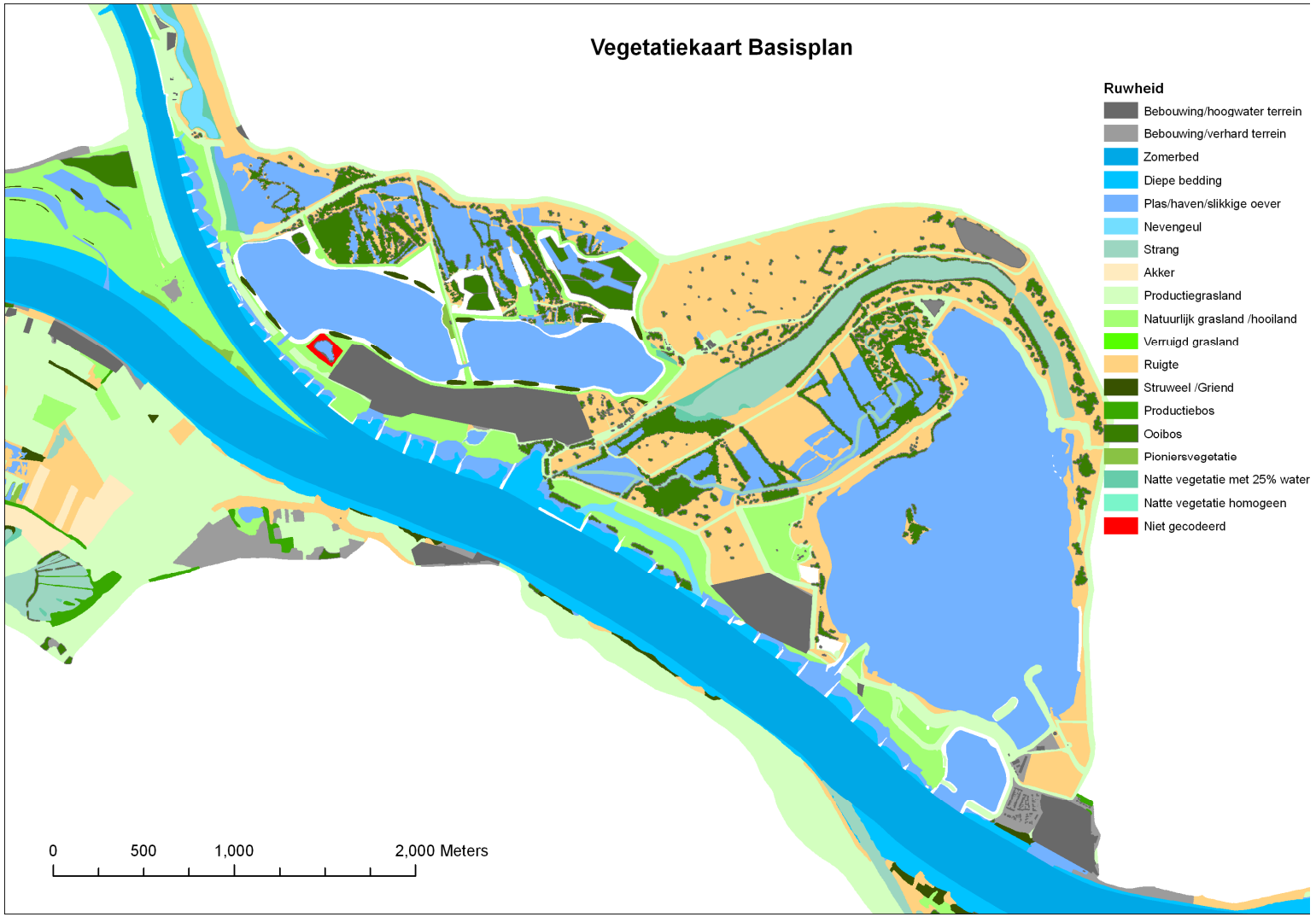

Bodemhoogtekaart tijdelijke situatie Variant 4b
Hoogwatervrij terrein
Bodemhoogte (m)
20 - 40
19 - 20
18 - 19
17 - 18
16 - 17
15 - 16
14 - 15
13 - 14
12 - 13
11 - 12
10 - 11
9 - 10
8 - 9
7 - 8
6 - 7
5 - 6
4 - 5
3 - 4
2 - 3
1 - 2
0 - 1
-1 - 0
-2 - -1
-3 - -2
-4 - -3
-5 - -4
-6 - -5
-7 - -6
-8 - -7
-9 - -8
-10 - -9
-11 - -10
-12 - -11
-13 - -12
-14 - -13
-15 - -14
-34 - -15
0
500
1,000
2,000 Meters

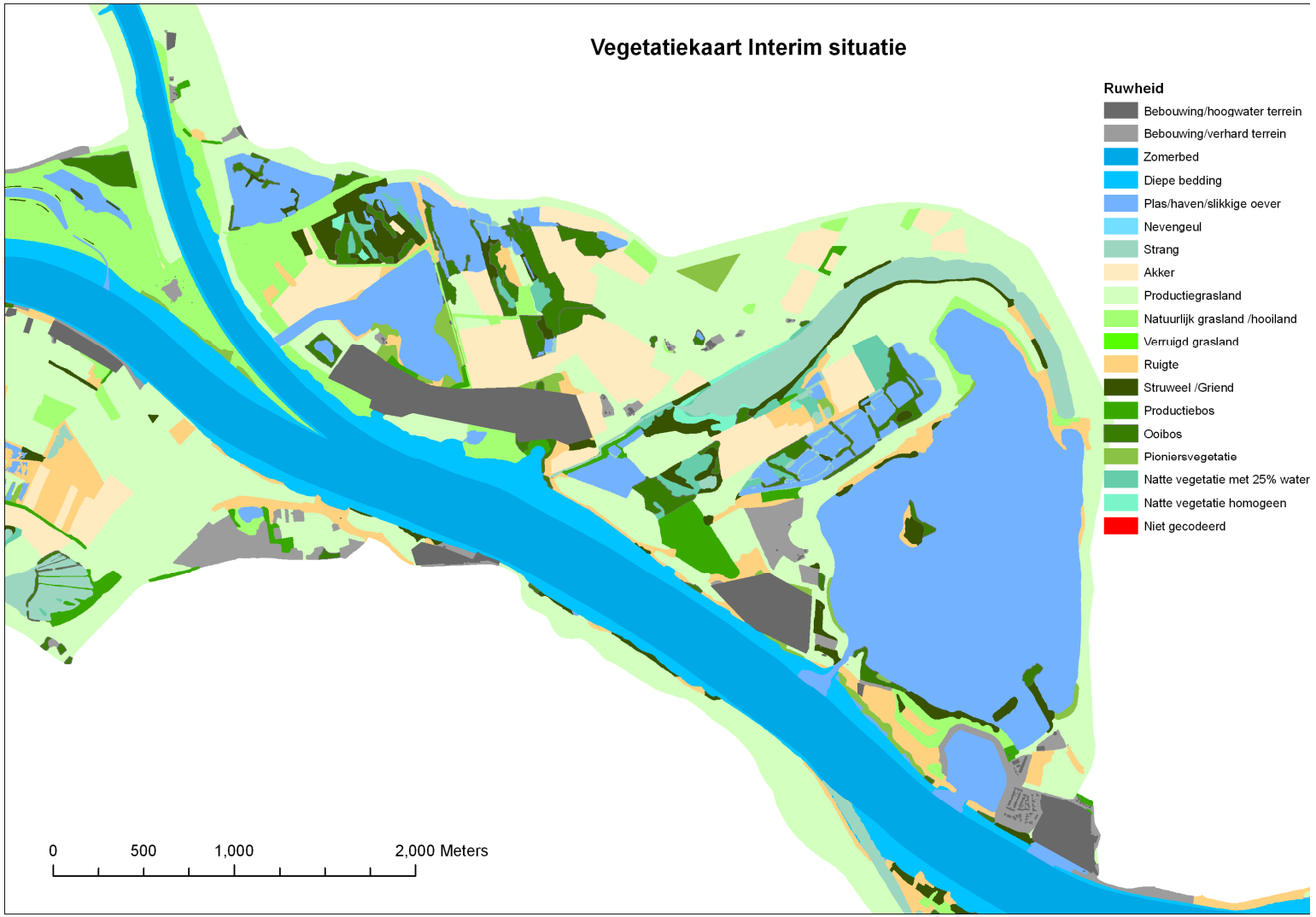
A COMPANY OF

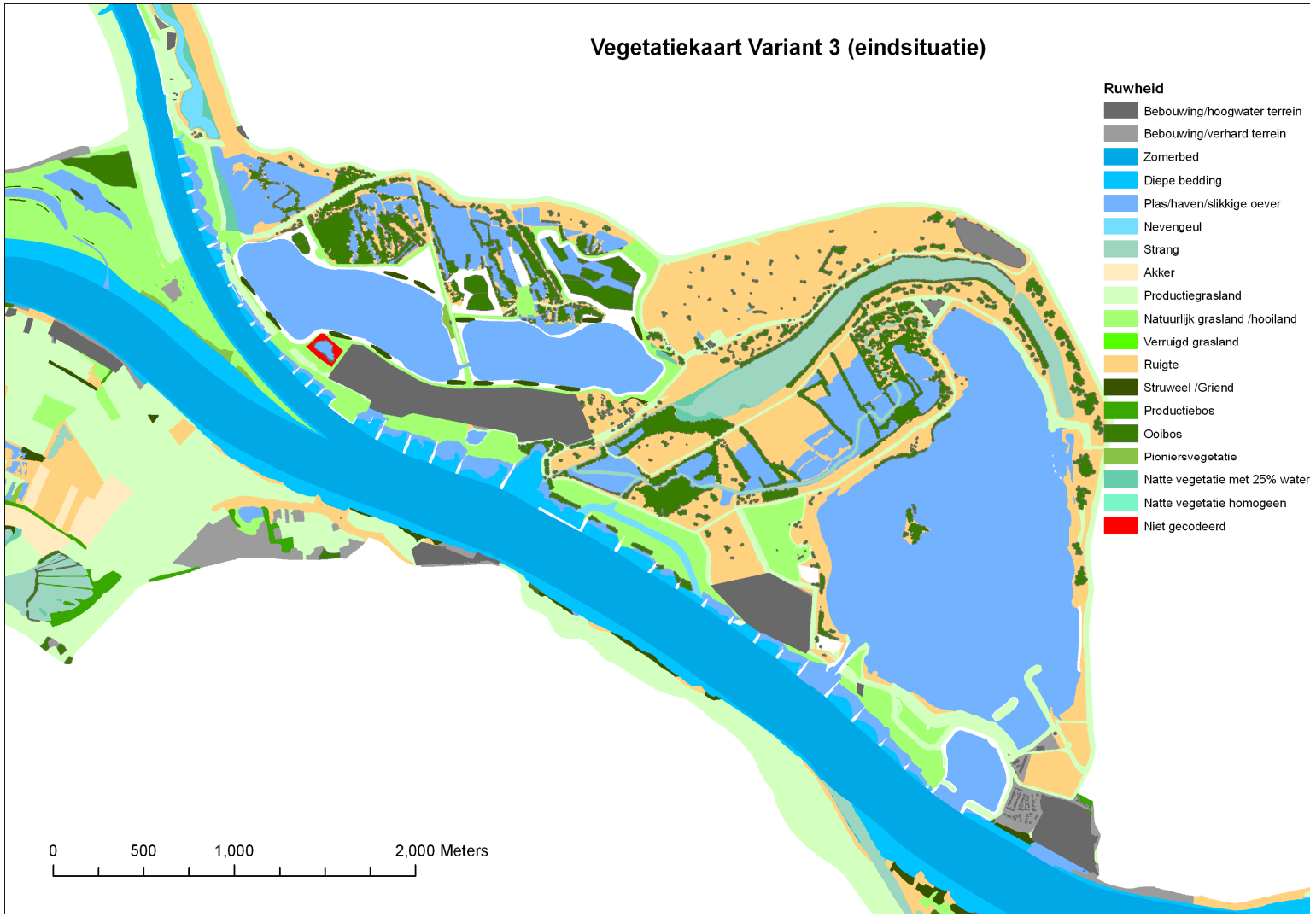
ROYAL HASKONING

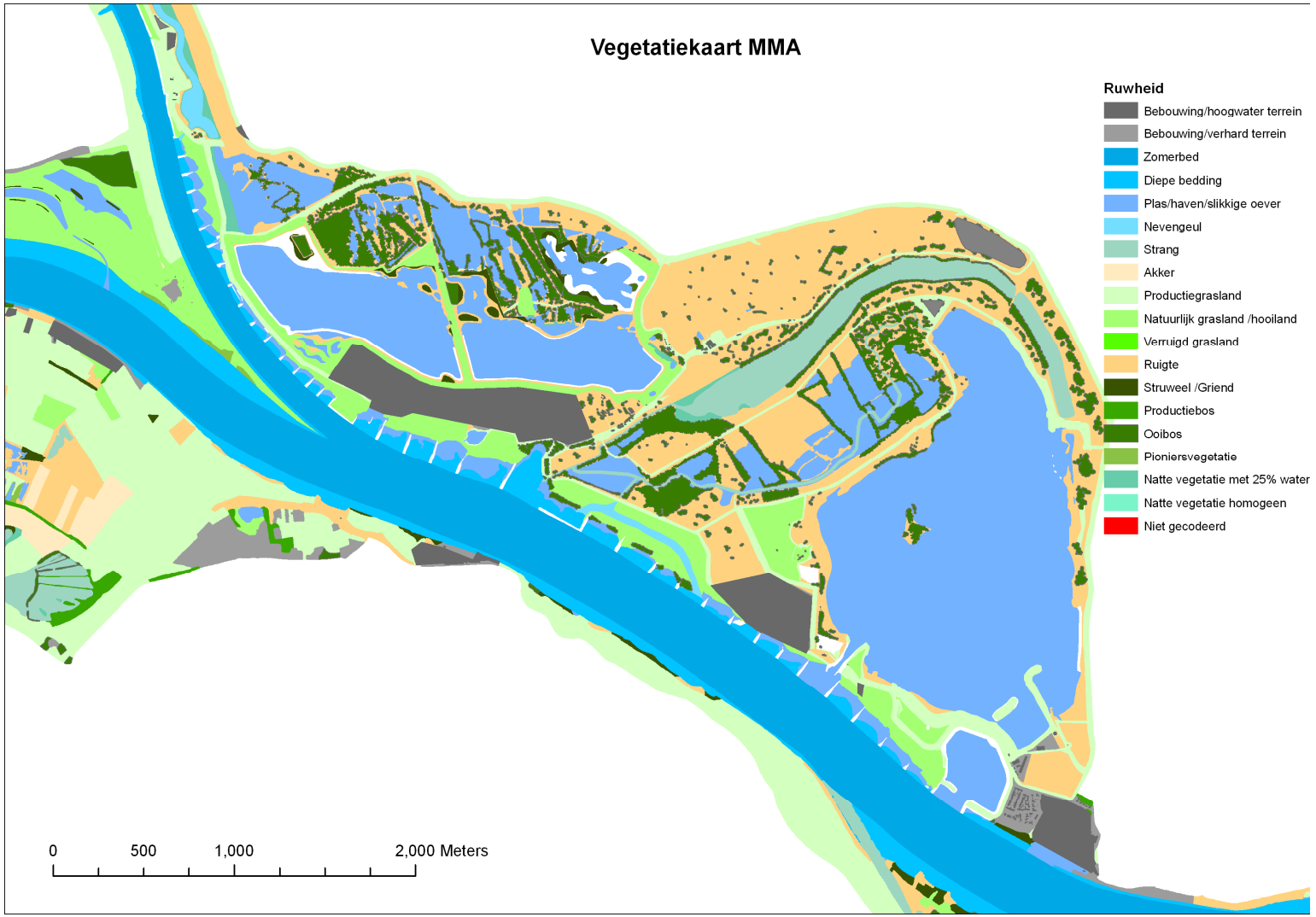
Bijlage 3
Vegetatietypen

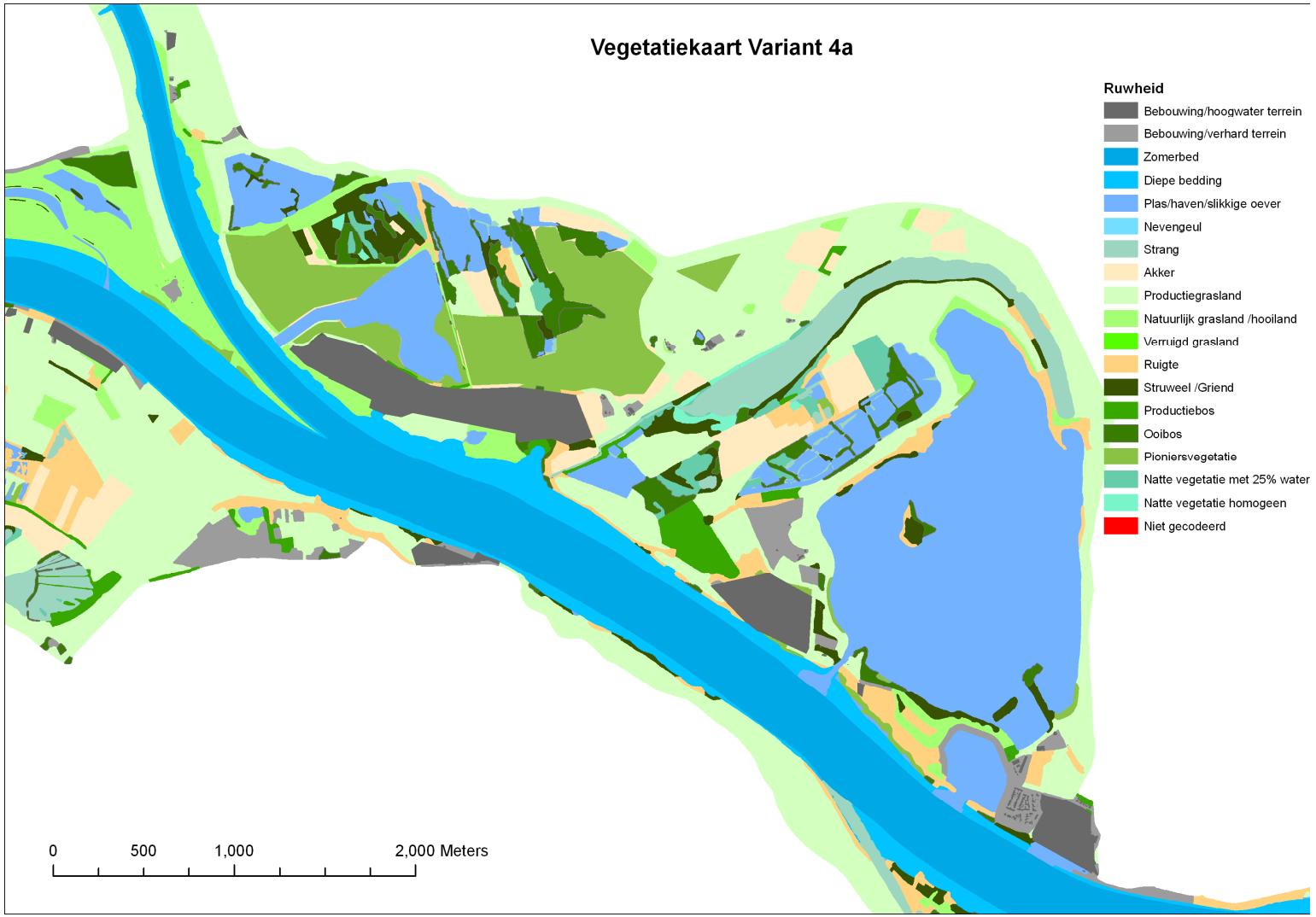

Vegetatiekaart Referentie
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters

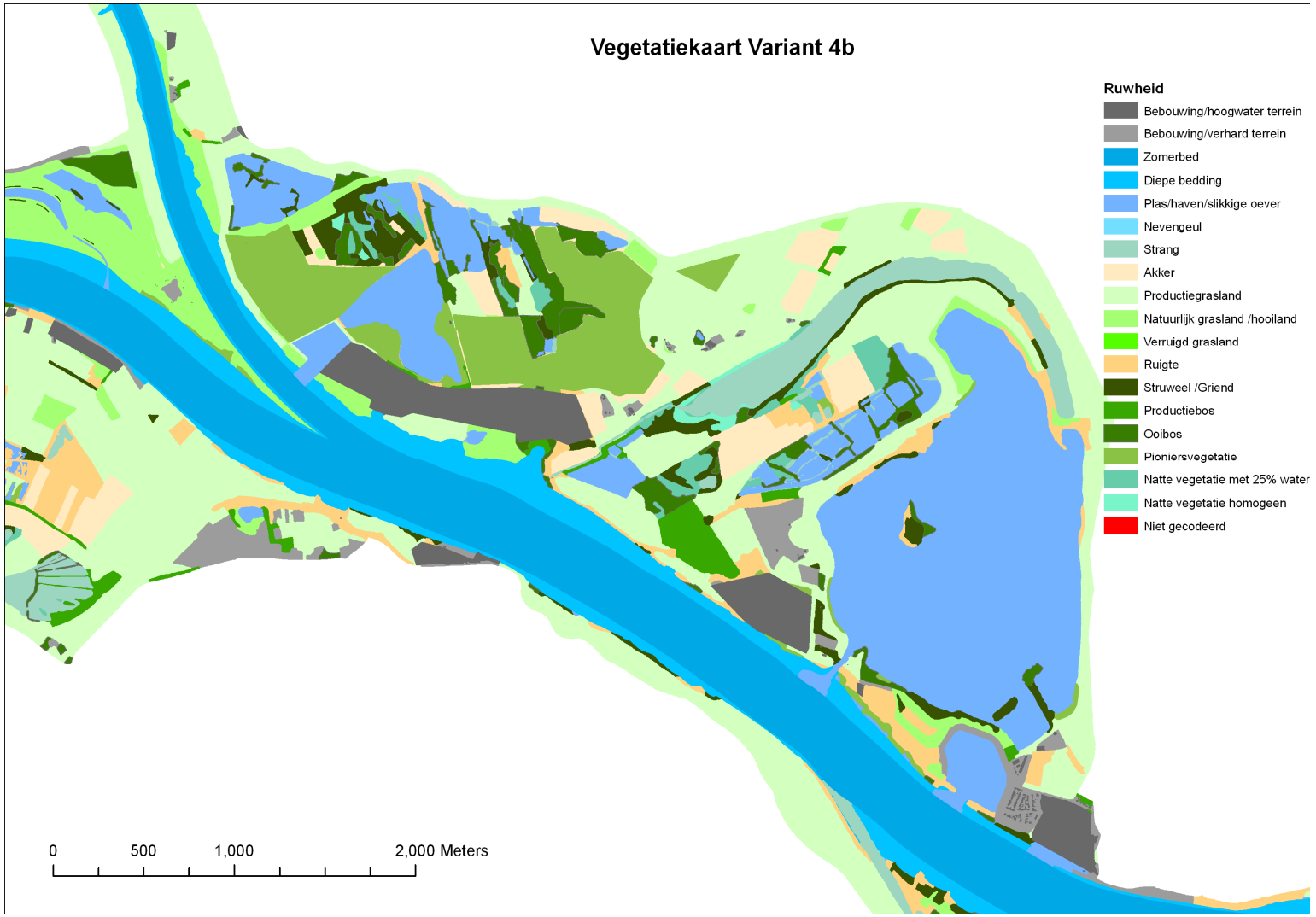

Vegetatiekaart Basisplan
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters


Vegetatiekaart Interim situatie
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters

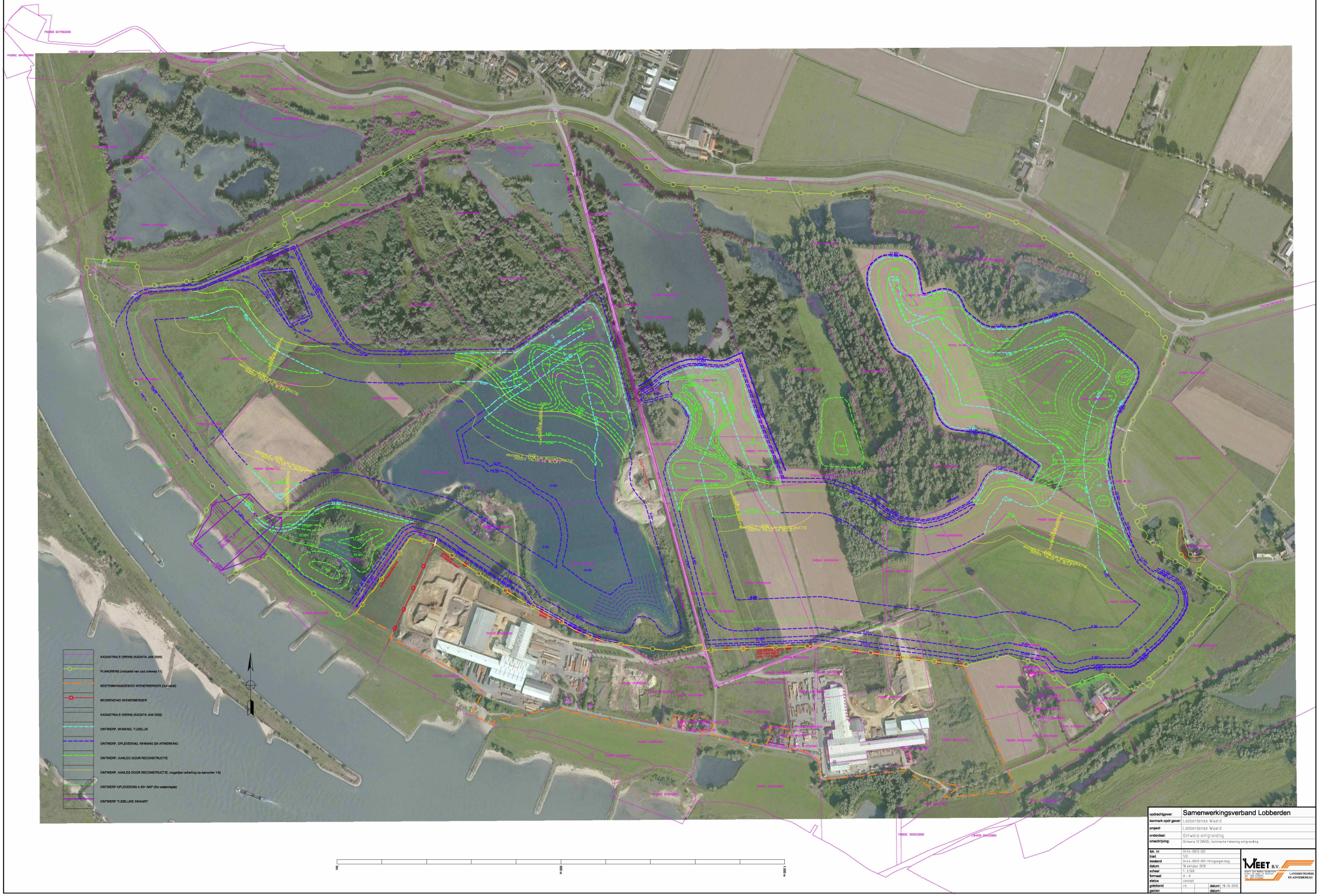

Vegetatiekaart Variant 3 (eindsituatie)
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters


Vegetatiekaart MMA
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters


Vegetatiekaart Variant 4a
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters


Vegetatiekaart Variant 4b
Ruwheid
Bebouwing/hoogwater terrein
Bebouwing/verhard terrein
Zomerbed
Diepe bedding
Plas/haven/slikkige oever
Nevengeul
Strang
Akker
Productiegrasland
Natuurlijk grasland /hooiland
Verruigd grasland
Ruigte
Struweel /Griend
Productiebos
Ooibos
Pioniersvegetatie
Natte vegetatie met 25% water
Natte vegetatie homogeen
Niet gecodeerd
0
500
1,000
2,000 Meters

Bijlage 4
Ontwerp MMA



opdrachtgever:	Samenwerkingsverband Lobberden
kenmerk opdr.gever:	Lobberdense Waard
project:	Lobberdense Waard
onderdeel:	Ontwerp ontgronding
omschrijving:	Ontwerp 12 (ZN12), technische tekening ontgronding

tek. nr.	0444-ZN12-001		
blad	1/2		
bestand	0444-ZN12-001-fotogeogindwg		
datum	18 oktober 2018		
schaal	1 : 2.500		
formaat	A - 0		
status	concept		
gekeurd	rm	datum	18-10-2018
gezien		datum	

MEET B.V.
AGENT VAN WERKEN GEBIEDEN
Kamer van Koophandel Nederland
Nr. 50 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0
Tel. 020-4 - 0 - 0 - 0 - 0
Fax. 020-4 - 0 - 0 - 0 - 0

LANDMETERING EN ADVIESBUREAU