RUIMTE VOOR DE LEK (SNIP 3)
BASISRAPPORT HYDRAULICA & MORFOLOGIE

PROVINCIE UTRECHT

19 mei 2011
074937941:D
C03021.000044

Opdrachtgever: Provincie Utrecht

Ruimte voor de Lek – Vianen (SNIP3)

Basisrapport Hydraulica en Morfologie

DEFINITIEF 19 MEI 2011

Auteurs: Andries Paarlberg
Saskia van Vuren
Joana Vieira da Silva

PR1916.10 maart 2011

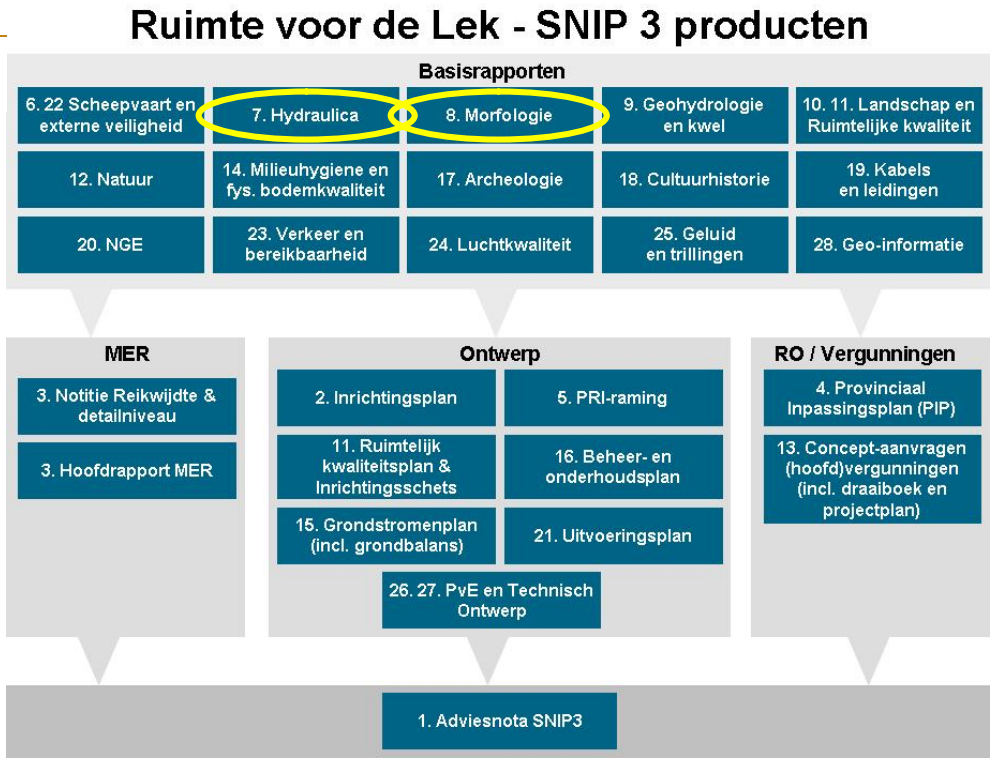
HKV LIJN IN WATER

Voorwoord

Het basisrapport hydraulica en morfologie maakt onderdeel uit van de basisrapporten van de planstudie Ruimte voor de Lek in de SNIP-3 fase. In deze fase staat de verdere uitwerking en optimalisatie van de Gekozen Variant uit de verkennende fase van de planstudie (de SNIP-2a fase) centraal. Daarbij is het doel om te komen tot een ontwerp, waarin technische en landschappelijke aspecten, omliggende projecten en de wensen van belanghebbenden optimaal samen komen. Hierbij is de haalbaarheid van het plan belangrijk: het plan moet uitvoerbaar, betaalbaar, vergunbaar en onderhoudbaar zijn. De samenhang tussen de producten van de SNIP-3 fase is in onderstaande figuur weergegeven. De SNIP-3 fase eindigt met de projectbeslissing van de Staatssecretaris. Deze beslissing markeert het einde van de planstudiefase en het begin van de realisatiefase. Voordat echt tot realisatie over kan worden gegaan, moeten ook de betreffende Bevoegde Gezagen het Provinciaal Inpassingsplan en de vergunningaanvragen goedkeuren.

Afbeelding

Overzicht van producten voor de SNIP3-fase



Inhoud

1 Inleiding 1-1
1.1 Aanleiding 1-1
1.2 Doelstellingen van Ruimte voor de Lek 1-1
1.3 Van Gekozen Variant naar Projectontwerp SNIP 3 1-1
1.4 Doel van het basisrapport Hydraulica en morfologie 1-3
1.5 Kwaliteitsborging 1-3
1.6 Leeswijzer 1-4

2 Aanpak en afbakening onderzoek hydraulica, morfologie en scheepvaart 2-1
2.1 Inleiding 2-1
2.2 Rivierkundig beoordelingskader 2-2
2.3 Rivierkundig instrumentarium voor de beoordeling 2-2
2.4 Begrippenkader beheerruimte 2-3
2.5 Betrokken partijen 2-5

3 Beschrijving plangebied vanuit rivierkundig perspectief 3-1
3.1 Projectgebied en plangebied 3-1
3.2 Huidige situatie 3-2
3.2.1 Hydraulica 3-2
3.2.2 Morfologie en scheepvaart 3-6
3.3 Autonome ontwikkeling 3-8
3.3.1 Verwerking in hydraulisch model 3-9
3.3.2 Verwerking in morfologisch model 3-10

4 Projectontwerp op hoofdlijnen 4-1
4.1 De referentiesituatie of nulalternatief 4-1
4.2 Voorlopig voorkeursalternatief (VVKA) 4-1
4.2.1 Beschrijving per deelgebied 4-1
4.2.2 Ontsluitingsvarianten 4-2
4.3 Voorkeursalternatief (VKA) 4-3
4.3.1 Van VVKA naar VKA 4-3
4.4 Projectontwerp 4-5
4.4.1 Van VKA naar Projectontwerp 4-5
4.5 Schematisatie van varianten in rivierkundig instrumentarium 4-7

5 Beleid en beoordelingscriteria 5-1
5.1 Beleid 5-1
5.2 Beoordelingscriteria 5-1
5.3 Hydraulische effectbeoordeling 5-1
5.3.1 Overzicht beoordelingsaspecten en criteria 5-1
5.3.2 Aspect 1.1: MHW effect in as van de rivier 5-2
5.3.3 Aspect 1.2: MHW effect buiten de as van de rivier 5-3
5.3.4 Aspect 1.3, 1.4, 2.4 en 2.5: Afvoerverdeling IJsselkop 5-4
5.3.5 Aspect 2.1: waterstand en inundatiefrequentie uiterwaarden 5-4
5.3.6 Aspect 2.2: grootte en richting stroomsnelheid in uiterwaarden 5-4
5.3.7 Aspect 2.3: stroombeeld hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen 5-5

5.4 Morfologie en scheepvaart 5-7
5.4.1 Overzicht beoordelingsaspecten en criteria 5-7
5.4.2 Morfologische effectbeoordeling 5-7
5.4.3 Aspect 3.1: morfologische effecten zomerbed 5-8
5.4.4 Aspect 3.2: morfologische effecten winterbed 5-9

6 Effectbeoordeling bij MHW 6-1
6.1 MHW effect in as van de rivier (aspect 1.1) 6-1
6.2 MHW effect buiten as van de rivier (aspect 1.2) 6-7
6.3 Belangrijkste conclusies MHW effect 6-16

7 Effectbeoordeling in uiterwaarden 7-1
7.1 Waterstanden en inundatiefrequentie uiterwaarden (aspect 2.1) 7-1
7.2 Stroombeeld in uiterwaard (aspect 2.2) 7-9
7.3 Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen (aspect 2.3) 7-12
7.4 Belangrijkste conclusies effect uiterwaarden 7-19

8 Morfologie en scheepvaart 8-1
8.1 Inleiding 8-1
8.2 Onderzoek voorafgaand aan SNIP2A besluit 8-1
8.3 Aanzanding in de Gekozen Variant 8-2
8.4 Effectbeoordeling morfologie 8-3
8.4.1 Morfologische effecten zomerbed (aspect 3.1) 8-3
8.4.2 Morfologische effecten winterbed (aspect 3.2) 8-11
8.5 Optimalisaties en aanbevelingen 8-15
8.6 Belangrijkste conclusies effect morfologie 8-16

9 Conclusies en MER beoordeling 9-1
9.1 Hydraulica bij maatgevend hoogwater condities 9-1
9.2 Hydraulica bij andere afvoercondities 9-1
9.3 Belangrijkste conclusies effect morfologie 9-2
9.4 MER beoordeling 9-3

10 Effectbeoordeling Projectontwerp 10-1
10.1 Optimalisatie vanuit hydraulica en morfologie 10-1
10.2 Invloed van de wijzigingen op hydraulica en morfologie 10-1
10.3 Toetsing van het Projectontwerp aan wet- en regelgeving 10-1
10.4 MER Beoordeling van het Projectontwerp 10-1

Bijlage 1: Overzicht geraadpleegde documenten
Bijlage 2: Overzicht geraadpleegde personen en instanties
Bijlage 3 – 7: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA
Bijlage 8 – 17: Resultaten WAQUA berekeningen
Bijlage 18: Baseline en WAQUA bestanden
Bijlage 19: Memo Delft3D referentiesituatie
Bijlage 20: Dwarsstromen alle varianten
Bijlage 21: Stroomsnelheden oeverzones
Bijlage 22: Verificatie
Bijlage 23: Dwarsstromen VKA en Projectontwerp
Bijlage 24: Stroomsnelheidsverschil Projectontwerp en VVKA

Bijlage 25: Verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie Bossenwaard West
Bijlage 26: Verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie voor gehele projectgebied
Bijlage 27: Morfologische analyse rivierverruiming Vianen
Bijlage 28: Betrekkingslijnen Lek (2010)
Bijlage 29: Aanpassing maatregel Bochtafsnijding Vreeswijk voor het Projectontwerp
Bijlage 30: Verslag van bespreking aanpassingen aan Baseline maatregelen naar aanleiding van Voortoets

Lijst van tabellen

Tabel 1-1: Raakvlakken met andere producten 1-3
Tabel 2-1: Gebruikte naamgeving in dit document en relatie met naamgeving in planstudie. 2-2
Tabel 4-1: Wijzigingen in het VVKA die leiden tot het VKA 4-3
Tabel 4-2: Optimalisaties in het VKA die leiden tot het Projectontwerp 4-6
Tabel 4-3: Overzicht Baseline maatregelen VKA en Projectontwerp. a=interventie, b=streefbeeld. ... 4-12
Tabel 4-4: Overzicht Baseline maatregelen VKA en Projectontwerp. a=interventie, b=streefbeeld. ... 4-13
Tabel 5-1: Beoordelingscriteria bij te beoordelen aspecten voor ingrepen in de Rijntakken (bron: versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009), onderdeel hydraulica. 5-2
Tabel 5-2: Overzicht van overschrijdingsfrequenties van een aantal afvoeren op de Bovenrijn (informatie aangeleverd door Ralf Schielen van PDR, e-mail 8 oktober 2008). 5-6
Tabel 5-3: Beoordelingscriteria bij te beoordelen aspecten voor ingrepen in de Rijntakken (bron: versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009), onderdeel morfologie en scheepvaart. 5-7
Tabel 6-1: Waterstandseffecten maatregelen (getallen in cm, negatieve getallen zijn een daling van de waterstand ten opzichte van de huidige situatie). "PKB werk" volgt uit een WAQUA berekening met de PKB Baseline maatregel, zie Van Vuren et al. (2009). (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en § 4.5). PO=Projectontwerp. 6-4
Tabel 6-2: MHW effect van het VKA in centimeter, wanneer ingrepen in de afzonderlijke uiterwaarden achterwege worden gelaten. Ter vergelijking is in de laatste kolom ook het resultaat van VVKA gegeven. 6-6
Figuur 6-4: MHW effect van het VKA (interventieniveau), wanneer ingrepen in de afzonderlijke uiterwaarden achterwege worden gelaten. 6-6
Tabel 6-3: Overzicht varianten met waterstandseffect in centimeter t.o.v. referentie, inclusief de maximale MHW verhoging.(PW= Pontwaard, BW = Bossenwaard) (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en paragraaf 4.5). * i.v.m. aanleg hoogwatervrij terrein buitendijks. 6-8
Tabel 6-4: Vergraving in de verschillende uitwaarden op basis van 5x5m rasters uit Baseline database, afgerond op 500'en m^3 voor VVKA (VKA3). 6-12
Tabel 6-5: Afvoer door verschillende uiterwaarden bij MHW condities. Q=afvoer, VW=Vianense Waard, BW=Bossenwaard, WW=Waalse Waard, PW=Pontwaard, TD=toegangsdam naar het stuweiland Hagestein. De afvoeren zijn in m^3/s. Het MHW effect is in cm. De MHW afvoer in de Lek is 3380 m^3/s. De getallen zijn zowel absoluut als in procenten ten opzichte van de totale Lekafvoer gegeven. (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en § 4.5) 6-16
Tabel 7-1. Rivierkundige berekeningen met Bovenrijn-afvoeren variërend tussen de 1020 en 10.000 m^3/s. De overschrijdingsfrequenties zijn geschat op basis van Tabel 5-2. 7-1
Tabel 7-2: Inundatiefrequentie uiterwaarden op basis van selectie van locaties voor het VKA en het Projectontwerp. 7-7
Tabel 7-3: Dwarsstromen voor het VVKA (boven) en het VKA (midden) en Projectontwerp (onder). Rode, vetgedrukte, getallen zijn situaties die niet voldoen (locaties met een afname ten opzichte van de referentiesituatie voldoen ongeacht de grootte van de dwarsstroom). Getallen tussen haakjes geven de verandering ten opzichte van de referentie. Negatief is een afname van de dwarsstroomsnelheid ten opzichte van de huidige situatie (positief een toename). 7-17
Tabel 7-4: Afvoeren door raai waarover dwarsstroom gemeten is [m^3/s] voor het VKA en het Projectontwerp. Ook de lengte van de raai waarover de afvoer is gemeten in is de tabel opgenomen. 7-18
Tabel 9-1: Effectbeoordeling MER thema Rivier 9-4
Tabel 10-1: Optimalisaties VKA tot Projectontwerp 10-1
Tabel 10-2: Hydraulica en morfologie: toetsing VVKA ,VKA en Projectontwerp 10-2

Tabel 10-3: Dwarsstromen voor verschillende varianten, zie verder uitleg bij Tabel 7-3. 39
Tabel 10-4: Betrekkingslijnen Lek (2010) voor geselecteerde herhalingstijden. 55
Tabel 10-5: Overzicht van overschrijdingsfrequenties van een aantal afvoeren op de Bovenrijn voor twee verschillende toegeleverde datasets. 56

Lijst van figuren

Figuur 1-1: Van Gekozen Variant naar Projectontwerp 1-2
Figuur 2-1: Ontwerpproces in SNIP3-fase. VKA1-5 aan de linkerzijde van het figuur geeft de coderingen als gebruikt in voorliggend rapport en de relatie met naamgeving in overige rapporten. 2-1
Figuur 2-2: Illustratie begrippenkader rond beheerruimte (bron: Begrippenkader rond beheerruimte) 2-4
Figuur 2-3: Illustratie aanslibbing geulen in interventiebeeld. 2-5
Figuur 3-1: Plangebied Ruimte voor de Lek 3-2
Figuur 3-2: De bodemligging en de ligging van overlaten (zwarte lijnen) in de huidige situatie. 3-4
Figuur 3-3: De inrichting van de uiterwaarden (natuur, vegetatietypen) in de huidige situatie. 3-4
Figuur 3-4: Afvoerlijnen (zwarte lijnen) bij maatgevend hoogwater in de huidige situatie (tussen elke lijn stroomt 175 m^3/s). De oranje lijnen geven de ligging van overlaten weer. 3-5
Figuur 3-5: Waterstanden op de Nederrijn-Lek bij de verschillende afvoerniveau's (Lobith afvoeren) in de huidige situatie. 3-5
Figuur 3-6: Waterstanden in het plangebied bij de verschillende afvoerniveau's (Lobith afvoeren) in de huidige situatie. 3-6
Figuur 3-7: Huidige situatie en overzicht autonome ontwikkelingen. 3-8
Figuur 3-8: bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en geleidedam aan de zuidoever bij Vianen. 3-10
Figuur 4-1: Uitsnede VVKA omgeving Buitenstad. De verschillende ontsluitingsroutes zijn met stippellijn aangegeven 4-3
Figuur 4-3: Bodemligging en locatie kade in de huidige situatie (boven) en het Projectontwerp (onder). Tussen de oorspronkelijke kade en de nieuwe teruggelegde zomerkade is het huidige maaiveld niveau gehandhaafd. De geleidedam die is aangegeven in het figuur is een onderdeel van de autonome ontwikkeling van het gebied en is opgenomen in zowel het VKA als het Projectontwerp. 4-9
Figuur 6-1: 1-D waterstandseffect VKA en Projectontwerp (en PKB werktaakstelling en Gekozen Variant) op de Lek 6-1
Figuur 6-2: Detail 1-D waterstandseffect VKA en Projectontwerp (en PKB werktaakstelling en Gekozen Variant) in het plangebied. 6-2
Figuur 6-3 Waterstandseffecten maatregelen voor varianten VKA (=VKA4) en Projectontwerp (=VKA5). 6-4
Figuur 6-5: Verlaging toegangsdam stuweiland Hagestein. 6-7
Figuur 6-6: MHW verhoging in de Pontwaard en Bossenwaard voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Getallen geven de MHW verhoging in meter. De bandijk valt buiten dit figuur. 6-9
Figuur 6-7: Waterdiepte verschil bij afvoer 16.000 m3/s met referentie voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een vermindering van de waterdiepte (m.a.w. rode delen zijn dieper, blauwe ondieper). Verschillen kleiner dan 20 cm worden in dit figuur niet getoond. Snelheidsvectoren zijn van na de ingreep evenals de overlaten. 6-11
Figuur 6-8: Verschil in stroomsnelheid bij afvoer 16.000 m^3/s met referentie voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een lagere stroomsnelheid; positieve waarden een vergroting. Verschillen kleiner dan 10 cm/s worden in dit figuur niet getoond. Vectoren geven de snelheden na de ingreep. De overlaten zijn van na de ingreep. 6-14
Figuur 7-1: Illustratie raaien en punten gebruikt voor analyse inundatiefrequentie uiterwaarden. De grijze lijnen geven de contouren voor VKA (streefbeeld), de groene lijn is de normaallijn. De blauwe lijnen representeren raaien voor de analyse, en die zijn onderverdeeld in stukken (zie tekst). 7-2
Figuur 7-2: Afvoerverdeling zomerbed en uiterwaardsecties voor 5 dwarsraaien. Linker panelen: referentie, midden panelen: VKA met streefbeeld ruwheden en bodemligging, rechter

panelen: verschil (VKA minus referentie). De legenda geeft de opsplitsing van de raaien weer: zb=zomerbed secties, -1 betekent eerste sectie op linker oever, -2 betekent tweede sectie op linker oever, etc. 7-3
Figuur 7-3: Afvoerverdeling zomerbed en uiterwaardsecties voor 5 dwarsraaien voor het Projectontwerp. Linker panelen: referentie, midden panelen: VKA met streefbeeld ruwheden en bodemligging, rechter panelen: verschil (VKA minus referentie). De legenda geeft de opsplitsing van de raaien weer: zb=zomerbed secties, -1 betekent eerste sectie op linker oever, -2 betekent tweede sectie op linker oever, etc. 7-4
Figuur 7-4: Inundatiediepte VKA bij afvoeren variërend tussen 2.000 en 10.000 m3/s in uiterwaard ter plaatse punten in Figuur 7-1. Blauw: referentie, rood: VKA (streefbeeld) 7-5
Figuur 7-5: Inundatiediepte Projectontwerp bij afvoeren variërend tussen 2.000 en 10.000 m3/s in uiterwaard ter plaatse punten in Figuur 7-1. Blauw: referentie, rood: Projectontwerp (streefbeeld) 7-6
Figuur 7-6: Waterdiepte verschil bij afvoer 10.000 m3/s met referentie voor het VKA, streefbeeld (boven) en Projectontwerp, streefbeeld (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een verkleining van de waterdiepte (m.a.w. rode delen zijn dieper, blauwe ondieper). Verschillen kleiner dan 20 cm worden in dit figuur niet getoond. 7-10
Figuur 7-7: Verschil in stroomsnelheid bij afvoer 10.000 m^3/s met referentie voor VKA4 (streefbeeld). Negatieve waarden in de legenda betekenen een kleinere stroomsnelheid; positieve waarden een vergroting. Verschillen kleiner dan 10 cm/s worden in dit figuur niet getoond. Vectoren geven de snelheden na de ingreep. De overlaten zijn van na de ingreep. 7-11
Figuur 7-8: Locaties voor analyse dwarsstromen. De maximale dwarsstroom wordt gezocht in de zwarte en groene punten; de afvoer wordt bepaald door de groene punten. De rode lijnen geven de normaallijnen weer. De grijze lijnen de contouren van het VKA1a. 7-13
Figuur 7-9: Snelheidsveld (vectoren) en stroomcomponent loodrecht op normaallijn (kleuren) voor het VVKA (VKA3) (boven) en het VKA (VKA4) (onder). De rode lijnen geven de normaallijnen, de grijze lijnen de contouren van de ruwheidsvlakken. Dwarsstromen <0.02 m/s zijn uit het figuur gefiltered. 7-15
Figuur 8-1: Gekozen Variant (uit SNIP2a fase). 8-2
Figuur 8-2: Jaargemiddelde morfologische veranderingen voor de Gekozen Variant ter hoogte van de zomerbedverbreding. De blauwe lijn geeft de contour van de vaargeul in de Lek. De zwarte lijnen zijn overlaten, en de roze lijnen ondoorlaatbare schotjes. 8-3
Figuur 8-3: Jaargemiddelde bovenveranderingen voor het Projectontwerp geschat op basis van WAQmorf. 8-7
Figuur 8-4: Detail van Figuur 8-3. 8-7
Figuur 8-5: Erosie-gevoelige locatie Bossenwaard-West (rode cirkel). 8-9
Figuur 8-6: Stroombeeld in huidige situatie (boven) en het Projectontwerp in de Bossenwaard-West bij 8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. De gekleurde lijnen geven de kruinhoogte van overlaten weer in m+NAP. 8-10

Samenvatting

Dit basisrapport geeft de hydraulische en morfologische effectbeoordeling van het VVKA, het VKA en het Projectontwerp. Het Projectontwerp is een optimalisatieslag waarbij alleen ontwerpwijzigingen zijn doorgevoerd in de Vianense Waard om nadelige gevolgen met betrekking tot geohydrologie en kwel te voorkomen.

De beoordeling is uitgevoerd volgens het meest recente "rivierkundig beoordelingskader" van RWS/PDR. In dit rapport is aangetoond dat zowel het VVKA, het VKA als het Projectontwerp op interventieniveau (dus inclusief beheermarge) voldoen aan de taakstelling voor het gebied, met een waterstandsdaling van 8,3 cm (VVKA/VKA) en 8,1 cm (Projectontwerp). Het Projectontwerp voor het streefbeeld levert een waterstandsdaling van 8,8 cm en de beheermarge is daarmee 0,7 cm. In de Pontwaard en Bossenwaard ontstaat lokaal opstuwing onder MHW condities ten gevolge van de rivierverruiming. De verhogingen blijven binnen acceptabele grenzen voor de waterkeringbeheerders.

De inundatiefrequentie van de Bossenwaard en voor delen van de Pontwaard nemen door het verwijderen van zomerkades en de aanleg van geulen (gewenst) toe. De inundatiefrequentie in de Waalse Waard verandert nauwelijks. In de Vianense Waard gaat voor het VKA de inundatiefrequentie van ~1x per 7,5 jaar in de huidige situatie (instroom bij Qlobith =~9050 m3/s), naar ~1x per 1,2 jaar in het VKA (instroom bij Qlobith =~6250 m3/s). Dit komt door de verlaging van de oostelijke leikade langs het Merwedekanaal. In het Projectontwerp is in de Vianense Waard de zomerkade verlegd met behoud van hoogte, waardoor de inundatiefrequentie van de Vianense Waard gelijk blijft aan de huidige situatie.

Een inherent gevolg van de rivierverruiming is het ontstaan van voor de scheepvaart hinderlijke dwarsstromen in de vaarbaan. Vooral bij de uitstroom van de geul in 't Waalse Waard en op het Merwedekanaal ontstaan kritieke, maar acceptabele, situaties.

Het VVKA is morfologisch beoordeeld aan de hand van Delft3D berekeningen. Conclusie is dat het extra baggerwerk om de vaardiepte in de vaargeul op diepte te houden binnen toelaatbare grenzen blijft. In het winterbed wordt aanslibbing verwacht. Dit is verdisconteerd in de hydraulische berekeningen door een verschil in bodemligging tussen interventiebeeld en streefbeeld. De grootste wijziging tussen VVKA en Projectontwerp is de inrichting van de Vianense Waard. Op basis van de hydraulische berekeningen is geconcludeerd dat de verlaging van kades in de Vianense Waard in het Projectontwerp nauwelijks effecten heeft op de morfologie in de hoofdgeul. De conclusies getrokken aan de hand van morfologische berekeningen voor het VVKA blijven daarmee leidend.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 1993, maar vooral in 1995 heeft het Nederlandse rivierengebied te maken gehad met zeer hoge waterstanden op de rivieren. De veiligheid in ons rivierengebied stond onder zware druk. Naar aanleiding van deze hoge waterstanden en de verwachte klimaatveranderingen, heeft het kabinet in december 2000 besloten om toekomstige hoge rivierafvoeren veilig naar zee af te voeren door rivieren meer ruimte te geven. Hiervoor is de Planologische Kernbeslissing (hierna: PKB) Ruimte voor de Rivier opgesteld die in januari 2007 door de Eerste en Tweede kamer is goedgekeurd. Ruimte voor de Rivier heeft als doelstelling om te zorgen dat de veiligheid van het rivierengebied uiterlijk in 2015 voldoet aan de wettelijke vastgestelde norm. Daarnaast is het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied een belangrijke doelstelling van het programma. De uiterwaardvergraving in de Honswijkerwaard, Hagestein en Hagesteinse Uiterwaard en Heerenwaard, in de praktijk "Ruimte voor de Lek" genoemd, is een van de 39 maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier.

De initiatiefnemer van de planstudie voor Ruimte voor de Lek is de provincie Utrecht, het Rijk (de programmadirectie Ruimte voor de Rivier (PDR)) is opdrachtgever. Het project heeft een regionaal karakter; de provincie werkt samen met de gemeenten Nieuwegein, Vianen, Houten en IJsselstein, het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden, Waterschap Rivierenland en Rijkswaterstaat Dienst Oost Nederland (als adviseur van de PDR). In de SNIP3-fase zijn ook de toekomstig eindbeheerders van de gebieden (Staatsbosbeheer en Den Haneker) intensief betrokken bij de planvorming.

1.2 Doelstellingen van Ruimte voor de Lek

Het project Ruimte voor de Lek heeft tot doel:

- Realisatie van een waterstanddaling van minimaal 8 cm (km 945.2–946.2) bij maatgevende hoogwateromstandigheden (MHW);
- Het versterken van ruimtelijke kwaliteit.

In het project is rekening gehouden met een beheermarge om voldoende ruimte te bieden voor het uitvoeren van beheertaken in het kader van sediment- en natuurbeheer.
Een nadere uitwerking van de doelstellingen is opgenomen in het Inrichtingsplan.

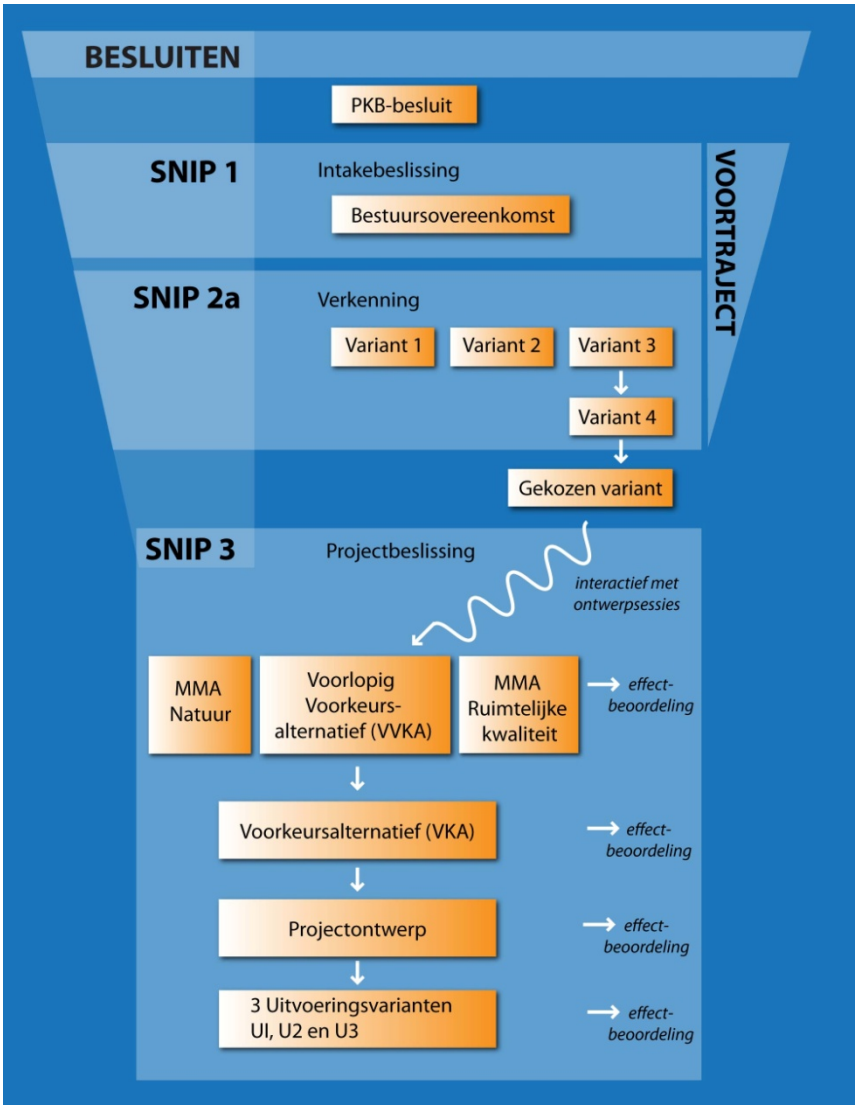
1.3 Van Gekozen Variant naar Projectontwerp SNIP 3

In augustus 2009 is de staatssecretaris van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen Verkeer en Waterstaat) akkoord gegaan met het planvoorstel Ruimte voor de Lek van de regio. Uitgangspunt daarbij was het ontwerp van de zogenaamde Gekozen Variant, die door de Stuurgroep was vastgesteld. Deze Gekozen Variant is in de SNIP-3 fase verder uitgewerkt tot een projectontwerp, waarin technische en landschappelijke aspecten, omliggende projecten en de wensen van belanghebbenden samenkomen. Bij het optimaliseren van de Gekozen Variant was de haalbaarheid van het plan belangrijk: het projectontwerp is uitvoerbaar, betaalbaar, vergunbaar en onderhoudbaar.

GEKOZEN VARIANT ALS UITGANGSPUNT VOOR HET PROJECTONTWERP

In de Gekozen Variant vormen de rivierkundige maatregelen voor het realiseren van hoogwaterveiligheid en de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur de basis voor de inrichting. Daarnaast is ook recreatie een belangrijke nevenactiviteit. Op hoofdlijnen bestaat de Gekozen Variant uit de aanleg van drie oevergeulen in het gebied. Deze geulen zorgen ervoor dat de Lek meer bergingsruimte krijgt en dat de hoogwatergolf versneld wordt afgevoerd. Daarnaast wordt de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein verlaagd (Ossenwaard). Doordat deze dam bij hoog water een minder groot obstakel vormt, wordt ook de doorstroming van de rivier bevorderd. Naast deze rivierkundige opgaven zijn er voor de verschillende deelgebieden specifieke ruimtelijke opgaven gedefinieerd voor ontwikkeling van natuurwaarden, versterking van de ruimtelijke kwaliteit en recreatie.

Met behulp van drie optimalisatieslagen, is vanuit de Gekozen Variant toegewerkt naar het Projectontwerp. Inbreng voor de optimalisatieslagen is voortgekomen uit de effectbeoordelingen. Bij het projectontwerp zitten drie varianten voor de uitvoering. Dit proces is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1-1: Van Gekozen Variant naar Projectontwerp

Het ontwerpproces is verder in detail beschreven in het MER en in de Adviesnota. Een compleet overzicht van de gemaakte keuzes staat in hoofdstuk 4 van het Inrichtingsplan.

1.4 Doel van het basisrapport Hydraulica en morfologie

De opdracht voor het onderzoek hydraulica bestaat uit de volgende onderzoeksvragen:

- Bepalen van de hydraulische effecten van de Gekozen Variant op hoogte van rivierkilometer 945.2 en 946.2 op de Lek;
- Toetsen van de ontwerpvarianten die door het ontwerpteam worden voorgelegd, waaronder i.i.g. een nadere analyse van de ontwerpvarianten gericht op het optimaliseren van de oevergeul nabij Pontwaard en daarmee samenhangende aanvullende maatregelen;
- Deltares (in samenwerking met HKV) heeft in opdracht van Programmadirectie Ruimte voor de Rivier (PDR) de morfologische effecten van het eerste conceptontwerp en het VVKA bepaald en vastgesteld. De uitkomsten van deze berekeningen zijn gebruikt tijdens in het ontwerpproces.

De belangrijkste aandachtspunten van de effectbeoordeling met betrekking tot hydraulica, morfologie en scheepvaart die in dit rapport aan de orde komen zijn:

- Aantonen dat het ontwerp de hydraulische taakstelling bij MHW condities haalt;
- Aantonen dat het ontwerp, dat de hydraulische taakstelling haalt, geen nadelige (of acceptabele) neveneffecten oplevert ten aanzien van:
  - MHW verhogingen in uiterwaarden
  - Afvoerverdeling op het splitsingspunt van de IJsselkop
  - Hinder voor scheepvaart (dwarsstromen)
  - Inundatiefrequentie van uiterwaarden
  - Stroombeelden in uiterwaarden
  - Scheepvaart in het gebied
  - Beheersinspanning (zowel uiterwaarden beheer als baggerwerk)

1.5 Kwaliteitsborging

Consistentie en raakvlakken

Het basisrapport hydraulica en morfologie heeft raakvlakken met de volgende andere producten:

Tabel 1-1: Raakvlakken met andere producten

Raakvlak vanuit luchtkwaliteit	Volgt uit / inbreng voor	Product
Informatie over het ontwerp	Volgt uit & inbreng voor:	Inpassingsplan
Aanlevering informatie over o.a. scheepvaarteffecten, mitigatie, compensatie en schadeinventarisatie	Inbreng voor:	Inrichtingsplan
Aanlevering informatie over o.a. scheepvaarteffecten, mitigatie, compensatie en schadeinventarisatie	Inbreng voor:	MER
Aanlevering informatie over toekomstig beheer en baggeren	Inbreng voor:	Beheer- en onderhoudsplan
Kostenraming morfologie en hydraulica	Inbreng voor:	PRI-raming (en grondbalans)

Raakvlak vanuit luchtkwaliteit	Volgt uit / inbreng voor	Product
Informatie over morfologie in relatie tot invloed op natuurwaarden	Inbreng voor:	Natuur
Informatie t.b.v. diverse vergunningen	Inbreng voor:	Vergunningen
Hydraulische informatie	Inbreng voor:	Geohydrologie en kwel
Hydraulische informatie	Inbreng voor:	Uitvoeringsplan
Hydraulische informatie	Inbreng voor:	Verkeer en bereikbaarheid
Informatie over het ontwerp	Volgt uit & inbreng voor:	Technisch ontwerp
Bodeminformatie	Volgt uit:	Geoinformatie
Hydraulische informatie	Inbreng voor:	Ontwerp bouw- en kunstwerken

Verificatie
In Bijlage 22 is terug te vinden hoe is om gegaan met de eisen uit Handboek SNIP en de aanbevelingen vanuit de SNIP 2a fase.

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 start met een beschrijving van de aanpak van het onderzoek. In dit hoofdstuk is ook de naamgeving van de verschillende varianten, die in dit rapport is gehanteerd, toegelicht (Figuur 2-1). Hoofdstuk 3 licht specifieke aspecten (rivierkunde gerelateerde aspecten) van het plangebied toe ten aanzien van dit onderwerp. In hoofdstuk 4 zijn de alternatieven en varianten beschreven. Hoofdstuk 5 bevat het beleid en het rivierkundig beoordelingskader (wet en regelgeving).

Hoofdstuk 6 tot en met hoofstuk 8 beschrijft de beoordeling van de effecten, te weten:
- effecten op maatgevende hoogwaterstanden
- effecten op hydraulica in uiterwaarden
- effecten op morfologie en vaargeulonderhoud
- voor directe effecten op scheepvaart (hinder als gevolg van dwarsstromen) wordt verwezen naar het basisrapport Scheepvaart en Externe veiligheid

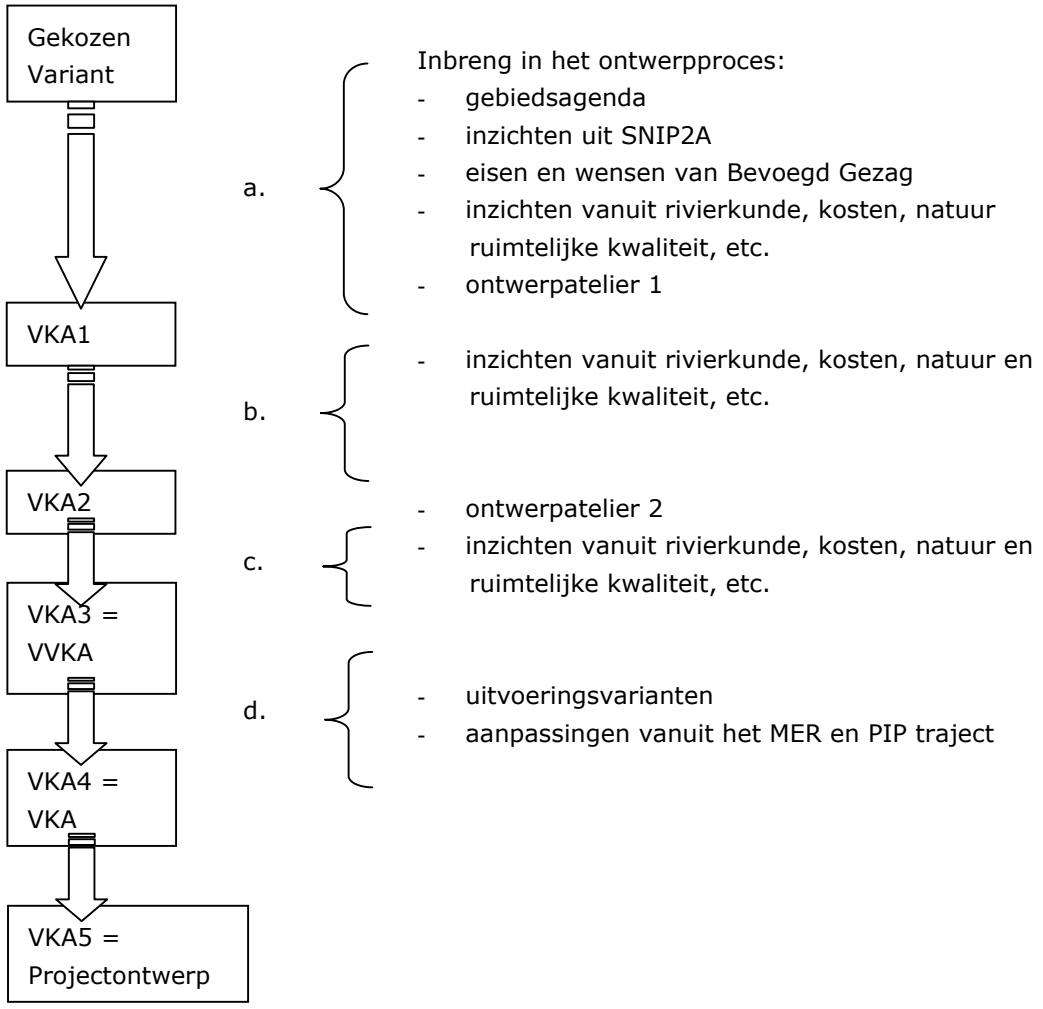
De conclusies en aanbevelingen tot en met het VKA zijn beschreven in hoofdstuk 9. In dit hoofdstuk is ook de MER beoordeling overgenomen uit het MER hoofdrapport. In hoofdstuk 10 wordt ingegaan op de laatste optimalisatieslag: van VKA naar Projectontwerp.

De referenties aangehaald in dit rapport zijn terug te vinden in Bijlage 1 (literatuur) en Bijlage 2 (personen en instanties).

2 Aanpak en afbakening onderzoek hydraulica, morfologie en scheepvaart

2.1 Inleiding

De SNIP2A-fase resulteerde in de Gekozen Variant als beschreven in paragraaf 1.3. In de SNIP3-fase is deze Gekozen Variant in vijf ontwerprondes (VKA1-5) verder uitgewerkt en geoptimaliseerd tot een VKA en uiteindelijk tot het Projectontwerp. Figuur 2-1 geeft een overzicht van dit ontwerpproces. Aanpassingen aan het ontwerp in de Vianense Waard hebben uiteindelijk geleid tot het Projectontwerp. De aspecten hydraulica, morfologie en scheepvaart speelden een rol in deze optimalisatie. Dit rapport focust op de beoordeling van het voorlopig voorkeursalternatief VVKA (VKA3), het voorkeursalternatief VKA (VKA4) en het Projectontwerp (VKA5). Op een aantal momenten zijn de resultaten van de tussenvarianten weergegeven (VKA1 en VKA2). Hoofdstuk 4 beschrijft de vijf ontwerpstappen. Tabel 2-1 geeft een overzicht van de gebruikte naamgeving in dit basisrapport.



Figuur 2-1: Ontwerpproces in SNIP3-fase. VKA1-5 aan de linkerzijde van het figuur geeft de coderingen als gebruikt in voorliggend rapport en de relatie met naamgeving in overige rapporten.

Naam in dit basisrapport en gebruikt bij naamgeving Baseline/WAQUA bestanden	Naam in planstudie
Gekozen Variant	Gekozen Variant
VKA1	1e conceptontwerp
VKA2	2e conceptontwerp
VKA3	Voorlopig Voorkeursalternatief (VVKA)
VKA4	Voorkeursalternatief (VKA)
VKA5	Projectontwerp

Tabel 2-1: Gebruikte naamgeving in dit document en relatie met naamgeving in planstudie.

2.2 Rivierkundig beoordelingskader

Als leidraad voor de effectbeoordeling is het Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren (versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009) gebruikt. Het rivierkundig beoordelingskader is in het vervolg afgekort met "RBK". Het RKB geeft een overzicht van de beoordelingsaspecten en de beoordelingscriteria. Per aspect is dit uitgewerkt in hoofdstuk 5.

2.3 Rivierkundig instrumentarium voor de beoordeling

Met betrekking tot het rivierkundig modelinstrumentarium is onderscheid gemaakt tussen programmatuur en schematisatie. Voor de hydraulische berekeningen is het 2-D waterbewegingsmodel WAQUA in SIMONA gebruikt. Delft3D is gebruikt voor de 2-D morfologische berekeningen. De Delft3D berekeningen zijn uitgevoerd buiten de planstudie. Een beschrijving van het Delft3D model is niet opgenomen in dit rapport. De resultaten van de morfologische effectbepaling zijn wel verwerkt in dit rapport.

WAQUA maakt gebruik van een rekenrooster met roostercellen van 20 bij 40 meter, waarop informatie over bodemligging, ruwheden, kaden en kribben, etc. is geprojecteerd. Als referentiesituatie is de bodemligging van 1997 genomen. Deze informatie is opgeslagen in het databaseprogramma BASELINE. Projecten die na 1997 zijn gerealiseerd en reeds afgegeven vergunningen zijn verwerkt in de referentiesituatie.

De gebruikte modelversies en –schematisatie zijn:
- versie 3.31 van het databaseprogramma BASELINE
- SIMONA versie 2006-01 van WAQUA
- modelschematisatie voor de referentiesituatie is simona_rijn_PKB_3_4

De rivierverruimende maatregelen in de varianten zijn op een gestandaardiseerde manier conform het officiële protocol (BASELINE protocol, 2005, en richtlijnen Vos, 2007) in de BASELINE database opgenomen. De maatregelen zijn vervolgens in de bestaande referentiesituatie geïntegreerd. Middels een conversie met BASELINE is voor elke variant een WAQUA-schematisatie aangemaakt.

Normaal gesproken start de planstudie in de SNIP3-fase met de reproductie van de referentiesituatie en werktaakstelling (voor het rivierkundig instrumentarium). HKV heeft dit in

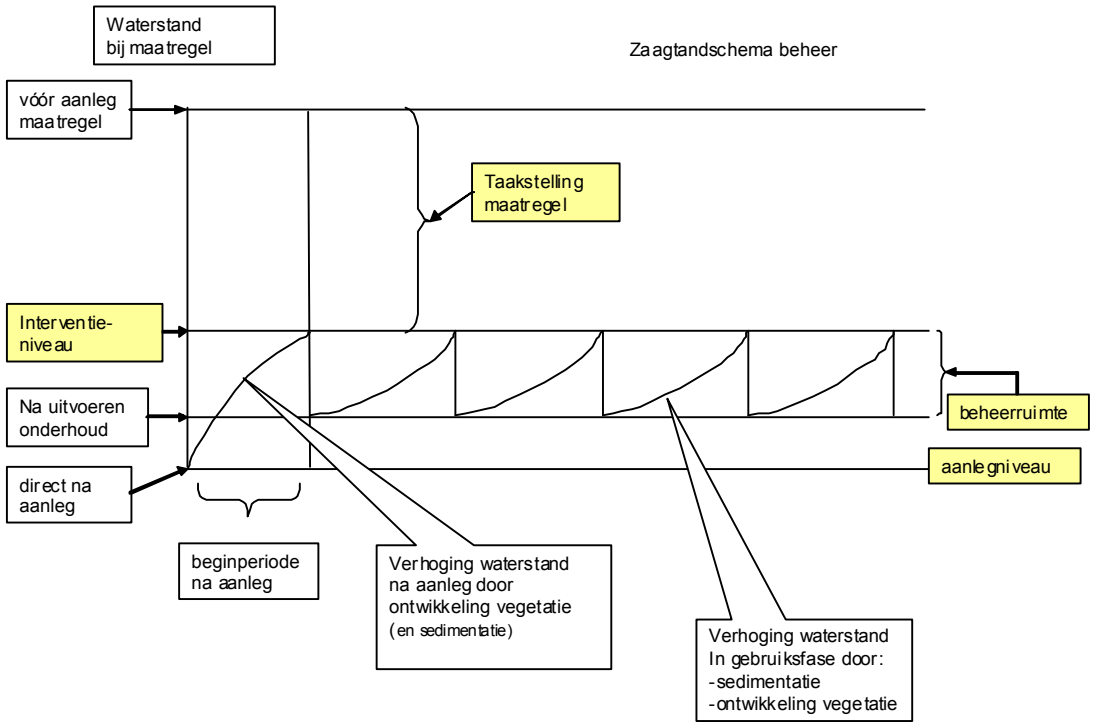
de SNIP2A-fase gedaan. Paragraaf 2.2 uit Van Vuren e.a. (2009) beschrijft de reproductie van de referentieberekening en werktaakstelling.

Bij Vianen is nog een flinke getijslag aanwezig. Afhankelijk van de rivierafvoer en het getij op zee ligt de gemiddelde getijslag ongeveer tussen 0,2 m en 1 m. De invloed van het getij is niet meegenomen in het hydraulisch model. Het rivierkundig beoordelingskader stelt geen eisen aan het modelleren van getij. Bij MHW omstandigheden is weinig effect van het getij op de waterbeweging te verwachten. Bij lage afvoeren stroomt met de verticale getijslag slibhoudend water de oevergeulen in en uit. Tijdens dit in- en uitstromen blijft een deel van het meegevoerde slib achter. Bij de lagere afvoeromstandigheden dan MHW is op een aantal hydraulische beoordelingsaspecten op basis van deskundigenoordeel een uitspraak gedaan omtrent de invloed van getijslag.

2.4 Begrippenkader beheerruimte

Deze paragraaf is gebaseerd op informatie uit het Begrippenkader rond beheerruimte en afspraken die tijdens een operationeel overleg tussen diverse Rijkswaterstaat diensten (ON – ZH – WD – PDR) op 29 juni 2009 en 15 januari 2010 zijn gemaakt. In het kader van Planstudie Ruimte voor de Lek zijn bij het afstemmingsoverleg op 22 juni 2010 aanvullende afspraken gemaakt met betrokkenen van Rijkswaterstaat, Provincie Utrecht, Deltares, ARCADIS en HKV. De notulen van dit overleg zijn opgenomen in Bijlage 2.
De definitie van de taakstelling is: "het hydraulisch effect bij maatgevend hoogwater dat de maatregel te allen tijde moet halen". De beoogde waterstand bij MHW is daarom niet de waterstand direct na aanleg van de maatregel (het aanlegniveau), maar bij het zogenaamde interventieniveau. Dit interventieniveau is het niveau waarop door sedimentatie en vegetatiegroei het hydraulisch effect van de maatregel is teruggebracht tot de taakstelling. Met andere woorden: het interventieniveau is formeel het niveau waarop ingegrepen moet gaan worden (conform beheerplan), anders voldoet het ontwerp niet aan de taakstelling. Het "zaagtandschema" in Figuur 2-2 beschrijft dit proces en geeft de beheerruimte in het ontwerp weer. De beheerruimte is het verschil in hydraulisch effect van de maatregel tussen:

- het interventieniveau, en
- het beeld na het uitvoeren van de voorgeschreven B&O maatregelen na bereiken van het interventieniveau



Figuur 2-2: Illustratie begrippenkader rond beheerruimte (bron: Begrippenkader rond beheerruimte)

Voor de beheerruimte is niet een vast getal te geven. De beheerruimte hangt direct samen met het ontwerp, en het bijbehorende beheer en onderhoudplan (B&O plan). Het B&O plan beschrijft:

- de interventieniveaus voor sedimentatie van geulen en vegetatiegroei;
- de B&O-maatregelen die bij het bereiken van het interventieniveau moeten worden uitgevoerd (maaien, kappen, begrazing, baggeren)

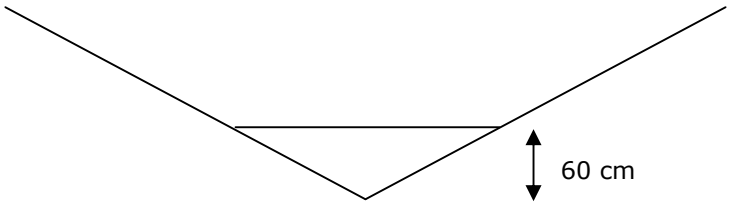
Samengevat betekent dit dat het eindontwerp dat aan de taakstelling moet voldoen, een ontwerp is met geulen en vegetatie op interventieniveau. Bij het afstemmingsoverleg met RWS en PDR op 22 juni 2010 is afgesproken dat aanzanding van nevengeulen en hoofdgeul niet hoeft te worden betrokken in het interventieniveau. Wel is afgesproken dat het ontwerp dusdanig geoptimaliseerd moet worden dat de aanzanding zoveel mogelijk beperkt wordt. Bij het interventieniveau hoeft niet met nalatigheid in beheer rekening gehouden te worden[1]. Wel kan het zo zijn dat beheer wordt uitgevoerd anders dan voorzien in het beheer en onderhoudplan. Bijvoorbeeld door minder intensieve begrazing ontstaan ruwere graslanden met plukken wildere vegetatie. Hier kunnen ook afspraken over zijn in het beheerplan. Zo kan worden afgesproken dat deze vegetatieontwikkeling middels maaien in de juiste vorm wordt opgeleverd aan het begin van het hoogwaterseizoen. De verruwing van graslanden valt dan buiten het interventiebeeld.

Ook is het mogelijk dat de beoogde vegetatieontwikkeling onder uitvoeren van het beheer niet volgens verwachting verloopt. Met name rondom waterpartijen (geulen e.d.) kan vegetatie ontwikkeling optreden die niet verwacht werd, of een groter oppervlak van vegetatiesoorten ontstaan dan verwacht. Bij waterpartijen is het moeilijk de omvang van wilgengroei, struweelontwikkeling en riet goed in de tijd te voorspellen.

[1] Mededeling van Marco Taal, RWS-ON

Bovenstaande is vertaald in de drie scenario's. De hydraulische effecten tijdens maatgevend hoogwater zijn voor deze scenario's in dit rapport bepaald:

- streefbeeld: het aanlegniveau van de maatregel plus verwachte en beoogde vegetatieontwikkeling onder uitvoeren van beheer volgens het B&O plan.
  Met dit scenario is de morfologische effectbeoordeling uitgevoerd. Ook zijn de hydraulische effecten bij andere omstandigheden dan MHW met dit beeld bepaald.
- interventiebeeld: beeld met meer vegetatiegroei rondom de waterrijke delen van het plan (rondom de plassen en geulen) dan verwacht: o.a. meer wilgen- struweel-, en/of rietontwikkeling.
  Voor het VVKA zijn de bodemniveaus van de geulen zijn gelijk aan de aanleg situatie (conform b&o plan en afstemmingsoverleg RWS op 22 juni 2010). In het ontwerp zijn grote, bij MHW stroomvoerende graslanden, aanwezig. Deze graslanden worden door maaien in de juiste staat (i.e. zo glad mogelijk) opgeleverd aan het begin van het hoogwaterseizoen.
  Voor het VKA en Projectontwerp is in het interventiebeeld ook rekening gehouden met aanslibbing van de geulen door 60 cm aanslibbing in de geulen aan te nemen (Figuur 2-3). Dit komt overeen met een beheersinspanning van ongeveer 30 jaar (paragraaf 8.4.2).
  Met dit scenario is beoordeeld of de MHW doelen worden gehaald (aspect 1.1 en 1.2 voor de hydraulische effectbeoordeling).



Figuur 2-3: Illustratie aanslibbing geulen in interventiebeeld.

- doemscenario: beeld waarbij 1) alle drie de beheerders het gedurende de periode dat het beheer wordt georganiseerd in het beheerplan (5 jaar) het af laten weten, en 2) er bovendien vegetatieontwikkeling optreedt die afwijkt van de verwachting, namelijk meer wilgengroei en riet.
  Dit scenario is gebruikt om inzicht te krijgen in het effect van nalatig beheer en het effect op de waterstand wanneer het beheer niet wordt uitgevoerd conform b&o plan. Het scenario speelt geen formele rol in de effectbeoordeling. Dit scenario is alleen beoordeeld voor het VVKA, niet voor het VKA en Projectontwerp.

2.5 Betrokken partijen

De volgende partijen zijn betrokken bij het aspect rivierkunde:

- RWS-ON (Rijkswaterstaat, Directie Oost Nederland)
- RWS-PDR (Rijkswaterstaat, Programmadirectie Ruimte voor de Rivier)
- RWS-WD (Rijkswaterstaat, Waterdienst)
- Waterschap rivierenland (WSRL)
- Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HDSR)
- Deltares

In Bijlage 2 is bovenstaande lijst uitgesplitst naar betrokken personen per instantie.

3 Beschrijving plangebied vanuit rivierkundig perspectief

In dit hoofdstuk is de begrenzing van het plangebied opgenomen, evenals een beschrijving van de specifieke aspecten met betrekking tot de aspecten hydraulica en morfologie. Een algemene beschrijving van het plangebied is terug te vinden in het MER en het Inrichtingsplan.

3.1 Projectgebied en plangebied

In het project Ruimte voor de Lek worden twee verschillende plangrenzen aangehouden: projectgebied en plangebied.

Projectgebied
Het projectgebied voor het project Ruimte voor de Lek bestaat uit de volgende deelgebieden:

- Toegangsdam Stuweiland en Ossenwaard (verder: Stuweiland);
- Bossenwaard;
- 't Waalse Waard;
- Vianense Waard;
- Pontwaard & Mijnsherenwaard

Voor deze gebieden wordt een Provinciaal Inpassingsplan (PIP) opgesteld en is een wijziging in ruimtelijke bestemming voorzien. De Milieueffectrapportage (MER) heeft betrekking op dit projectgebied. Natuurlijk worden bij de beoordeling van de effecten van de voorgestelde ontwikkelingen in de MER, ook de effecten die plaatsvinden buiten het projectgebied meegenomen.

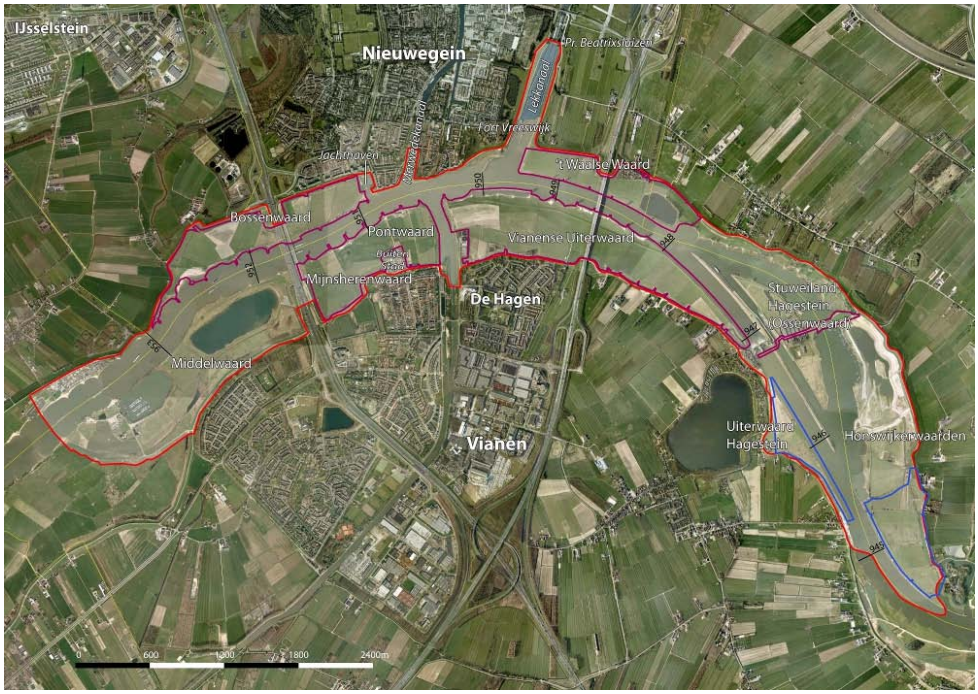
Bijzondere status stuweiland Hagestein in projectgebied
Het stuweiland bij stuw Hagestein valt buiten de begrenzing van het projectgebied. Wel behoort de langzaam verkeersroute over en bereikbaarheid van het eiland tot het project. Daarom is deze route ook binnen het projectgebied opgenomen (deelgebied toegangsdam Stuweiland).

Plangebied
Het plangebied bestaat uit dezelfde deelgebieden als het projectgebied MER, uitgebreid met:

- Honswijkerwaarden.
- Uiterwaard Hagestein.

De delen van het plangebied, die buiten het projectgebied vallen zijn geen onderdeel van het MER en van het PIP. Wel wordt voor al deze gebieden in het kader van het project Ruimte voor de Lek een ontwerpvisie opgesteld in het Ruimtelijk Kwaliteitsplan.
Op Figuur 3-1 zijn de verschillende begrenzingen weergegeven, met bijbehorende verwijzingen naar plangebied en projectgebied.

Plangebied Ruimte voor de Lek
Rode lijn: plangebied
Paarse lijn: projectgebied



Figuur 3-1: Plangebied Ruimte voor de Lek

3.2 Huidige situatie

3.2.1 Hydraulica

Welke invloed rivierverruimende ingrepen hebben, is erg afhankelijk van de geometrie van de rivier en de locatie van de ingreep. Sommige locaties zijn gevoeliger voor ingrepen dan andere. Op locaties waar de rivier plotseling vernauwt, kan verruiming een sterk effect op maatgevende waterstanden hebben. Of de rivierverruiming in een stroomvoerend of stroombergend deel plaatsvindt, bepaalt ook de hydraulische effectiviteit. Op tamelijk uniforme stukken rivier blijken de effecten van de rivierverruiming op de bodemligging gering, maar op plaatsen waar de rivier ineens nauwer of breder wordt kunnen de gevolgen groter zijn. De mate waarin de rivierbodem reageert is bovendien afhankelijk van de mate waarin de maatregel zorgt voor een frequentere en grotere instroming van de uiterwaarden. De karakteristieken van het riviersysteem bepalen in sterke mate de oplossingsrichtingen van het Projectontwerp.

Karakteristieken die in het plangebied van het project van belang zijn, zijn hier geschetst. De Lek is een sterk meanderende rivier. Het projectgebied ligt stroomafwaarts van het stuwcomplex Hagestein, in een scherpe rivierbocht tussen de bruggen van de snelwegen van de A2 en de A27. De brede uiterwaard van Vianen bevindt zich in de binnenbocht. De minder brede Waalse Waard ligt in de buitenbocht. De scherpe bocht in combinatie met de - door de bandijken - ingesnoerde uiterwaarden direct stroomafwaarts van het stuwcomplex, en de flessenhals bij de steden Vianen en Nieuwegein, karakteriseren het gebied. Ook belangrijk is de scheepvaartverbinding tussen het Merwedekanaal en Lekkanaal. In de Lek zijn ten behoeve van deze verbinding voorzieningen getroffen in de vorm van een strekdam en een geleidedam.

Figuur 3-2 tot en met Figuur 3-4 geven voor de huidige situatie:
- de bodemligging en de ligging van overlaten
- de inrichting van de uiterwaarden (natuur, vegetatietypen)
- de afvoerlijnen bij MHW (tussen elke lijn stroomt 175 m^3/s)

De informatie in deze figuren komt uit de BASELINE database met rivierkundige gegevens, die is gebruikt voor de rivierkundige analyses in het plangebied. De hoogtegegevens dateren van 1993-1997 en uiterwaardbegroeiing dateert van 1997.

Met de figuren is een analyse uitgevoerd naar hydraulische weerstand van de rivier door a) de obstakels in het maaiveld, b) de verruwing in de uiterwaard en c) onregelmatigheden in de riviergeometrie. Op deze locaties is rivierverruiming hydraulisch effectief.

Op locaties waar de afvoerlijnen dicht tegen elkaar aan knijpen, wordt de stroming samengedrukt. Op deze locaties zijn de verhanglijnen steil. Hier zijn rivierverruimende maatregelen het meest effectief en dragen ze het meest bij aan de reductie van maatgevende waterstanden. Maatregelen zijn bovendien het meest effectief in het stroomvoerende deel van de uiterwaarden, aangezien het effect van berging in dit traject (zeer) beperkt is.

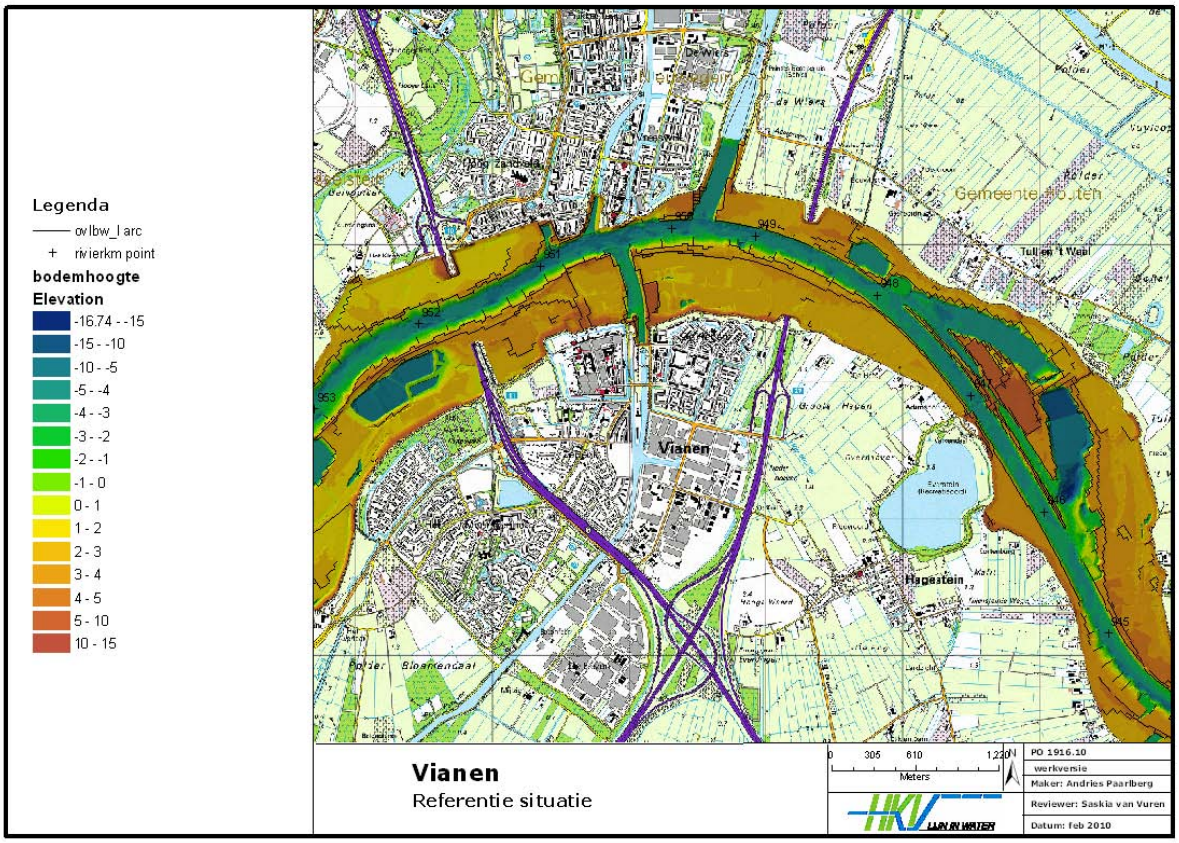
In het plangebied van de Lek zijn vier locaties waar de stroming lokaal sterk wordt geconcentreerd en rivierverruiming effectief is (zie zwarte cirkels in Figuur 3-4):
- Direct benedenstrooms van het stuweiland bij de insnoering van de Waalse waard (km 948)
- Ter plaatse van de brug van de A27
- Ter plaatse van de flessenhals bij Vianen en Nieuwegein
- Ter plaatse van de bruggen van de A2

Hoe dichter de rivierverruimende maatregelen bij het traject kmr 945.2-946.2 liggen, des te effectiever ze bijdragen aan het hydraulisch effect op dat traject. Het waterstandsverlagend effect neemt toe in bovenstroomse richting langs de maatregel om vervolgens weer langzaam uit te dempen (volgens de stuwkromme) bovenstrooms van de maatregel.

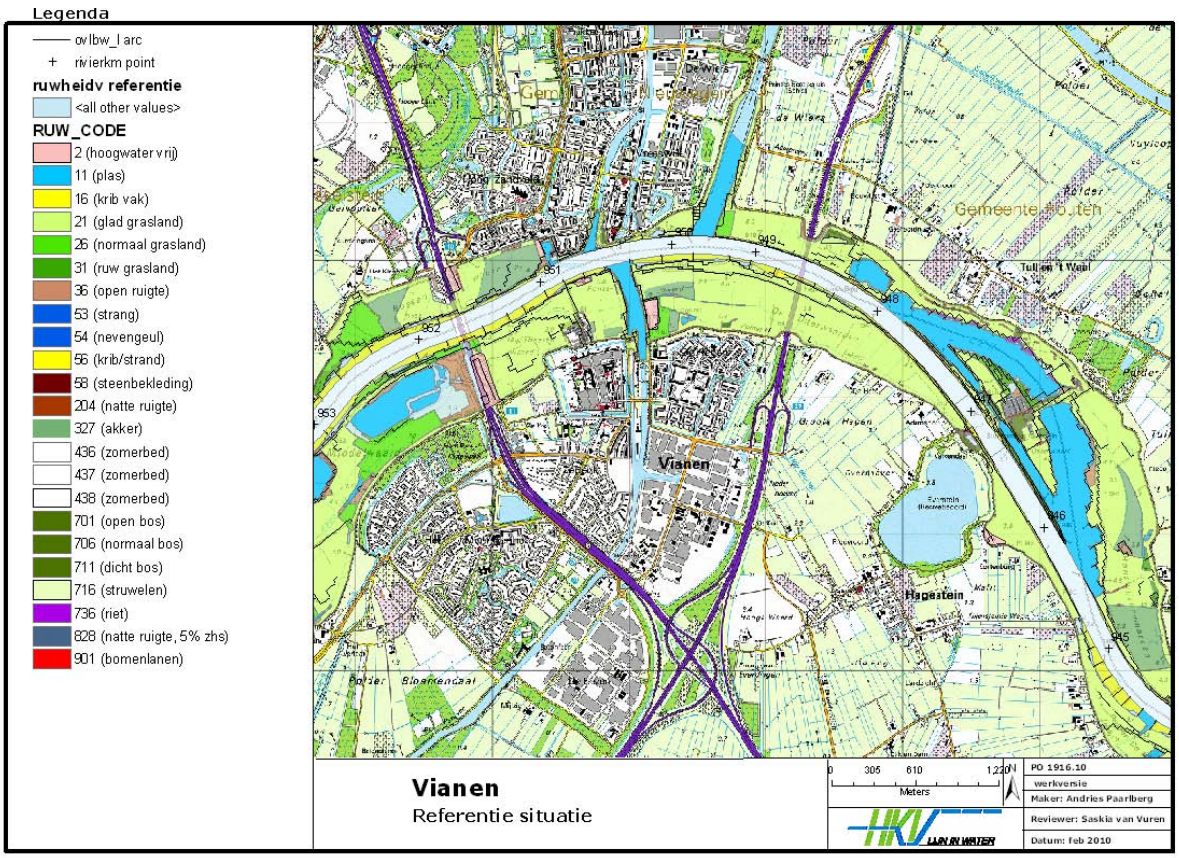
Binnen de scope van het totale project is niet alleen hydraulica relevant. Met de herinrichting van het gebied zal het accent ook liggen op het realiseren van natuur in het kader van EHS[2] (en ILG en NURG doelstellingen). Daarmee zal het gebied naar verwachting ruiger worden dan de huidige situatie. Figuur 3-3 laat zien dat het gebied nu voornamelijk bestaat uit glad en normaal grasland. Indien extra natuurontwikkeling in stroomluwe delen van de uiterwaard plaatsvindt, dan zorgt dat voor weinig conflicten met de hoogwaterdoelstellingen. Indien extra hydraulische weerstand ontstaat door natuurontwikkeling in stroomvoerende delen, dan moet dat door lokale rivierverruiming gecompenseerd worden.

Figuur 3-5 en Figuur 3-6 geven met WAQUA berekende waterstanden voor diverse afvoerniveaus in de huidige situatie. Bijlage 28 geeft voor het projectgebied (rkm 940 t/m 960) de verhanglijnen van de Lek uit 2010 in tabelvorm voor een aantal representatieve herhalingstijden. In de hydraulische effectbeoordeling is gebruik gemaakt van de verhanglijnen uit de berekeningen, omdat deze volgen uit de vastgestelde referentie WAQUA-schematisatie.

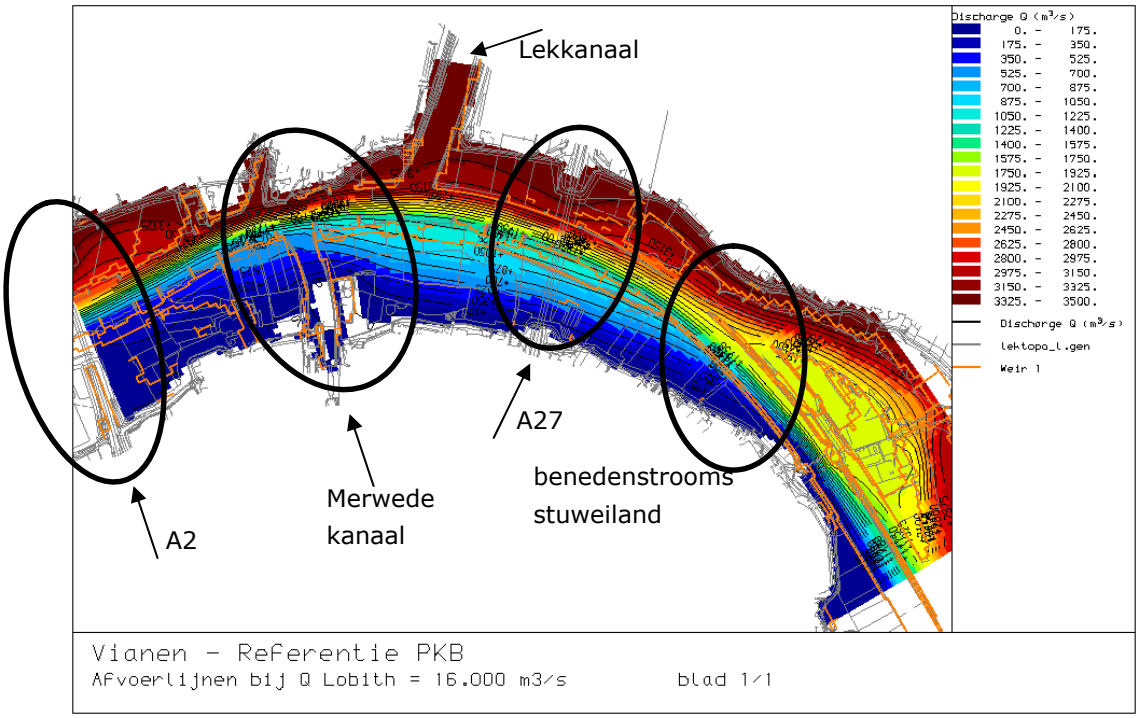
[2] EHS = Ecologische Hoofdstructuur, ILG = Investeringsbudget Landelijk Gebied en NURG = Nadere Uitwerking Rivierengebied



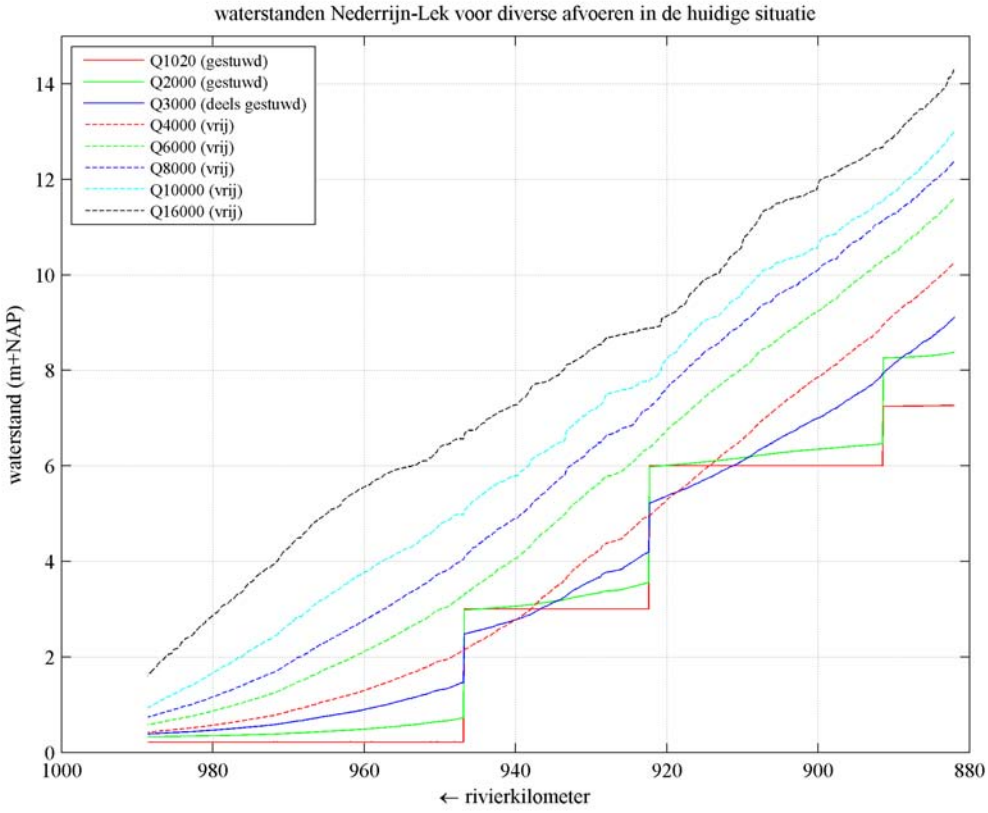
Figuur 3-2: De bodemligging en de ligging van overlaten (zwarte lijnen) in de huidige situatie.



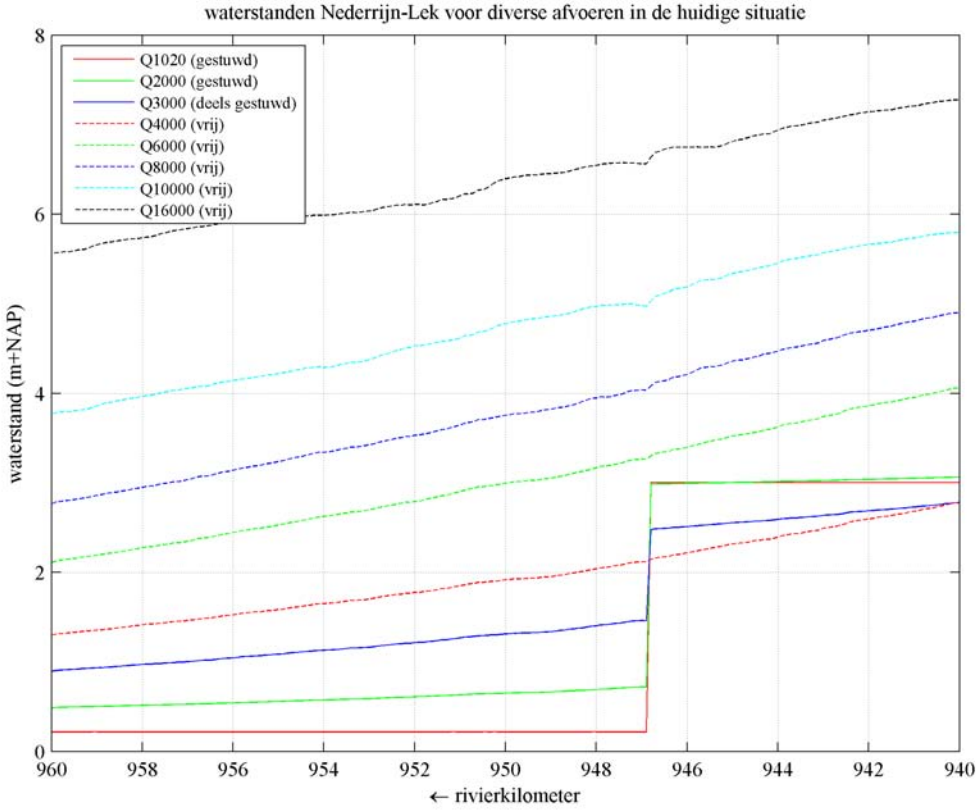
Figuur 3-3: De inrichting van de uiterwaarden (natuur, vegetatietypen) in de huidige situatie.



Figuur 3-4: Afvoerlijnen (zwarte lijnen) bij maatgevend hoogwater in de huidige situatie (tussen elke lijn stroomt 175 m^3/s). De oranje lijnen geven de ligging van overlaten weer.



Figuur 3-5: Waterstanden op de Nederrijn-Lek bij de verschillende afvoerniveau's (Lobith afvoeren) in de huidige situatie.



Figuur 3-6: Waterstanden in het plangebied bij de verschillende afvoerniveau's (Lobith afvoeren) in de huidige situatie.

3.2.2 Morfologie en scheepvaart

Stroompatronen in het zomerbed geven een eerste indicatie voor morfologische veranderingen in het zomerbed. Sterke gradiënten in stroomsnelheden zorgen voor gradiënten in het sedimenttransport, waardoor het sediment in een rivier kan neerslaan of in beweging komt. Met andere woorden lokale veranderingen in stroomsnelheden zorgen voor lokale veranderingen in de mate (capaciteit) waarin de rivier sediment kan vervoeren. Indien de capaciteit om sediment te vervoeren afneemt door afnemende stroomsnelheden, en het aangeboden sediment op de bovenrand van het projectgebied blijft gelijk, dan zandt de rivier aan. Neemt de transportcapaciteit toe door een toename van stroomsnelheden, dan schuurt de rivier uit. Door rivierverruiming kunnen de gradiënten in stroomsnelheden toenemen, waardoor de morfodynamiek groter wordt. De grootte van het sedimenttransport bepaalt de snelheid van de aanzanding of bodemerosie in de tijd.

Indien de rivier aanzandt, kan dit de scheepvaartfunctie beperken, doordat de scheepvaartgeul kleiner wordt of verondiept. Ook de rivierverruiming zelf kan in de loop der tijd dichtslibben en verzanden, waardoor het effect op verlaging van de hoge waterstanden (deels) te niet gedaan kan worden. Indien de rivier uitschuurt, kunnen waterbouwkundige constructies (o.a. kribben) en bruggen en dergelijke instabiel worden doordat de funderingen worden aangetast.

Naast de invloed van morfodynamiek op scheepvaart speelt hydraulica – dwarsstroming – een rol. Dwarsstroming mag niet leiden tot hinder voor de scheepvaart. Door rivierverruiming en de aansluiting van nevengeulen op de hoofdgeul neemt de dwarsstroming in het zomerbed toe.

Aandachtspunten in het projectgebied met betrekking tot scheepvaart zijn:

- Het kruisend scheepvaartverkeer tussen de Lek én het Lekkanaal en het Merwedekanaal. In de Lek zijn hiervoor reeds diverse voorzieningen getroffen in de vorm van een strekdam en een geleidedam.
- Het sluizencomplex Hagestein.
- Het niet uniforme riviertraject zorgt al voor gradiënten in het stroombeeld in de huidige situatie. De scherpe bocht in combinatie met de - door de bandijken - ingesnoerde uiterwaarden direct stroomafwaarts van het stuwcomplex, en de flessenhals bij de steden Vianen en Nieuwegein, karakteriseren het gebied. Dit uit zich, naast het reguliere vaargeulonderhoud, in een jaarlijkse onttrekking van sediment (dat uit het systeem gewonnen wordt) van tussen de 5000 en 7500 m^3/jaar in de beun in het projectgebied (Deltares, 2010).
- Direct stroomafwaarts van het projectgebied, op km 952-953, ligt een bestaand scheepvaartknelpunt (Klaphek). Tijdens de laagwaterperiode in de zomer van 2006 is tweemaal een schip vastgelopen op de ondieptes. De ondieptes in het zomerbed van de Lek rond rivierkilometer 953 geven aanleiding tot periodieke onderhoudswerkzaamheden. Oorzaken zijn: de plaatselijke geometrie van het zomerbed (bochtprofiel, belijning) en de variaties in doorstroomprofiel van het winterbed (verbredingen en plassen).
- Het IHP (2002) geeft aan dat locaties Klaphek en de kruising Merwede- en Lekkanaal bekende kritieke locaties zijn en permanent inspectie behoeven.

Om te voorkomen dat de uiterwaardmaatregelen negatief uitpakken voor scheepvaart, zijn de hoogte van de zomerkades en de hoogte van de uiterwaarden die grenzen aan het zomerbed, belangrijke ontwerpvariabelen. Voor sommige trajecten geldt dat de zomerkades hoger dan strikt noodzakelijk zijn aangelegd om de uiterwaard voor agrarische doeleinden zo lang mogelijk tegen inundatie te beschermen. Als de gebruiksfunctie van de uiterwaard verandert, ten gunste van bijvoorbeeld natuur, kan verlagen van de kades hydraulisch effectief zijn. De mate waarin is echter afhankelijk van morfologische verandering in het zomerbed en de effecten hiervan op scheepvaart. De zomerkades zijn daardoor dus aandachtspunt in het ontwerpproces om de eventueel nadelige effecten op scheepvaart en hoge baggerkosten te beheersen en in de hand te houden.

In vergelijking met de grotere takken van de Rijn (Waal en Bovenrijn) heeft de Lek minder grote afvoeren (circa 1/9de van de Bovenrijnafvoer) en is ook het jaarlijkse sedimenttransport lager. Het blijkt dan ook dat de morfologische tijdschaal van verticale bodemveranderingen in de Lek groter is dan van de andere Rijntakken (Van Vuren, 2005). Dit houdt in dat morfologische veranderingen, dus ook morfologische veranderingen ten gevolge van ingrepen in het dwarsprofiel, relatief traag zullen verlopen. Dit wil niet zeggen dat die morfologische veranderingen onschuldig zijn, maar het maakt periodieke bijsturing wel makkelijker. Daarnaast beïnvloeden de drie stuwcomplexen in de Nederrijn-Lek het morfologische gedrag van het systeem. Een deel van het sediment wordt opgevangen bovenstrooms van de stuwen. Zodra de stuwen gestreken worden, zal het sediment gefaseerd uitspoelen en stroomafwaarts getransporteerd worden. Sedimentconcentratie door slibafzettingen speelt ook een rol in de omgeving van het stuwcomplex.

3.3 Autonome ontwikkeling

Een aantal autonome ontwikkelingen in het plangebied is van belang voor de rivierkundige analyse. Deze paragraaf beschrijft deze autonome ontwikkelingen en geeft de gevolgen voor het meenemen ervan in het hydraulisch en morfologisch rekenmodel.



Figuur 3-7: Huidige situatie en overzicht autonome ontwikkelingen.

De database met rivierkundige gegevens die is gebruikt voor de rivierkundige effectbeoordeling (paragraaf 2.2) bevat niet alle recent uitgevoerde rivieringrepen. De ingrepen die van belang zijn voor dit project, en niet zijn opgenomen in de database, zijn (Figuur 3-7):

- Aanleg van de recreatieplas in Honswijkerwaard
- Geleidedam aan de zuidzijde van de Lek, tegenover het Lekkanaal
- Bochtafsnijding Vreeswijk

Tevens bevindt een aantal rivierkundige ingrepen in het gebied zich in de plan- of uitvoeringsfase:

- De Beatrixsluis vormt een knelpunt voor een vlotte en veilige verkeersafwikkeling. Recente vervoersgegevens laten een sterkere stijging van het goederenvervoer over het Lekkanaal zien dan verwacht, waardoor reeds in 2017 een knelpunt zal optreden in plaats van in 2020. Daarom is besloten tot capaciteitsvergroting van de Beatrixsluis in combinatie met de verruiming van het Lekkanaal.
- In de omgeving van de Bossenwaard vindt in de komende jaren de herstructurering en ontwikkeling van de Lekboulevard Hoog Zandveld Centrum plaats. Het project zal in de komende jaren worden uitgevoerd. In het binnendijkse gebied nabij de Lekboulevard zullen nieuwe woningen worden gerealiseerd.

3.3.1 Verwerking in hydraulisch model

Het referentie WAQUA-model (en onderliggende BASELINE database) van de PKB is een gegeven, en kan voor wat betreft de referentiesituatie niet worden gewijzigd. Autonome ontwikkelingen die sinds het opstellen van deze BASELINE database reeds uitgevoerd zijn, of waarvan onherroepelijk tot aanleg is besloten, dienen als onderdeel van het maatregelpakket te worden verwerkt in het hydraulisch model. Met andere woorden: alleen autonome ontwikkelingen waarvan echt zeker is (onherroepelijk besluit) dat ze in 2015 zijn uitgevoerd, moeten worden meegenomen; als hier geen zekerheid over is, dan dienen ze niet te worden meegenomen in de modellen.

Ten aanzien van de aanleg van de recreatieplas in Honswijkerwaard geldt:
- dit was in de PKB al bekend, en is onherroepelijk: de aanleg wordt nu al uitgevoerd,
- de aanleg van de recreatieplas leidt tot een waterstandsverlaging bij MHW van 2 cm,
- deze waterstandverlaging van 2 cm is meegenomen bij het vaststellen van de taakstelling in de PKB periode (de PKB taakstelling is verhoogd van 6 naar 8 cm),
- de waterstandverlaging die de aanleg met zich meebrengt mag bij het doorrekenen van het ontwerp Ruimte voor de Lek worden meegenomen en draagt dus bij aan de realisatie van de taakstelling,
- de recreatieplas is voor wat betreft de BASELINE-schematisatie overgenomen uit de SNIP2A studie.

Ten aanzien van de aanleg van de uitbreiding van het Beatrixsluiscomplex geldt:
- de uitbreiding van het Beatrixsluiscomplex leidt mogelijk tot een verlaging van de waterstand bij MHW.
- PDR geeft aan dat er geen garantie is dat de uitbreiding doorgaat, en ook als deze door zou gaan, dat het precieze uitvoeringsontwerp niet bekend is,
- advies van PDR aan het consortium: niet meenemen in de effectbepaling.

Bochtafsnijding Vreeswijk:
- is reeds uitgevoerd en dient dus te worden verwerkt in het hydraulisch model
- dit is gedaan op basis van een toegeleverde Baseline maatregel door RWS-ON (enige aanpassingen waren noodzakelijk, gecommuniceerd met RWS, zie Bijlage 2). Deze ingreep is ook verwerkt in het referentiemodel voor de morfologische berekeningen, zie paragraaf 3.3.2.

Herstructurering in de Bossenwaard
- Omdat de herstructurering binnendijks gebied betreft, is hier in de hydraulische en morfologische effectbeoordeling geen rekening mee gehouden.

De Honswijkerwaard, Everdingse Waard en het deel van de Waalse Waard tussen de “kleine zandwinplas” en de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein is in werkelijkheid ruwer dan in het PKB referentiemodel, welke is gebaseerd op een wintersituatie met veel “glad grasland”. Het glad grasland heeft zich in de loop der tijd ontwikkeld tot natuurlijk grasland. Dit komt onder andere doordat landbouw in de uiterwaarden is vervangen door agrarisch natuurbeheer. Het beeld van de uiterwaard is hierdoor in de laatste decennia veranderd. In de rivierkundige berekeningen is geen rekening gehouden met deze verruwing (valt buiten de scope van dit project).

3.3.2 Verwerking in morfologisch model

De bochtafsnijding Vreeswijk en de geleidedam (Figuur 3-8) zijn reeds in het riviersysteem aanwezig. Deze elementen zijn echter niet verwerkt in de database die is gebruikt voor de bouw van het Nederrijn-Lek Delft3D model. In de hydraulische effectbeoordeling met WAQUA zijn deze twee ingrepen verwerkt in de schematisatie (niet voor de referentie, alleen als onderdeel van het maatregelpakket). RWS raadt aan (afstemmingsoverleg 22 juni 2010) deze ingrepen ook in de morfologische referentieberekening mee te nemen. Bijlage 19 beschrijft de schematisatie van de bochtafsnijding en de geleidedam.



Figuur 3-8: bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en geleidedam aan de zuidoever bij Vianen

4 Projectontwerp op hoofdlijnen

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van de referentiesituatie op basis van autonome ontwikkelingen (paragraaf 4.1) en het VVKA (paragraaf 4.2). In paragraaf 4.3 is het VKA beschreven door aan te geven op welke punten dit is verbeterd ten opzichte van het VVKA en welke keuzes hieraan ten grondslag liggen. Ook zijn hier de varianten voor uitvoering opgenomen. In paragraaf 4.4 is de stap naar het Projectontwerp beschreven.

De hydraulische effectbeoordeling (hoofdstuk 6 en 7) is uitgevoerd voor zowel het VVKA, het VKA, als het Projectontwerp. De morfologische effectbeoordeling in hoofdstuk 8 is gebaseerd op morfologische berekeningen voor een 1^{e} conceptontwerp en het VVKA.

4.1 De referentiesituatie of nulalternatief

Het nulalternatief is gelijk aan de huidige situatie inclusief de autonome ontwikkeling. In het nulalternatief is de situatie beschreven zónder realisatie van het voorgenomen initiatief, maar mét realisatie van overige ontwikkelingen die al beleidsmatig vastgesteld zijn. Het Provinciaal Inpassingsplan (PIP) dat ten behoeve van het project Ruimte voor de Lek wordt opgesteld, is uitgangspunt voor de definitie van de autonome ontwikkeling. Autonome ontwikkelingen zijn dus die ontwikkelingen die in het PIP beschreven en beleidsmatig gefaciliteerd worden. Omdat de planhorizon van het PIP 10 jaar is, omvat ook de referentiesituatie een periode van 10 jaar.

Het nulalternatief is de huidige situatie inclusief de in het PIP opgenomen autonome ontwikkelingen zonder dat de maatregel Ruimte voor de Lek wordt uitgevoerd. Het nulalternatief voldoet niet aan de doelstelling van het voorgenomen initiatief: er wordt geen verlaging van de Maatgevend Hoogwaterstand bereikt. Daarmee is het geen realistisch alternatief. Het nulalternatief dient daarom alleen als referentie in de effectbeschrijving en beoordeling van de milieueffecten.

4.2 Voorlopig voorkeursalternatief (VVKA)

In het gebied zijn vijf deelgebieden onderscheiden. Hieronder is een beknopte beschrijving van de toekomstige situatie uit het VVKA gegeven. Een uitgebreide beschrijving inclusief een ontwerpkaart op groter formaat staan in het MER.

4.2.1 Beschrijving per deelgebied

Toegangsdam Stuweiland
Om voldoende verlaging onder maatgevende omstandigheden te realiseren wordt de toegangsdam naar het Stuweiland verlaagd. De bereikbaarheid voor bewoners blijft gehandhaafd door een tijdelijke voorziening.

Bossenwaard
In deze uiterwaard worden rivierverruimende maatregelen gecombineerd met de aanleg van natuur en recreatief medegebruik. De aanleg van een getijdengeul levert een bijdrage aan rivierverruiming en aan de ontwikkeling van de natuurdoelen voor de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De toegankelijkheid van het gebied voor diverse doelgroepen wordt verbeterd. Om daarbij overlast van recreanten op natuurwaarden en voor omwonenden te

beperkten is voorzien in zonering. Om de overlast voor omwonenden te beperken is gekozen voor extensieve recreatie passend binnen de EHS.

't Waalse Waard

't Waalse Waard is, ondanks dat het maar voor een deel is bestemd als EHS, in zijn geheel als natuurgebied ingericht om te kunnen voldoen aan de EHS-saldobenadering. Het realiseren van de natuurdoelen wordt gecombineerd met rivierverruimende maatregelen zoals de aanleg van een getijdengeul. Het gedeeltelijk dempen van de zandwinplas heeft geen negatieve invloed op de rivierverruiming. Een parkeervoorziening, struinpaden en een fietspad verbeteren de toegankelijkheid van de uiterwaard, waarbij de natuurbeleving voorop staat.

Vianense Waard

In de Vianense Waard wordt natuur gecombineerd met recreatief medegebruik. Bij het ontwerp is aandacht besteed aan de aanwezige cultuurhistorische waarden: het kleinschalig agrarisch cultuurlandschap en het oude verkavelingspatroon blijven zichtbaar. De natuurontwikkeling richt zich op laagdynamische natuur met de aanleg van onder andere een geïsoleerde strang. Paden en bruggen maken het gebied toegankelijk.

Pontwaard & Mijnsherenwaard

In dit deelgebied staat het vergroten van de veiligheid voorop. Daarnaast is er aandacht voor de ontwikkeling van natuur, passend bij het oorspronkelijke agrarische cultuurlandschap rond de Buitenstad. De aanleg van een meestromende nevengeul en verlagen van de leikade zorgen zowel voor ruimte voor water, als voor het herstel van een oude loop van de Lek en de daaraan gelegen voormalige haven van Vianen. Aan de kop van de Buitenstad komen verschillende recreatieve voorzieningen: een camperstandplaats, passantenhaven, een parkeerplaats en een wipkorenmolen.

4.2.2 Ontsluitingsvarianten

In het VVKA zijn vier varianten uitgewerkt voor de ontsluiting van de Ponthoeve en de recreatieve voorzieningen bij Vianen:

1. Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via de bestaande weg door de Buitenstad.
2. Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via een nieuw aan te leggen weg oostelijk om de Buitenstad, aansluitend op de nieuwe parkeerplaats naast de volkstuinen
3. Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard worden ontsloten via een nieuw aan te leggen weg westelijk om de Buitenstad
4. Recreatieve voorzieningen in de Pontwaard zijn alleen te voet of per fiets bereikbaar via de bestaande weg door de Buitenstad, waarbij geparkeerd dient te worden op de nieuwe parkeerplaats naast de volkstuinen

Bij alle varianten is voorzien in een eenvoudige toegangsweg tot de molen vanaf de huidige weg in westelijke richting. Bij variant 2, 3 en 4 is als uitgangspunt gehanteerd dat de weg door de Buitenstad voor autoverkeer (m.u.v. bestemmingsverkeer en hulpdiensten) wordt afgesloten. Op onderstaande ontwerpkaart zijn deze tracés met een stippellijn aangegeven.



Figuur 4-1: Uitsnede VVKA omgeving Buitenstad. De verschillende ontsluitingsroutes zijn met stippellijn aangegeven

4.3 Voorkeursalternatief (VKA)

4.3.1 Van VVKA naar VKA

Het Voorkeursalternatief (VKA) is opgesteld door een optimalisatie uit te voeren over het Voorlopig Voorkeursalternatief. De uitkomsten van de effectbeoordelingen en toetsingen van het VVKA hebben een belangrijke rol gespeeld bij het opstellen van het VKA. In onderstaande tabel zijn de wijzigingen opgesomd, evenals de motivatie voor de wijziging. In het VKA is de keuze voor de ontsluitingsvariant uit de VVKA fase meegenomen.
In het Milieueffectrapport (MER) zijn vier ontsluitingsvarianten voor de recreatieve voorzieningen op hun effecten beoordeeld. De effectbeoordeling rechtvaardigt niet de aanleg van een 'rondweg' of het afsluiten van de Veerweg voor gemotoriseerd verkeer, vooral omdat de te verwachten effecten op de verkeersstroom beperkt van omvang zijn. Daarom is de variant met de bestaande verkeerssituatie opgenomen. In deze variant is (blijft) de Ponthoeve bereikbaar voor gemotoriseerd verkeer en kunnen gasten van de Ponthoeve hun auto ter plaatse parkeren op het eigen terrein. De toename van het verkeer door de Buitenstad is beperkt van omvang.

Tabel 4-1: Wijzigingen in het VVKA die leiden tot het VKA

Nr	Locatie	Wijziging	Motivatie
1	Vianense Waard en Pontwaard	Aanleg amfibiepoelen in de vorm van kleiputten	Voorzien in voortplantingsbiotoop heikikker en rugstreeppad
2	Vianense Waard	Aanbrengen kleilaag met dekfolie van ca 1 meter	Voorkomen van extra grondwateroverlast door kwel.
3	Vianense Waard	Versmallen geul ter plaatse van de A27 tot slootbreedte.	Er zijn geen voorzieningen nodig om de stabiliteit van de brugpijlers te waarborgen
4	Vianense Waard	Handhaven rabatten grasland	Versterken van natuurwaarden
5	Bossenwaard	Verschuiven ligging van het mindervalidenpad en de ontsluiting in westelijke richting	Aanpassing aan vereisten voor o.a. hellingshoek

Nr	Locatie	Wijziging	Motivatie
6	Bossenwaard	Toevoegen enkele maaipaden	Verbetering toegankelijkheid van het gebied
7	Bossenwaard	Meest oostelijk gelegen brug vervalt	Brug heeft geen toegevoegde waarde voor recreatieve ontsluiting
8	Bossenwaard	Wijziging omvang en ligging hondenuitlaatstrook	Fysieke scheiding van hondenuitlaatgebied en speelnatuur
9	Bossenwaard	Vogelkijkhut wordt een vogelkijkscherm	Voorkomt gebruik als hangplek
10	Bossenwaard	Vergroten op te hogen gebied	Verbetering van het inundatiebeeld
11	Bossenwaard	Aanpassing padenpatroon en ontwerp / situering bruggetjes	Padenpatroon is afgestemd op geulenpatroon en overstromingsbeeld
12	Bossenwaard	Handhaven huidige maaiveldhoogte op de oeverstrook	Behoud mogelijk aanwezige archeologische waarden (steenovens) en realisatie hoogwatervluchtplaatsen (voor grazers)
13	Bossenwaard en Waalse Waard	Aanbrengen oever- en bodemverdediging in de geulen ter plaatse van de bruggen	Bescherming tegen ongewenste erosie
14	Pontwaard	Locatie molen geclusterd met camperparkeerplaats en haven	Vergunbaarheid vanuit de Beleidslijn Grote Rivieren
15	Pontwaard	De eigenaar van de Ponthoeve is voornemens zijn agrarische bedrijf om te vormen naar een 'Natuurderij' waarbij groene en blauwe diensten worden toegevoegd aan de Ponthoeve. Deze groene en blauwe diensten bestaan hoofdzakelijk uit activiteiten gericht op natuureducatie en recreatie, gecombineerd met een horecavoorziening.	Dit voornemen is als bestemming in het PIP opgenomen.
16	Bossenwaard, Waalse Waard en Pontwaard	Wijziging van uitstroomopeningen van de geulen (ruimere openingen)	Terugdringen dwarsstromen.
17	Bossenwaard	Het geulenpatroon is gewijzigd: er zijn minder "vingers" aan de noordzijde van het geulenpatroon en de geulen zijn iets anders gepositioneerd	Ruimtelijke kwaliteit, verbetering inundatiebeeld
18	Bossenwaard-oost	Lokaal is het maaiveld verder verlaagd om een betere instroming van de rivier richting de geulen te krijgen (het invalidenpad blijft verhoogd liggen).	Rivierkundige taakstelling
19	Bossenwaard-west	De noordelijke getijdengeul is in oostelijke richting doorgetrokken tot onder de brug van de A2 ook t.p.v. de zuidelijke pijlers is het maaiveld verlaagd (t.p.v. de mogelijke locatie van een steenoven).	Rivierkundige taakstelling
20	Bossenwaard	De uitstroomopening van de grote geul naar de Lek is breder gemaakt, circa 25 m in oostelijke richting. De steenoven die hier gelokaliseerd is, blijft onaangetast.	Rivierkundige taakstelling, behoud archeologische waarden
21	Bossenwaard	Aanpassingen aan de ruwheid	Aangepast aan nieuwe inrichting van uiterwaard.
22	Bossenwaard en Waalse Waard	Lokaal verbreding van de oeverzone	Zo ontstaat een voldoende brede zone tussen de rivier en het geulenpatroon in verband met erosie en instabiliteit
23	Pontwaard	De geul in de Pontwaard is het doorstroomprofiel is anders vormgegeven dan in het VVKA. Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat de verbreding zoveel mogelijk binnen de vergravingscontouren van het VVKA zijn gebleven.	Landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden, rivierkundige taakstelling.

4.4 Projectontwerp

4.4.1 Van VKA naar Projectontwerp

Op basis van de resultaten van de effectbeoordeling van het VKA heeft een laatste optimalisatieslag plaats gevonden om te komen tot het projectontwerp. Specifieke aandachtspunten bij deze optimalisatieslag waren het voorkomen van grondwateroverlast in Vianen en het beperken van de kosten. Deze optimalisatieslag resulteert in het Projectontwerp.

Voor het Projectontwerp is het ontwerp van de Vianense Waard geheel herzien. De andere deelgebieden zijn niet gewijzigd, ook de toegangsdam naar het stuweiland wordt verlaagd. Aan het Projectontwerp zijn drie uitvoeringsvarianten toegevoegd. Deze zijn niet onderscheidend voor Hydraulica en Morfologie.

In het Projectontwerp wordt de zomerkade aan de Noordwesthoek van de Vianense Waard tot ca. 3,0 m + NAP verlaagd en wordt er in deze hoek diagonaal een nieuwe zomerkade aangelegd op 4,70 m + NAP (conform de hoogte van de huidige zomerkade). Het maaiveld in de Vianense Waard blijft grotendeels gehandhaafd op het huidige niveau. De geïsoleerde geul, het riet, de amfibiepoelen en de ophoging tegen de winterdijk (allen onderdeel van het VKA) maken geen onderdeel uit van het Projectontwerp. Het ooibos en de meidoornhagen blijven wel in het ontwerp van de Vianense Waard, evenals de recreatieve voorzieningen zoals de wandel- en ruiterpaden. Ook de toegangen tot de uiterwaard blijven gehandhaafd zoals in het VKA. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste wijzigingen weergegeven:

Tabel 4-2: Optimalisaties in het VKA die leiden tot het Projectontwerp

Nr	Locatie	Wijziging	Motivatie
1	Vianense Waard	Zoveel mogelijk handhaven van de huidige maaiveldhoogte; dat wil zeggen geen geulen, geen amfibieënpoelen, geen nieuwe sloten, geen maaiveldverlagingen en geen ophoging langs de winterdijk. Ten oosten van de RWZI wordt de bodem wel iets verhoogd ten behoeve van de aanleg van ooibos. Dit geldt ook voor twee locaties tegen de bandijk waar deze kruist met de rijksweg A27. De kilsloot blijft behouden.	Voorkomen van kweloverlast in Vianen
2	Vianense Waard	Aanleg van een nieuwe zomerkade op 4.70 m + NAP en verlaging van de bestaande zomerkade en de Oostelijke leikade van het Merwedekanaal naar 3.0 m + NAP. In de driehoek tussen de oude en de nieuwe kade wordt het huidige maaiveld gehandhaafd. Achter de nieuwe zomerkade aanleg van een ondiepe kwelsloot.	Rivierkundige taakstelling en voorkomen van kweloverlast in Vianen
3	Vianense Waard	Ligging van het ruiterpad 4 meter buiten keurzone van het Waterschap.	Voldoen aan de Keur en Beheer en onderhoud van de dijk
4	Vianense Waard	Ontwateringssluisje in de leikade (aanwezig in huidige situatie) blijft gehandhaafd. Ter plaatse van het sluisje wordt de leikade niet verlaagd. Ook het bestaande peil van 1.60 m + NAP blijft gehandhaafd.	Waterhuishouding uiterwaard
5	Vianense Waard	De vegetatie van het gebied krijgt de ruwheid "natuurlijk grasland". Ook de oeverwal zal als natuurlijk grasland beheerd worden. De doelstelling stroomdalgrasland blijft voor de oeverwal gehandhaafd. Op de ophogingen is ooibos voorzien.	Rivierkundige taakstelling
6	Vianense Waard	Aanbrengen ontlastingsplaat voor effluentleiding.	Vereisten Kabels en leidingen



Figuur 4-2: Inrichting Projectontwerp

Een nadere toelichting op het Projectontwerp en de totstandkoming daarvan staat in het Inrichtingsplan, het Ruimtelijk Kwaliteitsplan en het MER. Een ontwerpkaart op groter formaat maakt onderdeel uit van het Ruimtelijk kwaliteitsplan.

4.5 Schematisatie van varianten in rivierkundig instrumentarium

De ontwerpen uit de verschillende doorlopen ontwerpfases lijken op hoofdlijnen op elkaar. In elke ontwerpstap zijn verbeteringen doorgevoerd voor diverse beoordelingsaspecten. De belangrijkste aanpassingen vanuit rivierkunde zijn:

- Geulenpatronen van alle uiterwaarden: ligging, aantal kleine geulen, breedte van geulen, uitstroomopeningen
- In de Waalse waard is de onttrekking van 3% ten behoeve van de doorstroming voor natuur teruggebracht naar 1,5%
- In de Vianense Waard is de rietzone hergepositioneerd: kleinere geul, minder riet, en bovendien is de geul en rietzone omgedraaid in de laatste ontwerpslag
- Aanpassing van begroeiing en vegetatie in de uiterwaarden
- Herpositionering van geulen ter plaatse van de brugpijlers van de snelwegen A2 en A27

Met deze aanpassingen zijn onder andere 1) de dwarsstroming afgenomen, 2) het morfologisch effect beperkt, 3) de hydraulische opstuwing in de Pontwaard en Bossenwaard gereduceerd, en 4) de verruwing beperkt waardoor de waterstanddaling tijdens maatgevend hoogwater is vergroot.

De ontwerpschetsen zijn geschematiseerd in de Baseline database, geconverteerd naar nieuwe model schematisaties (WAQUA en Delft3D) en rivierkundig doorgerekend.

Dit rapport beschrijft de rivierkundige effecten van (zie Figuur 2-1 en Tabel 2-1 voor naamgevingen van varianten):

- Referentie / huidige situatie
- Gekozen Variant (SNIP2A)
- VKA1 - 1e conceptontwerp (code VKA1f: streefbeeld)
- VKA2 - 2e conceptontwerp (code VKA2a: streefbeeld, b: doemscenario)
- VKA3 – Voorlopige Voorkeursalternatief (code VKA3a: interventiebeeld, b: streefbeeld, c: doemscenario)
- VKA4 - Voorkeursalternatief (code VKA4a: interventiebeeld, b: streefbeeld)
- VKA5 – Projectontwerp (code VKA5a: interventiebeeld, b: streefbeeld

Voor bovenstaande varianten zijn de volgende gegevens (uit BASELINE/WAQUA) in bijlagen opgenomen:

- Bijlage 3: bodemhoogtes
- Bijlage 4: overlaten (representeren energieverlies voor kades en steile taluds)
- Bijlage 5: ruwheden (GIS niveau)
- Bijlage 6: bodemhoogteverschillen ten opzichte van referentie
- Bijlage 7: ruwheidverschillen ten opzichte van referentie

Paragraaf 2.4 gaat in op de betekenis van streefbeeld, interventiebeeld en doemscenario. De verschillen tussen deze drie beelden komen tot uiting in de uiterwaardbegroeiing en de ruwheden. Voor het VKA en Projectontwerp is ook de bodemligging verschillend tussen

interventiebeeld en streefbeeld, terwijl dit voor het VVKA niet het geval is. De beelden bevatten geen verschillen ten aanzien van de ruwheden en overlaten.

Overige relevante ontwerpaspecten zijn:
- De geulen in de Bossenwaard, Vianense Waard en Pontwaard stromen niet permanent mee. In de Waalse Waard worden duikers aangelegd en wel dusdanig dat bij lage afvoeren (wanneer de bovenstroomse drempel niet overstroomd is) 1,5% van de Lekafvoer door de geul stroomt. De geulen in de Vianense Waard en Pontwaard zijn via duikers verbonden met het Merwedekanaal. Deze duikers zijn dusdanig beperkt in dimensie dat deze enkel voor wat verversing zorgen van water via scheepvaartbewegingen en de geulen dus geen permanent meestromend karakter hebben.
- De geul in de Pontwaard wordt overspannen door een brug naar de Ponthoeve. Advies van Tijmen Vos/ Rijn van Dixhoorn (RWS-ON) is om dit brug(dek) te negeren in de berekeningen. Daarbij dient het brugdek wel een gebruikelijke dikte te krijgen. Dit advies is gevolgd (zie bespreekverslag bevoegd gezag mbt overleg 7 oktober 2010 in Bijlage 2).
- In de Pontwaard is een molen voorzien. Tijdens een overleg met Bevoegd Gezag op 7 oktober 2010 is door RWS advies gegeven omtrent de schematisatie van een molen (zie ook het bespreekverlag in Bijlage 2). Het advies is om de molen te schematiseren via schotjes of aanpassing van de bodemhoogte. In deze studie is voor het laatste gekozen. De terp waar de molen op komt te staan is in de bodemligging verwerkt. Omdat de molen een oppervlak heeft dat veel kleiner is dan een WAQUA rekencel, zijn geen schotjes (hoogwatervrij terrein) in de schematisatie opgenomen.

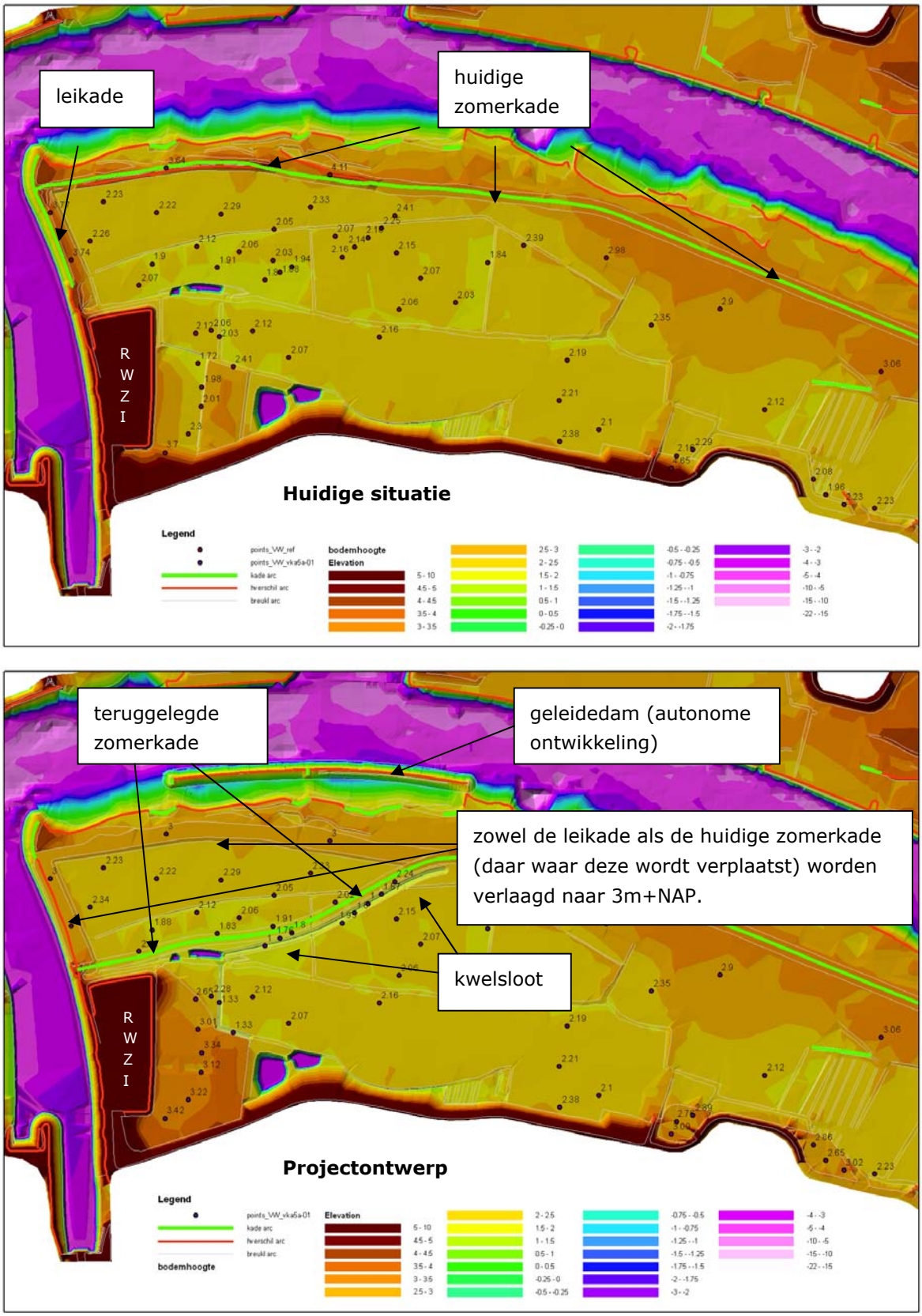
De schematisatie van aanslibbing in nevengeulen is toegelicht in paragraaf 2.4.

Er zijn voor het VKA twee Baseline varianten opgebouwd, te weten:
- vka4a: VKA interventiebeeld, en
- vka4b: VKA streefbeeld.

In het Projectontwerp is een wijziging ten opzichte van het VKA aangebracht in de Vianense Waard. In de overige uiterwaarden in het plangebied (Waalse Waard, Bossenwaard, Pontwaard en Honswijkerwaard) is het VKA ontwerp gehandhaafd. Tevens is, conform het VKA, de toegangsdam naar het stuweiland verlaagd.

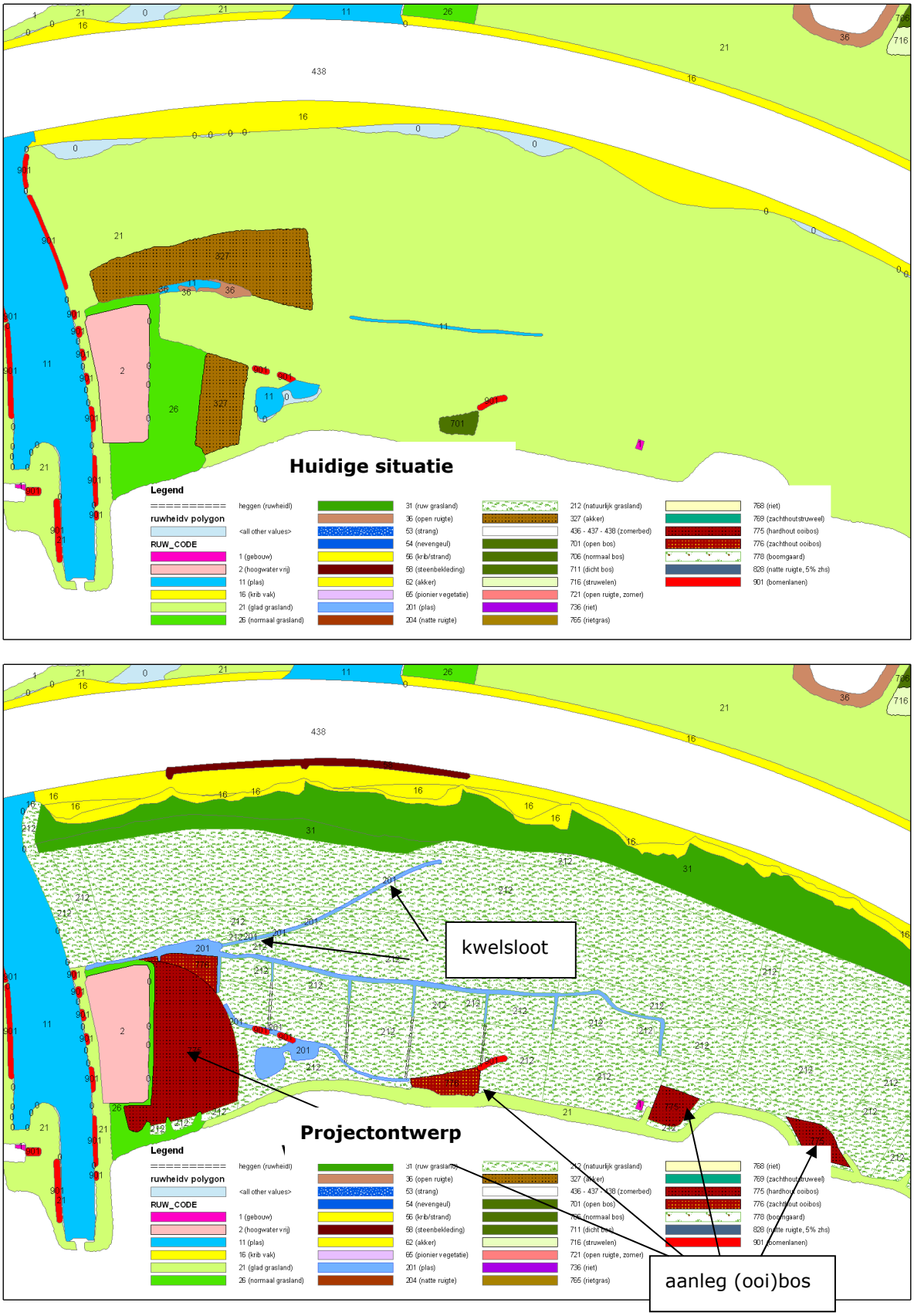
In het Projectontwerp is in de Vianense Waard (zie ook paragraaf 4.4):
- de zomerkade tussen grofweg rkm 949,3 (bovenstroomse punt geleidedam in hoofdgeul Lek) en rkm 950,4 (oostelijke leikade langs Merwedekanaal) verlegd in zuidelijke richting. De hoogte van de nieuwe kade is 4,70 m+NAP
- de huidige zomerkade verlaagd naar 3m +NAP over het bovengenoemde traject
- de leikade verlaagd naar 3m +NAP, gelijk aan het VKA (de effectieve lengte waarover de leikade is verlaagd is minder dan in het VKA, omdat het deel waar de huidige inlaat richting de Vianense Waard ten noorden van de RWZI niet verlaagd kan worden)
- in de driehoek tussen oude en nieuwe kade het huidige maaiveld gehandhaafd
- ten oosten van de RWZI de bodem iets verhoogd. Dit geldt ook voor twee locaties tegen de bandijk waar deze kruist met de rijksweg A27
- de ruwheid van het gebied veranderd (voor het grootste gedeelte) van “glad grasland” naar “natuurlijk grasland”.
- de ruwheid van de oeverwal veranderd van “ruw grasland” naar “natuurlijk grasland”.

De bodem en ruwheden in de huidige situatie en in het Projectontwerp is getoond in Figuur 4-3 en Figuur 4-4.



Figuur 4-3: Bodemligging en locatie kade in de huidige situatie (boven) en het Projectontwerp (onder). Tussen de oorspronkelijke kade en de nieuwe teruggelegde zomerkade is het huidige

maaiveld niveau gehandhaafd. De geleidedam die is aangegeven in het figuur is een onderdeel van de autonome ontwikkeling van het gebied en is opgenomen in zowel het VKA als het Projectontwerp.



Figuur 4-4: Ruwheidsvlakken in huidige situatie (boven) en Projectontwerp (onder).

Ook voor het Projectontwerp zijn twee Baseline varianten opgebouwd, te weten:
- vka5a: VKA interventiebeeld, en
- vka5b: VKA streefbeeld.

Een overzicht van de gebruikte Baseline maatregelen is gegeven in Tabel 4-3. Voor de opbouw van de situatie voor het streefbeeld, dienen eerst de maatregelen voor het interventieniveau te worden ingemixt. Uit deze Baseline bomen zijn ook WAQUA schematisaties opgebouwd. Verdere details zijn gegeven in Bijlage 18 (daar zijn ook de "metadata" documenten van de Baseline maatregelen opgenomen).

Maatregelnaam	Omschrijving	VKA interventie = VKA4a	VKA streefbeeld = VKA4b	Project-ontwerp interventie = VKA5a	Project-ontwerp streefbeeld = VKA5b
Autonome ontwikkelingen en verlagen toegangsdam stuweiland:					
le_hwwdam_a4	Recreatieplas 't Waal en verlaging toegangsdam stuweiland	x	x	x	x
le_vianeng_a1	Geleidedam tegenover Lekkanaal	x	x	x	x
le_vreeswk_a2	Bochtafsnijding Vreeswijk	x	x	x	x
Maatregelen uiterwaarden VKA:					
le_vka4bw_a3	Bossenwaard	x	x	x	x
le_vka4pw_a3	Pontwaard	x	x	x	x
le_vka4vw_a3	Vianense Waard	x	x		
le_vka4ww_a1	Waalse Waard	x	x	x	x
le_vka4bw_b2	Bossenwaard		x		x
le_vka4pw_b2	Pontwaard		x		x
le_vka4vw_b1	Vianense Waard		x		
le_vka4ww_b1	Waalse Waard		x		x
Maatregelen uiterwaarden Projectontwerp:					
le_vka5vw_a1	Vianense Waard			x	x

Tabel 4-3: Overzicht Baseline maatregelen VKA en Projectontwerp. a=interventie, b=streefbeeld.

In de voortoets zijn de Baseline en WAQUA bestanden van het Projectontwerp getoetst (interventiebeeld). Bijlage 30 geeft een overzicht van de geconstateerde tekortkomingen en wat daar mee gedaan is. In alle Baseline maatregelen (voor het Projectontwerp, interventiebeeld) uit Tabel 4-3 zjin gewijzigde maatregelen opgesteld (zie Tabel 4-4). Op advies van RWS-ON is er ook voor gekozen om een aantal van de maatregelen samen te voegen "vanuit de beheersbaarheid van de maatregelen". Dit is alleen gedaan voor het Projectontwerp, de definitieve inrichtingsvariant, voor zowel het interventiebeeld als het streefbeeld (zie Tabel 4-4).

Maatregelnaam	Omschrijving	Project-ontwerp interventie = VKA5a	Project-ontwerp streefbeeld = VKA5b
Autonome ontwikkelingen en verlagen toegangsdam stuweiland:			
le_hwwdam_a5	Recreatieplas 't Waal en verlaging toegangsdam stuweiland	x	x
le_vianeng_a2	Geleidedam tegenover Lekkanaal	x	x
le_vreeswk_a3	Bochtafsnijding Vreeswijk	x	x
Maatregelen uiterwaarden Projectontwerp:			
le_rvdlvin_a1	Bossenwaard, Pontwaard, Vianense Waard, Waalse Waard, interventiebeeld	x	
le_rvdlvst_a1	Bossenwaard, Pontwaard, Vianense Waard, Waalse Waard, streefbeeld		x

Tabel 4-4: Overzicht Baseline maatregelen VKA en Projectontwerp. a=interventie, b=streefbeeld.

5 Beleid en beoordelingscriteria

5.1 Beleid

Als leidraad voor de effectbeoordeling is het Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren (versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009) gebruikt. Het rivierkundig beoordelingskader is in het vervolg afgekort met "RBK". Het RKB geeft een overzicht van de beoordelingsaspecten en de beoordelingscriteria. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de aanpak, eisen en uitgangspunten die in deze studie voortvloeien uit het beoordelingskader. Voor een aantal beoordelingsaspecten is aanvullende afspraken gemaakt met bevoegd gezag in een afstemmingsoverleg op 22 juni 2010. In Bijlage 2 zijn de notulen van dit overleg opgenomen.

5.2 Beoordelingscriteria

In het MER zijn de alternatieven (en varianten) beoordeeld op de effecten ten aanzien van verschillende onderwerpen. De ingrepen die in het kader van het project Ruimte voor de Lek worden uitgevoerd leiden om te beginnen tot een verandering van de maximale hoogwaterstanden op de Lek en tot veranderingen van de ruimtelijke kwaliteit in de Uiterwaarden. Deze effecten vloeien direct voort uit de doelstellingen van het project. Bij de beoordeling van de alternatieven wordt een onderscheid gemaakt tussen de mate waarin de alternatieven bijdragen aan de realisatie van de doelstellingen. Een uitgebreide beschrijving hiervan is opgenomen in deel A van het MER.

De effecten die optreden als gevolg van de ingrepen om de doelstellingen te kunnen bereiken worden beoordeeld aan de hand van verschillende beoordelingscriteria. Paragraaf 5.3 en 5.4 beschrijft de beoordelingscriteria voor de aspecten hydraulica en morfologie.

5.3 Hydraulische effectbeoordeling

5.3.1 Overzicht beoordelingsaspecten en criteria

Het rivierkundig beoordelingskader maakt voor de hydraulische effectbeoordeling een uitsplitsing naar "hydraulische effecten" en "hinder of schade", zie Tabel 5-1. Paragraaf 5.3.2 – 5.3.7 bespreekt per beoordelingsaspect de eisen en uitgangspunten.`

	§	Te beoordelen effect	Beoordelingscriteria: Wbr-aanvragen	Beoordelingscriteria: Aanvullende criteria PDR RvdR	Beoordelaar toelaatbare effecten[1)]
Hydraulische effecten	1.1	Maatregel in 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)])	Taakstelling: PDR Wbr: RWS-ON
		Maatregel in bergend deel rivier: Volume waterberging	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.	Taakstelling: 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	-	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 15.000 m^3/s, plus vaak ook de Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	-	Terrein-Eigenaar
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	Verandering grootte en richting stroomsnelheden bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	-	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	-	RWS-ON
	2.4	Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	-	Terrein-Eigenaar
	2.5	Afvoerverdeling bij lage afvoeren	Afwijking afvoerverdeling < 1 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m^3/s (OLR[5)])	-	RWS-ON

Tabel 5-1: Beoordelingscriteria bij te beoordelen aspecten voor ingrepen in de Rijntakken (bron: versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009), onderdeel hydraulica.

5.3.2 Aspect 1.1: MHW effect in as van de rivier

De taakstelling voor het project Ruimte voor de Lek Vianen is een waterstandsdaling bij maatgevend hoogwater van 8 cm op het traject kmr 945.2-946.2. Dit traject ligt net bovenstrooms van de stuw bij Hagestein. De taakstelling moet in ieder geval gehaald worden bij het interventieniveau. Het MHW effect in de as van de rivier is beoordeeld voor de Gekozen Variant en de verschillende ontwerpoptimalisaties (VKA1-5, zie Figuur 2-1 en Tabel 2-1).

Rivierverruiming resulteert vaak in een lokale verhoging van de maatgevende waterstanden stroomafwaarts van het projectgebied. In het onderhavige projectgebied wordt dit versterkt door de aanwezigheid van de brughoofden en pijlers van de rijksweg A2. De toets van de PDR op de MHW verhoging wordt gedaan op basis van de verhoging in de as van de rivier. In principe is een ontwerp met een verhoging van meer dan 1 mm niet vergunbaar. MHW

verhoging (de zogenaamde "benedenstroomse piek" onder MHW condities) is echter vaak inherent aan rivierverruiming.

In de PKB is besloten over een pakket, en daarbij is ook rekening gehouden met het feit dat Ruimte voor de Lek deze opstuwing veroorzaakt. In de overige Ruimte voor de Rivier projecten wordt de MHW verhogingen gecompenseerd door stroomafwaarts gelegen projecten. Aangezien Ruimte voor de Lek het meest stroomafwaartse project is, is in de PKB op het traject Bossenwaard/Pontwaard) waar opstuwing plaatsvindt dijkversterking als sluitstuk gebruikt. Voor het zuidelijke deel (Pontwaard) betekent dit dijkversterking gericht op stabiliteit en hoogte. Aan de Noordoever is tot de brug van de A2 voldoende overhoogte aanwezig, stroomafwaarts is wel dijkversterking voorzien.

Omdat het niet de bedoeling kan zijn dat een MHW verhoging, die inherent is aan rivierverruiming, er toe leidt dat er geen vergunning wordt verleend, zijn er condities gedefinieerd waaronder toch vergunning kan worden verleend (zie bijlage 1 van RBK). Belangrijke aspecten zijn:

- De MHW verhoging dient te worden beoordeeld in relatie tot de behaalde waterstandsdaling (conform RBK). Het RBK beschrijft een zogenaamde zaagtand aanpak: het oppervlak van de verhogingsdriehoek moet vele malen kleiner zijn dan de verlagingsdriehoek. Als vuistregel kan een verhoging van maximaal 5% van de behaalde waterstandsdaling worden gehanteerd[3].
- Er dient te worden gekeken naar optimalisatiemogelijkheden om de MHW-verhoging zoveel mogelijk te beperken. Dit dienen echter wel kostentechnisch aantrekkelijke maatregelen te zijn. Zo zal het stroomlijnen van de brughoofden vermoedelijk een te dure maatregel zijn[4].
- Er dient te worden aangegeven wat risico's van de verhoging zijn. Hierbij moet voornamelijk gedacht worden aan het belang van derden. Dit is verder uitgewerkt in de volgende paragraaf.

5.3.3 Aspect 1.2: MHW effect buiten de as van de rivier

Naast een MHW verhoging in de as van de rivier (paragraaf 5.3.2) is vaak sprake van een verhoging in de uiterwaarden. Indien de waterstandverhoging groter is dan 1 mm, dan moet beoordeeld worden of het belang van derden wordt geschaad en kan om compensatie gevraagd worden. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen aantasting van de veiligheid en schade. Acceptatie van een eventuele MHW-verhoging langs de primaire dijk door de waterkeringbeheerder is vereist. Alleen onder deze voorwaarden kan worden voldaan aan de veiligheidstoets t.b.v. de waterwet.

De volgende afspraken zijn gemaakt met de waterkeringbeheerders:

- Standpunt WSRL (zuidzijde, Harm Kool, email d.d. 5/7/2010):
  - Onderzoek wat er gedaan kan worden om opstuwing zo veel mogelijk te voorkomen. Kan het ontwerp zo worden aangepast dat de opstuwing kleiner wordt?
  - Als er 5 cm opstuwing of meer optreedt bij de primaire waterkering en/of voorlandkering Buitenstad Vianen is er zeker nader overleg met WSRL nodig.
- Standpunt HDSR (noordzijde, Claudia van Ackooij en Paul Neijenhuis): Het principe van dit project moet zijn dat er overal een MHW-verlaging wordt bereikt en dat hier ook naar gestreefd moet worden. Hierbij kan het zijn dat er lokaal problemen ontstaan bij het

[3] Bij het afstemmingsoverleg was sprake van 5% van de taakstelling; het RBK spreekt echter van een verhoging vele malen kleiner dan de behaalde waterstandsdaling
[4] Mail Rick Kuggeleijn (PDR)

verlagen van de MHW en als dit het geval is, wil Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden oplossingsgericht mee denken. Specifiek kijkend naar de dijken grenzend aan de Bossenwaard, kan het Hoogheemraadschap instemmen met een MHW-verhoging van 2 cm ter plaatse van de bandijk. De voorwaarde hierbij is wel dat het Hoogheemraadschap een uiterste inspanning verwacht om verdere MHW-verhoging te voorkomen door bijvoorbeeld maatregelen te nemen in de Bossenwaard zelf.

De MHW verhoging voor de verschillende ontwerpslagen (interventieniveau) is beoordeeld ten opzichte van voorgenoemde criteria en MHW verhoging veroorzaakt door de gekozen (SNIP2A) variant. Optimalisatieslagen in het ontwerpproces ten opzichte van de MHW verhoging zijn tevens beschreven.

Naast de bovenstaande criteria voor MHW verhoging, mag er geen afname van bergend volume in de uiterwaarden optreden. Iedere maaiveldverhoging dient te worden gecompenseerd met een minstens zo grote (bij MHW effectief bergende) maaiveldverlaging. Met andere woorden: de terreinophoging die zich onder de waterspiegel bevindt bij MHW condities, moet in dezelfde uiterwaard worden gecompenseerd.

5.3.4 Aspect 1.3, 1.4, 2.4 en 2.5: Afvoerverdeling IJsselkop

De IJsselkop, het eerste splitsingspunt bovenstrooms van het plangebied, ligt zo'n 65 kilometer bovenstrooms van het plangebied. In paragraaf 6.1 is aangetoond dat het plan geen invloed heeft op de waterstand op het splitsingspunt bij MHW. Er is daarom geen invloed op de afvoerverdeling op het splitsingspunt, voor geen enkel afvoer niveau. In de hydraulische en morfologische effectbeoordeling komen deze beoordelingsaspecten niet meer aan de orde.

5.3.5 Aspect 2.1: waterstand en inundatiefrequentie uiterwaarden

De waterstanden en/of inundatiefrequentie van de uiterwaarden is beschouwd bij de volgende afvoerniveau's: 1.020 (Overeengekomen Laagwaterafvoer), 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 en 10.000 en 16.000 m^3/s (Bovenrijn afvoeren). Dit zijn voldoende afvoerniveaus om de inundatiefrequentie te kunnen beoordelen ten gevolge van het ontwerp. In de effectbeoordeling ligt de nadruk op gebieden waar de inundatiefrequentie verandert.

5.3.6 Aspect 2.2: grootte en richting stroomsnelheid in uiterwaarden

Door ingrepen in het gebied kunnen stroomsnelheden in de uiterwaard veranderen. Dit kan resulteren in lokale erosie bij constructies zoals kribben, gebouwen, kaden/dijken, wegen maar ook langs randen van plassen en geulen. De mate van (verwachte) erosie is ingeschat door het beoordelen van (de verandering van) het stroombeeld in het gebied. Bij nadelige effecten moet in overleg met de belanghebbenden een oplossing worden gevonden.

Voor de beoordeling van een ingreep wordt de verandering van grootte en richting van de stroomsnelheden in kaart gebracht, bij de voor de lokale situatie representatieve (en schade veroorzakende) omstandigheden. Comform het RBK is effect van de nieuwe inrichting op het stroombeeld in de uiterwaarden bij een Lobith afvoer van 10.000 m^3/s geanalyseerd. Uitgangspunt is dat het streefbeeld maatgevend is voor deze analyse omdat dan de grootste stroomsnelheden optreden in de uiterwaarden.

Een aandachtspunt is de stabiliteit van oeverzones tussen het geulenpatroon en de hoofdgeul van de Lek. Deze zone mag na uitvoering van maatregelen niet te smal worden (bijvoorbeeld in de Bossenwaard ter hoogte van de Rijksweg A2 tussen geul en de Lek). Indien de zone te smal wordt, kan de oever tijdens een hoogwater bezwijken of kunnen rivierkundige constructies (bijv kribben) achterloops raken. Het advies van Rijkswaterstaat is om de oeverzones minimaal 50 meter breed te maken of te verdedigen. Er dient in ieder geval inzicht te worden gegeven in stroombeelden (en stroomsnelheden) in de oeverzones. De schade in 1 hoogwater seizoen moet nog acceptabel zijn. In- en uitstromingen van geulen dienen voldoende verdedigd te worden.

5.3.7 Aspect 2.3: stroombeeld hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen

In de werkwijzer voor beoordeling rivieringrepen (RWS, 2008) staat in bijlage 1 het volgende over dwarsstromen. Bij meestromen nevengeulen mag op de rand van de vaarweg of bakenlijn (dat is de denkbeeldige lijn over de bakens op de kop van de kribben) de dwarsstroom bij een debiet (de hoofdgeul in- of uittredend) van < 50 m^3/s maximaal 0,30 m/s bedragen. Bij debieten groter dan 50 m^3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt maximale dwarsstroom van 0,15 m/s.

In de Lek moet de toets plaatsvinden tussen (en op) de bakenlijn (dit is niet exact de normaallijn). De afstand tussen de bakenlijnen (denkbeeldige lijn over de bakens) is ruim groter dan de afstand tussen de normaallijnen. Omdat deze lijn niet goed te definiëren is in het WAQUA-model, is de roosterlijn genomen in de hoofdgeul één lijn voor de kribkoppen langs.

In de planstudie zijn berekeningen uitgevoerd met het waterbewegingsmodel WAQUA voor de Lobith afvoeren: 1.020 (OLR), 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000 en 16.000 m^3/s. De analyse naar dwarsstromen richt zich op de afvoeren 6.000, 8.000 en 10.000 m^3/s bij Lobith met als argumentatie:

- Een analyse van dwarsstromen bij 16.000 m^3/s is niet zinvol, omdat deze extreem weinig voor zal komen, en er niet of nauwelijks gevaren zal worden.
- Een afvoer van 10.000 m^3/s komt tussen de 1*/10 en 1*/25 jaar voor (Tabel 5-2). Dit afvoerniveau komt dus relatief weinig voor, maar er zal dan waarschijnlijk gewoon gevaren worden. Tevens stroomt bij een afvoer >8.000 m^3/s de verlaagde leikade aan de oostzijde van het Merwedekanaal over, wat voor dwarsstromen op het Merwedekanaal zorgt.
- Bij 4.000 m^3/s stromen de maatregelen nog onvoldoende mee om tot significante verandering van dwarsstromen te leiden. Daarom wordt de analyse ook bij 6.000 en 8.000 m^3/s uitgevoerd.

Tabel 5-2 geeft een overzicht van overschrijdingsfrequentie met de bijbehorende Bovenrijnafvoer voor een aantal representatieve herhalingstijden. De informatie achter deze tabel is in 2008, toen de rivierkundige effectbeoordeling is gestart, door Rijkswaterstaat verstrekt. De data zijn tot stand gekomen aan de hand van gemeten waterstanden bij een bepaald afvoerniveau. Inmiddels zijn ook de zogenaamde "betrekkingslijnen" van de Lek voor 2010 vastgesteld (zie Bijlage 28). Voor deze betrekkingslijnen zijn gemeten waterstanden uit de periode 1 mei 2008 tot 30 april 2010 gebruikt (die voor de eerder verstrekte informatie grotendeels natuurlijk niet beschikbaar waren). In Bijlage 28 is Tabel 5-2 uitgebreid met een kolom verkregen uit de meetwaarden t/m 2010. De informatie uit Tabel 5-2 is gebruikt bij de analyse van de inundatiefrequentie van de uiterwaarden en de analyse naar dwarsstromen; via de tabel kan immers bepaald worden hoe vaak een bepaalde afvoer ongeveer voorkomt. Het

blijkt dat voor alle afvoerniveaus (behalve 16.000 m^3/s) de afvoer bij een bepaalde herhalingstijd voor de nieuwe gegevens enigszins toeneemt (zie Bijlage 28). Deze toename wordt groter naar mate de Bovenrijnafvoer afneemt. Bij MHW is (logischerwijs) geen verschil in afvoerniveau bij een herhalingstijd van eens per 1.250 jaar. De toename in Bovenrijnafvoer is, voor deze gegevens,maximaal 180 m^3/s bij een herhalingstijd van ongeveer eens per jaar. Op basis van Figuur 3-6 is geschat dat dit ongeveer overeenkomt met een wijziging in de waterstand van 10 cm in het projectgebied. Vanwege dit kleine verschil (dat kleiner wordt bij hogere afvoeren met geen verschil bij MHW, zie Bijlage 28) en het feit dat de informatie beschikbaar is gekomen na het uitvoeren van de effectbeoordeling, is deze nieuwe informatie verder niet verwerkt in de effectbeoordeling.Ook bij de analyse naar dwarsstromen (hoe vaak komt een bepaalde afvoer voor?) is met deze kleine afwijking geen rekening gehouden.

Bij de beoordeling met betrekking tot dwarsstromen is naast de nevengeulen, ook het effect van het verlagen van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein en de scheepvaartsluis geanalyseerd.

Overschrijdings-frequentie	**Afvoer op de Bovenrijn [m^3/s]**
1 */ 1250 jaar	16.000
1 */ 1000 jaar	15.706
1 */ 500 jaar	14.794
1 */ 250 jaar	13.881
1 */ 100 jaar	12.675
1 */ 50 jaar	11.763
1 */ 25 jaar	10.850
1 */ 10 jaar	9.459
1 */ 5 jaar	8.407
1 */ 4 jaar	8.069
1 */ 3 jaar	7.632
1 */ 2 jaar	7.017
1 */ 1 jaar	5.965

Tabel 5-2: Overzicht van overschrijdingsfrequenties van een aantal afvoeren op de Bovenrijn (informatie aangeleverd door Ralf Schielen van PDR, e-mail 8 oktober 2008).

5.4 Morfologie en scheepvaart

5.4.1 Overzicht beoordelingsaspecten en criteria

Het rivierkundig beoordelingskader maakt voor de morfologische effectbeoordeling onderscheid in effect in het zomerbed en in de uiterwaarden en nevengeulen, zie Tabel 5-3.

Bodemligging en morfologie	3.1	Aanzanding en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed 2. door ingrepen winterbed	Bij erosie: -geen verlaging gemiddelde bodemligging; -geen oevererosie; -Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater[7]; Bij sedimentatie: -geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren [6]; -geen verhoging MHW op lange termijn; In het algemeen: -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten en behouden veiligheid scheepvaartverkeer; -geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij MHW of OLR	-	RWS-ON
	3.2	Aanzanding en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	Bij sedimentatie: - Beperkte sedimentatie t.o.v. beheerskosten[7] Bij erosie: -geen ongewenste zijdelingse verplaatsing van de nevengeul / nevengeul minimaal 50-100 m van waterkering / geen bodemerosie langs waterkering -stroomsnelheid nevengeul bankfull < 0,3 m/s; geen bodemerosie langs waterkering	-	RWS-ON / terrein-beheerder / waterkering-beheerder

Tabel 5-3: Beoordelingscriteria bij te beoordelen aspecten voor ingrepen in de Rijntakken (bron: versie 2.01, 1 juli 2009, RWS–Waterdienst, 2009), onderdeel morfologie en scheepvaart.

5.4.2 Morfologische effectbeoordeling

De werkwijzer voor de beoordeling van rivierkundige ingrepen (RWS, 2008) beschrijft drie stappen die bij rivierverruimingsprojecten moeten worden doorlopen:

1. Optimalisatie van het ontwerp in het Ruimte voor de Rivier project om de aanzanding in het zomerbed te minimaliseren
2. Indien nodig (bijvoorbeeld in geval van ontstaan scheepvaartknelpunt) worden vervolgens mitigerende maatregelen in het zomerbed geïnventariseerd en uitgewerkt
3. Indien er na stap 2 nog te veel aanzanding optreedt, dan wordt deze met baggerwerk verwijderd.

Van dit baggerwerk mag de scheepvaart over een traject van 15 km jaarlijks maximaal 5 dagen hinder ondervinden (RWS, 2008). Dit komt neer op een maximaal toelaatbaar baggervolume van 7.500 m^3 per jaar. Dit volume betreft een beunvolume: het volume van het grond- en watermengsel in een beunbak van een baggerschip.

De morfologische effectbeoordeling is onderbouwd met Delft3D berekeningen. Deze berekeningen worden buiten deze planstudie uitgevoerd door Deltares en HKV, in opdracht van de Waterdienst. Voor zowel een eerste conceptontwerp (VKA1) als het Voorlopig

voorkeursalternatief (VVKA = VKA3) is een morfologische effectbeoordeling beschikbaar (Deltares, 2010). De resultaten van deze effectbeoordelingen zijn verwerkt in hoofdstuk 8 en dan met name voor de beoordeling van de morfologische effecten in het zomerbed, namelijk het al dan niet optreden van extra aanzanding en mogelijke toename in baggervolumes. Voor de morfologische effectbeoordeling van het Voorkeursalternatief (VKA = VKA4) en het Projectontwerp (VKA5) zijn geen nieuwe Delft3D berekeningen uitgevoerd. Derhalve zijn de effecten van de ontwerpwijzigingen tussen VVKA, VKA en Projectontwerp kwalitatief geschat op basis van resultaten uit WAQUA berekeningen, zie paragraaf 8.4.1.
Als gevolg van de getijbeweging neemt netto (gemiddeld over een getijperiode) het sedimenttransport in de hoofdgeul toe ten opzichte van een zelfde situatie zonder getij. Het morfologische model van de Nederrijn-Lek brengt deze toename van transport in rekening. De grootschalige sedimentatie-erosiepatronen die door het model worden berekend in de hoofdgeul bevatten dus het effect van het getij.

5.4.3 Aspect 3.1: morfologische effecten zomerbed

De eisen en uitgangspunten voor de morfologische analyse/berekeningen zijn afgestemd met bevoegd gezag tijdens het afstemmingsoverleg van 22 juni 2010. Dit afstemmingsoverleg is een nadere uitwerking van de beoordelingscriteria genoemd in paragraaf 5.4.1. In de hoofdgeul van de rivier kunnen aanzandingen optreden ten gevolge van een rivierverruiming. Deze aanzandingen kunnen lastig zijn omdat daardoor i) de scheepvaartgeul kan verkleinen zodat deze mogelijk niet meer voldoet aan de gestelde eisen en ii) het effect op verlaging van de hoge waterstanden (deels) te niet gedaan kan worden. In dit rapport komt het eerste punt aan de orde. Het tweede punt vormt geen onderdeel van de beoordeling (zoals afgesproken met RWS bij het afstemmingsoverleg).

Aanzanding

De criteria voor het instandhouden van de vaargeul op de Nederrijn zijn overgenomen uit het Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek. De vaargeul op de Neder-Rijn en Lek is als het volgt gedefinieerd (uit bekendmaking 4 1997):

Het vaarwater binnen de denkbeeldige lijnen die op 25 meter uit de bakens of vervangende tonnen op de koppen van kribben, strekdammen en oevers, of op 5 meter uit de overige drijvende markering liggen.

De dienstkring Rijn en Lek is verantwoordelijk voor het onderhoud van de vaargeul op de Neder-Rijn en Lek. Het onderhouden van de vaargeul wil zeggen het op diepte en breedte houden van de vaargeulbodem volgens de in het beleidsdeel geformuleerde minimale eisen. De minimale eis waaraan de vaargeulbodem volgens het beleidsdeel moet voldoen om aan CEMT-klasse Va te voldoen, is als volgt gedefinieerd:

- Breedte vaargeul (bodem) voor 2-strooks verkeer:
  - Bovenstrooms van Driel minimaal 70 m.
  - Benedenstrooms van Driel minimaal 80 m.
- Diepte vaargeul:
  - Pannerdensche Kop – Driel OLR – 2,80 m.
  - Driel – Hagestein OLR – 3,50 m.
  - Beneden Hagestein OLW – 3,15 m.

Aanvullend geldt dat de gemiddelde diepte over de dwarsdoorsnede van de vaargeul mag niet minder worden dan 4,5 m beneden het waterstandsreferentievlak (OLR/OLW). Op locaties waar

de gemiddelde diepte al kleiner is, mag deze niet minder worden. Indien de gemiddelde diepte toch afneemt, dan zal dit met baggerwerk op diepte moeten worden gehouden.

Het waterstandsreferentievlak (OLR/OLW) volgt uit het IHP2002:
- IJsselkop-Amerongen: OLR-2,80 m
- Amerongen-Driel : NAP+6,00 m – 3,5 m = NAP+2,5 m;
- Hagestein-Amerongen : NAP+2,62 m – 3,5 m = NAP-0,88 m;
- Hagestein-Schoonhoven: (lineair) verloop van NAP–0.49 m naar NAP–0.44 m.

Verder geldt als instellingen voor de baggerfunctionaliteit in het Delft3D instrumentarium:
- Bagger- en terugstortvolumes worden berekend per kilometervak. Baggeren tussen vaargeullijnen, dumpen tussen normaallijnen. Er wordt gerekend met een overdiepte van 0,5 m. Baggeren vindt in het model plaats tijdens laagwater condities (Bovenrijn afvoer van 1409 en 1800 m^3/s).
- Terugstortbeleid is 1,5 km rondom baggerlocatie, met voorkeur voor het baggervak zelf. Daarna benedenstrooms.

Het zandwinbeleid is recent bijgesteld voor alle Rijntakken. Voor de Lek tussen Hagestein en Schoonhoven geldt nu een maximum van 10.000 m^3/jaar. Voor het VVKA (VKA3) is dit gebruikt voor de morfologische analyse. Tevens is in de morfologische analyse is onderbouwd dat een actualisatie van de OLR/OLW (als gevolg van grote bodemveranderingen) niet nodig is.
Voor Nederrijn-Lek geldt een maximaal extra beunvolume door de maatregel van 7500 m^3 per 15 km per jaar. Het aantal dagen dat gebaggerd wordt is voor scheepvaarthinder eveneens van belang. De werkwijzer beoordeling rivieringrepen (RWS-ON, 2008) zegt hier: maximaal toegelaten hinder voor de scheepvaart bedraagt 5 dagen per jaar per 15 km.

Erosie

Aanzanding die ontstaat als gevolg van een rivierverruiming gaat vrijwel altijd gepaard met erosie. Dit kan bijvoorbeeld zijn benedenstrooms van de ingrepen, of lokaal waar een nevengeul samenkomt met de hoofdgeul van de Lek. Criterium is dat bij erosie in het zomerbed de gemiddelde bodemligging niet mag dalen. Dit is geïnterpreteerd als: er mag wel erosie optreden, maar dit moet in verhouding staan met de aanzanding. Wanneer de erosie zich namelijk sterk concentreert op een bepaalde locatie kan dit gevolgen hebben voor grondwaterstanden of rivierkundige constructies in de oeverzones. Dit criterium is getoetst aan de hand van de Delft3D berekeningen voor het VVKA (VKA3).
De ontgronding bij rivierkundige constructies, zoals kribben, dient beperkt te blijven. De morfologische analyse met Delft3D kan hiervoor niet worden gebruikt (paragraaf 8.4.1); de beoordeling van stabiliteit van rivierkundige constructies is uitgevoerd op basis van stroomsnelheden rond de constructies en deskundigenoordeel.

5.4.4 Aspect 3.2: morfologische effecten winterbed

Aanzanding

Aanzanding in het winterbed onstaat voornamelijk door sedimentatie van slib uit het water na hoog waters. Het Delft3D model voor de Nederrijn-Lek geeft hier geen informatie over. Dit aspect is beoordeeld op basis van expert judgement en veranderende inundatiefrequenties van de uiterwaarden bij normaal hoogwater.

Het VVKA (VKA3) bevat een benedenstrooms aangetakte nevengeul in de Bossenwaard, en een tweezijdig aangetakte nevengeul in de Waalse Waard, zie ook hoofdstuk 4. In deze geulen kan sedimentatie van zand en slib optreden. Sedimentatie in nevengeulen kan niet worden bepaald met het Nederijn-Lek Delft3D model, omdat alleen de hoofdgeul morfologische actief is.

Het ontwerp van de nevengeulen is zo opgezet dat sedimentatie in de nevengeulen minimaal is, en dat de geulen met minimale beheersmaatregelen in stand te houden zijn. Geëist wordt een beperkte sedimentatie in relatie tot beheerskosten. De nevengeulen zijn ontworpen met inachtneming van de 'Handreiking sedimentbeheer nevengeulen' (Gerritsen, H. en Schropp, M. , 2010) om het nevengeulbeheer te minimaliseren. In dat document worden richtlijnen uiteengezet om het beheer en onderhoud van nevengeulen te minimaliseren door factoren te identificeren die van invloed zijn op het beheer (bijvoorbeeld: aantakking, drempelhoogte, tracé, dwarsprofiel).

De invloed van het getij op bodemtransport is gemodelleerd in het Delft3D model van de Nederrijn-Lek. Het effect van getij op bodemtransport is beperkt tot de lage afvoeren. Wanneer de rivierafvoer toeneemt, draait de stroomrichting niet meer om, omdat de snelheid door rivierafvoer dan groter is dan die door het getij. Delft3D modelberekeningen laten zien dat bij een afvoer in de Lek van 200 m3/s (~1800 m^3/s Lobith) de stroomrichting niet meer omdraait. Slibtransport is niet opgenomen in het model. Onder invloed van de getijslag kan slib in de geulen worden getransporteerd. Aanslibbing in de uiterwaarden en nevengeulen mag het halen van de taakstelling niet in gevaar brengen. Daarom is op basis van expert judgement een inschatting gemaakt van de te verwachte jaarlijkse aanslibbing. Deze aanslibbing is verdisconteerd in de berekeningen voor het interventieniveau door de een vermindering van het doorstroomprofiel van de geulen in het interventieniveau, ten opzichte van het streefbeeld (voor VKA en Projectontwerp).

Erosie

Bij een bankvullende afvoer in de nevengeul, mag de stroomsnelheid in de nevengeul niet groter zijn dan 0,3 m/s. Dit aspect is beoordeeld aan de hand van WAQUA berekeningen. Ook is geanalyseerd of het ontwerp mogelijk erosie langs de bandijk geeft (ook op basis van stroomsnelheden).

6 Effectbeoordeling bij MHW

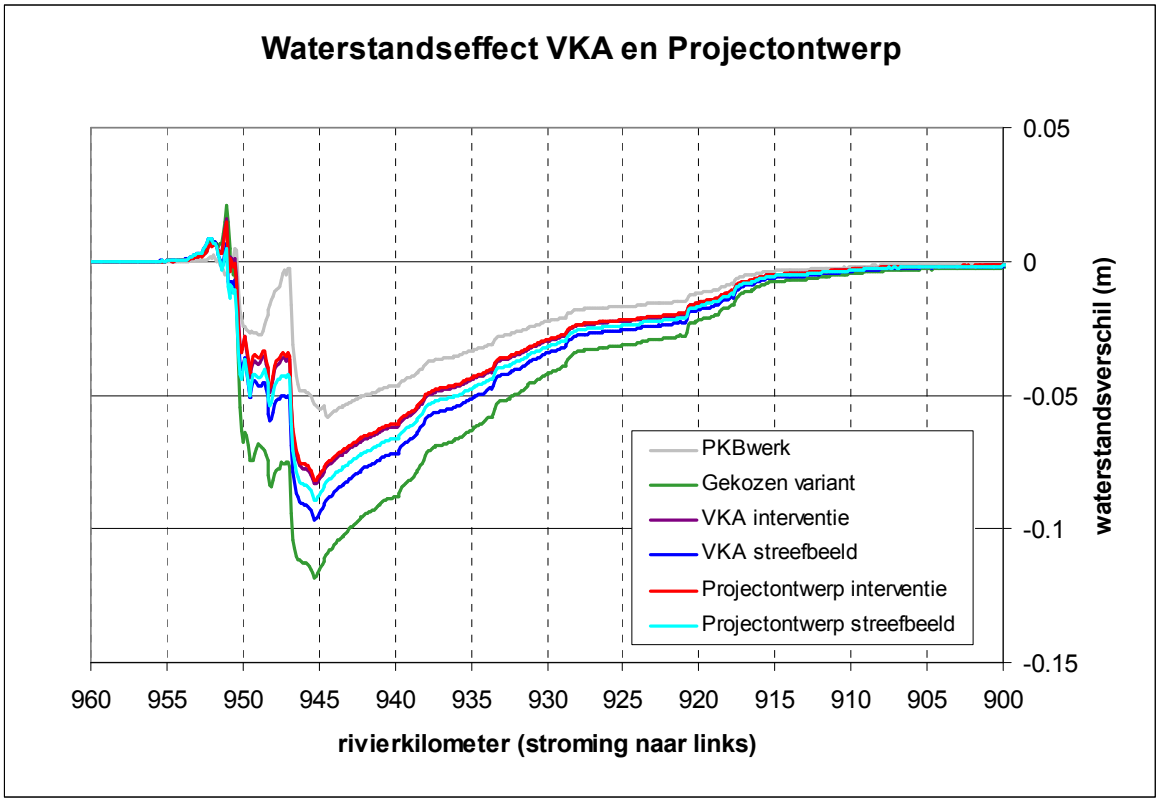
Voor varianten die in dit hoofdstuk zijn besproken zijn in Bijlage 3 tot en met Bijlage 7 belangrijke modelgegevens opgenomen, te weten:

- Bijlage 3: bodemhoogtes
- Bijlage 4: overlaten (representeren energieverlies voor kades en steile taluds)
- Bijlage 5: ruwheden (GIS niveau)
- Bijlage 6: bodemhoogte verschillen ten opzichte van referentie
- Bijlage 7: ruwheidverschillen ten opzichte van referentie

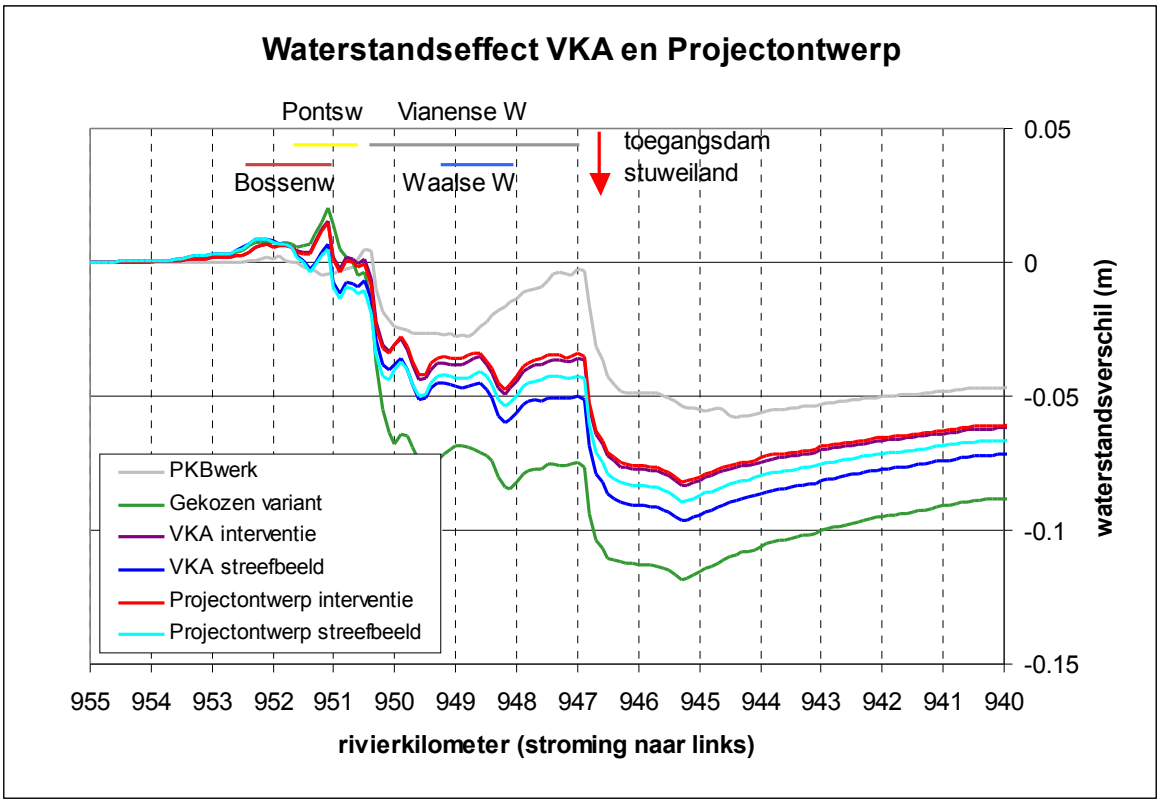
In tegenstelling tot het VVKA, is in het VKA en het Projectontwerp rekening gehouden met aanslibbing en verzanding van geulenpatronen (en dus de eventuele vermindering van het MHW effect), zie ook paragraaf 2.4 en Bijlage 3 en 6.

6.1 MHW effect in as van de rivier (aspect 1.1)

Het MHW-effect is het verschil tussen de maatgevende hoogwaterstanden met en zonder rivierverruimende maatregelen. Figuur 6-1 (overzicht) en Figuur 6-2 (detail) geven WAQUA resultaten van het hydraulisch effect langs de Lek, ten opzichte van de referentie situatie, voor de Gekozen Variant, het VKA (VKA4) en het Projectontwerp (VKA5). Voor het VKA en het Projectontwerp is een berekening gemaakt voor het interventiebeeld en het streefbeeld (zie paragraaf 2.4). Bijlage 5 geeft een overzicht van de begroeiing per scenario. Tevens zijn er verschillen in bodemligging in de geulen (bijlage 3 en 6).



Figuur 6-1: 1-D waterstandseffect VKA en Projectontwerp (en PKB werktaakstelling en Gekozen Variant) op de Lek



Figuur 6-2: Detail 1-D waterstandseffect VKA en Projectontwerp (en PKB werktaakstelling en Gekozen Variant) in het plangebied.

In de bijlagen zijn de volgende figuren, in het 2-D vlak, te vinden voor de referentie, Gekozen Variant en de verschillende ontwerpvarianten onder MHW condities:

- Bijlage 08: Afvoerlijnen (lijnen met gelijke afvoer met tussenstappen van 200 m^3/s)
- Bijlage 09: Stroomsnelheden (in waterstandspunten)
- Bijlage 10: Waterstanden inclusief isolijnen van gelijke waterstand
- Bijlage 11: Waterdiepte
- Bijlage 12: Waterstandsverschillen ten opzichte van de referentie; in deze figuren wordt het 2-D effect van de maatregelen onder MHW condities inzichtelijk
- Bijlage 13: Waterstandsverhoging in 2-D vlak

Analyse MHW effect

Tabel 6-1 geeft het MHW-effect weer in tabelvorm en Figuur 6-3 geeft de MHW verlaging voor het VKA en het Projectontwerp aanvullend in een staafdiagram weer. Uit het figuur en de tabel is de volgende informatie af te leiden (voor verklaring van naamgeving van varianten, zie Tabel 2-1):

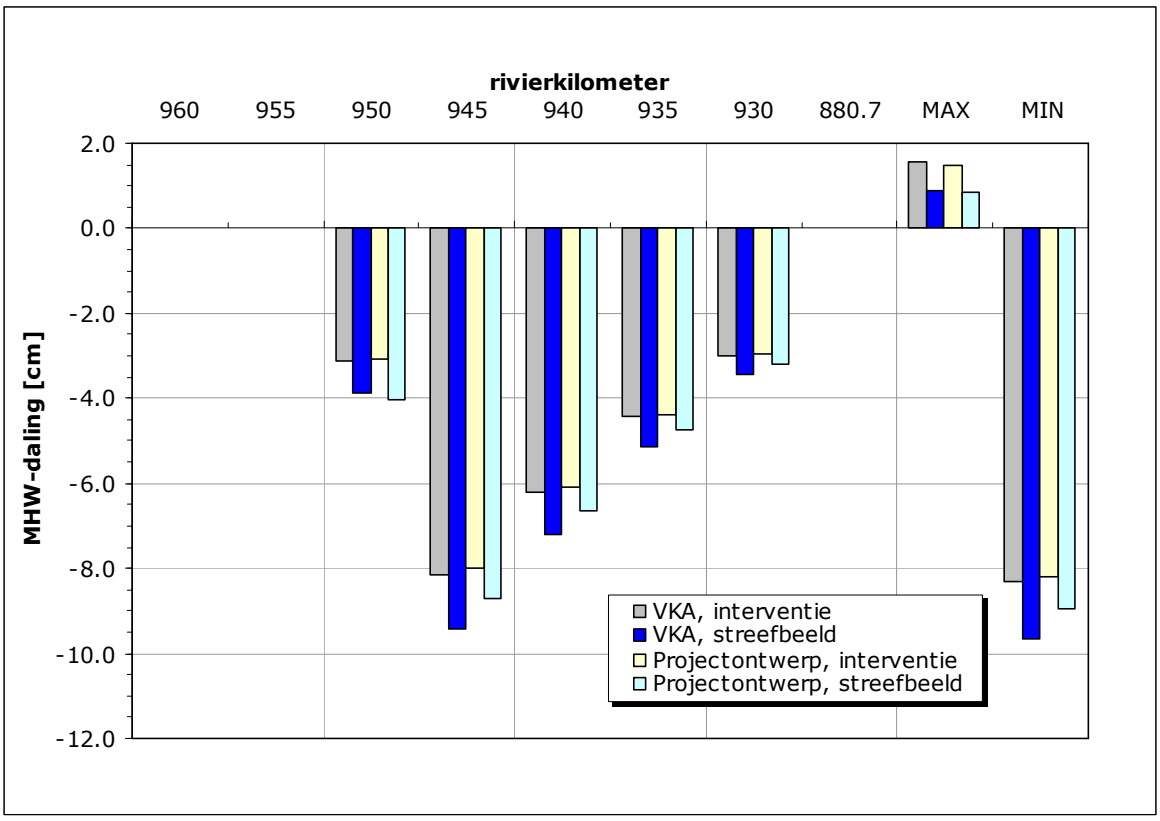
- MIN: maximale waterstandsverlaging op het traject 945.2-946.2. Alle varianten, behalve de VKA alternatieven met een doemscenario voor vegetatieontwikkeling (zie paragraaf 2.4) voldoen aan de taakstelling van 8 cm. Het interventieniveau voor het VKA haalt een maximale waterstandsdaling van 8,3 cm. Voor het Projectontwerp is dat 8,1 cm[5].

[5] Bij de voortoets bleek voor het Projectontwerp een onvolkomenheid in de schematisatie van de Bochtafsnijding Vreeswijk te zitten. Na herstel van deze onvolkomenheid is het berekende MHW effect in de as van de rivier 8,1 cm i.p.v. de eerder gerapporteerd 8,2 cm (zie Bijlage 29 voor details). Er zijn geen significante wijzigingen van de waterstand in de uiterwaarden. Voor het streefbeeld is geen nieuwe berekening uitgevoerd, maar het is zeer waarschijnlijk dat het MHW effect voor het streefbeeld ook met 0,1 cm afneemt. De beheermarge voor het Projectontwerp blijft daarmee 0,7 cm.

- MAX: maximale verhoging in de as van de rivier op het traject kmr 945-955. De MHW verhoging voor VKA (streefbeeld) is 0,9 cm in de as van de rivier. Dit is 10% van de behaalde waterstandsdaling. Er wordt dus niet voldaan aan de vuistregel dat de MHW verhoging maximaal 5% van de behaalde waterstandsdaling is (paragraaf 5.3.2). Voor het interventieniveau is het percentage zelfs 19% (1,6 cm op 8,3 cm waterstandsdaling, Tabel 6-1). Binnen de grenzen van haalbaarheid (kosten, uitvoerbaarheid, etc) is de MHW verhoging in het plangebied geminimaliseerd door in de Bossenwaard, onder de brug van de A2, zoveel mogelijk te verruimen, zonder ook morfologische consequenties te krijgen. Dit komt tot uiting doordat ten opzichte van de Gekozen Variant, de MHW verhoging is gereduceerd. Tevens is door goed beheer van vooral Bossenwaard de MHW verhoging goed te controleren (zie ook beheer en onderhoudplan). Dit komt tot uiting in het verschil in MHW verhoging tussen VVKA en VKA. In het VVKA is de MHW verhoging zo'n 25% van de waterstandsdaling. Een belangrijk verschil tussen VVKA en VKA is dat in het VKA iets minder is verruwd in de Bossenwaard ten opzichte van het VVKA (meer pioniervegetatie ten zuiden van geulen, zie Bijlage 5). Het water kan daardoor makkelijker via de Bossenwaard afstromen. Naast de MHW verhoging in de as van de rivier, is ook de verhoging buiten de as van de rivier van belang. Dit aspect komt in de volgende paragraaf aan de orde.
- Het verschil tussen de waterstandsdaling voor het interventieniveau en het streefbeeld geeft de beheermarge. Voor het VKA is de beheermarge 1,3 cm (in verband met afronding). Voor het Projectontwerp is de beheermarge 0,7 cm. De afname heeft de volgende (twee) voornaamste redenen. Ten eerste levert het streefbeeld van het Projectontwerp een kleiner MHW effect dan voor het VKA. De leikade wordt nog wel verlaagd, maar daar direct stroomopwaarts van ligt een nieuwe zomerkade met hoogte van de huidige zomerkade. Hierdoor is de kadeverlaging minder effectief en draagt het minder bij. Ook is er nu geen geulenpatroon in de Vianense Waard, maar daar tegenover is er ook geen verruwing rondom die geulen. Netto heeft het Projectontwerp voor de Vianense Waard een kleiner MHW effect dan het VKA. Ten tweede was in het VKA de natuur die gevoelig is voor onverwachte vegetatieontwikkelingen (met name in waterrijke riet-achtige delen) met name in de Vianense waard voorzien. Daar was dan ook relatief gezien een groot verschil tussen interventiebeeld en streefbeeld. In het Projectontwerp is dat de huidige situatie met een paar kleine ingrepen langs de bandijk en een heggenstructuur. Er is in het Projectontwerp in de Vianense Waard dan ook geen verschil tussen interventiebeeld en streefbeeld.
- Op kmr 880.70, nabij de IJsselkop (niet in figuur weergegeven), is het waterstandseffect voor de SNIP3 varianten gereduceerd tot maximaal 0,3 mm (dit is kleiner dan het afbreekcriterium van de WAQUA sommen van 0,5 mm). Het uitgangspunt dat de maatregelen geen effect hebben op de afvoerverdeling op de IJsselkop, als beschreven in 5.3.4, is hiermee aangetoond.
- De "Gekozen Variant" (streefbeeld ruwheden) levert de grootste MHW verlaging op. Deze variant is echter voornamelijk vanuit morfologie onwenselijk, zie hoofdstuk 8.

kmr	PKB werk	Gekozen Variant	VKA1f streef-beeld	VKA2b streef-beeld	VVKA inter-ventie	VVKA streef-beeld	VKA inter-ventie	VKA streef-beeld	PO inter-ventie	PO streef-beeld
960.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
955.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
950.0	-2,4	-6,8	-3,8	-4,2	-3,0	-4,3	-3,1	-3,9	-3,1	-4,0
945.0	-5,5	-11,6	-8,1	-9,8	-8,1	-10,0	-8,1	-9,4	-8,0	-8,7
940.0	-4,7	-8,8	-6,2	-7,5	-6,2	-7,6	-6,2	-7,2	-6,1	-6,65
935.0	-3,3	-6,3	-4,4	-5,3	-4,4	-5,4	-4,4	-5,1	-4,4	-4,76
930.0	-2,2	-4,2	-3,0	-3,6	-3,0	-3,6	-3,0	-3,4	-2,9	-3,2
880.7	-0,0	-0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAX	0,5	2,1	0,8	0,9	2,1	1,0	1,6	0,9	1,5	0,9
MIN	**-5,4**	**-11,8**	**-8,3**	**-10,0**	**-8,3**	**-10,2**	**-8,3**	**-9,7**	**-8,1**	**-8,8**

Tabel 6-1: Waterstandseffecten maatregelen (getallen in cm, negatieve getallen zijn een daling van de waterstand ten opzichte van de huidige situatie). "PKB werk" volgt uit een WAQUA berekening met de PKB Baseline maatregel, zie Van Vuren et al. (2009). (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en § 4.5). PO=Projectontwerp.



Figuur 6-3 Waterstandseffecten maatregelen voor varianten VKA (=VKA4) en Projectontwerp (=VKA5).

Bijdrage afzonderlijke uiterwaarden aan MHW effect

Het ontwerp voor de rivierverruiming bestaat uit ingrepen in meerdere uiterwaarden. Niet iedere ingreep heeft een even grote bijdrage aan het halen van de taakstelling. Om beheer en onderhoud op de juiste plaatsen te kunnen focussen, is bepaald hoeveel bijdrage iedere afzonderlijke uiterwaardvergraving, en het verlagen van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein, levert aan de totale waterstandsdaling. Dit is gedaan door steeds het complete ontwerp, minus één van de ingrepen, door te rekenen met WAQUA. Voor de analyse is

uitgegaan van het VKA op interventieniveau (VKA4a). De analyse is niet herhaald voor het Projectontwerp, omdat de MHW effecten voor het VKA en Projectontwerp nagenoeg gelijk zijn, en alleen het ontwerp in de Vianense Waard is gewijzigd. Tabel 6-2 en Figuur 6-4 geven het resultaat van deze analyse. De autonome ontwikkelingen bochtafsnijding Vreeswijk en de geleidedam ten zuiden van het Lekkanaal (zie paragraaf 3.3.1) zijn in alle varianten opgenomen. De rivierverruiming inclusief de geulenpatronen in de uiterwaarden Pontwaard, Waalse waard, Bossenwaard en Vianense Waard leveren samen 3,1 cm aan MHW effect.

De Vianense Waard draagt 0,4 cm bij aan het halen van de taakstelling. Dit komt voornamelijk doordat de vegetatie in het ontwerp ruwer is dan in de uitgangssituatie (zie ook paragraaf 6.2, analyse afvoer door uiterwaarden). Overigens is de ingreep in de Vianense Waard wel een essentieel onderdeel van het gehele ontwerp, omdat door de verlaging van de leikade langs het Merwedekanaal bij MHW een soort verbinding ontstaat tussen de Vianense Waard en de Pontwaard (zie stroombeeld bij MHW in bijlage 9). De ingrepen in de Vianense Waard en Pontwaard kunnen dan eigenlijk ook niet los van elkaar gezien worden.

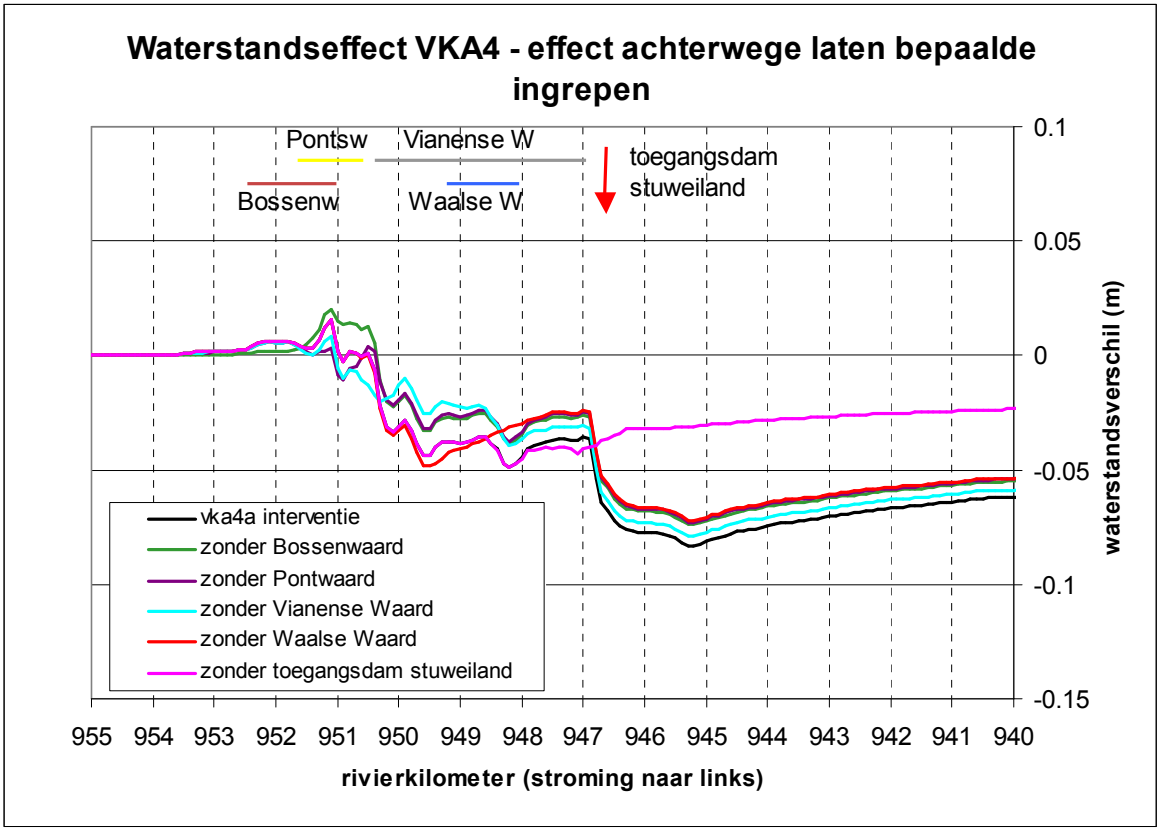
De Pontwaard draagt 1,0 cm bij aan het behalen van de taakstelling. Zeker hier wordt dus een belangrijk knelpunt in het systeem opgelost. In de huidige situatie was hier namelijk een knelpunt door de insnoering van de rivier tussen de buitenstad van Vianen en Vreeswijk (Figuur 3-4). De Waalse Waard draagt 1,1 cm bij aan het behalen van de waterstandsdaling. In deze uiterwaard wordt, meer dan in de Bossenwaard, ingezet op rivierverruiming. De geul is fors gedimensioneerd en zorgt voor een ruime vergroting van het doorstroomprofiel onder de brug van de Rijksweg A27. Dit is ook een reden om deze geul in permanente verbinding met de rivier te stellen via duikers bij de instroom. Om morfologische effecten van deze permanente aantakking te beperken is de maximale afvoer door de nevengeul 1,5% van de Lekafvoer (wanneer de bovenstroomse drempel niet overstroomt), zie ook hoofdstuk 8.

Wat opvalt in Tabel 6-2 is dat in het VKA (VKA4) de bijdrage van de Pontwaard is afgenomen ten opzichte van het VVKA (VKA3). In het VKA is het doorstroomprofiel van de geul in de Pontwaard aangepast ten opzichte van het VVKA (gestuurd vanuit landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden, Tabel 4-1). Het doorstroomprofiel is zoveel mogelijk verruimd binnen de mogelijk afgraafcontouren, maar effectief is de doorstroomcapaciteit van de geul iets afgenomen ten opzichte van het VVKA. Om toch aan de taakstelling te kunnen voldoen is minder verruwing toegepast in de Bossenwaard waardoor de totale bijdrage van de Bossenwaard juist is toegenomen ten opzichte van het VVKA naar 0,9 cm. Dat de bijdrage van de Bossenwaard toch relatief klein is, ondanks de aanleg van flink wat rivierverruiming (geulen en verlaging kade) komt doordat in deze uiterwaard vooral wordt ingezet op het creëren van een rivierdynamische uiterwaard met veel natuurontwikkeling, en dus ruwheid.

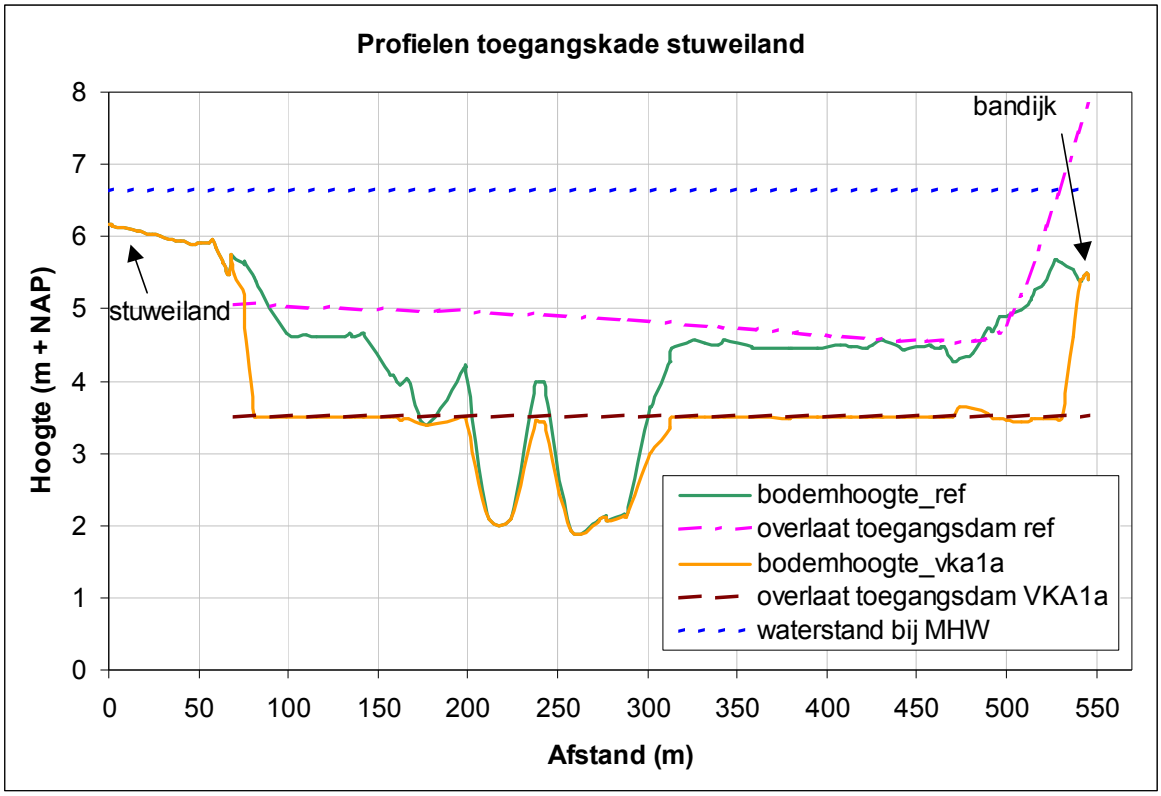
Het verlagen van de toegangsdam naar het stuweiland draagt het meeste bij aan het halen van de waterstandsdaling, namelijk 5,1 cm. Dit komt enerzijds doordat de toegangsdam (kmr 946.8) dicht bij het punt ligt waar de taakstelling getoetst dient te worden (kmr 945.2-946.2). Anderzijds gaat het om een flinke verlaging van zo'n 1,5 m over de volle breedte van de toegangsdam tot aan de bandijk (Figuur 6-5).

Basis	VKA interventie (VKA4a) zonder:	MHW effect	Verminderd effect t.o.v. VKA	*Verminderd effect t.o.v. VVKA*
VKA	--	-8,3	--	--
VKA	Bossenwaard	-7,4	0,9	*0,5*
VKA	Pontwaard	-7,3	1,0	*1,4*
VKA	Vianense Waard	-7,9	0,4	*0,5*
VKA	Waalse Waard	-7,2	1,1	*1,1*
VKA	verlagen toegangsdam stuweiland en recreatieplas 't Waal	-3,2	5,1	*5,2*

Tabel 6-2: MHW effect van het VKA in centimeter, wanneer ingrepen in de afzonderlijke uiterwaarden achterwege worden gelaten. Ter vergelijking is in de laatste kolom ook het resultaat van VVKA gegeven.



Figuur 6-4: MHW effect van het VKA (interventieniveau), wanneer ingrepen in de afzonderlijke uiterwaarden achterwege worden gelaten.



Figuur 6-5: Verlaging toegangsdam stuweiland Hagestein.

6.2 MHW effect buiten as van de rivier (aspect 1.2)

MHW verhoging

Paragraaf 6.1 laat zien dat de MHW verhoging in de as van de rivier groter dan 1 mm is, en dus niet toelaatbaar volgens het rivierkundig beoordelingskader. Het ontstaan van een verhoging, gerelateerd aan een grotere bovenstroomse waterstandsdaling, is echter inherent aan rivierverruiming en in bepaalde gevallen toelaatbaar (zie bijlage 1 van RKB). Het is hierbij belangrijk dat het belang van derden niet wordt geschaad. Dit betreft dan voornamelijk:

- Bedrijven/landerijen in de uiterwaarden
- Dijken/waterschappen.

Derden dienen gecompenseerd, waterschappen moeten een eventuele verhoging accepteren alvorens toch vergunning kan worden verleend.

Bijlage 13 geeft de MHW verhoging rond de Pontwaard (PW) en Bossenwaard (BW) in het 2-D vlak. Alleen verhogingen zijn getoond in de figuren. Tabel 6-3 geeft de maximale MHW verhoging voor de verschillende varianten op een aantal locaties in de uiterwaarden (op basis van de figuren in Bijlage 13). Hoewel MHW verhoging niet gewenst is, is het ontstaan hiervan inherent aan rivierverruiming in het plangebied, zeker hier gezien het knelpunt van de brug in de A2.

Variant	Beschrijving	MHW effect [cm]	Max. MHW verhoging as rivier	MHW verhoging PW *buitenstad*	MHW verhoging BW *oeverzone*	MHW verhoging BW *bandijk*
PKB	PKB variant	-5,4	+0,5	+1,7	geen	geen
Gekozen variant	Geul in Pontwaard achter boerderij langs	-11,8	+2,1	+2,1	+4,9	geen*
VKA1f	1e concept, streefbeeld	-8,3	+0,8	+0,1	+2,1	geen
VKA2b	2e concept, streefbeeld	-10,0	+0,9	+1,3	+2,0	geen
VKA3a	VVKA, interventiebeeld	-8,3	+2,1	+2,4	+3,7	+1,6
VKA3b	VVKA, streefbeeld	-10,2	+1,0	+1,3	+2,1	geen
VKA4a	VKA, interventiebeeld	-8,3	+1,6	+3,6	+3,7	+1,6
VKA4b	VKA, streefbeeld	-9,7	+0,9	+2,8	+2,2	geen
VKA5a	Projectontwerp, interventie	-8,1	+1,5	+3,4	+3,6	+1,6
VKA5b	Projectontwerp, streefbeeld	-8,8	+0,9	+2,4	+2,2	geen

*Tabel 6-3: Overzicht varianten met waterstandseffect in centimeter t.o.v. referentie, inclusief de maximale MHW verhoging.(PW= Pontwaard, BW = Bossenwaard) (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en paragraaf 4.5). * i.v.m. aanleg hoogwatervrij terrein buitendijks.*

Bossenwaard

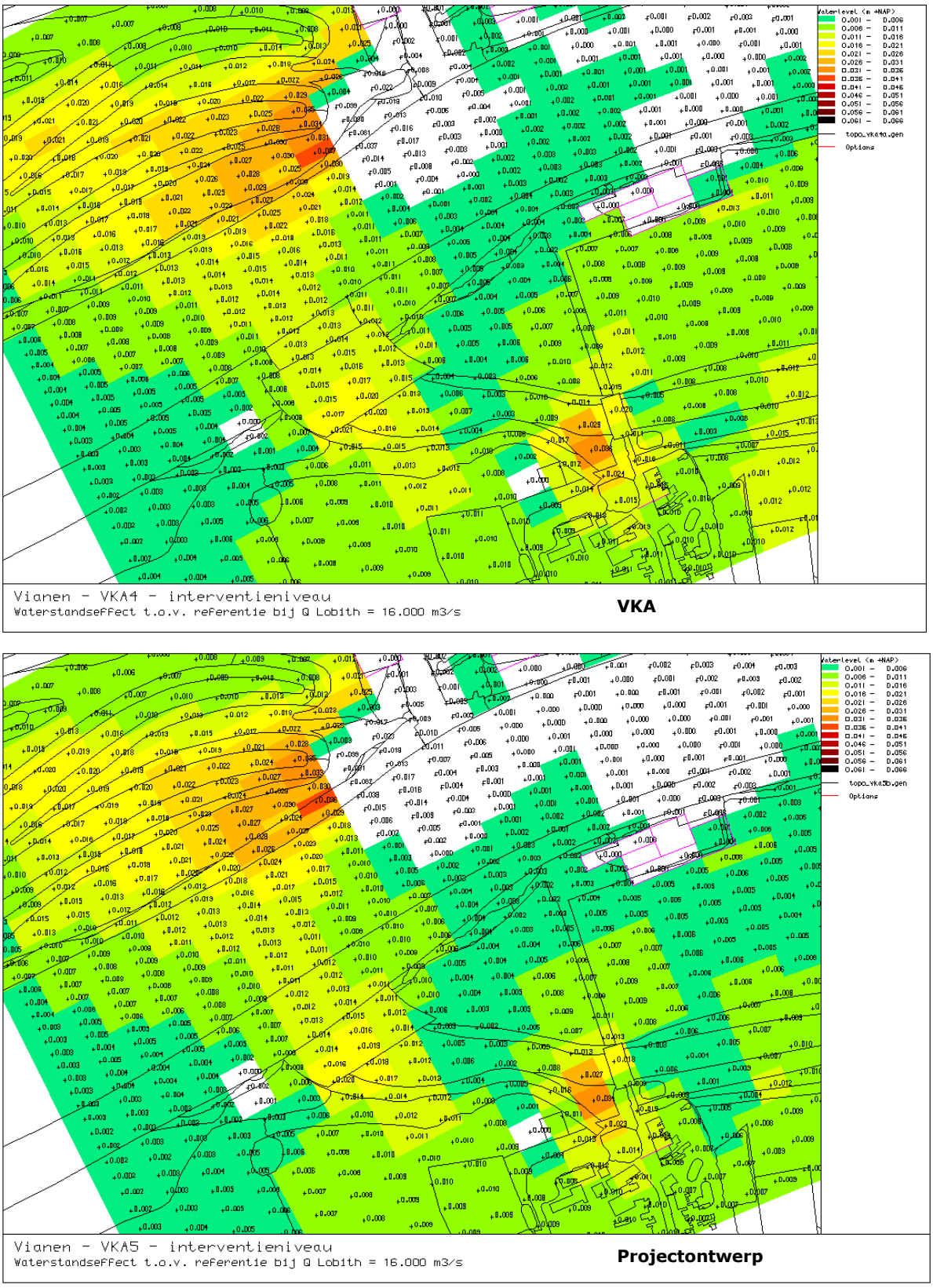
Voor de analyse van de MHW verhoging in de Bossenwaard is onderscheid gemaakt tussen de maximale verhoging in de oeverzone en langs de bandijk. Voor het interventiebeeld is de MHW verhoging bij de bandijk in de Bossenwaard, voor zowel het VKA als het Projectontwerp,maximaal 1,6 cm. Omdat de MHW verhoging langs de bandijk niet groter dan 2 cm is, en de MHW verhoging in de uiterwaard geminimaliseerd is, valt de resulterende MHW verhoging binnen acceptabele grenzen volgens de waterkeringbeheerder, zie paragraaf 5.3.3.

In de oeverzone ontstaat voor zowel het VVKA (VKA3) als het VKA (VKA4) en Projectontwerp (VKA5) lokaal een maximale (en heel lokale) MHW verhoging van 3,7 cm (zie bijvoorbeeld Figuur 6-6) doordat hier veel water de uiterwaard instroomt in de nieuwe situatie. De MHW verhoging in de oeverzone voor het interventiebeeld neemt af ten opzichte van de Gekozen Variant. In het proces is een aantal optimalisatieslagen uitgevoerd om de MHW verhoging zo klein mogelijk te houden. Zo is de verruiming in de Bossenwaard onder de A2 gemaximaliseerd en is ook de oeverzone waar mogelijk verlaagd. Stroomlijnen van brughoofden kan wellicht de MHW verhoging reduceren, maar dit zal de MHW verhoging in de oeverzone waarschijnlijk nauwelijks verlagen en tevens is dit waarschijnlijk een (te) dure maatregel.

Pontwaard

In de Pontwaard is de MHW verhoging maximaal langs de kering van de buitenstad van Vianen (zie bijvoorbeeld Figuur 6-6). In het VVKA (VKA3) is de maximale verhoging (in het interventiebeeld) 2,4 cm. In het VKA (VKA4) is deze verhoging toegenomen naar 3,7 cm en voor het Projectontwerp (VKA5) naar 3,6 cm. In de Pontwaard is in het VKA (VKA4), ten opzichte van het VVKA (VKA3), de MHW verhoging flink toegenomen (Tabel 6-3). Dit betreft echter een heel lokaal effect (Figuur 6-6). De verhoging ontstaat in de herstelde haven langs de oude Lek, net ten noorden van de buitenstad van Vianen. In dit "kommetje" kan het water moeilijk weg wat lokaal tot wat opstuwing leidt. Harm Kool van WSRL geeft per e-mail (d.d. 22/12/2010) aan dat een verhoging van deze omvang in de Pontwaard is toegestaan nabij de buitenstad bij een herhalingstijd van 1250 en 250 jaar, overwegende dat de gemiddelde

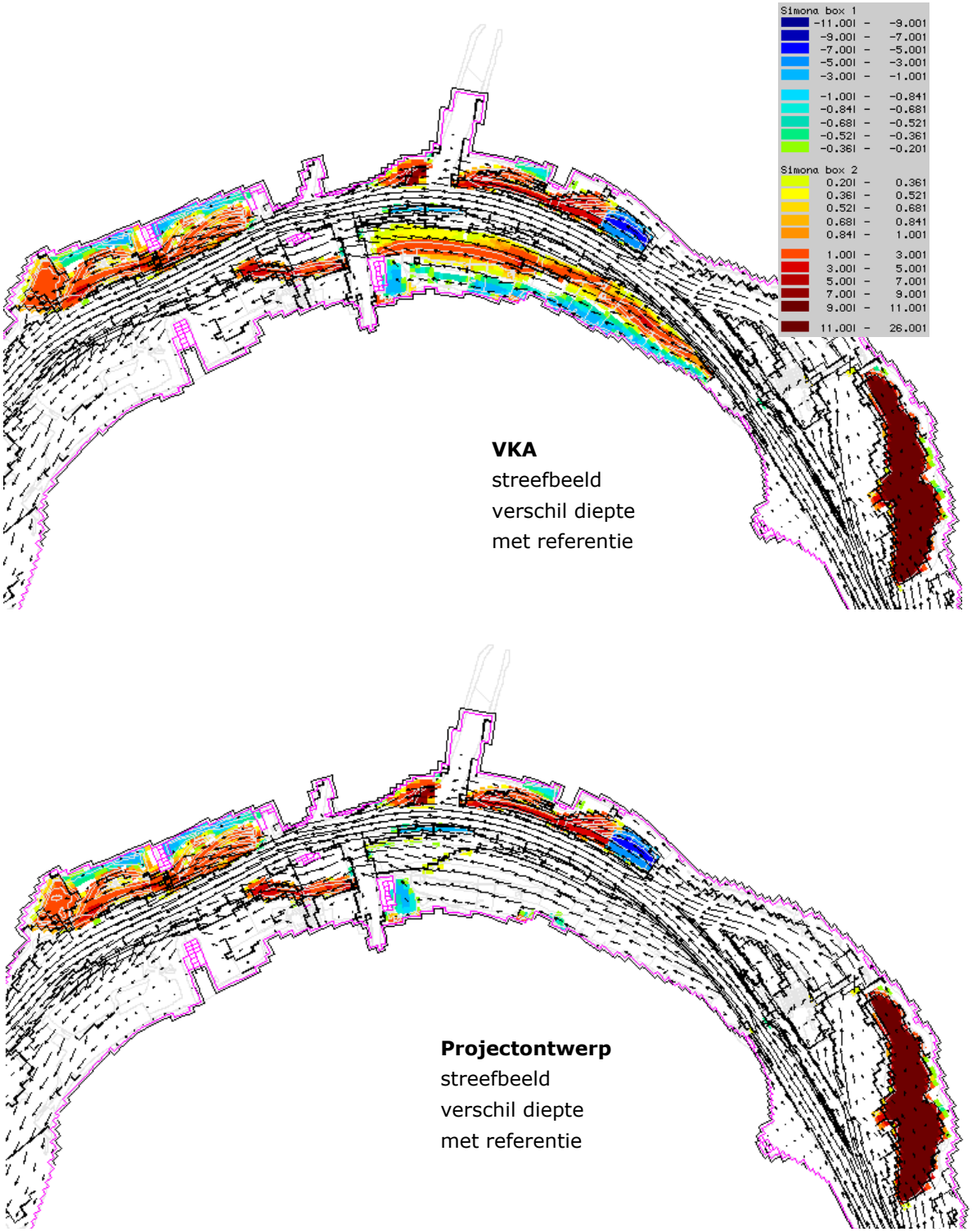
opstuwing bij de voorliggende waterkering van de Buitenstad en de primaire kering van de Pontwaard in de orde van grootte is van 2 cm.



Figuur 6-6: MHW verhoging in de Pontwaard en Bossenwaard voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Getallen geven de MHW verhoging in meter. De bandijk valt buiten dit figuur.

Bergend volume uiterwaarden

Figuur 6-7 geeft verschillen in waterdiepte tussen de referentie en VKA (streefbeeld) bij MHW condities. Verschillen kleiner dan 20 cm worden in de figuur niet getoond. Het is te zien dat op een aantal plaatsen de waterdiepte toeneemt, namelijk in de geulen en de plas in de Honswijkerwaard. Ook zijn er locaties waar de waterdiepte afneemt. Dit zijn vooral gebieden die in de referentiesituatie stromingsluw waren dicht tegen de bandijken aan, waardoor een verhoging van het terrein weinig effect heeft op waterstanden. Bij de verondiepte plas en (voornamelijk) tegen de bandijk in de Vianense Waard neemt de waterdiepte af ten opzichte van de huidige situatie (door de verhogingen).



Figuur 6-7: Waterdiepte verschil bij afvoer 16.000 m3/s met referentie voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een vermindering van de waterdiepte (m.a.w. rode delen zijn dieper, blauwe ondieper). Verschillen kleiner dan 20 cm worden in dit figuur niet getoond. Snelheidsvectoren zijn van na de ingreep evenals de overlaten.

Het bergend volume van de uiterwaarden mag bij MHW niet afnemen als gevolg van de vergravingen in de uiterwaarden. De figuren in Bijlage 10 (waterstanden en isolijnen) laten zien dat voor alle varianten de uiterwaarden geheel onder water staan, ondanks de plaatselijke

maaiveldverhogingen. De verandering van het bergend volume van de uiterwaarden is daarom geschat aan de hand van vergravingsvolumes per uiterwaard met Baseline. Tabel 6-4 geeft het resultaat voor het VVKA. Omdat het VKA qua vergraving nauwelijks afwijkt van het VVKA, is deze analyse niet herhaald voor het VKA. In bijna alle uiterwaarden neemt het bergend volume toe. Let op: dit betreft verschillen in de Baseline database, waar de vergravingen zijn geïmplementeerd ten opzichte van de in de database opgeslagen bodemligging (ingemeten in periode 1993-1997).

	Verhoging	Verlaging	Netto vergraving
Bossenwaard	88.500	394.000	-305.500
Pontwaard	0	164.500	-164.500
Vianense Waard	160.500	390.000	-229.500
Waalse Waard	236.000	347.000	-111.000
Totaal			810.500

Tabel 6-4: Vergraving in de verschillende uitwaarden op basis van 5x5m rasters uit Baseline database, afgerond op 500'en m^3 voor VVKA (VKA3).

Het effect op stroombeelden in de uiterwaard en inschatting morfologisch effect bij MHW

Stromingspatronen, in het zomerbed in de huidige situatie en de situatie met rivierverruimende maatregelen, geven een indicatie voor morfologische veranderingen in het zomerbed. Indien de rivier aanzandt, kan dit de scheepvaartfunctie beperken. Indien de rivier uitschuurt, kunnen waterbouwkundige constructies (o.a. kribben) en bruggen en dergelijke instabiel worden doordat funderingen worden aangetast. Dit is echter tijdens maatgevende afvoercondities niet relevant, maar wel na een hoogwater als ontstane verondiepingen de scheepvaartfunctie beperken en ontstane erosiekuilen de stabiliteit van constructies kunnen bedreigen.

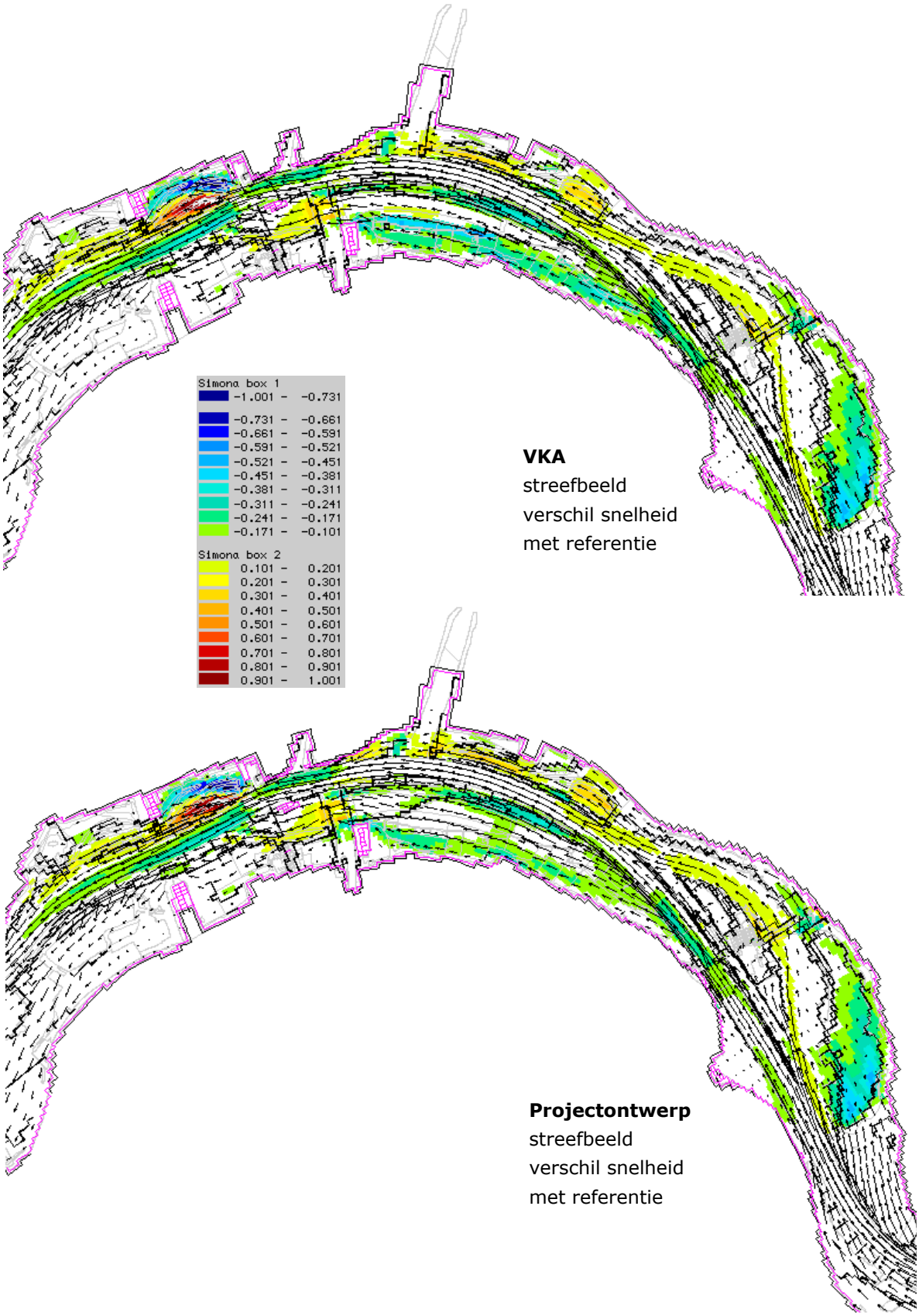
Het bepalen van de morfologische effecten als gevolg van de rivierverruiming, hangt echter niet alleen af van de verandering in het stroombeeld. Ook de kans van voorkomen van de afvoer waarbij stroomsnelheden worden geanalyseerd is belangrijk. Enerzijds treden de snelste bodemveranderingen op bij hoge afvoeren, als gevolg van het niet lineaire karakter van het sedimenttransport als functie van de stroomsnelheid (een 50% hogere stroomsnelheid resulteert bijvoorbeeld in 600% meer sedimenttransport). Anderzijds is de duur van die extreme situatie relatief kort zodat de tijd kort is waarbinnen de bodemveranderingen optreden. Verder is door de lage kans van voorkomen van hogere afvoeren (zoals de maatgevende afvoer), over lange tijd gezien de bijdrage aan de gemiddelde bodemveranderingen van hoge afvoeren beperkt. Gemiddelde afvoeren en de afvoer die past bij een jaarlijks hoogwater zijn meer bepalend voor de morfologische activiteit (zie bijvoorbeeld Mosselman en Vermeer, 2005).

Dit betekent dat aan de hand van de verandering in het stroombeeld tijdens maatgevend hoogwater geen betrouwbare kwantitatieve uitspraak kan worden gedaan over te verwachte morfologische effecten, en de invloed hiervan op scheepvaart. De stroombeelden geven echter wel een eerste indicatie van de tendens van morfologische effecten. Figuur 6-8 geeft het verschil in stroombeeld bij een maatgevende afvoer in de referentiesituatie en de situatie met de rivierverruiming (voor VKA en Projectontwerp, streefbeeld). Voor het Projectontwerp zijn in Bijlage 26 ook voor lagere afvoeren stroomsnelheidsverschillen met de referentie opgenomen. Door een herverdeling van de afvoer tussen het zomerbed en de uiterwaarden wordt tijdens maatgevend hoogwater meer water door de uiterwaarden geleid. Dit leidt met name in de omgeving van het stuweiland en de Bossenwaard tot een afname van de stroomsnelheden in

het zomerbed tijdens maatgevend hoogwater. Of de daling van stroomsnelheden in het riviertraject door eventuele aanzanding voor een negatief effect zorgt op scheepvaart is moeilijk te zeggen vanwege de kleine kans van voorkomen van het maatgevend hoogwater (gemiddeld eens per 1.250 jaar).

Eventuele morfologische effecten zijn van belang voor de scheepvaart als aanzandingen na een hoogwatersituatie als ondieptes achterblijven waar de scheepvaart last van heeft. Tevens is het van belang waar de oeverwallen ontstaan op de uiterwaarden in verband met veiligheid (moeten misschien worden verwijderd) en natuurwaarden (ontstaan van specifieke vegetatie).

In hoofdstuk 8 is verder ingegaan op de morfologische effecten van het ontwerp, ondersteund door Delft3D berekeningen. Verder is in paragraaf 7.2 het effect van het ontwerp op stroomsnelheden bij 10.000 m^3/s (Lobith afvoer) geanalyseerd, omdat deze afvoer een hogere frequentie van voorkomen heeft dan de maatgevende afvoer.



Figuur 6-8: Verschil in stroomsnelheid bij afvoer 16.000 m^3/s met referentie voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een lagere stroomsnelheid; positieve waarden een vergroting. Verschillen kleiner dan 10 cm/s worden in dit figuur niet getoond. Vectoren geven de snelheden na de ingreep. De overlaten zijn van na de ingreep.

Afvoer door uiterwaarden

De focus van het programma Ruimte voor de Rivier ligt op rivierverruimende maatregelen, waarbij de afvoercapaciteit via de verruiming in uiterwaarden wordt vergroot. De mate waarin de afvoercapaciteit door de ingrepen toeneemt, bepaalt de mate van de daling van maatgevende hoogwaterstanden.

Tabel 6-5 geeft voor een aantal varianten de afvoer die tijdens maatgevend hoogwater door de uiterwaarden in het projectgebied stroomt. In alle gevallen is de totale afvoer in de rivier de MHW afvoer door de Lek, namelijk 3.380 m^3/s. De afvoer door de Vianense Waard neemt ten opzichte van de referentie af voor alle varianten. Dit komt doordat de Vianense Waard in de referentiesituatie in het hydraulisch model vrijwel geheel uit glad grasland bestaat waarmee de uiterwaard een grotere afvoercapaciteit heeft dan in de variant met ontwikkelde vegetatie. De afvoer door de Bossenwaard, Waalse Waard, Pontwaard en over de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein nemen toe ten opzichte van de huidige situatie.

In het Projectontwerp wordt, net als in het VKA, de leikade verlaagd. Er zijn echter een tweetal verschillen tussen het VKA en het Projectontwerp die er voor zorgen dat de verlaging van de leikade aan effectiviteit verliest waardoor minder water door de Vianense Waard wordt afgevoerd (zie ook paragraaf 6.1). Ten eerste wordt de leikade over een kortere lengte verlaagd in verband met het inlaatwerk naar de Vianense Waard net ten noorden van de RWZI. Hierdoor is de afvoer over de leikade kleiner. Ten tweede wordt in het Projectontwerp bovenstrooms van de verlaagde leikade een nieuwe zomerkade met de huidige hoogte aangelegd. Hierdoor verliest het verlagen van de leikade aan effectiviteit. De afvoer door de overige uiterwaarden blijft ongeveer gelijk tussen VKA en Projectontwerp. Dit is ook een reden dat het uiteindelijke MHW effect van het Projectontwerp 0,2 cm lager is dan het VKA (Tabel 6-1). Het Projectontwerp voldoet wel aan de taakstelling).

Absoluut:

Variant	*beschrijving*	*MHW eff.*	*Q VW*	*Q BW*	*Q WW*	*Q PW*	*Q TD*
ref	Referentie	0,0 cm	1109	484	618	328	1508
gekvar	Gekozen variant	-11,8 cm	1047	674	790	512	1735
VKA1f	1e concept, streefbeeld	-8,3 cm	968	643	891	659	1737
VKA2a	2e concept, doemscenario	-5,9 cm	888	673	800	605	1745
VKA2b	2e concept, streefbeeld	-10,0 cm	993	701	927	627	1731
VKA3a	VVKA, interventiebeeld	-8,3 cm	978	709	795	580	1741
VKA3b	VVKA, streefbeeld	-10,2 cm	1017	719	930	612	1729
VKA3c	VVKA, doemscenario	-5,8 cm	918	685	776	582	1742
VKA4a	VKA, interventiebeeld	-8,3 cm	979	682	802	593	1731
VKA4b	VKA, streefbeeld	-9,7 cm	1007	685	929	632	1736
VKA5a	Projectontwerp, interventie	-8,1 cm	934	670	799	593	1731
VKA5b	Projectontwerp, streefbeeld	-8,8 cm	924	665	923	646	1738

Als percentage van de MHW afvoer:

Variant	*beschrijving*		*Q VW*	*Q BW*	*Q WW*	*Q PW*	*Q TD*
ref	Referentie		32,8%	14,3%	18,3%	9,7%	44,6%
gekvar	Gekozen variant		31,0%	19,9%	23,4%	15,1%	51,3%
VKA1f	1e concept, streefbeeld		28,7%	19,0%	26,4%	19,5%	51,4%
VKA2a	2e concept, doemscenario		26,3%	19,9%	23,7%	17,9%	51,6%
VKA2b	2e concept, streefbeeld		29,4%	20,7%	27,4%	18,5%	51,2%
VKA3a	VVKA, interventiebeeld		28,9%	21,0%	23,5%	17,2%	51,5%
VKA3b	VVKA, streefbeeld		30,1%	21,3%	27,5%	18,1%	51,2%
VKA3c	VVKA, doemscenario		27,2%	20,3%	23,0%	17,2%	51,5%
VKA4a	VKA, interventiebeeld		29,0%	20,2%	23,7%	17,5%	51,2%
VKA4b	VKA, streefbeeld		29,8%	20,3%	27,5%	18,7%	51,4%
VKA5a	Projectontwerp, interventie		27,6%	19,8%	23,6%	17,5%	51,2%
VKA5b	Projectontwerp, streefbeeld		27,3%	19,7%	27,3%	19,1%	51,4%

Tabel 6-5: Afvoer door verschillende uiterwaarden bij MHW condities. Q=afvoer, VW=Vianense Waard, BW=Bossenwaard, WW=Waalse Waard, PW=Pontwaard, TD=toegangsdam naar het stuweiland Hagestein. De afvoeren zijn in m^3/s. Het MHW effect is in cm. De MHW afvoer in de Lek is 3380 m^3/s. De getallen zijn zowel absoluut als in procenten ten opzichte van de totale Lekafvoer gegeven. (zie voor betekenis codering Figuur 2-1 en § 4.5)

Als we de afvoercapaciteit van de uiterwaarden voor VVKA interventieniveau en doemscenario met het streefbeeld vergelijken, neemt vooral de afvoer door de Vianense Waard en de Waalse Waard flink af. Zeker in deze uiterwaarden is goed beheer dus relevant, omdat daar bij nalatig beheer de afvoercapaciteit flink afneemt.

6.3 Belangrijkste conclusies MHW effect

- Het ontwerp op interventieniveau haalt de taakstelling van 8 cm op locatie 945.2 en 946.2
- Vooral de verlaging van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein, de rivierverruiming in de Honswijkerwaard en de geul in de Pontwaard dragen bij aan het halen van 8,3 cm waterstandsdaling bij MHW voor het VVKA (VKA3). Voor het VKA (VKA4) en Projectontwerp (VKA5) geldt dat ook;

- De MHW verhoging in de Pontwaard en de Bossenwaard en valt binnen acceptabele grenzen bij de waterkeringbeheerder;
- In het VVKA en VKA neemt het bergend volume in de uiterwaarden netto toe met circa 800.000 m^3 ten opzichte van de huidige situatie; Voor het Projectontwerp verandert het bergend volume in de uiterwaard slechts marginaal;
- Bij MHW condities nemen de stroomsnelheden in de hoofdgeul af met circa 0,2 m/s en kan aanzanding verwacht worden;
- De afvoer door de Vianense Waard bij MHW neemt af met 3-6% ten opzichte van de huidige situatie. De uiterwaard draagt door de verbinding met de Pontwaard via de verlaagde leikades langs het Merwedekanaal wel bij aan het halen van de taakstelling.
- Het MHW effect voor het streefbeeld Projectontwerp neemt af ten opzichte van het VKA. Dit komt door aanpassingen in het ontwerp in de Vianense Waard. Een direct effect hiervan is dat de beheersmarge voor het Projectontwerp reduceert naar 0,7 cm (in het VKA is dat 1,3 cm).

7 Effectbeoordeling in uiterwaarden

7.1 Waterstanden en inundatiefrequentie uiterwaarden (aspect 2.1)

Om inzicht te krijgen in de inundatiefrequentie van de uiterwaarden in het riviertraject tussen rkm 945 en 955 zijn WAQUA berekeningen uitgevoerd met de Bovenrijnafvoeren variërend tussen de 1.020 en 10.000 m^3/s. De berekeningen voor een Bovenrijn-afvoer tot en met 3000 m^3/s zijn uitgevoerd met het complete Rijntakken model, in verband met sturing van de stuwen in de Nederrijn-Lek op basis van waterstanden bij Lobith. De berekeningen voor afvoeren groter of gelijk aan 4.000 m^3/s zijn uitgevoerd met een WAQUA model voor alleen de Nederrijn-Lek.

Tabel 7-1 geeft een overzicht van de afvoeren en waterstanden die in het model zijn opgelegd. De Lekafvoeren (voor afvoeren groter dan of gelijk aan 4.000 m^3/s op de Bovenrijn) zijn afgeleid uit de afvoerverdeling van de Rijntakken 2000.1. Op de benedenrand van het model (Krimpen aan de Lek) is in het deelmodel voor de Nederrijn-Lek per afvoerniveau een waterstand opgelegd; in het gehele Rijntakken model zijn afvoer-waterstand (q-h) relaties toegepast voor Krimpen aan de Lek, Werkendam (beiden toegeleverd door PDR, codering "mhw98_3") en het Ketelmeer (overgenomen uit PKB WAQUA model).

Tabel 7-1. Rivierkundige berekeningen met Bovenrijn-afvoeren variërend tussen de 1020 en 10.000 m^3/s. De overschrijdingsfrequenties zijn geschat op basis van Tabel 5-2.

Bovenrijnafvoer [m^3/s]	Lekafvoer [m^3/s]	Waterstand benedenrand [m + NAP]	Overschrijdings-frequentie (1/jaar)
1.020	30	0,22	20
2.000	293[6]	0,35	11
3.000	520[6]	0,39	6
4.000	738	0,42	3
6.000	1.123	0,57	1
8.000	1.529	0,72	1/4
10.000	2.077[7]	0,90	1/14

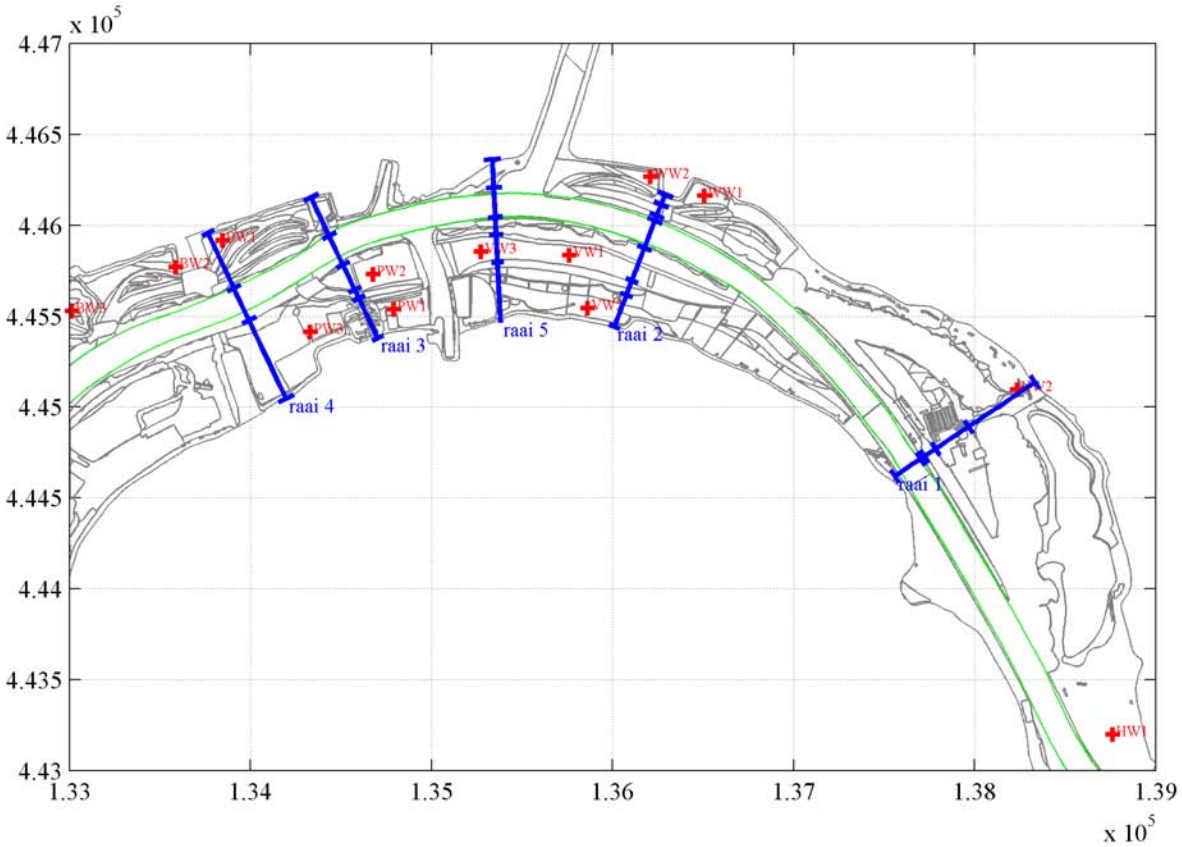
De rivierverruimingen beïnvloeden de inundatiefrequentie van de uiterwaarden. De analyse naar inundatiefrequentie is vooral relevant voor afvoeren die een hoge frequentie van voorkomen hebben. Dit zijn afvoeren kleiner dan 4.000 m^3/s (Bovenrijnafvoer). Deze afvoeren komen meerdere malen per jaar voor (Tabel 7-1). Een Bovenrijnafvoer van 6.000 m^3/s komt gemiddeld elk jaar voor, een Bovenrijnafvoer van 8.000 m^3/s komt gemiddeld eens per 4 jaar voor, een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s gemiddeld eens per 14 jaar. Op basis van de nieuwe betrekkingslijnen voor de Lek uit 2010 (zie paragraaf 5.3.7 en Bijlage 28) wijzigt de overschrijdingsfrequentie voor een Bovenrijnafvoer van 8.000 m^3/s naar ongeveer eens per 3 jaar en voor een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s naar ongeveer eens per 13 jaar.

Afvoeren kleiner dan 4.000 m^3/s (Bovenrijnafvoer) blijken een marginaal effect te hebben op de inundatiefrequentie van de uiterwaarden ("inundatie" van de geulen daargelaten).

[6] Deze afvoer op de Lek volgt uit een berekening met het volledige Rijntakkenmodel door de Bovenrijnafvoer bij Lobith te specificeren.
[7] Gebaseerd op informatie uit de basis WAQUA schematisatie van de PDR (bestand: "randvoorwaarden WAQUA-berekeningen.xls".

Op vijf dwarsdoorsneden in het riviertraject kmr 945 tot 955 is de inundatiefrequentie van de uiterwaarden bij de verschillende afvoeren geanalyseerd. Tevens is op dertien locaties de inundatiediepte bepaald. Voor illustratie van de locatie van raaien en dieptepunten, zie Figuur 7-1. De dwarsraaien zijn:

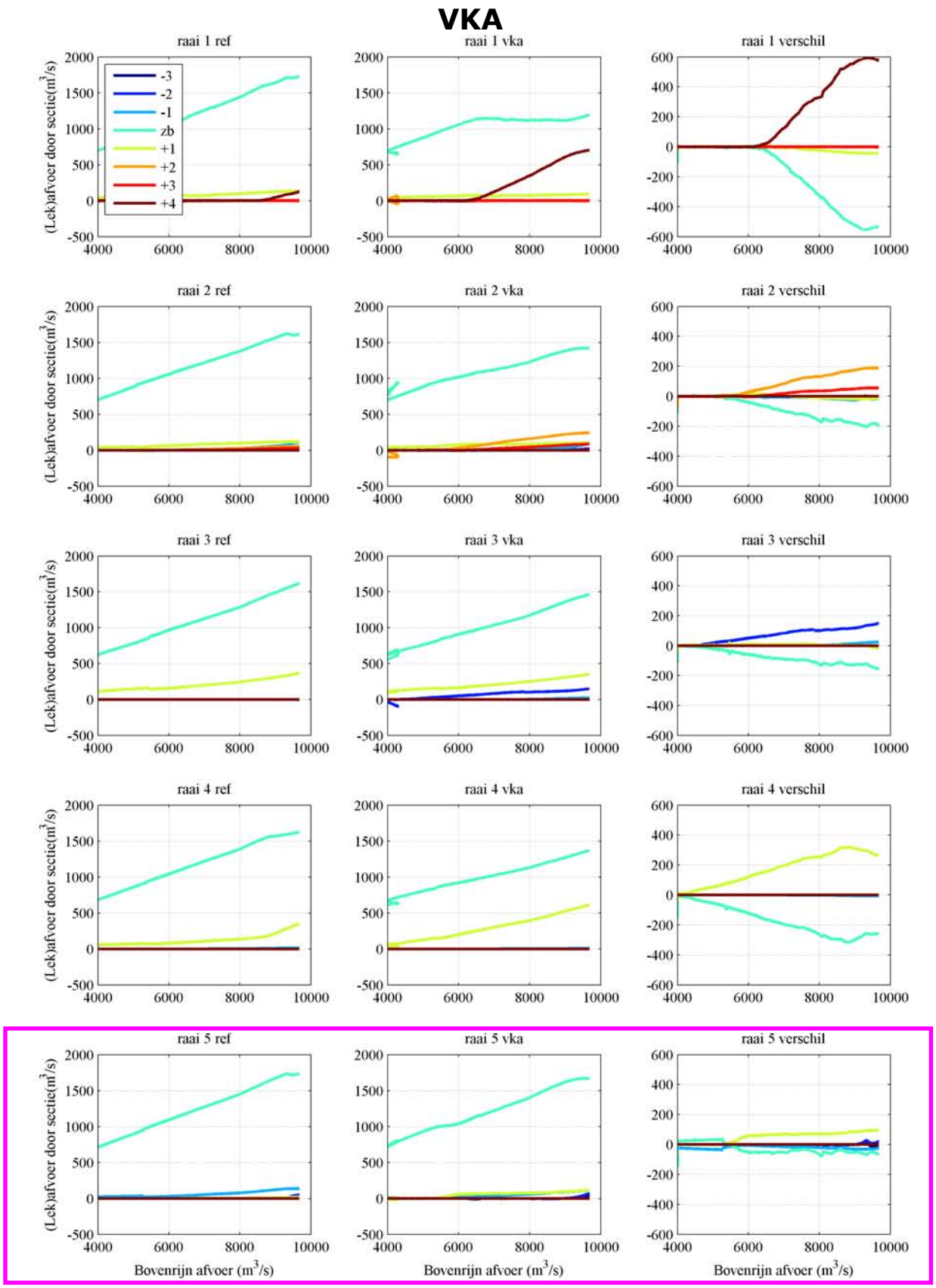
- Raai 1: Toegangsdam stuweiland Hagestein kmr 946.8
- Raai 2: Waalse Waard en Vianense Waard kmr 948.6
- Raai 3: Pontwaard kmr 950.9
- Raai 4: Bossenwaard kmr 951.6
- Raai 5: Vianense Waard kmr 950. Deze is dusdanig gepositioneerd dat de vergelijking met het Projectontwerp makkelijk is



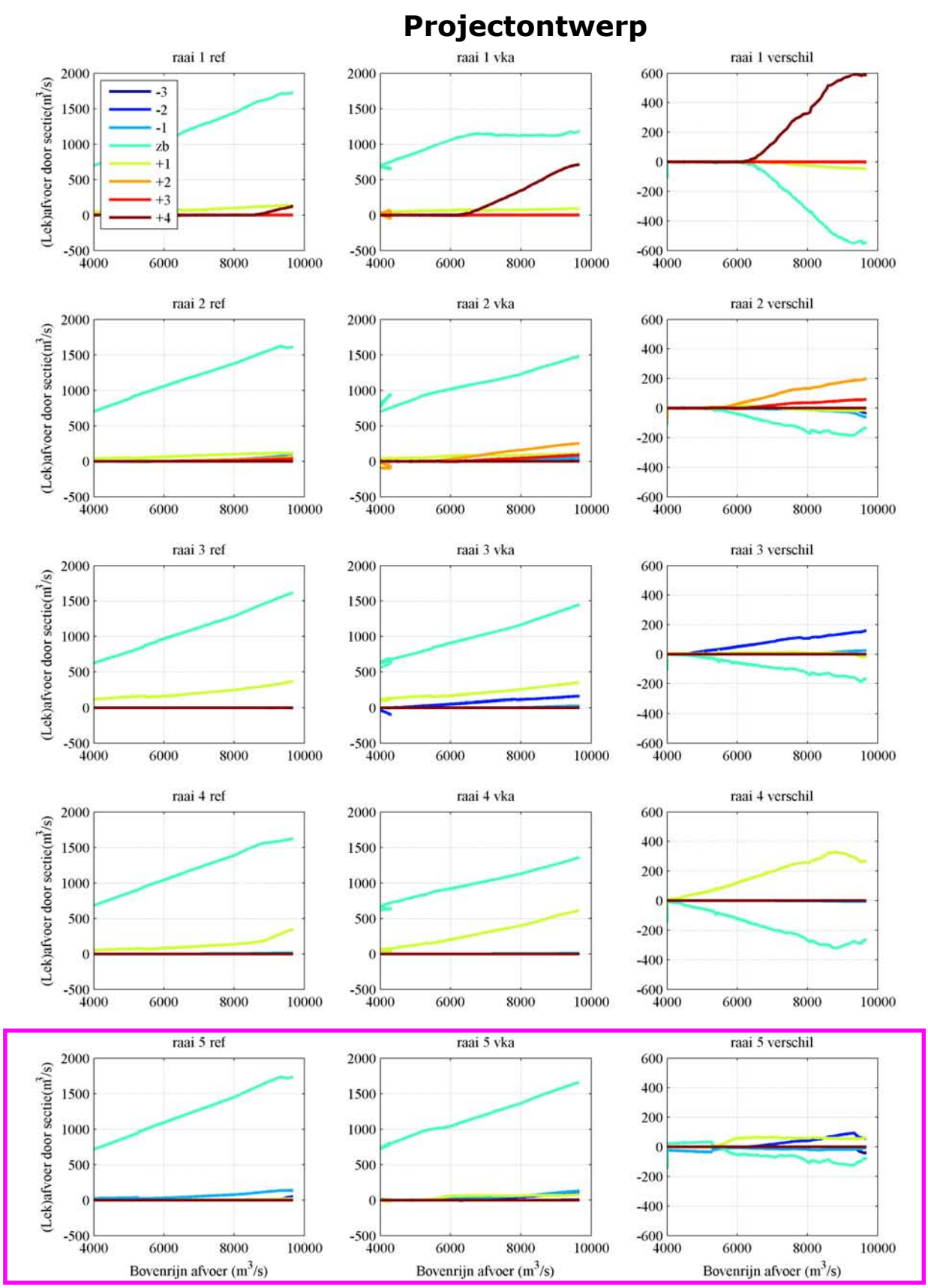
Figuur 7-1: Illustratie raaien en punten gebruikt voor analyse inundatiefrequentie uiterwaarden. De grijze lijnen geven de contouren voor VKA (streefbeeld), de groene lijn is de normaallijn. De blauwe lijnen representeren raaien voor de analyse, en die zijn onderverdeeld in stukken (zie tekst).

De gekozen dwarsdoorsneden liggen op locaties waar de inundatiefrequentie mogelijk verandert door de nieuwe inrichting van de uiterwaarden. Elke dwarsdoorsnede is verdeeld in een aantal delen om de afvoer uit te kunnen splitsen naar delen van de uiterwaard. Deze opsplitsing geeft inzicht in de frequentie van meestromen van de geulen en uiterwaarden.

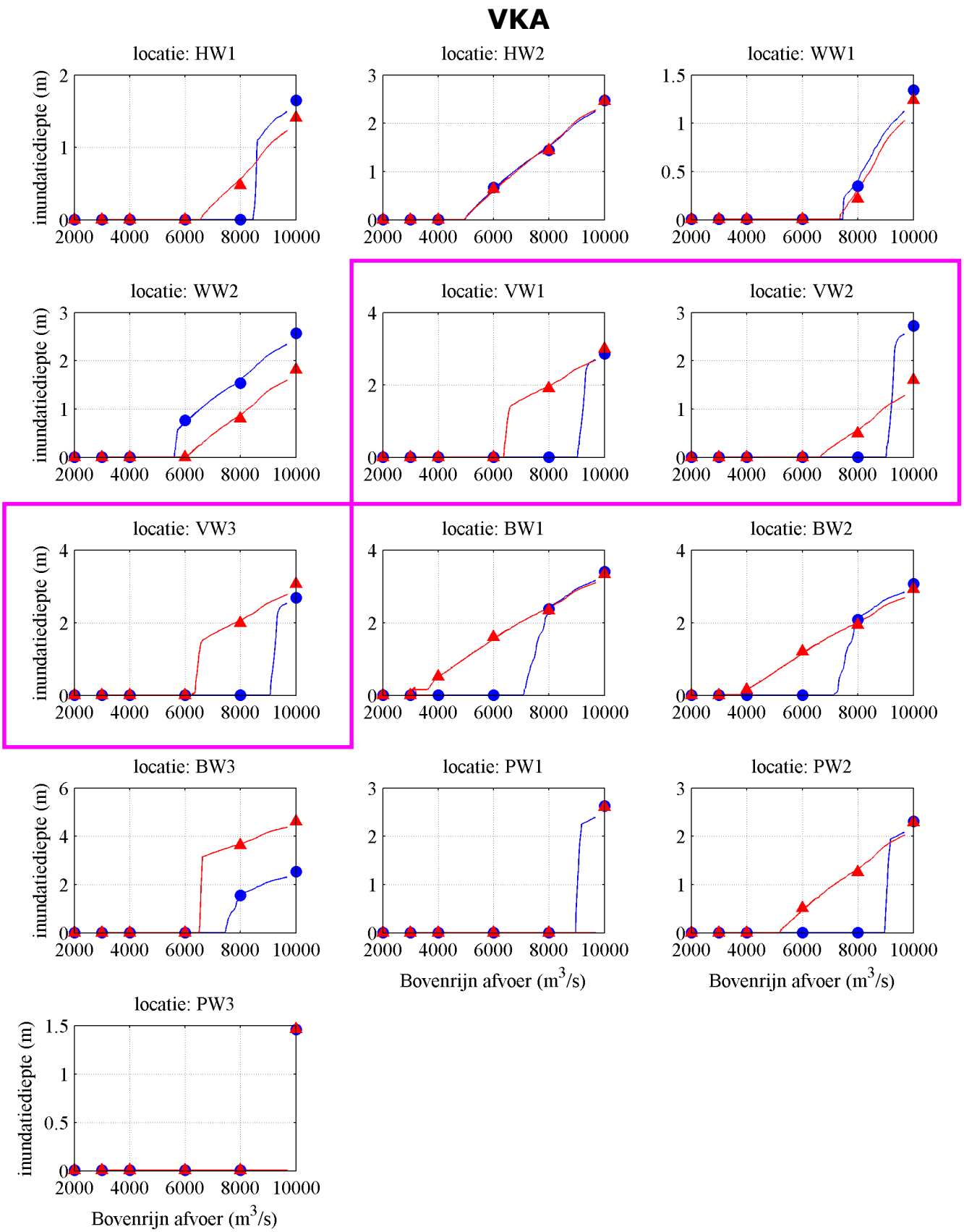
Voor elke dwarsdoorsnede is per afvoerniveau de afvoer door het zomerbed en door de uiterwaardsecties berekend, zie Figuur 7-2 (VKA) en Figuur 7-3 (Projectontwerp). Figuur 7-4 en Figuur 7-5 geven de inundatiediepte op een aantal locaties in de uiterwaarden (rode kruisjes) in het VKA en in het Projectontwerp. De grootste verschillen treden bij raai 5. De resultaten voor deze raai zijn met roze kaders omlijnd. In Bijlage 11 zijn de waterdiepten in de referentiesituatie, het VVKA (VKA3), het VKA (VKA4) en het Projectontwerp (VKA5)voor het streefbeeld en de zes afvoerniveaus opgenomen.



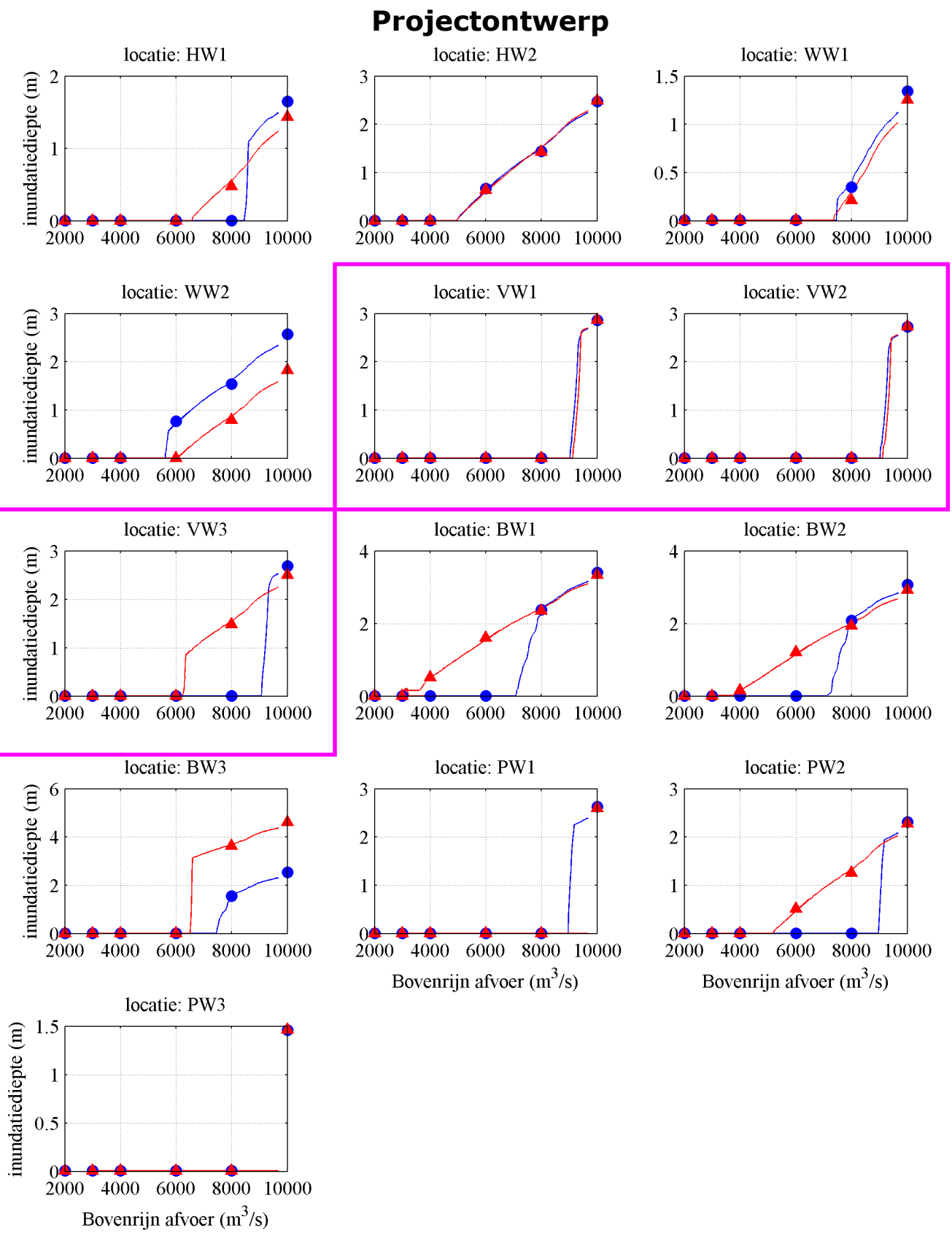
Figuur 7-2: Afvoerverdeling zomerbed en uiterwaardsecties voor 5 dwarsraaien. Linker panelen: referentie, midden panelen: VKA met streefbeeld ruwheden en bodemligging, rechter panelen: verschil (VKA minus referentie). De legenda geeft de opsplitsing van de raaien weer: zb=zomerbed secties, -1 betekent eerste sectie op linker oever, -2 betekent tweede sectie op linker oever, etc.



Figuur 7-3: Afvoerverdeling zomerbed en uiterwaardsecties voor 5 dwarsraaien voor het Projectontwerp. Linker panelen: referentie, midden panelen: VKA met streefbeeld ruwheden en bodemligging, rechter panelen: verschil (VKA minus referentie). De legenda geeft de opsplitsing van de raaien weer: zb=zomerbed secties, -1 betekent eerste sectie op linker oever, -2 betekent tweede sectie op linker oever, etc.



Figuur 7-4: Inundatiediepte VKA bij afvoeren variërend tussen 2.000 en 10.000 m3/s in uiterwaard ter plaatse punten in Figuur 7-1. Blauw: referentie, rood: VKA (streefbeeld)



Figuur 7-5: Inundatiediepte Projectontwerp bij afvoeren variërend tussen 2.000 en 10.000 m3/s in uiterwaard ter plaatse punten in Figuur 7-1. Blauw: referentie, rood: Projectontwerp (streefbeeld)

Locatie	Afvoer Bovenrijn waarbij locatie inundeert [m^3/s]			Schatting herhalingstijd [jaar]		
	Referentie	VKA	Project-ontwerp	Referentie	VKA	Project-ontwerp
HW1	8450	6556	6574	5,1	1,5	1,5
HW2	4953	4962	4962	0,6	0,6	0,6
WW1	7463	7346	7357	2,7	2,5	2,5
WW2	5613	6100	6102	0,8	1,1	1,1
VW1	9039	6371	9142	7,6	1,3	8,1
VW2	9029	6658	9129	7,5	1,6	8,0
VW3	9067	6238	6245	7,7	1,2	1,2
BW1	7078	3206	3216	2,1	<0,2	<0,2
BW2	7114	3768	3768	2,1	<0,3	<0,3
BW3	7439	6509	6510	2,6	1,5	1,5
PW1	8963	9683	9665	7,2	>11,6	>11,5
PW2	8968	5185	5186	7,2	0,6	0,6
PW3	9653	9683	9665	>11,4	>11,6	>11,5

Tabel 7-2: Inundatiefrequentie uiterwaarden op basis van selectie van locaties voor het VKA en het Projectontwerp.

Toegangsdam stuweiland Hagestein kmr 946.8 (raai 1)

Uit Figuur 7-2 kan afgeleid worden wanneer de toegangsdam naar het stuweiland overstroomt. In de referentiesituatie begint de oude Lekarm bij een Bovenrijnafvoer van zo'n 9.000 m^3/s mee te stromen, wat betekent dat er gemiddeld eens per 7,5 jaar water over de dam stroomt. In het VKA is de dam verlaagd naar 3,5 m+NAP, waardoor in de nieuwe situatie de dam overstroomt bij een Bovenrijnafvoer van ongeveer 6.500 m^3/s, wat overeenkomt met circa eens in de 2 jaar.

Het optreden van hoge waterstanden op de Lek benedenstrooms van stuw Hagestein (als gevolg van getijdeninvloed, zonder dat er sprake is van een hoge bovenstroomse rivierafvoer) wordt door het Waterdistrict als mogelijke kans van voorkomen gezien. Door de lage toegangsdam gaat er dan stroming vanuit de Lek naar boven de stuw plaatsvinden, bij gesloten stuw Hagestein. Dit heeft in zo'n geval extra invloed op de bereikbaarheid van het stuweiland.

Het probabilistische model Hydra-B is de officiële applicatie voor het toetsen van dijken op hoogte in het Benedenrivierengebied. Hydra-B berekent de waterstanden en hydraulische randvoorwaarden als functie van de terugkeertijd. Ook de inverse berekening is mogelijk: de overschrijdingsfrequentie van een waterstand. Hydra-B is hier gebruikt om de kans van voorkomen van een waterstand van 3,5 m+NAP op de Lek bij rkm 947 te schatten. Er is gebruik gemaakt van de TMR2006-versie van Hydra-B met bijbehorende database (TMR staat voor Thermometerrandvoorwaarden). In de analyse zijn alleen Bovenrijnafvoeren lager dan 4.000 m3/s meegenomen door de Rijnafvoer af te toppen op 4000 m3/s. Hiervoor is gekozen omdat bij afvoeren lager dan dan 4.000 m^3/s de stuw Hagestein (geheel of deels) gesloten is. Hydra-B berekent voor de waterstand van 3,5 m+NAP een overschrijdingsfrequentie van eens per 3203 jaar. Deze frequentie is zo klein dat geen rekening gehouden hoeft te worden met het mogelijk overstromen van de verlaagde toegangsdam uit benedenstroomse richting.

Honswijkerwaard

In de Honswijkerwaard (locatie 'HW1') is bij 8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer de inundatiediepte groter geworden door de ingreep. Dit komt omdat de uiterwaard meer in open verbinding staat met de rivier via de aangetakte recreatieplas (de zomerkade is doorgestoken).

Waalse Waard kmr 948.6 (raai 2)

De veranderingen in raai 2 in de Waalse Waard zijn marginaal omdat, de zomerkades en oeverzone vrijwel geheel in stand worden gehouden. De inundatiediepte op locatie 'WW1' en 'WW2' neemt iets af, omdat de bodem daar in het VKA wordt verhoogd. De inundatiefrequentie verandert niet noemenswaardig.

Vianense Waard kmr 948.6 (raai 2) en kmr 950 (raai 5)

Aan de oostzijde van het Merwedekanaal is de leikade verlaagd naar 3m+NAP. Tabel 7-2 laat zien dat de inundatiefrequentie van Vianense Waard van eens per 7,5 jaar, door verlaging van de leikade toeneemt naar ongeveer eens per 1,5 jaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de Vianense Waard bij deze afvoeren niet "meestroomt" maar vanuit benedenstroomse zijde "volstroomt". Dit komt doordat de zomerkade aan bovenstroomse zijde van de Vianense Waard in het VKA niet verlaagd wordt. Deze wijziging in inundatie is in principe onwenselijk (toename kweldruk Vianen), maar de verlaging van de leikades is noodzakelijk om de waterstandsdaling te kunnen realiseren. Een ander nadeel van dat ontwerp is dat bij meestromen van de uiterwaard dwarsstroom ontstaat in de monding van het Merwedekanaal waar de leikades verlaagd zijn. Bij het ontwerp woog dit nadeel op tegen het voordeel van de waterstandsverlaging. Tevens treedt deze dwarsstroming maar zeer beperkt op, omdat dit pas gebeurt wanneer de Vianense Waard effectief mee gaat stromen. Dit gebeurt pas wanneer de zomerkade aan bovenstroomse zijde van de Vianense Waard overstroomt. Ten opzichte van de huidige situatie zal deze dwarsstroom dus niet vaker voorkomen (zie ook paragraaf 7.3).

Vianense Waard: effect Projectontwerp

In extra ontwerpslag (het Projectontwerp) is daarom een alternatieve inrichting van de Vianense Waard uitgewerkt, waardoor de inundatiefrequentie van de Vianense Waard niet toeneemt. Significante verschillen tussen het VKA en Projectontwerp treden op voor raai 5 en locaties VW1-3 (zie roze "boxen" in figuren). Voor het Projectontwerp neemt de inundatiefrequentie in de Vianense Waard (ten zuiden van de zomerkade) niet toe ten opzichte van de huidige situatie. Dit in tegenstelling tot het VKA, waar de inundatiefrequentie aanzienlijk toeneemt. De in het Projectontwerp teruggelegde kade zorgt dus voor een afname van de inundatiefrequentie. Ten noorden van de teruggelegde zomerkade verandert (in zowel het VKA als het Projectontwerp) de inundatiefrequentie van eens per 7,5 jaar, naar ongeveer eens per 1,5 jaar. Ten zuiden van de zomerkade is de inundatiefrequentie in het Projectontwerp gelijk aan die van de huidige situatie.

Pontwaard kmr 950.9 (raai 3)

Ten zuiden van de geul in de Pontwaard veranderen de inundatiefrequentie en –diepte niet, omdat de zomerkades daar behouden of verplaatst worden. Ten noorden van de geul, tussen de geul en de Ponthoeve (locatie 'PW2') wordt de inundatiediepte groter en dit deel van de uiterwaard komt vaker onder water te staan. De oorzaak daarvan is dat de toegangskade deels wordt vervangen door een brug en het water dus eerder dat gebied kan bereiken. Dit deel van de uiterwaard staat in plaats van gemiddeld eens per 7,2 jaar, gemiddeld enkele keren per jaar onder water (Tabel 7-2). De verlaging van de westelijke leikade langs het Merwedekanaal zorgt voor dwarsstromen op het Merwedekanaal (Bijlage 15). Deze dwarsstroom onstaat reeds bij een Bovenrijnafvoer tussen de 4.000 en 6.000 m^3/s (zie ook paragraaf 7.3).

Bossenwaard kmr 951.60 (raai 4)

De aanleg van de geul en het verlagen van de zomerkade langs de Bossenwaard met ongeveer 1,5 tot 2 m (van ~ 4 m + NAP naar 2 m + NAP) versterkt de natuurwaarde van de uiterwaard en er ontstaat een rivierdynamisch systeem. De inundatiefrequentie- en diepte van de Bossenwaard neemt toe ten gevolge van de rivierverruiming. De Bossenwaard gaat eerder meestromen: bij <3.200 m^3/s in plaats van ongeveer 7.000 m^3/s (Tabel 7-2). Dit is goed te zien in de figuren in Bijlage 16 met de snelheidsvectoren die de richting en de grootte van de stroming aangeven. Bij hogere afvoeren (8.000 m^3/s en hoger) neemt de gemiddelde inundatiediepte af in de Bossenwaard, omdat het terrein lokaal is opgehoogd.

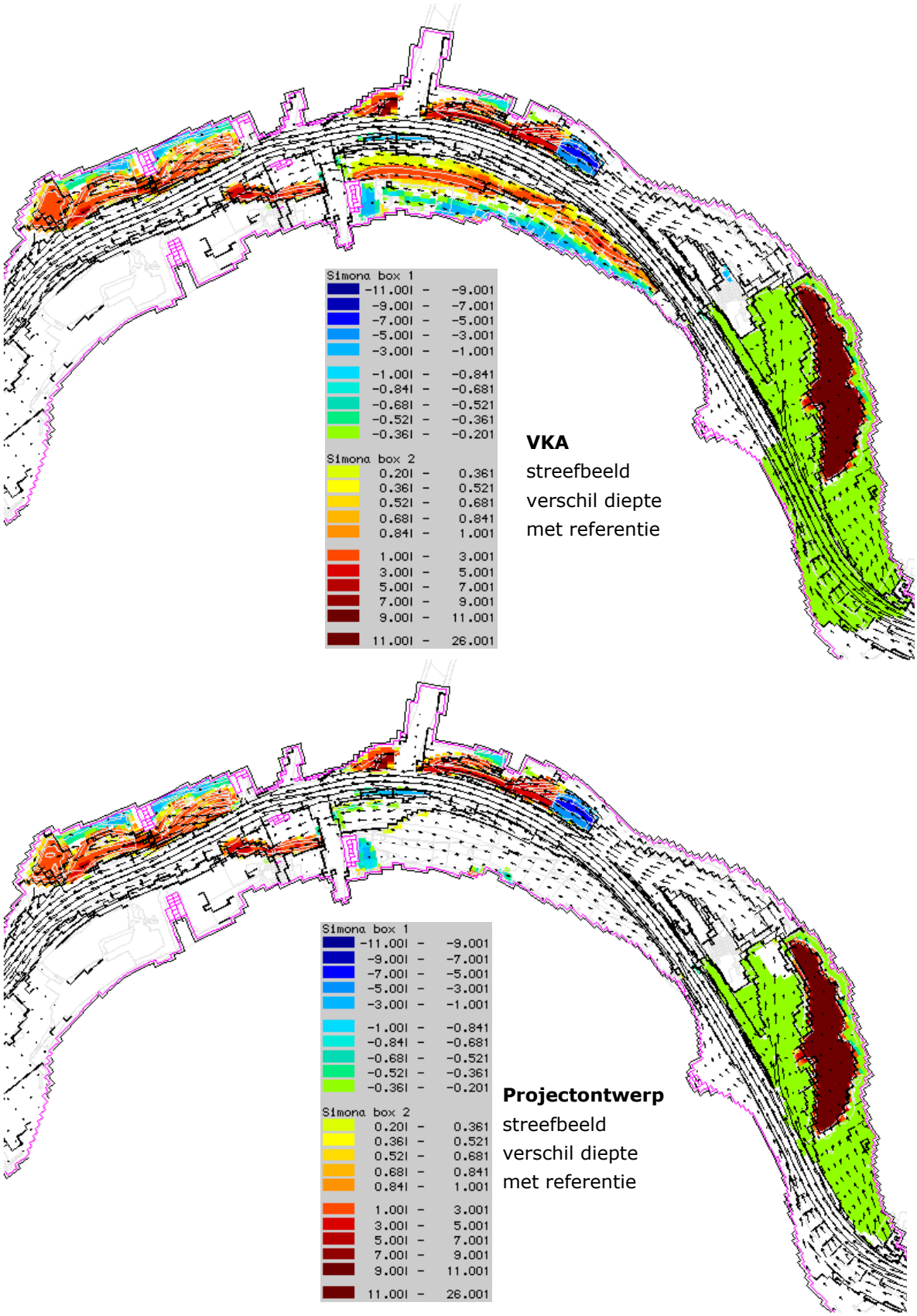
De grotere inundatiefrequentie is vanwege de nieuwe functie van de uiterwaard geen probleem (natuur met beperkte recreatie). Mogelijk ontstaat wel een probleem doordat de stroomsnelheid in het zomerbed iets afneemt. Een morfologische analyse met Delft3D laat zien dat de morfologische effecten acceptabel zijn (hoofdstuk 8).

7.2 Stroombeeld in uiterwaard (aspect 2.2)

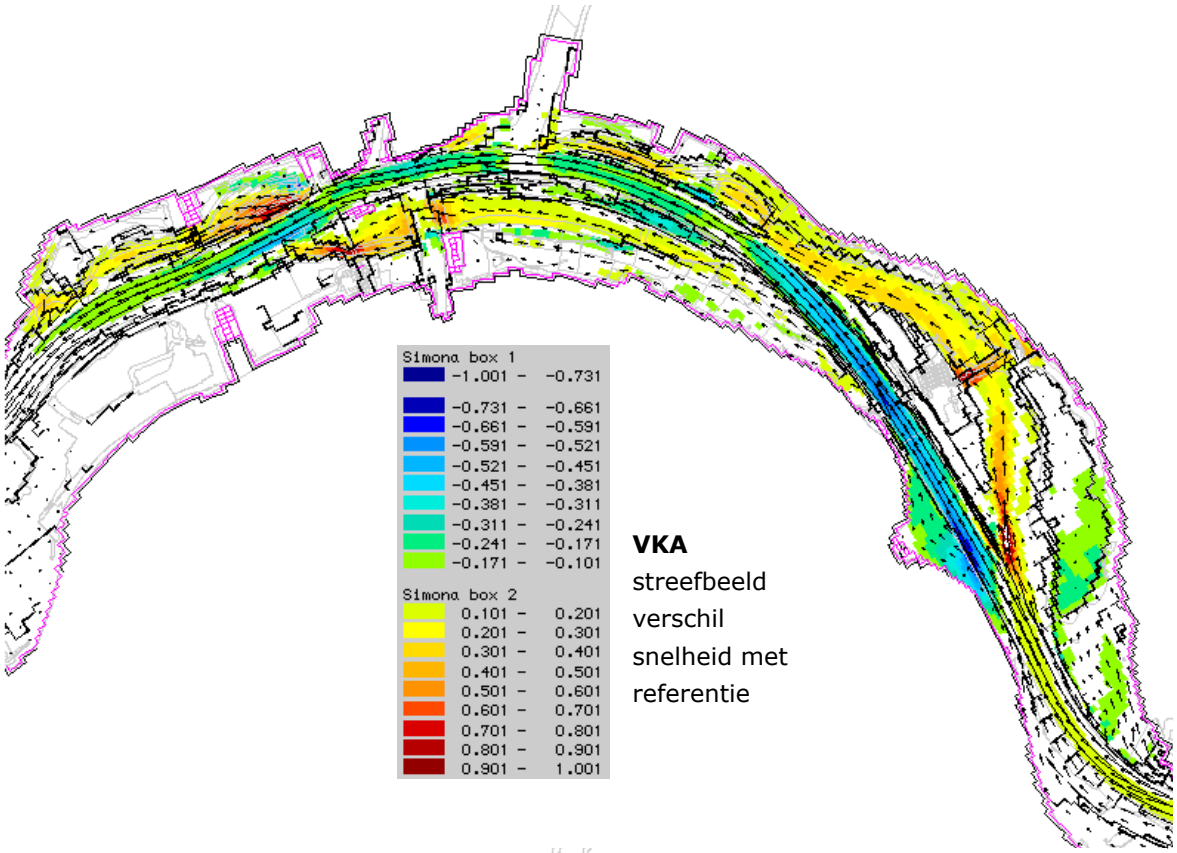
Een belangrijke reden om een berekening uit te voeren met een afvoer van 10.000 m^3/s is dat door ingrepen in het gebied (lokale) stroomsnelheden in de uiterwaard veranderen. Omdat bij 10.000 m^3/s de waterstanden lager zijn dan bij MHW, zijn de effecten op de waterstand en de stroomsnelheid relatief groter dan bij MHW (zie paragraaf 6.2). De oorzaak is dat relatief meer water door de hoofdgeul stroomt. 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 is ingeschat door het beoordelen van het stroombeeld in het gebied.

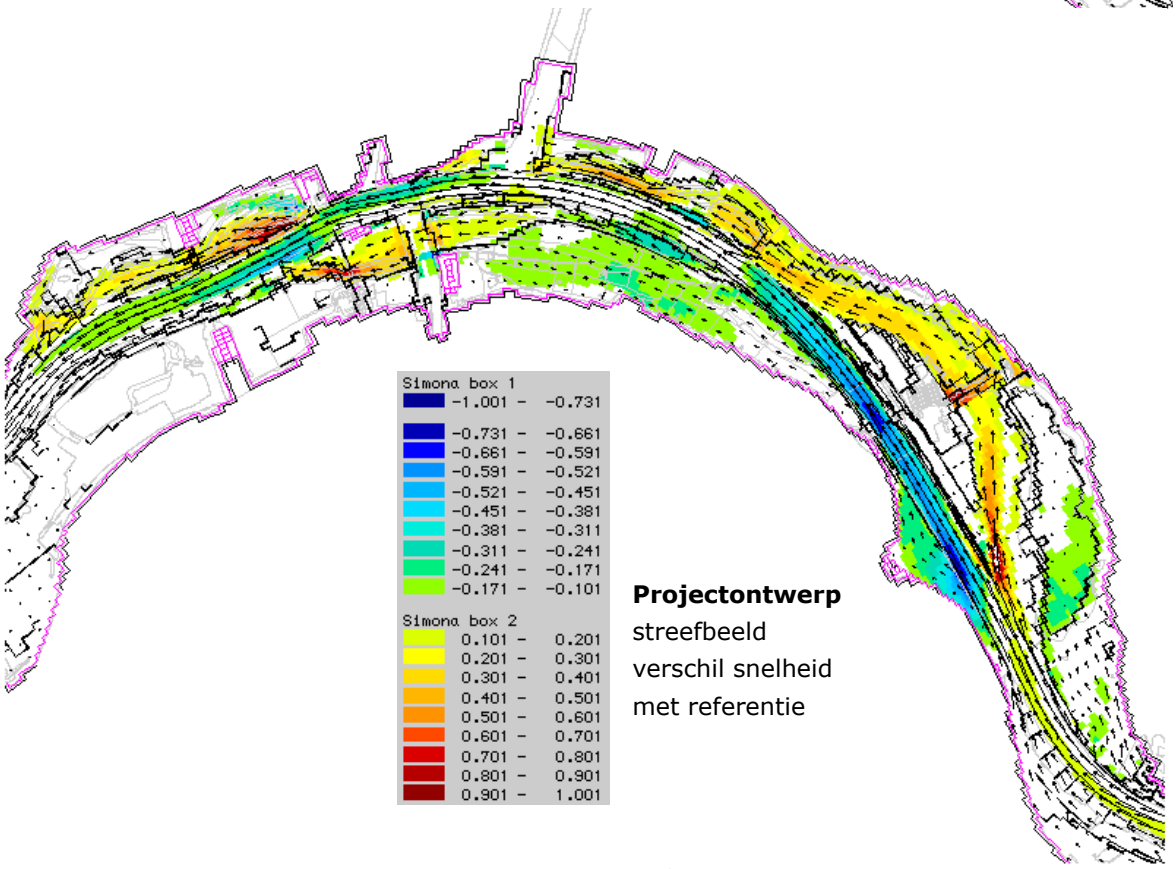
In Figuur 7-6 en Figuur 7-7 zijn verschillen in waterstanden en stroomsnelheden te zien bij 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer (voor het Projectontwerp staan, ter informatie, in Bijlage 26 verschillen in stroomsnelheid bij meerdere afvoerniveaus).
De grootste veranderingen in het stroombeeld zijn:

- Ter hoogte van de instroming richting de Honswijkerwaard neemt de stroomsnelheid bij 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer in de uiterwaard iets af en in het zomerbed iets toe. Dit zal naar verwachting geen morfologisch effect hebben.
- Juist bovenstrooms van de scheepvaartsluis bij Hagestein nemen lokaal de stroomsnelheden toe. Dit geeft geen aanleiding tot hinderlijke dwarsstromen voor de scheepvaart (7.3), omdat de stroming evenwijdig is aan de scheepvaartsluis.
- Ter plaatse van de geulen in het ontwerp nemen lokaal de stroomsnelheden toe. De stroomsnelheden zijn echter niet zo groot dat deze aanleiding geven tot erosie (paragraaf 8.4.2). Ter hoogte van de vernauwing van de geul ten zuiden van de Ponthoeve nemen de stroomsnelheden wel behoorlijk toe tot 1 m/s. Dit kan wel aanleiding geven tot erosie. Dit is een aandachtspunt voor de definitieve inrichtingsvariant. Bij overige versmallingen in geulen en bij de uitstroomopeningen van geulen, is in het ontwerp reeds voorzien in stortsteen langs de constructies. In de hydraulische WAQUA berekeningen is daar ook rekening mee gehouden.
- De snelheidstoename langs de bandijk is marginaal. Aandachtspunten zijn de westzijde in de Bossenwaard en de bandijk vanaf de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein tot aan de brug van de Rijksweg A27. Dit is verder geanalyseerd in paragraaf 8.4.2.



Figuur 7-6: Waterdiepte verschil bij afvoer 10.000 m3/s met referentie voor het VKA, streefbeeld (boven) en Projectontwerp, streefbeeld (onder). Negatieve waarden in de legenda betekenen een verkleining van de waterdiepte (m.a.w. rode delen zijn dieper, blauwe ondieper). Verschillen kleiner dan 20 cm worden in dit figuur niet getoond.





Figuur 7-7: Verschil in stroomsnelheid bij afvoer 10.000 m^3/s met referentie voor VKA4 (streefbeeld). Negatieve waarden in de legenda betekenen een kleinere stroomsnelheid; positieve waarden een vergroting. Verschillen kleiner dan 10 cm/s worden in dit figuur niet getoond. Vectoren geven de snelheden na de ingreep. De overlaten zijn van na de ingreep.

Een belangrijk aandachtspunt zijn de stabiliteit van oeverzones (paragraaf 5.3.6), in dit geval specifiek voor de Bossenwaard en Waalse Waard. In Bijlage 21 is bij een aantal afvoerniveaus de stroombeelden ter hoogte van de oeverzones gegeven. Hier kan het volgende uit worden geconcludeerd:

- In de Waalse Waard zijn de stroomsnelheden hoog bij de instroomdrempel; deze drempel is versterkt met stortsteen (zie Bijlage 5).
- In de Bossenwaard treden grote stroomsnelheden op onder brug van de Rijksweg A2 en bij de zone waar de uiterwaard instroomt. Onder de brug is verdediging aangebracht over de gehele zone met stortsteen (zie Bijlage 5). De instroomzone is niet voorzien van stortsteen. Deze zone is breder dan 50 meter en zal daarom niet snel doorbreken. Frequent monitoren is hier wel gewenst.

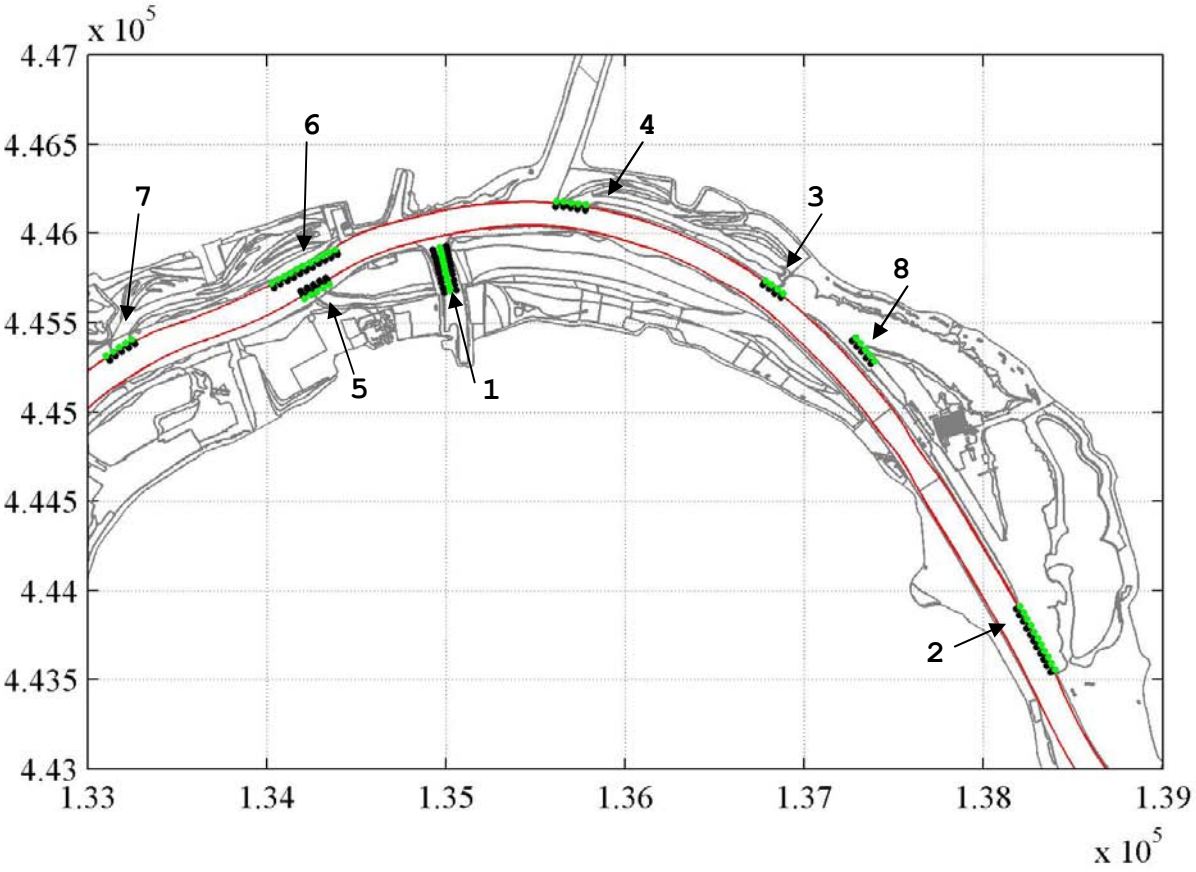
Het Projectontwerp leidt in de Vianense Waard (ten zuiden van de verlegde zomerkade) tot een afname van stroomsnelheden. Hier zal ten opzichte van de huidige situatie dan ook geen extra erosie optreden. Ten noorden van de verlegde zomerkade zijn de stroomsnelheden wel groter dan in de huidige situatie, maar ze zijn lager dan in het VKA. Voor de overige uiterwaarden in het plangebied zijn er geen significante verschillen ten opzichte van het VKA (het ontwerp is dan ook gelijk voor die uiterwaarden).

7.3 Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen (aspect 2.3)

Voor alle ontwerpslagen (conceptontwerpen, VVKA, VKA en Projectontwerp) is voor het streefbeeld de hinder voor de scheepvaart geanalyseerd, aan de hand van de component van de stroming loodrecht op de vaarrichting van schepen. Het criterium voor dwarsstromen is:

Bij meestromen nevengeulen mag op de rand van de vaarweg of bakenlijn (dat is de denkbeeldige lijn over de bakens op de kop van de kribben) de dwarsstroom bij een debiet (de hoofdgeul in- of uittredend) van < 50 m^3/s maximaal 0,30 m/s bedragen. Bij afvoeren groter dan 50 m^3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt maximale dwarsstroom van 0,15 m/s. Omdat deze lijn niet goed te definiëren is in het WAQUA-model, is de roosterlijn genomen in de hoofdgeul één lijn voor de kribkoppen langs.

De dwarsstromen zijn geanalyseerd voor de afvoerniveau's 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000 en 10.000 m^3/s bij Lobith. In de analyse is de vloedstroom niet betrokken omdat vloedstromen niet of nauwelijks doordringen tot Vianen. De component van de dwarssnelheid dwars op de vaargeul is voor de referentie en VKA (VKA4) weergegeven in Bijlage 14. Bijlage 15 geeft figuren van de dwarssnelheid in het Merwedekanaal (zowel in de richting van het kanaal, als dwars er op). Snelheden <10 cm/s worden in de figuren niet getoond. Er is een aantal locaties waar de dwarsstroom aan de rand van de vaargeul op de Nederrijn-Lek, toeneemt ten opzichte van de referentie situatie. Figuur 7-8 toont locaties waar de snelheid mogelijk kan toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Locatie 8 (sluiskanaal) is alleen geanalyseerd voor VVKA en VKA, en niet voor eerdere ontwerpen.



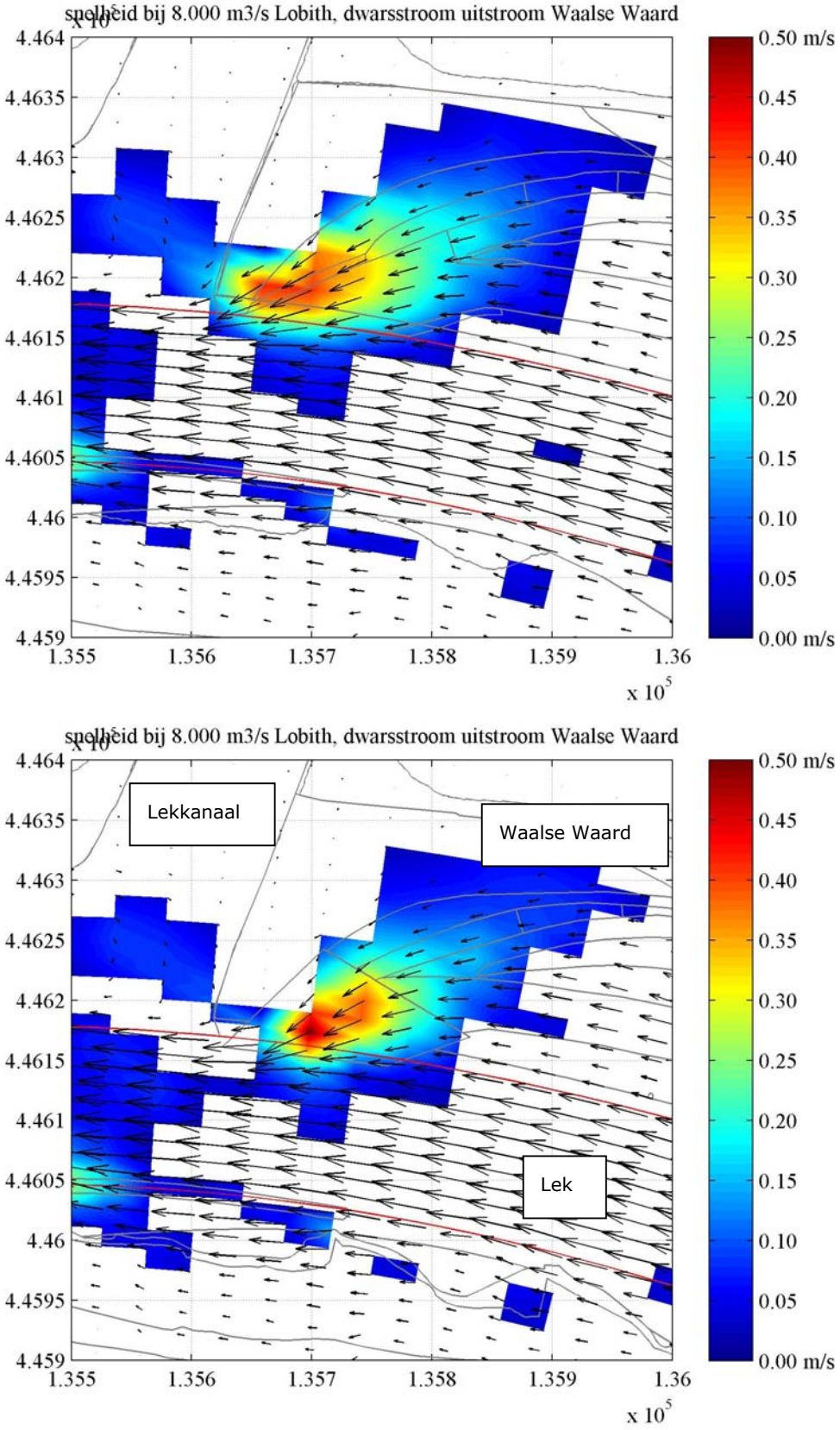
Figuur 7-8: Locaties voor analyse dwarsstromen. De maximale dwarsstroom wordt gezocht in de zwarte en groene punten; de afvoer wordt bepaald door de groene punten. De rode lijnen geven de normaallijnen weer. De grijze lijnen de contouren van het VKA1a.

Tabel 7-3 geeft een overzicht van de maximale dwarsstromen voor het VVKA (VKA3), VKA (VKA4) en het Projectontwerp (=VKA5) (allen streefbeeld situatie). In Bijlage 20 is voor alle ontwerpvarianten (t/m VKA) de dwarsstroming inzichtelijk gemaakt. De dwarsstroming in het Projectontwerp is apart beoordeeld, zie verderop in deze paragraaf. In Tabel 7-4 zijn de afvoeren voor de betreffende locaties gegeven. Deze afvoeren zijn gemeten door de raaien, aangegeven in Figuur 7-8.

Uit de tabellen en de Bijlage kunnen we het volgende concluderen:

- Op sommige locaties zijn de dwarsstromen in de huidige situatie al hoger dan toegestaan.
- Bij 4.000 m^3/s Lobith treden geen problemen op, omdat de dwarssnelheden <0,30 m/s zijn.
- Bij 6.000 m^3/s Lobith (overschrijdingsfrequentie van ~1*/jaar) overschrijden de dwarsstromen het criterium bij de uitstroom van de Waalse Waard en de Bossenwaard (1^e conceptontwerp, VKA1a) en voor het 2^e conceptontwerp (VKA2b) ook bij de Pontwaard (omdat daar nu meer debiet doorheen gaat).
- Bij 8.000 m^3/s Lobith (overschrijdingsfrequentie van ~1*/4 jaar) zijn er te grote dwarsstromen bij de in- en uitstroom van de Waalse Waard en de uitstroom van de Bossenwaard en Pontwaard.
- Een Lobith afvoer van 10.000 m^3/s (overschrijdingsfrequentie van ongeveer 1*/14 jaar) komt weinig voor en levert een situatie op waarbij de scheepvaart mogelijk gestremd zal worden in het Merwedekanaal. De dwarsstromen zijn over het algemeen ongeveer gelijk of minder hoog dan bij 8.000 m^3/s.

- Locatie 1 (Merwedekanaal): de verlaagde leikade aan de oostzijde van het Merwerdekanaal stroomt pas bij 10.000 m^3/s over vanuit de Vianense Waard. Bij dit afvoerniveau neemt de dwarssnelheid in het Merwedekanaal af ten opzichte van de huidige situatie, omdat de kade over een groter deel overstroomt. (in huidige situatie stroomt kade pal tegen de RWZI over en treedt lokaal hoge dwarssnelheid op). De westelijke leikade stroomt eerder over vanuit het Merwedekanaal, wat zorgt voor dwarsstromen aan de westelijke zijde van het kanaal.
- Locatie 4 (uitstroom Waalse Waard): in het 1^e conceptontwerp (VKA1) treden hier grote dwarsstromen op, tot meer dan 0,5 m/s bij 6000 m^3/s (zie Bijlage 20). Door een aanpassing in het ontwerp (van 2^e conceptontwerp (VKA2) naar VVKA (VKA3), minder haakse aansluiting op de hoofdgeul) nemen de dwarsstromen op locatie 4 af, maar ze zijn nog wel te groot. In het VKA (VKA4) is de maximale dwarsstroomcomponent, voornamelijk bij 8.000 m^3/s, toegenomen in vergelijking met het VVKA (Tabel 7-3). De uitstroomopening van de geul in de Waalse Waard is in het VKA anders ontworpen dan in het VVKA. Hierdoor neemt de dwarsstroomsnelheid lokaal iets toe, maar ontstaat er minder dwarsstroom ter hoogte van het Lekkanaal en is de zone met grote dwarsstromen in het VKA over een korter traject langs de vaargeul dan in het VVKA (Figuur 7-9). De lokaal grotere dwarsstroomcomponent levert geen extra problemen voor de scheepvaart (zie basisrapport Scheepvaart en Externe Veiligheid).
- Locatie 6 (instroom Bossenwaard): is eenzijdig benedenstrooms aangetakt, maar de oeverzone is wel verlaagd ten opzichte van de huidige situatie. Dit resulteert bij alle afvoeren in een verlaging van dwarssnelheden doordat de instroom over een groter deel van de oeverzone plaatsvindt.
- Locatie 8 (sluiskanaal): alleen bij 10.000 m^3/s te grote dwarsstromen.



Figuur 7-9: Snelheidsveld (vectoren) en stroomcomponent loodrecht op normaallijn (kleuren) voor het VVKA (VKA3) (boven) en het VKA (VKA4) (onder). De rode lijnen geven de normaallijnen, de grijze lijnen de contouren van de ruwheidsvlakken. Dwarsstromen <0.02 m/s zijn uit het figuur gefiltered.

Samengevat:

- De dwarsstromen nemen door de herinrichting in het gebied aanzienlijk toe met ongeveer 0,1-0,2 m/s. De dwarsstroming neemt met name toe ter plaatse van de uitstroomopeningen van geulenpatronen in de uiterwaarden.
- Een sterke toename van de dwarsstroom treedt op in de monding van het Merwedekanaal ten gevolge van het verlagen van de leikades. Bij een afvoer van 10.000 m^3/s bij Lobith zijn de dwarssnelheden veel hoger dan de toegestane 0,3 m/s en is stremming van de scheepvaart wellicht nodig. Aanpassingen in het ontwerp, met uitzondering van het verhogen van de kades, zullen dwarsstroming naar verwachting niet verder reduceren.
- De dwarsstroming is in het ontwerpproces (van de conceptontwerpen VKA1 en VKA 2 naar het VVKA (VKA3)) verminderd door aanpassing van de uitstroomopeningen. Dit is gerealiseerd door het water over een bredere opening terug te laten stromen in de rivier. Voorkomen van een toename van dwarsstromen is onvermijdelijk en inherent aan rivierverruiming in het gebied.

Wanneer we het Projectontwerp (VKA5) afzetten tegen het VKA (VKA4) treden er alleen **significante** verschillen op ter hoogte van het Merwedekanaal bij een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s. Het Projectontwerp is qua dwarsstroming gunstiger dan het VKA (zie bijvoorbeeld Figuur 23-6 of Figuur 23-10 in Bijlage 23). De volgende redenen zijn daarvoor aan te geven:

- in het Projectontwerp wordt de leikade langs het Merwedekanaal over een kortere afstand verlaagd dan in het VKA. Net ten noorden van de RWZI blijft namelijk een deel van de kade gehandhaafd, omdat daar duikers onder door liggen.
- hierdoor gaat ook minder afvoer over de leikade (Tabel 7-4). In principe leidt dit tot een afname van het MHW effect. Dit is een reden waarom de oeverwal in het Projectontwerp minder verruwd is dan in het VKA (zie paragraaf 4.5). Met deze aanpassing voldoet het Projectontwerp aan de taakstelling (paragraaf 6.1).
- bij de uitstroom van de Waalse Waard neemt in het Projectontwerp de dwarsstroom grootte bij 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer iets toe, omdat de afvoer door de geul iets toeneemt ten opzichte van het VKA.
- Opgemerkt dient te worden dat door het deels verlagen van de zomerkade in de Vianense Waard lokaal kleine dwarsstromen optreden ter plaatse van de verlaagde kade, doordat er nu meer (en bij lagere afvoeren) water over deze zomerkade wordt afgevoerd. Dit levert geen knelpunt voor de scheepvaart omdat de dwarsstromen niet in de buurt van de vaargeul optreden, maar ter hoogte van de verlaagde zomerkade.

Dwarsstromen VVKA (VKA3, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.29 (+0.24)	0.25 (+0.17)	0.41 (-0.06)
2	toegangsdam	0.15 (0.00)	0.20 (-0.07)	0.23 (-0.05)	**0.29 (+0.06)**
3	in WW	0.12 (0.00)	0.16 (0.00)	**0.24 (+0.11)**	**0.28 (+0.19)**
4	uit WW	0.14 (+0.06)	**0.22 (+0.15)**	**0.37 (+0.19)**	**0.26 (+0.12)**
5	uit PW	0.18 (+0.02)	**0.31 (+0.13)**	**0.34 (+0.21)**	**0.30 (+0.18)**
6	in BW	0.17 (-0.04)	0.25 (-0.01)	0.24 (-0.08)	0.27 (-0.16)
7	uit BW	0.16 (+0.01)	**0.26 (+0.14)**	**0.19 (+0.09)**	0.15 (+0.08)
8	sluiskanaal	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.08 (+0.08)	**0.17 (+0.13)**

Dwarsstromen VKA (VKA4, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.32 (+0.27)	0.27 (+0.19)	**0.49 (+0.02)**
2	toegangsdam	0.15 (+0.00)	0.24 (-0.03)	0.23 (-0.05)	**0.29 (+0.05)**
3	in WW	0.12 (+0.00)	0.16 (+0.00)	**0.23 (+0.11)**	**0.27 (+0.18)**
4	uit WW	0.07 (-0.01)	**0.26 (+0.19)**	**0.50 (+0.32)**	**0.33 (+0.19)**
5	uit PW	0.21 (+0.05)	**0.23 (+0.06)**	**0.21 (+0.08)**	**0.24 (+0.12)**
6	in BW	0.14 (-0.07)	0.15 (-0.11)	0.19 (-0.13)	0.24 (-0.19)
7	uit BW	0.17 (+0.01)	**0.26 (+0.13)**	**0.17 (+0.06)**	0.11 (+0.05)
8	sluiskanaal	0.00 (+0.00)	0.00 (+0.00)	0.08 (+0.08)	**0.17 (+0.13)**

Dwarsstromen Projectontwerp (VKA5, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.32 (+0.27)	0.28 (+0.20)	0.37 (-0.10)
2	toegangsdam	0.15 (0.00)	0.26 (-0.01)	0.23 (-0.05)	**0.28 (+0.05)**
3	in WW	0.12 (0.00)	0.16 (0.00)	**0.23 (+0.11)**	**0.28 (+0.20)**
4	uit WW	0.07 (-0.01)	**0.26 (+0.19)**	**0.50 (+0.31)**	**0.39 (+0.25)**
5	uit PW	0.21 (+0.05)	**0.23 (+0.06)**	**0.23 (+0.10)**	**0.22 (+0.11)**
6	in BW	0.14 (-0.07)	0.15 (-0.11)	0.20 (-0.13)	0.24 (-0.19)
7	uit BW	0.17 (+0.01)	**0.26 (+0.13)**	**0.17 (+0.06)**	0.11 (+0.04)
8	sluiskanaal	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.08 (+0.08)	0.15 (+0.12)

Tabel 7-3: Dwarsstromen voor het VVKA (boven) en het VKA (midden) en Projectontwerp (onder). Rode, vetgedrukte, getallen zijn situaties die niet voldoen (locaties met een afname ten opzichte van de referentiesituatie voldoen ongeacht de grootte van de dwarsstroom). Getallen tussen haakjes geven de verandering ten opzichte van de referentie. Negatief is een afname van de dwarsstroomsnelheid ten opzichte van de huidige situatie (positief een toename).

Afvoeren VKA (VKA4, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	lengte [m]	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	260	18	33	40	322
2	toegangsdam	440	0	10	267	530
3	in WW	160	1	37	133	206
4	uit WW	205	23	90	195	223
5	uit PW	200	11	60	76	127
6	in BW	400	24	83	163	280
7	uit BW	210	20	107	86	68
8	sluiskanaal	205	0	0	60	137

Afvoeren Projectontwerp (VKA5, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	lengte [m]	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	260	18	33	20	207
2	toegangsdam	440	0	9	266	534
3	in WW	160	1	34	133	214
4	uit WW	205	23	91	195	254
5	uit PW	200	11	60	82	118
6	in BW	400	24	83	166	278
7	uit BW	210	20	107	86	67
8	sluiskanaal	205	0	2	59	122

Tabel 7-4: Afvoeren door raai waarover dwarsstroom gemeten is [m^3/s] voor het VKA en het Projectontwerp. Ook de lengte van de raai waarover de afvoer is gemeten in is de tabel opgenomen.

Vanaf het begin van het ontwerpproces is getracht om voor de scheepvaart hinderlijke dwarsstromen zoveel mogelijk te beperken. In Bijlage 20 is bijvoorbeeld te zien dat door stroomlijnen van de uitstroom van de geul in de Waalse Waard van het 1e conceptontwerp (VKA1) naar het 2e conceptontwerp (VKA2) zijn afgenomen. In het VVKA (VKA3) zijn de dwarsstromen nog verder gereduceerd door de uitstroomopening iets te vergroten. Ook de reductie van de afvoer door de duikers van 3% naar 1,5% van de Lekafvoer draagt hier aan bij (zie ook paragraaf 8.5).

In de Gekozen Variant was in de Pontwaard, ten zuiden van de Ponthoeve, een permanent meestromende geul voorzien. Dit resulteerde in het gehele afvoerregiem tot dwarsstromen, vooral bij het Merwedekanaal. Deze geul heeft nu een niet-permanent meestromend karakter, wat er voor zorgt dat in het hele plangebied pas hinderlijke dwarsstromen optreden bij afvoeren van boven 4.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. Bovendien zijn de dwarsstromen bij een Bovenrijnafvoer van 6.000 m^3/s (overschrijdingsfrequentie van 1 keer per jaar) beperkt (Tabel 7-3), maar hoger dan het toegestane criterium. Bij hogere afvoeren blijven na intensieve optimalisatieslagen dwarsstromen over van maximaal 0,37 m/s (de dwarsstroom op het Merwedekanaal is een verbetering ten opzichte van de huidige situatie omdat de leikade nu een gelijkmatiger hoogte heeft en niet lokaal een laag stuk heeft).

Het is aan de beheerder van de vaarweg (RWS-ON) om te beoordelen of de resterende dwarsstromen acceptabel zijn, of dat nader onderzoek nodig is. Hierbij dient opgemerkt te

worden dat het ontstaan van dwarsstromen, net als MHW verhoging, bijna inherent is aan rivierverruiming, en dat verbetering door verdere ontwerpaanpassing moeilijk te realiseren is.

RWS heeft op basis van de resultaten met betrekking tot dwarsstromen voor het VVKA (VKA3) nader onderzoek gevraagd voor de invloed van de dwarsstromen op scheepvaartbewegingen. Daarom zijn voor het VVKA ontwerp "SHIPsimulaties" uitgevoerd. Met dergelijke simulaties kan inzichtelijk worden gemaakt of en hoe schepen hinder ondervinden van de dwarsstromen. De uitkomsten van deze berekeningen zijn uitgewerkt in het basisrapport Scheepvaart en Externe Veiligheid. De conclusie van de berekeningen is dat de dwarsstromen geen extra hinder ten opzichte van de huidige situatie opleveren (neutrale MER beoordeling).

In het VKA (VKA4) neemt bij de uitstroom van de Waalse Waard de dwarsstroomgrootte toe, ten opzichte van het VVKA (VKA3). RWS (Egbert IJmker) heeft aangegeven dat er geen nieuwe scheepssimulaties nodig zijn voor het gewijzigde stroombeeld rond de uitstroming van de geul in de Waalse Waard. RWS geeft aan dat op basis van de voor het VVKA uitgevoerde simulaties voldoende informatie beschikbaar is om op basis van de vlotheid en veiligheid van het VVKA conclusies te trekken voor het VKA. Hierbij heeft RWS wel zijn zorgen geuit over de dwarsstroming die bij de monding van de geulen in de Pontwaard en de Waalse Waard optreedt en stuurt aan op een verdere optimalisatie in SNIP4.

7.4 Belangrijkste conclusies effect uiterwaarden

Conclusies ten aanzien van de hydraulische effectbepaling in uiterwaarden zijn voor het VKA (VKA4) en eerdere varianten:

- De inundatiefrequentie verandert in de Vianense Waard door de verlaging van de leikades langs het Merwedekanaal. De inundatiefrequentie van Vianense Waard van eens per 7,5 jaar, neemt door verlaging van de leikade toe naar ongeveer eens per 1,5 jaar. Ook in de Bossenwaard wordt de inundatiefrequentie groter door verlaging van de oeverzone en verwijdering van de zomerkade: de Bossenwaard gaat eerder meestromen bij <3.200 m^3/s in plaats van ongeveer 7.000 m^3/s. In de Pontwaard neemt door het vervangen van een kade door een brug de inundatiefrequentie toe. Ten zuiden van de geul is geen toename van de inundatiefrequentie, omdat daar een zomerkade wordt teruggelegd. De inundatiefrequentie van de Waalse Waard verandert niet noemenswaardig.
- De stroomsnelheden in de uiterwaard nemen toe met ongeveer 0,2 m/s en op sommige locaties met 0,6 m/s, bij een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s, omdat meer afvoer via de uiterwaard afstroomt.
- De stroomsnelheden in de hoofdgeul nemen af door de veranderde afvoerverdeling tussen hoofdgeul en uiterwaard. De snelheidsafname in de hoofdgeul ligt tussen 0,3 m/s en 0,7 m/s, bij een afvoerniveau van 10.000 m^3/s.
- Op een aantal locaties zijn de dwarsstromen in de huidige situatie al hoger dan toegestaan. De dwarsstromen nemen door de herinrichting in het gebied aanzienlijk toe met ongeveer 0,1-0,2 m/s. De dwarsstroming neemt met name toe ter plaatse van de uitstroomopeningen van geulenpatronen in de uiterwaarden, en het Merwedekanaal.
- Een sterke toename van de dwarsstroom treedt op in de monding van het Merwedekanaal ten gevolge van het verlagen van de leikades. Bij een afvoer van 10.000 m^3/s bij Lobith zijn de dwarssnelheden veel hoger dan de toegestane 0,3 m/s en is stremming van de scheepvaart wellicht nodig.
- De dwarsstroming is in het ontwerpproces (van de conceptontwerpen (VKA 1 naar VKA 2) naar het VVKA (VKA3)) verminderd door aanpassing van de uitstroomopeningen. Dit is

gerealiseerd door het water over een bredere opening terug te laten stromen de rivier. Ook de reductie van de afvoer door de duikers van de geul in de Waalse Waard van 3% naar 1,5% van de Lekafvoer draagt hier aan bij.
- Aanpassingen aan het ontwerp, behalve het verhogen van de kades, zullen de dwarsstroom nauwelijks beïnvloeden. Toename van dwarsstromen lijkt onvermijdelijk en inherent aan rivierverruiming in dit gebied.
- In het Basisrapport Scheepvaart en externe veiligheid is geconcludeerd dat het project, buiten de hiervoor besproken dwarsstroming, niet tot situaties zal leiden die minder veilig en vlot zijn dan in de huidige situatie.
- De toename van dwarsstroomsnelheid bij de uitstroom van de Waalse Waard (voor VKA ten opzichte van VVKA) geeft geen noodzaak tot het uitvoeren van nieuwe scheepssimulaties (email Jurriaan Lambeek, d.d. 7/1/2011).

Conclusies ten aanzien van de hydraulische effectbepaling in uiterwaarden zijn voor het Projectontwerp (VKA5):
- De inundatiefrequentie in de Vianense Waard blijft, ten zuiden van de verlegde zomerkade, gelijk aan de huidige situatie. In de overige uiterwaarden zijn geen significante veranderingen ten opzichte van het VKA.
- Ten zuiden van de verlegde zomerkade in de Vianense Waard nemen de stroomsnelheden af ten opzichte van de huidige situatie. Hier zal ten opzichte van de huidige situatie dan ook geen extra erosie optreden. Ten noorden van de verlegde zomerkade zijn de stroomsnelheden wel groter dan in de huidige situatie, maar ze zijn lager dan in het VKA. Voor de overige uiterwaarden in het plangebied zijn er geen significante verschillen ten opzichte van het VKA.
- Wanneer we het Projectontwerp afzetten tegen het VKA treden er alleen **significante** verschillen op ter hoogte van het Merwedekanaal bij een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s. Het Projectontwerp is qua dwarsstroming gunstiger dan het VKA. Dit komt doordat er in het Projectontwerp minder water over de verlaagde leikade wordt afgevoerd.
- bij de uitstroom van de Waalse Waard neemt in het Projectontwerp de dwarsstroom grootte bij 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer iets toe, omdat de afvoer door de geul iets toeneemt ten opzichte van het VKA.
- Door het deels verlagen van de zomerkade in de Vianense Waard treden lokaal kleine dwarsstromen op ter plaatse van de verlaagde kade, doordat er nu meer (en bij lagere afvoeren) water over deze zomerkade wordt afgevoerd. Dit levert geen knelpunt voor de scheepvaart omdat de dwarsstromen niet in de buurt van de vaargeul optreden, maar ter hoogte van de verlaagde zomerkade.

8 Morfologie en scheepvaart

Opmerkingen vooraf:
- De morfologische analyse met Delft3D is uitgevoerd voor het VVKA (VKA3), zie Deltares (2010). Het VKA (VKA4) wijkt vanuit morfologie oogpunt zo weinig af van het VVKA, dat extra berekeningen niet nodig zijn.
- Scheepvaart effecten gerelateerd aan het optreden van dwarsstromen zijn behandeld in paragraaf 7.3 en in het basisrapport Scheepvaart en Externe Veiligheid.
- Een kwalitatieve inschatting van de morfologische effecten van het Projectontwerp (=VKA5) ten opzichte van het VVKA (=VKA3) is gegeven in paragraaf 8.4.1.
-

8.1 Inleiding

De morfologische analyse van de ingrepen uit de SNIP3-fase is, los van deze planstudie en in opdracht van de Waterdienst, uitgevoerd door Deltares. HKV is hierbij onderaannemer van Deltares geweest en heeft de Delft3D berekeningen uitgevoerd. HKV levert de resultaten van de berekeningen op aan Deltares, die vervolgens de morfologische analyse uitvoert. Deltares (2010) beschrijft de morfologische effectbepaling voor het eerste conceptontwerp (VKA1) en het VVKA (VKA3). Dit rapport vormt de basis voor de morfologische effectbeoordeling (paragraaf 8.4.1).

De werkwijzer voor de beoordeling van rivierkundige ingrepen van RWS-ON beschrijft drie stappen die bij rivierverruimingsprojecten moeten worden doorlopen:
1. Optimalisatie van het ontwerp in het Ruimte voor de Rivier project om de aanzanding in het zomerbed te minimaliseren
2. Indien nodig (bijvoorbeeld in geval van ontstaan scheepvaartknelpunt) worden vervolgens mitigerende maatregelen in het zomerbed geïnventariseerd en uitgewerkt
3. Indien er na stap 2 nog te veel aanzanding optreedt, dan wordt deze met baggerwerk verwijderd.

Bovenstaande werkwijze is reeds voor aanvang van de SNIP2A-fase ingezet. Voor een viertal inrichtingsvarianten (voorlopers op SNIP2A ontwerpen) zijn morfologische berekeningen met Delft3D uitgevoerd (Van Vuren & Barneveld, 2008). Paragraaf 8.2 beschrijft de bevindingen uit deze analyses.

Bij aanvang van de SNIP3-fase zijn de morfologische effecten van de Gekozen Variant uit SNIP2A kwalitatief beoordeeld met het model WAQMORF (paragraaf 8.3). Dit is een vuistregel (Sieben, 2003) om op basis van 2-dimensionale stroombeelden uit het waterbewegingsmodel WAQUA een schatting te maken van 2-dimensionale bodemveranderingen als gevolg van rivierverruimende maatregelen in uiterwaarden.

8.2 Onderzoek voorafgaand aan SNIP2A besluit

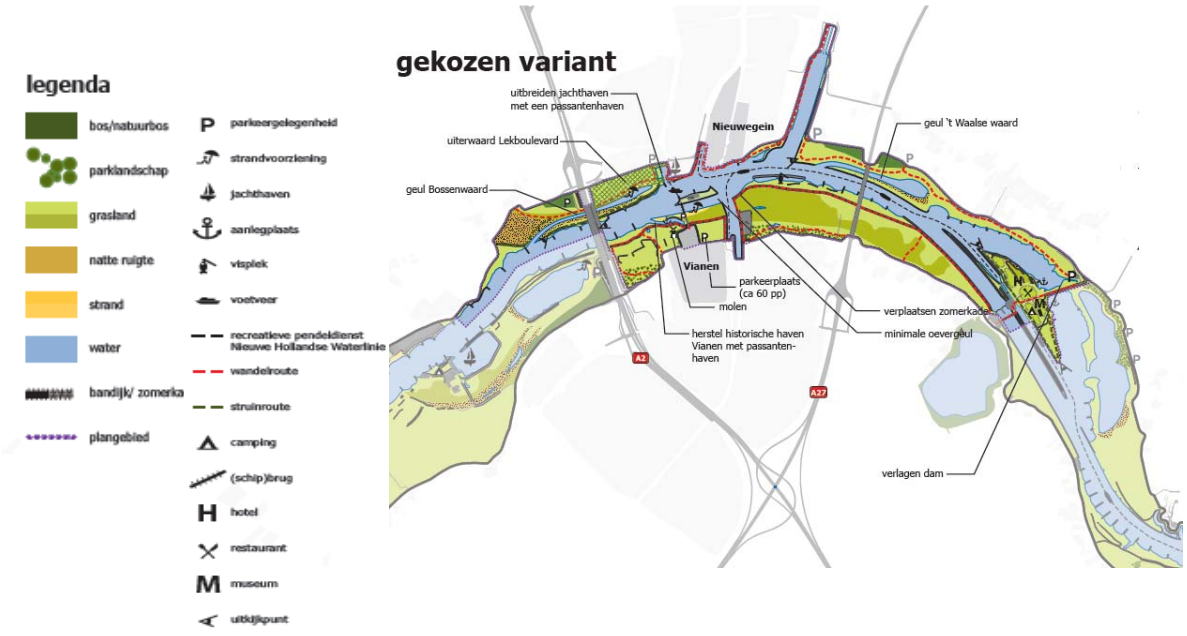
De aanleg van een 2,5 km lange oevergeul door de Vianense Waard, gescheiden door een geleidedam (mitigerende maatregel in zomerbed) met een hoogte van 2,45 m+NAP, was onderdeel van een drietal ontwerpen in de SNIP2A-fase. In mei 2008 heeft HKV, voorafgaand

aan de SNIP2A-fase, de invloed van de zomerbedverbreding op de bevaarbaarheid en het onderhoudsbaggerwerk (ten behoeve van scheepvaart en hoogwaterbescherming) in kaart gebracht (Van Vuren & Barneveld, 2008). In de studie zijn vier maatregelen doorgerekend. De baggerinspanning in het zomerbed voor de maatregel die het meeste lijkt op de oevergeul in het SNIP2A voorkeursalternatief (toen nog inclusief 2,5 km lange oevergeul), bedraagt 2.000 m^3/jaar. De baggerinspanning in de oevergeul zelf is veel groter en bedraagt ongeveer 28.000 m^3/jaar. In totaal komt dit neer op 30.000 m^3/jaar.

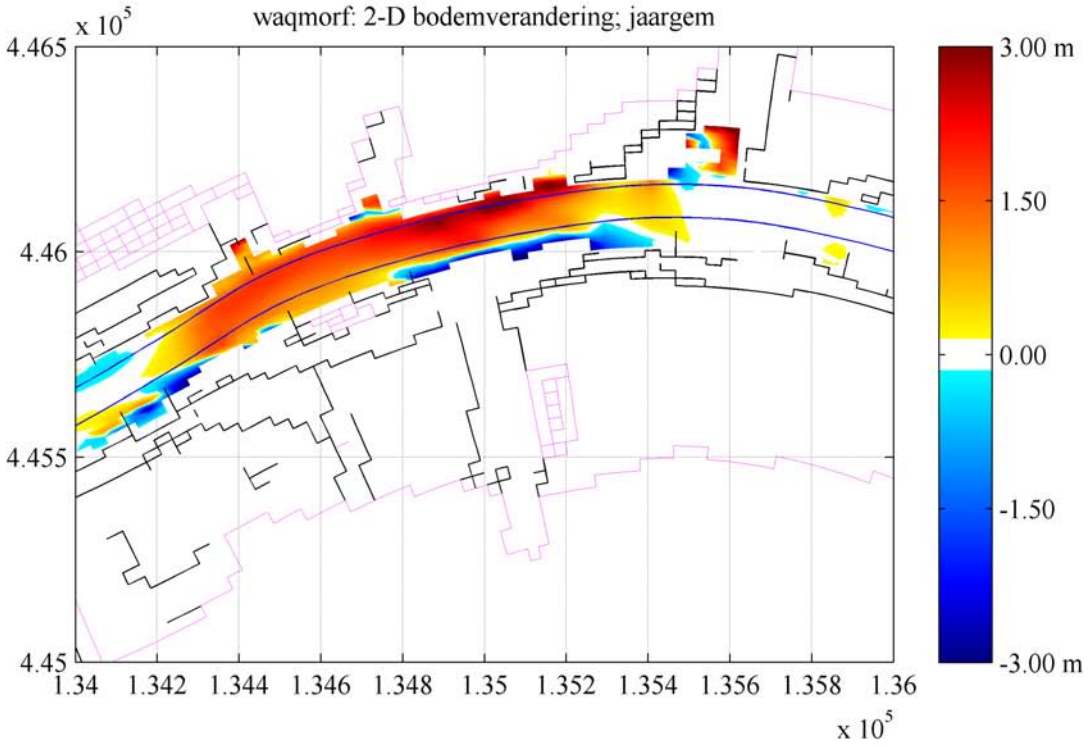
In de SNIP2A-fase is deze grote oevergeul lang in stand gebleven om een zo groot mogelijk MHW effect te kunnen halen en dijkversterking bovenstrooms van het plangebied te kunnen beperken. Er is echter ook sprake geweest van een kortere nevengeul ten zuiden van de Ponthoeve. Deze nevengeul had een diepte gelijk aan de diepte van het zomerbed en stroomt dus permanent mee. Tevens kruist de geul het Merwedekanaal wat tot ongewenste dwarsstromen leidt op het Merwedekanaal. Ook deze kortere nevengeul leidt tot aanzanding in de hoofdgeul over de volle lengte van de nevengeul (die overigens wel korter is dan de oevergeul in de Vianense Waard). Zeker op de met de Lek kruisende noord-zuid scheepvaartroute geeft dit een scheepvaartknelpunt. De laatste variant is niet met Delft3D doorgerekend.

8.3 Aanzanding in de Gekozen Variant

In de SNIP2A-fase was dus al duidelijk dat de lange oevergeul in de Vianense Waard vanuit morfologie en scheepvaartbelang ongewenst is. In de "Gekozen Variant" (startpunt SNIP3-fase) is deze zomerbedverbreding (ook om andere redenen) geen onderdeel van het plan meer. In de Gekozen Variant is echter nog wel een nevengeul ten zuiden van de Ponthoeve voorzien die permanent mee stroomt (zie Figuur 8-1). De aanzanding in de hoofdgeul is voor de Gekozen Variant geschat met de vuistregel WAQmorf. Het resultaat is weergegeven in Figuur 8-2.



Figuur 8-1: Gekozen Variant (uit SNIP2a fase).



Figuur 8-2: Jaargemiddelde morfologische veranderingen voor de Gekozen Variant ter hoogte van de zomerbedverbreding. De blauwe lijn geeft de contour van de vaargeul in de Lek. De zwarte lijnen zijn overlaten, en de roze lijnen ondoorlaatbare schotjes.

De vuistregel geeft in de as van de rivier kwantitatief vergelijkbare aanzanding als berekend met Delft3D (zie Paarlberg, 2009, Verificatie WAQmorf); langs de oevers is, zeker bij grote aanzanding, het resultaat uit WAQmorf minder betrouwbaar. Dit betekent dat in het zomerbed een flinke aanzanding tot zo'n 1,5 meter verwacht kan worden, ook op de kruisende scheepvaartroute. Omdat de nevengeul permanent meestroomt zal deze aanzanding tevens na iedere baggerinspanning snel terugkomen. Daarom is gezocht naar alternatieven voor het halen van de taakstelling voor waterstandsdaling. De oplossing is bij aanvang van de SNIP3 fase gevonden in het verlagen van de leikades langs het Merwedekanaal en het graven van een benedenstrooms aangetakte geul ten zuiden van de Ponthoeve. Een permanent meestromende geul kan hiermee voorkomen worden. Slechts bij hoge afvoeren hebben deze ingrepen een effect op de morfologische ontwikkeling van het zomerbed (paragraaf 8.4.1). Tevens wordt op deze manier de hinderlijke dwarsstroming bij aan- en aftakking van de nevengeul beperkt tot het hogere afvoerbereik (zie ook paragraaf 7.3).

8.4 Effectbeoordeling morfologie

8.4.1 Morfologische effecten zomerbed (aspect 3.1)

Het onderhavige gebied is kwetsbaar voor wat betreft scheepvaartbelang. Iedere aanzanding is in principe niet wenselijk vanuit RWS-ON. Echter rivierverruiming gaat bijna altijd gepaard met aanzanding in de hoofdgeul.

Het morfologische model van de Nederrijn-Lek (Deltares, 2010) rekent sedimentatie-erosie patronen uit in de hoofdgeul van de rivier tussen de normaallijnen. Het model is niet in staat om het morfologische gedrag van nevengeulen te voorspellen. Het model is gebouwd om de effecten van maatregelen op de hoofdgeul te kunnen bepalen. De overige morfologische

beoordelingsaspecten (paragraaf 5.4) zijn uitgevoerd op basis van expert judgement uitgewerkt door Deltares op basis van de berekeningen voor het VVKA (VKA3), of op basis van stroombeelden uit WAQUA en interpretatie daarvan. In deze paragraaf volgt een samenvatting van de morfologische effectbepaling uit Deltares (2010).

Ondanks alle optimalisatieslagen (paragraaf 8.5) leidt het VKA (VKA3) tot extra aanzanding in de hoofdgeul ten opzichte van de referentiesituatie. Er is een relatieve aanzanding te verwachten ten opzichte van de huidige situatie van enkele decimeters (ordegrootte 0,25 m) ter hoogte van de Waalse Waard en de Bossenwaard. Deze aanzanding vergroot het scheepvaartknelpunt die in de huidige situatie op het traject km 948-950 aanwezig is. Mogelijke hinder ten gevolge van erosie in het zomerbed komt aan het einde van deze paragraaf aan de orde.

Extra vaargeulonderhoud

De aanzanding ten gevolge van de ingrepen leidt tot extra onderhoudsbaggerwerk. Dit levert een inspanning voor rivierbeheerder RWS-ON. Er ontstaat een toename in de omvang van het baggerwerk dat benodigd is om aan de *minimale* diepte-eis van 3,15 m diepte onder het OLW-vlak te voldoen. Dit extra baggerbezwaar nadert het maximaal toelaatbare extra volume (dat in het plangebied 7.500 m^3 per jaar in de beun bedraagt). Voor details omtrent exacte hoeveelheden, zie Deltares (2010). Met het uitvoeren van de extra baggerwerkzaamheden voldoet het ontwerp aan de minimale diepte-eis.

De *gemiddelde* vaardiepte ten opzichte van OLW is ter plaatse van het projectgebied al kleiner dan vereist (4.35 m), zodat vereist is dat de gemiddelde diepte niet mag afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Ter hoogte van de Waalse Waard en Bossenwaard zal de gemiddelde diepte onder het OLW-vlak echter met circa 10 à 15 cm afnemen (gemiddeld over de vaargeulbreedte). Deze waarden gelden wanneer het stortbeleid is om (in eerste instantie) sediment dat is gebaggerd uit de vaargeul zo veel mogelijk terug te storten op dezelfde locatie binnen de normaallijnen, en wanneer dit niet geheel mogelijk is (in tweede instantie) het restant in een straal van enkele kilometers (dus boven- of benedenstrooms) te storten. Ook met een gewijzigd stortbeleid is waarschijnlijk niet te voorkomen dat de gemiddelde diepte afneemt zonder het toegestane extra onderhoudsvolume van 7.500 m3 per jaar te overschrijden. Zie paragraaf 8.5 voor aanbevelingen omtrent het handhaven van de gemiddelde vaardiepte.

"Berekende (verschillen in) baggervolumes zijn met grote onzekerheden omgeven. Omdat het berekende extra baggerbezwaar van dezelfde ordegrootte is als het maximaal toelaatbare bezwaar, is het kwalitatieve oordeel dat het ontwerp voldoende geoptimaliseerd is om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken doorslaggevend. Ten opzichte van het eerdere ontwerp (VKA1) is de relatieve aanzanding gereduceerd. Naar onze overtuiging is het VKA3b (=VVKA) ontwerp qua morfologie van het zomerbed voldoende geoptimaliseerd" (Deltares, 2010). RWS-ON (Marco Taal) geeft per email (d.d. 22 oktober 2010) aan "Voor wat betreft de morfologische effecten op de zomerbedbodem door het ontwerp VKA3 concluderen wij dat de effecten binnen de norm blijven en er daardoor geen verdere aanpassingen voor dit aspect nodig zijn", met daarbij de opmerking "of het ontwerp niet tot problemen leidt bij de vergunningverlening kunnen we formeel pas zeggen bij de indiening van het definitieve ontwerp".

Kruising Lek – Lekkanaal – Merwedekanaal

De kruising van de Lek met het Lekkanaal en Merwedekanaal is en blijft een aandachtspunt (momenteel zijn dit locaties die permanent inspectie behoeven aldus het IHP, 2002). Het VVKA

zal hierin geen verandering brengen. Aanleg van de geul in de Pontwaard zal ertoe leiden dat, ten opzichte van de huidige situatie, meer water en sediment het Merwedekanaal ingetrokken zal worden. De (met Delft3D) berekende stroombeelden suggereren dat de aanzanding in de monding van het Merwedekanaal toeneemt als gevolg van de geul in de Pontwaard. Een precieze kwantificering van deze aanzanding is met de gekozen aanpak echter niet mogelijk (alleen morfologische aanpassingen tussen de normaallijnen zijn berekend). De berekeningen laten zien dat de uitstroom van de Bossenwaard inderdaad het baggerbezwaar bij Klaphek (~kmr 952,9, zie Figuur 3.4 van Deltares, 2010) lijkt te beperken ten opzichte van de huidige situatie.

Inspectie in de monding van het Merwedekanaal blijft dus belangrijk vanuit nautisch oogpunt, omdat hier waarschijnlijk meer sedimentatie zal ontstaan dan in de huidige situatie het geval is. De uitstroom van de nevengeul in de Waalse Waard is zodanig gelokaliseerd is dat relatieve aanzanding ontstaat net bovenstrooms van de kruising. Deltares (2010) verwacht niet dat de locatie van de aantakking problemen levert, omdat de relatieve aanzanding zal zijn weggebaggerd voordat het kruispunt wordt bereikt. Hier dient in het vaargeulbeheer wel rekening mee te worden gehouden. Hierbij dient verder opgemerkt te worden dat pas aangelegde nevengeulen gevoelig zijn voor erosie (nog niet begroeid); dit sediment kan neerslaan in de stroomluwe zijkanalen (i.e. Lekkanaal en Merwedekanaal). Mogelijk dat direct na aanleg dus extra inspectie nodig is. In het ontwerp is hierop geanticipeerd door bepaalde delen met hoge stroomsnelheden in stortsteen te zetten (Bijlage 5); ook worden oeverzones frequent gemonitord.

Effect verlaging toegangsdam stuweiland Hagestein

In de Delft3D berekeningen wordt een representatieve afvoergolf gebruikt met een maximale afvoer van 7.020 m^3/s bij Lobith, die zich ieder jaar herhaalt. Bij dit afvoerniveau stroomt de naar 3,5 m+NAP verlaagde toegangsdam naar het stuweiland Hagestein (nog net) niet over. De waterstand blijft ongeveer 10 cm onder de kruin van de toegangsdam. Op basis van de morfologische berekeningen kan gezegd worden dat het verlagen van de toegangsdam geen effect heeft. Echter in de praktijk kunnen ook hogere afvoeren voorkomen. De verwachting is dat het morfologische effect van verlaging van de toegangsdam nihil is, aangezien de duur van overstromen erg kort is, als dit voorkomt (Deltares, 2010).

Rivierkundige constructies

Rivierkundige constructies kunnen door morfologische veranderingen aangetast worden in hun functie. Constructieve aandachtspunten zijn de kribben direct boven- en benedenstrooms van de aantakking van de geulen in de Bossenwaard en Pontwaard, en de oostelijke kade langs het Lekkanaal. Bovendien is de landstrook tussen de geul en het zomerbed betrekkelijk smal (lokaal smaller dan 50 meter). Dit geldt zowel voor de geul in de Waalse Waard als de Bossenwaard. De oeverzones zullen, waar deze niet zijn verdedigd en hoge stroomsnelheden te verwachten zijn (en dus mogelijk eroderen), frequent worden geïnspecteerd (zie ook paragraaf 7.2).

Erosie in het zomerbed

Aanzanding in een riviersysteem gaat vrijwel altijd gepaard met erosie elders in het systeem. Uit de morfologische berekeningen is niet gebleken dat er locaties met erosie ontstaan die tot problemen leiden voor de scheepvaart. De gemiddelde diepte over het dwarsprofiel (in de vaarbaan) verandert niet zozeer door erosie, maar eerder door aanzanding. Mogelijk leidt een toename van de stroomsnelheid ter hoogte van de instroomopening van de scheepvaart sluis bij de stuw Hagestein (paragraaf 7.2) tot problemen. Deze verhoogde stroomsnelheden treden echter alleen op wanneer de toegangsdam naar het stuweiland overstroomt (en die komen

relatief weinig voor). Een inschatting met WAQmorf is dat de erosie maximaal 10 cm is, wat niet tot hinder zal leiden.

Inschatting morfologisch effect Projectontwerp met WAQmorf

Met de vuistregel WAQmorf kan op basis van WAQUA resultaten een inschatting gemaakt worden van het morfologisch effect van een uiterwaard ingreep. Voor het Projectontwerp is de drempelafvoer waarbij de maatregelen mee gaan stromen ongeveer 4.000 m^3/s Bovenrijnafvoer, omdat de bovenstroomse kade van de Pontwaard en de Bossenwaard bij hogere afvoerniveaus gaan meestromen. Bij lagere afvoeren hebben de maatregelen in principe geen grootschalige morfologische effecten, behalve misschien heel lokaal ter hoogte van uitstroomopeningen van geulen. Op basis van bovenstaande informatie geeft WAQmorf het advies om de morfologische effecten in te schatten op basis van 6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer, omdat hogere afvoeren relatief weinig voorkomen en lagere afvoeren geen of nauwelijks effect in de hoofdgeul hebben. Dit is in lijn met de Delft3D berekeningen, waarin het hoogst gemodelleerde afvoerniveau een Bovenrijnafvoer van 7.020 m^3/s is. Het resultaat voor de jaargemiddelde bodemveranderingen[8] is gegeven in Figuur 8-3 (en ingezoomd rond het Merwedekanaal in Figuur 8-4).

Om het effect van het Projectontwerp goed te kunnen beoordelen is als referentiesituatie een gelijke aanpak als voor de Delft3D analyse gevolgd. Dit komt er op neer dat in het referentiemodel voor de WAQmorf analyse ook de geleidedam en de bochtafsnijding Vreeswijk zijn opgenomen (zie ook paragraaf 4.3.2 van het concept basisrapport Hydraulica en Morfologie van 6 september).

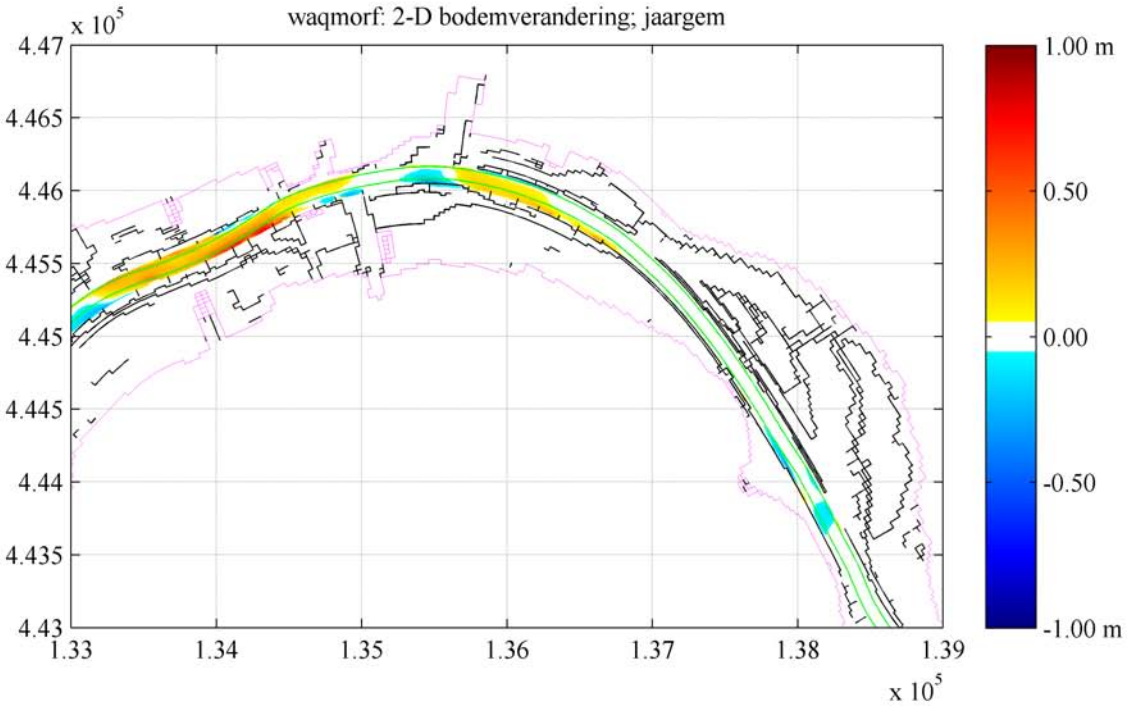
Uit de figuren is duidelijk dat ter hoogte van de ingrepen in de Vianense Waard geen noemenswaardig aanzanding ontstaat (ten opzichte van de huidige situatie), waar dat in de Gekozen Variant wel het geval was (Figuur 8-2, aanzanding tot wel 3m). Dit komt doordat bij de Gekozen Variant de geul ten zuiden van de Ponthoeve in die variant permanent meestroomt. In het Projectontwerp is vooral bij de Bossenwaard de aanzanding significant, maar dat is niet anders dan in de Delft3D berekeningen. Let op: bovenstaande is dus een schatting aan de hand van WAQmorf ten opzichte van de referentiesituatie bij 6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. De verlaging van kades in de Vianense Waard heeft dan geen effect op de stroomsnelheid in het zomerbed, omdat de verlaagde zomerkade dan nog niet overstroomt. Bij hogere afvoeren is dat echter wel het geval.

De morfologische effectbeoordeling met Delft3D is uitgevoerd voor het VVKA (VKA3). RWS geeft aan dat het voor het VKA/Projectontwerp niet noodzakelijk is nieuwe Delft3D berekeningen uit te voeren voor de effectbeoordeling (email bevoegd gezag (Marco Taal en Harry Meesters) dd respectievelijk 7 en 9 februari). Met het Deltares advies als uitgangspunt kan de relatieve verandering (t.o.v. het VKA) in het extra onderhoud van de vaargeul in Nederrijn/Lek worden geschat op basis van de grootte en lokatie van de relatieve veranderingen (t.o.v. VKA) in hoogwater-snelheden. Ter ondersteuning hiervoor zijn in Bijlage 24 figuren opgenomen van verschillen in stroomsnelheid tussen VVKA en Projectontwerp. In deze figuren zitten echter ook verschillen tussen VVKA en VKA.

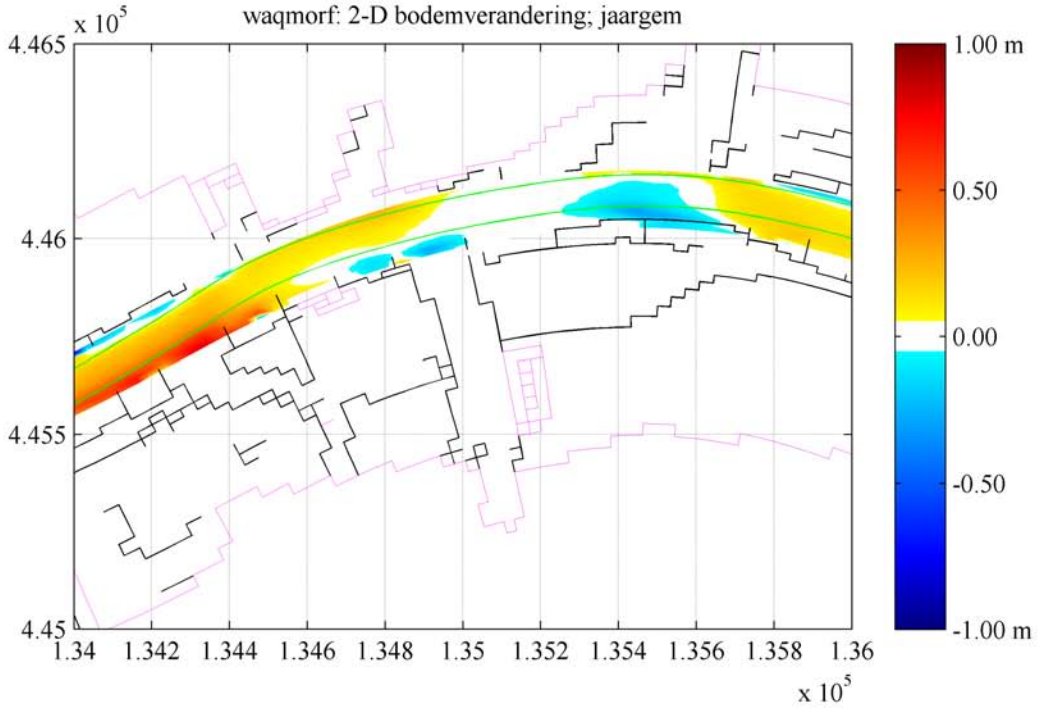
Op basis van de hydraulische berekeningen kan worden geconcludeerd dat de verlaging van kades in de Vianense Waard in het Projectontwerp nauwelijks effecten heeft op de morfologie in

[8] In WAQmorf zijn veranderingen gedefinieerd als het effect van een ingreep. De jaargemiddelde bodemverandering betreft dan het effect van de ingreep gemiddeld over een jaar als er een *dynamisch evenwicht* is ingesteld.

de hoofdgeul, omdat de stroomsnelheid in de hoofdgeul daar nauwelijks afneemt (ook niet bij afvoeren groter dan 6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer). Deze conclusie is conform het advies van RWS-ON (email bevoegd gezag (Marco Taal en Harry Meesters dd respectievelijk 7 en 9 februari) en email Arjan Sieben dd 7 februari 2011)) niet onderbouwd door middel van een Delft3D simulatie.



Figuur 8-3: Jaargemiddelde bovenveranderingen voor het Projectontwerp geschat op basis van WAQmorf.



Figuur 8-4: Detail van Figuur 8-3.

Erosie Bossenwaard-West

Op 27 januari 2011 heeft een overleg plaatsgevonden met partijen over het beheer en onderhoud. HDSR meldt dat in verband met erosie bij de primaire kering zandsuppletie is toegepast in het westelijk deel van de Bossenwaard (rode cirkel in Figuur 8-5). Op deze "risico-lokatie" treedt terugschrijdende oevererosie op, relatief dichtbij de bandijk. Daarom moet op deze lokatie regelmatig zandsuppletie worden toegepast. Uitgangspunt is dat de nieuwe situatie dit probleem niet mag verslechteren. Door de nieuwe inrichting in de Bossenwaard kan dit echter wel het geval zijn.

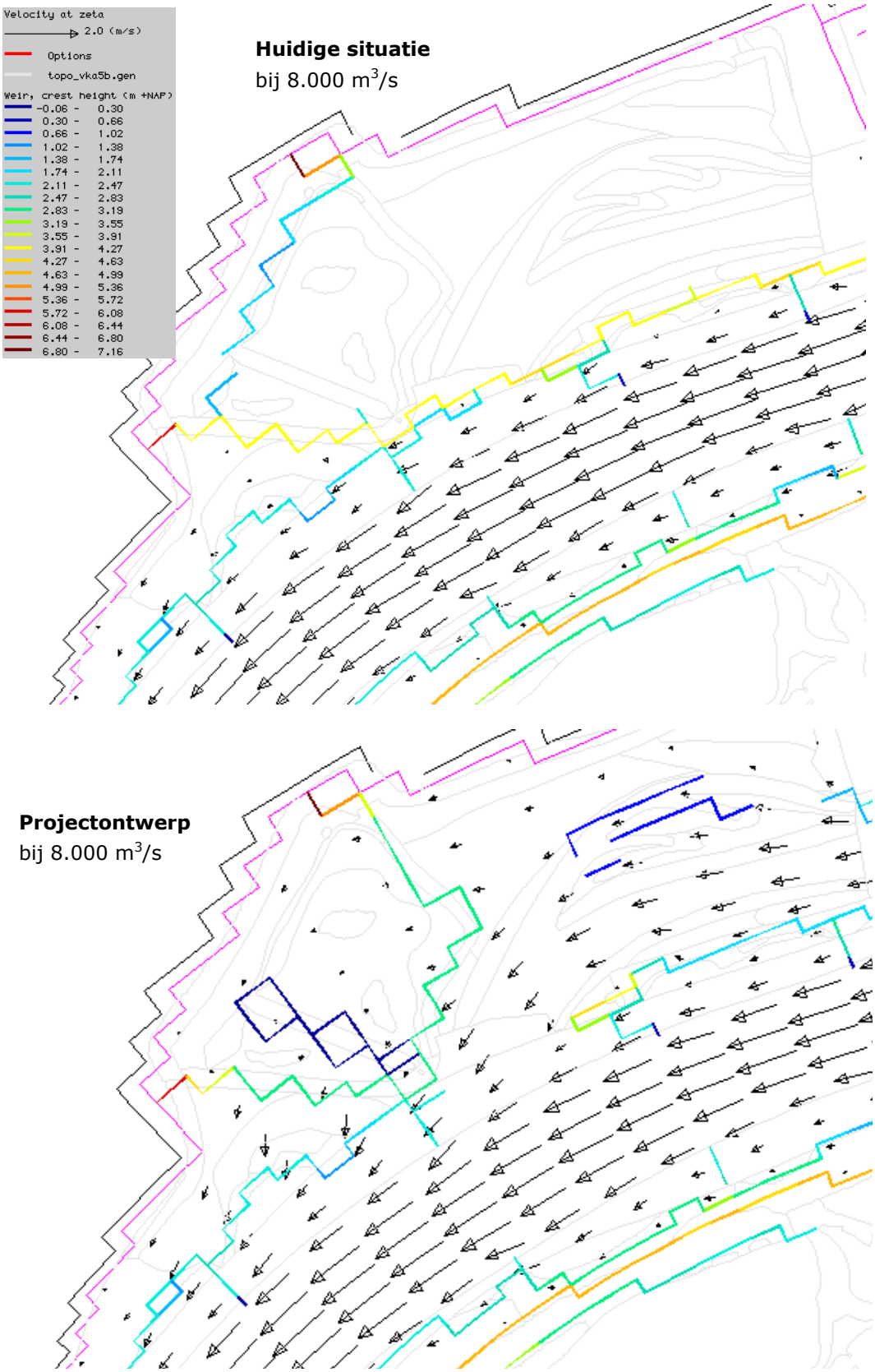
In Bijlage 25 staan figuren van het verschil in stroomsnelheid tussen het Projectontwerp en de huidige situatie in de Bossenwaard-West bij 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000 en 16.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. De kleuren geven het verschil in stroomsnelheid als "Projectontwerp" minus "huidige situatie". De stroomsnelheidvectoren in het figuur geven de stroomsnelheid van het Projectontwerp weer.

In de figuren in de bijlage is te zien dat op de risico-lokatie, bij 6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer, de stroomsnelheden iets toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Deze kleine toename leidt bij dit afvoerniveau absoluut gezien tot een stroomsnelheid van maximale 0,06 m/s in deze zone. Bij deze stroomsnelheid zal geen (extra) erosie optreden. Echter, bij 8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer, treedt een toename in stroomsnelheid op van maximaal 0,38 m/s ten opzichte van de huidige situatie. In absolute zin betekent dit stroomsnelheden van zo'n 0,45 m/s. Bij 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer ontstaat een soortgelijk beeld en neemt de stroomsnelheid met maximaal 0,41 m/s toe tot maximaal 0,63 m/s. Bij MHW afvoer zijn de toenames in stroomsnelheid minder groot (toename maximaal 0,25 m/s).

De toename van stroomsnelheden treden op doordat in het Projectontwerp reeds bij lagere afvoeren (dan in de huidige situatie) water via de meest westelijke moeraszone in de Bossenwaard-West richting het zomerbed stroomt (Figuur 8-6). De verlaging van de zomerkade in de Bossenwaard leidt dus indirect tot een toename van stroomsnelheid op de risico-lokatie. Bij MHW is de toename in stroomsnelheid kleiner, omdat dan in de huidige situatie ook al flink wat water via deze zone afstroomt. Conclusie is dat de kans op erosie in de Bossenwaard-West toeneemt ten opzichte van de huidige situatie. Hoeveel deze toename exact is, is met de beschikbare rekenresultaten niet in te schatten. Hierbij dient nog opgemerkt te worden dat de afvoerniveaus, waarbij een toename in stroomsnelheid optreedt, relatief weinig voorkomen (een Bovenrijnafvoer van 8.000 m^3/s komt gemiddeld 1 keer per 4 jaar voor, een Bovenrijnafvoer van 10.000 m^3/s gemiddeld 1 keer per 14 jaar, zie Tabel 7-1). Monitoring na hoogwater zal moeten uitwijzen of en hoeveel de erosie in de Bossenwaard-West toeneemt.



Figuur 8-5: Erosie-gevoelige locatie Bossenwaard-West (rode cirkel).



Figuur 8-6: Stroombeeld in huidige situatie (boven) en het Projectontwerp in de Bossenwaard-West bij 8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. De gekleurde lijnen geven de kruinhoogte van overlaten weer in m+NAP.

8.4.2 Morfologische effecten winterbed (aspect 3.2)

De belangrijkste morfologische effecten in het winterbed betreffen de nevengeulen. Aanslibbing van deze nevengeulen is allereerst behandeld. Daarna wordt ingegaan op erosie in het winterbed, zoals nevengeulen, oeverzones en langs de bandijk.

Handreiking sedimentbeheer in nevengeulen

Nevengeulen langs de grote rivieren zijn een vrij recent fenomeen waar in het beheer nog weinig ervaring mee is. In het Ruimte voor de Lek ontwerp is alleen sprake van eenzijdig (benedenstrooms) aangetakte nevengeulen.

De nevengeulen zijn ontworpen met inachtneming van de 'Handreiking sedimentbeheer nevengeulen' [Gerritsen, H. en Schropp, M. (2010). RWS Waterdienst, 8 februari 2010, definitief] om het nevengeulbeheer te minimaliseren. De handreiking geeft richtlijnen om het beheer en onderhoud van nevengeulen te minimaliseren door factoren te identificeren die van invloed zijn op het beheer (bijvoorbeeld: aantakking, drempelhoogte, ligging, dwarsprofiel). De richtlijnen zijn in het ontwerpproces gebruikt. De locatie, oriëntatie, aftakhoek, en lengte van de nevengeulen geven geen aanleiding om te verwachten dat de geulen snel zullen aanzanden. Vanwege de contractie van de stroming bij de brugpijlers en expansie benedenstrooms ervan is de oriëntatie van enkele kleine zijgeulen ten opzichte van de stromingsrichting niet parallel. Dit kan leiden tot aanzanding van de zijgeulen en afkalving van de oevers. Naar verwachting zullen de uiterste haarvaten betrekkelijk snel verlanden (Deltares, 2010).

De handreiking geeft enige aandachtspunten voor het ontwerp van dergelijke eenzijdig aangetakte nevengeulen:

- Alleen bij hoogwater is meestromen noodzakelijk met als doel waterstandsverlaging
- Bij voorkeur zover mogelijk bovenstrooms een relatief hoge drempel om instroom van zand te beperken
- Relatief ten opzichte van tweezijdig aangetakte geul een hogere sliblast door stagnerend water bij stijgen van waterstand
- Waterstandsfluctuaties als gevolg van scheepsbewegingen hebben een vergelijkbaar effect (tot hoever de geul in?)

Verder geeft de Handreiking aan dat ongeacht de Rijntak als uitgangspunt kan worden genomen dat de sedimentatiesnelheid 1 tot 2 cm per jaar is. Dit kan echter per situatie sterk verschillen. De handreiking geeft niet aan of dit inclusief organisch slib is.

Inschatting van aanzanding en aanslibbing in nevengeulen

Vanwege discussie omtrent het wel of niet meenemen van sedimentatie in geulen in het interventiebeeld en de eventuele afname van het MHW effect door deze sedimentatie, is hier een inschatting gemaakt van aanslibbing in de nevengeulen.

Het grovere materiaal dan slib dat als bodemtransport wordt getransporteerd zal niet snel in de geul terechtkomen. De argumentatie hiervoor is tweeledig. Ten eerste ligt de bodem van de nevengeulen hoger dan het zomerbed[9] en ten tweede takken de nevengeulen aan in de buitenbocht van de rivier. De nevengeulen waarbij de instroomdrempel direct aan het zomerbed

[9] Bij de Waalse Waard ligt de bodem van de nevengeul op –1,5 m +NAP en de rivierbodem op –5,0 m +NAP. Bij de Bossenwaard heeft de nevengeul een bodemhoogte bij de aantakking van –1,5 m+NAP terwijl de het zomerbed een hoogte heeft van circa –3,0 m +NAP.

grenst (Bossenwaard en Waalse Waard) liggen in de buitenbocht, terwijl sedimenttransport in een rivierbocht in principe van buiten naar binnen plaats vindt als gevolg van spiraalstroming. Bovendien zorgt de spiraalstroming aan het oppervlak voor relatief schoon water richting nevengeulen, terwijl de stroming in het zomerbed naar de binnenbocht is gericht. De instroomdrempel van de geul in de Pontwaard ligt in het Merwedekanaal, waar waarschijnlijk weinig bodemtransport is. Eventueel zand dat toch in suspensie is of als bodemtransport ter plaatse van de overstroming naar de nevengeul optreedt, zal direct aan de achterzijde van de drempel neerslaan als gevolg van afname van de stroomsnelheid. Een indicatie hiervan is niet te geven, omdat dit afhankelijk is van de bodemsamenstelling als vegetatiedichtheid ter plaatse, de waterdiepte en dus stroomsnelheid ter plaatse en de overstromingsfrequentie van de drempel.

De aanleg van de nevengeulen in de Waalse Waard, Bossenwaard en Pontwaard leidt ertoe dat er meer water dan voorheen over het winterbed afstroomt. Zodra het met slib verrijkte water de nevengeul bereikt, zal de stroomsnelheid in zekere mate afnemen, doordat ter plaatse de waterdiepte groter is. Bij lage stroomsnelheden zal het slib voor een deel uitzakken. Hierdoor zal op termijn de nevengeul dichtslibben. Omdat de gemiddelde duur van de hoogwaters waarbij water over de uiterwaarden stroomt beperkt is, zal de aanslibbing in een traag tempo verlopen. Ter plaatse van de (benedenstroomse) aantakking zal in de nevengeul echter lokaal meer aanslibbing plaatsvinden. Dit is een gevolg van het 3-dimensionale stroombeeld waarbij met slib verrijkt water in het zomerbed wordt uitgewisseld met het in de nevengeul aanwezige water. Een deel van het slib zal bezinken. Omdat dit proces gedurende het hele jaar plaatsvindt gaat deze aanslibbing sneller dan de aanslibbing door hoogwaters in de rest van de nevengeul.

De aanslibbing in de nevengeulen wordt ook beïnvloed door een ander aspect dan hoogwater vanuit de rivier. Tijdens hoogtij is de getijdeninvloed niet te verwaarlozen, en kunnen de nevengeulen vanuit benedenstroomse zijde instromen. Deze invloed is niet goed in te schatten. In het algemeen geldt dat bij stijgende waterstanden slibrijk water de geul instroomt. Dit water komt er bij dalende waterstanden slibarm uit.

Hieronder is een nadere kwantificering gegeven van de in de Handreiking genoemde vuistregel (sedimentatiesnelheid 1 tot 2 cm per jaar), door een inschatting te maken en voor opslibbing door 1) instroming van slibrijk water bij rivierafvoeren waarbij de uiterwaarden meestromen, en 2) instroming van slibrijk water tijdens getijde dynamiek.

Aanslibbing in nevengeulen bij rivierafvoeren waarbij de uiterwaarden meestromen

Van Rijn (1989) geeft dat de valsnelheid van deeltjes met een diameter van 1 tot 100 micrometer beschreven kan worden met de Stokes formule:

$$w_s = \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}$$

s = specifieke zwaartekracht (2,65)
g = valversnelling
d = korreldiameter
ν = kinematische viscositeit, $1{,}2*10^{-6}$ m^2/s bij 12 a 15 graden

Uitgaande van de grootste korreldiameter waar slib uit bestaat, 64 micrometer, is de valsnelheid volgens bovenstaande formule 0,0003 m/s.

Hogere afvoeren komen relatief weinig voor. 4000 m^3/s bij Lobith heeft overschrijdingskans van 26 dagen per jaar, 6000 m^3/s bij Lobith van 5 dagen per jaar, 8000 m^3/s van 1 dag per jaar en 10.000 m^3/s van 0,20 dagen per jaar.

Voorbeeld Waalse Waard: de waterdiepte bij 4.000 m^3/s bij Lobith is in de zijtakken ongeveer 1,5 m en in de hoofdgeul ongeveer 3 m. De stroomsnelheid in de zijtakken (van het geulenpatroon) is ongeveer gelijk aan 0,05 m/s en in de hoofdgeul (van het geulenpatroon) 0,15 m/s. De afstand die door het slib afgelegd wordt is dus respectievelijk in de zijtakken en de hoofdgeul ongeveer 16 m en 49 m; dit is een duidelijk kortere afstand dan de lengte van de geulen zelf. Hierdoor zal bij 4.000 m^3/s bij Lobith (738 m^3/s op de Lek) nagenoeg alles neerslaan.

De geul trekt ongeveer 10 m^3/s bij 4.000 m^3/s bij Lobith. Bij een sediment concentratie van 10 mg/l tijdens 26 dagen per jaar geeft dit ongeveer 1,6 kg/m2 wat ongeveer overeenkomt met 1,6 mm per jaar. Bij een oppervlak van 140.000 m^2 van het geulensysteem in de Waalse Waard geeft dit ongeveer 225 m^3/jaar.

Bij hogere afvoeren zal er ook een hogere afvoer door de geul plaatsvinden en daardoor meer sedimentlast zijn, echter deze afvoeren hebben een nog lagere kans van voorkomen, daarnaast treden ook hogere stroomsnelheden op bij een grotere waterdiepte waardoor een deel verder of helemaal door de nevengeulen afgevoerd kan worden.

De sedimentconcentratie zal in de andere uiterwaardgeulen bij de afvoeren vergelijkbaar zijn. Echter de afvoer die vanuit de rivier door de uiterwaardgebieden stroomt is anders. Indien we aannemen dat de aanslibbing van dezelfde grootte is, dan gaat het voor de Pontwaard om 50.000 m^2 * 1,6 mm per jaar en voor de Bossenwaard is 200.000 m^2 * 1,6 mm per jaar.

Aanslibbing in nevengeulen door getij

De gemiddelde getijslag bij Hagestein Beneden ligt over het jaar tussen 0,2 m en 1 m. In deze schatting is 0,5 m gehanteerd. De gemiddelde slibconcentratie van anorganisch materiaal op die locatie is circa 10 mg/l (0,01 kg/m3) op basis van het meetstation bij Hagestein. Het watervolume in een nevengeul, met een breedte van bijvoorbeeld 50 m en lengte van 2500 m (inclusief zijtakken), dat per getijslag in- en uitgaat is 62.500 m^3 en de meegevoerde slibhoeveelheid is 625 kg. Het getij is dubbeldaags en treedt alleen op bij relatief lage rivierafvoer. Er is aangenomen dat gedurende de helft van het jaar de nevengeul vol- en leegstroomt met slibhoudend water vanuit de Lek. Verder wordt verondersteld dat per vulling de helft van het aangevoerde slib in de nevengeul achter blijft. Per jaar blijft dan circa 115.000 kg slib achter, oftewel circa 1 kg per m^2 per jaar (0,5*0,01*182,5*2*0,5). De dichtheid van net afgezet slib is globaal 1000 kg/m^3 inclusief poriën. Afhankelijk van het aantal dagen (meer of minder) dat slib zal bezinken of het percentage dat achterblijft (bijvoorbeeld 100%) is de laagdikte van het afgezette anorganisch slib ongeveer 1 mm per jaar en na tien jaar 1 cm. Organisch slib dat door de vegetatieontwikkeling wordt gegenereerd, zal in de nevengeulen een veel grotere slibafzetting op de bodem veroorzaken (in verband met consolidatie van slib door vegetatie), afhankelijk van het onderhoud. Bij de inzet van de nevengeul zal het afgezette, en geconsolideerde slib, pas bij hoge stroomsnelheid (> 1 à 2 m/s) eroderen.

Het oppervlak van het geulenpatroon in de Waalse Waard is ongeveer 142.000 m^2.
Een aanslibbing van 1 mm per jaar resulteert in 142 m^3 aanslibbing per jaar in de Waalse Waard. De aanslibbing in de Pontwaard is ongeveer 50 m^3/jaar en in de Bossenwaard ongeveer 200 m^3/jaar.

Conclusie

De totale aanslibbing van rivierdynamiek (1,6 mm) en getijde dynamiek (1 mm) is ongeveer 2,6 mm per jaar. Sedimentatie als gevolg van instroming bij hoogwater valt mee, omdat het slib waarschijnlijk in suspensie blijft. Het deel dat uitzakt zal daarnaast ook van ondergeschikt belang zijn, aangezien bij hoogwater een stroomsnelheid in de geul aanwezig is en daardoor weinig slib uit zal zakken. Bodemtransport zal met name tot de hoofdgeul beperkt blijven doordat de instroom drempels ruim boven bodemniveau liggen. De geschatte aanslibbing is aanzienlijk lager dan genoemde in de vuistregel (1 tot 2 cm /jaar).

Opmerkingen hierbij zijn:

- Vegetatie zou een factor kunnen zijn dat er meer sediment afgevangen wordt dan hierboven aangegeven.
- Turbulentie geeft dat meer sediment afgevoerd kan worden/ in suspensie kan blijven.
- Het is allemaal bij benadering, er is nog weinig ervaring mee. Er kan zowel grover als fijner materiaal in suspensie zijn, fijner kan misschien wel door het hele systeem getransporteerd worden aangezien dit een veel lagere valsnelheid heeft.
- Organische sedimentatie lijkt veel belangrijker (afbraak planten, aanspoelen dood hout enz.). Dit zal tijdens het onderhoud/ beheer meegenomen moeten worden.

In de berekeningen voor het VVKA is de invloed van aanslibbing niet verdisconteerd in het interventiebeeld. Voor het VKA is dit, op advies van Rijkswaterstaat, wel gedaan (paragraaf 2.4), mede omdat uit luchtfoto's van onder andere het hoogwater 1993 blijkt dat vooral de uiterwaarden Bossenwaard en Waalse Waard afzettingen in de uiterwaarden te zien zijn. Hierbij is uitgegaan van een jaarlijkse aanslibbing van 2 cm/jaar in de nieuwe geulen in de uiterwaarden (dit levert na 30 jaar een aanslibbing van 60 cm). Deltares (2010) adviseert om sedimentatie in nevengeulen te monitoren, en om onderhoud te plegen na een periode van 10 tot 20 jaar (dit advies is conform vergelijkbare projecten).

Erosie in het winterbed (nevengeulen, oeverzones, bandijk)

Bij een bankvullende afvoer in de nevengeul, mag de stroomsnelheid in de nevengeul niet groter zijn dan 0,3 m/s. Dit aspect is beoordeeld aan de hand van WAQUA berekeningen. Bijlage 17 geeft de stroomsnelheden in het 2-D vlak voor het VVKA (VKA3) (streefbeeld), het VKA (VKA4) (streefbeeld) en het Projectontwerp (VKA5) (streefbeeld) bij verschillende afvoerniveaus. De stroomsnelheid bij bankvullende afvoer (2.000 à 3.000 m^3/s Lobith, zie Bijlage 16), blijft ruim onder het criterium van 0,3 m/s dus erosie in de nevengeul is naar verwachting beperkt.

Omdraaiing van de stroomsnelheid door het getij zal morfologisch geen gevolgen hebben, omdat de snelheden zo laag blijven dat morfologische veranderingen niet of nauwelijks optreden. Aantakkingen dienen wel zodanig verdedigd te worden dat bij omdraaiing van de stroming de splitsingen stabiel blijven (Deltares, 2010). Dit is in het ontwerp opgenomen door steenbestorting toe te passen bij alle uitstroomopeningen van de aantakking van de nevengeulen op de hoofdgeul. De waterstandsvariaties (orde 1 m tijdens gemiddelde condities) leiden mogelijk tot erosie van geuloevers (Deltares, 2010). Frequente monitoring is daarom gewenst.

Bij 10.000 m^3/s Lobith afvoer zijn er locaties langs de bandijk waar de stroomsnelheid de 0,5 m/s nadert (Bijlage 17). Doordat deze afvoer gemiddeld eens per 14 jaar voorkomt en dan ook van korte duur is, zal de erosie die dit mogelijk tot gevolg heeft zeer beperkt zijn. Inspectie na een dergelijk hoogwater is wel aan te raden.

De landstroken tussen het zomerbed en de geulen in de Waalse Waard en de Bossenwaard zijn betrekkelijk smal; er bestaat risico op afkalving en bezwijking van deze landstroken. Ondanks dat de stroomsnelheden in de oeverzones relatief beperkt blijven (paragraaf 7.2) is permanente monitoring is hier gewenst. Locaties waar oevererosie ontstaat kunnen vervolgens extra beschermd worden.

8.5 Optimalisaties en aanbevelingen

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er reeds veel optimalisatieslagen zijn uitgevoerd die passen binnen de voorgeschreven werkwijze (3 stappen in optimalisatieproces beschreven in inleiding van dit hoofdstuk). In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de belangrijkste optimalisaties, die vooral betrekking hebben op het meestroomgedrag van de nevengeulen bij verschillende afvoerniveaus. Deze optimalisaties hebben voornamelijk tot doel gehad om de aanzanding (en dus baggerinspanning) in het zomerbed te minimaliseren. Ook is in deze paragraaf een aanbeveling voor sedimentbeheer geformuleerd en zijn enige suggesties gedaan voor beheer en onderhoud.

Optimalisaties in ontwerp

De eerste grote optimalisatieslag in de SNIP3 fase betrof het vervangen van de permanent meestromende nevengeul door de Pontwaard door een enkelzijdig, benedenstrooms, aangetakte nevengeul. De westelijke leikade langs het Merwedekanaal wordt afgegraven maar de minimale drempelhoogte blijft 2m+NAP zodat de geul slechts bij hoge afvoeren meestroomt. Via een duiker tussen de geul en het Merwedekanaal van beperkte omvang wordt verversing van de geul in de Pontwaard mogelijk gemaakt als gevolg van scheepsbewegingen; deze duiker wordt dusdanig klein dat er geen permanente stroom ontstaat (zie ook paragraaf 4.5). De geul in de Vianense Waard stroomt alleen bij zeer hoge afvoeren mee, omdat de oostelijke kade langs het Merwedekanaal wordt verlaagd tot 3m+NAP en de rest van de zomerkade in de Vianense Waard op de huidige hoogte wordt gehouden.

Morfologische berekeningen van het 1^e conceptontwerp (VKA1) toonden aan dat er bij de geul in de Waalse Waard significant meer aanzanding ontstond dan bij de geul in de Bossenwaard (~factor 10 meer). Het onderhavige gebied is kwetsbaar voor wat betreft scheepvaartbelang. Iedere aanzanding is in principe niet wenselijk vanuit RWS-ON. Daarom is besloten om (1) de bovenstroomse drempel te verhogen van 2m+NAP naar 3m+NAP, wat de meestroomfrequentie verlaagt, maar de MHW verlaging nauwelijks beïnvloedt, en (2) om de permanente onttrekking via duikers terug te brengen van 3% naar 1,5% van de Lekafvoer. Berekeningen met het VVKA (VKA3) laten zien dat de aanzanding ter hoogte van de Waalse Waard flink is afgenomen (Deltares, 2010). De nevengeul in de Waalse Waard takt aan via een drempel in de "circulatiekom" behorende bij de scheepspassage bij het stuwcomplex Hagestein. Deze kom is bedoeld om sediment te vangen en te doen neerslaan, zodat dit niet elders nabij de samenvloeiing neerslaat en hinder oplevert voor de scheepvaart. Er kan verwacht worden dat het water in de "circulatiekom" vrij veel sediment bevat, dat in de nevengeul terecht kan komen

als de drempel niet hoog genoeg is. Hier ontstaat dus een bijkomend voordeel van de verhoging van de instroomdrempel.

In de Bossenwaard wordt de gehele oeverzone afgegraven tot 2m+NAP. De geul heeft geen permanent meestromend karakter waardoor in het VKA de aanzanding in de Bossenwaard en Waalse Waard dezelfde ordegrootte heeft.

De stap naar Projectontwerp leidt mogelijk tot extra aanzanding in de voorhaven van het Merwedekanaal. Afgesproken is dat we in deze (SNIP3) fase geen analyse wordt gedaan van de toename van sedimentatie in de voorhaven van het Merwedekanaal (email Jurriaan Lambeek, d.d. 9/2/2011).

Gemiddelde diepte in vaargeul & sediment beheer

Het gegeven dat nu al niet aan de eis wordt voldaan dat de gemiddelde diepte groter moet zijn dan 4,35 m geeft aan dat lokaal de reserve en rek uit het systeem zijn: er is feitelijk geen ruimte voor iedere vorm van rivierverruiming, omdat de hiermee gepaard gaande aanzanding automatisch tot afname in diepte leidt. Daarom wordt in ieder geval een verdere optimalisatie van het sedimentbeheer geadviseerd (Deltares, 2010), met name door middel van stroomafwaarts terugstorten van gebaggerd sediment om de effecten van het plan op de bevaarbaarheid zo efficiënt en robuust mogelijk te beheersen. Onttrekking van sediment uit het projectgebied (op het traject Hagestein – Schoonhoven mag jaarlijks 10.000 m^3 in de beun gewonnen worden) reduceert de afname in de breedtegemiddelde vaardiepte die ontstaat als gevolg van de maatregelen en kan daarmee het extra baggerbezwaar reduceren.

Inspectie

- Waterstandsvariaties door getij-invloed (orde 1 m tijdens gemiddelde condities) leiden mogelijk tot snellere aanslibbing van de nevengeulen. Gecontroleerd dient te worden of de oevers tegen deze fluctuaties bestand zijn.
- Er wordt geadviseerd om sedimentatie in nevengeulen te monitoren, en om onderhoud te plegen na een periode van 10 tot 20 jaar.
- Locatie Klaphek (tussen rkm 952 en 953), en kruisingen Merwede- en Lekkanaal met de Lek blijven locaties waar extra inspectie op bevaarbaarheid nodig is, zoals nu ook al gebeurt.

8.6 Belangrijkste conclusies effect morfologie

Effecten in het zomerbed

- Er ontstaat een relatieve aanzanding van zo'n 0,25 cm ter hoogte van de Waalse Waard en Bossenwaard.
- Aan de minimale diepte-eis kan worden voldaan met een acceptabele extra baggerinspanning. Opgemerkt dient te worden dat de extra baggerinspanning de maximaal toelaatbare inspanning nadert.
- Ook met een gewijzigd stortbeleid is waarschijnlijk niet te voorkomen dat de gemiddelde diepte afneemt zonder het toegestane extra onderhoudsvolume van 7.500 m^3 per jaar te overschrijden. Onttrekking van sediment uit het projectgebied reduceert de afname in de breedtegemiddelde vaardiepte die ontstaat als gevolg van de maatregelen en kan daarmee het extra baggerbezwaar reduceren.
- Het ontwerp is voldoende geoptimaliseerd om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken. Ten opzichte van het eerdere ontwerp (VKA1) is de relatieve aanzanding

gereduceerd. Het VVKA (VKA3) is qua morfologie van het zomerbed voldoende geoptimaliseerd.
- Locatie Klaphek (tussen rkms 952 en 953), en kruisingen Merwede- en Lekkanaal met de Lek blijven locaties waar extra inspectie op bevaarbaarheid nodig is, zoals nu ook al gebeurt.
- De verwachting is dat het morfologische effect van verlaging van de toegangsdam nihil is, aangezien de duur van overstromen erg kort is, als dit voorkomt (Deltares, 2010).
- Constructieve aandachtspunten zijn de kribben direct boven- en benedenstrooms van de aantakking van de geulen in de Bossenwaard en Pontwaard, en de oostelijke kade langs het Lekkanaal. Lokaal zijn de oeverzones erg smal. Deze locaties dienen frequent te worden geïnspecteerd.
- Een inschatting met WAQmorf lijkt aan te geven dat er geen extra aanzanding in de hoofdgeul ontstaat als gevolg van de ontwerpverschillen tussen VKA en Projectontwerp.

Effecten in het winterbed
- De nevengeulen zijn ontworpen met inachtneming van de 'Handreiking sedimentbeheer nevengeulen' om het nevengeulbeheer te minimaliseren. Dit uit zich in bijvoorbeeld aantakhoek, tracé en drempelhoogte.
- De totale aanslibbing van rivierdynamiek en getijde dynamiek blijft naar verwachting beperkt tot enkele millimeters per jaar. Sedimentatie als gevolg van instroming bij hoogwater valt mee, omdat het slib waarschijnlijk in suspensie blijft. Het deel dat uitzakt zal daarnaast ook van ondergeschikt belang zijn, aangezien bij hoogwater een stroomsnelheid in de geul aanwezig is en daardoor weinig slib uit zal zakken. Bodemtransport zal met name tot de hoofdgeul beperkt blijven doordat de instroom drempels ruim boven bodemniveau liggen.
- In het interventiebeeld van het VVKA (VKA3) is geen rekening gehouden met aanzanding in nevengeulen, voor het VKA (VKA4) en het Projectontwerp (VKA5) wel. Er is rekening gehouden met een aanslibbing van 2 cm per jaar en een totale aanslibbing van 60 cm in de geulen (dus na 30 jaar onderhoud nodig). Dit is naar verwachting een conservatieve schatting. Hier is mede voor gekozen omdat bij de inschatting van de aanslibbing geen rekening is gehouden met organische sedimentatie (afbraak planten, aanspoelen dood hout enz.). Dat lijkt belangrijker dan de sedimentatie van slib en zand. Het organisch materiaal en de begroeiing kunnen er voor zorgen dat er meer sediment wordt afgevangen.
- Erosie in de nevengeul is naar verwachting beperkt vanwege beperkte stroomsnelheden in de geulen bij bankvullende afvoer. Bovendien is op locaties waar hoge stroomsnelheden kunnen ontstaan (bijvoorbeeld onder de bruggen van de Rijkswegen A2 en A27) steenbestortingen voorzien.
- Geulaantakkingen dienen zodanig verdedigd te worden dat bij omdraaiing van de stroming de splitsingen stabiel blijven (Deltares, 2010). Dit is in het ontwerp opgenomen door steenbestorting toe te passen bij alle uitstroomopeningen van de aantakking van de nevengeulen op de hoofdgeul.
- De waterstandsvariaties (orde 1 m tijdens gemiddelde condities) leiden mogelijk tot erosie van geuloevers (Deltares, 2010). Frequente monitoring is daarom gewenst.
- Erosie langs de bandijk zal beperkt zijn, omdat alleen bij laag-frequentie afvoeren de stroomsnelheden langs de bandijk de 0,5 m/s naderen. Inspectie na een dergelijk hoogwater is wel aan te raden.
- De landstroken tussen het zomerbed en de geulen in de Waalse Waard en de Bossenwaard zijn betrekkelijk smal; er bestaat risico op afkalving en bezwijking van deze landstroken. Ondanks dat de stroomsnelheden in de oeverzones relatief beperkt blijven (paragraaf 7.2) is

permanente monitoring hier gewenst. Locaties waar oevererosie ontstaat kunnen vervolgens extra beschermd worden.

9 Conclusies en MER beoordeling

Dit rapport beschrijft de hydraulische en morfologische effectbeoordeling van het VKA ontwerp voor Ruimte voor de Lek – Vianen. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de belangrijkste conclusies. Het Projectontwerp is apart behandeld in het volgende hoofdstuk.

9.1 Hydraulica bij maatgevend hoogwater condities

Reductie van maatgevende hoogwaterstanden:

- De taakstelling is het hydraulisch effect bij maatgevend hoogwater dat de rivierverruiming altijd moet halen. Dit wordt beoordeeld door een interventieniveau te definiëren. Dit interventieniveau is het niveau waarop door sedimentatie en vegetatiegroei het hydraulisch effect van de maatregel is teruggebracht tot de taakstelling.
- Het VVKA en VKA op interventieniveau leveren een daling van de maatgevende waterstand van 8,3 cm, en haalt daarmee de taakstelling van 8 cm op locatie 945.2 en 946.2.
- In het ontwerp zijn niet alleen elementen aanwezig die hydraulische winst opleveren, maar bevat ook onderdelen die de ruimtelijke kwaliteit en natuurwaarden in het gebied versterken. Vooral de verlaging van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein, de aanleg van de recreatieplas 't Waal en de geul in de Pontwaard dragen bij aan het halen van de MHW-verlaging voor het VVKA en VKA.
- De afvoer door de Vianense Waard bij MHW neemt af met 3-6% ten opzichte van de huidige situatie. De uiterwaard draagt door de verbinding met de Pontwaard via de verlaagde leikades langs het Merwedekanaal wel bij aan het halen van de taakstelling.

Lokale toename van maatgevende hoogwaterstanden:

- Het ontwerp veroorzaakt een MHW verhoging in de Pontwaard en de Bossenwaard. Deze verhoging is beperkt tot (gemiddeld) 2 cm en valt binnen de acceptabele criteria van de waterschappen aan de noord- en zuidzijde van de Lek.

9.2 Hydraulica bij andere afvoercondities

Inundatiefrequentie van uiterwaarden:

- De inundatiefrequentie verandert in de Vianense Waard door de verlaging van de leikades langs het Merwedekanaal. De inundatiefrequentie van Vianense Waard van eens per 7,5 jaar, neemt door verlaging van de leikade toe naar ongeveer eens per 1,5 jaar.
- Ook in de Bossenwaard wordt de inundatiefrequentie groter door verlaging van de oeverzone en verwijdering van de zomerkade: de Bossenwaard gaat eerder meestromen bij <3.200 m^3/s in plaats van ongeveer 7.000 m^3/s. Dit betekent dat de Bossenwaard een paar keer per jaar inundeert.
- In de Pontwaard neemt de inundatiefrequentie ten noorden van de Oude Lek toe van gemiddeld eens per 7,2 jaar, naar enkele keren per jaar. Dit komt doordat met het uitgraven van de Oude Lek een doorgang wordt gemaakt door de toegangsweg naar de Ponthoeve.
- Ten zuiden van de geul in de Pontwaard veranderen de inundatiefrequentie en -diepte niet, omdat de zomerkades daar behouden of verplaatst worden.
- De inundatiefrequentie van de Waalse Waard verandert niet noemenswaardig.

Stroomsnelheid in uiterwaarden bij 10.000 m^3/s:

- De stroomsnelheden in de uiterwaard nemen toe met ongeveer 0,2 m/s en lokaal met 0,6 m/s, bij een afvoerniveau van 10.000 m^3/s.
- Deze toename van de stroomsnelheden zijn zichtbaar ter plaatse van de geulen in de uiterwaard (met name in- en uitstroomopeningen). Ter hoogte van de vernauwing van de geul ten zuiden van de Ponthoeve nemen de stroomsnelheden wel behoorlijk toe tot 1 m/s. Dit kan wel aanleiding geven tot erosie. Dit is een aandachtspunt voor de definitieve inrichtingsvariant. Bij overige versmallingen in geulen en bij de uitstroomopeningen van geulen, is in het ontwerp reeds voorzien in stortsteen langs de constructies. In de hydraulische berekeningen is met de verhoogde weerstand al rekening gehouden.
- De snelheidstoename langs de bandijk is marginaal. Aandachtspunten zijn de westzijde in de Bossenwaard en de bandijk vanaf de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein tot aan de brug van de Rijksweg A27.

Stroombeeld in hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen:

- Op een aantal locaties zijn de dwarsstromen in de huidige situatie al hoger dan toegestaan.
- De dwarsstromen nemen door de herinrichting in het gebied aanzienlijk toe met ongeveer 0,1-0,2 m/s. De dwarsstroming neemt met name toe ter plaatse van de uitstroomopeningen van geulenpatronen in de uiterwaarden, en het Merwedekanaal.
- Een sterke toename van de dwarsstroom treedt op in de monding van het Merwedekanaal ten gevolge van het verlagen van de leikades. Bij een afvoer van 10.000 m^3/s bij Lobith zijn de dwarssnelheden hoger dan de toegestane 0,3 m/s en is stremming van de scheepvaart wellicht nodig.
- Het vervangen van de meestromende nevengeul in de Pontwaard (Gekozen Variant) door een eenzijdig aangetakte geul, heeft het ontwerp flink verbeterd. De dwarsstroming is in het ontwerpproces steeds verder gereduceerd door aanpassing van de uitstroomopeningen. Dit is gerealiseerd door het water over een bredere opening terug te laten stromen de rivier. Ook de reductie van de afvoer door de duikers van het geulenpatroon in de Waalse Waard van 3% naar 1,5% van de Lekafvoer draagt hier aan bij.
- Toename van dwarsstromen lijkt onvermijdelijk en inherent aan rivierverruiming in dit gebied. Zie voor behandeling van dit aspect paragraaf 7.3.

9.3 Belangrijkste conclusies effect morfologie

Effecten in het zomerbed

- Aan de minimale diepte-eis kan worden voldaan met een acceptabele extra baggerinspanning. Opgemerkt dient te worden dat de extra baggerinspanning de maximaal toelaatbare inspanning nadert.
- Het ontwerp is voldoende geoptimaliseerd om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken. Het VVKA is qua morfologie van het zomerbed voldoende geoptimaliseerd en is vergunbaar.
- Constructieve aandachtspunten zijn de kribben direct boven- en benedenstrooms van de aantakking van de geulen in de Bossenwaard en Pontwaard, en de oostelijke kade langs het Lekkanaal. Lokaal zijn de oeverzones erg smal. Deze locaties dienen frequent te worden geïnspecteerd.

Effecten in het winterbed

- De nevengeulen zijn ontworpen met inachtneming van de 'Handreiking sedimentbeheer nevengeulen' om het nevengeulbeheer te minimaliseren.

- Voor het VKA is in het interventiebeeld rekening gehouden met een aanslibbing van 2 cm/jaar in de geulen.
- Erosie in de nevengeulen is naar verwachting beperkt vanwege beperkte stroomsnelheden in de geulen bij geulvullende afvoer. Locaties in het geulenpatroon waar erosie te verwachten is, zijn verdedigd met stortsteen.
- Er is een aantal locaties die frequente monitoring wensen (vooral na een hoogwater), namelijk de zones direct langs de bandijk en de landstroken tussen het zomerbed en de geulen in de Waalse Waard en de Bossenwaard

9.4 MER beoordeling

In Tabel 9-1 is weergegeven of het VVKA en VKA voldoen aan de doelstelling voor veiligheid en morfologie. Deze beoordelingscriteria zijn randvoorwaarden waaraan het ontwerp moet voldoen. Alleen ontwerpen die voldoen aan deze criteria zijn reële alternatieven. Voor details omtrent de beoordeling wordt verwezen naar hoofdstuk 9 van het hoofdrapport MER.

Het VKA leidt voor zowel hydraulische als morfologische effecten niet tot een andere beoordeling dan het VVKA.

Thema	Aspect		Beoordelings-criterium	Uitwerking criterium (beoordelaar toelaatbare effecten)	Voldoet VVKA?	Voldoet VKA?
Veilig-heid en morfo-logie	Hydraulische effecten	Effecten bij MHW	MHW effect in as van de rivier	De taakstelling voor het project Ruimte voor de Lek Vianen is een waterstandsdaling bij maatgevend hoogwater van 8 cm op het traject kmr 945.2-946.2. (RWS-PDR)	ja	ja
			MHW effect buiten de as van de rivier	Bij waterstandsverhoging langs de bandijk is acceptatie van de waterkeringbeheerder vereist. Er mag geen vermindering van het bergend volume in de uiterwaard zijn (RWS-PDR en beheerder waterkering)	Ja, wel MHW-effect, geen vermindering bergend volume	Ja, wel MHW-effect, geen vermindering bergend volume
			Afvoerverdeling IJsselkop	Afwijking afvoerverdeling op de IJsselkop < 5 m^3/s t.o.v. de referentie situatie bij MHW (RWS-ON)	Ja	Ja
		Hinder of schade	Waterstand en inundatiefrequentie uiterwaarden	De verandering van waterstanden en inundatiefrequentie in de uiterwaarden is beoordeeld voor een range aan afvoerniveaus. (terrein eigenaar)	Zie andere thema's	Zie andere thema's
			Stroombeeld in de uiterwaard	Beoordeling van de verandering in grootte en richting van stroomsnelheid bij 10.000 m^3/s Bovenrijn afvoer (terrein eigenaar)	Ja	Ja
			Stroombeeld hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen	Bij meestromen nevengeulen mag op de rand van de vaarweg de dwarsstroom bij een debiet (de hoofdgeul in- of uittredend) van < 50 m^3/s maximaal 0,30 m/s bedragen. Bij debieten groter dan 50 m^3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt maximale dwarsstroom van 0,15 m/s. (RWS-ON)	Ja, maar overleg noodzakelijk met beheerder	Ja, maar overleg noodzakelijk met beheerder
	Morfologische effecten	Morfologische effecten zomer bed	Aanzanding	Geen vermindering van de vaargeulafmetingen. Beperkte hinder door extra baggerwerk (t.o.v. referentie situatie) toegestaan (RWS-ON)	Ja	Ja
			Erosie	Bij erosie in het zomerbed mag de gemiddelde bodemligging niet dalen (RWS-ON)	Ja	Ja
		Morfologische effecten winter bed	Aanzanding	Beperkte sedimentatie t.o.v. beheerskosten (RWS-ON)	Ja	Ja
			Erosie	Bij een bankvullende afvoer in de nevengeul, mag de stroomsnelheid in de nevengeul niet groter zijn dan 0,3 m/s. Geen erosie langs bandijk of andere constructies in uiterwaarden (terreinbeheerder/ waterkeringbeheerder)	Ja, maar wel stroomsnelheid 0,5 m/s bij bandijk	Ja, maar wel stroomsnelheid 0,5 m/s bij bandijk

Tabel 9-1: Effectbeoordeling MER thema Rivier .

10 Effectbeoordeling Projectontwerp

10.1 Optimalisatie vanuit hydraulica en morfologie

Hieronder is kort weergegeven wat, vanuit hydraulica en morfologie, relevante wijzigingen zijn van VKA naar Projectontwerp en welke invloed deze op de effectbeoordeling hebben.

Tabel 10-1: Optimalisaties VKA tot Projectontwerp

Wijziging	Effect
Verleggen zomerkade Vianense Waard, waarbij de hoogte gelijk is als de huidige zomerkade.	Inundatiefrequentie ten zuiden van de zomerkade blijft gelijk aan de huidige situatie.
Minder vergraving in de Vianense Waard.	Minder kweloverlast. Omdat er nu minder wordt afgegraven in de Vianense Waard, maar ook minder wordt verhoogd, heeft dit niet of nauwelijks gevolgen voor het halen van de taakstelling.
Verlaging van de leikade over een kortere afstand (in verband met inlaatwerk ten noorden van RWZI).	Minder afvoer en minder grote dwarsstromen op het Merwedekanaal. In principe leidt dit ook tot een afname van de waterstandsdaling bij MHW. Dit is gecompenseerd door de oeverwal in de Vianense Waard minder ruw te maken dan in het VKA.
Een deel van de zomerkade in de Vianense Waard stroomt nu bij afvoeren van net boven de 6.000 m^3/s over.	De verlaging van kades in de Vianense Waard heeft nauwelijks effecten op de morfologie in de hoofdgeul, omdat de stroomsnelheid in de hoofdgeul daar nauwelijks afneemt (ook niet bij afvoeren groter dan 6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer). Deze conclusie is conform het advies van RWS-ON (email Harry Meesters d.d. 9/2/11) niet onderbouwd door middel van een Delft3D simulatie.

10.2 Invloed van de wijzigingen op hydraulica en morfologie

Voor de invloed van de wijzigingen, zie Tabel 10-1.

10.3 Toetsing van het Projectontwerp aan wet- en regelgeving

Net als het VKA, voldoet het Projectontwerp aan wet- en regelgeving. Details zijn terug te vinden in Hoofdstuk 6 tot en met 8.

10.4 MER Beoordeling van het Projectontwerp

Tabel 10-2 geeft de MER beoordeling voor VVKA, VKA en Projectontwerp. Het Projectontwerp heeft geen andere beoordelingen dan het VKA.

Tabel 10-2: Hydraulica en morfologie: toetsing VVKA ,VKA en Projectontwerp

Thema	Aspect	Subaspect	Beoordelingscriterium	Voldoet VVKA?	Voldoet VKA?	Project-ontwerp
Veiligheid en morfologie	Hydraulische effecten	Effecten bij MHW	MHW effect in as van de rivier	ja	ja	ja
			MHW effect buiten de as van de rivier	Ja, wel MHW-effect, geen vermindering bergend volume	Ja, wel MHW-effect, geen vermindering bergend volume	Ja, wel MHW-effect, geen vermindering bergend volume
			Afvoerverdeling IJsselkop	Ja	Ja	Ja
		Hinder of schade	Waterstand en inundatiefrequentie uiterwaarden	Zie andere thema's	Zie andere thema's	Zie andere thema's, inundatiefrequentie van Vianense Waard gelijk aan huidige situatie
			Stroombeeld in de uiterwaard	Ja	Ja	Ja
			Stroombeeld hoofdgeul bij de aan- en aftakking van nevengeulen	Ja, maar overleg noodzakelijk met beheerder	Ja, maar overleg noodzakelijk met beheerder	Ja, maar overleg noodzakelijk met beheerder
	Morfologische effecten	Morfologische effecten zomerbed	Aanzanding	Ja	Ja	Ja
			Erosie	?	Ja	Ja
		Morfologische effecten winterbed	Aanzanding	Ja	Ja	Ja
			Erosie	Ja, maar wel stroomsnelheid 0,5 m/s bij bandijk	Ja, maar wel stroomsnelheid 0,5 m/s bij bandijk	Ja, maar wel stroomsnelheid 0,5 m/s bij bandijk

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht geraadpleegde documenten

Algemeen

BASELINE dataprotocol 3.31, werkversie, oktober 2005 (Baseline protocol, 2005)
Vos, BASELINE Maatregelen, Eisen en Richtlijnen, Rijkswaterstaat, 2007 (Vos, 2007)
Leidraad Rivieren
Addendum bij Leidraad Rivieren
Rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de grote rivieren, versie 2.01, 1 juli 2009
Voorlopig rivierkundig beoordelingskader voor ingrepen in de Rijntakken (versie 10 april 2006, aangepast 11 maart 2008)
Handleiding Batch modus Baseline 3.31, PKB
Oplegnotitie bij uitlevering van het referentiemodel voor de PKB Simona_PKB_ref_3_4
Dataprotocol baseline 3.31, werkversie
Randvoorwaarden voor WAQUA berekeningen (excel file)
Vegetatie en codering HR2001-PKB-HR2006 060921 (excel file)
Werkwijze voor beoordelen rivieringrepen, Externe versie, 5 november 2008 (RWS, 2008)

Hydraulica

Van Vuren, S., Paarlberg, A. en Vieira da Silva, J. Rivierkundige beoordeling Ruimte voor de Lek; Hydraulische en morfologische effectbepaling van inrichtingsvarianten. HKV rapport PR1503.50, april 2009. (Van Vuren e.a., 2009)
Begrippenkader rond beheerruimte, Afspraken operationeel overleg ON – ZH – WD – PDR, 29 juni 2009 en 15 januari 2010.
Baseline maatregel le_vreeswk_a1
Daan Martens, Notitie uitgangspunten voor ontwerp n.a.v. SNIP 2A besluit, Provincie Utrecht, 28 september 2009 (Martens, 2009)
Overzicht mogelijke maatregelen, Agtersloot, januari 2008
Aanvulling mogelijke maatregelen, Provincie Utrecht, mei 2008
Hydraulische randvoorwaarden businesscase scenario I, Agtersloot, maart 2008
Ruimte voor de Lek, rivierkundige bouwstenen, HKV&Agtersloot, juni 2008
Hydraulische effectbepaling van bouwstenen, alternatieven en inrichtingsvarianten, HKV, oktober 2008

Morfologie en scheepvaart

Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek, Auteur: Remon Steentjes, Datum 24-09-2002, Kenmerk: IHP.BV.6, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directorraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland, Dienstkring Rijn en Lek
memo 'p:\Pr\1978.10\Memo\Memo02_Baseline_d3dref.doc' PR1978.11
Mosselman E. en K. Vermeer, Morfologische effecten in de Rijn-Maasmonding, achtergronddocument bij de PKB Ruimte voor de Rivier. HKV-rapport PR1026. 2005. (Mosselman en Vermeer, 2005)

Van der Mark (2010). Memo Morfologische analyse Vianen (VKA1). 1203159-000-ZWS-0009-m-Morfologische analyse Vianen.pdf, versie 1.0, 2 augustus 2010
Deltares (2010). Morfologische analyse rivierverrruiming Vianen, 1203159-000, versie 2.0, definitief, december 2010. Kenmerk: 1203159-000-ZWS-0014-vj.
Overzicht OLR 2002 Neder-Rijn en Lek met streef- en onderhoudsdieptes
Van Vuren, S. & Barneveld, H.J. (mei 2008), morfologische effectenstudie Ruimte voor de Lek bij Vianen, opdrachtgever Provincie Utrecht, HKV rapport PR1503.10
Handreiking sedimentbeheer nevengeulen' Gerritsen, H. en Schropp, M. (2010). RWS Waterdienst, 8 februari 2010, definitief. Gerritsen, H. en Schropp, M. (2010)
Van Vuren (2005) morfologische tijdschaal in paragraaf 7.2 (Vuren, 2005)
Baggertechnische haalbaarheid variant zomerbedverbreding bij Vianen, Van Rhee Consult, januari 2008
Paarlberg (2009) Verificatie WAQmorf, Vergelijking resultaten WAQmorf en Delft2D en advies gebruik vuistregel. HKV rapport PR1720.10 (Paarlberg, 2009)

Bijlage 2: Overzicht geraadpleegde personen en instanties

Instantie	Naam	Datum	Onderwerp
RWS-ON	Marco Taal	Meerdere momenten	Morfologie, autonome ontwikkelingen, beheerruimte
RWS-PDR	Rick Kuggeleijn	juni-augustus 2010	Autonome ontwikkelingen, beheerruimte
RWS-PDR	Koen Volleberg	augustus 2010	
RWS-PDR	Peter Kerssens	22 juni 2010	
RWS-ON	Denes Beyer	Meerdere momenten	Baseline maatregelen voor bochtafsnijding Lekkanaal/Vreeswijk en geleidedam
RWS-ON	Hans Veldman	Meerdere momenten	Morfologie en scheepvaart, hinder scheepvaart (dwarsstromen)
RWS-ON	Egbert IJmker	Meerdere momenten	Morfologie en scheepvaart, hinder scheepvaart (dwarsstromen)
RWS-ON	Mike Peters	2 juli 2010	Onderhoud en streefdieptes vaargeul
RWS-WD	Arjan Sieben	mei/juni 2010	divers
Deltares			Morfologische analyse
HDSR	Claudia van Ackooij / Paul Neijenhuis	Meerdere momenten	MHW verhoging, dijksterkte
WSRL	Harm Kool	Meerdere momenten	MHW verhoging, dijksterkte
RWS-ON	Jeffrey Beer	mei 2011	Verhanglijnen Lek 2010

Notulen van besprekingen met bevoegd gezag op 22 juni 2010:
22 juni 2010 heeft bij aanvang van de planstudie Ruimte voor de Lek een afstemmingsoverleg met RWS, Provincie Utrecht, ARCADIS en HKV plaatsgevonden.
Aanwezigen waren:
Peter Kerssens, Marco Taal, Hans Veldman (RWS)
Hans Mankor (prov. Utrecht)
Andries Paarlberg, Vincent Vuik (HKV)
Gerjan Verhoeff (ARCADIS)
Kees Sloff (Deltares)

De notulen van dit overleg zijn opgenomen in deze bijlage.

Notulen van besprekingen met bevoegd gezag op 7 oktober 2010:
7 oktober 2010 heeft een overleg met Bevoegd Gezag plaatsgevonden met betrekking tot het eerste tussenconcept van het rapport.
Aanwezigen waren:
Hans Mankor (prov Utrecht), Jasper Mekkes (prov Zuid Holland), Marco Taal, Egbert IJmker (RWS-ON), Arjan Sieben (RWS-WD), Jurriaan Lambeek (ARCADIS), Andries Paarlberg, Saskia van Vuren (HKV)

De notulen van dit overleg zijn opgenomen in deze bijlage.

CONCEPT

bespreekverslag

PR1916.10

Project : Ruimte voor de Lek Vianen
Datum : 7 oktober 2010
Onderwerp : bespreking concept basisrapport hydraulica en morfologie met bevoegd gezag
Opgesteld : 11 oktober
Aanwezig : Hans Mankor (prov Utrecht), Jasper Mekkes (prov Zuid Holland), Marco Taal, Egbert IJmker (RWS-ON), Arjan Sieben (RWS-WD), Jurriaan Lambeek (Arcadis), Andries Paarlberg, Saskia van Vuren (HKV)
Afwezig : Claudia van Ackooij (HDSR), Hans Veldman (RWS-ON), Peter Kerssens, Koen Volleberg (PDR), Harry Meesters (RWS), Harm Kool (WSRL)
Circuleren : Bovenstaand, cc Maartje Donkers (Arcadis)

Aanwezigen

Zie boven.
Op uitnodiging van Hans Mankor (provincie Utrecht) is Jasper Mekkes aangeschoven bij het overleg. Jasper is senior beheerder van het oostelijk deel vaarwegen Zuid Holland (en zijn dus beheerder van het Merwedekanaal).
Arjan Sieben is aanwezig vanuit zijn rol als ondersteuning voor Deltares bij de morfologische analyse.
PDR kon niet aanwezig zijn bij het overleg. Peter Kerssens heeft voorafgaand aan het overleg schriftelijk gereageerd op het onderdeel morfologie. De notulen van het overleg worden toegezonden aan PDR en ter goedkeuring voorgelegd.

Hydraulica

* dwarsstroming
- Egbert IJmker geeft aan dat locatie 4 (uitstroom Waalse Waard) een knelpunt is ivm manoeuvreren van schepen rondom kruising Lek, Lekkanaal, Merwedekanaal. Na diverse optimalisaties (geul minder haaks op rivier uitstromen, breder en reduceren percentage afvoer door geul) blijft er een dwarsstroom groter dan het criterium.
  Egbert vraagt hier om nader onderzoek ivm manouvreerbaarheid van schepen. Dit geldt voor meerdere locaties. In week 41 geeft Egbert aan voor welke locaties nader onderzoek nodig is (**Actie Egbert IJmker**). Het aanvullende onderzoek is nodig ter acceptatie van dwarsstromen in relatie tot een vlotte en veilige scheepvaart op de Lek. Dit extra onderzoek zal, in overleg met Provincie Utrecht, door Arcadis worden uitgevoerd.
- Dwarsstroming Merwedekanaal. Jasper Mekkes is hier tevreden over omdat het beter wordt tov de huidige situatie bij 10.000 m^3/s Bovenrijn afvoer.
- Provincie Zuid-Holland is beheerder van het Merwedekanaal, tot aan de normaallijn van de Lek (dus inclusief het deel waar de leikades worden verlaagd).
- Verlagen leikades komt niet voor rekening van provincie Zuid Holland, maar bij initiatiefnemer (prov Utrecht)
- Benadrukken dat de geulen in de Vianense Waard en Pontwaard niet permanent meestromen. Wel duikers (beperkt in dimensie) die voor wat verversing zorgen van water via scheepvaartbewegingen

- Vloed levert geen extra problemen, want dat dringt bij hogere afvoeren niet door tot Vianen.
- Marco Taal stelt vraag m.b.t. verlaging leikades in relaties tot hoogte zomerkade in de Vianense Waard. De zomerkade blijft in stand. In huidige situatie is in de Baseline schematisatie (hoogte gegevens) de zomerkade ongeveer even hoog als de leikades (grofweg zo'n 4,5 – 4,8 m+NAP). Dit dient vergeleken te worden met DTM (**Actie Arcadis**). Overigens leidt dit niet tot een ander hydraulisch effect omdat het referentiemodel is vastgesteld door PDR. Belangrijk: stroming over beide kades dus pas vanaf 10.000 m^3/s.
- Het is echter wel zo dat de westelijke dam bij 6.000 m^3/s al overstroomt (zie ook bijlagen rapport). Dit is aandachtspunt. Figuur maken van stromingsveld aldaar (**Actie HKV**).

* stroombeeld in uiterwaard
- Marco Taal: stabiliteit van overzones tussen geulenpatroon en hoofdgeul. Soms erg smal. Bijvoorbeeld in de Bossenwaard A2 tussen geul en Lek erg smal. Dus kunnen kribben achterloops raken. Advies is of breder maken (minimaal 50 meter breed en monitoren) of verdedigen
- Advies: figuren maken van stroombeeld langs oeverzone, voor zowel Waalse Waard als Bossenwaard (**Actie HKV**).
- Schade in 1 hoogwater seizoen moet nog acceptabel zijn.
- Oeververdedigingen bij in- en uitstromingen belangrijk.

* MHW verhoging
- 2cm in Pontwaard en Bossenwaard. Harm Kool heeft laten weten (email 6 oktober) dat een opstuwing van maximaal 2 cm aan de voet van de waterkering acceptabel is voor WSRL. Paul Neijenhuis en Claudia van Ackooij (HDSR) hebben beiden het rapport doorgenomen en hebben geen specifieke opmerkingen, omdat het grootste deel geen tot weinig effect op de dijken heeft. Eerder heeft HDSR aangegeven (email 21/7/2010) dat zij, specifiek kijkend naar de dijken grenzend aan de Bossenwaard, kunnen instemmen met een MHW-verhoging van 2 cm. De voorwaarde hierbij is wel dat wij een uiterste inspanning verwachten om verdere MHW-verhoging te voorkomen door bijvoorbeeld maatregelen te nemen in de Bossenwaard zelf. Verder geven zij aan het effect op geohydrologie en dijkstabiliteit belangrijk te vinden.
- Harm Kool (WSRL) geeft aan dat de norm aan zuidzijde 1/2000 is. Hier is geen rekening mee gehouden. Nagaan bij PDR hoe we hier mee om dienen te gaan (**Actie HKV**)
- Arjan Sieben: De MHW verhoging in Bossenwaard/Pontwaard kan mogelijk verder worden gereduceerd door B&O hier op in te zetten. Dit dan bijv meenemen in interventieniveau (ruwheden). Arcadis/HKV zoeken uit wat hier de (on)mogelijkheden zijn (**Actie HKV/Arcadis**).
- Vraag van Hans Mankor: omvangrijk baggerwerk benedenstrooms van Vianen gaf aanleiding tot verlaging MHW standen. Voornamelijk benedenstrooms van Schoonhoven. Voor deze planstudie staat het referentiemodel vast. Hier doen we niets mee in deze studie.

* Brugdek over geul in Pontwaard
- De vraag van HKV is hoe we hier mee om moeten gaan in de hydraulische berekeningen. Advies is om hier Rijn van Dixhoorn en/of Tijmen Vos voor te benaderen (**Actie HKV**).
- Te denken valt aan een lokale ruwheidsverhoging of een inschatting van de opstuwing en dat verdisconteren in de berekening.

- Arjan Sieben geeft aan dat het wellicht via een "barrier" in de WAQUA schematisatie opgenomen kan worden.
- Ter info: advies van Tijmen Vos/ Rijn van Dixhoorn is om brug(dek) te negeren in de berekeningen. Daarbij dient het brugdek wel een gebruikelijke dikte te krijgen.

* molen
- De vraag van HKV is hoe hier mee om te gaan in de hydraulische berekeningen.
- Advies: via schotjes of aanpassen bodemhoogte.
- Tijdens de komende ontwerpsessie wordt vastgesteld waar de molen in het plan zal worden opgenomen. Op die locatie schematiseren wij de molen via bovenstaande methode. Wanneer de molen in een later stadium toch komt te vervallen dan doen we geen nieuwe berekeningen, omdat het een verbetering zal opleveren tov doorgerekende situatie.
- Let op relevantie artikel 6E beleidslijn grote rivieren. Strekking: mag niet worden gebouwd in de uiterwaarden.
- 6 december overleg gemeenteraden
- Arcadis stemt dit verder af in volgende overleggen omtrent molen (**Actie Arcadis**)

* passantenhaven in de Pontwaard
- leidt mogelijk tot negatief effect op vlotte doorstroming scheepvaart Lek (**Actie Arcadis**).

* sedimentbeheer
- Rijksoverheid is verantwoordelijk voor uitvoering (financiering)
- Interventieniveau: nu geen rekening gehouden met aanzanding/aanslibbing in de nevengeul, zoals afgesproken tijdens afstemmingsoverleg
- Dit dient te worden aangepast (**Actie Arcadis/HKV**, voor komende ontwerpsessie). Marco Taal licht riviertak-coordinator in mbt procesgang, die koppelt terug met HID (**Actie Marco Taal**)
- Hans Mankor neemt dit op binnen provincie Utrecht (**Actie Hans Mankor**)

Morfologie

* resultaten morfologische analyse Vianen (Deltares/HKV)
- Aanzanding in BW en WW ~2dm. Dit betreft aanzanding in de hoofdgeul voornamelijk over de lengte van de geulen in de BW en WW.
- Mogelijk aanzanding in het Merwedekanaal en Lekkanaal. Pas aangelegde geulen gevoelig voor erosie, dit kan neerslaan in de stroomluwe zijkanalen.
- Model dekt niet alle processen.
- De morfologische analyse is over ongeveer 2 weken gereed.
- Tussen Hagestein en Schoonhoven mag 10.000 m^3 (in de beun) worden gewonnen (hoeft niet te worden teruggestort). Zandwinning dient ook in rekening te worden genomen bij de hinder als gevolg van baggerschepen in de vaargeul. 5 dagen extra hinder (=7.500 m^3 in de beun) is toegestaan.
- Rekenresultaten: maximaal 5.600 m^3/jaar in de beun in 1^e 10 jaar zonder dat niet meer kan worden teruggestort. Na 10 jaar kan in sommen zonder zandwinning, het gebaggerde materiaal in het projectgebied niet meer worden teruggestort. Het systeem loopt vol en hierdoor neemt ook de gemiddelde vaardiepte in de vaargeul af. In de loop der tijd komen alle diepe delen vol te zitten.
- Dit project is alleen vergunbaar als alle zandwinning wordt geconcentreerd in het projectgebied. Dit betekent te veel hinder (want 10.000 m^3)

- Dit kan probleem opleveren voor het project en mogelijk aanleiding geven tot aanpassingen van het ontwerp. Arjan Sieben zal zijn opmerkingen bundelen met de opmerkingen uit dit overleg en van Marco Taal en volgende week (dus week 41) naar Deltares sturen. Arjan Sieben zal Deltares informeren dat zij uiterlijk vrijdag 15 oktober een advies gereed hebben of het ontwerp al dan niet moet worden aangepast (**Actie Arjan Sieben**). Ter info: donderdag 14 oktober vindt overleg plaats tussen Arjan Sieben/Deltares, met terugkoppeling aan HKV.

* sedimentlast in uiterwaarden

- De uiterwaard ligt een stuk hoger dan zomerbed. Maar los van spriaalstroming veel aanslibbing op zandruggen / oevers. Aanslibbing op zandruggen in huidige situatie is lokaal geconcentreerd.
- In rapport wordt vuistregel genoemd: 3 a 5 keer huidige aanslibbing. Deze vuistregel is bij Arjan Sieben onbekend. Alleen opnemen wanneer de vuistregel onderbouwd kan worden. Advies is om vuistregel te verwijderen en uit te gaan van de handreiking sedimentbeheer nevengeulen plus analytische aspecten (**Actie HKV**).
- 1 cm/jaar aanslibbing is volgens Arjan Sieben onderschatting, 2 cm aanhouden als gemiddelde aanslibbing – verwerken in definitieve rapportage (**Actie HKV**)
- Van het gebied zijn historische luchtfotos voor en na hoogwater beschikbaar (Margriet Schoor). Marco Taal heeft deze fotos beschikbaar en zal ze ter beschikking stellen aan HKV (**Actie Marco Taal**). Deze fotos gebruiken om te analyseren waar nu aanslibbing optreedt (geen omvang).
- Vergelijk uitkomsten bovenstaande analyse met ontwerp: waar worden kades aangepast of verwijderd op locaties waar nu aanslibbing optreedt? Ook locatie geulen patroon is dan interessant.
- Arjan Sieben geeft aan dat afvoertoename naar uiterwaarde tgv plan vooral in de range van afvoeren 6.000 – 8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer interessant is.

Overzicht actiepunten

nr:	wie	wat
1	Egbert IJmker	locaties dwarsstromen waar extra onderzoek nodig is
2	Arcadis	Effect passantenhaven Pontwaard op vlotte doorstroming beroepsvaart Lek
3	Arcadis	controle hoogte zomerkade/leikade Vianense Waard
4	HKV	figuren dwarsstromen Merwedekanaal (wanneer stroming via Lek en Merwedekanaal naar Pontwaard over verlaagde leikade)
5	HKV	analyse breedte oeverzones en stroombeelden Bossenwaard en Waalse Waard
6	HKV	contact PDR aangaande 1/2000 norm zuidzijde
7	HKV	contact Tijmen Vos/ Rijn van Dixhoorn omtrent schematisatie brug(dek)
8	HKV	aanpassingen rapportage aannames omtrent kwantificering aanslibbing uiterwaarden/geulen
9	Marco Taal	luchtfotos voor/na hoogwater
10	Marco Taal	contact riviertakcoordinator/HID aangaande relatie aanslibbing en interventieniveau berekeningen
11	Hans Mankor	neemt bovenstaande punt op namens provincie ivm relevantie binnen project
12	Arjan Sieben	opnemen morfologische aandachtspunten met Deltares
13	Arcadis	genoemde punten inbrengen tijdens overleg molen
14	HKV/Arcadis	Onderzoeken relatie B&O en interventieniveau m.b.t. mogelijke verdere reductie MHW verhoging Bossenwaard.

bespreekverslag

PR1916.10/PR1978.10

Project : Ruimte voor de Lek, Vianen
Datum : 1 juli 2010
Onderwerp : Notulen afstemmingsoverleg RWS (hydraulica/scheepvaart en morfologie/vaargeulbeheer), d.d. 22 juni te Utrecht Westraven
Van : Andries Paarlberg
Aan : Deelnemers afstemmingsoverleg

---

22 juni heeft voor het project Ruimte voor de Lek Vianen een afstemmingsoverleg met RWS plaatsgevonden.

Aanwezigen waren:
Peter Kerssens, Marco Taal, Hans Veldman (RWS)
Hans Mankor (prov. Utrecht)
Andries Paarlberg, Vincent Vuik (HKV)
Gerjan Verhoeff (Arcadis)
Kees Sloff (Deltares)

Zie Bijlage 1 met een lijst van actiepunten, wanneer ze uitgevoerd moeten zijn en wat de status is.

Hydraulica/scheepvaart:

- *Taakstelling*:
  In het SNIP2A besluit is de eis ten aanzien van MHW verlaging op het traject km 945.2 en 946.2 vastgelegd op 8 cm.

- *Beheersruimte*:
  - RWS ON adviseert rekening te houden met minimaal 2 cm extra verlaging als beheersruimte om onvoorziene ontwikkelingen in uiterwaardbegroeiing op te vangen of voldoende buffer te creëren voor natuurontwikkeling bij extensief beheer.
  - De uiteindelijke toets door PDR wordt gedaan op een som met een "worstcase" scenario wat aansluit bij het beheersplan. Hierbij dient het interventieniveau inzichtelijk gemaakt te worden. Leidraad bij het bepalen van het interventieniveau is hierbij het "beheerskader inrichtingsmaatregelen winterbed" van Aad Hendriks. Gerjan Verhoeff heeft betreffend document en verspreidt dat binnen het projectteam. **Actie Gerjan Verhoeff**.
  - De som met het "worstcase" scenario dient 8 cm verlaging te halen.
  - Aanzanding van nevengeulen en hoofdgeul hoeft niet te worden meegenomen in bovenstaande berekening. Dit neemt niet weg dat het plan zo geoptimaliseerd dient te worden om de aanzanding zoveel mogelijk tegen te gaan.

- *MHW verhoging* benedenstrooms van ingreepgebied.
  - Rivierverruiming resulteert vaak in een lokale verhoging van de maatgevende waterstanden stroomafwaarts van het projectgebied. Het rivierkundig beoordelingskader schrijft voor dat het ontwerp van de ingreep zodanig geoptimaliseerd moet worden dat deze lokale waterstandverhoging geminimaliseerd wordt. Indien de waterstandverhoging groter is dan 1 mm, dan moet beoordeeld worden of het belang van derden wordt geschaad en kan om compensatie gevraagd worden. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt

tussen aantasting van de veiligheid en schade. Acceptatie van een eventuele MHW-verhoging langs de primaire dijk door de waterkeringbeheerder is vereist.
- Voorlopige resultaten laten zien dat in de Bossenwaard een flinke verhoging optreedt, zie Bijlage 2 voor een analyse welke HKV reeds heeft uitgevoerd op basis van de variaties op de gekozen (SNIP2A) variant. De MHW verhoging in de Bossenwaard is zo'n 4 cm (2 a 3 cm aan de bandijk), wat veel is in relatie tot de taakstelling. Bovendien blijkt de MHW verhoging lastig te verlagen, ivm de aanwezigheid van de brug van de A2.
- De toets van de PDR wordt gedaan op basis van de verhoging in de as van de rivier. Een hard getal wordt niet gegeven. Als vuistregel kan een verhoging van maximaal 5% van de taakstelling worden gehanteerd. Belangrijk is dat opdrachtnemer aangeeft welke optimalisatieslagen zijn uitgevoerd om de verhoging te minimaliseren (binnen mogelijkheden [hier beperkingen ivm brug A2] en budget) en aan te geven wat risico's van de verhoging zijn.
- De dijkbeheerder dient bij de discussie te worden betrokken door opdrachtnemer. **Actie HKV**. Wellicht is de verhoging acceptabel.
- Er wordt aangegeven dat de MHW verhoging in relatie tot pakketsommen gezien moet worden (de waterstand kan absoluut gezien immers nog steeds omlaag gaan).

- *Dwarsstromen*:
  - Nagekomen Hans Veldman: De werkwijzer beoordeling rivieringrepen zegt in bijlage 1:
    III. Dwarsstromen
    a. Bij meestromen nevengeulen mag op de rand van de vaarweg of bakenlijn (dat is de denkbeeldige lijn over de bakens op de kop van de kribben) de dwarsstroom bij een debiet (de hoofdgeul in- of uittredend) van < 50 m3/s maximaal 0,30 m/s bedragen. Bij debieten groter dan 50 m3/s is nader onderzoek nodig, waarbij als vuistregel geldt maximale dwarsstroom van 0,15 m/s.
  - In de Lek moet de toets plaatsvinden tussen (en op) de bakenlijn (dit is niet exact de normaallijn, RWS-ON levert deze bakenlijn toe, **Actie Hans Veldman**). Nagekomen input Hans Veldman: de afstand tussen de bakenlijnen (denkbeeldige lijn over de bakens) is ruim groter dan de afstand tussen de normaallijnen. Pragmatisch voorstel van Hans: uitvoeren van toets op dwarsstromen op de eerste rekencel buiten de normaallijn (gezien vanuit de as van de rivier). Aandachtspunt: in deze zones is het WAQUA model wellicht te onnauwkeurig voor deze toets. Conform het rivierkundig beoordelingskader wordt in de planstudie met het WAQUA model gerekend; op basis van de WAQUA uitkomsten geeft de opdrachtnemer een deskundigenoordeel omtrent dwarsstromen. Roosterverfijning op plaatsen met lokaal hoge snelheden valt buiten de scope van de planstudie.
  - Het consortium is aan het nagaan wat hydraulische effecten zijn van het verlagen van de leikades langs het Merwedekanaal. Dit roept zorgen op bij RWS omtrent dwarsstromen en eventuele stremming van de scheepvaart. Ook hier geldt dat de dwarsstromen niet groter mogen zijn dan 0.15 m/s (bij debieten groter dan 50 m3/s). Nagekomen informatie Hans Veldman: RWS-ON/district Rijn en Lek is beheerder van de voorhaven van het Merwedekanaal (wie is contactpersoon? **Actie Hans Veldman**). Het zou kunnen zijn dat de beheerder Merwedekanaal toch verantwoordelijk is voor het baggeren van de voorhaven. Verder heeft ook vooral de beheerder Merwedekanaal belang bij ongestoorde toegang. De beheerder moet betrokken worden bij het project (ivm eventuele stremming van de scheepvaart, **Actie consortium**).
  - Het volgende rapport is hier van belang: Royal Haskoning, 13 mei 2003 kenmerk 9M4347.A0 (opdrachtgever RWS ON), over de (toenmalig beoogde) "Herinrichting

Zuidelijke Lekuiterwaarden, nadere verkenning invloed leikaden". Het gaat daarbij om een verkenning van de volgende twee invalshoeken:
  - beperkte mate verlagen van de leikaden van de voorhaven van het Merwedekanaal, en
  - nader bepalen van de grootte van de dwarsstromingen bij hoogwaters

  Dit wordt opgevraagd en betrokken bij de planstudie (**Actie HKV**)
- Om effect op scheepvaart Merwedekanaal te minimaliseren is het advies van Hans Veldman om de verlaging van de leikades over de volledige lengte zo gelijkmatig mogelijk te verlagen, zodat de dwarsstroom ook zo gelijkmatig mogelijk is.

- *Indeling rapport*:
  Effectbeoordeling koppelen aan SNIP3 producten.

- *Uitbreiding van de Beatrixsluizen:*
  Er is informatie beschikbaar binnen het consortium (Gerjan Verhoeff). Consortium gaat na of deze uitbreiding effect heeft op de waterstanden bij MHW. Vervolgens wordt in overleg met Koen Volleberg (PDR) besloten of de uitbreiding meegenomen dient te worden in de hydraulische effectbeoordeling. **Actie consortium**.

- *Inundatiefrequentie van de uiterwaarden:*
  Dit wordt geanalyseerd aan de hand van rekenresultaten bij: 1.020, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000, 16.000 m^3/s Lobith. Deze range is akkoord. Voor dwarsstromen kunnen ook tussenliggende afvoeren belangrijk zijn bij beginnen meestromen van nevengeulen. Dit is ter beoordeling aan het consortium.

- *Getij*:
  Bij Vianen is nog een flinke getijslag. Dit zit niet in het hydraulisch model voor de SNIP3 beoordeling. Bij MHW weinig effect van getij. Peter Kerssens gaat na of er overleg heeft plaatsgevonden tussen PDR en ON, of dat dit nog gaat plaatsvinden. Peter Kerssens meldt eventuele uitkomsten aan consortium, **Actie Peter Kerssens**). Richtlijn is nu het beoordelingskader en daar worden geen eisen gesteld aan het modelleren van getij.

Morfologie/vaargeulbeheer:

- De bochtafsnijding Lekkanaal en geleidedam worden opgenomen in het referentiemodel voor morfologie. Argumentatie: geen effecten laten zien die er niet echt zijn. Informatie over ligging/hoogte/talud is opgevraagd bij Marco Taal. **Actie Marco Taal**. Deze maatregelen worden waarschijnlijk ook verwerkt in de hydraulische effectbepaling. Hieromtrent is momenteel communicatie gaande met Koen Volleberg (PDR).

- De eisen en richtlijnen ten aanzien van de scheepvaartcondities op de Nederrijn-Lek zijn (zie Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek van RWS-ON/district Rijn en Lek, *belangrijke gegevens zijn opgenomen in verslag in Bijlage 3*):

  1. Voor het gestuwde deel (bovenstrooms van Hagestein) een gegarandeerde diepte van 3,5 m in de vaargeul beneden de ""overeengekomen lage rivierstand" (OLR).
  2. Voor het ongestuwde deel (benedenstrooms van Hagestein) een gegarandeerde diepte van 3,15 m in de vaargeul beneden de "overeengekomen lage waterstand" (OLW).
  3. De gemiddelde diepte over de dwarsdoorsnede van de vaargeul mag niet minder worden dan 4,5 m beneden het waterstandsreferentievlak. Op locaties waar de gemiddelde diepte

al kleiner is, mag deze niet minder worden. Indien de gemiddelde diepte toch afneemt, dan zal dit middels baggerwerk op diepte moeten worden gehouden.

- Het waterstandsreferentievlak (OLR/OLW) volgt uit het IHP2002 (zie Bijlage 3 in dit bespreekverslag, tabel "toetsing functie-eisen"):
  - Amerongen-Driel : NAP+6,00 m – 3,5 m = NAP+2,5 m;
  - Hagestein-Amerongen : NAP+2,62 m – 3,5 m = NAP-0,88 m, NOOT: Hans Veldman geeft hier NAP+3,00 m – 3,5 m = NAP-0,5 m, waarbij 3+NAP het stuwpeil is. Dit gaat Hans Veldman verder uitzoeken. **Actie Hans Veldman**.)
  - Hagestein-Schoonhoven: (lineair) verloop van –0.49NAP naar –0.44NAP.

  Deze gegevens komen uit het IHP2002 (zie Bijlage 3). Verificatie omtrent actueel zijn van de data uit IHP2002**. Actie Hans Veldman**.

- Bagger- en terugstortvolumes worden berekend per kilometervak. Baggeren tussen vaargeullijnen, dumpen tussen normaallijnen. Er wordt gerekend met een overdiepte van 0,5 m. Baggeren vindt in het model plaats tijdens laagwater condities (Bovenrijn afvoer van 1409 en 1800 m^3/s).

- Terugstortbeleid is 1,5 km rondom baggerlocatie, met voorkeur voor het baggervak zelf.

- Zandwinbeleid is recent bijgesteld voor alle Rijntakken. Voor de Lek tussen Hagestein en Schoonhoven geldt nu een maximum van 10.000 m3/jaar.

- In de studie dient onderbouwd te worden waarom een update van de OLR/OLW (als gevolg van grote bodemveranderingen) niet nodig is.

- Marco Taal doet navraag bij RWS-ON naar baggerdata (**Actie Marco Taal**)

- Nagekomen input Hans Veldman: 6.000-8.000 m^3/s als begin voor meestromen nevengeulen uiterwaarden om aanzanding in hoofdgeul te beperken.

- Input Arjan Sieben: benedenstrooms terugstorten is inmiddels ook mogelijk, dat kan voor het project voordeliger en voor de beheerder aantrekkelijker zijn. Voor Nederrijn-Lek en IJssel geldt een gelijk maximaal extra beunvolume (7500 m3 per 15 km per jaar). Het aantal dagen dat gebaggerd wordt is voor scheepvaarthinder eveneens van belang, dit kun je met de berekende volumes afschatten. De werkwijzer beoordeling rivieringrepen zegt hier: Maximaal toegelaten hinder voor de scheepvaart bedraagt 5 dagen per jaar per 15 km.

- Nevengeulbeheer: verspreiden van het document [Gerritsen, H. en Schropp, M. (2010). Handreiking sedimentbeheer nevengeulen. RWS Waterdienst, 8 februari 2010, definitief]. In dit document worden richtlijnen uiteengezet om het beheer en onderhoud van nevengeulen te minimaliseren door factoren te identificeren die van invloed zijn op het beheer (bijvoorbeeld: aantakking, drempelhoogte, trace, dwarsprofiel).]. **Actie HKV**.

Bijlage 1: Overzicht actiepunten

Naam	Actie	Termijn van uitvoeren en status
Gerjan Verhoeff	Verspreiden document "beheerskader inrichtingsmaatregelen winterbed" van Aad Hendriks	is opgevraagd bij Marco Taal (mail d.d. 30/6
Hans Veldman	Toeleveren bakenlijn	Hans heeft inmiddels informatie aangeleverd, samen met een pragmatische aanpak voor toets op dwarsstromen
Hans Veldman	Verificatie gegevens baggerdiepte; inmiddels uitgevoerd. Wat nog openstaat is OLR waarde voor stuwpand Amerongen/Hagestein	Vragen uitgezet bij district (bij Peter de Bot en Mike Peters van RWS-ON, nog geen reactie)
Hans Veldman	Contactpersoon district i.v.m. beheerder Merwedekanaal	Hans heeft voor deze vraag ook Peter de Bot en Mike Peters van RWS-ON benaderd, nog geen reactie
Hans Veldman	Verificatie gegevens waterstandsreferentievlak (data uit IHP2002)	Uiterlijk 5 juli
HKV	Opvragen rapport "Herinrichting Zuidelijke Lekuiterwaarden, nadere verkenning invloed leikaden" uit 2003 van Haskoning	Is inmiddels (digitaal) beschikbaar
HKV	Betrekken dijkbeheerder i.v.m. MHW verhoging	Datum briefjes zijn verstuurd
HKV	Verspreiden handreiking sedimentbeheer nevengeulen	Uitgevoerd
HKV/Consortium	Contact beheerder Merwedekanaal ten zuiden voorhaven	Actie wanneer contactpersoon bekend is
Consortium	Uitbreiding Beatrixsluizen: meenemen in hydraulische effectbeoordeling	Overleg met betrokkenen is gepland
Peter Kerssens	Nagaan (binnen PDR) of er een overleg plaatsvindt m.b.t. getij tussen ON en PDR; wanneer er resultaten zijn meldt Peter dit	Peter gaat dit uiterlijk 5 juli na. Terugmelding wanneer er een (eventueel) overleg geweest is
Marco Taal	Aanleveren gegevens voor implementatie geleidedam en bochtafsnijding in Baseline	Gegevens ontvangen via RWS-ON
Marco Taal	Navraag bij RWS-ON naar baggerdata	Uiterlijk 5 juli (zie ook Bijlage 3, er is uit het IHP enige informatie beschikbaar; wellicht voldoende)
Marco Taal	Verspreiden document "beheerskader inrichtingsmaatregelen winterbed" van Aad Hendriks	Uiterlijk 5 juli (doorgezet via Gerjan Verhoeff)

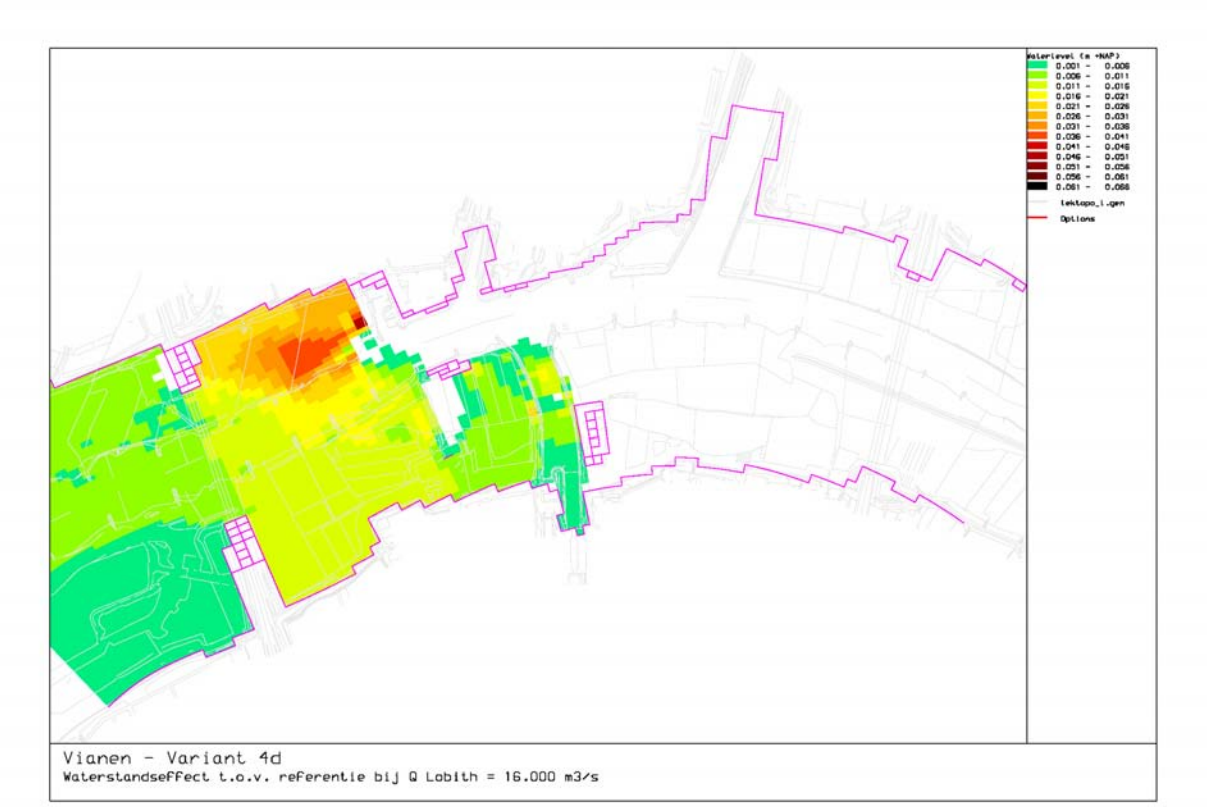
Bijlage 2: MHW verhoging Bossenwaard

HKV heeft in de verkennende fase onderzoek gedaan naar de MHW verhoging die ontstaat benedenstrooms van het ingreepgebied. De verhoging concentreert zich in de Bossenwaard, maar ook rondom de buitenstad treedt nog verhoging op. Zie voor de uitgevoerde analyses de volgende tabel:

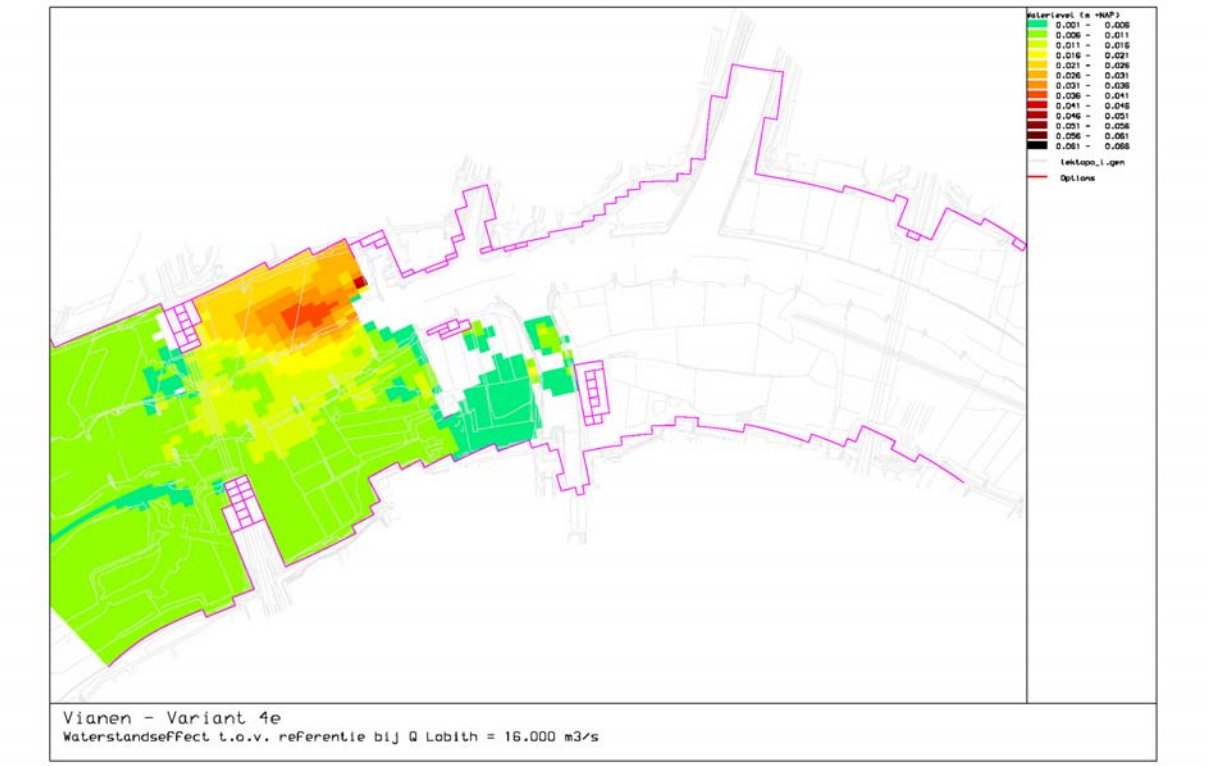
	Beschrijving	MHW effect bij rkm 945	MHW verhoging Pontswaard buitenstad	MHW verhoging Bossenwaard	MHW verhoging Bossenwaard bandijk
Gekozen variant	Geul in Pontswaard achter boerderij langs (diepte ~gelijk aan diepte hoofdgeul Lek)	11,6 cm	1,6 cm	4,6 cm	geen
Variant 4a	Verlagen leikades Merwedekanaal en toegangskade boerderij tot NAP+4 m	8,2 cm	1,1 cm	3,6 cm	2,6 cm
Variant 4b	Verlagen leikades Merwedekanaal en toegangskade boerderij tot NAP+3,5 m en beperkte verlaging bodem uitstroompunt richting Lek	8,7 cm	1,1 cm	3,6 cm	2,6 cm
Variant 4c	Verlagen gebied Pontswaard tot NAP+2 m, leikades en toegangskade verwijderd	10,6 cm	1,6 cm	4,6 cm	3,1 cm
Variant 4d	Verlagen gebied Pontswaard tot NAP+2 m, toegangskade verwijderd, leikades terug gelegd op NAP+2 m voor opnemen energieverlies rond Merwedekanaal	10,3 cm	1,6 cm	4,1 cm	3,1 cm
Variant 4e	Als Variant 4d, met verlaging oever Bossenwaard naar NAP+2 m voor extra doorstroom onder brug A2	10,8 cm	1,1 cm	4,1 cm	3,1 cm
Variant 4g	Verlagen gebied Pontswaard en leikades tot NAP+3 m, verwijderen toegangskade, bovenstroomse instroom Vianensewaard verlaagd naar NAP+3 m	8,7 cm	1,1 cm	3,6 cm	2,6 cm

De figuren op de volgende pagina geven de MHW verhoging ruimtelijk weer voor variant 4d (verlaagd maaiveld rond Pontshoeve) en variant 4e (als variant 4d, met extra verruiming Bossenwaard en onder A2).

Er is onderscheid gemaakt tussen de MHW verhoging in de Pontswaard (ter plaatse van de buitenstad, de maximale MHW verhoging in de Bossenwaard, en de MHW verhoging tegen de bandijk in de Bossenwaard. De MHW verhoging is moeilijk te optimaliseren door de aanwezigheid van de brug van de A2. Dit is duidelijk te zien aan het verschil tussen variant 4d en 4e. Het enige verschil tussen deze varianten was de extra verruiming van de oever langs de Bossenwaard. De verlaging van de oevers heeft alleen een positief effect op de MHW verhoging in de Pontswaard. De vraag is dus of het effect bij bijvoorbeeld variant 4d en 4e acceptabel is? Door de aanwezigheid van de A2-brug is de MHW verhoging bijna inherent aan een rivierverruiming stroomopwaarts van de Bossenwaard.



Figuur 1: MHW verhoging voor variant 4d.



Figuur 2: MHW verhoging voor variant 4e.

Bijlage 3: Punten uit IHP

In deze bijlage staan enige belangrijke passages uit [Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek, Auteur: Remon Steentjes, Datum 24-09-2002, Kenmerk: IHP.BV.6, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directorraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland, Dienstkring Rijn en Lek].

---
uit samenvatting:
De vaargeul op de Neder-Rijn en Lek is als het volgt gedefinieerd (uit bekendmaking 4 1997):
Het vaarwater binnen de denkbeeldige lijnen die op 25 meter uit de bakens of vervangende tonnen op de koppen van kribben, strekdammen en oevers, of op 5 meter uit de overige drijvende markering liggen.

De dienstkring Rijn en lek is verantwoordelijk voor het onderhoud van de vaargeul op de Neder-Rijn en Lek. Het onderhouden van de vaargeul wil zeggen het op diepte en breedte houden van de vaargeulbodem volgens de in het beleidsdeel geformuleerde minimale eisen.

De minimale eis waaraan de vaargeulbodem volgens het beleidsdeel aan moet voldoen om aan CEMT-klasse Va te voldoen, is als het volgt gedefinieerd:
- Breedte vaargeul (bodem) voor 2-strooks verkeer:
  - Bovenstrooms van Driel minimaal 70 m.
  - Benedenstrooms van Driel minimaal 80 m.

- Diepte vaargeul:
  - Pannerdensche Kop – Driel OLR – 2.80 m.
  - Driel – Hagestein OLR – 3.50 m.
  - Beneden Hagestein OLW – 3.15 m.

---
uit paragraaf 4.1.4, ouderhoudshistorie

Locatie	Kmr.	tonnen Voor 1999	tonnen 1999	tonnen 2000	tonnen 2001
Lekkanaal	948 / 949			1.914	30.726
Klaphek	952 / 953	5.429	3.110	61.366	9.262

---
uit Bijlage A, Toetsingseisen
(zie volgende pagina)

Toetsing functie-eisen

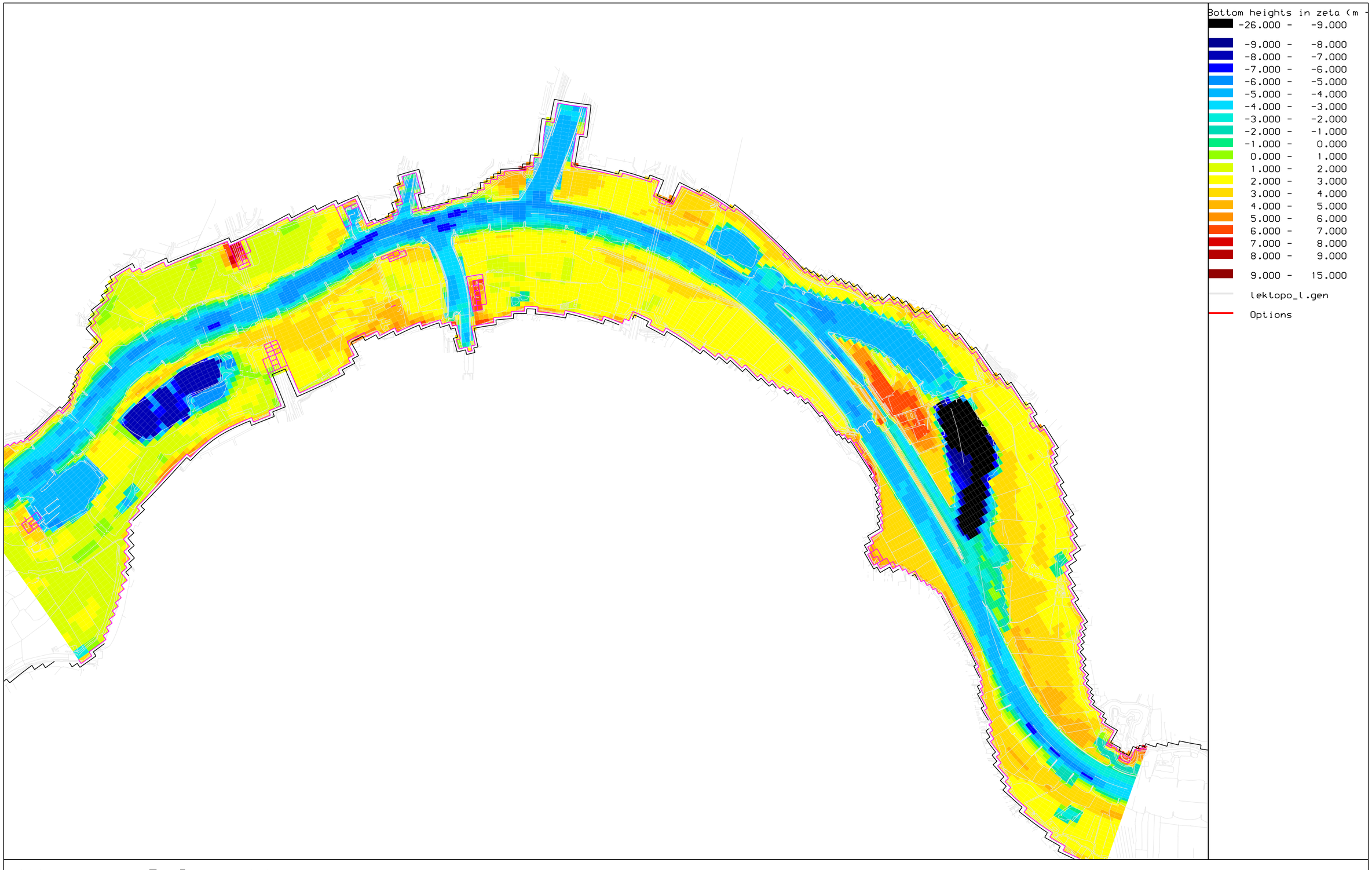
Omschrijving	Kmr	OLR/OLW 2002	Streefdiepte t.o.v. OLR/OLW	Voldoet	Aanleg-/ Verbeter-Maatregel	Min. Breedte ##	Voldoet	Aanleg-/ Verbeter-maatregel	Opmerkingen *m.b.t gierpont*
Pannerdensche Kop - IJsselkop	867,5 - 878,5	NAP + 7,33/7,09	2,80 m	Wel	n.v.t.	70 m.	Wel	n.v.t	Vaargeulbreedte beperking i.v.m. gierpont Pannerden en Loo
IJsselkop – Driel boven	878,5 - 891,5	NAP + 7,09	2,80 m	Wel	n.v.t.	70 m.	Niet	BV.VW2.b	
Sluiskanaal Driel *boven*	889,3 - 891,1	NAP + 7,09	2,80 m	Wel	n.v.t.	70 m.	Niet	,,	
Sluiskanaal Driel *beneden*	891,5 - 892,6	NAP + 6,00	3,50 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Niet	,,	
Driel – Amerongen	891,5 - 922,3	NAP + 6,00	3,50 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Niet	,,	Vaargeulbreedte beperking i.v.m. gierpont Opheusden en Elst
Sluiskanaal Amerongen *boven*	920,7 - 922,0	NAP + 6,00	3,50 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Niet	,,	
Sluiskanaal Amerongen beneden	922,3 - 923,2	NAP + 2,62	3,50 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Niet	,,	
Amerongen – Hagestein	922,3 - 946,9	NAP + 2,62	3,50 m	Niet	BV.VW2.a	80 m.	Niet	,,	Vaargeulbreedte beperking i.v.m. gierpont Beusichem en Culemborg
Sluiskanaal Hagestein *boven*	945,7 - 946,8	NAP + 2,62	3,50 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Wel	n.v.t.	
Sluiskanaal Hagestein *beneden*	947,1 - 947,9	NAP - 0,49	3,15 m	Wel	n.v.t.	80 m.	Wel	n.v.t	
Hagestein – Schoonhoven	946,9 - 969,6	NAP - 0.49/0,44	3,15 m	Niet	BV.VW2.a	80 m.	Wel	n.v.t	
5 x slibvangen #			n.v.t.			n.v.t.	wel		

De OLR/OLW waarden zijn op dit moment (september 2002) nog niet door het CCR vastgesteld. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid in oktober 2002 plaatsvinden. De OLR/OLW worden elke 10 jaar bijgesteld. Dit houdt in dat op het moment dat ze worden gewijzigd er wijzigingen in de maatregelen kunnen plaats vinden.

\# De slibvangen voldoen doordat de sedimentatie tot op heden nog buiten de vaargeul blijft.

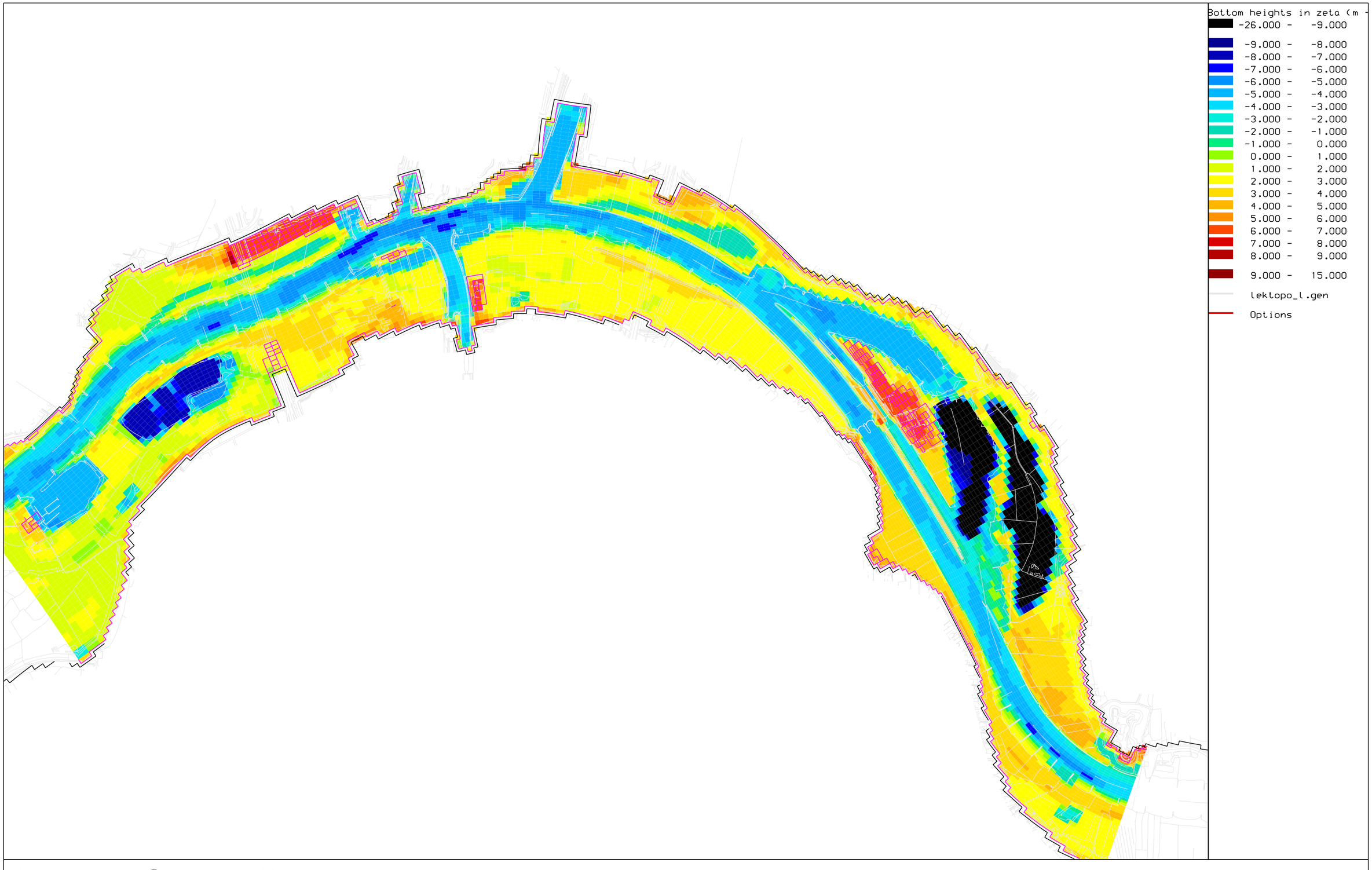
\## Er is een digitalisering van de vaargeulbreedte op komst, aan de hand van deze kaart kunnen de knelpunten nauwkeuriger worden bepaald.

Bijlage 3: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA - bodemhoogte



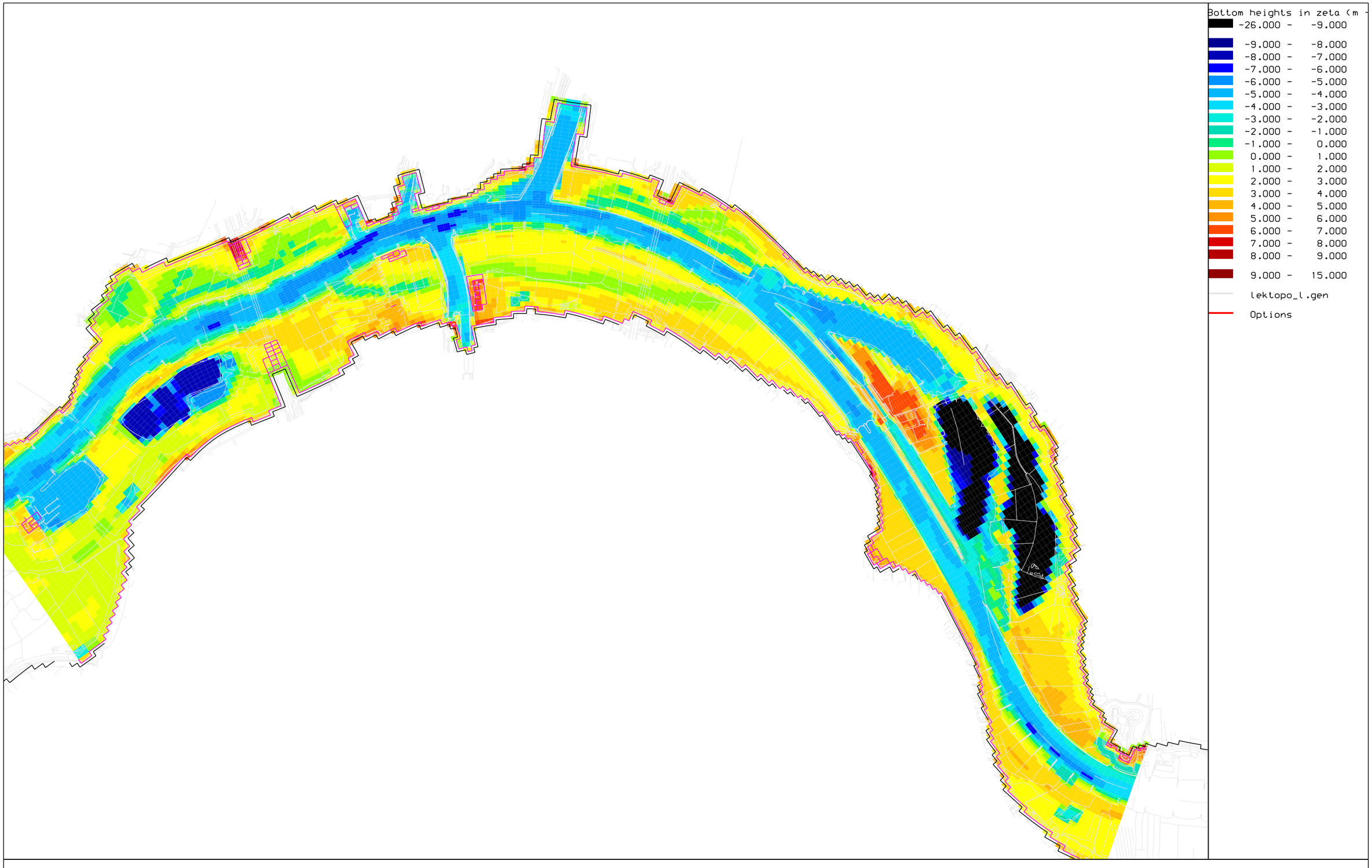
Vianen - Referentie

Bodemhoogtes



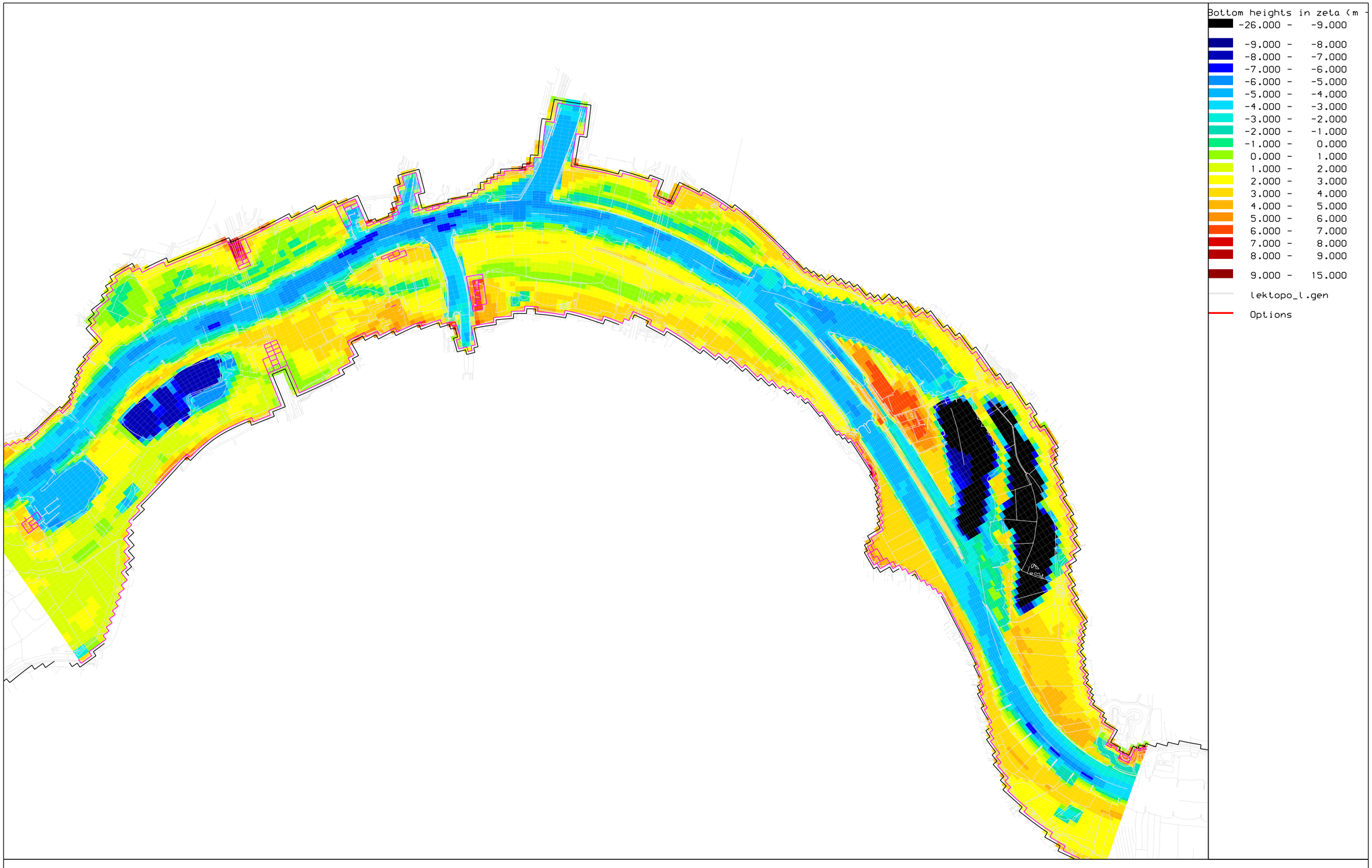
Vianen - Gekozen Variant

Bodemhoogtes



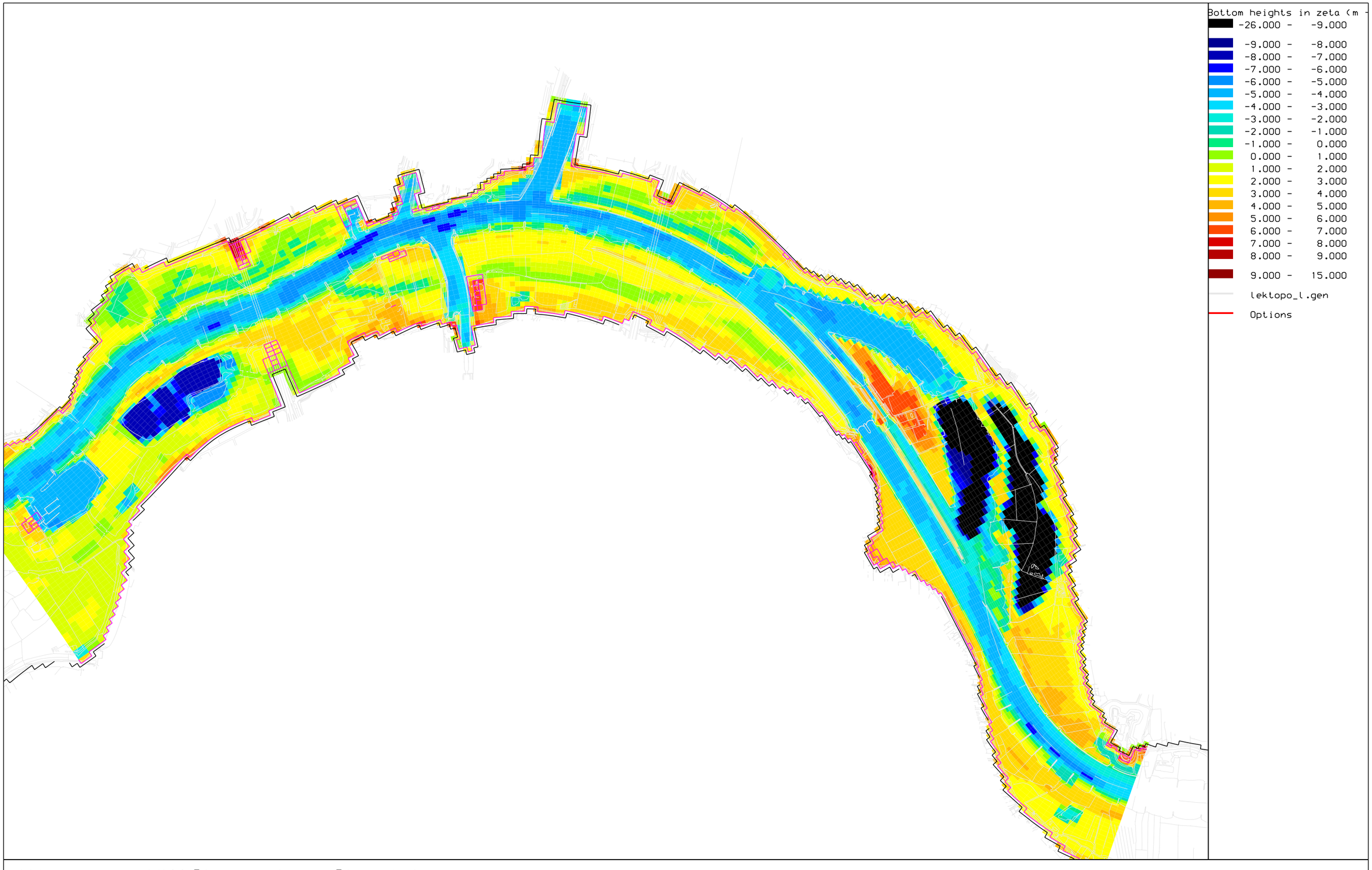
Vianen - VKA1F

Bodemhoogtes



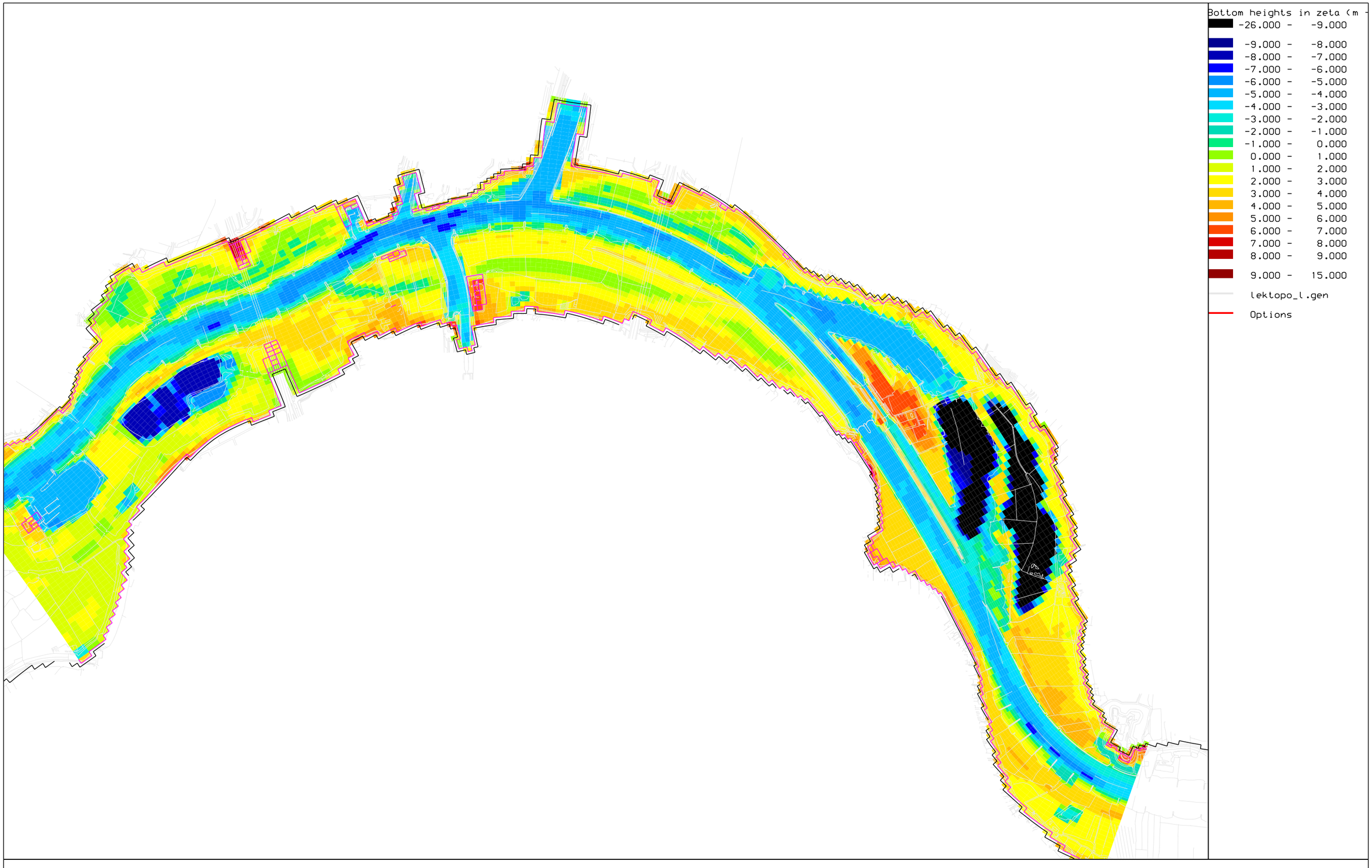
Vianen - VKA2a - doemscenario

Bodemhoogtes



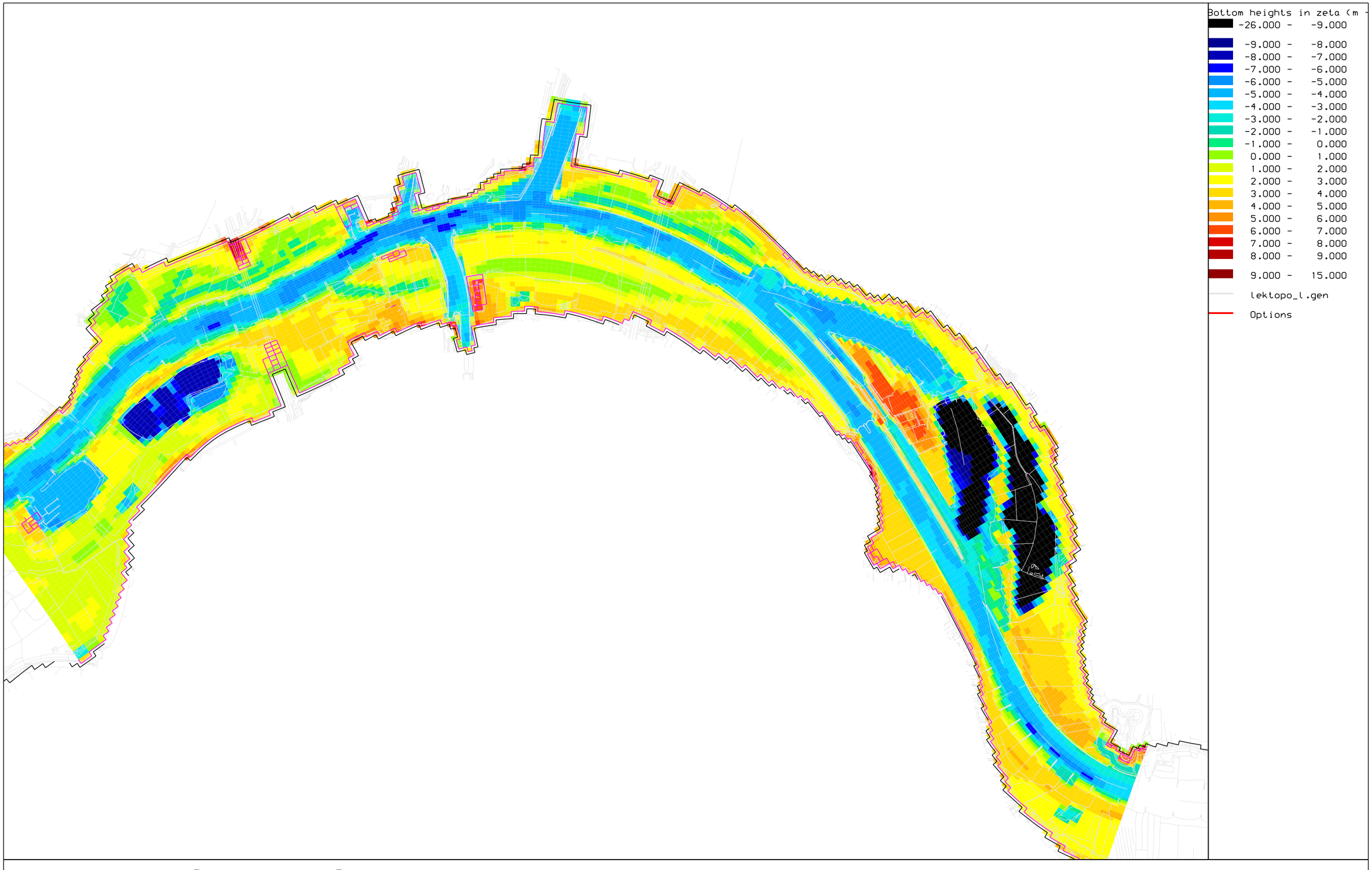
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Bodemhoogtes



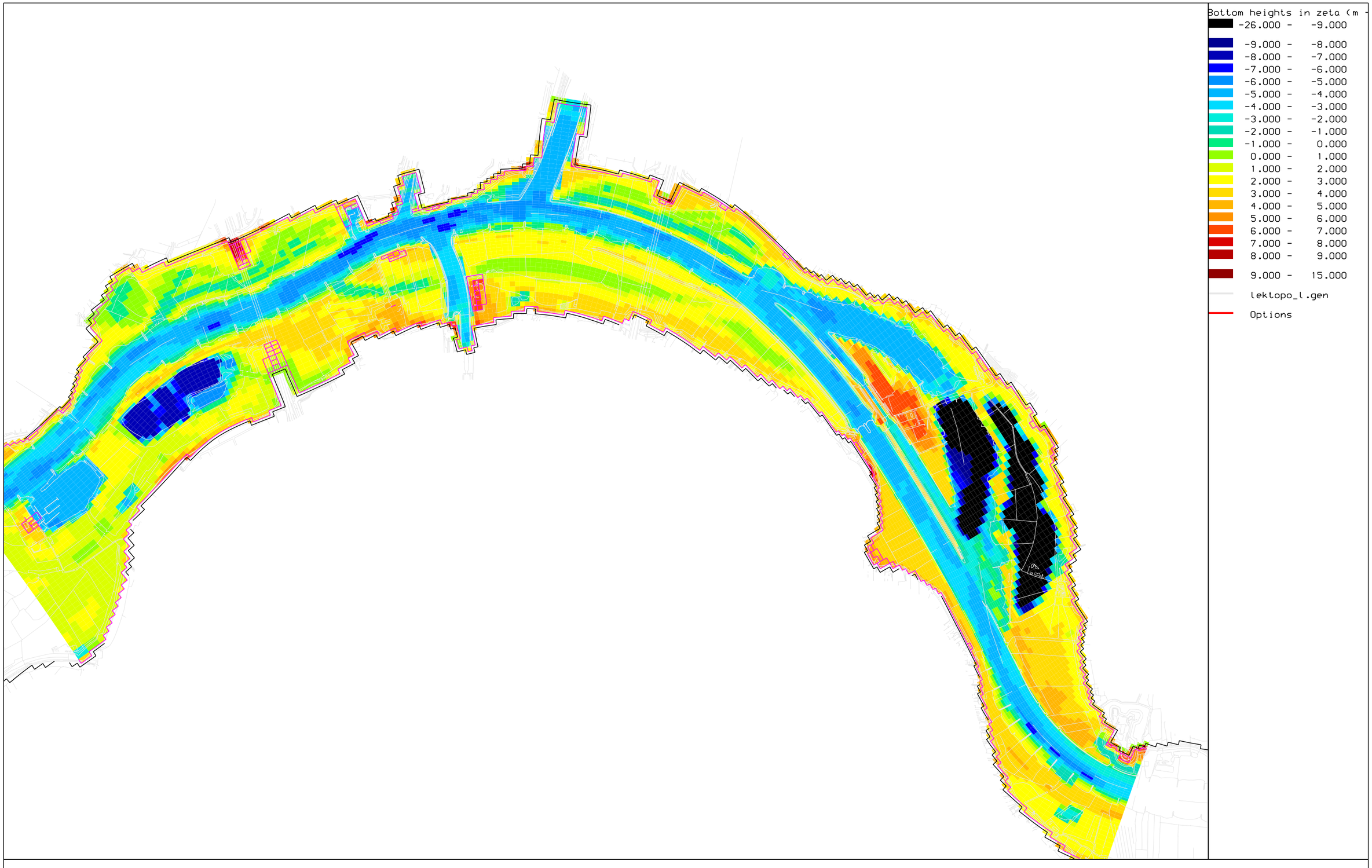
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Bodemhoogtes



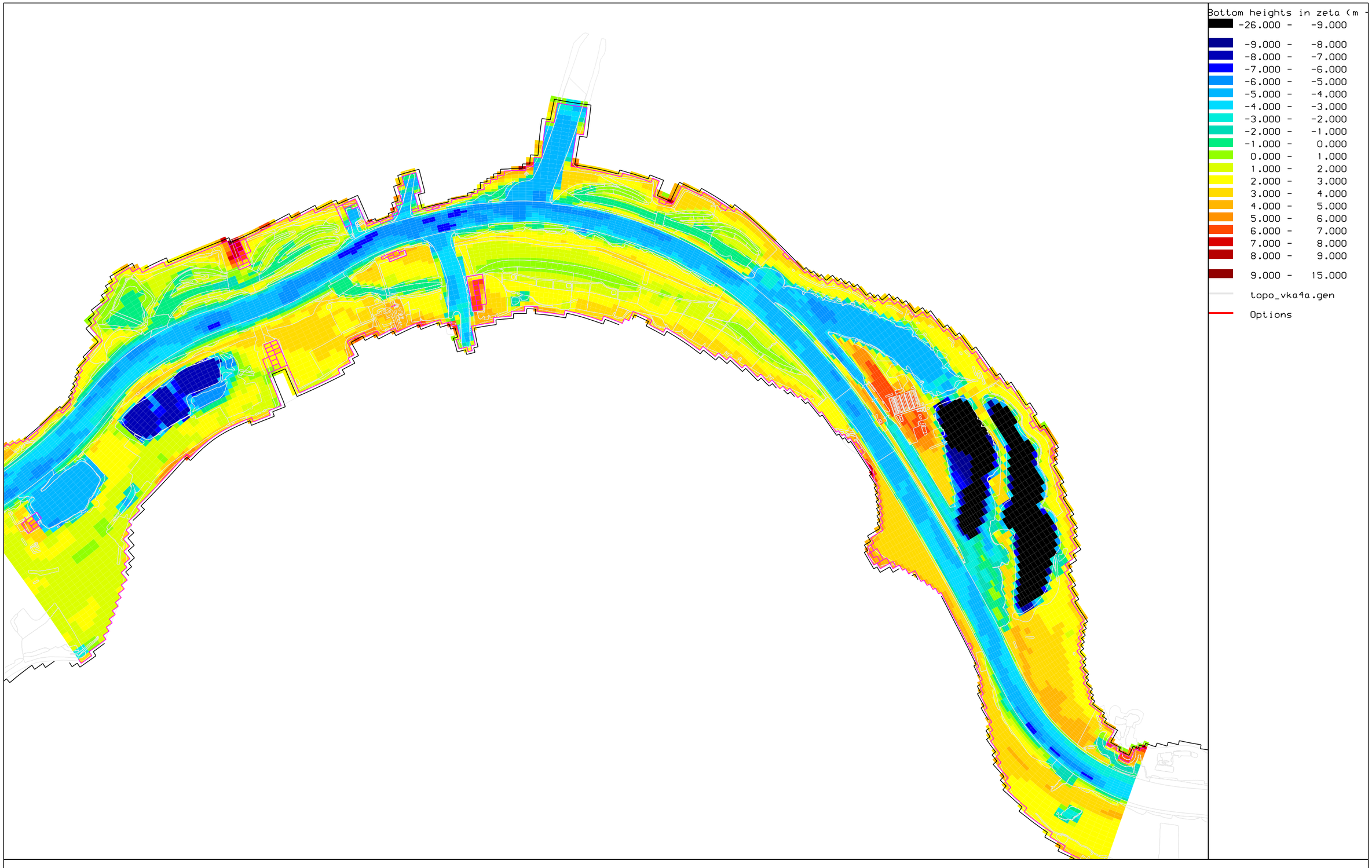
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Bodemhoogtes



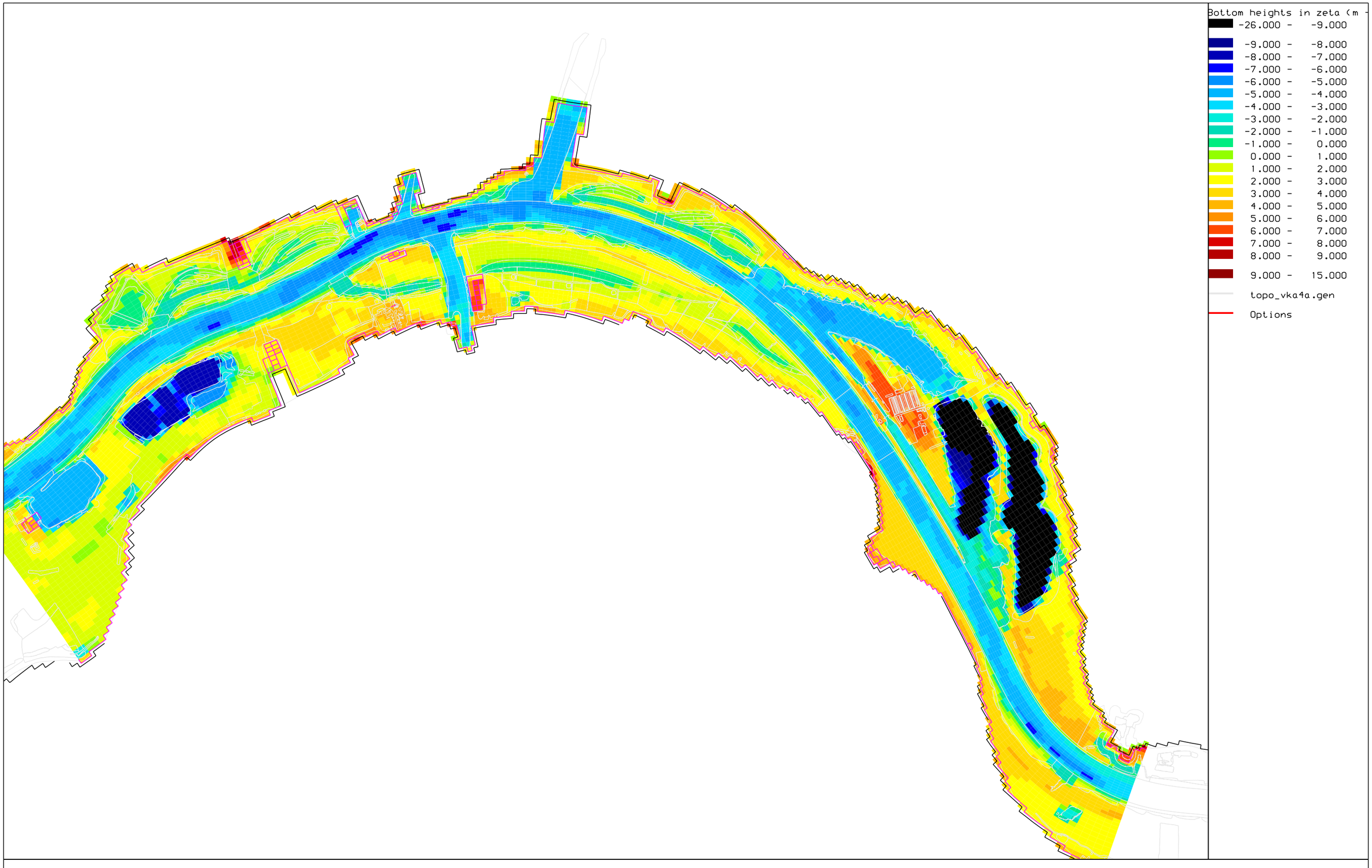
Vianen - VKA3c - doemscenario

Bodemhoogtes



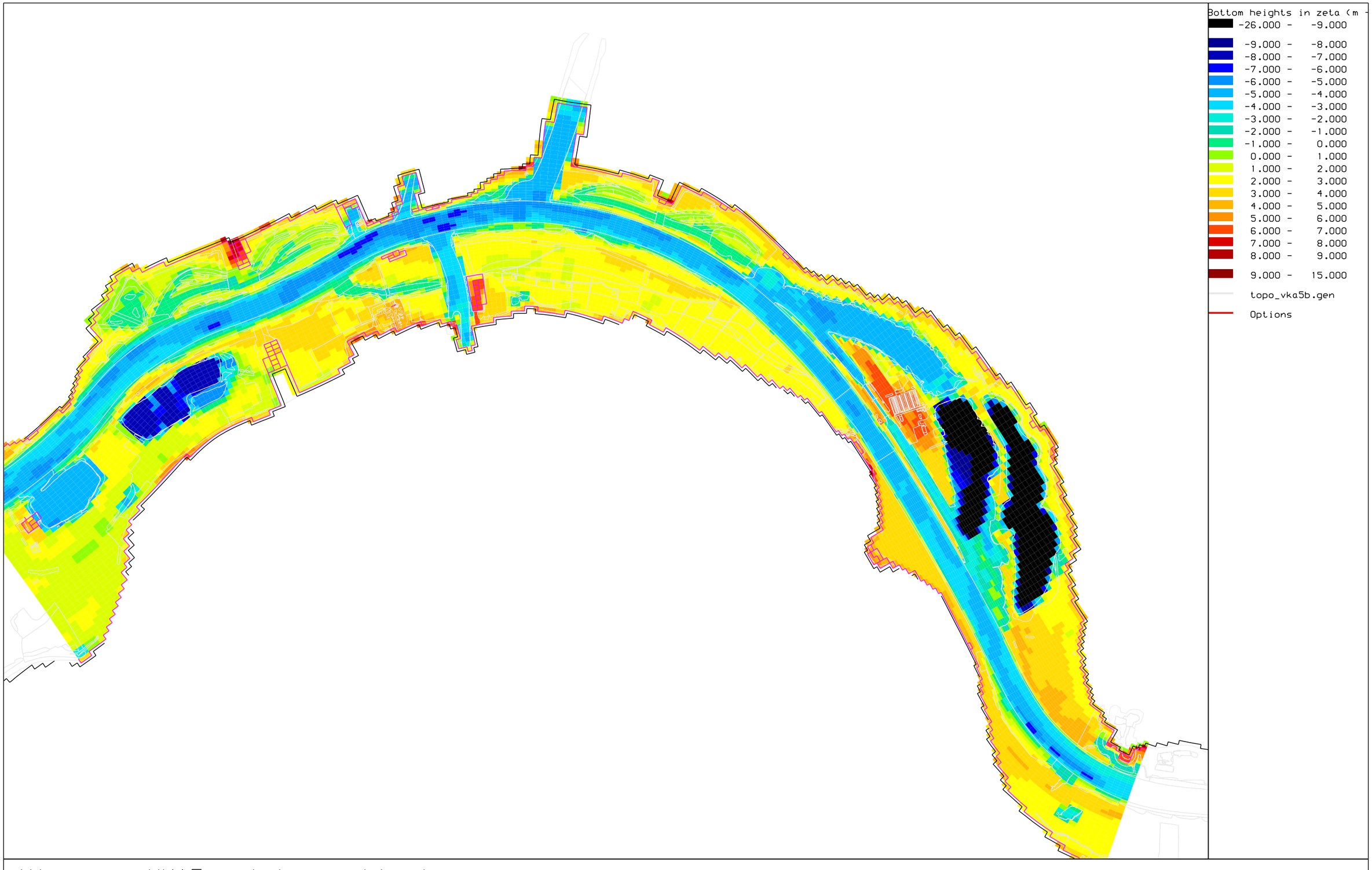
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Bodemhoogtes



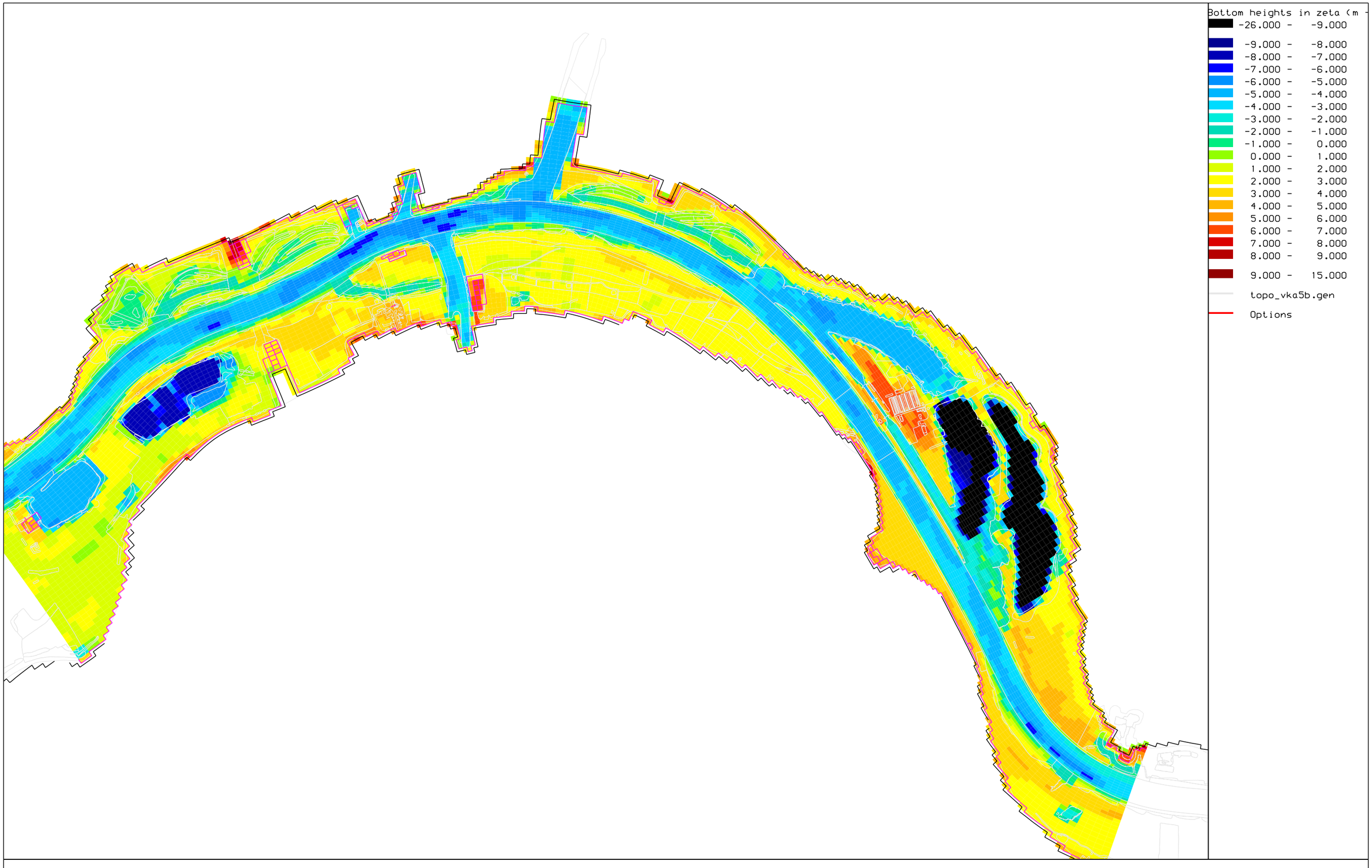
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Bodemhoogtes



Vianen - VKA5 - interventieniveau

Bodemhoogtes



Vianen - VKA5 - streefbeeld

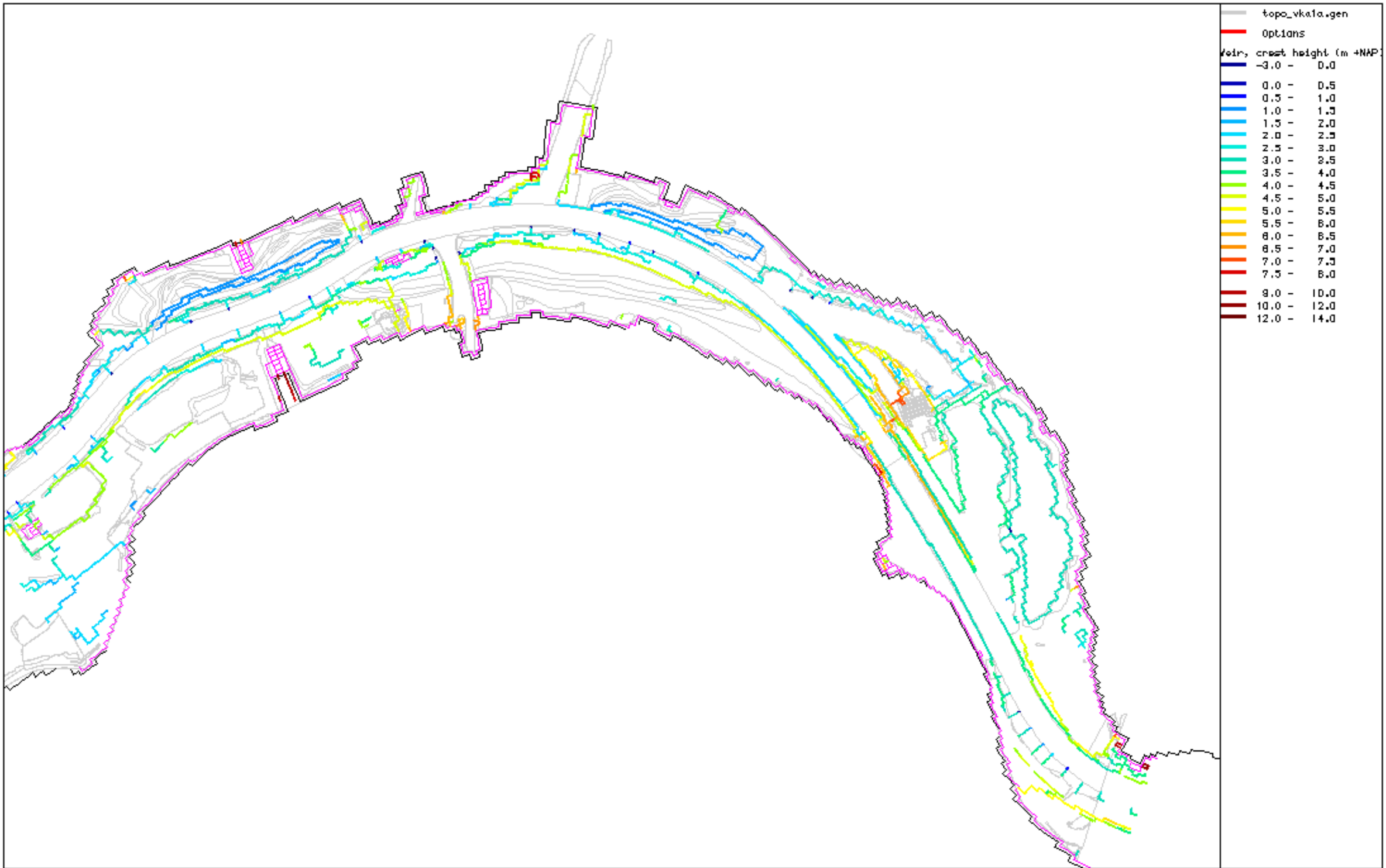
Bodemhoogtes

Bijlage 4: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA - overlaten



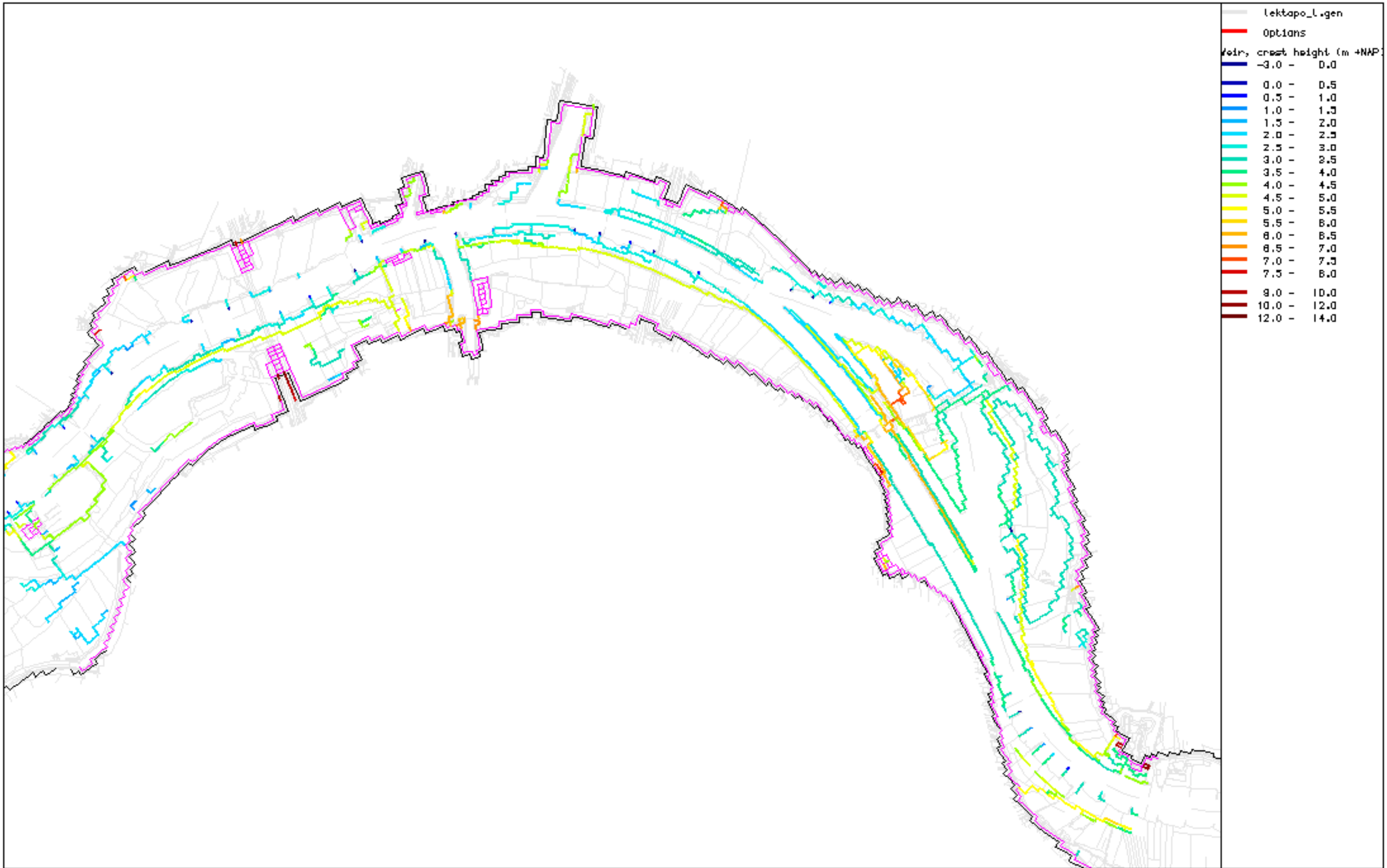
Vianen - Referentie

Overlaten



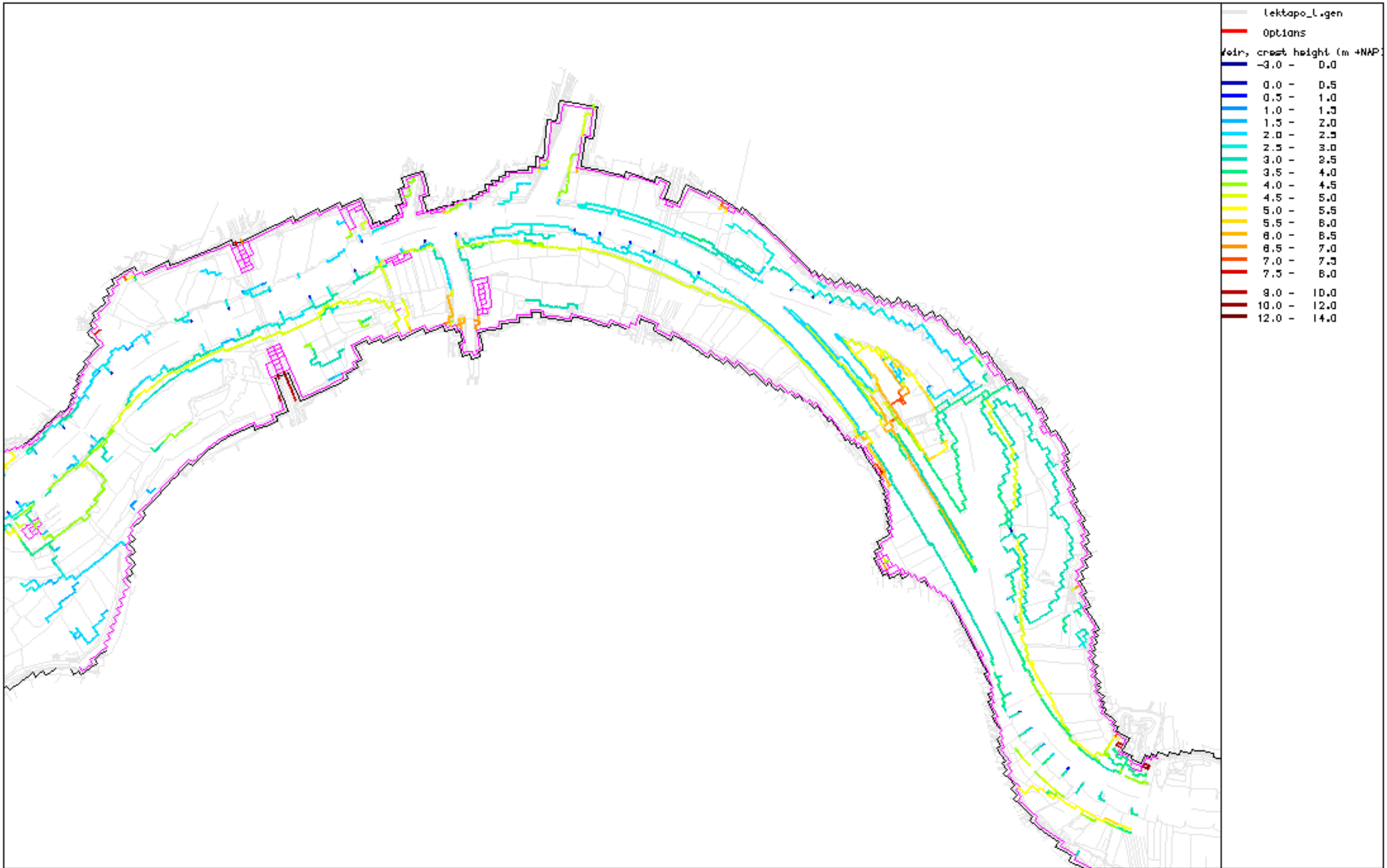
Vianen - Gekozen Variant

Overlaten



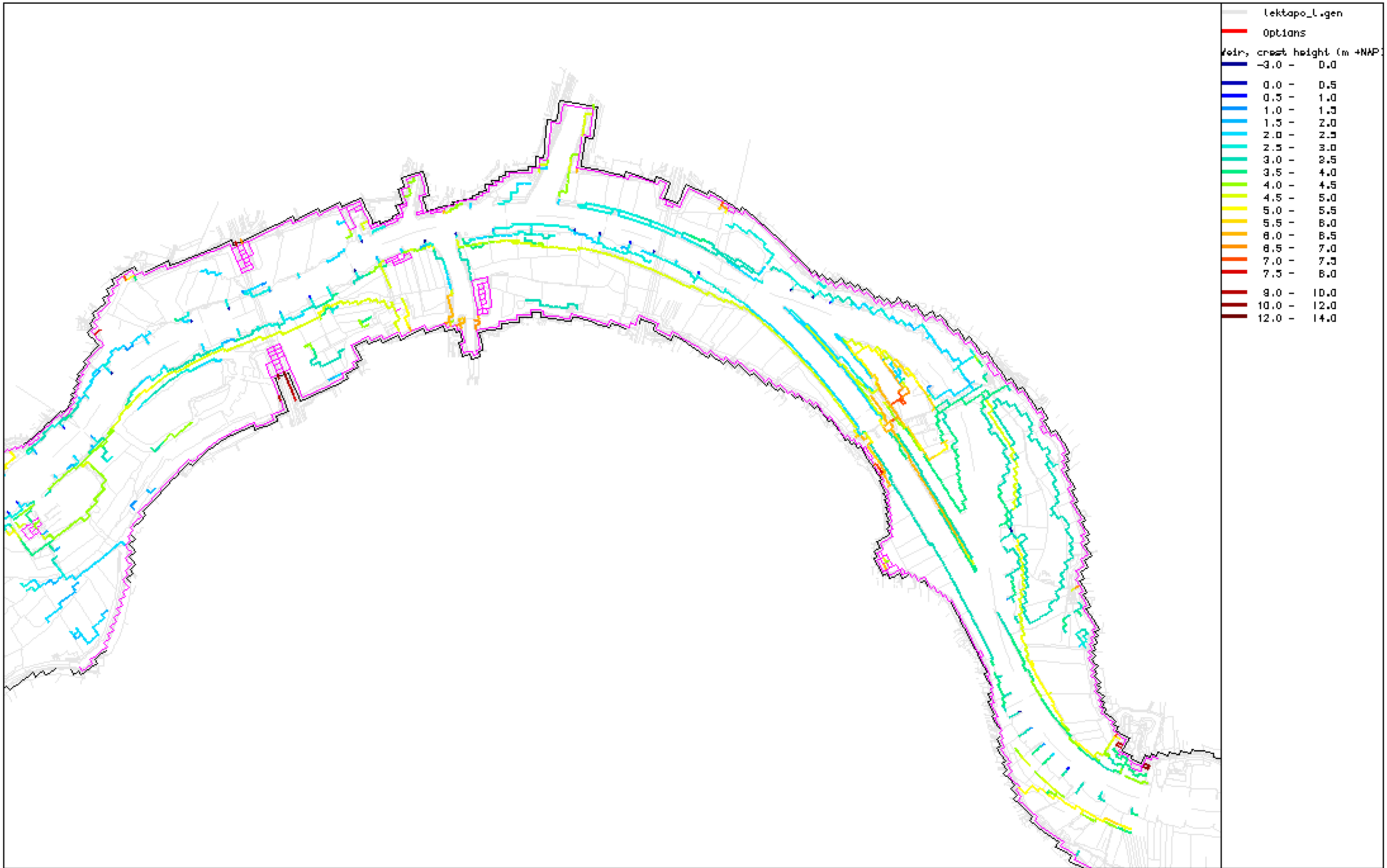
Vianen - VKA1F

Overlaten



Vianen - VKA2a - doemscenario

Overlaten



Vianen - VKA2b - streefbeeld

Overlaten



Vianen - VKA3a - interventieniveau

Overlaten



Vianen - VKA3b - streefbeeld

Overlaten



Vianen - VKA3c - doemscenario

Overlaten



Vianen - VKA4 - interventieniveau

Overlaten



Vianen - VKA4 - streefbeeld

Overlaten



Vianen - VKA5 - interventieniveau

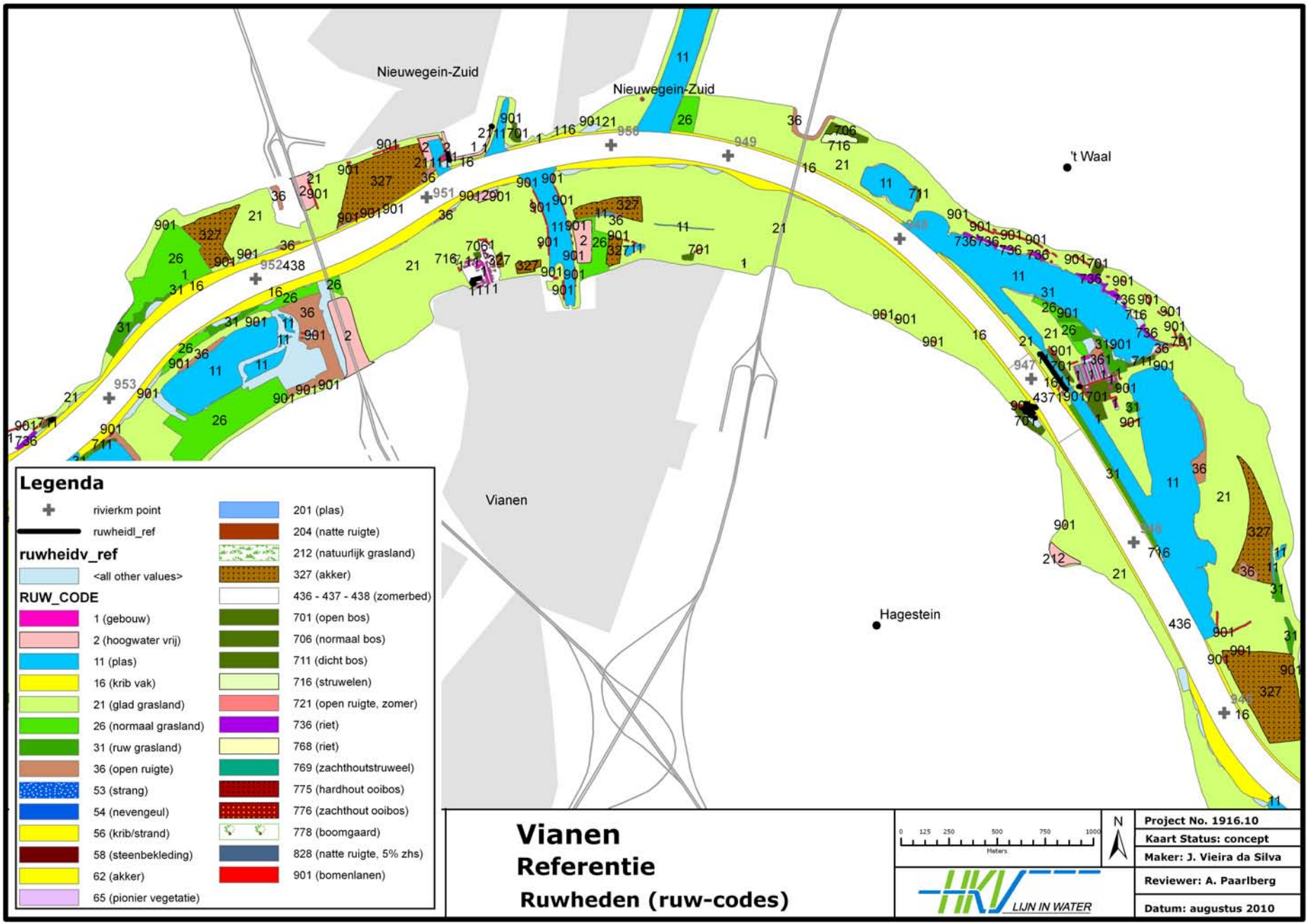
Overlaten

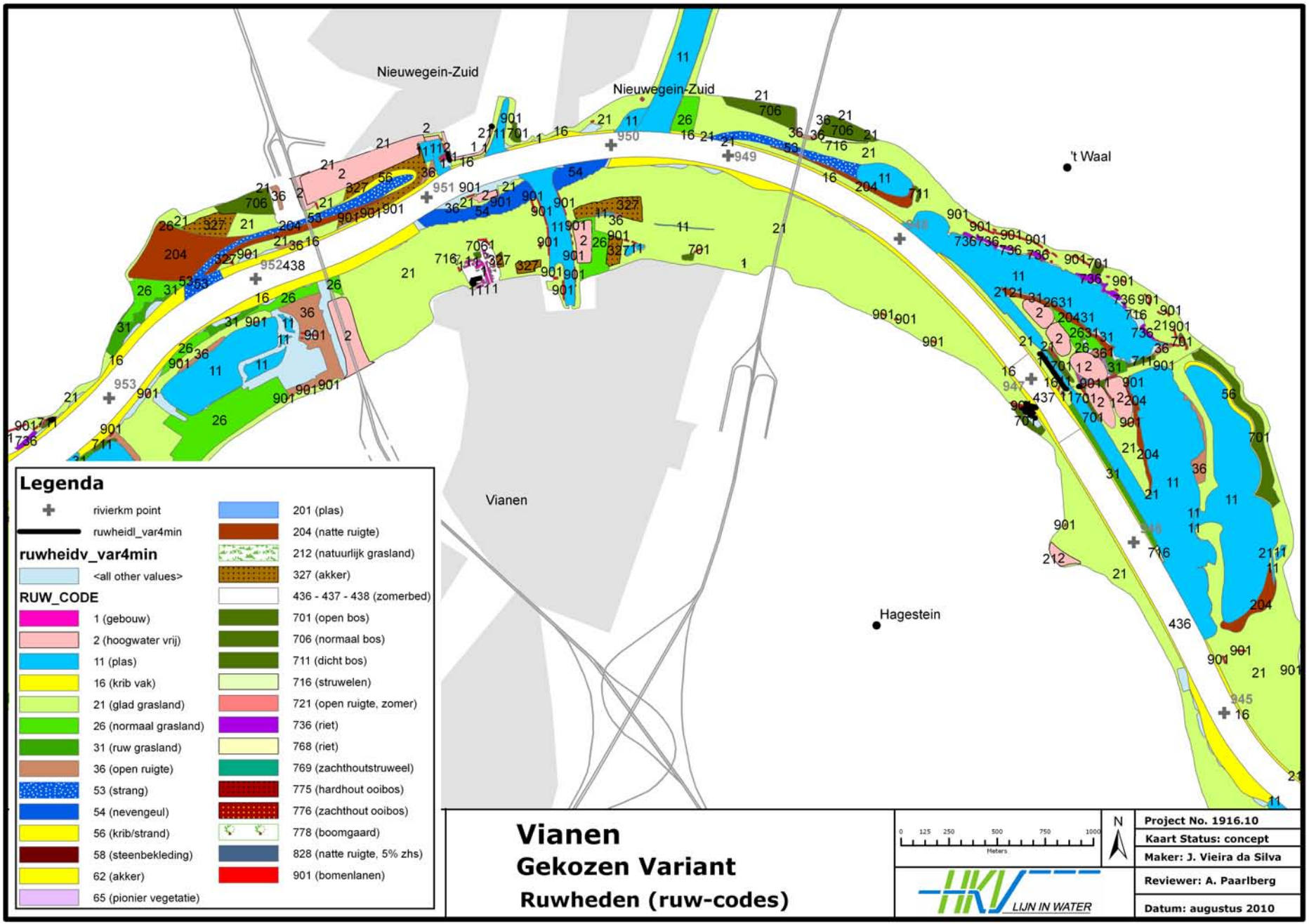


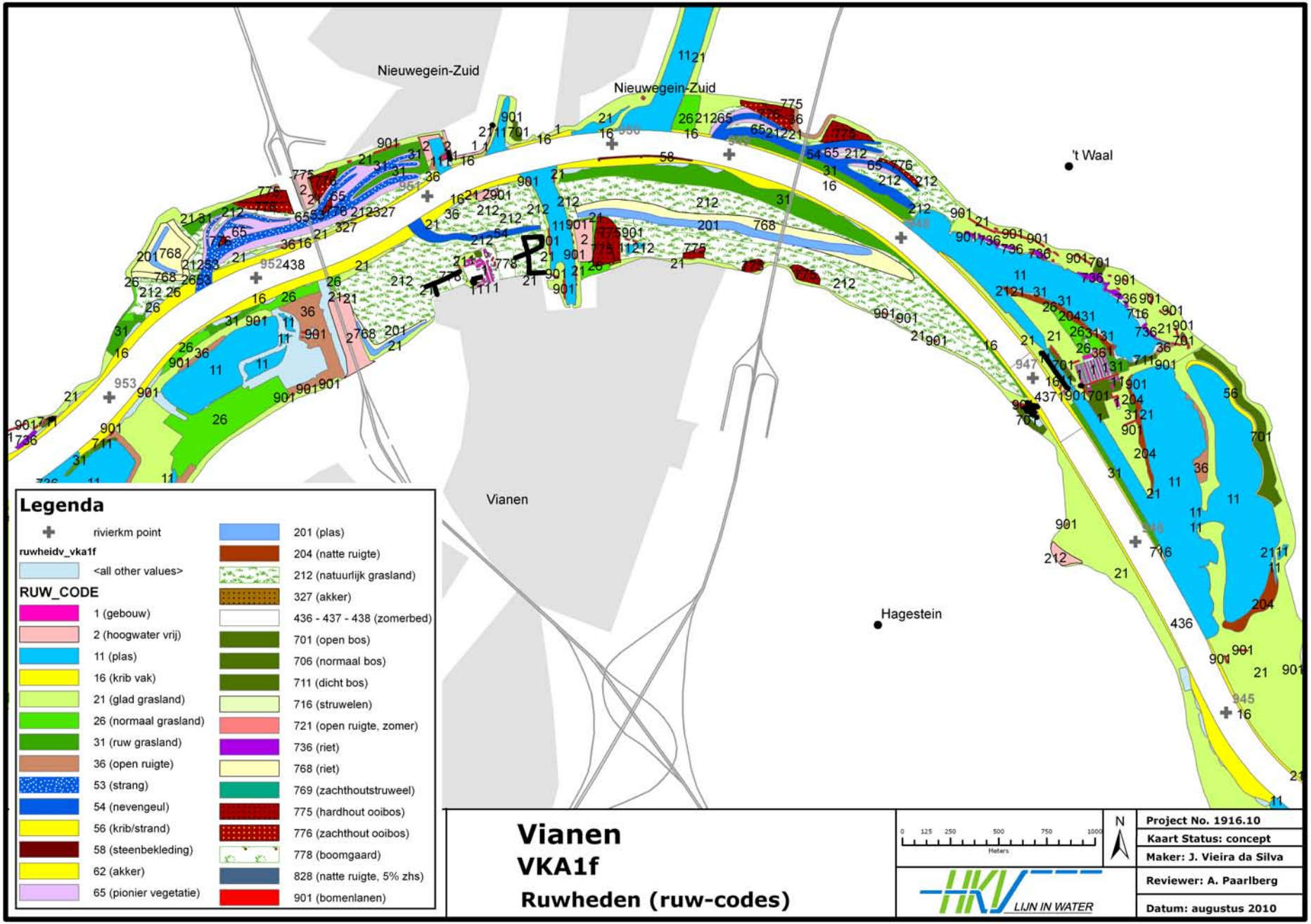
Vianen - VKA5 - streefbeeld

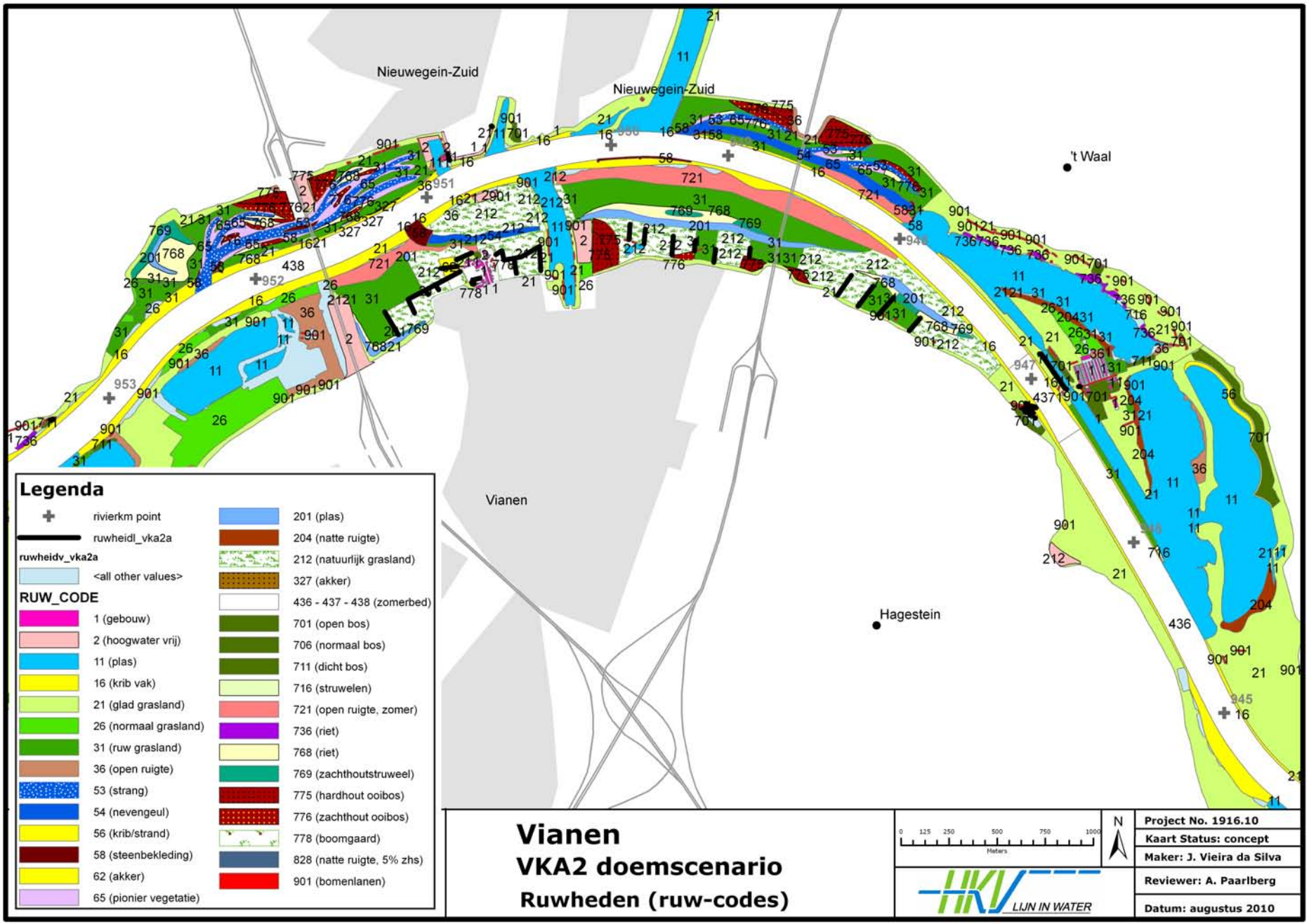
Overlaten

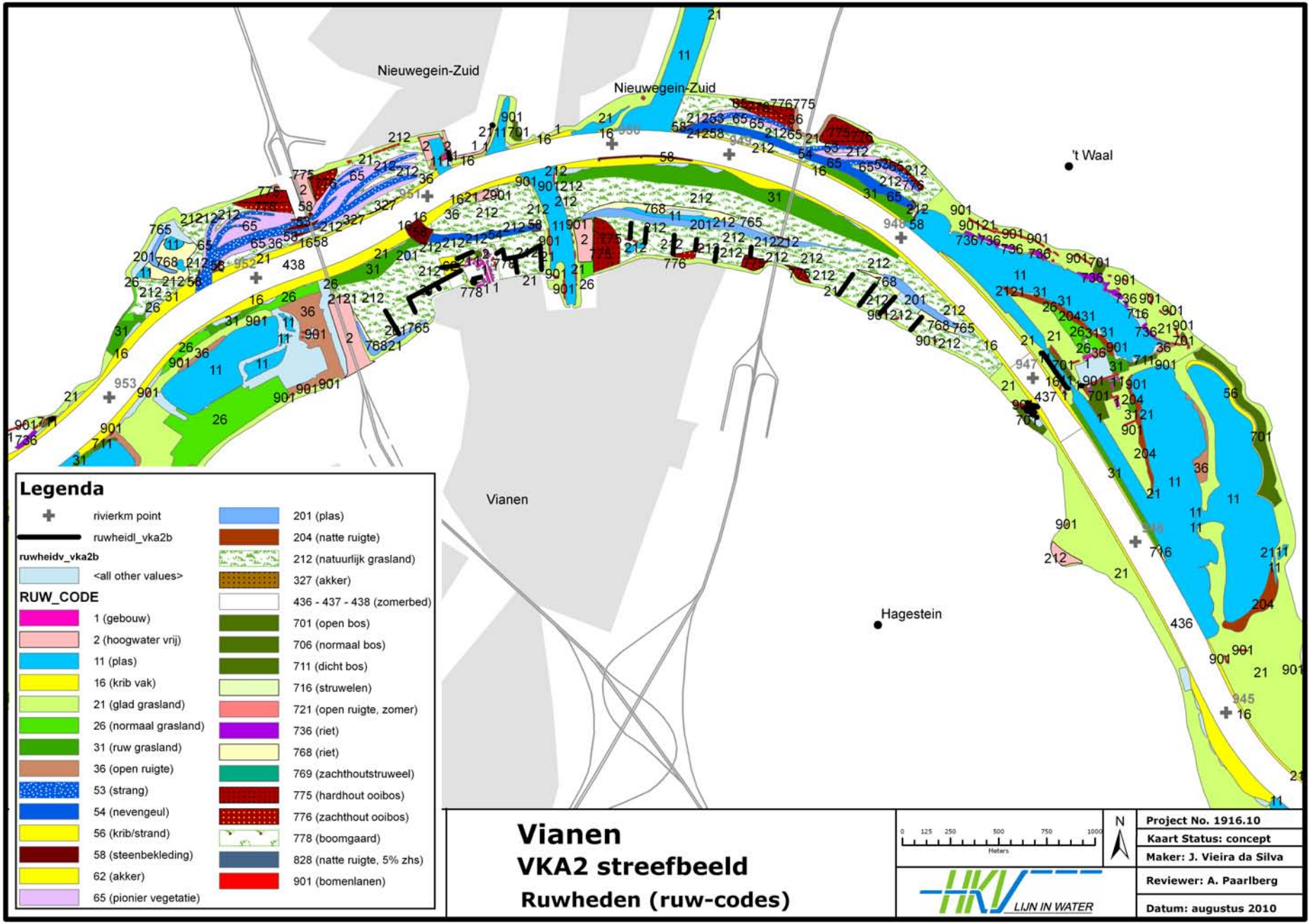
Bijlage 5: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA - ruwheidkaartenGIS

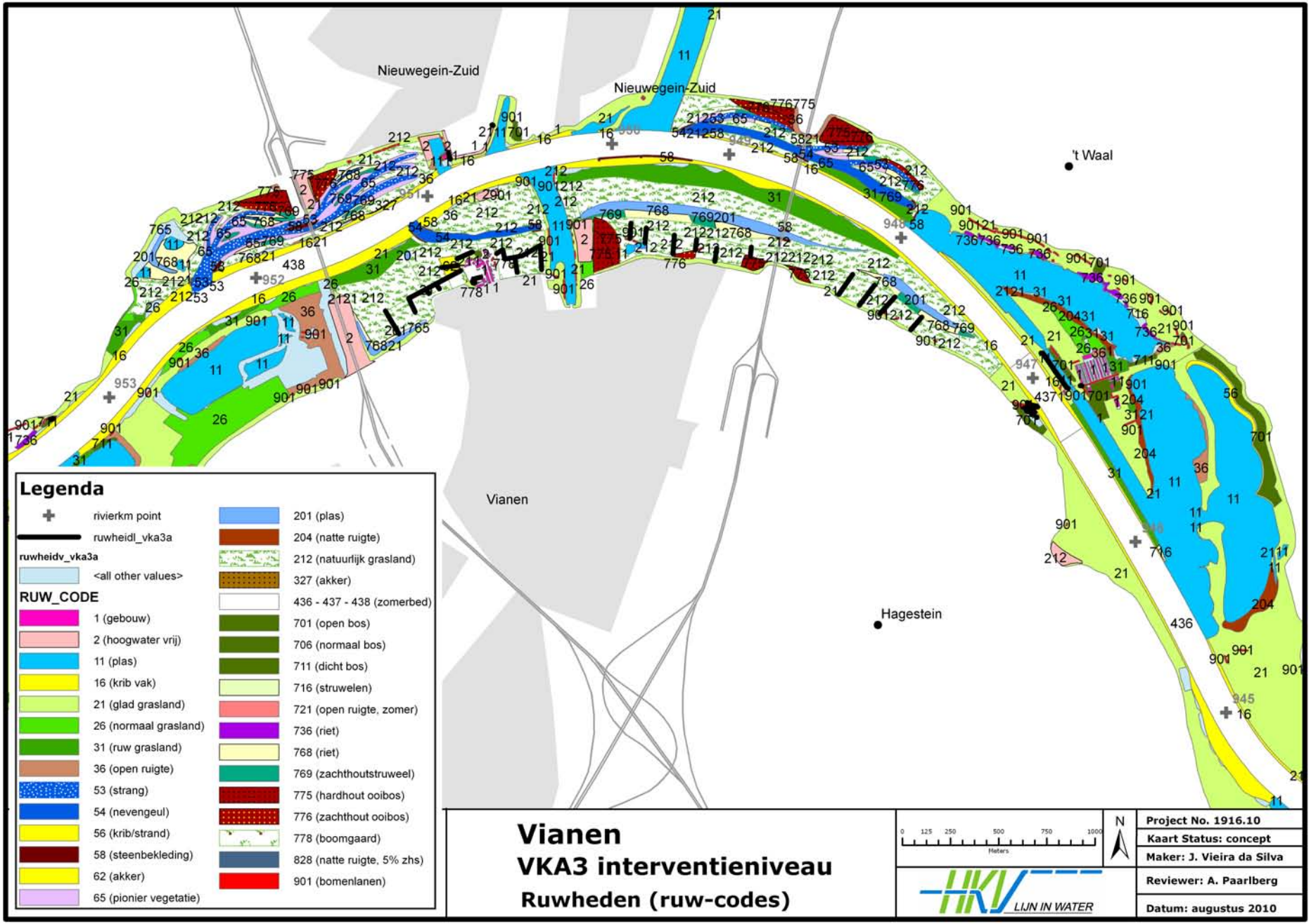

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_ref
ruwheidv_ref
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
Referentie
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010

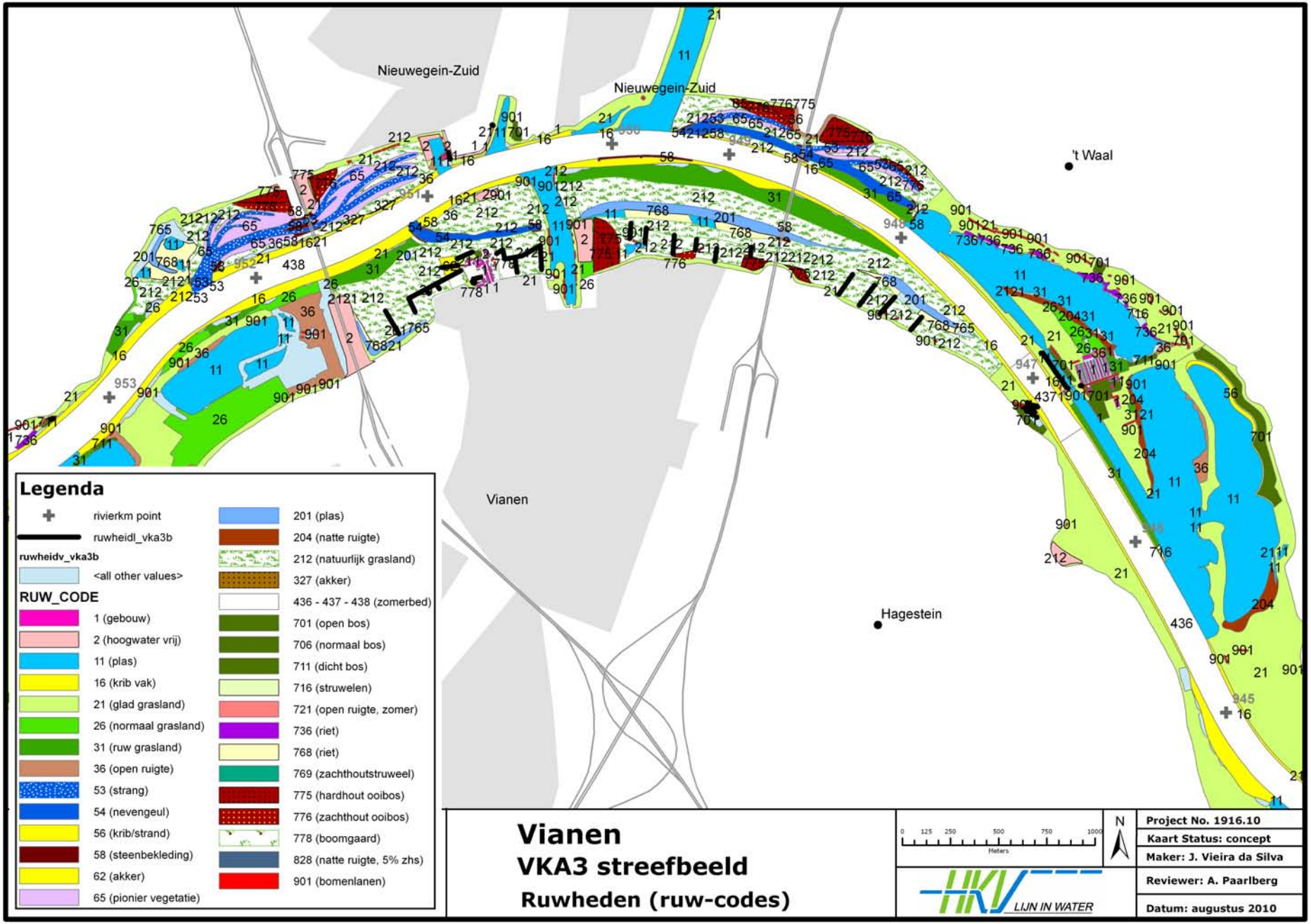

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_var4min
ruwheidv_var4min
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
Gekozen Variant
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010

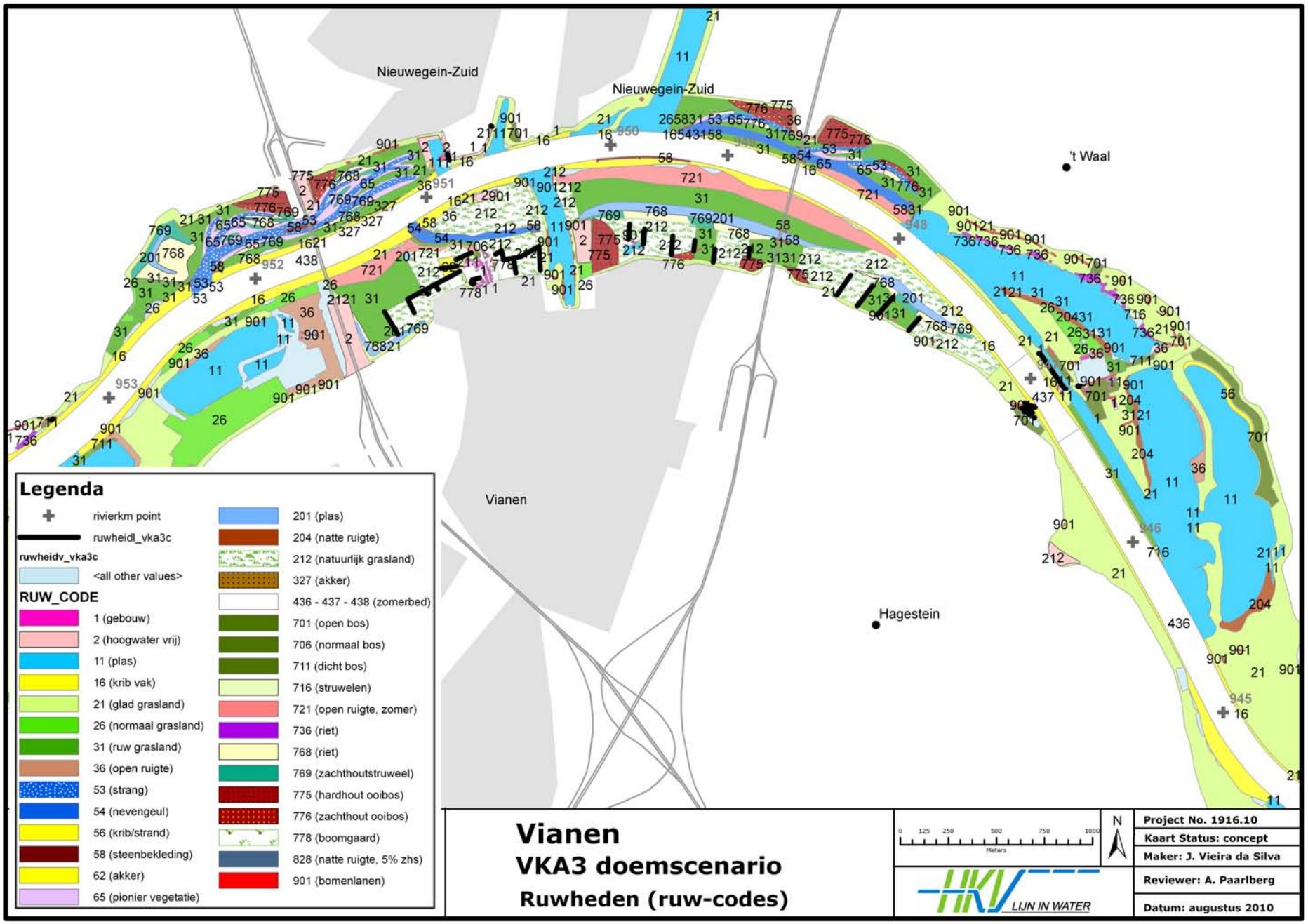

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidv_vka1f
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA1f
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010

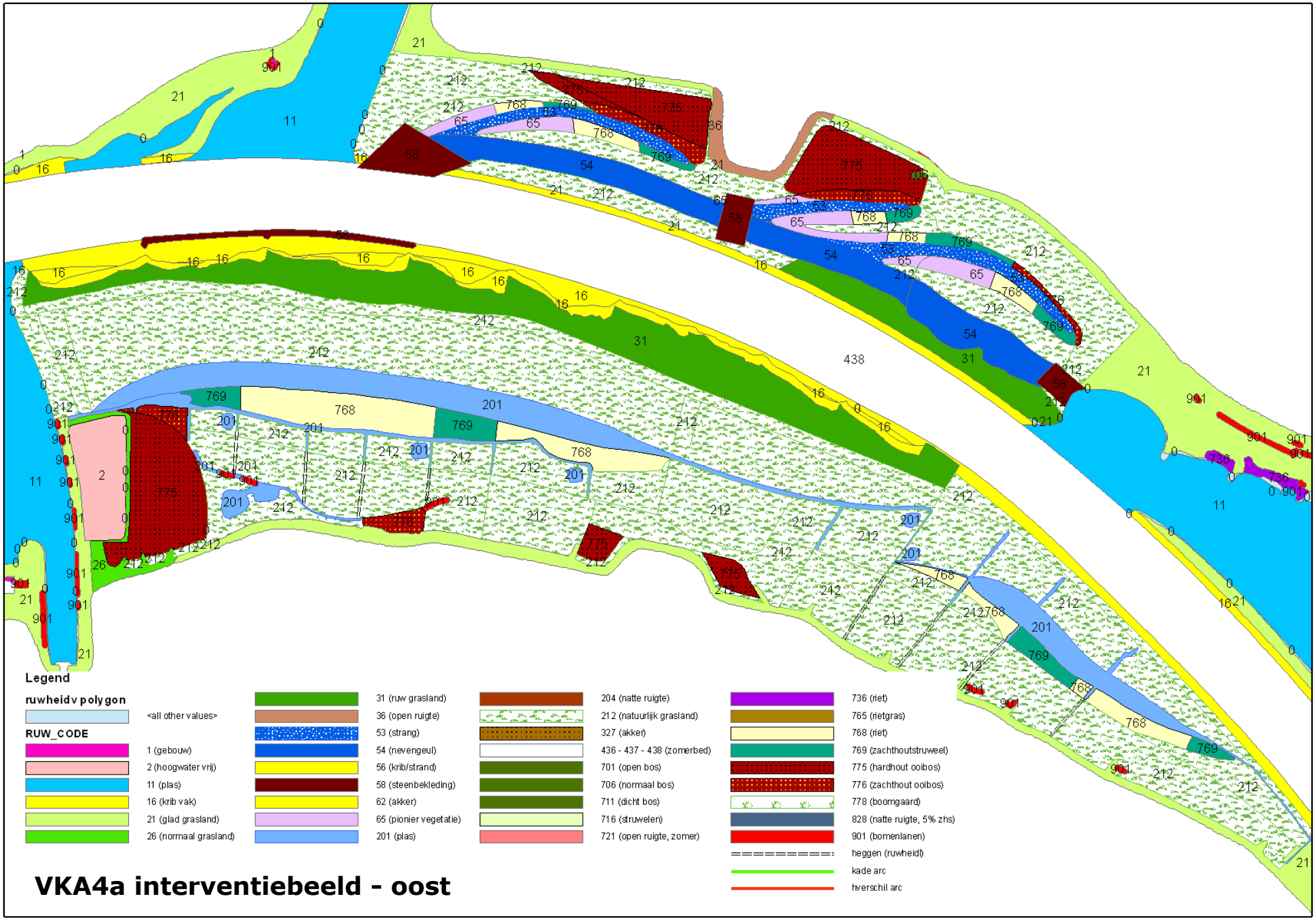

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_vka2a
ruwheidv_vka2a
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA2 doemscenario
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010


Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_vka2b
ruwheidv_vka2b
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA2 streefbeeld
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010

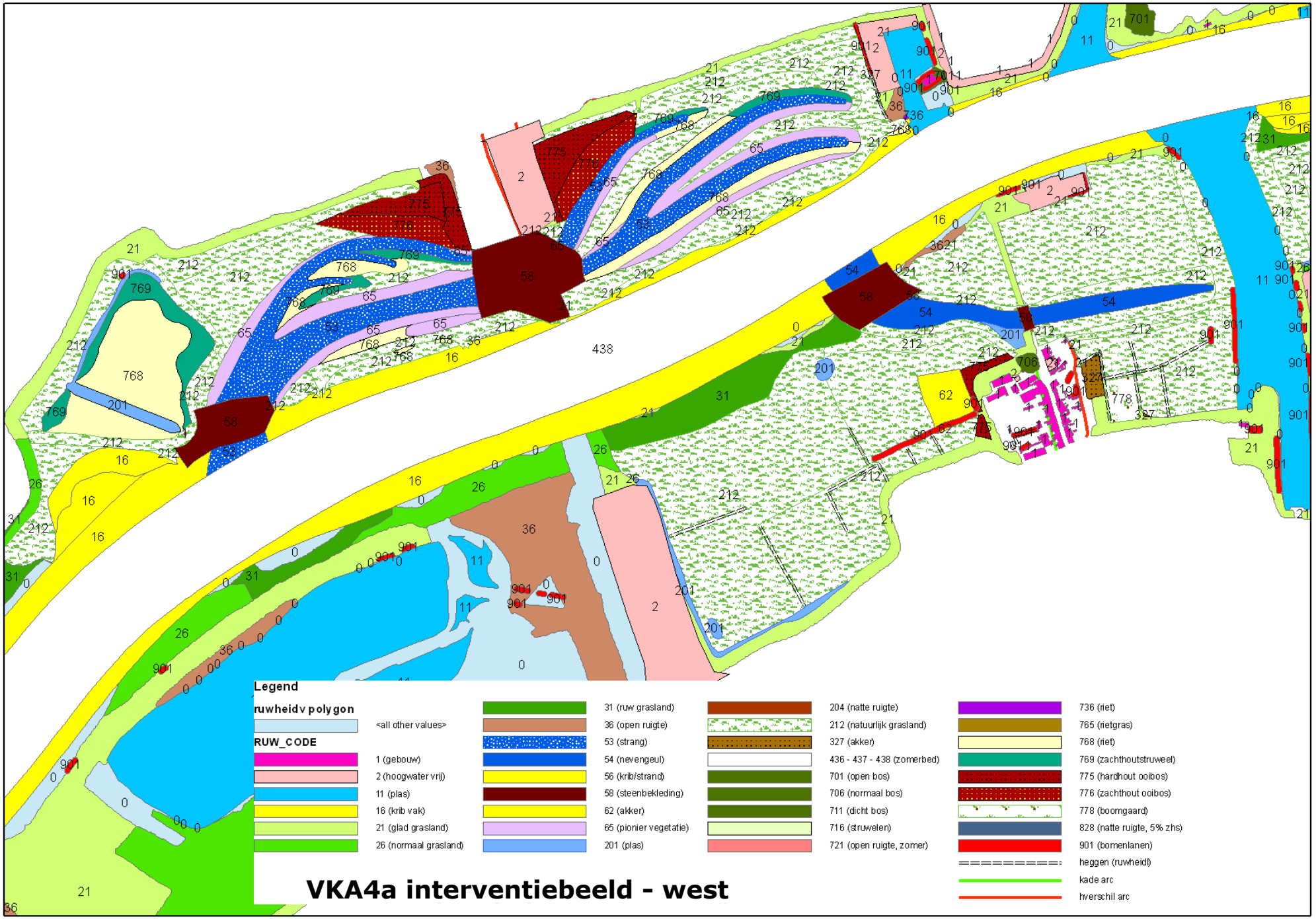

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_vka3a
ruwheidv_vka3a
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA3 interventieniveau
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010


Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_vka3b
ruwheidv_vka3b
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA3 streefbeeld
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010

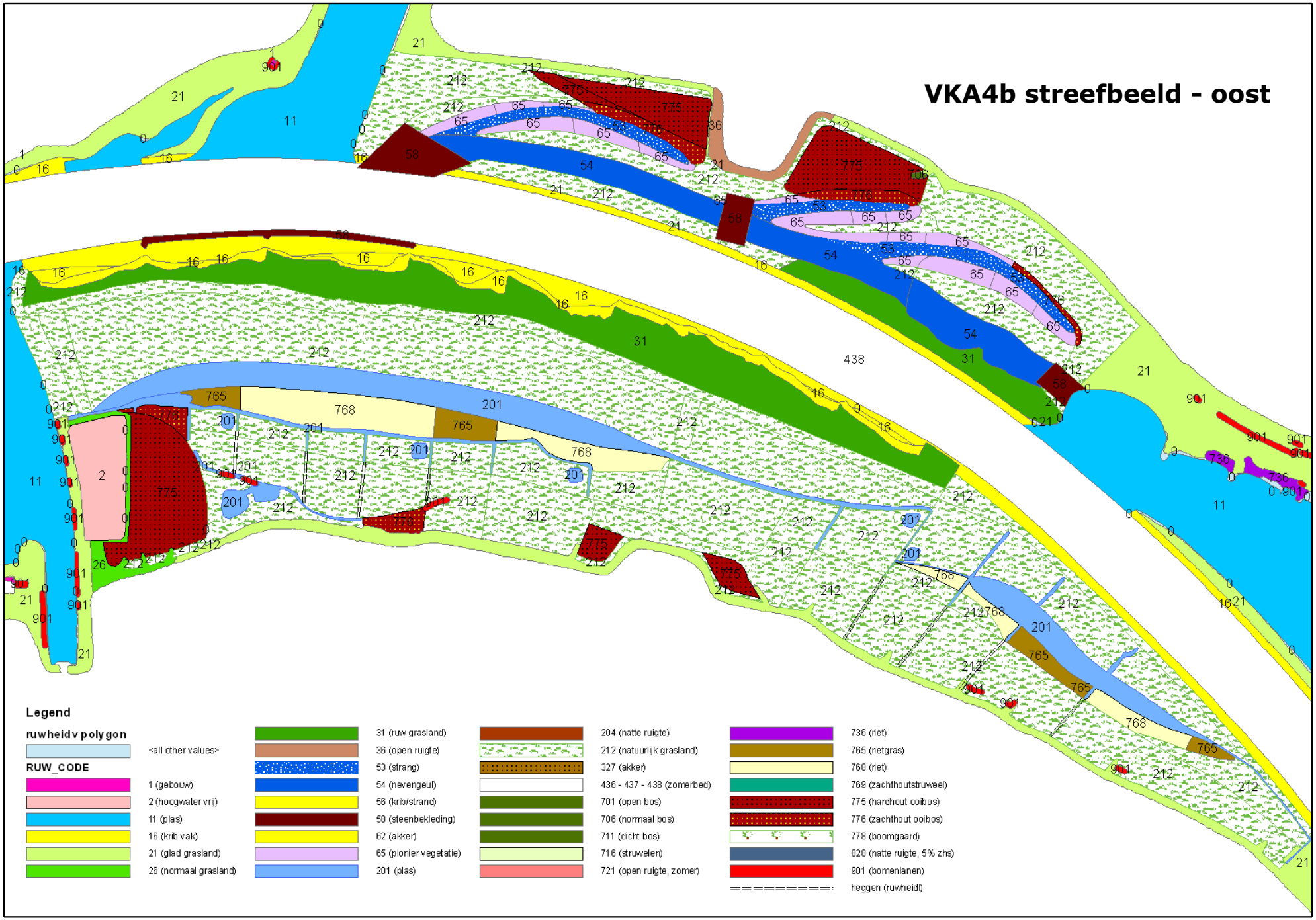

Nieuwegein-Zuid
Nieuwegein-Zuid
't Waal
Vianen
Hagestein
Legenda
rivierkm point
ruwheidl_vka3c
ruwheidv_vka3c
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
Vianen
VKA3 doemscenario
Ruwheden (ruw-codes)
0 125 250 500 750 1000
Meters
N
LIJN IN WATER
Project No. 1916.10
Kaart Status: concept
Maker: J. Vieira da Silva
Reviewer: A. Paarlberg
Datum: augustus 2010



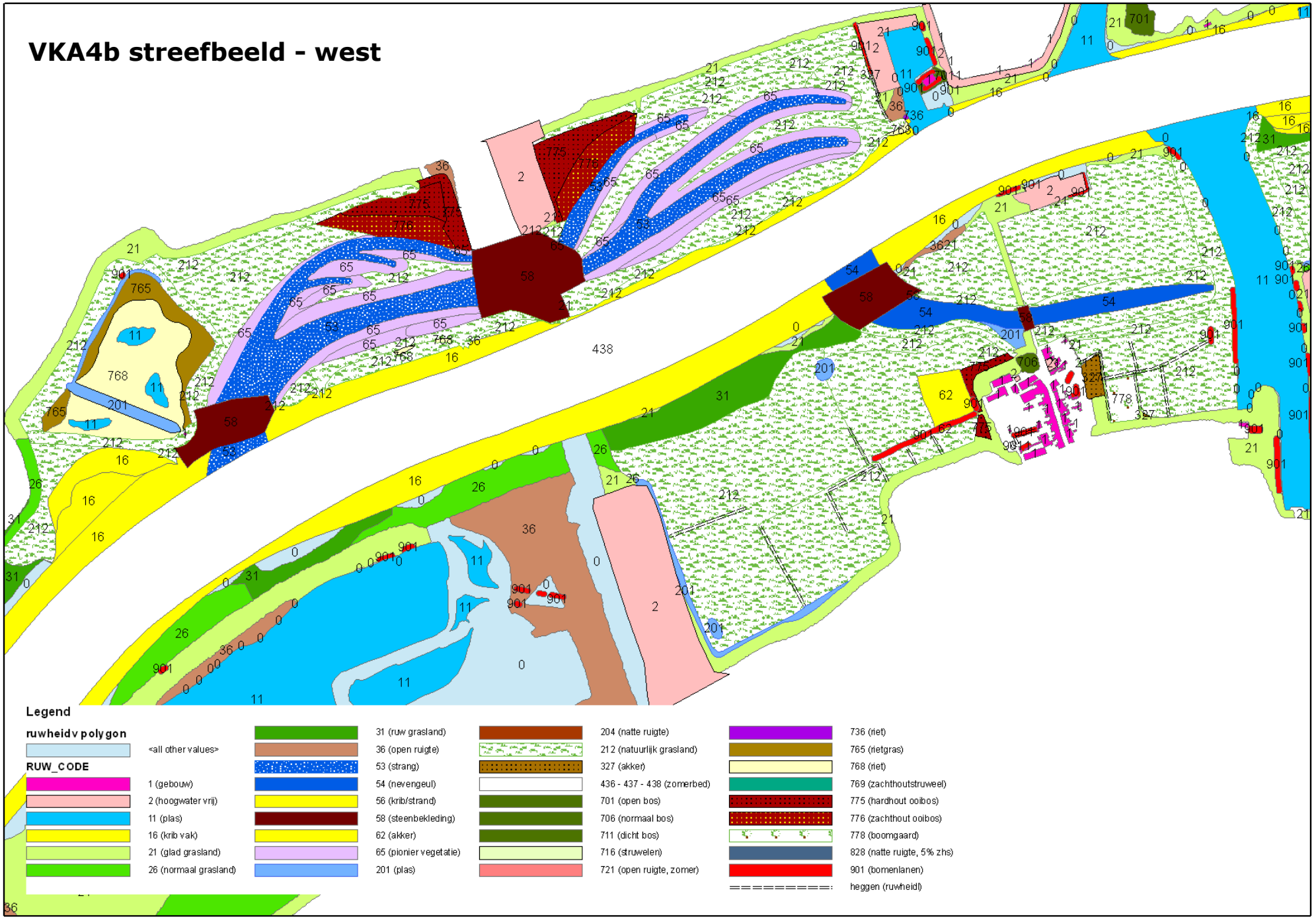
VKA4a interventiebeeld - oost



VKA4a interventiebeeld - west


VKA4b streefbeeld - oost
Legend
ruwheidv polygon
<all other values>
RUW_CODE
1 (gebouw)
2 (hoogwater vrij)
11 (plas)
16 (krib vak)
21 (glad grasland)
26 (normaal grasland)
31 (ruw grasland)
36 (open ruigte)
53 (strang)
54 (nevengeul)
56 (krib/strand)
58 (steenbekleding)
62 (akker)
65 (pionier vegetatie)
201 (plas)
204 (natte ruigte)
212 (natuurlijk grasland)
327 (akker)
436 - 437 - 438 (zomerbed)
701 (open bos)
706 (normaal bos)
711 (dicht bos)
716 (struwelen)
721 (open ruigte, zomer)
736 (riet)
765 (rietgras)
768 (riet)
769 (zachthoutstruweel)
775 (hardhout ooibos)
776 (zachthout ooibos)
778 (boomgaard)
828 (natte ruigte, 5% zhs)
901 (bomenlanen)
heggen (ruwheidl)

VKA4b streefbeeld - west

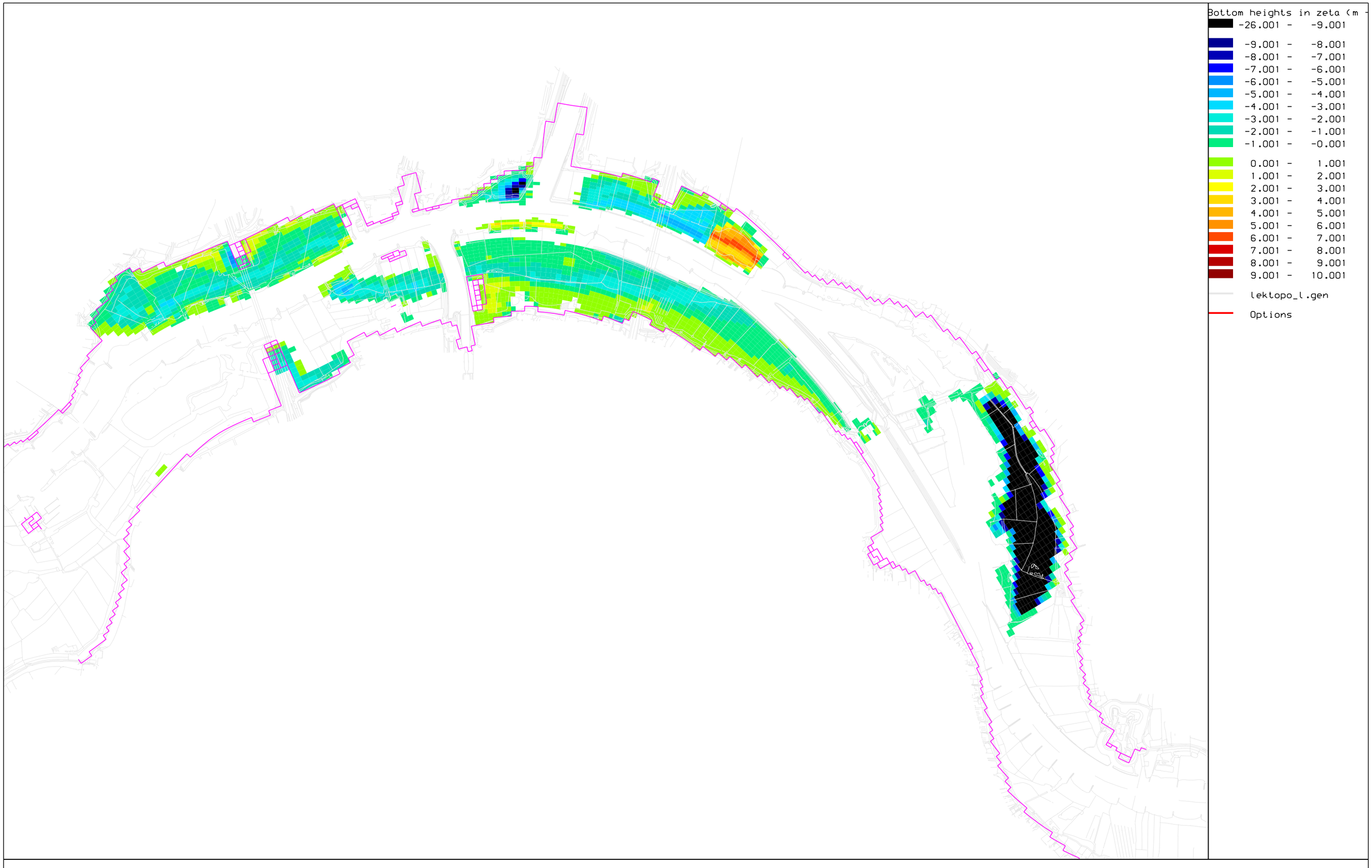


PROJECTONTWERP

ZIE HOOFDTEKST, ALLEEN WIJZIGINGEN IN VIANENSE WAARD

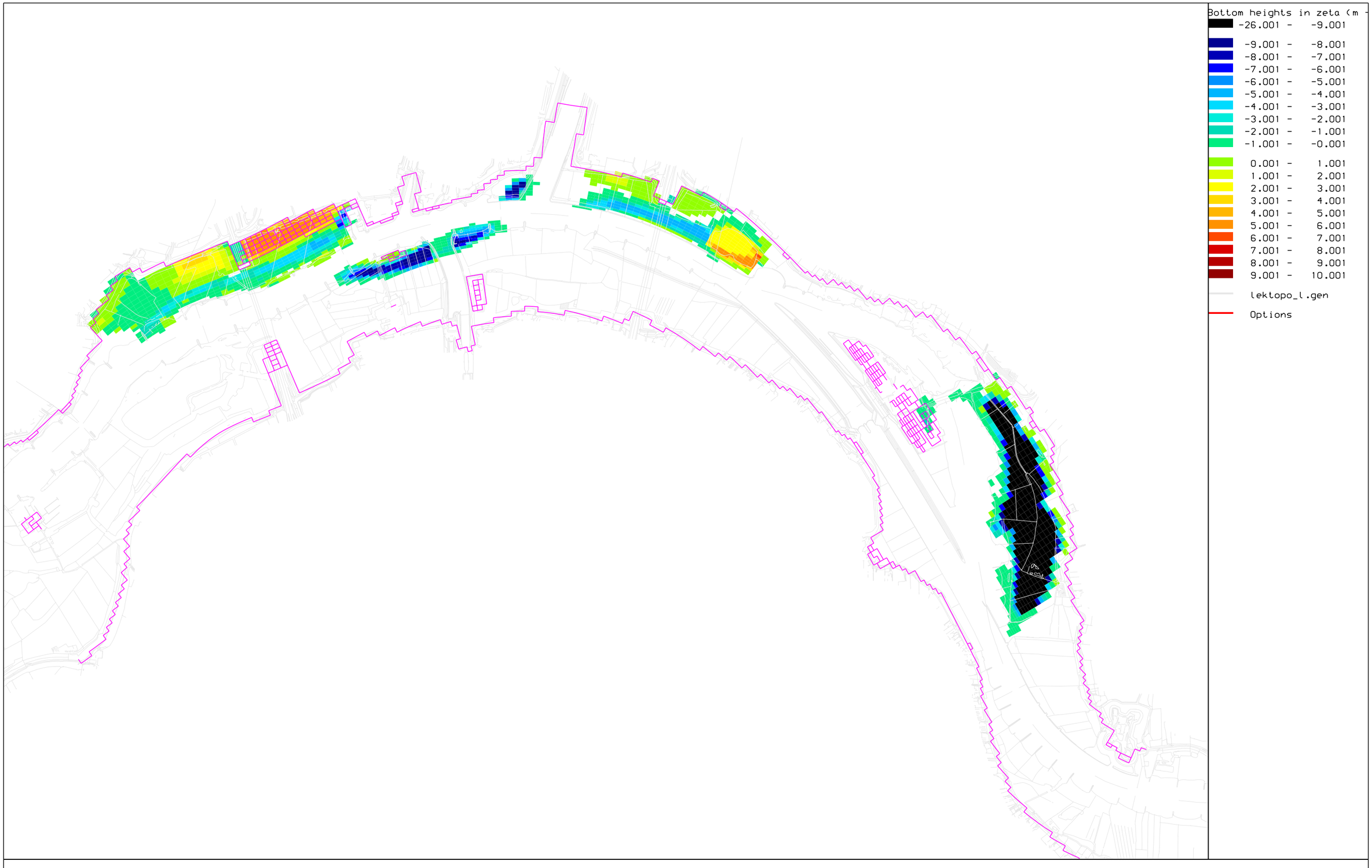
INTERVENTIEBEELD == STREEFBEELD

Bijlage 6: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA - bodemverschillen



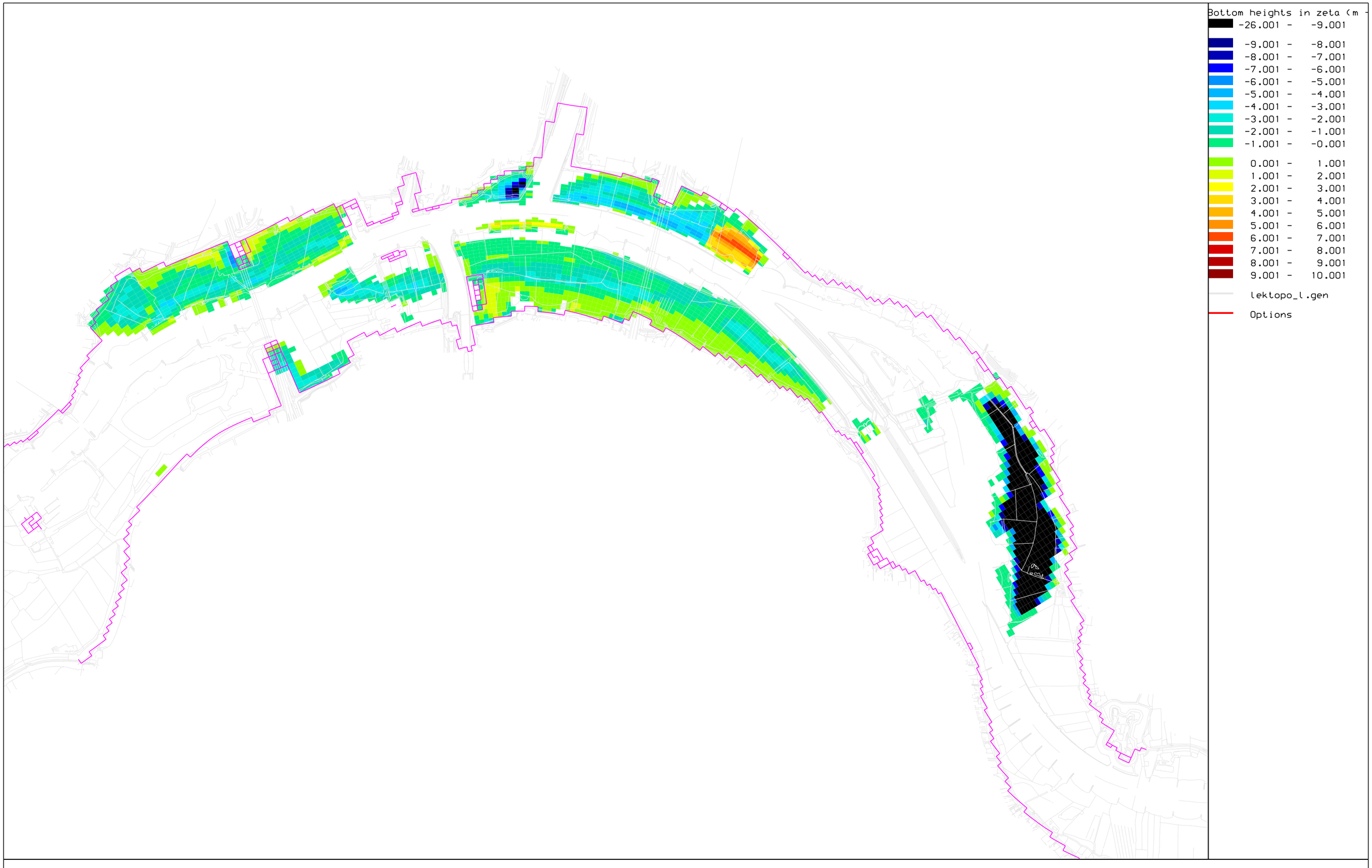
Vianen - VKA1f

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



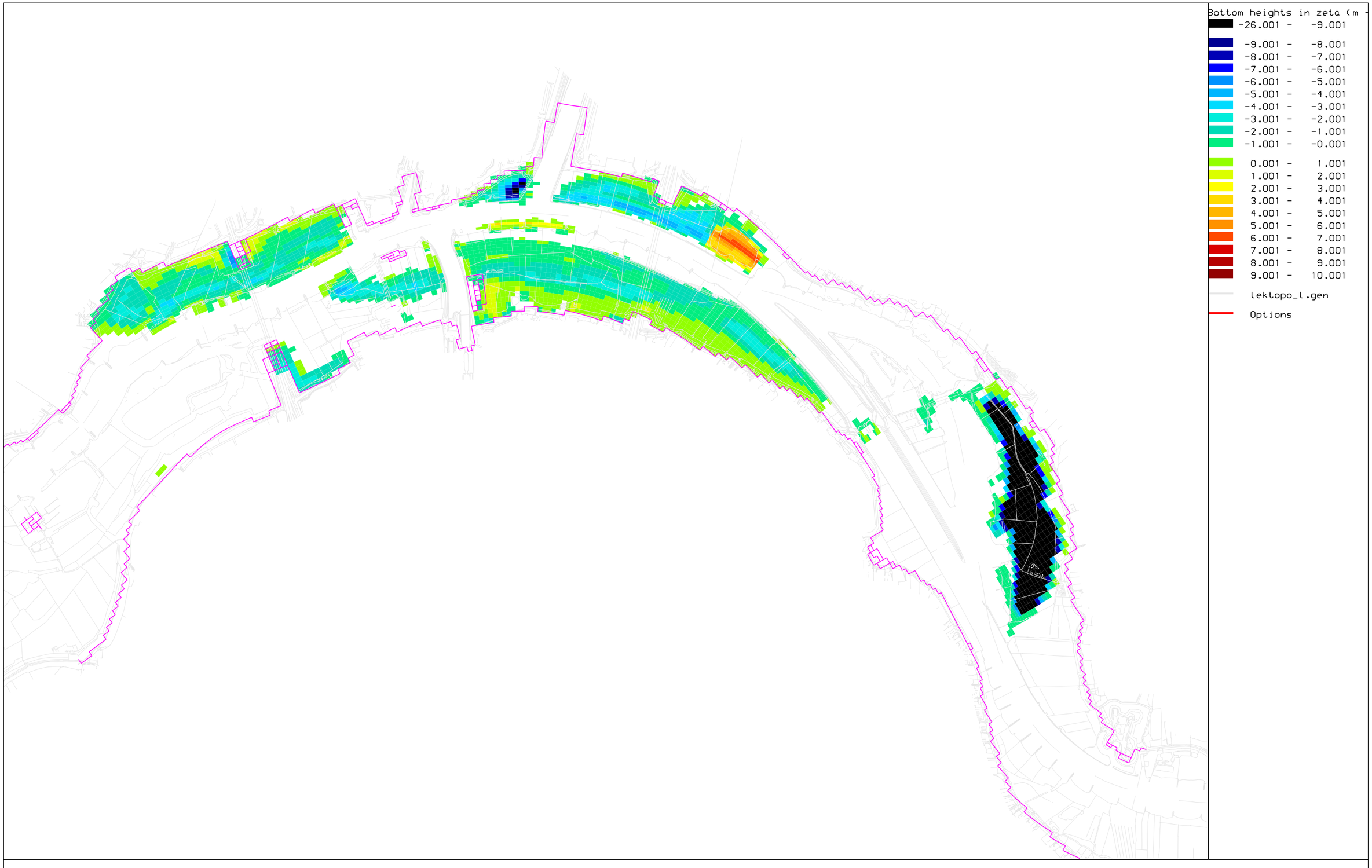
Vianen - Gekozen variant

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



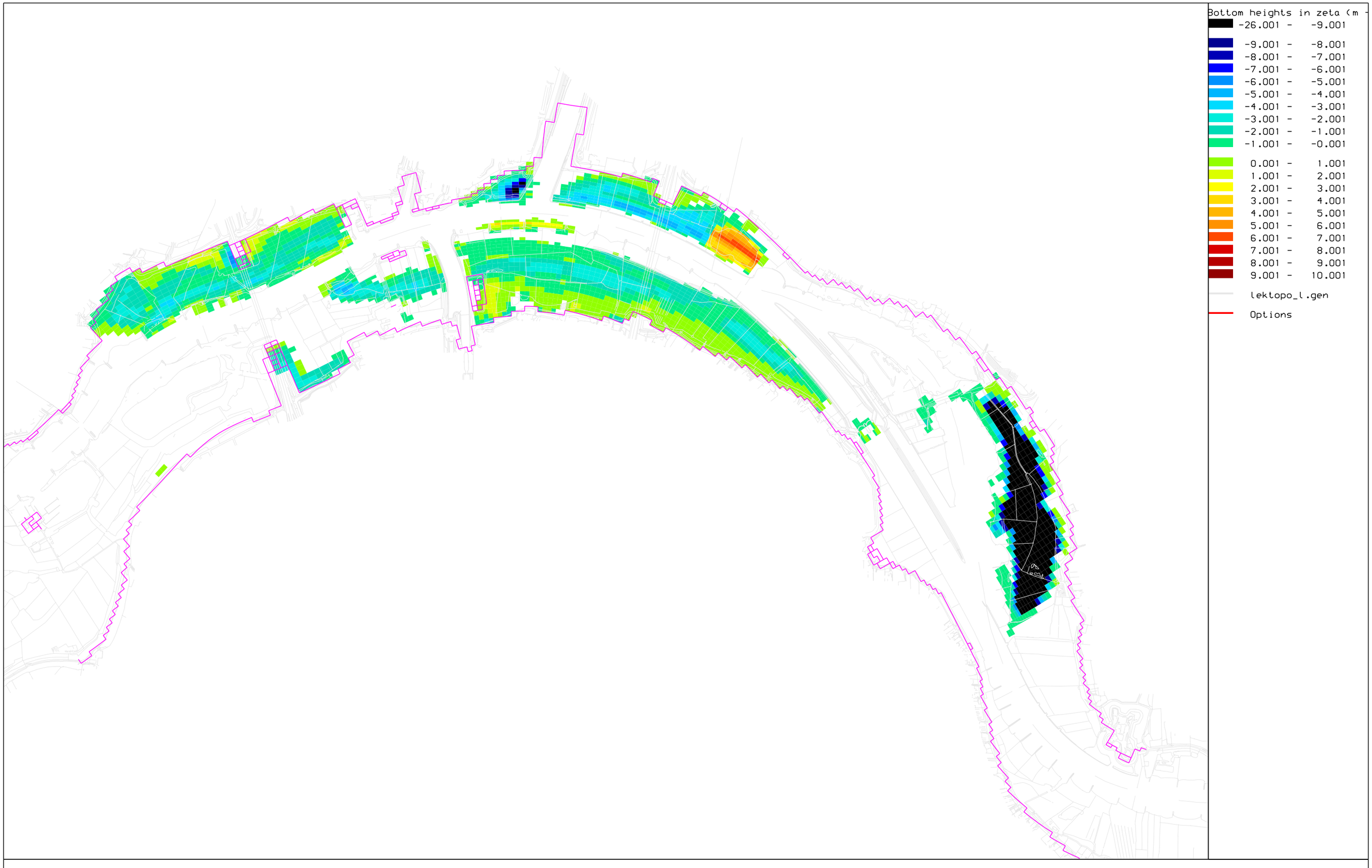
Vianen - VKA2a

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



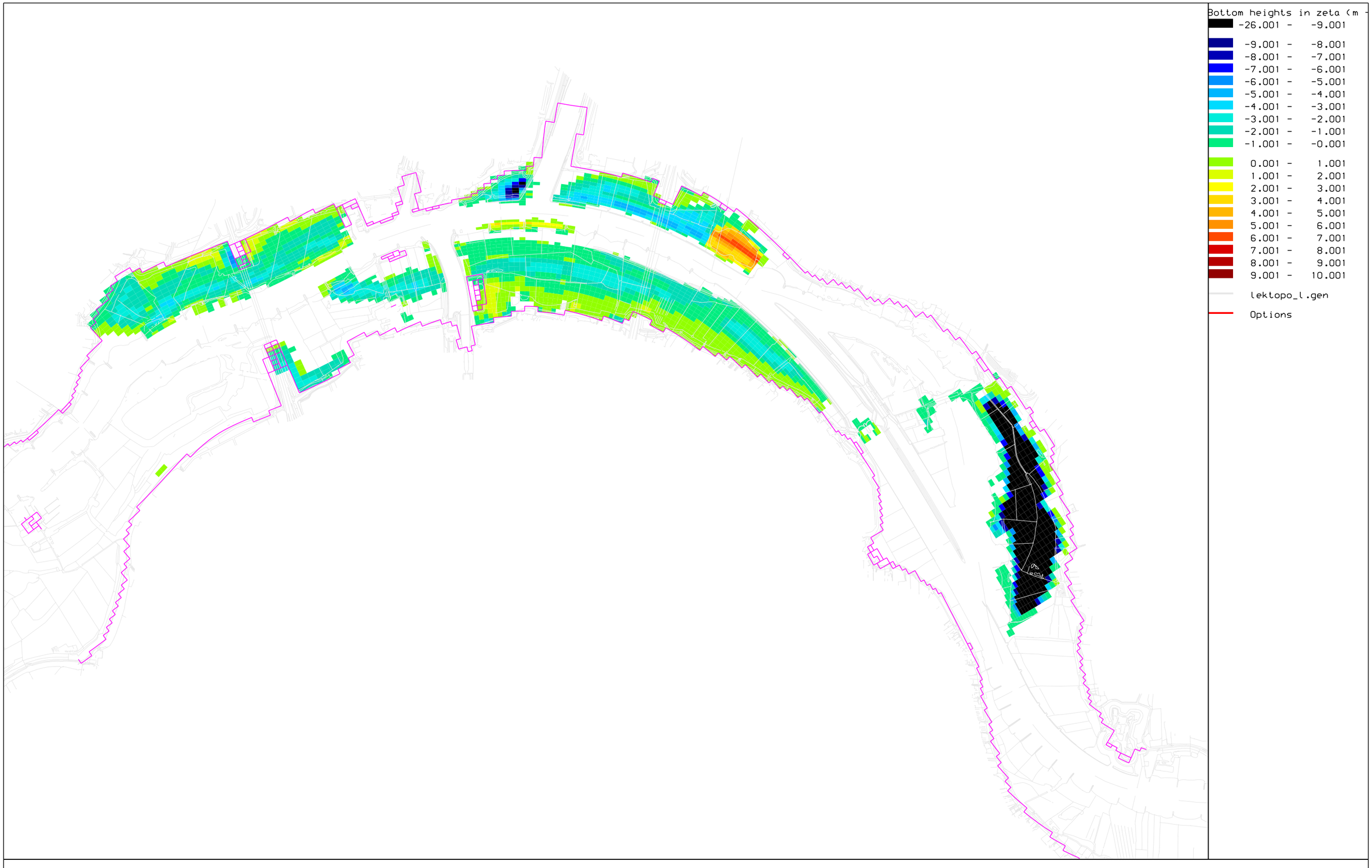
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



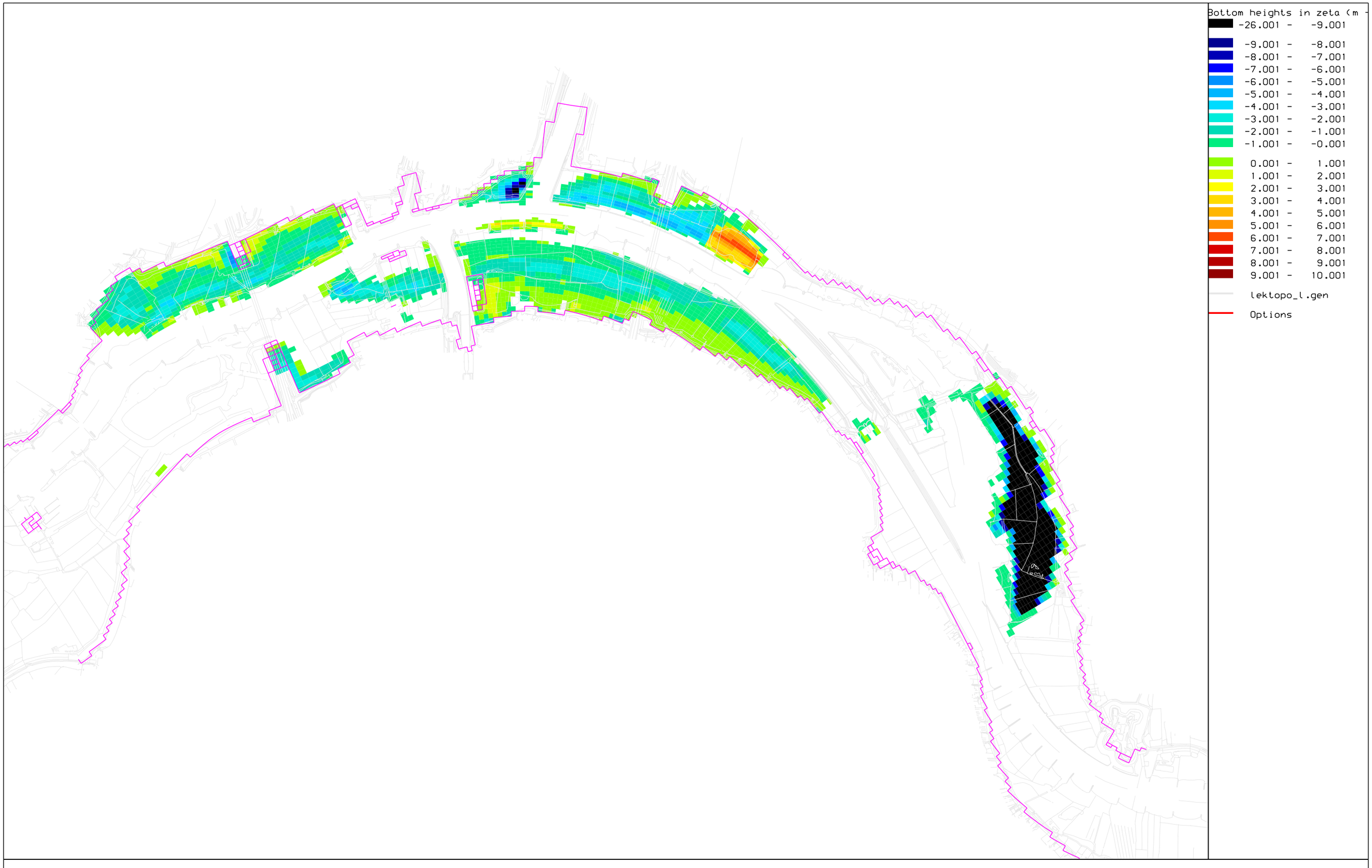
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



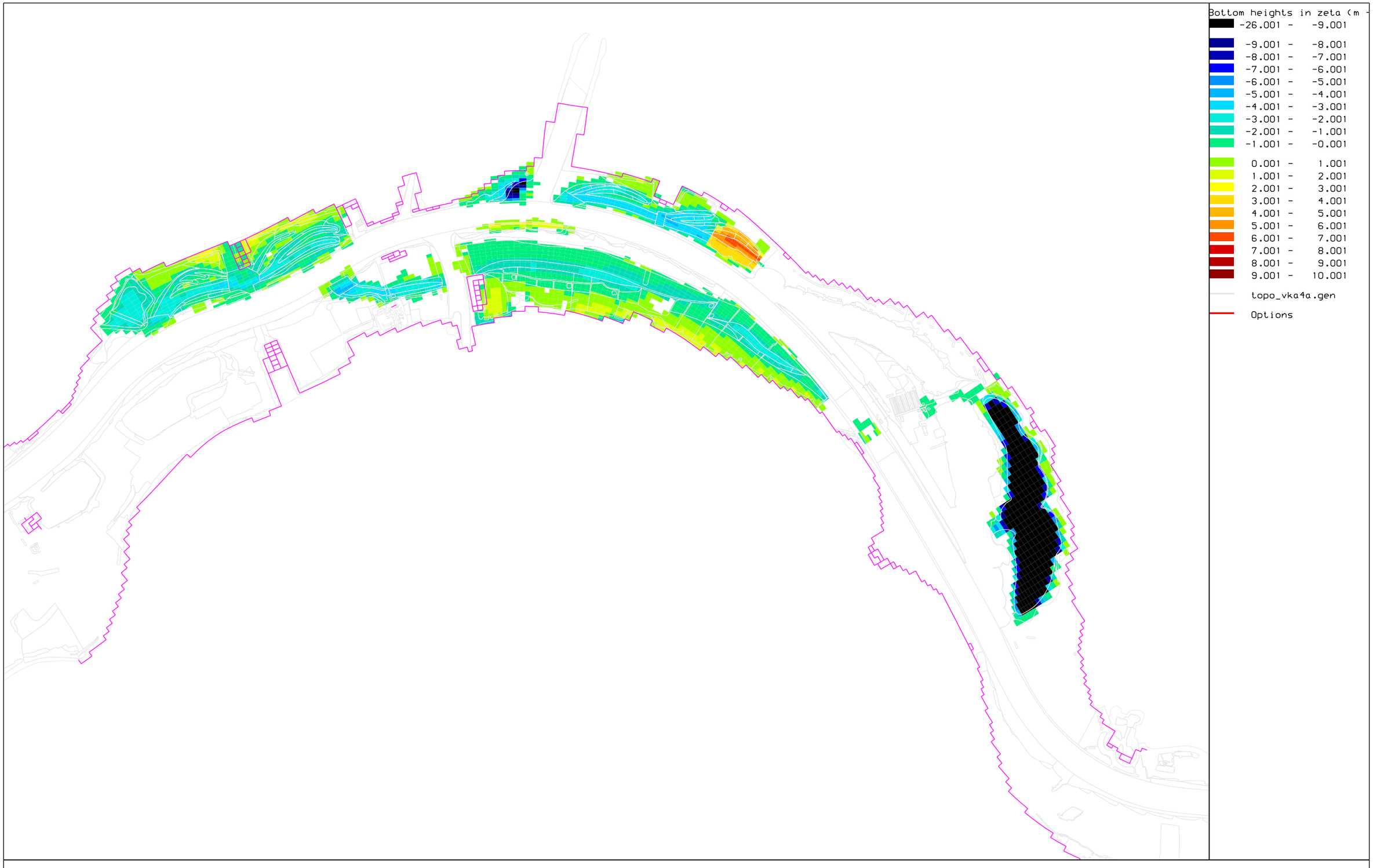
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



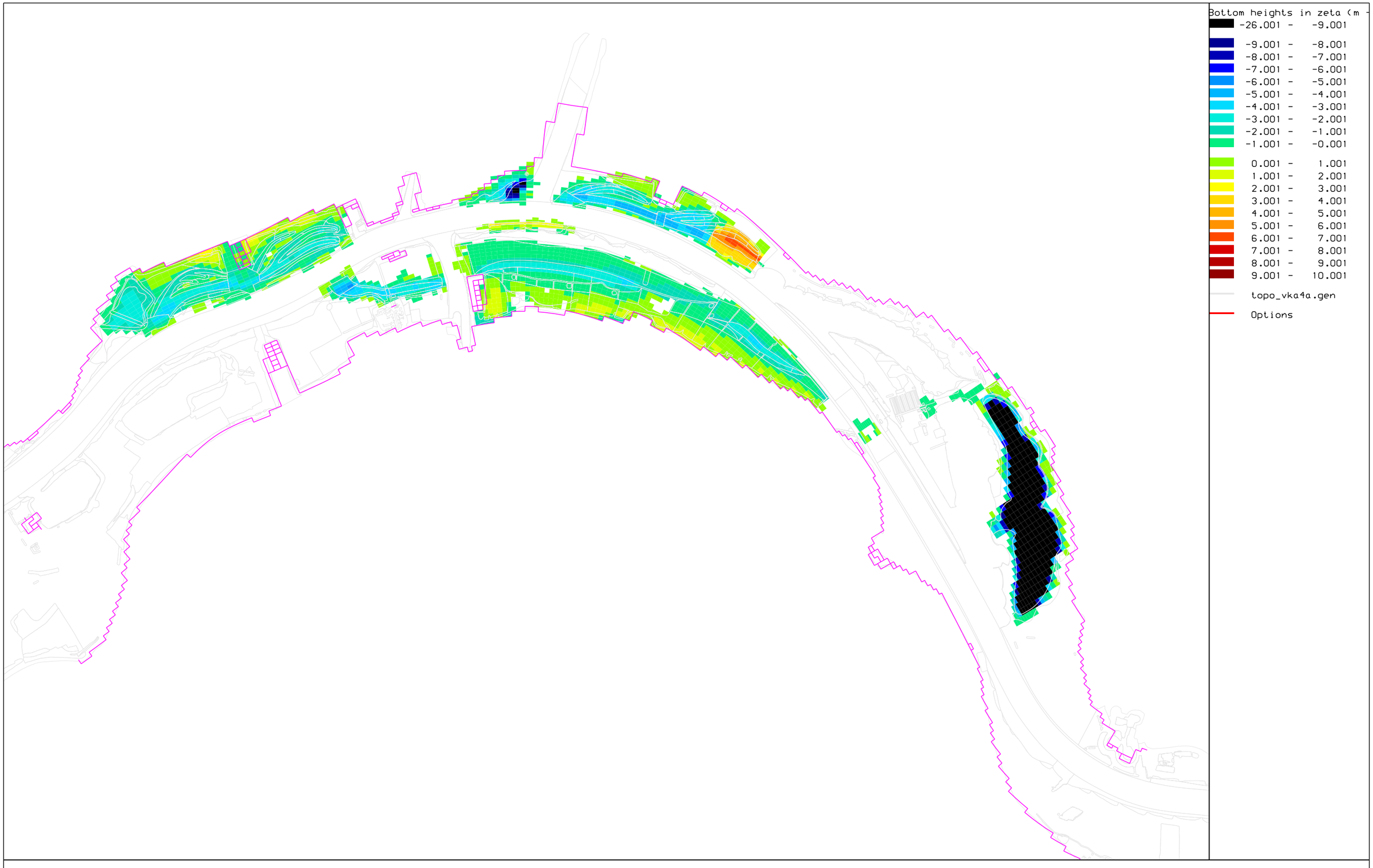
Vianen - VKA3c - doemscenario

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



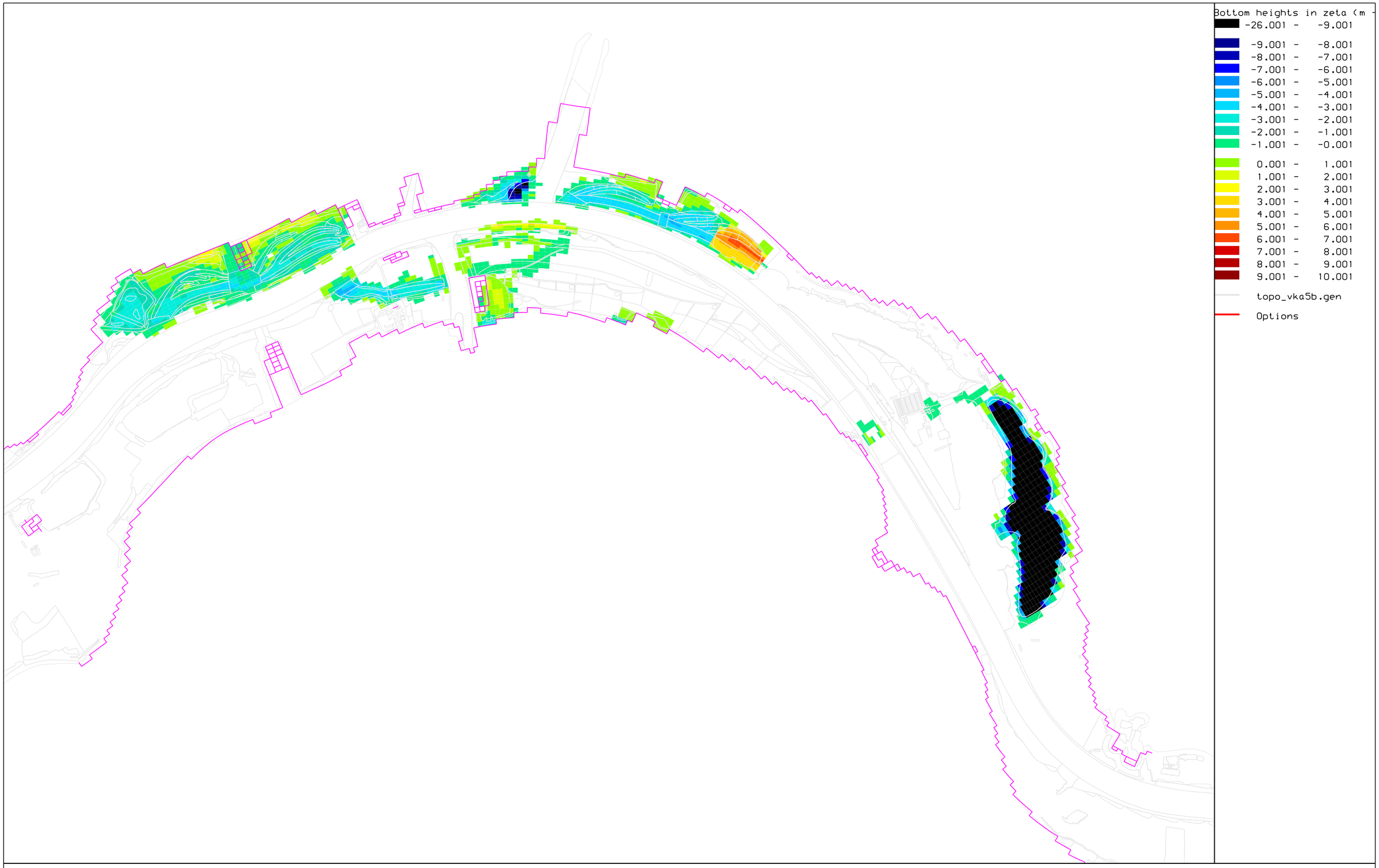
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



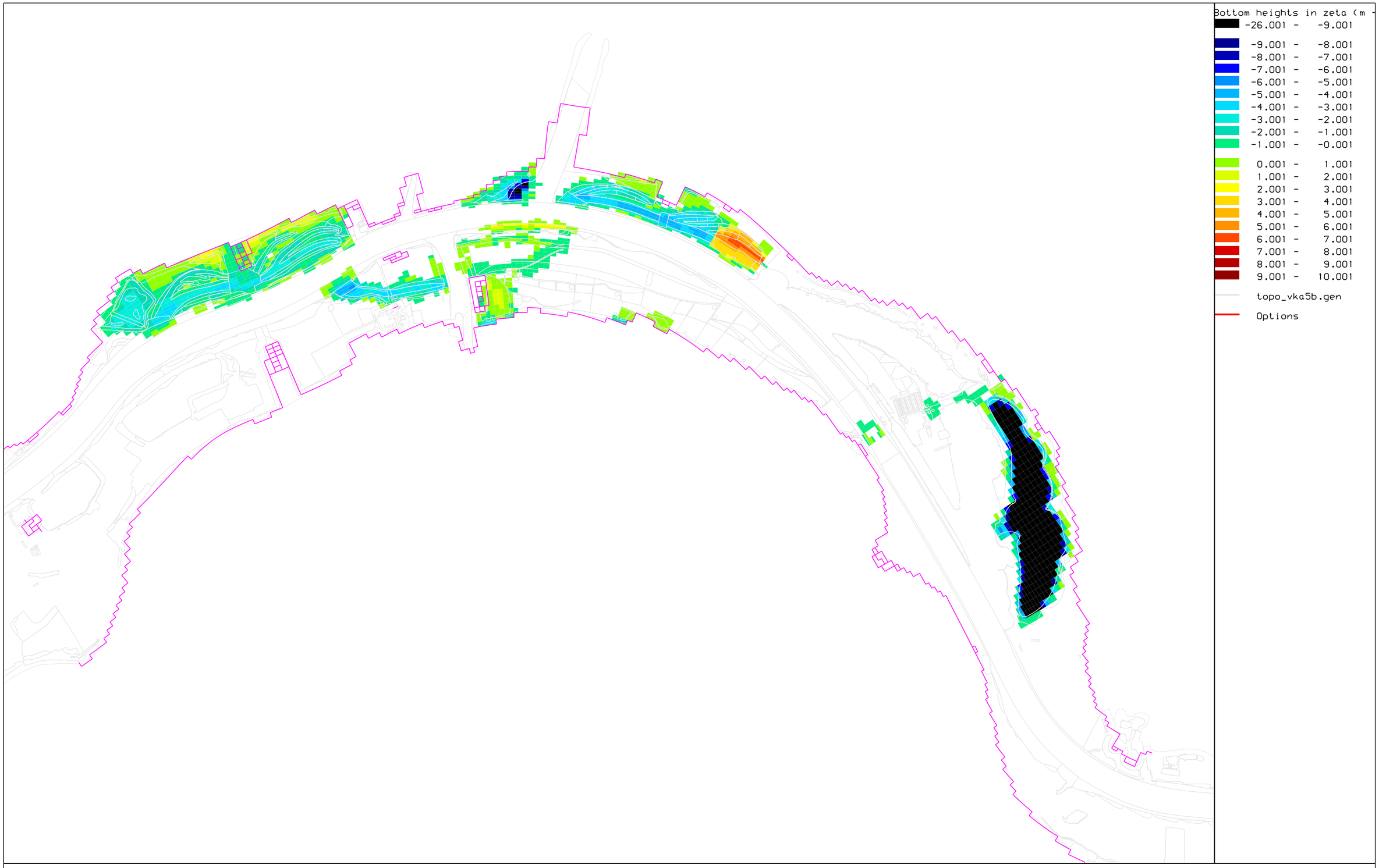
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



Vianen - VKA5 - interventieniveau

Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie



Vianen - VKA5 - streefbeeld

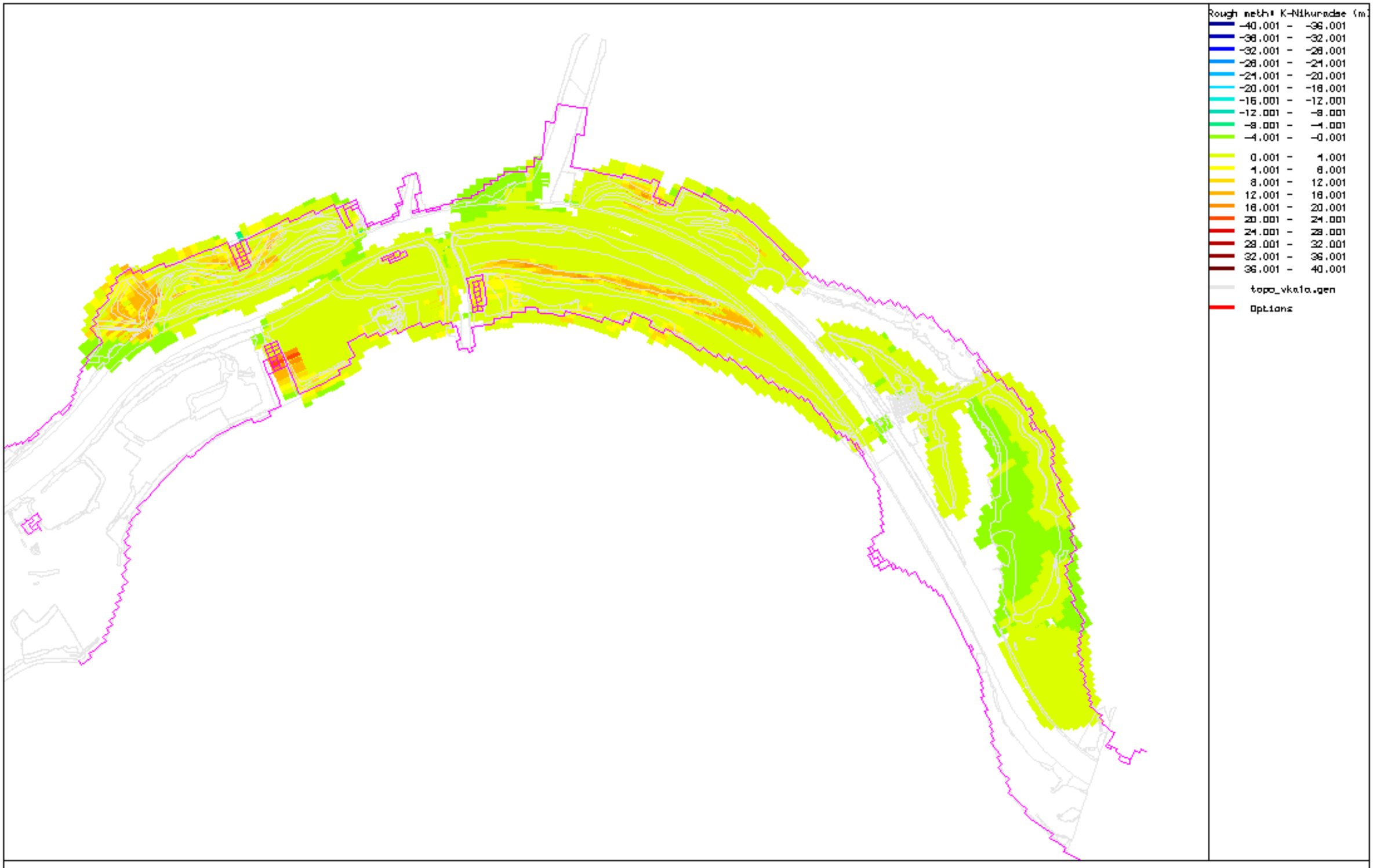
Bodemhoogteverschillen t.o.v. referentie

Bijlage 7: Schematisatie varianten in Baseline en WAQUA - ruwheidsverschillen



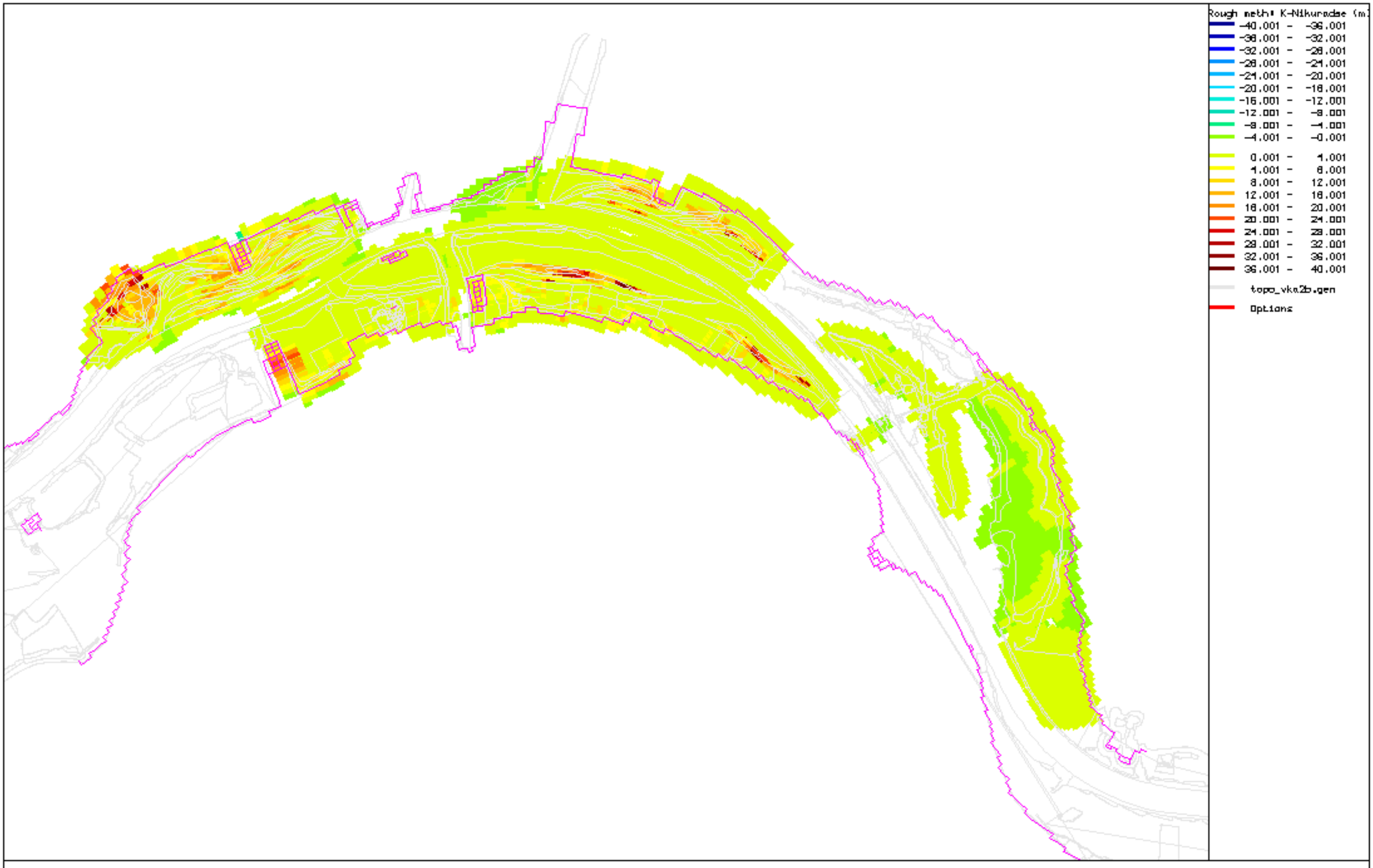
Vianen - Gekozen Variant

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



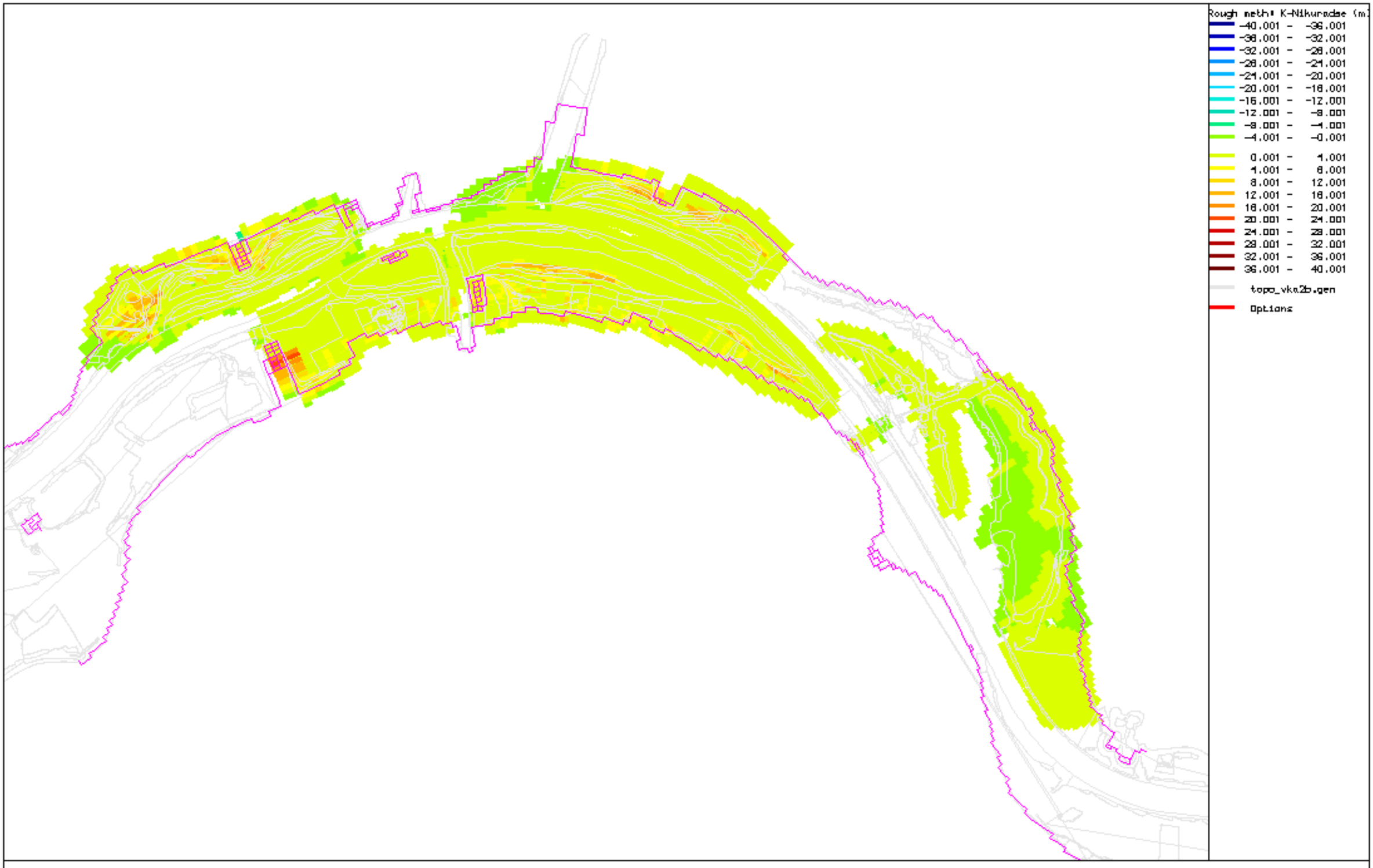
Vianen - VKA1F

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



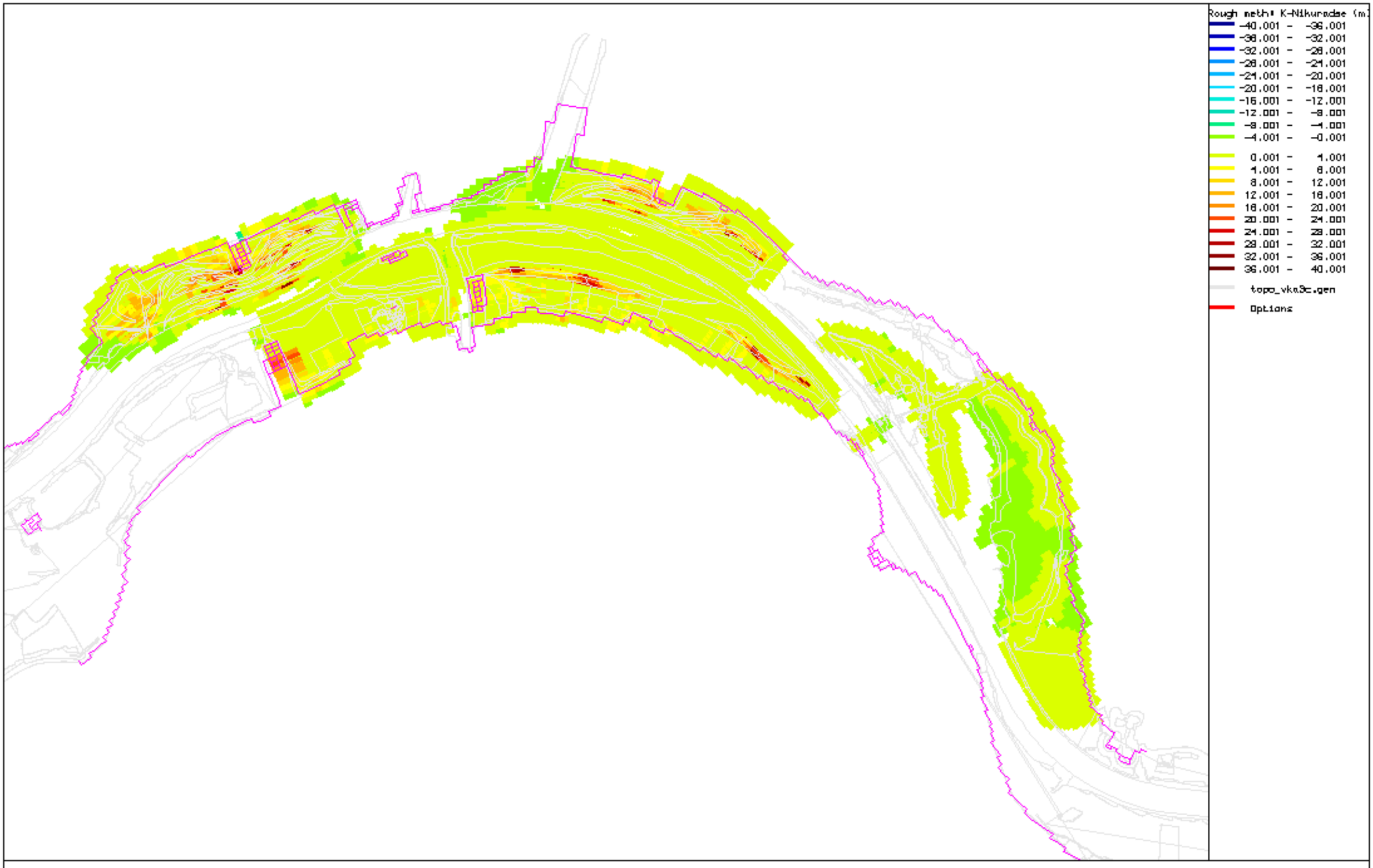
Vianen - VKA2a - doemscenario

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



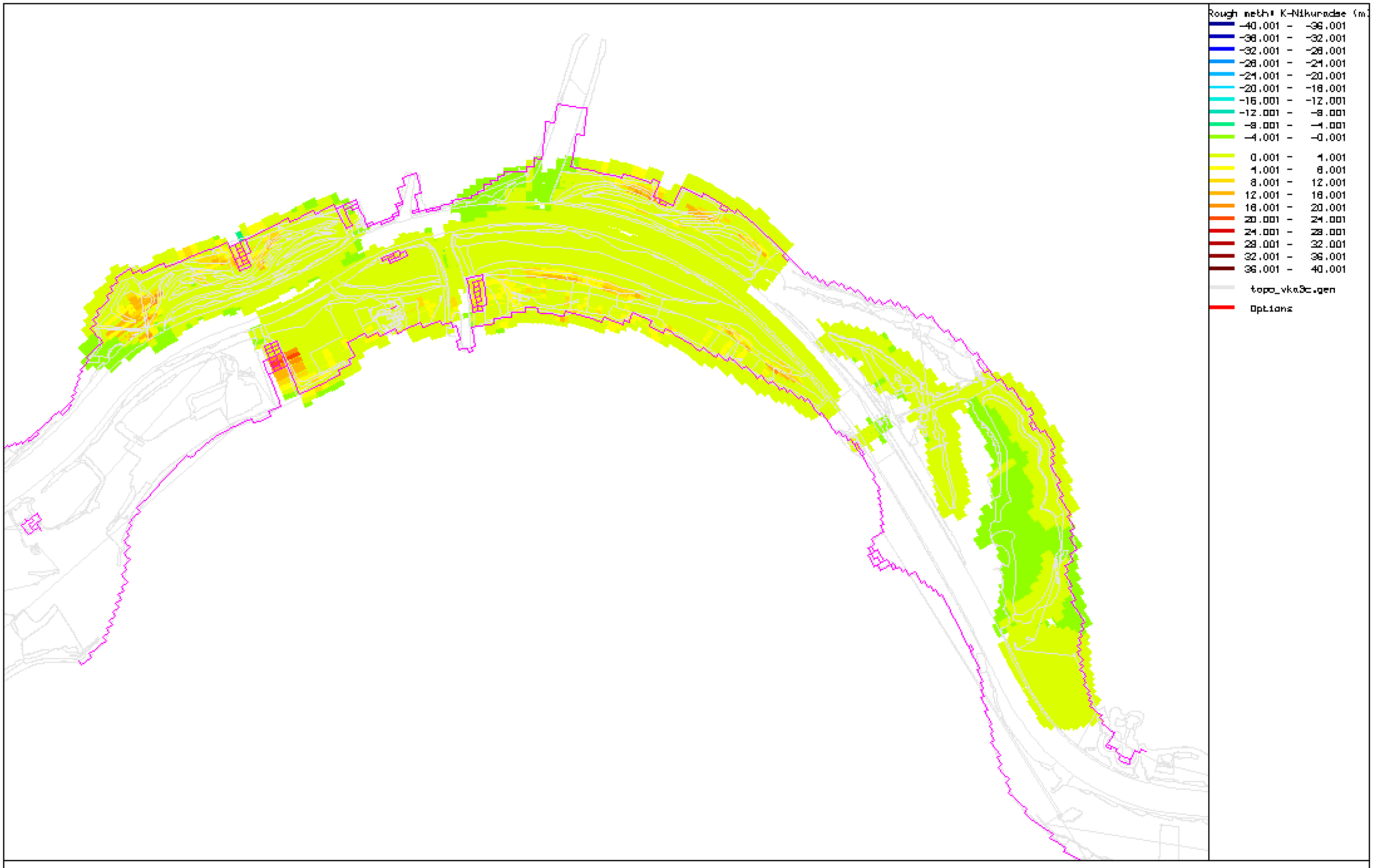
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



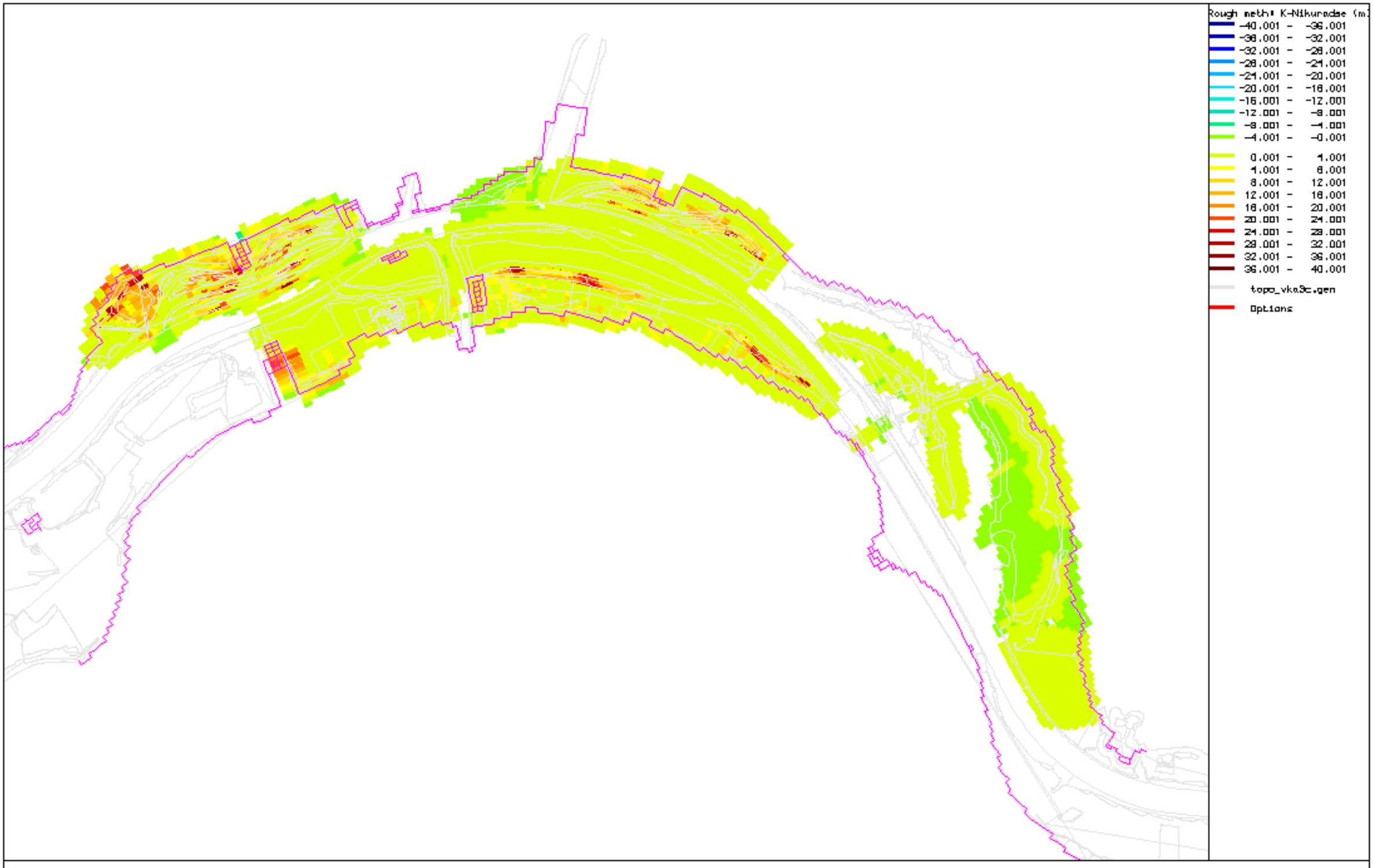
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



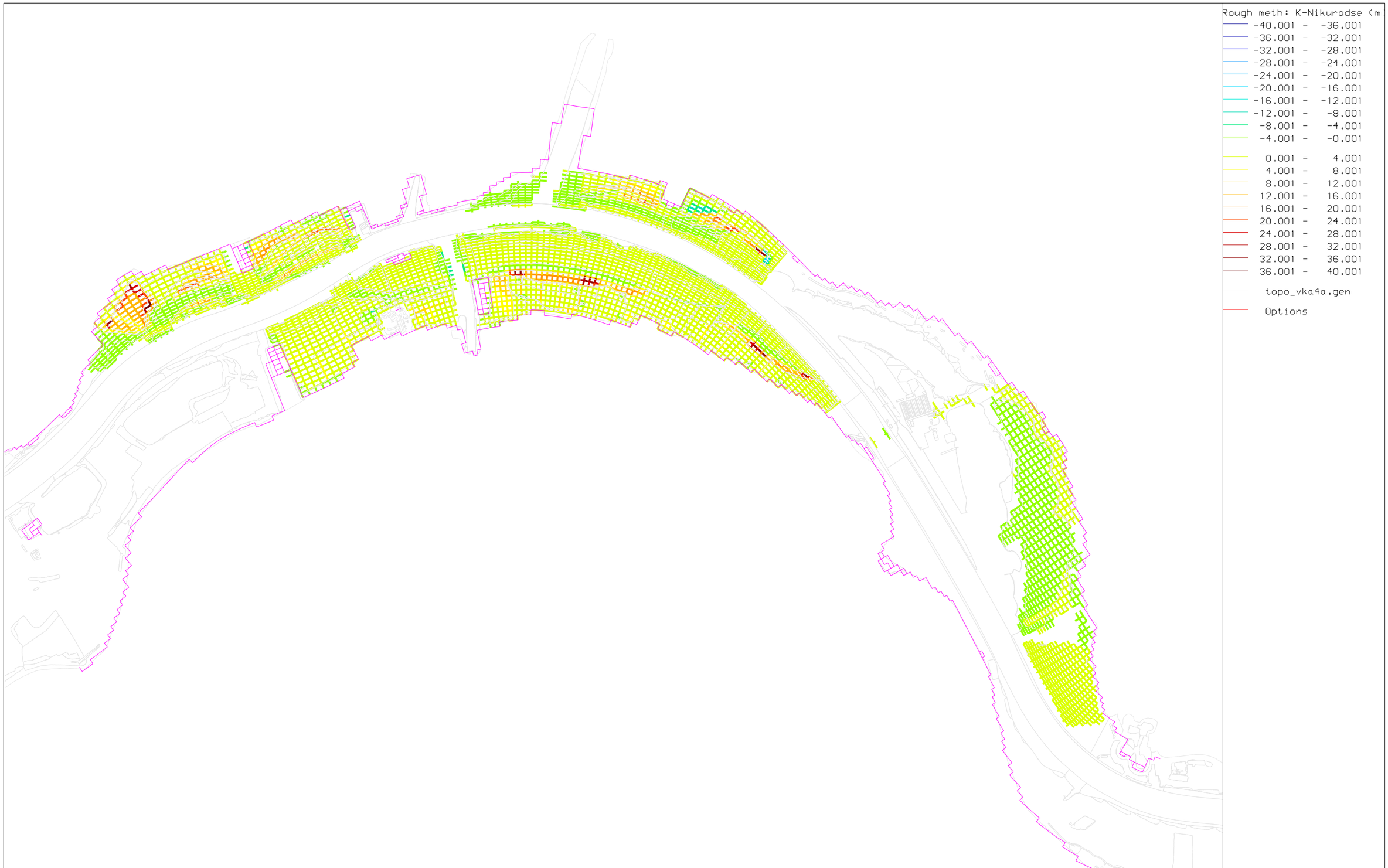
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



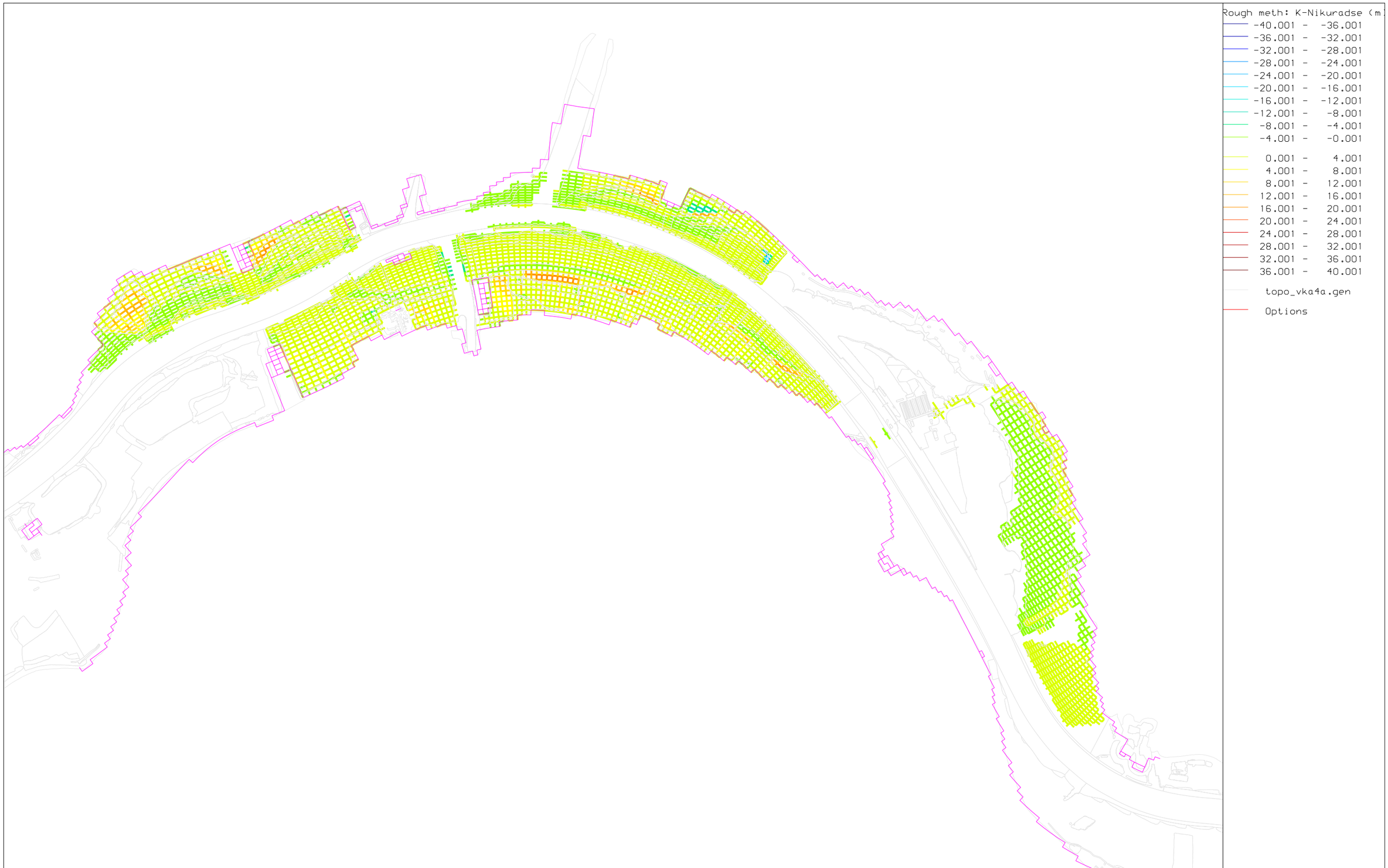
Vianen - VKA3c - doemscenario

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



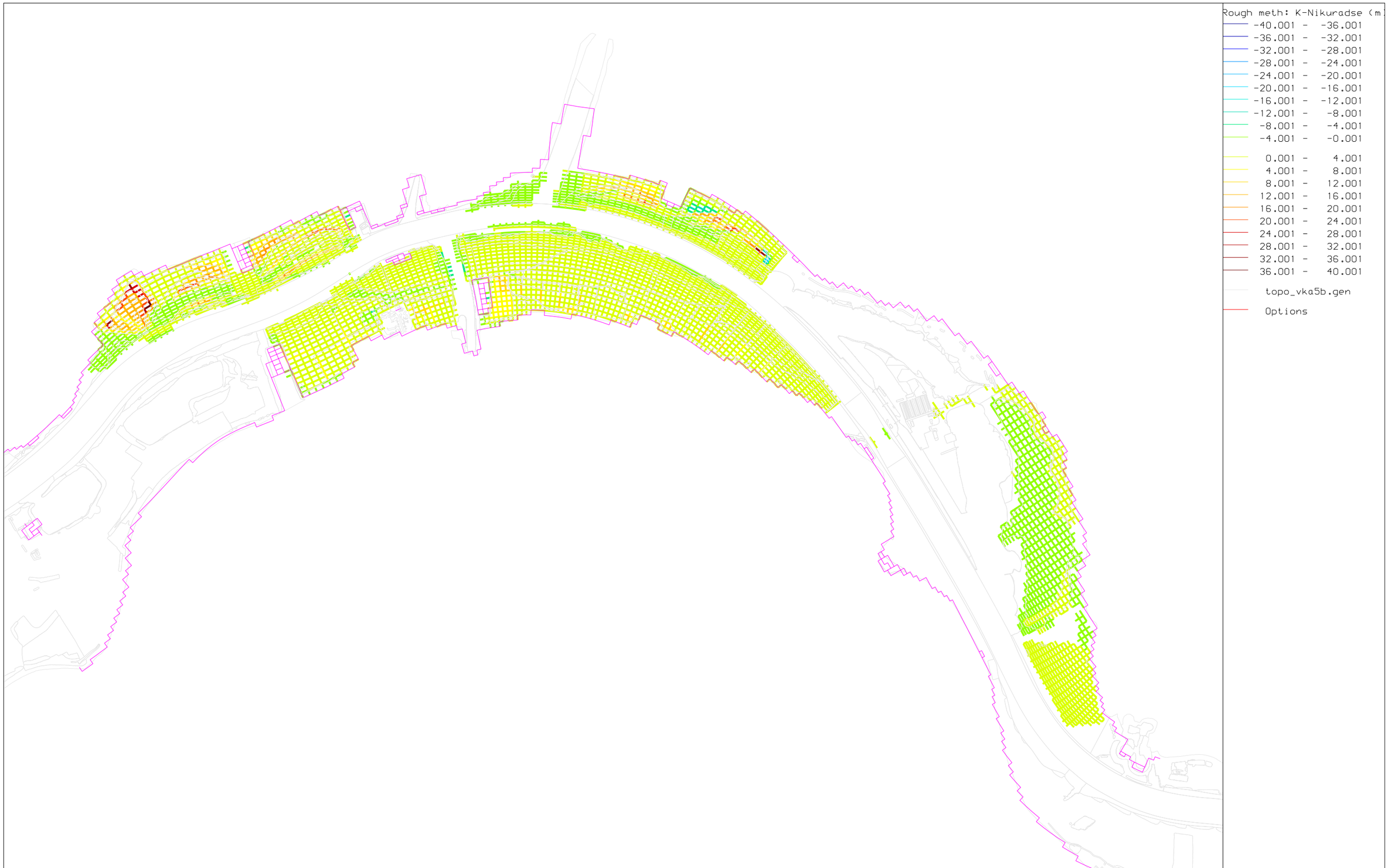
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



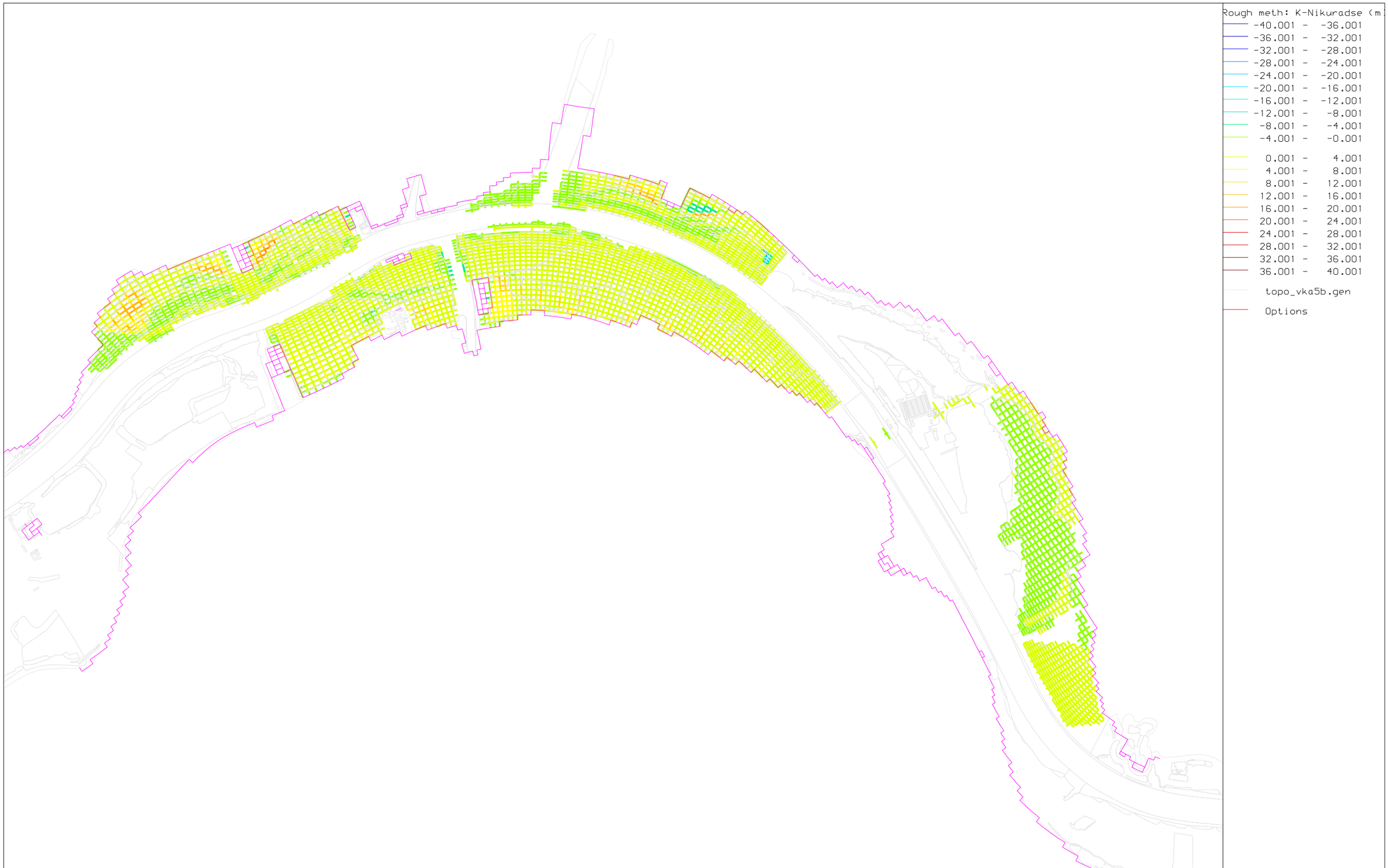
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



Vianen - VKA5 - interventieniveau

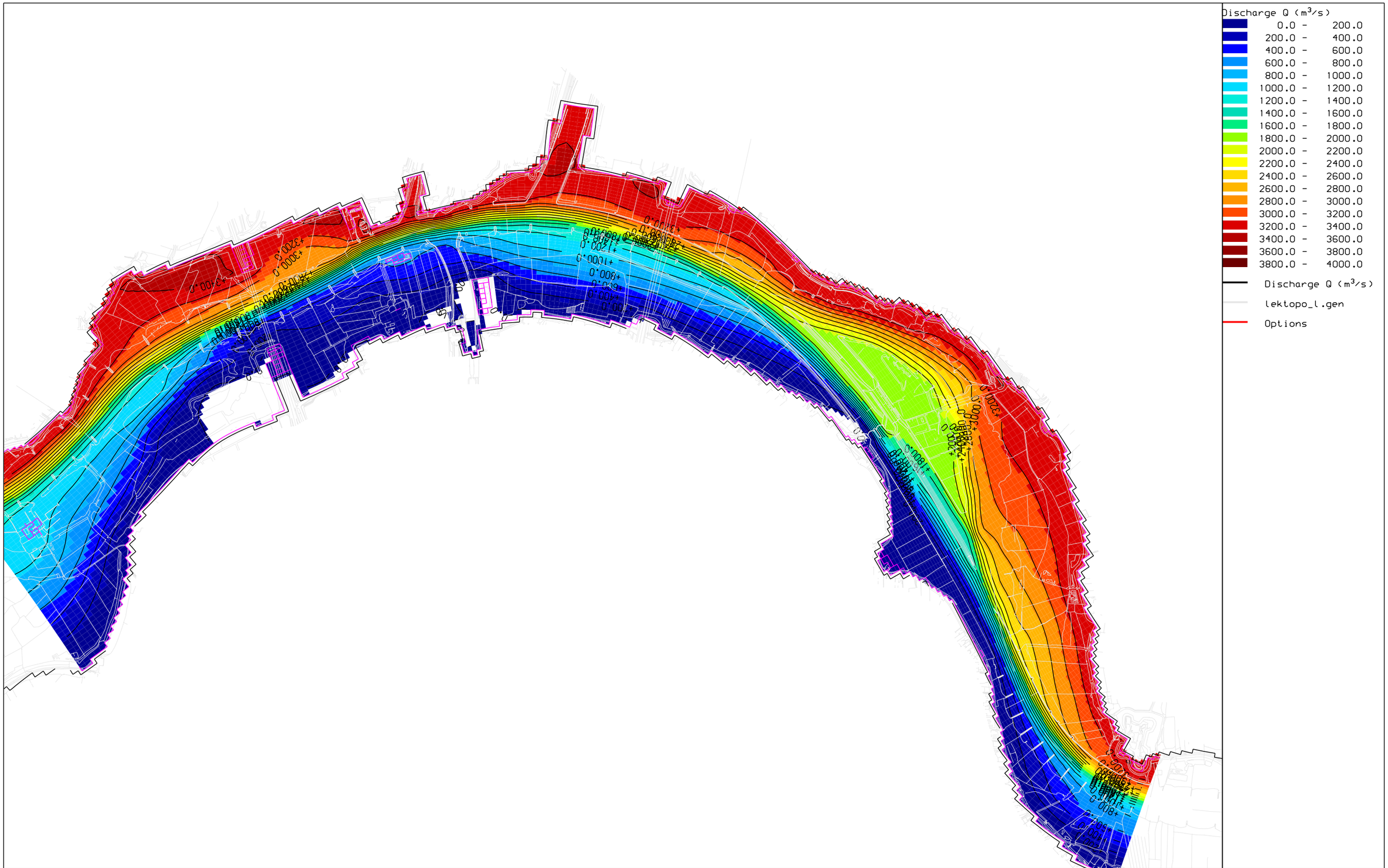
Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m



Vianen - VKA5 - streefbeeld

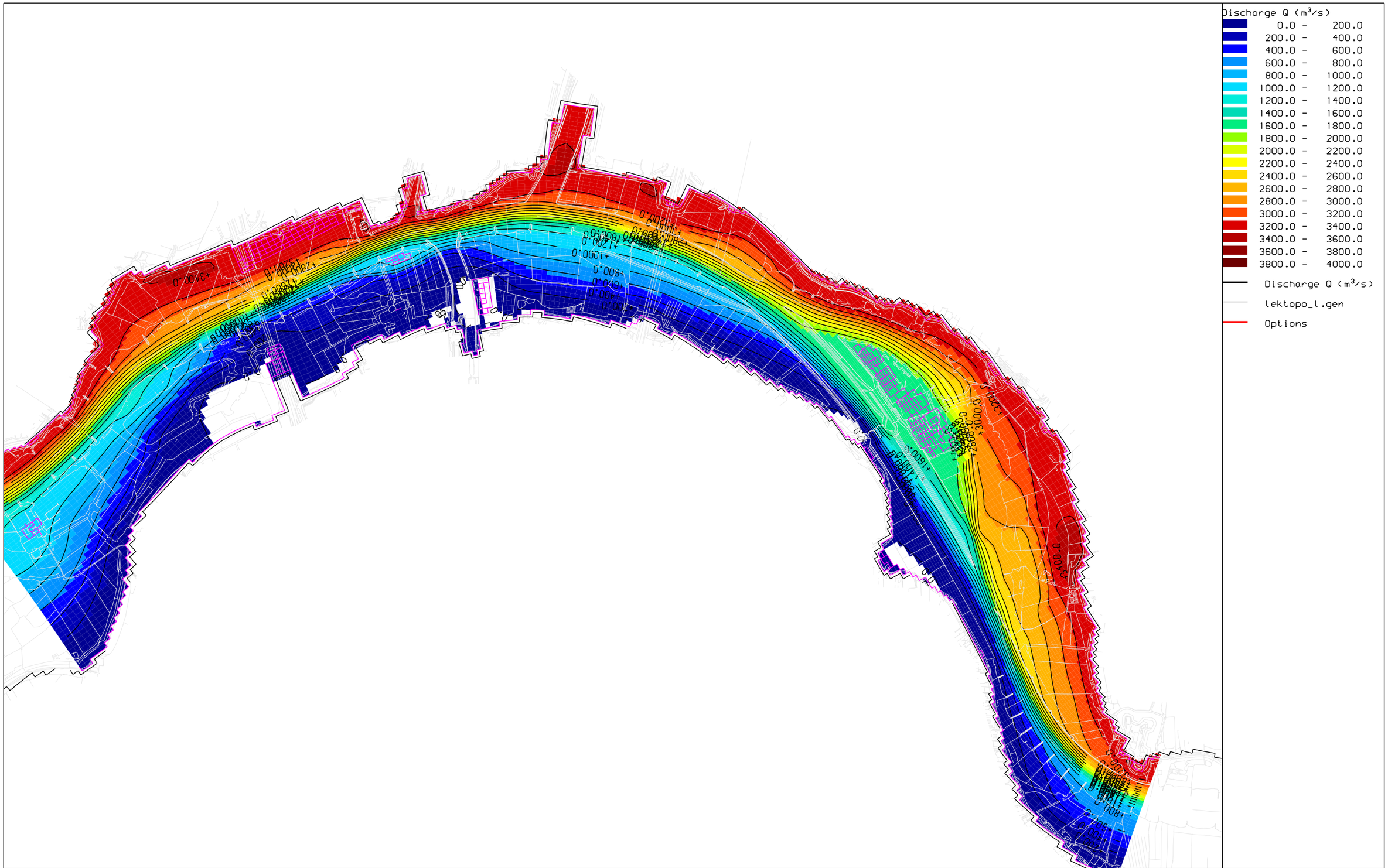
Verschillen ruwheidshoogte t.o.v. referentie Nikuradse k in m

Bijlage 8: Resultaten WAQUA berekeningen - afvoerlijnen



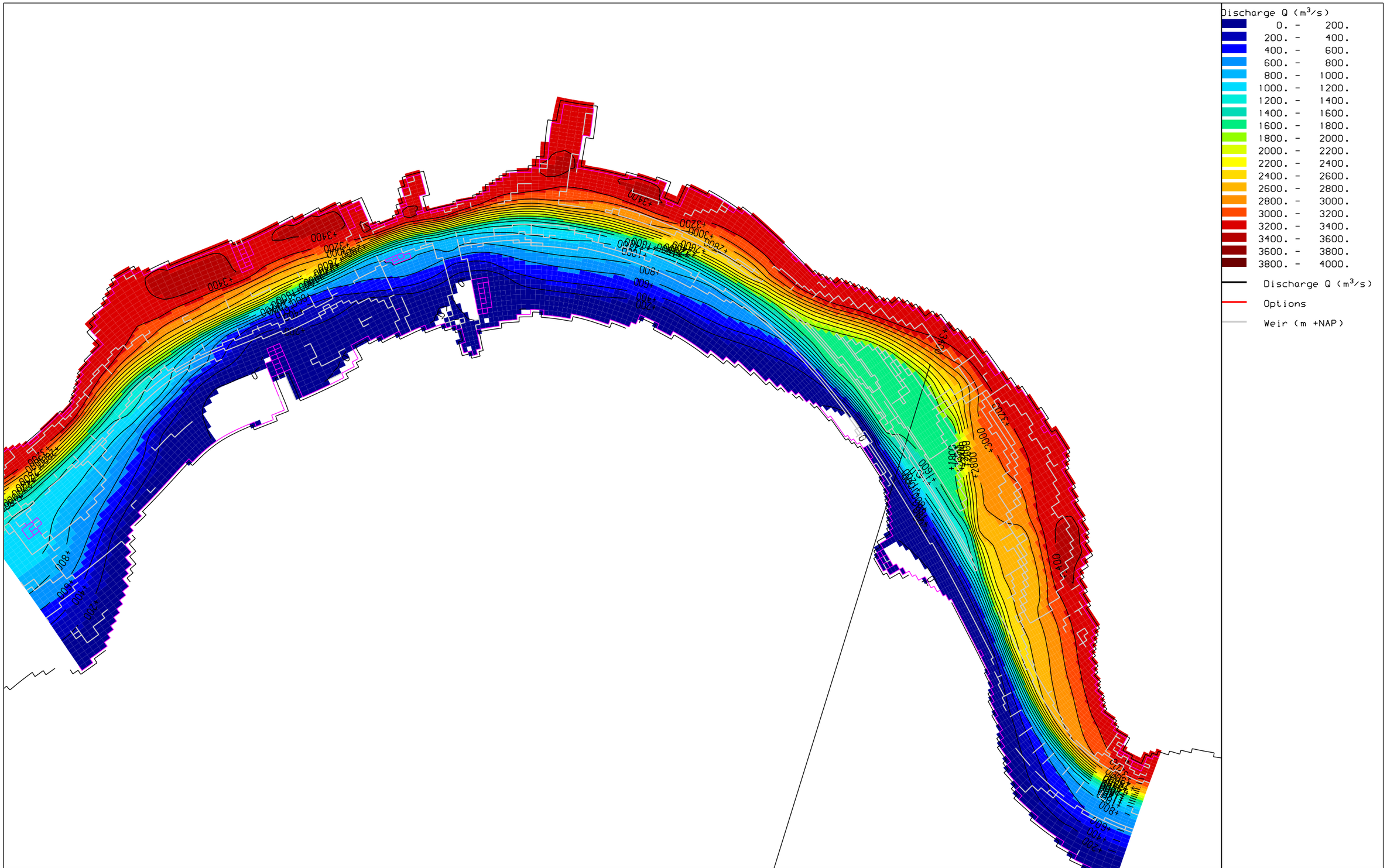
Vianen - referentie

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



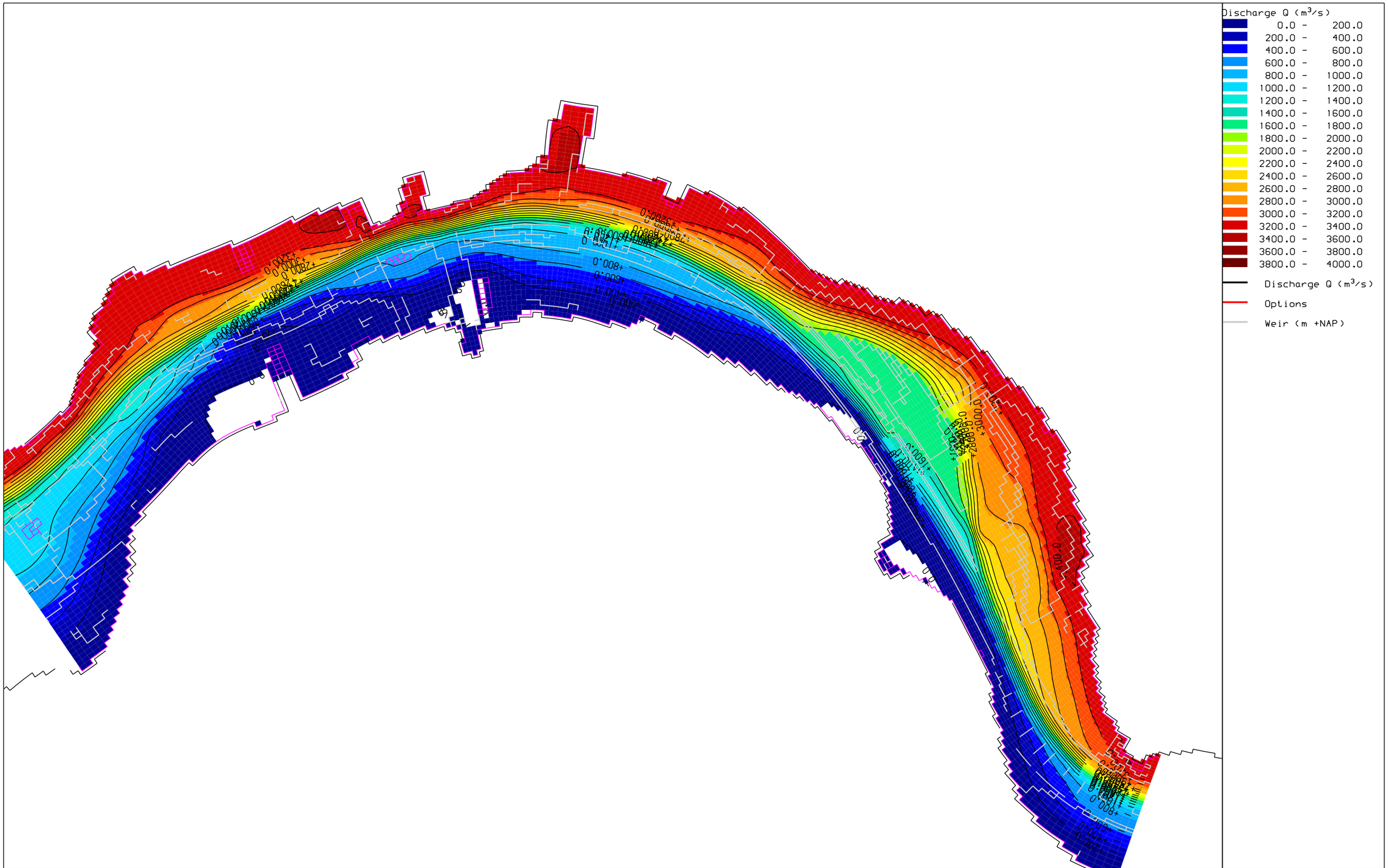
Vianen - Gekozen variant

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA1F

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA2a - doemscenario

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Discharge Q (m^3/s)

0.0	-	200.0
200.0	-	400.0
400.0	-	600.0
600.0	-	800.0
800.0	-	1000.0
1000.0	-	1200.0
1200.0	-	1400.0
1400.0	-	1600.0
1600.0	-	1800.0
1800.0	-	2000.0
2000.0	-	2200.0
2200.0	-	2400.0
2400.0	-	2600.0
2600.0	-	2800.0
2800.0	-	3000.0
3000.0	-	3200.0
3200.0	-	3400.0
3400.0	-	3600.0
3600.0	-	3800.0
3800.0	-	4000.0

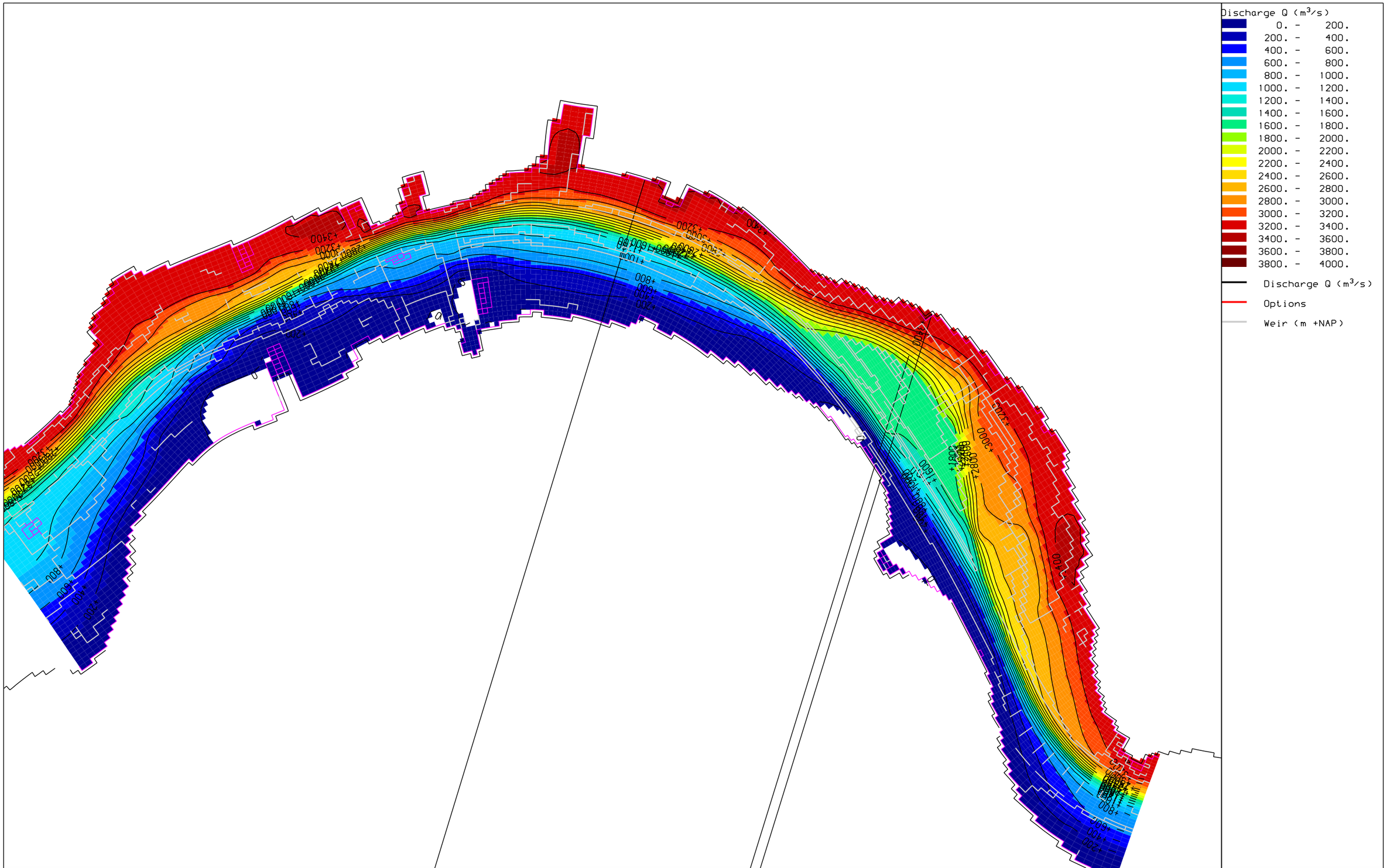
Discharge Q (m^3/s)

Options

Weir (m +NAP)

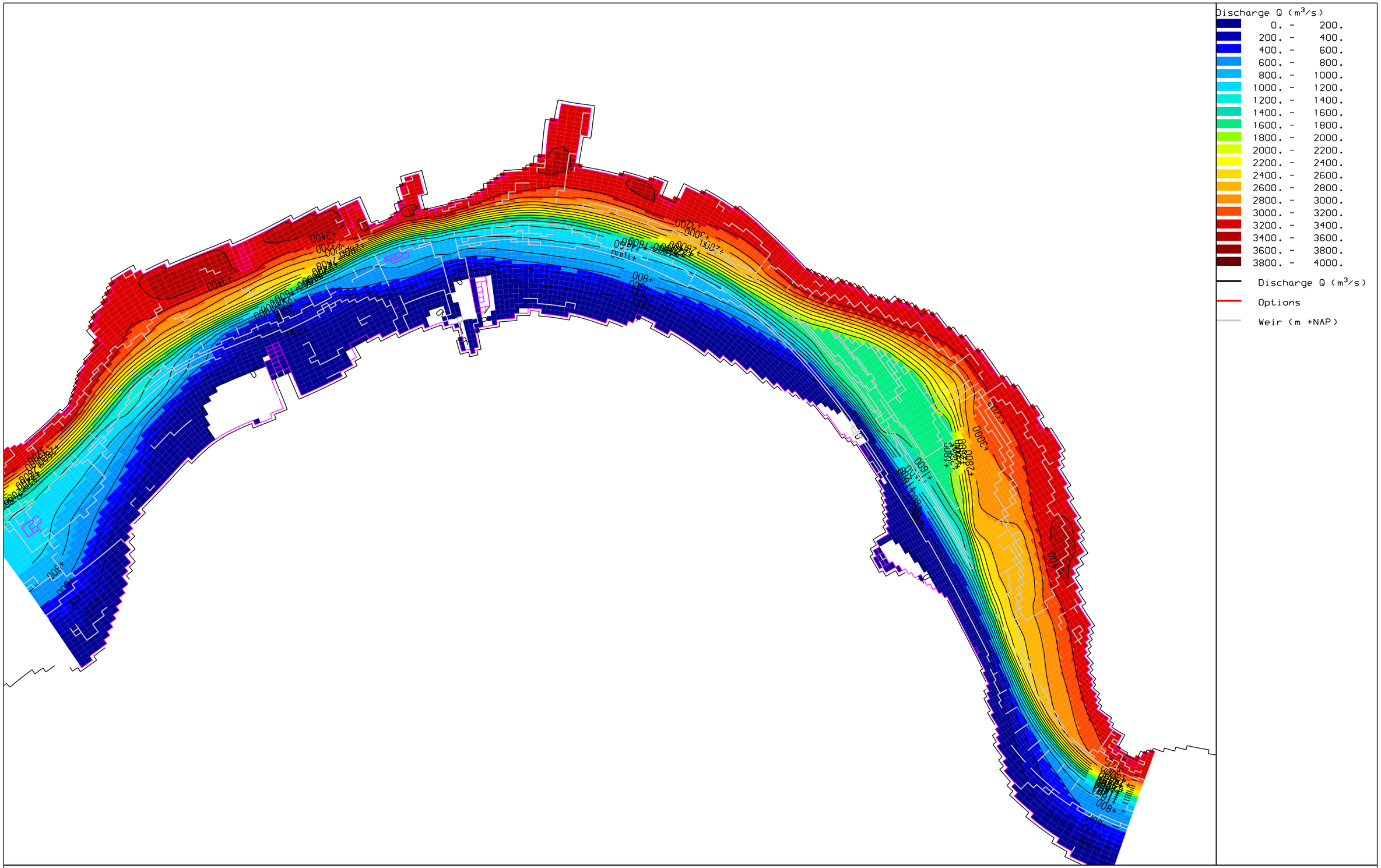
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



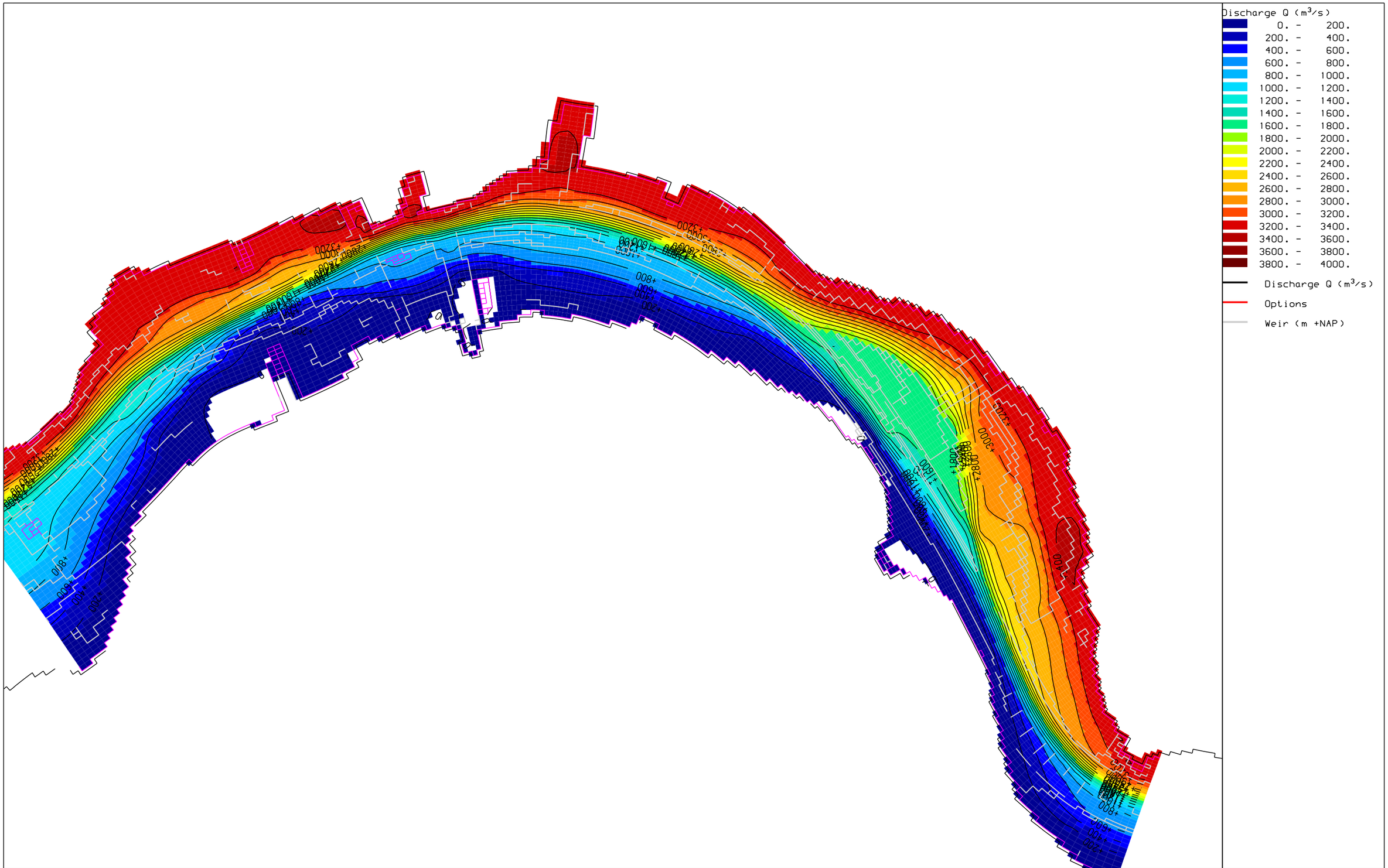
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



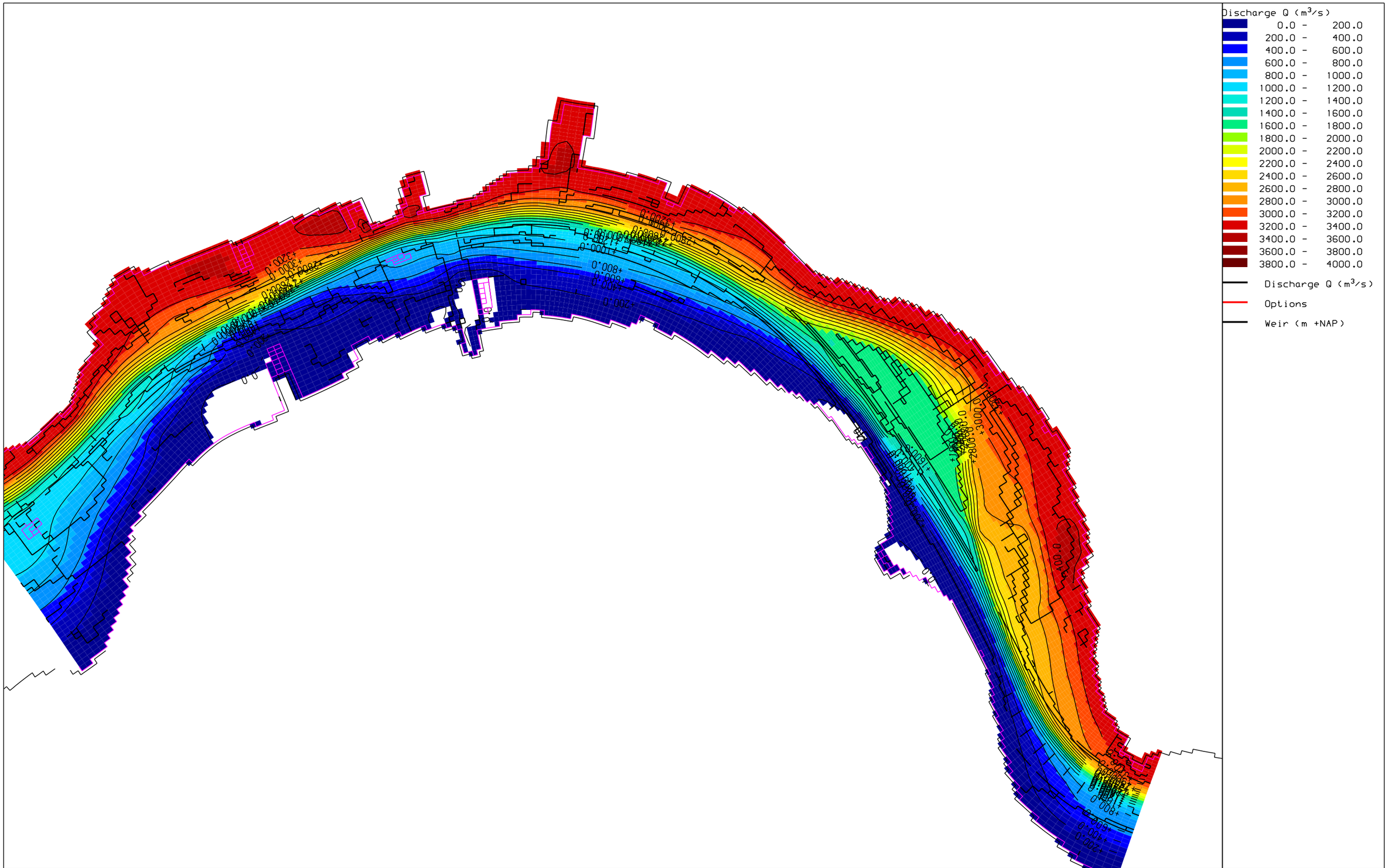
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



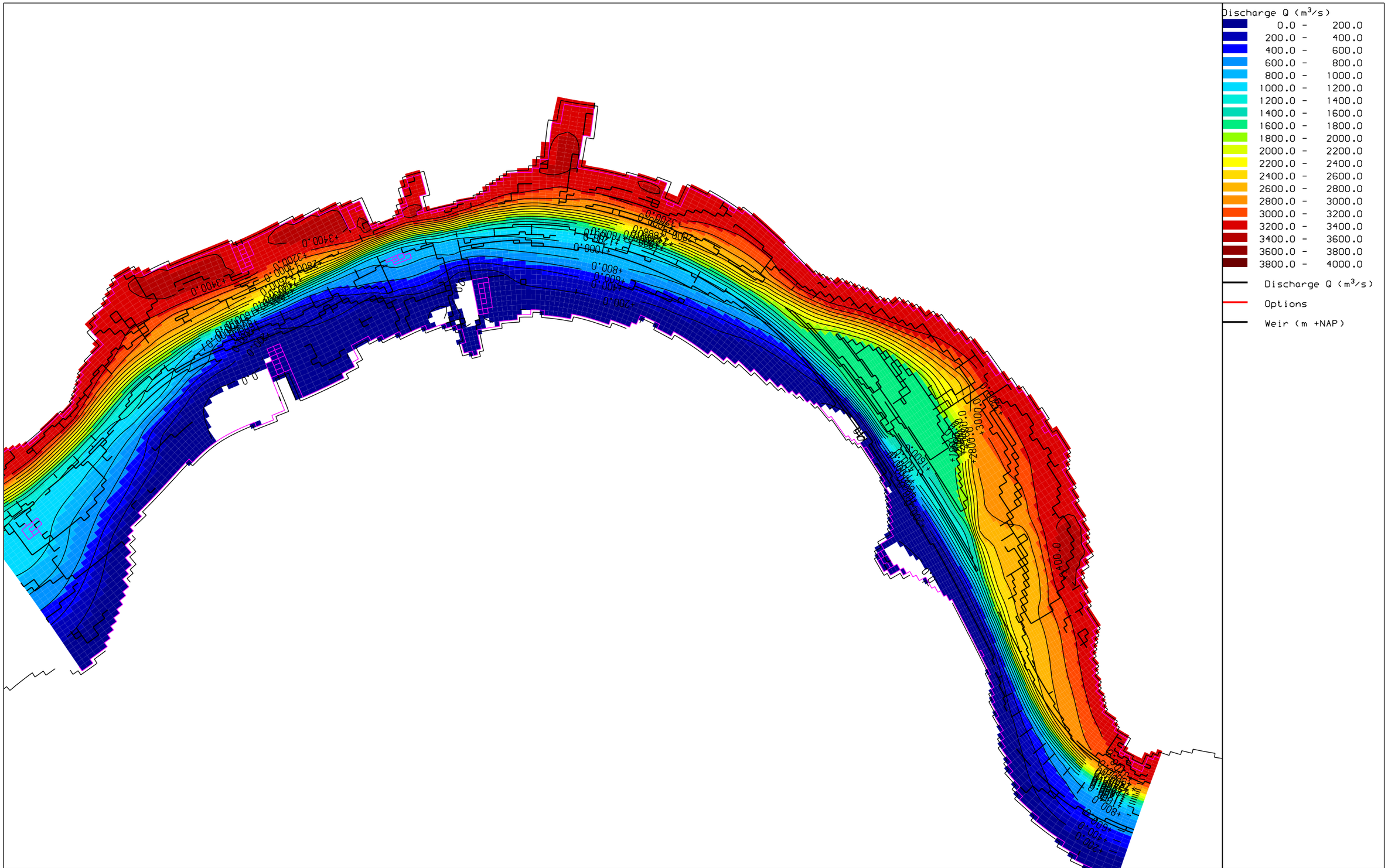
Vianen - VKA3c - doemscenario

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



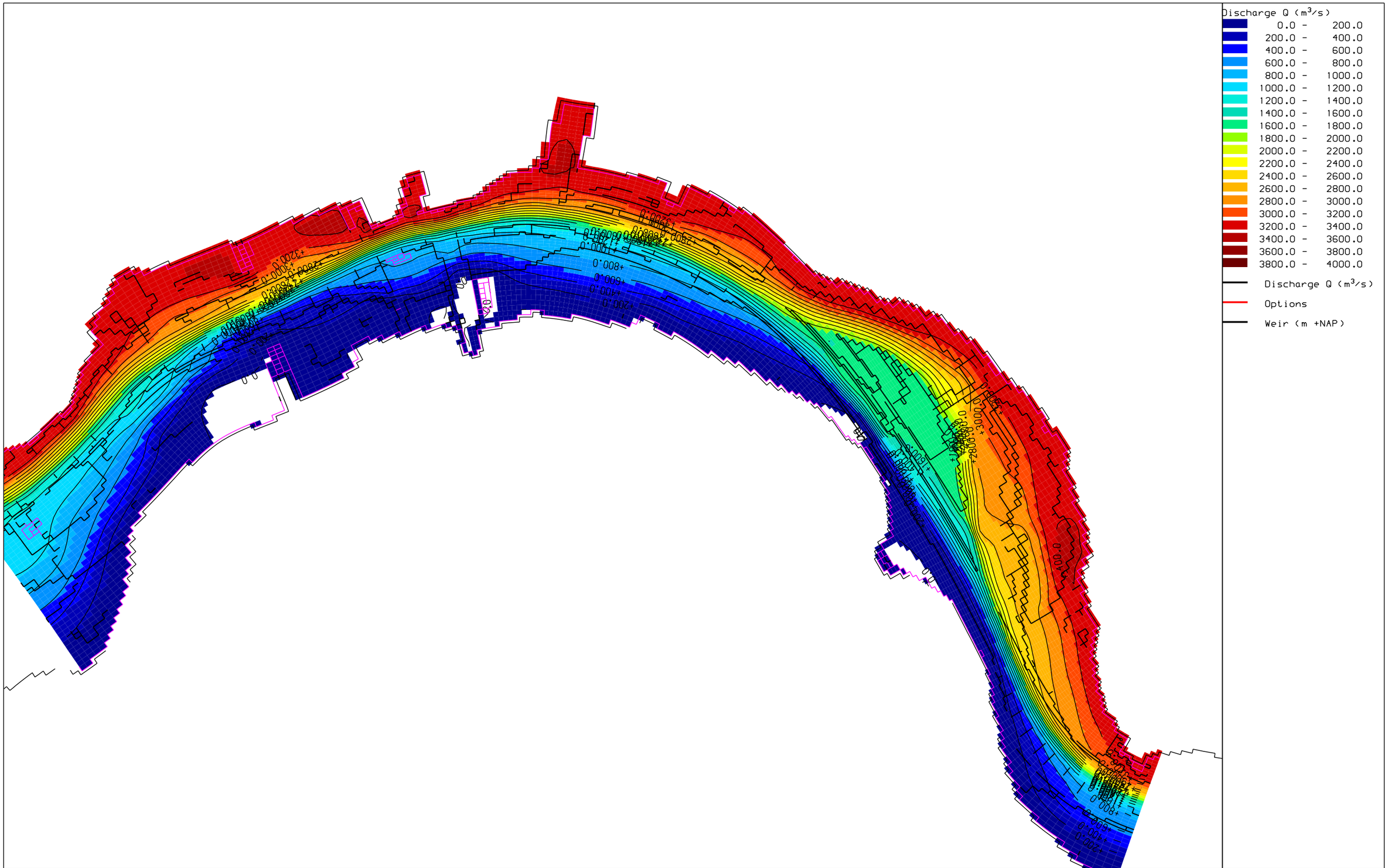
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



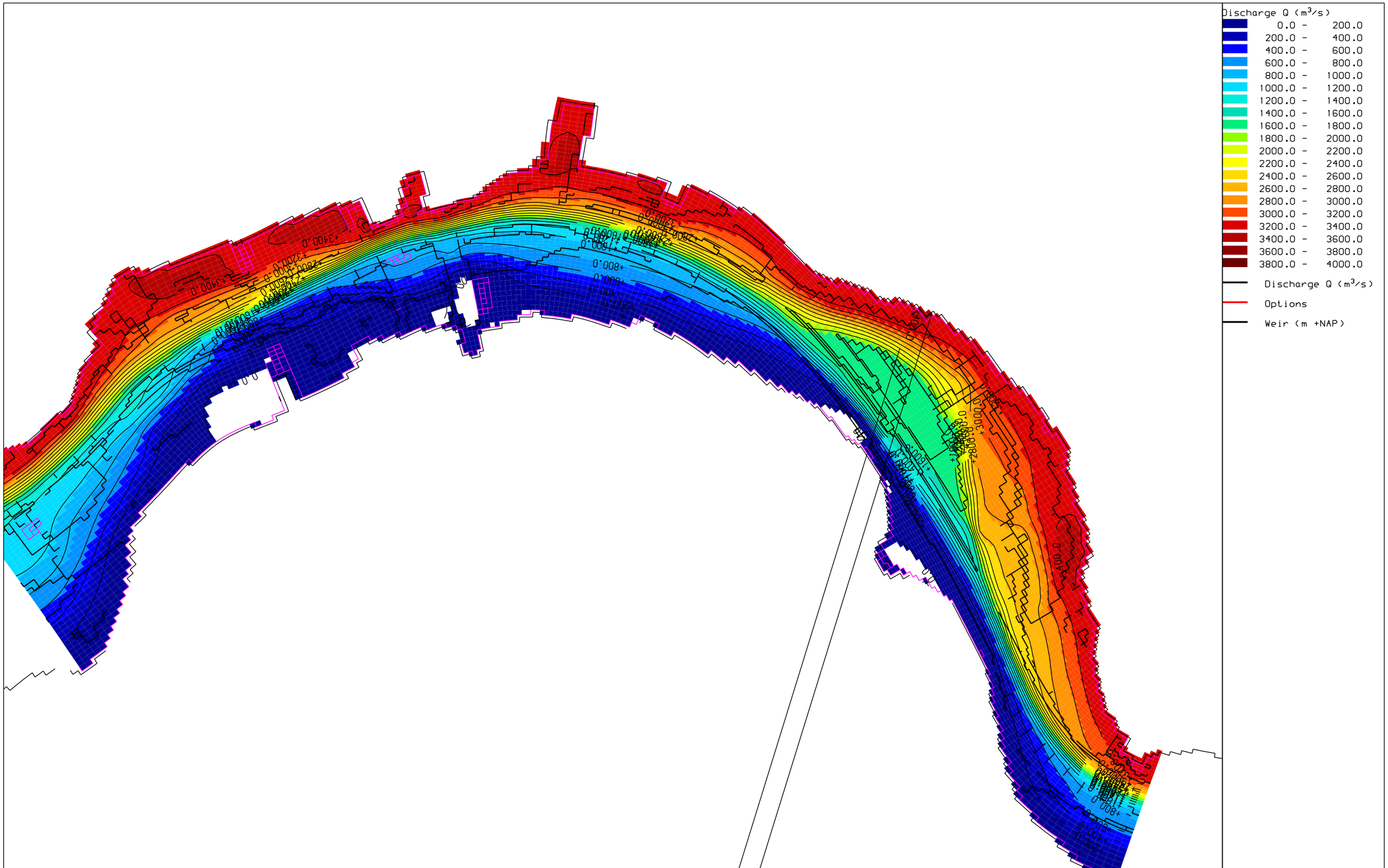
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - interventieniveau

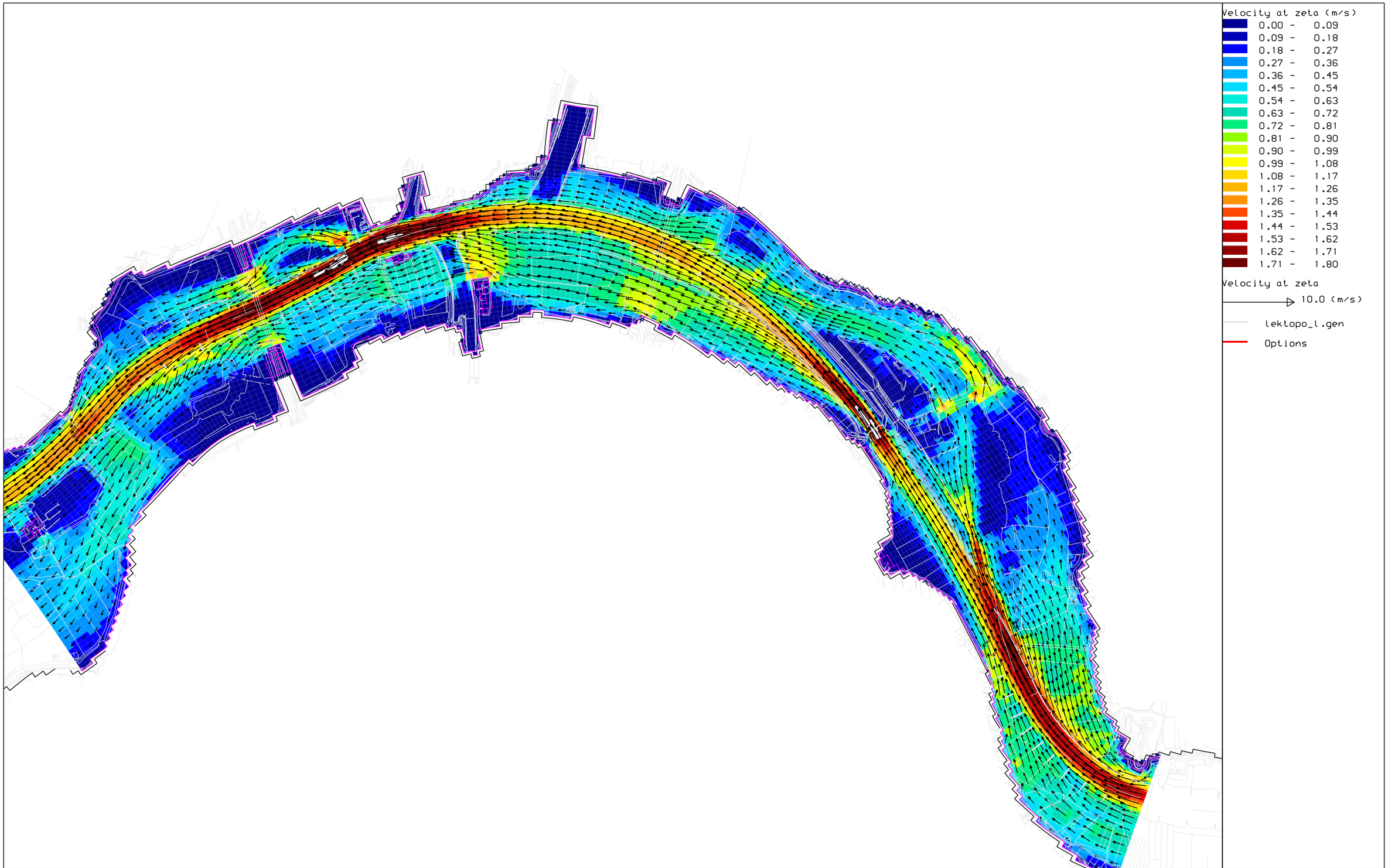
Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

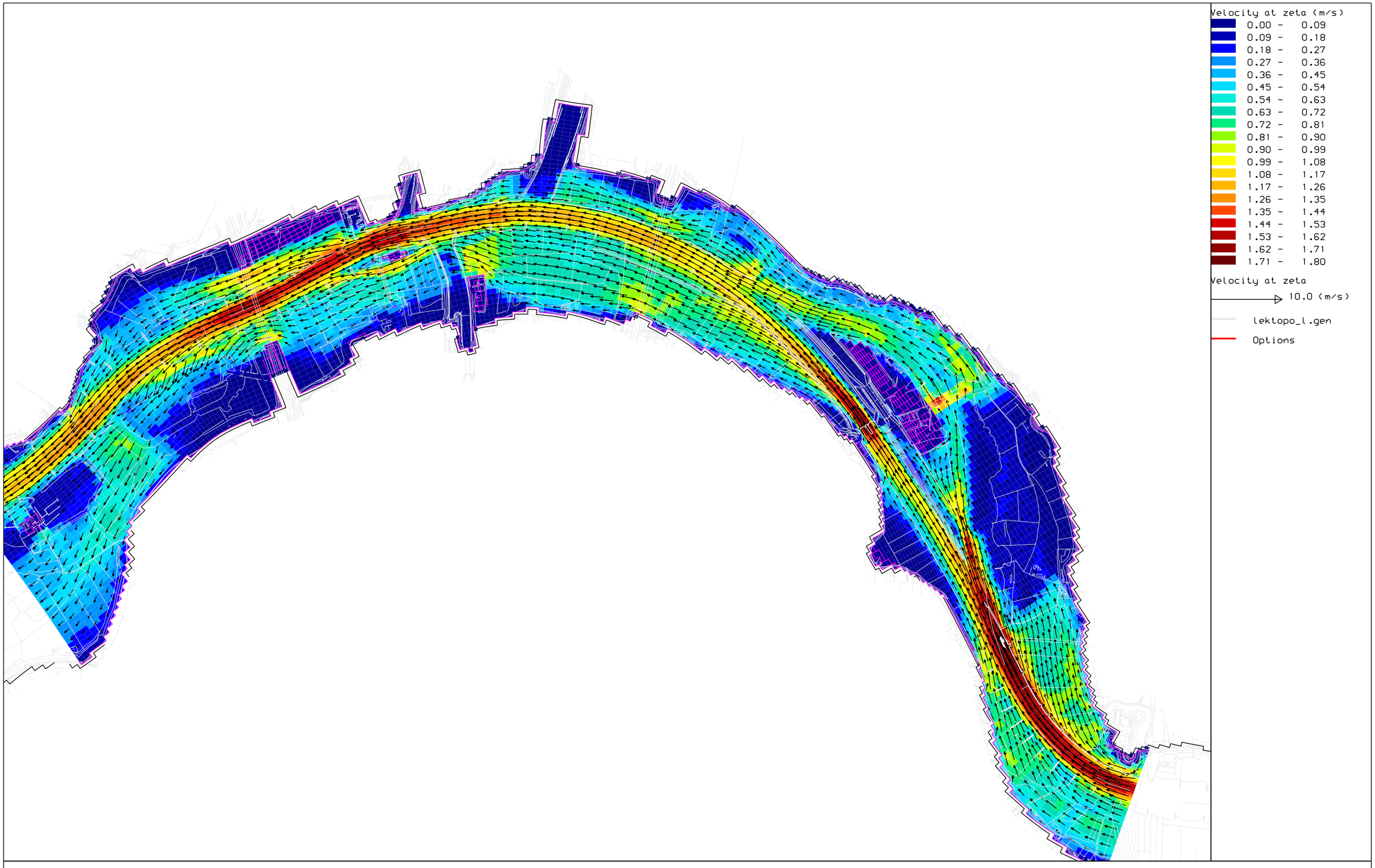
Afvoerlijnen bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 9: Resultaten WAQUA berekeningen – snelheden



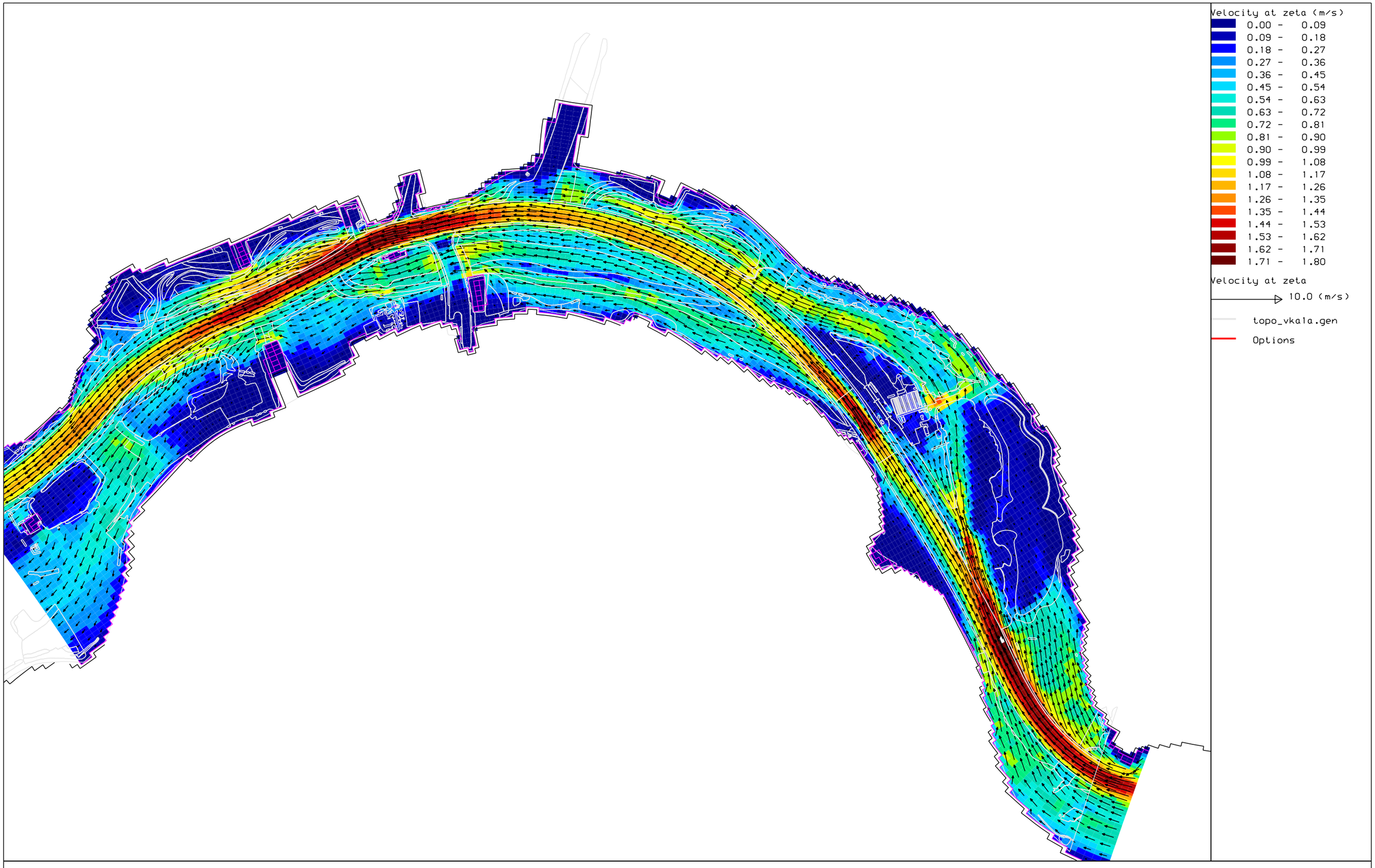
Vianen - Referentie

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



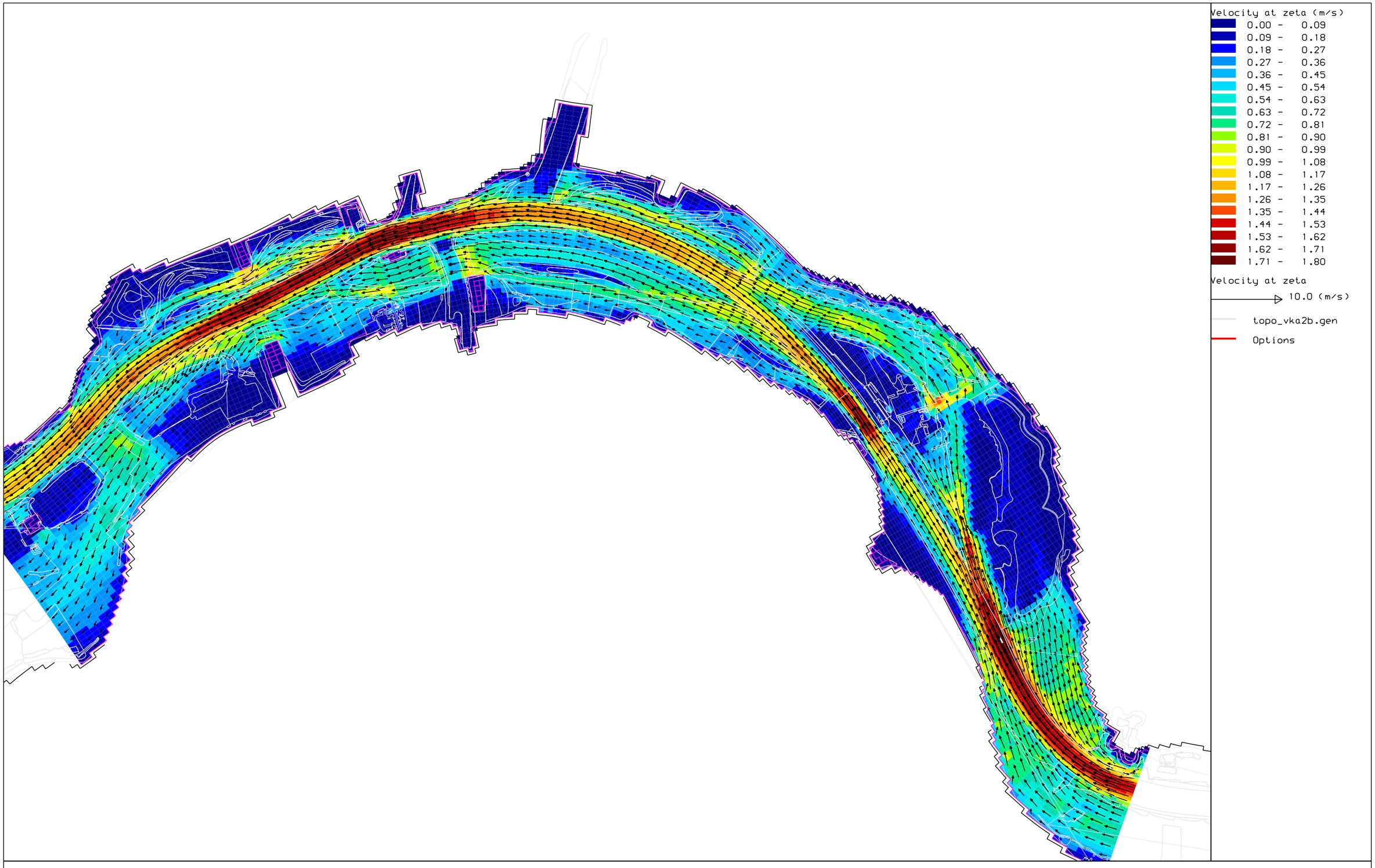
Vianen - Gekozen variant

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



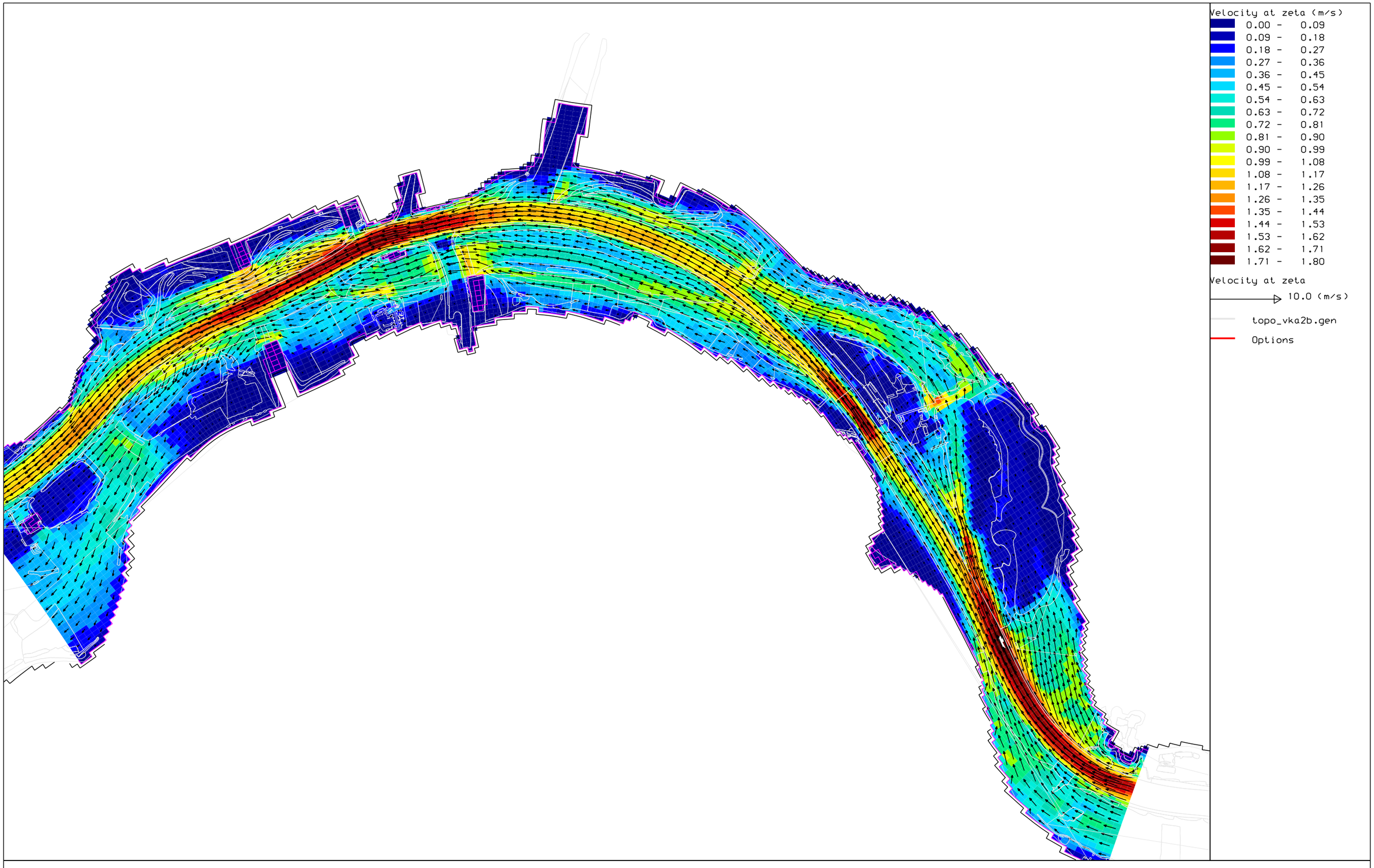
Vianen - VKA1F

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



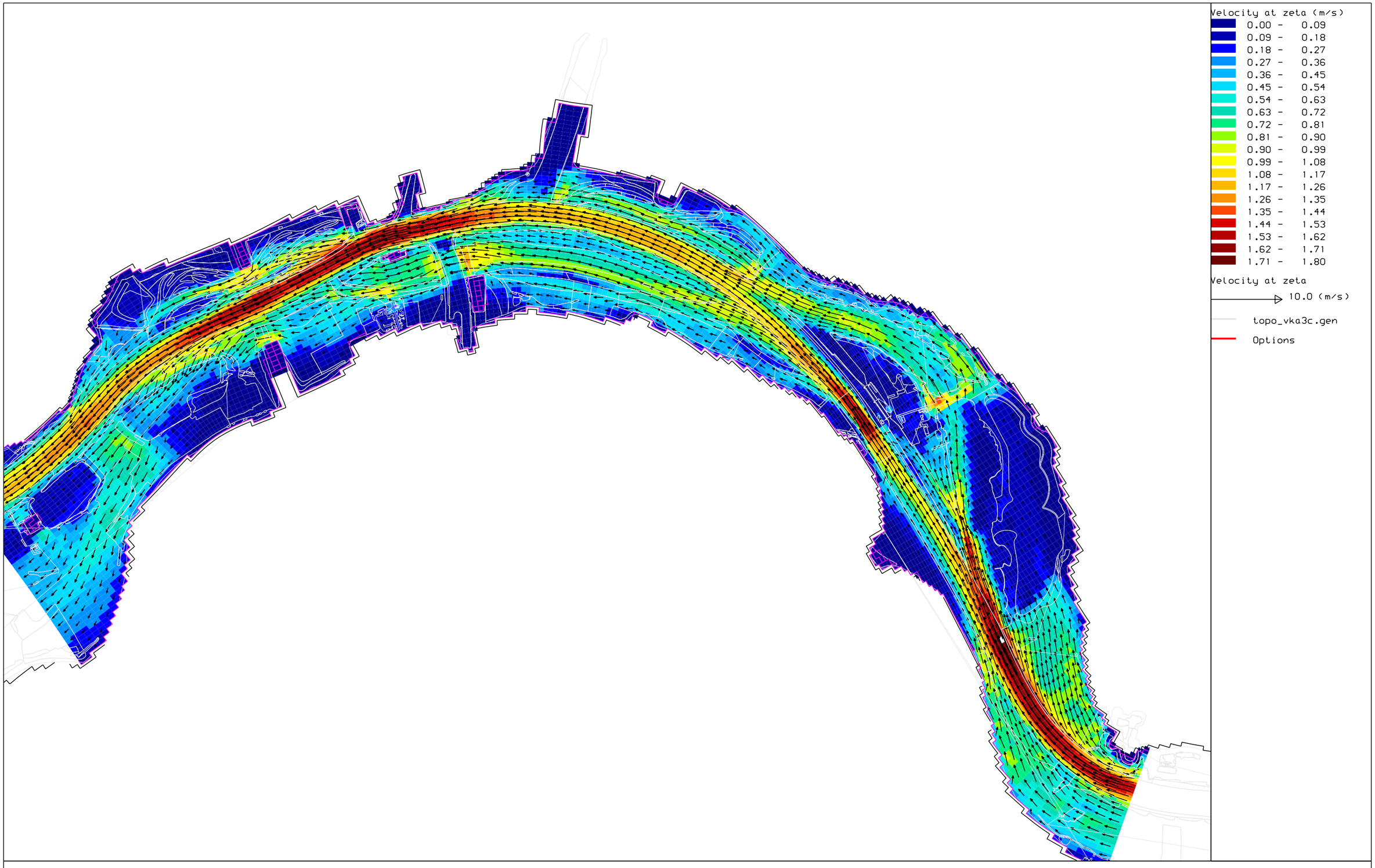
Vianen - VKA2a - doemscenario

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



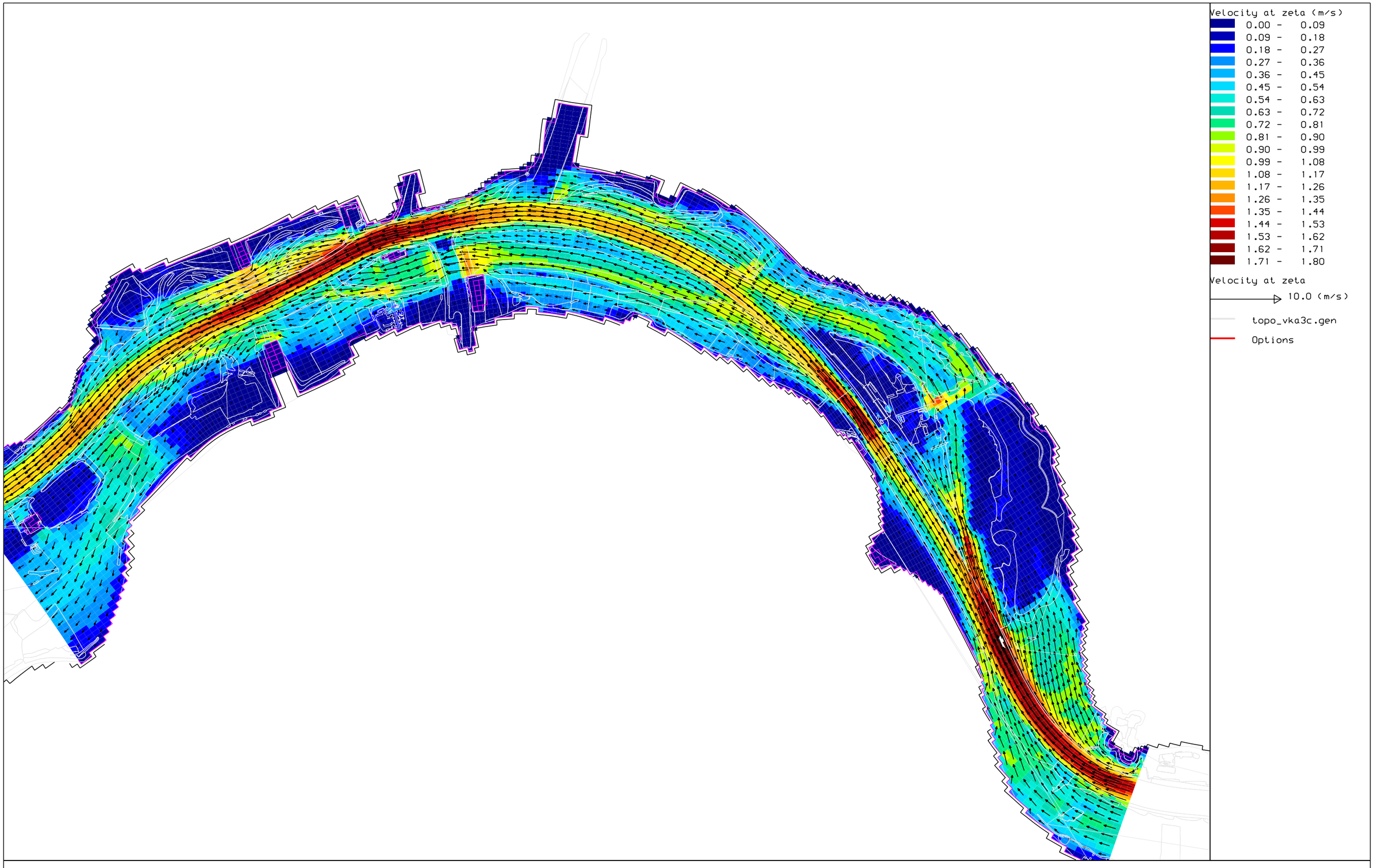
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



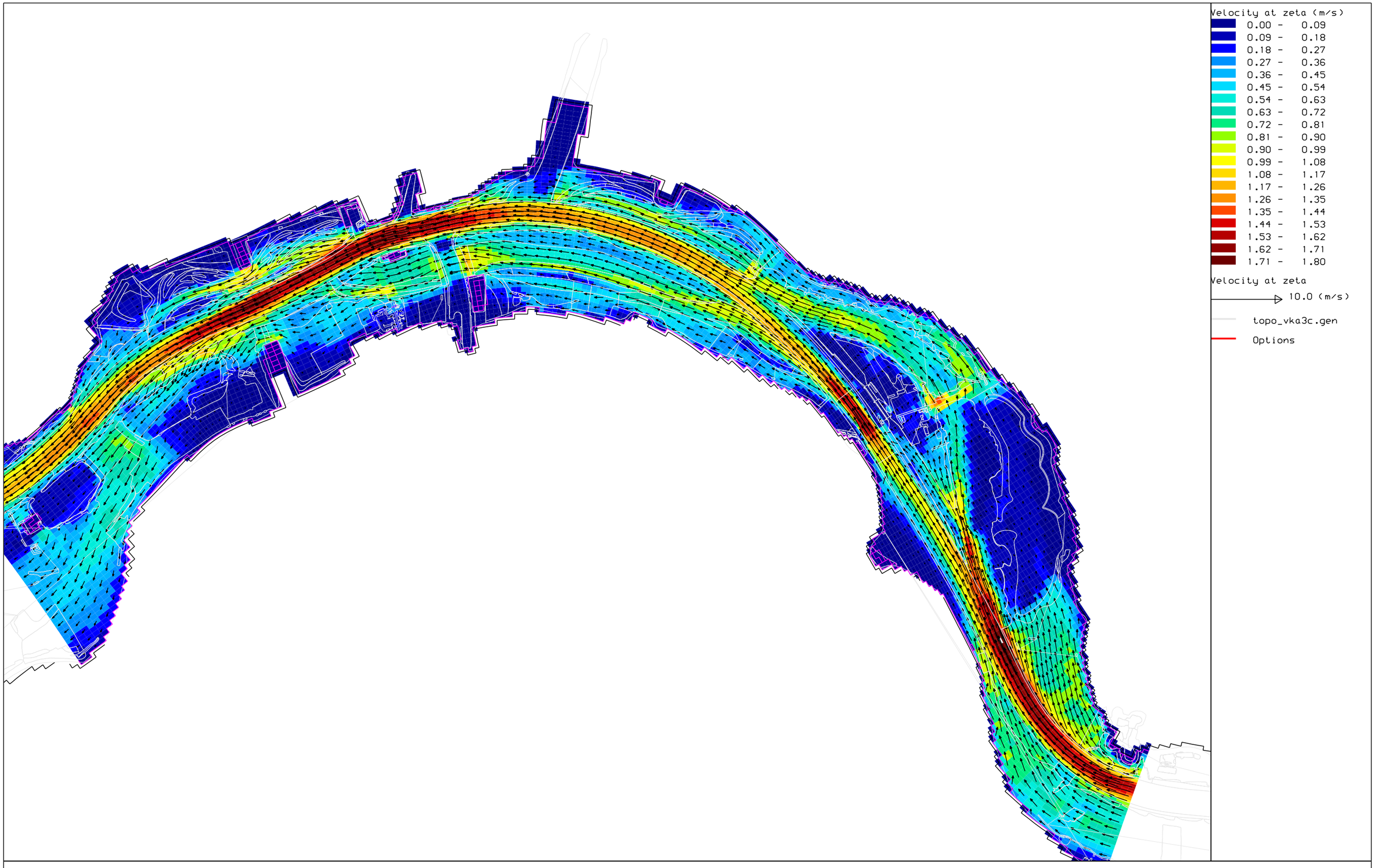
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



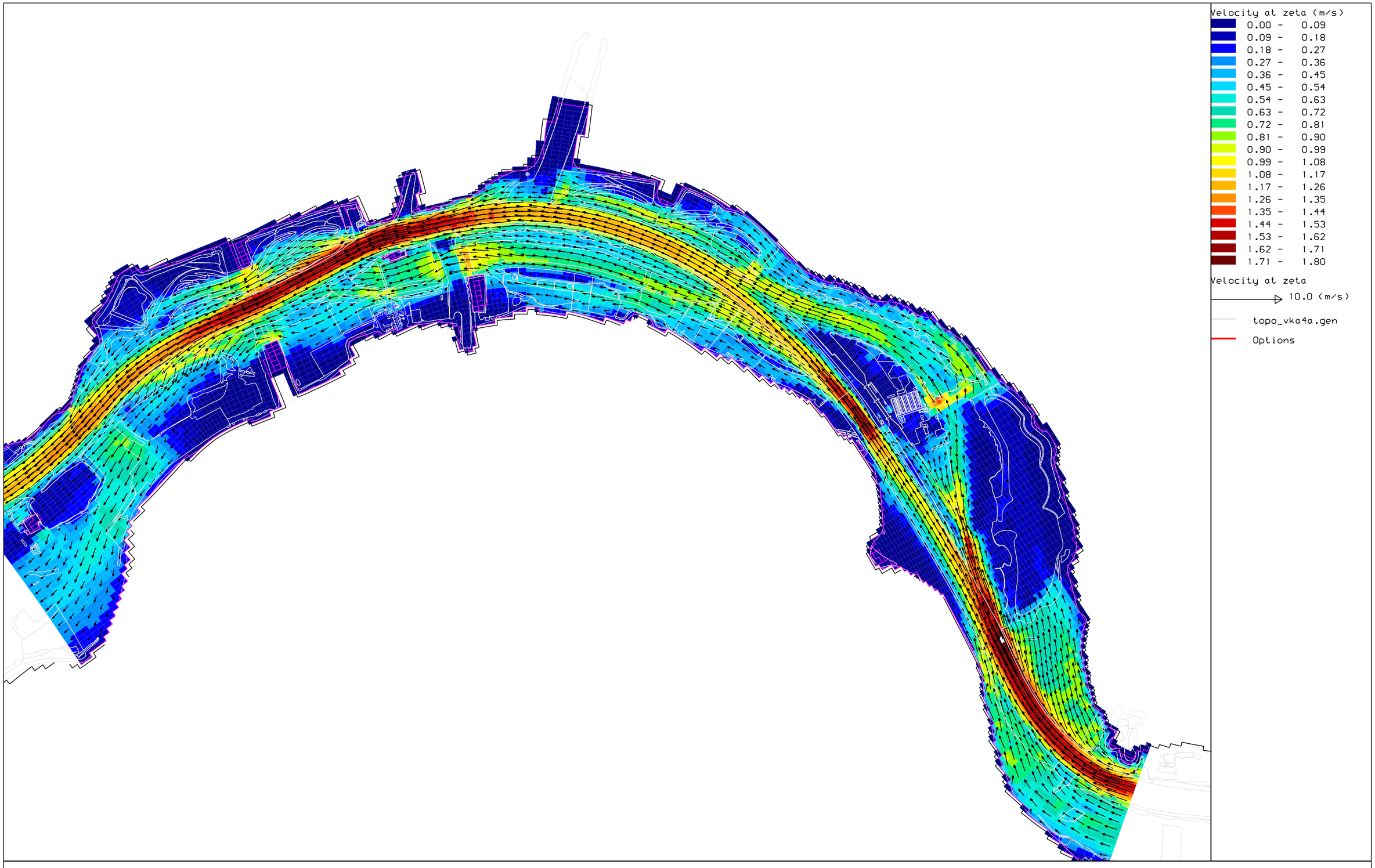
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



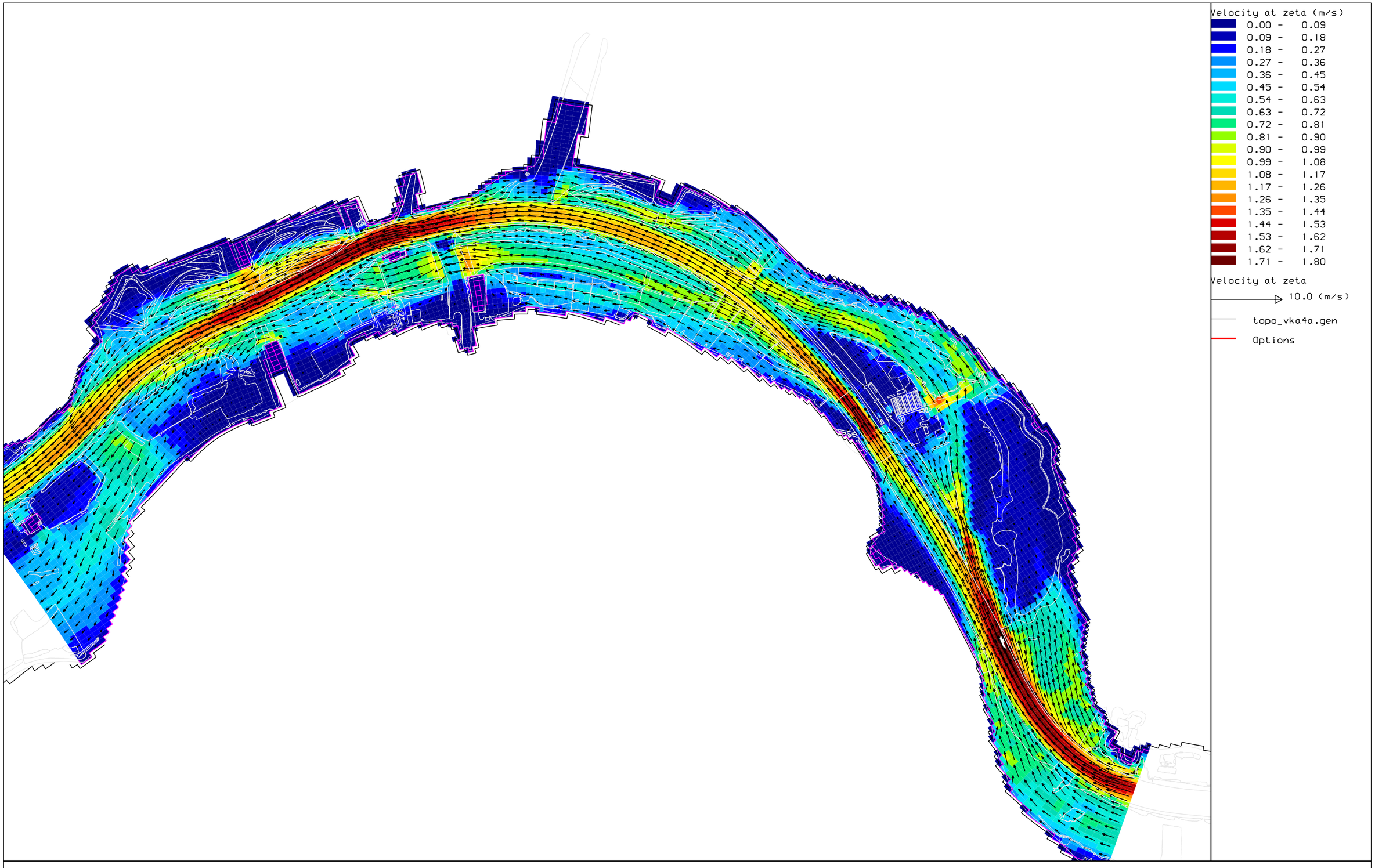
Vianen - VKA3c - doemscenario

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



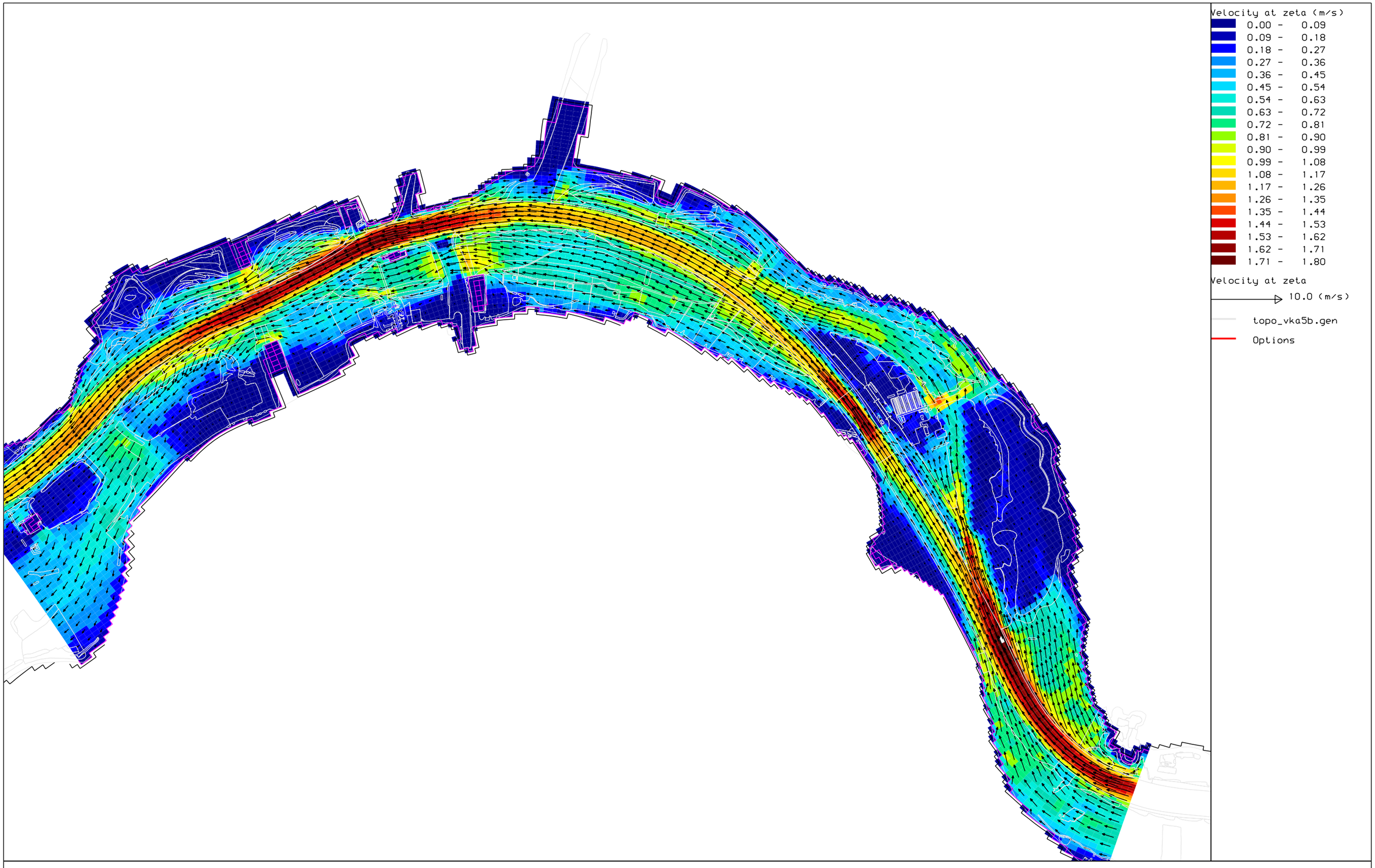
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



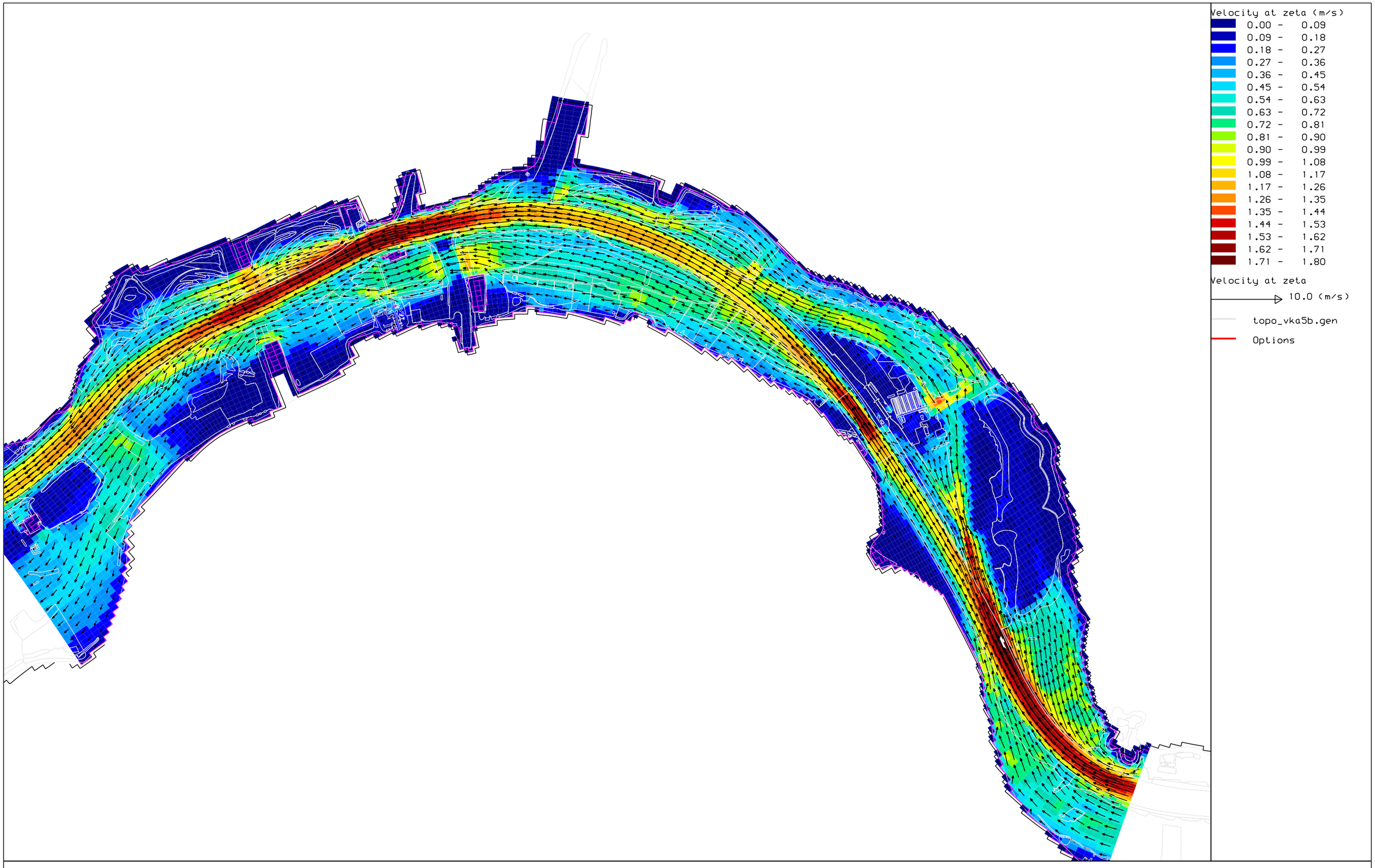
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - interventieniveau

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 10: Resultaten WAQUA berekeningen - waterstanden

topo_vkala.gen

Waterlevel (m +NAP)

5.950	-	6.000
6.000	-	6.050
6.050	-	6.100
6.100	-	6.150
6.150	-	6.200
6.200	-	6.250
6.250	-	6.300
6.300	-	6.350
6.350	-	6.400
6.400	-	6.450
6.450	-	6.500
6.500	-	6.550
6.550	-	6.600
6.600	-	6.650
6.650	-	6.700
6.700	-	6.750
6.750	-	6.800
6.800	-	6.850
6.850	-	6.900
6.900	-	6.950

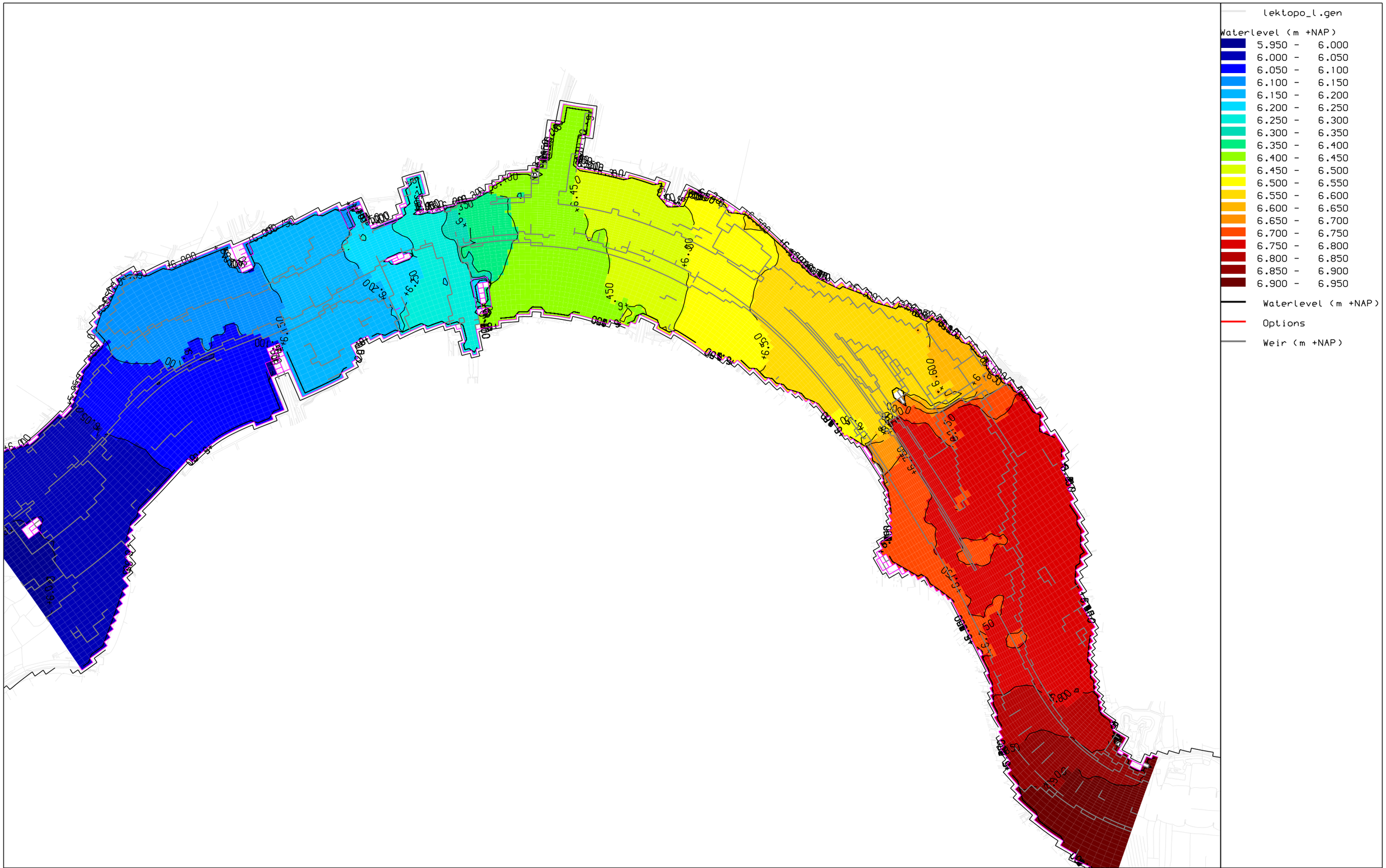
Waterlevel (m +NAP)

Options

Weir (m +NAP)

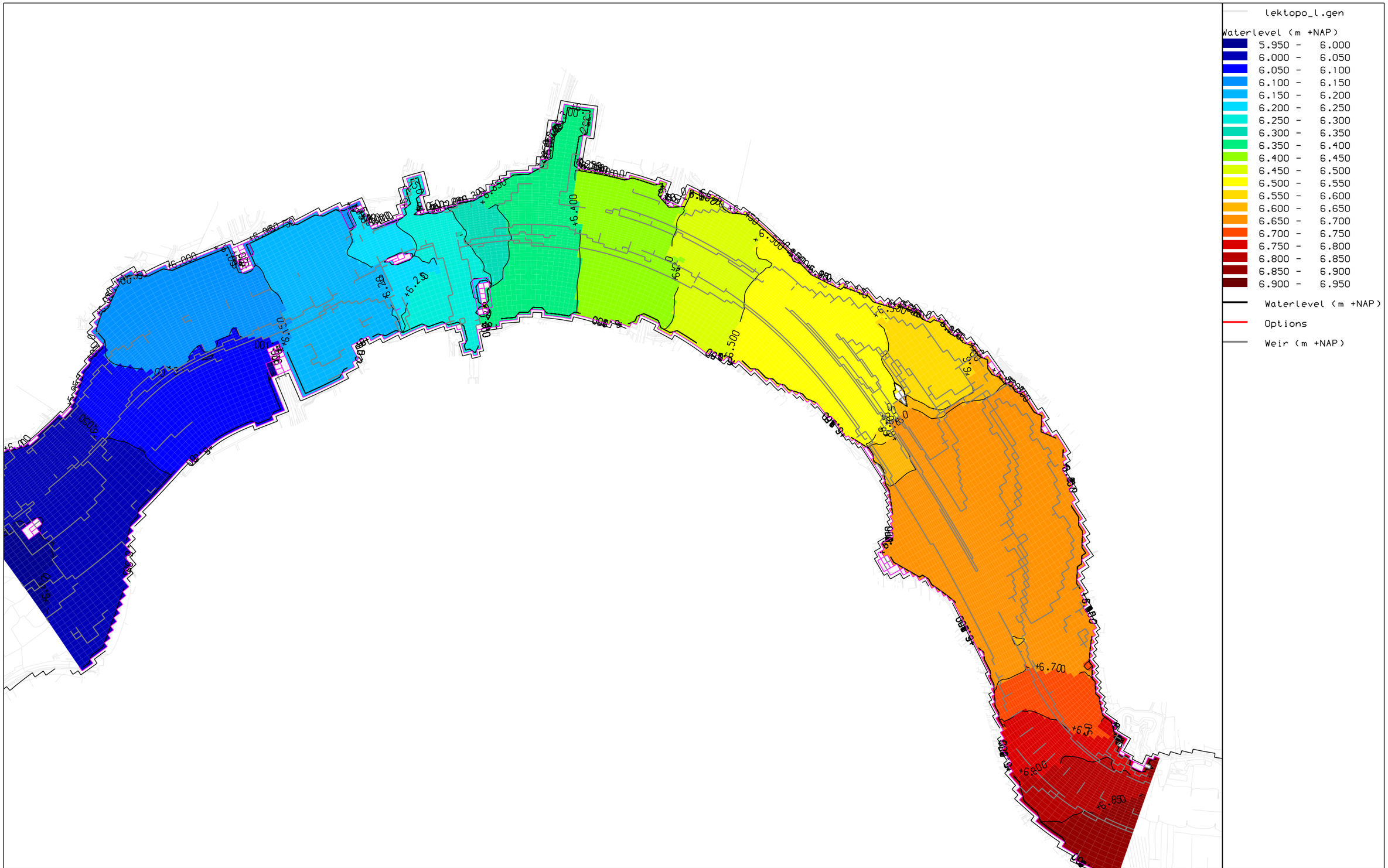
Vianen - Gekozen Variant

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



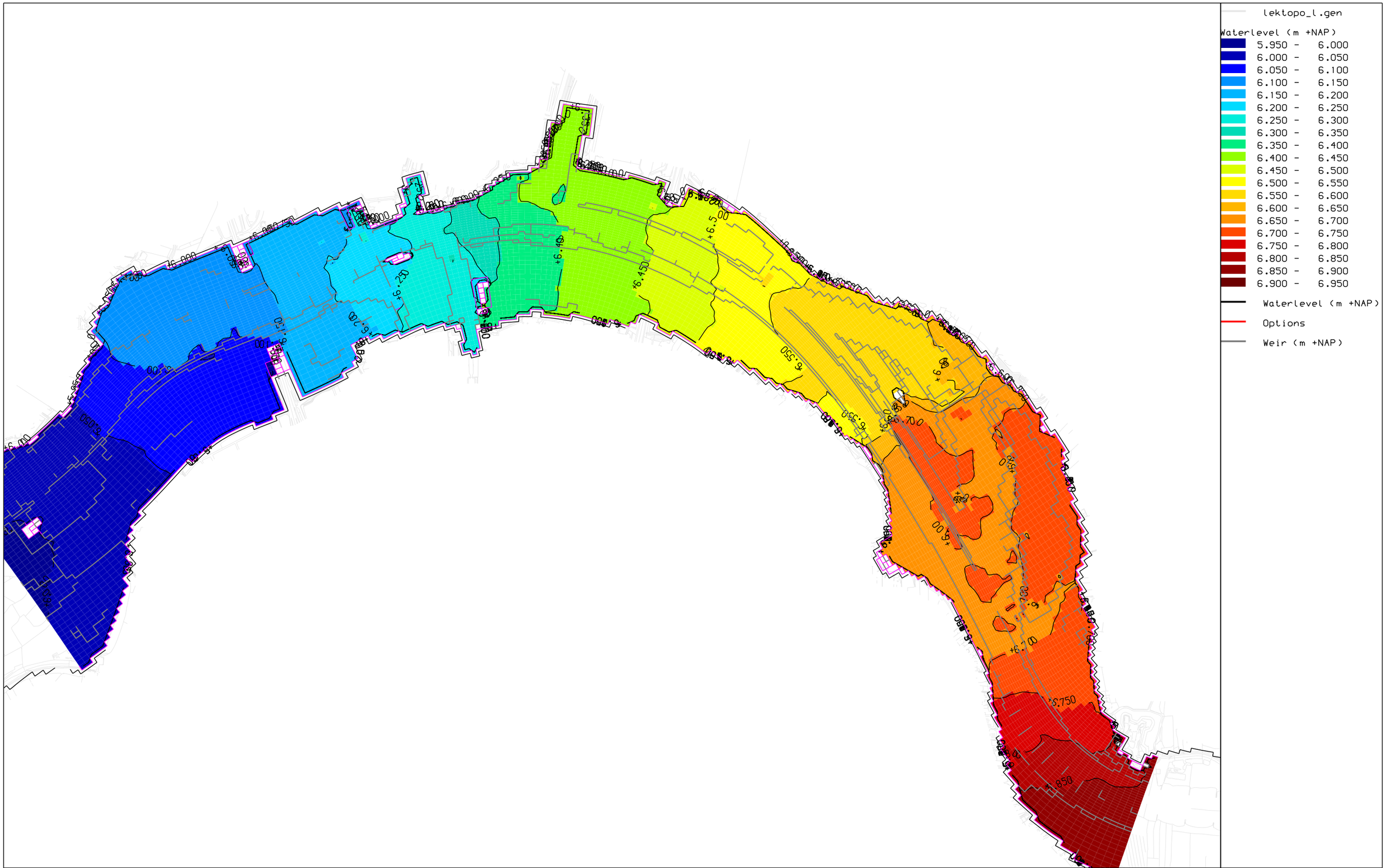
Vianen - referentie

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



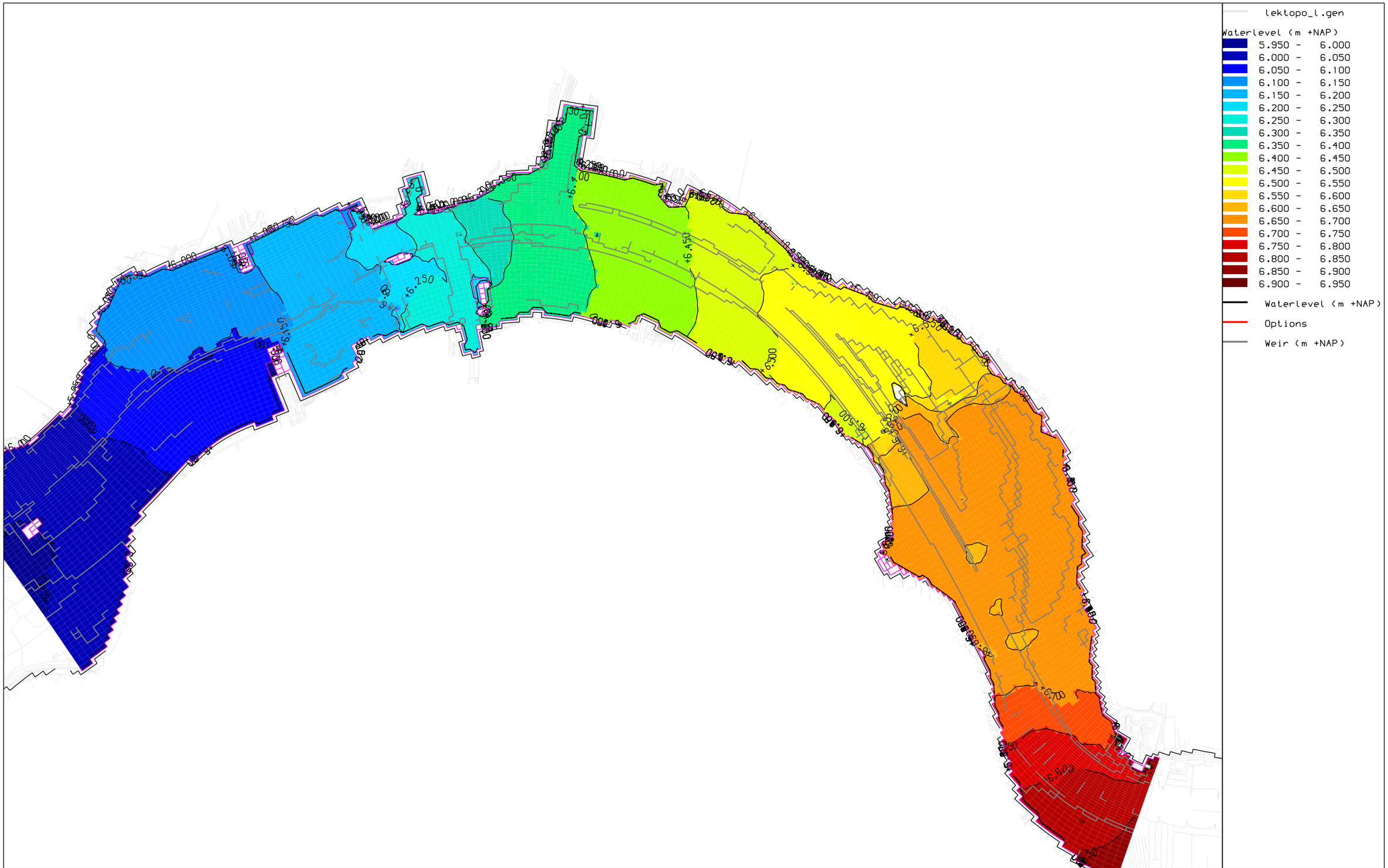
Vianen - VKA1F

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



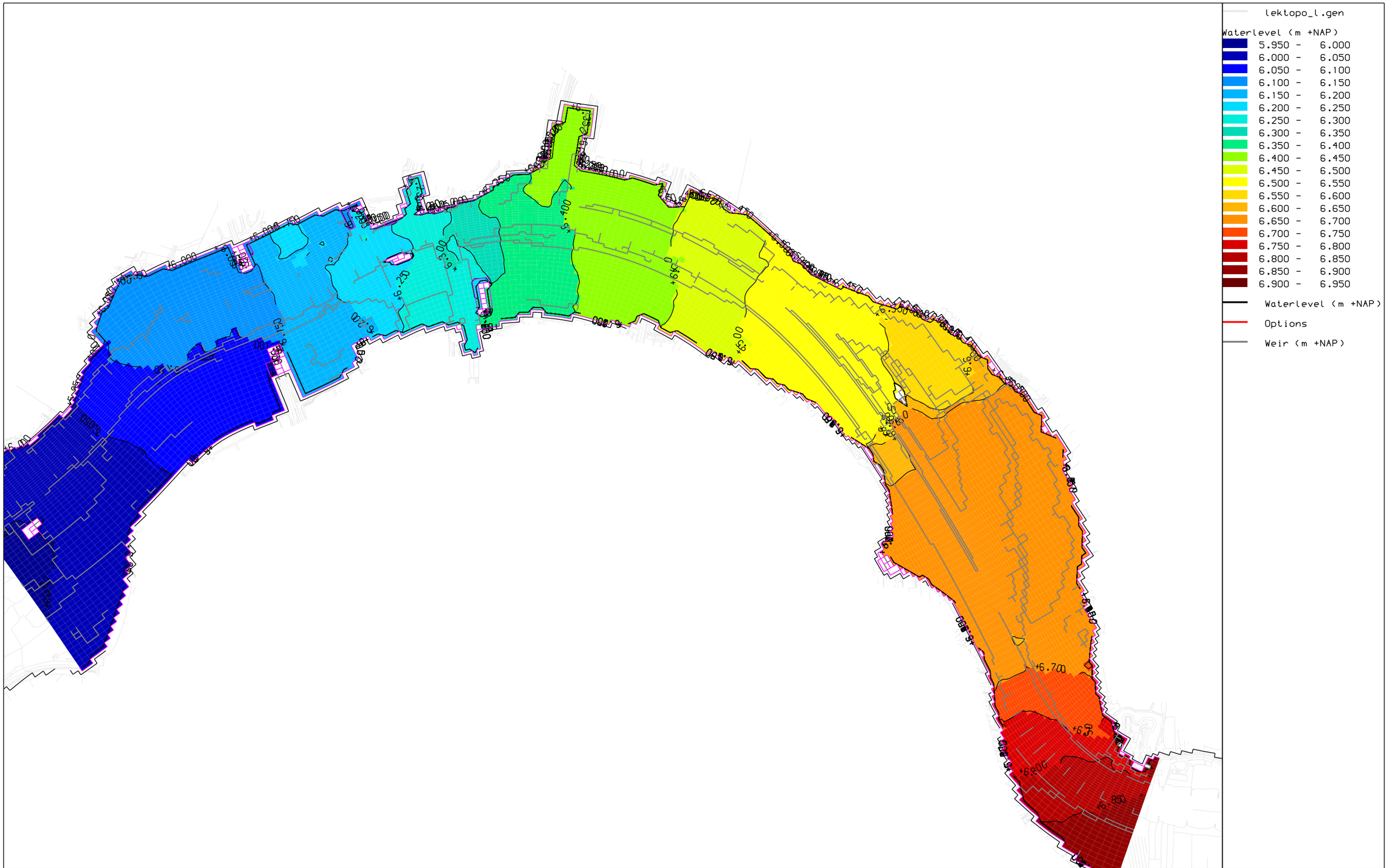
Vianen - VKA2a - doemscenario

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



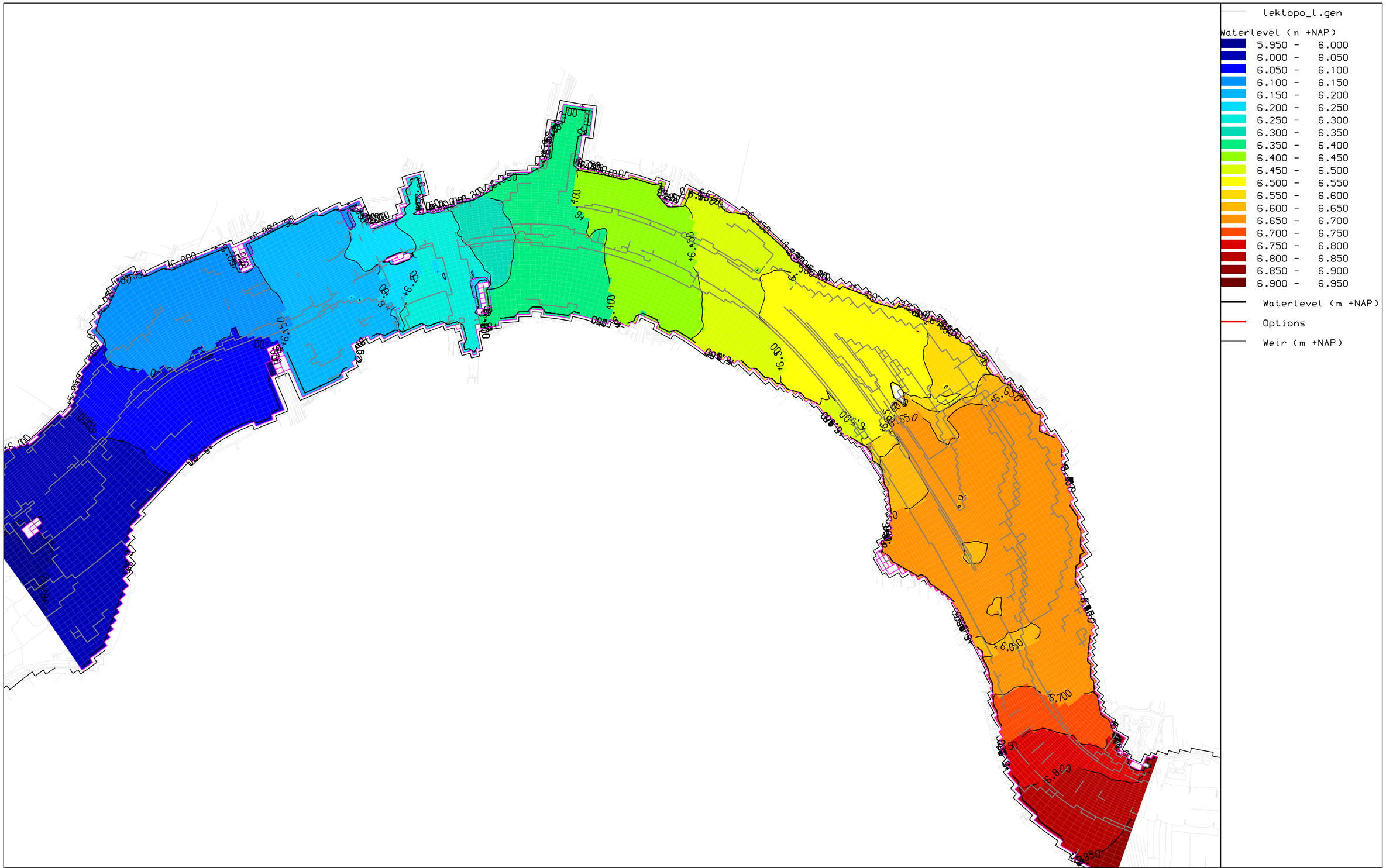
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



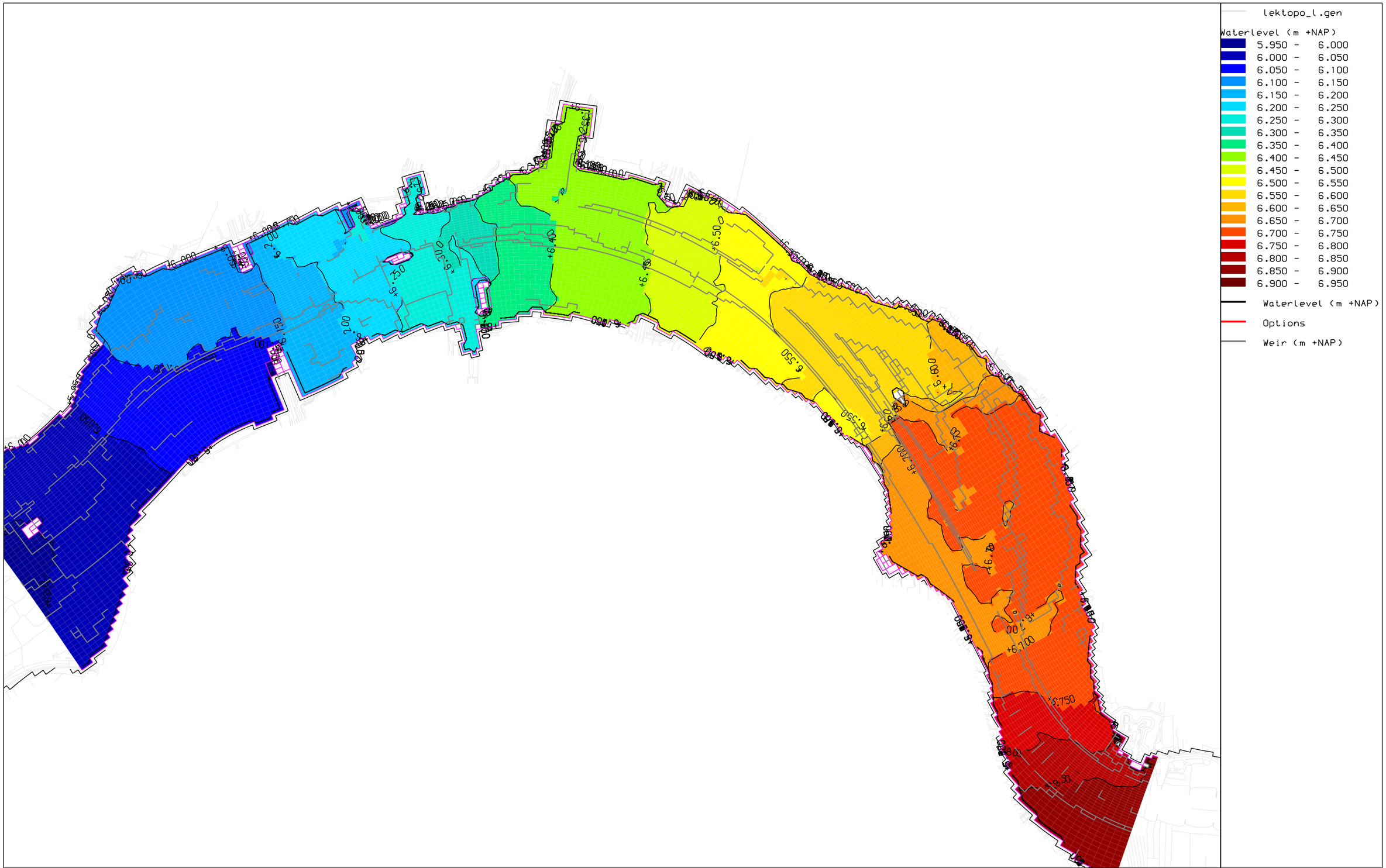
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



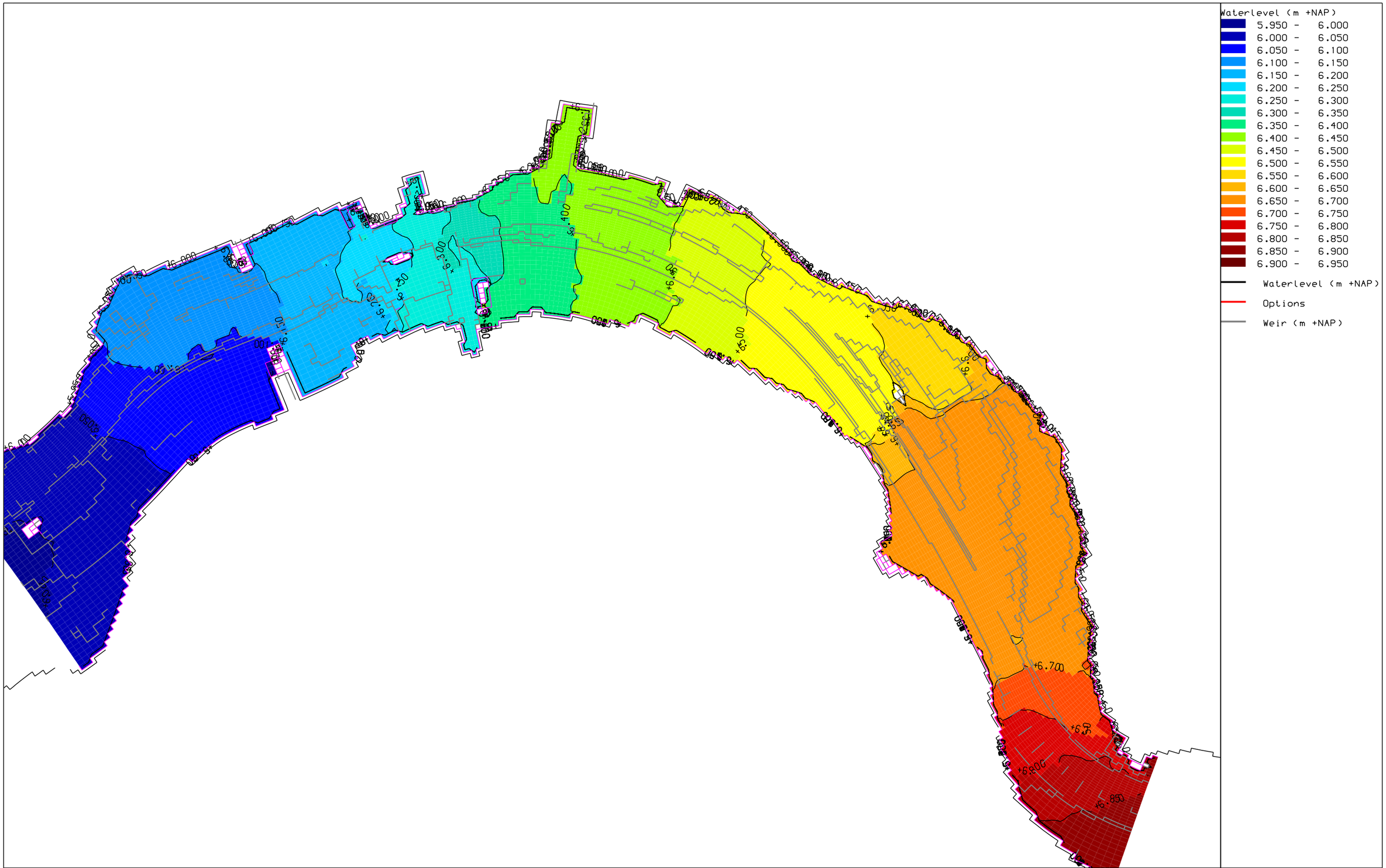
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



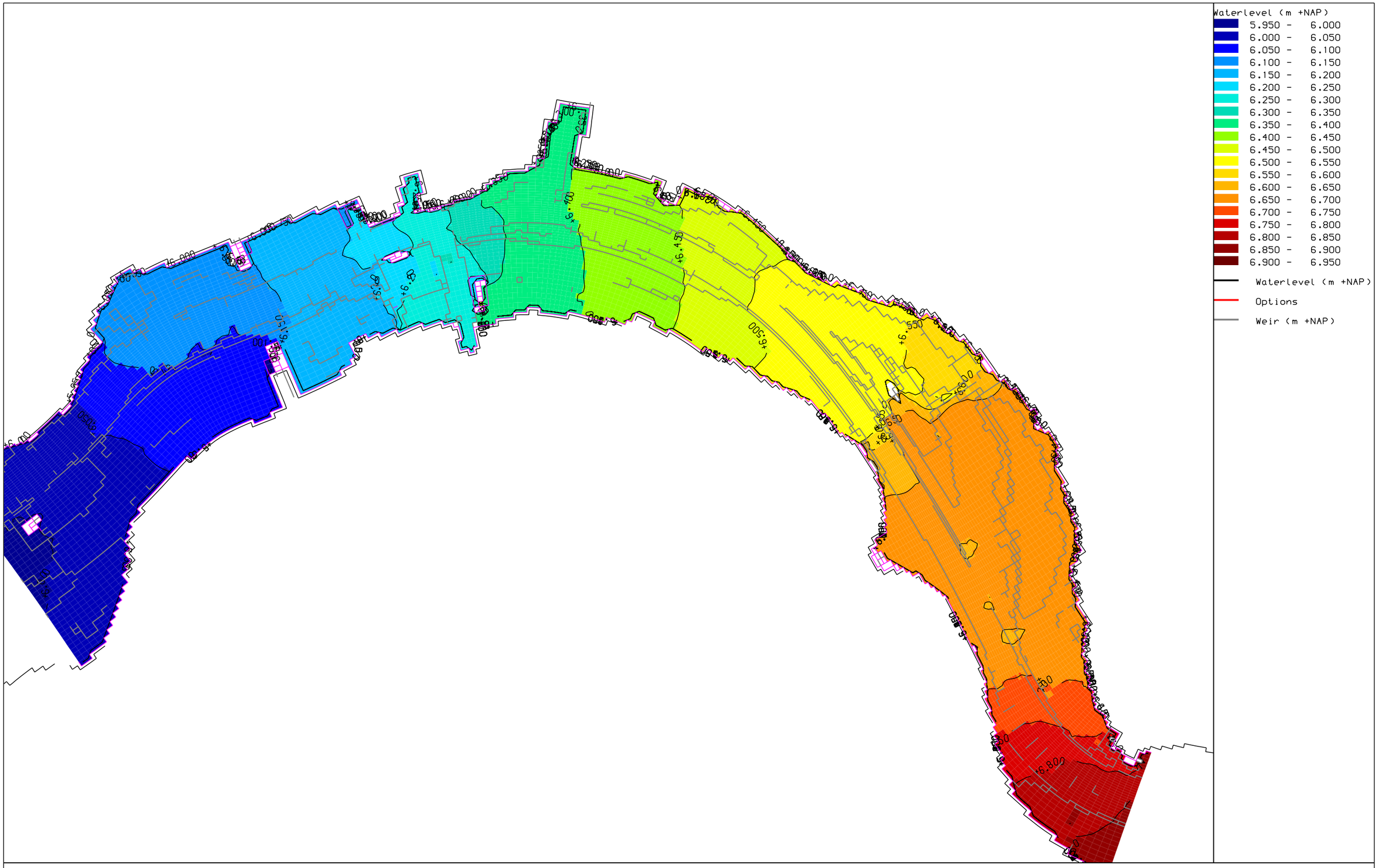
Vianen - VKA3c - doemscenario

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



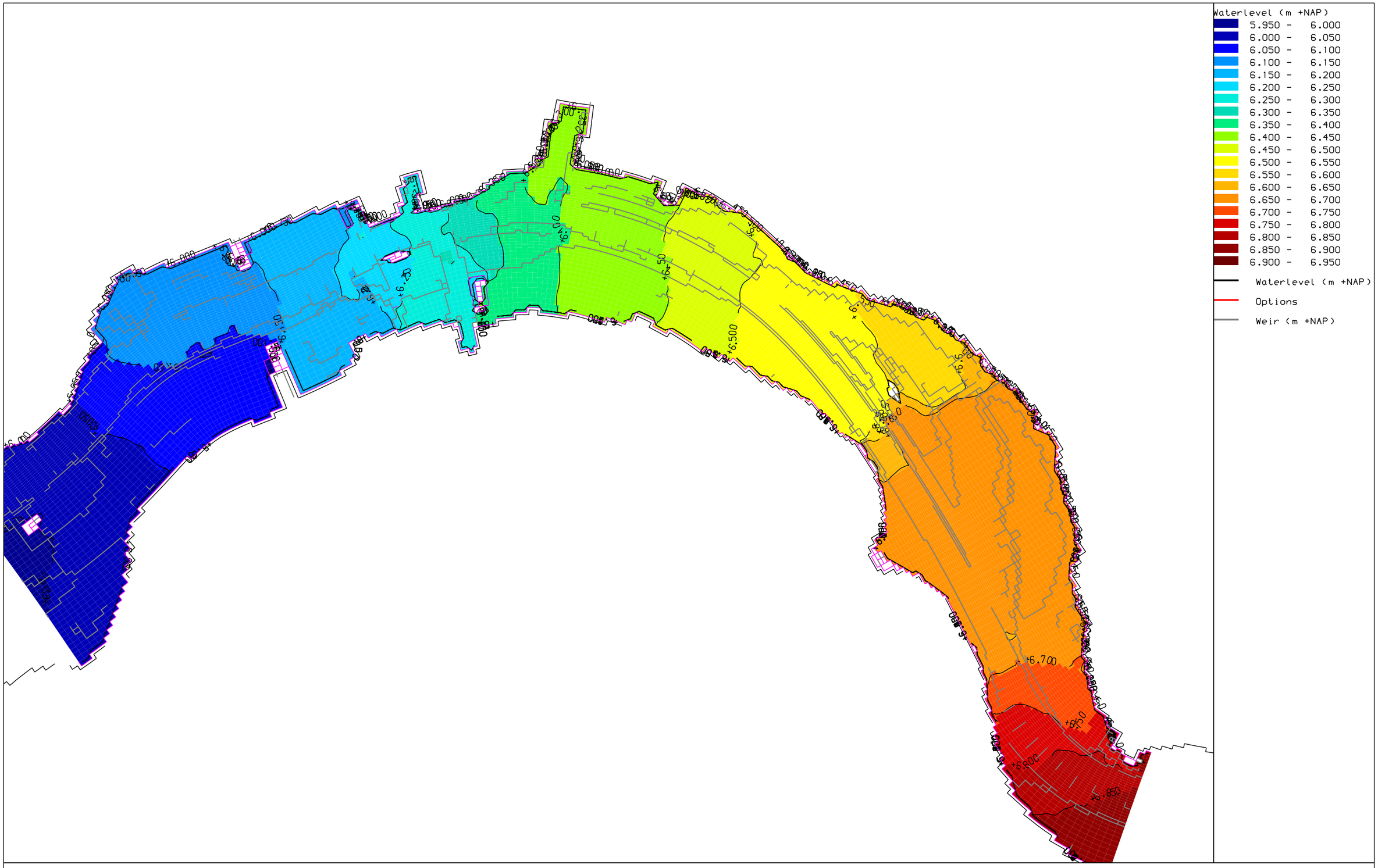
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



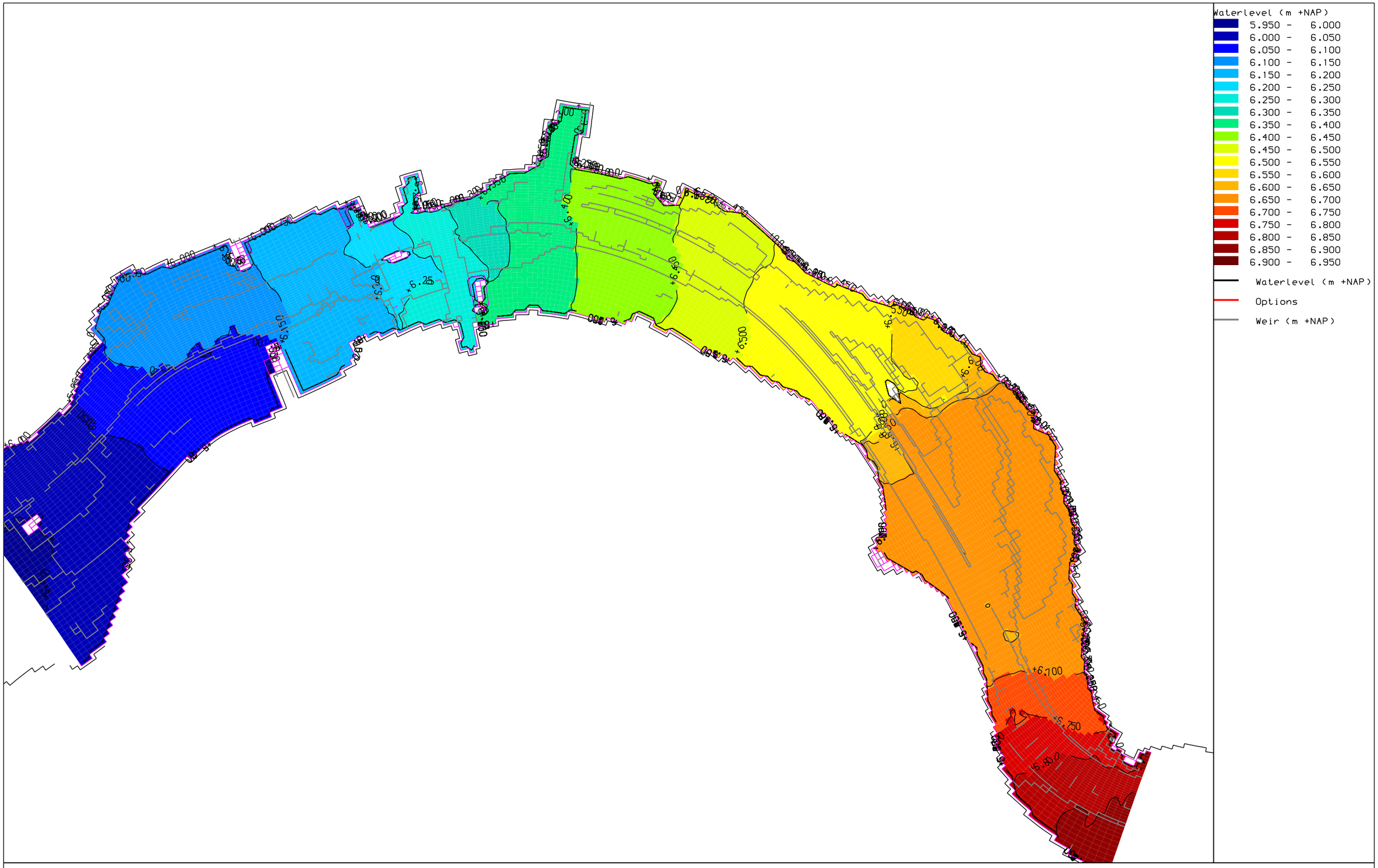
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - interventieniveau

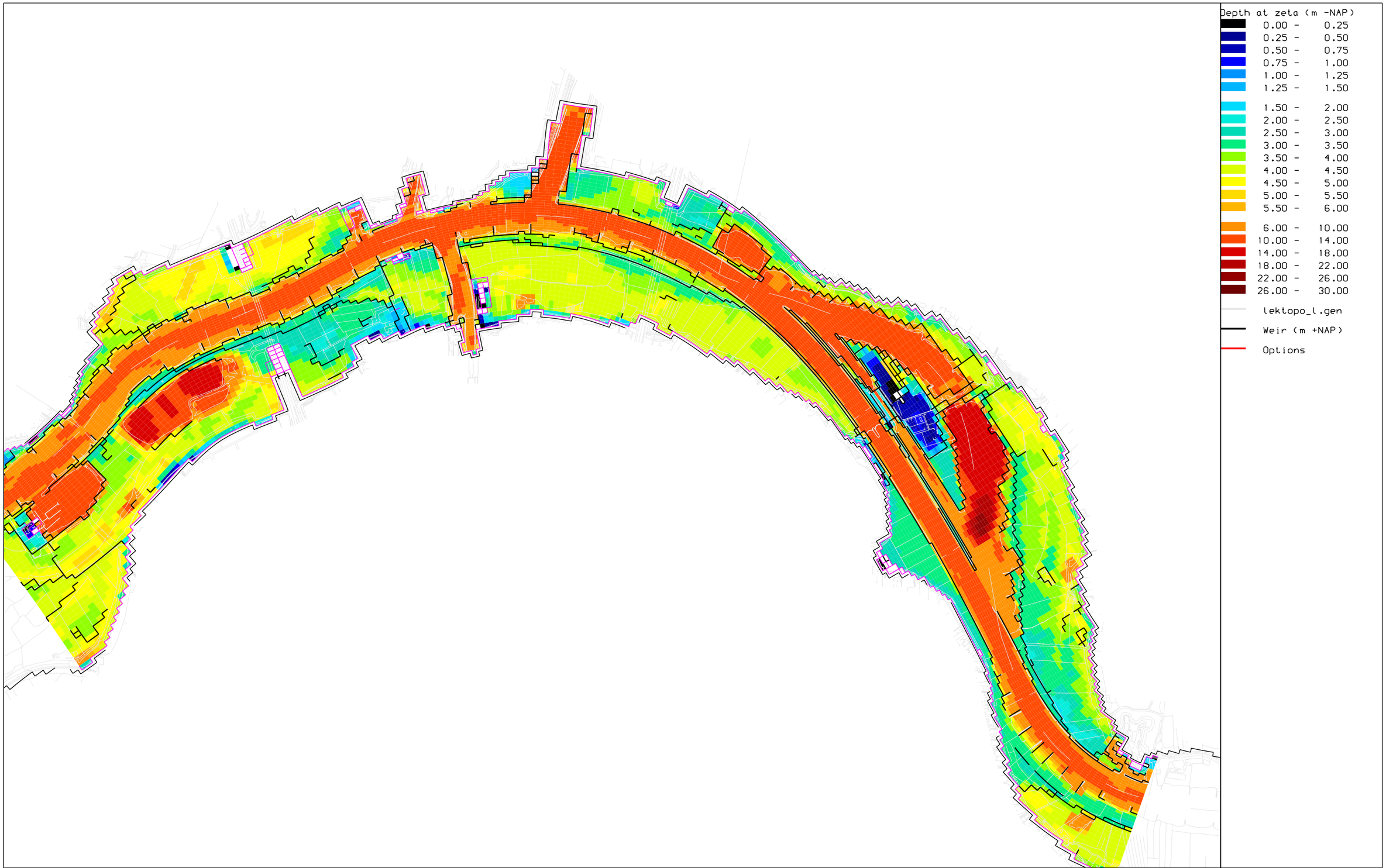
Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

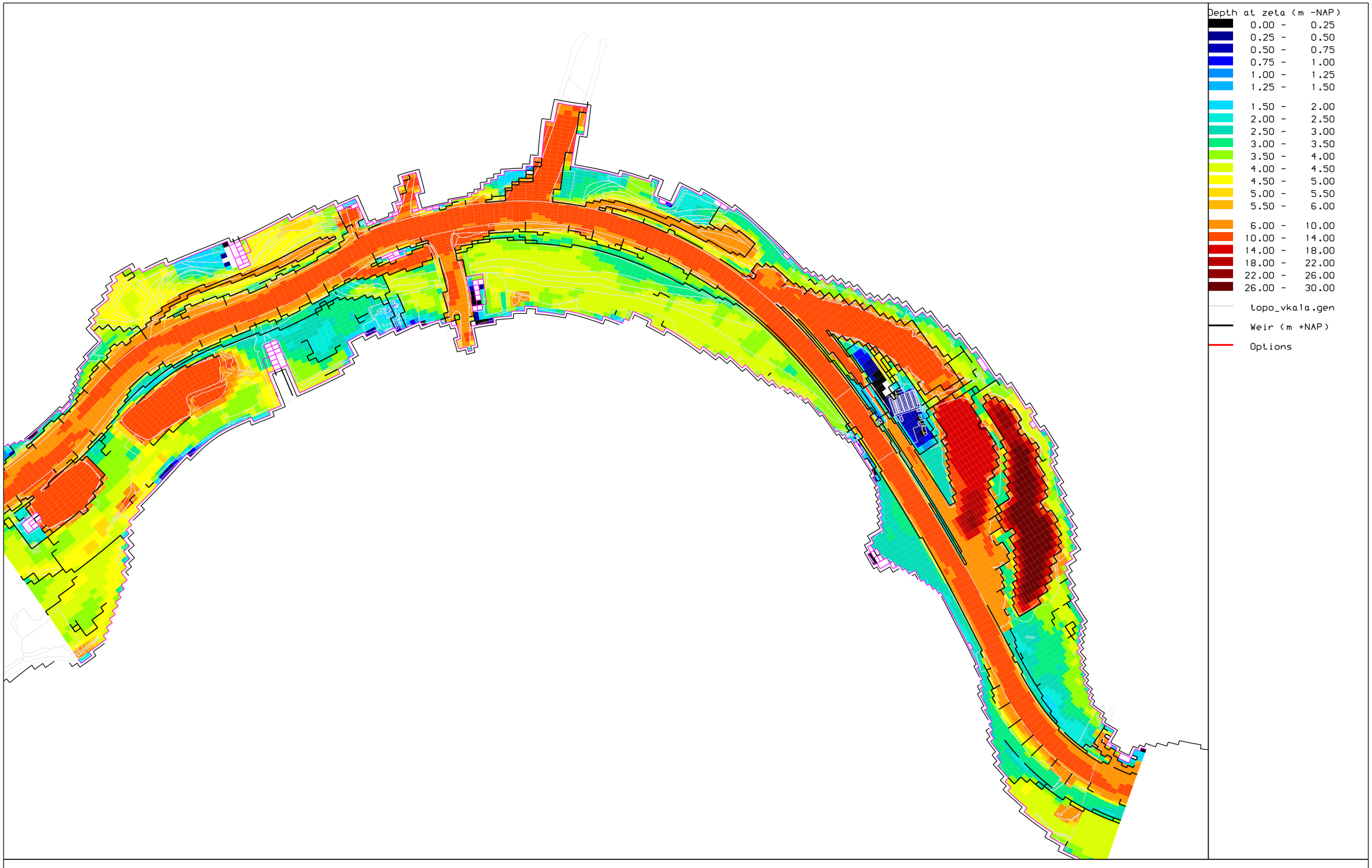
Waterstanden bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 11: Resultaten WAQUA berekeningen – dieptes



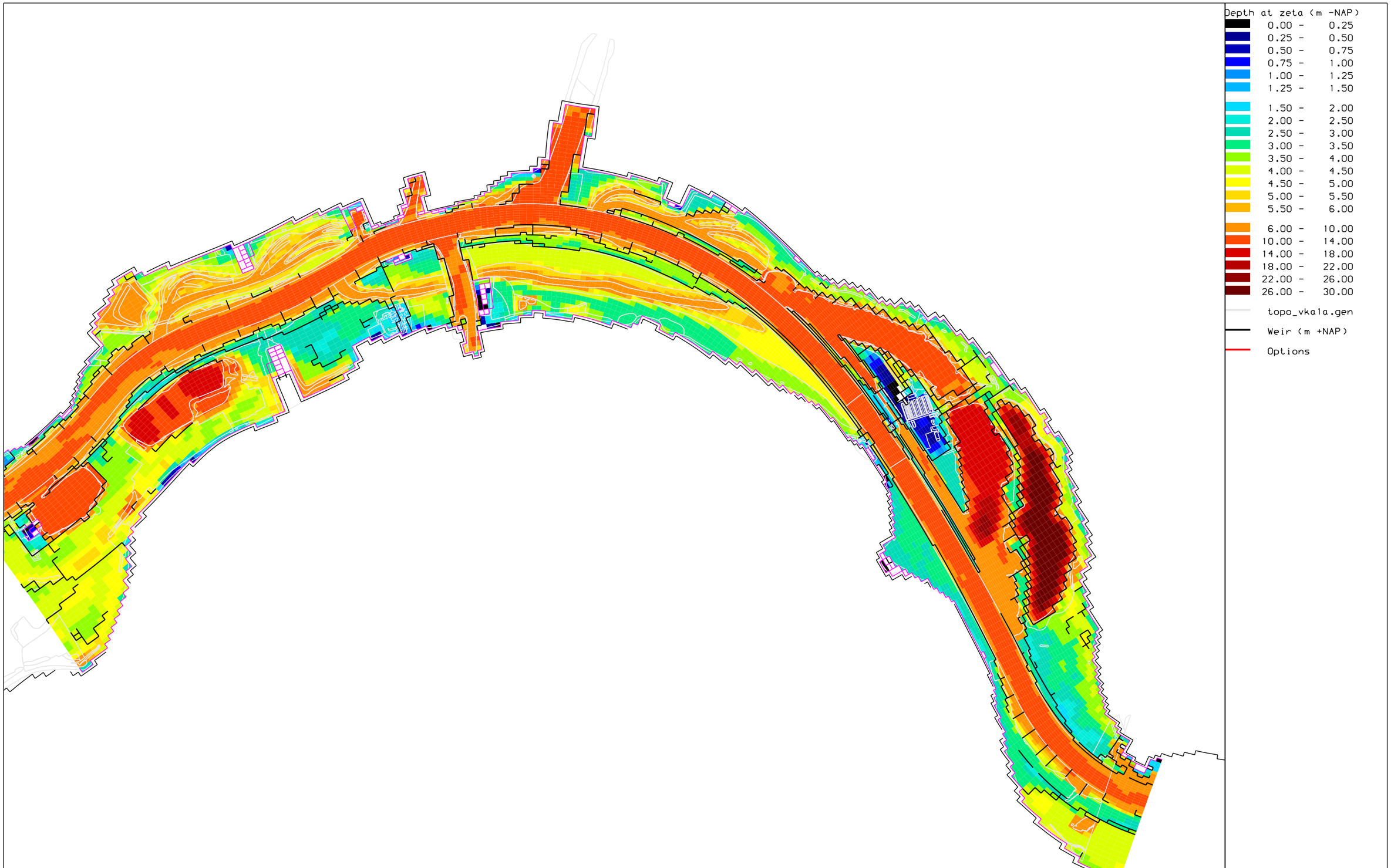
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



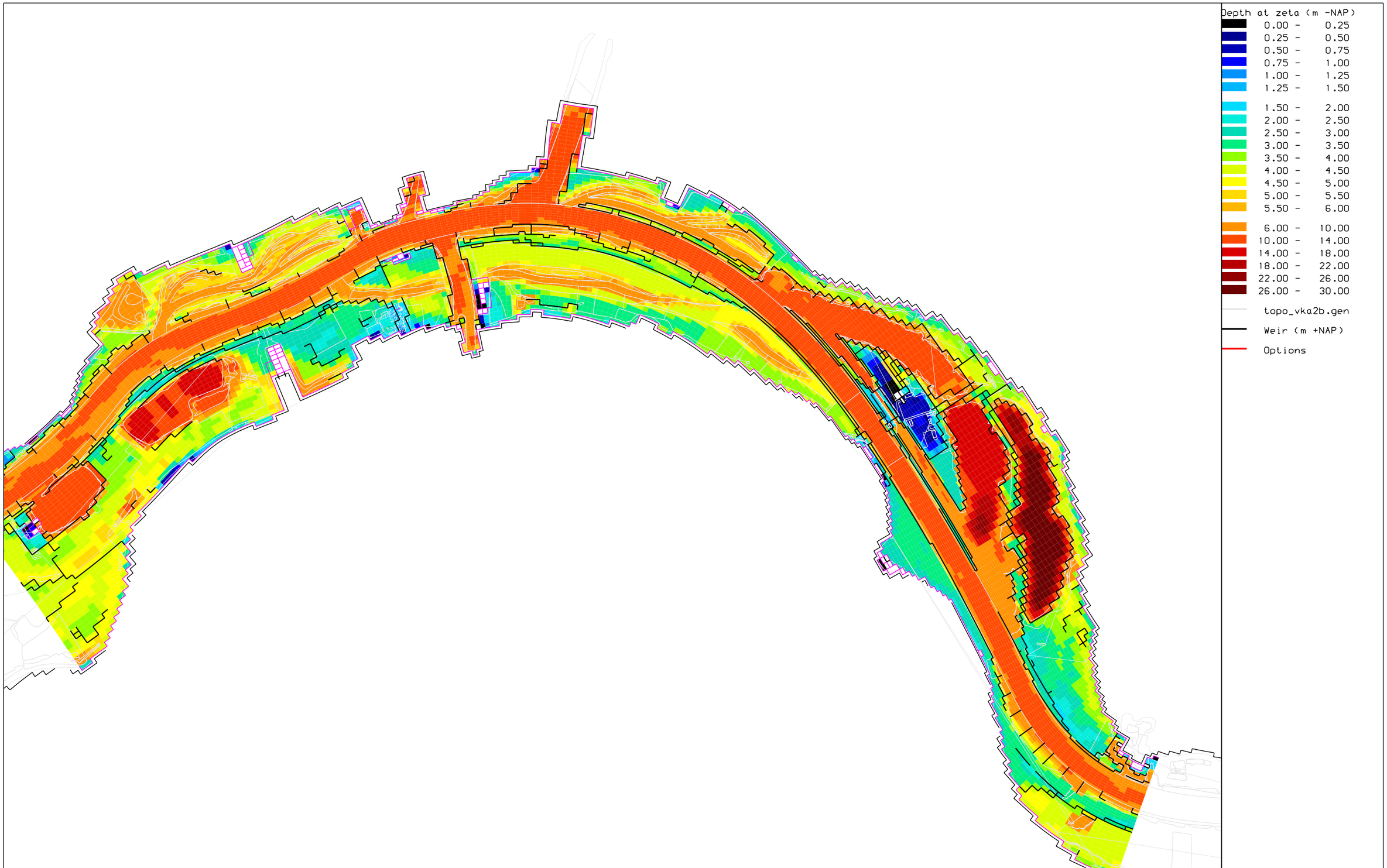
Vianen - Gekozen Variant

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



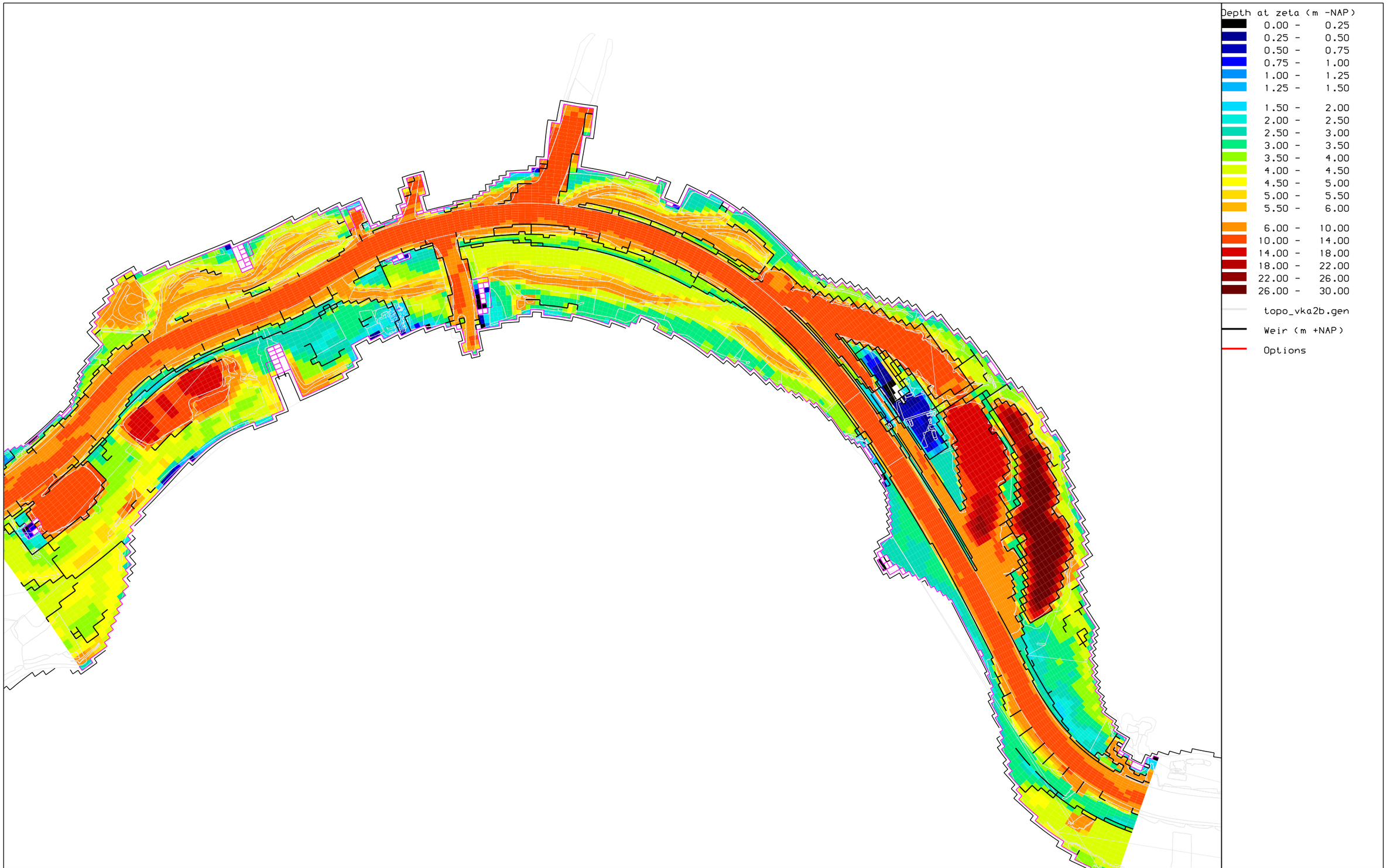
Vianen - VKA1F

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



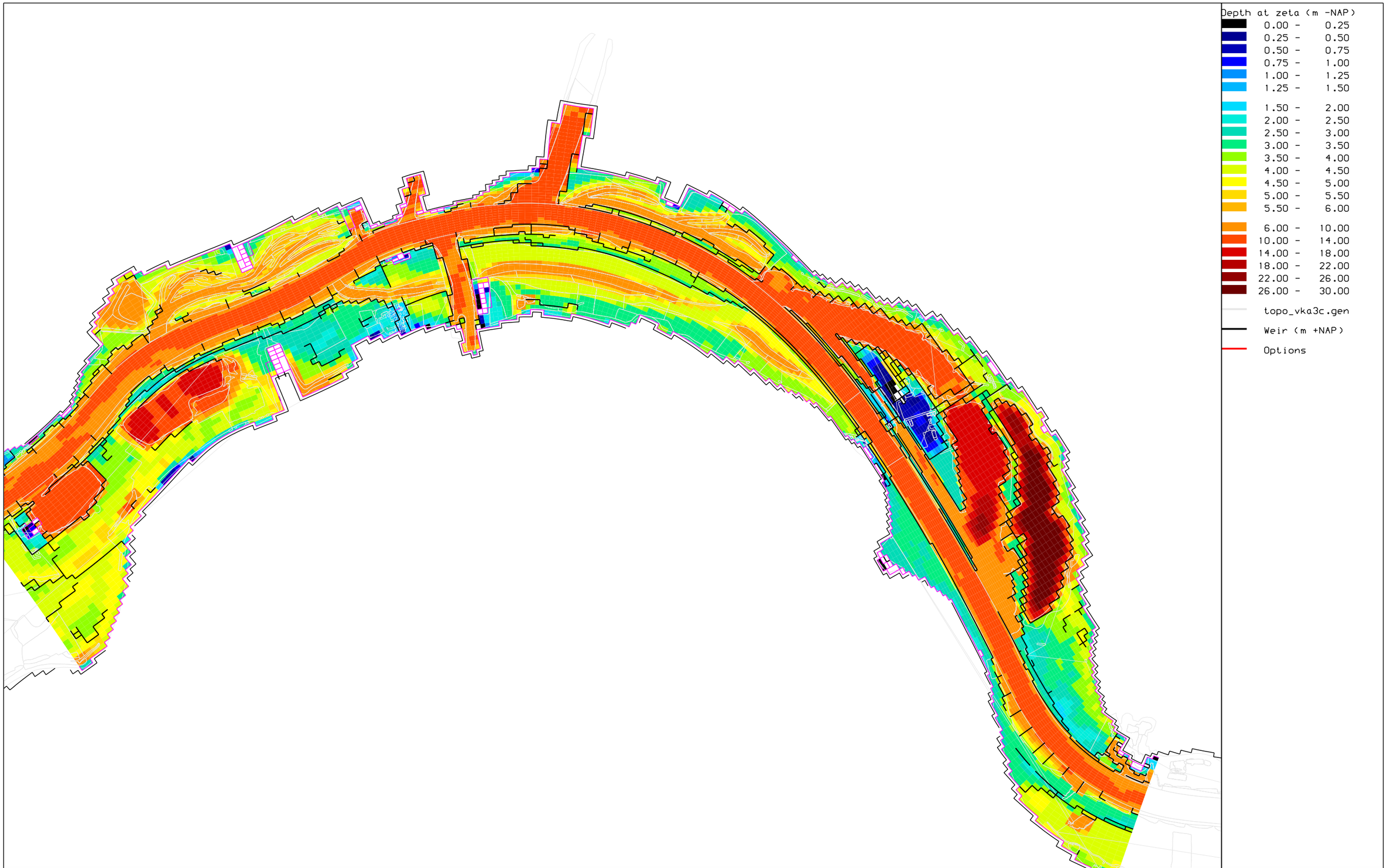
Vianen - VKA2a - doemscenario

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



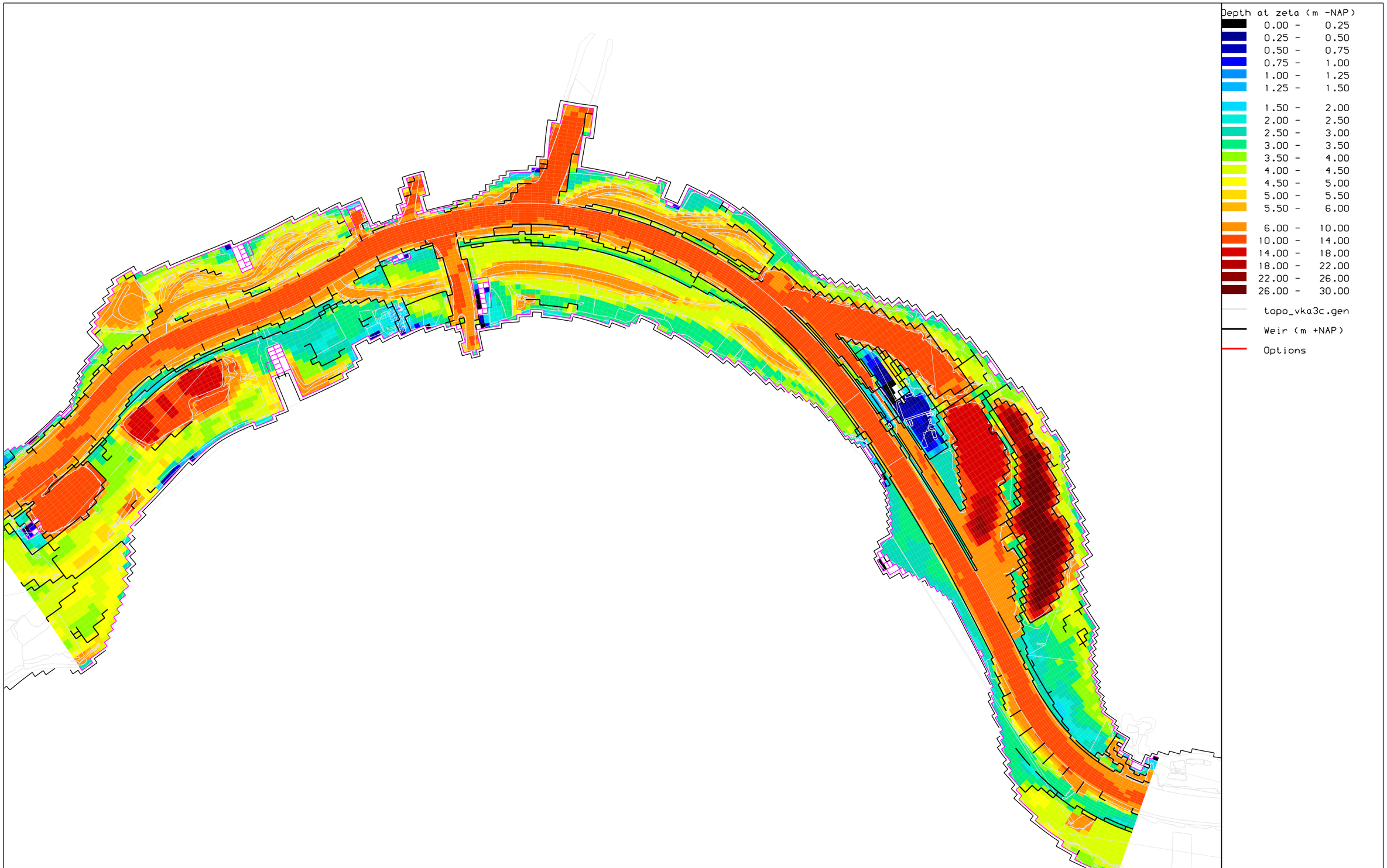
Vianen - VKA2b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



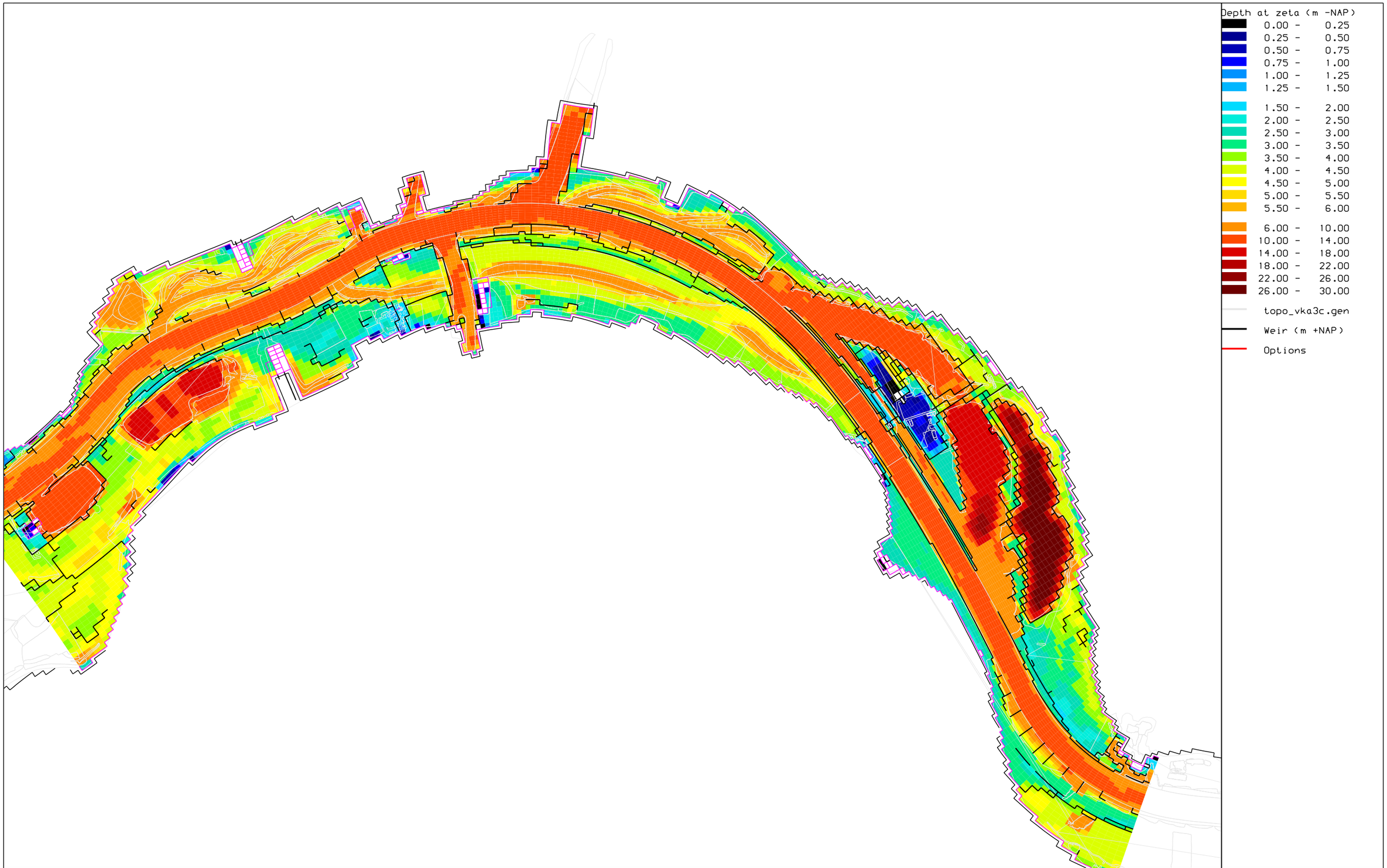
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



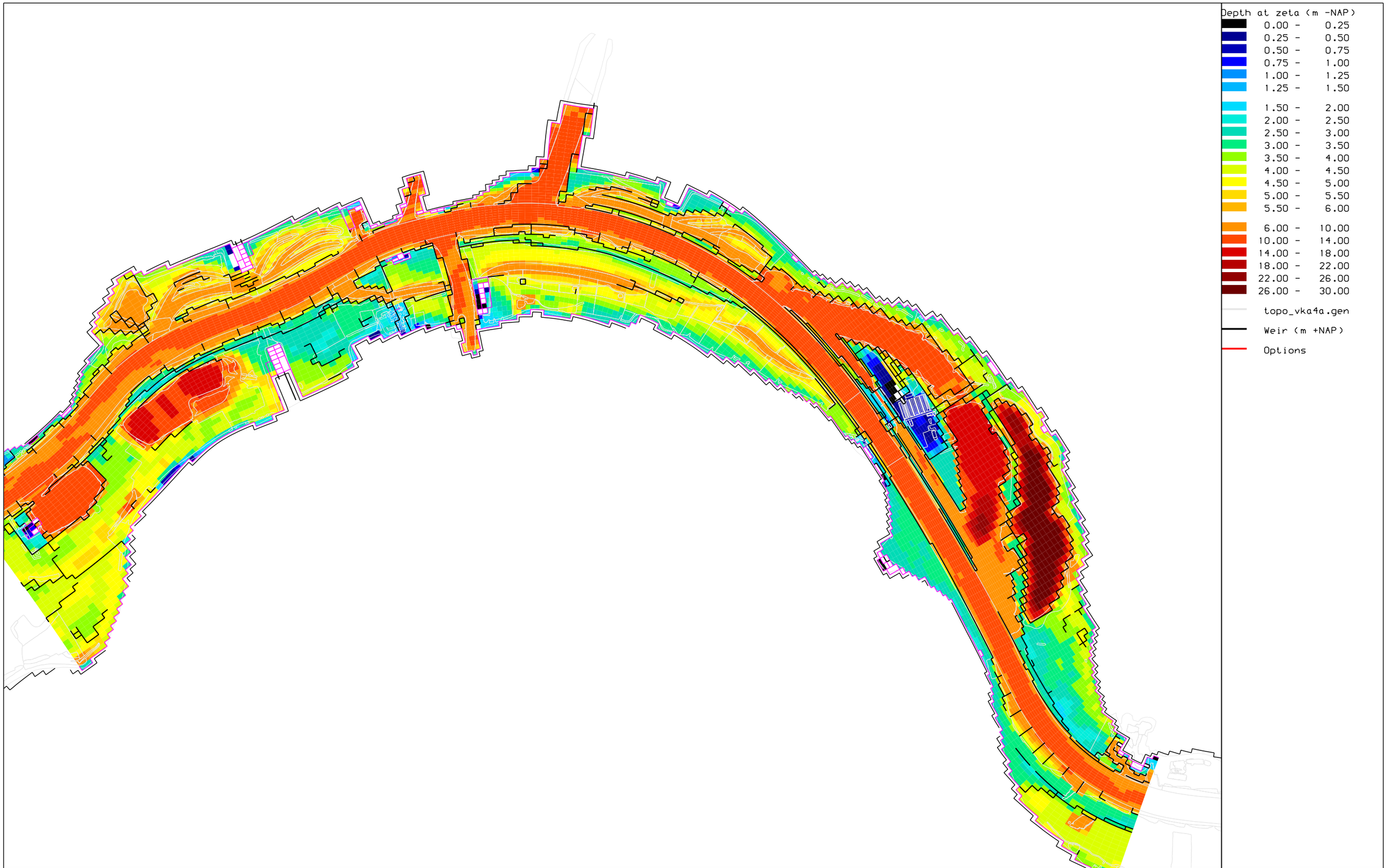
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



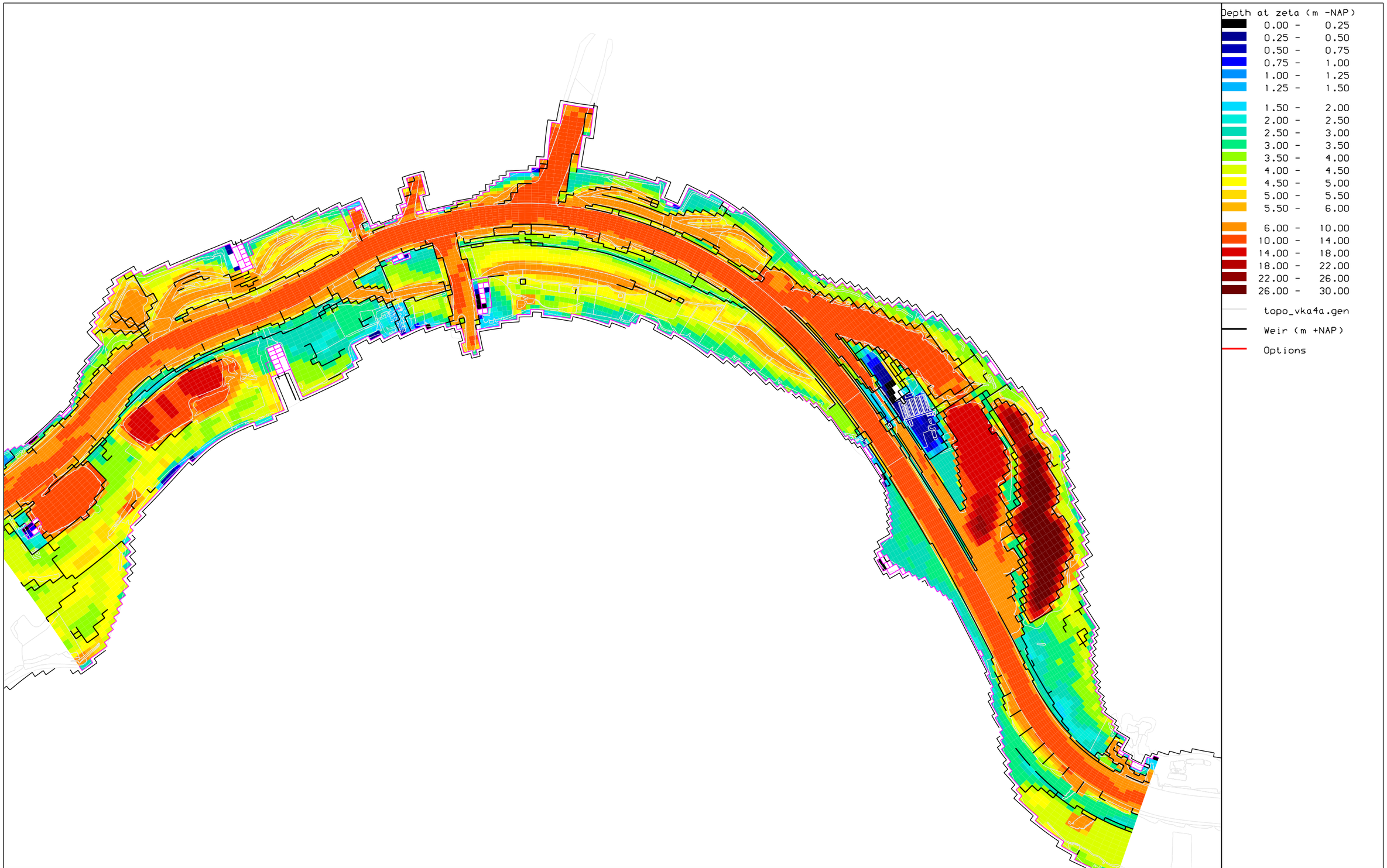
Vianen - VKA3c - doemscenario

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



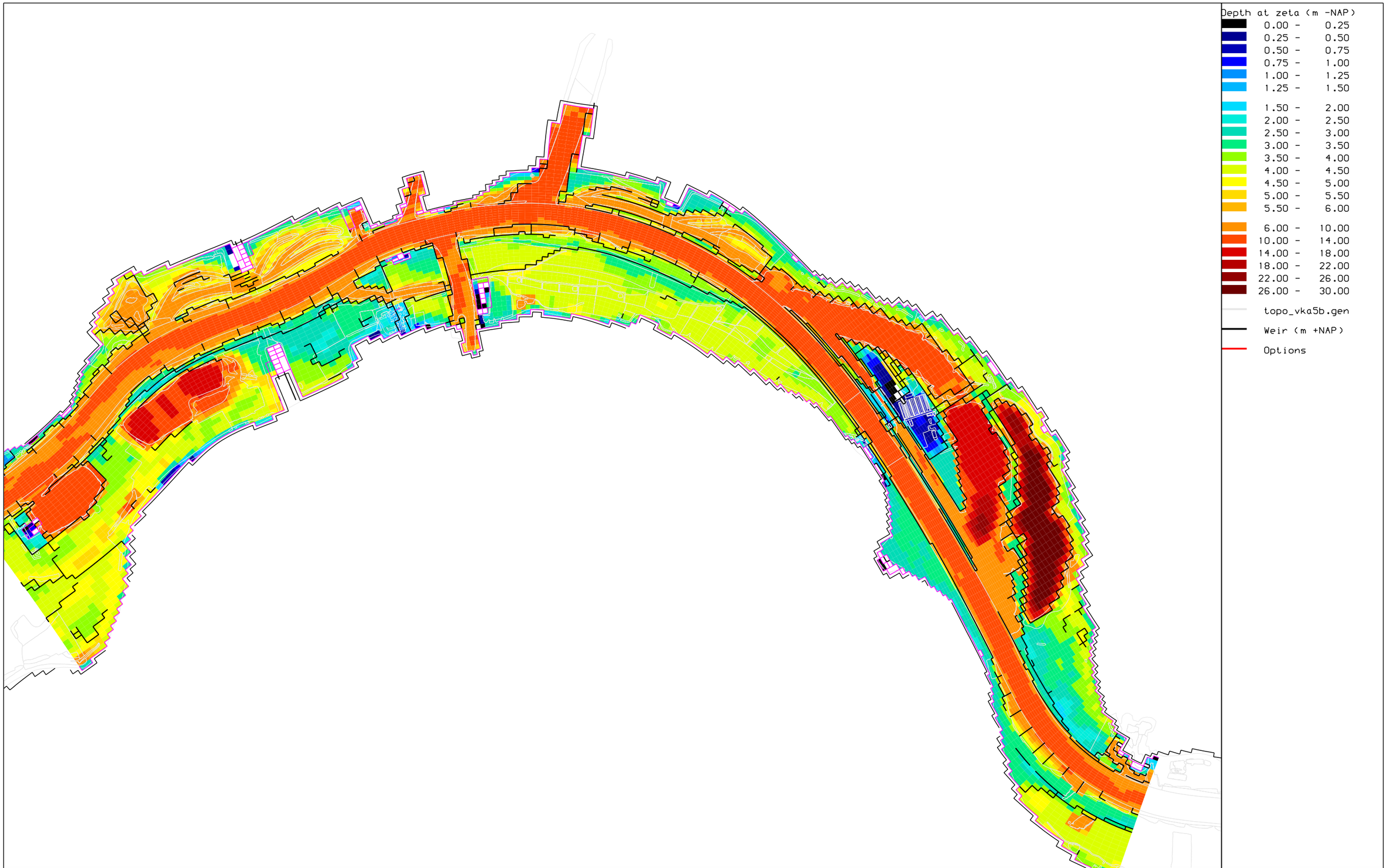
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



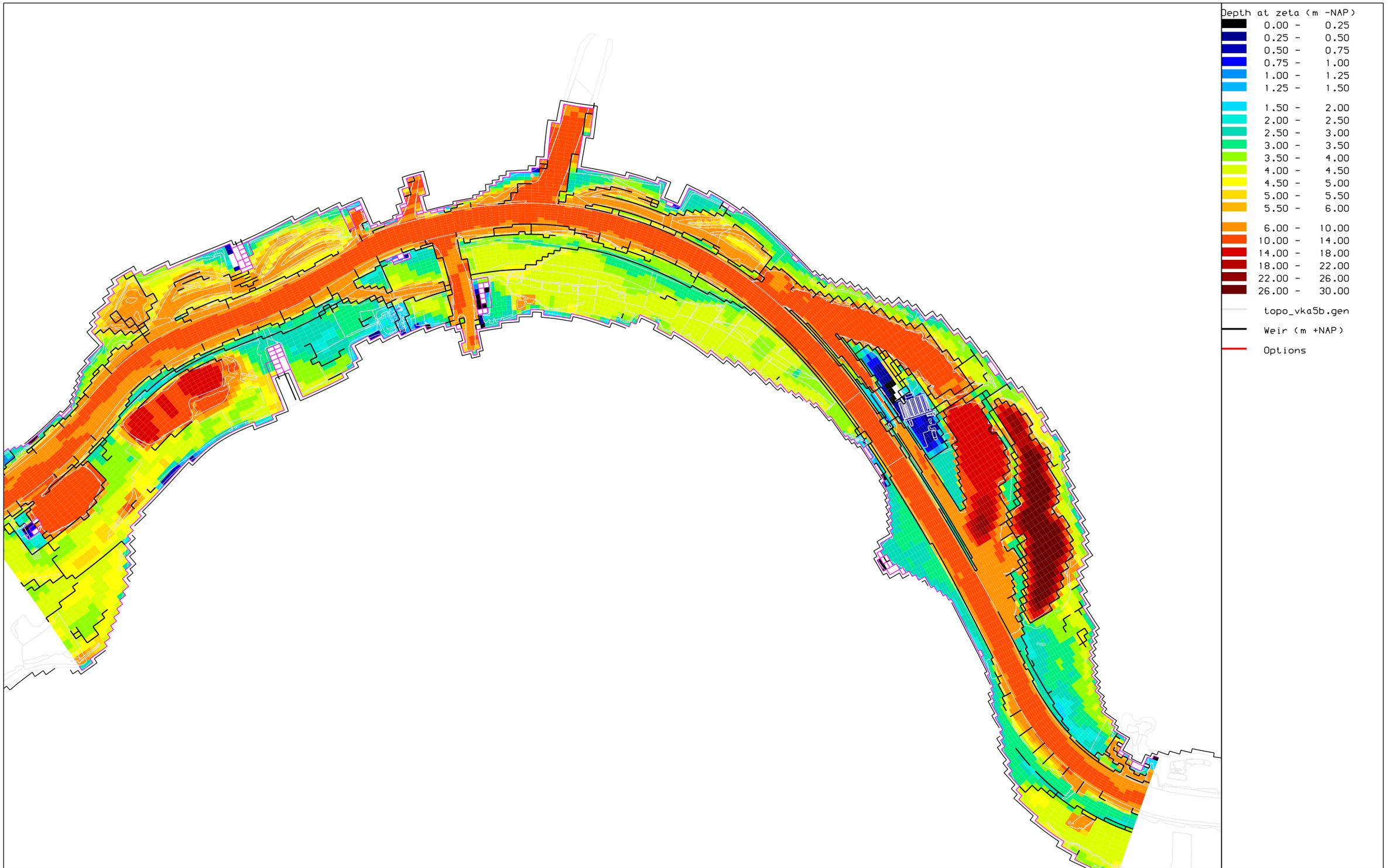
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - interventieniveau

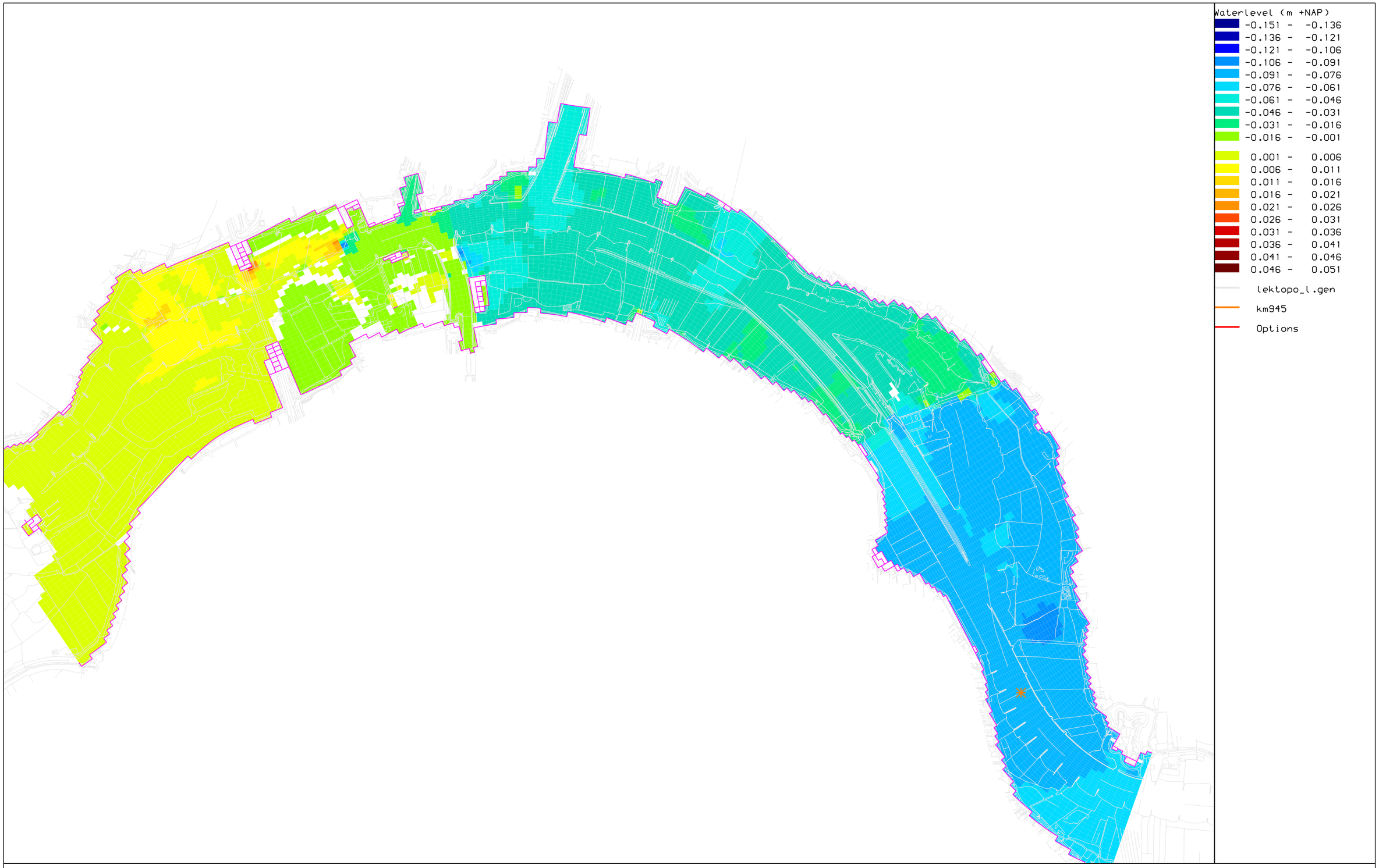
Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

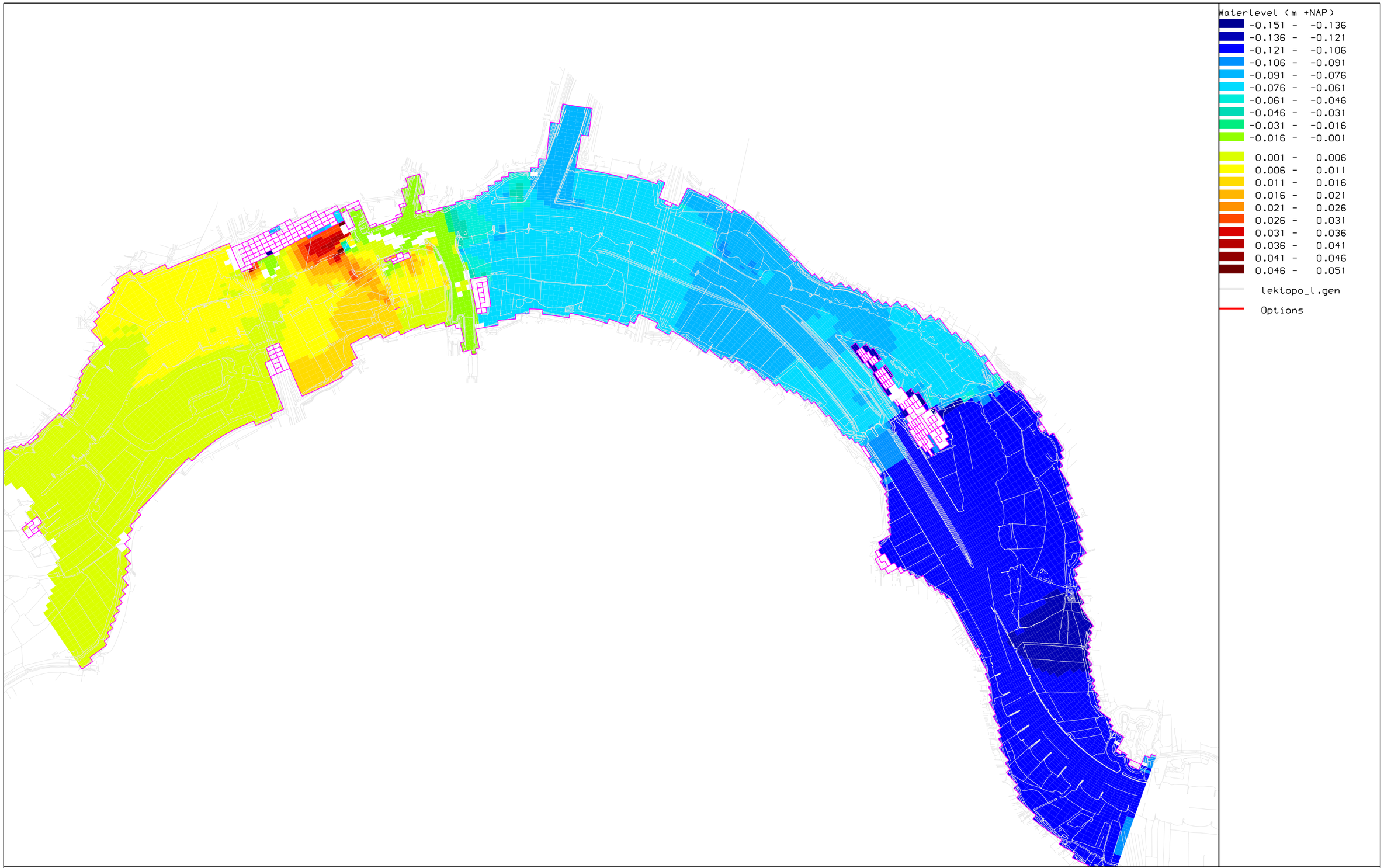
Waterdieptes bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 12: Resultaten WAQUA berekeningen - waterstandsverschillen



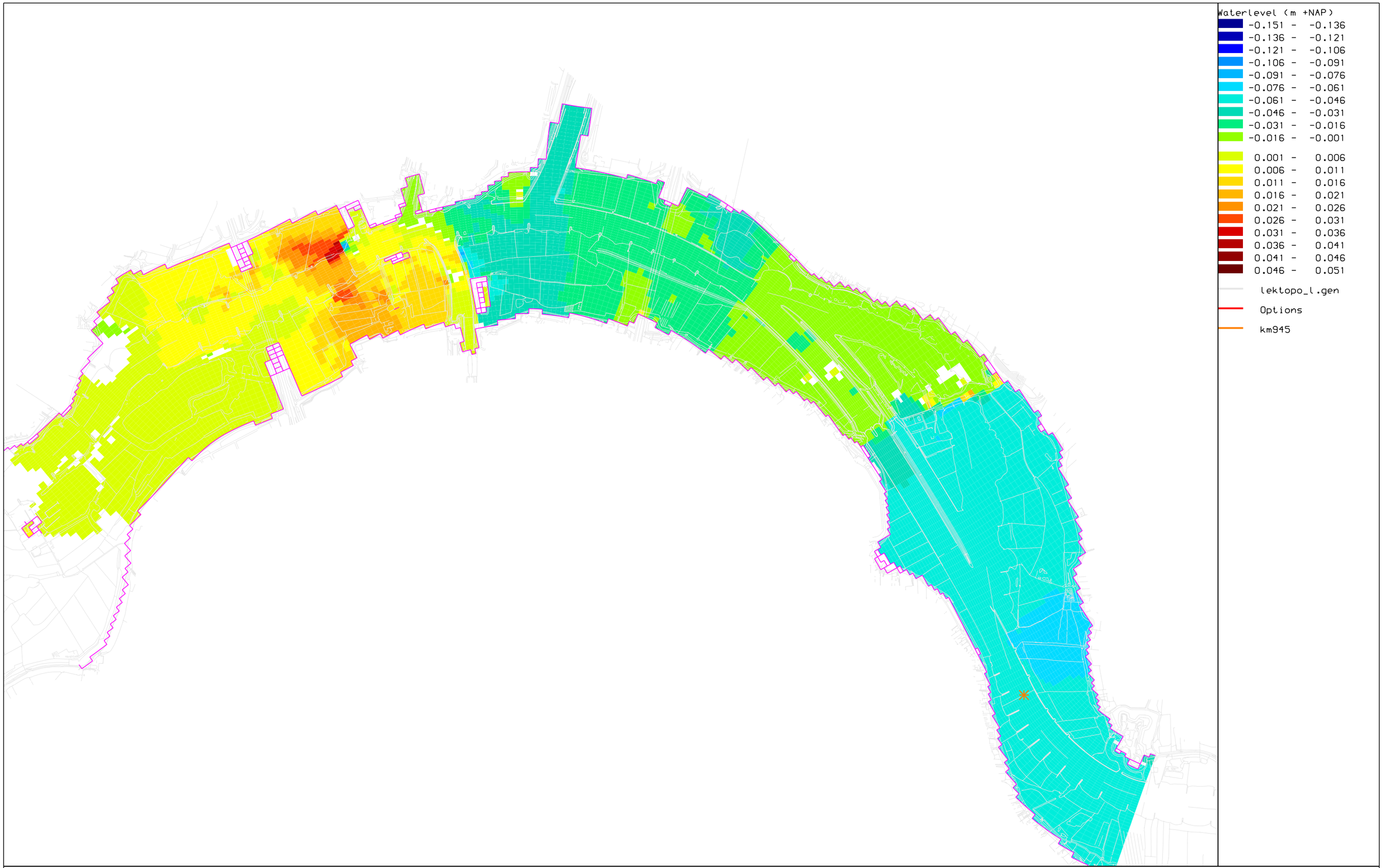
Vianen - VKA1F

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



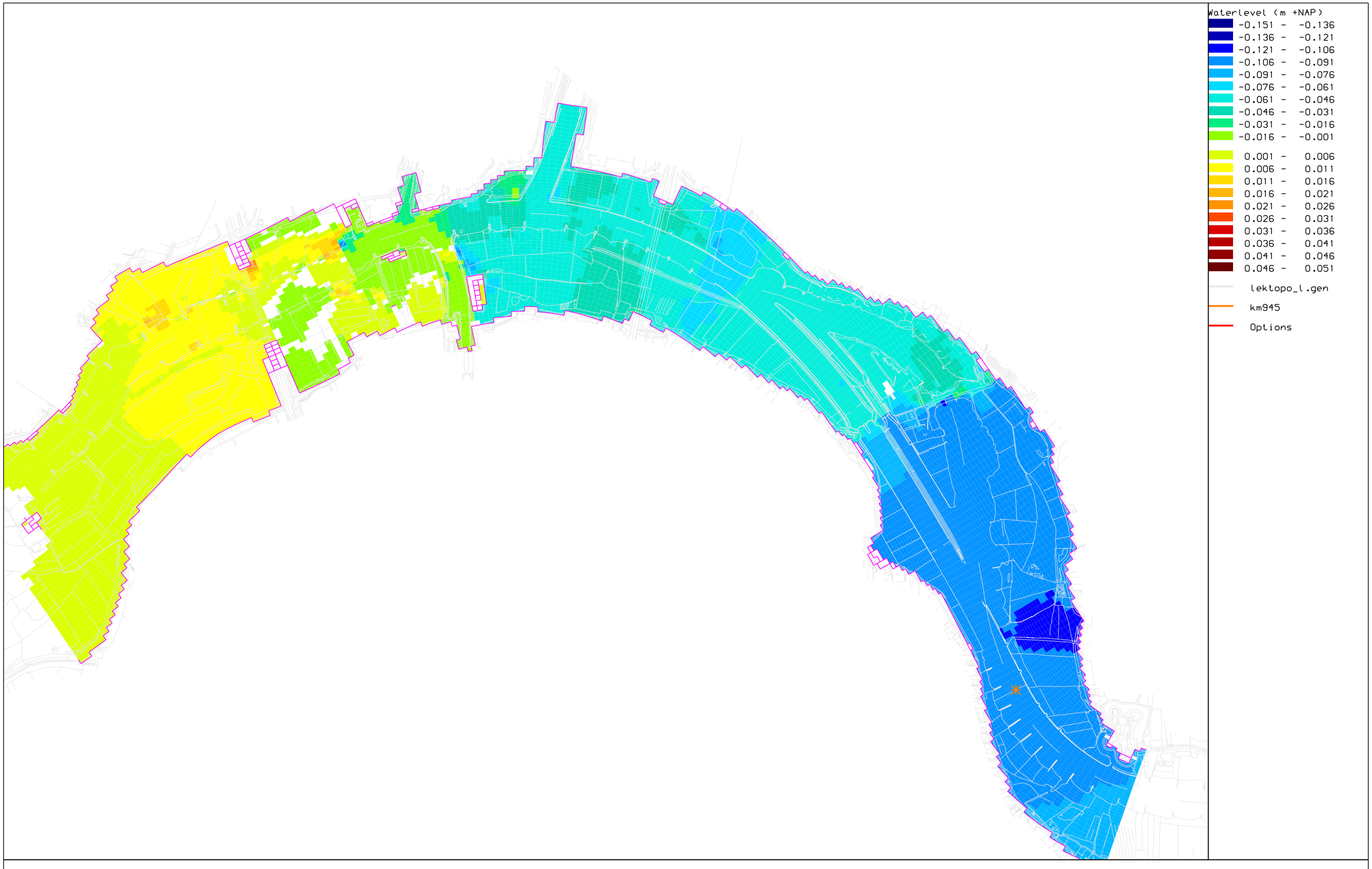
Vianen - Gekozen variant

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



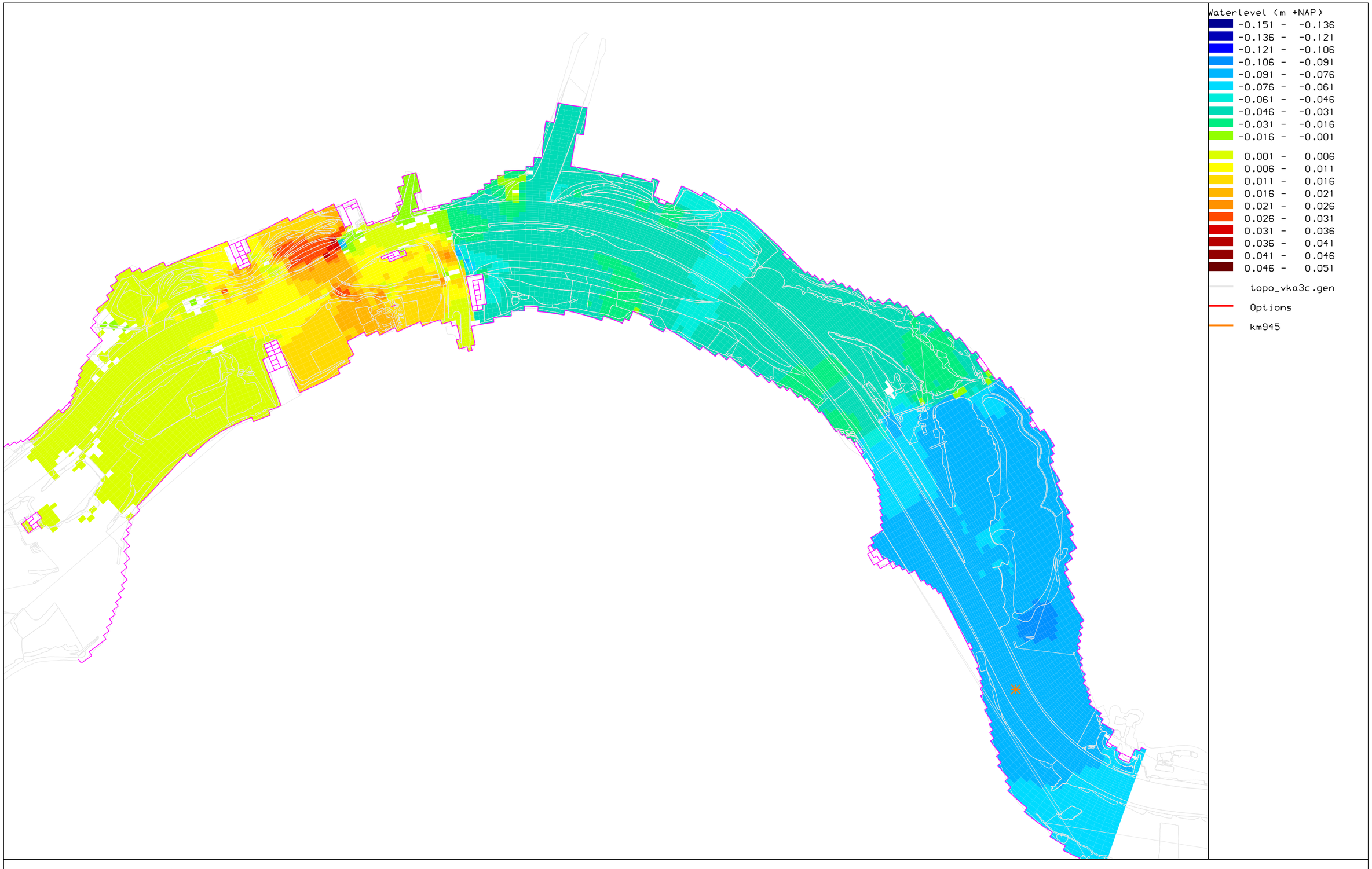
Vianen - VKA2a

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



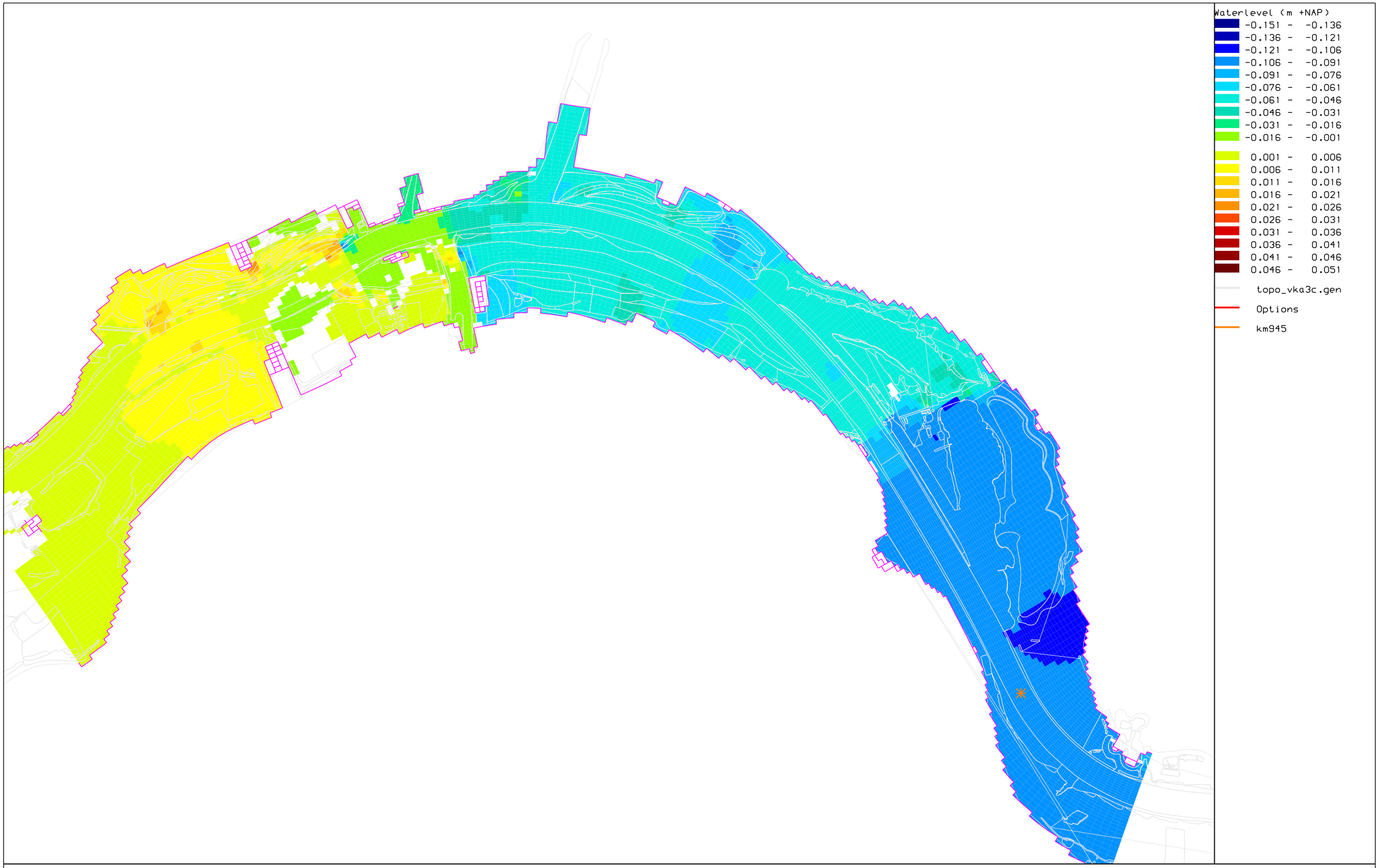
Vianen - VKA2b

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



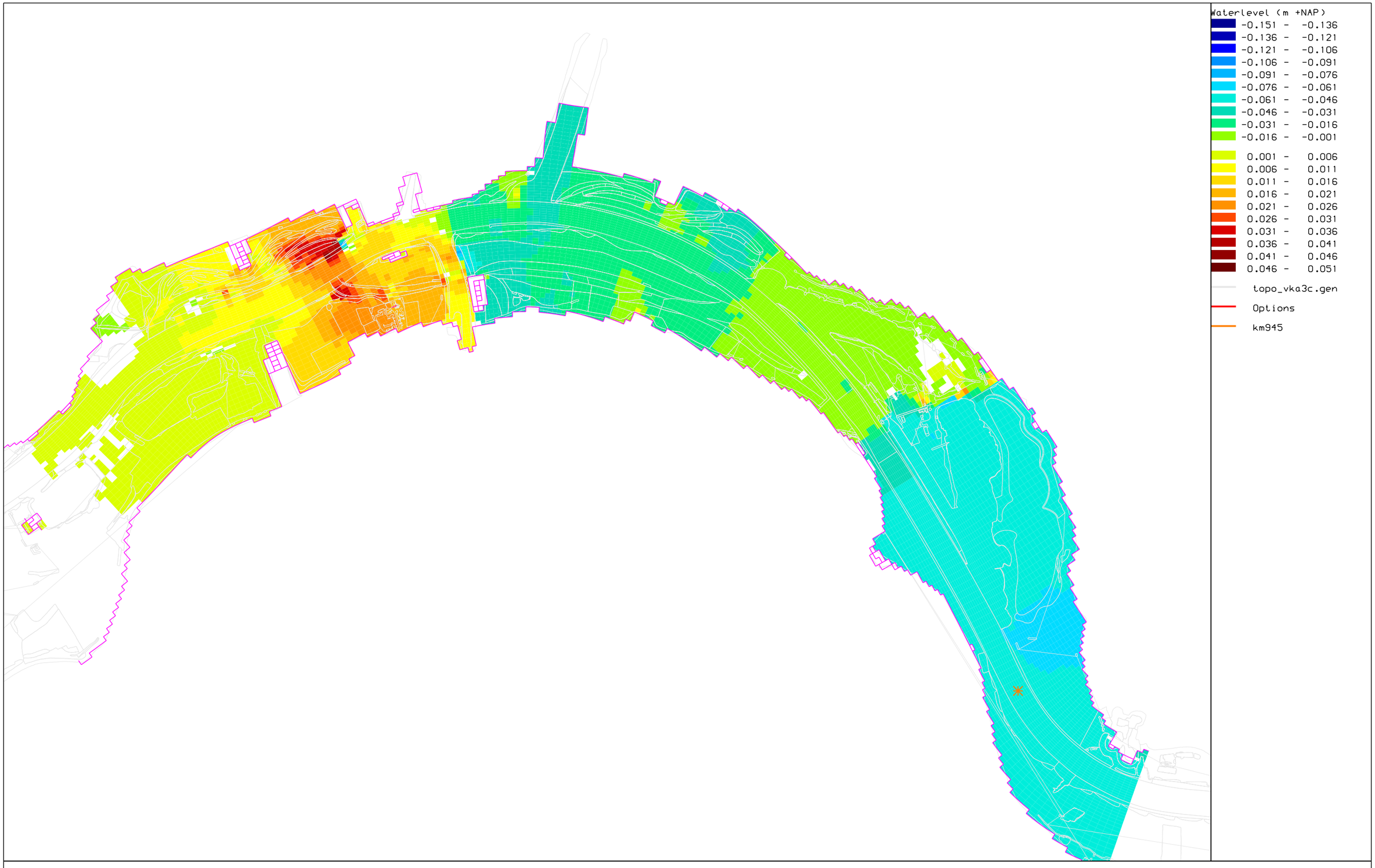
Vianen - VKA3a - interventieniveau

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



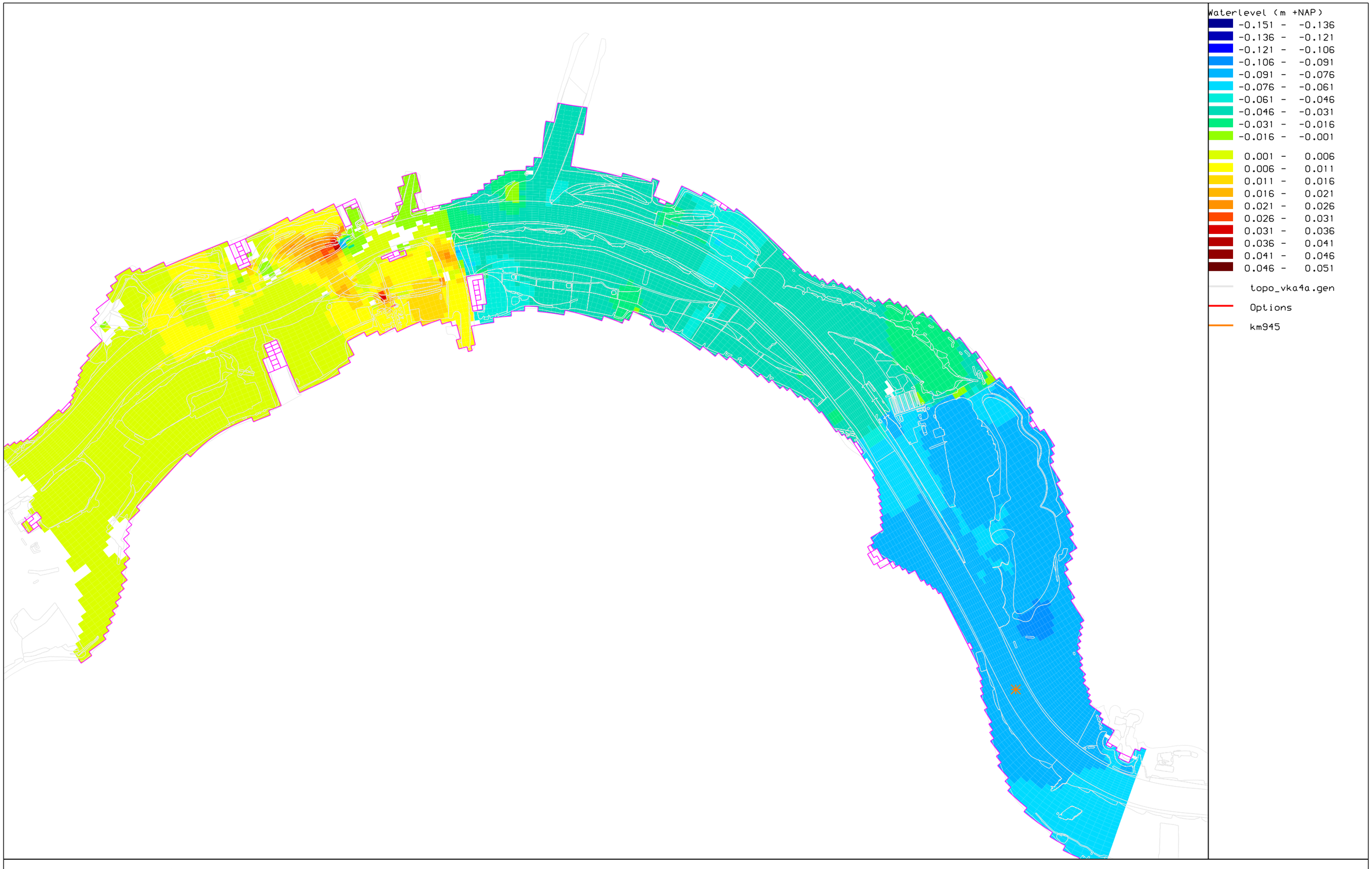
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



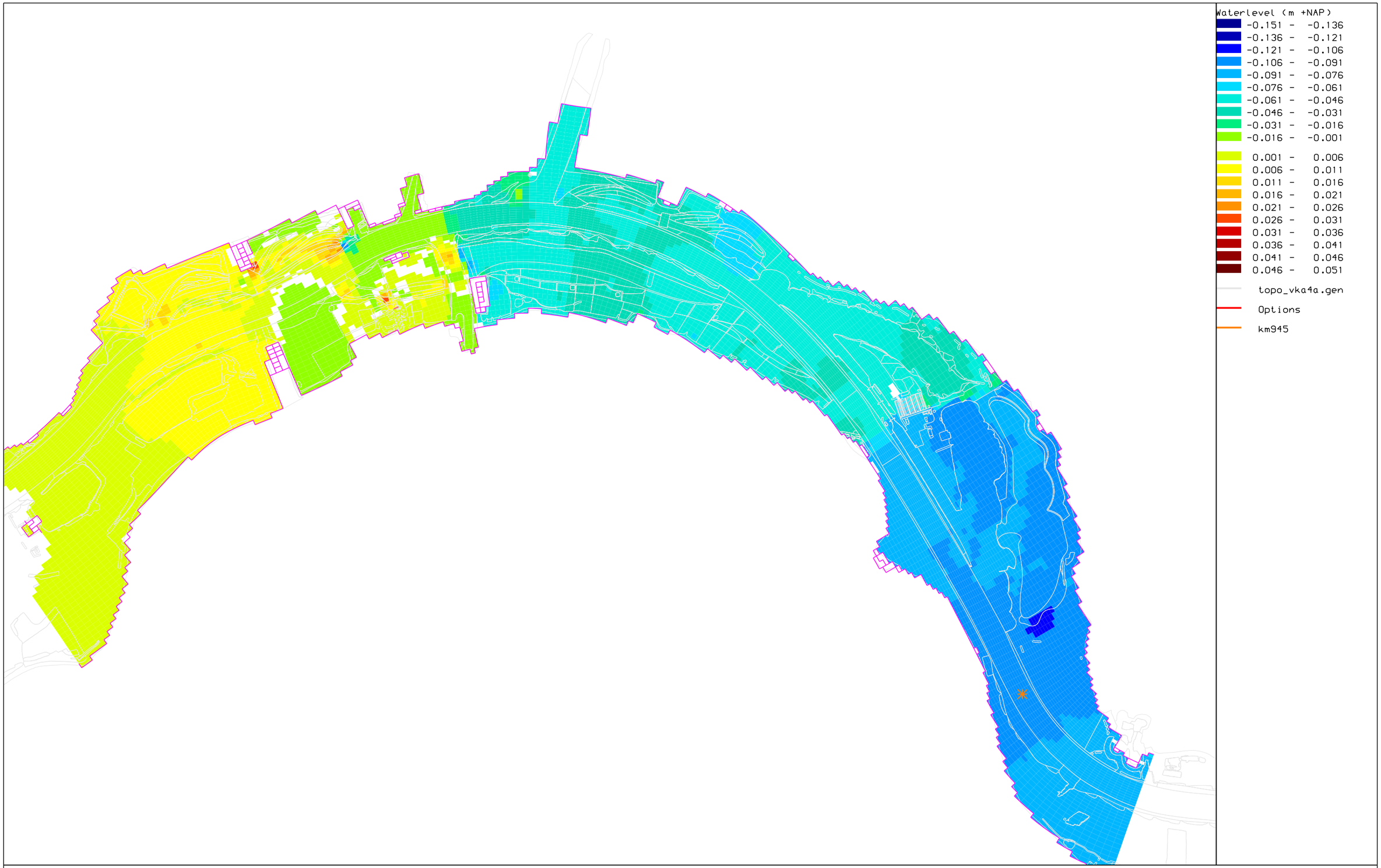
Vianen - VKA3c - doemscenario

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



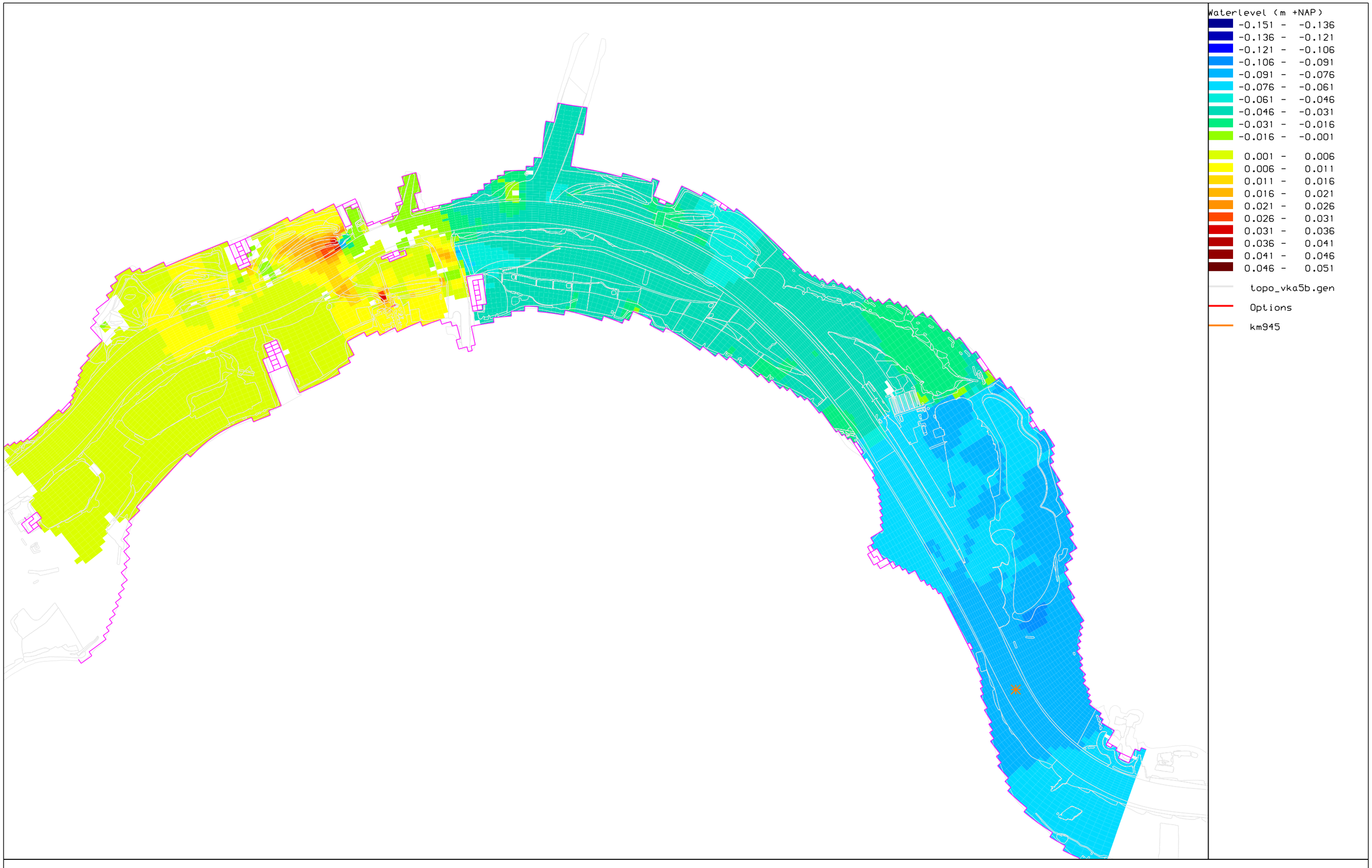
Vianen - VKA4 - interventieniveau

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



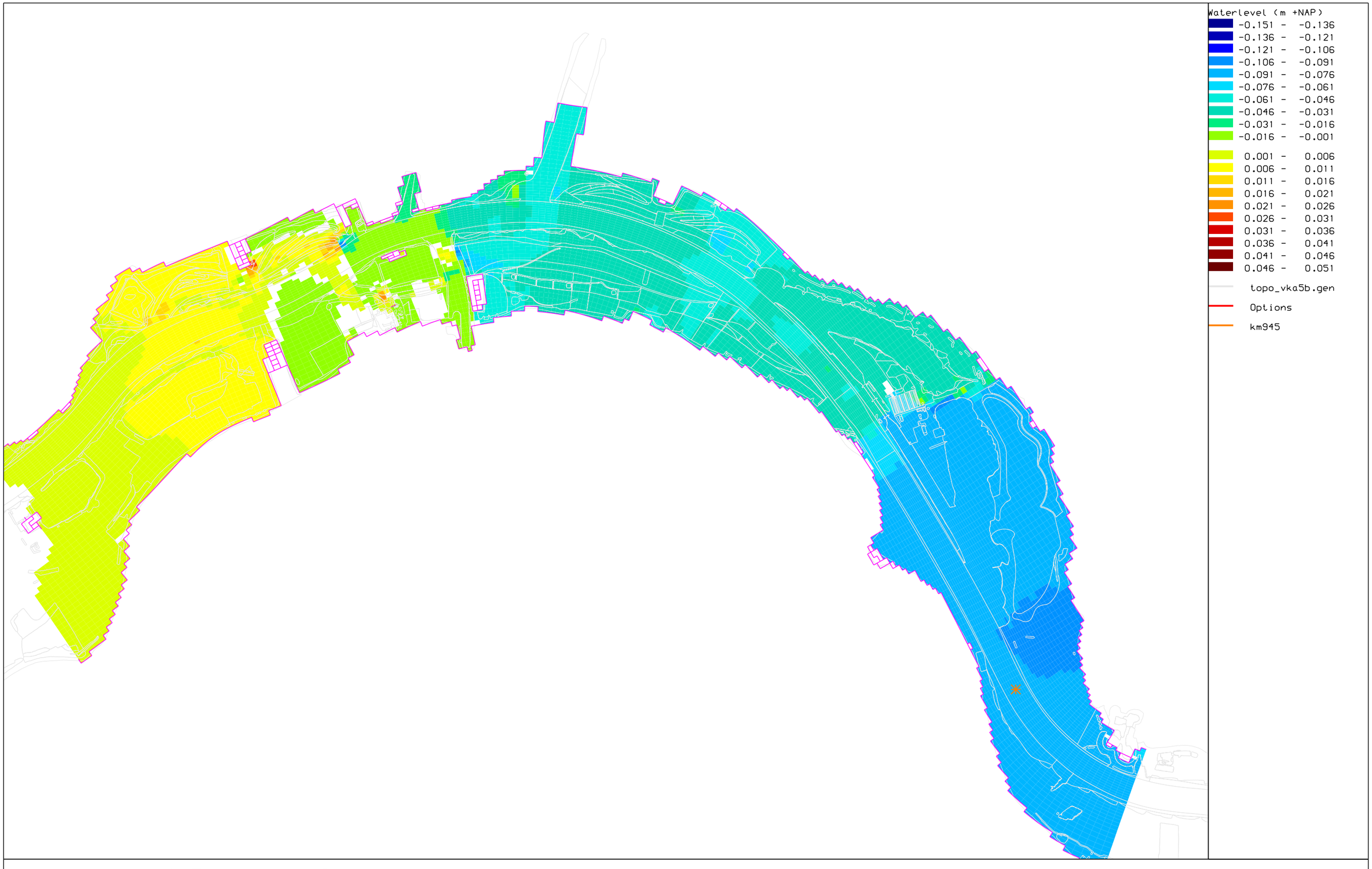
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Vianen - VKA5 - interventieniveau

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s

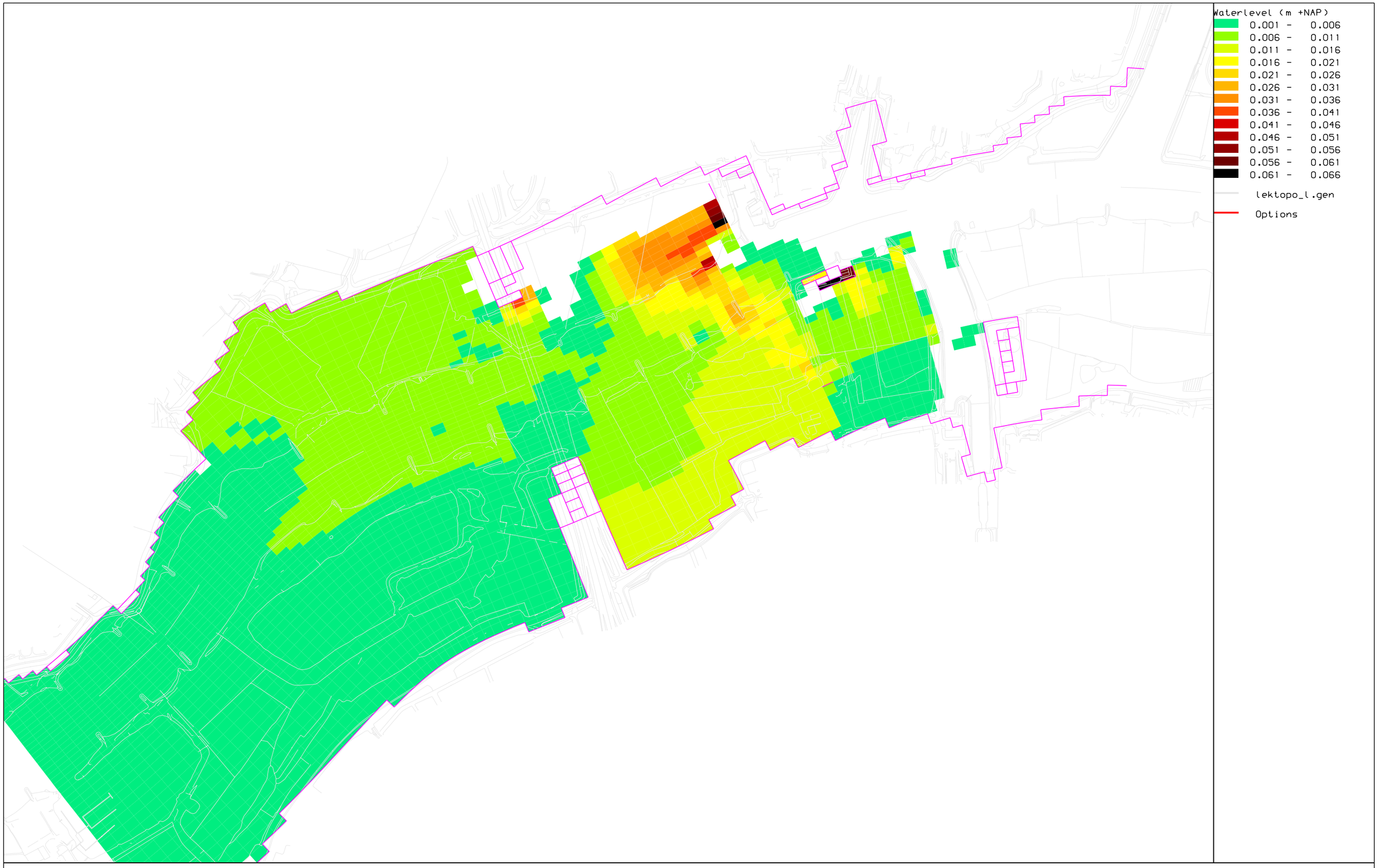


Vianen - VKA5 - streefbeeld

Waterstandseffect t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s

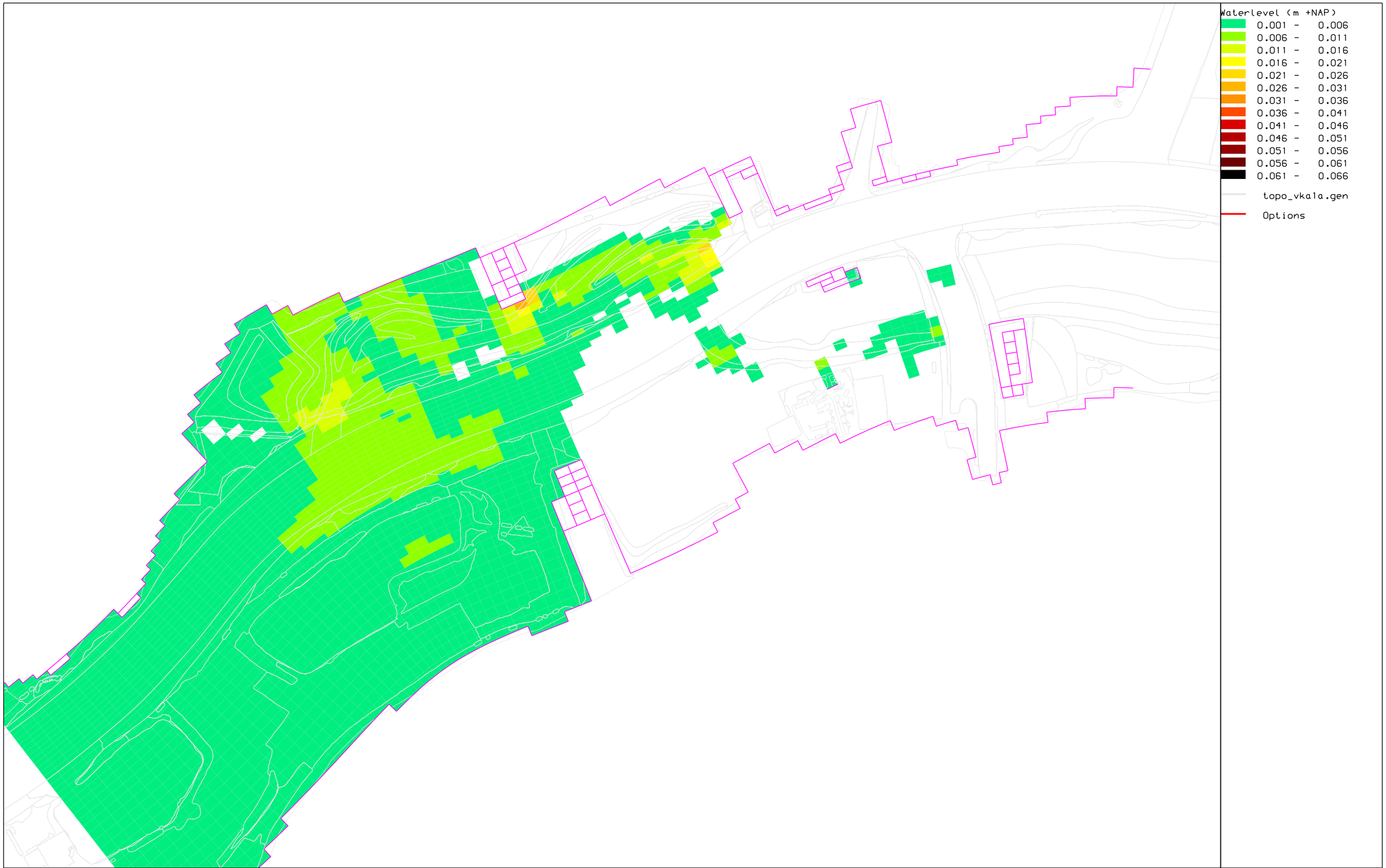
Bijlage 13: Resultaten WAQUA berekeningen - waterstandsverhogingen

Deze bijlage toont waterstandsverhoging in 2D. Alleen het gebied waar verhogingen optreden is getoond (Pontwaard en Bossenwaard).



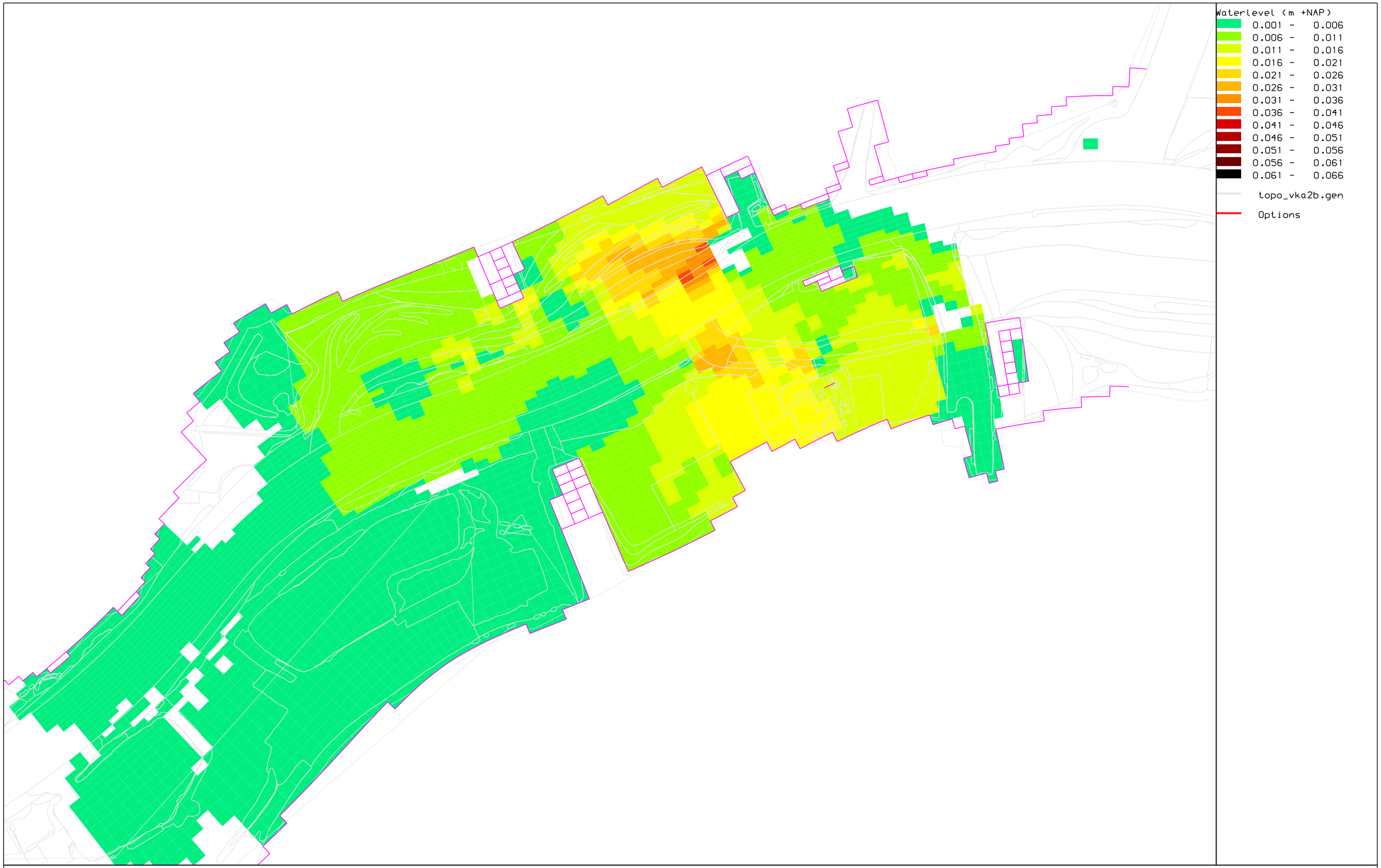
Ruimte voor de Lek Vianen - Gekozen Variant (SNIP2a)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



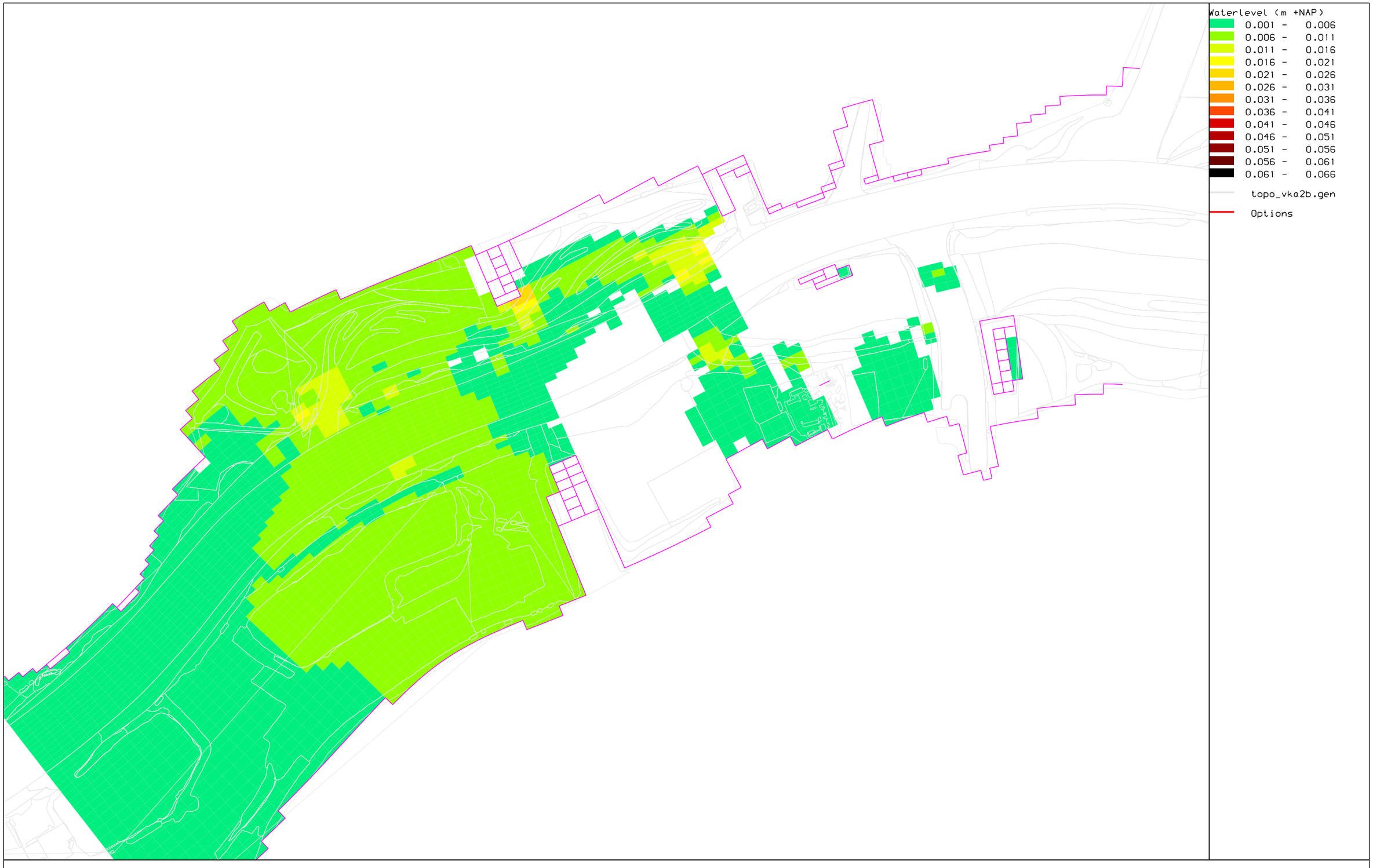
Ruimte voor de Lek Vianen - 1e conceptontwerp - streefbeeld (VKA1f)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



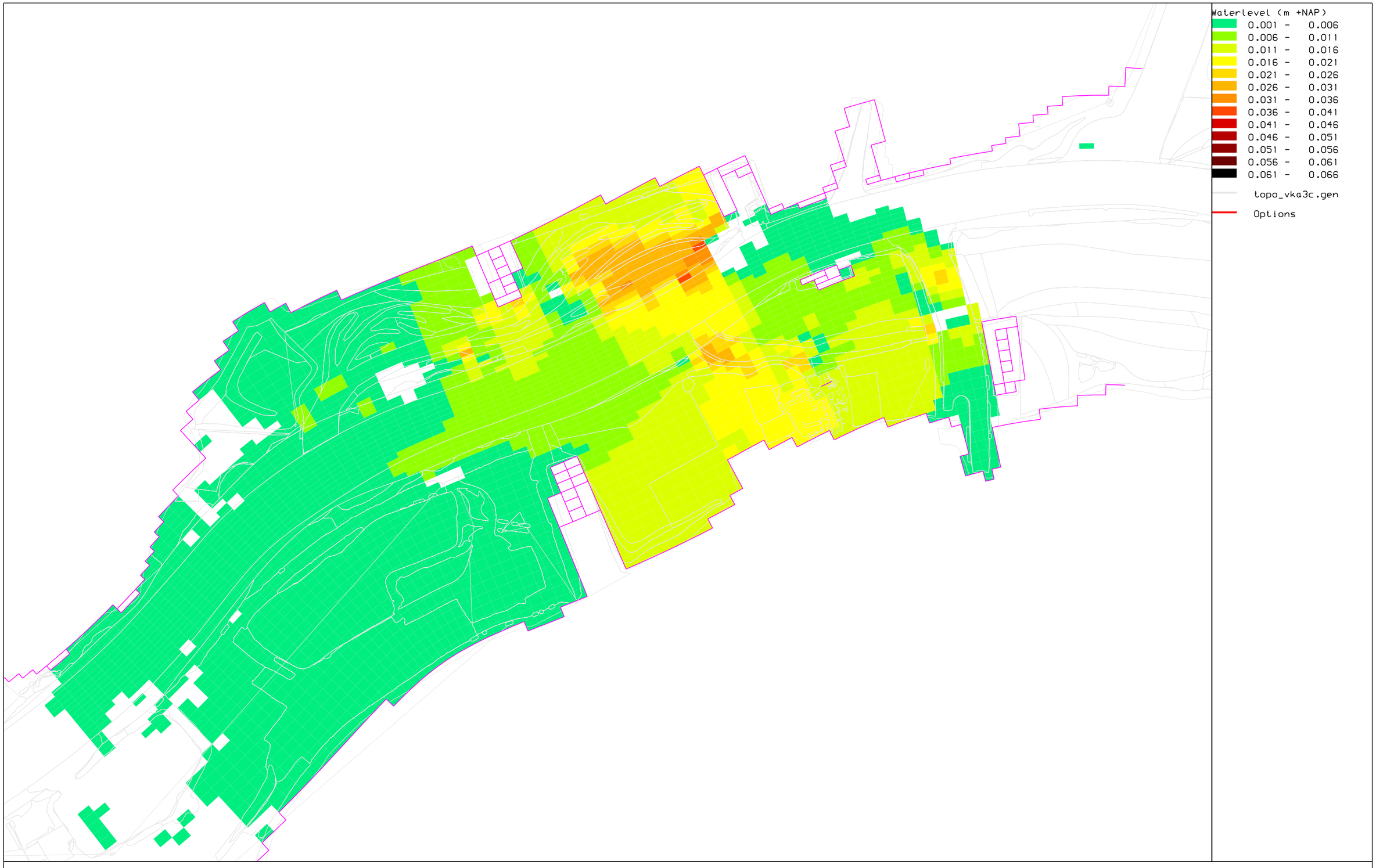
Ruimte voor de Lek Vianen - 2e conceptontwerp - interventiebeeld (VKA2a)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



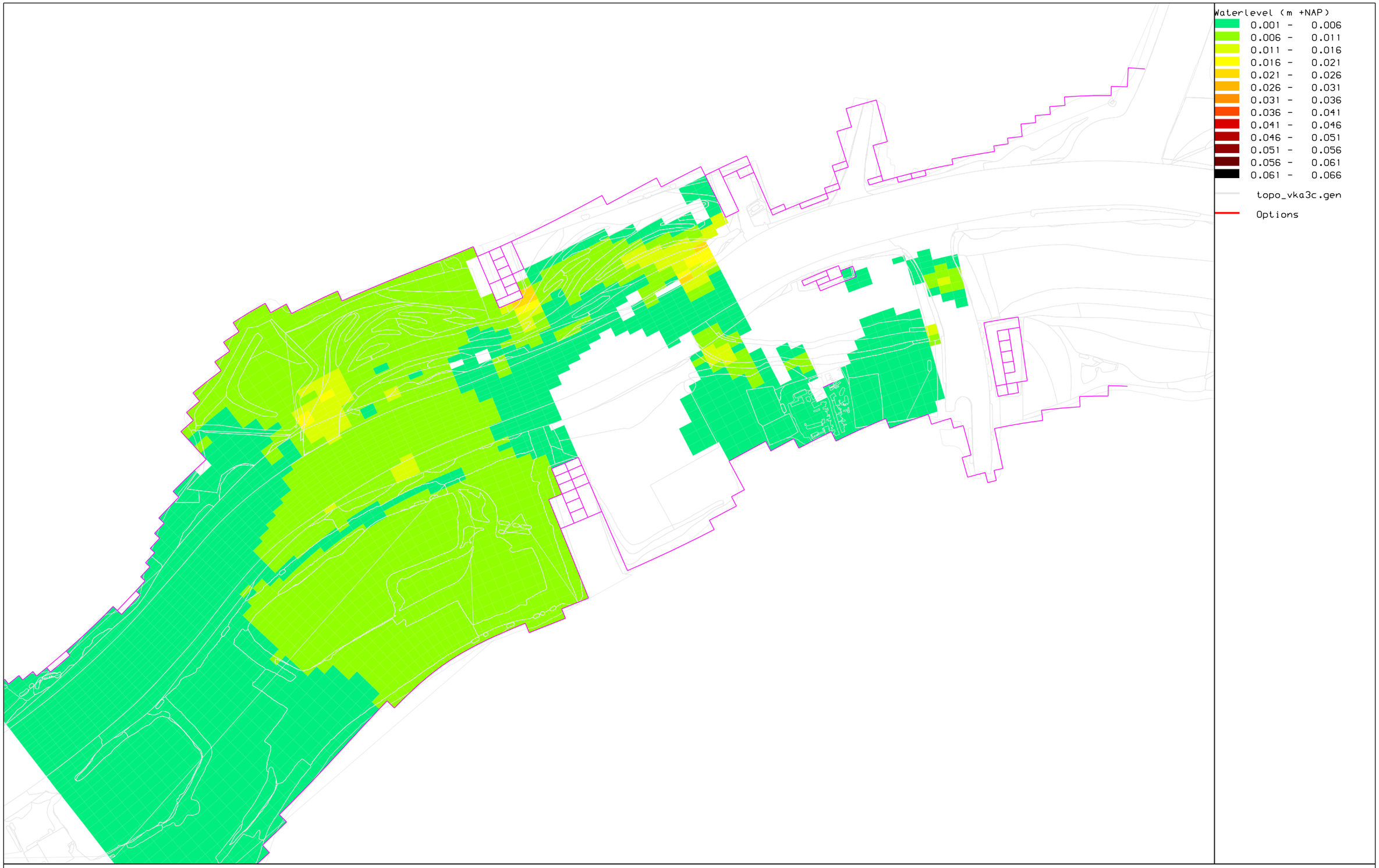
Ruimte voor de Lek Vianen - 2e conceptontwerp - doemscenario (VKA2b)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



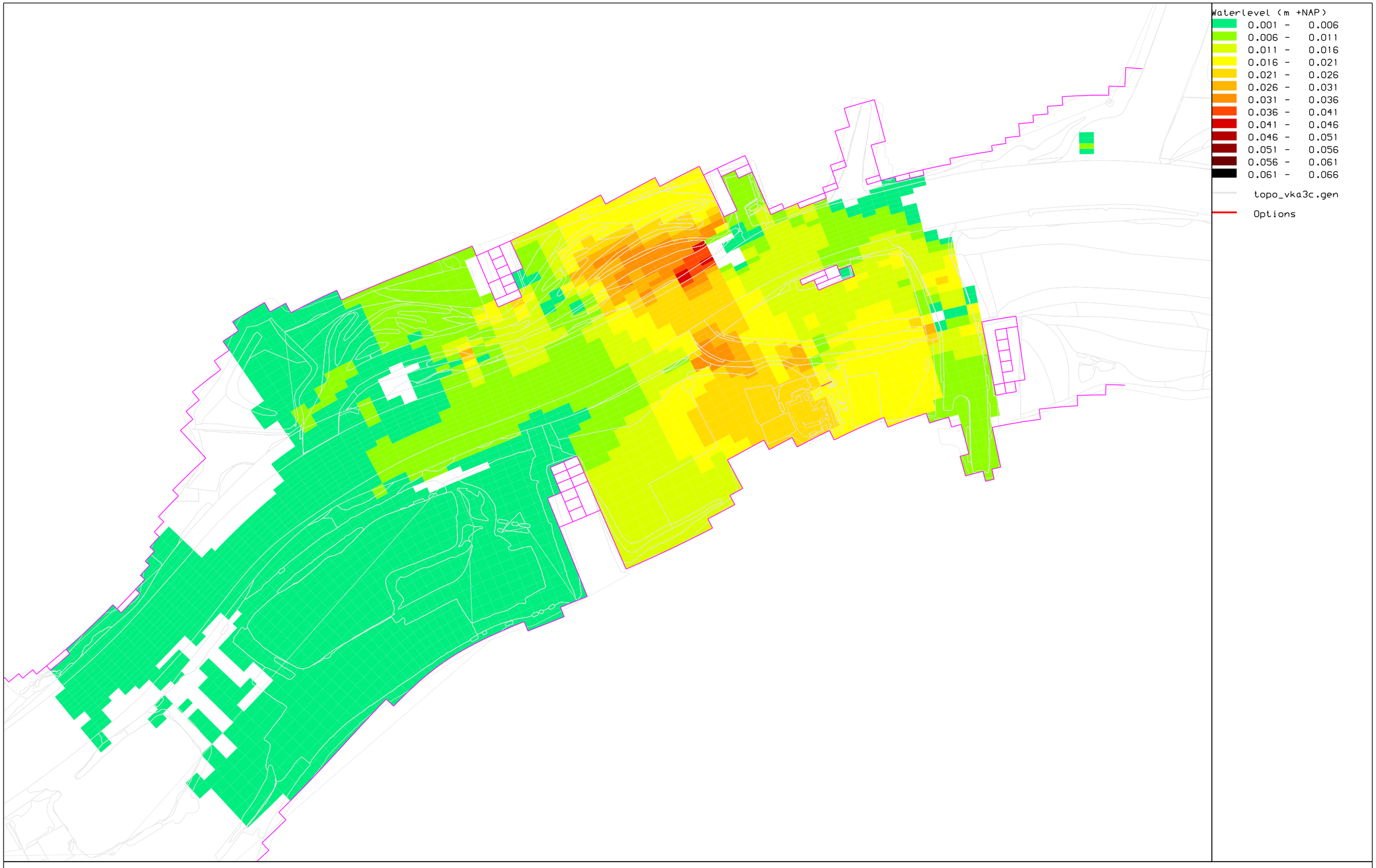
Ruimte voor de Lek Vianen - VVKA - interventiebeeld (VKA3a)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



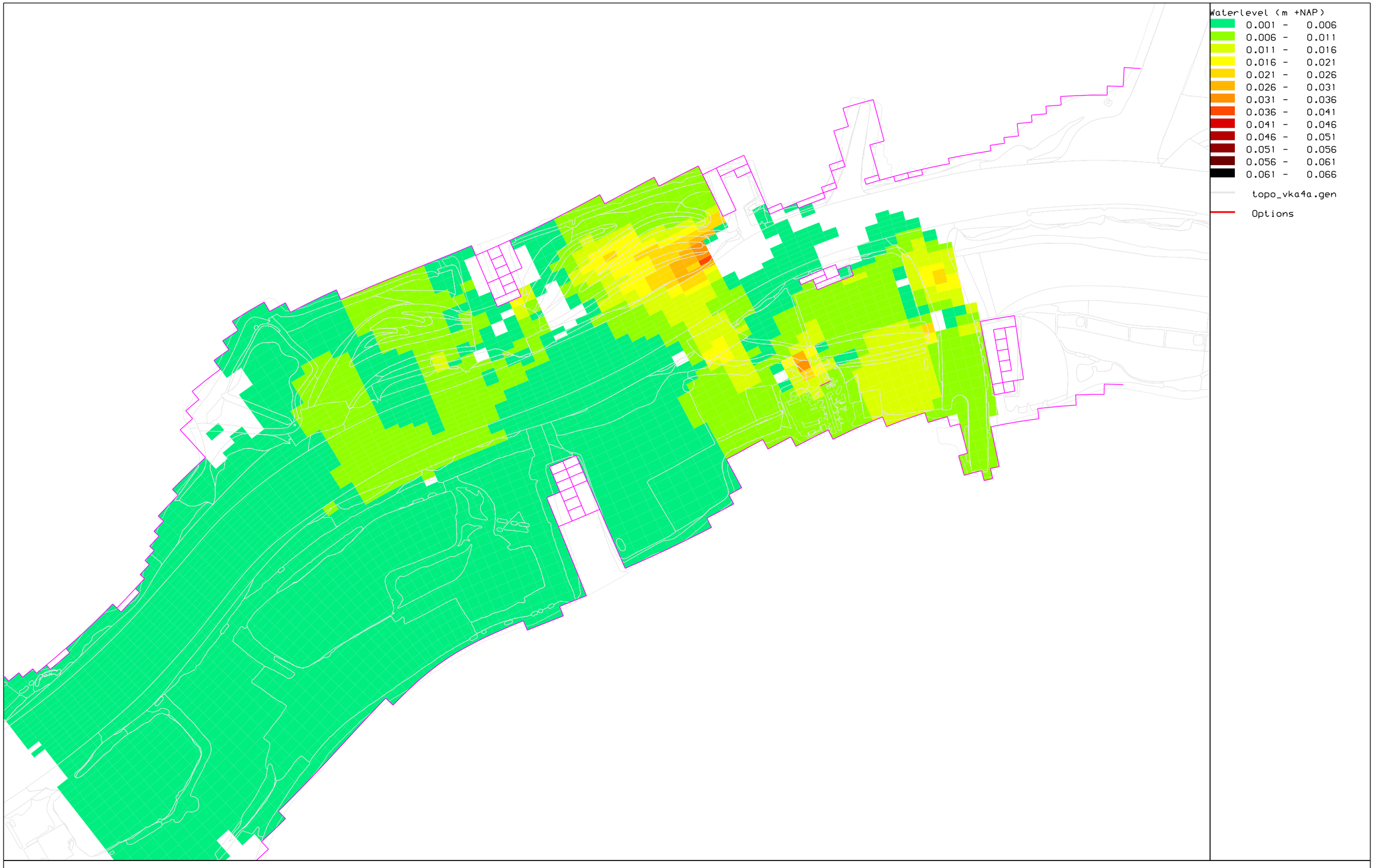
Ruimte voor de Lek Vianen - VVKA - streefbeeld (VKA3b)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Ruimte voor de Lek Vianen - VVKA - doemscenario (VKA3c)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



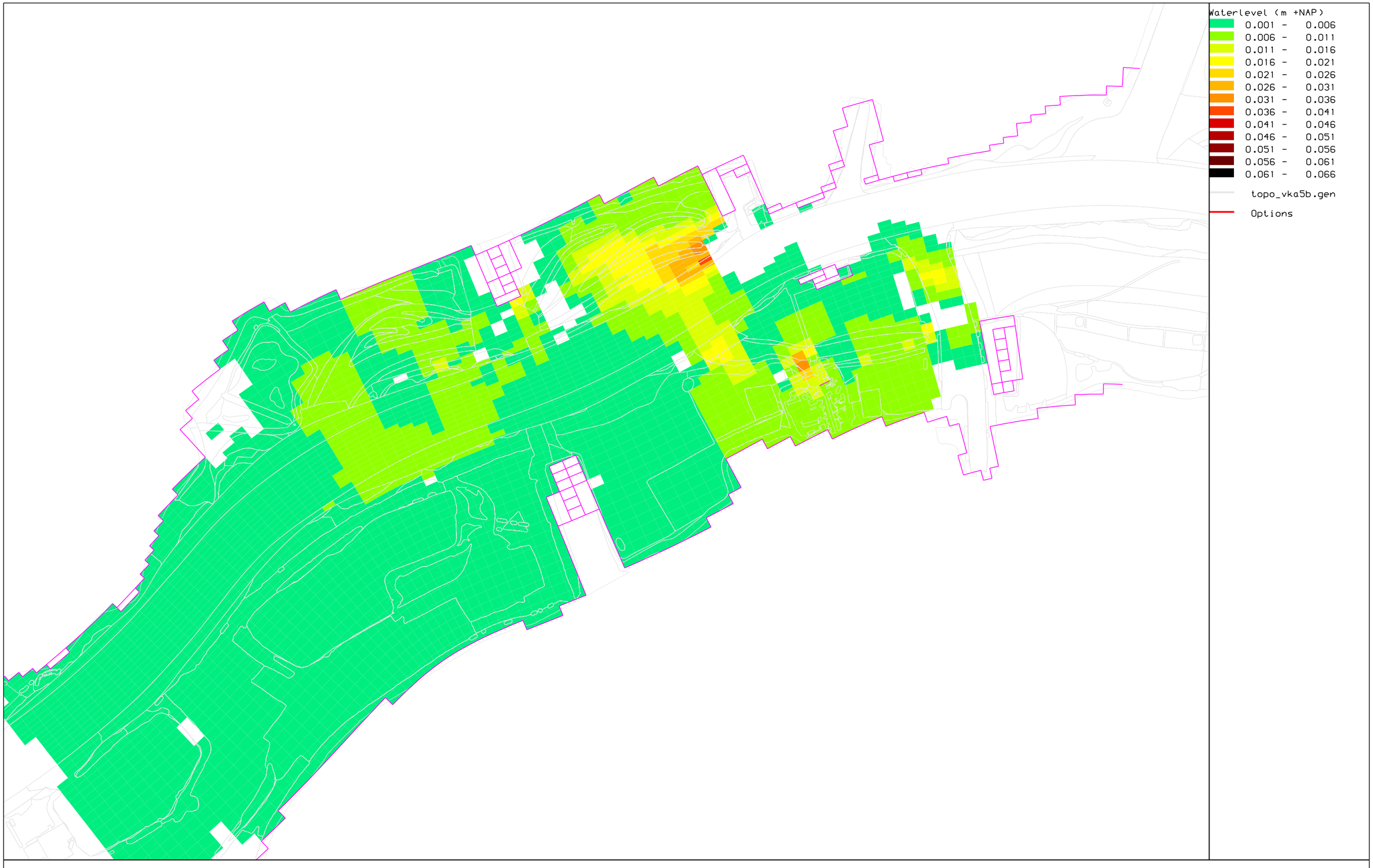
Ruimte voor de Lek Vianen - VKA - interventiebeeld (VKA4a)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



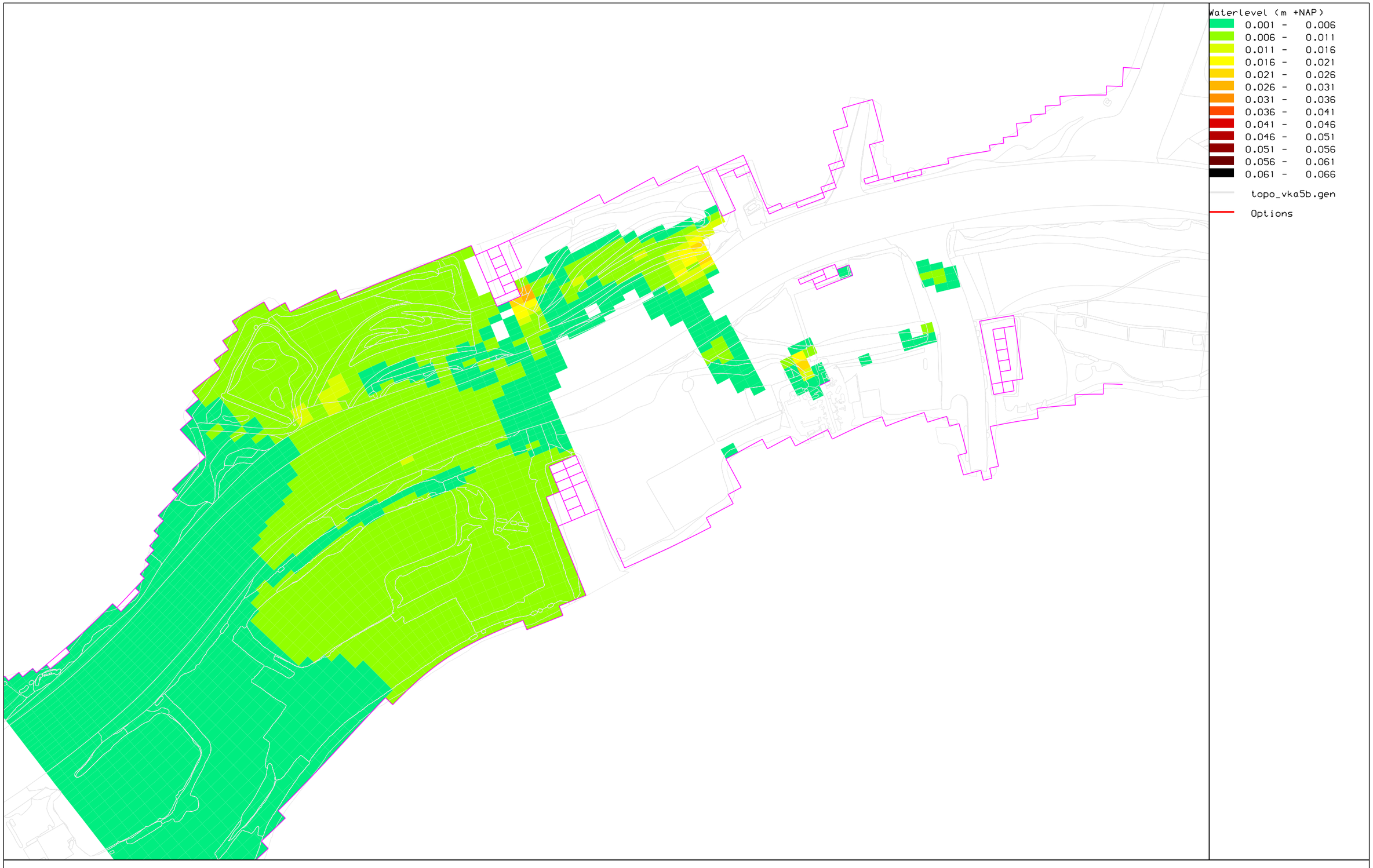
Ruimte voor de Lek Vianen - VKA - streefbeeld (VKA4b)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - interventiebeeld (VKA5a)

Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s

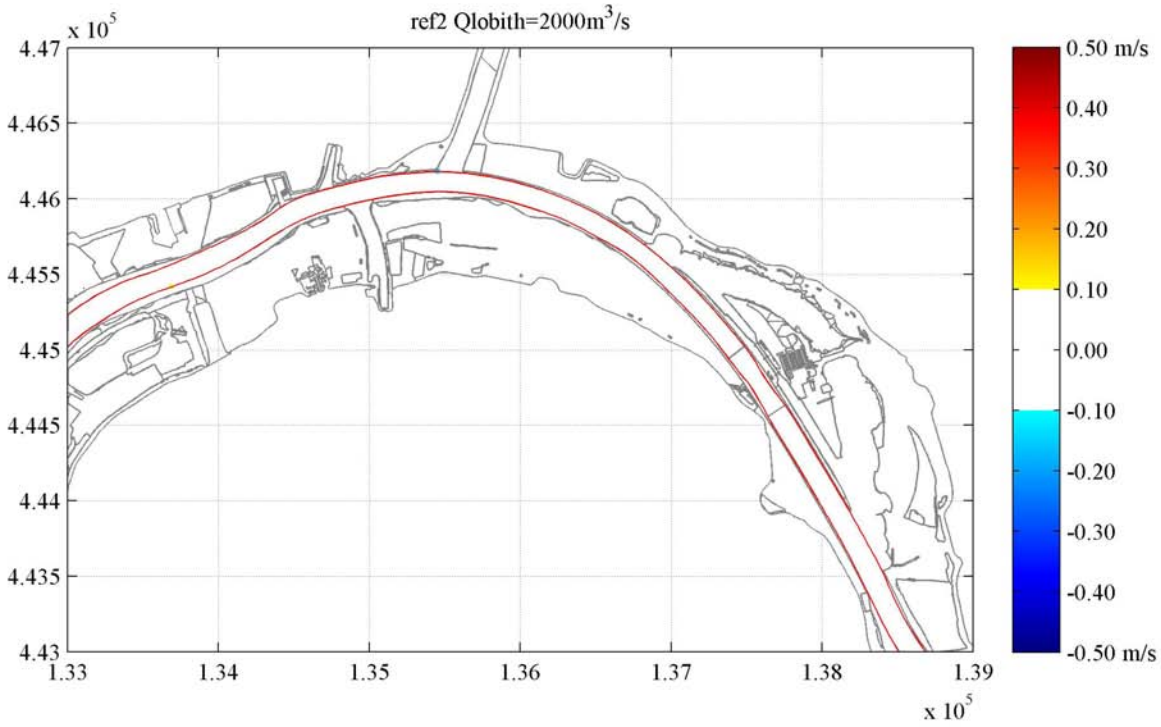


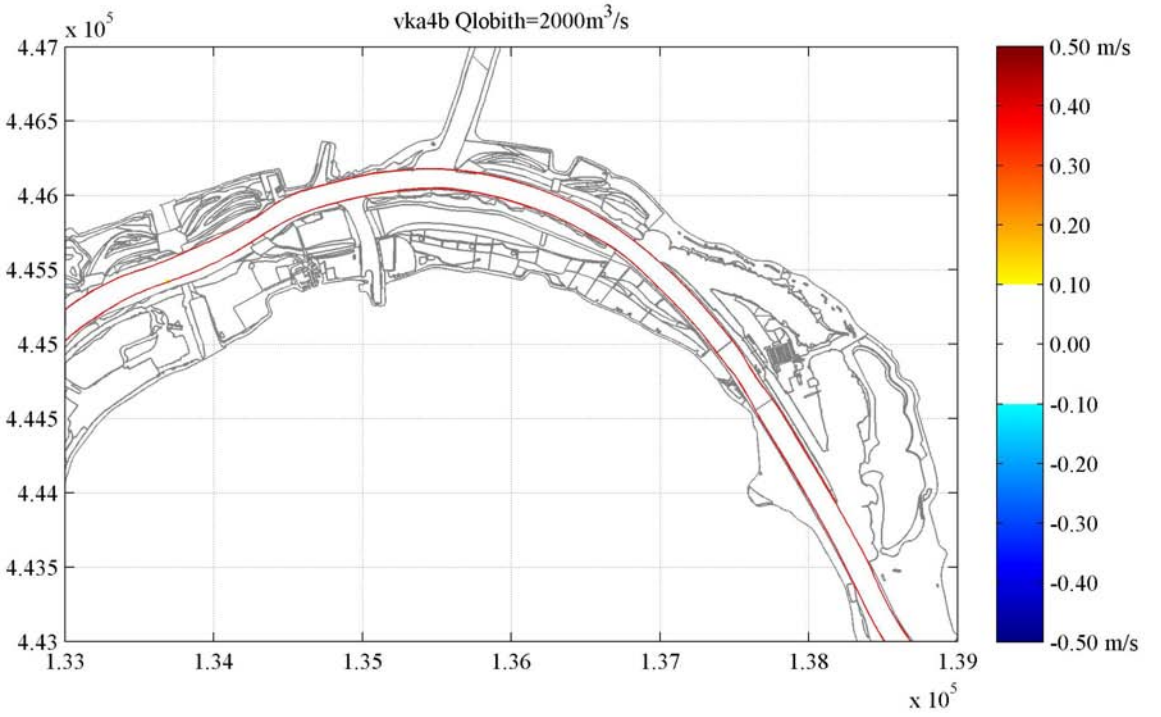
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld (VKA5b)

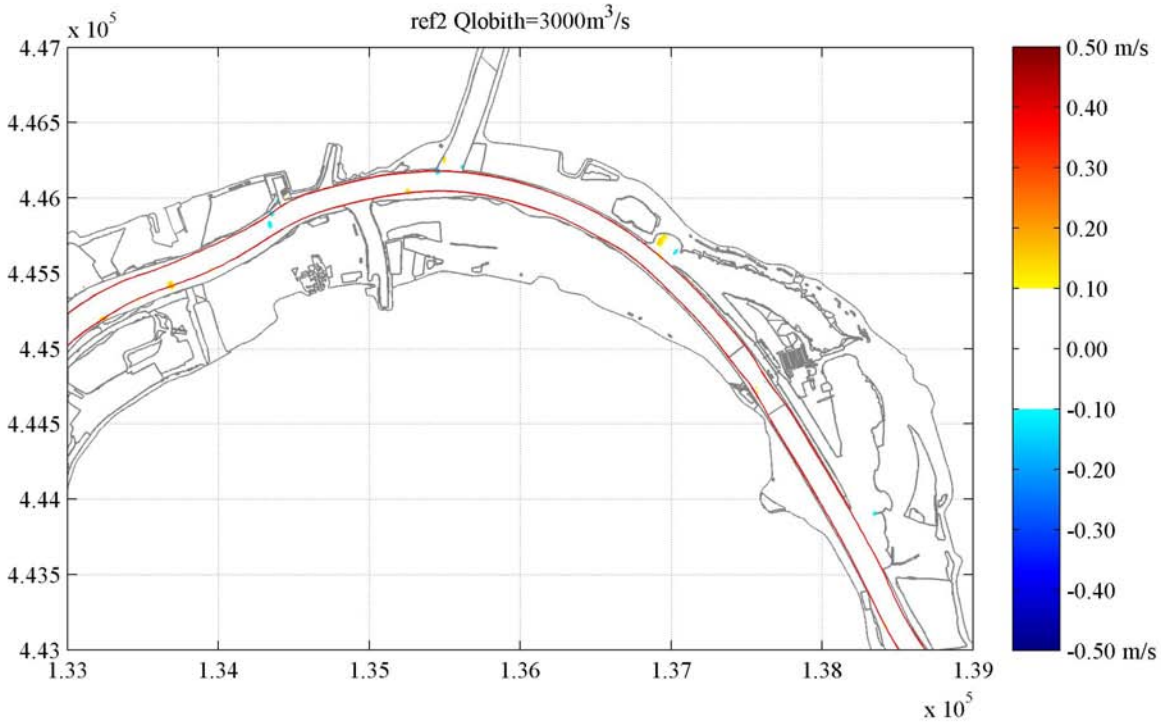
Waterstandsverhoging 2D t.o.v. referentie bij Q Lobith = 16.000 m3/s

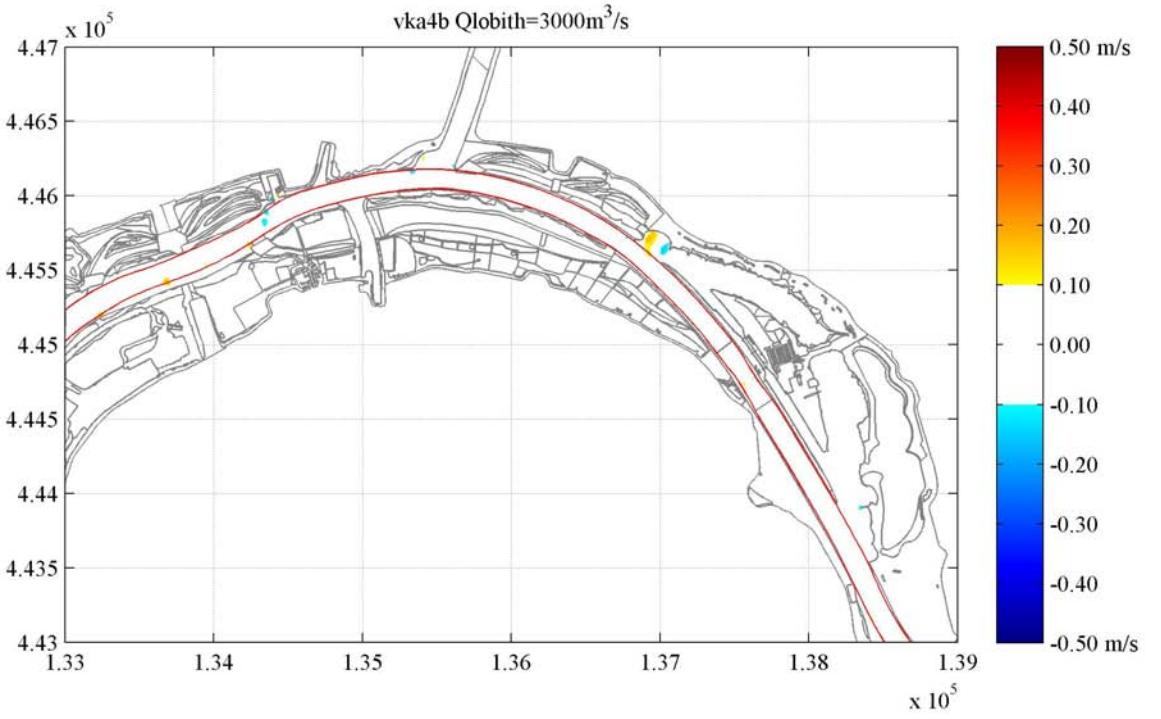
Bijlage 14: Resultaten WAQUA berekeningen – dwarsstromen geheel VKA

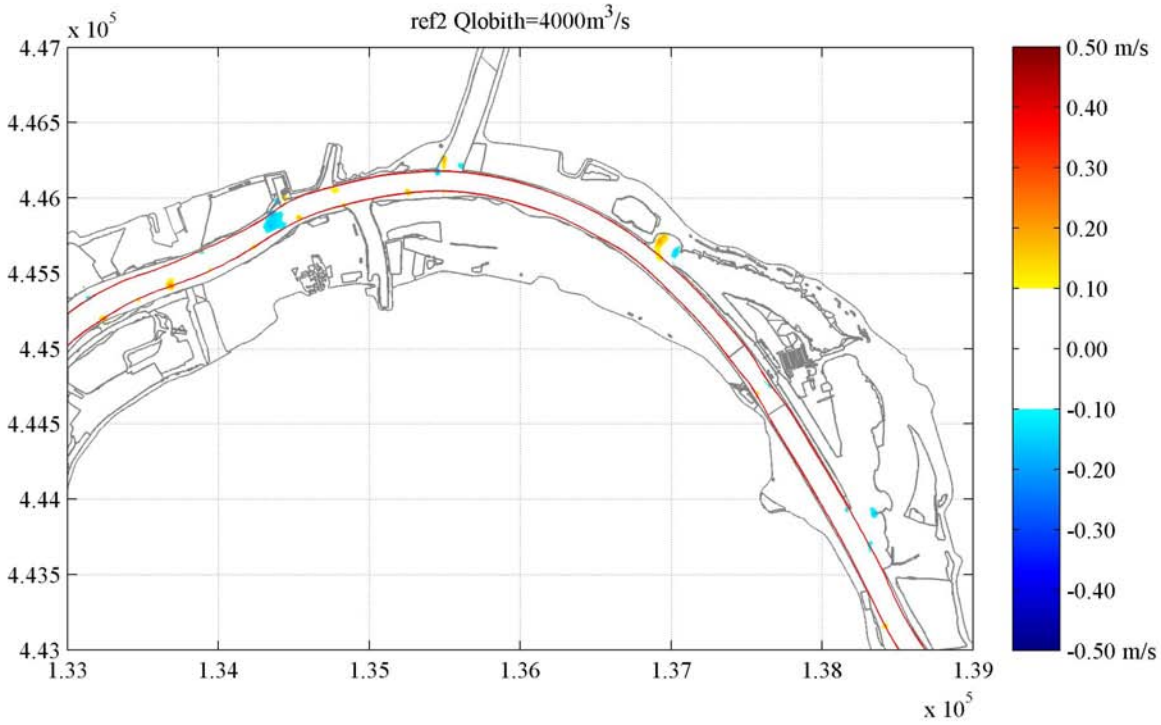
Deze bijlage toont de component van de stroomsnelheid, in het waterstandspunt van een rekencel, loodrecht op de stroomrichting. Negatieve waarden benaderen, in stroomafwaarts gekeken richting, de vaargeul van de rechterzijde; positieve waarden van de linker zijde.

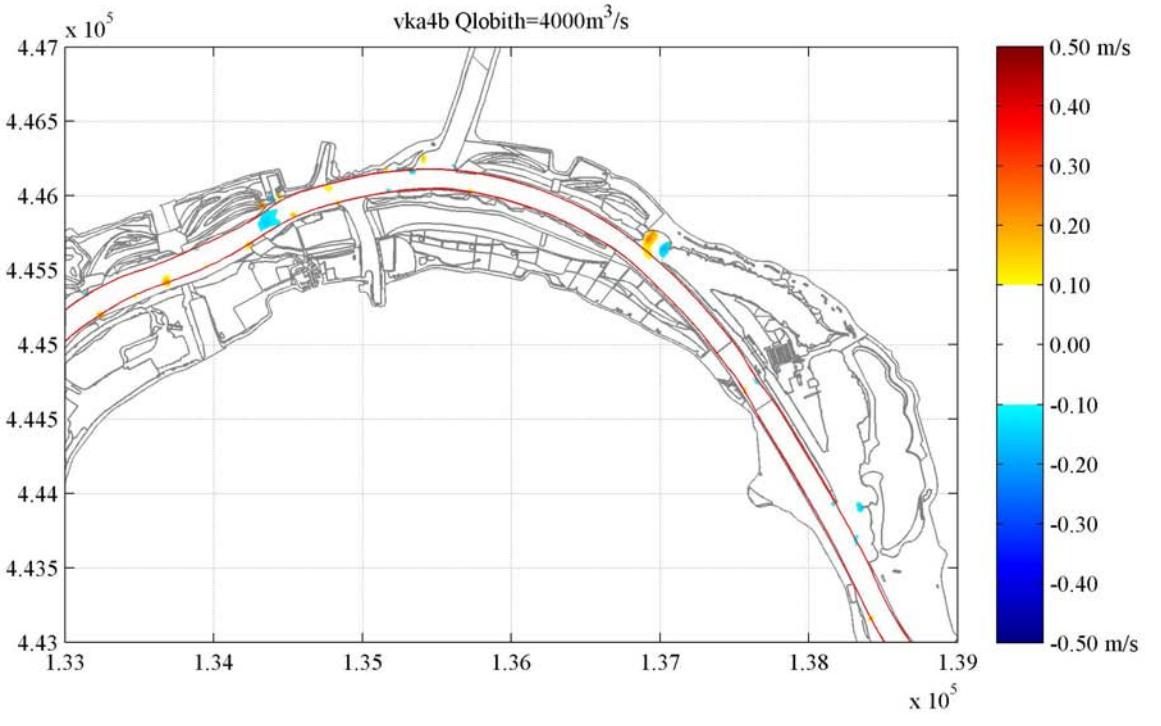

ref2 Qlobith=2000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

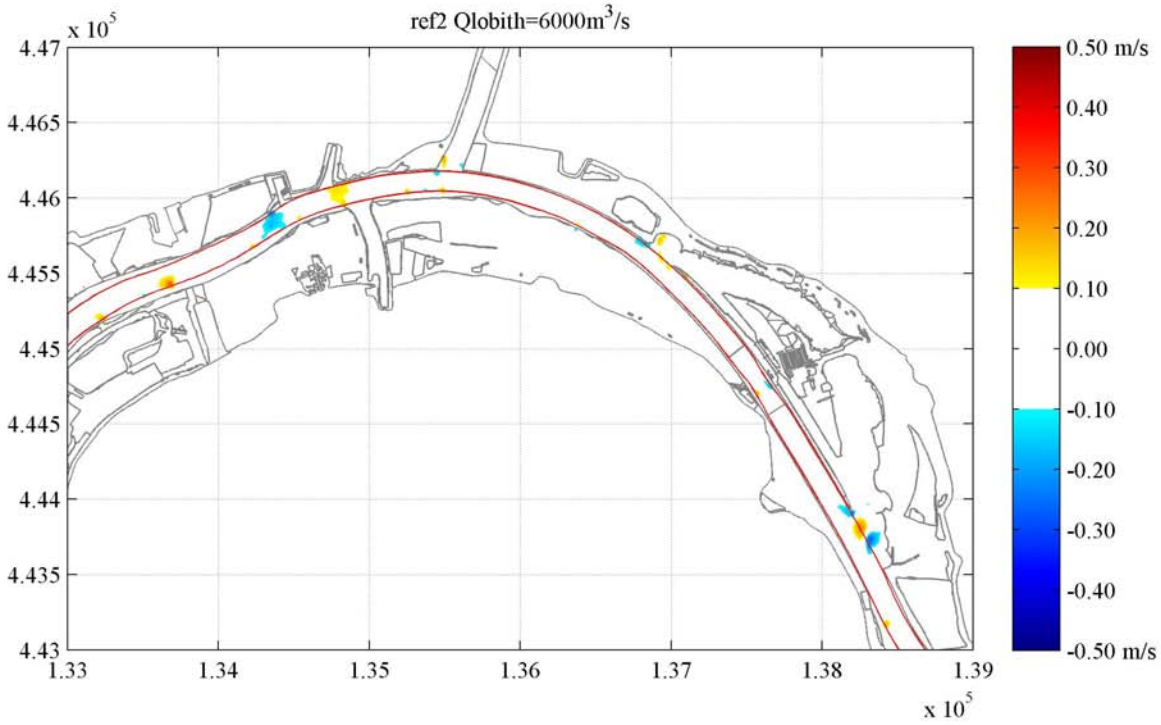

vka4b Qlobith=2000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

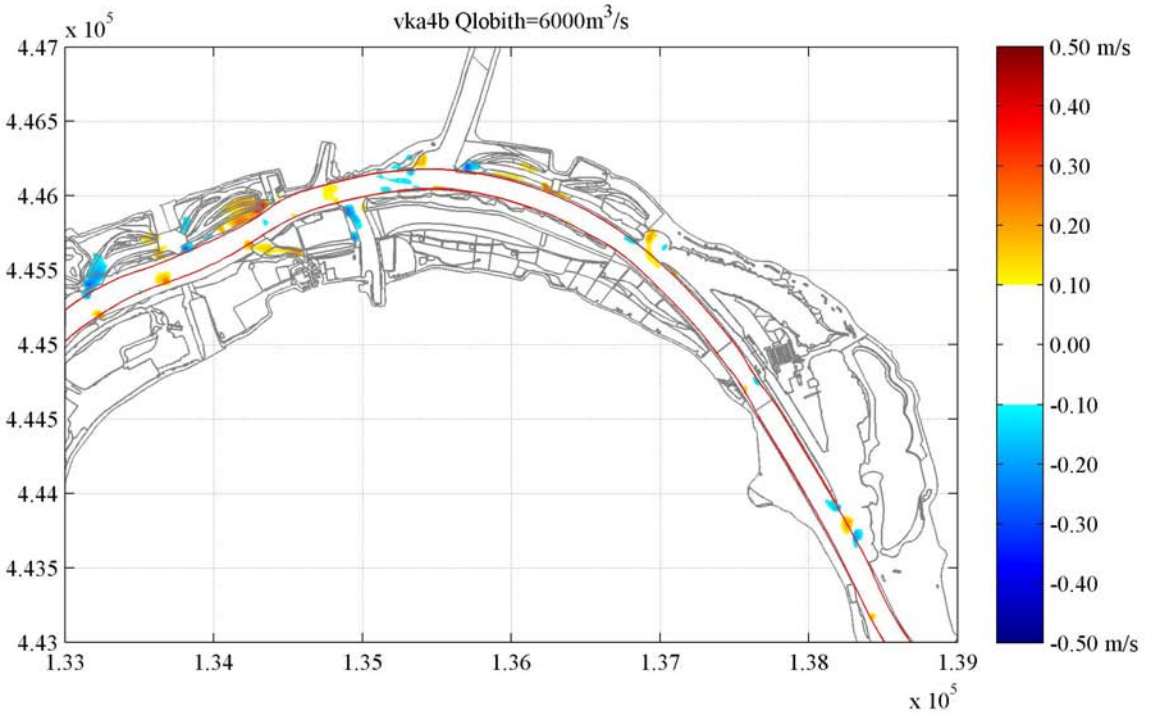

ref2 Qlobith=3000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

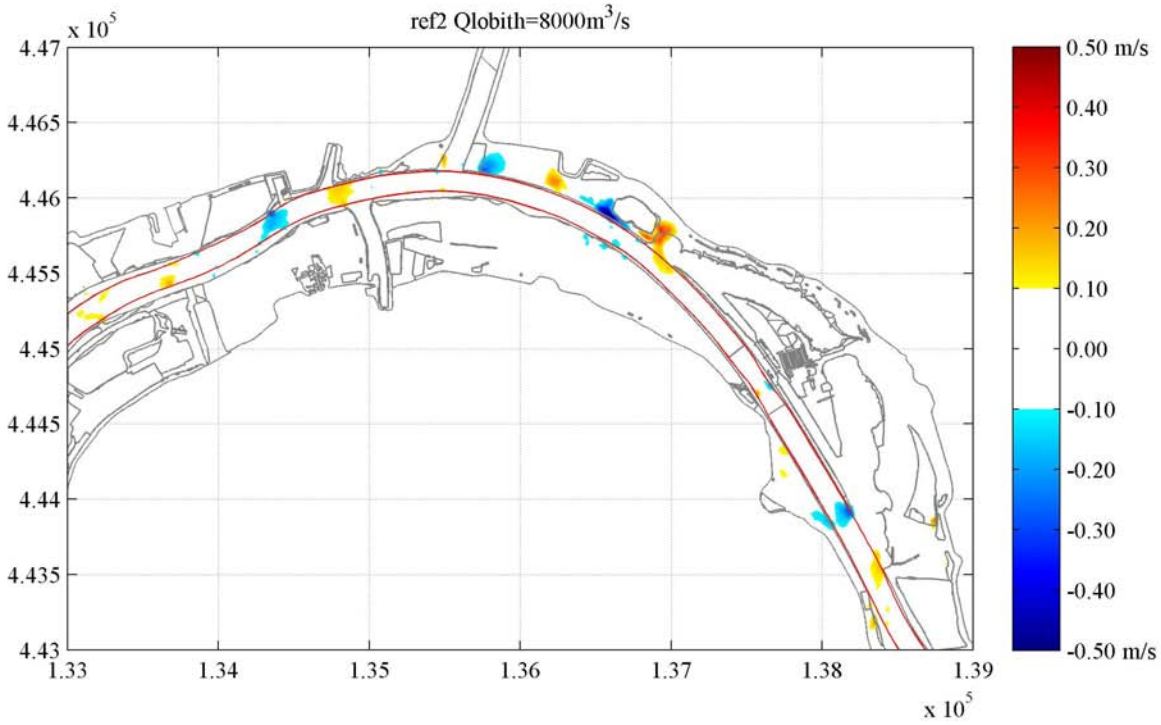

vka4b Qlobith=3000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

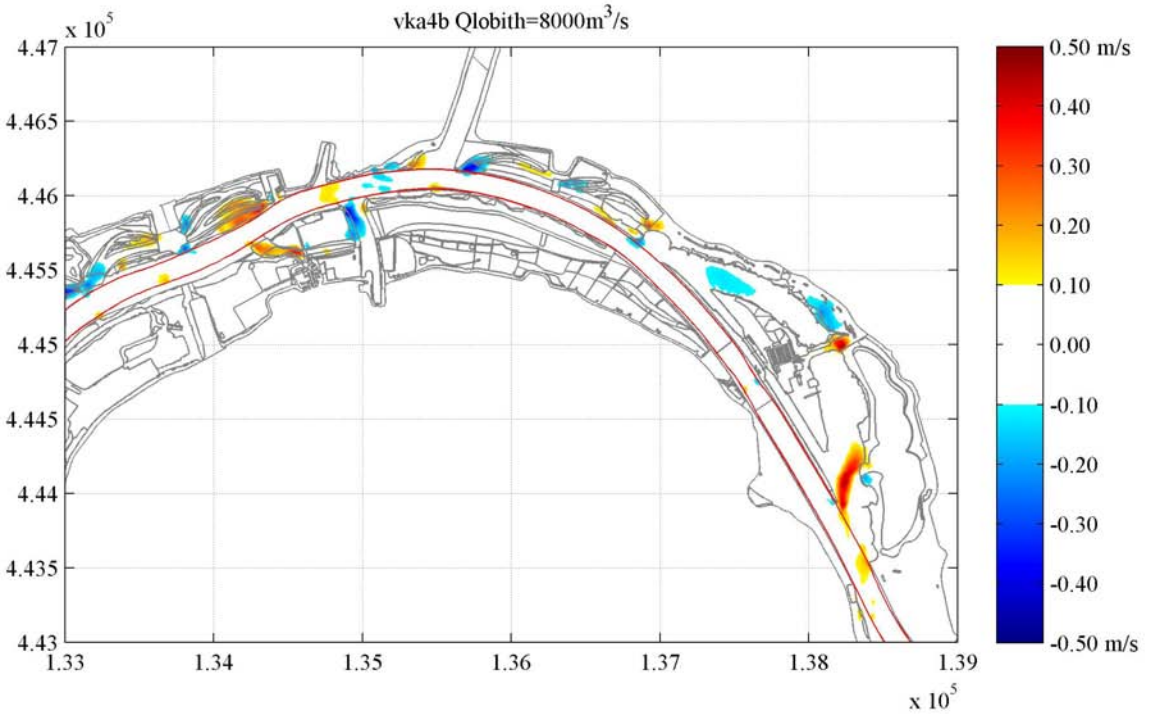

ref2 Qlobith=4000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

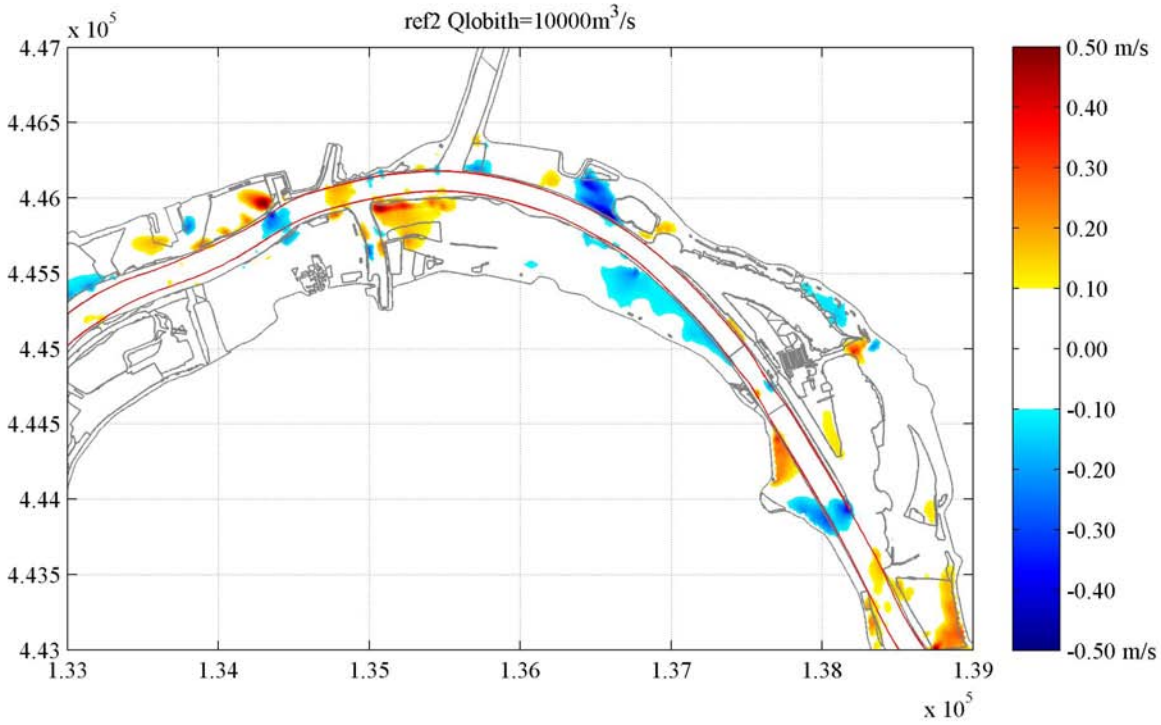

vka4b Qlobith=4000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

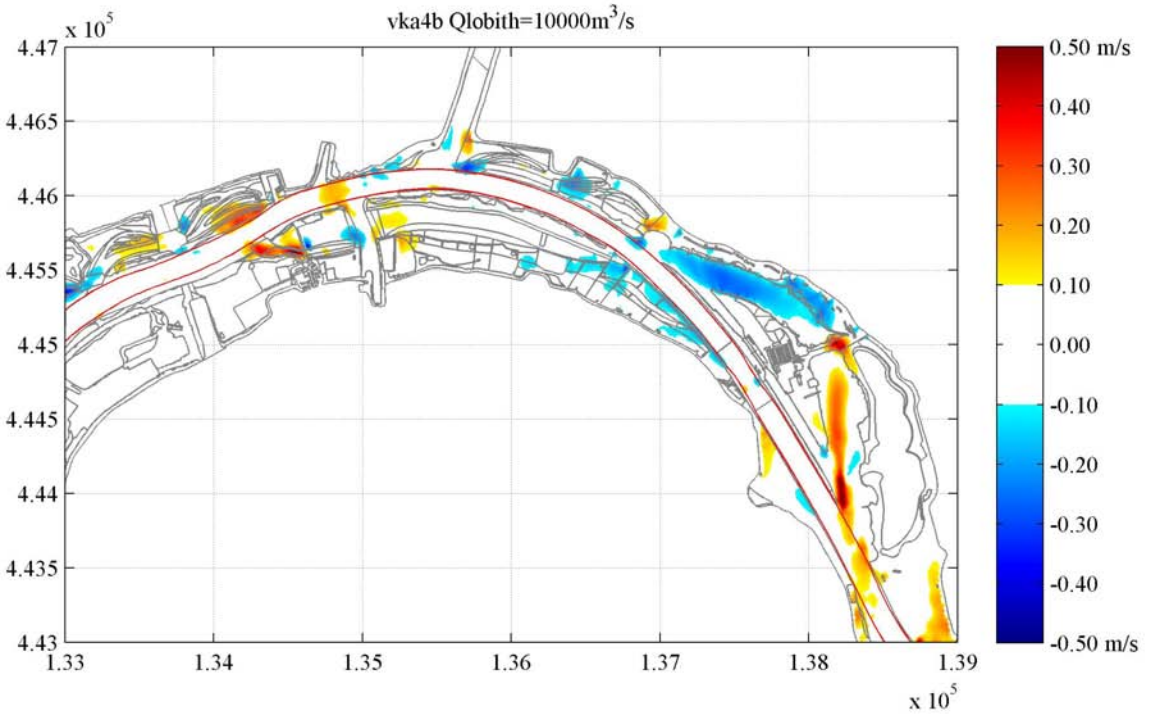

ref2 Qlobith=6000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s


vka4b Qlobith=6000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s


ref2 Qlobith=8000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s


vka4b Qlobith=8000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

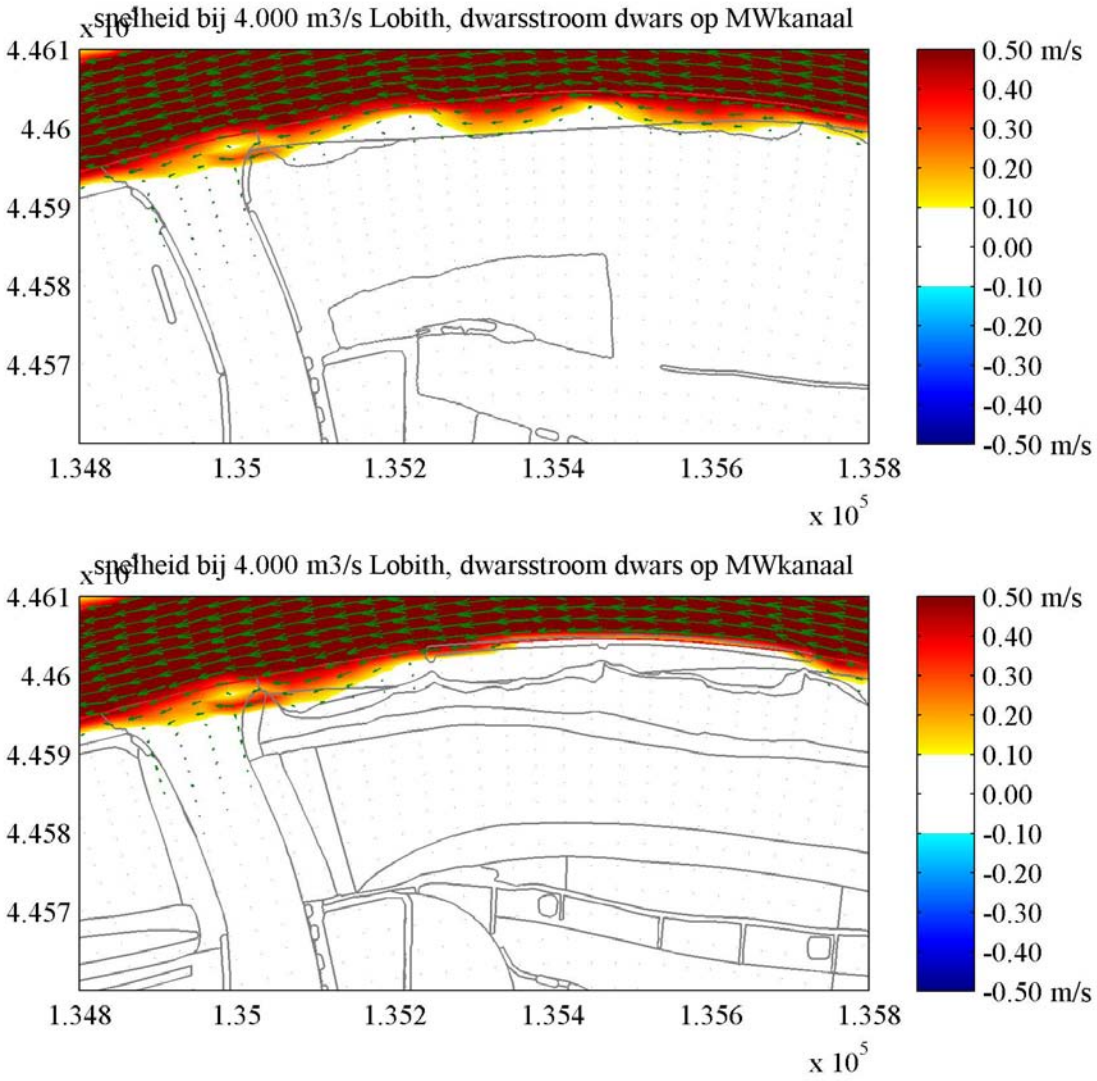

ref2 Qlobith=10000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s


vka4b Qlobith=10000m3/s
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
4.44
4.435
4.43
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
1.39
x 10^5
0.50 m/s
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
-0.30
-0.40
-0.50 m/s

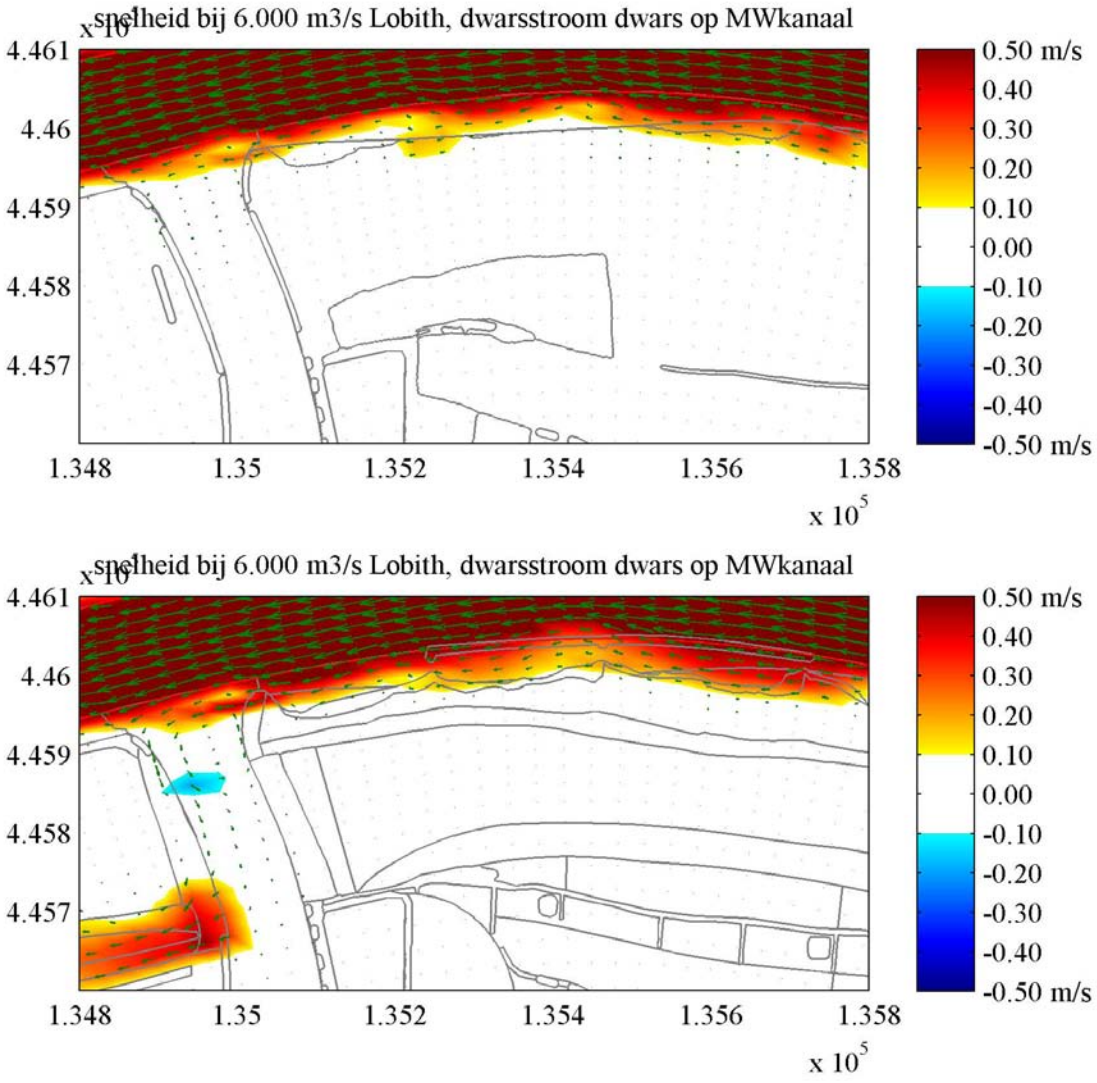
Bijlage 15: Resultaten WAQUA berekeningen – dwarsstromen MWkanaal VKA

Deze bijlage toont de component van de stroomsnelheid, in het waterstandspunt van een rekencel, rondom het Merwedekanaal zowel in de richting van het kanaal, als dwars daar op.

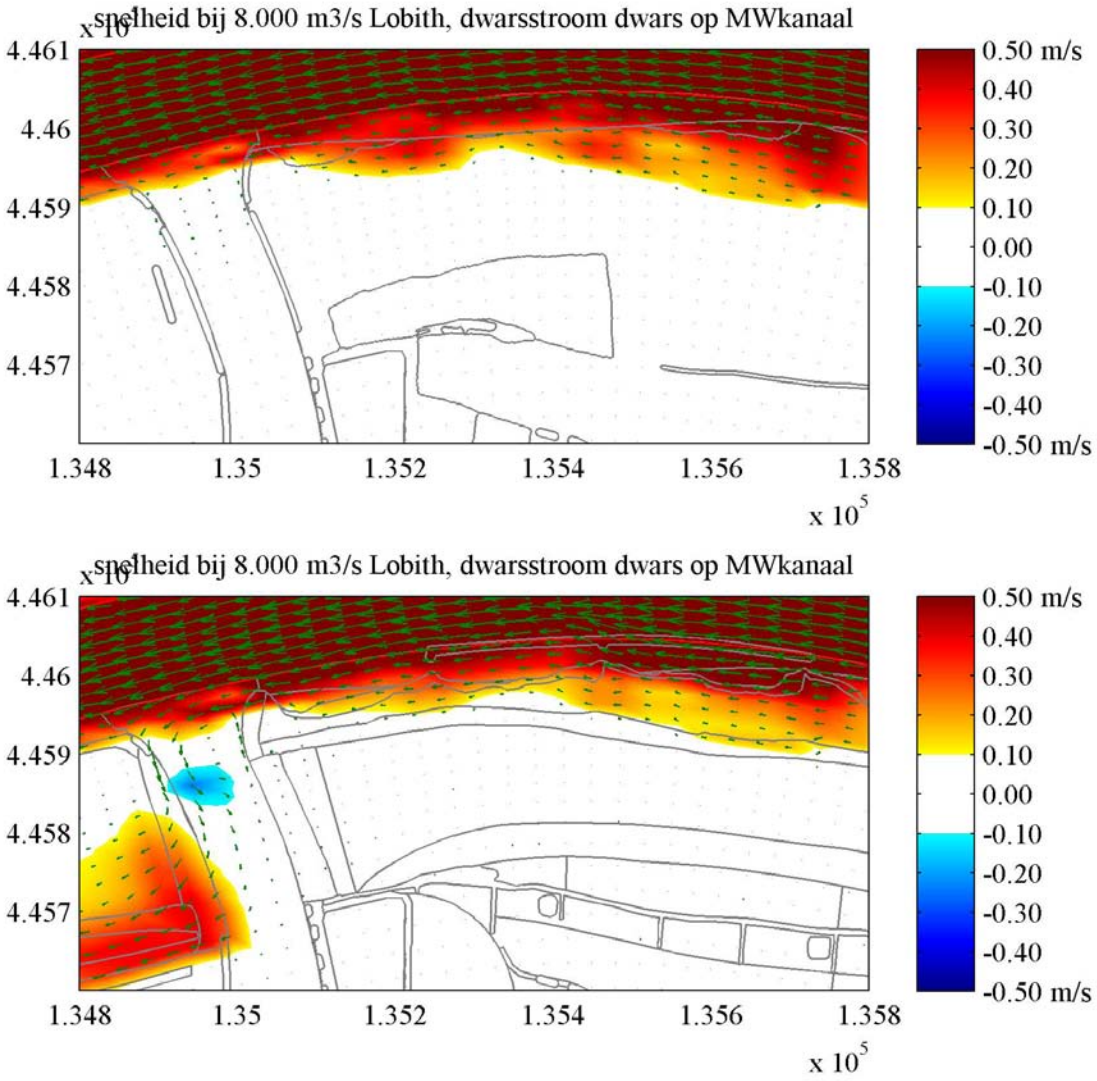
4.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF en VKA



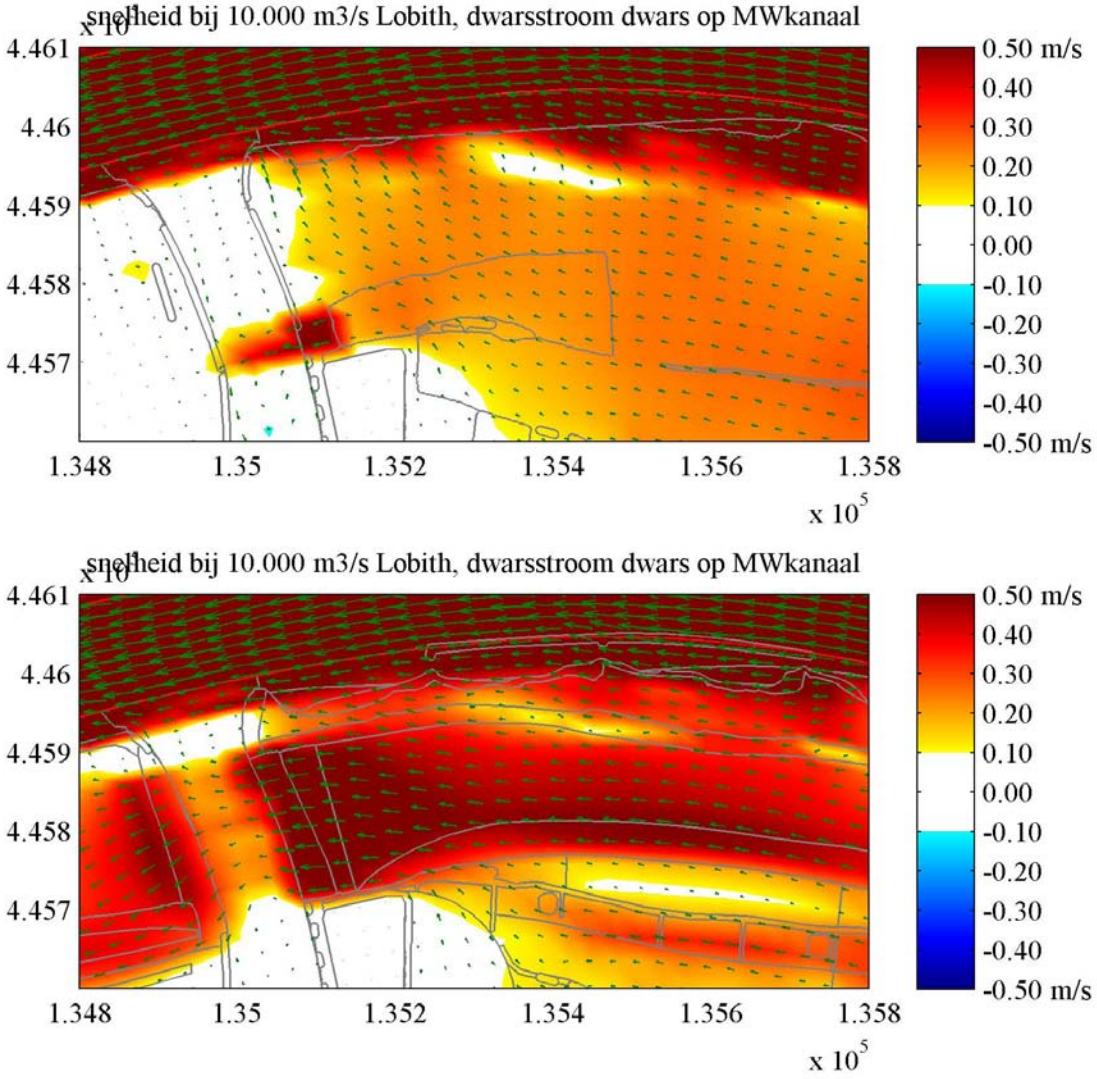
6.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF en VKA



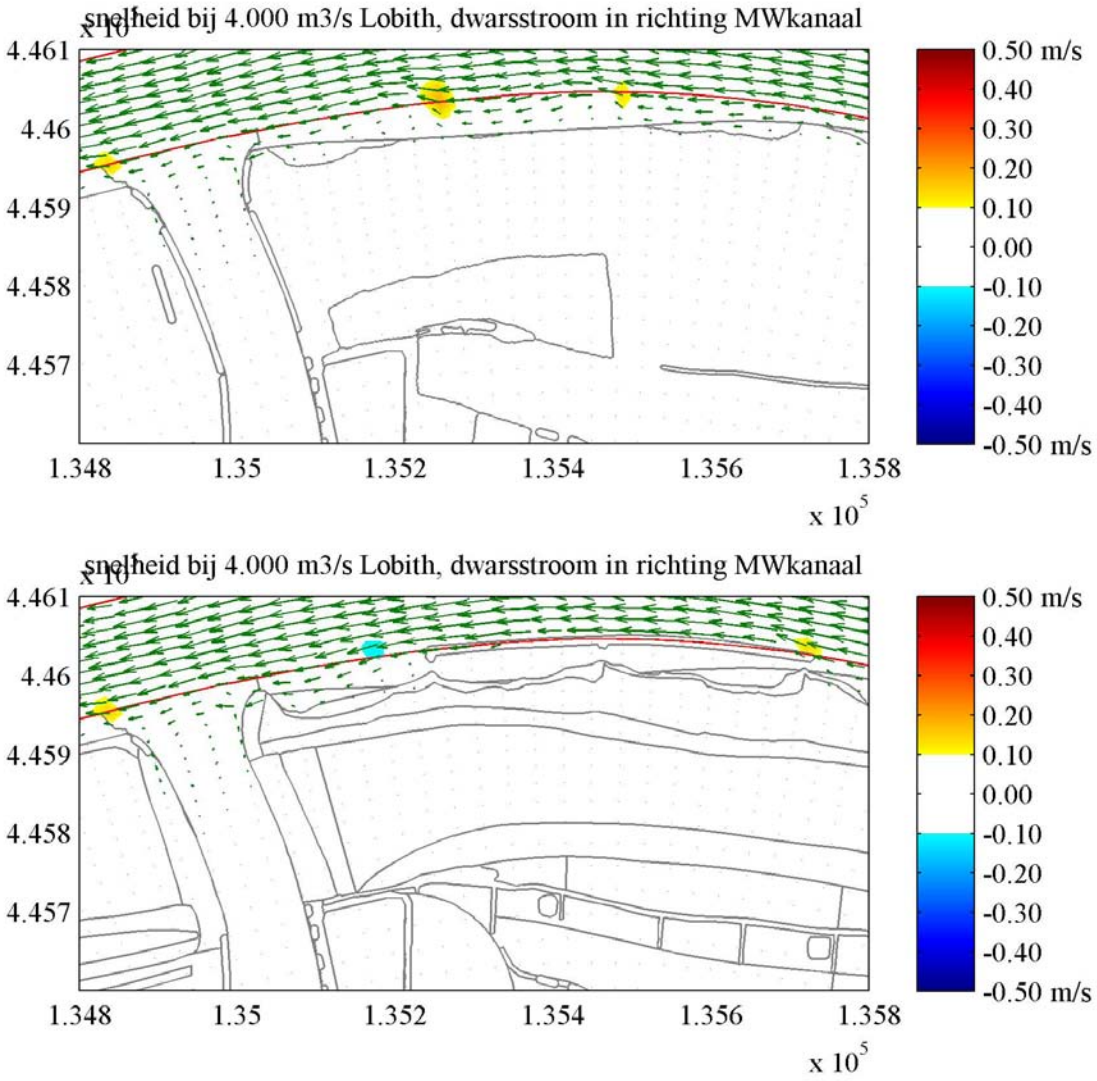
8.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF en VKA



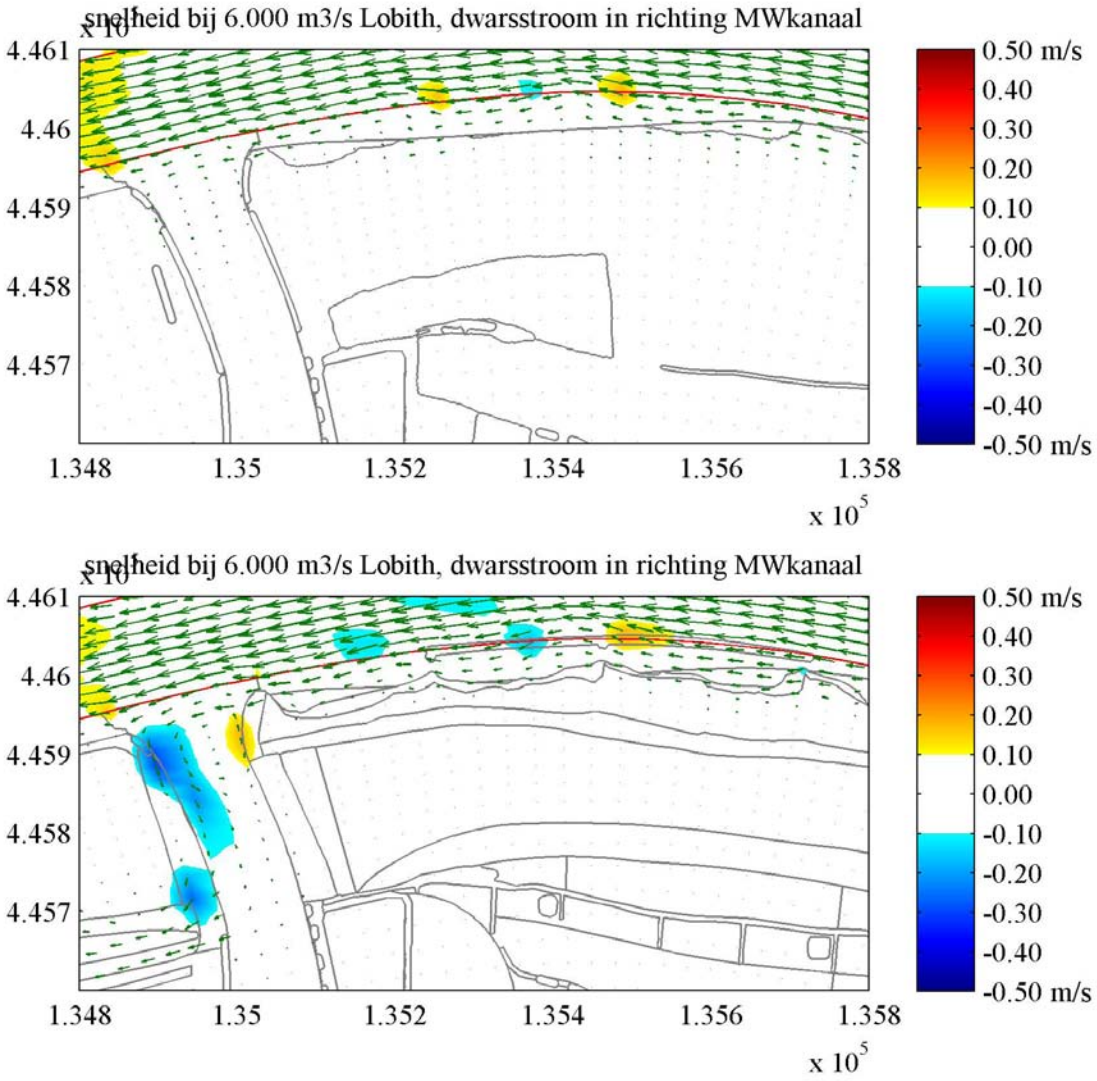
10.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF en VKA



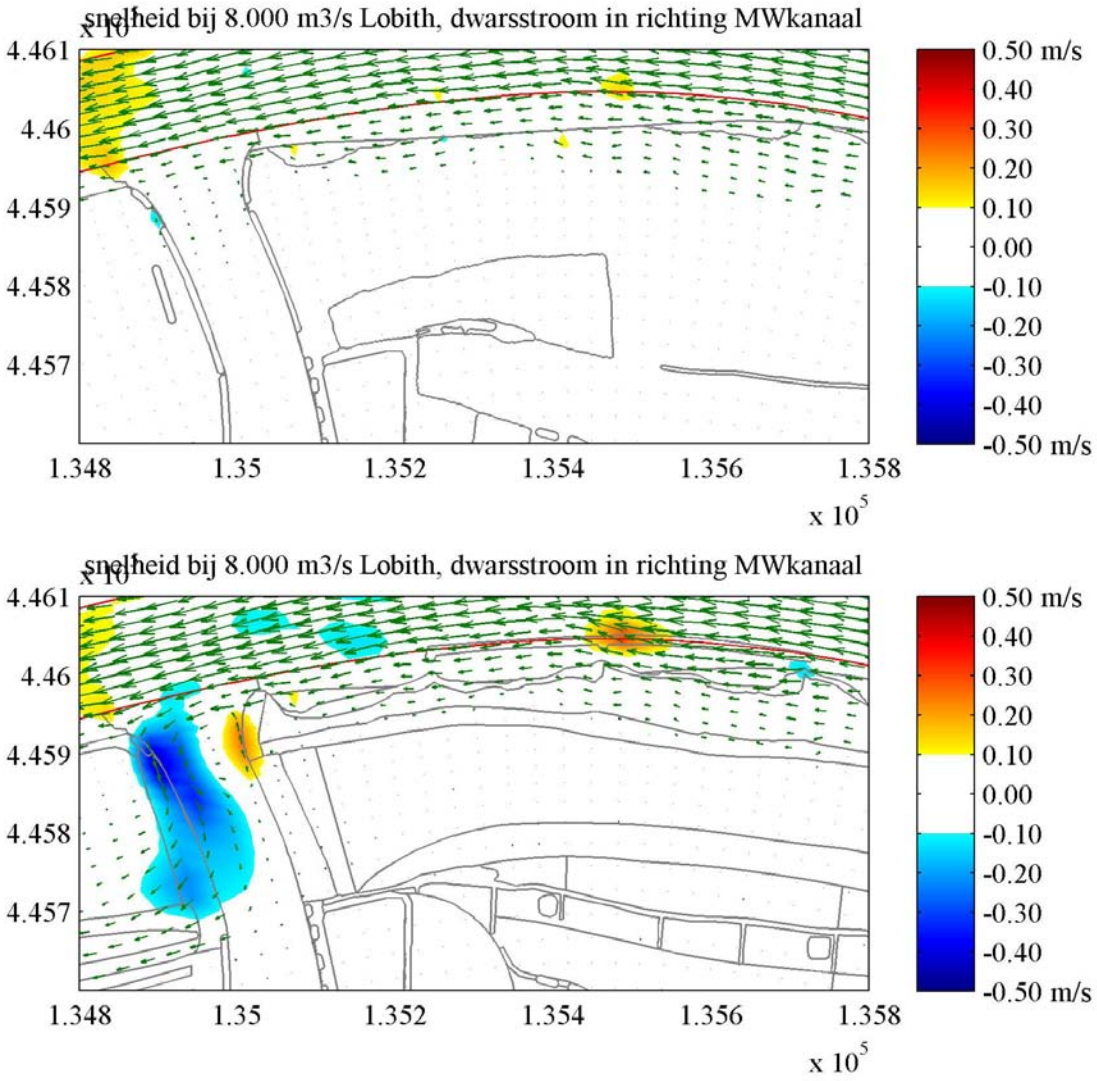
4.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF en VKA



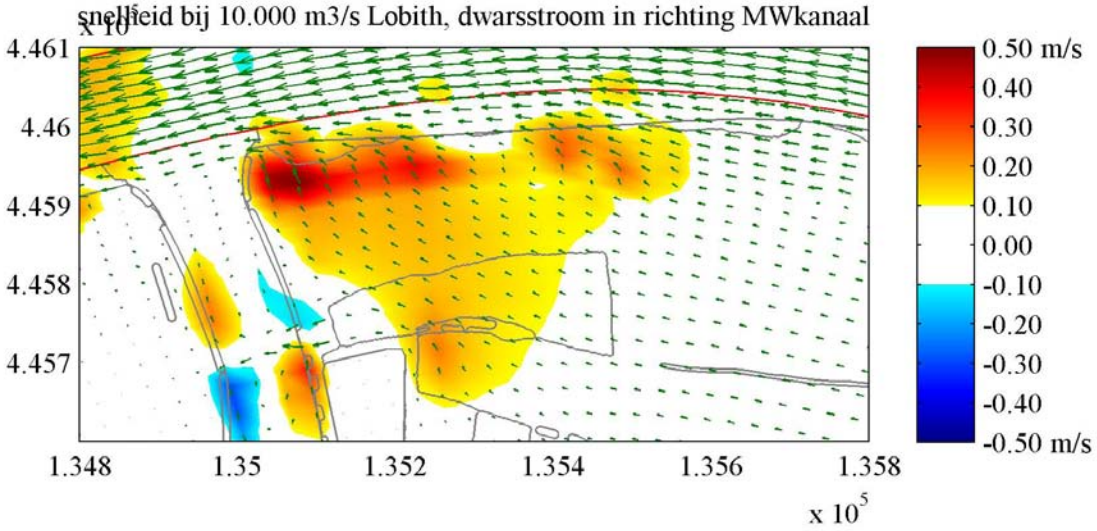
6.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF en VKA

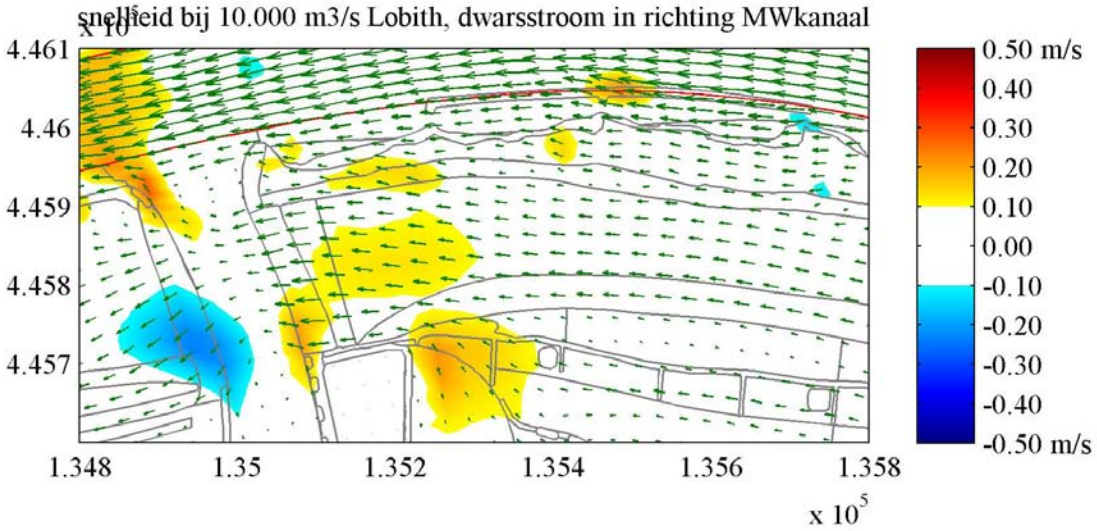


8.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF en VKA

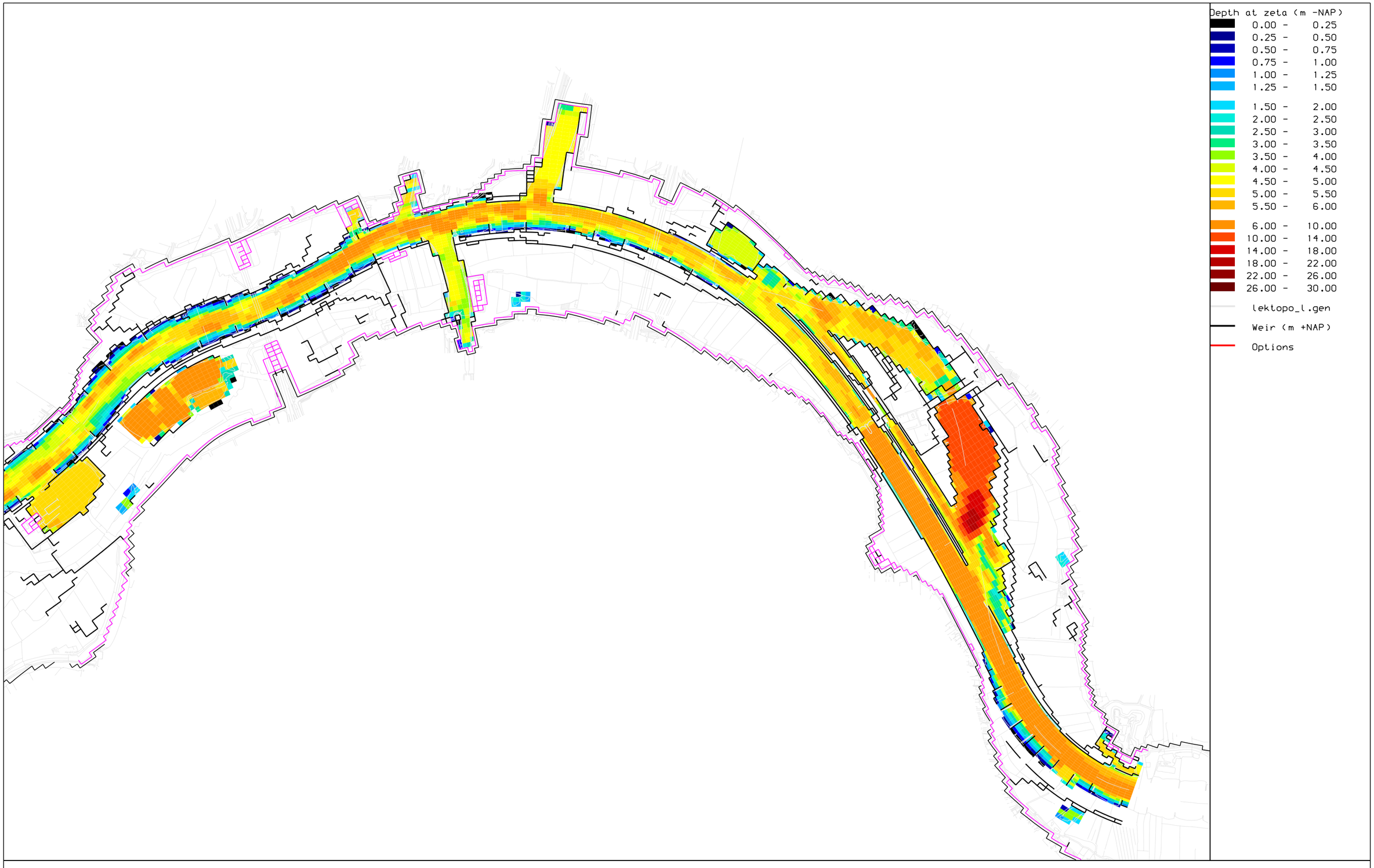


10.000 m^3/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF en VKA



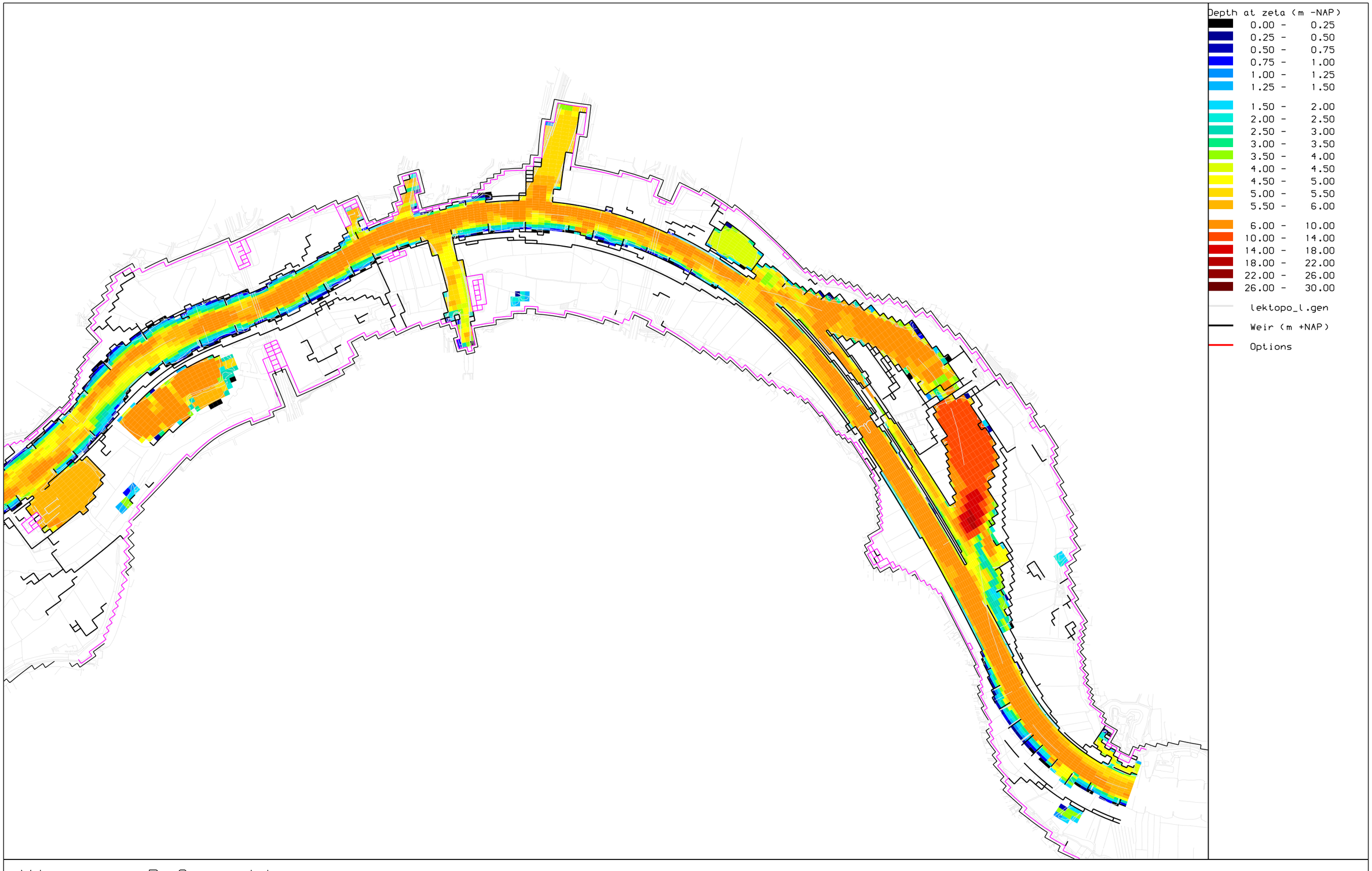


Bijlage 16: Resultaten WAQUA berekeningen – diepte bij verschillende afvoeren



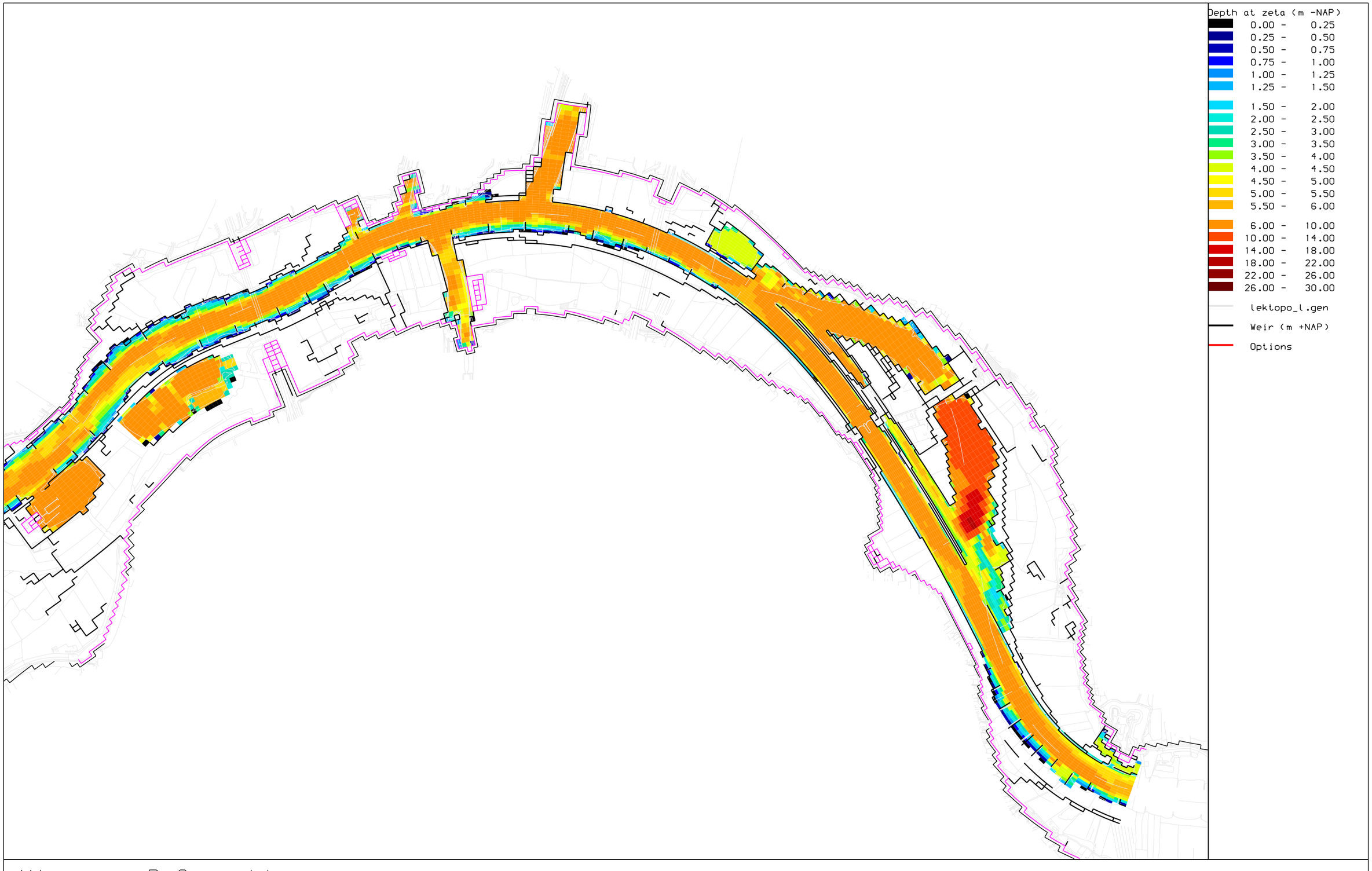
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 2.000 m3/s



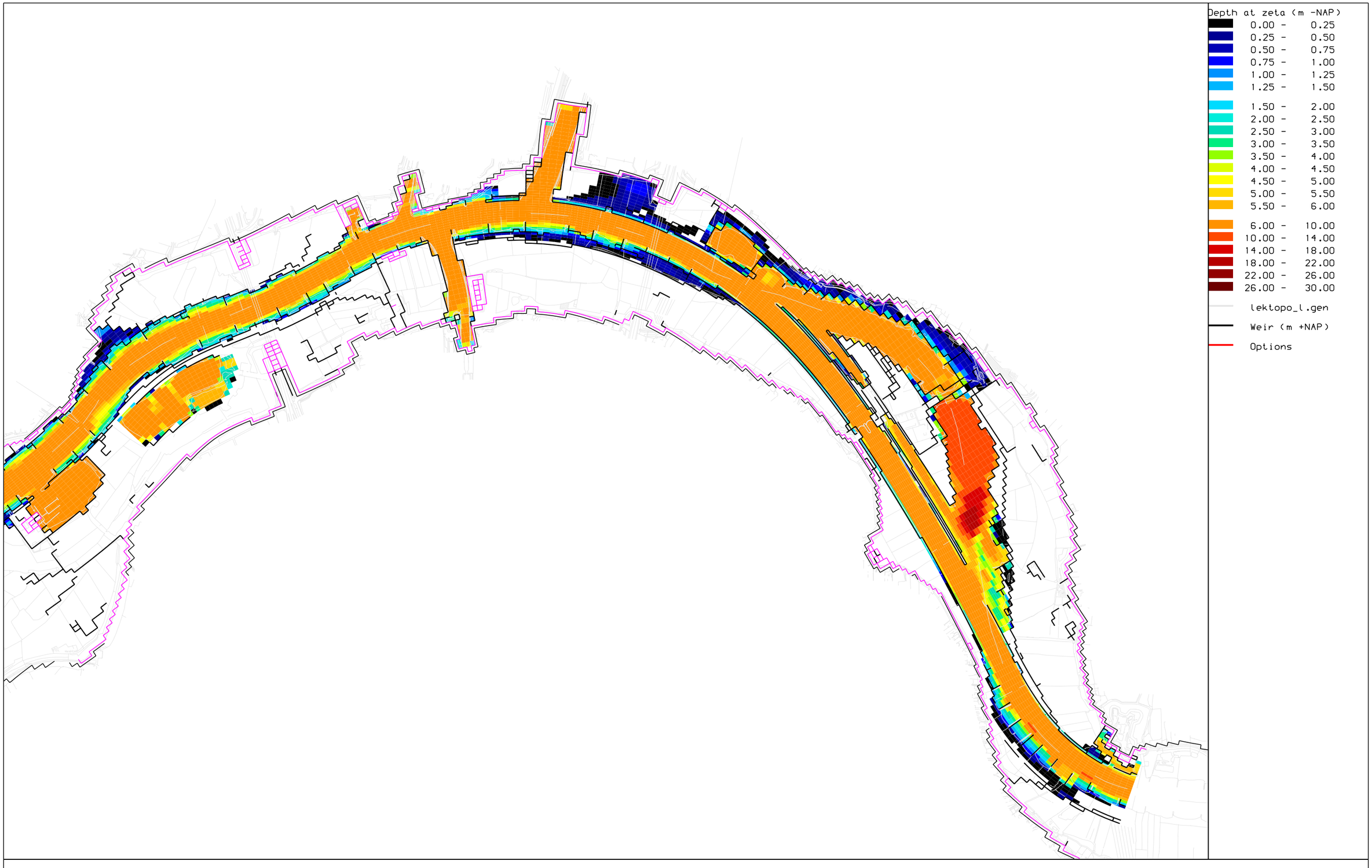
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 3.000 m3/s



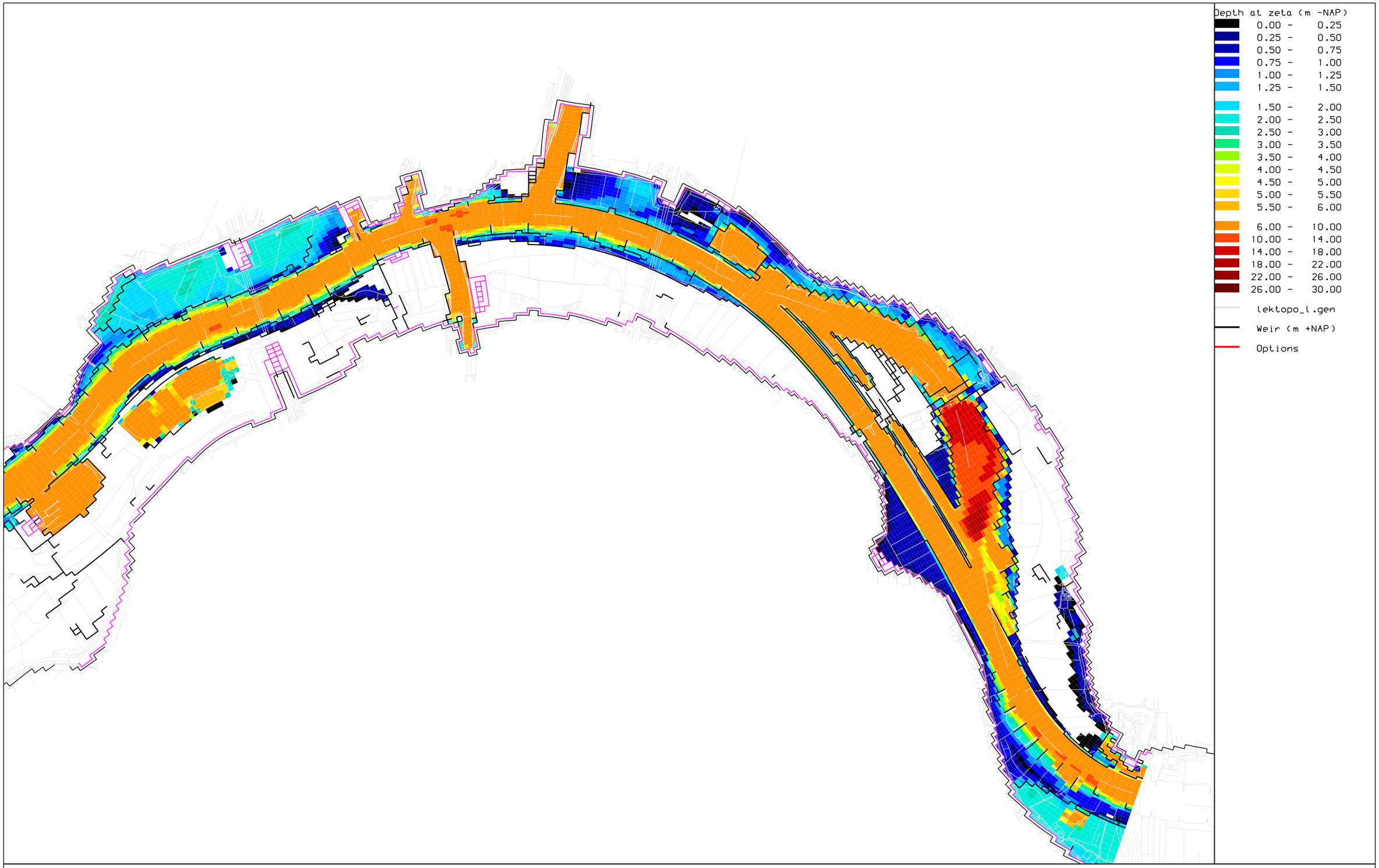
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 4.000 m3/s



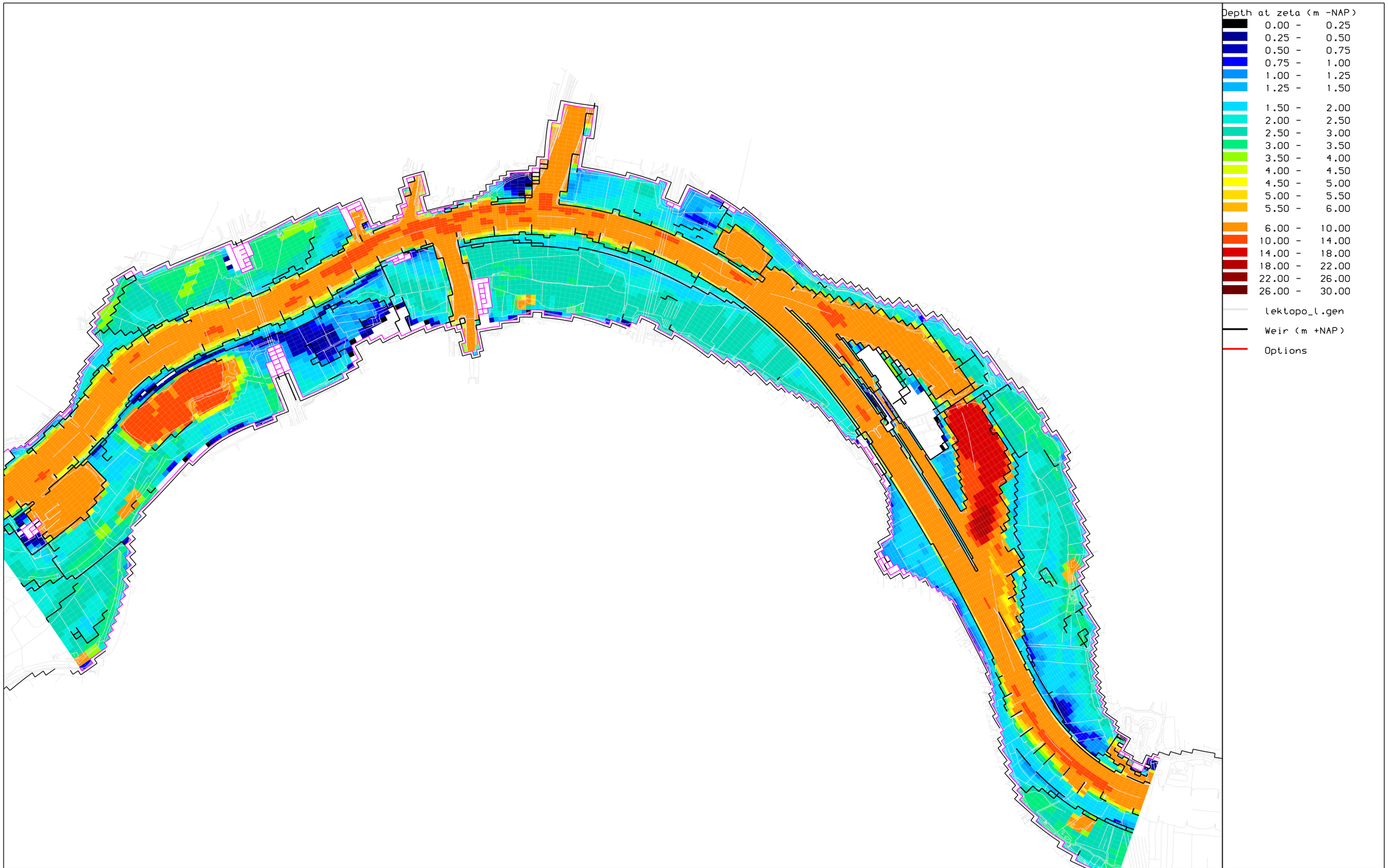
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 6.000 m3/s



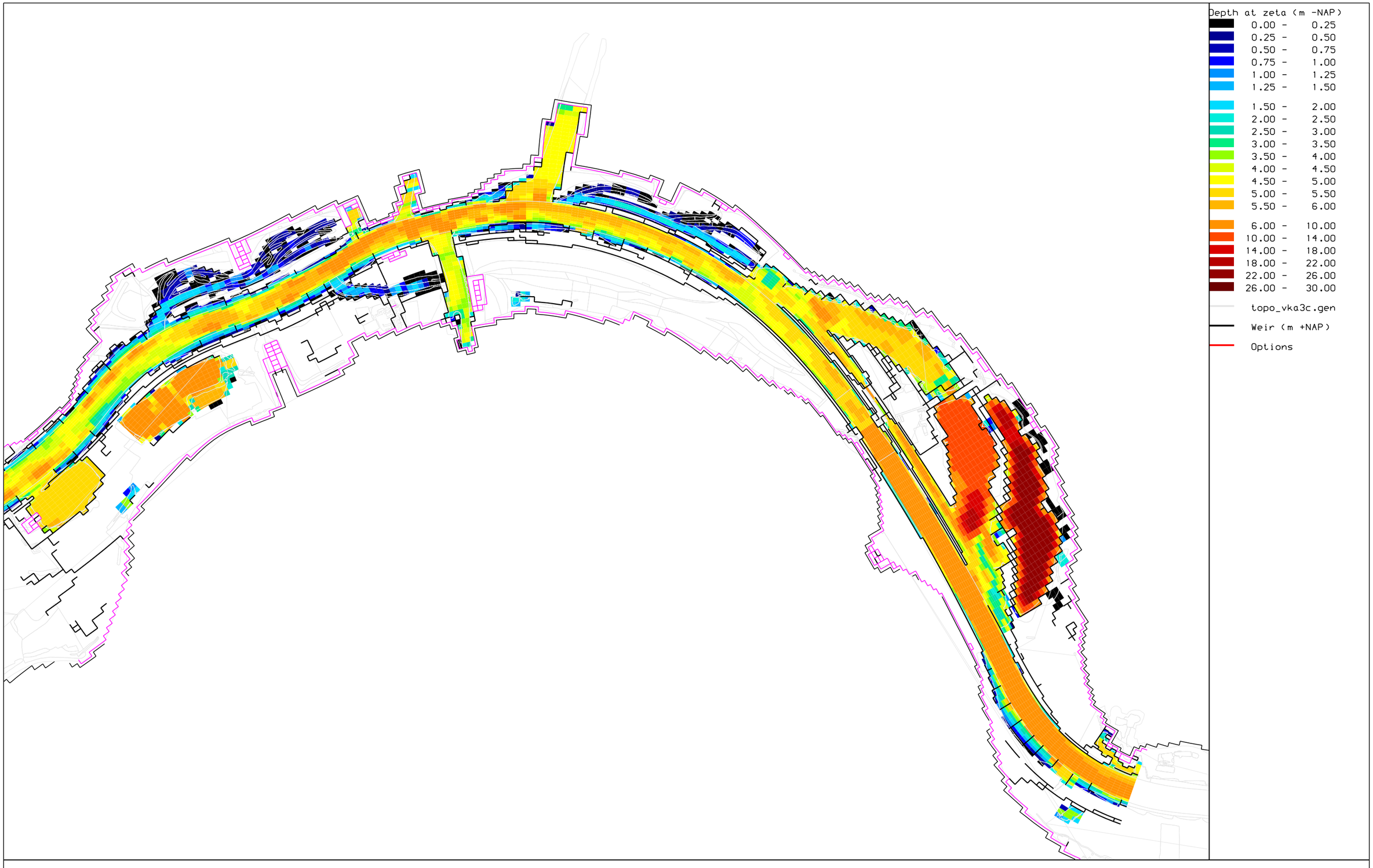
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 8.000 m3/s



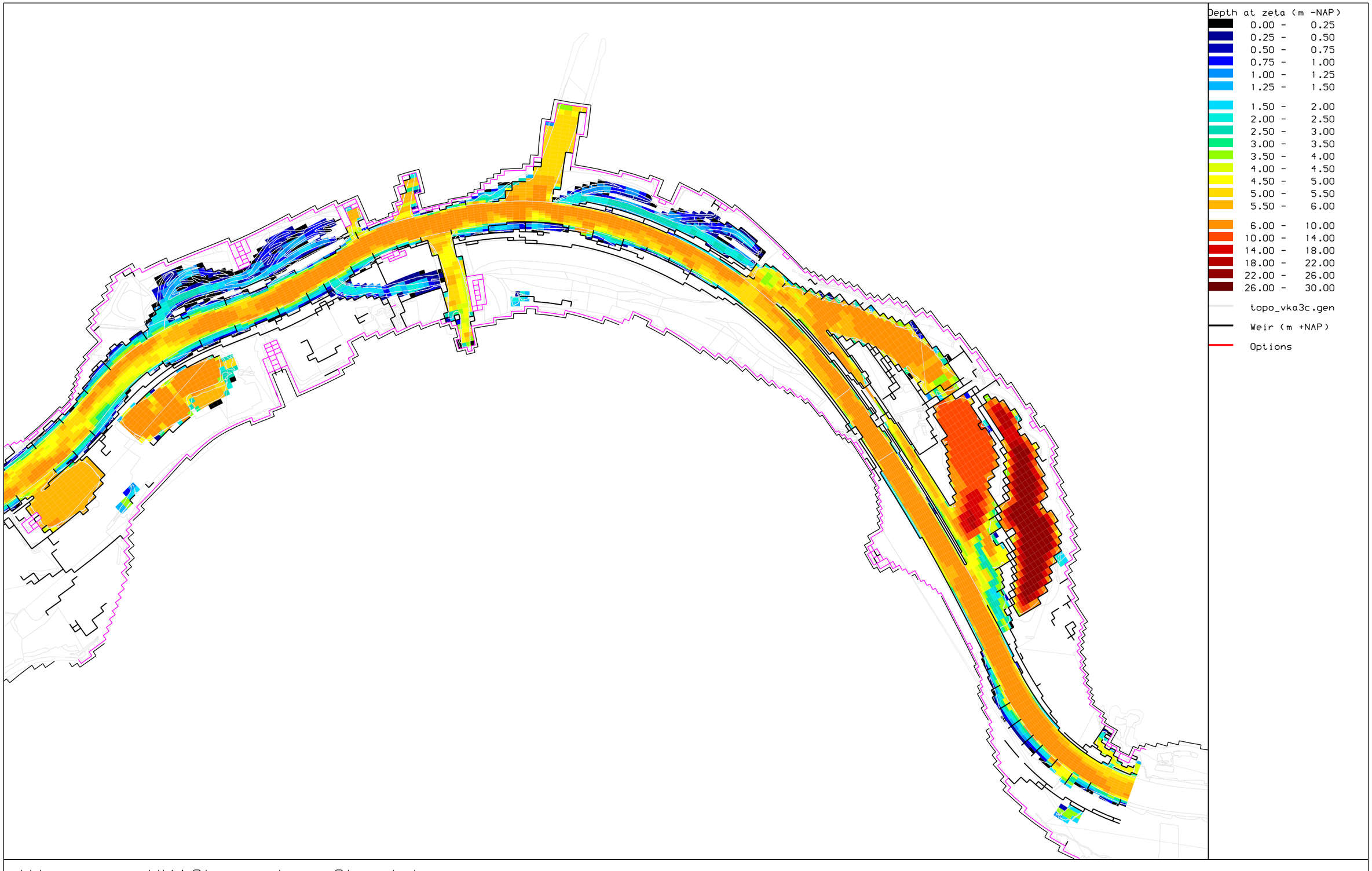
Vianen - Referentie

Waterdieptes bij Q Lobith = 10.000 m3/s



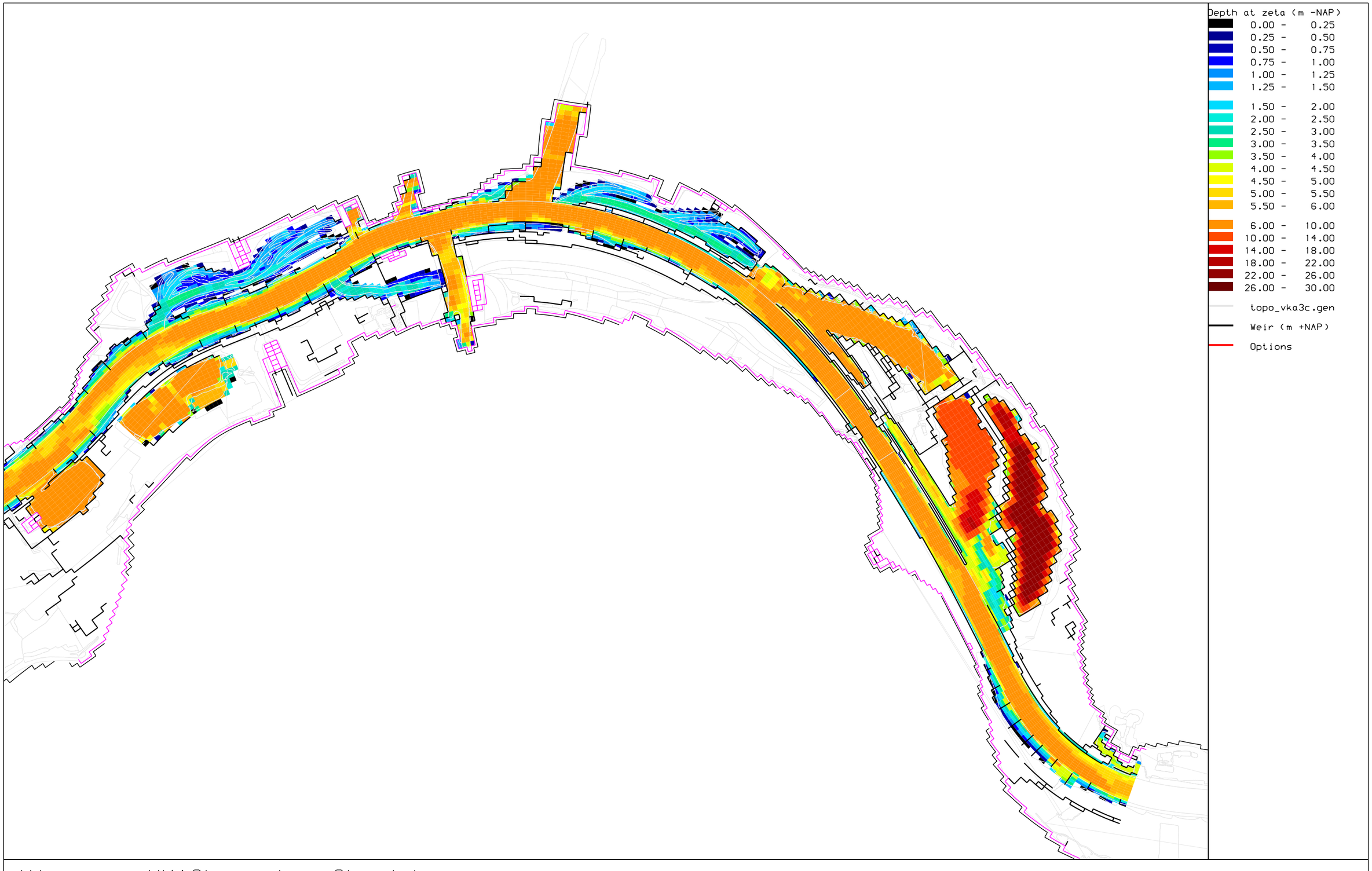
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 2.000 m3/s



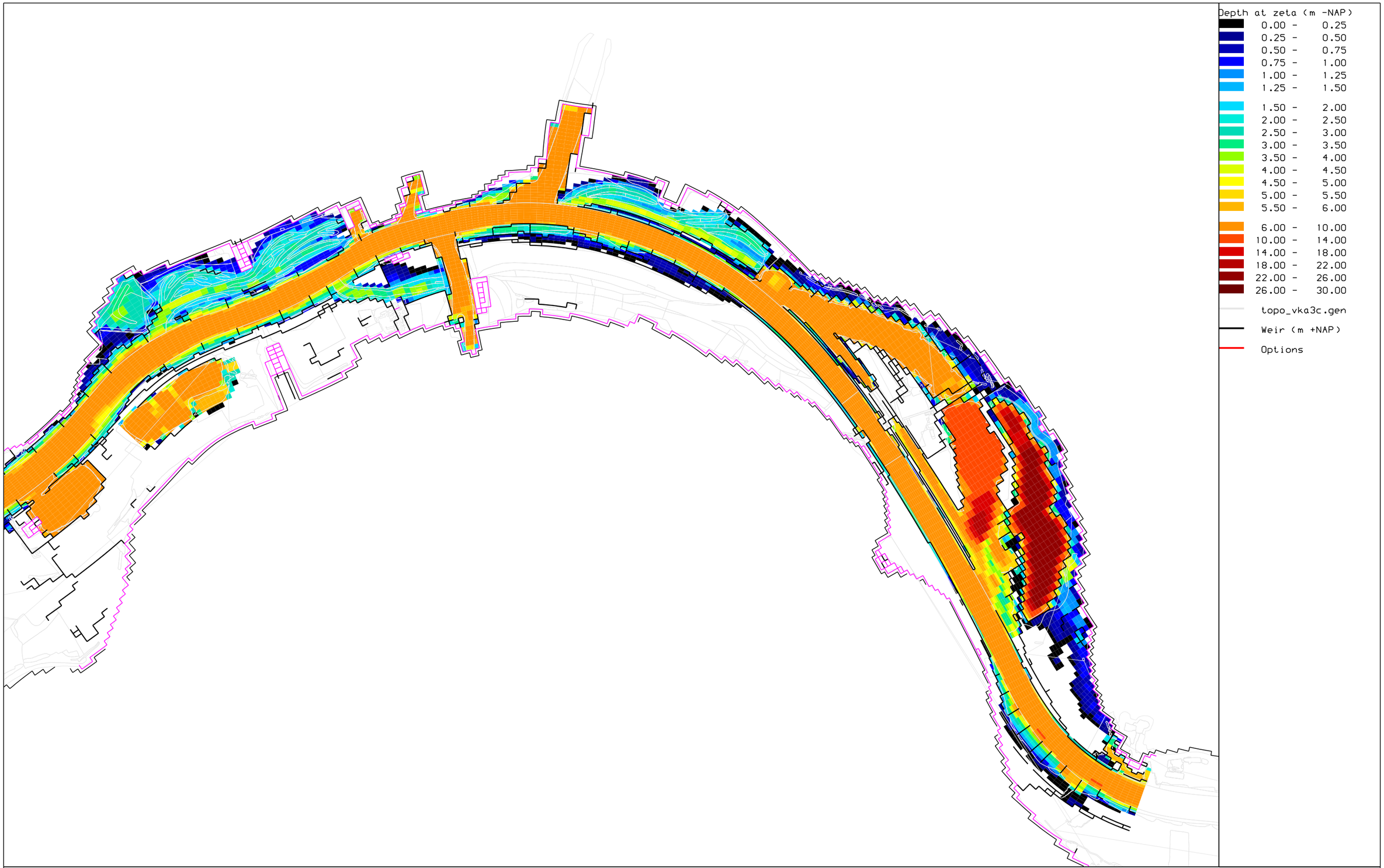
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 3.000 m3/s



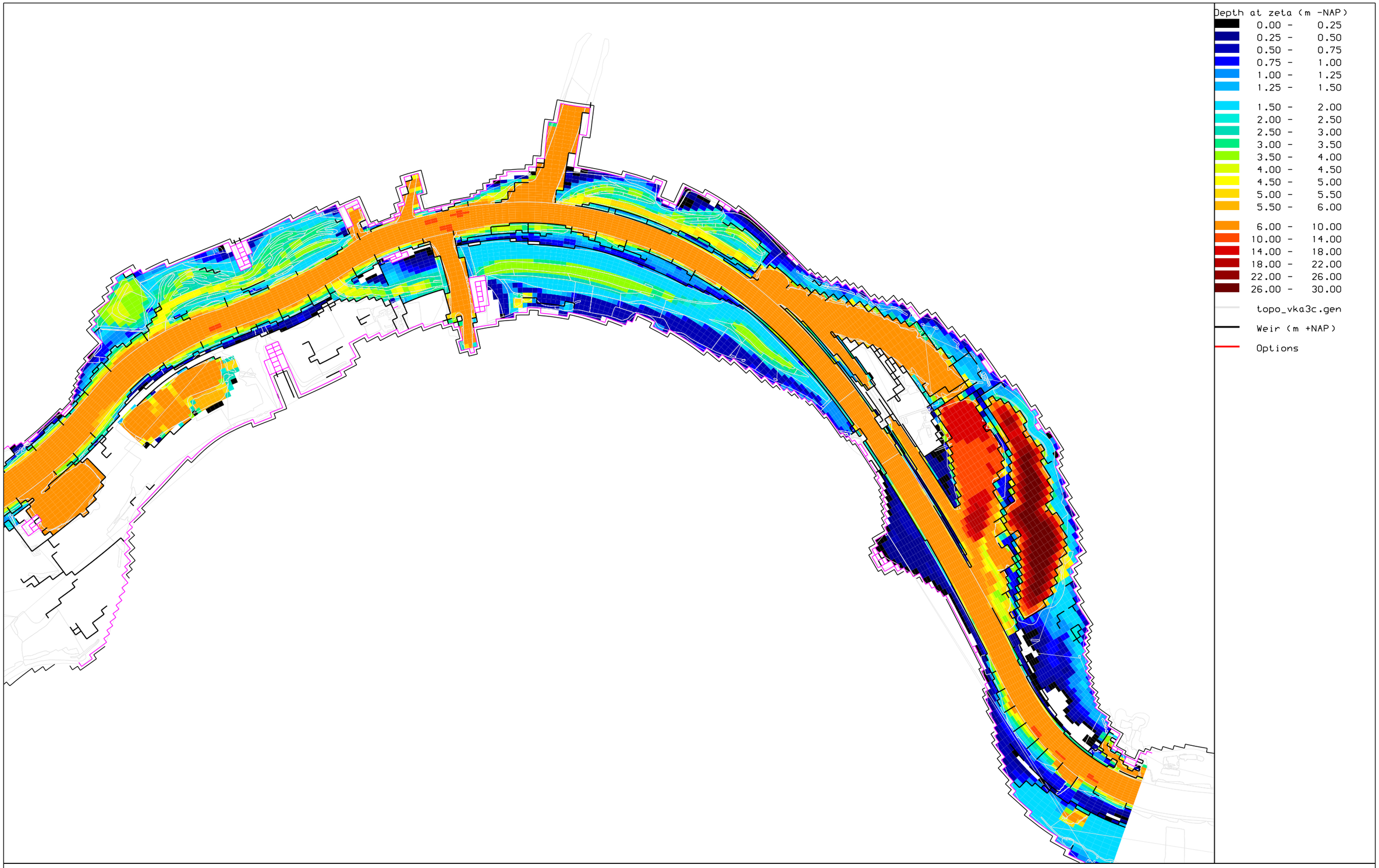
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 4.000 m3/s



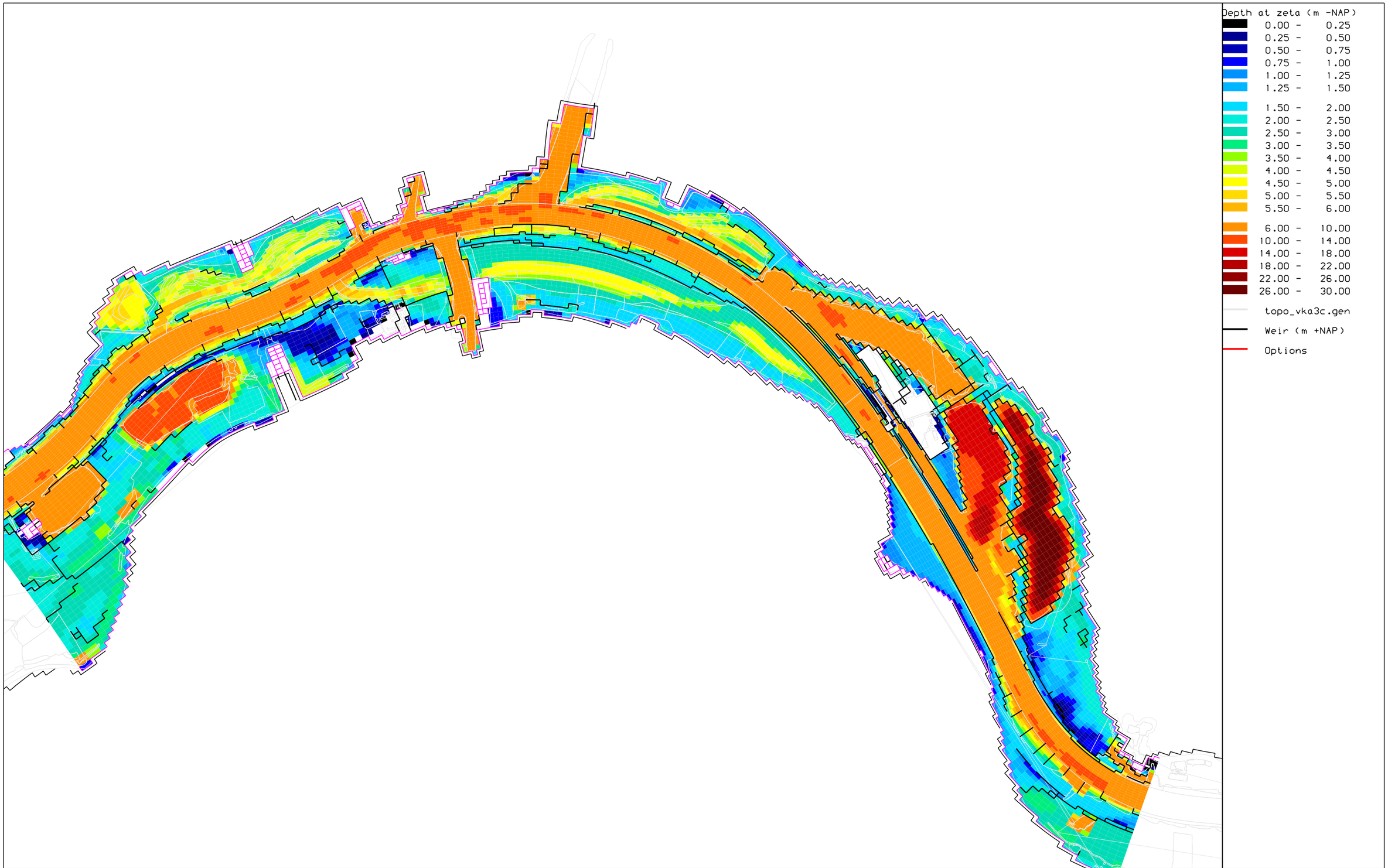
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 6.000 m3/s



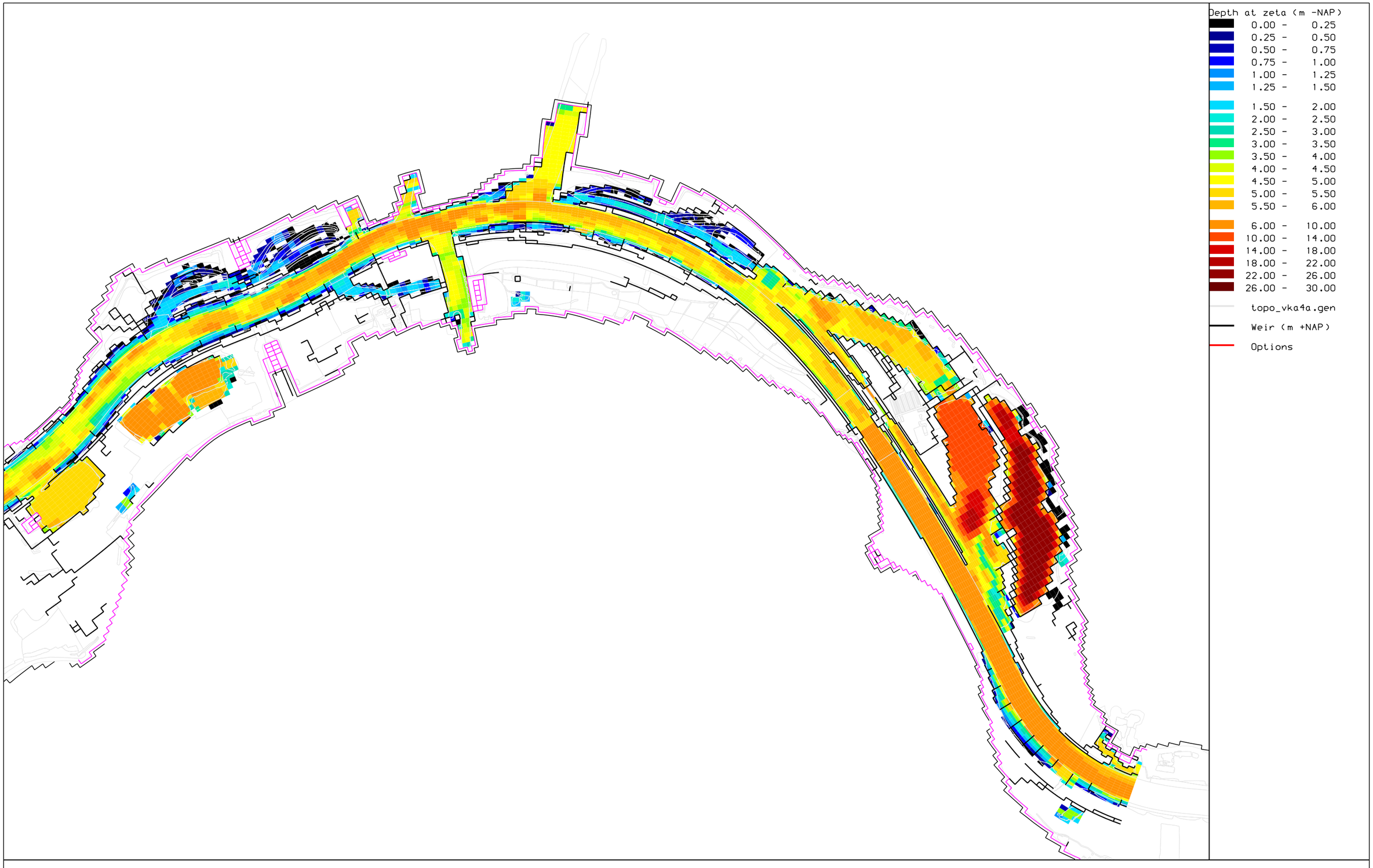
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 8.000 m3/s



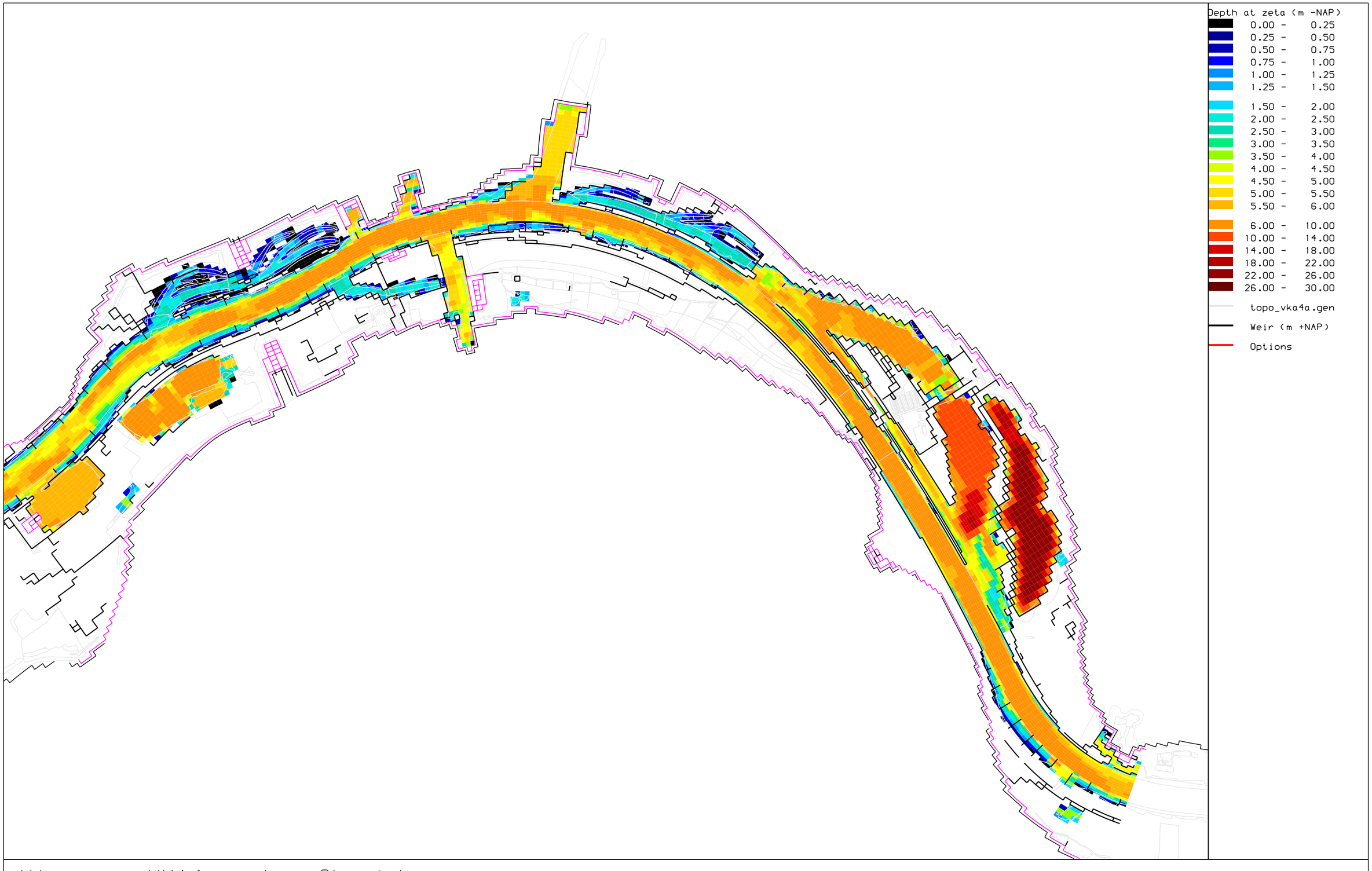
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 10.000 m3/s



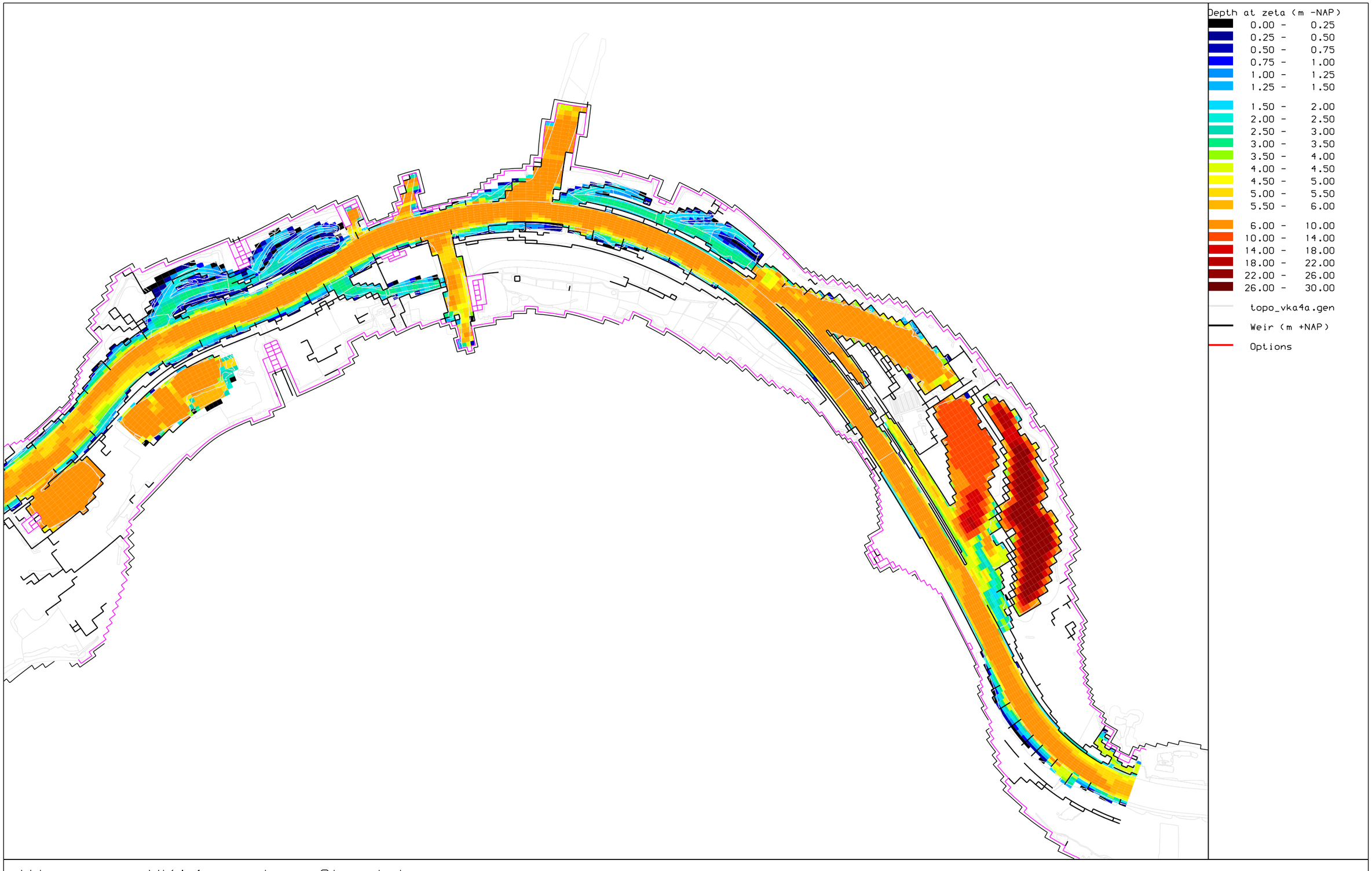
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 2.000 m3/s



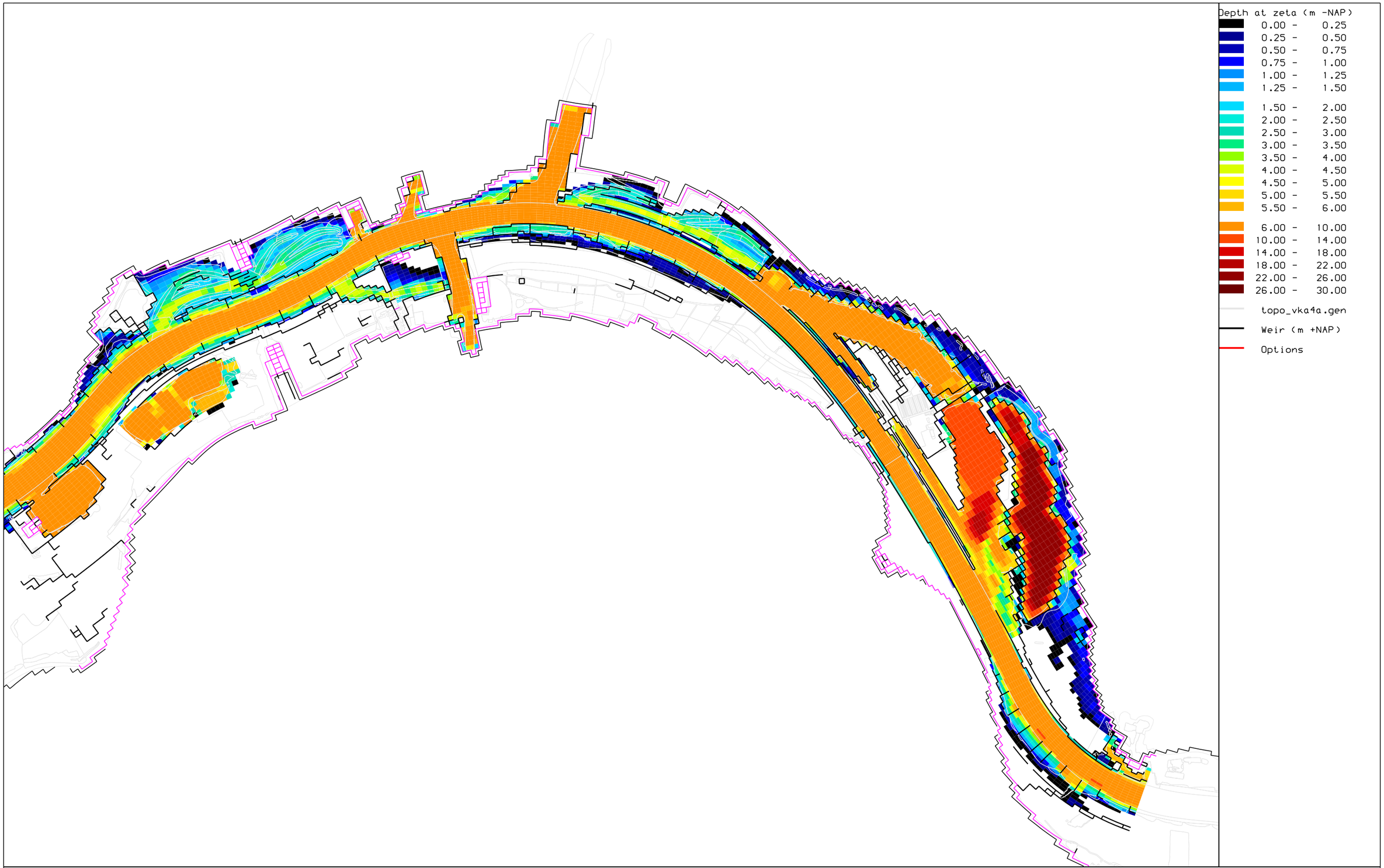
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 3.000 m3/s



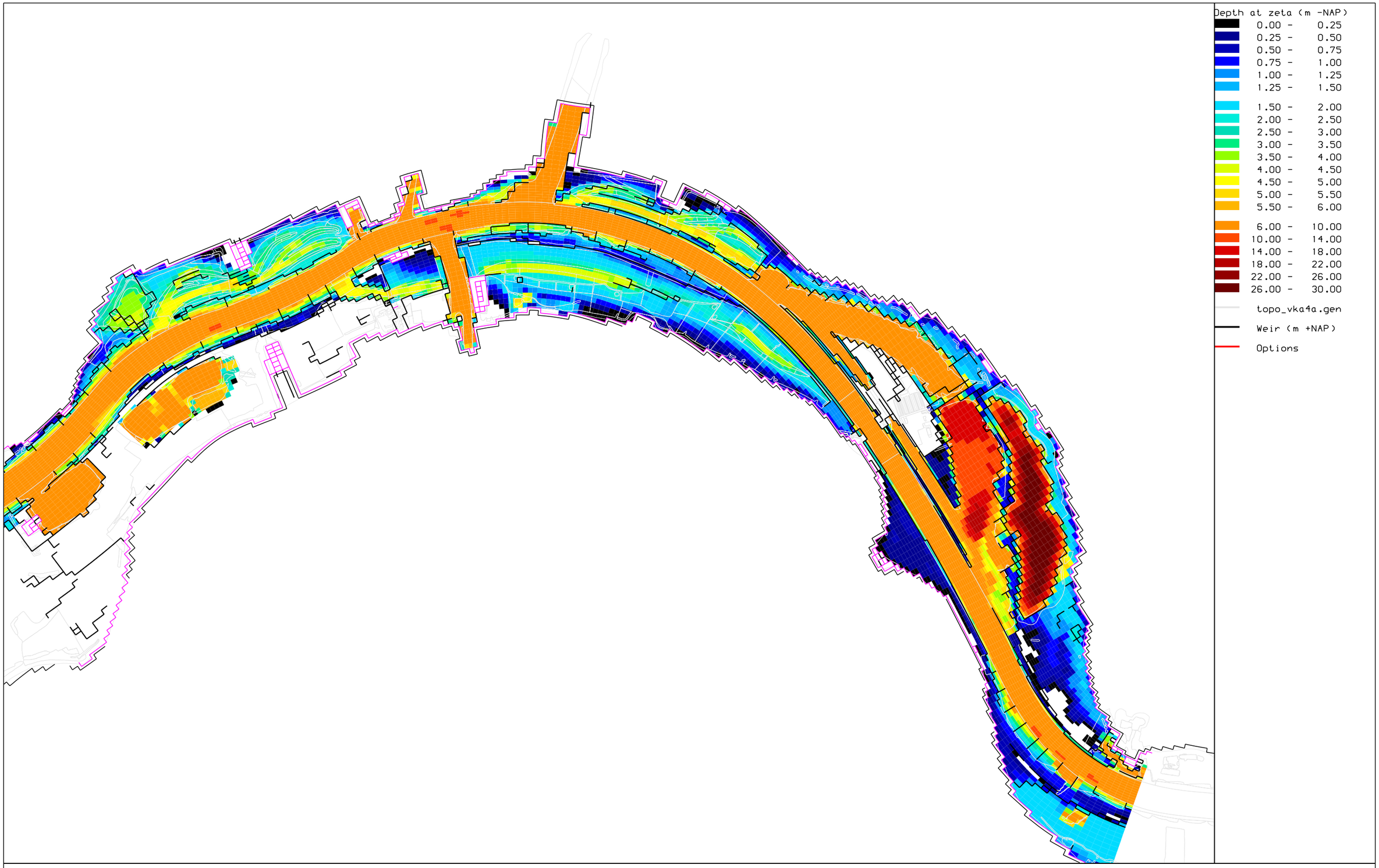
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 4.000 m3/s



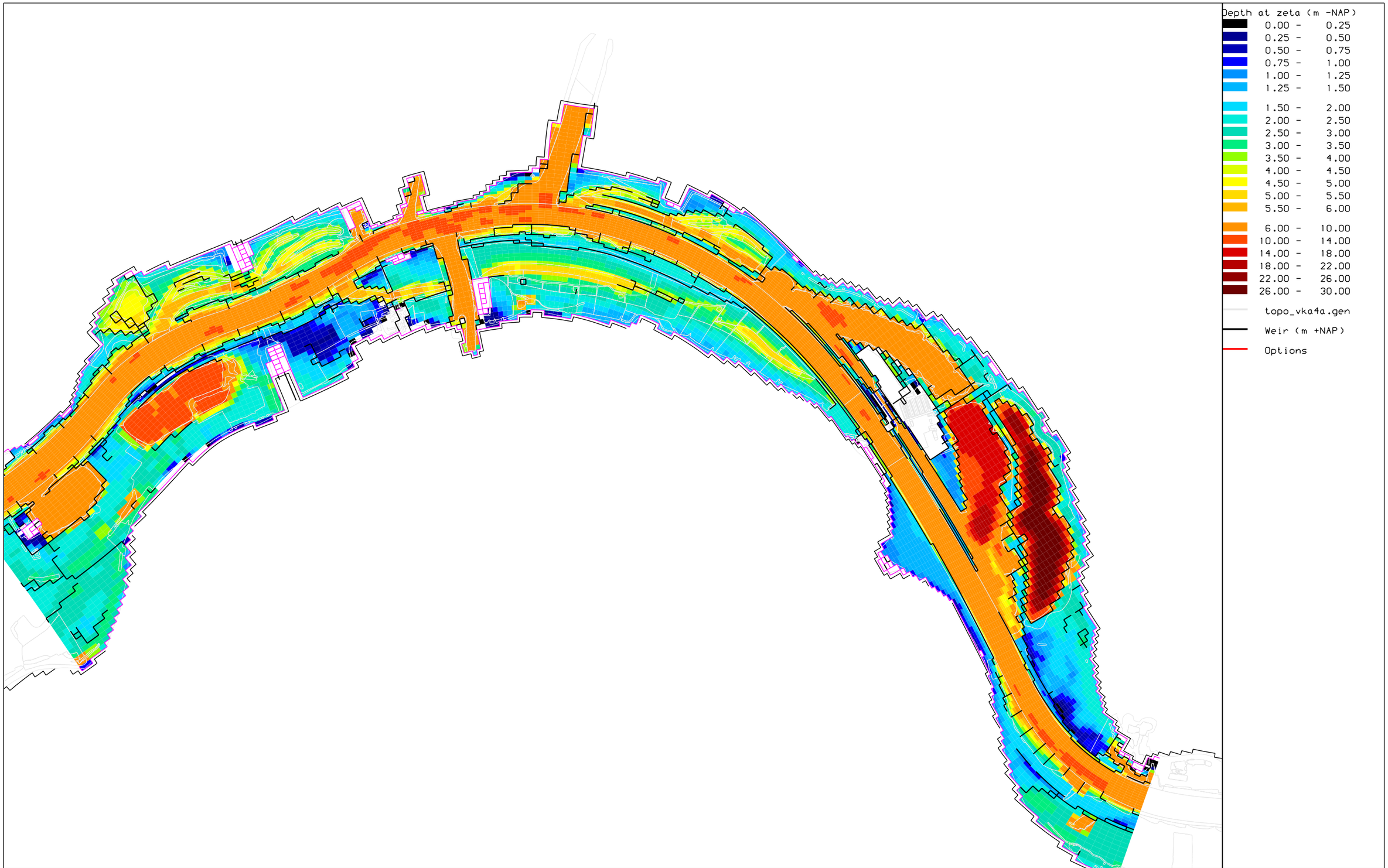
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 6.000 m3/s



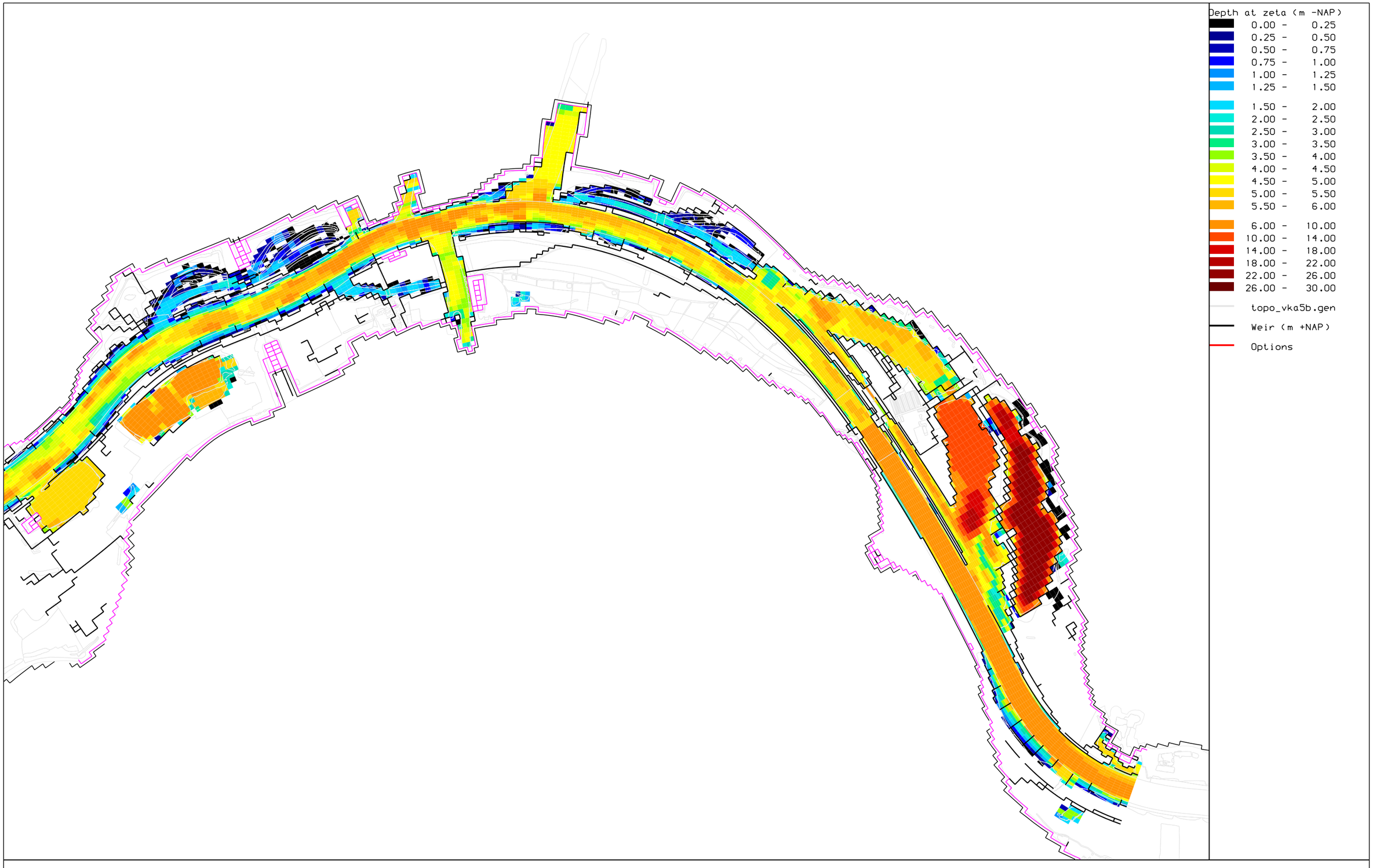
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 8.000 m3/s



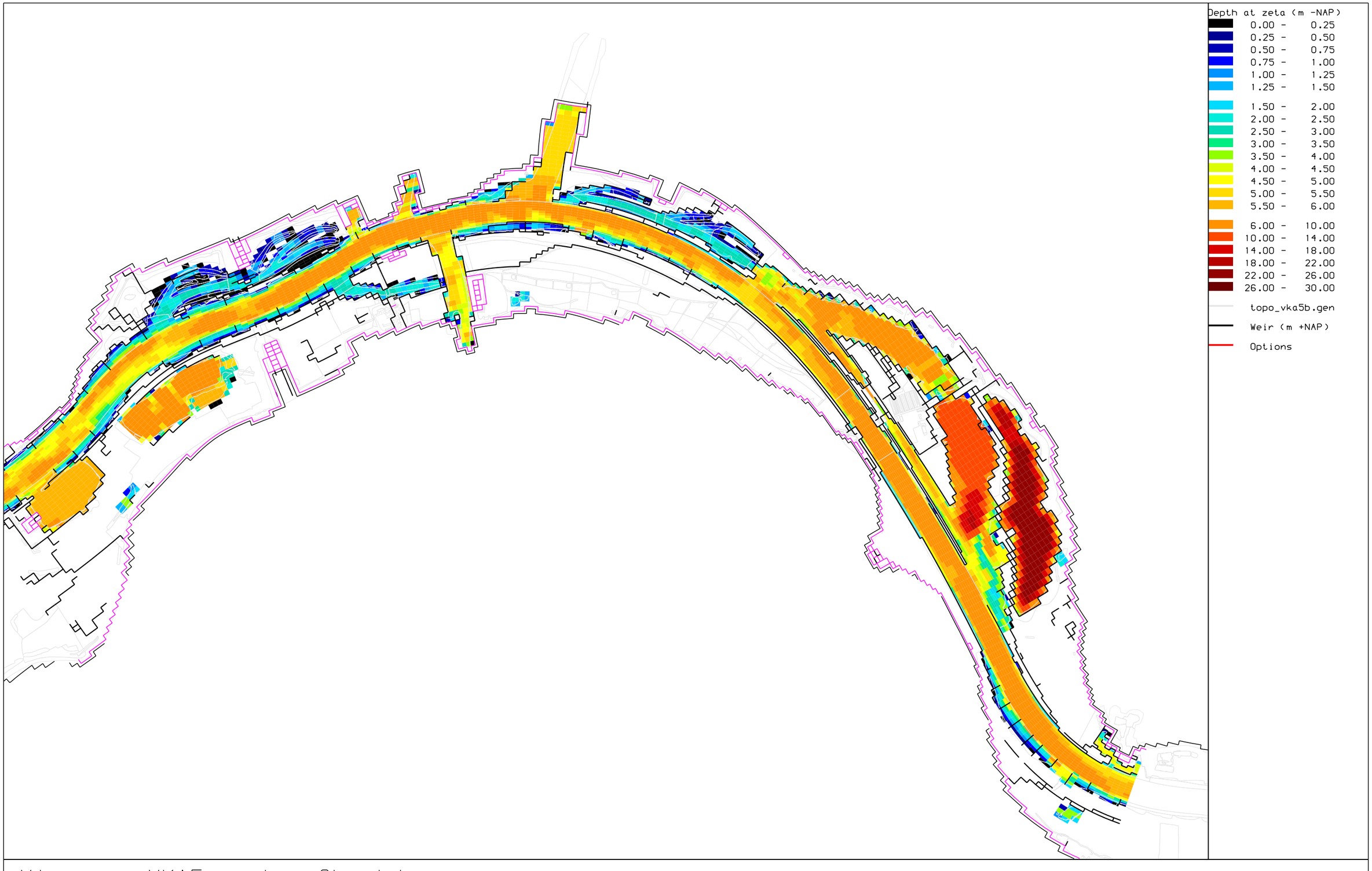
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 10.000 m3/s



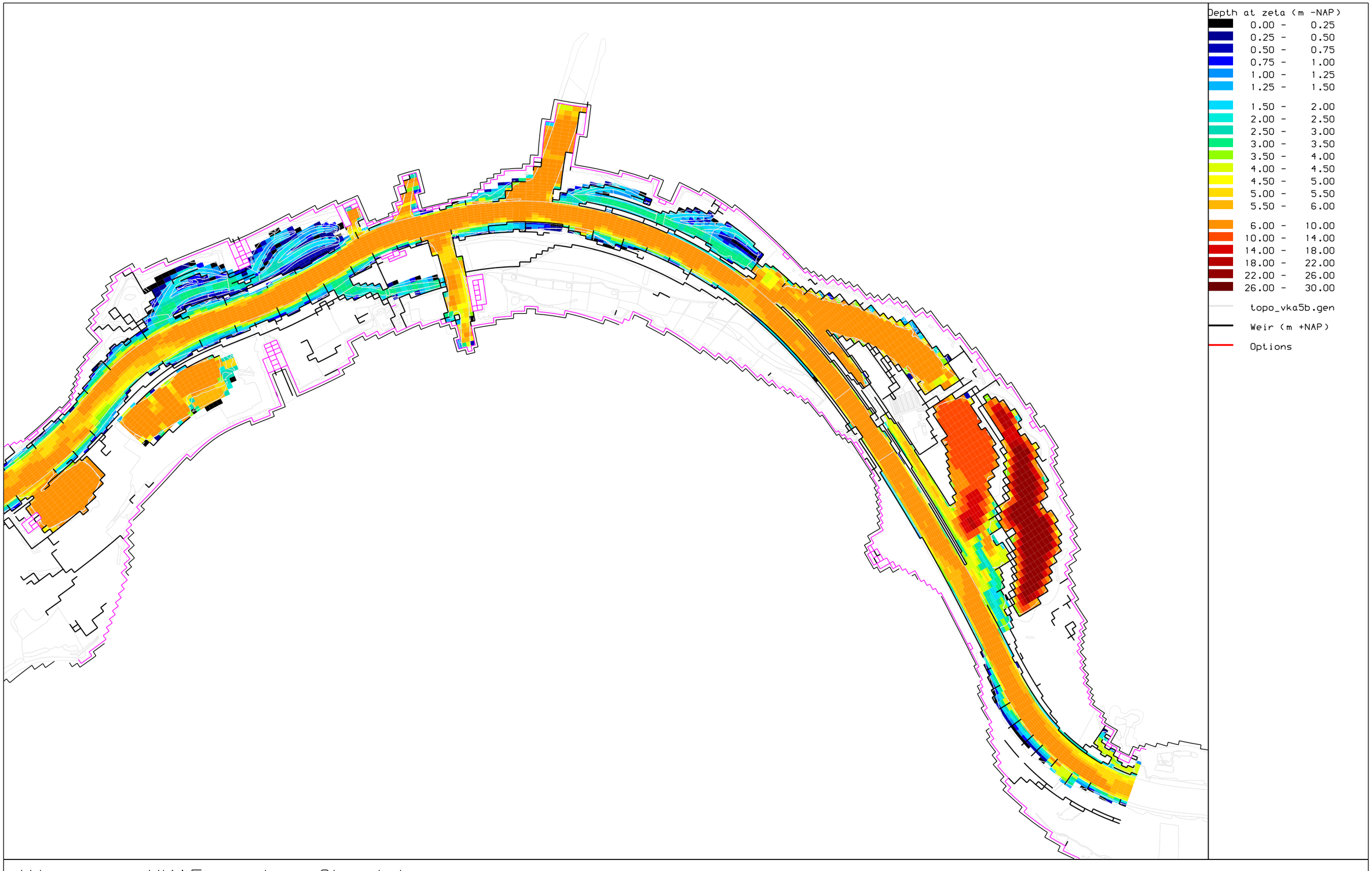
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 2.000 m3/s



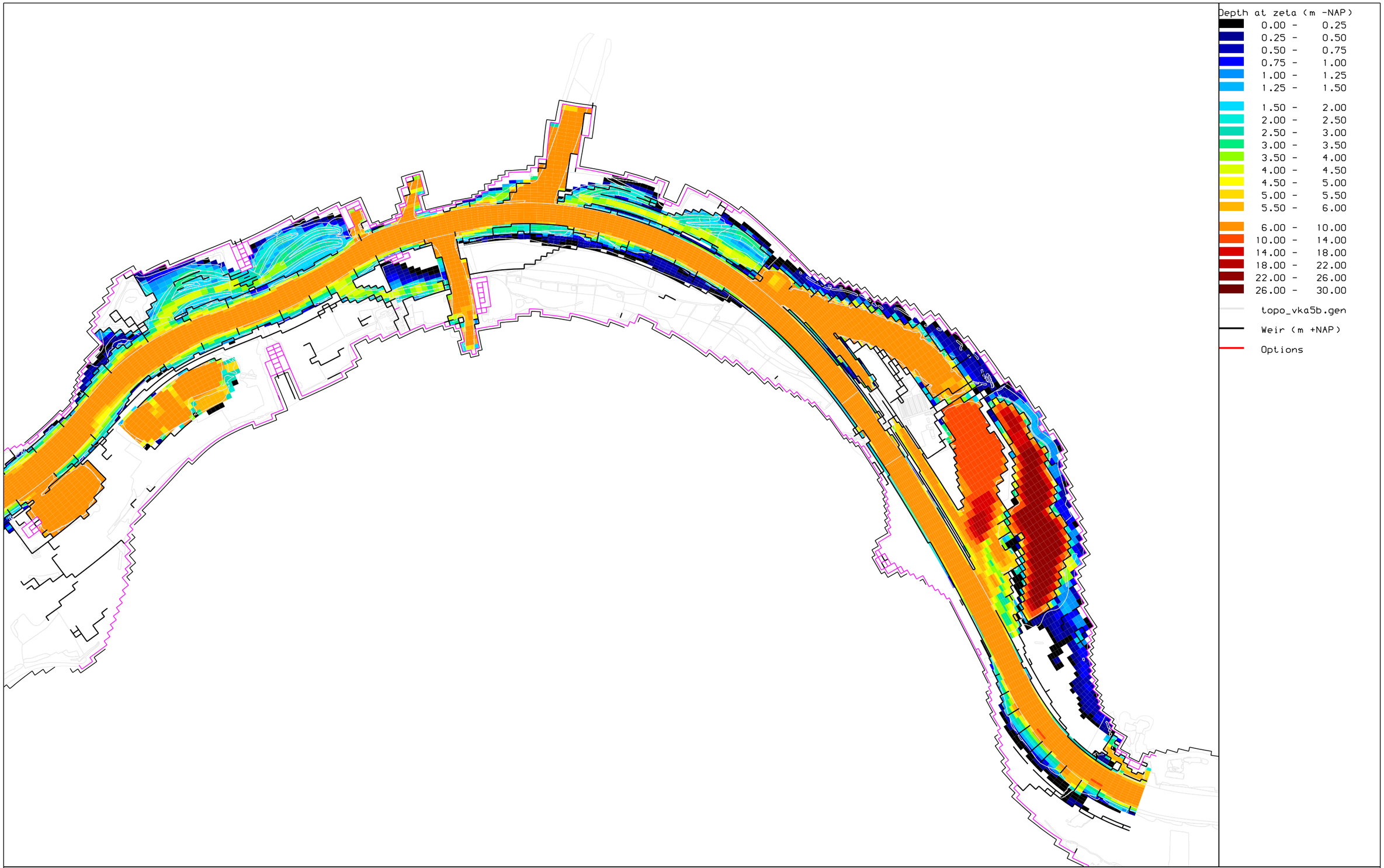
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 3.000 m3/s



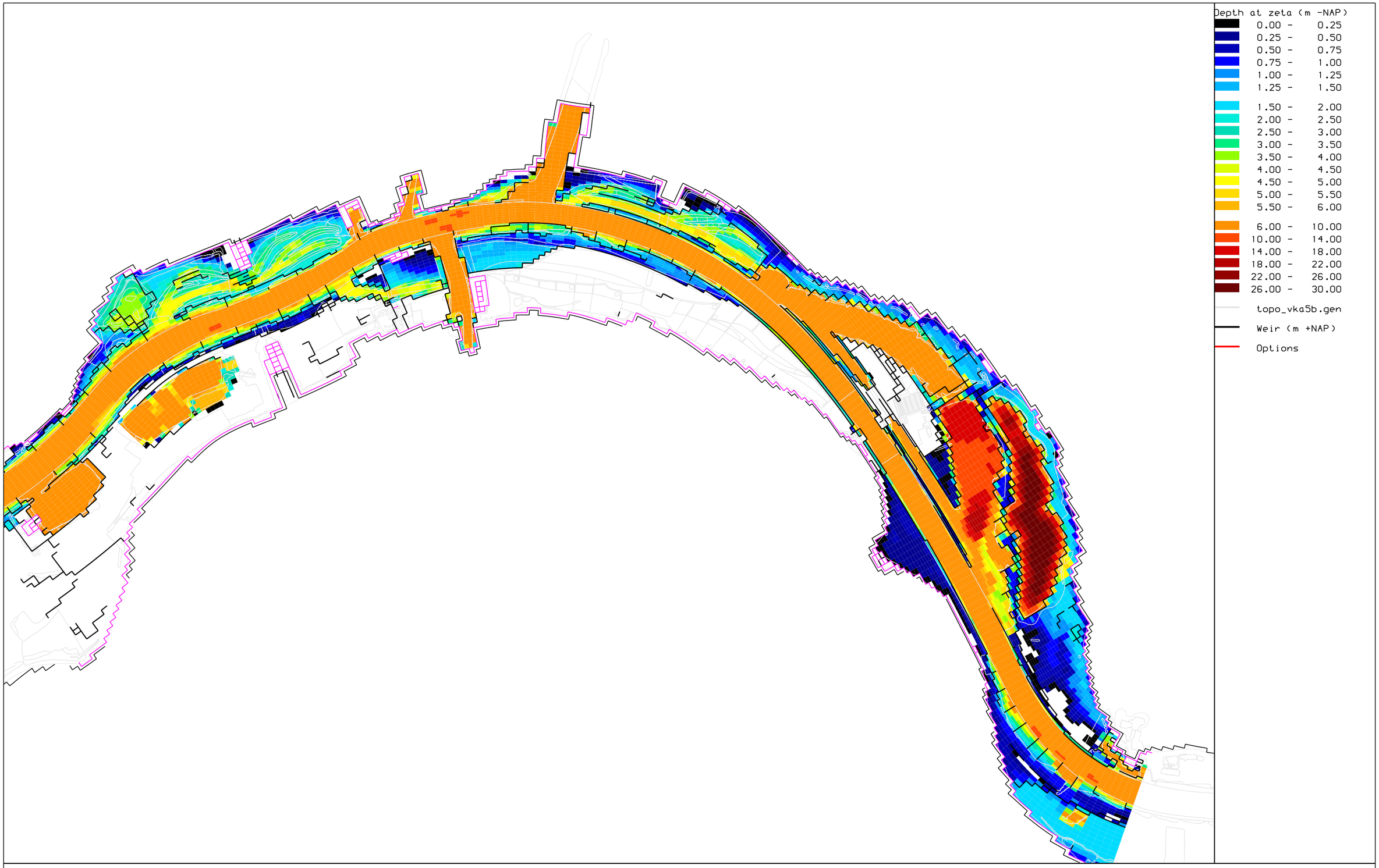
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 4.000 m3/s



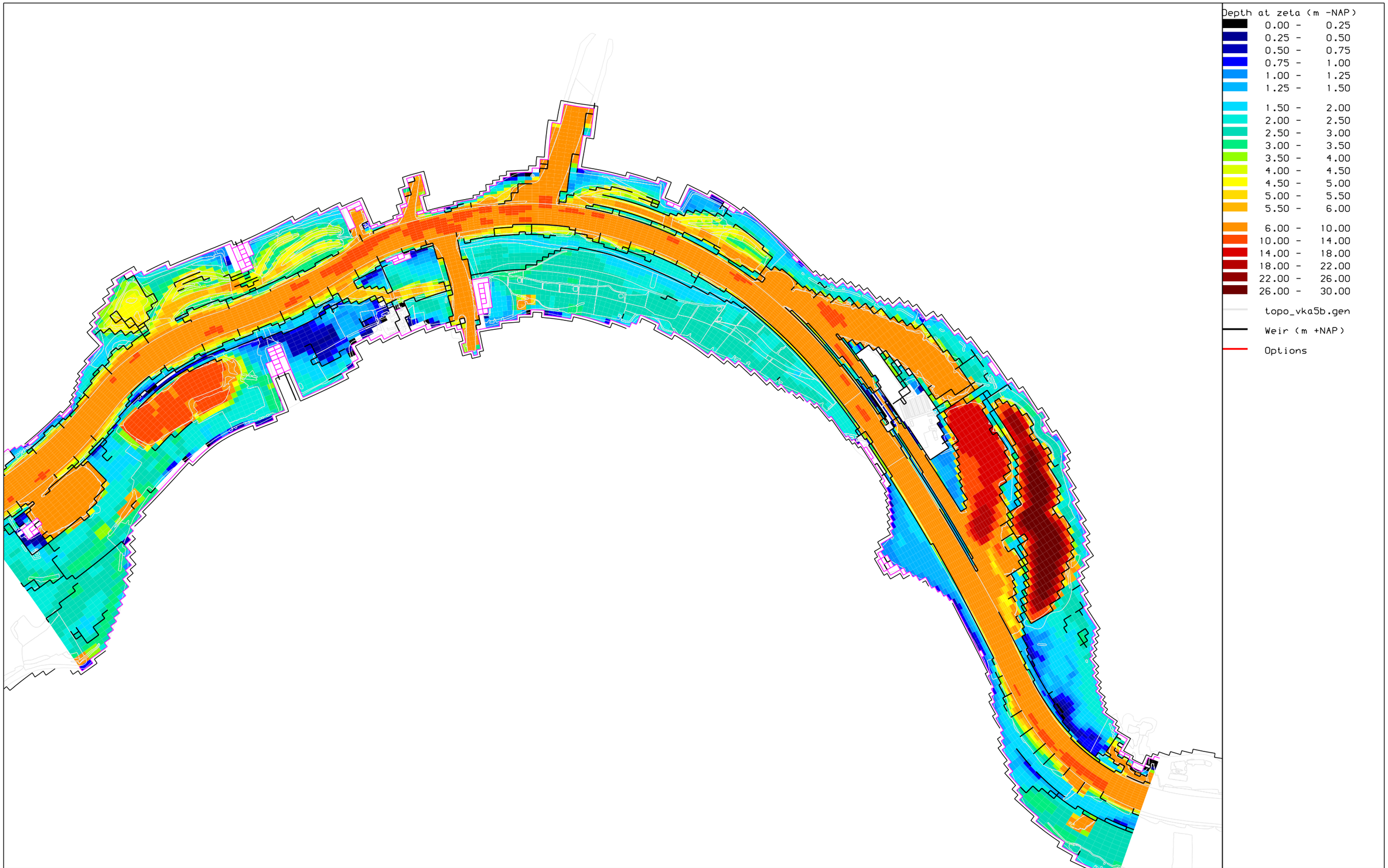
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Waterdieptes bij Q Lobith = 6.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

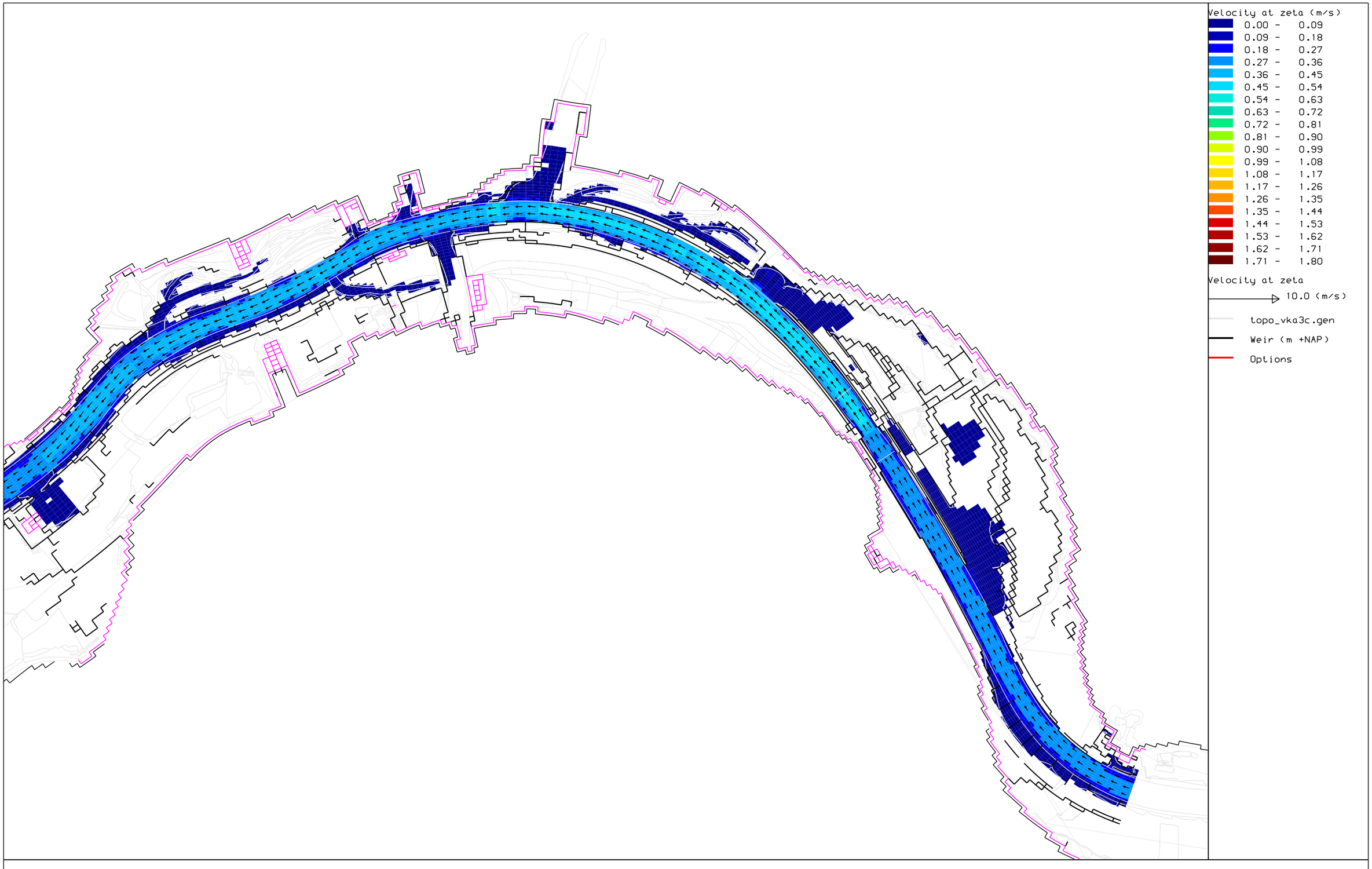
Waterdieptes bij Q Lobith = 8.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

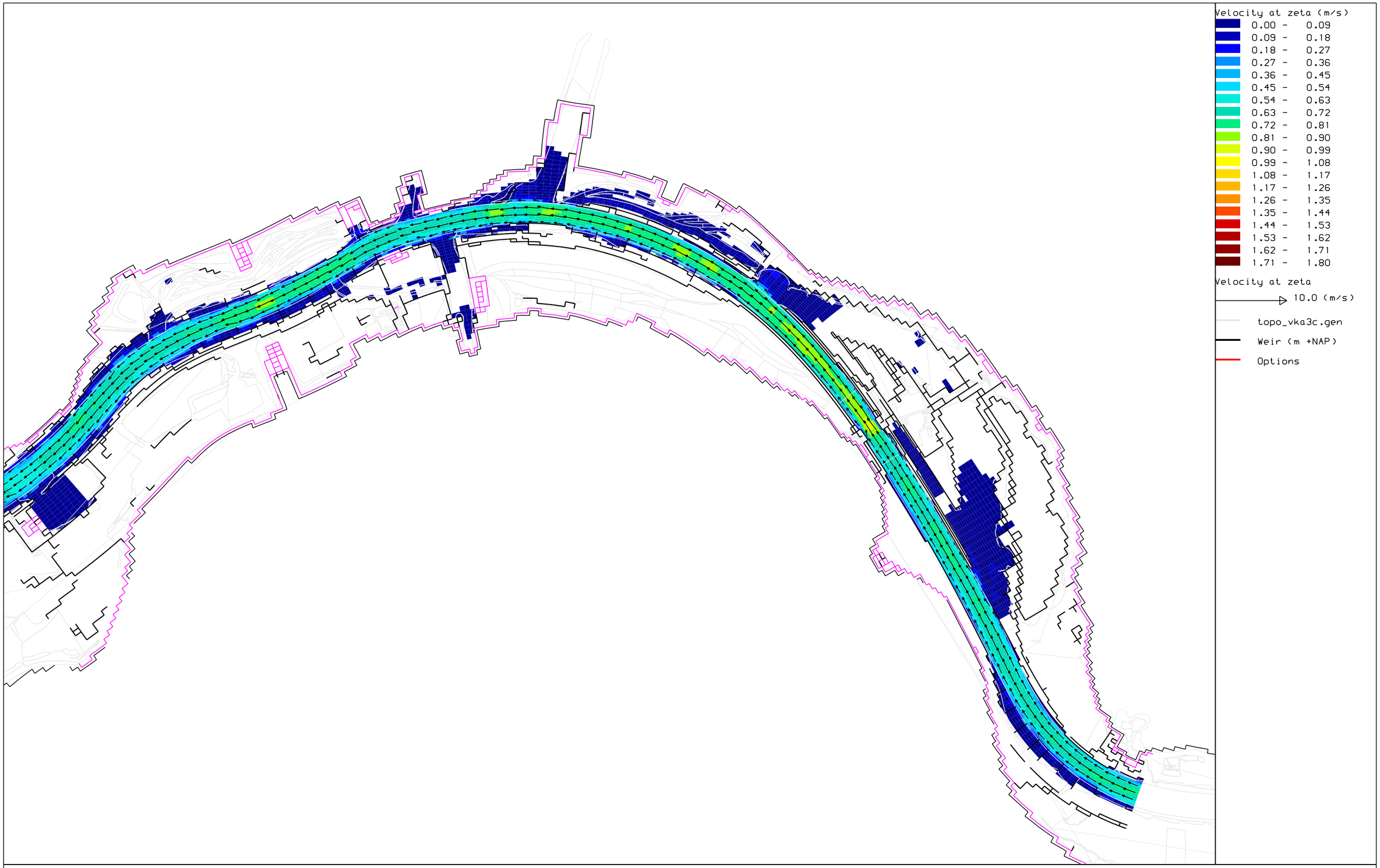
Waterdieptes bij Q Lobith = 10.000 m3/s

Bijlage 17: Resultaten WAQUA berekeningen – snelheden VVKA, VKA, Projectontwerp



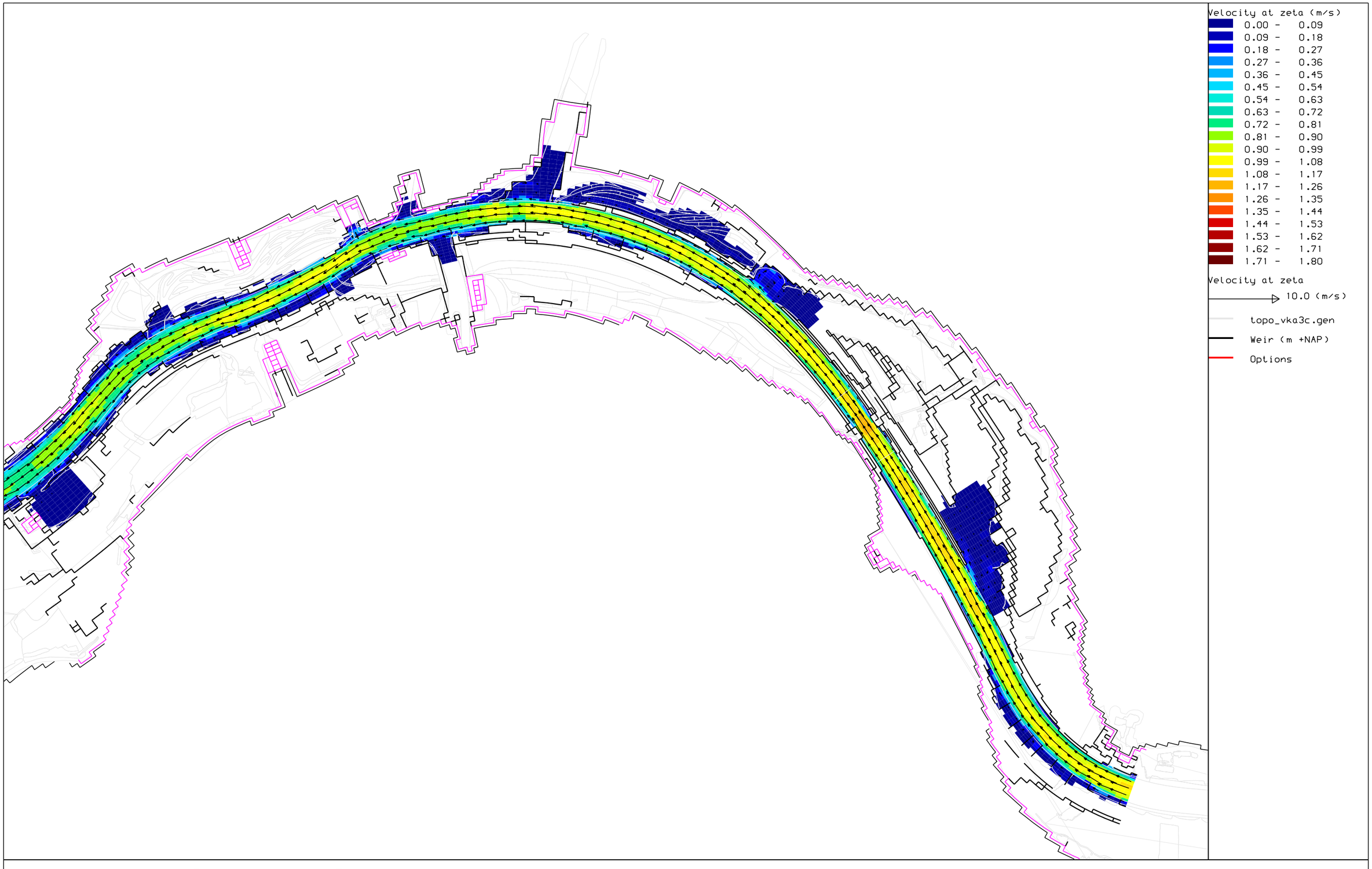
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 2.000 m3/s



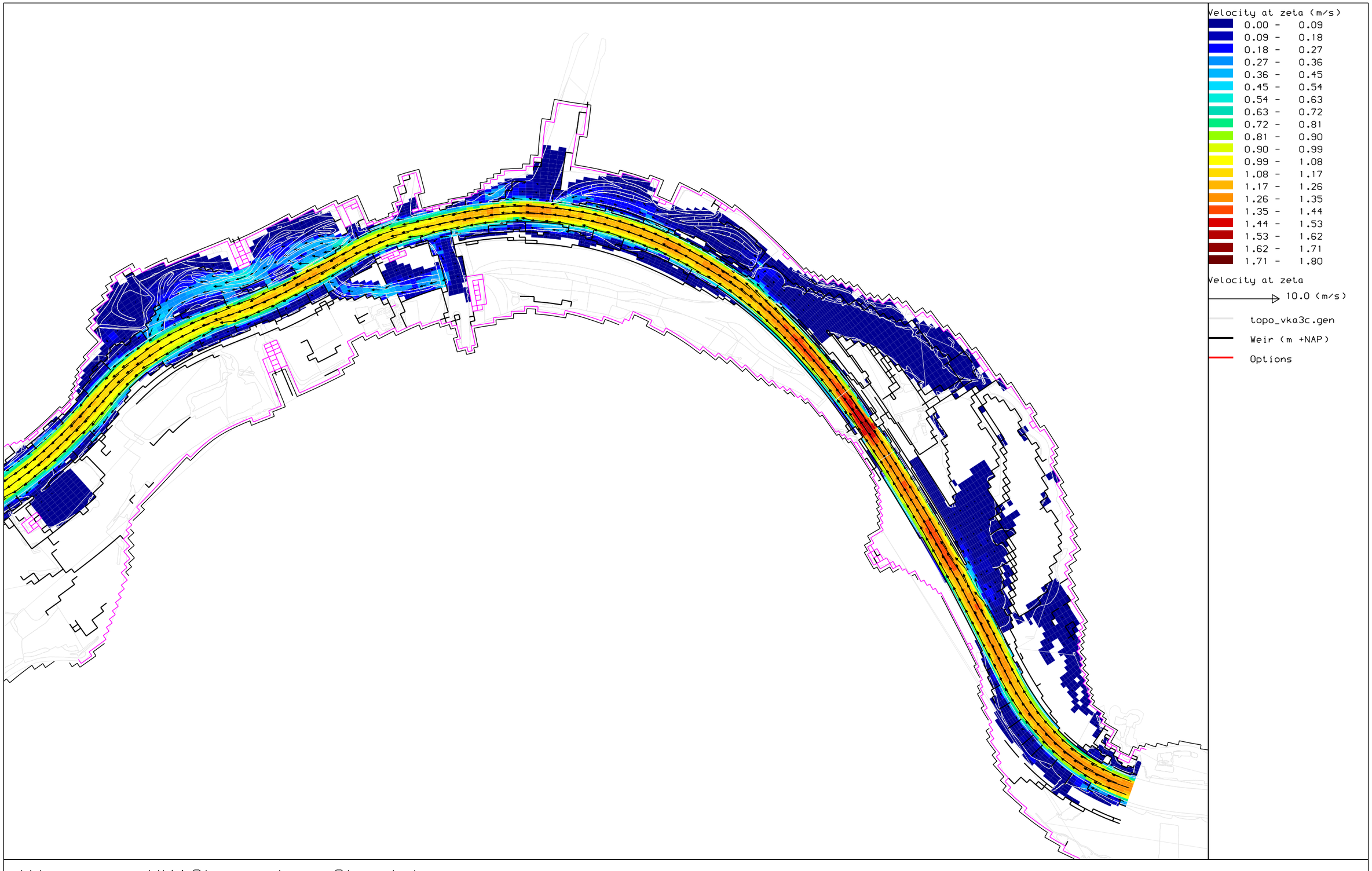
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 3.000 m3/s



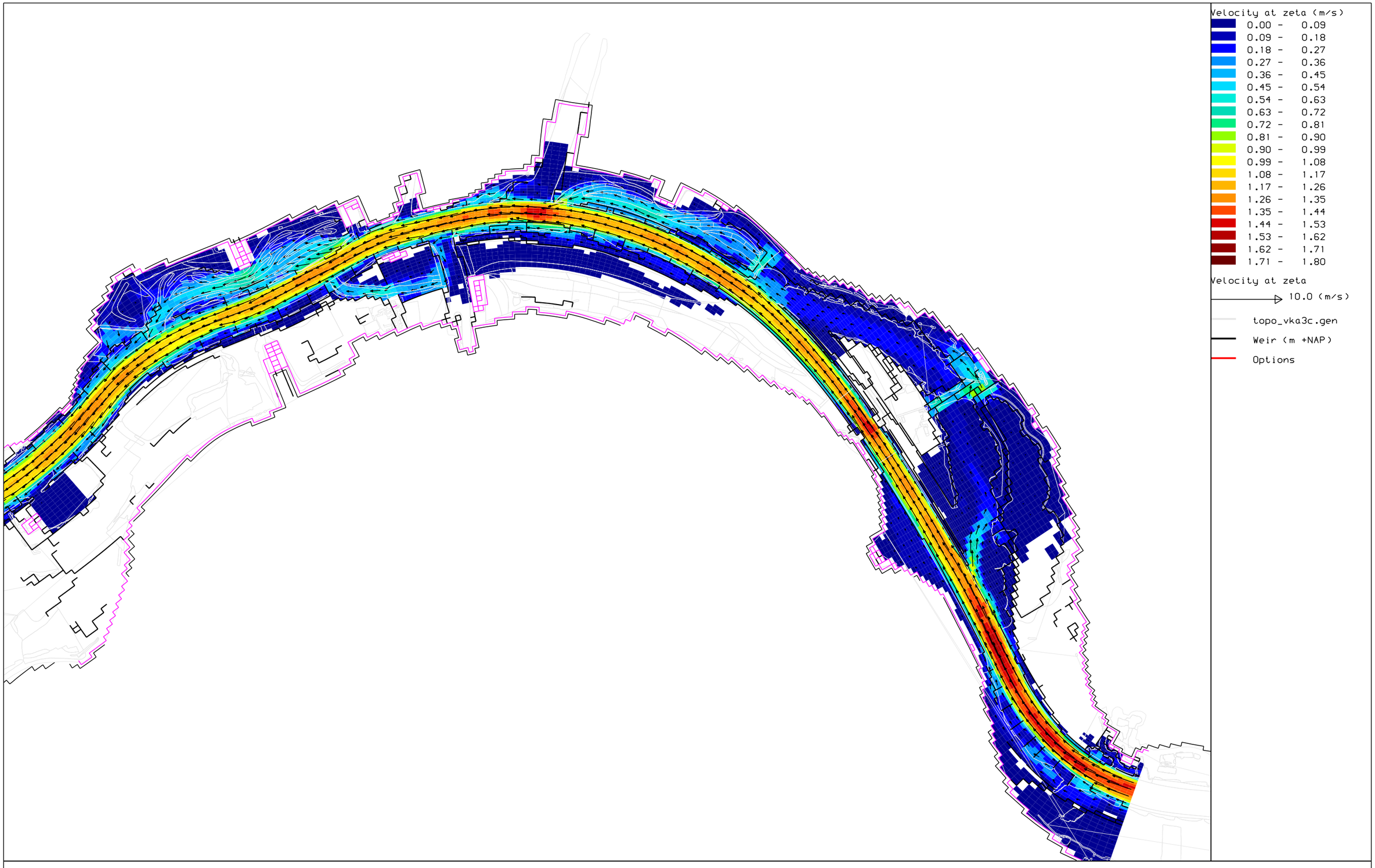
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 4.000 m3/s



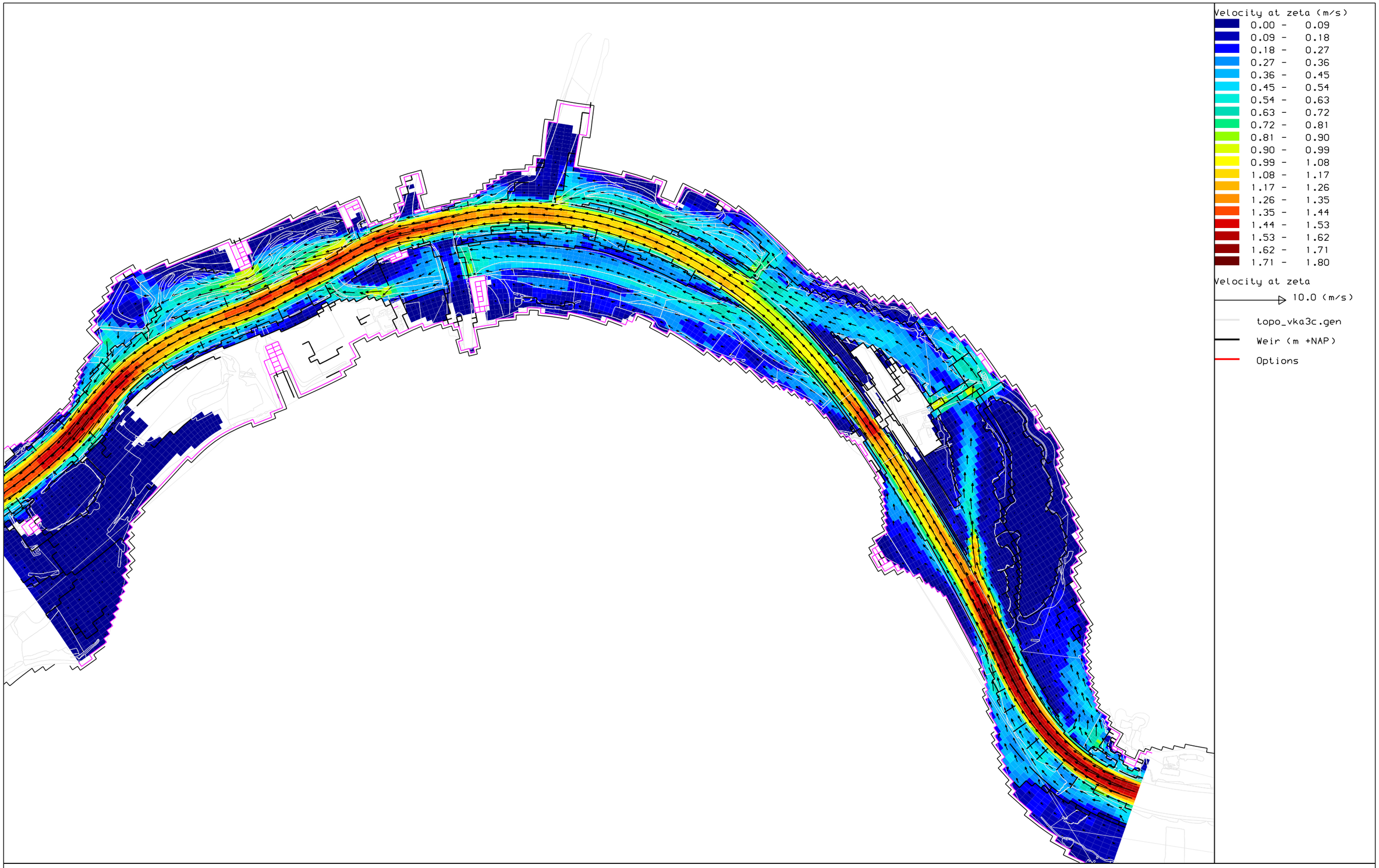
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 6.000 m3/s



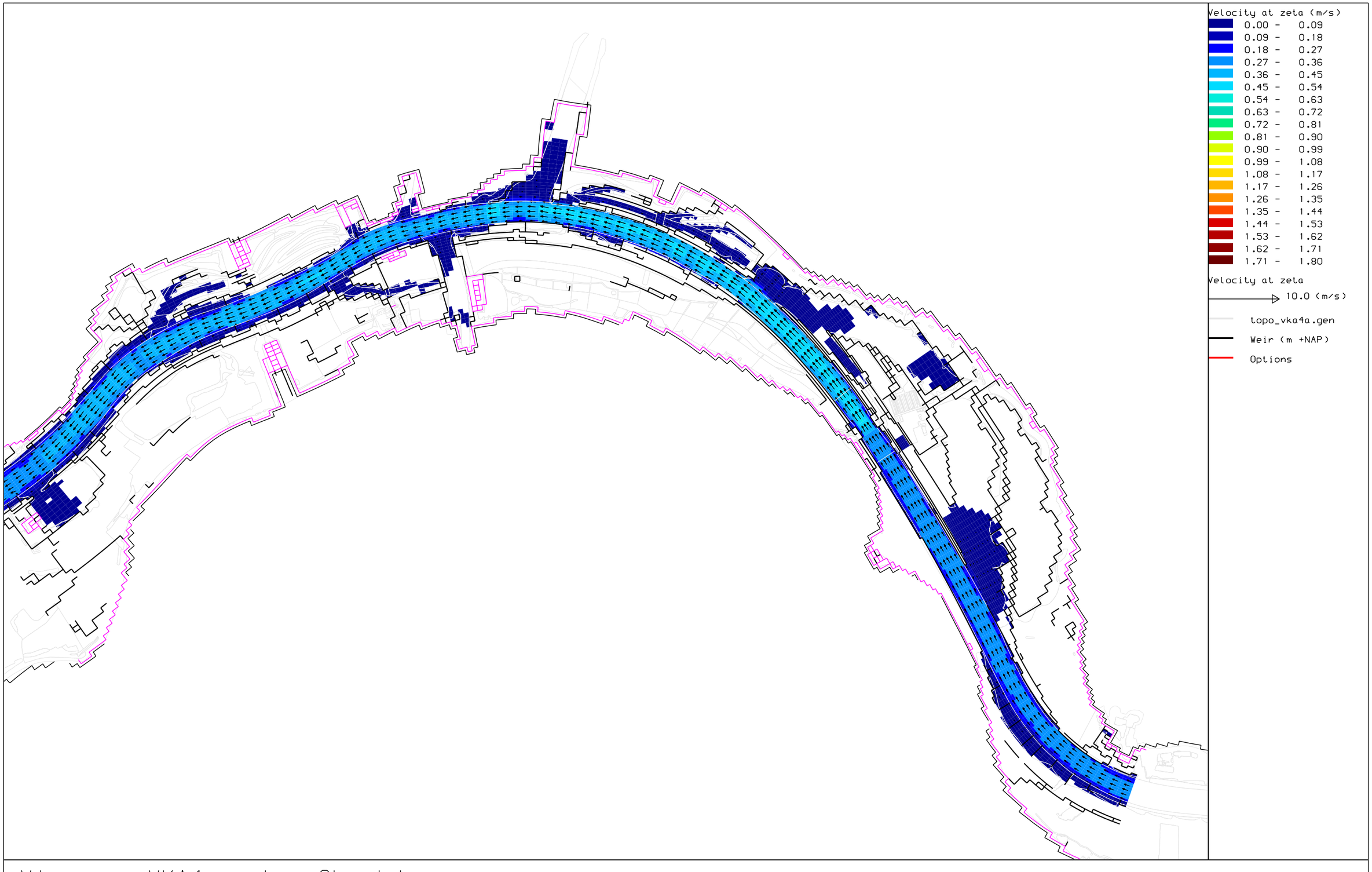
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 8.000 m3/s



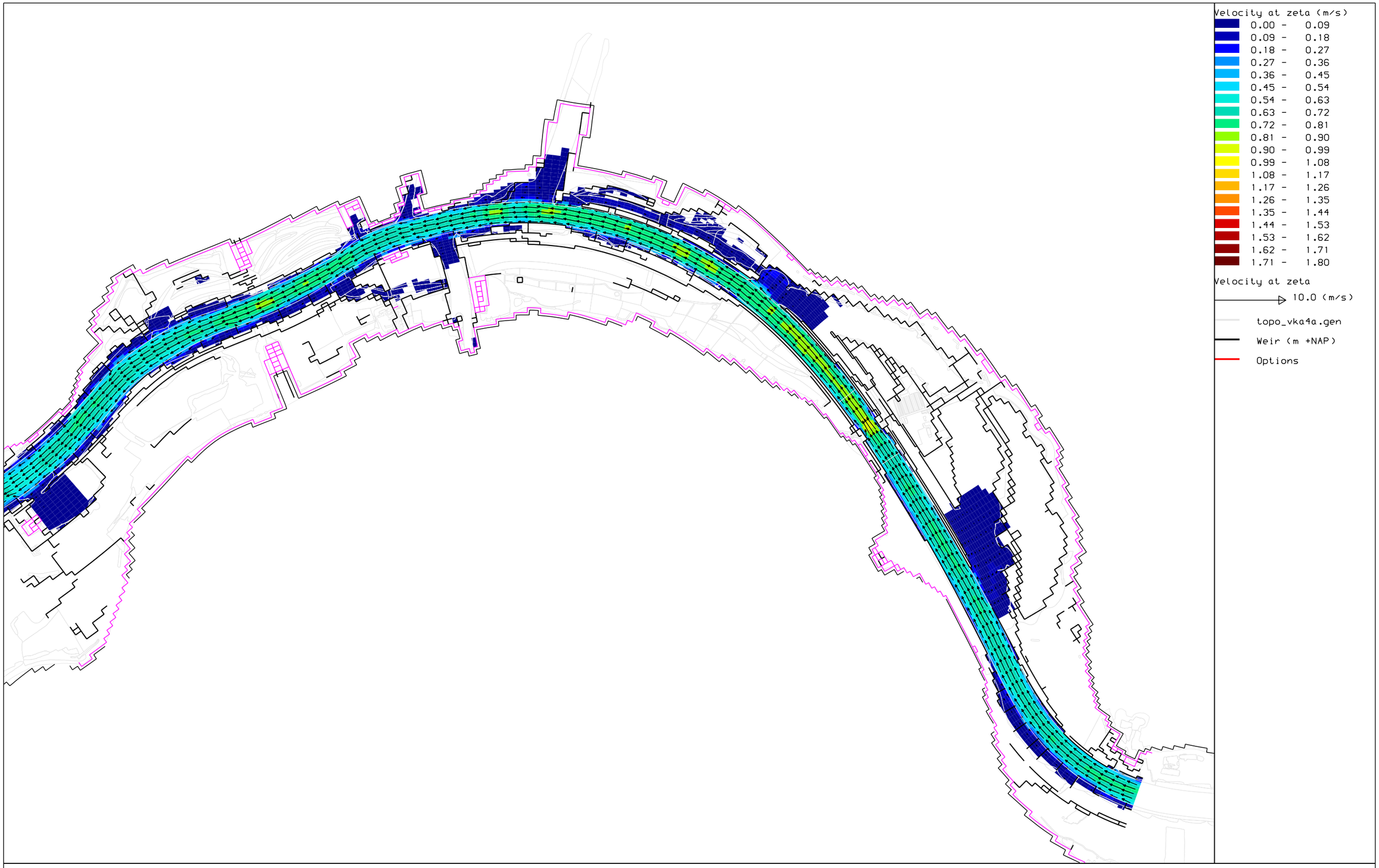
Vianen - VKA3b - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 10.000 m3/s



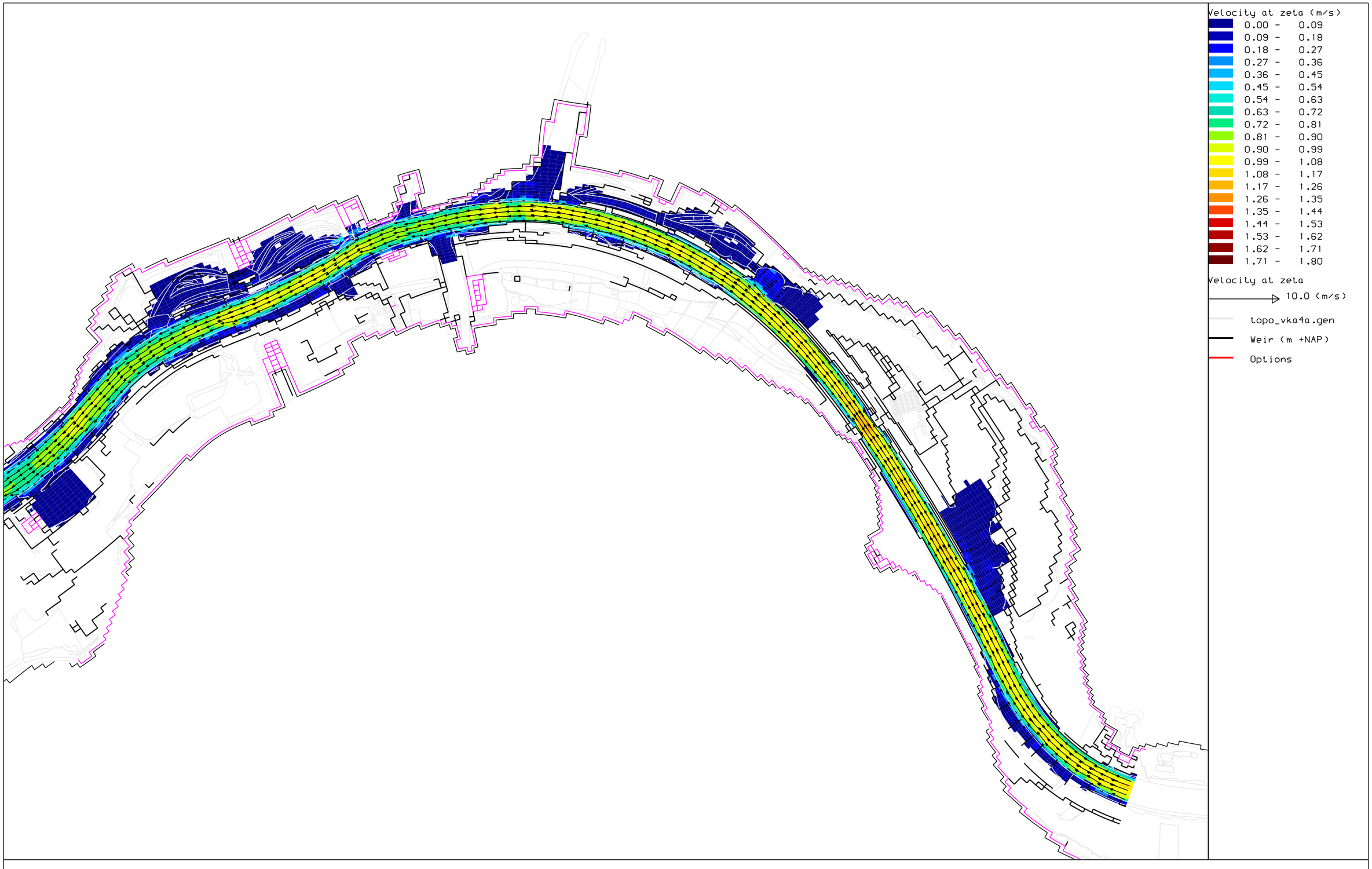
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 2.000 m3/s



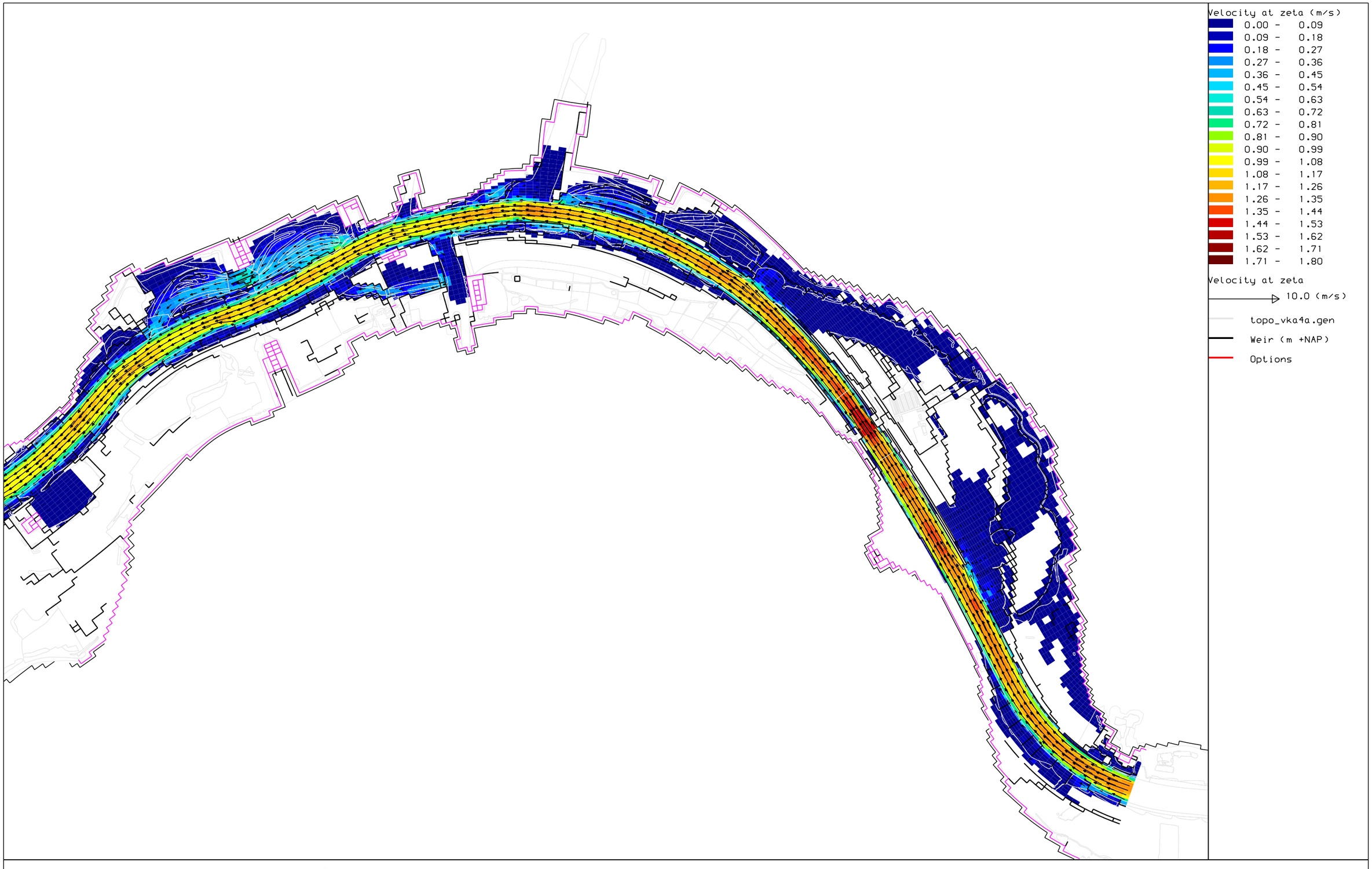
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 3.000 m3/s



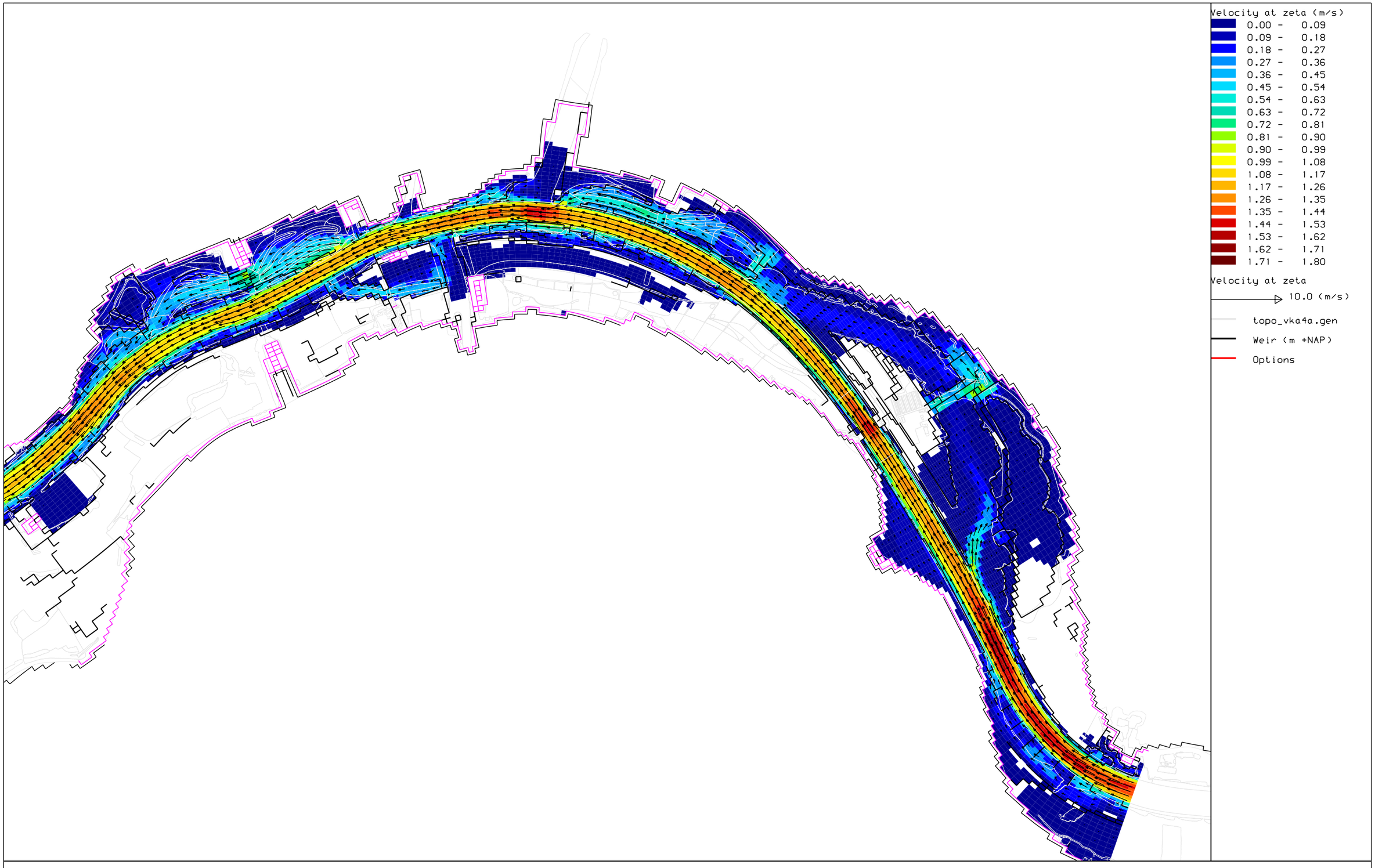
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 4.000 m3/s



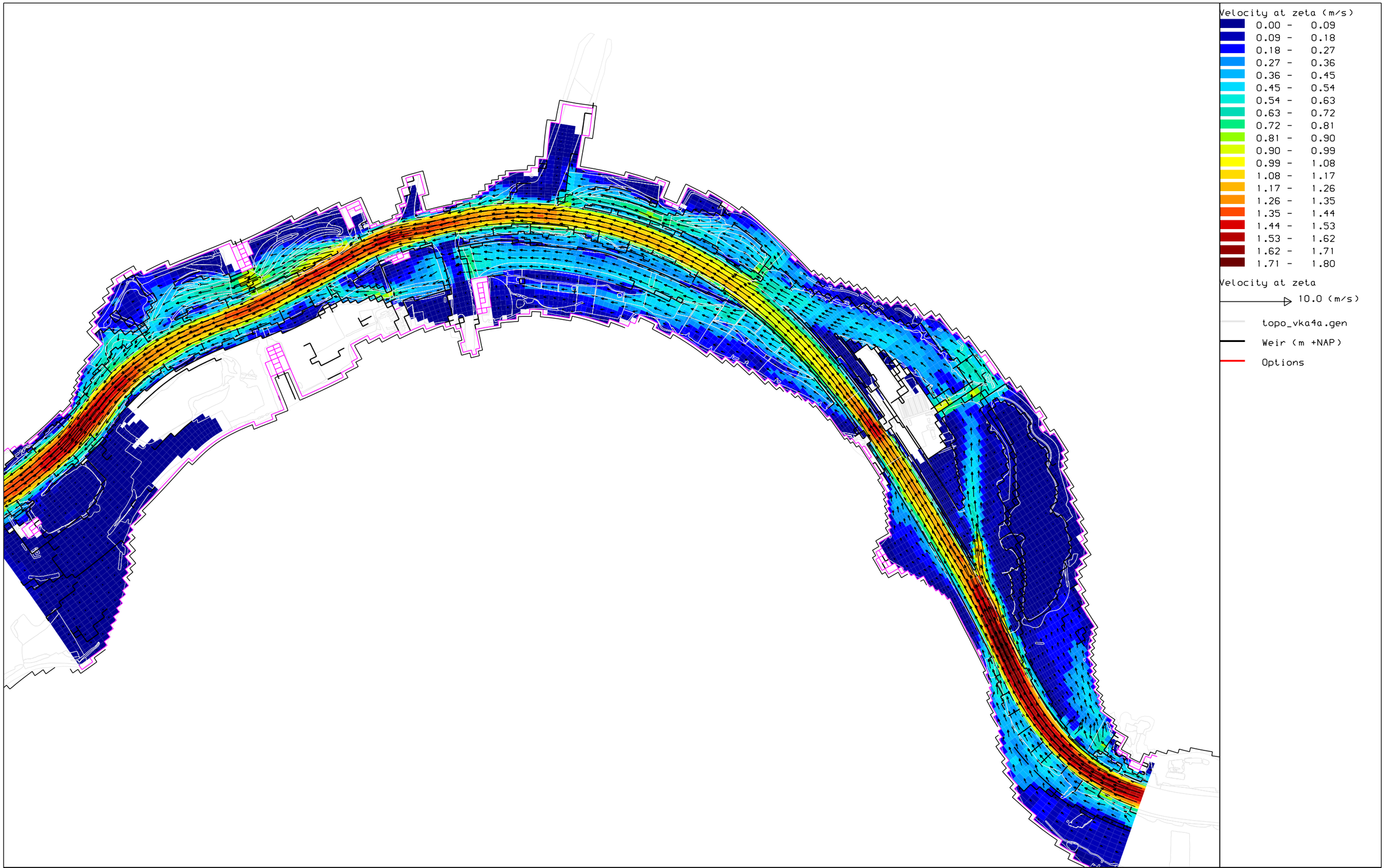
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 6.000 m3/s



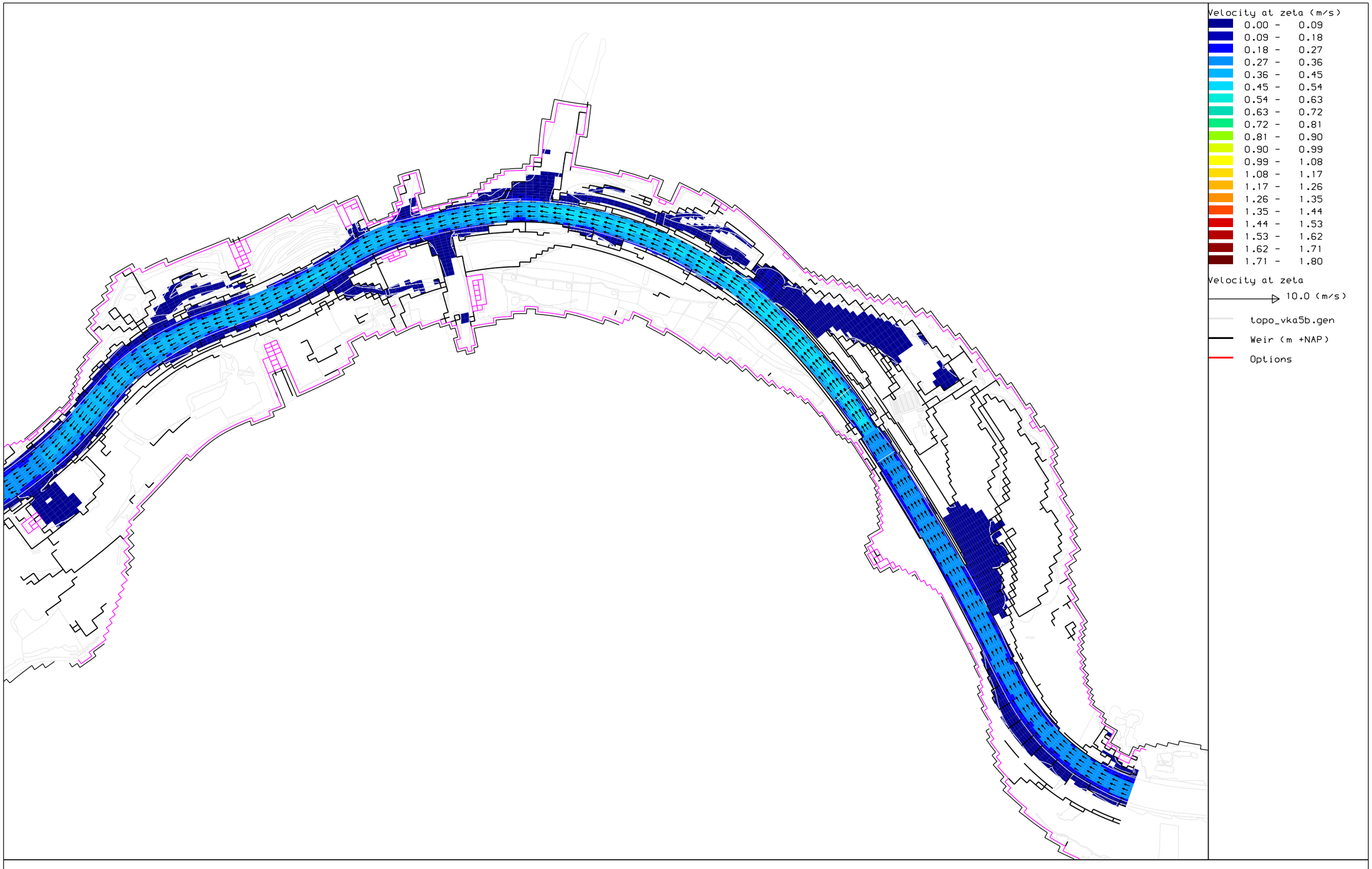
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 8.000 m3/s



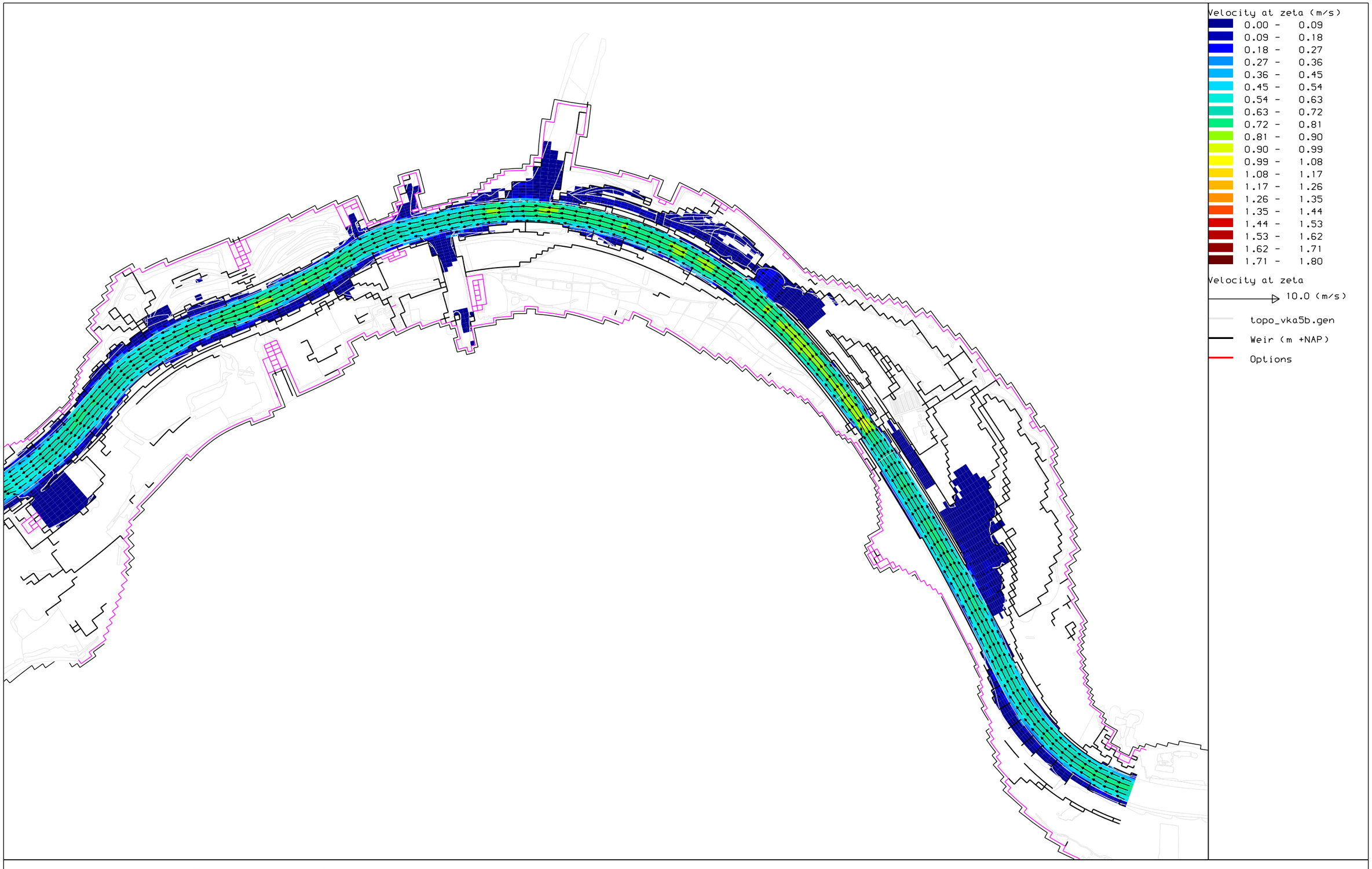
Vianen - VKA4 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 10.000 m3/s



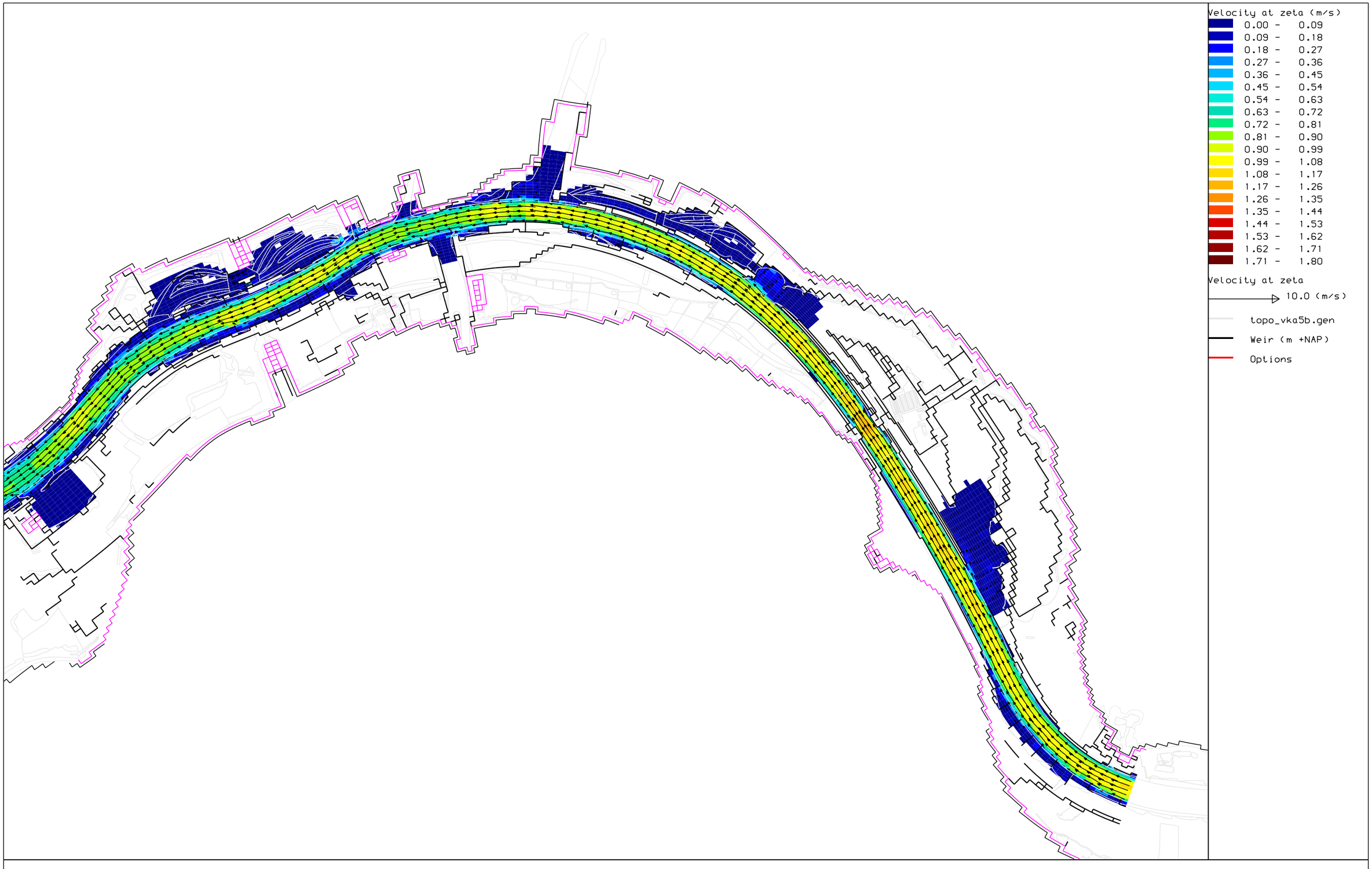
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 2.000 m3/s



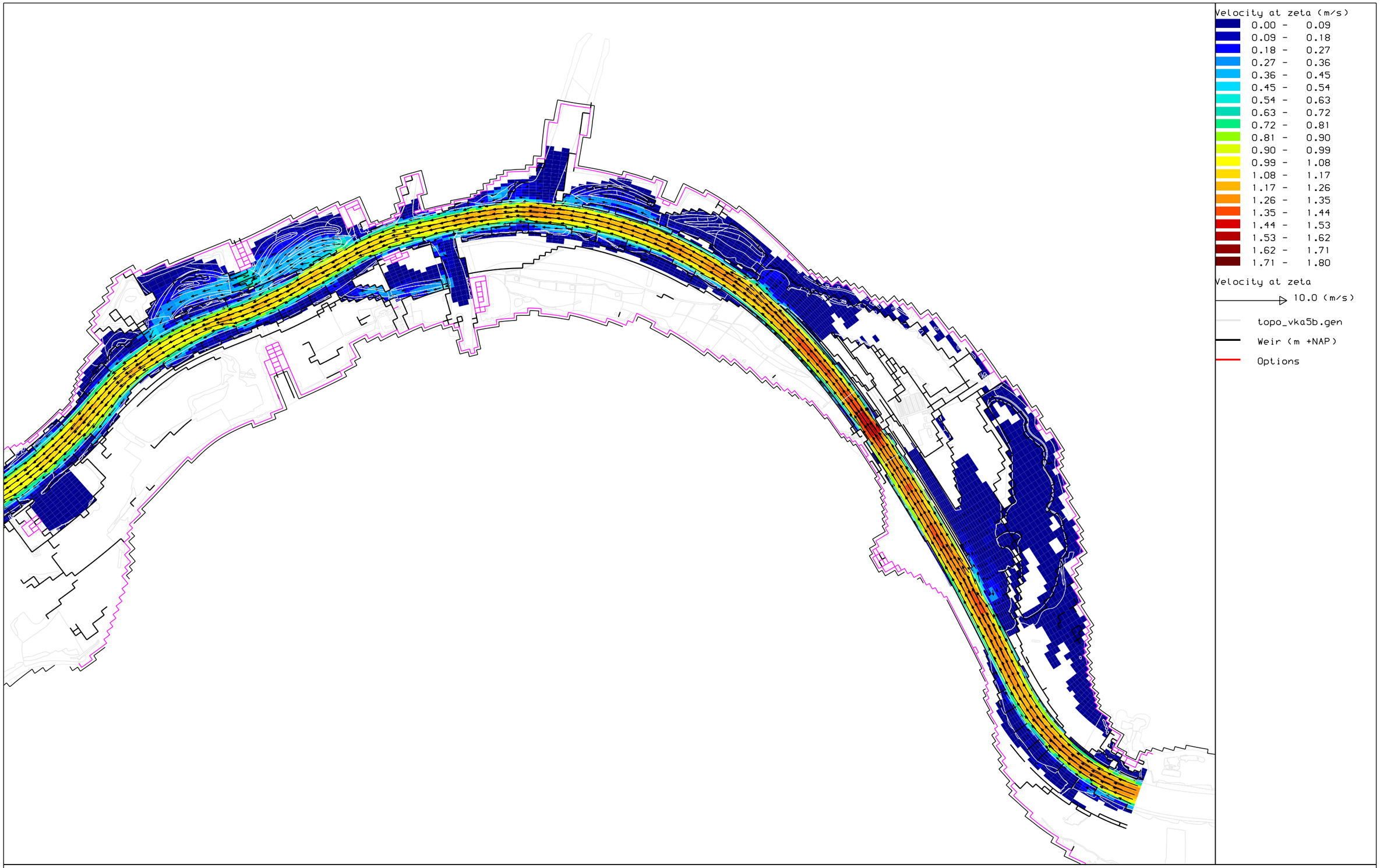
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 3.000 m3/s



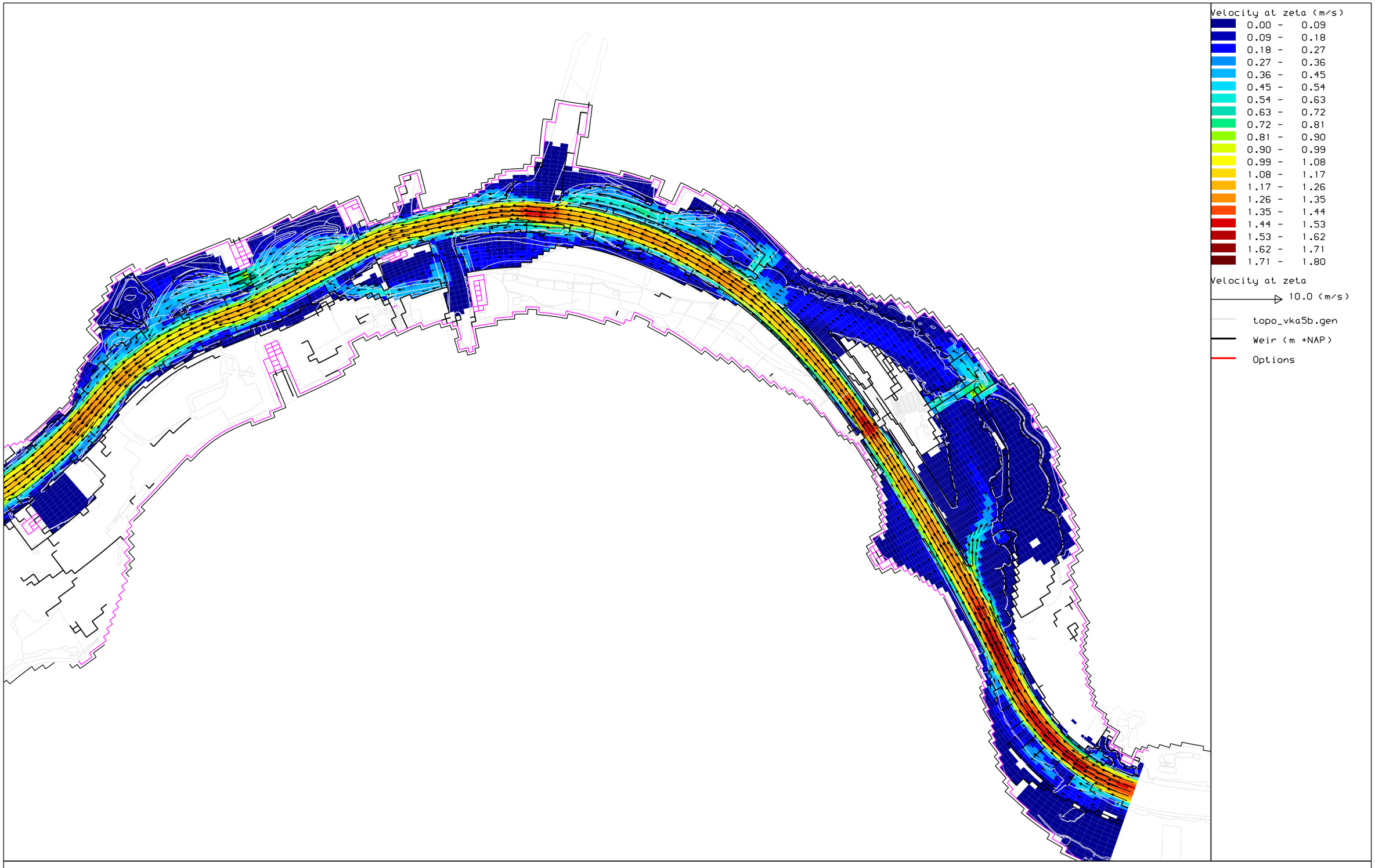
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 4.000 m3/s



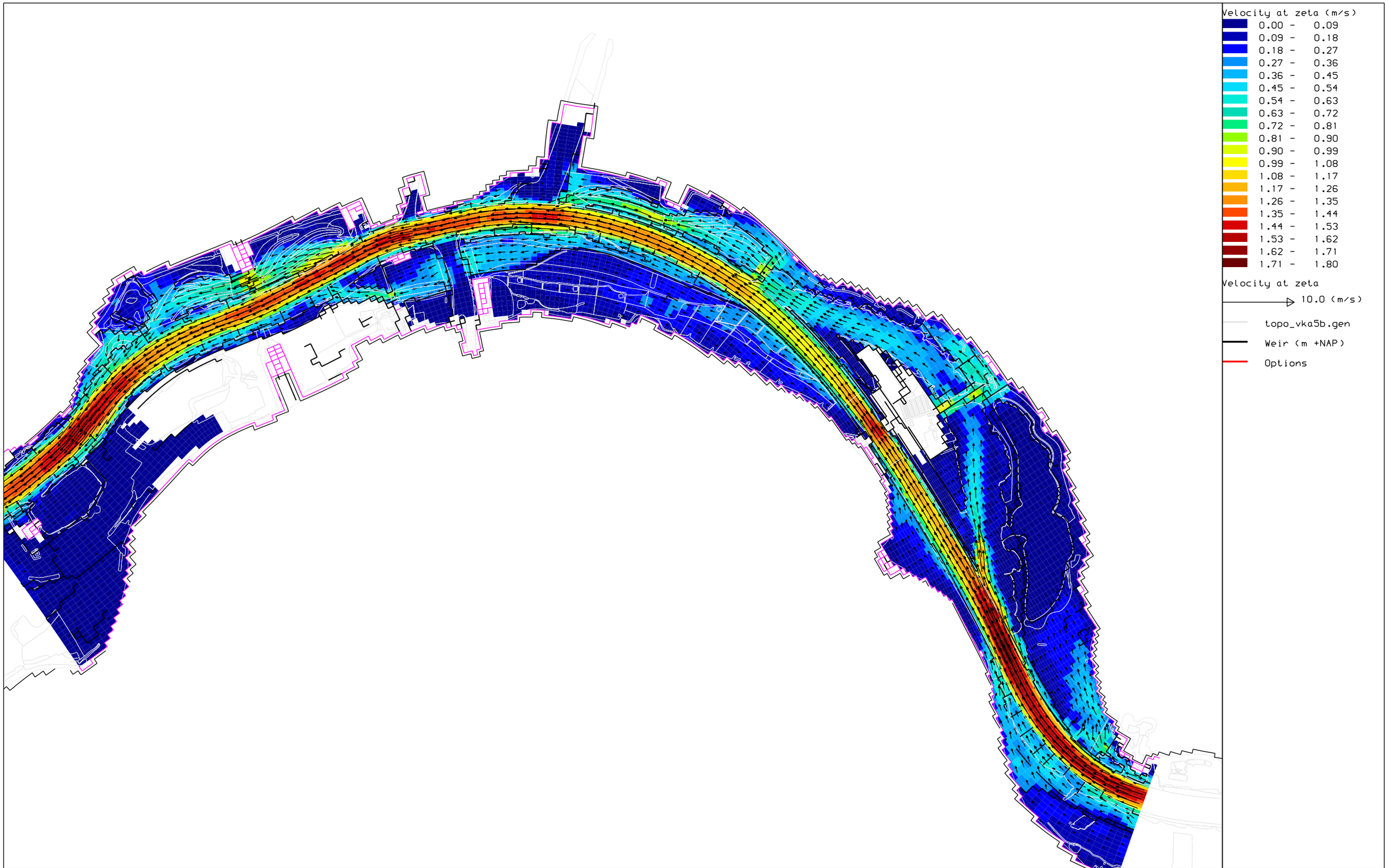
Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 6.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 8.000 m3/s



Vianen - VKA5 - streefbeeld

Stroomsnelheden bij Q Lobith = 10.000 m3/s

Bijlage 18: Baseline en WAQUA bestanden

De digitale bestanden zijn separaat opgeleverd (voor VKA en Projectontwerp).

De verschillende onderdelen van het plan zijn verwerkt via Baseline maatregelen (zie Tabel 4-3 voor een overzicht). Voor deze maatregelen zijn in deze bijlage beschrijvende documenten van de maatregelen opgenomen. Deze beschijvende "metadata" documenten zijn een verplicht onderdeel van iedere Baseline maatregel.

Metadata voor maatregel: le_hwwdam_a4
Datum laatste wijziging: 01-11-2010

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de rechteroever tussen km raai 945,0 en 947,5.
(hww=Honswijkerwaard, dam=toegangsdam stuweiland Hagestein)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De toegangsdam naar het stuweiland Hagestein wordt verlaagd tot 3.5 m +NAP. De zomerkade in de Honswijkerwaard wordt behouden, de recreatieplas 't Waal wordt volgens de huidige plannen geschematiseerd. Deze plannen zijn toegeleverd door DN Urbland en beschikbaar gesteld door Ballast van Oord.

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, T.J.J., van den Berg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

Beschrijving van de erase-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_laanbepl	• Verwijdering van de laanbeplanting binnen de plas in de Honswijkerwaard.
➢ grenzen/er_kade	• Verwijderen van de kade elementen uit de referentiesituatie: toegangsdam naar het stuweiland en zomerkade Honswijkerwaard
➢ grenzen/er_breukl	• Zowel de toegangsdam als de zomerkade in de Honswijkerwaard bevatten ook breuklijnen tbv de bodemschematisatie. Om de hoogte hier aan te passen worden ter hoogte van de toegangsdam en de zomerkade de breuklijnen verwijderd, en later weer toegevoegd op dezelfde locatie, maar dan met een hoogte (k_hoogte, l_hoogte, r_hoogte) van maximaal 3.5 m +NAP (in geval van toegangsdam). • Verwijderen breuklijnen binnen de plas.
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Zoals bij het eerste punt van er_breukl, zijn er ook winterbed hoogtepunten die hoger zijn dan 3.5 m + NAP. Dit wordt op dezelfde manier gecorrigeerd ter hoogte van de toegangsdam. • Verwijderen winterbed hoogtepunten binnen plas en gebieden met maaiveld aanpassing
➢ grenzen/er_hverschil	• zie er_breukl

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• Breuklijnen die worden teruggelegd uit de referentiesituatie, met een hoogte (k_hoogte, l_hoogte, r_hoogte) van maximaal 3.5 m + NAP ter hoogte van de toegangskade, ter hoogte van zomerkade wordt originele hoogte aangehouden behalve bij instroom plas.
➢ hooglijn/breuklplas	• Breuklijnen binnen de plas in de Honswijkerwaard: bij de aansluiting op de geul via de sluizen m(-2 m NAP) en op het diepste niveau van de plas (-22 m NAP). Deze dieptes zijn gebaseerd op autocad tekeningen van het plangebied. • Door het ontbreken van hoogtelijnen binnen de plas is overal een talud van 1:3 aangenomen. • Dit talud is geschematiseerd met breuklplas lijnen op –22, –17 en –12 m diepte t.o.v. NAP
➢ hooglijn/hverschil	• Hoogteverschillijnen uit de referentiesituatie worden deels teruggelegd, met een hoogte (k_hoogte, l_hoogte, r_hoogte) van maximaal 3.5 m + NAP ter hoogte van de toegangskade, ter hoogte van zomerkade wordt originele hoogte aangehouden. • De insteeklijn van de plas is geschematiseerd als hoogteverschillijn (met l_hoogte en r_hoogte op basis van maaiveld en diepte plas), daar waar het talud steiler is dan 1:7 (in dit geval is het talud 1:3)
➢ hooglijn/kade	• Kade ter hoogte van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein. Deze is verlaagd naar 3.5 m + NAP. De getallen voor l_hoogte en r_hoogte volgen uit de referentiesituatie, maar met een maximum van 3.5 m + NAP. Zomerkade wordt behouden als in referentie.
➢ hoogpunt/winbedhgt	• Winterbed hoogtepunten uit de referentiesituatie die worden teruggelegd, maar met een maximale hoogte van 3.5 m + NAP ter hoogte van de toegangskade, ter hoogte van zomerkade wordt originele hoogte aangehouden.
➢ oppwater/plassen	• De recreatieplas ’t Waal is geschematiseerd als plas, vanaf de plaats waar het talud begint (vanaf de insteeklijn)
➢ ruwheid/ecoruw	• Verruwingstypen rondom de recreatieplas in de Honswijkerwaard op basis van een interpretatie van plantekeningen door DN Urbland. • Voor een deel is de polygoon voor glad grasland (code 21) overgenomen uit de referentie schematisatie, omdat deze is samengevoegd met ruwheidstypes van de maatregel.

Metadata voor maatregel: le_vianeng_a1
Datum laatste wijziging: 04-11-2010

Beschrijving van de dataset
Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel een geleidedam aan de linkeroever tussen km raai 949,3 en 950,1.
(vianeng = vianen geleidedam)

Samenvatting
Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen in het kader van project Ruimte voor de Lek Vianen. De geleidedam is een onderdeel van autonome ontwikkeling in het projectgebied en is derhalve geschematisateerd om op te kunnen nemen in het plan (voor PKB WAQUA model blijft de referentie ongewijzigd). Nota bene, de maatregel is wel gebruikt ter aanpassing van de referentieschematiatie van een Delft3D model, omdat anders ongewenste effecten van het plan worden gemodelleerd. De schematisatie is gebaseerd op door RWS-ON toegeleverde uitsnede uit het DTB-NAT (sourcefiles\Geleidedam_zuidoever.zip, toegeleverd door Denes Beyer op 28-06-2010). Hierin zit hoogteinformatie voor de kruin, en de bovenzijde van het talud. Zie voor meer informatie ook “Memo02_Baseline_d3dref.pdf” en figuren van het resulterende bodemhoogtemodel en ruwheidvlakken.

Doel van de maatregel
Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua en delft3d berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen
A. J. Paarlberg, T.J.J., van den Berg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden
- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens
- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Geschikt voor conversie naar Delft3D
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

Beschrijving van de erase-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_zombedhgt	• Zomerbedhoogte punten in een buffer van 15 meter rond de kruinlijn van de geleidedam verwijderd
➢ grenzen/er_oevhgtzom	• Ook punten uit “oevhgtzom” verwijderd binnen dezelfde buffer
➢ grenzen/er_krib	• In de PKB referentiedatabase liggen alleen kribben ter hoogte van de geleidedam. De overlaathoogte van een krib bij het uiteinde wordt bij een conversie naar WAQUA verlaagd indien de krib maar een gedeelte van een rekencel beslaat. Dit kan dus betekenen dat overlaten loodrecht op de geleidedam lager worden dan de dam zelf (wat achterloopsheid kan opleveren). Om dit te voorkomen is een deel van de kribben, vervangen door schematisatie via kade.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• de bovenkant van het talud (grofweg 2m breed) is geschematiseerd als breuklijn • de onderkant van het talud is geschematiseerd als breuklijn op ongeveer 15 meter loodrecht uit de kruin. De hoogte aan de rivierzijde volgt uit multibeampeilingen van 2007 (ontvangen van Deltares, zie sourcefiles\rondom_geleidedam2007.xyz.txt), de hoogte aan de uiterwaardezijde uit het bodemhoogtemodel in de PKB database.
➢ hooglijn/hverschil	• de kruinlijn is geschematiseerd als hoogteverschillijn (wordt overlaat en komt in hoogtemodel)
➢ hooglijn/kade	• een tweetal kribben is vervangen door kade, zie ook ‘grenzen/er_krib’
➢ ruwheid/ecoruw	• de ruwheid van de geleidedam is geschematiseerd als een 10 meter brede strook steenbekleding (ruw_code 58). Nota bene: er staat ook een boom op de meest bovenstroomse punt van de geleidedam. In overleg met RWS-ON is deze boom niet opgenomen in de schematisatie, omdat dit niet mogelijk is in Baseline 3 (geen punt informatie voor ruwheden)
➢ ruwheid/ruw_k	• dit is een kopie van ecoruw, omdat anders het sectie bestand (dat binnen de PKB studies niet opnieuw wordt aangemaakt) een deel van de steenbekleding overschrijft.

Metadata voor maatregel: le_vreeswk_a2
Datum laatste wijziging: 04-11-2010

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel een bochtafsnijding van het Lekkanaal-Lek aan de rechteroever tussen km raai 949,3 en 950,1.
(vianeng = vianen geleidedam)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen in het kader van project Ruimte voor de Lek Vianen. De bochtafsnijding is een onderdeel van autonome ontwikkeling in het projectgebied en is derhalve geschematisateerd om op te kunnen nemen in het plan (voor PKB WAQUA model blijft de referentie ongewijzigd). Nota bene, de maatregel is wel gebruikt ter aanpassing van de referentieschematiatie van een Delft3D model, omdat anders ongewenste effecten van het plan worden gemodelleerd. De schematisatie is gebaseerd op door RWS-ON toegeleverde Baseline (protocol 4) maatregel "le_vreeswk_a1". (toegeleverd door Denes Beyer op 28-06-2010). Voor toepassing in de PKB Baseline database is de maatregel omgezet naar Baseline 3 protocol. Zie voor additionele informatie ook "Memo02_Baseline_d3dref.pdf" en figuren van het resulterende bodemhoogtemodel en ruwheidvlakken.

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua en delft3d berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, T.J.J., van den Berg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Geschikt voor conversie naar Delft3D
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

Beschrijving van de erase-bestanden en toevoeg-bestanden

De maatregel is gebaseerd op een bestaande maatregel, “le_vreeswk_a1”, zie Metadata.doc.

Onderstaande geeft een overzicht van de omzetting van Baseline 4, naar Baseline 3 protocol:

- Uit alle coverages is de eigenschap "kenmerk" verwijderd
- De output width van het ID is veranderd van 10 naar 5.
- er_lanen wordt er_laanbepl
- De tabeleigenschap "locatie" is verwijderd uit de coverage oeverl.
- Bij de coverage plassen is de tabeleigenschap "ruw_code" verwijderd.
- In baseline 3.31 bestaat geen bomen. Het bomen bestand is een punten bestand. In Baseline 3.31 bestaat er voor de ruwheid geen punten, alleen lijnen en vlakken. In overleg met Denes Beyer (RWS-ON) is besloten de bomen niet mee te nemen in de Baseline 3 maatregel.
- In de erase_lijst is er_lanen gewijzigd in er_laanbepl
- In de toevoeg_lijst is ruwheid/bomen uitgevinkt.
- ruw_k (kopie van ecoruw) toegevoegd om secties uit PKB3.4 te overschrijven. Noot, een deel van de maatregel wordt overschreven door het bestand secties. Dit is niet aangepast, op advies van RWS-ON.
- rond de kom hoogtepunten lager dan -4mNAP verwijderd uit zombedhgt, oevhgtzom, en plashgtzom (dit was noodzakelijk omdat referentie gegevens anders zijn dan degene waar de maatregel oorspronkelijk voor bedoeld was)
- na inmixen van de maatregel "le_vreeswk_a1", in de PKB_3_4 Baseline database ontstaat geen gesloten oeverlijn. Dit komt omdat de oeverlijn uit de maatregel is bedoeld voor een andere referentie. Aanpassing hiervan valt buiten verantwoordelijkheid van opdachtnemer en is derhalve niet aangepast.
- De basisinformatie in ‘ecoruw’ is niet aangepast.

Metadata voor maatregel: le_vka4bw_a3
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de rechteroever tussen km raai 950,9 en 952,5.
(vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), bw=Bossenwaard, a=interventiebeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De oeverzone (inclusief zomerkade) van de Bossenwaard wordt verlaagd naar 2 m +NAP. In de Bossenwaard wordt een geulenpatroon aangelegd en natuurontwikkeling gerealiseerd. De Baseline schematisatie is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

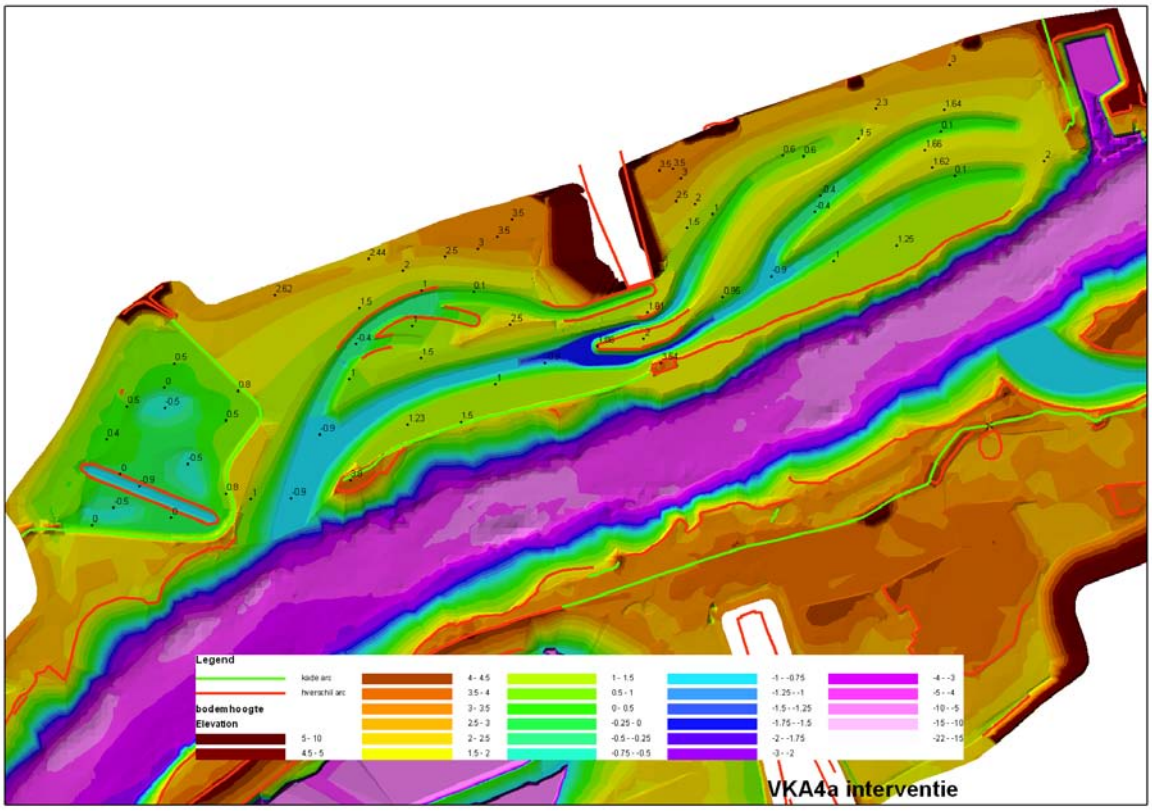
Beschrijving van de erase-bestanden

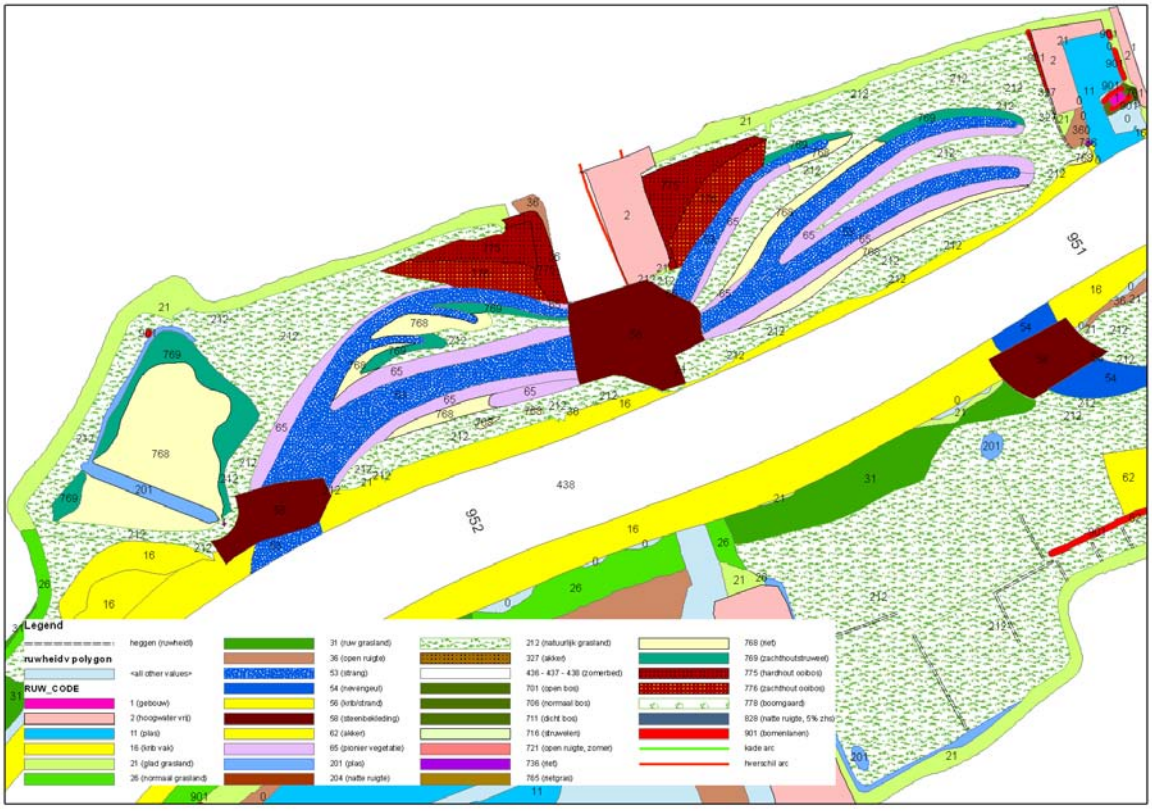
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_bandijk	• Enige teenhoogte punten van de bandijk zijn verwijderd, omdat deze anders ongewenst het TIN beïnvloeden
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in oeverzone in uiterwaard
➢ grenzen/er_hverschil	• Verwijderen van hoogteverschillijnen in oeverzone in uiterwaard
➢ grenzen/er_kade	• Verwijdering van kade (wordt voor een deel ook weer teruggelegd)
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Verwijderen van winterbedhoogtepunten in oeverzone in uiterwaard
➢ grenzen/er_laanbepl	• Verwijderen van laanbeplanting in oeverzone in uiterwaard

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• De breuklijnen vormen de basis voor de inrichting. Het betreft ontwerplijnen en insteeklijnen van geulen die in principe een gelijke hoogte hebben. De insteeklijnen van de geulen onder de Rijksweg A2 houden rekening met de ligging van de brugpijlers. • Een breuklijn bij de uitstroom zorgt voor een goede aansluiting op het zomerbed van de Lek. • In de oeverzone zijn enige lijnen op 2m+NAP uit de referentiesituatie overgenomen. • Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7.
➢ hooglijn/hverschil	• Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7. De linker en rechterhoogte zijn gebaseerd op het TIN, op 10 meter loodrecht uit de lijn. • Ten oosten van de Rijksweg A2 is een hverschillijn overgenomen uit de referentiesituatie met een maximale hoogte van 2m+NAP (ivm verlaging oeverzone).
➢ hooglijn/kade	• Het deel van de kade ten westen van de Rijksweg A2 is overgenomen uit de referentiesituatie met een maximale hoogte van 2m+NAP (ivm verlaging oeverzone). • De kade langs de moeraszone in het westen van de Bossenwaard heeft een hoogte van 3m+NAP.
➢ ruwheid/heggen	• Langs het “invalidenpad” dat direct langs de jachthaven komt te liggen is een heg geschematiseerd.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het interventiebeeld. Onder de brug van de Rijksweg A2 en bij de uitstroom van de geul is steenbestorting opgenomen. De gehele oeverzone heeft ruw_code 16 (kribvak/strand) gekregen, omdat deze zone momenteel is verzand, of dat in het toekomstige beeld zal doen.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4pw_a3
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de linkeroever tussen km raai 950,5 en 951,7. (vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), pw=Pontwaard, a=interventiebeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. In de Pontwaard wordt een (niet permanent meestromende) geul ten zuiden van de Ponthoeve gecreëerd. De westelijke leikade langs het Merwedekanaal wordt verlaagd. De toegangsdam naar de Ponthoeve wordt net ten noorden van de buitenstad van Vianen voorzien van een brug (van 50 meter lengte). In de Mijnsherenwaard wordt de ruwheid aangepast. De Baseline schematisatie van de geul is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

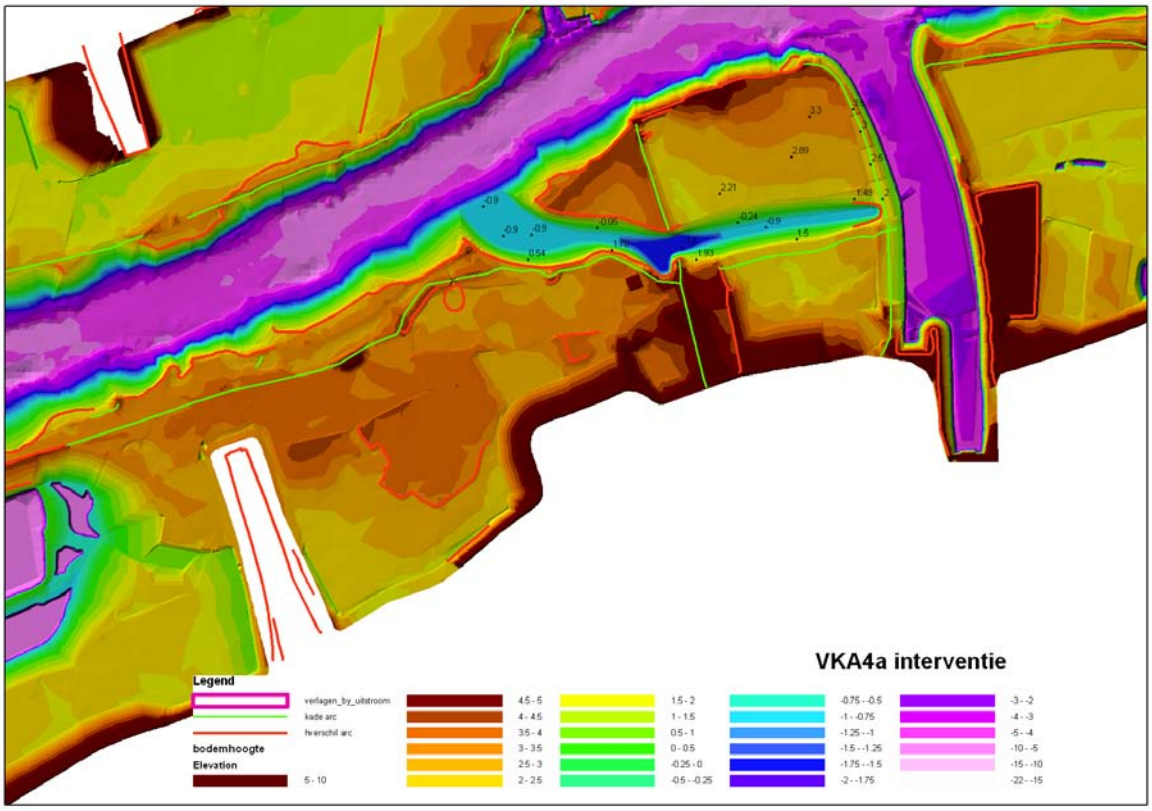
Beschrijving van de erase-bestanden

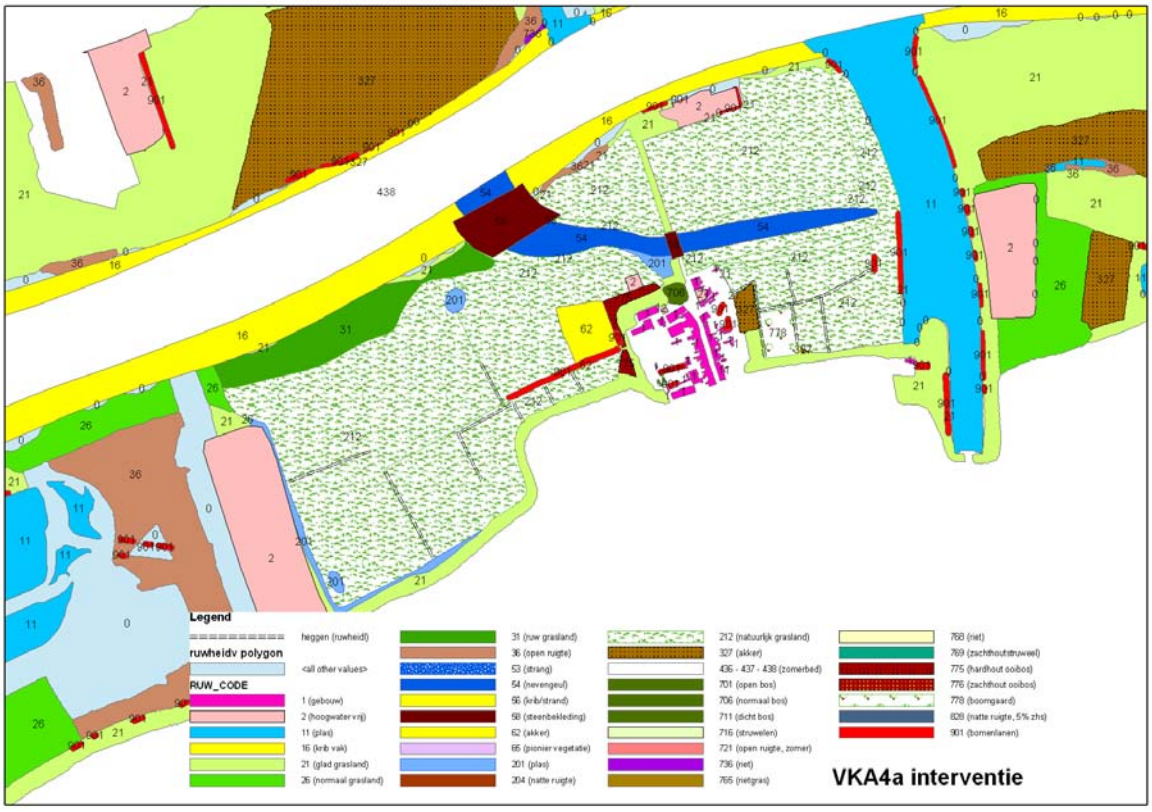
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in de Pontwaard daar waar de nieuwe geul wordt gerealiseerd.
➢ grenzen/er_hverschil	• Verwijderen van hoogteverschillijnen in de Pontwaard daar waar de nieuwe geul wordt gerealiseerd.
➢ grenzen/er_kade	• Verwijdering van een deel van de kade die de toegangsdam naar de Ponthoeve schematiseerd. • Verwijdering van een deel van de westelijke leikade langs het Merwedekanaal.
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Verwijderen van winterbedhoogtepunten in de Pontwaard daar waar de nieuwe geul wordt gerealiseerd.
➢ grenzen/er_oevhgtwin	• Verwijderen oeverhoogtepunten in het winterbed.
➢ grenzen/er_laanbepl	• Verwijderen van laanbeplanting op leikade.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• De breuklijnen vormen de basis voor de inrichting. Het betreft ontwerplijnen en insteeklijnen van geulen die in principe een gelijke hoogte hebben. • Een breuklijn bij de uitstroom zorgt voor een goede aansluiting op het zomerbed van de Lek. • Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7.
➢ hooglijn/hverschil	• Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7. De linker en rechterhoogte zijn gebaseerd op het TIN, op 10 meter loodrecht uit de lijn.
➢ hooglijn/kade	• Verlaging van de leikade. De nieuwe hoogte varieert van 2 m+NAP ter hoogte van de geul, tot 3,5 m+NAP in noordelijke richting. • Ten zuiden van de geul (en ten oosten van de buitenstad van Vianen) wordt een zomerkade aanlegd met een hoogte van 4,5 m+NAP.
➢ ruwheid/heggen	• Heggen structuur in de Pontwaard en Mijnsherenwaard.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het interventiebeeld. Onder de brug in de toegangsdam naar de Ponthoeve en bij de uitstroom van de geul is steenbestorting opgenomen.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4vw_a3
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de linkeroever tussen km raai 947,0 en 950,5. (vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), vw=Vianense Waard, a=interventiebeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. In de Vianense Waard wordt een (niet permanent meestromende) geul aangelegd, die ook onder de Rijksweg A27 door gaat. De oostelijke leikade langs het Merwedekanaal wordt verlaagd naar 3m+NAP. Enige gebieden tegen de bandijk wordt verhoogd (tbv natuur ontwikkeling). De zomerkade blijft gehandhaafd op de huidige hoogte. De Baseline schematisatie van de geul is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

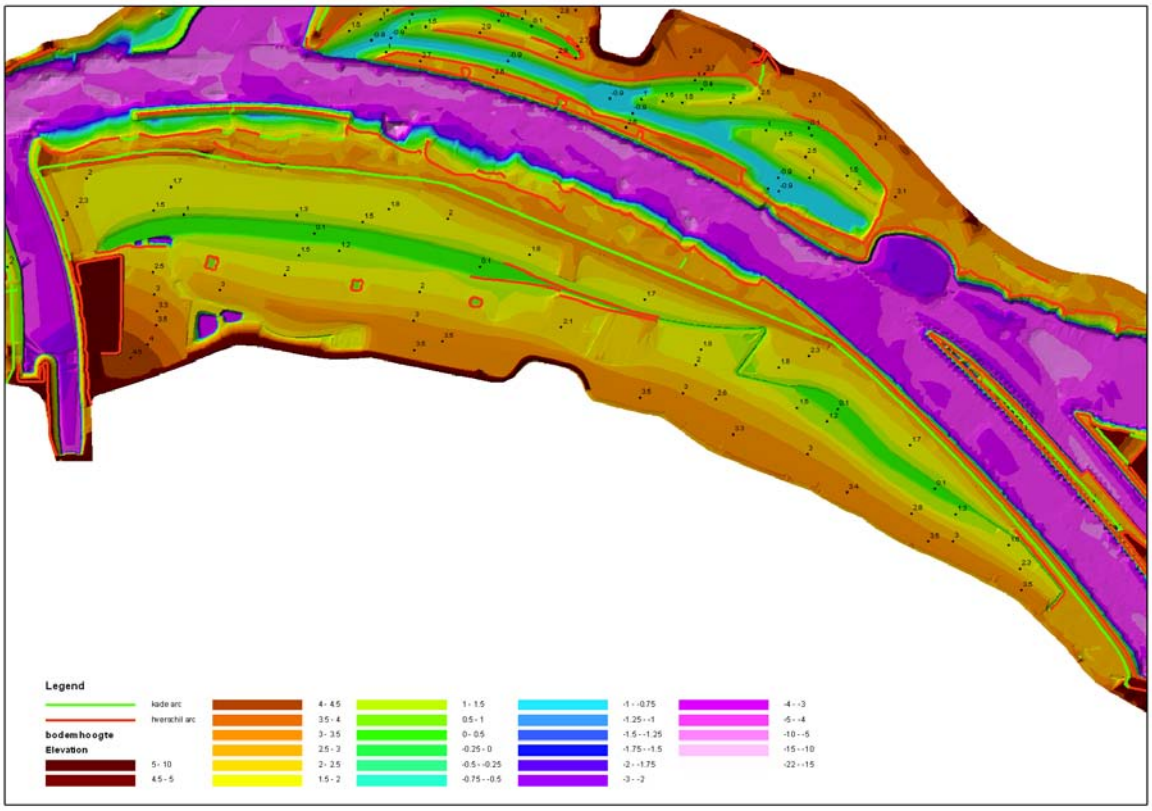
Beschrijving van de erase-bestanden

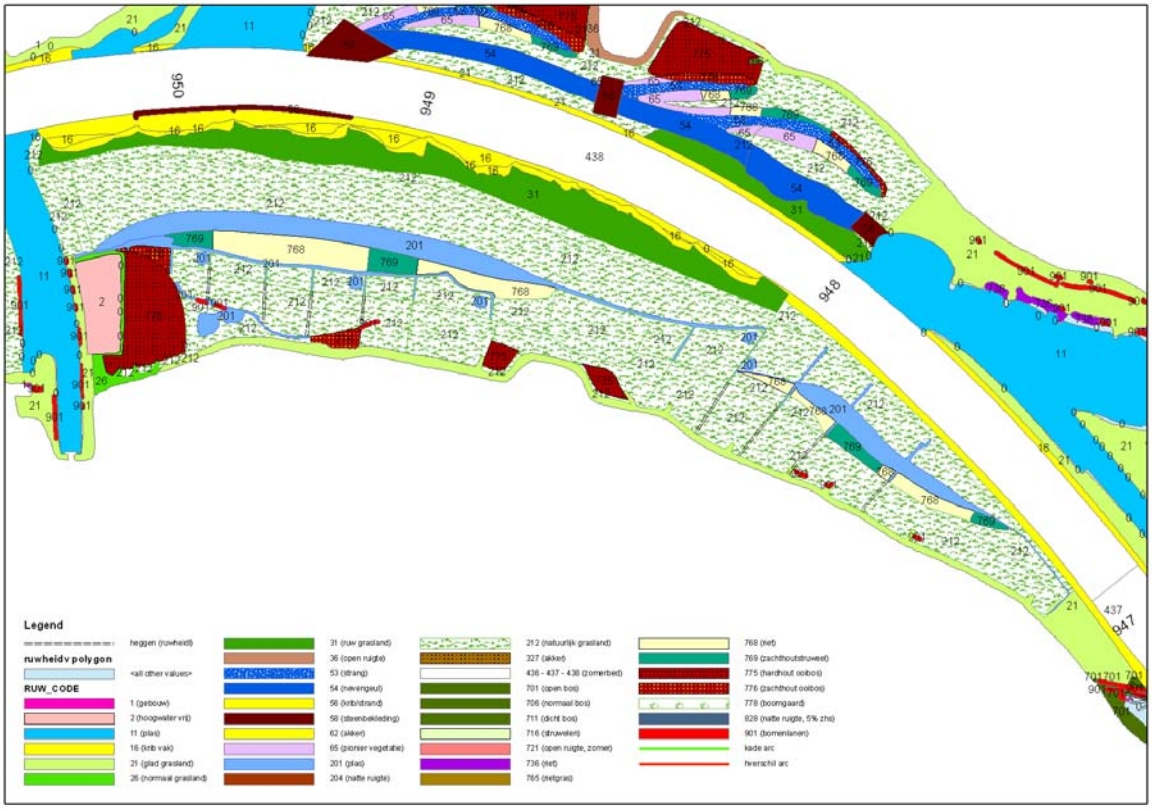
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in de uiterwaard
➢ grenzen/er_hverschil	• Verwijderen van hoogteverschillijnen in de uiterwaard
➢ grenzen/er_kade	• Verwijdering van een deel van de westelijke leikade langs het Merwedekanaal.
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Verwijderen van winterbedhoogtepunten in de uiterwaard
➢ grenzen/er_plassen	• Enige plassen verwijderd die in de nieuwe situatie in ecoruw zijn opgenomen (code 201)
➢ grenzen/er_gebouw	• Gebouw verwijderd
➢ grenzen/er_laanbepl	• Verwijderen van laanbeplanting op leikade en in de uiterwaard

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• De breuklijnen vormen de basis voor de inrichting. Het betreft ontwerplijnen en insteeklijnen van geulen die in principe een gelijke hoogte hebben. • Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7.
➢ hooglijn/hverschil	• Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7. De linker en rechterhoogte zijn gebaseerd op het TIN, op 10 meter loodrecht uit de lijn.
➢ hooglijn/kade	• Verlaging van de leikade. De nieuwe hoogte is 3 m+NAP. • De zomerkade blijft gehandhaafd op de huidige hoogte.
➢ ruwheid/heggen	• Heggen structuur in de uiterwaard.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het interventiebeeld.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4ww_a1
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset
Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de rechteroever tussen km raai 948,0 en 949,6.
(vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), ww=Waalse Waard, a=interventiebeeld)

Samenvatting
Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. In de Waalse Waard wordt een (permanent meestromende) geul aangelegd, die ook onder de Rijksweg A27 door gaat. De bovenstroomse drempel krijgt een hoogte van 3m+NAP om morfologische effecten te beperken. Via duikers gaat, bij een niet overstroomde drempel, maximaal 1,5% van de Lekafvoer door de geul. De hoogte van de zomerkade blijft gehandhaafd. De zandwinplas ten oosten van de Rijksweg A27 wordt verondiept. Enige gebieden tegen de bandijk wordt verhoogd (tbv natuur ontwikkeling). De Baseline schematisatie van de geul is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel
Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen
A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden
- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens
- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

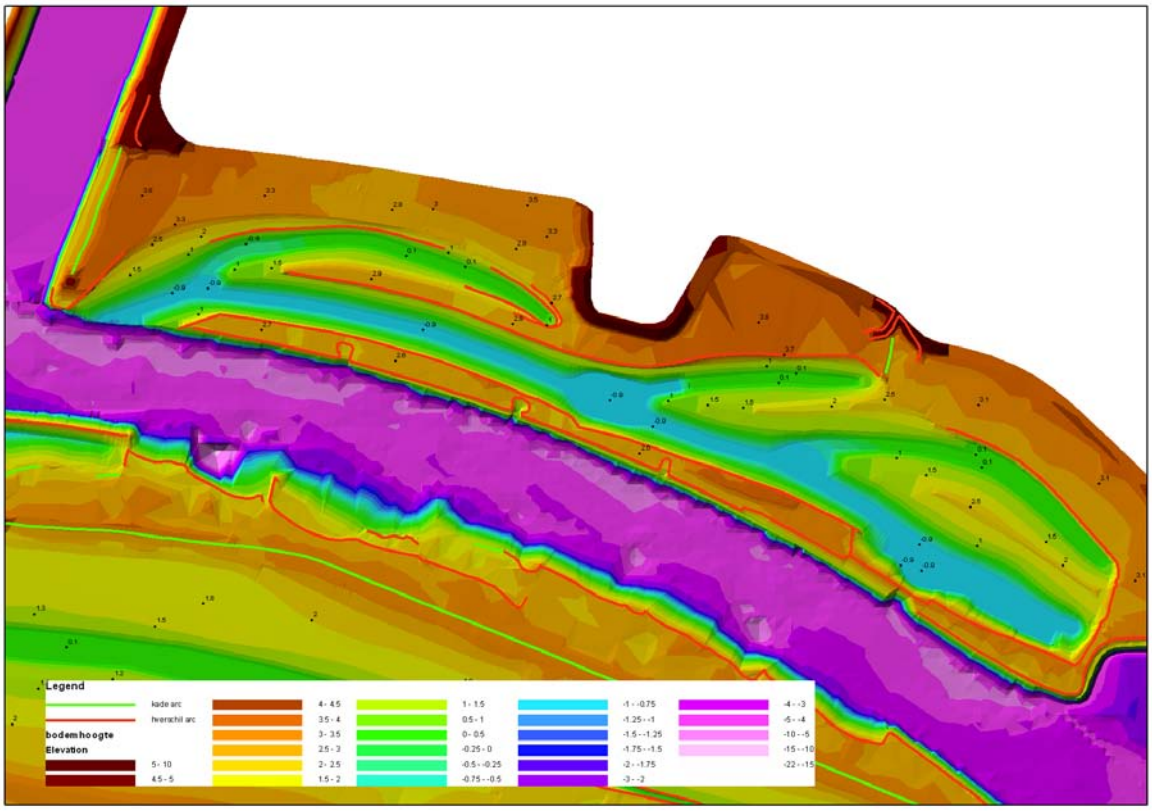
Beschrijving van de erase-bestanden

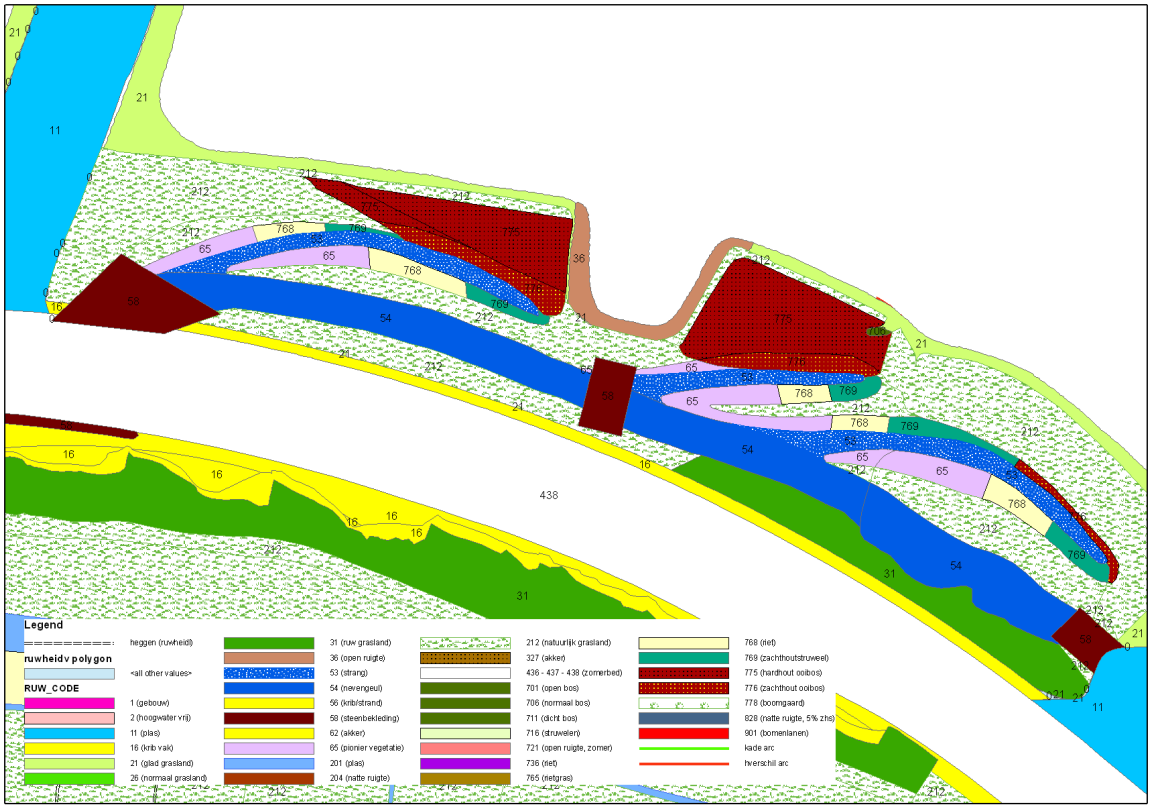
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_bandijk	• Enige teenhoogte punten van de bandijk zijn verwijderd, omdat het TIN anders vreemde hoogtes verkreeg.
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in de uiterwaard.
➢ grenzen/er_breuklplas	• Verwijderen van breuklijnen van de zandwinplas (omdat deze verondiept wordt).
➢ grenzen/er_hverschil	• Verwijderen van hoogteverschillijnen in de uiterwaard
➢ grenzen/er_kade	• Verwijdering van het deel van de zomerkade waar de geul uitstroomt in de hoofdgeul van de Lek.
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Verwijderen van winterbedhoogtepunten in de uiterwaard.
➢ grenzen/er_plassen	• Verwijderen van plascontouren van de zandwinplas (omdat deze verondiept wordt).

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• De breuklijnen vormen de basis voor de inrichting. Het betreft ontwerplijnen en insteeklijnen van geulen die in principe een gelijke hoogte hebben. • Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7.
➢ hooglijn/hverschil	• Een deel van de breuklijnen is na analyse van het TIN opgenomen als hoogteverschillijn, omdat het talud steiler is dan ~1:7. De linker en rechterhoogte zijn gebaseerd op het TIN, op 10 meter loodrecht uit de lijn.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het interventiebeeld.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4bw_b2
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de rechteroever tussen km raai 950,9 en 952,5.
(vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), bw=Bossenwaard, b=streefbeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De basis voor deze maatregel is 'le_vka4bw_a3', voor het interventieniveau. Deze maatregel update de ruwheden naar het streefbeeld en past de breuklijnen van de geulen aan. De Baseline schematisatie is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

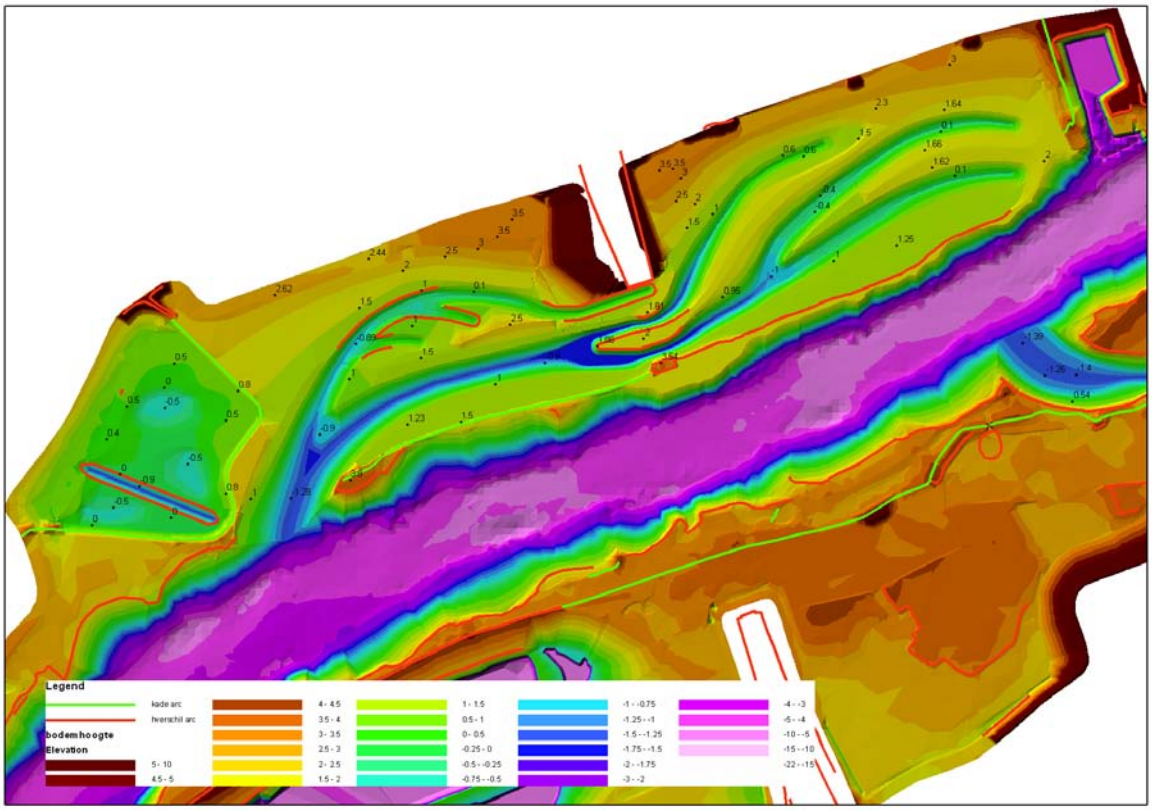
Beschrijving van de erase-bestanden

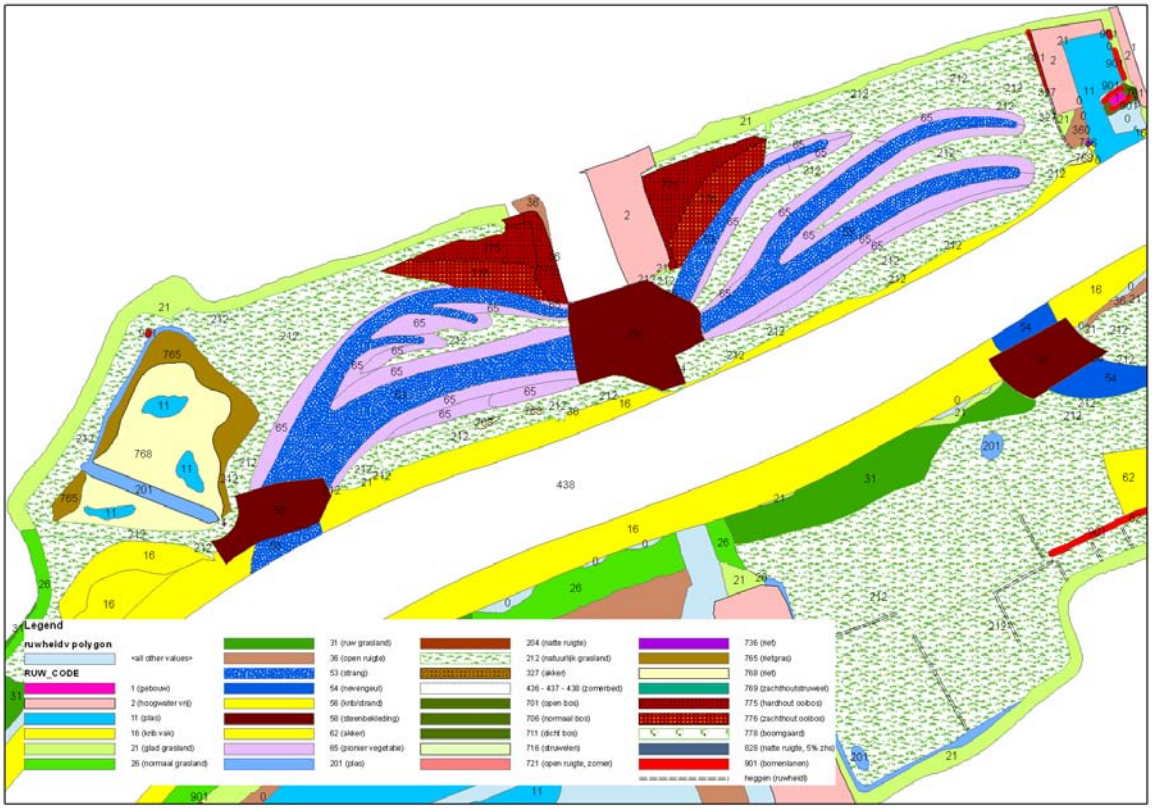
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in het geulenpatroon als gedefinieerd voor het interventiebeeld.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• Breuklijnen voor het streefbeeld in de geulen.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het streefbeeld. Alleen codes die wijzigen ten opzichte van de interventiebeeld zijn opgenomen. De voornaamste wijziging is dat een aantal rietzones langs de geulen aangepast worden in pioniervegetatie.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4pw_b2
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de linkeroever tussen km raai 950,5 en 951,7. (vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), bw=Pontwaard, b=streefbeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De basis voor deze maatregel is 'le_vka4pw_a3', voor het interventieniveau. Deze maatregel past de breuklijnen van de geulen aan. Er is qua ruwheden geen verschil tussen interventiebeeld en streefbeeld. De Baseline schematisatie is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

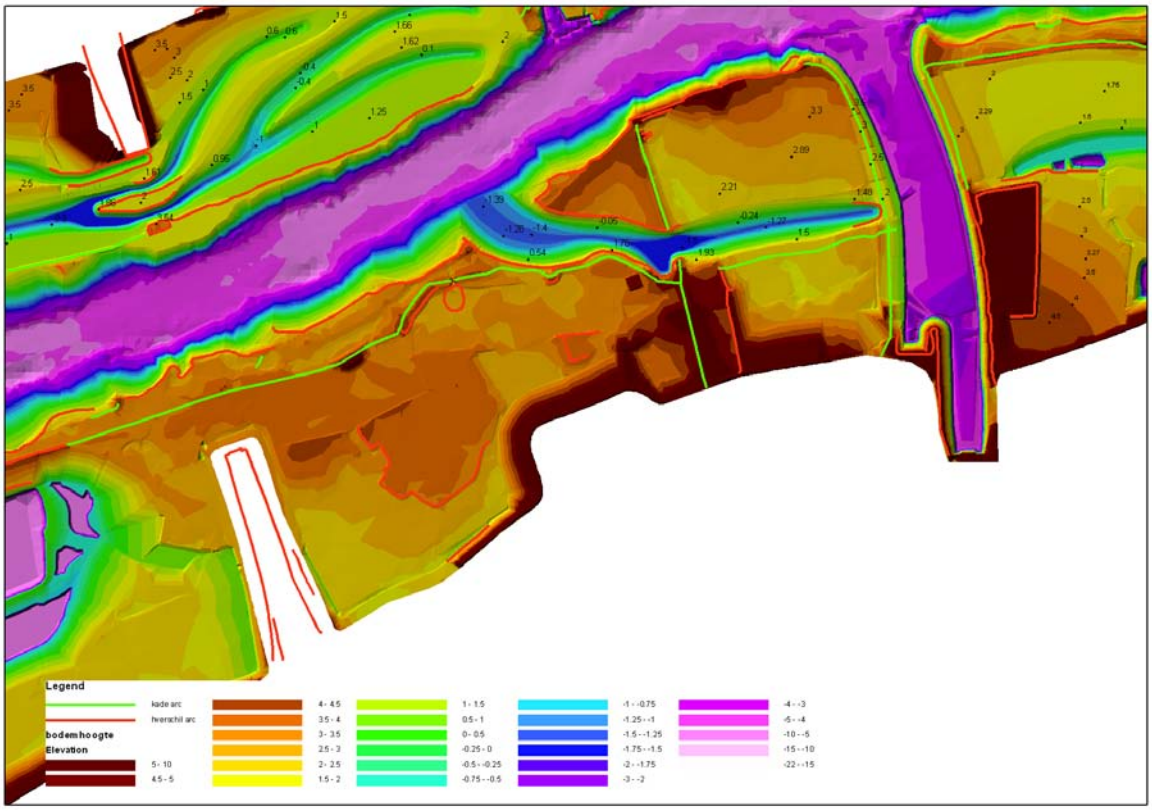
Beschrijving van de erase-bestanden

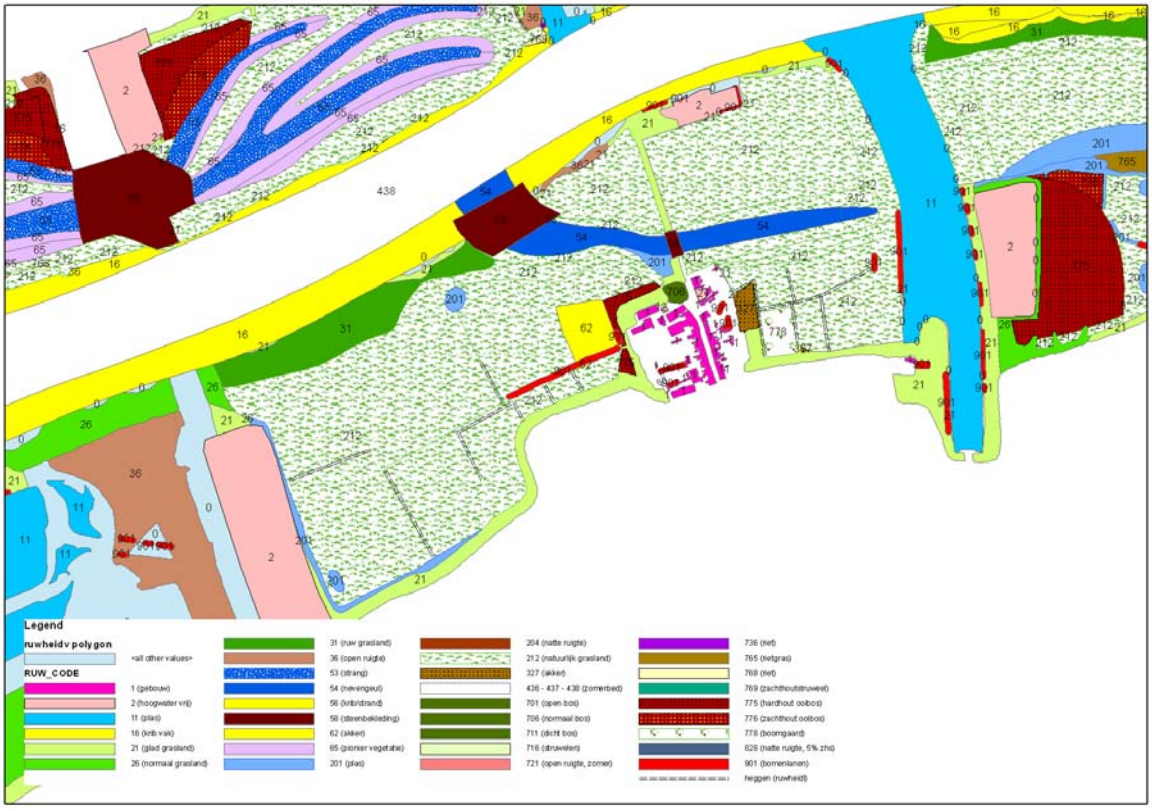
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in het geulenpatroon als gedefinieerd voor het interventiebeeld.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• Breuklijnen voor het streefbeeld in de geulen.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4vw_b1
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’ tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de linkeroever tussen km raai 947,0 en 950,5. (vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), vw=Vianense Waard, b=streefbeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De basis voor deze maatregel is ‘le_vka4vw_a3’, voor het interventieniveau. Deze maatregel update de ruwheden naar het streefbeeld en past de breuklijnen van de geulen aan. De Baseline schematisatie is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie ‘Ruimte voor de Lek, Vianen’.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

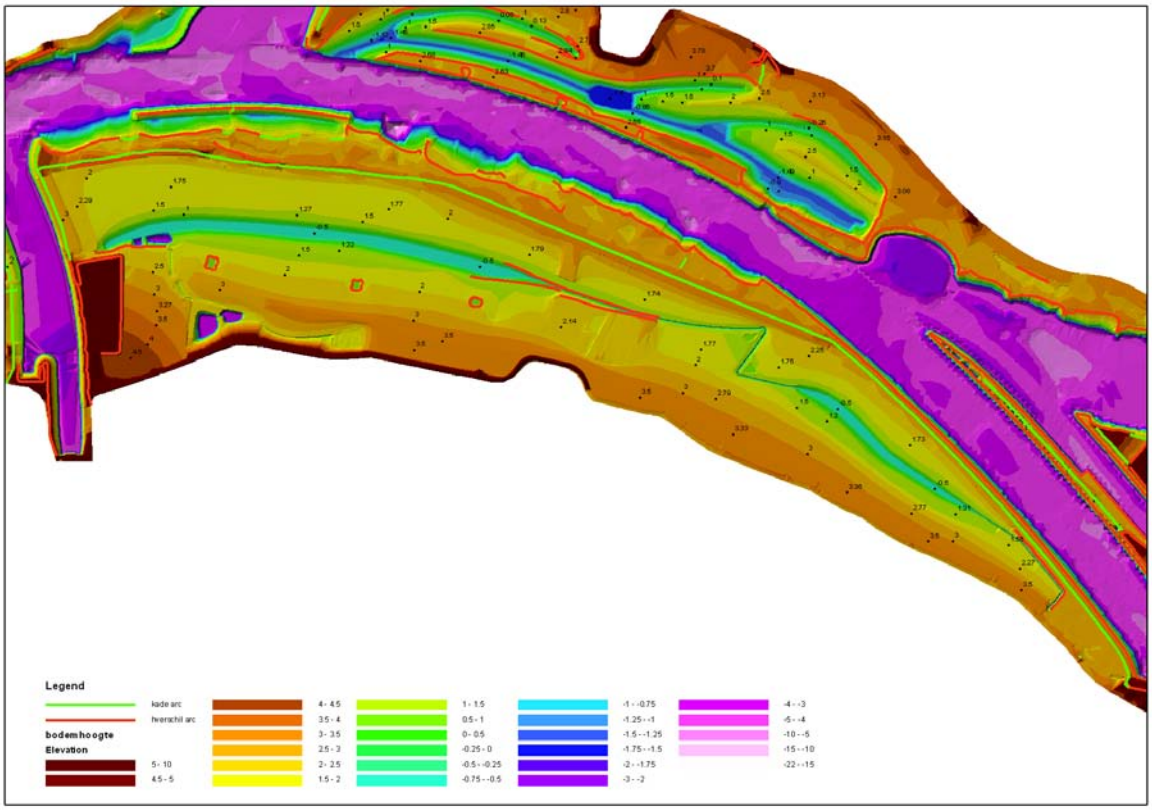
Beschrijving van de erase-bestanden

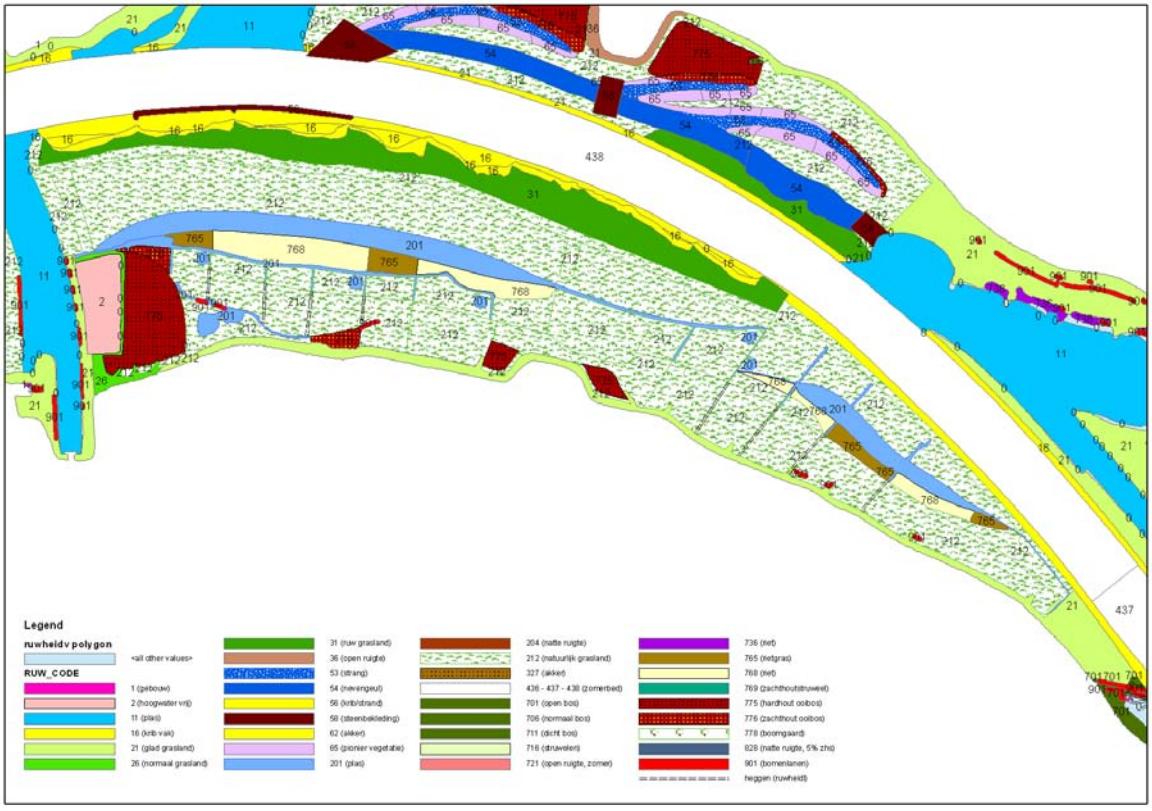
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in het geulenpatroon als gedefinieerd voor het interventiebeeld.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• Breuklijnen voor het streefbeeld in de geulen.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het streefbeeld. Alleen codes die wijzigen ten opzichte van de interventiebeeld zijn opgenomen. De voornaamste wijziging is dat een aantal rietzones langs de geulen aangepast worden in pioniervegetatie.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka4ww_b1
Datum laatste wijziging: 12-01-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de rechteroever tussen km raai 948,0 en 949,6.
(vka=Voorkeursalternatief (SNIP3), ww=Waalse Waard, b=streefbeeld)

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. De basis voor deze maatregel is 'le_vka4ww_a1', voor het interventieniveau. Deze maatregel update de ruwheden naar het streefbeeld en past de breuklijnen van de geulen aan. De Baseline schematisatie is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles).

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

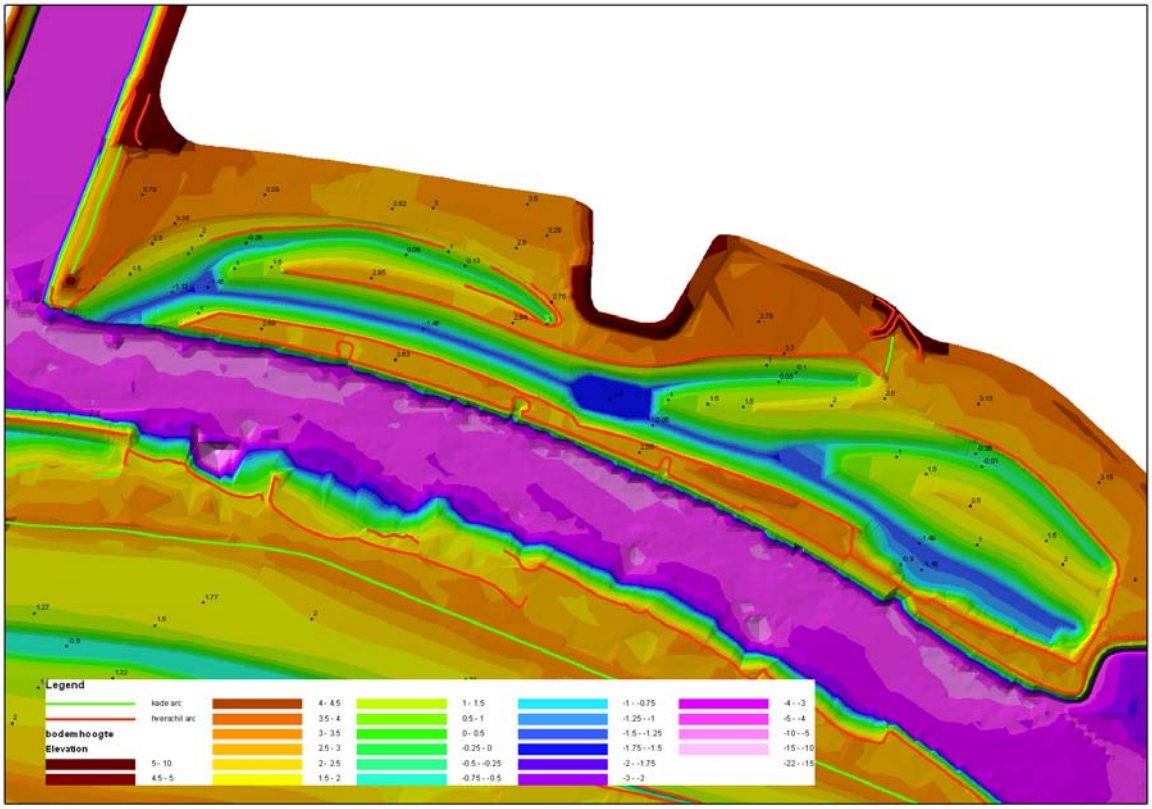
Beschrijving van de erase-bestanden

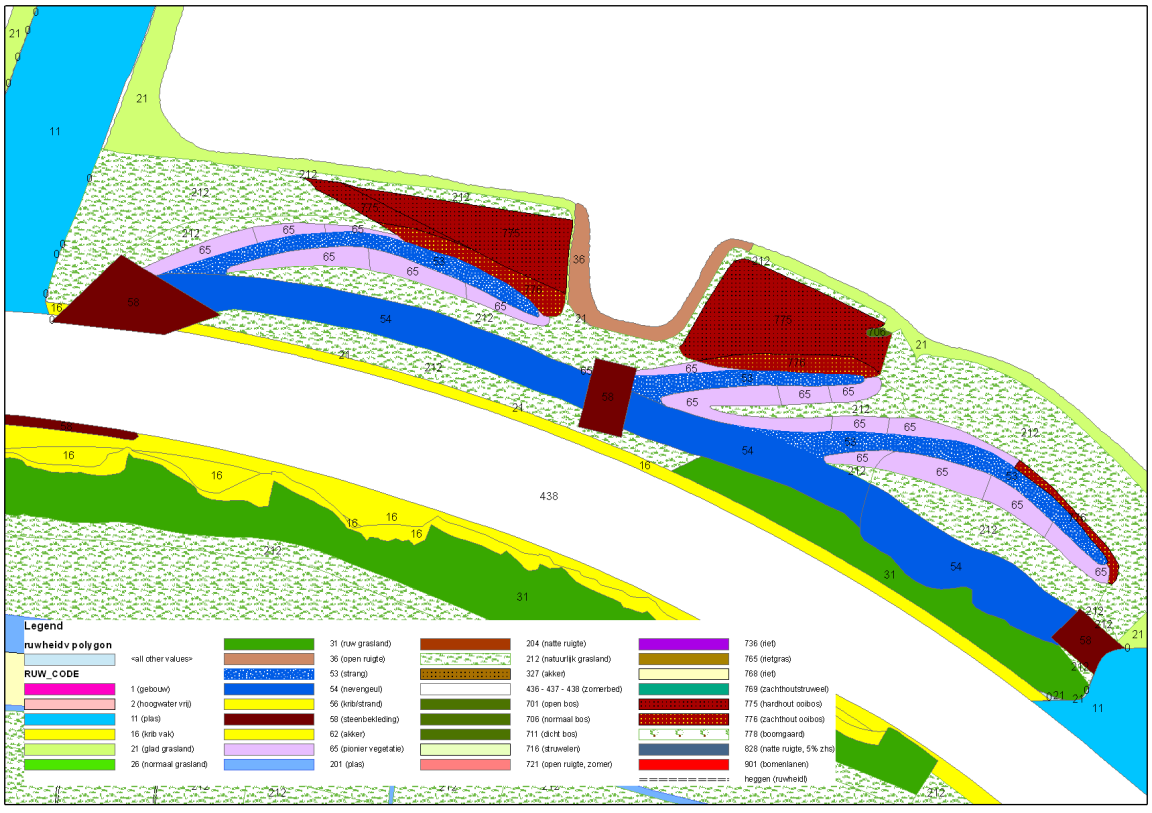
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in het geulenpatroon als gedefinieerd voor het interventiebeeld.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• Breuklijnen voor het streefbeeld in de geulen.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het streefbeeld. Alleen codes die wijzigen ten opzichte van de interventiebeeld zijn opgenomen. De voornaamste wijziging is dat een aantal rietzones langs de geulen aangepast worden in pioniervegetatie.

Bodemhoogte en ruwheden na maatregel





Metadata voor maatregel: le_vka5vw_a1
Datum laatste wijziging: 15-02-2011

Beschrijving van de dataset

Baselineboom met wijzigingsbestanden voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen' tussen km raai 945,0 en 952,5. Specifiek betreft deze maatregel de linkeroever tussen km raai 947,0 en 950,5. (vka5=Projectontwerp (SNIP3), vw=Vianense Waard, a=interventiebeeld). Deze maatregel maakt onderdeel uit van het Projectontwerp.

Samenvatting

Deze maatregel is onderdeel van een set maatregelen om de waterstand rond rkm 945 te verlagen. In het VKA nam de inundatiefrequentie van de Vianense Waard teveel toe ten opzichte van de huidige situatie. In het Projectontwerp wordt de leikade en de zomerkade aan de Noordwesthoek van de Vianense Waard tot ca. 3.0 m + NAP verlaagd en wordt er in deze hoek diagonaal een nieuwe zomerkade aangelegd op 4.70 m + NAP (conform de hoogte van de huidige zomerkade). Het maaiveld in de Vianense Waard blijft grotendeels gehandhaafd op het huidige niveau. Tegen de bandijk wordt op een aantal locaties ooibos aangelegd (zie figuren einde van dit document). De ruwheid wordt omgezet van voornamelijk "glad grasland" naar "natuurlijk grasland". Er wordt een haagstructuur in het zuidelijk deel van de uiterwaard gecreeerd. De Baseline schematisatie van de geul is gebaseerd op CAD tekeningen van ARCADIS (zie sourcefiles/2010-12-22). Voor deze specifieke maatregel komt het streefbeeld in de Vianense Waard overeen met het interventiebeeld.

Doel van de maatregel

Aanpassingen Baseline database i.v.m. waqua berekeningen voor de planstudie 'Ruimte voor de Lek, Vianen'.

Contactpersonen

A. J. Paarlberg, S. Van Vuren (HKV lijn in water)

Type bestanden

- Originele shapefiles (in map data)
- Coverages (in daarvoor bestemde mappen)

Verdere gegevens

- Baseline protocol 3
- Baseline versie 3.31 PKB (met batch)
- Geschikt voor conversie naar Waqua
- Basis schematisatie: simona_rijn_PKB_3_4
- Vegetatiecodering volgens PKB: ruw.k416jul07a

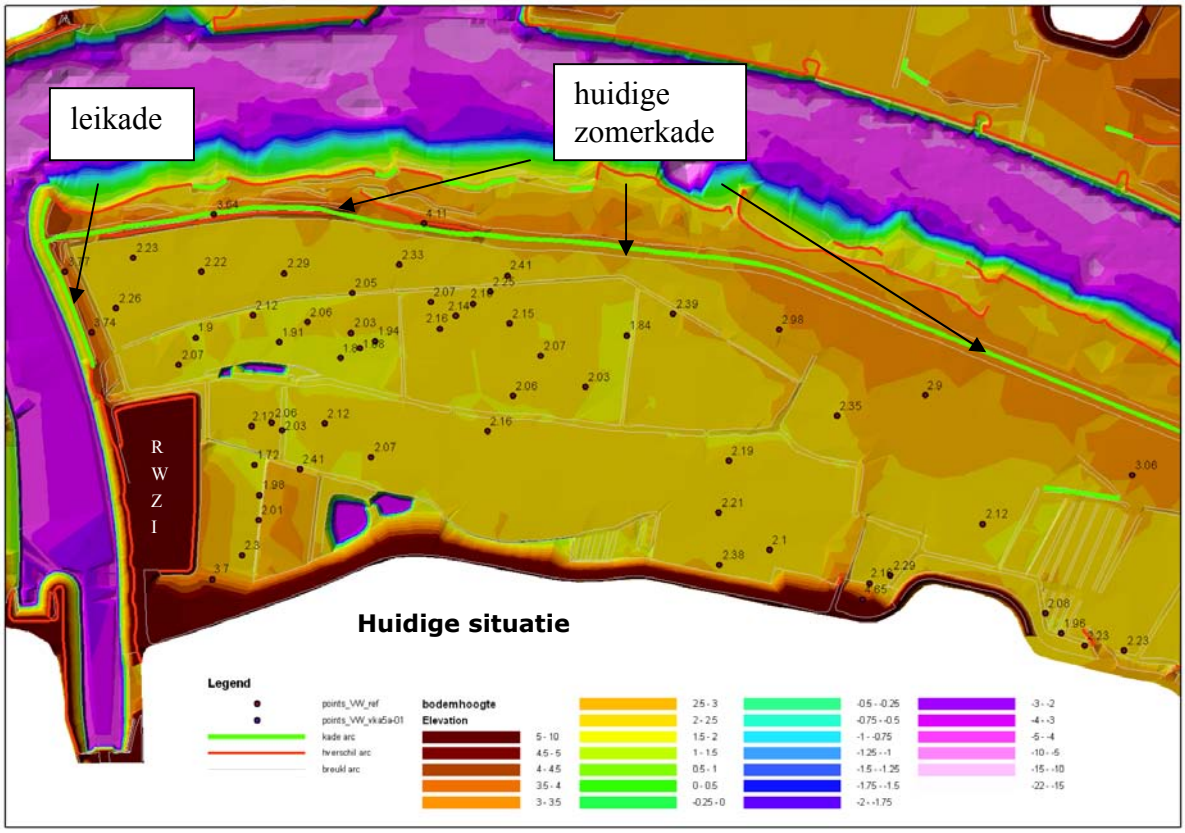
Beschrijving van de erase-bestanden

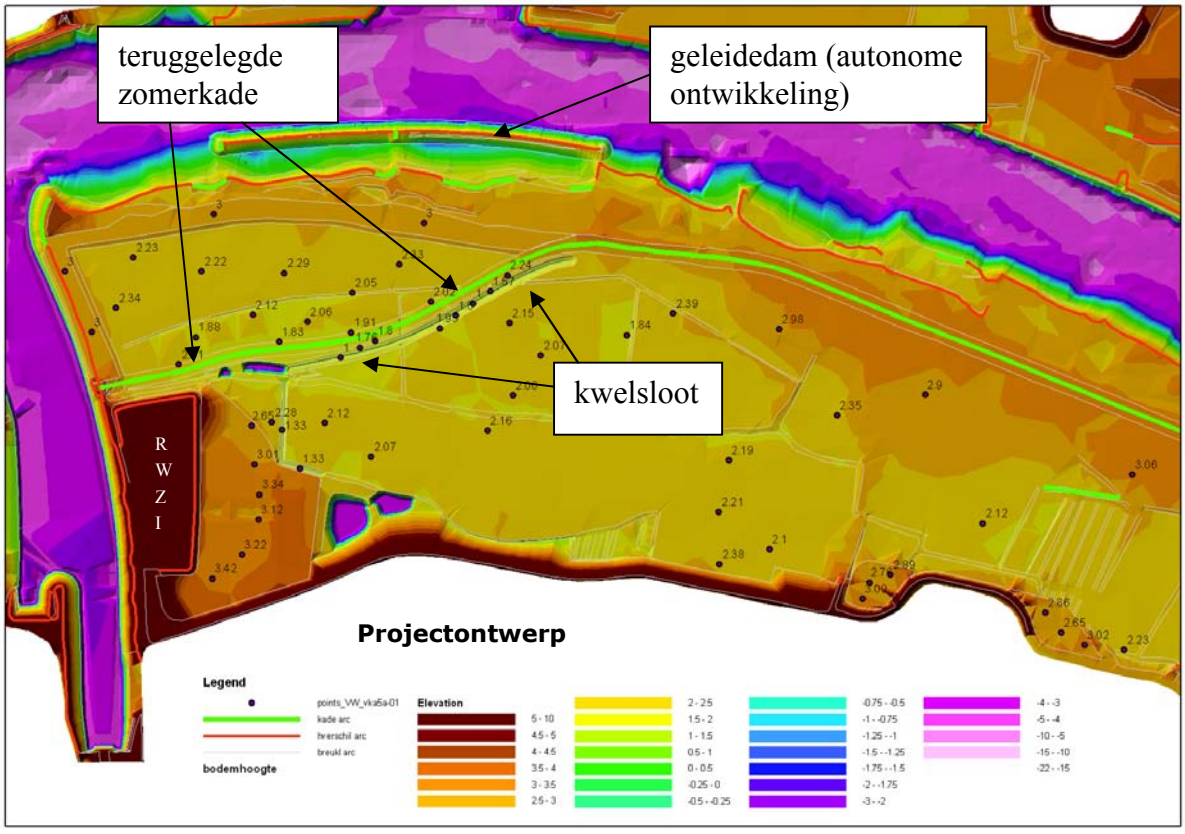
Locatie	Omschrijving
➢ grenzen/er_breukl	• Verwijderen van breuklijnen in delen van de uiterwaard waar wijzigingen worden doorgevoerd.
➢ grenzen/er_hverschil	• Verwijderen van hoogteverschillijnen in delen van de uiterwaard waar wijzigingen worden doorgevoerd.
➢ grenzen/er_kade	• Verwijdering van een deel van de westelijke leikade langs het Merwedekanaal. Een deel van de kade aan de noordzijde wordt verlaagd.
➢ grenzen/er_winbedhgt	• Verwijderen van winterbedhoogtepunten in de uiterwaard waar wijzigingen worden doorgevoerd.
➢ grenzen/er_plassen	• Enige plassen verwijderd die in de nieuwe situatie in ecoruw zijn opgenomen (code 201).
➢ grenzen/er_laanbepl	• Verwijderen van laanbeplanting op leikade.

Beschrijving van de toevoeg-bestanden

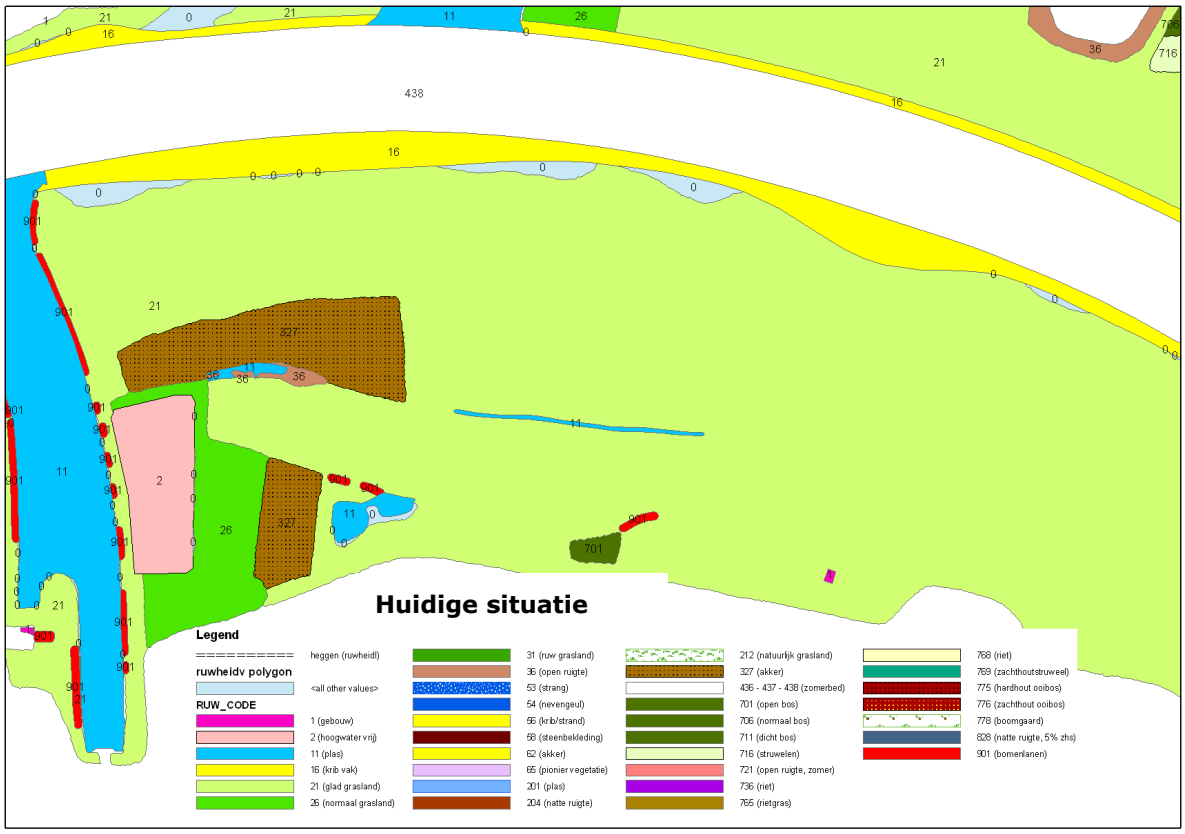
Locatie	Omschrijving
➢ hooglijn/breukl	• De breuklijnen vormen de basis voor de inrichting. Deze zijn (met hoogte) overgenomen uit de bronbestanden van Arcadis. De geulen en teruggelegde zomerkade hebben aan weerszijden een insteeklijn.
➢ hooglijn/hverschil	• De overgang van uiterwaard naar Merwedekanaal ter hoogte van de oorspronkelijke leikade is weergegeven met een hoogteverschillijn vanwege het energieverlies dat daar zal optreden. • De rechterhoogte (zijde Merwedekanaal) is overgenomen uit de referentiedatabase. De linkerhoogte is gelijk aan de kruinhoogte (en het maaiveld aan die zijde).
➢ hooglijn/kade	• Verlaging van de leikade. De nieuwe hoogte is 3 m+NAP. • De zomerkade wordt deels ook verlaagd naar 3 m+NAP. • Teruggelegde “diagonale” zomerkade met een kruinhoogte van 4,70 m+NAP. De ligging is overgenomen uit de bronbestanden van Arcadis.
➢ hoogpunt/winbedhgt	• Aanpassing van de bodemhoogte van de ooibos zones i) tegen de bandijk en RWZI en ii) tegen de bandijk en langs de Rijksweg A27. De hoogtes zijn overgenomen uit de bronbestanden van Arcadis.
➢ ruwheid/heggen	• Heggen structuur in de uiterwaard. Zie hiervoor bronbestanden van “le_vka4vw_a3”.
➢ ruwheid/ecoruw	• Ruwheden van het interventiebeeld. • De oeverwal is “natuurlijk grasland”, net als het overgrote deel van de Vianense Waard.
➢ ruwheid/ruw_k	• Het secties bestand overschrijft gewijzigde ruwheden in de oeverzone. Daarom is een deel van de elementen uit ecoruw ook verwerkt in ‘ruw_k’.

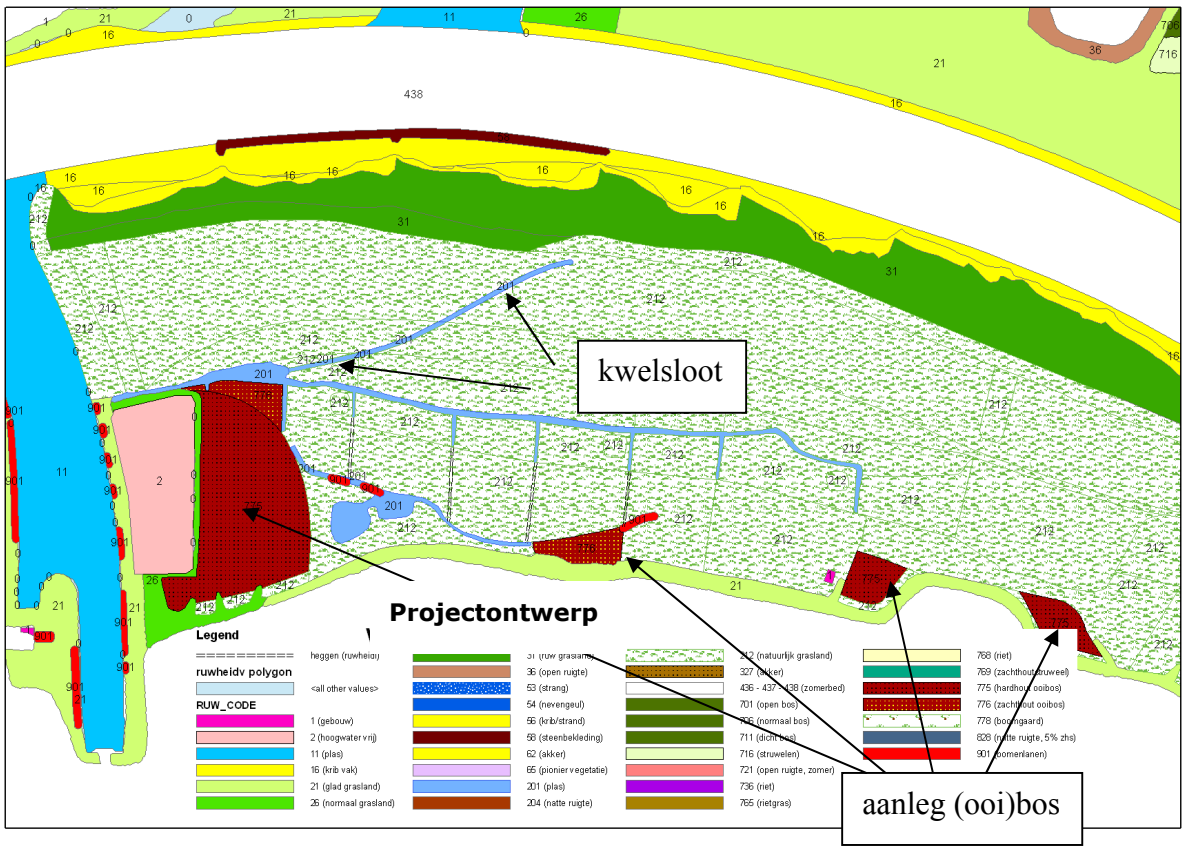
Bodemhoogte voor (boven) en na (onder) maatregel





Ruwheden voor (boven) en na (onder) maatregel





Bijlage 19: Memo Delft3D referentiesituatie

HKV LIJN IN WATER

memorandum

PR1978.11

Project : Morfologische analyse rivierverruiming Vianen
Datum : 30 juni 2010
Onderwerp : Baseline schematisatie D3D referentie: bochtafsnijding Lekkanaal & geleidedam
Van : Andries Paarlberg
Aan : Erik Mosselman, Kees Sloff, Rolien van der Mark (Deltares)

Inleiding

Voor het huidige Delft3D model van de Nederrijn-Lek is gebruik gemaakt van de Baseline database "simona_rijn_pkb_3_4". Tijdens het afstemmingsoverleg met Deltares is afgesproken om de referentiesituatie voor de morfologische berekeningen met Delft3D iets aan te passen. Dit betreft de volgende relevante autonome ontwikkelingen (zie Figuur 1): 1) bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en 2) een geleidedam aan de zuidoever bij Vianen, welke niet zijn opgenomen in de referentie Baseline database.

Dit memo bespreekt een tweetal Baseline maatregelen, die bovengenoemde autonome ontwikkelingen in de Baseline database verwerken.



Figuur 1: bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en geleidedam aan de zuidoever bij Vianen

Bochtafsnijding Lekkanaal-Lek

Via RWS-ON is de volgende Baseline maatregel ontvangen "le_vreeswk_a1". Deze maatregel is onderdeel van Baseline actualisaties bij RWS. De maatregel is daarom in protocol 4, terwijl voor het huidige Ruimte voor de Rivier project gebruik gemaakt dient te worden van protocol 3. Een

aantal aanpassingen zijn nodig om deze maatregel bruikbaar te maken voor onze referentie database:

- De maatregel is daarom omgezet naar Baseline protocol 3. Bomen zijn daarbij niet meegenomen, omdat dat niet mogelijk is in Baseline 3 (op advies van RWS-ON).
- Het Baseline "secties" bestand maakt onderscheid tussen zomerbed, kribvakken en uiterwaarden. De PKB Baseline versie gebruikt hieruit de kribvakken om deze op te nemen als "kribvak ruwheid" (code 16) in het ruwheidsvlakken bestand. Het secties bestand wordt niet opnieuw aangemaakt in de Baseline versie van de PKB (zie metainfo map, file batch_lijst). Dit resulteert er in dat de "plassen" uit de maatregel, na verwerking van secties, weer zijn overschreven met "kribvak" ruwheid. Dit is niet wenselijk. Daarom is zijn de contouren van de plas opgenomen in "ruw_k" met als ruw_code 11 (plas). "ruw_k" komt in Baseline boven het secties bestand te liggen en zodoende het resulterende ruwheidsvlakken bestand ter hoogte van de plassen niet als kribvak wordt geschematiseerd.
- De hoogte van de kom die ontstaat moet op/rond -4.5 komen te liggen (communicatie RWS-ON). De referentie situatie waar de maatregel oorspronkelijk voor bedoeld is heeft andere gegeven voor het zomerbed. Wanneer de maatregel 1-op-1 wordt gebruikt voor de PKB3_4 referentie onstaat een ondiepte in de kom. Daarom zijn de punten die lager dan NAP-4m liggen aan de rand van de kom verwijderd uit "plashgtzom", "zombedhgt" en "oevhgtzom".
- De ruwheidsveranderingen van het terrein achter de geleidedam zijn gelijk aan de referentiesituatie. Dit worden in de maatregel namelijk niet geupdate. Voor het grootste deel bestaat na verwerking van de maatregel, de ruwheid dan ook uit glad grasland (op advies RWS-ON). Een deel van de stenendam dicht langs de oever krijgt echter ruwheid "kribvak", met een Nikuradse ruwheidshoogte van 0.2 meter, omdat hier in de huidige situatie een kribvak lag. Die wordt voor de morfologische analyse niet als een probleem gezien.

De nieuwe maatregel heet "le_vreeswk_a2", zie ook metadata van de maatregel.

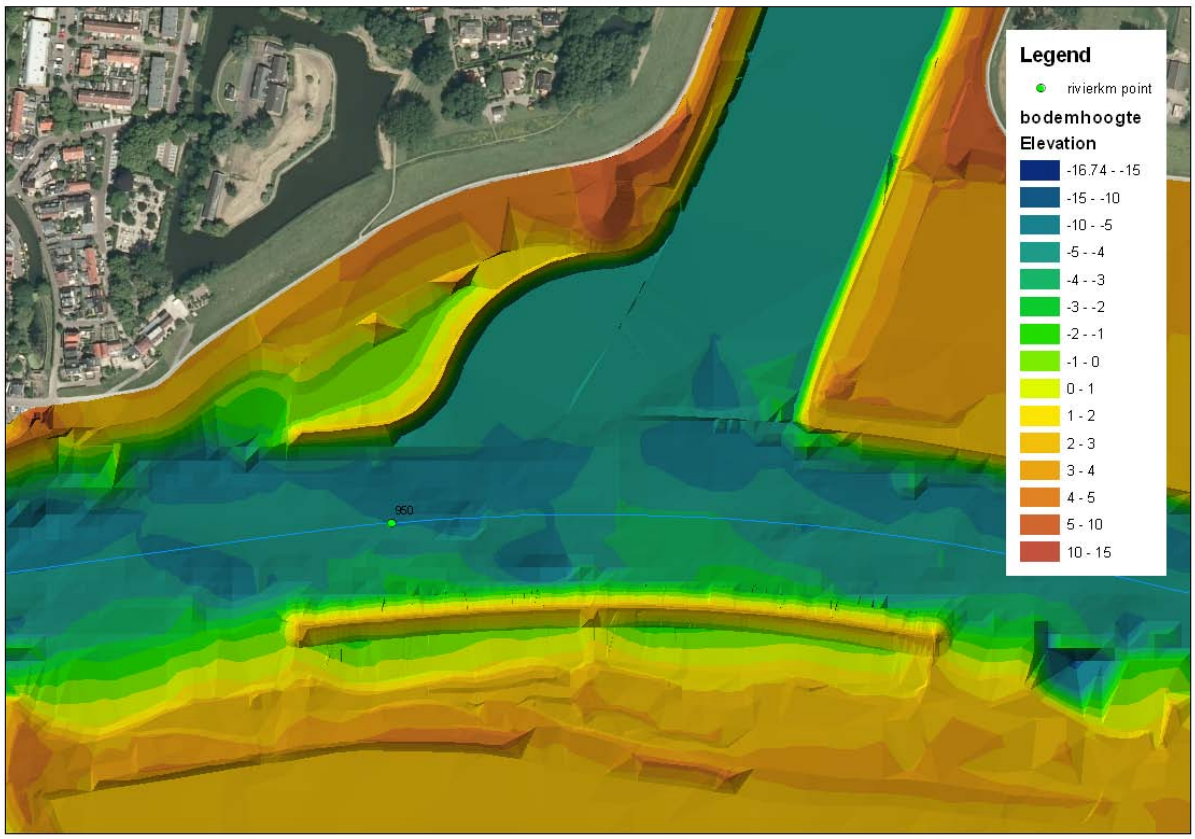
Geleidedam zuidoever Lek bij Vianen

Om de geleidedam in Baseline te kunnen schematiseren is een uitsnede uit het DTB ontvangen via RWS-ON. Hierin zit hoogteinformatie voor de kruin, en de bovenzijde van het talud. De volgende keuzes zijn gemaakt voor de Baseline schematisatie:

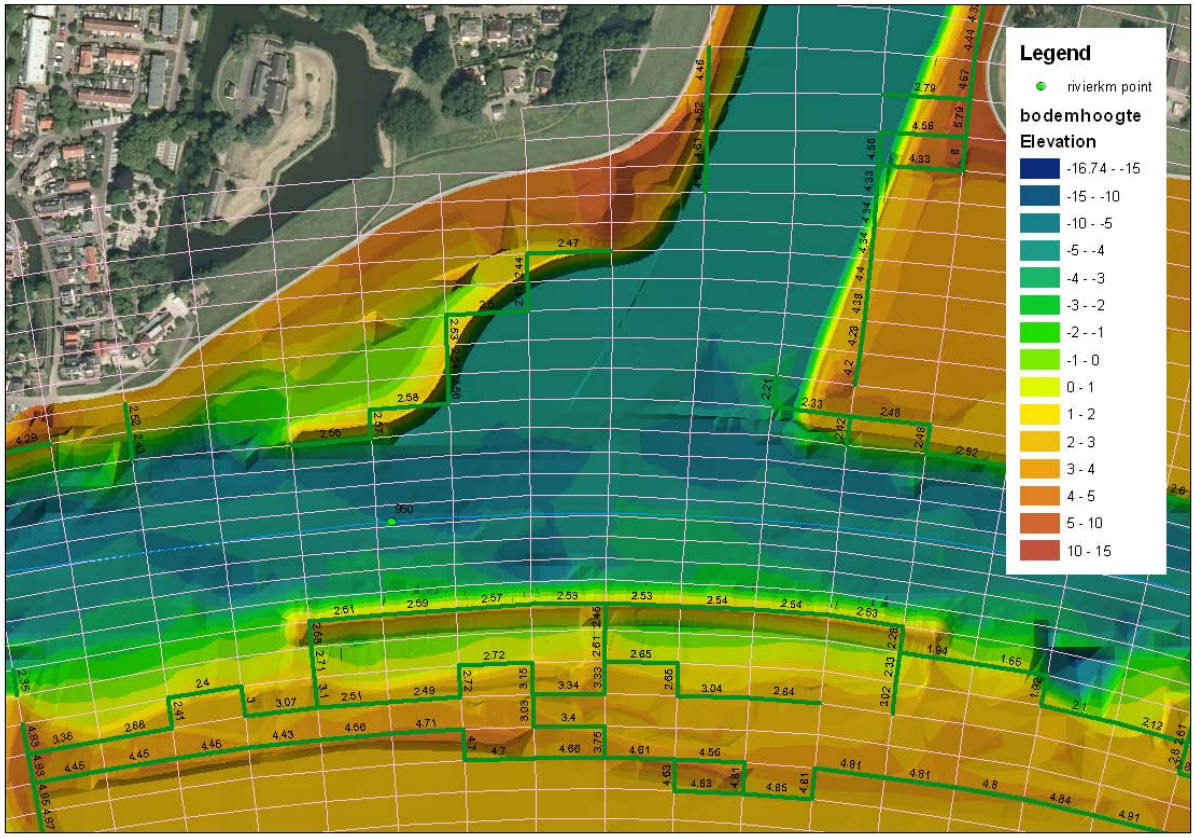
- de kruinlijn is geschematiseerd als hoogteverschillijn (wordt overlaat en komt in hoogtemodel)
- de bovenkant van het talud (grofweg 2m breed) is geschematiseerd als breuklijn
- de onderkant van het talud is geschematiseerd als breuklijn op ongeveer 15 meter loodrecht uit de kruin. De hoogte aan de rivierzijde volgt uit multibeampeilingen van 2007 (ontvangen van Deltares), de hoogte aan de uiterwaardezijde uit het bodemhoogtemodel in de PKB database.
- De geleidedam heeft als ruwheidscode 58 gekregen, wat staat voor "steenbekleding" met een ruwheidshoogte van k=0.3m. NOOT: deze moet wellicht nog in de d3d ruwheidsfile worden opgenomen).

Resultaat op Baseline niveau

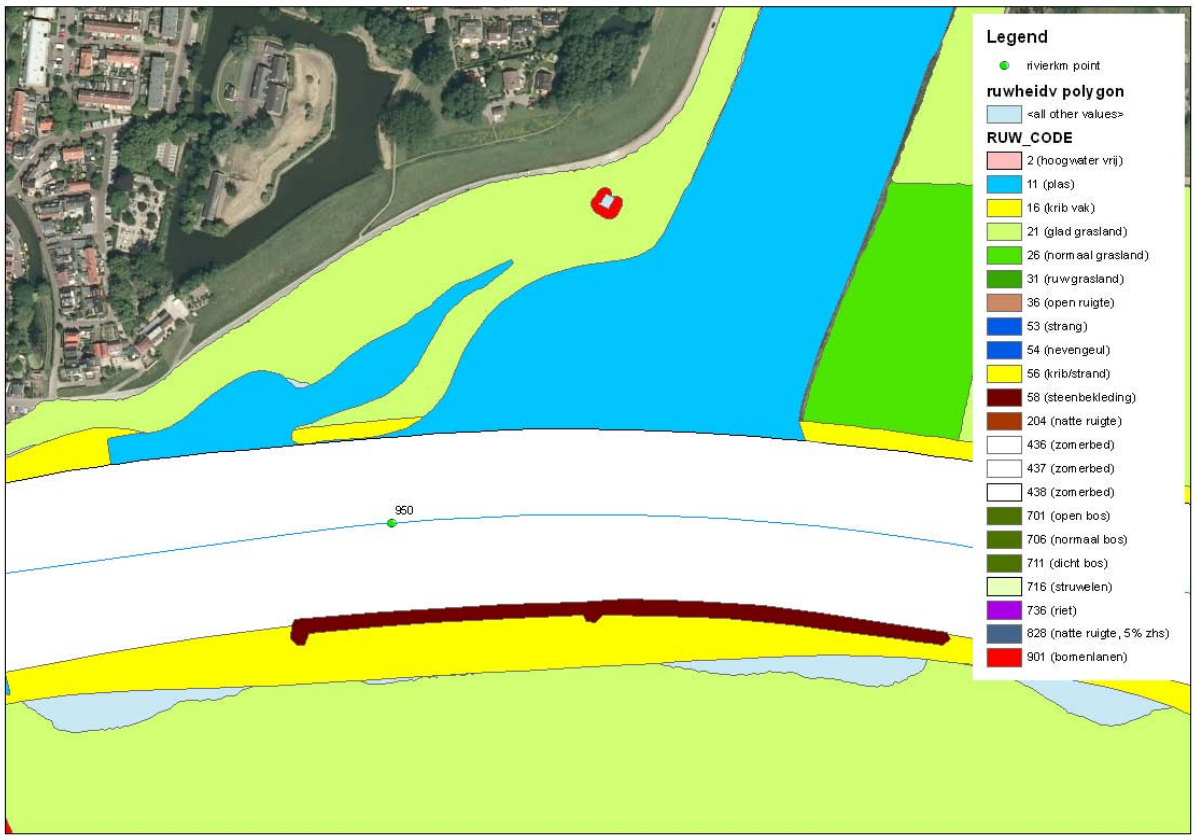
Figuur 2 geeft de bodemligging na verwerking van beide maatregelen in de Baseline database. Figuur 3 geeft ook de overlaten, die met de hoogte, zoals die wordt geprojecteerd op het "nr2" Delft3D grid. De bodemschematisatie en overlatenschematisatie lijken de werkelijkheid goed te representeren. Figuur 4 geeft de ruwheidsvlakken na verwerking van de maatregel. Let er op dat de geleidedam ruwheid steenbekleding heeft gekregen, maar de dam bij de bochtafsnijding niet (omdat dit is overgenomen uit de ontvangen Baseline maatregel van RWS-ON).



Figuur 2: Bodemligging na verwerking maatregelen



Figuur 3: Bodemligging en overlaten, met kruinhoogte, na verwerking maatregelen. De dunne lijnen representeren het nr2 grid (delft3d rooster).



Figuur 4: Ruwheidsvlakken na verwerking maatregelen

Bijlage 20: dwarsstromen alle varianten

Dwarsstromen VKA1f (VKA1, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.24 (+0.19)	0.21 (+0.13)	0.42 (-0.05)
2	toegangsdam	0.15 (0.00)	0.25 (-0.02)	0.23 (-0.06)	**0.29 (+0.05)**
3	in WW	0.12 (0.00)	0.15 (-0.01)	**0.16 (+0.04)**	**0.23 (+0.14)**
4	uit WW	0.26 (+0.24)	**0.60 (+0.56)**	**0.60 (+0.42)**	**0.37 (+0.25)**
5	uit PW	0.18 (+0.02)	**0.26 (+0.08)**	**0.21 (+0.09)**	0.12 (0.00)
6	in BW	0.20 (-0.01)	0.19 (-0.07)	0.21 (-0.11)	0.22 (-0.21)
7	uit BW	0.15 (0.00)	**0.24 (+0.12)**	**0.19 (+0.08)**	0.14 (+0.07)

Dwarsstromen VKA2b (VKA2, streefbeeld)

Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.28 (+0.23)	0.24 (+0.16)	0.42 (-0.05)
2	toegangsdam	0.15 (0.00)	0.25 (-0.02)	0.23 (-0.05)	**0.29 (+0.06)**
3	in WW	0.12 (0.00)	0.15 (-0.02)	**0.17 (+0.05)**	**0.24 (+0.15)**
4	uit WW	0.14 (+0.07)	**0.33 (+0.26)**	**0.40 (+0.21)**	**0.28 (+0.14)**
5	uit PW	0.18 (+0.02)	**0.30 (+0.13)**	**0.35 (+0.23)**	**0.29 (+0.18)**
6	in BW	0.17 (-0.04)	0.25 (-0.01)	0.24 (-0.09)	0.27 (-0.16)
7	uit BW	0.15 (0.00)	**0.23 (+0.11)**	**0.18 (+0.07)**	0.13 (+0.07)

Dwarsstromen VKA3b (VKA3, streefbeeld) = VVKA

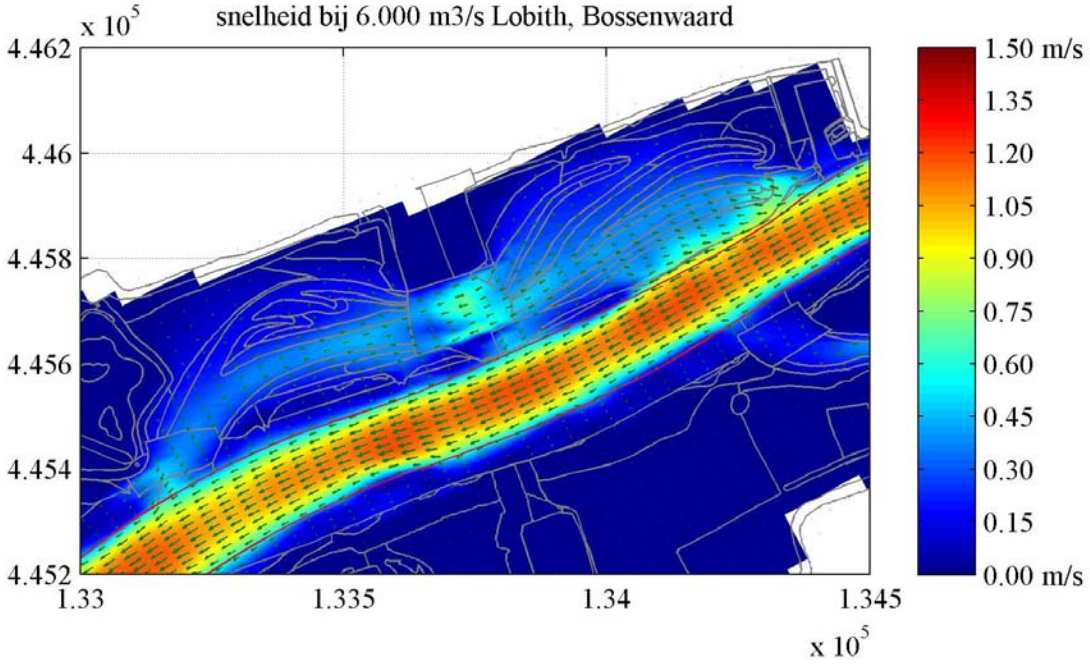
Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.29 (+0.24)	0.25 (+0.17)	0.41 (-0.06)
2	toegangsdam	0.15 (0.00)	0.20 (-0.07)	0.23 (-0.05)	**0.29 (+0.06)**
3	in WW	0.12 (0.00)	0.16 (0.00)	**0.24 (+0.11)**	**0.28 (+0.19)**
4	uit WW	0.14 (+0.06)	**0.22 (+0.15)**	**0.37 (+0.19)**	**0.26 (+0.12)**
5	uit PW	0.18 (+0.02)	**0.31 (+0.13)**	**0.34 (+0.21)**	**0.30 (+0.18)**
6	in BW	0.17 (-0.04)	0.25 (-0.01)	0.24 (-0.08)	0.27 (-0.16)
7	uit BW	0.16 (+0.01)	**0.26 (+0.14)**	**0.19 (+0.09)**	0.15 (+0.08)
8	sluiskanaal	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.08 (+0.08)	**0.17 (+0.13)**

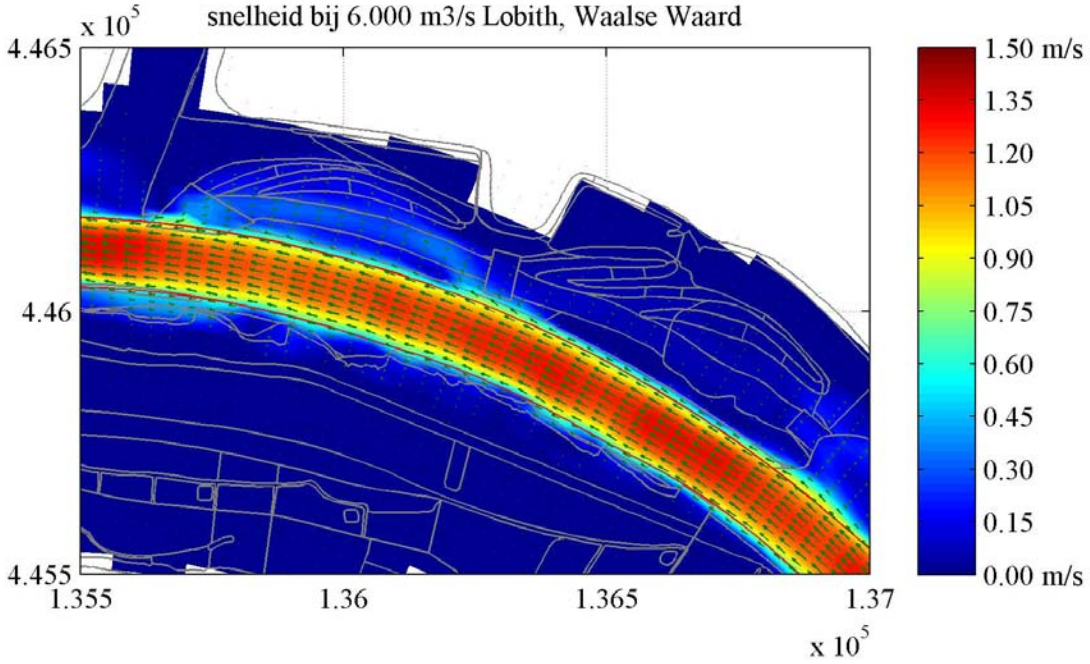
Dwarsstromen VKA4b (VKA4, streefbeeld) = VKA

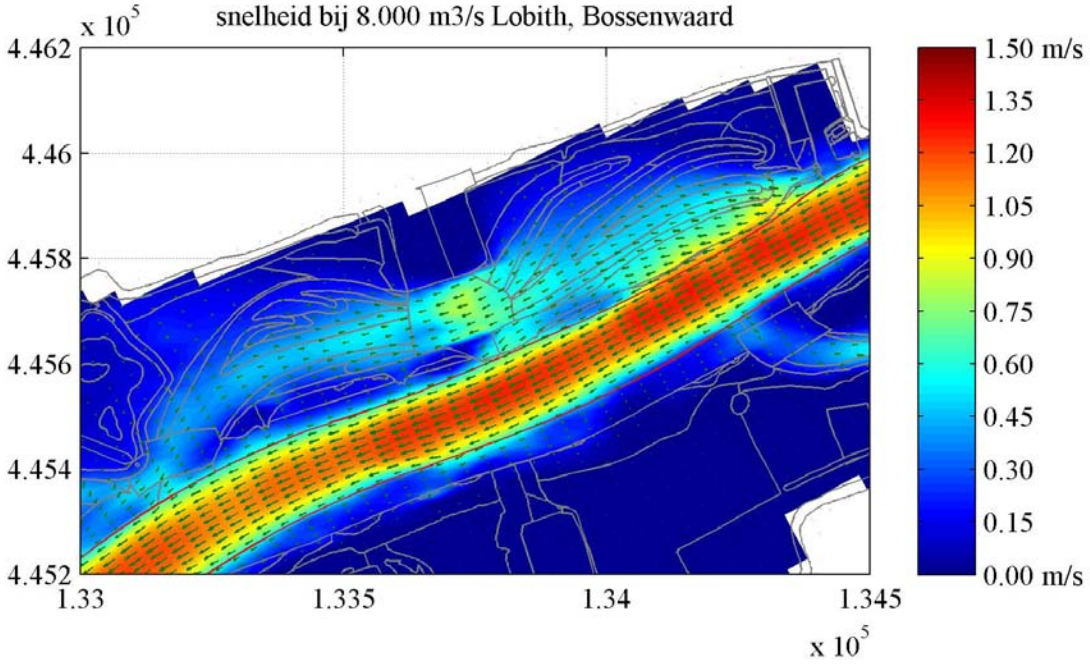
Locatie	Afvoer Lobith	4.000	6.000	8.000	10.000
1	MW kanaal	0.05 (+0.01)	0.32 (+0.27)	0.27 (+0.19)	**0.49 (+0.02)**
2	toegangsdam	0.15 (+0.00)	0.24 (-0.03)	0.23 (-0.05)	**0.29 (+0.05)**
3	in WW	0.12 (+0.00)	0.16 (+0.00)	**0.23 (+0.11)**	**0.27 (+0.18)**
4	uit WW	0.07 (-0.01)	**0.26 (+0.19)**	**0.50 (+0.32)**	**0.33 (+0.19)**
5	uit PW	0.21 (+0.05)	**0.23 (+0.06)**	**0.21 (+0.08)**	**0.24 (+0.12)**
6	in BW	0.14 (-0.07)	0.15 (-0.11)	0.19 (-0.13)	0.24 (-0.19)
7	uit BW	0.17 (+0.01)	**0.26 (+0.13)**	**0.17 (+0.06)**	0.11 (+0.05)
8	sluiskanaal	0.00 (+0.00)	0.00 (+0.00)	0.08 (+0.08)	**0.17 (+0.13)**

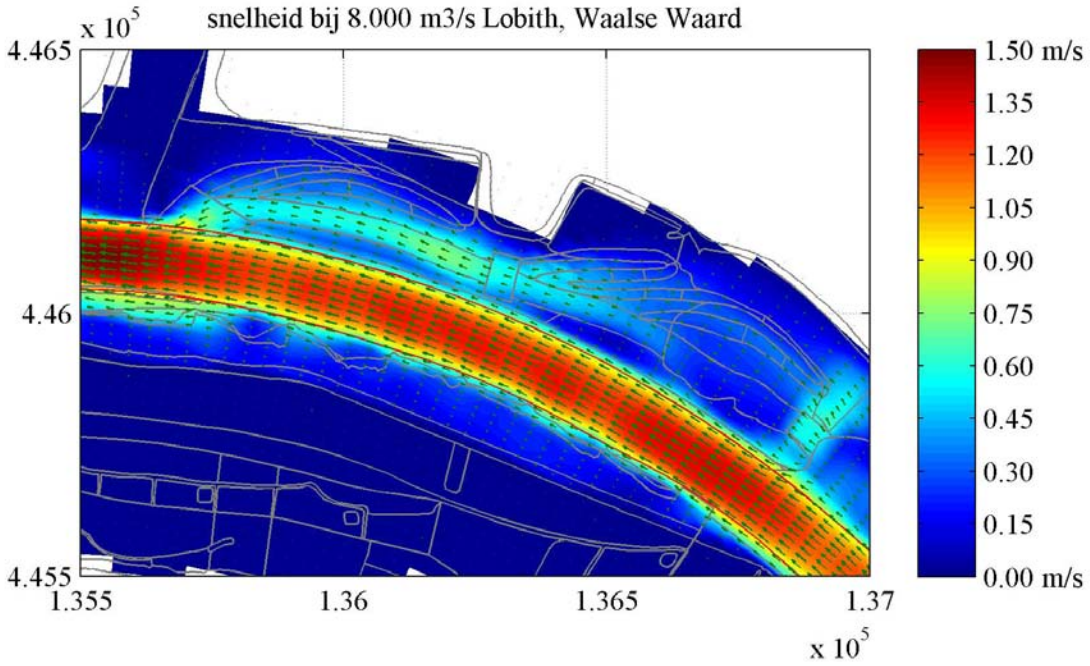
Tabel 10-3: Dwarsstromen voor verschillende varianten, zie verder uitleg bij Tabel 7-3.

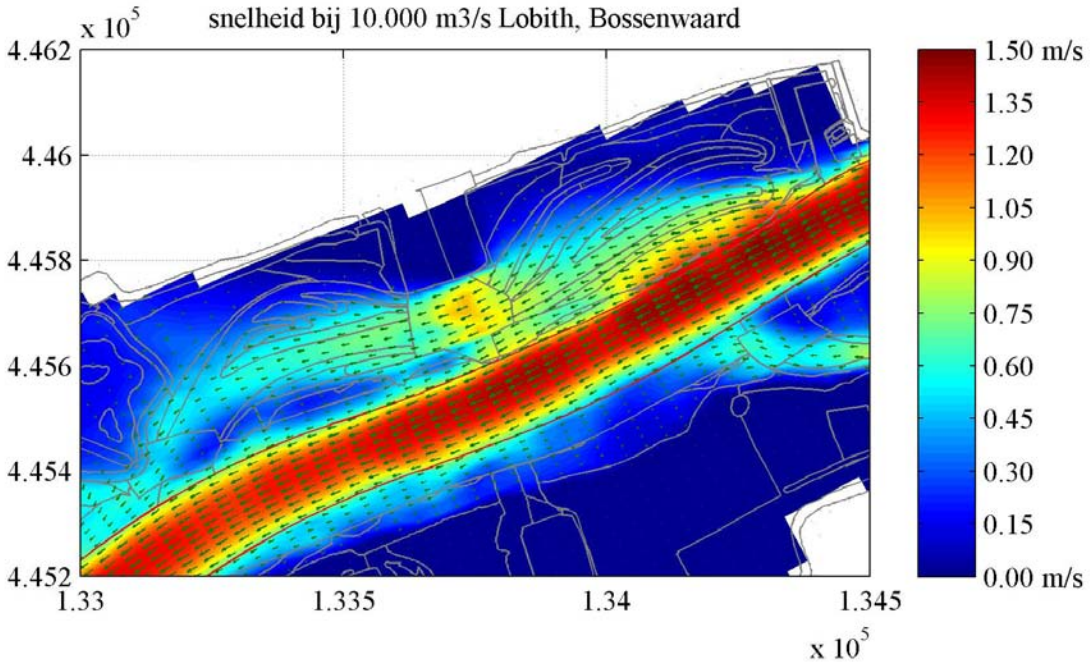
Bijlage 21: Stroomsnelheden oeverzones

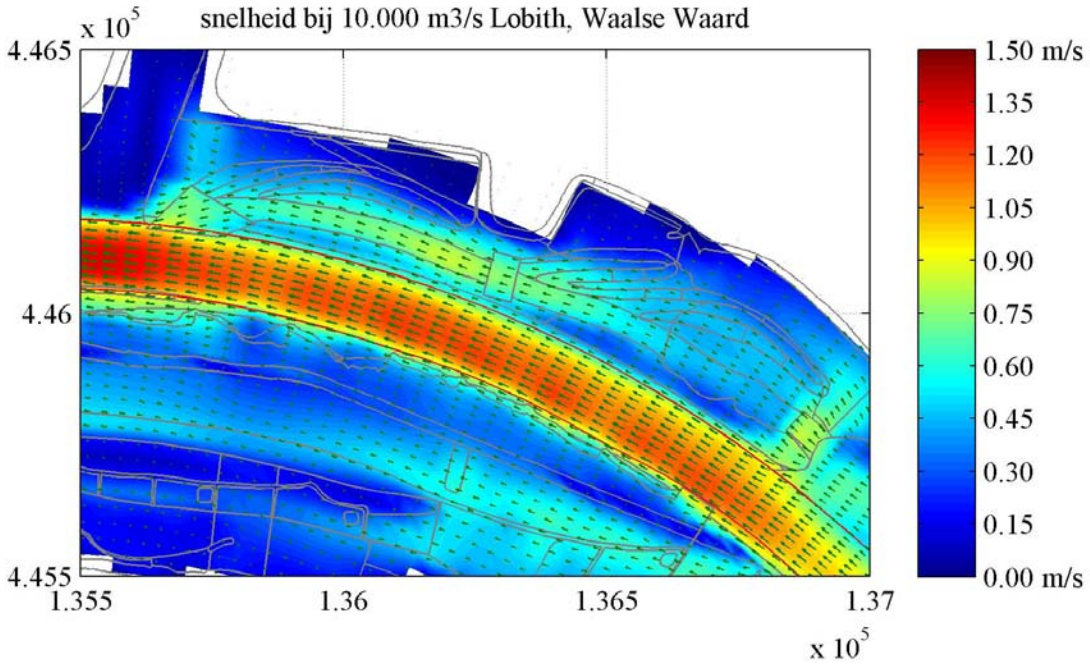

snelheid bij 6.000 m3/s Lobith, Bossenwaard
x 10^5
4.462
4.46
4.458
4.456
4.454
4.452
1.33
1.335
1.34
1.345
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s

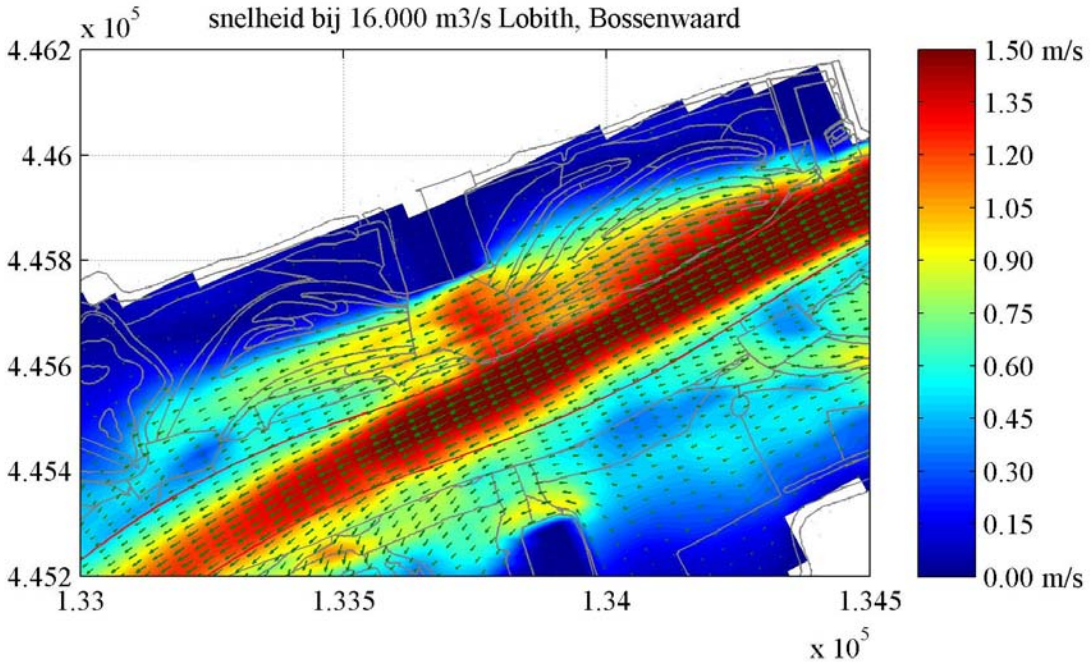

snelheid bij 6.000 m3/s Lobith, Waalse Waard
x 10^5
4.465
4.46
4.455
1.355
1.36
1.365
1.37
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s

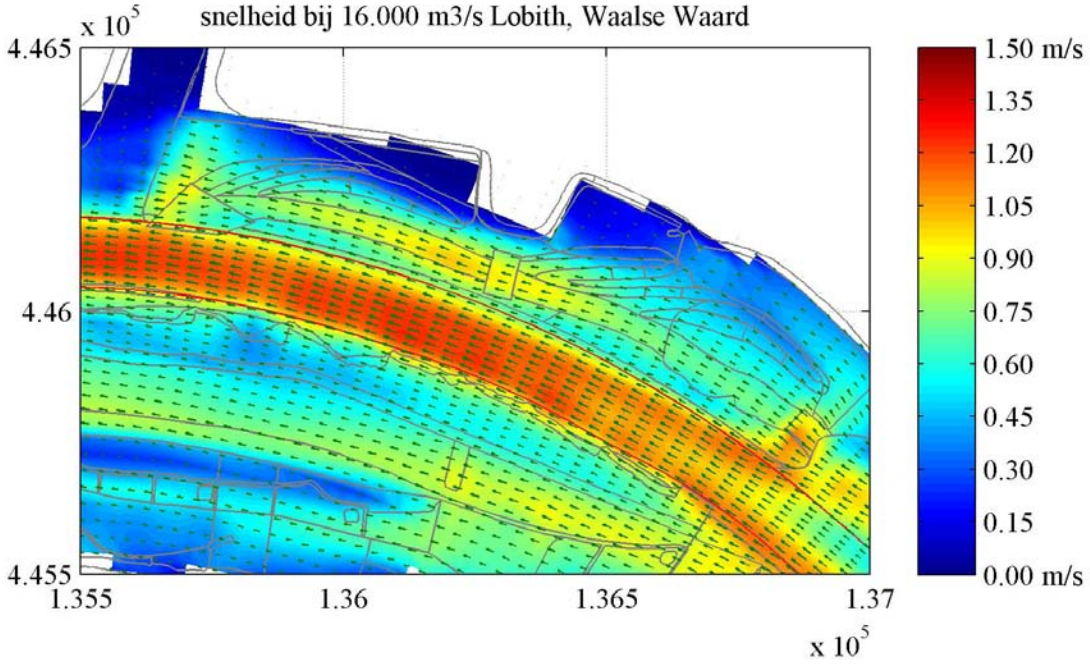

snelheid bij 8.000 m3/s Lobith, Bossenwaard
x 10^5
4.462
4.46
4.458
4.456
4.454
4.452
1.33
1.335
1.34
1.345
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s


snelheid bij 8.000 m3/s Lobith, Waalse Waard
x 10^5
4.465
4.46
4.455
1.355
1.36
1.365
1.37
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s


snelheid bij 10.000 m3/s Lobith, Bossenwaard
x 10^5
4.462
4.46
4.458
4.456
4.454
4.452
1.33
1.335
1.34
1.345
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s


snelheid bij 10.000 m3/s Lobith, Waalse Waard
x 10^5
4.465
4.46
4.455
1.355
1.36
1.365
1.37
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s


snelheid bij 16.000 m3/s Lobith, Bossenwaard
x 10^5
4.462
4.46
4.458
4.456
4.454
4.452
1.33
1.335
1.34
1.345
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s


snelheid bij 16.000 m3/s Lobith, Waalse Waard
x 10^5
4.465
4.46
4.455
1.355
1.36
1.365
1.37
x 10^5
1.50 m/s
1.35
1.20
1.05
0.90
0.75
0.60
0.45
0.30
0.15
0.00 m/s

Bijlage 22: Verificatie

Eisen uit handboek SNIP

In het Handboek SNIP heeft de Programmadirectie Ruimte voor de Rivier de vereiste onderdelen voor Hydraulica en Morfologie benoemd. Onderstaande tabel geeft weer waar deze vereisten zijn terug te vinden. De nummering verwijst naar de nummering in het Handboek.

Vereisten uit Handboek SNIP:	Is te vinden in:
1.1.2 eindberekening SNIP 3 (inclusief toelichting)	dit rapport (geheel)
1.1.3 toelichting op hydraulisch ontwerp	hoofdstuk 4 van dit rapport
1.1.4 beschouwing van de verwerking van hydraulische optimalisatie mogelijkheden	hoofdstuk 6 en 7 van dit rapport
5.6.6. bijdrage morfologie aan inrichtingsplan en planMER	zie inrichtingsplan/MER
5.6.7. bijdrage morfologie aan uitvoeringsplan	zie uitvoeringsplan
5.6.8. bijdrage morfologie aan concept beheer en onderhoudsplan	zie beheer en onderhoudsplan (link vaargeulonderhoud)
5.6.9. risico's morfologie met beheersmaatregelen	Zie hoofdstuk 9 en beheer en onderhoudsplan
5.6.10. kostenraming morfologie	nader in te vullen
5.6.11. planning morfologie	nader in te vullen

Verwerking van opmerkingen uit het SNIP 2a advies voor zover relevant voor dit basisrapport

Aandachtspunten uit SNIP 2a	Hoe meegenomen in SNIP 3
Het in kaart brengen van de gevolgen van de uiterwaardvergravingen, onder andere met betrekking tot 'piping';	N.v.t. *
Zorgen voor een uitwerking waarbij negatieve effecten op de scheepvaart zoveel mogelijk worden voorkomen;	N.v.t. *
Het maken van een ruimtelijke visie met aandacht voor de uiterwaarden als ruimtelijke eenheid, cultuurhistorie en specifieke locatiekenmerken;	N.v.t. *
Aandacht voor een zorgvuldig afwegingsproces en juridische en planmatige aanpak bij de mogelijke aanpassing van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS);	N.v.t. *
Grondgerelateerde informatie vastleggen in een grondstromenplan en een uitvoeringsplan, om te voorkomen dat in een later stadium waardevol betonen metselzand gebruikt gaat worden als ophoogzand;	N.v.t. *
Inzicht geven in de beheer- en onderhoudskosten en zorgdragen voor een akkoord van alle beheerders met de keuze van onderhoud en de te dragen	N.v.t. *
Regelen van de bevoegdheden in verband met de benodigde inpassing van het plan in het Provinciaal inpassingplan;	N.v.t. *
Aandacht voor de marktbenadering en voor welke overheidspartij de realisator van de maatregel zal zijn;	N.v.t. *
Advies om een ambtelijke werkgroep bevoegd gezag op te starten, om in een vroegtijdig stadium een aantal cruciale zaken zoals vergunningverlening en beheer tijdig bij de betrokken partijen onder de aandacht te brengen.	N.v.t. *

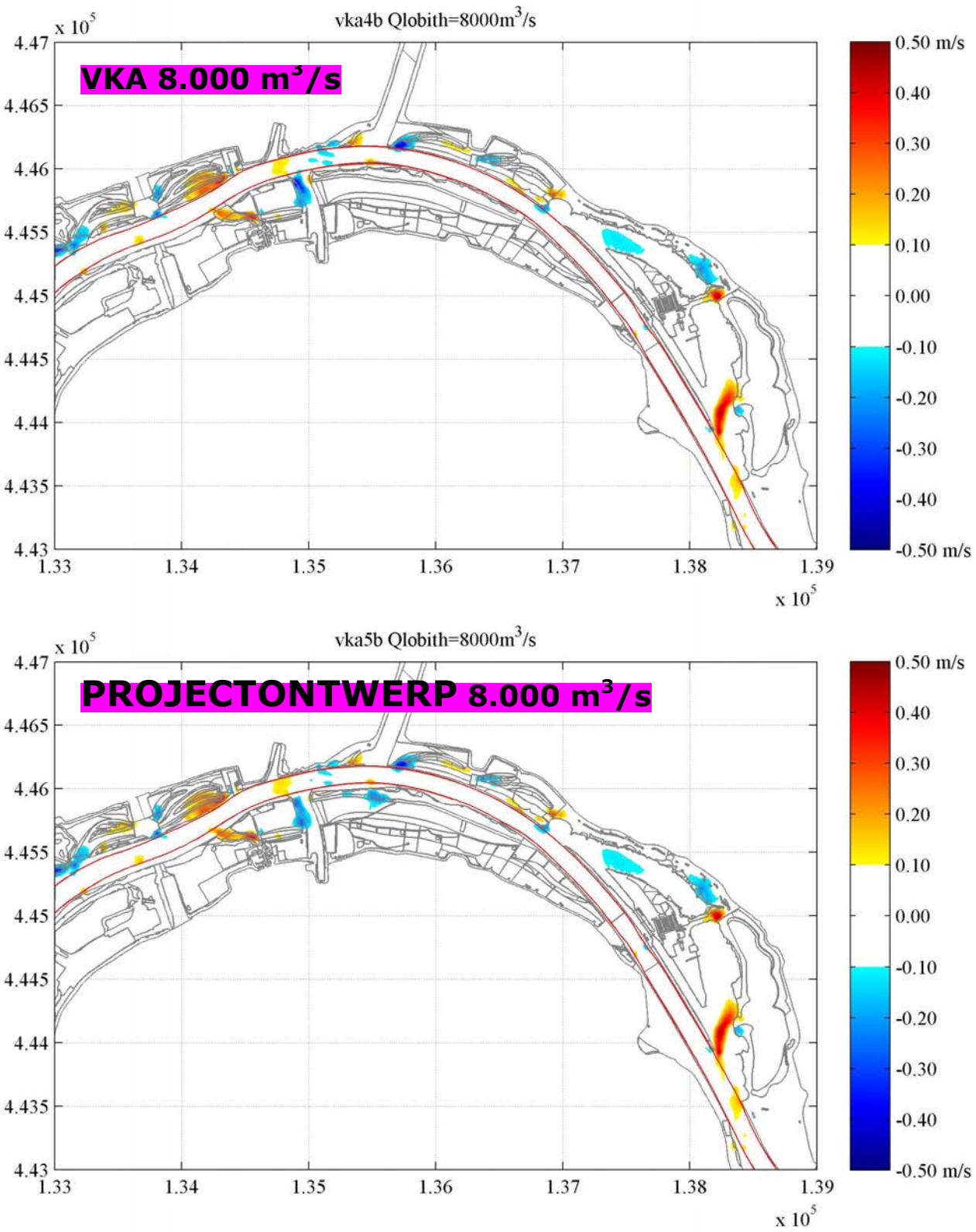
* Dit aandachtspunt is niet relevant voor dit rapport. Een totaaloverzicht met alle verwerkte aandachtspunten is opgenomen in de Adviesnota.

Bijlage 23: Dwarsstromen VKA en Projectontwerp

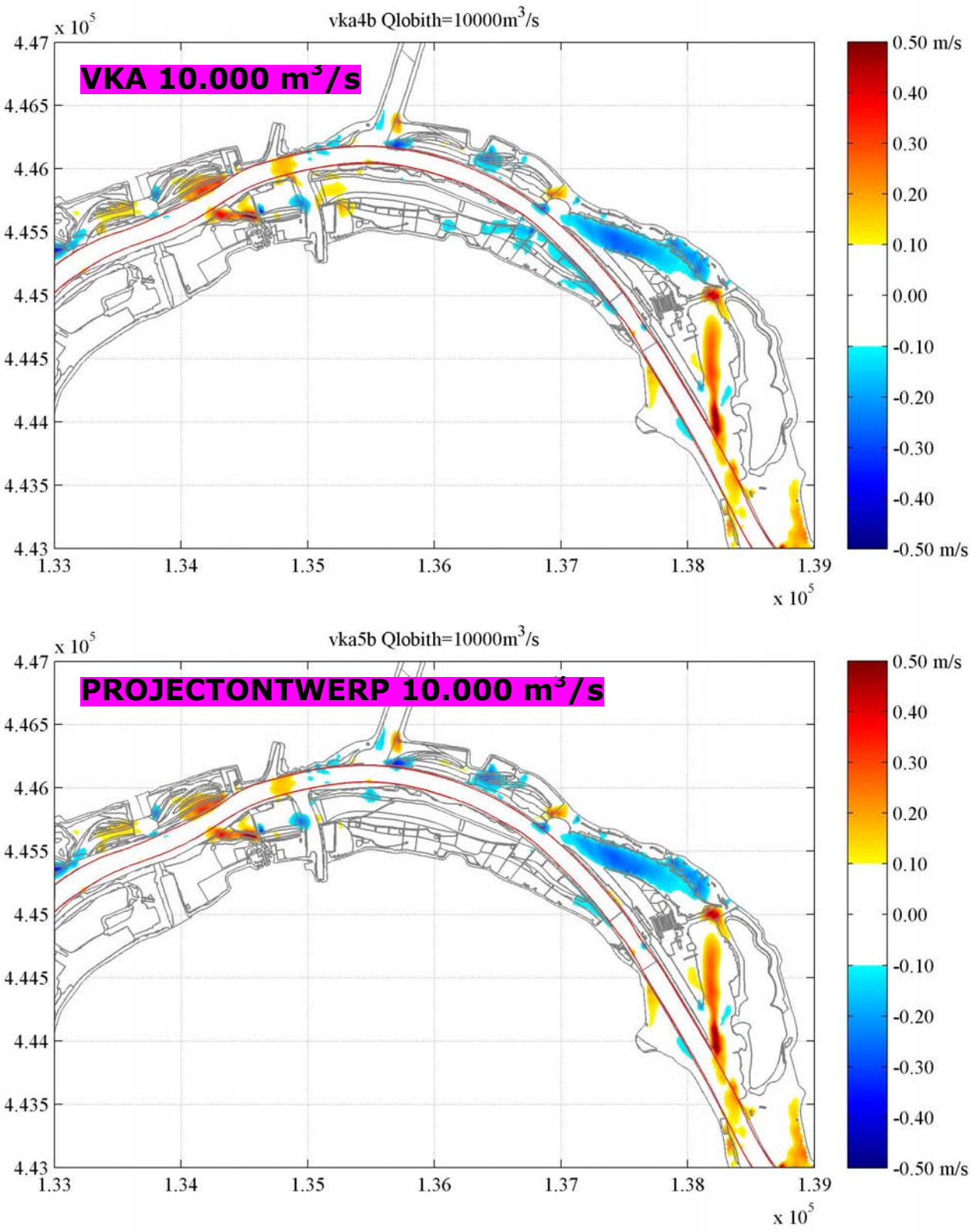
Bijlage 23 Detailfiguren mbt dwarsstromen VKA en Projectontwerp

In deze Bijlage:

- Figuren van dwarsstromen bij 8.000 en 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer (Figuur 23-1 en Figuur 23-2)
- Stroomveld bij Merwedekanaal met dwarsstroming “dwars op Merwedekanaal” (Figuur 23-3 t/m Figuur 23-6) .
- Stroomveld bij Merwedekanaal met dwarsstroming “in richting van Merwedekanaal” (Figuur 23-7 t/m Figuur 23-10) .

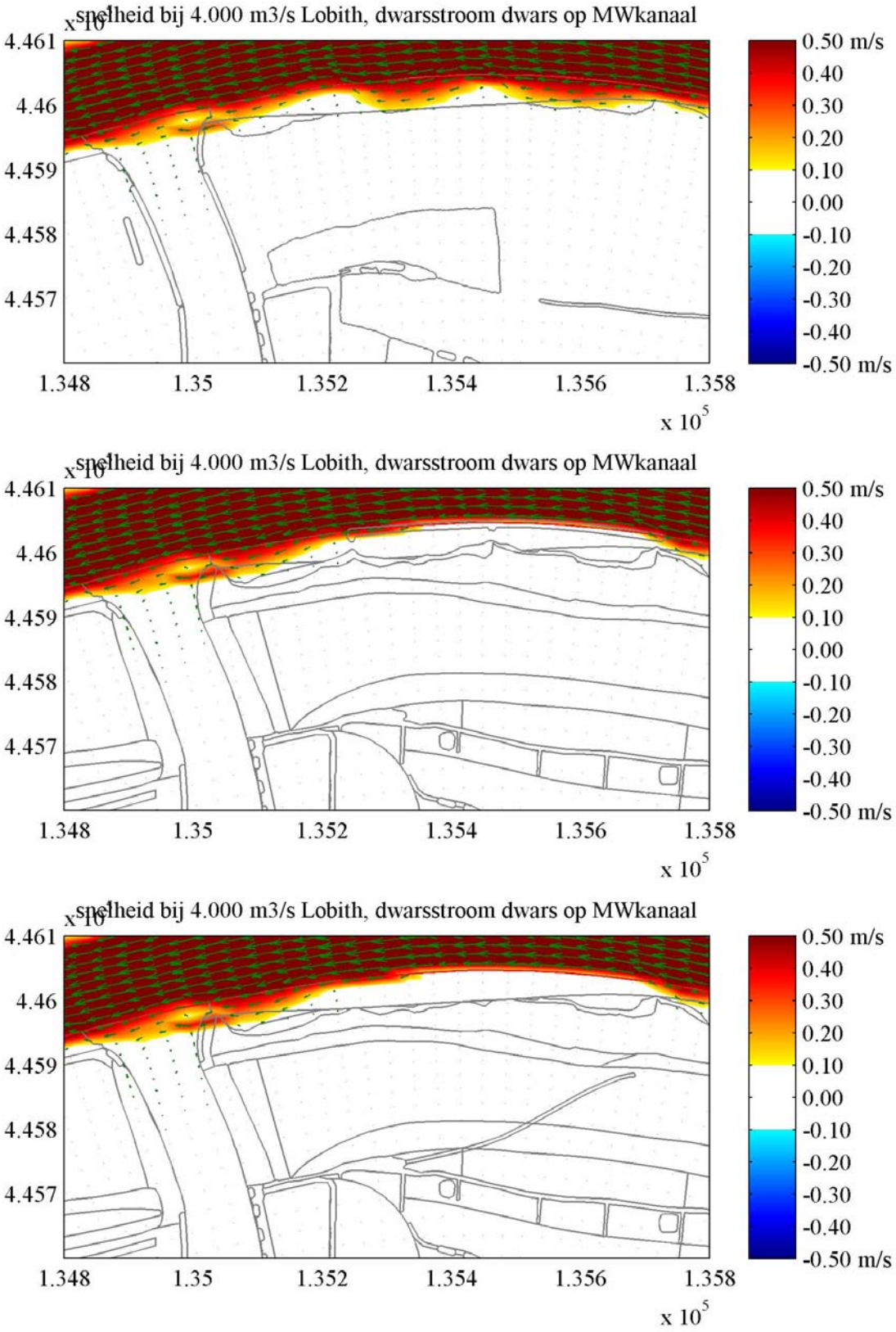


Figuur 23-1: Dwarsstromen bij 8.000 m³/s Lobith afvoer voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). In het onderste figuur is de kwelsloot in de Vianense Waard te herkennen. De kade ligt net ten noorden van deze kwelsloot.



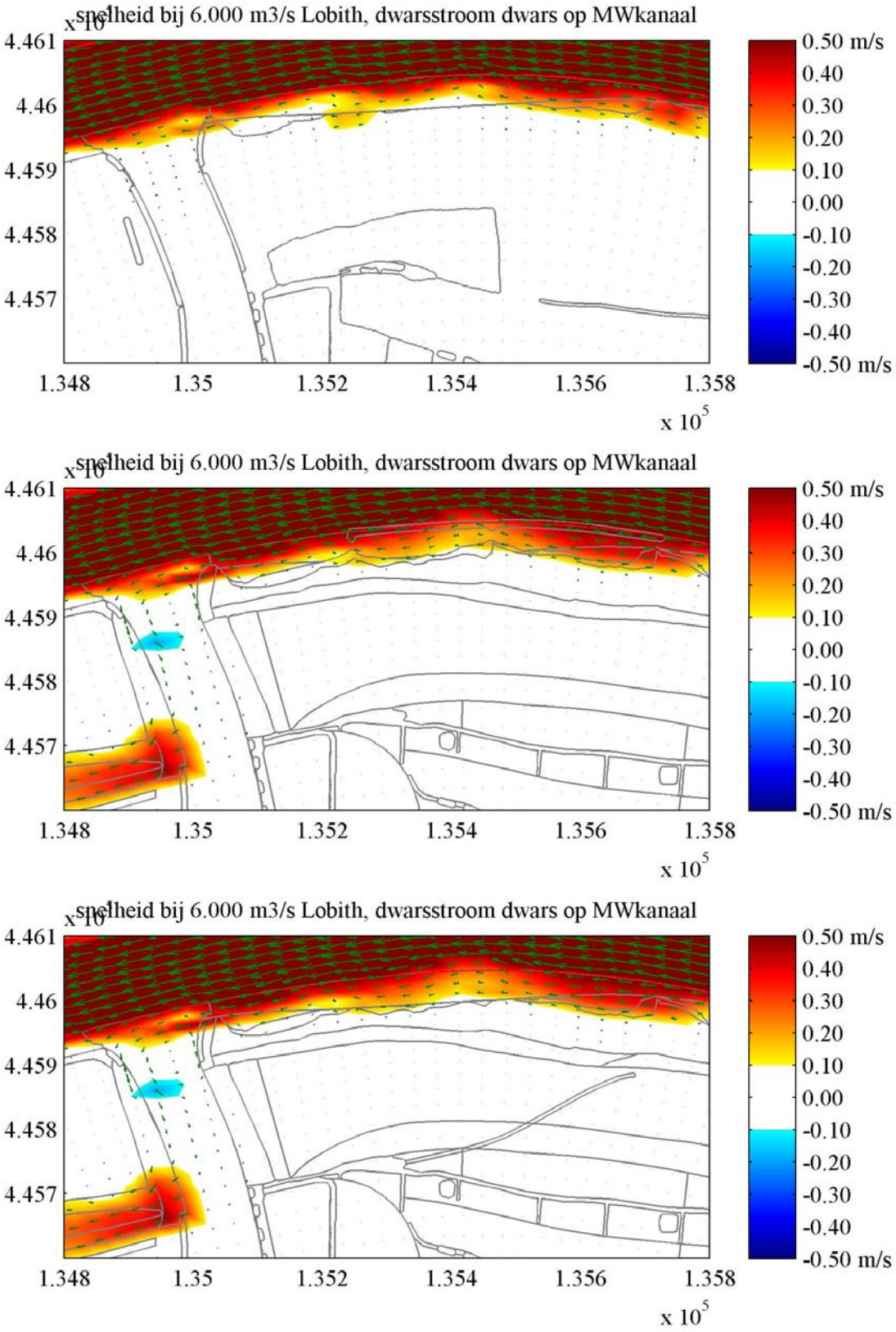
Figuur 23-2: Dwarsstromen bij 10.000 m³/s Lobith afvoer voor VKA (boven) en Projectontwerp (onder). In het onderste figuur is de kwelsloot in de Vianense Waard te herkennen. De kade ligt net ten noorden van deze kwelsloot.

4.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



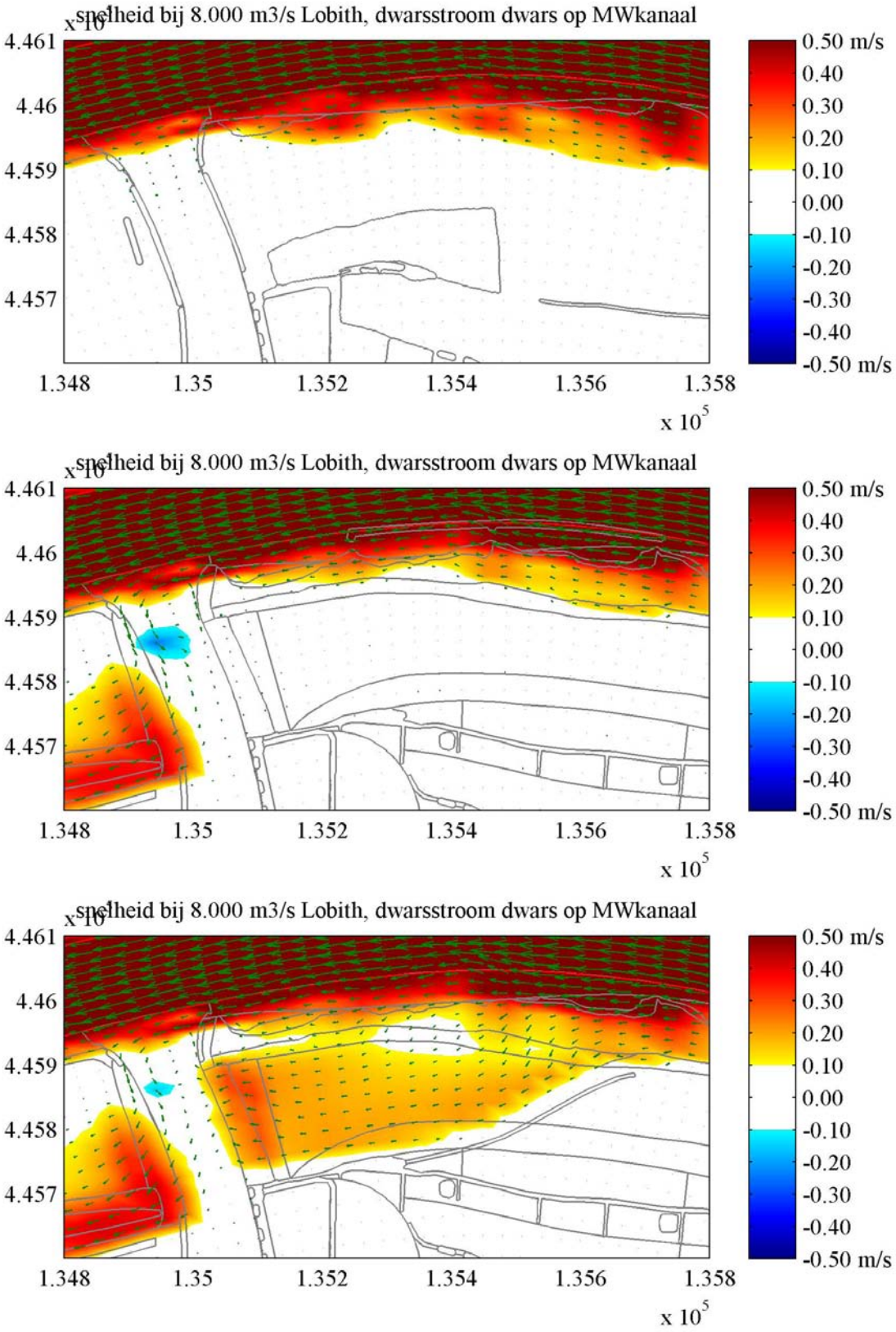
Figuur 23-3: ***4.000 m³/s****, dwarsstroomcomponent* ***dwars op*** *Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

6.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



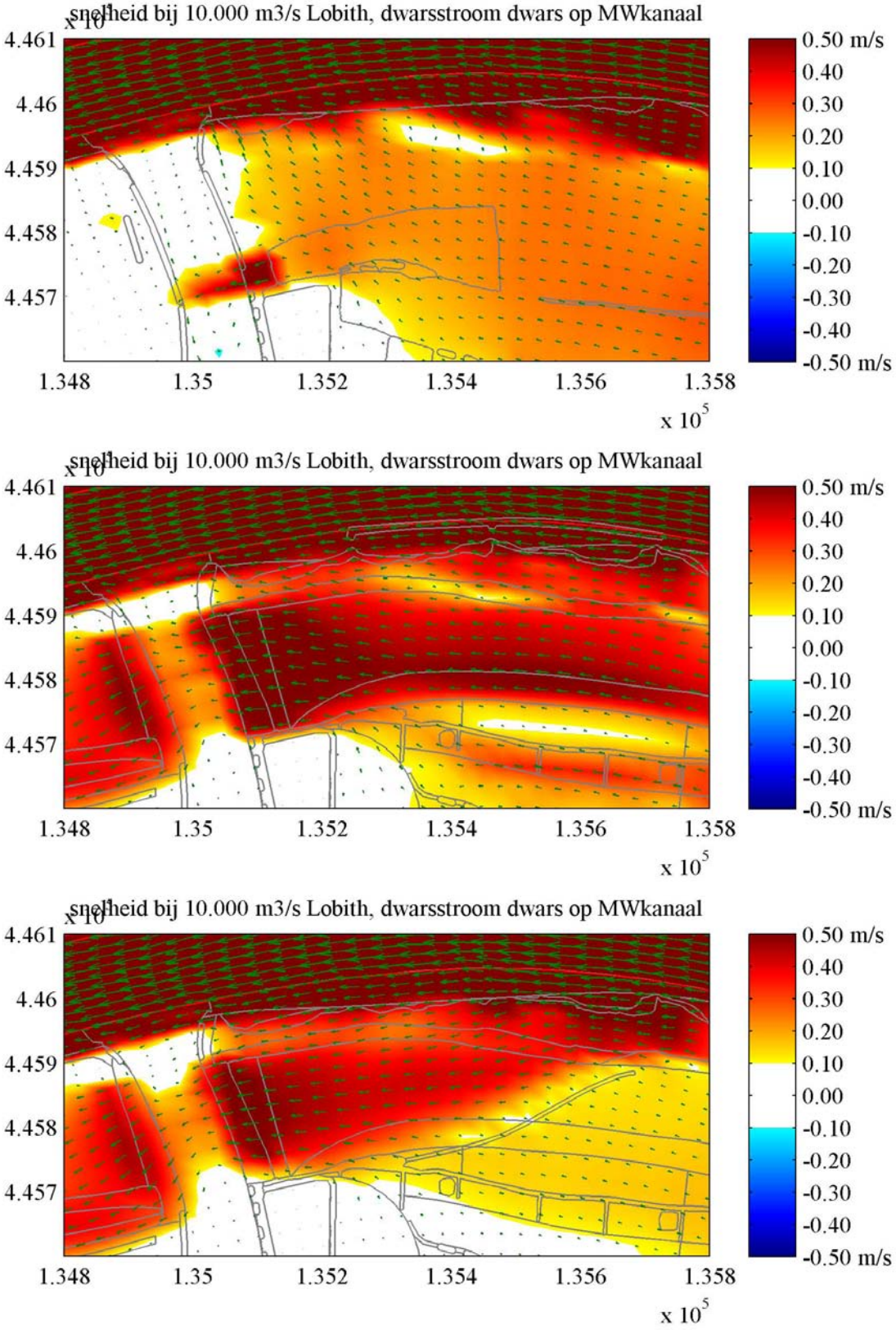
Figuur 23-4: ***6.000 m³/s**, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

8.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



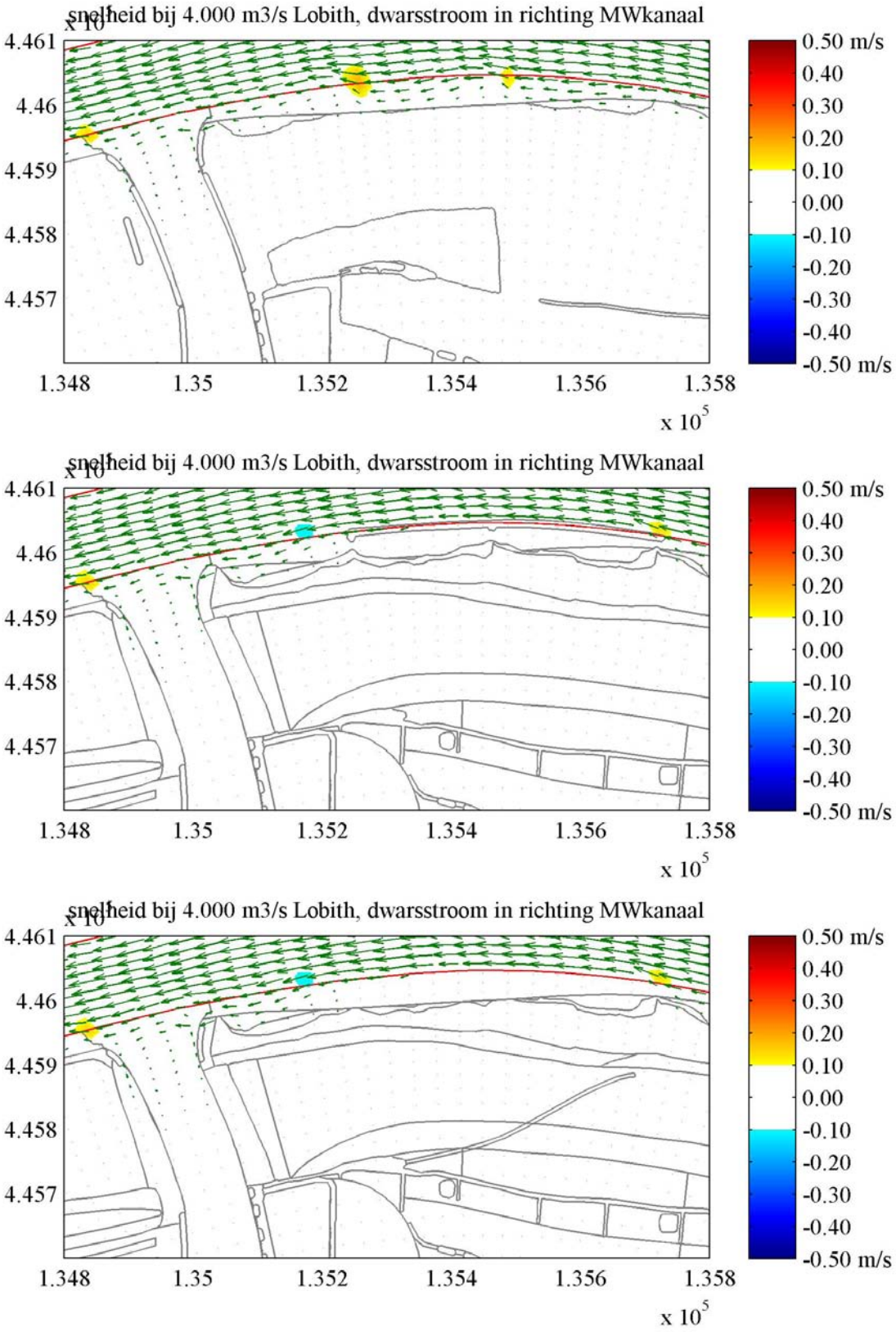
Figuur 23-5: ***8.000 m³/s****, dwarsstroomcomponent* ***dwars op*** *Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

10.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **dwars op** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



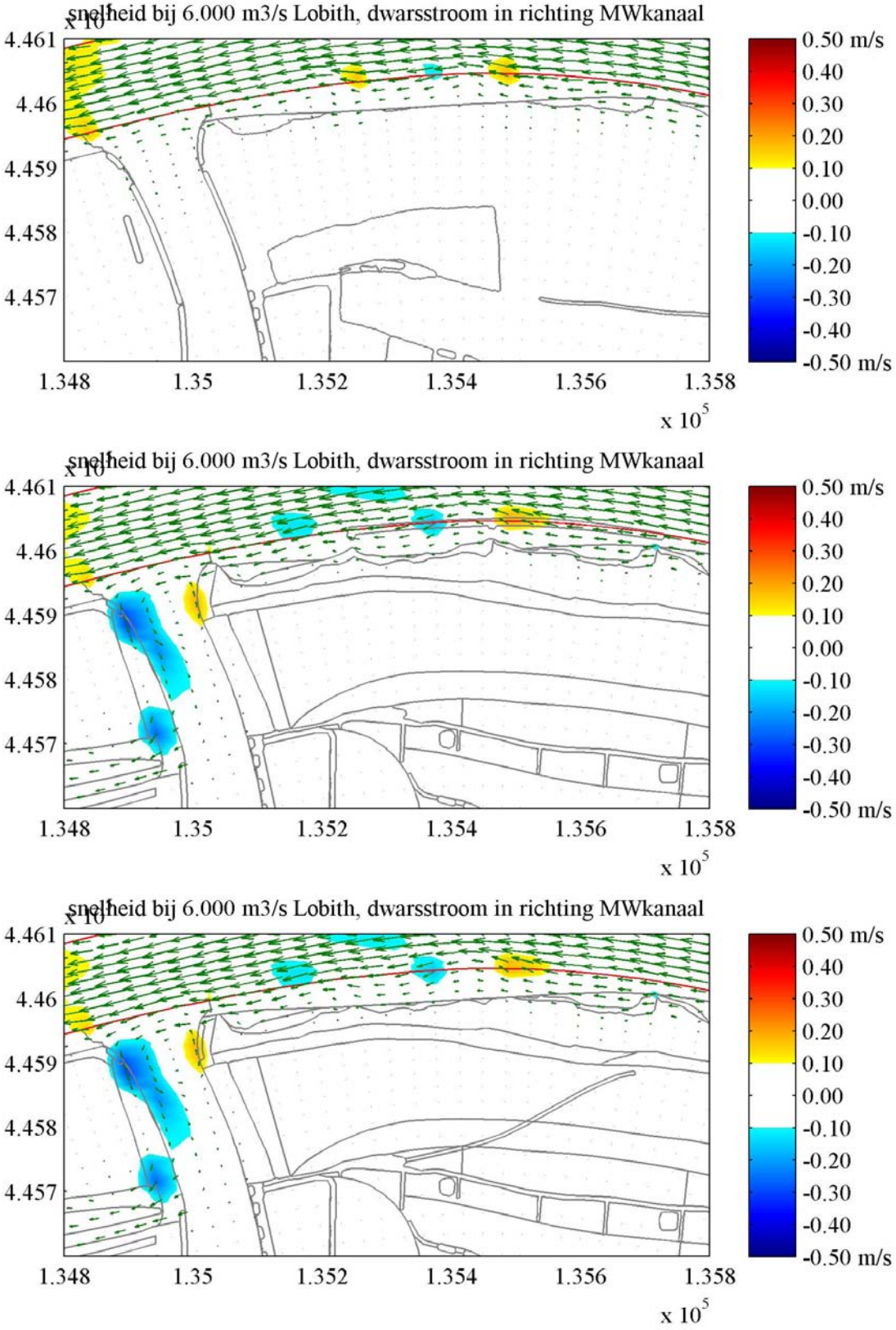
Figuur 23-6: ***10.000 m³/s****, dwarsstroomcomponent* ***dwars op*** *Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

4.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



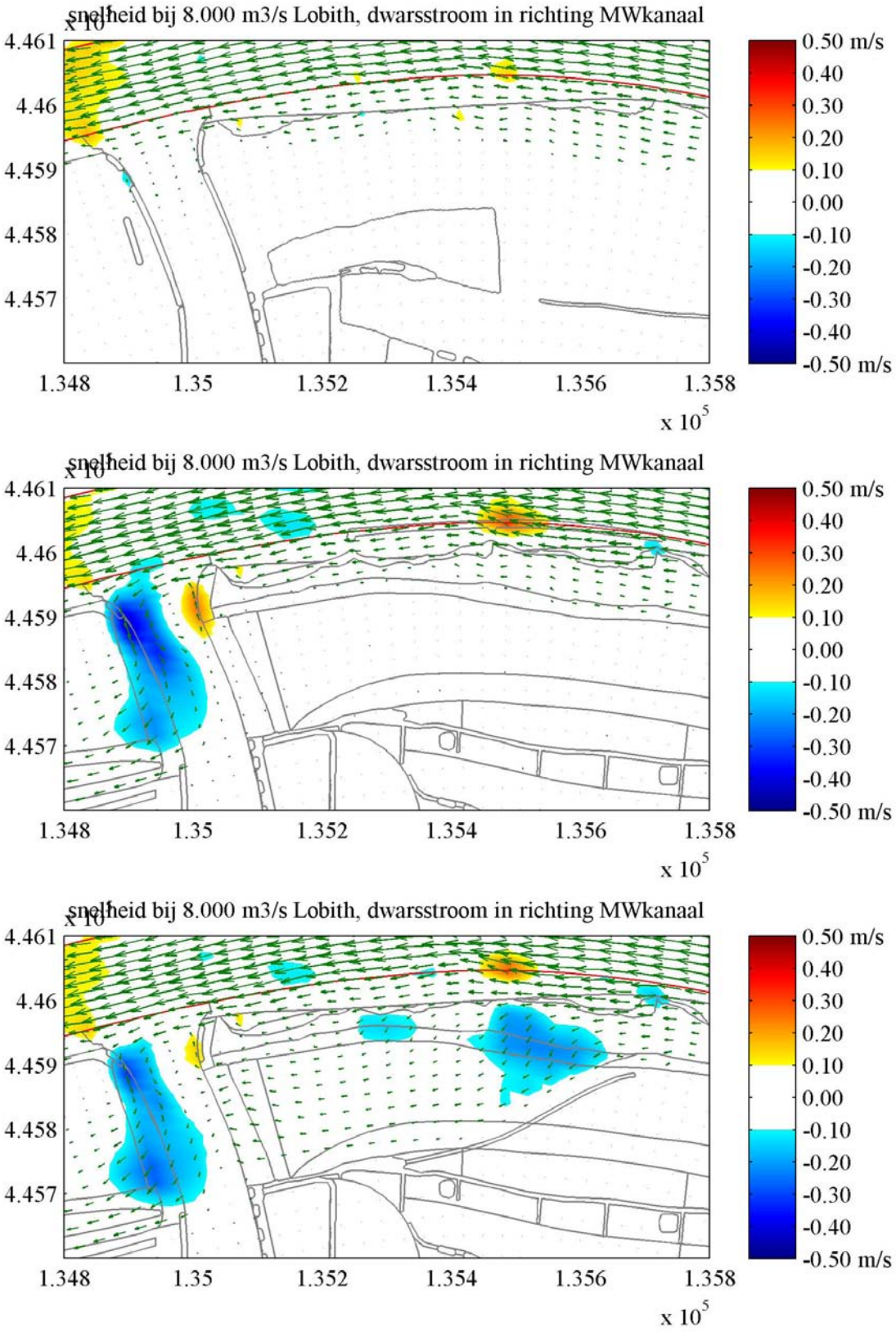
Figuur 23-7: ***4.000 m³/s****, dwarsstroomcomponent* ***in richting*** *Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

6.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



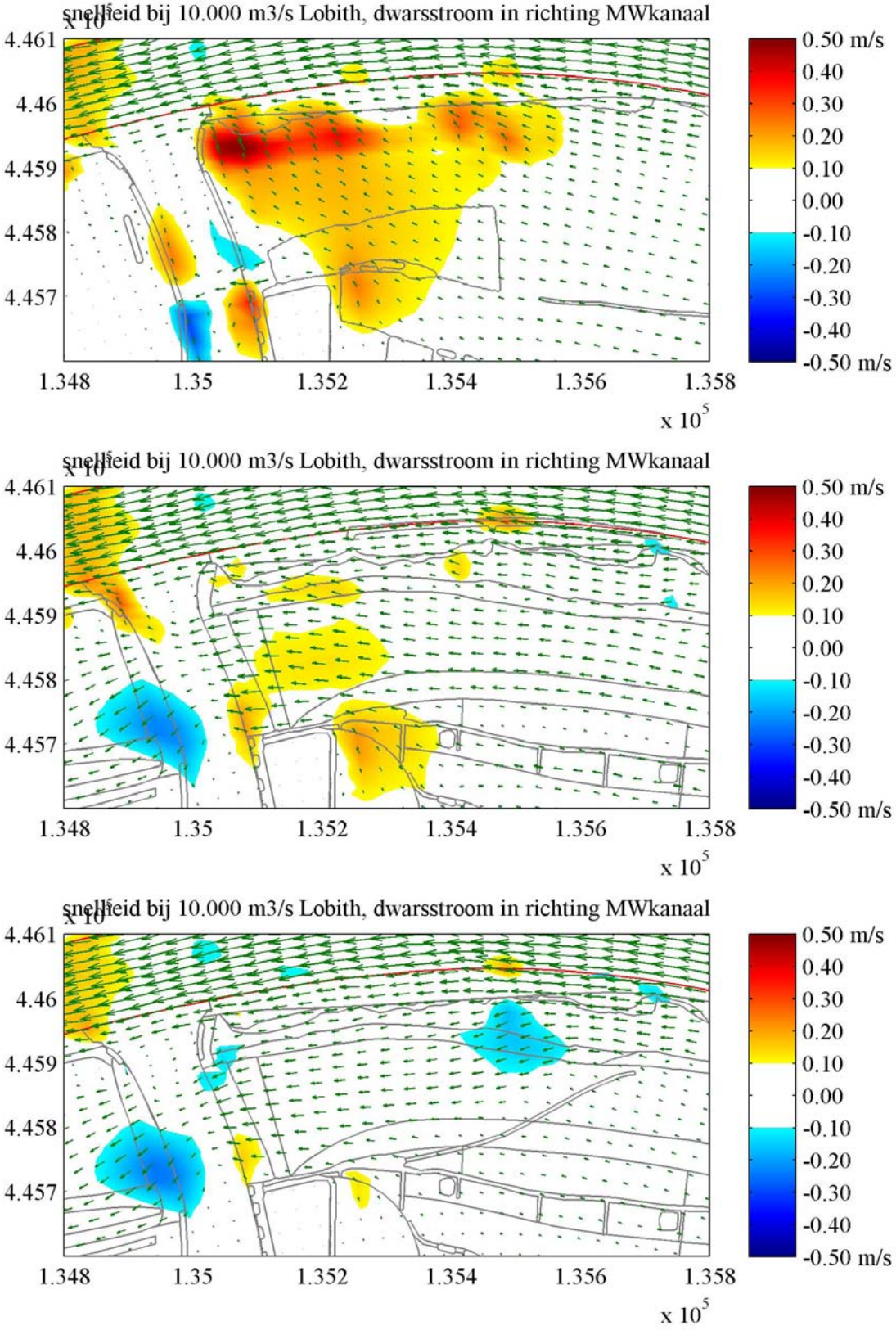
Figuur 23-8: ***6.000 m³/s****, dwarsstroomcomponent* ***in richting*** *Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

8.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



*Figuur 23-9: 8**.000 m³/s**, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

10.000 m³/s, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp



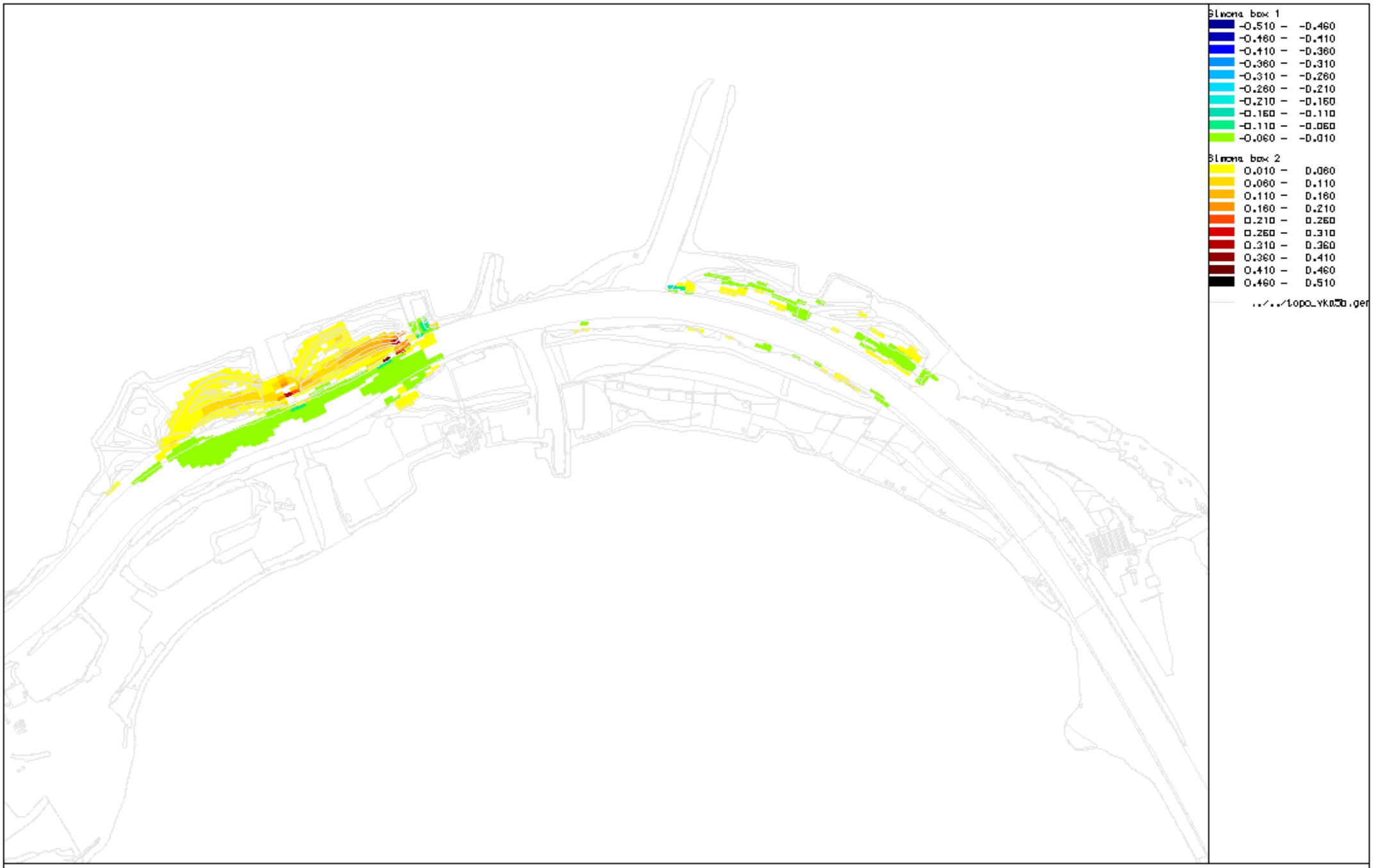
*Figuur 23-10: **4.000 m³/s**, dwarsstroomcomponent **in richting** Mwkanaal voor REF, VKA en Projectontwerp*

Bijlage 24: Stroomsnelheidsverschil Projectontwerp en VVKA

Bijlage 24 Verschil in stroomsnelheid tussen VVKA en Projectontwerp

In deze Bijlage:

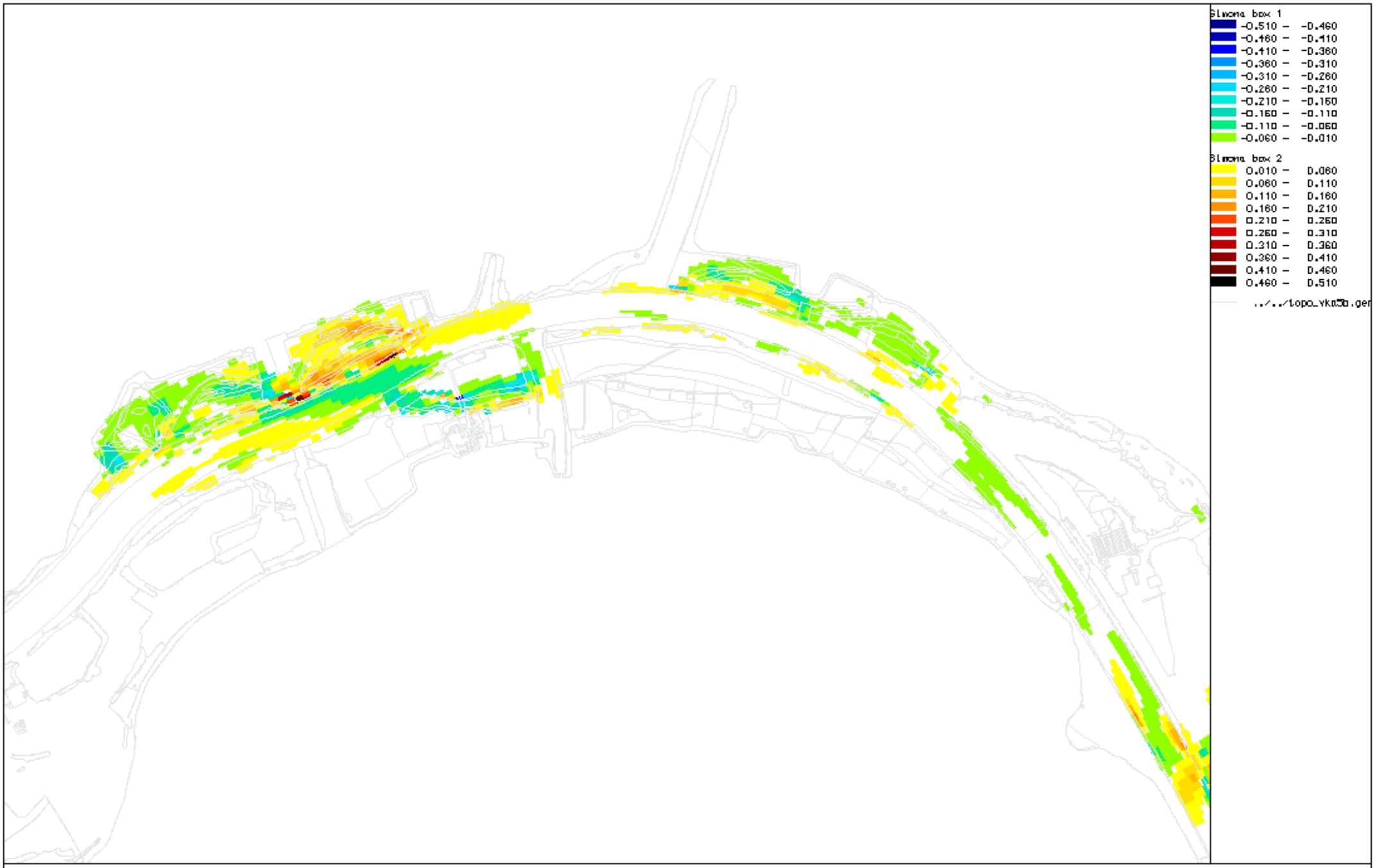
- Figuren van verschil in stroomsnelheid tussen VVKA en Projectontwerp (bij 4.000, 6.000, 8.000 en 10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. Het verschil is Projectontwerp minus VVKA.



Vianen - VKA5b - streefbeeld

Verschillen stroomsnelheid Projectontwerp (VKA+) en VVKA [m/s]

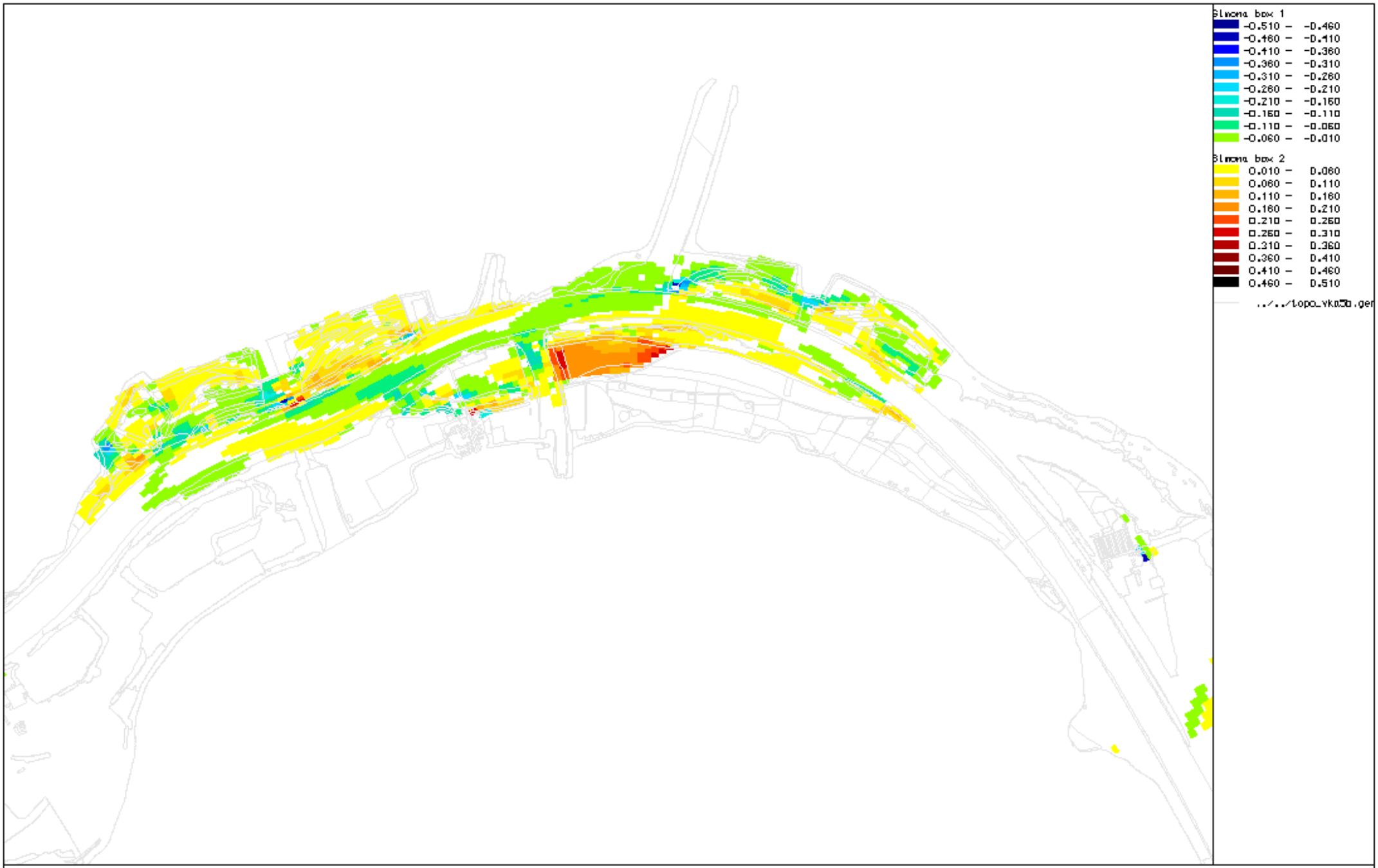
4.000 m^3/s Bovenrijnafvoer



Vianen - VKA5b - streefbeeld

Verschillen stroomsnelheid Projectontwerp (VKA+) en VVKA [m/s]

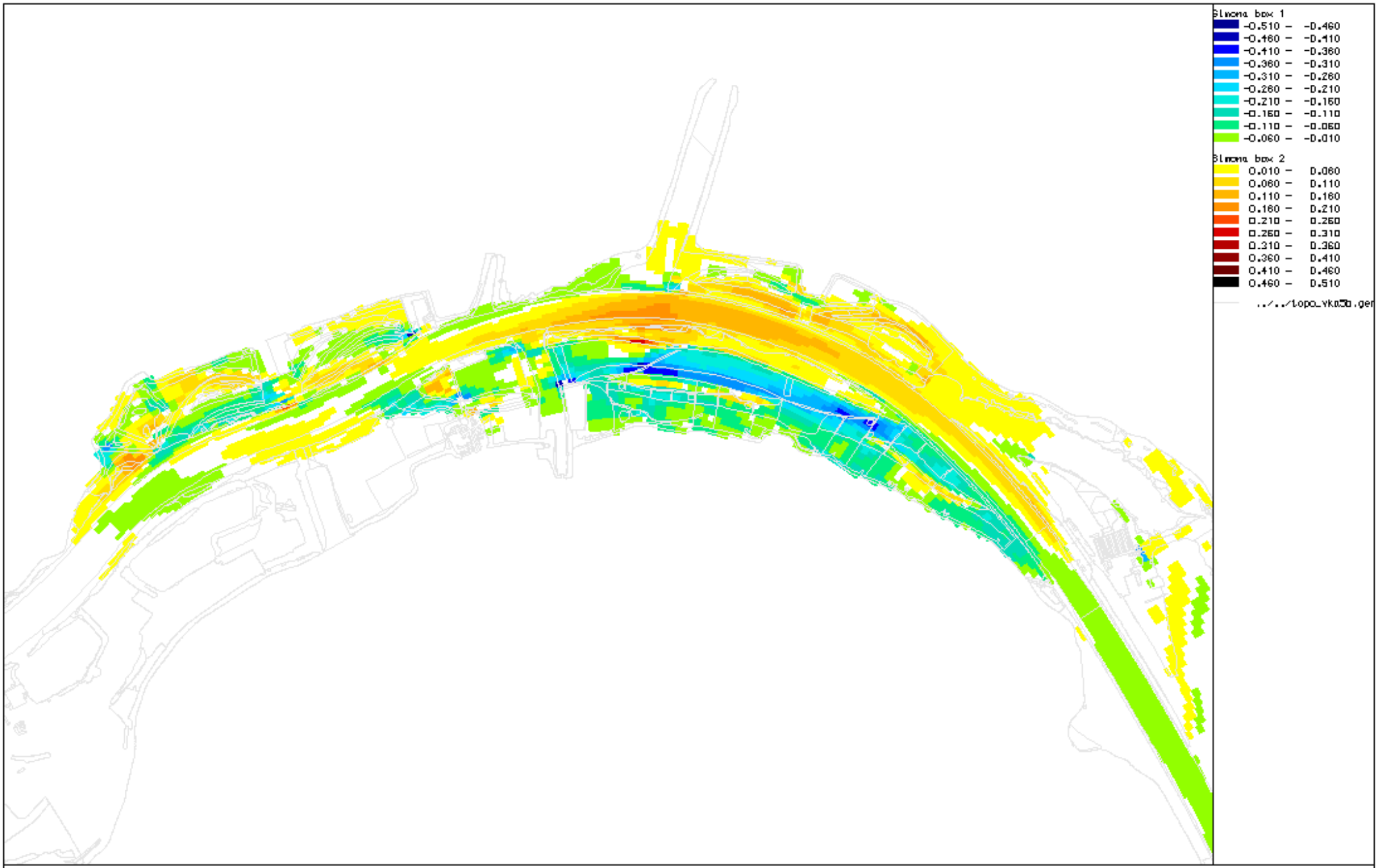
6.000 m^3/s Bovenrijnafvoer



Vianen - VKA5b - streefbeeld

Verschillen stroomsnelheid Projectontwerp (VKA+) en VVKA [m/s]

8.000 m^3/s Bovenrijnafvoer



Vianen - VKA5b - streefbeeld

Verschillen stroomsnelheid Projectontwerp (VKA+) en VVKA [m/s]

10.000 m^3/s Bovenrijnafvoer

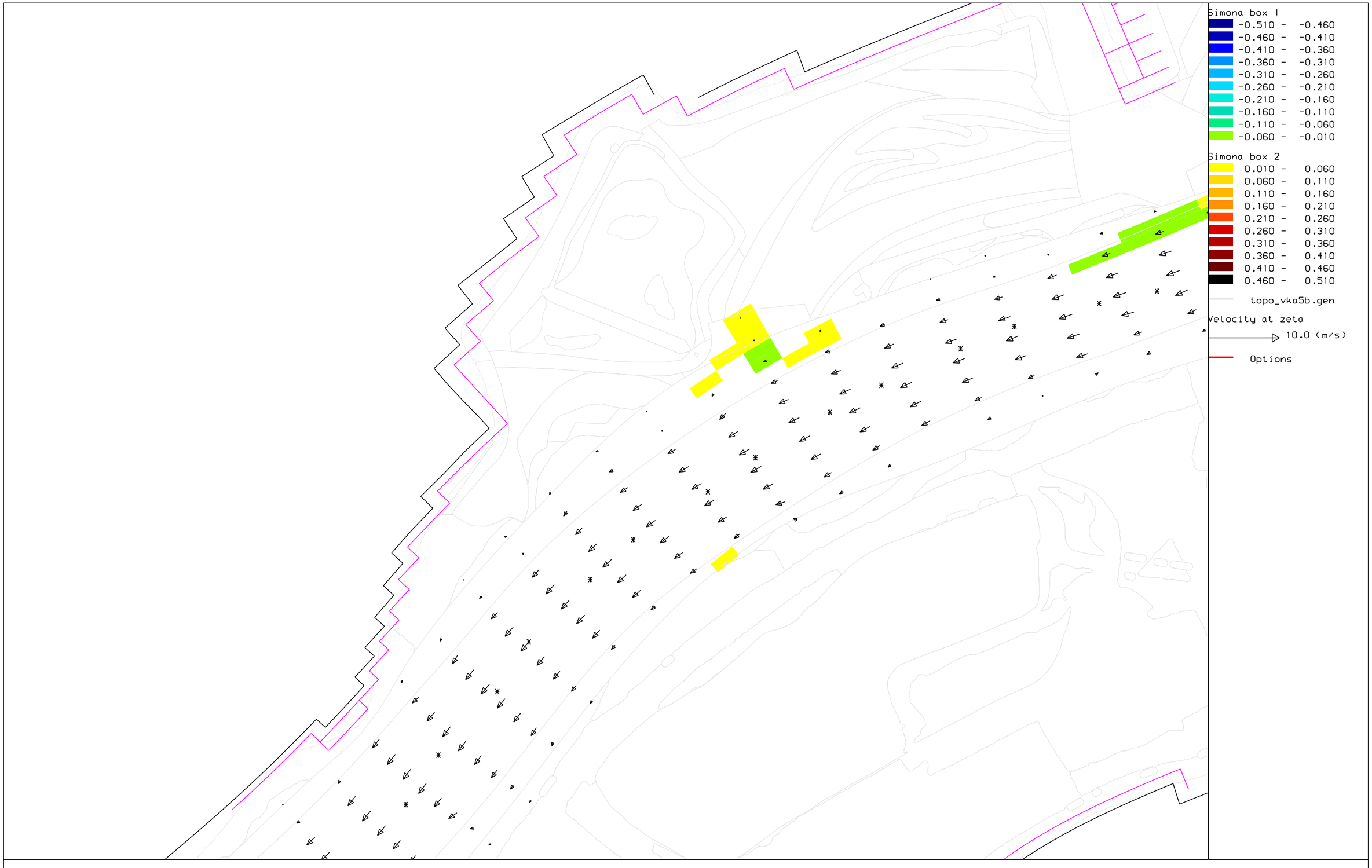
Bijlage 25: Verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie Bossenwaard West

In deze bijlage zijn alleen figuren van berekeningen met het streefbeeld getoond.

Bijlage 25 Verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie Bossenwaard West

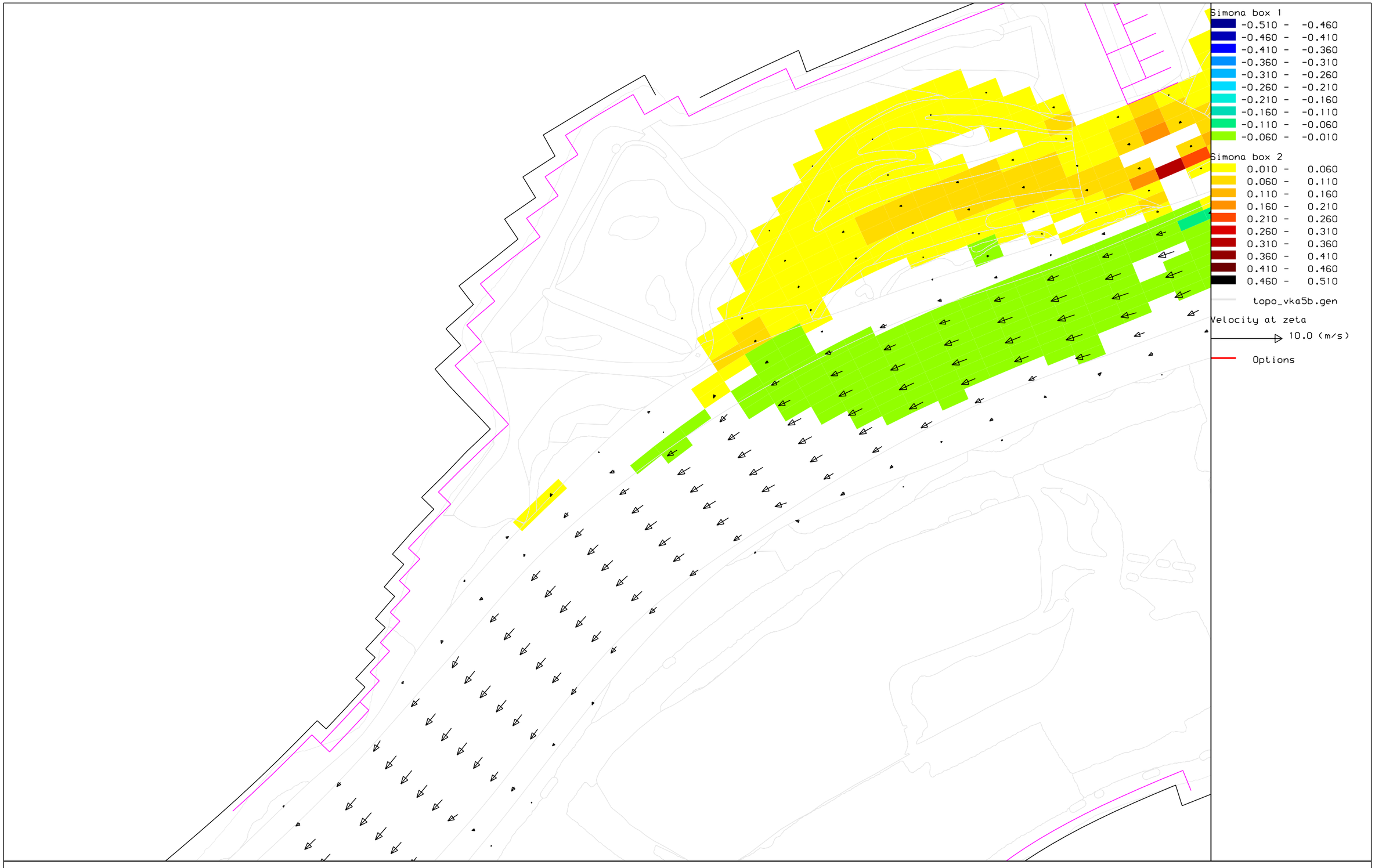
In deze Bijlage:

- Figuren van verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie (bij 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000 en 16.000 m^3/s Bovenrijnafvoer. Het verschil is Projectontwerp minus referentie.



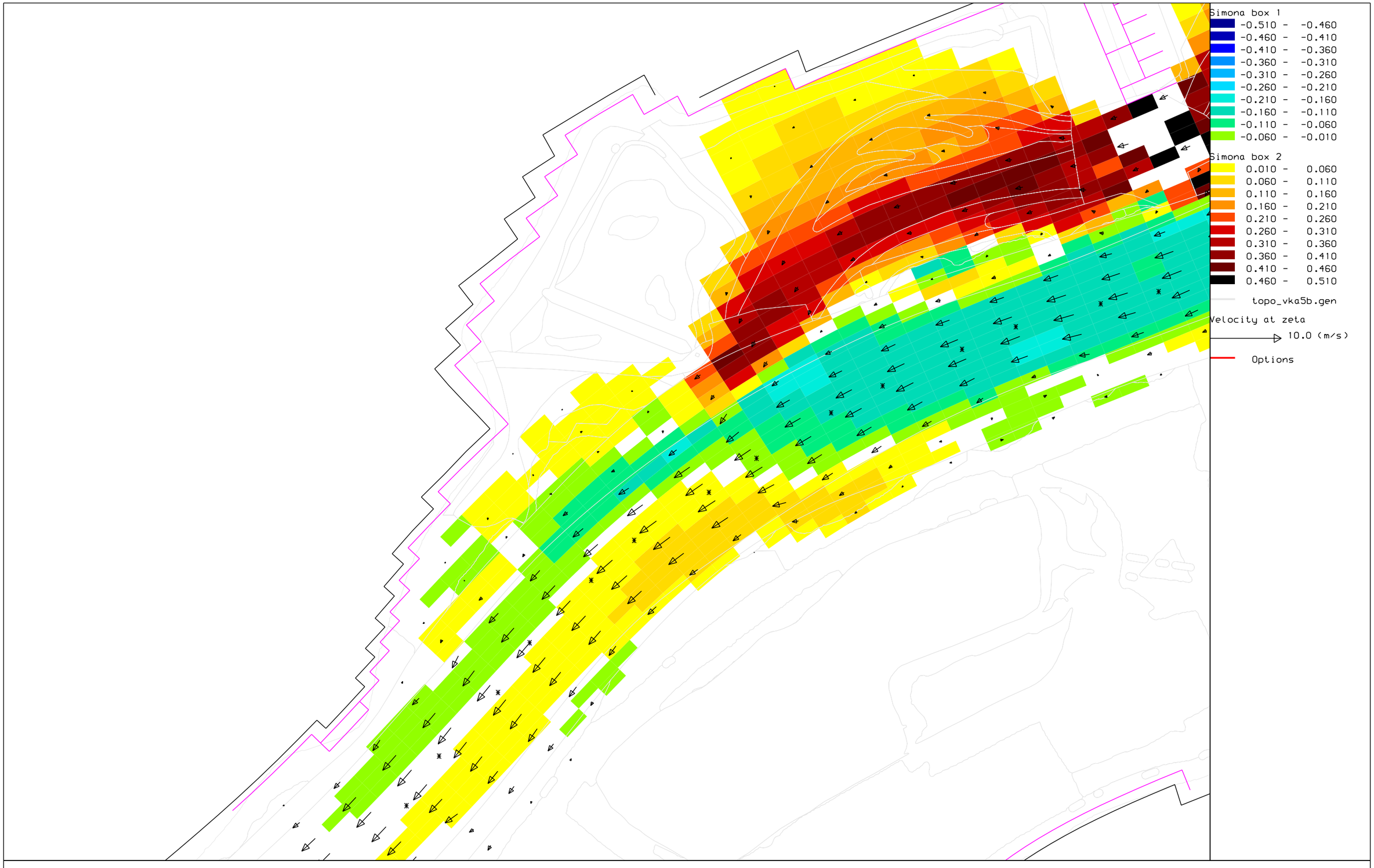
Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 3.000 m3/s



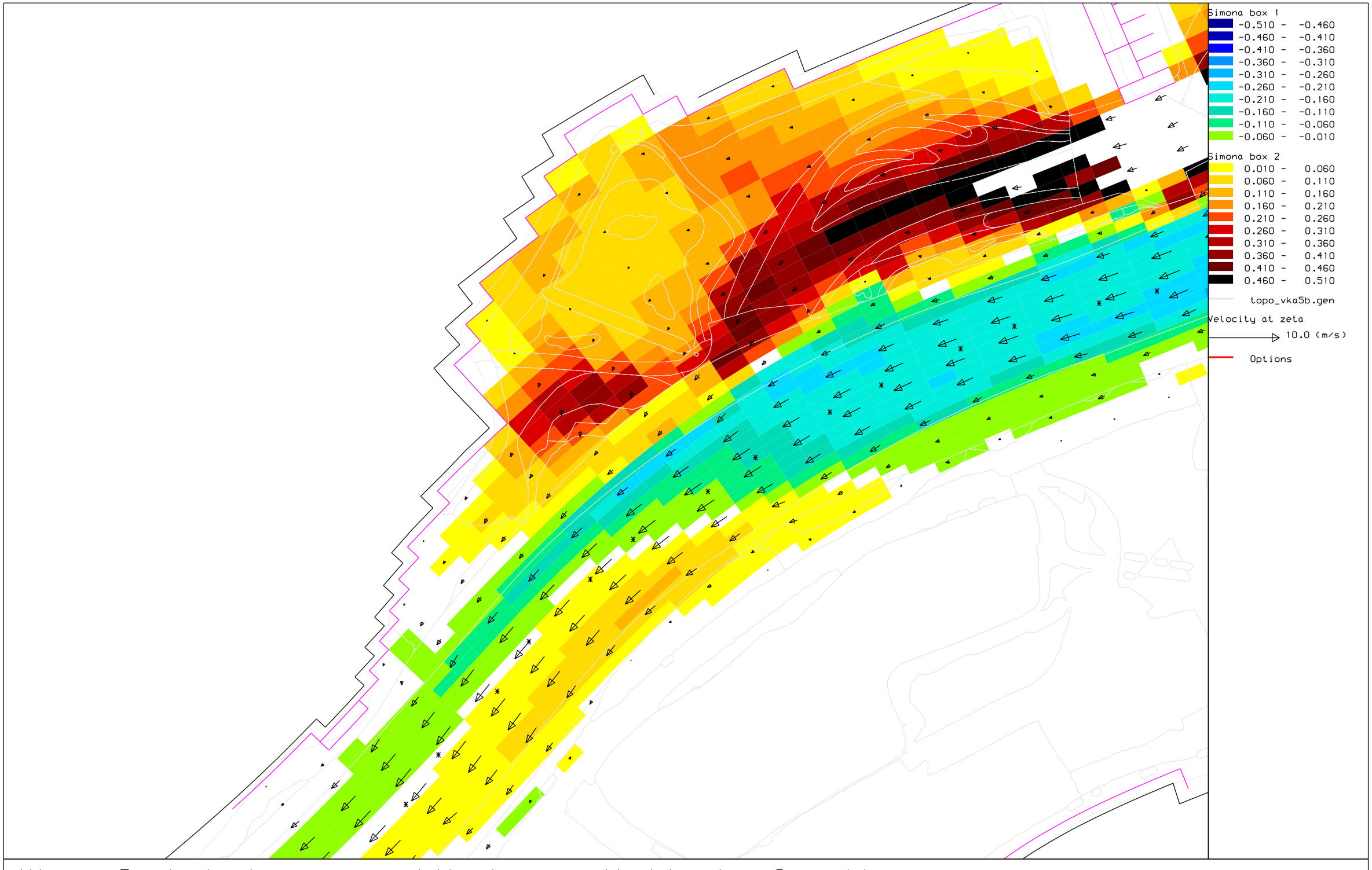
Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 4.000 m3/s



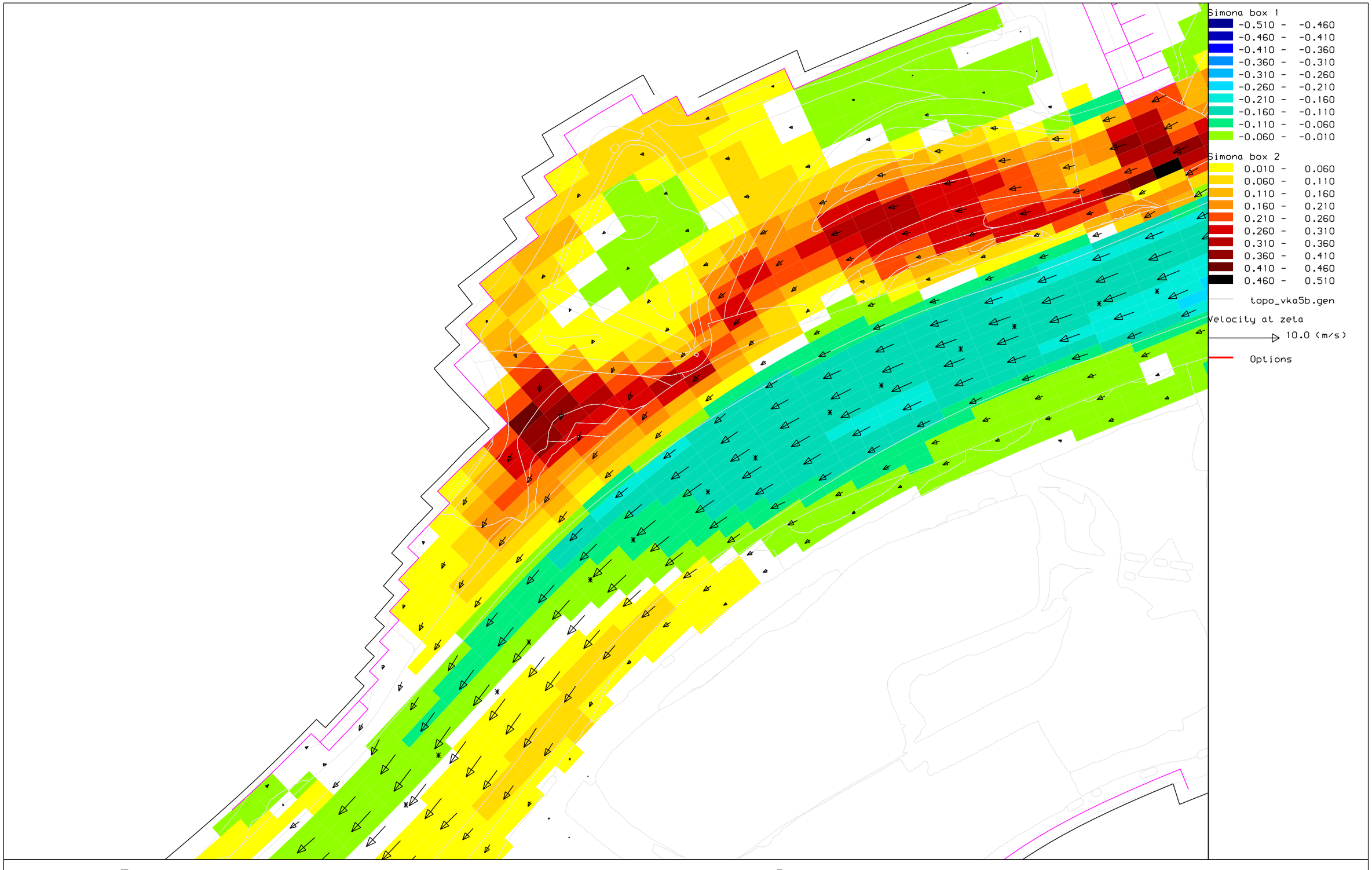
Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 6.000 m3/s



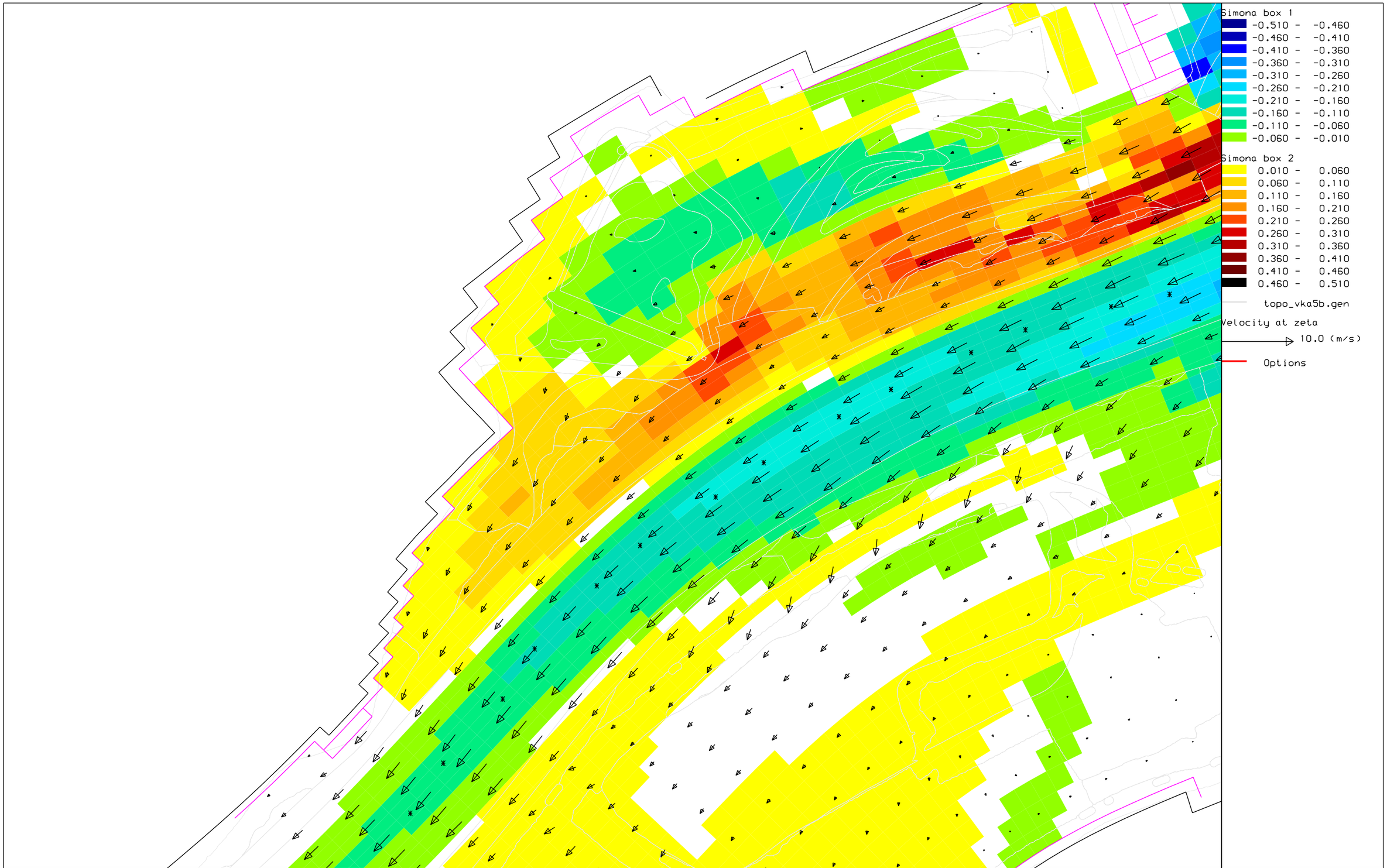
Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 8.000 m3/s



Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 10.000 m3/s



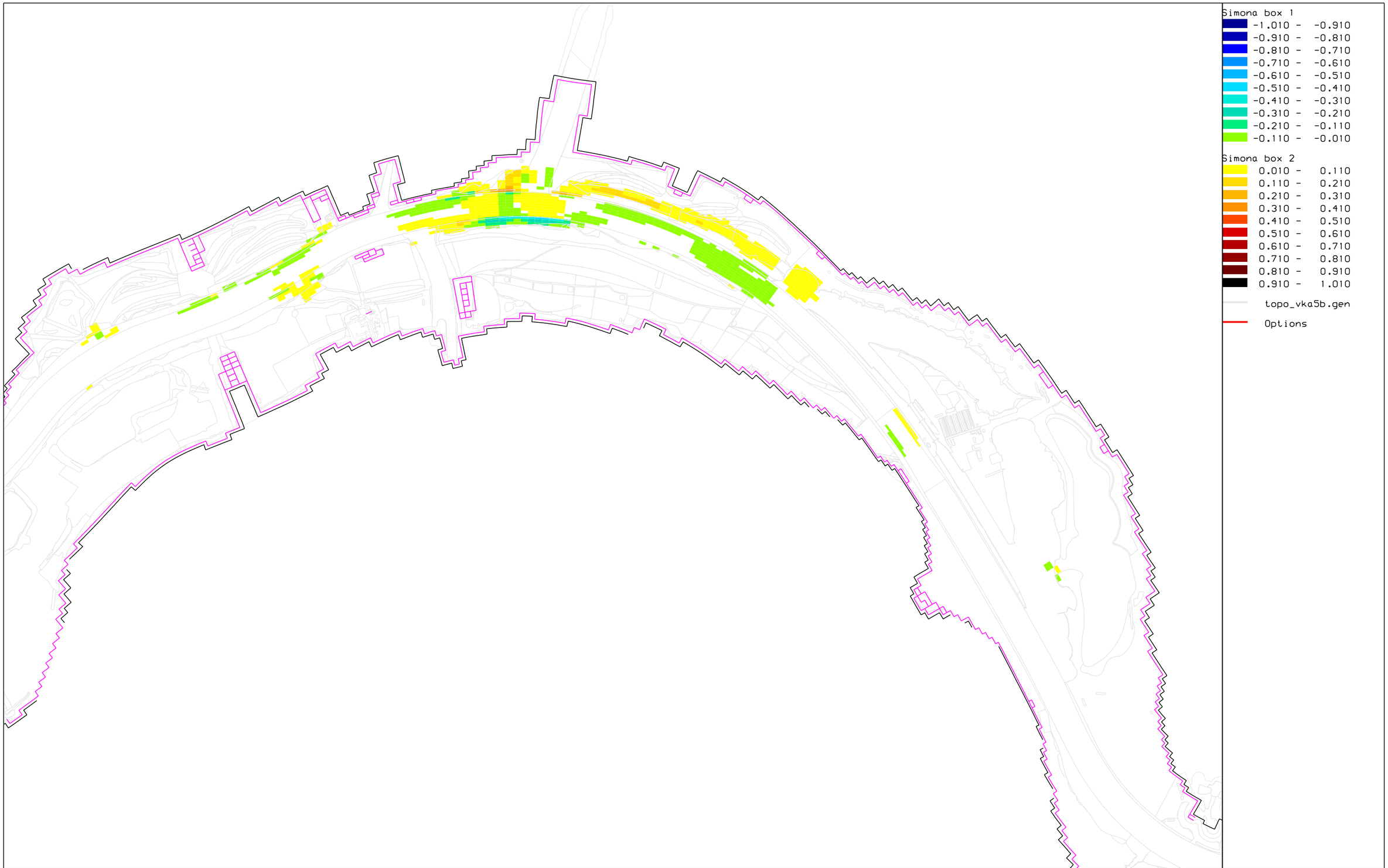
Vianen-Projectontwerp: verschil stroomsnelheid met referentie

Verschil in m/s bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 26: Verschil in stroomsnelheid tussen Projectontwerp en referentie voor gehele plangebied.

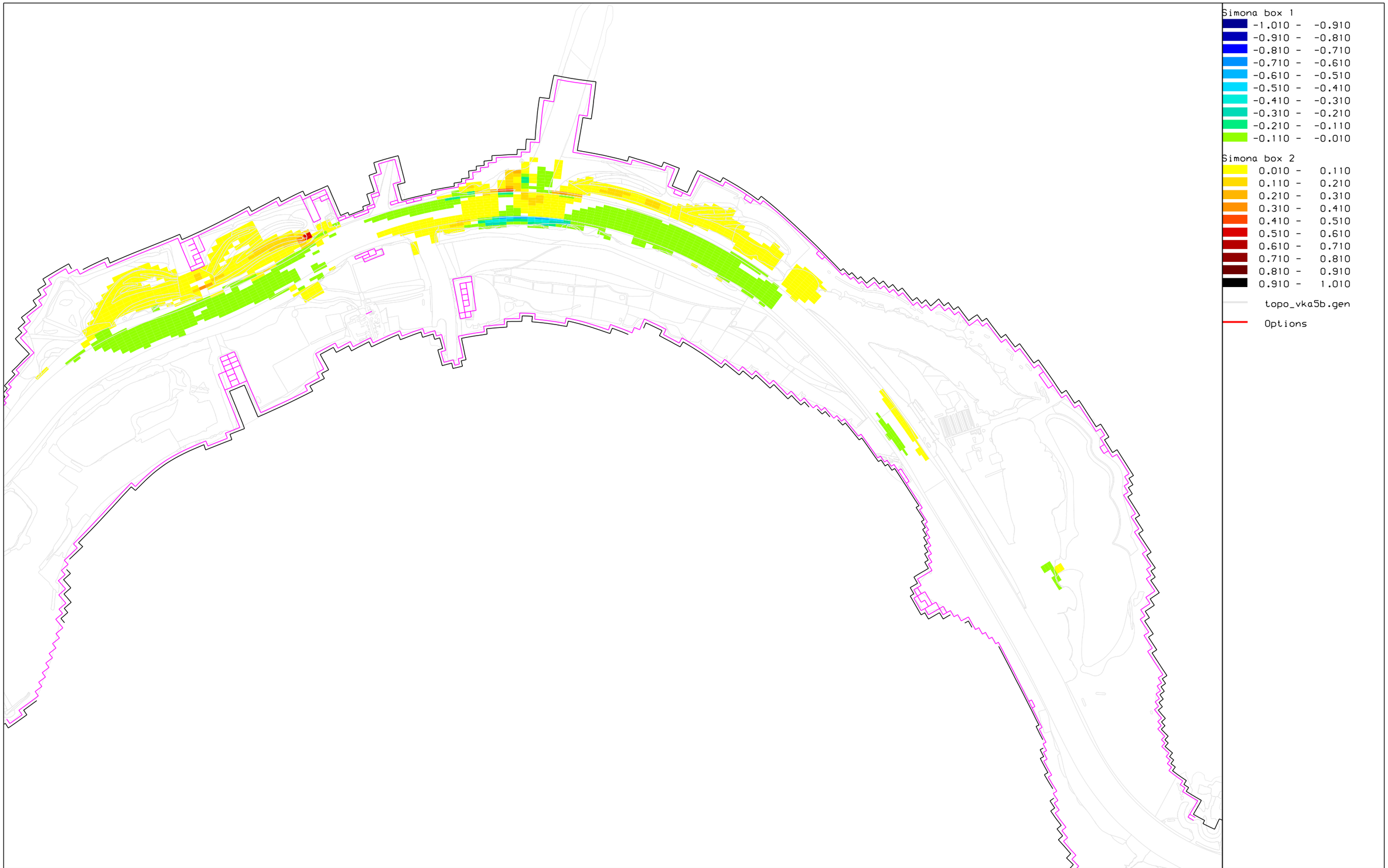
Stroomsnelheidsverschillen zijn getoond in m/s (plan minus referentie).

Voor de Bovenrijnafvoeren 3.000, 4.000, 6.000, 8.000 en 10.000 m^3/s zijn berekeningen met het streefbeeld getoond. Voor een Bovenrijnafvoer van 16.000 m^3/s is zowel het streefbeeld als het interventiebeeld getoond.



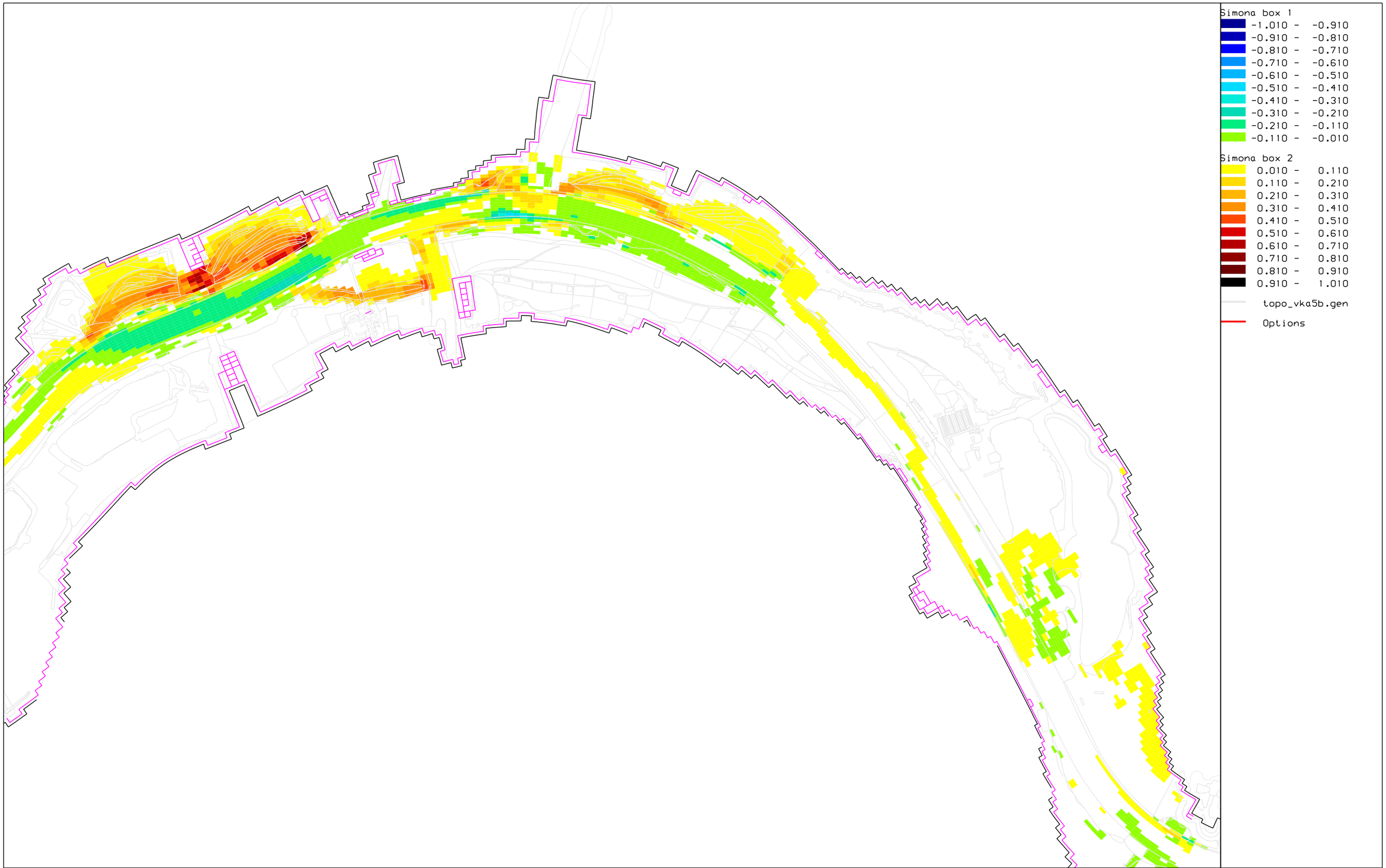
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 3.000 m3/s



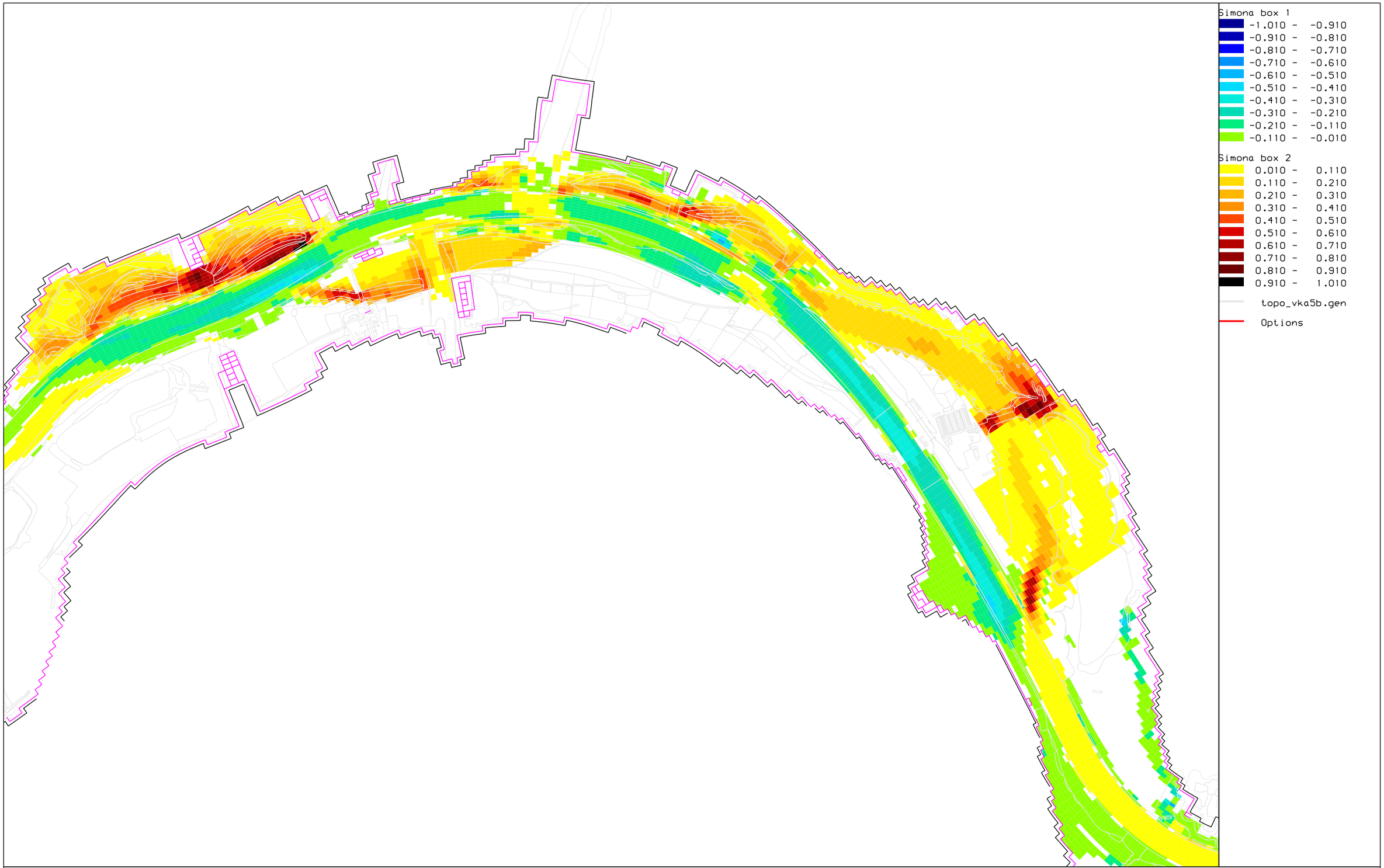
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 4.000 m3/s



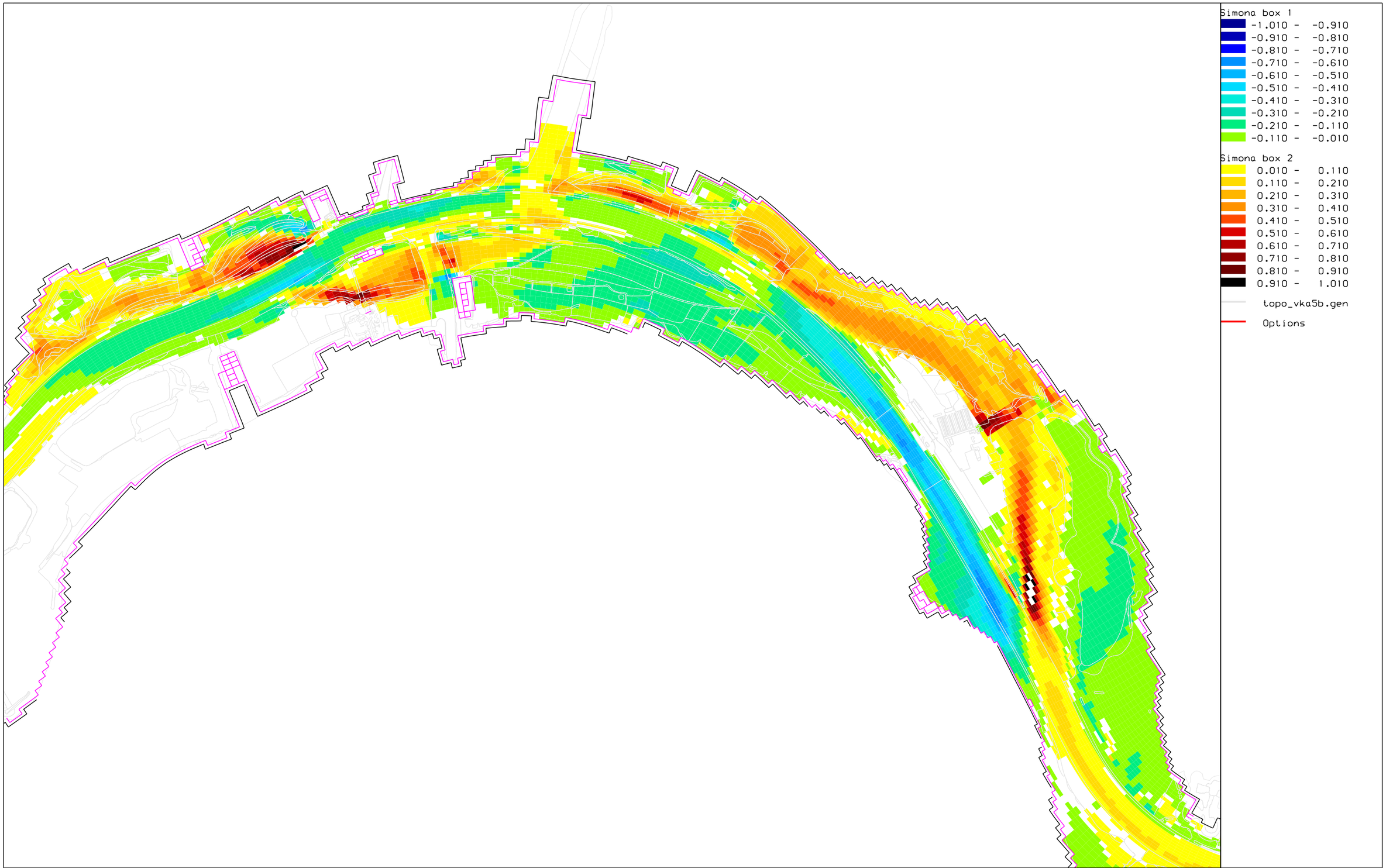
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 6.000 m3/s



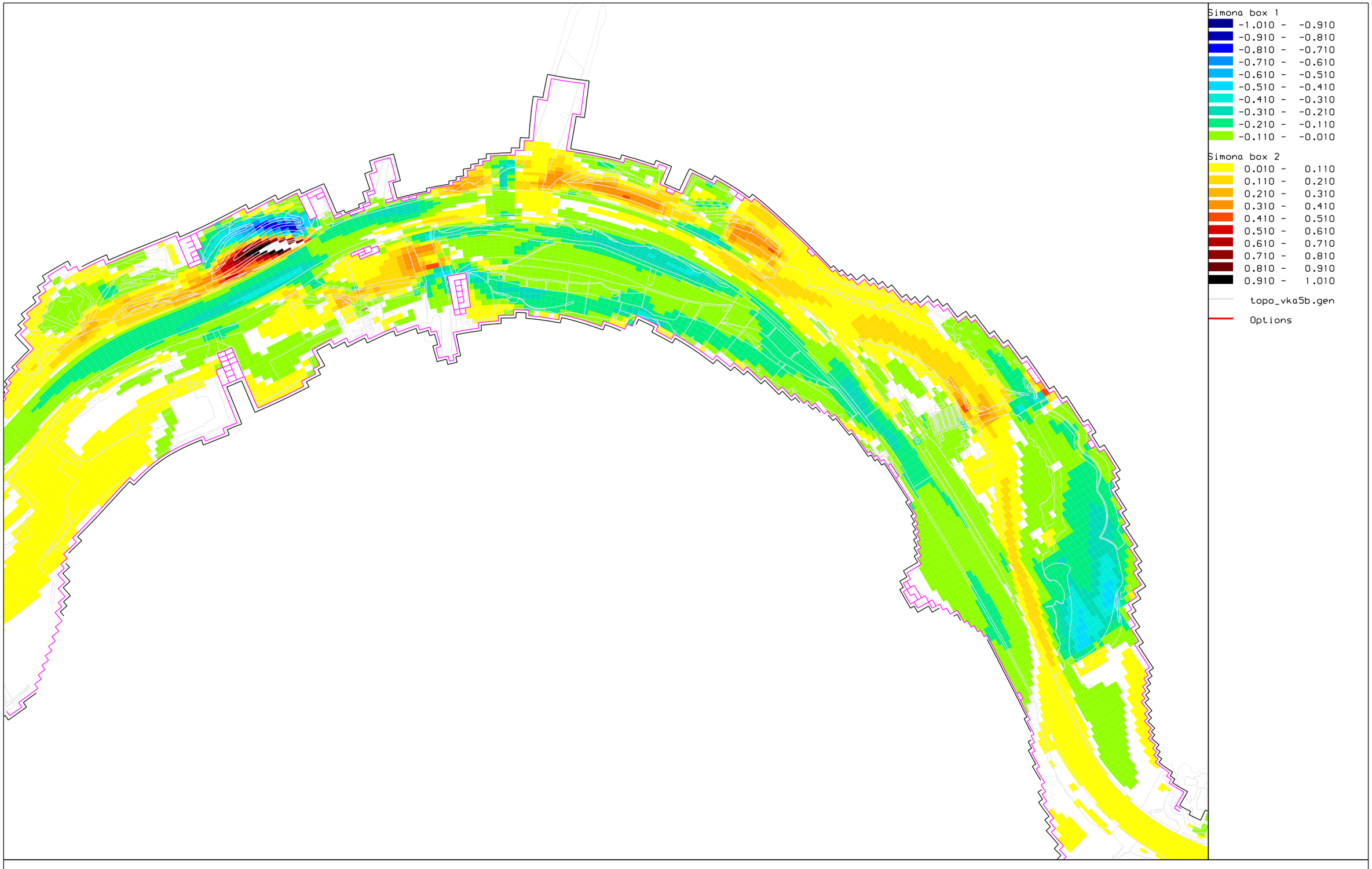
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 8.000 m3/s



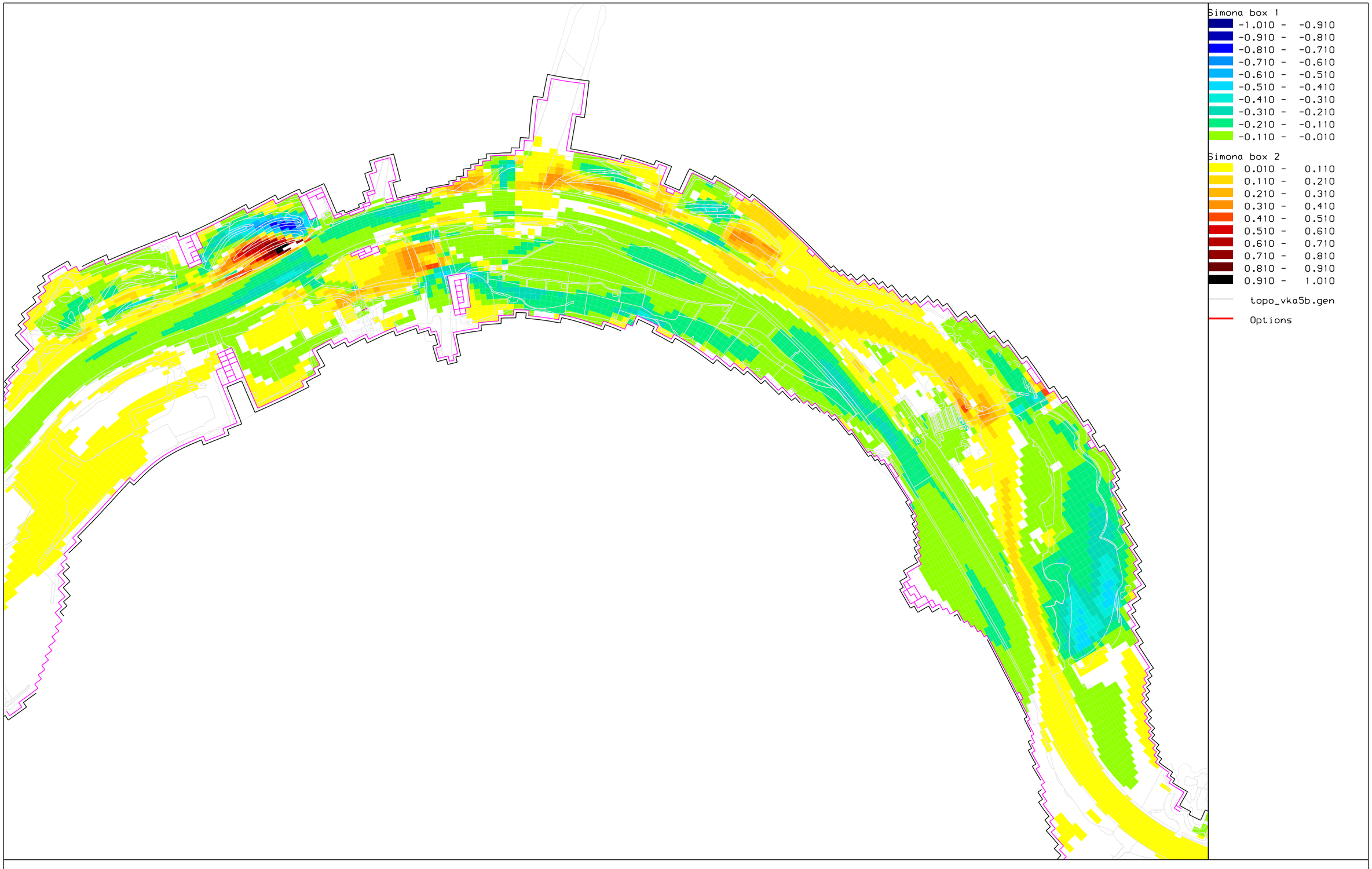
Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 10.000 m3/s



Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - streefbeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 16.000 m3/s



Ruimte voor de Lek Vianen - Projectontwerp - interventiebeeld

Verschil in stroomsnelheid met referentie [m/s] bij Q Lobith = 16.000 m3/s

Bijlage 27: Morfologische analyse rivierverruiming Vianen

Deltares (2010). Morfologische analyse rivierverrruiming Vianen, 1203159-000, versie 2.0, definitief, december 2010. Kenmerk: 1203159-000-ZWS-0014-vj.

Morfologische analyse rivierverruiming Vianen



Deltares

Morfologische analyse rivierverruiming Vianen

Rolien van der Mark (Deltares)
Andries Paarlberg (HKV)

1203159-000

© Deltares, 2010

Deltares

Titel
Morfologische analyse rivierverruiming Vianen

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Waterdienst	1203159-000	1203159-000-ZWS-0014-vj	81

Trefwoorden
Morfologisch model; Ruimte voor de Rivier; effectbepaling morfologie; baggerbezwaar; Lek.

Samenvatting
Binnen het project Ruimte voor de Rivier worden maatregelen bij Vianen uitgewerkt om de rivier meer ruimte te geven. Het consortium Arcadis-HKV-Bosch/Slabbers heeft een plan ontwikkeld om een aantal maatregelen te treffen in de uiterwaarden bij Vianen. Het voorkeursalternatief VKA1 is binnen dit project morfologisch doorgerekend, en er is onderzocht hoe eventuele nadelige effecten gemitigeerd konden worden. Mede op basis van deze analyse is het ontwerp geoptimaliseerd tot het zogenaamde VKA3b. Dit ontwerp is binnen dit project eveneens onderworpen aan een morfologische analyse, waarbij twee-dimensionale morfologische simulaties zijn uitgevoerd (a) zonder vaargeulbeheer, (b) met vaargeulbeheer en zonder zandwinning, en (c) met vaargeulbeheer en met zandwinning. De studie wijst uit dat de morfologische effecten redelijk beperkt blijven, omdat de extra baggerinspanning om de minimale diepte in de vaarweg te garanderen binnen de toelaatbare hinder blijft. Er wordt geadviseerd om het sedimentbeheer te optimaliseren door middel van benedenstrooms terugstorten. Dit reduceert de afname in de breedtegemiddelde vaardiepte die ontstaat als gevolg van de maatregelen.

Referenties
Zaaknummer 31041483.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1.0	sep 2010	dr.ir. C.F. van der Mark dr.ir. A.J. Paarlberg		ir. F.C.M. van der Knaap		dr.ir. A.G. Segeren	
1.1	okt. 2010	dr.ir. C.F. van der Mark dr.ir. A.J. Paarlberg		dr.ir. C.J. Sloff		dr.ir. A.G. Segeren	
2.0	dec. 2010	dr.ir. C.F. van der Mark dr.ir. A.J. Paarlberg		dr.ir. C.J. Sloff		dr.ir. A.G. Segeren	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding **1**
1.1 Achtergrond 1
1.2 Opdracht 1
1.3 Naamgeving varianten 2
1.4 Organisatie 2

2 Projectgebied en rivierverruimende ingrepen **3**
2.1 Projectgebied 3
2.2 Het beschouwde ontwerp (VKA3b) 3

3 Morfologische effectbepaling zomerbed **5**
3.1 Inleiding 5
3.2 Modelschematisatie en uitgangspunten bij schematisatie 5
3.3 Morfologische effecten zomerbed 9
3.3.1 Inleiding 9
3.3.2 Simulaties zonder vaargeulbeheer 9
3.3.3 Simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning 18
3.3.4 Simulaties met vaargeulbeheer en met zandwinning 27
3.4 Discussie en conclusie effecten zomerbed 30
3.4.1 Resultaten uit simulaties met betrekking tot beoordelingscriteria 30
3.4.2 Oordeel effecten zomerbed 31

4 Morfologische beoordeling rivierverruimende ingrepen **33**
4.1 Inleiding 33
4.2 Getijdewerking 33
4.3 Invloed van getij op morfologie zomerbed 34
4.4 Ontwerp en morfologie van nevengeulen 36
4.5 Overige aspecten 38

5 Conclusies en aanbevelingen **39**

6 Referenties **41**

Bijlagen

A Morfologische analyse Vianen VKA1 **A-1**

B Baseline schematisatie bochtafsnijding en geleidedam **B-1**

C Verschil in bodemligging in achtereenvolgende jaren **C-1**

D Gemeten waterstanden bij Schoonhoven en Hagestein **D-1**

E Snip3 producten **E-1**

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Binnen het project Ruimte voor de Rivier worden maatregelen bij Vianen uitgewerkt om de rivier meer ruimte te geven. Het projectgebied bij Vianen bestrijkt de rivier de Lek vanaf de stuw bij Hagestein (rkm 947) tot enkele kilometers benedenstrooms van de A2 (rkm 953). In het gebied bevindt zich de scheepvaartverbinding tussen het Lekkanaal en het Merwedekanaal.

Ter plaatse van het projectgebied moet in de huidige situatie regelmatig de grote aanzanding worden weggebaggerd die ontstaat bij een hoogwater. Een morfologische analyse moet duidelijk maken welke bodemveranderingen en welk baggerbezwaar door de rivierverruimende maatregelen ontstaan. Het zo veel mogelijk beperken van extra baggerwerk is belangrijk om toename in scheepvaarthinder te voorkomen.

1.2 Opdracht

In dit project wordt een morfologische analyse uitgevoerd. Deze analyse geeft antwoord op de volgende vragen:

- Wat zijn de bodemveranderingen in het zomerbed ter plaatse van het projectgebied en de bodemveranderingen op langere termijn stroomafwaarts als gevolg van de maatregelen?
- Welke aanpassingen van beheer of ontwerp zijn nodig om ongunstige invloeden van bodemveranderingen op maatgevende hoogwaterstanden, hinder voor scheepvaart en bodemdaling in Nederrijn en Lek te beperken?

De analyse wordt ondersteund door morfologische berekeningen, uitgevoerd met het gekalibreerde tweedimensionale morfologische Delft3D-model van de Nederrijn-Lek.

Binnen het project worden twee fasen onderscheiden. Fase 1 omvat een morfologische analyse voor de ontwerpvariant “voorkeursalternatief 1 (VKA1)”, welke is beschreven in het memo met kenmerk 1203159-000-ZWS-0009-vj en is opgenomen als bijlage A bij dit rapport. Op basis van onder andere de morfologische bevindingen is deze variant door het consortium Arcadis-HKV-Bosch/Slabbers verder geoptimaliseerd. Fase 2 omvat een morfologische analyse voor dit geoptimaliseerde ontwerp. Deze rapportage beschrijft de analyse van het geoptimaliseerde ontwerp, dat hier wordt aangeduid met VKA3b.

Delft3D wordt gebruikt als hulpmiddel om het ontwerp zodanig te optimaliseren dat aanzandingen in de vaarweg minimaal zijn. Daarbij worden ook volumes van het benodigde baggerwerk berekend. Deze baggervolumes zijn echter met grote onzekerheden omgeven en hebben daarom alleen een indicatieve waarde. Is de berekende toename van baggervolumes een orde groter dan de rivierbeheerder acceptabel acht, dan kan met recht geconcludeerd worden dat het benodigde baggeronderhoud te groot is. Is de berekende toename van dezelfde orde van grootte als de toelaatbare toename van baggervolumes, dan laat deze toename geen conclusies toe over de toelaatbaarheid van het ontwerp. Doorslaggevend is dan het kwalitatieve oordeel dat het ontwerp voldoende geoptimaliseerd is om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken.

1.3 Naamgeving varianten

In de rapportages van het consortium wordt een andere naamgeving voor varianten gehanteerd. In een interactief proces met ontwerpsessies en ontwerpateliers is door het ontwerpteam gewerkt richting een Voorlopig Voorkeursalternatief (VVKA). Voor de twee ontwerpen waarvoor een morfologische analyse is uitgevoerd geldt het volgende:
VKA1: ontwerp na ontwerpatelier 1, door het consortium vastgesteld op 23 juni 2010.
VKA3: ontwerp dat als input heeft gediend voor ontwerpatelier 2, door het consortium vastgesteld op 17 augustus 2010. In VKA3b staat de “b” voor streefbeeld.

Op 31 augustus 2010 zijn nog enkele kleine wijzigingen in het VKA3-ontwerp doorgevoerd; het resulterende ontwerp is het VVKA. De kleine wijzigingen hebben geen invloed op de morfologie van het zomerbed (persoonlijke communicatie ontwerpteam), zodat het hier geanalyseerde ontwerp VKA3b vrijwel gelijk is aan het VVKA.

1.4 Organisatie

De werkzaamheden binnen dit project worden uitgevoerd door Deltares en onderaannemer HKV Lijn in Water. In dit project vervult Deltares geen toetsende rol zoals deze plaatsvindt in de morfologische audits van andere maatregelen van de PKB Ruimte voor de Rivier.

Het Deltares-team bestaat uit Rolien van der Mark (projectleider fase 2), Erik Mosselman (projectleider fase 1) en Kees Sloff. Het HKV-team bestaat uit Andries Paarlberg, Saskia van Vuren (projectleider) en Wim van Balen. Vanuit de Waterdienst begeleidde Arjan Sieben het project.

2 Projectgebied en rivierverruimende ingrepen

2.1 Projectgebied

Maatregelen om de rivier meer ruimte te geven worden uitgewerkt aan de rivier de Lek nabij Vianen. Het projectgebied loopt vanaf de stuw bij Hagestein (rkm 947) tot enkele kilometers benedenstrooms van de A2 (rkm 953).

De waterstanden in de Lek tot aan Hagestein worden beïnvloed door het getij. Er geldt dat hoe lager de rivierafvoer, des te verder dringt de invloed van het getij landinwaarts.

2.2 Het beschouwde ontwerp (VKA3b)

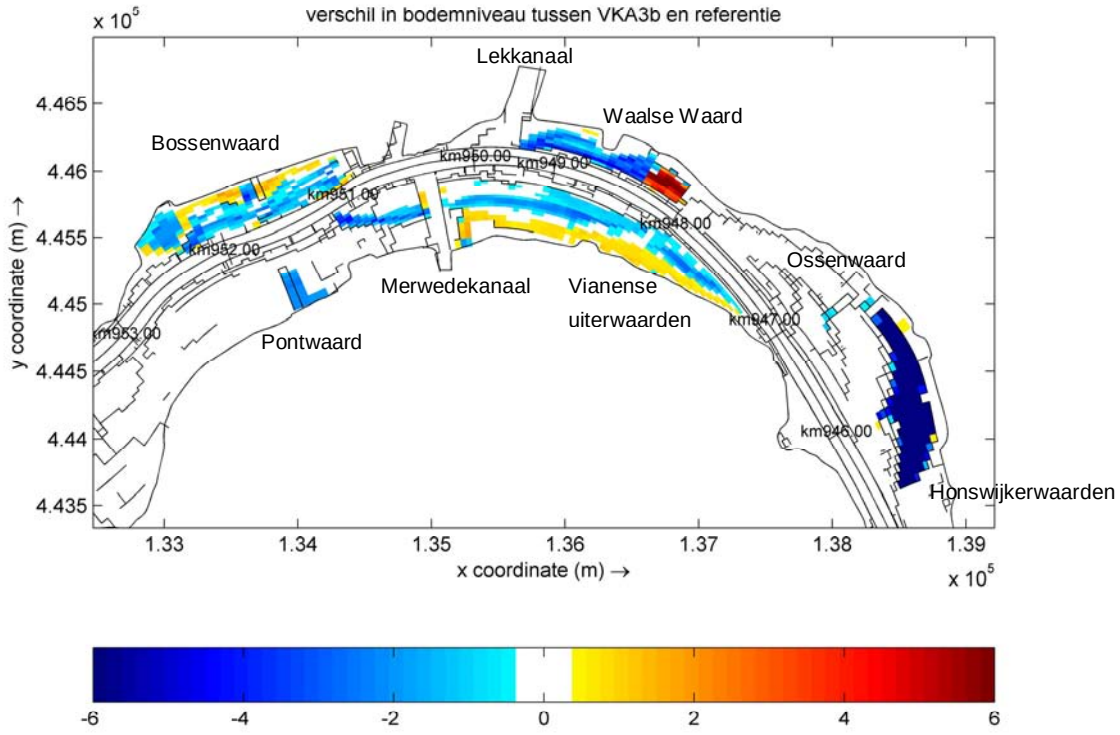
Het ontwerp dat morfologisch is geanalyseerd (aangeduid als voorkeursalternatief VKA3b), is aangeleverd door het consortium Arcadis-HKV-Bosch/Slabbers, dat verantwoordelijk is voor het ontwerp van het totale plan. Voor de morfologische berekeningen gaan we uit van het zogenaamde streefbeeld (aanlegniveau + verwachtte vegetatieontwikkeling). In het plan zijn rivierverruimende maatregelen doorgevoerd in vijf deelgebieden van het projectgebied:

- Stuweiland Hagestein (toegangsdam verlaagd in Ossenwaard).
- De Waalse Waard (geulen aangebracht, meestroming via duiker).
- Bossenwaard (geulen aangebracht; oever verlaagd).
- Pontwaard (geul aangebracht, kades verlaagd).
- Vianense uiterwaarden (geul aangebracht, kade verlaagd).

Bovendien is er een recreatieplas ten oosten van de stuw bij Hagestein aangelegd die meegenomen is in het ontwerp, maar niet in de referentiesituatie. Figuur 2.1 toont het verschil in bodemniveau tussen het plan en de referentiesituatie (in het blauw zijn de geulen en recreatieplas waar te nemen). De Vianense uiterwaarden en Bossenwaard komen deels iets hoger te liggen om natuurontwikkeling te bevorderen. In de Waalse Waard wordt een plas gedempt (rood gebied in Figuur 2.1).

Ten opzichte van het ontwerp dat in fase 1 morfologisch is onderzocht (VKA1) is een aantal optimalisaties doorgevoerd in het VKA3b:

- In het VKA1 wordt in de Waalse Waard permanent 3.0% van het totale debiet onttrokken, in het VKA3b is dit gereduceerd tot 1.5%.
- De uitstroomopening van de geul in de Waalse Waard is circa 100 m naar benedenstrooms verplaatst.
- Om meestromen bij hoge afvoeren te beperken, is de drempel aan de bovenzijde van de geul in de Waalse Waard verhoogd van 2.0 m + NAP in VKA1 tot 3.0 m + NAP in VKA3b;
- Er zijn kleine wijzigingen aangebracht aan de ruwheden.
- In het VKA1 is een zomerkade verlaagd in de Honswijkerwaarden, in VKA3b is deze niet verlaagd.
- Het geulenpatroon in de Bossenwaard is aangepast aan de positie van de brugpijlers van de A2.
- De doorstroomopening van de geul in de Pontwaard onder de toegangskade door is verbreed.
- In de Vianense uiterwaarden is de locatie van een aan te brengen plas gewijzigd, wordt minder riet aangebracht, en wordt minder afgegraven.



Figuur 2.1 *Verschil in bodemniveau (in m) tussen ontwerpvariant en referentiesituatie op t = 0. De zwarte lijnen geven de normaallijnen, rivieras en overlaten voor de referentiesituatie weer.*

3 Morfologische effectbepaling zomerbed

3.1 Inleiding

De morfologische effecten in het zomerbed als gevolg van de maatregelen bij Vianen zijn onderzocht met behulp van het bestaande gekalibreerde, tweedimensionale, morfologische rekenmodel voor Nederrijn-Lek (Deltares, 2010a). Er zijn enkele kleine aanpassingen aan dit rekenmodel gedaan alvorens de effectbepaling is gestart. Het betreft het aanbrengen van (1) de bochtafsnijding ter plaatse van het Lekkanaal en (2) een geleidedam aan de zuidoever bij Vianen. Beide elementen zaten niet in het bestaande model, maar zijn wel aanwezig in de huidige situatie. Bijlage B geeft een beschrijving van de aanpassingen.

De effectbepaling is uitgevoerd door steeds twee berekeningen te vergelijken op dezelfde tijdstippen:

1. een berekening van de huidige situatie (de referentieberekening) en
2. een berekening van de situatie met rivierverruimende maatregelen (VKA3b).

Voor zowel de referentiesituatie als de situatie met rivierverruimende maatregelen zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

a. morfologische ontwikkelingen in het zomerbed zonder vaargeulbeheer;
b. morfologische ontwikkelingen in het zomerbed met vaargeulbeheer en zonder zandwinning;
c. morfologische ontwikkelingen in het zomerbed met vaargeulbeheer en met zandwinning binnen de vergunbare hoeveelheden.

Delft3D wordt gebruikt om volumes van het benodigde baggerwerk te berekenen voor zowel de referentiesituatie als het VKA3b. Vanwege grote onzekerheden in de berekende baggervolumes geven deze resultaten slechts een indicatie van de ordegrootte van het extra baggerbezwaar dat ontstaat als gevolg van de maatregelen.

In paragraaf 3.2 worden de modelschematisatie en uitgangspunten bij de berekeningen besproken. Paragraaf 3.3 geeft een beschrijving van de morfologische resultaten, en paragraaf 3.4 geeft een discussie en conclusie op basis van deskundigenoordeel en de berekeningen.

3.2 Modelschematisatie en uitgangspunten bij schematisatie

De ruimtelijke schematisatie, d.w.z. de bodemligging, overlaten, dunne dammen en de ruwheid, is gebaseerd op de data in de Baseline database “simona_rijn_pkb_3_4”, met hierin verwerkt de aanpassingen aan geleidedam en bochtafsnijding. Baseline bomen voor de rivierverruimende maatregelen zijn aangeleverd door het consortium Arcadis-HKV-Bosch/Slabbers. Voor de projectie van de GIS data op het rekenrooster is Baseline versie 3.31_d3d gebruikt, behalve voor de bodemligging, waarvoor Baseline versie 4.03 is gebruikt. De reden hiervoor is de volgende. In Delft3D wordt gerekend met bodemligging in het midden van een rekencel. In Baseline 3.31 is het slechts mogelijk om data op hoekpunten van een rekencel te projecteren. Om vervolgens de data toch in het midden van de rekencel te krijgen wordt in Delft3D een middeling toegepast. In Baseline 4.03 is het mogelijk om de data direct in het midden van een rekencel te projecteren. De maatregelen in de uiterwaarden worden hiermee beter weergegeven op het rekenrooster, omdat geen extra middelingstap nodig is.

Zowel voor de referentieberekeningen als de berekeningen met maatregelen is de bodem van het zomerbed vervangen door recenter multibeam-peilingen uit 2002. Figuur 2.1 toont het verschil in bodemniveau tussen VKA3b en de referentiesituatie in het morfologische model op t=0.

Als bovenstroomse randvoorwaarde wordt een zich telkens herhalend afvoerregime aan het model opgelegd dat is gebaseerd op een gemeten jaarreeks van afvoeren (Figuur 1 in bijlage A). De benedenstroomse randvoorwaarde is een waterstand die correspondeert met de afvoer.

Tijdens lage afvoeren zijn de drie stuwen in de Nederrijn-Lek bij Driel, Amerongen en Hagestein (deels) gesloten, wat een effect heeft op de waterstanden in de rivier. De stuwen zijn in het model geschematiseerd als overlaten waarvan de hoogte is gekalibreerd. Figuur 8 in Bijlage A laat het waterstandsverloop zien voor alle beschouwde afvoerniveaus. Bij de laagste drie niveaus zijn de stuwen (gedeeltelijk) gesloten.

Als gevolg van de getijbeweging neemt netto (gemiddeld over een getijperiode) het sedimenttransport in de hoofdgeul toe ten opzichte van een zelfde situatie zonder getij. Het morfologische model voor Nederrijn-Lek brengt deze toename van transport in rekening door een kleinere korreldiameter in het model toe te passen (zie ook Deltares, 2010a). De sedimentatie-erosiepatronen in de referentiesituatie die door het model worden berekend in de hoofdgeul bevatten daarmee het effect van het getij.

Voor de simulaties met onderhoudsbaggerwerk zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd. Deze uitgangspunten zijn vastgesteld tijdens het afstemmingsoverleg aan het begin van het project.

- Er wordt in de simulaties gebaggerd tijdens de twee laagste afvoerniveaus na een hoogwater (Q = 30 en 209 m^3/s in de Nederrijn; dit komt overeen met Q = 1409 en 1800 m^3/s in de Bovenrijn).
- In de simulatie zonder zandwinning wordt in principe al het gebaggerde sediment teruggestort.
- Er wordt gebaggerd binnen de vaarweg, en gestort binnen de normaallijnen. Hiertoe zijn “kilometerblokken” gedefinieerd voor baggeren en storten zodat kan worden bijgehouden in welke rivierkilometer gebaggerd en gestort wordt.
- De gehanteerde criteria voor baggeren zijn (zie ook notulen afstemmingsoverleg):
  - Bovenstrooms van Hagestein moet de vaarweg voldoen aan OLR –3.50 m.
  - Tussen Hagestein en Schoonhoven (ter plaatse van het projectgebied) moet de vaarweg voldoen aan OLW –3.15 m (WD, 2009).
  - Tussen Schoonhoven en Krimpen geldt een andere norm (pers. comm J. Sieben, 8 oktober). Ten tijde van opstarten van de simulaties was dit onbekend en is de norm gelijk gekozen aan de norm tussen Hagestein en Schoonhoven. Op het baggerwerk ter plaatse van het projectgebied heeft dit geen invloed.
  - Ter plaatse van het projectgebied geldt dat de gemiddelde diepte in de vaarweg groter moet zijn dan 4.35 m, of in ieder geval niet mag afnemen ten opzichte van de huidige situatie.
- De volgende OLR / OLW (2002) waarden zijn gehanteerd (zie IHP, 2002):
  - OLR IJsselkop 7.09 m + NAP
  - OLR Driel Boven 7.09 m + NAP
  - OLR Driel Beneden 6.00 m + NAP
  - OLR Amerongen Boven 6.00 m + NAP

  - OLR Amerongen Beneden 2.62 m + NAP
  - OLR Hagestein Boven 2.62 m + NAP
  - OLW Hagestein Beneden -0.49 m + NAP
  - OLW Schoonhoven -0.44 m + NAP

  Er wordt lineair geïnterpoleerd om de waarde van het referentievlak op tussenliggende locaties te kunnen definiëren.
- Er vindt in het model geen update plaats van de OLW en OLR waarden; zie hieronder voor een toelichting.
- Er wordt een overdiepte van 0.5 m gehanteerd, wat inhoudt dat wanneer ergens gebaggerd dient te worden omdat de minimale diepte wordt onderschreden, er een extra laag van 0.5 m wordt gebaggerd om te voorkomen dat in de volgende tijdstap weer direct gebaggerd moet worden.
- Het storten vindt plaats in een straal van 4 km rondom de baggerlocatie tot een diepte van 4.0 m. De straal van 4 km en de stortdiepte zijn afwijkend van wat is afgesproken tijdens het afstemmingsoverleg; hier is respectievelijk een straal van 2 km afgesproken en stortdiepte van 5.0 m; zie paragraaf 3.3.3 voor details. De volgorde van storten is als volgt (er wordt gestort totdat geen ruimte meer aanwezig is in een blok, dan wordt in het volgende blok gestort):
  - in het dumpblok op dezelfde locatie als het baggerblok,
  - in het dumpblok 1 km benedenstrooms van het baggerblok,
  - in het dumpblok 1 km bovenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 2 km benedenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 2 km bovenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 3 km benedenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 3 km bovenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 4 km benedenstrooms van het baggerblok
  - in het dumpblok 4 km bovenstrooms van het baggerblok
- Er wordt bij het bepalen van het baggervolume rekening gehouden met de aanwezigheid van duinen. Duinhoogtes worden daartoe uitgerekend voor iedere roostercel op basis van een empirische relatie met als invoer de heersende stromingscondities.

Aanvullend is voor de simulaties met zandwinning de volgende informatie gebruikt:
- Bovenstrooms van Hagestein mag geen sediment gewonnen worden. Al het gebaggerde sediment dient te worden teruggestort.
- Tussen Hagestein en Schoonhoven mag jaarlijks 10000 m^3 gewonnen worden.
- Tussen Schoonhoven en Krimpen a/d Lek (benedenstroomse rand van model) mag jaarlijks 142000 m^3 gewonnen worden.
- Genoemde waarden betreffen volumes in de beun van het schip. Gehanteerd is dat 1 m^3 zand op de bodem overeen komt met 1.4 m^3 zand in de beun, omdat gebaggerd sediment nog water bevat, en niet wordt gewacht tot al het sediment volledig is bezonken.

Het is in Delft3D niet mogelijk om op te leggen dat al het gebaggerde sediment uit de vaarweg gewonnen moet worden totdat een opgegeven maximum is bereikt, en dat hierna alles dient te worden teruggestort. Er zijn 3 “baggermomenten” per jaar (achtereenvolgens Q = 209, 30, 209 m^3/s). Er wordt in het model niet online bijgehouden hoeveel is gebaggerd in baggermoment 1, zodat baggermoment 2 hierop niet kan worden aangepast indien dit nodig zou zijn. Voor de simulaties met zandwinning is dit als volgt opgelost:
- De simulaties *zonder* zandwinning, met drie “baggermomenten” in het jaar, laten zien dat al het baggerwerk plaats vindt in het eerste baggermoment (wanneer geldt dat Q = 209 m^3/s, vlak na het hoogwater), en dat er in de volgende twee baggermomenten geen noodzaak is om te baggeren.

In de simulaties *met* zandwinning wordt tussen Hagestein en Schoonhoven en tussen Schoonhoven en Krimpen tijdens dit eerste baggermoment zand gewonnen uit de vaarweg dat niet wordt teruggestort. Dit winnen gebeurt daar waar nodig (daar waar minimale diepte wordt onderschreden), en nooit meer dan de opgegeven maximale volumes. Hiertoe zijn twee nieuwe baggerblokken gedefinieerd die de gehele vaarweg bestrijken tussen Hagestein en Schoonhoven en tussen Schoonhoven en Krimpen. Het kan dus voorkomen dat minder dan het maximum volume wordt gewonnen, omdat er minder baggerwerk nodig is.

- Het kan ook gebeuren dat er nog onvoldoende baggerwerk is verricht na de winning. Tijdens het tweede baggermoment wordt daarom gebaggerd en gestort in de kilometerblokken zoals beschreven. Al dit sediment wordt teruggestort in de rivier.
- Tijdens het derde baggermoment moet hetzelfde opgelegd worden als tijdens het eerste (omdat het eerste en derde baggermoment dezelfde afvoerniveaus hebben), maar feitelijk is geen baggerwerk in de vaarweg nodig, en wordt er tijdens het derde baggermoment niet gebaggerd. Al het benodigd baggerwerk gebeurt in de eerste twee baggermomenten.

Er is gekozen om de overeengekomen lage rivierstand (OLR) en overeengekomen lage waterstand (OLW) niet bij te werken, waarmee wordt bedoeld deze waterstanden niet jaarlijks aan te passen door middel van het jaarlijks uitvoeren van een berekening met de overeengekomen lage afvoer (OLA) van 1020 m^3/s bij Lobith. In het model voor de Waal bijvoorbeeld kan een OLR update plaatsvinden door ieder jaar een berekening uit te voeren met de OLA.

De OLW (van Hagestein tot Krimpen) hangt niet alleen af van de OLA, maar wordt vooral bepaald door de invloed van het getij. Het uitvoeren van een berekening met als bovenstroomse randvoorwaarde de OLA levert benedenstrooms van Hagestein andere waterstanden op dan de OLW vanwege de invloed van getij die in de OLW zit verwerkt, maar niet in het model. Het is daarmee niet zinvol om op gelijke wijze als in de Waal de OLW bij te werken, omdat (a) de berekende waterstanden niet overeenkomen met de OLW, en (b) deze berekende waterstanden steeds hetzelfde blijven ongeacht bodemveranderingen. Dit laatste gebeurt, omdat bij OLA het waterstandsverloop benedenstrooms van Hagestein vrijwel horizontaal is en de waterstand gelijk is aan de benedenstroomse randvoorwaarde (Q-h relatie). Bijwerken van OLW is tijdens de berekening (online) niet mogelijk, omdat de benedenstroomse randvoorwaarde een andere functie zou moeten zijn dan die is opgelegd aan het model, en omdat deze functie vooralsnog niet bekend is. De update van OLW kan dus niet plaatsvinden op de wijze die voor de OLR in de Waal wordt gehanteerd. Een analyse is nodig om te onderzoeken wat de beste manier is om de OLW bij te werken; het gaat dan om analyse naar de genoemde functie (hoe verandert OLW in de tijd) en naar implementatie hiervan in het modelinstrumentarium.

De OLR in de Nederrijn en Lek is tussen de drie stuwpanden steeds horizontaal en wordt bepaald door de stand van de stuwen (geschematiseerd als overlaten in Delft3D). De hoogtes van de overlaten in het Delft3D model zijn gekalibreerd op waterstanden berekend met Waqua. Een berekening met bovenstroomse OLA zal bij gelijkblijvende overlaathoogtes steeds nagenoeg dezelfde waterstanden opleveren, zodat het uitvoeren van een update zoals in de Waal wordt gedaan overbodig is. De update van de OLR zou op een andere wijze plaats moeten vinden, indien dit nodig is. Noodzaak voor en uitvoering van het updaten zouden nader onderzocht moeten worden.

3.3 Morfologische effecten zomerbed

3.3.1 Inleiding

In de komende paragrafen worden achtereenvolgens de resultaten van de berekeningen zonder vaargeulbeheer (§3.3.2), met vaargeulbeheer en zonder zandwinning (§3.3.3), en met vaargeulbeheer en met zandwinning (§3.3.4) besproken. De berekeningen zonder vaargeulbeheer geven grootschalige morfologische effecten weer (waar ontstaat extra aanzanding/erosie als gevolg van de maatregelen). Deze effecten worden minder goed inzichtelijk met de berekeningen *met* vaargeulbeheer, omdat aanzandingen worden weggebaggerd. De berekeningen met vaargeulbeheer hebben als doel het geven van een indicatie van de ordegrootte van het extra baggerbezwaar als gevolg van de maatregelen.

3.3.2 Simulaties zonder vaargeulbeheer

3.3.2.1 Bodemveranderingen

Bij hoogwater zal een deel van de afvoer door de uiterwaard gaan stromen. Daar waar het water de hoofdgeul uitstroomt richting de uiterwaarden zal aanzanding optreden doordat de stroomsnelheid in de hoofdgeul en daarmee de transportcapaciteit afnemen. De aanzanding is het grootst aan de kant van de rivier waar relatief het meeste water uittreedt, maar strekt zich uit over de gehele breedte van het zomerbed. Omgekeerd geldt dat daar waar het water weer terugstroomt in het zomerbed erosie optreedt.

Door de relatief hoge zomerkades in dit gebied zal pas bij relatief hoge hoogwaters het winterbed echt gaan meestromen. Uit WAQUA berekeningen volgt dat dit pas bij afvoeren van rond de 8000 m^3/s en hoger bij Lobith het geval is. Dit zijn situaties die niet jaarlijks optreden. Door het aanleggen van geulen in de uiterwaarden zal het winterbed vaker gaan meestromen, waardoor het patroon van hoogwatersedimentatie en erosie sterker wordt.

Dit verwachtte sedimentatie-erosiegedrag lieten de simulaties van ontwerpvariant VKA1 zien (zie ook bijlage A). Er zijn aanpassingen gedaan aan dit ontwerp om de aanzanding die ontstond bij VKA1 zo veel mogelijk te beperken. Figuur 3.1 laat zien dat de aanzanding zowel ter hoogte van de Waalse Waard als (in mindere mate) ter hoogte van de Bossenwaard is afgenomen door de ontwerpaanpassingen. De relatieve aanzanding nabij de Waalse Waard van circa 0.5 m strekt zich over een minder groot gebied uit en reduceert met name sterk aan de rechteroever, van circa 0.5 m voor het VKA1 naar circa 0.25 m voor het VKA3b (vergelijk hiervoor Figuur 3.2-beneden met Figuur 5-beneden in bijlage A). De voornaamste reden voor de afname in relatieve aanzanding is dat in het VKA3b de geul in de Waalse Waard 1.5% van de totale afvoer doorvoert, waar dit in het VKA1 nog 3% was.

Na afloop van een hoogwater zal de afvoer weer alleen plaatsvinden in het zomerbed, waardoor de ontstane erosie en sedimentatie weer wat afnemen. De relatieve aanzanding en erosie zijn het grootste direct na de piek in afvoer, en dempen daarna wat uit en verplaatsen zich richting benedenstrooms. Figuur 3.1 toont de resultaten zowel direct na de piek als helemaal aan het einde van het jaar, oftewel na afloop van de laagwaterperiode.

De relatieve erosie ter hoogte van het Lekkanaal is in het VKA3b beduidend minder dan in het VKA1 (Figuur 3.1). In de eerdere analyse voor het VKA1 werd geconstateerd dat de erosie nabij de geleidedam op de kruising met het Lekkanaal de stabiliteit van de dam in

gevaar kan brengen. Dit risico is met het VKA3b verminderd, maar blijft een aandachtspunt (relatieve erosie blijft bestaan aan westzijde van de dam, Figuur 3.1b).

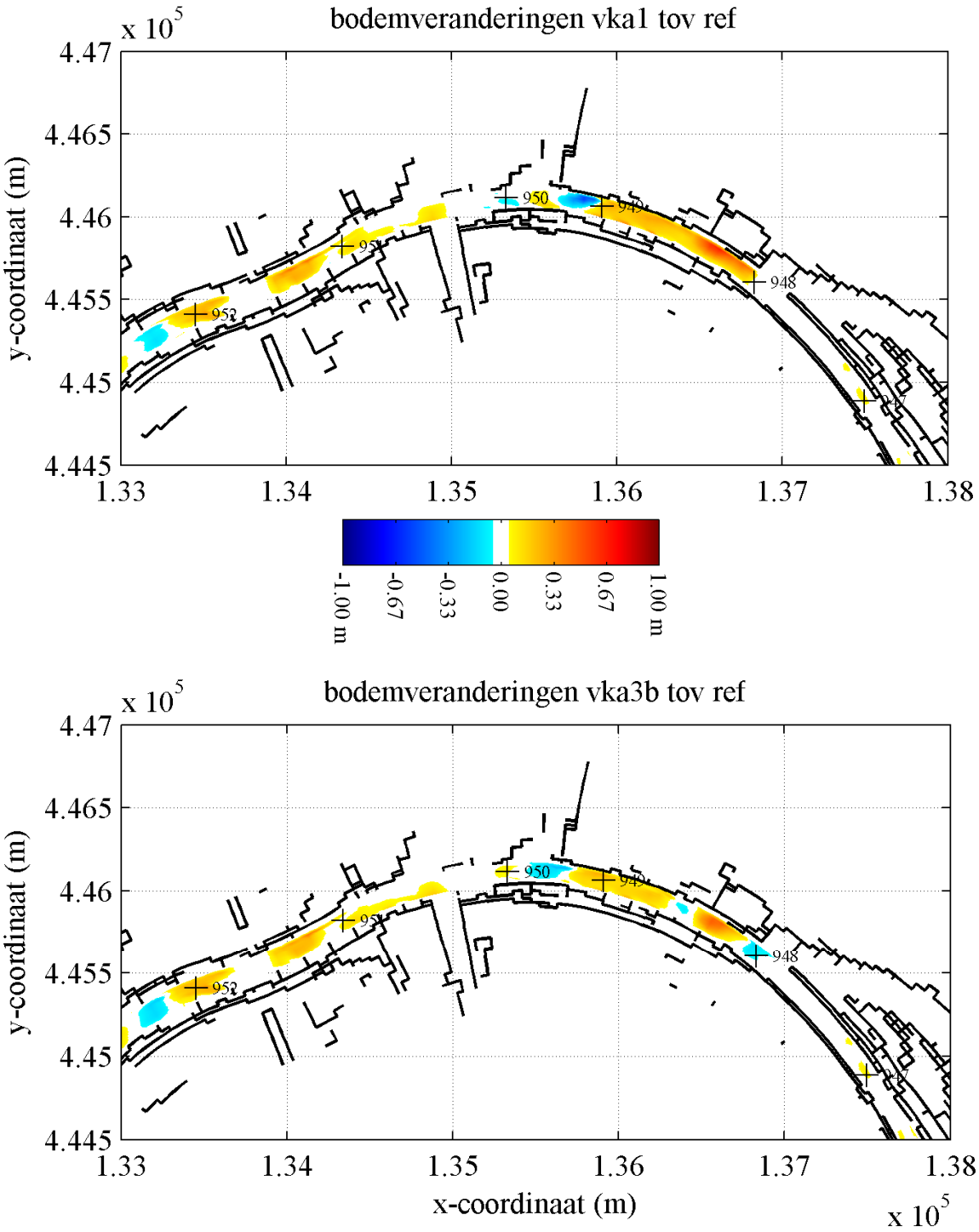
Een verandering ten opzichte van het VKA1 is dat de relatieve aanzanding ter hoogte van de Waalse Waard zich verder uitstrekt naar benedenstrooms. De verklaring hiervoor is dat de uitstroomopening van de geul in de Waalse Waard in het VKA3b verder benedenstrooms ligt dan in het VKA1: de relatieve aanzanding strekt zich in het VKA3b uit tot op het kruispunt. Figuur 3.1d laat het moment zien dat voor de situatie op het kruispunt maatgevend is (situatie na een periode van laagwater). Het volgende hoogwater doet de relatieve aanzanding op het kruispunt verder afvlakken en richting benedenstrooms verplaatsen.

Een optie zou kunnen zijn om de geul verder bovenstrooms te laten aantakken om het risico op aanzanding op het kruispunt te verkleinen, zoals werd gedaan in het VKA1. Dit blijkt echter nadelig voor de grootte van dwarsstromen (pers. comm. ontwerpteam). In werkelijkheid vinden baggerwerkzaamheden plaats die de aanzanding waarschijnlijk al wegbaggeren voordat deze het kruispunt heeft bereikt. We verwachten daarmee dat de locatie van aantakking geen problemen levert. De kruising zal vanuit nautisch oogpunt wel een aandachtspunt blijven, enerzijds vanwege de beschreven relatieve aanzanding, en anderzijds omdat de aanleg van de nevengeul tot complexe (dwars)stroming kan leiden wat voor scheepvaart tot hinder kan leiden.

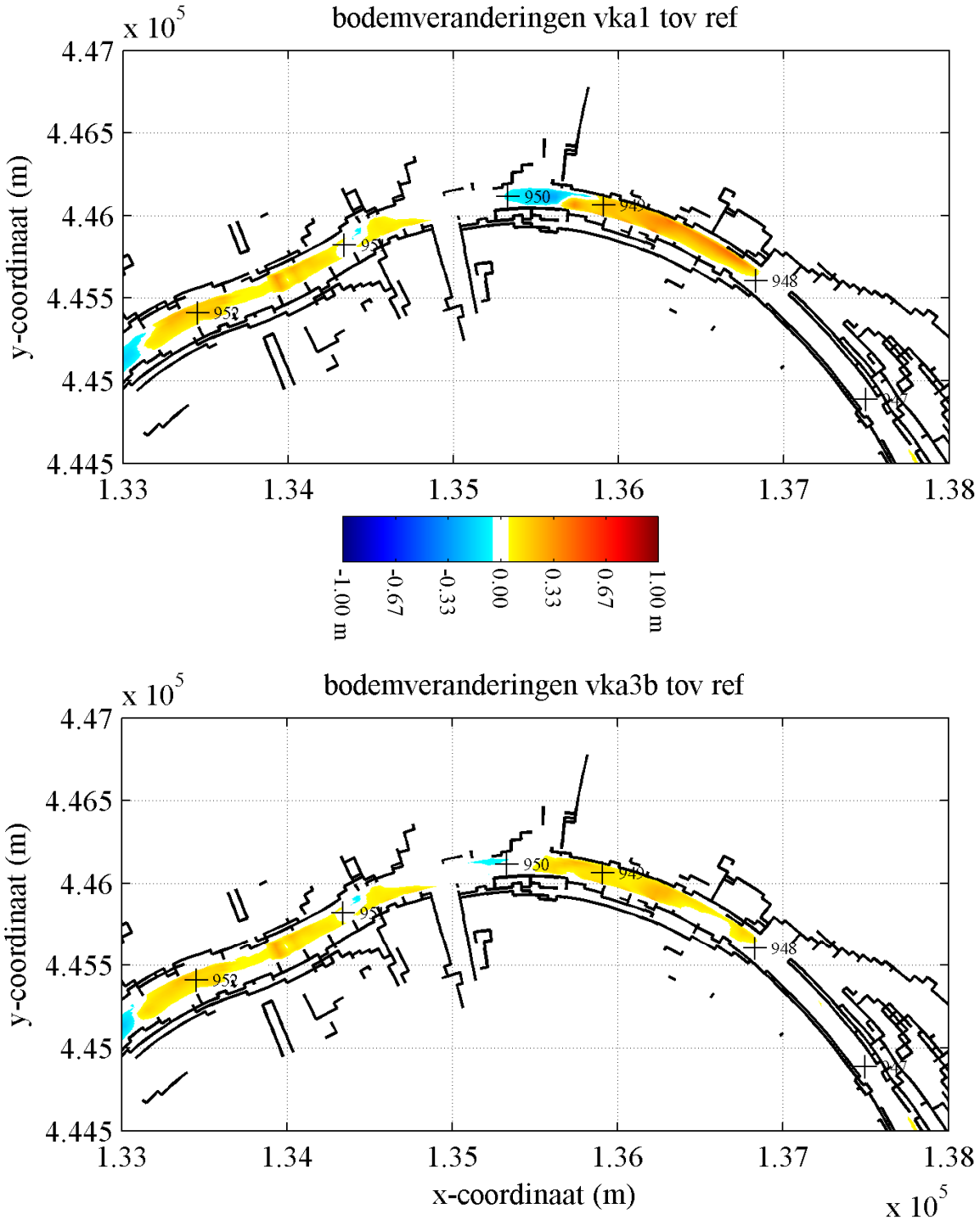
De erosie- en sedimentatiepatronen verplaatsen zich als golven stroomafwaarts met een snelheid van grofweg 0.5 à 1 km / jaar, waarbij demping optreedt. Figuur 3.3 toont migratie van verstoringen naar benedenstrooms; vermoedelijk is de relatieve erosiegolf van enkele decimeters die zich over de gehele breedte uitstrekt ontstaan tijdens inspelen van het model.

Trajectgemiddelde bodemveranderingen benedenstrooms van het projectgebied als gevolg van het plan zijn verwaarloosbaar. Ten opzichte van de referentieberekening is er een relatieve trajectgemiddelde erosie van 0.2 mm per jaar (traject benedenstrooms van projectgebied tot Krimpen).

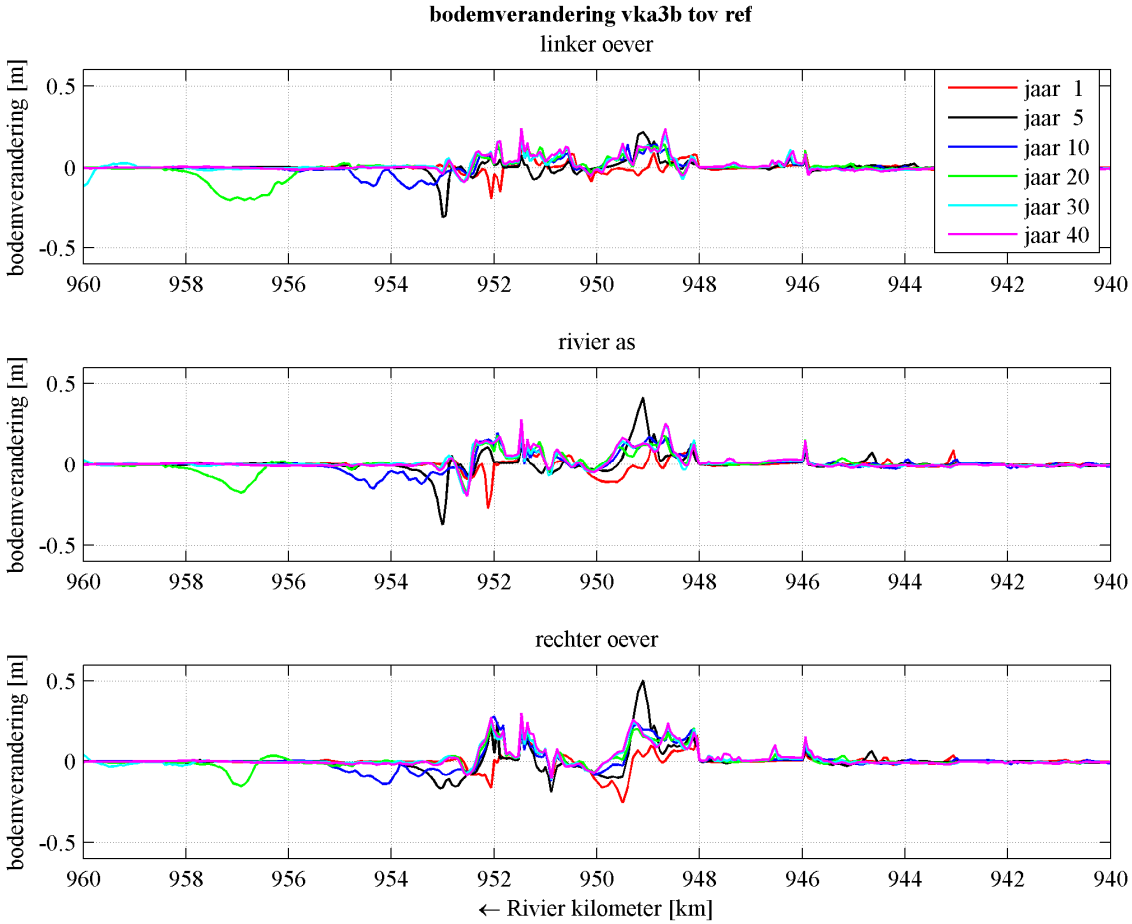
Tussen rkms 952 en 953 bevindt zich aan de linkeroever een zone waar structureel veel baggerwerk nodig is (zie IHP, 2002, Klaphek, Figuur 3.4). Naar verwachting zal het VKA3b-ontwerp het baggerbezwaar bij Klaphek niet doen verminderen, aangezien de oeverbelijning de oorzaak lijkt van de aanzanding waaraan niets verandert, en er ter hoogte van Klaphek in het midden van het zomerbed juist een relatieve aanzanding van enkele centimeters wordt voorspeld.



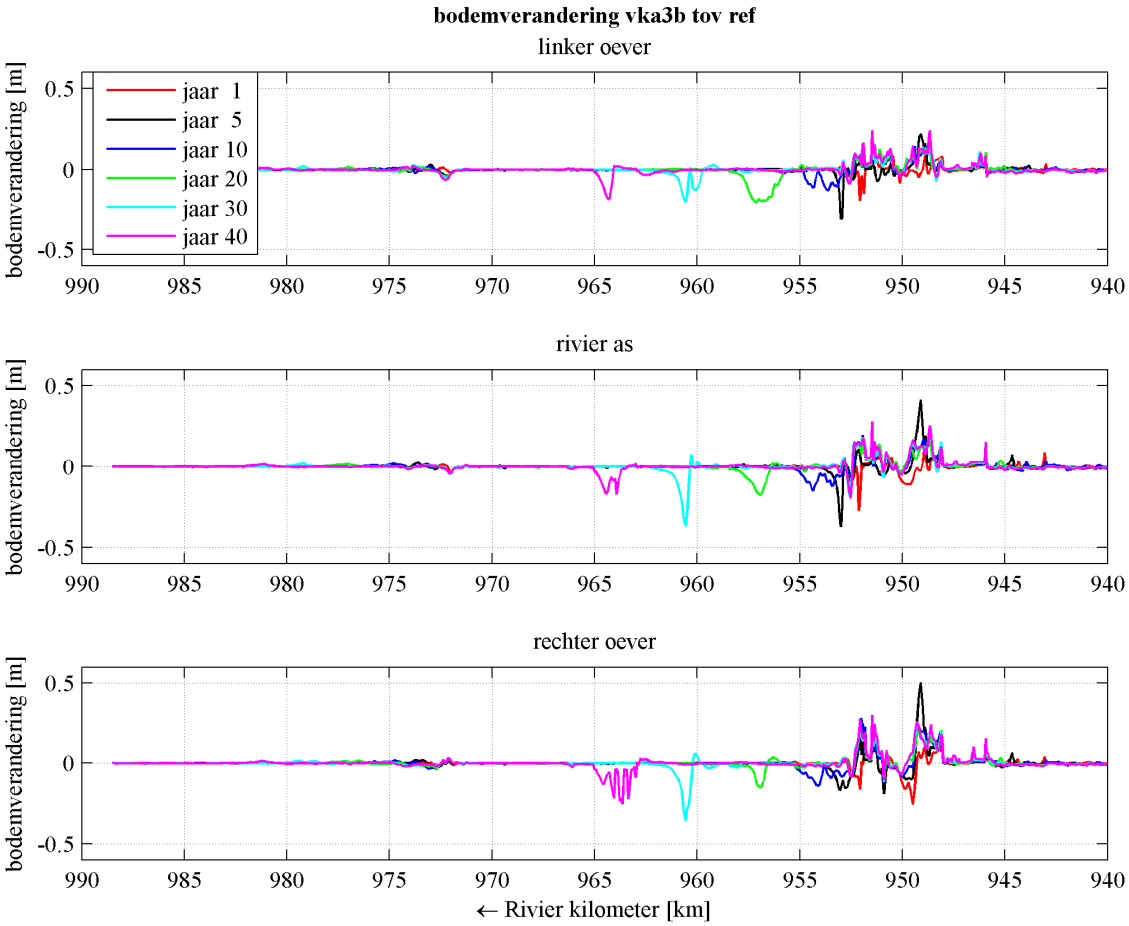
Figuur 3.1. *Verschil in bodemniveau in jaar 40 ter plaatse van het projectgebied voor simulaties zonder vaargeulbeheer direct na afloop van het hoogste afvoerniveau van Q=1321m^3/s (a) tussen ontwerpvariant VKA1 en de referentie, (b) tussen ontwerpvariant VKA3b en de referentie. De getallen duiden rivierkilometers aan.*



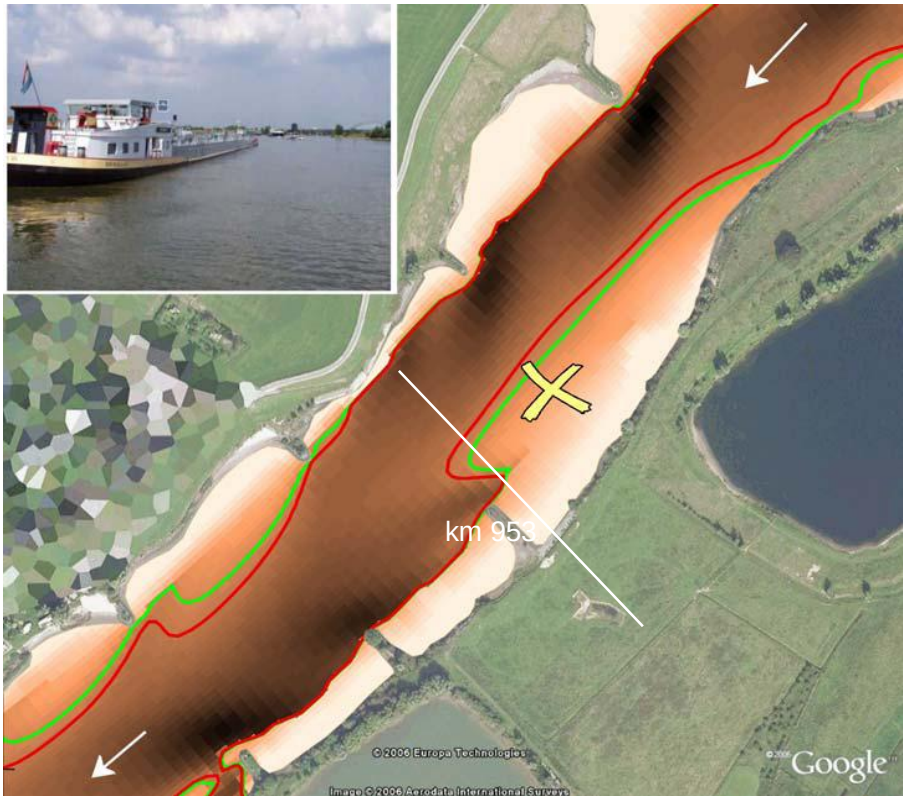
Figuur 3.1 *(Vervolg) Verschil in bodemniveau in jaar 40 ter plaatse van het projectgebied voor simulaties zonder vaargeulbeheer na afloop van het laagwaterseizoen (na Q=209m^3/s) (c) tussen ontwerpvariant VKA1 en de referentie, (d) tussen ontwerpvariant VKA3b en de referentie. De getallen duiden rivierkilometers aan.*



Figuur 3.2 *Verschil in bodemniveau in een aantal jaar (na de laagwaterperiode) tussen ontwerpvariant VKA3b en de referentie voor simulaties zonder vaargeulbeheer langs (boven) de linkeroever, (midden) de as van de rivier en (beneden) de rechteroever.*



Figuur 3.3 *Verschil in bodemniveau in een aantal jaar (na de laagwaterperiode) tussen ontwerpvariant VKA3b en de referentie voor simulaties zonder vaargeulbeheer langs (boven) de linkeroever, (midden) de as van de rivier en (beneden) de rechteroever. Identiek aan Figuur 3.2, maar verder uitgezoomd.*



Figuur 3.4 Aanzanding ter plaatse van Klaphek (bron: Sloff, 2006).

3.3.2.2 Bevaarbaarheid

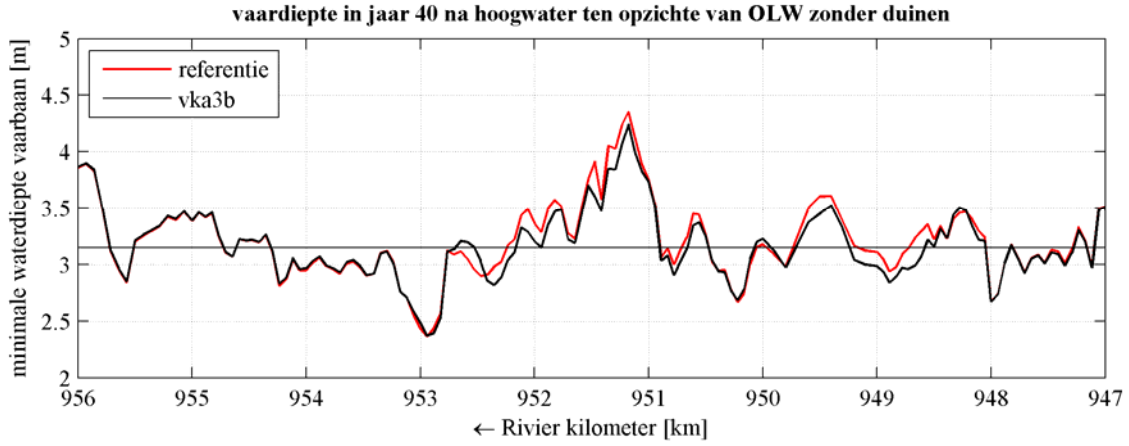
Verondieping van het zomerbed ten opzichte van de referentiesituatie kan gevolgen hebben op de beschikbaar zijnde vaardiepte. De benodigde extra baggeractiviteit in een gebied leidt tot hinder voor de scheepvaart, zodat aanzanding zo veel mogelijk dient te worden tegengegaan. Rivierverruimende maatregelen gaan altijd gepaard met aanzanding door vertragende stroming; er wordt beschouwd in hoeverre de extra aanzanding ten opzichte van de referentiesituatie gevolgen heeft op de beschikbare vaardiepte.

De figuren die in deze sectie worden besproken tonen de resultaten van simulaties zonder vaargeulbeheer, waardoor niet aan de minimale diepte-eis wordt voldaan. De figuren hebben tot doel het inzichtelijk maken van verschillen in vaardiepte tussen referentie en VKA3b, en zijn niet bedoeld voor een kwantitatieve beoordeling van de vaardiepte-eis (omdat er geen baggerwerk plaatsvindt).

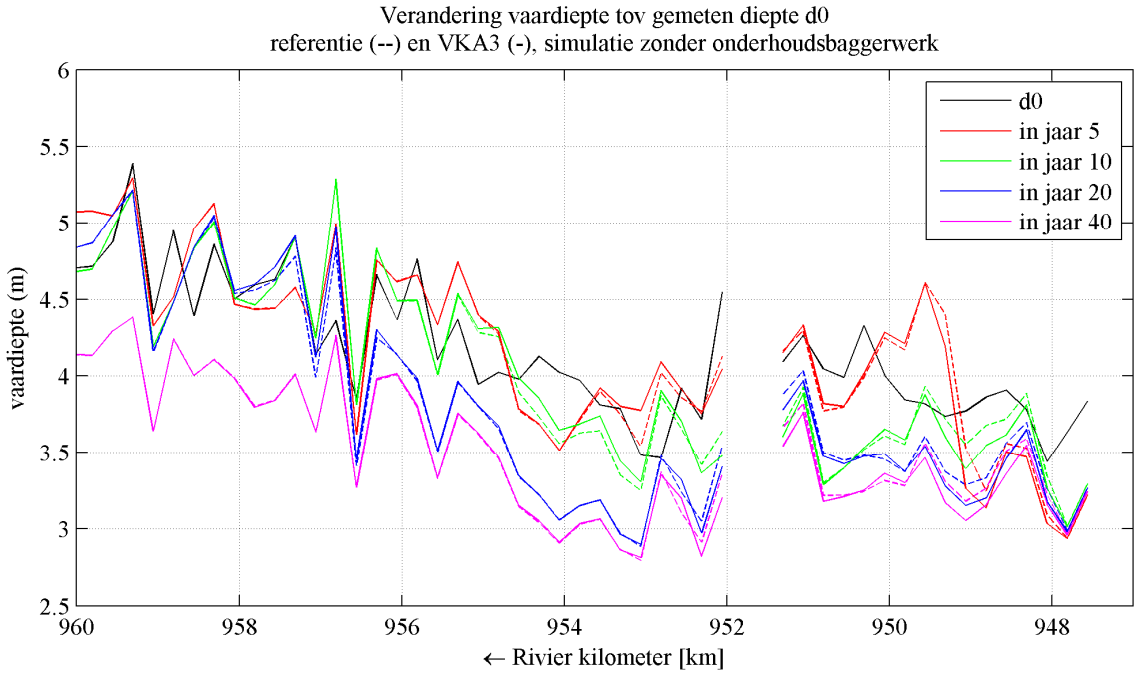
Figuur 3.5 toont in jaar 40 na het hoogwater de minimale waterdiepte in de vaarweg ten opzichte van de Overeengekomen Lage Waterstand (OLW), die ter plaatse van het projectgebied 3.15 m dient te zijn. Het moment na het hoogwater is gekozen, omdat dit een representatieve situatie betreft. Tijdens de piek zijn de aanzandingen het grootst, maar vrij snel na afname van de piekafvoer dempen deze uit. Het moment waarop aanzandingen het grootste zijn zal niet tegelijkertijd gepaard gaan laagwater. De figuur laat zien dat, ten opzichte van de referentie, de minimale vaardiepte met maximaal 20 cm afneemt tussen rkms 948.5 en 950 en tussen rkms 950.5 en 952.5 als gevolg van de relatieve aanzanding.

Voor de vaardiepte gemiddeld over de vaargeul geldt hetzelfde. Figuur 3.6 toont hoe de vaardiepte, gemiddeld over de vaarwegbreedte en over een vak met lengte van 250 m, verandert in de tijd voor zowel de referentie als het VKA3b. In de figuur geeft d0 een gemeten waterdiepte op een zeker tijdstip weer (aangeleverd door J. Sieben), en zijn berekende bodemveranderingen in de referentie en het VKA3b voor verschillende perioden hierbij opgeteld, waarbij de berekende bodemveranderingen op dezelfde wijze “vakgemiddeld” zijn. De gemeten diepte is gebaseerd op een OLW/OLR vlak, een gemiddelde bodemligging en daarbij opgeteld een gemiddelde halve duinhoogte. In de berekende bodemveranderingen, die zijn gesuperponeerd op de gemeten waterdiepte, zijn duinen niet meegenomen aangezien deze al opgenomen zijn in de gemeten vaardiepte. Ook uit deze figuur kan opgemaakt worden dat tussen rkms 948 en 950 en nabij rkm 952 de vaardiepte afneemt ten opzichte van de referentie. Figuur 3.7 laat zien dat de afname in gemiddelde diepte 0.1 à 0.2 m bedraagt.

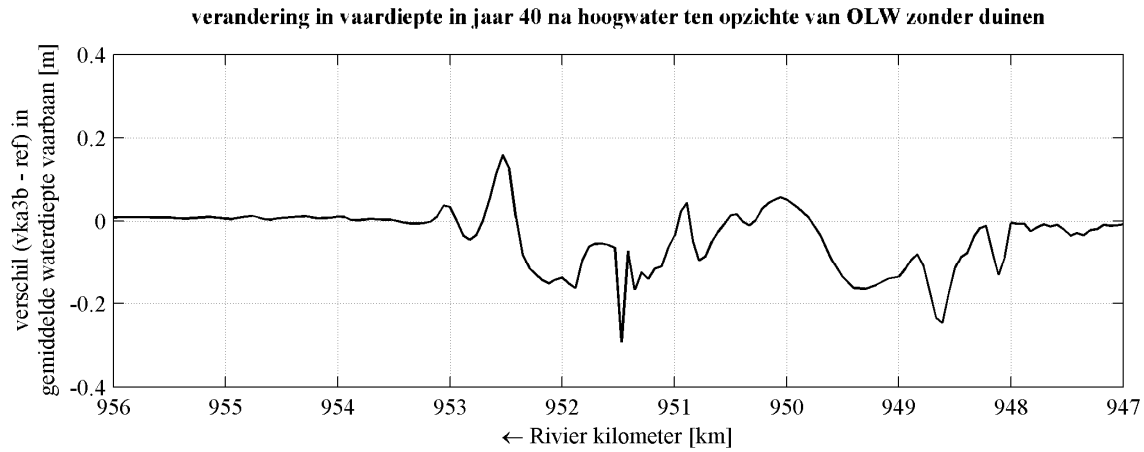
Uit Figuur 3.6 valt verder op te maken dat de vaardiepte ten opzichte van OLW in de loop der tijd afneemt. Dit komt doordat het model ter plaatse van het projectgebied een aanzandende trend van enkele centimeters per jaar berekent, terwijl het OLW vlak onveranderd blijft. Hierdoor neemt de vaardiepte in de tijd af. Hierop komen we terug in paragraaf 3.3.3, waar simulaties met vaargeulbeheer worden besproken. Op de effectbepaling voor de simulaties zonder vaargeulbeheer zoals gepresenteerd in deze paragraaf heeft de aanzandende trend weinig invloed: de afname in vaardiepte is constant in de tijd, evenals bodemverschillen tussen referentie en VKA3b.



Figuur 3.5 *Effect van de maatregelen op de minimale diepte van de vaarweg ten opzichte van OLW voor simulaties zonder vaargeulbeheer na 40 jaar. Er is bij bepaling van de diepte geen rekening gehouden met eventueel aanwezige duinen.*



Figuur 3.6 *Effect van de maatregelen op de gemiddelde diepte van de vaargeul voor simulaties zonder vaargeulbeheer na het hoogwater; getrokken lijn: VKA3b, gestreepte lijn: referentie. d0 duidt een gemiddelde gemeten diepte aan (gemiddeld over vaargeul en vak van 250 m lengte), die is aangeleverd door J. Sieben.*



Figuur 3.7 *Verschil tussen de gemiddelde diepte van de vaargeul ten opzichte van OLW in het VKA3b en de referentie na het hoogwater in jaar 40.*

3.3.3 Simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning

3.3.3.1 Baggerwerk

Uitgevoerde simulaties
Sediment dat is gebaggerd wordt teruggestort in de rivier binnen de normaallijnen. Simulaties zijn in eerste instantie opgestart waarbij de straal waarin teruggestort wordt gelijk is aan 2 km, zoals is overeengekomen in het afstemmingsoverleg. De gemiddelde diepte over de vaargeul moet bij terugstorten minimaal 4.35 m onder het referentievlak zijn, of deze mag in ieder geval niet afnemen ten opzichte van de referentiesituatie (WD, 2009). Een gemiddelde diepte in de vaargeul kan in Delft3D niet direct worden opgelegd. Er wordt initieel een minimale stortdiepte van 5.0 m opgelegd aan het model (referentievlak –5.0 m, de minimale diepte voor storten in het stortvak; wordt deze diepte bereikt dan wordt in een ander stortvak gedumpt). Hiermee wordt geprobeerd zo veel mogelijk tegemoet te komen aan de eis.

Uit de simulaties blijkt dat na een aantal jaar tussen rkms 948 en 953 sediment wordt verwijderd uit het model, omdat dit niet kan worden teruggestort binnen de normaallijnen en de opgegeven straal. Dit gebeurt slechts in dit traject, nergens anders in het model. Het verdwijnen van sediment uit het model gebeurt zowel in de referentiesimulaties als in de simulaties met maatregelen. De oorzaak voor het tekort aan stortlocaties op termijn is dat ter plaatse van het projectgebied de bodem omhoog komt, zowel in de referentie als in het VKA3b. In werkelijkheid is er ter plaatse van het projectgebied juist sprake van een licht eroderende trend, zodat een tekort aan stortlocaties op termijn afwijkt van de realiteit.

Om het effect van de maatregelen op het baggerwerk te analyseren, dienen twee simulaties te worden vergeleken (1 met en 1 zonder maatregelen) waarbij geen sediment uit de rivier wordt verwijderd. Dit is noodzakelijk, omdat de hoeveelheid baggerwerk wordt beïnvloed door de hoeveelheid sediment die uit het model verdwijnt. Wanneer bijvoorbeeld sediment wordt onttrokken in plaats van teruggestort, hoeft er minder baggerwerk plaats te vinden in een volgende tijdstap. Het is niet mogelijk om een correcte vergelijking voor baggerwerk te maken voor twee simulaties als niet evenveel sediment in beide modellen wordt teruggestort.

Daarom is een aantal simulaties uitgevoerd waarbij de opgelegde stortcriteria versoepeld zijn, te weten de straal waarbinnen gestort mag worden verdubbeld tot 4 km en de minimale dumpdiepte verlaagd tot 4.0 m. Voor al deze alternatieve simulaties geldt dat na een aantal jaar sediment uit het model wordt verwijderd door tekort aan beschikbare stortlocaties. Wel leidt verruiming van de dumpcriteria er toe dat er een grotere hoeveelheid kan worden teruggestort, en dat de periode dat alles kan worden teruggestort langer is.

De volumes gebaggerd sediment gedurende de perioden dat alles wordt teruggestort is voor al de alternatieve simulaties beschouwd. Er geldt dat de verschillen in volumes gebaggerd sediment klein zijn tussen de simulaties. De dumpcriteria hebben dus geen groot effect op de hoeveelheid baggerwerk. Uiteraard zijn er wel verschillen waarneembaar omdat de distributie van teruggestort sediment in het traject per simulatie verschilt, maar deze verschillen zijn klein en het algemene beeld is voor alle simulaties hetzelfde. Er is daarom voor gekozen om die 2 simulaties te vergelijken (referentie + plan) waarin de periode dat volledig terugstorten mogelijk was het langste was. Het betreft simulaties waarin de straal waarbinnen gestort mag worden 4 km is en de minimale dumpdiepte 4.0 m bedraagt. De periode dat al het gebaggerd sediment wordt teruggestort is voor zowel de referentie als het VKA3b 19 jaar (Figuur 3.8).

In Figuur 3.9 staat voor het projectgebied per jaar gespecificeerd wat de berekende baggervolumes zijn en wat het verschil in baggervolume is tussen referentie en VKA3b. Zowel uit Figuur 3.8 als uit Figuur 3.9 valt op te maken dat de hoeveelheid baggerwerk met het jaar toeneemt, zowel in de referentie als in het VKA3b. Dit komt doordat in het model de bodem langzaam aanzandt ter plaatse van het projectgebied, terwijl tegelijkertijd het OLW-vlak constant wordt gehouden. Er dient dus steeds meer gebaggerd te worden om de minimale diepte ten opzichte van het OLW-vlak te garanderen. Tevens is een cyclisch gedrag te zien in de baggervolumeverschillen. Beide aspecten worden hieronder nader beschouwd.

Invloed van aanzandende trend in model op berekende baggervolumes
De trajectgemiddelde aanzandende trend ter plaatse van het projectgebied wijkt af van de gemeten trend. Uit singlebeam metingen van 1990 tot 2000 blijkt dat er tussen rkms 945 en 953 een eroderende trend is van circa 2 cm per jaar (WL, 2006). Het model voorspelt op dit traject juist een aanzandende trend van circa 2.4 cm per jaar.

Het gevolg van de verkeerde trajectgemiddelde trend in het model in combinatie met het vasthouden van het OLW-vlak is dat er steeds meer gebaggerd wordt. Dit gebeurt zowel in de referentie als in het VKA3b, maar doordat in het VKA3b meer baggerwerk nodig is dan in de referentie (er ontstaat relatieve aanzanding), werkt het effect van de aanzandende trend door in de effectbepaling (te weten, in het absolute baggerverschil tussen VKA3b en referentie). Dit kan als volgt worden uitgelegd. Veronderstel dat de aanzanding in het VKA3b op t=0 tot hetzelfde baggerniveau wordt weggebaggerd als in de referentie, maar dat deze aanzanding groter is, zodat het volume te baggeren sediment bijvoorbeeld x% groter is dan in de referentie. Als een jaar later het niveau tot waar wordt gebaggerd is gedaald, zeg met 2.4 cm door een aanzandende trend, dan zal het volume te baggeren sediment in het VKA3b meer dan x% groter zijn dan in de referentie omdat steeds meer locaties de kritische diepte onderschrijden. De invloed van een dalend baggerniveau (of stijgende bodem bij gelijkblijvend baggerniveau) op het benodigde baggerwerk is grof beschouwd door voor een aantal niveaus het volume te bepalen dat boven dit niveau uitsteekt (Figuur 3.10). Dit is gedaan voor een gemeten bodem in de vaargeul ter plaatse van het projectgebied. In jaar 1 is het baggerniveau gelijk aan OLW-3.15 m (of NAP-3.64 m bij Hagestein). Er blijkt dat het volume exponentieel toeneemt met een dalend niveau, zodanig dat wanneer het niveau ieder jaar met 2.4 cm daalt, het volume met circa 12% toeneemt ten opzichte van het jaar ervoor alleen door de foutieve niveaudaling/bodemstijging. Als zowel voor de referentie als het VKA3b een niveaudaling optreedt van gemiddeld 2.4 cm per jaar, dan leidt dit ertoe dat de fout die ontstaat in het berekende extra baggerbezwaar exponentieel toeneemt en dat na 10 jaar het extra baggerbezwaar is toegenomen met een factor 3.

Om een beeld te geven van het verloop van de exponentiële fout in de berekende volumes en het berekende extra baggerbezwaar is deze toegevoegd in Figuur 3.9. Er is bij het plotten in Figuur 3.9a gekozen voor een extra baggerbezwaar in jaar 1 van 10% als gevolg van de maatregelen. De fout door aanzandende trend dient van het berekende extra baggerbezwaar te worden afgetrokken. De grootte van de fout is grof bepaald op basis van bovenstaande beschouwing om een beeld te krijgen van de invloed van de fout. Aannames in de benadering (de aanzandende trend in de referentiesimulatie zal wellicht wat afwijken van die in het VKA3b, de bodem verandert in de tijd en bodem van de referentie verschilt van die van het VKA3b) zullen geen grote invloed hebben op het globale beeld dat de fout exponentieel in de tijd verloopt.

Er kan geconstateerd worden dat, door deze fout, het berekende extra baggerbezwaar een conservatieve schatting is. Het maximale berekende bezwaar ligt in de orde van 6000 m^3 per jaar; deze waarde is minder wanneer gecorrigeerd zou worden voor de fout door aanzandende trend. In werkelijkheid geldt dat er een eroderende trend is, wat bij gelijkblijvend OLW zelfs zou leiden tot een vermindering van de hoeveelheid baggerwerk.

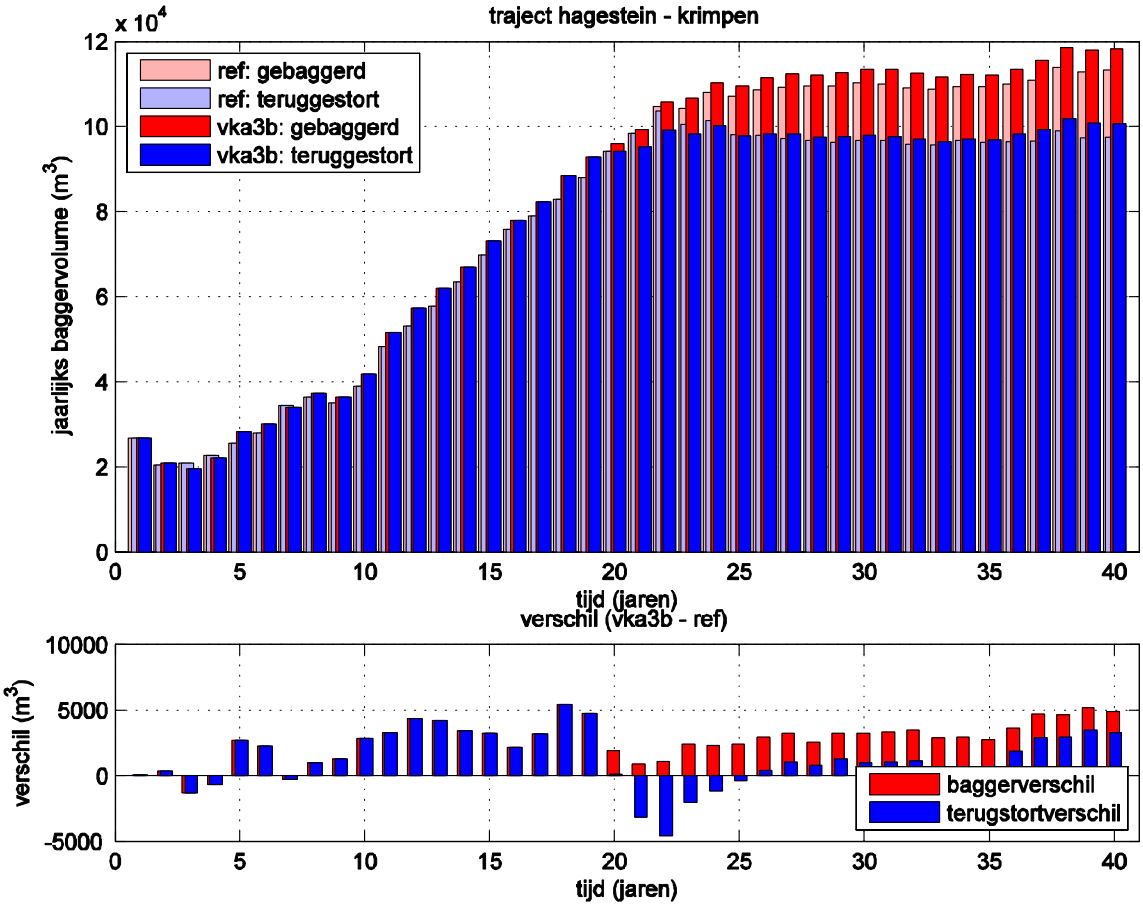
Cyclisch gedrag
In de simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning is een cyclisch gedrag waar te nemen in baggervolumeverschillen (Figuur 3.9b). Waarschijnlijk komt dit doordat het model nog niet volledig is ingespeeld. Wanneer een model is ingespeeld, is te verwachten dat ieder jaar ongeveer evenveel aanzanding op dezelfde locatie ontstaat (bij onveranderde hydrograaf), en ook dat het verschil in bodemligging tussen VKA3b en referentie ieder jaar op hetzelfde moment hetzelfde beeld geeft. Door verschillen in bodemligging voor ieder jaar achter elkaar te plotten is (vooral op een beeldscherm) duidelijk te zien dat er golven door het systeem heen lopen, die na een jaar of 10 vrijwel zijn verdwenen (bijlage C). Dit treedt op zowel in de simulaties met als zonder vaargeulbeheer, zodat de golven niet ontstaan als gevolg van het baggerbeleid, maar eerder een reactie lijken te zijn op de maatregelen zelf al dan niet in combinatie met de aanwezigheid van de vaste laag in het model bij de stuw van Hagestein. Ook ontstaan inspeeleffecten doordat een gemeten in plaats van “ingespeelde” bodem is opgelegd aan het model.

Wanneer de achtereenvolgende jaren van een enkel baggervak tussen bijvoorbeeld rkms 948 en 949 worden beschouwd, is te zien dat er afwisselend meer en minder relatieve aanzanding optreedt, zodat ook afwisselend meer en minder baggerwerk nodig zal zijn vergeleken met de referentie.

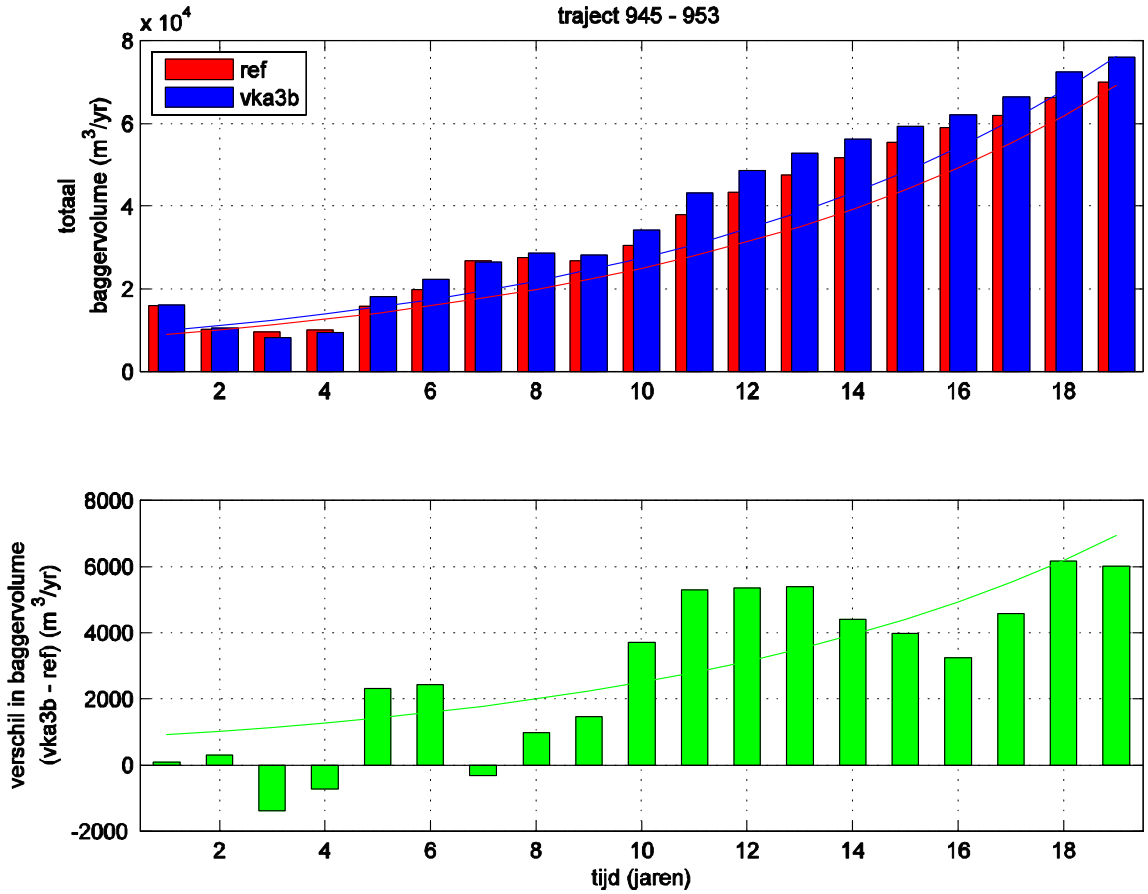
Het is niet waarschijnlijk dat het cyclisch gedrag komt doordat in het projectgebied bovenstrooms gestort wordt van waar wordt gebaggerd, omdat (a) in de eerste 10 jaren van de simulatie dit niet gebeurt, en (b) het periodiek gedrag afneemt in de tijd, en met toenemende tijd op steeds meer plaatsen bovenstrooms gestort wordt, zodat juist geen uitdemping verwacht zou worden.

Berekende baggervolumes
Na een jaar of 10 is het model redelijk ingespeeld. In Figuur 3.11 is per rivierkilometer het volume aan benodigd baggerwerk weergegeven tussen Hagestein en Krimpen, gemiddeld over de jaren 10 t/m 19. Het traject IJsselkop tot Hagestein is niet opgenomen omdat op dit traject de verschillen tussen referentie en VKA3b verwaarloosbaar klein zijn. Er wordt met name extra baggerwerk verwacht tussen rkms 948 en 952.

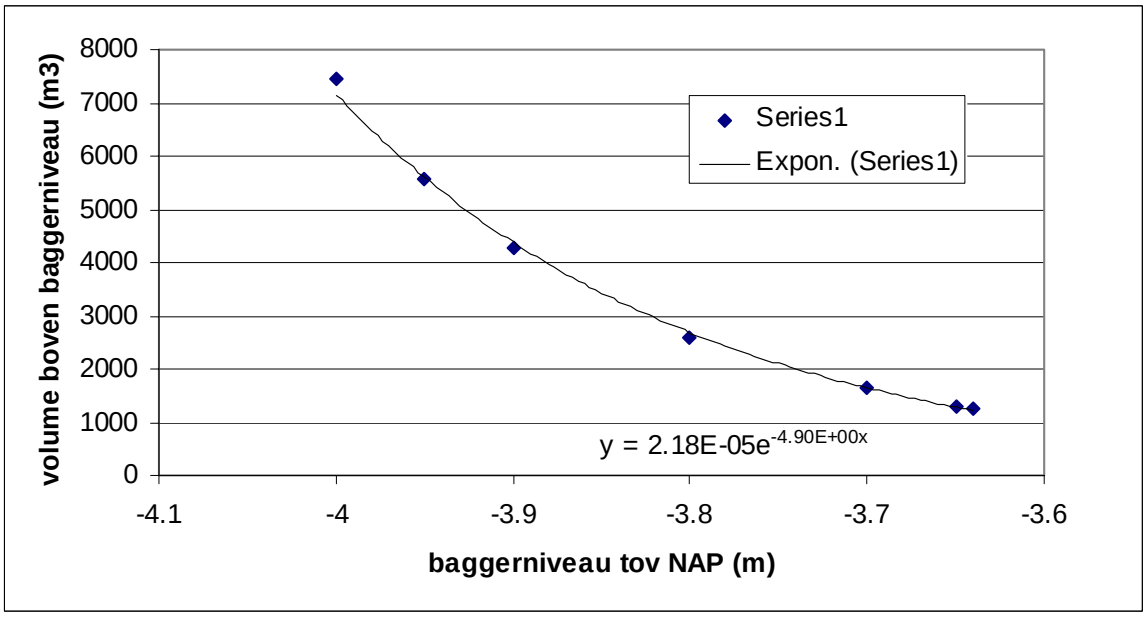
De berekeningen tonen aan dat het extra baggerbezwaar in de orde van 5000 m^3 per jaar ligt (over de jaren 10 t/m 19, als het model redelijk is ingespeeld). Zoals aangegeven is dit een conservatieve schatting. Een volume van 5000 m^3 in de rivier komt overeen met 7000 m^3 in de beun van het schip. Met het huidige materieel is het in de Nederrijn-Lek mogelijk om in 5 dagen tijd circa 7500 m^3 weg te baggeren. Het berekende extra baggerbezwaar nadert dus het maximaal toelaatbare extra volume, maar blijft er onder.



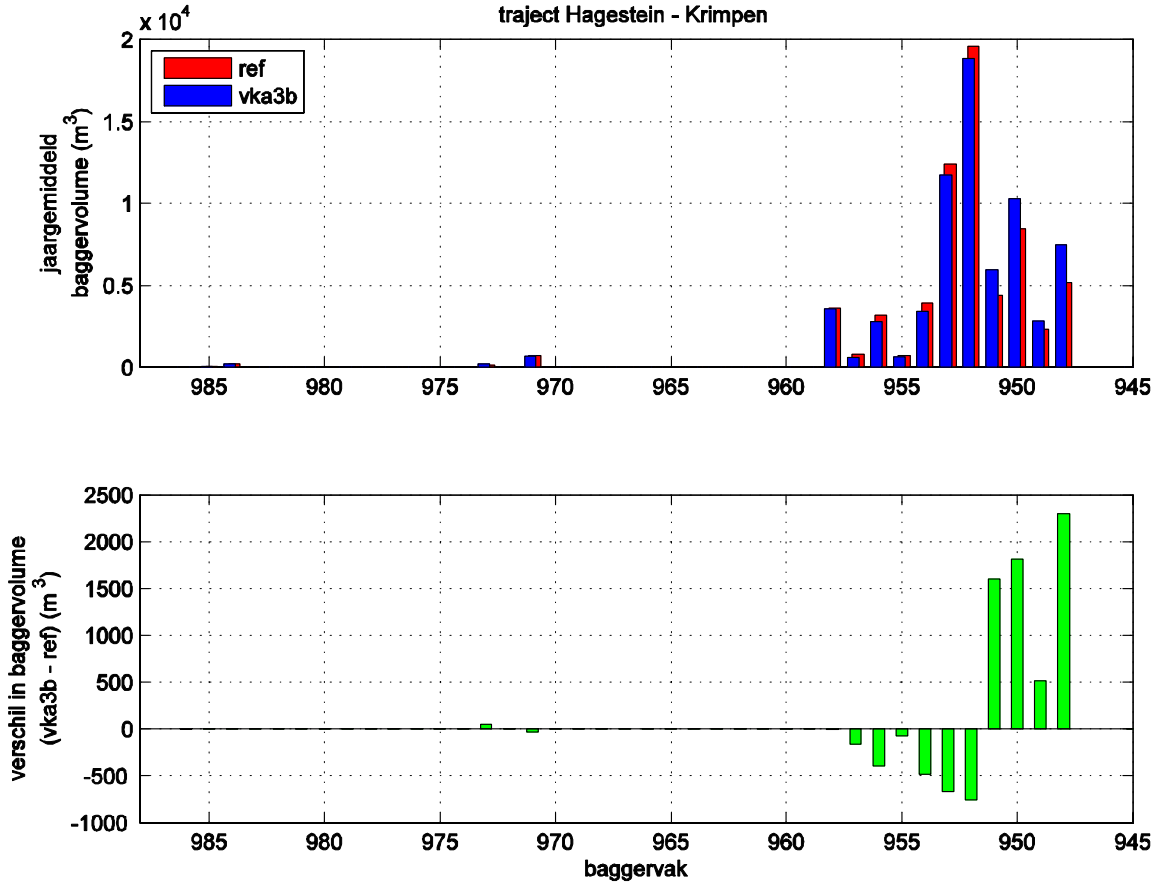
Figuur 3.8 *(boven) Berekende baggervolumes per jaar op het traject Hagestein – Krimpen voor referentie en VKA3b, en het volume dat is teruggestort in de rivier voor simulaties met vaargeulbeheer zonder zandwinning; (beneden) verschil tussen VKA3b en referentie voor baggervolume en terugstortvolume.*



Figuur 3.9 *(boven) Hoeveelheid baggerwerk in het projectgebied (rkms 945 - 953) voor simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning; (beneden) verschil tussen VKA3b en referentie.*



Figuur 3.10 *Invloed van daling in baggerniveau op het te baggeren volume voor gemeten bodem ter plaatse van het projectgebied.*



Figuur 3.11 *(boven) Jaargemiddelde (gemiddeld over jaar 10 t/m jaar 19) hoeveelheid baggerwerk per baggervak voor de referentie en het VKA3b voor simulaties met vaargeulbeheer zonder zandwinning; (beneden) absoluut verschil tussen VKA3b en referentie. Baggervak X in de figuur stelt een traject voor met lengte van 1 km dat zich uitstrekt van rkm X tot rkm X+1.*

3.3.3.2 *Bevaarbaarheid*

Figuur 3.12 toont zowel na het hoogwater als na de laagwaterperiode de minimale waterdiepte in de vaarweg ten opzichte van OLW voor de referentie en het VKA3b. De resultaten worden voor jaar 19 beschouwd, omdat na 19 jaar sediment onttrokken wordt uit het model, en aangezien de hoeveelheid onttrekking voor de referentie en het VKA3b niet gelijk is, is een vergelijking na 19 jaar niet zuiver. De bagger- en dumpmodule in het model zorgt er voor dat tijdens de laagwaterperiode gebaggerd wordt zodat de minimale diepte niet wordt onderschreden. Tussen rkms 947 en 948 ligt in het model een vaste laag bij stuw Hagestein, die niet wordt weggebaggerd. Met het uitvoeren van de baggerwerkzaamheden voldoet het ontwerp aan de minimale diepte-eis.

Figuur 3.13 laat veranderingen zien in de vaardiepte, gemiddeld over de vaarweg, ten opzichte van een gemiddelde gemeten diepte. Vereist is dat de gemiddelde diepte in de vaarweg ten opzichte van OLW niet minder wordt dan 4.35 m, of dat de gemiddelde diepte niet verslechtert ten opzichte van de referentiesituatie. De figuur laat zien dat in een groot deel van het projectgebied in de huidige situatie de gemeten vaardiepte al kleiner is dan genoemde eis, en dus moet worden voldaan aan de eis dat geen afname in gemiddelde diepte mag optreden.

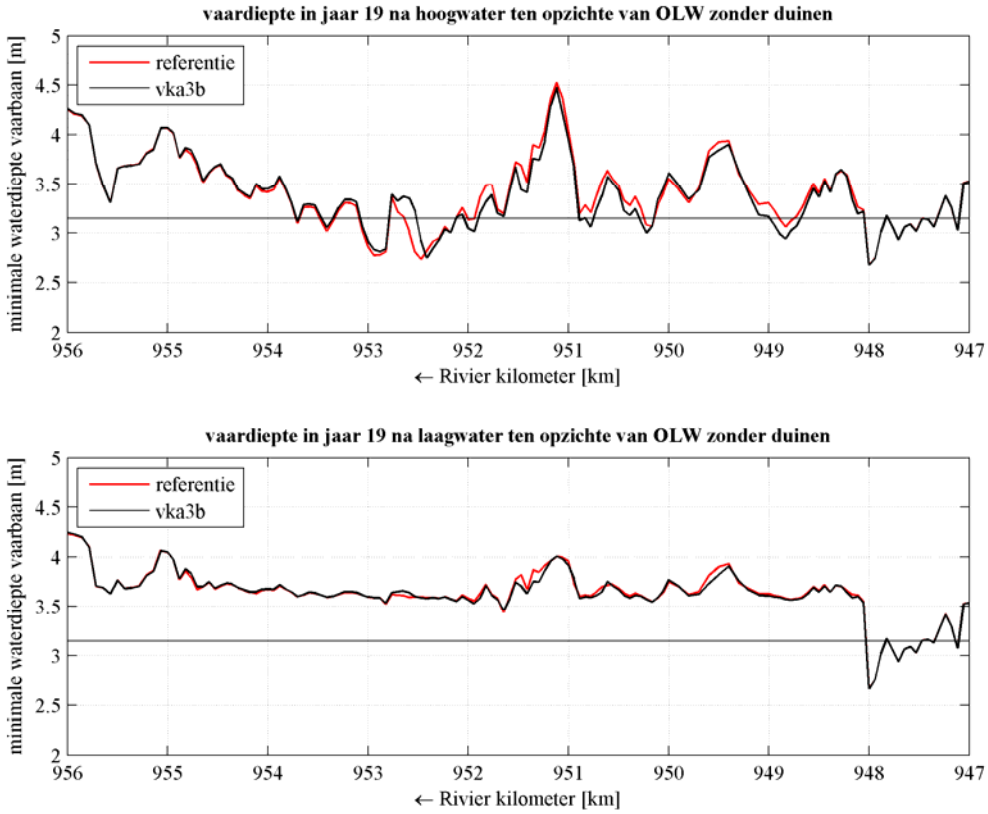
Figuur 3.13 laat zien dat de gemiddelde diepte in de vaargeul met circa 10 à 15 cm afneemt ter hoogte van de Waalse Waard (rkms 948 – 949.5) en de Bossenwaard (nabij 952). Figuur 3.14 laat hetzelfde beeld in meer detail zien voor de momenten na het hoogwater en na de baggerwerkzaamheden, maar dan ten opzichte van de berekende in plaats van gemeten bodem.

Aan de eis dat geen afname in gemiddelde diepte mag optreden zal waarschijnlijk nooit voldaan kunnen worden. Immers, rivierverruiming leidt altijd tot een aanzanding. Zelfs als al het gebaggerde sediment wordt gewonnen of elders wordt teruggestort, zal een aanzanding als gevolg van maatregelen er vrijwel altijd toe leiden dat de gemiddelde diepte in de vaargeul afneemt ten opzichte van de referentie (tenzij over de volledige breedte wordt gebaggerd tot hetzelfde niveau in VKA3b en referentie). Dit is geïllustreerd in Figuur 3.15: na het wegbaggeren van het gele en oranje volume is de gemiddelde bodemligging in de vaargeul hoger in het VKA dan in de referentie.

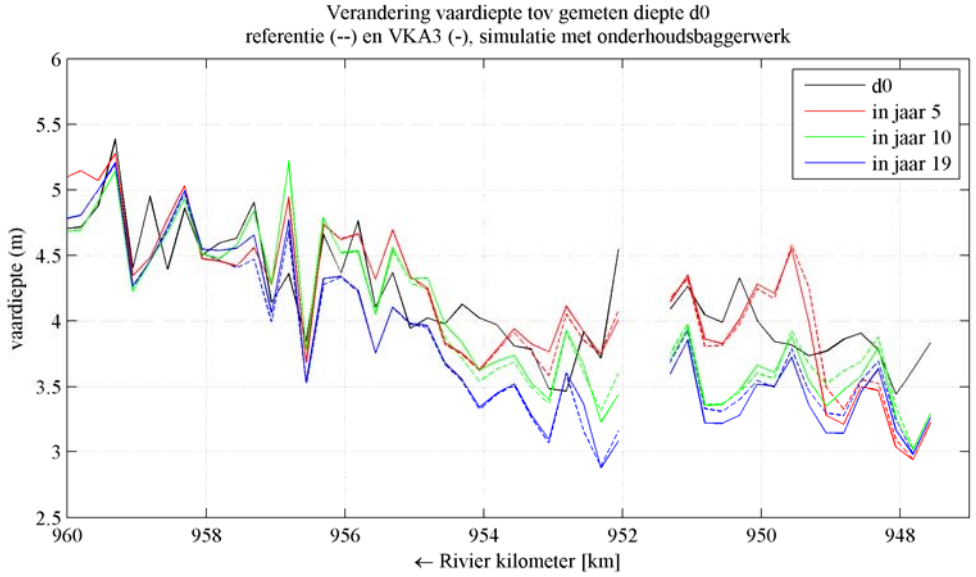
De afname in gemiddelde diepte zou voorkomen kunnen worden door dit volume weg te baggeren. Het wegbaggeren van 10 cm over een traject van 1 km zou bij een vaargeulbreedte van 80 m neerkomen op 8000 m^3 (11200 m^3 in de beun). Dit volume zit niet verdisconteerd in de voorgenoemde berekende baggervolumes van 5000 m^3 per jaar, en hiermee zou het maximum per jaar toelaatbare volume overschreden worden. De genoemde waarden voor afname in diepte (10 à 15 cm) en het bijbehorende baggervolume (8000 m^3) zijn waarschijnlijk conservatief, omdat deze resultaten horen bij simulaties waarin alles wordt teruggestort binnen het projectgebied. Dit wijkt af van de huidige praktijk, omdat momenteel al jaarlijks bij Vianen sediment wordt onttrokken (tussen de 5000 en 7500 m^3 in de beun, pers. comm. J. Sieben).

Door “slim te storten” kan de afname in gemiddelde diepte beperkt worden. Er wordt geadviseerd het sedimentbeheer verder te optimaliseren, met name door middel van benedenstrooms terugstorten van gebaggerd sediment, zonder dat de situatie op andere locaties hierdoor verslechtert. Hiermee wordt de afname in gemiddelde diepte ter plaatse van het projectgebied verminderd.

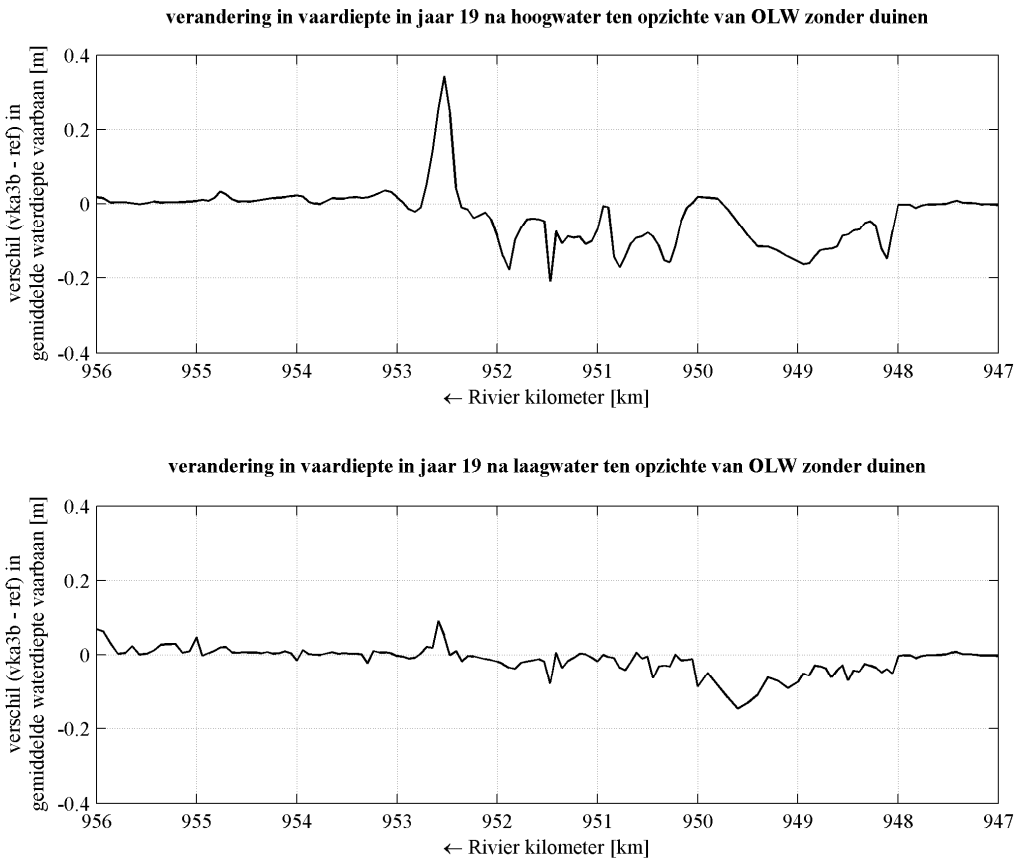
Het gegeven dat nu al niet aan de eis wordt voldaan dat de gemiddelde diepte groter moet zijn dan 4.35 m geeft aan dat lokaal de reserve en rek uit het systeem zijn: er is feitelijk geen ruimte voor iedere vorm van rivierverruiming, omdat de hiermee gepaard gaande aanzanding automatisch tot afname in diepte leidt. Als er onvoorziene omstandigheden optreden kunnen het vaargeulonderhoud en de effecten op vaardiepte groter worden dan toegestaan.



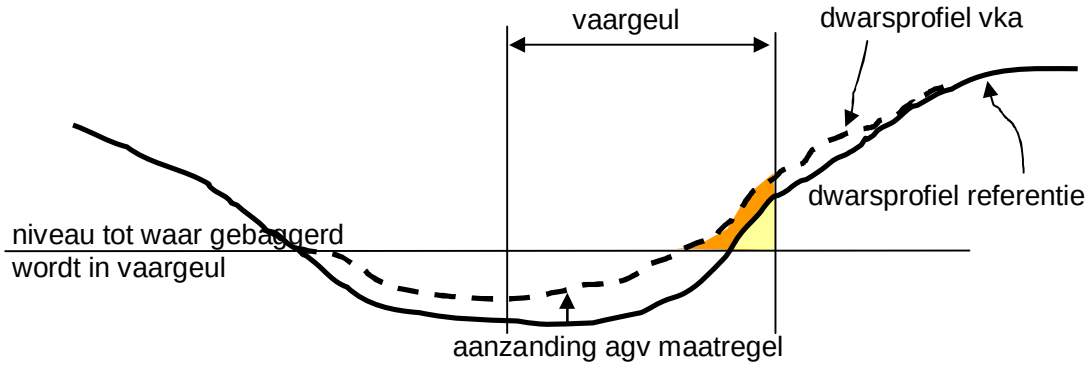
Figuur 3.12 *Minimale diepte van de vaarweg ten opzichte van OLW in jaar 19 voor simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning: (boven) na de hoogwaterperiode (beneden) na de laagwaterperiode waarin baggerwerkzaamheden hebben plaatsgevonden. Er is bij bepaling van de diepte geen rekening gehouden met eventueel aanwezige duinen.*



Figuur 3.13 *Effect van de maatregelen op de gemiddelde diepte van de vaargeul voor simulaties met vaargeulbeheer en zonder zandwinning na het hoogwater; getrokken lijn: VKA3b, gestreepte lijn: referentie. d0 duidt een gemiddelde gemeten diepte aan (gemiddeld over vaargeul en vak van 250 m lengte), die is aangeleverd door J. Sieben.*



Figuur 3.14 *Verschil tussen de gemiddelde diepte van de vaargeul ten opzichte van OLW in het VKA3b en de referentie in jaar 19 (boven) na het hoogwater en (beneden) na het laagwater en na het baggerwerk.*



Figuur 3.15 *Aanzanding ten opzichte van referentie leidt na baggerwerk (geel in referentie, geel + oranje in vka) tot afname in gemiddelde diepte ten opzichte van de referentie, zelfs als al het gebaggerd sediment buiten de vaargeul wordt gestort.*

3.3.4 Simulaties met vaargeulbeheer en met zandwinning

In de simulaties met zandwinning wordt sediment onttrokken binnen de vergunbare hoeveelheden: tussen de IJsselkop en Hagestein wordt geen sediment gewonnen, tussen Hagestein en Schoonhoven maximaal 10000 m^3 per jaar (= in de beun, dit komt overeen met 7143 m^3 in de bodem), en tussen Schoonhoven en Krimpen maximaal 140000 m^3 per jaar in de beun (= 100000 m^3 in de bodem). Bij het winnen wordt steeds de hoogstgelegen aanzanding in het traject verwijderd.

Figuur 3.16 laat de jaarlijkse bagger- en stortvolumes zien voor de drie trajecten. Tussen de IJsselkop en Hagestein wordt al het gebaggerd sediment teruggestort, en is de hoeveelheid baggerwerk voor referentie en VKA3b hetzelfde. Tussen Hagestein en Schoonhoven wordt de maximaal toelaatbare hoeveelheid sediment gewonnen, en daarnaast wordt een deel van het sediment teruggestort. Er zijn geen verschillen tussen de referentie en het VKA3b. Benedenstrooms van Schoonhoven wordt alleen sediment gewonnen. Het maximaal toelaatbare volume te winnen sediment wordt niet bereikt.

Nadat 7143 m^3 is gewonnen tussen Hagestein en Schoonhoven is er nauwelijks nog extra onderhoudsbaggerwerk nodig in de vaarweg om aan het criterium van OLW-3.15 m te voldoen. Alleen tussen rkms 958 en 959 is nog baggerwerk nodig is, evenveel voor de referentie als voor het VKA3b (circa 1000 m^3 = 1400 m^3 in de beun). In het model wordt dit gebaggerd en weer teruggestort in dezelfde kilometer (rood/roze balken in Figuur 3.16-midden).

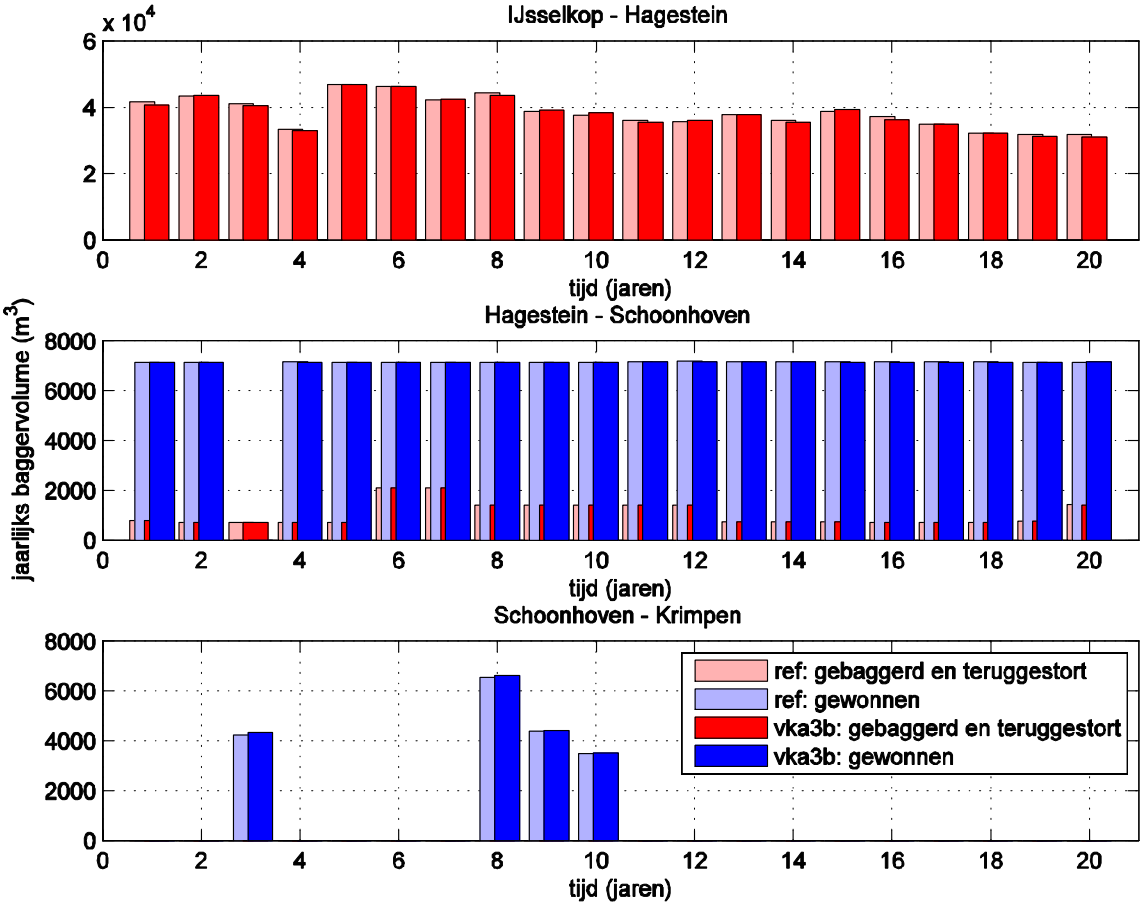
Het is belangrijk op te merken dat de berekende volumes niet 1 op 1 vergeleken kunnen worden met de berekende volumes in de simulatie zonder zandwinning, omdat de geïmplementeerde baggerstrategie in het model afwijkt. Met andere woorden, er kan *niet* geconcludeerd worden dat het ieder jaar winnen van sediment (7143 m^3) een zelfde resultaat qua bodemligging en vaardiepte oplevert als wanneer jaarlijks wordt gewonnen en teruggestort, wat men zou kunnen verwachten omdat hetzelfde criterium voor de gegarandeerde vaardiepte van 3.15 m wordt gehanteerd in de beide simulaties. De berekende baggervolumes in de simulaties zonder zandwinning zijn groter dan die in de simulaties met zandwinning, ook als verdisconteerd wordt dat alles wat wordt gewonnen niet nog een keer gebaggerd kan worden. Voor het grotere volume in de simulaties zonder zandwinning kunnen twee redenen genoemd worden:

1. Overdiepte. In de simulatie zonder winning wordt instantaan overal gebaggerd waar dit nodig is zonder begrenzing en plus een overdiepte van 0.5 m. In de simulaties met winning is een begrenzing in volumes per tijdseenheid opgegeven, zodat eerder een “kaasschaaf-methode” wordt gehanteerd, waarbij de grootste ondieptes als eerst worden opgeruimd. De overdiepte is wel opgegeven, maar het opgegeven maximale volume dat onttrokken mag worden is ontoereikend om deze daadwerkelijk te bewerkstelligen. De simulaties met en zonder zandwinning voldoen beide aan het criterium dat de vaardiepte groter moet zijn dan 3.15 m, maar in de simulatie zonder winning wordt gebaggerd totdat een diepte van 3.15 + 0.5 m wordt bereikt, zodat de minimale diepte in de vaarweg groter is (vergelijk Figuur 3.12 en Figuur 3.17).
2. Duinen. Bij bepaling van het baggervolume wordt in rekening gebracht dat er rivierduinen aanwezig zijn; hoe hoger de duinen, des te meer baggervolume zal er uitgerekend worden. Dit speelt een rol bij het baggeren en terugstorten: in de simulatie met zandwinning wordt, nadat de begrensde zandwinning heeft plaatsgevonden,

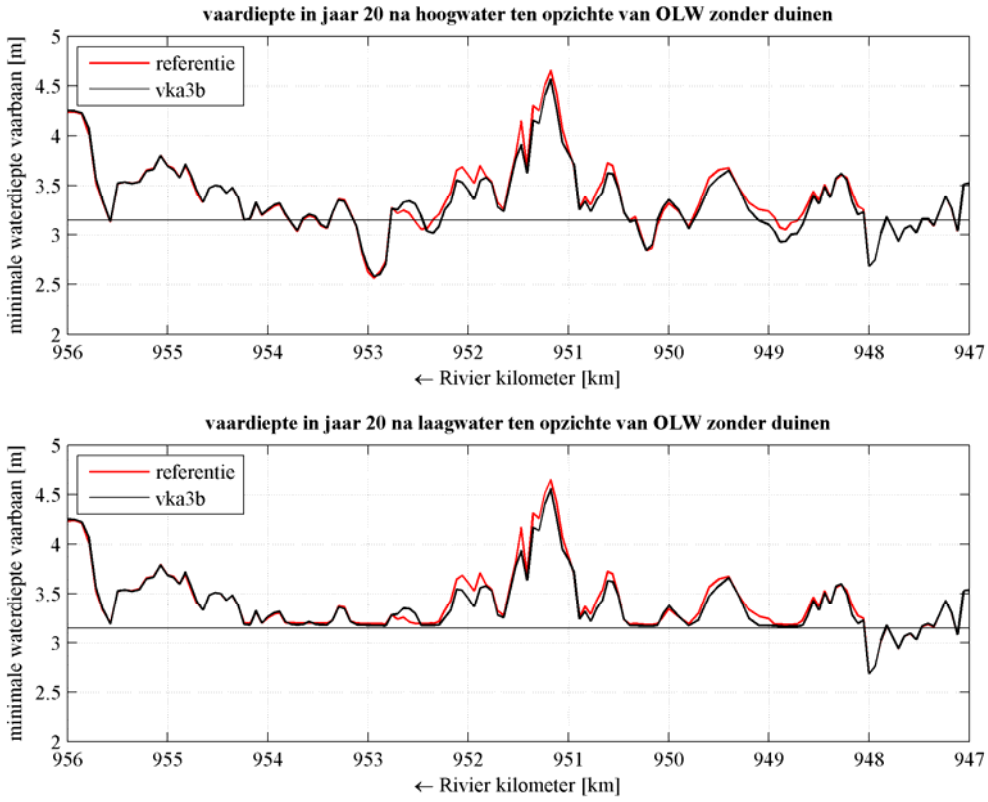
gebaggerd en teruggestort tijdens het laagste afvoerniveau (Q = 30 m^3/s). In de simulatie zonder winning vindt alleen bagger- en terugstortwerk plaats tijdens het éénnalaagste afvoerniveau (Q = 209 m^3/s). Bij het laagste afvoerniveau in de simulatie met zandwinning zijn de duinen minder hoog, en wordt minder bagger- en terugstortvolume berekend.

Er volgt uit de berekeningen met zandwinning dat het ieder jaar winnen van de maximaal toelaatbare hoeveelheid sediment van 10000 m^3 in de beun, plus extra bagger- en stortwerk tussen rkms 958 en 959, in de referentiesituatie meer dan voldoende is om de benodigde minimale vaardiepte van 3.15 m te garanderen. “Meer dan voldoende”, omdat baggeren van hetzelfde volume in de simulatie voor het VKA3b ook nog voldoende is om te voldoen aan deze eis, terwijl hier meer baggerbezwaar geldt. Hieruit volgt dat het extra baggerbezwaar als gevolg van de maatregelen zeker onder de 10000 m^3 in de beun blijft om aan de minimale eis te voldoen.

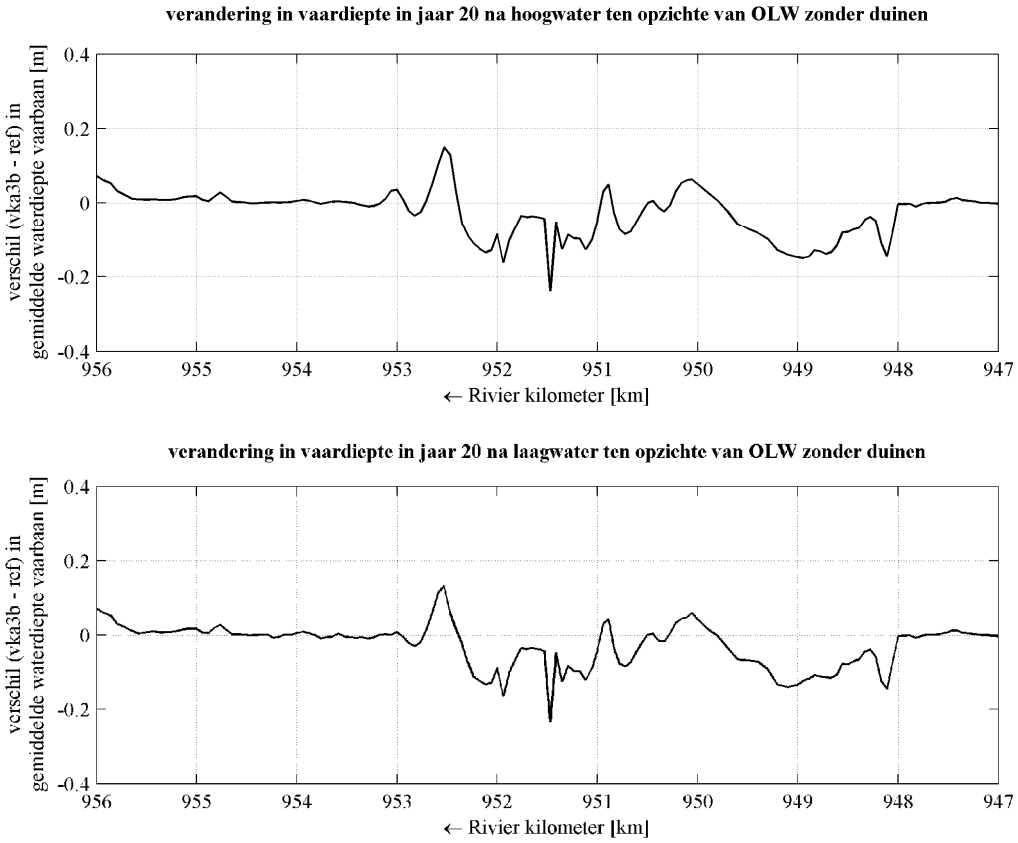
Uit Figuur 3.18 is op te maken dat niet aan de gemiddelde diepte-eis wordt voldaan: de gemiddelde diepte in de vaargeul neemt af. Hier geldt dezelfde reden als bij de simulaties zonder zandwinning; aanzanding leidt tot afname in gemiddelde diepte, omdat ook in diepe delen waar niet wordt gebaggerd relatieve aanzanding plaatsvindt als gevolg van de rivierverruiming.



Figuur 3.16 *Jaarlijkse hoeveelheid bagger- en terugstortvolumes in (boven) het traject IJsselkop – Hagestein, (midden) het traject Hagestein – Schoonhoven, (beneden) het traject Schoonhoven – Krimpen.*



Figuur 3.17 *Minimale diepte van de vaarweg ten opzichte van OLW in jaar 20 voor simulaties met vaargeulbeheer en met zandwinning: (boven) na de hoogwaterperiode (beneden) na de laagwaterperiode waarin baggerwerkzaamheden hebben plaatsgevonden. Er is bij bepaling van de diepte geen rekening gehouden met eventueel aanwezige duinen.*



Figuur 3.18 *Verschil tussen de gemiddelde diepte van de vaargeul ten opzichte van OLW in het VKA3b en de referentie in jaar 20 (boven) na het hoogwater en (beneden) na het laagwater en na het baggerwerk.*

3.4 Discussie en conclusie effecten zomerbed

3.4.1 Resultaten uit simulaties met betrekking tot beoordelingscriteria

De volgende conclusies kunnen worden getrokken met betrekking tot de beoordelingscriteria wanneer situaties met en zonder zandwinning worden vergeleken.

Minimale diepte eis
Aan de minimale diepte-eis wordt voldaan in zowel de simulaties met zandwinning als die zonder zandwinning. Zoals aangegeven, is het lastig om berekende volumes baggerwerk in de simulaties met en zonder zandwinning met elkaar te vergelijken vanwege de overdiepte, de invloed van duinen op berekende volumes, en ook vanwege de aanzandende trend in het model. Door ieder jaar in het projectgebied zand te winnen zal de aanzandende trend minder groot zijn dan in de simulatie zonder winning, wat in een volgend jaar leidt tot minder baggerwerk ten opzichte van een vergelijkbare situatie zonder winning.

De verwachting is dat de omvang van het onderhoud voor het realiseren van minstens 3.15 m vaardiepte ten opzichte van OLW meer zal zijn wanneer het gebaggerde sediment wordt teruggestort in het projectgebied in plaats van wordt gewonnen of wordt gestort buiten het projectgebied.

Gemiddelde diepte eis
De afname in gemiddelde diepte direct na het hoogwater in de simulaties met zandwinning is vergelijkbaar met de afname in de simulaties zonder zandwinning (vergelijk Figuur 3.14-boven met Figuur 3.18-boven). Na afloop van de baggerwerkzaamheden is de afname in gemiddelde diepte minder geworden in de simulatie zonder zandwinning (Figuur 3.14). Dit is volgens verwachting, want in het VKA3b wordt meer gebaggerd dan in de referentie. In de simulatie met zandwinning is na afloop van de baggerwerkzaamheden de afname in gemiddelde diepte niet veranderd (Figuur 3.18). Dit komt doordat in het VKA3b evenveel wordt gebaggerd als in de referentie (Figuur 3.16).

Zoals werd geïllustreerd in Figuur 3.15 neemt de gemiddelde diepte door rivierverruiming af, zelfs als al het benodigde volume of het maximaal toelaatbare volume zou worden gewonnen. Als wordt teruggestort binnen het projectgebied in plaats van wordt gewonnen, zal deze afname naar verwachting groter zijn, omdat bij terugstorten ook wordt gedumpt in diepe delen van de vaargeul waardoor de gemiddelde diepte meer afneemt (ten opzichte van de situatie dat niet in de diepe delen wordt teruggestort).

Extra baggerbezwaar
De berekening zonder zandwinning laat zien dat het extra baggerbezwaar in het model in de orde van 5000 m^3 (7000 m^3 in de beun) per jaar ligt om aan de minimale diepte eis te voldoen. Uit de berekening met zandwinning volgt dat het extra baggerbezwaar in het model minder dan 7143 m^3 (10000 m^3 in de beun) per jaar bedraagt.

Er wordt verwacht dat winnen of benedenstrooms storten gunstig is voor de omvang van het extra baggerbezwaar.

3.4.2 Oordeel effecten zomerbed

Zoals aangegeven, worden de uitgevoerde simulaties vooral gebruikt om een indicatie te krijgen van de berekende baggervolumes. Morfologische voorspellingen zijn van nature minder nauwkeurig dan voorspellingen van waterstanden en stromingen (eg. PDR, 2010). Daarbij geldt dat de voorspelde morfologische ontwikkelingen nauwkeuriger zijn dan de baggervolumes (eg. Deltares, 2010b). Daarom dient meer belang gehecht te worden aan de resultaten van de morfologische modelberekeningen dan aan de berekende baggervolumes, ook omdat de bandbreedte van de toename in baggerinspanning erg groot is (eg. PDR, 2010).

Bovendien wordt interpretatie van de verschillen in berekende baggervolumes in het Nederrijn-Lek model bij Vianen bemoeilijkt door de foutieve aanzandende trend in het model en door inspeeleffecten die een periodiciteit teweeg brengen. De invloed van deze modelbeperkingen is nader beschouwd met name om de berekende verschillen in baggervolumes op waarde te kunnen schatten.

Uit de berekeningen is vastgesteld, hierbij rekening houdend met genoemde modelbeperkingen, dat de berekende toename van baggervolumes van dezelfde orde van grootte is als de maximaal toelaatbare toename. Vanwege onzekerheden in de berekende baggervolumes laat deze toename geen conclusies toe over de toelaatbaarheid van het ontwerp puur en alleen op basis van deze volumes. Het kwalitatieve oordeel dat het ontwerp

voldoende geoptimaliseerd is om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken is net zo belangrijk.

Naar onze overtuiging is het ontwerp qua morfologie van het zomerbed voldoende geoptimaliseerd. Deze overtuiging komt tot stand dankzij de uitgevoerde optimalisaties door HKV en het consortium (HKV, 2008), dankzij deskundigenoordeel en dankzij de ervaring die in dit project (met het model) is opgedaan.

Er wordt geconstateerd dat met de effecten van het plan lokaal de reserve en rek uit het systeem zijn. Als er onvoorziene omstandigheden optreden kunnen het vaargeulonderhoud en de effecten op vaardiepte groter worden dan toegestaan. Daarom wordt in ieder geval een verdere optimalisatie van het sedimentbeheer geadviseerd, met name door middel van stroomafwaarts terugstorten van gebaggerd sediment om de effecten van het plan op de bevaarbaarheid zo efficiënt en robuust mogelijk te beheersen.

4 Morfologische beoordeling rivierverruimende ingrepen

4.1 Inleiding

De morfologische berekeningen geven inzicht in de morfologische reactie van het zomerbed. In dit hoofdstuk komen aspecten aan bod die niet met het morfologische model onderzocht kunnen worden, waaronder de invloed van het getij en morfologie van nevengeulen.

4.2 Getijdewerking

In de Lek is de invloed van het getij merkbaar. Voor diverse rivierafvoeren is de waterstandsfluctuatie door het getij bij Schoonhoven en Hagestein weergegeven in Tabel 4.1 (en bijlage D). Deze waarden zijn een momentopname en bedoeld om inzicht in de ordegrootte te krijgen. Er geldt dat hoe hoger de rivierafvoer wordt, des te kleiner het getijde-effect wordt: de variatie in waterstand op een bepaalde locatie neemt af naarmate de afvoer toeneemt, en variaties dringen minder ver landinwaarts. Tot bovenstrooms van Hagestein blijkt het effect nog merkbaar, tenzij de stuw volledig is gesloten.

Tabel 4.1 Waterstandsvariatie voor enkele rivierafvoeren in de Lek.

Afvoer Hagestein (m^3/s)	Waterstandsvariatie (m) Schoonhoven [rkm 971]	Waterstandsvariatie (m) Hagestein Beneden [rkm 947]	Frequentie van voorkomen (aantal dagen per jaar)
30	1.4	1.7	76
250	1.3	1.3	105
425	1.3	1.2	105
540	1.2	0.9	35
710	1.1	0.5	21
850	1.1	0.3	14
1100	0.9	0.2	6
1500	0.6	0.05	3

Bij een rivierafvoer in de Lek van 710 m^3/s is de stuw volledig geopend, zodat Hagestein Boven en Beneden dezelfde waterstandsvariatie hebben (bijlage D). Bij een rivierafvoer van 30 m^3/s is de stuw volledig gesloten, wat een grotere waterstandsvariatie tot gevolg heeft bij Hagestein dan bij Schoonhoven (Tabel 4.1).

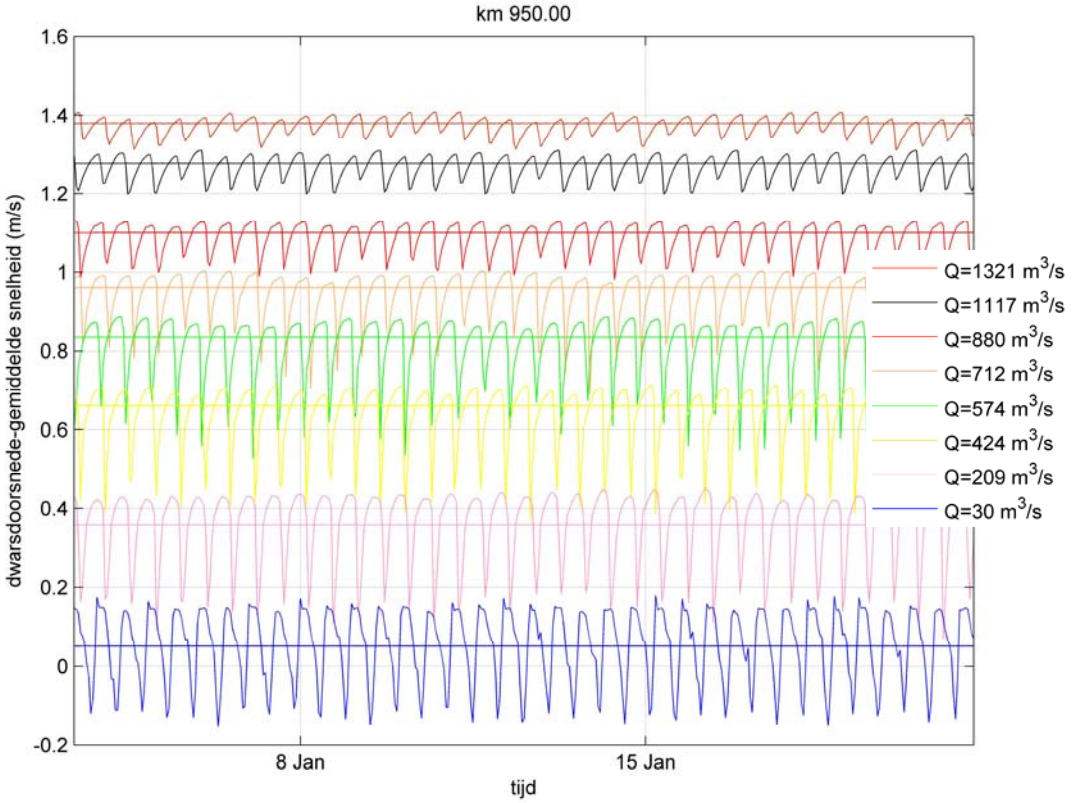
In een relatief kort en eenzijdig afgesloten bekken of “kom” kan de kombergingsbenadering worden toegepast. De benadering komt hierop neer dat de waterstanden in de gehele Lek op en neer bewegen onder invloed van het getij, maar dat de waterspiegel op elk moment vrijwel horizontaal is. In formulevorm wordt de continuïteitsvergelijking voor een kom met bergend oppervlak A_k, waterstand z_k en netto instroom Q_x:

$$Q_x = A_k \frac{\mathrm{d}z_k(t)}{\mathrm{d}t} \tag{4.1}$$

Met behulp van deze benadering kan afgeschat worden wat de snelheid moet zijn waarmee de kom volstroomt op een bepaalde locatie in de Lek om de waterstandstoename te realiseren in een halve getijperiode (en evenzo met welke snelheid het water de kom uit moet stromen om in een halve getijperiode de waterstand weer te doen afnemen).

De werkelijke stroomsnelheid gemiddeld over de dwarsdoorsnede is de optelsom van de stroomsnelheid als gevolg van de waterstandsfluctuaties door de getijbeweging en de stroomsnelheid als gevolg van de rivierafvoer. Dit betekent dat de stroomsnelheid negatief kan worden (landinwaarts gericht) door de oscillerende snelheid als gevolg van het getij. Als de rivierafvoer groot genoeg is, of de waterstandsvariatie door het getij klein genoeg, blijft de stroomsnelheid positief (zeewaarts gericht).

Hydraulische modelberekeningen met een gemeten waterstandsfluctuatie op de benedenstroomse rand laten zien dat bij een afvoer in de Lek van Q = 30 m^3/s de stroomrichting nog omdraait ter hoogte van het projectgebied (rkm 950), en dat dit bij een afvoer van 209 m^3/s niet meer gebeurt (Figuur 4.1). Grofweg kan worden ingeschat (met behulp van de geschematiseerde hydrograaf) dat 75 dagen per jaar de afvoer zo laag is dat de stroomrichting door het getij omdraait.



Figuur 4.1 *Stroomsnelheid nabij Vianen voor verschillende rivierafvoeren uitgerekend met het Nederrijn-Lekmodel waarbij getijvariaties opgelegd zijn aan de benedenstroomse modelrand.*

4.3 Invloed van getij op morfologie zomerbed

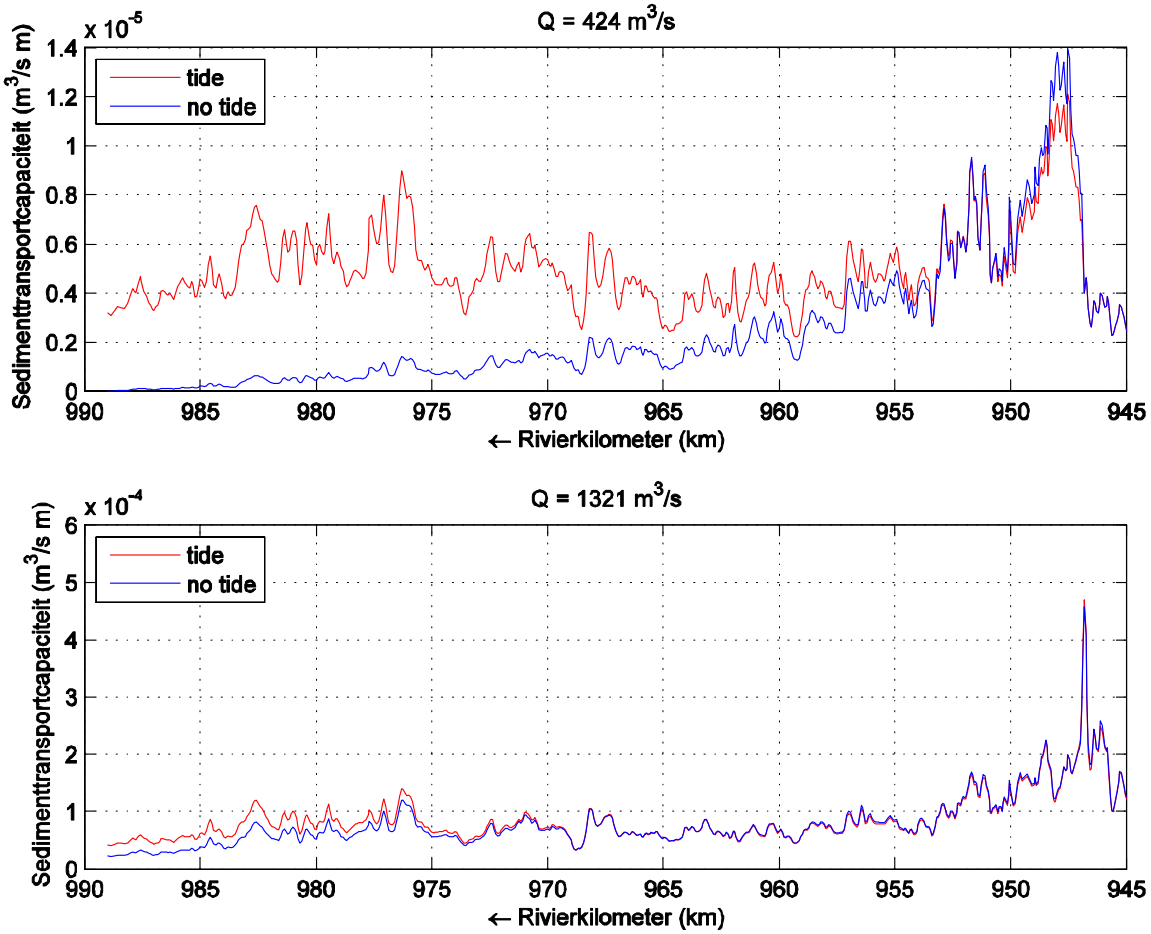
Met behulp van de beschreven getijdewerking kan worden beschouwd wat hiervan de uitwerking is op de morfologie in het zomerbed. Netto neemt (gemiddeld over een getijperiode) de sedimenttransportcapaciteit in de hoofdgeul toe ten opzichte van een zelfde situatie zonder getij, vanwege de niet-lineaire relatie tussen het sedimenttransport en de stroomsnelheid.

Tijdens de bouw van het morfologische Nederrijn-Lekmodel zijn berekeningen gedaan zowel met als zonder opgelegde getijdevariatie aan de benedenstroomse rand, met als doel de toename in sedimenttransportcapaciteit te bepalen die ontstaat als gevolg van het getij.

Figuur 4.2 illustreert de resultaten voor twee verschillende afvoerniveaus. In het morfologische model is de netto toename in sedimenttransportcapaciteit meegenomen door de korrelgrootte aan te passen (afvoer- en ruimte-afhankelijk).

De invloed van het getij op de morfologie van het zomerbed zit daarmee verwerkt in de referentiesimulaties zoals die zijn uitgevoerd met het morfologische model.

Wanneer het bergend oppervlak in de Lek toeneemt, bijvoorbeeld in het VKA3b door de aanleg van nevengeulen en strangen in de uiterwaarden, zal de stroomsnelheid als gevolg van het getij in grootte toenemen (vergelijking (4.1)), en daarmee ook de netto toename in sedimenttransportcapaciteit. Deze extra toename als gevolg een grotere berging zit niet in het morfologische model verwerkt. We verwachten dat verwaarlozing van het effect van bergingstoename in het model geen gevolgen heeft op de modelresultaten, omdat voornamelijk de hoogste afvoerniveaus morfologische veranderingen teweeg brengen (Figuur 7 in bijlage A). Juist bij hoge afvoerniveaus is het effect van het getij op de toename in netto sedimenttransportcapaciteit gering (Figuur 4.2-beneden), en zal een lichte toename van berging door aanleg van nevengeulen verwaarloosbaar zijn op de toename in netto transportcapaciteit.



Figuur 4.2 *Invloed van het getij op de sedimenttransportcapaciteit voor twee verschillende rivierafvoeren in de Lek: (boven) Q = 424 m^3/s, (beneden) Q = 1321 m^3/s.*

4.4 Ontwerp en morfologie van nevengeulen

Het morfologische model van de Nederrijn-Lek rekent alleen sedimentatie-erosiepatronen uit in de hoofdgeul van de rivier tussen de normaallijnen; het model geeft geen voorspelling van het morfologische gedrag van nevengeulen, noch van hoe het morfologische gedrag in nevengeulen wordt beïnvloed door de getijbeweging.

Nevengeulen worden meestal zodanig ontworpen dat ze langzaam aanzanden. Hiervoor wordt gekozen, omdat een eroderende nevengeul tijdens hoogwater tot onbeheersbare situaties kan leiden. Vanuit het oogpunt van veiligheid, beheer, onderhoud en ecologie is het wenselijk dat de nevengeul niet al te snel aanzandt.

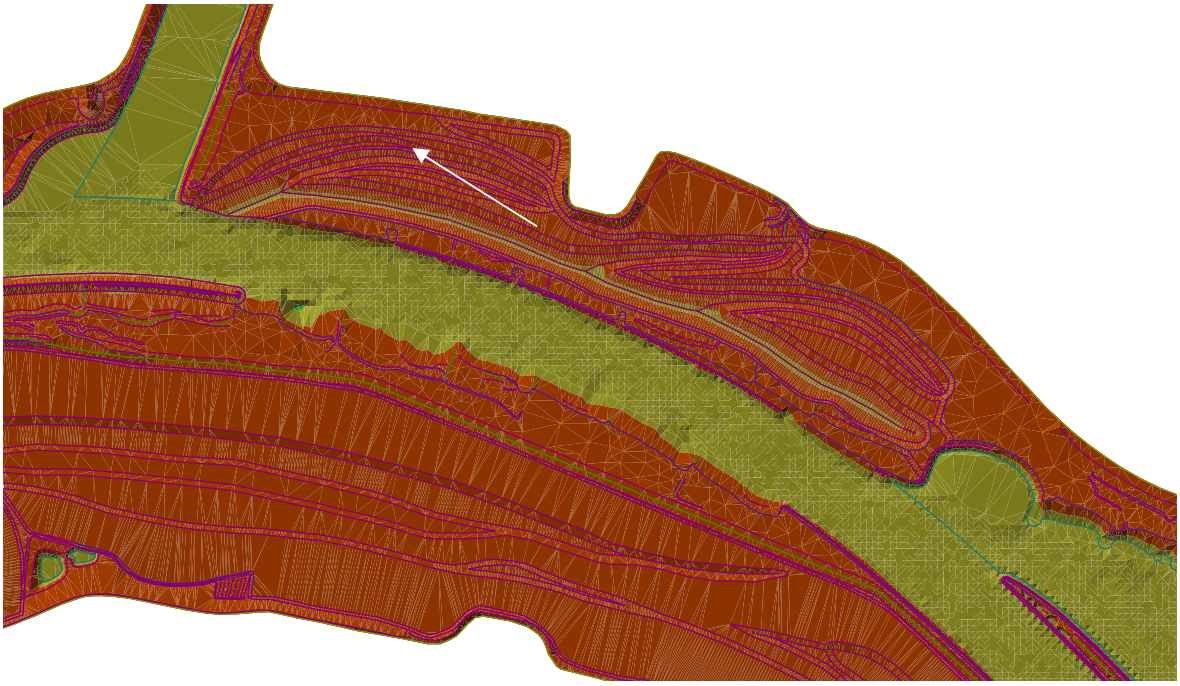
Aanzanding van nevengeulen valt lastig te kwantificeren. Met behulp van vuistregels die gebaseerd zijn op proceskennis en op monitoring van het gedrag van bestaande nevengeulen kan een duurzame nevengeul ontworpen worden. In het algemeen geldt dat een nevengeul snel aanzandt als het ontwerp zodanig is dat de geul werkt als een zandvang. Dit kan gebeuren als de nevengeul langer is dan de lengte van de hoofdgeul tussen af- en aantakking, als de aftakhoek erg groot is, als de geul niet parallel maar dwars op de stroomrichting is georiënteerd, en als de geul aftakt vanuit een binnenbocht.

Bij het ontwerpen is met deze aspecten zo veel mogelijk rekening gehouden (pers. comm. ontwerpteam). De nevengeul in de Waalse Waard ligt in een buitenbocht, ligt qua oriëntatie parallel aan de hoofdgeul, en is niet lang ten opzichte van de hoofdgeul. Volgens de vuistregels zal de geul daarmee niet werken als zandvang, en niet snel aanzanden (Figuur 4.3). Hetzelfde geldt voor de nevengeul in de Bossenwaard, al is daar geen sprake van ligging in een buitenbocht (Figuur 4.4).

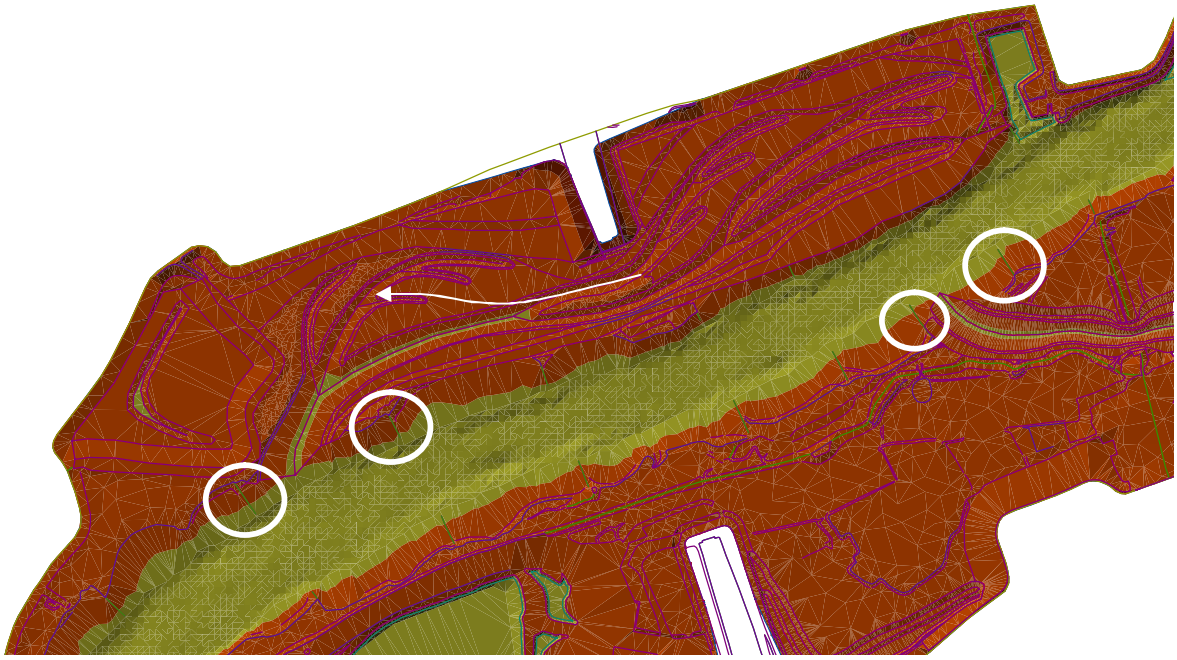
Afzetting in de uiterwaarden en aanslibbing van de geulen in de Waalse Waard, Bossenwaard en Pontwaard zullen na een hoogwater wel ontstaan. Dit blijkt ook uit luchtfoto's die zijn genomen na het hoogwater van 1993. De meeste sedimentatie is te verwachten in de geulen in de Bossenwaard en Waalse Waard. Om sedimentatie in nevengeulen te kwantificeren bestaan empirische vuistregels; deze relaties zijn een functie van de inundatiefrequentie. Echter, deze relaties zijn met erg veel onzekerheid omgeven. Vanwege deze grote onzekerheid wordt geadviseerd om de sedimentatie in nevengeulen te monitoren, en om onderhoud te plegen na een periode van 10 tot 20 jaar. In vergelijkbare projecten wordt dit ook geadviseerd.

Hieronder volgen aandachtpunten voor beheer en onderhoud van het stelsel van geulen.

De nevengeul in de Waalse Waard takt aan via een drempel in de "circulatiekom" behorende bij de scheepspassage bij het stuwcomplex Hagestein. Deze kom is bedoeld om sediment te vangen en te doen neerslaan, zodat dit niet elders nabij de samenvloeiing neerslaat en hinder oplevert voor de scheepvaart. Er kan verwacht worden dat het water in de "circulatiekom" vrij veel sediment bevat, dat in de nevengeul terecht kan komen als de drempel niet hoog genoeg is. Dit zal bij het beheer en onderhoud van de geul in de gaten gehouden moeten worden. De geul takt weer aan onder een vrij grote hoek (circa 30 graden). Vooral bij grote afvoeren zal het water de neiging hebben om rechtdoor te stromen. De kade die het Lekkanaal begrenst zal hiertegen bestand moeten zijn.



Figuur 4.3 Hoogtemodel ter plaatse van de Waalse Waard.



Figuur 4.4 Hoogtemodel ter plaatse van de Bossenwaard.

Bij de uitstroming van de geul in de Bossenwaard geldt feitelijk hetzelfde: de aantakhoek is vrij groot. De kribben direct boven- en benedenstrooms van de uitstromingen in Bossenwaard en Pontwaard (omcirkeld) zijn kwetsbaar. Kans op achterloopsheid of ondermijning bestaat als hiertegen geen maatregelen worden getroffen.

De zijtakken van de nevengeulen in de beide uiterwaarden liggen qua oriëntatie minder gunstig dan de nevengeulen zelf. Bij hoogwater stroomt het water overal door de uiterwaarden, niet alleen door uitgegraven geulen.

Vanwege de contractie van de stroming bij de brugpijlers en expansie benedenstrooms ervan is de oriëntatie van enkele kleine zijgeulen ten opzichte van de stromingsrichting niet parallel (aangegeven met witte pijlen). Dit kan leiden tot aanzanding van de zijgeulen en afkalving van de oevers. Naar verwachting zullen de uiterste haarvaten betrekkelijk snel verlanden. Bovendien zijn de landstroken tussen het zomerbed en de geulen in de Waalse Waard en de Bossenwaard betrekkelijk smal; er bestaat risico op afkalving en bezwijking van deze landstroken.

De Vianense uiterwaarden gaan pas bij erg hoge afvoer meestromen (frequentie van voorkomen grofweg minder dan 2 dagen per jaar). Morfologische effecten van betekenis worden hier niet verwacht.

Het kruispunt Merwedekanaal – Lek – Lekkanaal is vanwege de scheepvaart momenteel al een gebied dat meer inspectie behoeft (aldus IHP, 2002). Het ontwerp VKA3b zal hierin geen verandering brengen. Aanleg van de geul in de Pontwaard zal ertoe leiden dat, ten opzichte van de huidige situatie, meer water en sediment het Merwedekanaal ingetrokken zal worden. Inspectie in de monding van het Merwedekanaal blijft dus belangrijk vanuit nautisch oogpunt, omdat hier waarschijnlijk meer sedimentatie zal ontstaan dan in de huidige situatie het geval is.

Gedurende grofweg 20% van het jaar is de afvoer in de rivier zo laag dat de stroomrichting omdraait door het getij. Dit betekent dat water de nevengeulen vanaf de andere zijde instroomt (aan westelijke zijde). Modelberekeningen laten zien dat tijdens dit laagste afvoerniveau er morfologisch in de hoofdgeul vrijwel niets gebeurt. Pas bij de 3 hoogste afvoerniveaus van het model vinden er grote morfologische veranderingen plaats. We verwachten daarom niet dat als gevolg van de omdraaiing van de stroming aanzandingen ontstaan in de nevengeulen bij de aantakkingen aan de westelijke zijde. Morfologisch zal de omdraaiing van de stroming geen effect hebben, de aantakkingen zullen wel zo ontworpen moeten worden dat stabiliteit van de splitsing is gewaarborgd als de stroming landinwaarts is gericht.

De waterstandsfluctuaties gepresenteerd in Tabel 4.1 zullen ook doordringen tot in de nevengeulen. Gecontroleerd dient te worden dat de oevers tegen deze fluctuaties bestand zijn. Bovendien kan aanslibbing van de nevengeulen ontstaan als gevolg van de fluctuaties.

4.5 Overige aspecten

Het effect van het verlagen van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein kan niet bepaald worden met het morfologische model. Dit komt doordat bij het hoogste afvoerniveau in het model de toegangsdam nog net niet overstroomt. De verwachting is dat het morfologische effect van verlaging van de toegangsdam nihil is, aangezien de duur van overstromen erg kort is, als dit voorkomt.

Voor wat betreft de grootschalige ontwikkeling van de Rijntakken worden geen problemen verwacht als gevolg van de maatregelen. Het risico op wijziging van de afvoerverdeling bij splitsingspunten zal gering zijn door de grote afstand tot de IJsselkop.

5 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de modelberekeningen en deskundigenoordeel zijn in hoofdstuk 3 de onderstaande conclusies getrokken ten aanzien van de effecten in het zomerbed.

- Er is een relatieve aanzanding te verwachten ten opzichte van de huidige situatie van enkele decimeters (ordegrootte 0.25 m) ter hoogte van de Waalse Waard en de Bossenwaard.
- Er ontstaat een toename in de omvang van het baggerwerk dat benodigd is om aan de minimale diepte-eis van 3,15 m diepte onder het OLW-vlak te voldoen. Dit extra baggerbezwaar nadert het maximaal toelaatbare extra volume (dat 7.500 m^3 per jaar in de beun bedraagt). Met het uitvoeren van de extra baggerwerkzaamheden voldoet het ontwerp aan de minimale diepte-eis.
- De gemiddelde vaardiepte ten opzichte van OLW is ter plaatse van het projectgebied al kleiner dan vereist (4.35 m), zodat vereist is dat de gemiddelde diepte niet mag afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Ter hoogte van de Waalse Waard en Bossenwaard zal de gemiddelde diepte onder het OLW-vlak echter met circa 10 à 15 cm afnemen (gemiddeld over de vaargeulbreedte). Deze waarden gelden wanneer het stortbeleid is om (in eerste instantie) sediment dat is gebaggerd uit de vaargeul zo veel mogelijk terug te storten op dezelfde locatie binnen de normaallijnen, en wanneer dit niet geheel mogelijk is (in tweede instantie) het restant in een straal van enkele kilometers (dus boven- of benedenstrooms) te storten. Ook met een gewijzigd stortbeleid is waarschijnlijk niet te voorkomen dat de gemiddelde diepte afneemt zonder het toegestane extra onderhoudsvolume van 7.500 m^3 per jaar te overschrijden.
- Berekende (verschillen in) baggervolumes zijn met grote onzekerheden omgeven. Omdat het berekende extra baggerbezwaar van dezelfde ordegrootte is als het maximaal toelaatbare bezwaar, is het kwalitatieve oordeel dat het ontwerp voldoende geoptimaliseerd is om aanzandingen in de vaarweg zoveel mogelijk te beperken doorslaggevend. Ten opzichte van het eerdere ontwerp (VKA1) is de relatieve aanzanding gereduceerd. Naar onze overtuiging is het VKA3b ontwerp qua morfologie van het zomerbed voldoende geoptimaliseerd.
- Met de effecten van het plan zijn lokaal de reserve en rek uit het systeem. Daarom wordt in ieder geval een verdere optimalisatie van het sedimentbeheer geadviseerd, met name door middel van stroomafwaarts terugstorten van gebaggerd sediment om de effecten van het plan op de bevaarbaarheid zo efficiënt en robuust mogelijk te beheersen. Onttrekking van sediment uit het projectgebied reduceert de afname in de breedtegemiddelde vaardiepte die ontstaat als gevolg van de maatregelen.
- Met het oog op eventuele verdere optimalisaties: de grootste morfologische veranderingen treden in het model op tijdens de 3 hoogste afvoerniveaus van de hydrograaf; de lagere afvoerniveaus brengen nauwelijks morfologische activiteit teweeg.
- De kruising van de Lek met het Lekkanaal is en blijft een aandachtspunt, omdat de uitstroom van de nevengeul in de Waalse Waard zodanig gelokaliseerd is dat relatieve aanzanding ontstaat net bovenstrooms van de kruising. We verwachten niet dat de locatie van aantakking problemen levert, omdat de relatieve aanzanding zal zijn weggebaggerd voordat het kruispunt wordt bereikt. Hier dient in het vaargeulbeheer wel rekening mee te worden gehouden.

In hoofdstuk 4 zijn de volgende aanvullende conclusies getrokken:

- Het effect van extra toename in sedimenttransportcapaciteit door aanleg van nevengeulen en strangen zit niet verwerkt in het morfologische model. Deze verwaarlozing wordt geoorloofd geacht.
- De locatie, oriëntatie, aftakhoek, en lengte van de nevengeulen geven geen aanleiding om te verwachten dat de geulen snel zullen aanzanden. Enkele zijtakken liggen qua oriëntatie wel minder gunstig, en hier is aanzanding en enige oevererosie te verwachten.
- Omdraaiing van de stroomsnelheid door het getij zal morfologisch geen gevolgen hebben, omdat de snelheden zo laag blijven dat morfologische veranderingen niet of nauwelijks optreden. Aantakkingen dienen wel zodanig verdedigd te worden dat bij omdraaiing van de stroming de splitsingen stabiel blijven.
- Constructieve aandachtspunten zijn verder de kribben direct boven- en benedenstrooms van de aantakking van de geulen in de Bossenwaard en Pontwaard, en de oostelijke kade langs het Lekkanaal. Bovendien is de landstrook tussen de geul en het zomerbed betrekkelijk smal; dit geldt zowel voor de geul in de Waalse Waard als de Bossenwaard.
- De waterstandsvariaties (orde 1 m tijdens gemiddelde condities) leiden mogelijk tot snellere aanslibbing van de nevengeulen. Gecontroleerd dient te worden of de oevers tegen deze fluctuaties bestand zijn.
- Er wordt geadviseerd om sedimentatie in nevengeulen te monitoren, en om onderhoud te plegen na een periode van 10 tot 20 jaar.
- Locatie Klaphek (tussen rkms 952 en 953), en kruisingen Merwede- en Lekkanaal met de Lek blijven locaties waar extra inspectie op bevaarbaarheid nodig is, zoals nu ook al gebeurt.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

- Het morfologische Delft3D model van Nederrijn-Lek rekent ter plaatse van het projectgebied een aanzandende trend uit, terwijl metingen aantonen dat erosie optreedt. Het model dient op dit aspect verbeterd te worden.
- Er dient onderzocht te worden hoe de OLW bijgewerkt kan worden.
- Eventueel aanvullend onderzoek zou zich kunnen richten op het morfologische effect van de aantakhoek en aantaklocatie van de geul in de Waalse Waard, omdat de aanzanding bovenstrooms van de kruising Lek en Lekkanaal hierdoor wordt beïnvloed, en dit vanuit nautisch oogpunt belangrijk is. Overigens worden geen problemen op het kruispunt verwacht (zie conclusies), maar hier zou wellicht nog een optimalisatieslag plaats kunnen vinden.

In bijlage E staan de gevraagde SNIP3 producten benoemd, en tevens waar deze gevonden kunnen worden in voorliggend rapport. Hier worden ook enkele mogelijke aanbevelingen voor aanvullend onderzoek genoemd.

6 Referenties

Deltares (2010a). Development of a 2D morphological model of the Nederrijn-Lek river. Van der Mark, R, S. Giri, K. Sloff & E. Mosselman. Rapport 1201089-000.

Deltares (2010b). Betrouwbaarheid effectbepaling Kribverlaging; Second opinion Deltares. Yossef, M., Spruyt-de Boer, A., Mosselman, E, Van der Wal, M.

HKV (2008). Morfologische effectenstudie Ruimte voor de Lek bij Vianen; concept. Van Vuren, S. & H. Barneveld, rapport PR1503.

IHP (2002). Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek. Dienstkring Rijn en Lek.

PDR (2010). Adviesnota SNIP3, Kribverlaging Fase 2 traject Midden-Waal (W2), versie 1.1, 20100727, 21 juli 2010.

Sloff, C.J. (2006). Vaarwegverbetering Vianen; rivierkundige berekeningen. Rapport Q4200, WL|Delft Hydraulics, Delft.

WD (2009). Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren. Versie 2.01, 1 juli 2009, Rijkswaterstaat Waterdienst.

WL (2006). Verbetering 1-D Rijntakkenmodel vanaf Andernach. Van Vuren, S. & K. Sloff, rapport Q4130.00, WL | Delft Hydraulics.

A Morfologische analyse Vianen VKA1

Deltares

Memo

Aan
Michiel Vos, Arjan Sieben

Datum
2 augustus 2010

Aantal pagina's
15

Van
Rolien van der Mark

Doorkiesnummer
+31 (0)88 33 57 646

E-mail
rolien.vandermark@deltares.nl

Onderwerp
Morfologische analyse Vianen

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf
1.0	02 aug. 2010	dr. ir. C.F. van der Mark,		dr. ir. E. Mosselman	

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Binnen het project Ruimte voor de Rivier worden maatregelen bij Vianen uitgewerkt om de rivier meer ruimte te geven. Het projectgebied bij Vianen bestrijkt de rivier de Lek vanaf de stuw bij Hagestein (km 947) tot enkele kilometers benedenstrooms van de A2 (km 955).

Ter plaatse van dit projectgebied moet in de huidige situatie al regelmatig de grote aanzanding worden weggebaggerd die ontstaat bij een hoogwater. Een morfologische analyse maakt duidelijk welke bodemveranderingen en welk baggerbezwaar zijn door de rivierverruimende maatregelen ontstaan. Door aanpassingen te plegen aan ontwerp en / of beheer kunnen ongunstige morfologische effecten mogelijk worden beperkt.

In het projectgebied bevindt zich de scheepvaartverbinding tussen het Lekkanaal en het Merwedekanaal. Het zo veel mogelijk reduceren van extra baggeren is belangrijk om toename in scheepvaarthinder te voorkomen.

In het project “morfologische analyse rivierverruiming Vianen” wordt een morfologische analyse uitgevoerd die inzicht geeft in (a) de morfologische effecten als gevolg van de rivierverruimende maatregelen bij Vianen en (b) de eventueel benodigde aanpassingen aan beheer en ontwerp. De werkzaamheden binnen dit project worden uitgevoerd door Deltares en onderaannemer HKV.

De morfologische analyse wordt ondersteund door morfologische berekeningen uit te voeren met het gekalibreerde tweedimensionale morfologische model van de Nederrijn-Lek. Als eerste is een morfologische berekening gedaan voor ontwerpvariant “voorkeursalternatief 1 (VKA1)”. Op basis van, onder andere, de morfologische bevindingen zal deze variant in opdracht van de initiatiefnemer verder worden geoptimaliseerd door het ontwerpteam. Een tweede morfologische berekening zal vervolgens worden uitgevoerd voor het geoptimaliseerde ontwerp “voorkeursalternatief 2 (VKA2)”.

1.2 Doel van dit memo

Doel van dit memorandum is (a) het presenteren van de morfologische analyse na uitvoering van de berekening van ontwerpvariant VKA1, en (b) het geven van advies aan de initiatiefnemer over het mitigeren van morfologische effecten door optimalisatie van deze ontwerpvariant en / of door aanpassing van zomerbedbeheer.

2 Morfologische effectbepaling ontwerpvariant VKA1

2.1 Inleiding

Met het gekalibreerde tweedimensionale, morfologische rekenmodel voor Nederrijn-Lek (Van der Mark et al., 2010) is het mogelijk de morfologische effecten te bepalen van ontwerpvariant VKA1 zoals die voor het projectgebied is ontworpen.

De effectbepaling wordt gedaan door twee berekeningen te analyseren voor een aantal jaren met een zich telkens herhalend afvoerregime dat is gebaseerd op een gemeten jaarreeks van afvoeren (Figuur 1):

1. een berekening van de huidige situatie (de referentieberekening) en
2. een berekening van de situatie met rivierverruimende maatregelen (VKA1).

De variant VKA1 is aangeleverd door het consortium Arcadis – HKV, dat verantwoordelijk is voor het ontwerp van het totale plan. In de variant zijn rivierverruimende maatregelen doorgevoerd in vijf deelgebieden van het projectgebied (zie Figuur 2):

- stuweiland Hagestein (toegangsdam verlaagd van 4.6 m naar 3.5 m in Ossenwaard);
- 't Waalse waard (geulen aangebracht, permanente meestroming via duiker);
- Bossenwaard (geulen aangebracht; oever verlaagd);
- Pontswaard (geul aangebracht, kades verlaagd);
- Vianense uiterwaarden (geul aangebracht, kade verlaagd).

Bovendien is er een recreatieplas ten oosten van de stuw bij Hagestein aangelegd die meegenomen is in de ontwerpvariant, maar niet in de referentiesituatie. Figuur 3 toont het verschil in bodemniveau tussen de ontwerpvariant en de referentiesituatie (in het groen zijn de geulen en recreatieplas waar te nemen). De Vianense uiterwaarden en Bossenwaard komen deels iets hoger te liggen om natuurontwikkeling te bevorderen. In 't Waalse waard wordt een plas gedempt (donkerpaars gebied in Figuur 3).

De effectbepaling heeft plaatsgevonden door de resultaten op alle of op maatgevende tijdstippen tijdens de berekening te vergelijken met overeenkomstige tijdstippen tijdens de referentieberekening (die is gemaakt met dezelfde randvoorwaarden).

De belangrijkste morfologische verschijnselen ter plaatse van het projectgebied worden hieronder besproken.

2.2 Bodemveranderingen ter plaatse van het projectgebied

Bij hoogwater zal een deel van de afvoer door de uiterwaard gaan stromen. Daar waar het water de hoofdgeul uitstroomt richting de uiterwaarden zal aanzanding optreden, doordat de stroomsnelheid in de hoofdgeul en daarmee de transportcapaciteit afnemen. De aanzanding is het grootst aan de kant van de rivier waar relatief het meeste water uittreedt, maar strekt zich uit over de gehele breedte van het zomerbed. Omgekeerd geldt dat daar waar het water weer terugstroomt in het zomerbed erosie optreedt. Door het aanleggen van geulen in de uiterwaarden wordt tijdens hoogwater meer water aan het zomerbed onttrokken, waardoor het patroon van sedimentatie en erosie sterker wordt.

Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6 laten zien dat dit gedrag optreedt voor ontwerpvariant VKA1. Direct benedenstrooms van km 948 wordt ten opzichte van de referentie meer water onttrokken naar 't Waalse waard, waardoor hier meer aanzanding optreedt ten opzichte van de referentiesituatie. De verondieping is het sterkst aan de rechteroever waar zich 't Waalse waard bevindt. De relatieve aanzanding strekt zich uit tot km 949.5; over dit traject stroomt relatief minder water door de hoofdgeul. Vervolgens treedt relatieve erosie op bij km 949.5, doordat een grotere hoeveelheid water vanuit 't Waalse waard weer terugstroomt naar de hoofdgeul dan in de referentiesituatie.

Evenzo komt verder benedenstrooms de bodem omhoog ten opzichte van de referentie op het traject km 951 – km 952.5, en komt de bodem lager te liggen dan de referentie benedenstrooms van km 952.5. Deze erosie migreert in de tijd naar benedenstrooms (Figuur 5).

Figuur 4 toont dat de relatieve bodemverhoging beduidend minder groot is ter hoogte van de Bossenwaard dan ter hoogte van 't Waalse waard. Dit kan als volgt worden verklaard.

Het optreden van morfologische veranderingen hangt af van stromingscondities en de duur van die condities. Tijdens een piekafvoer is de stroomsnelheid hoger dan tijdens gemiddelde afvoer, zodat (gradiënten in) sedimenttransport groter zijn, en daarmee (instantane) morfologische veranderingen. Echter, omdat de gemiddelde afvoer per jaar gedurende een veel langere periode optreedt dan een piekafvoer, kan het gebeuren dat de grootste morfologische veranderingen niet plaatsvinden bij hoge afvoer, maar bij gemiddelde afvoer. Het morfologische model voor de Nederrijn-Lek laat zien dat de grootste morfologische veranderingen optreden tijdens de 3 hoogst opgelegde afvoerniveaus, en dat de lagere afvoerniveaus nauwelijks morfologische activiteit teweeg brengen (Figuur 7). Dit laatste komt mede doordat de waterstanden tijdens lage afvoeren gestuwd zijn, en daarmee de waterdiepte op veel locaties groter is dan wanneer de rivier niet gestuwd zou zijn (Figuur 8).

Wanneer nu de voor morfologie meest relevante 3 hoogste afvoerniveaus worden beschouwd, laat het model zien dat een duidelijke afname van de stroomsnelheid in de hoofdgeul (die de aanzanding veroorzaakt) ter hoogte van de Bossenwaard slechts 9 dagen per jaar optreedt (bij de hoogste 2 afvoerniveaus Q = 1117 en 1321 m^3/s) en ter hoogte van 't Waalse waard 23 dagen per jaar (bij de 3 hoogste afvoerniveaus Q = 880, 1117 en 1321 m^3/s). Dit verklaart het verschil in relatieve bodemverhoging tussen de Bossenwaard en 't Waalse waard. Ter illustratie toont Figuur 9 het verschil in stroomsnelheid tussen ontwerpvariant en referentie voor Q = 880 m^3/s bij 't Waalse waard. Tijdens dit afvoerniveau zijn er nauwelijks verschillen in stroomsnelheid waarneembaar in de Bossenwaard, zodat er ook nauwelijks veranderingen in de hoofdgeul optreden ten opzichte van de referentie.

Het is hier belangrijk op te merken dat als uitgangspunt is genomen dat de geul in 't Waalse waard permanent meestroomt, zodanig dat altijd 3% van de afvoer door de geul gaat. Zo is het ontworpen door het ontwerpteam, en om dit in het morfologische model te realiseren, zijn debiet-afhankelijke laterale debieten toegepast.

Het valt verder op in de berekeningen dat tijdens lagere afvoerniveaus de stroomsnelheid in de hoofdgeul ter hoogte van zowel de Bossenwaard als 't Waalse waard licht toeneemt ten opzichte van de referentie. Dit is toe te schrijven aan een afname in waterdiepte; bij gelijkblijvende hoeveelheid afvoer door de hoofdgeul moet de snelheid toenemen als de waterdiepte afneemt. Dit heeft morfologisch geen gevolgen, omdat de afvoeren laag zijn en de verschillen in stroomsnelheid tussen variant en referentie erg klein zijn.

Na afloop van het hoogwater zal de afvoer weer alleen plaatsvinden in het zomerbed, waardoor ontstane verdiepingen en verondiepingen weer wat afnemen. De verstoringen verplaatsen zich stroomafwaarts, waarbij een sterke demping optreedt.

Een verschijnsel dat niet is waar te nemen in het model vanwege de kleinschaligheid ervan, maar vermoedelijk wel optreedt in het projectgebied is het zogenaamde Bulle-effect.

Dit effect houdt in dat bij splitsingen de afgetakte waterloop meer sediment trekt dan de doorgaande waterloop. De stroomlijnen in een bocht of splitsing zijn gekromd, en als gevolg van de heersende spiraalstroming is de stroming bij de bodem gericht naar de binnenbocht of afgetakte waterloop en neemt sediment mee naar de binnenbocht of de afgetakte waterloop. Dit zal optreden (ook in de huidige situatie) bij de splitsing met het Merwedekanaal aan de linkeroever van de Lek. Door een permanent meestromende geul aan te brengen in de Pontswaard, zal relatief nog meer sediment het Merwedekanaal ingetrokken worden, wat tot aanzanding en hinder voor scheepvaart kan leiden. Er wordt daarom geadviseerd om de geul in de Pontswaard niet in open verbinding te stellen met het Merwedekanaal.

Het verlagen van de toegangsdam naar het stuweiland laat geen morfologische reactie zien in de modelberekeningen. Dit komt doordat bij het hoogste afvoerniveau in het model de toegangsdam nog net niet overstroomt. De verwachting is dat ook wanneer de dam wel zou overstromen, de morfologische reactie nihil is, aangezien de duur van overstromen dan erg kort is.

2.3 Consequenties van de bodemveranderingen

Verdieping van het zomerbed ten opzichte van de referentiesituatie blijft constant in de tijd en beperkt tot 40 cm (Figuur 4), waarbij de grootste verdieping volgens de berekeningen optreedt bij km 949.5. De verdieping is gering en zal naar verwachting niet tot problemen leiden. Aandachtspunt is wel dat bij km 949.5 – 950 aan de linkeroever een geleidedam ligt, parallel aan de stroming, waarvan de stabiliteit zou kunnen worden ondermijnd wanneer erosie nabij de constructie te groot wordt. De verdieping treedt op bij de kruising met het Lekkanaal, wat vanuit nautisch oogpunt een gunstig effect kan hebben, omdat een afname in baggeractiviteit bij de kruising de nautische veiligheid vergroot.

Verondieping van het zomerbed ten opzichte van de referentiesituatie kan grote gevolgen hebben op de beschikbaar zijnde vaardiepte. Bovendien leidt extra baggeractiviteit in een gebied tot hinder voor de scheepvaart, zodat aanzanding zo veel mogelijk dient te worden tegengegaan. Aangezien rivierverruimende maatregelen altijd gepaard gaan met aanzanding door vertragende stroming, wordt eerst beschouwd in hoeverre de extra aanzanding ten opzichte van de referentiesituatie gevolgen heeft op de beschikbare vaardiepte.

Figuur 10 en Figuur 11 tonen voor de bodem na 1 jaar en na 10 jaar zowel de minimale als de gemiddelde waterdiepte ten opzichte van de Overeengekomen Lage Waterstand (OLW), die benedenstrooms van stuw Hagestein -0.49 m + NAP en bij Schoonhoven -0.44 m + NAP bedraagt. De diepte ten opzichte van OLW dient in de vaargeul minimaal 3.15 m te zijn en gemiddeld 4.00 m. De gemiddelde en minimale diepten in de figuren zijn bepaald over die cellen die alluviaal zijn; deze breedte komt niet per definitie overeen met de vaargeul, maar wijkt daarvan niet veel af.

In de eerste plaats is te zien dat er op veel plaatsen niet aan de eisen wordt voldaan, ook niet in de referentiesituatie, en dat baggerinspanning vereist is. Figuur 11 laat verder zien dat, ten opzichte van de referentie, extra baggeractiviteit nodig zal zijn tussen km 948 en km 949.5 en in mindere mate bij km 952. In het instandhoudingsplan staat dat deze locaties ook nu al meer inspectie behoeven omdat uit ervaring blijkt dat hier door rivierkundige kenmerken meer aanzanding optreedt. Wanneer 10 jaar lang geen vaargeulonderhoud zou worden gepleegd, moet grofweg 0.3 m x 1 km x 80 m (diepte x lengte x breedte) = 24000 m^3 tussen km 948 en km 949.5 worden verwijderd.

Het is realistischer om ervan uit te gaan dat er ieder jaar wordt gebaggerd; Figuur 10 laat zien dat de extra baggerinspanning erg klein is. Met het huidige materieel is het in de IJssel mogelijk om in 5 dagen tijd circa 7500 m^3 weg te baggeren en in de Waal 15000 m^3. Ervan uitgaande dat voor de Lek hetzelfde geldt als voor de IJssel, zal de maximaal toegelaten hinder voor scheepvaart van 5 dagen per jaar per 15 km niet worden overschreden voor de ontwerpvariant.

3 Mitigatie van morfologische effecten

3.1 Optimalisatie ontwerp

Relatieve aanzandingen bij rivierverruimende maatregelen zijn niet te voorkomen. De berekeningen laten zien dat de relatieve aanzanding bij 't Waalse waard het grootst is. Het is niet mogelijk om compenserende maatregelen aan de overzijde van 't Waalse waard (Vianense waard) te realiseren die de vertraging in stroomsnelheid in de hoofdgeul minder groot maken (denk bijvoorbeeld aan een kade verhogen in de Vianense waard zodat meer water de hoofdgeul in wordt gedwongen). Dit is niet mogelijk omdat de Vianense waard pas gaat meestromen bij circa Q = 10000 m^3/s bij Lobith.

De morfologische respons bij 't Waalse waard kan worden verminderd door het ontwerp zodanig aan te passen dat de afname in stroomsnelheid in de hoofdgeul bij een afvoer van ordegrootte Q = 880 m^3/s nog niet optreedt, net zoals bij de Bossenwaard. Dit is ontwerptechnisch moeilijk te realiseren als de geul in 't Waalse waard dient te functioneren als een permanent meestromende geul die altijd 3% van de totale afvoer doorvoert. Tijdens een afvoerniveau van 880 m^3/s stroomt namelijk enkel de geul in de uiterwaard mee, en nog niet de overige gebieden buiten de geul (Figuur 9), zodat een afname van de vertraging in stroomsnelheid in de hoofdgeul alleen gerealiseerd kan worden door de hoeveelheid water dat door de geul stroomt te verlagen. Dit is echter ongewenst vanuit ecologisch oogpunt en om dichtslibbing in de geul zelf te voorkomen.

Blijft over de mogelijkheid om de nevengeul niet permanent meestromend te maken, door de bovenstroomse instroom af te sluiten, zoals in de Bossenwaard. Hierdoor zal de uiterwaard minder water vragen bij hogere afvoeren en wordt de morfologische respons minder. Naar verwachting zal een dergelijke aanpassing ertoe leiden dat de waterstanden tijdens MHW onvoldoende verlagen. Dit zou onderzocht kunnen worden.

Tot slot wordt geadviseerd aan het ontwerpteam om na te gaan of het praktisch realiseerbaar is om de geul in 't Waalse waard bij ieder afvoerniveau voor circa 3% te laten meestromen. Er staat geen verval over de geul (zoals wel het geval is bij een geul die een bocht afsnijdt), waardoor het lastig zal zijn om permanente meestroming met een vaste duiker te realiseren. De permanente meestroming was uitgangspunt in de berekeningen; er geldt dat wanneer bij hoge afvoeren minder water door de geul stroomt, er minder morfologische impact in de hoofdgeul ontstaat, en wanneer er bij hoge afvoeren meer water door de geul stroomt, er meer impact zal zijn.

3.2 Zomerbedbeheer

De berekeningen laten zien dat extra baggerinspanning nodig zal zijn, maar dat de toelaatbare extra inspanning niet wordt overschreden.

Het advies is om het huidige inspectiebeleid te blijven hanteren. Dit beleid houdt in dat na een hoogwaterperiode een inspectie op algemene bodemligging wordt uitgevoerd, en dat inspectie op lokale ondieptes variabel plaatsvindt (zie het instandhoudingsplan). Het instandhoudingsplan geeft aan dat op km 949/949 (Lekkanaal), km 952/953 (Klaphek) en km 953 (klein Scheveningen) in het verleden ondieptes zijn verwijderd en dat die locaties nog steeds een knelpunt vormen. Het ontwerp brengt hierin geen verandering, zodat geadviseerd wordt deze locaties met regelmaat te blijven inspecteren.

Aandachtspunten bij de inspectie zijn dat door het ontwerp verondieping plaats zal vinden ter hoogte van 't Waalse waard en de Bossenwaard. Erosie nabij de geleidedam op de kruising met het Lekkanaal kan de stabiliteit van de dam in gevaar brengen en dient in de gaten te worden gehouden.

4 Conclusies

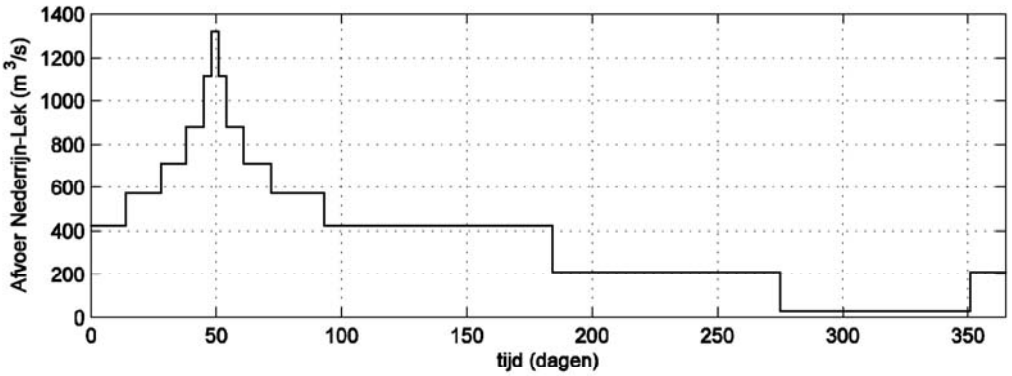
- De modelberekeningen laten zien dat er voor de ontwerpvariant geen ingrijpende morfologische veranderingen optreden ten opzichte van de referentiesituatie.
- Er zijn slechts beperkt mogelijkheden het ontwerp te optimaliseren. Het effect van aan bovenstroomse zijde afsluiten van de geul in 't Waalse waard op MHW kan onderzocht worden.
- Er wordt geadviseerd te onderzoeken of permanente meestroming van de geul met een afvoer van circa 3% überhaupt te bewerkstelligen is met een duiker, zoals nu in het ontwerp is opgenomen.
- Er wordt geadviseerd de Geul in de Pontswaard aan bovenstroomse zijde af te sluiten, zodat deze niet in verbinding staat met het Merwedekanaal.
- Er wordt geadviseerd het huidig inspectiebeleid ten aanzien van onderhoud van de vaargeul voort te zetten met de genoemde aandachtspunten.

5 Referenties

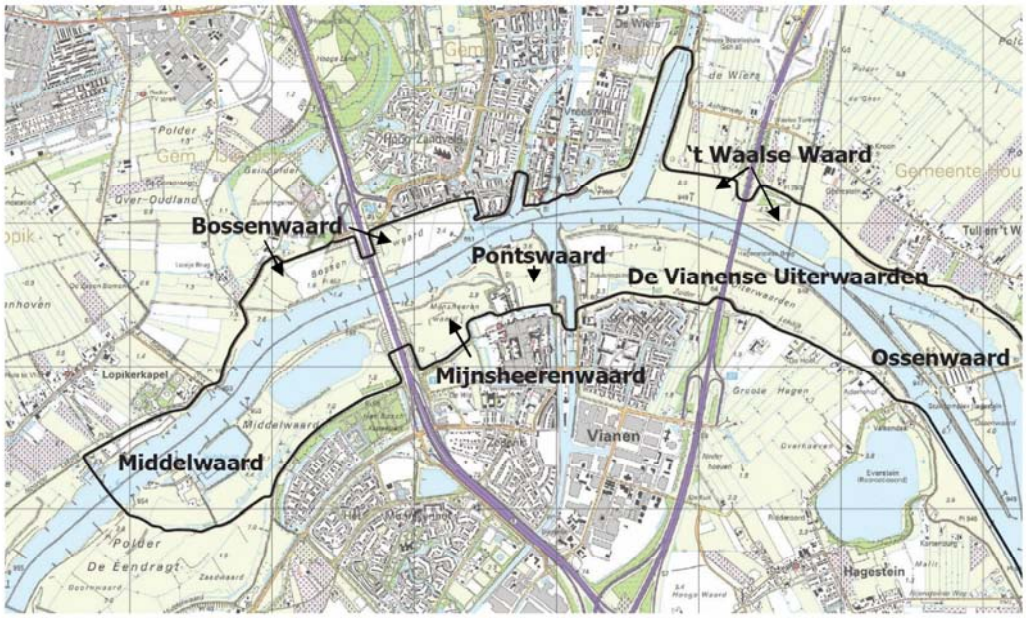
Van der Mark, R, S. Giri, K. Sloff & E. Mosselman (2010). Development of a 2D morphological model of the Nederrijn-Lek river. Rapport 1201089-000, Deltares, Delft.

Instandhoudingsplan 'Bodems vaargeul' Neder-Rijn en Lek (2002). Dienstkring Rijn en Lek.

6 Figuren

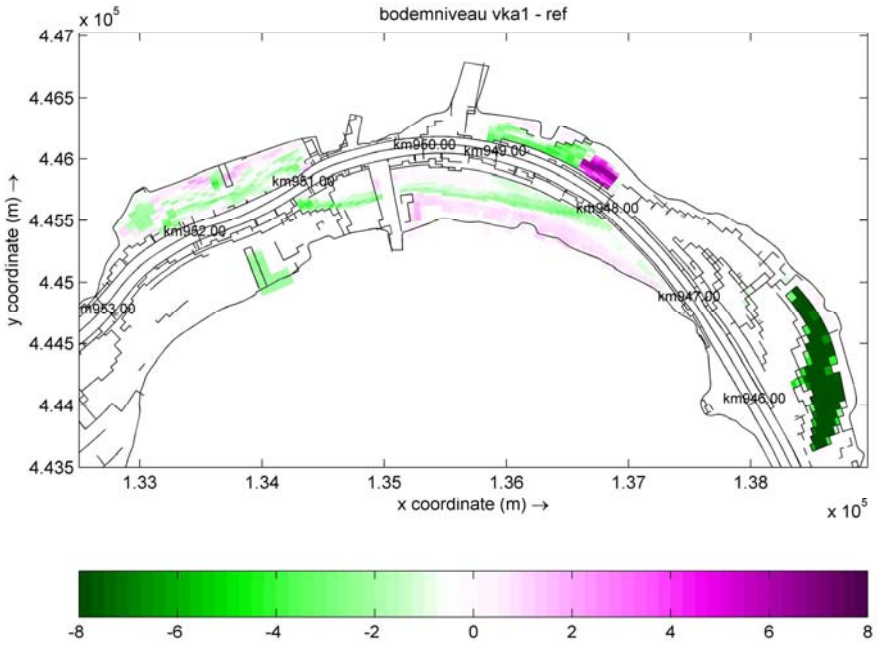


Figuur 1 Geschematiseerd afvoerverloop over een jaar, gebaseerd op metingen.

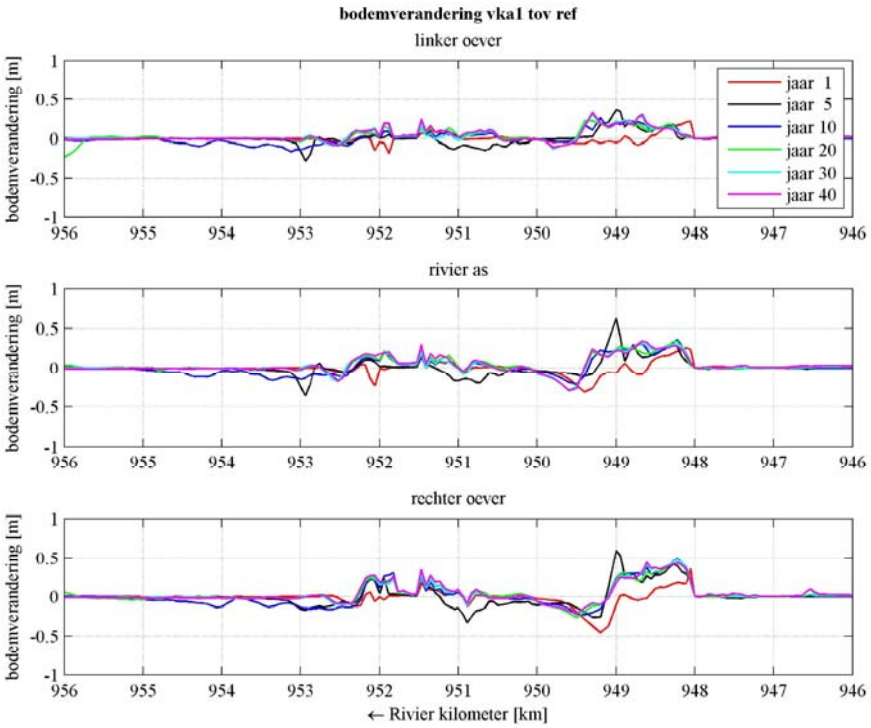


Figuur 2 Detail uit topografische kaart van de Lek bij Vianen met naamgeving uiterwaarden. Twee snelwegen kruisen de Lek: west de A2, oost de A27. Bron: www.ruimtevoordelek.nl.

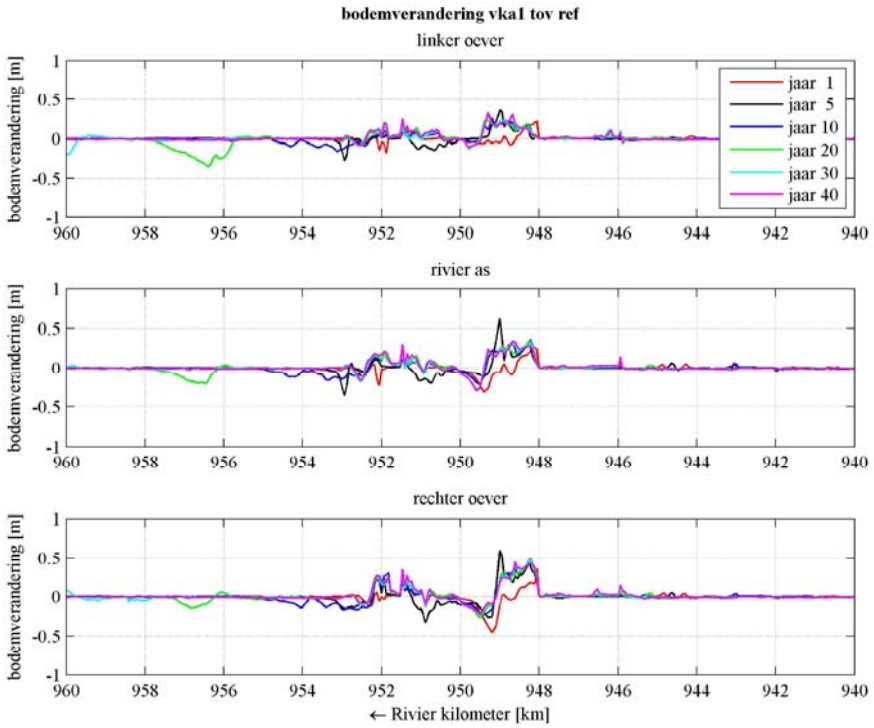
Datum	Ons kenmerk	Pagina
2 augustus 2010	1203159-000-ZWS-0009-vj	9/15



Figuur 3 Verschil in bodemniveau (in m) tussen ontwerpvariant en referentiesituatie (op t = 0).



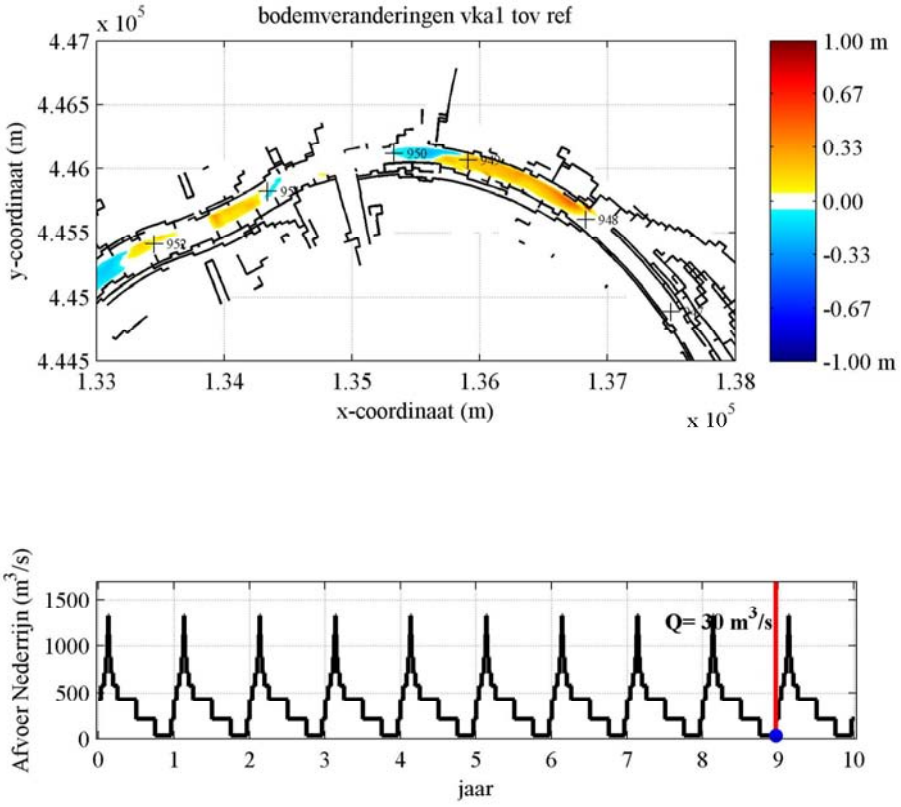
Figuur 4 Verschil in bodemniveau na een aantal jaren tussen ontwerpvariant VKA1 en de referentie langs (boven) de linkeroever, (midden) de as van de rivier en (beneden) de rechteroever. Figuur gemaakt door HKV.



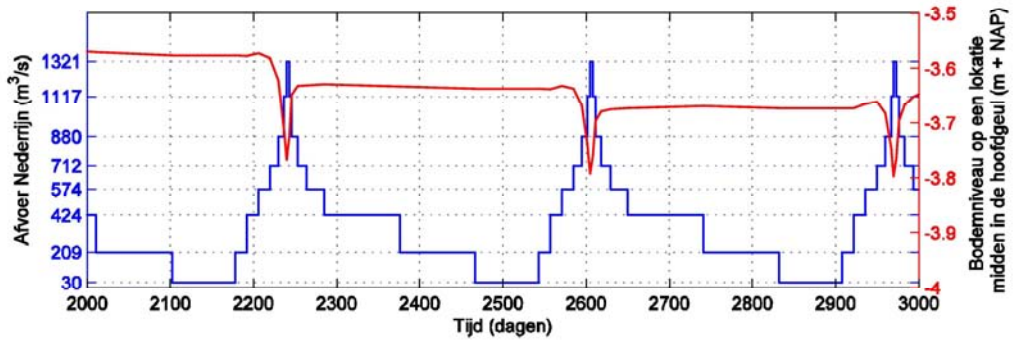
Figuur 5 Verschil in bodemniveau na een aantal jaren tussen ontwerpvariant VKA1 en de referentie langs (boven) de linkeroever, (midden) de as van de rivier en (beneden) de rechteroever. Gelijk aan Figuur 4, maar verder uitgezoomd. Figuur gemaakt door HKV.

Deltares

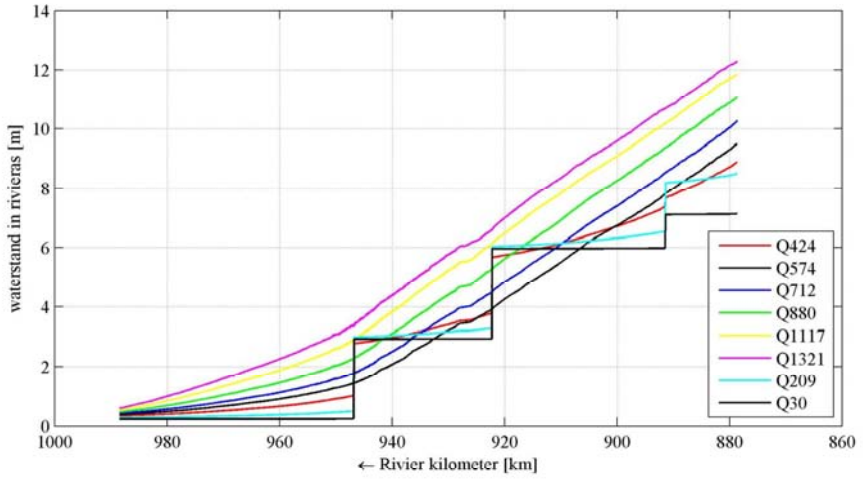
Datum	Ons kenmerk	Pagina
2 augustus 2010	1203159-000-ZWS-0009-vj	12/15



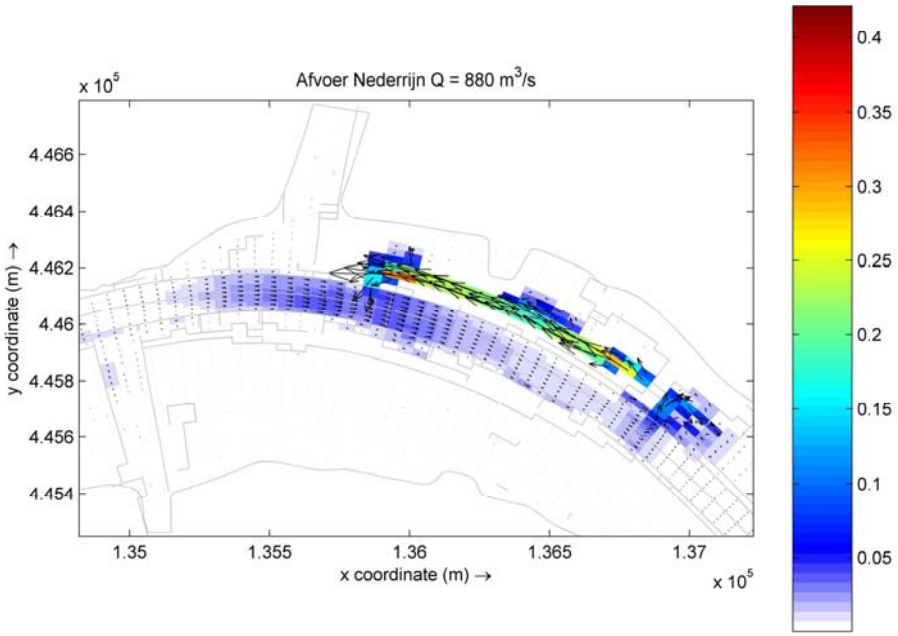
Figuur 6 (boven) Verschil in bodemniveau tussen ontwerpvariant VKA1 en de referentie in het projectgebied; (beneden) tijdstip in de berekening waarvoor het verschil in bodemniveau wordt weergegeven. Figuur gemaakt door HKV.



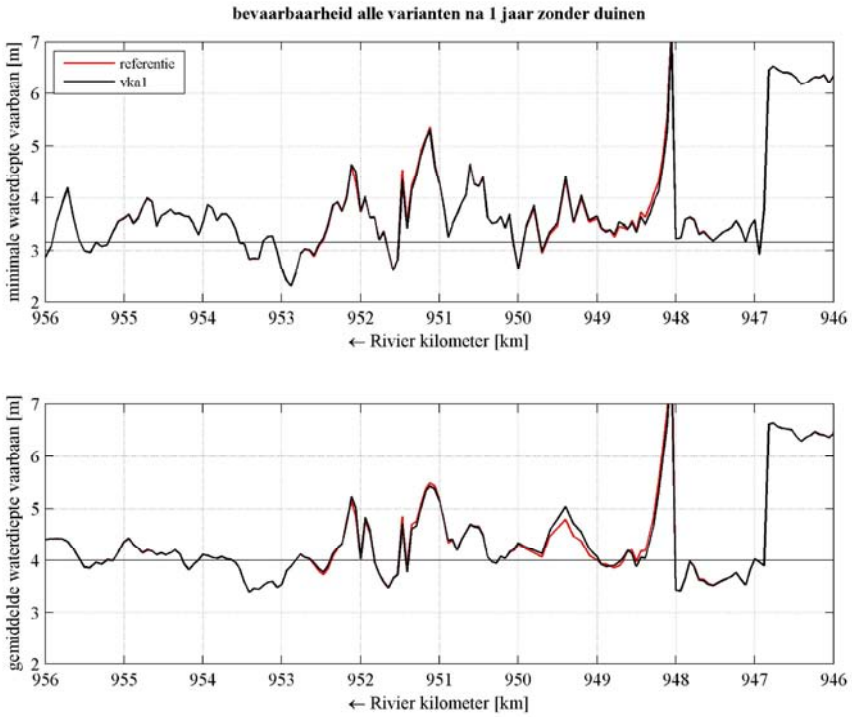
Figuur 7 Bodemniveau als functie van de tijd op een locatie in het projectgebied midden in de hoofdgeul.



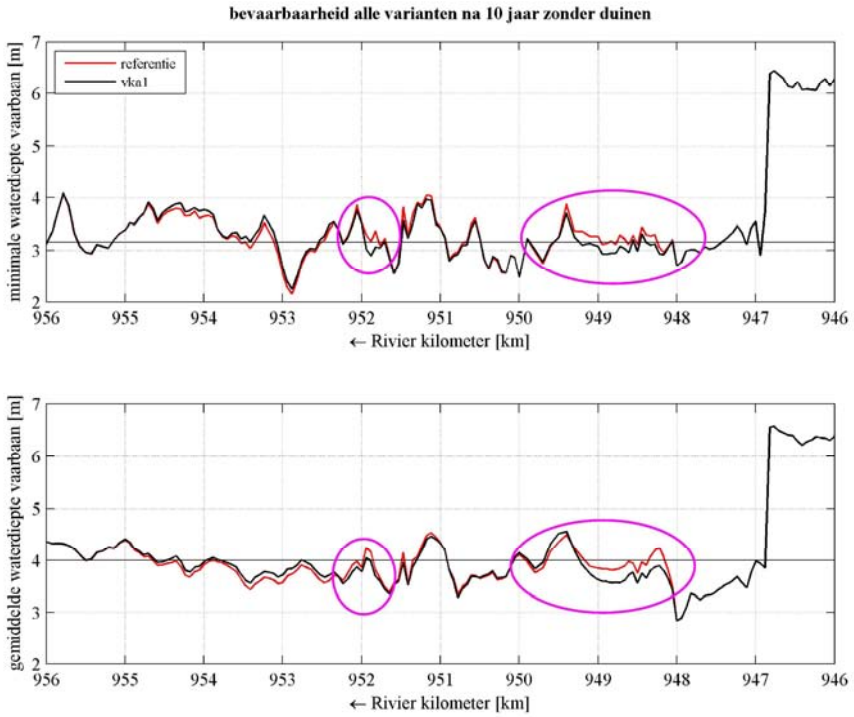
Figuur 8 Waterstandsverloop berekend met morfologisch model voor verschillende afvoeren in de Nederrijn-Lek. Figuur gemaakt door HKV.



Figuur 9 Verschil in stroomsnelheid tussen voorkeursvariant en referentie bij 't Waalse waard voor afvoerniveau Q = 880 m^3/s. De vectoren wijzen in de hoofdgeul richting oosten wat een afname in stroomsnelheid betekent ten opzichte van de referentie.



Figuur 10 Effect van de maatregelen op de diepte van de rivier ten opzichte van OLW na 1 jaar; (boven) minimale waterdiepte, (beneden) gemiddelde waterdiepte. Er is bij bepaling van de diepte geen rekening gehouden met eventueel aanwezige duinen. Figuur gemaakt door HKV.



Figuur 11 Effect van de maatregelen op de diepte van de rivier ten opzichte van OLW na 10 jaar; (boven) minimale waterdiepte, (beneden) gemiddelde waterdiepte. Er is bij bepaling van de diepte geen rekening gehouden met eventueel aanwezige duinen. Figuur gemaakt door HKV.

B Baseline schematisatie bochtafsnijding en geleidedam

Document: Appendix_Memo02_Baseline_d3dref.doc
Afgedrukt: 15 september 2010

HKV LIJN IN WATER

memorandum

PR1978.11

Project : Morfologische analyse rivierverruiming Vianen
Datum : 30 juni 2010
Onderwerp : Baseline schematisatie D3D referentie: bochtafsnijding Lekkanaal & geleidedam
Van : Andries Paarlberg
Aan : Erik Mosselman, Kees Sloff, Rolien van der Mark (Deltares)

Inleiding

Voor het huidige Delft3D model van de Nederrijn-Lek (Van der Mark et al. 2010) is gebruik gemaakt van de Baseline database "simona_rijn_pkb_3_4". Tijdens het afstemmingsoverleg met Deltares is afgesproken om de referentiesituatie voor de morfologische berekeningen met Delft3D iets aan te passen. Dit betreft de volgende relevante autonome ontwikkelingen (zie Figuur 1): 1) bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en 2) een geleidedam aan de zuidoever bij Vianen, welke niet zijn opgenomen in de referentie Baseline database.

Dit memo bespreekt een tweetal Baseline maatregelen, die bovengenoemde autonome ontwikkelingen in de Baseline database verwerken.



Figuur 1: bochtafsnijding Lekkanaal-Lek, en geleidedam aan de zuidoever bij Vianen

Bochtafsnijding Lekkanaal-Lek

Via RWS-ON is de volgende Baseline maatregel ontvangen "le_vreeswk_a1". Deze maatregel is onderdeel van Baseline actualisaties bij RWS. De maatregel is daarom in protocol 4, terwijl voor het huidige Ruimte voor de Rivier project gebruik gemaakt dient te worden van protocol 3. Een

aantal aanpassingen zijn nodig om deze maatregel bruikbaar te maken voor onze referentie database:

- De maatregel is daarom omgezet naar Baseline protocol 3. Bomen zijn daarbij niet meegenomen, omdat dat niet mogelijk is in Baseline 3 (op advies van RWS-ON).
- Het Baseline "secties" bestand maakt onderscheid tussen zomerbed, kribvakken en uiterwaarden. De PKB Baseline versie gebruikt hieruit de kribvakken om deze op te nemen als "kribvak ruwheid" (code 16) in het ruwheidsvlakken bestand. Het secties bestand wordt niet opnieuw aangemaakt in de Baseline versie van de PKB (zie metainfo map, file batch_lijst). Dit resulteert er in dat de "plassen" uit de maatregel, na verwerking van secties, weer zijn overschreven met "kribvak" ruwheid. Dit is niet wenselijk. Daarom is zijn de contouren van de plas opgenomen in "ruw_k" met als ruw_code 11 (plas). "ruw_k" komt in Baseline boven het secties bestand te liggen en zodoende het resulterende ruwheidsvlakken bestand ter hoogte van de plassen niet als kribvak wordt geschematiseerd.
- De hoogte van de kom die ontstaat moet op/rond -4.5 komen te liggen (communicatie RWS-ON). De referentie situatie waar de maatregel oorspronkelijk voor bedoeld is heeft andere gegeven voor het zomerbed. Wanneer de maatregel 1-op-1 wordt gebruikt voor de PKB3_4 referentie onstaat een ondiepte in de kom. Daarom zijn de punten die lager dan NAP-4m liggen aan de rand van de kom verwijderd uit "plashgtzom", "zombedhgt" en "oevhgtzom".
- De ruwheidsveranderingen van het terrein achter de geleidedam zijn gelijk aan de referentiesituatie. Dit worden in de maatregel namelijk niet geupdate. Voor het grootste deel bestaat na verwerking van de maatregel, de ruwheid dan ook uit glad grasland (op advies RWS-ON). Een deel van de stenendam dicht langs de oever krijgt echter ruwheid "kribvak", met een Nikuradse ruwheidshoogte van 0.2 meter, omdat hier in de huidige situatie een kribvak lag. Die wordt voor de morfologische analyse niet als een probleem gezien.

De nieuwe maatregel heet "le_vreeswk_a2", zie ook metadata van de maatregel.

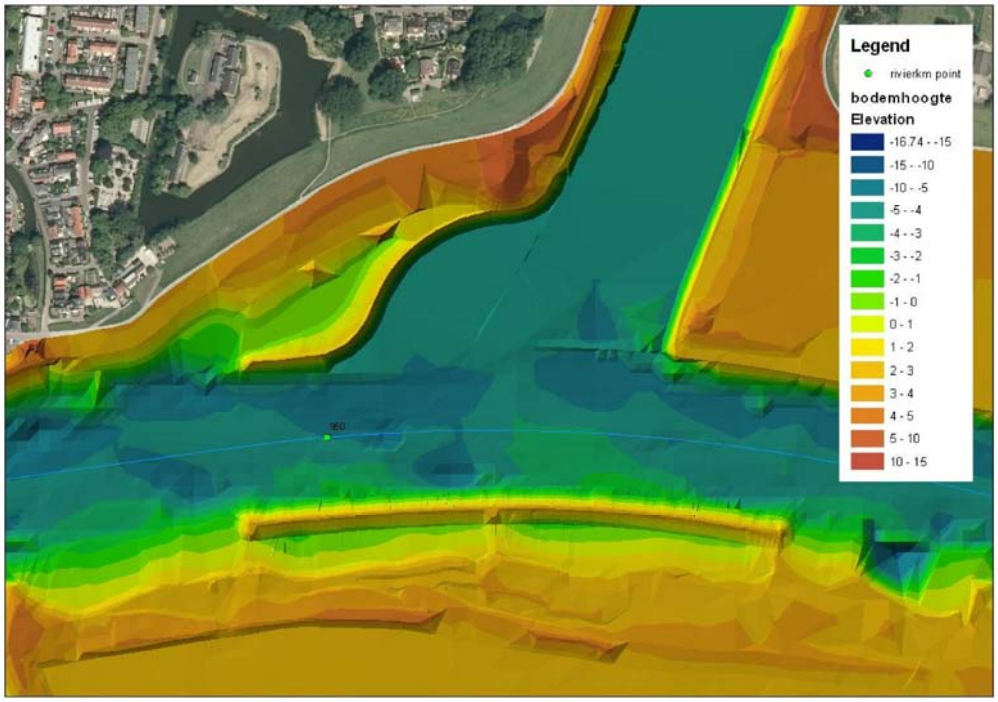
Geleidedam zuidoever Lek bij Vianen

Om de geleidedam in Baseline te kunnen schematiseren is een uitsnede uit het DTB ontvangen via RWS-ON. Hierin zit hoogteinformatie voor de kruin, en de bovenzijde van het talud. De volgende keuzes zijn gemaakt voor de Baseline schematisatie:

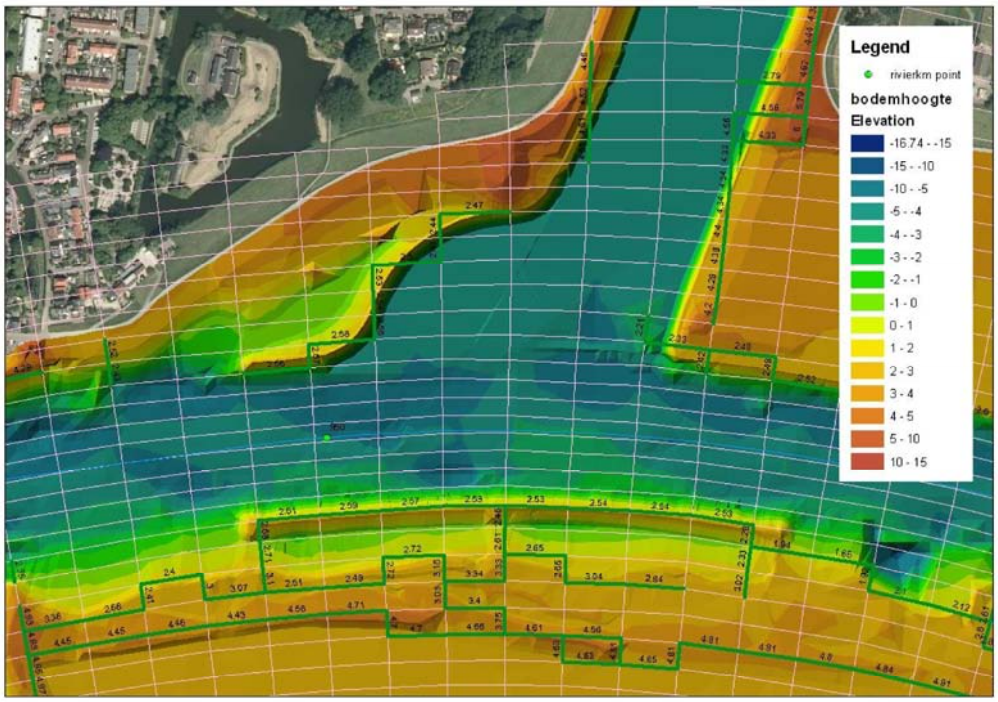
- de kruinlijn is geschematiseerd als hoogteverschillijn (wordt overlaat en komt in hoogtemodel)
- de bovenkant van het talud (grofweg 2m breed) is geschematiseerd als breuklijn
- de onderkant van het talud is geschematiseerd als breuklijn op ongeveer 15 meter loodrecht uit de kruin. De hoogte aan de rivierzijde volgt uit multibeampeilingen van 2007 (ontvangen van Deltares), de hoogte aan de uiterwaardezijde uit het bodemhoogtemodel in de PKB database.
- De geleidedam heeft als ruwheidscode 58 gekregen, wat staat voor "steenbekleding" met een ruwheidshoogte van k=0.3m. NOOT: deze moet wellicht nog in de d3d ruwheidsfile worden opgenomen).

Resultaat op Baseline niveau

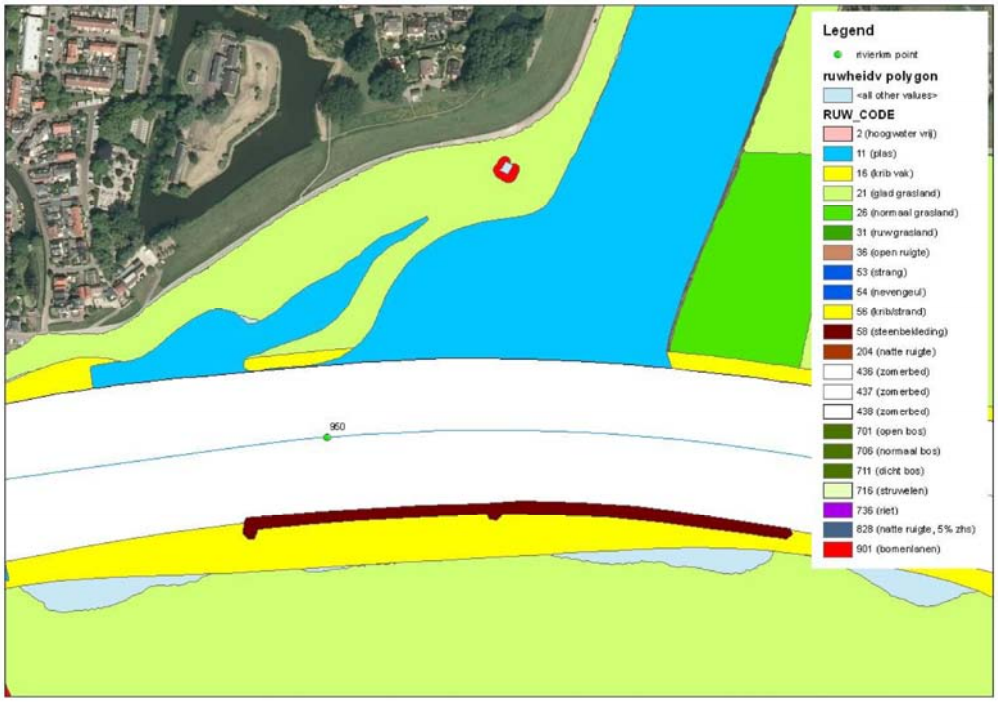
Figuur 2 geeft de bodemligging na verwerking van beide maatregelen in de Baseline database. Figuur 3 geeft ook de overlaten, die met de hoogte, zoals die wordt geprojecteerd op het "nr2" Delft3D grid. De bodemschematisatie en overlatenschematisatie lijken de werkelijkheid goed te representeren. Figuur 4 geeft de ruwheidsvlakken na verwerking van de maatregel. Let er op dat de geleidedam ruwheid steenbekleding heeft gekregen, maar de dam bij de bochtafsnijding niet (omdat dit is overgenomen uit de ontvangen Baseline maatregel van RWS-ON).



Figuur 2: Bodemligging na verwerking maatregelen



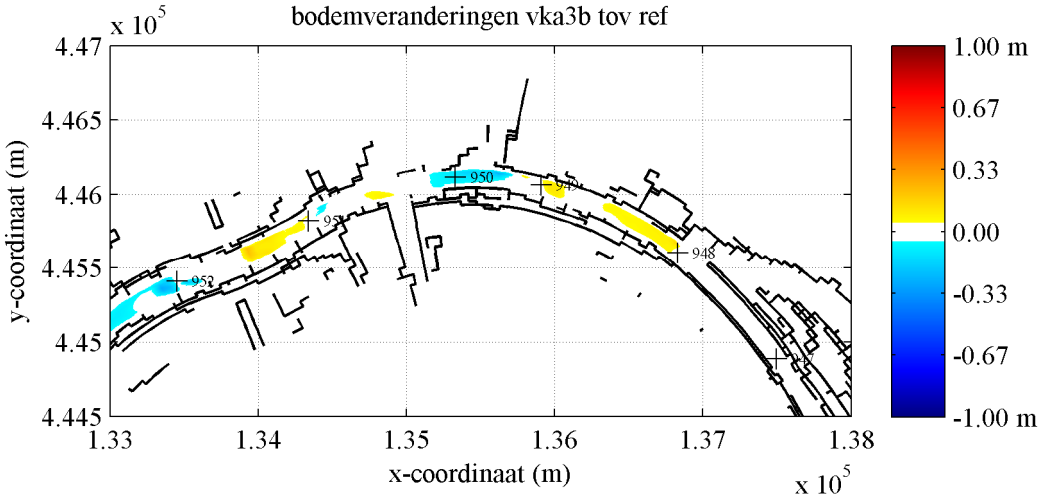
Figuur 3: Bodemligging en overlaten, met kruinhoogte, na verwerking maatregelen. De dunne lijnen representeren het nr2 grid (delft3d rooster).

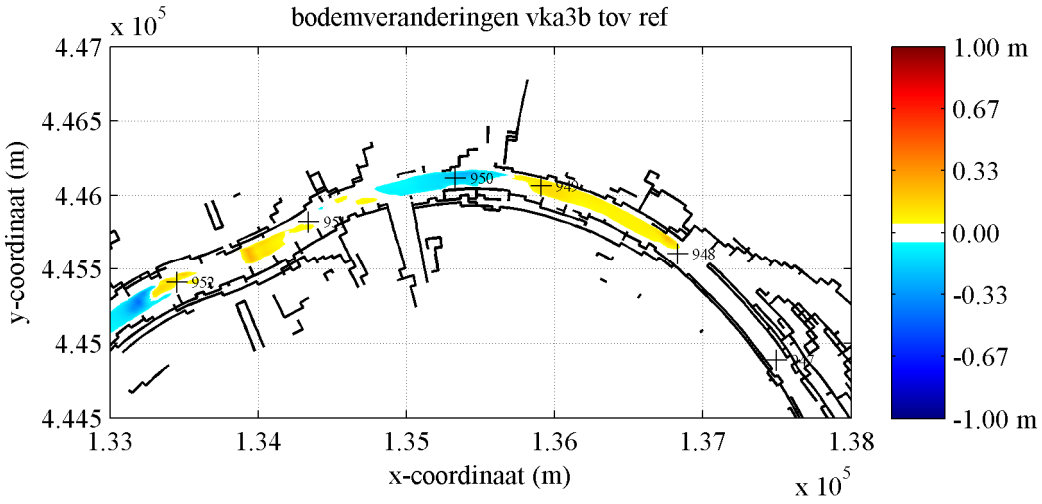


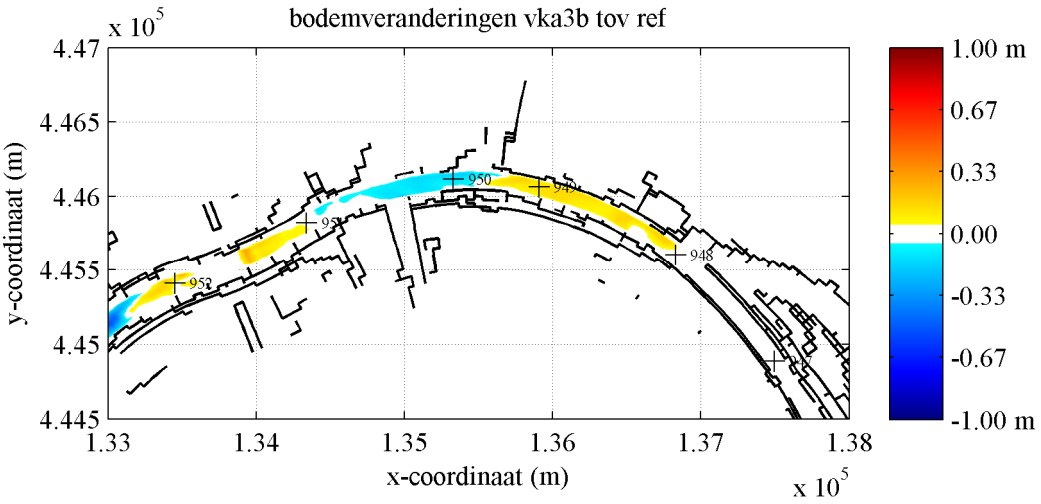
Figuur 4: Ruwheidsvlakken na verwerking maatregelen

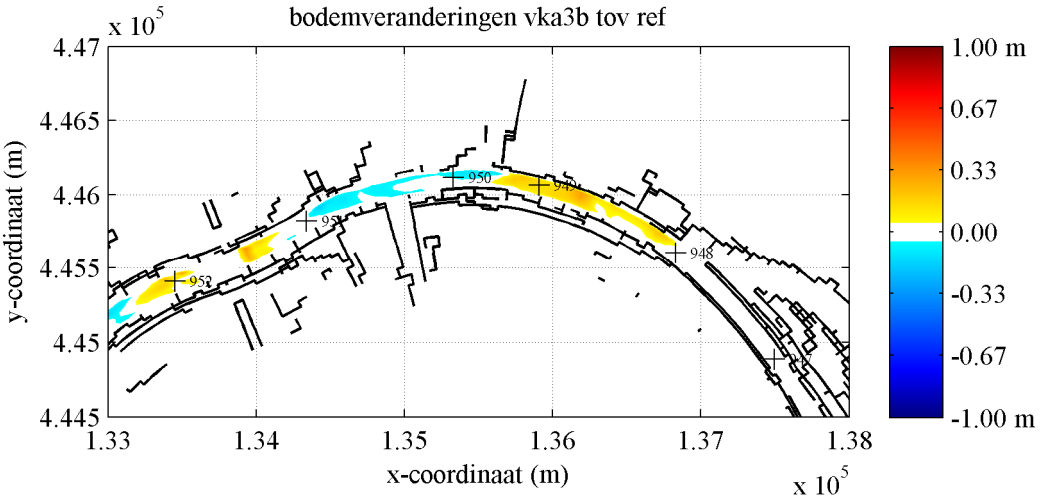
C Verschil in bodemligging in achtereenvolgende jaren

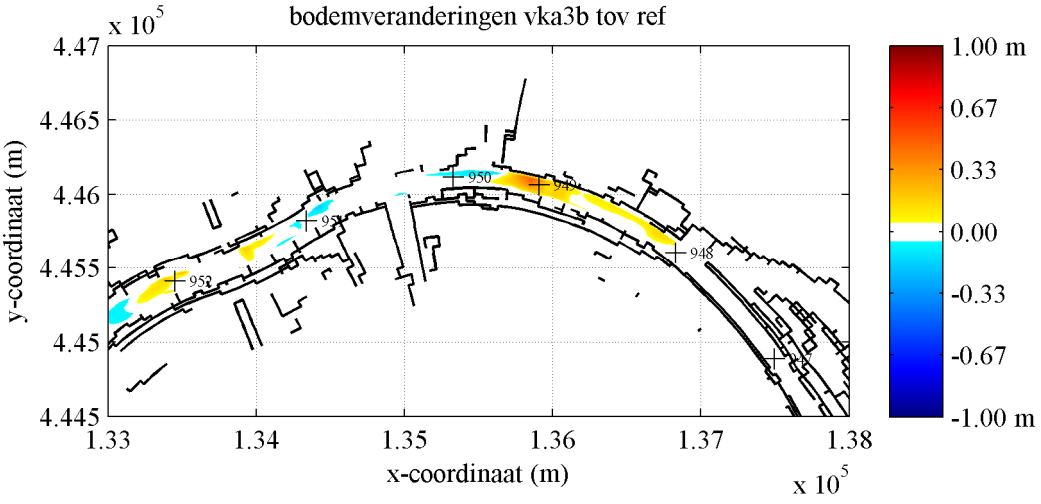
Voor jaar 1 t/m 40 worden hieronder de verschillen in bodemligging getoond na het hoogwater voor de simulaties zonder vaargeulbeheer.

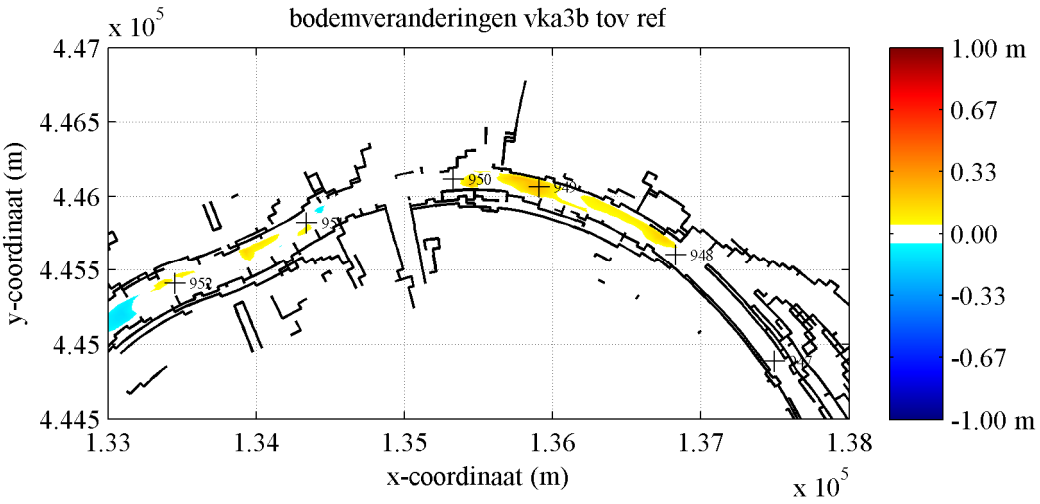


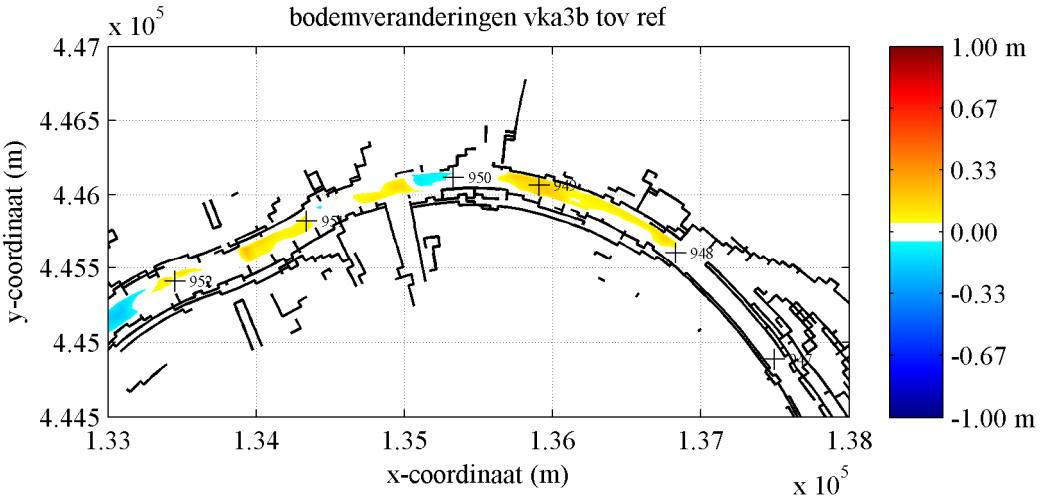


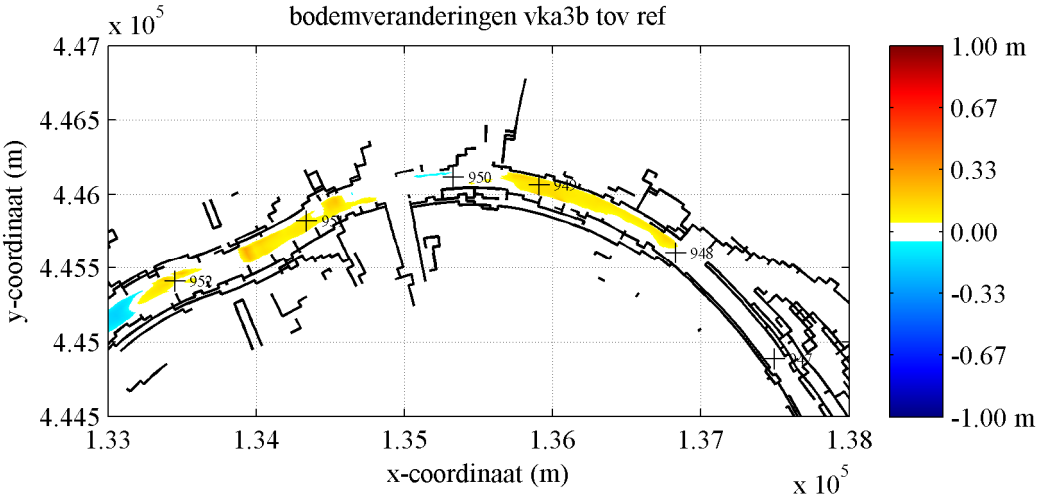

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

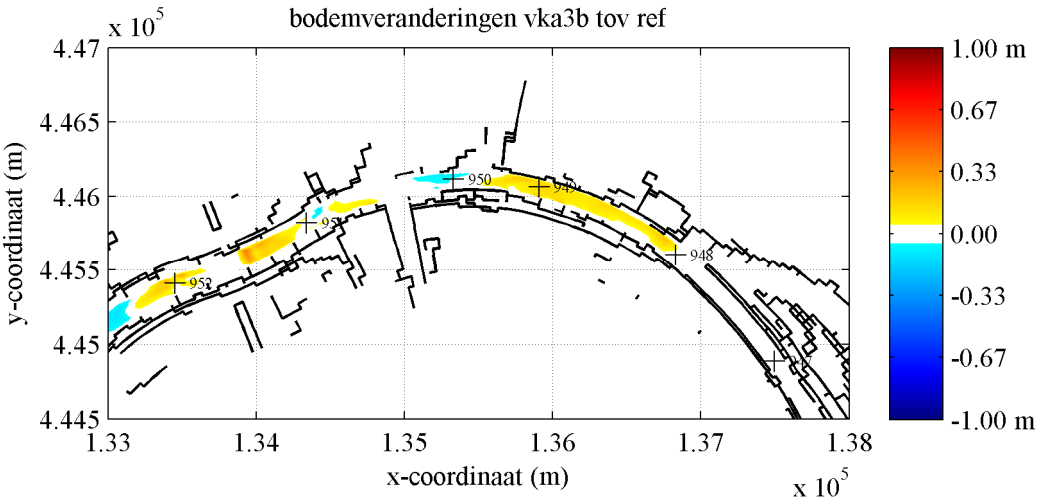

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

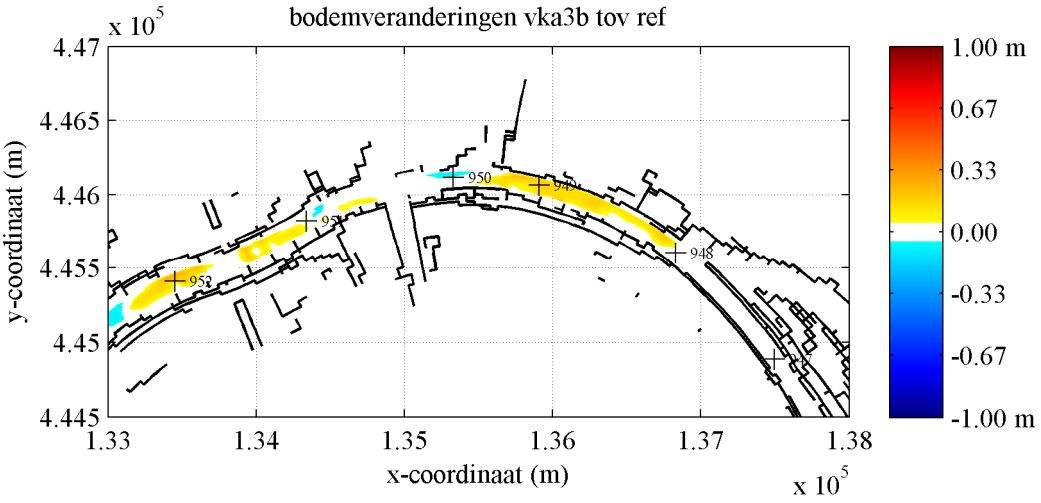

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

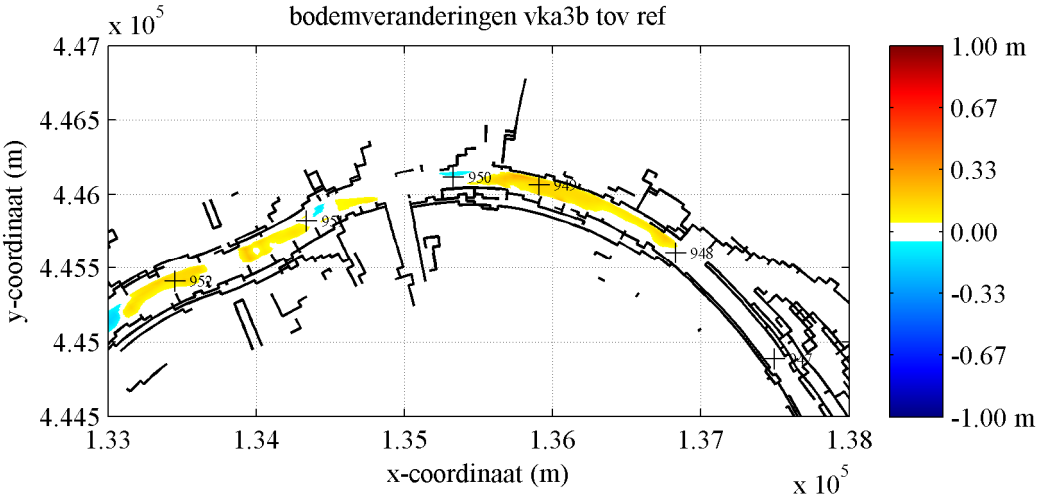

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

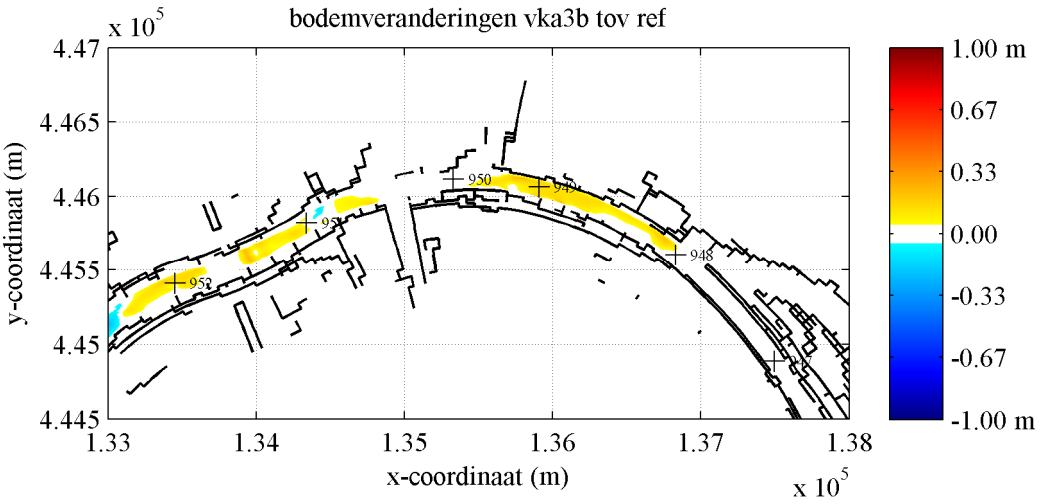

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

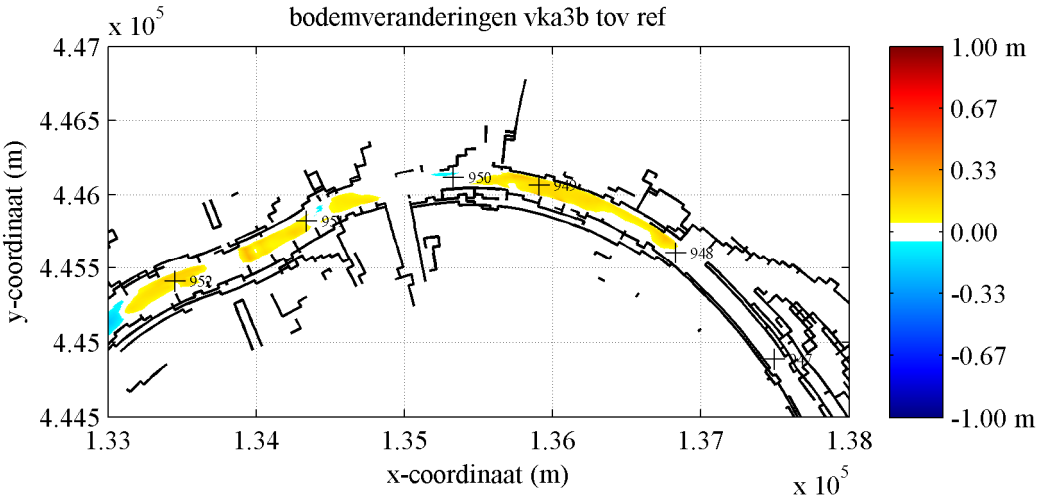

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

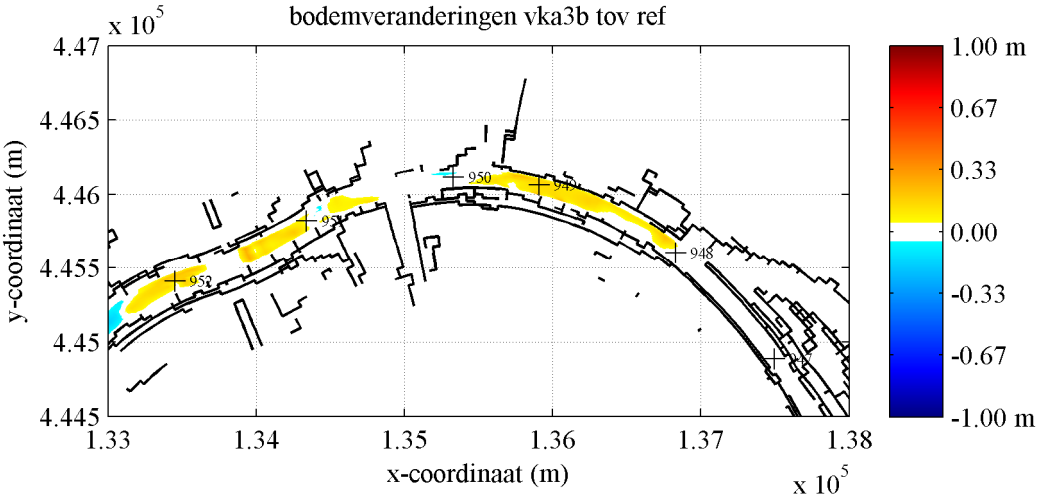

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

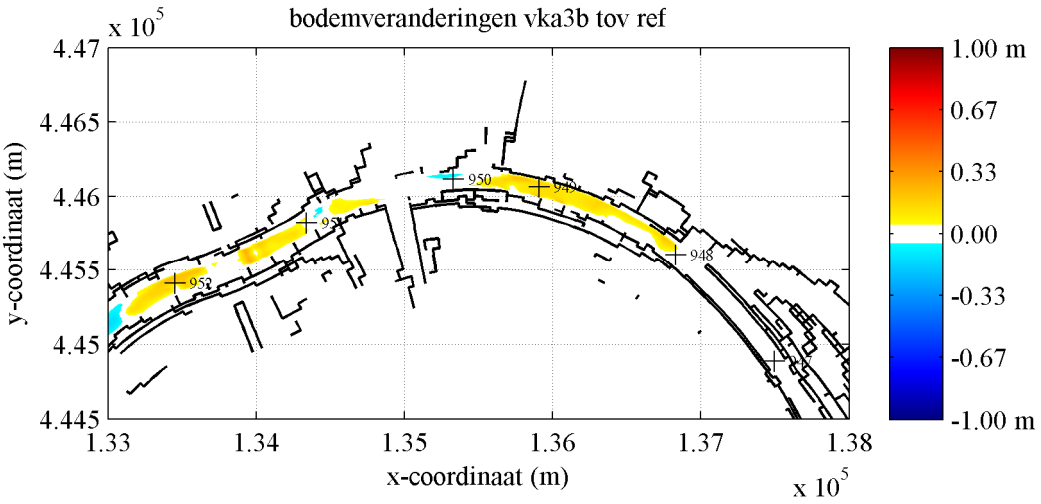

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

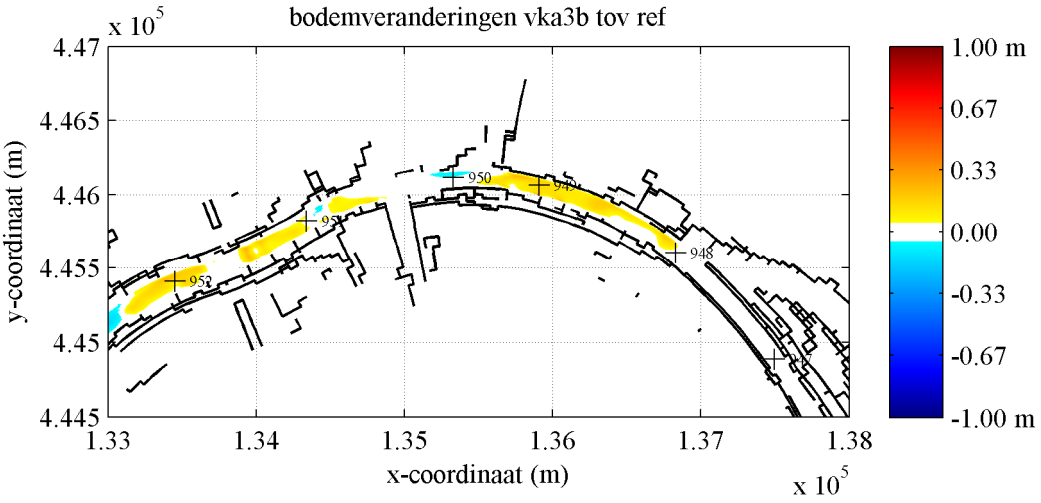

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

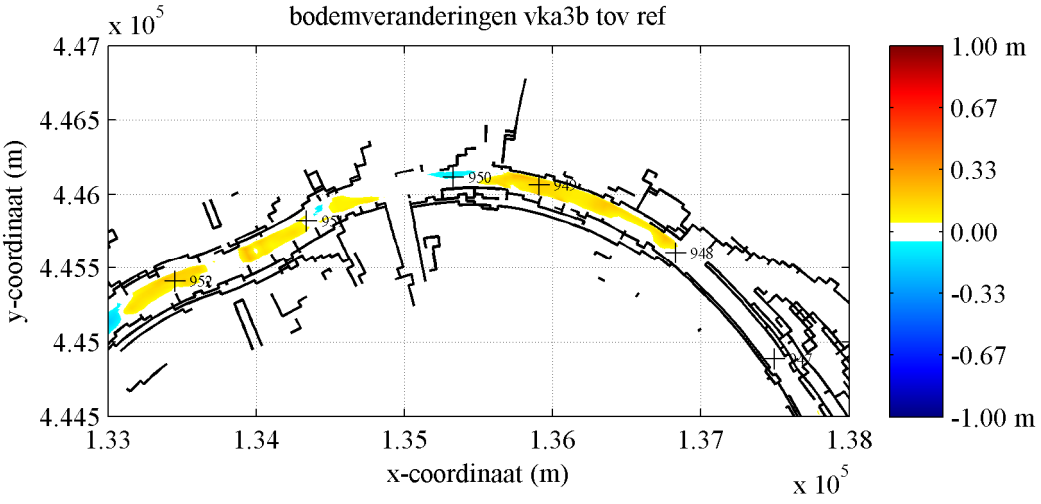

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

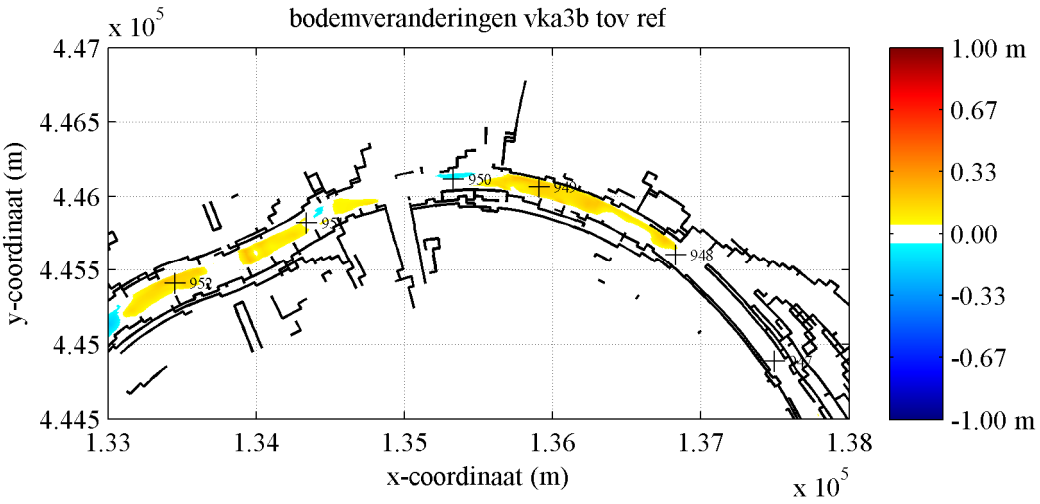

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

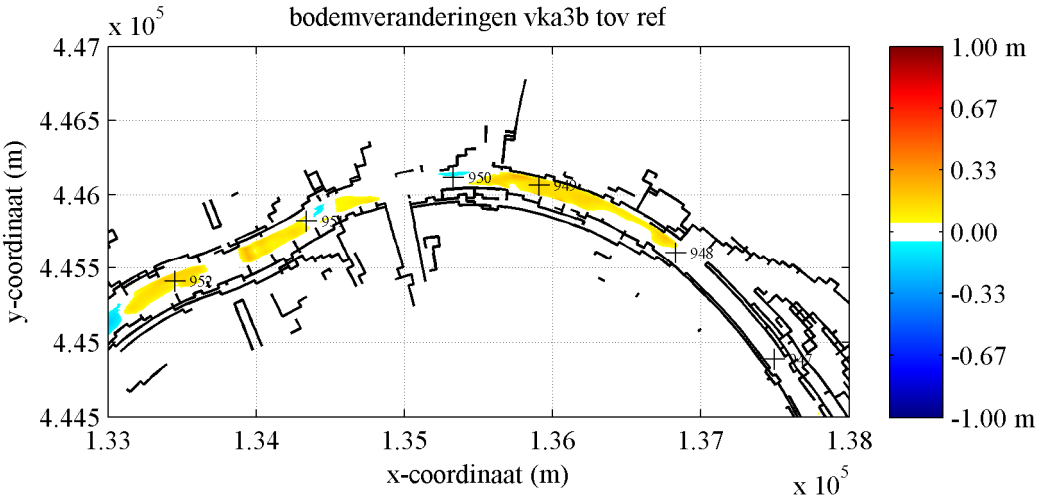

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

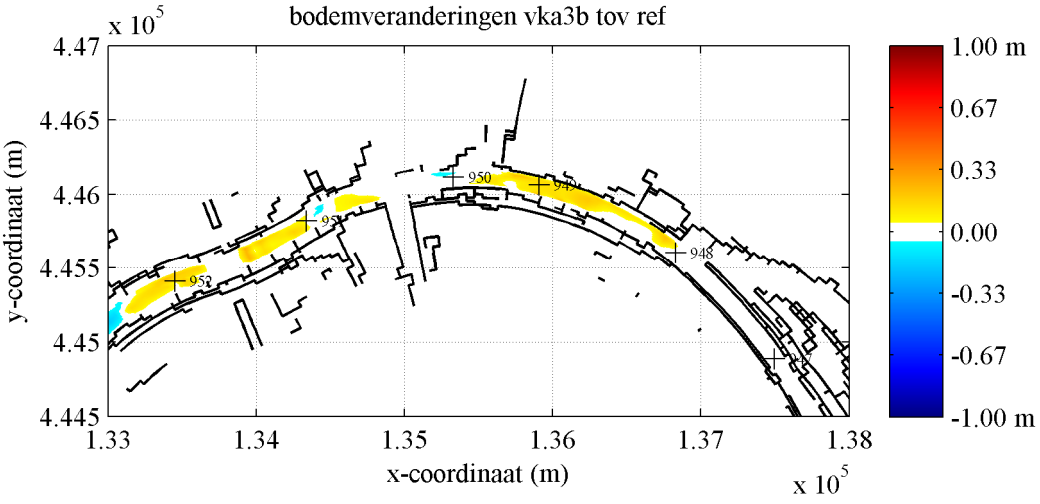

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

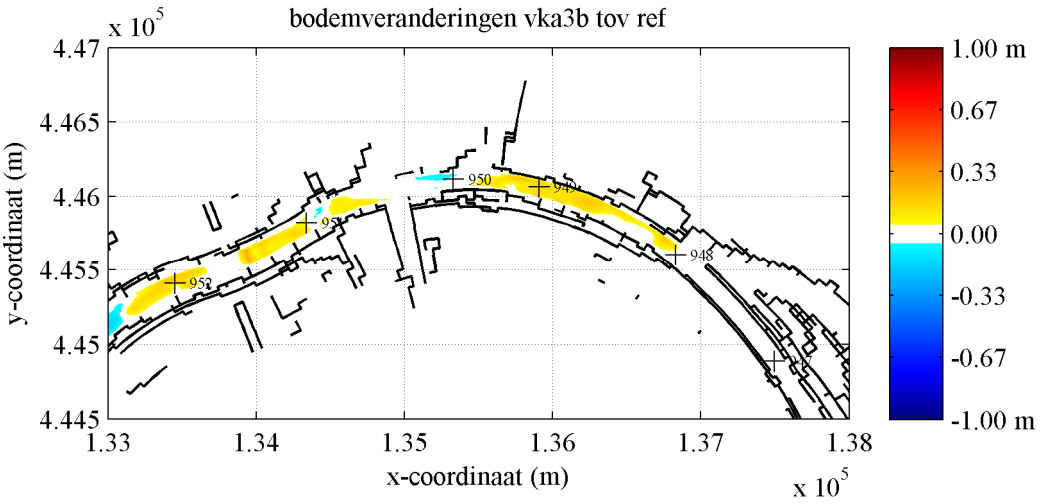

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

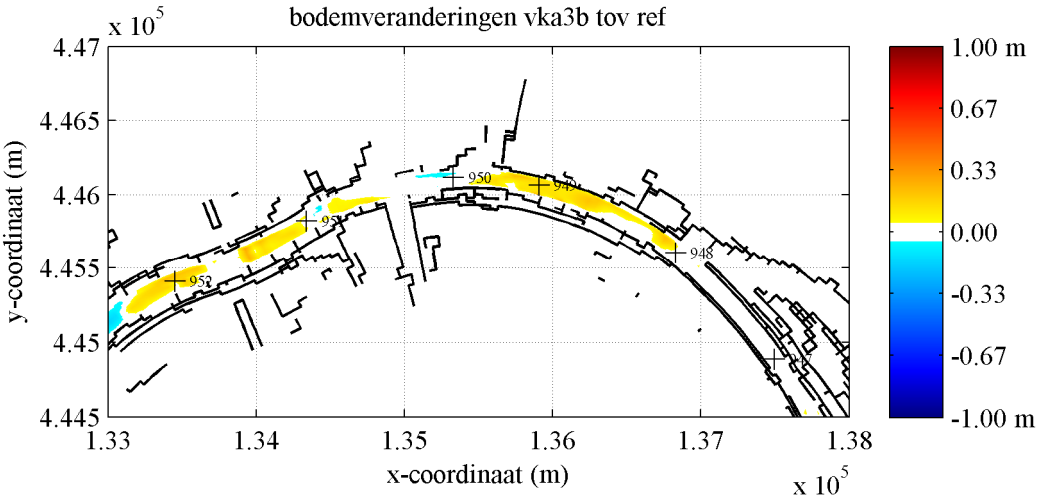

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

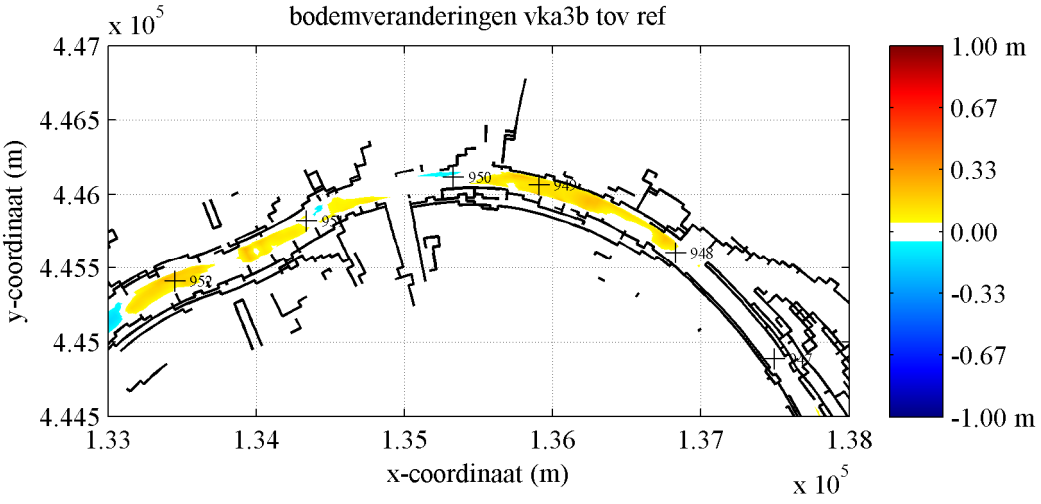

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

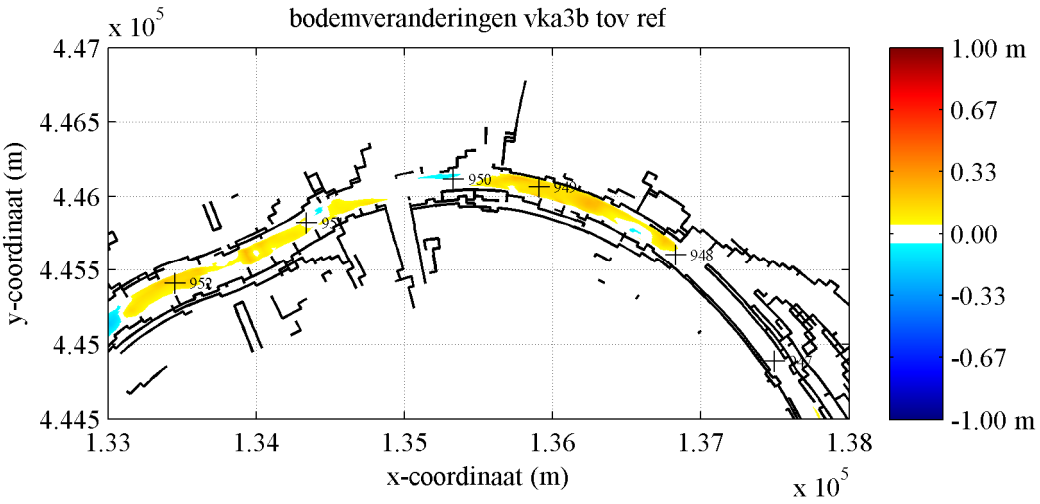

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

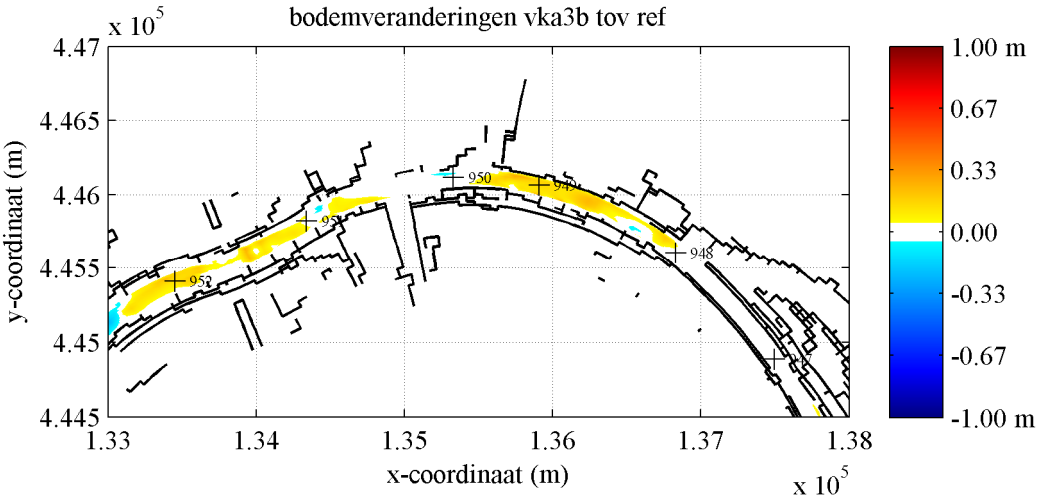

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

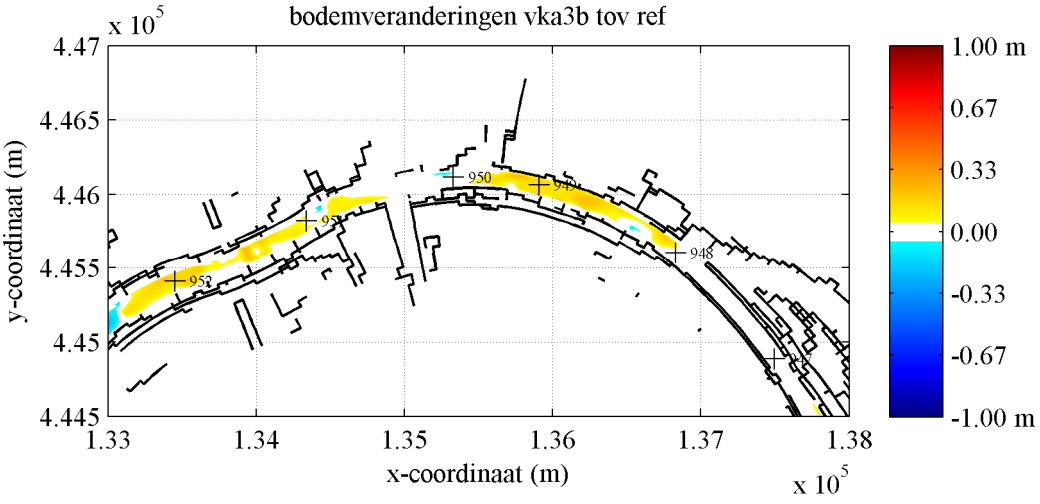

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

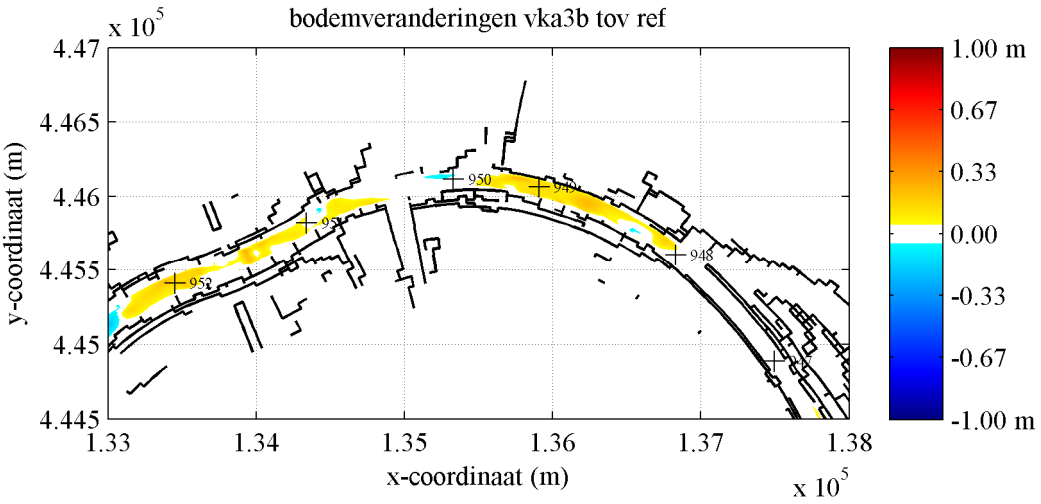

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

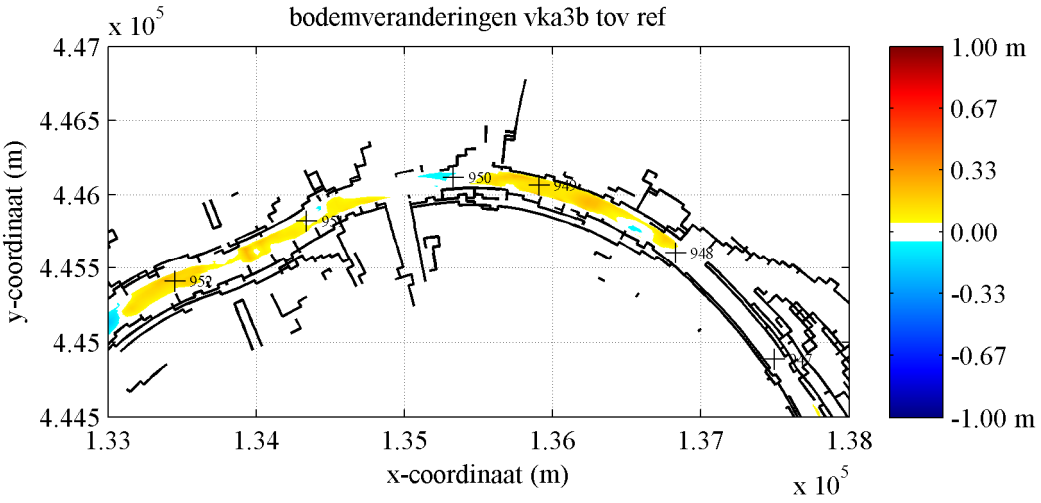

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

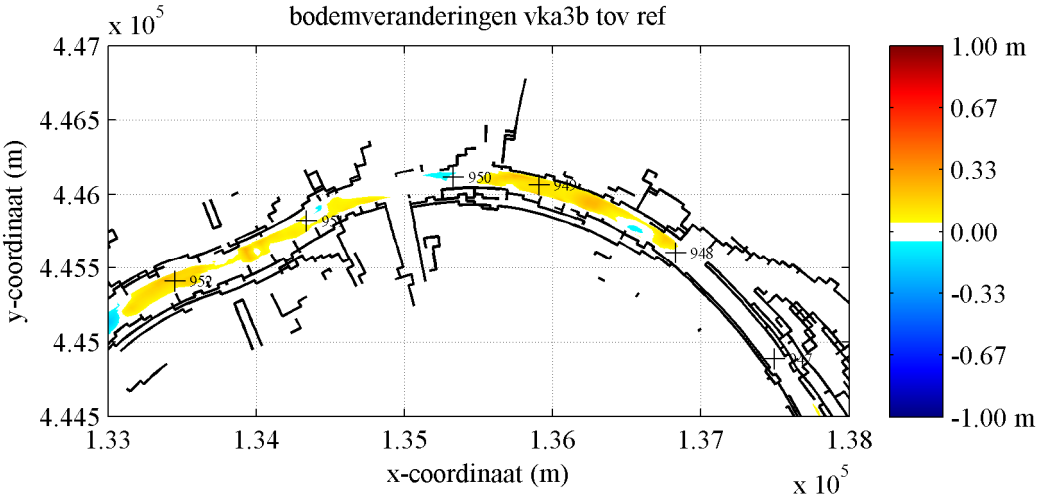

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

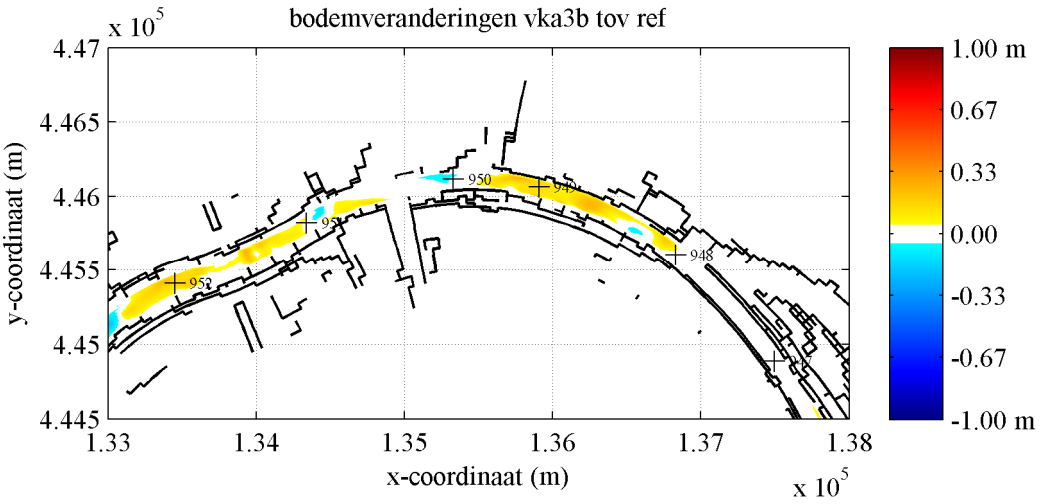

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

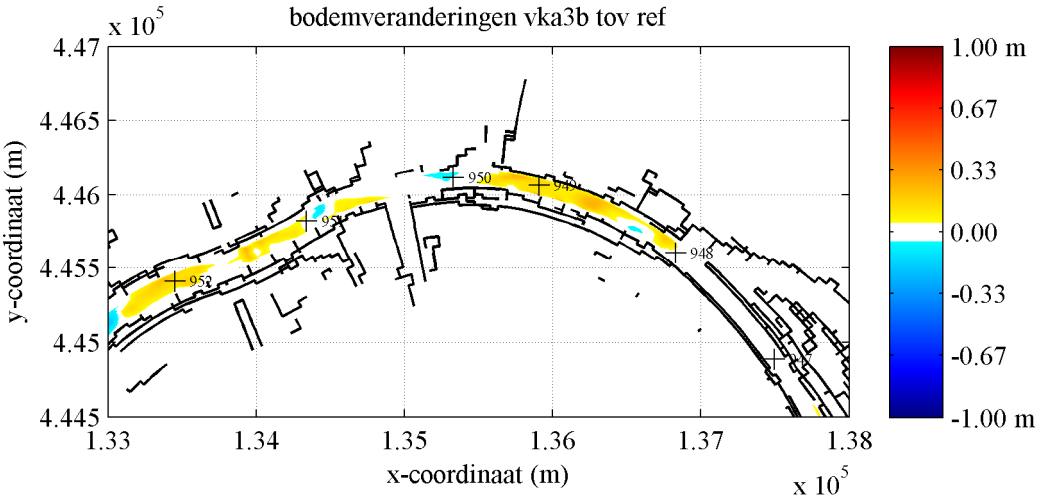

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

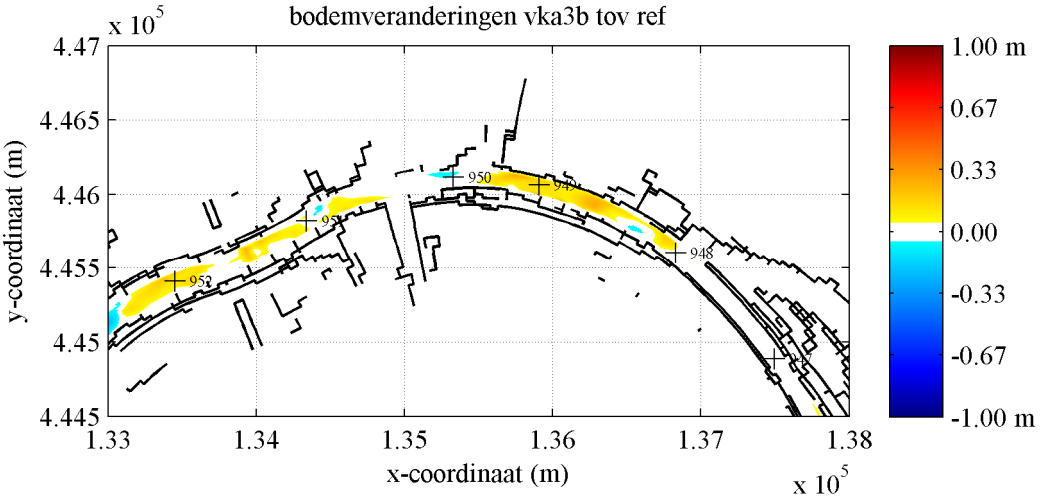

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
952
948
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

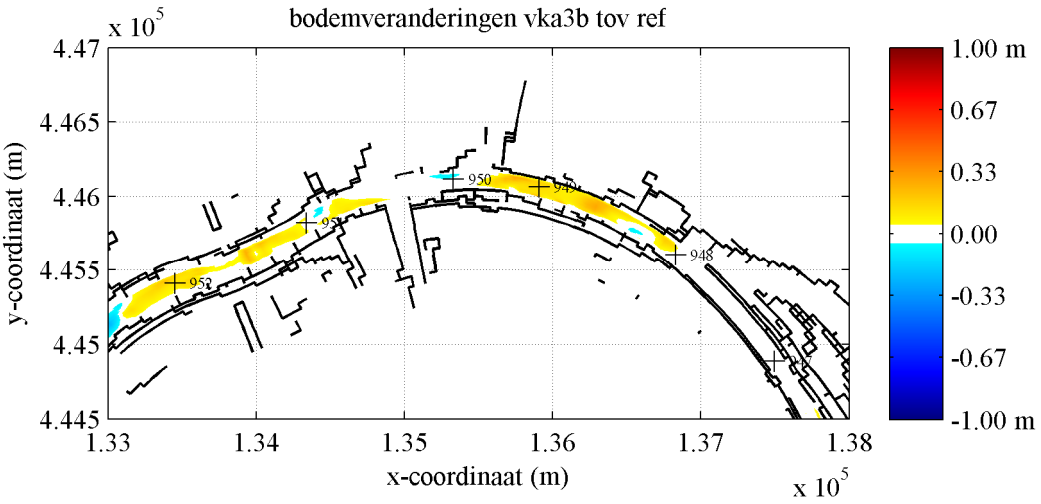

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
952
948
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

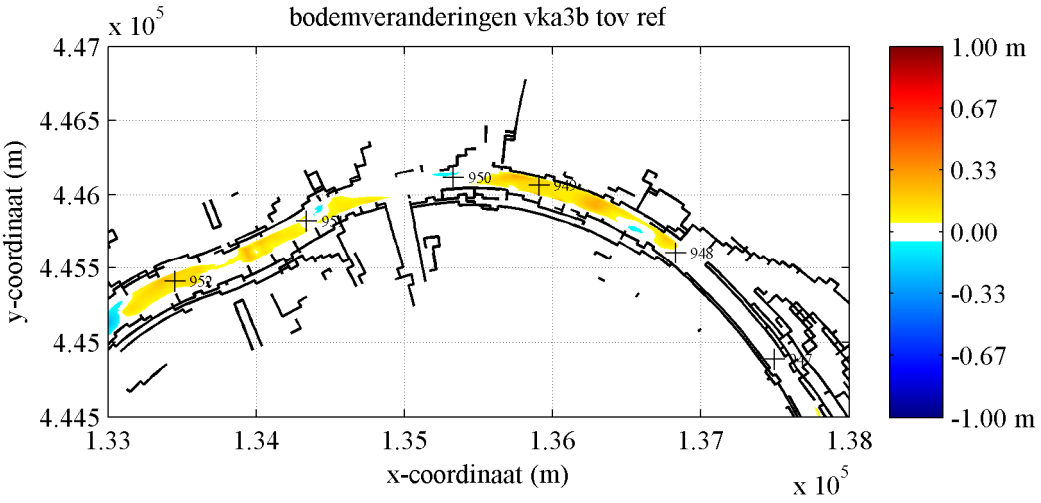

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
952
948
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

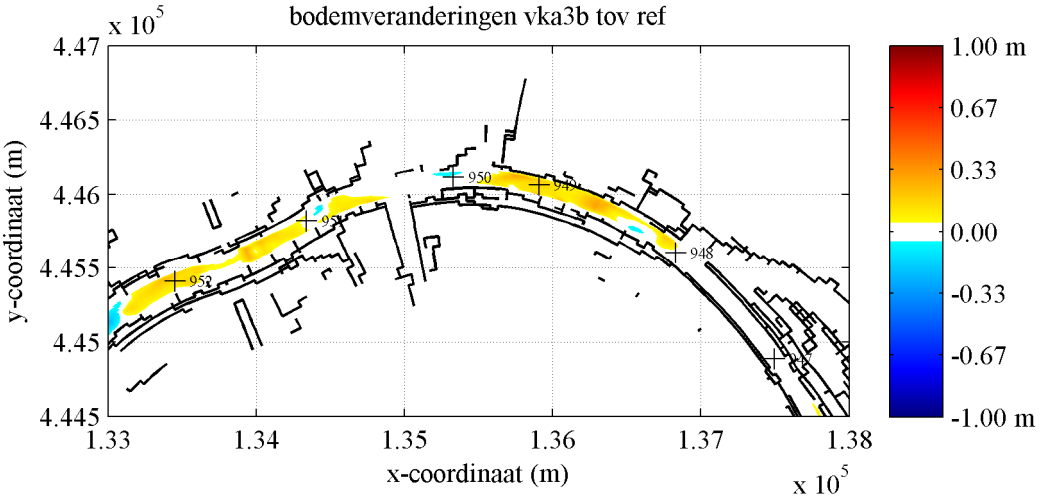

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

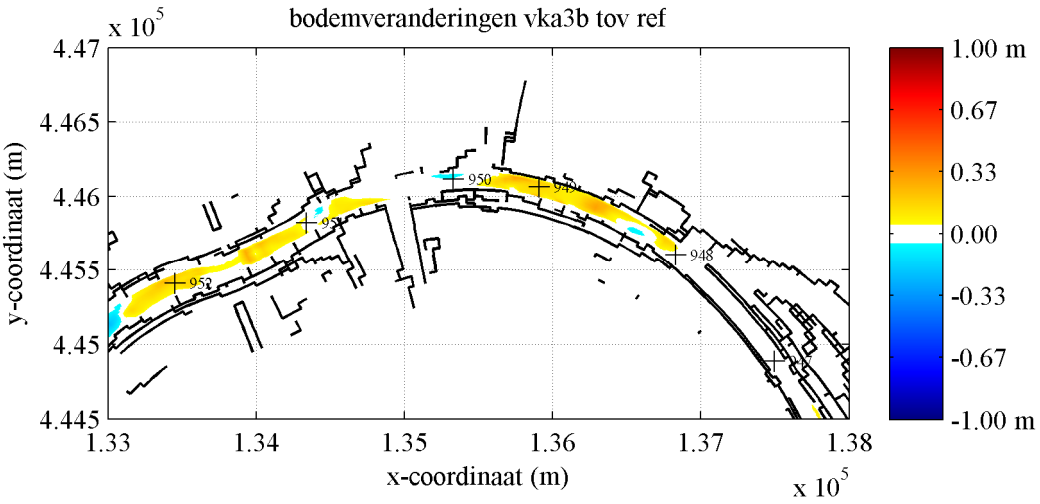

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

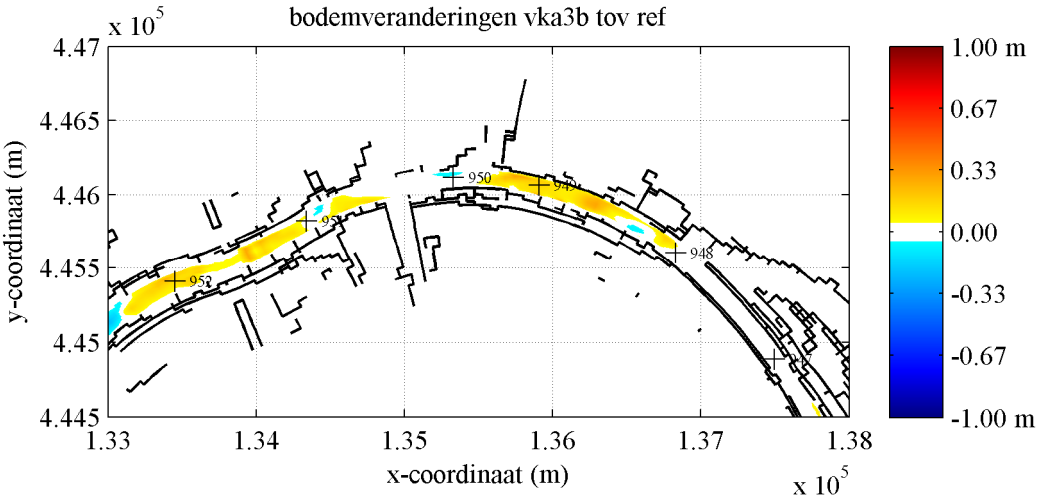

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

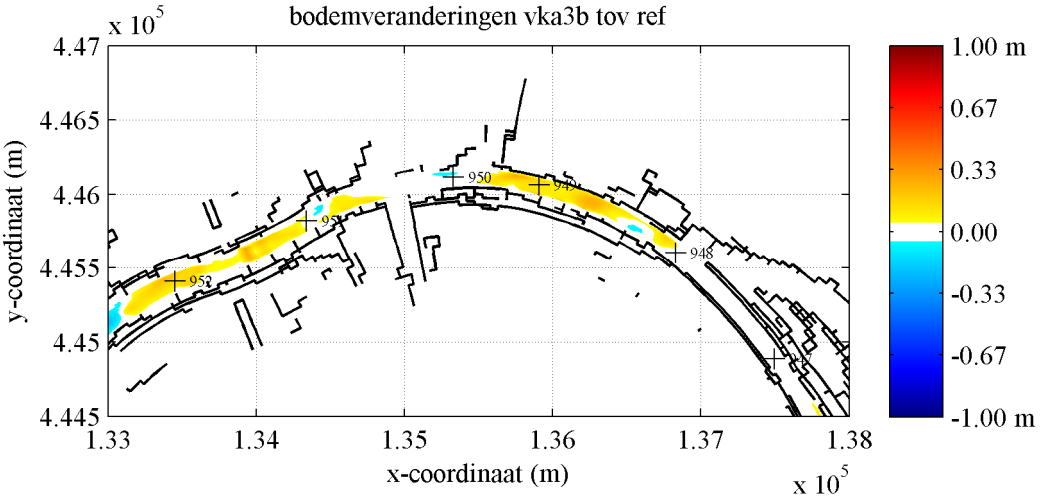

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

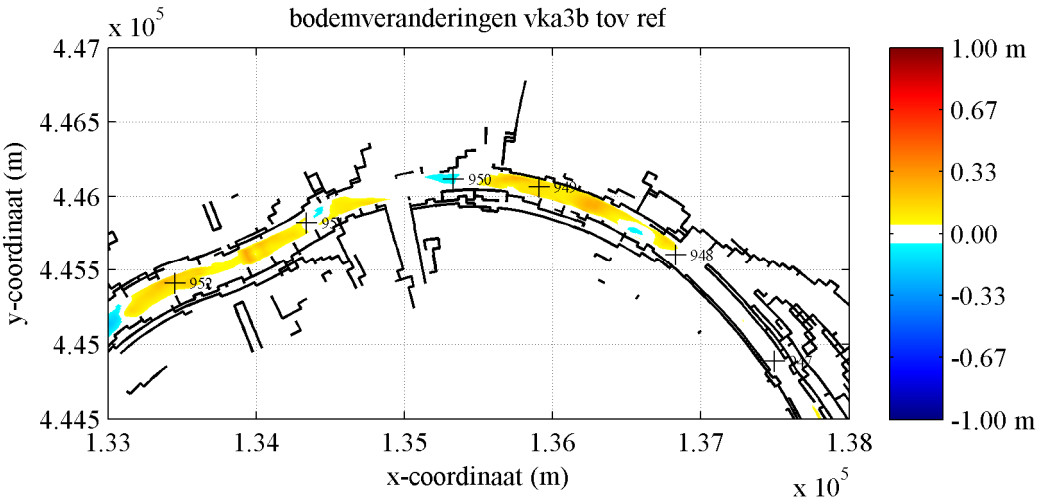

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

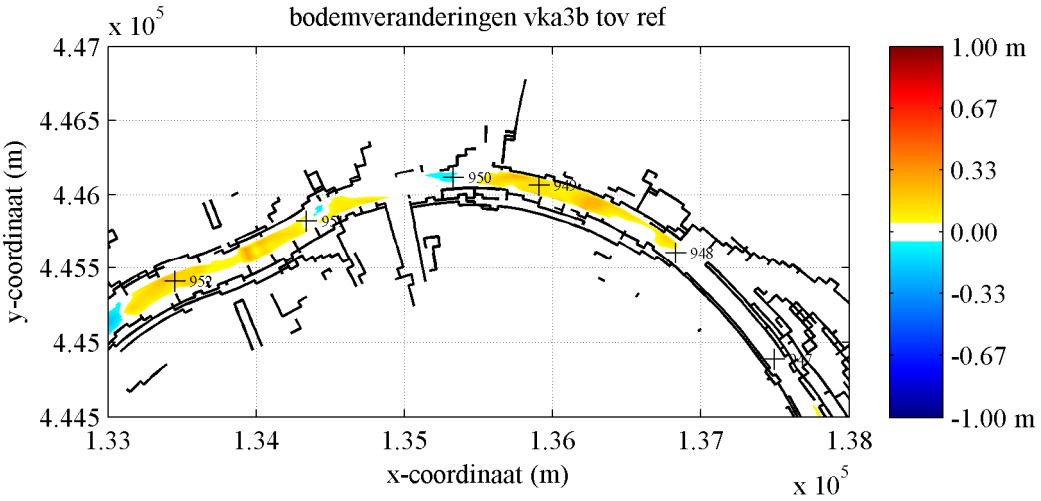

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
949
951
948
953
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m


bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

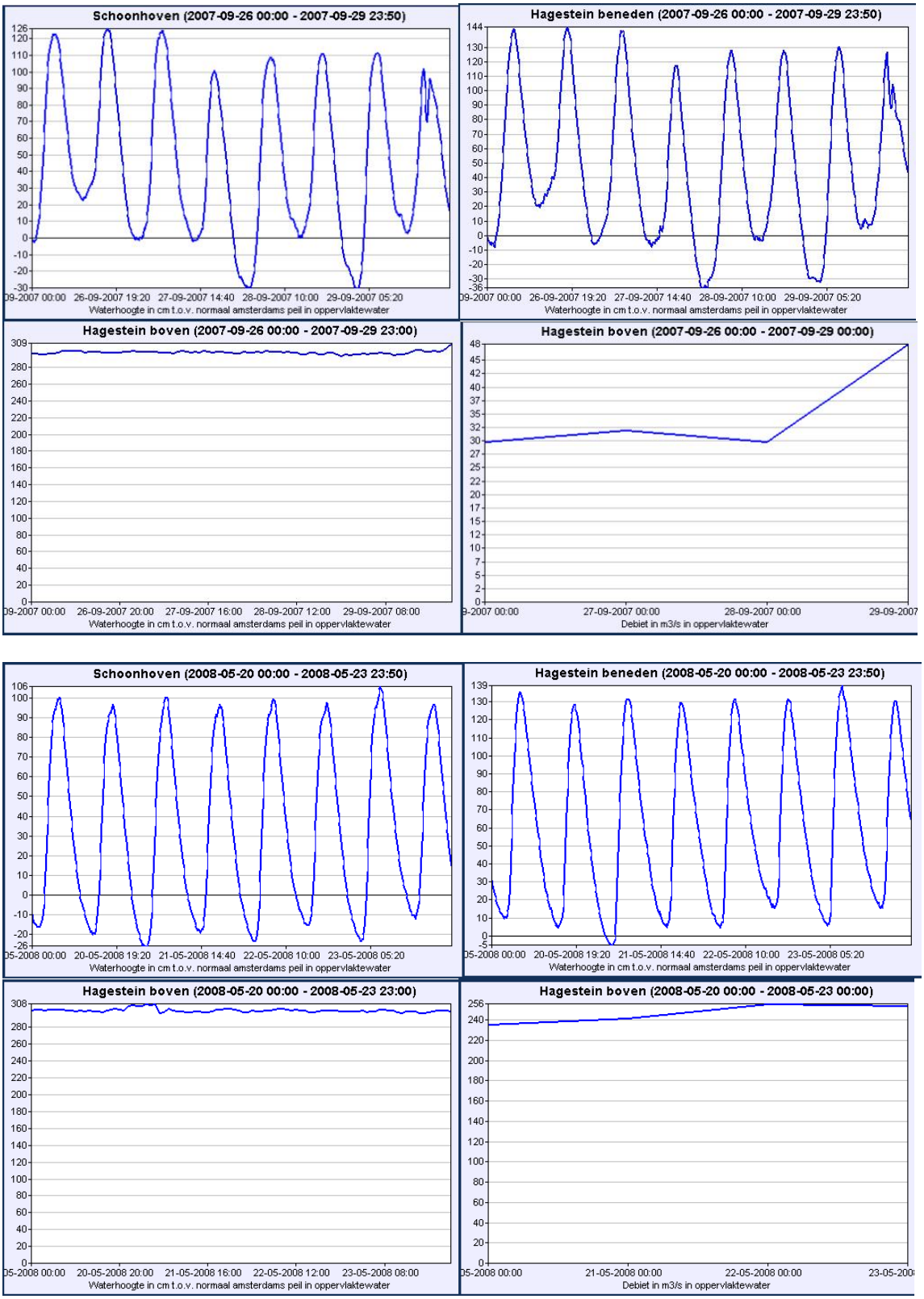

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

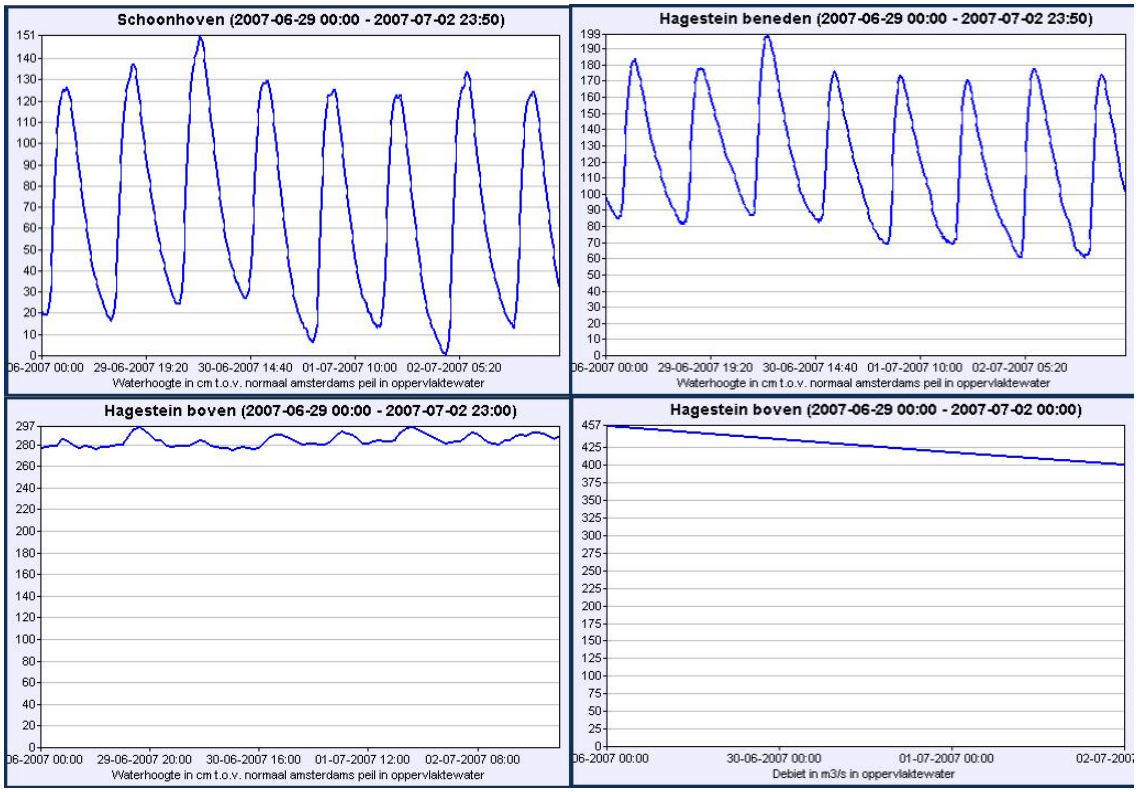

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

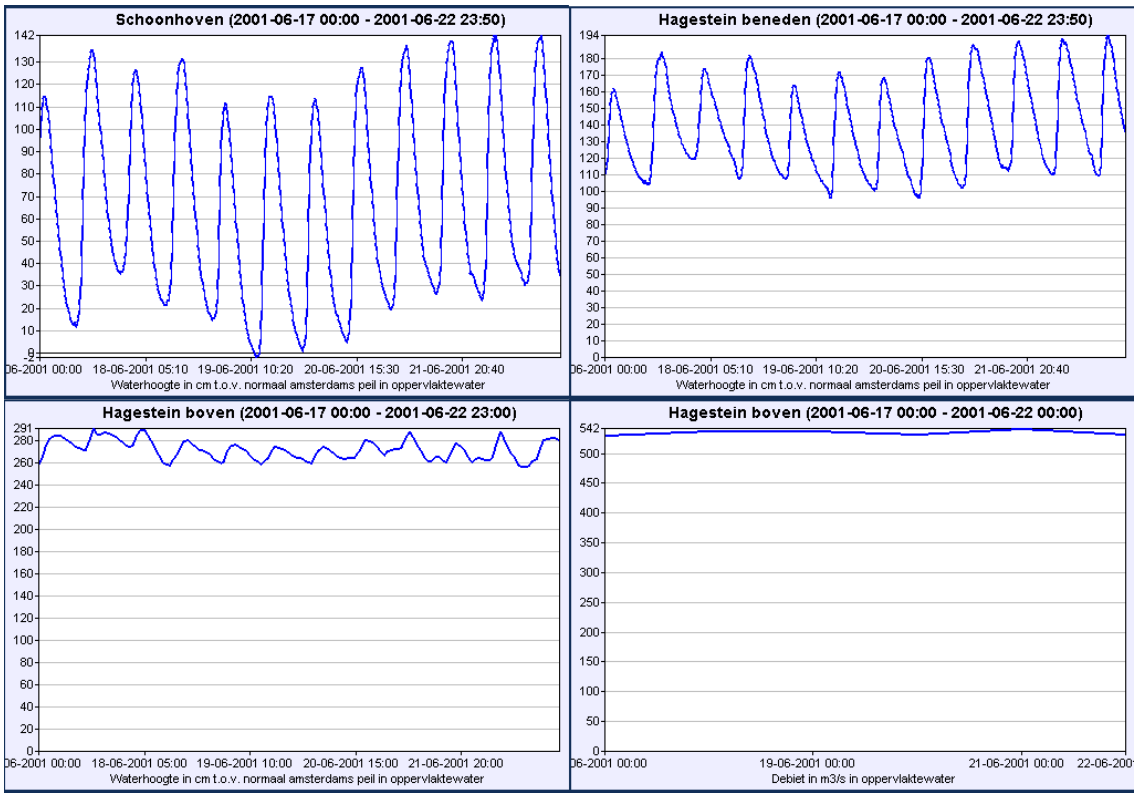

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

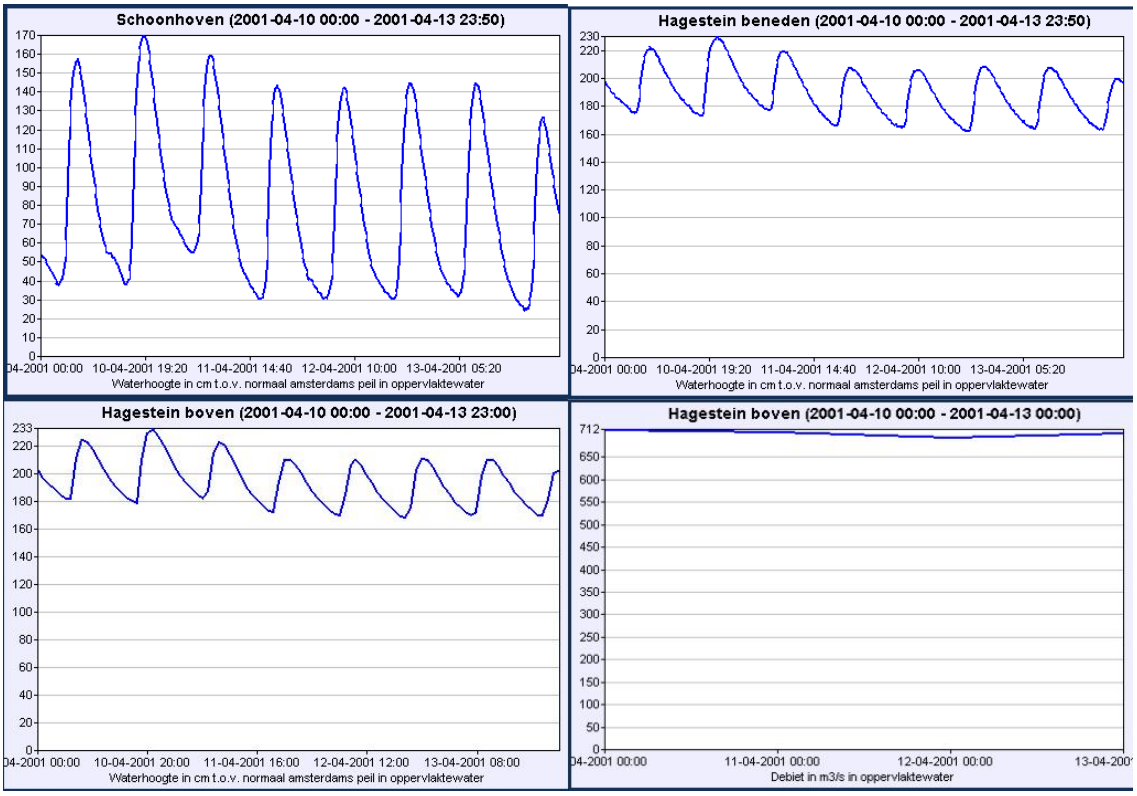

bodemveranderingen vka3b tov ref
x 10^5
4.47
4.465
4.46
4.455
4.45
4.445
y-coordinaat (m)
1.33
1.34
1.35
1.36
1.37
1.38
x-coordinaat (m)
x 10^5
950
948
952
1.00 m
0.67
0.33
0.00
-0.33
-0.67
-1.00 m

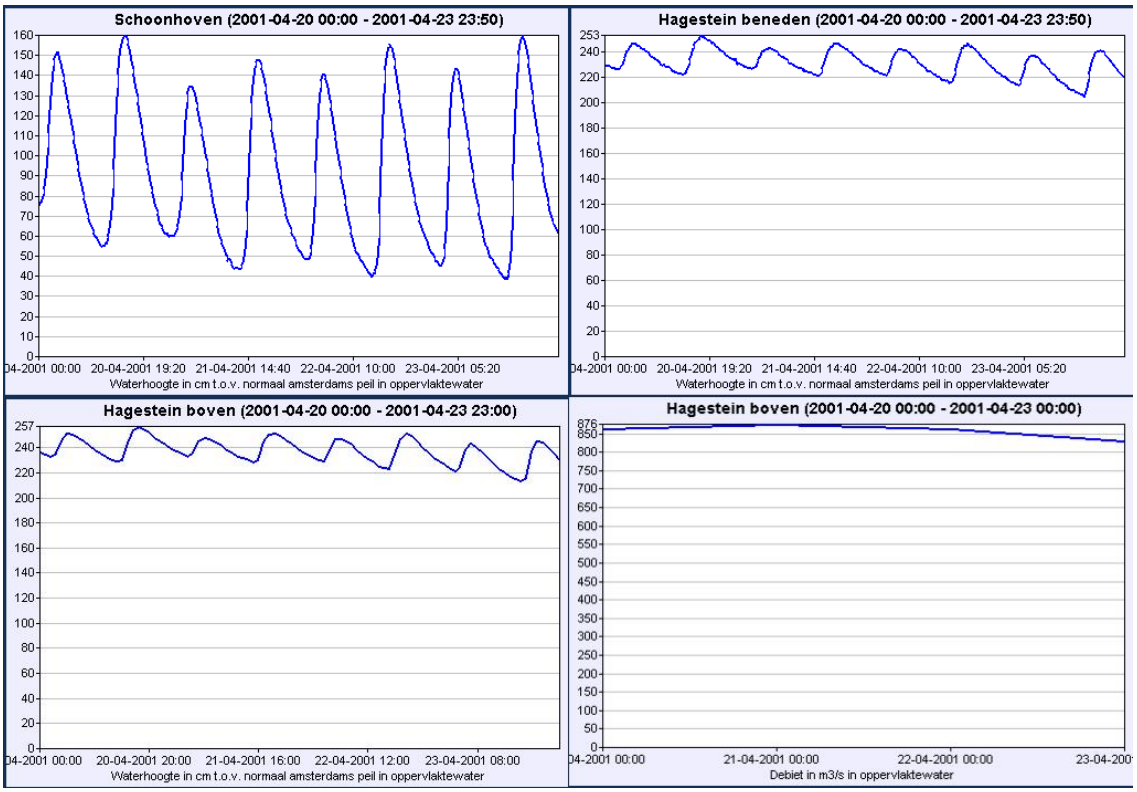
D Gemeten waterstanden bij Schoonhoven en Hagestein

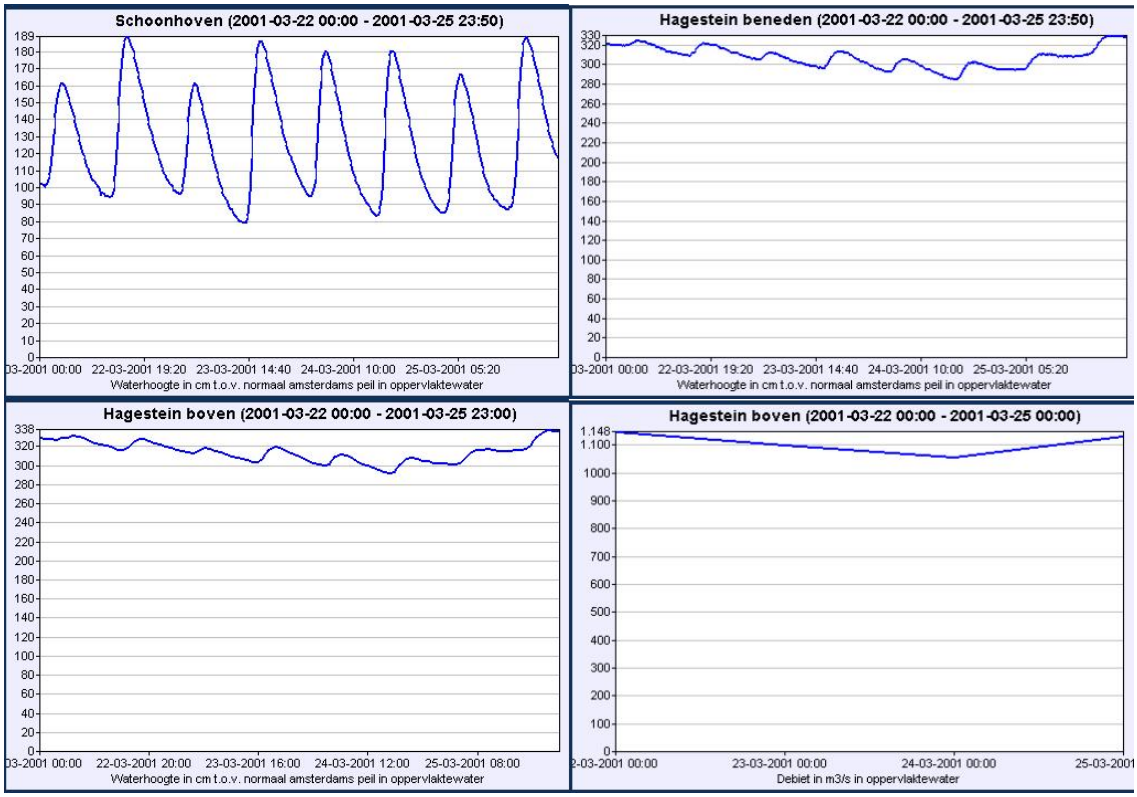


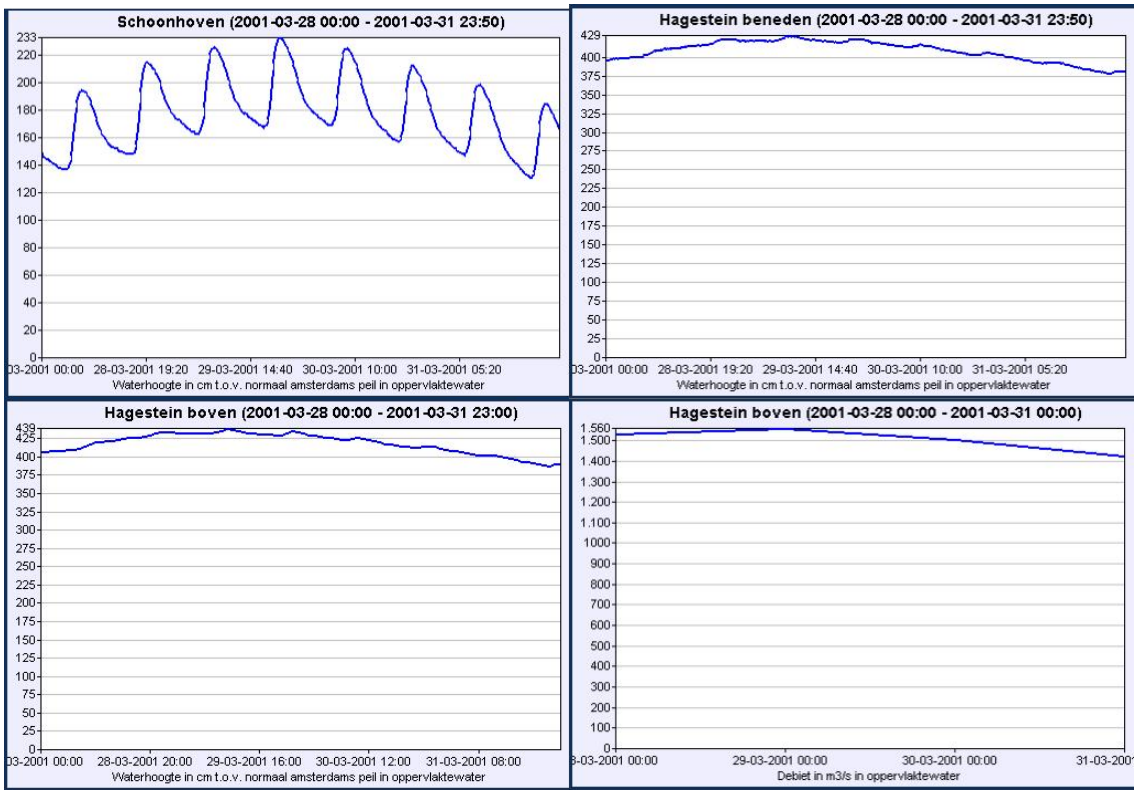

Schoonhoven (2007-06-29 00:00 - 2007-07-02 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2007-06-29 00:00 - 2007-07-02 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2007-06-29 00:00 - 2007-07-02 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2007-06-29 00:00 - 2007-07-02 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater


Schoonhoven (2001-06-17 00:00 - 2001-06-22 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2001-06-17 00:00 - 2001-06-22 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-06-17 00:00 - 2001-06-22 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-06-17 00:00 - 2001-06-22 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater


Schoonhoven (2001-04-10 00:00 - 2001-04-13 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2001-04-10 00:00 - 2001-04-13 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-04-10 00:00 - 2001-04-13 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-04-10 00:00 - 2001-04-13 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater


Schoonhoven (2001-04-20 00:00 - 2001-04-23 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2001-04-20 00:00 - 2001-04-23 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-04-20 00:00 - 2001-04-23 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-04-20 00:00 - 2001-04-23 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater


Schoonhoven (2001-03-22 00:00 - 2001-03-25 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2001-03-22 00:00 - 2001-03-25 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-03-22 00:00 - 2001-03-25 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-03-22 00:00 - 2001-03-25 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater


Schoonhoven (2001-03-28 00:00 - 2001-03-31 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein beneden (2001-03-28 00:00 - 2001-03-31 23:50)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-03-28 00:00 - 2001-03-31 23:00)
Waterhoogte in cm t.o.v. normaal amsterdams peil in oppervlaktewater
Hagestein boven (2001-03-28 00:00 - 2001-03-31 00:00)
Debiet in m3/s in oppervlaktewater

E Snip3 producten

5.6.1 Uitgangspunten morfologie

De gehanteerde uitgangspunten staan genoemd in paragraaf 3.2.

5.6.2 Eventueel additioneel onderzoek

Met behulp van het huidige modelinstrumentarium is het niet mogelijk om nauwkeuriger voorspellingen te doen van baggerbezwaar op specifieke locaties dan nu is gepresenteerd.

5.6.3 Gedetailleerde effectenbepaling van projectontwerp

Effectbepaling is uitgevoerd door middel van modelberekeningen (hoofdstuk 3) en deskundigenoordeel (hoofdstuk 4).

5.6.4 Modelberekeningen

Modelberekeningen zijn in detail besproken in hoofdstuk 3.

5.6.5 Beschouwing van de verwerking van de optimalisatiemogelijkheden

Resultaten van het eerdere ontwerp VKA1 staan beschreven in bijlage A. Optimalisatie heeft hierna plaatsgevonden, wat heeft geresulteerd in het ontwerp VKA3b. Laatstgenoemde ontwerp is in deze rapportage geanalyseerd. In paragraaf 2.2 is aangegeven welke verschillen er zijn tussen het VKA1 en het VKA3b. Figuur 3.1 illustreert de verschillen in morfologisch effect tussen het VKA1 en VKA3b.

Bijlage 28: Betrekkingslijnen Lek (2010)

In de rivierkundige effectbeoordeling is gebruik gemaakt van informatie uit betrekkingslijnen en overschrijdingsfrequenties, die zijn toegeleverd door Rijkswaterstaat in 2008. Inmiddels zijn ook de betrekkingslijnen voor 2010 vrijgegeven door RWS-ON. Deze bijlage geeft, ter informatie, deze betrekkingslijnen in tabelvorm (Tabel 10-4) voor een aantal geselecteerde herhalingstijden.

Water-stand Lobith [m+NAP]	13,77	14,51	14,87	15,09	15,26	15,72	16,26	16,57	16,87	17,23	17,49	17,73	Toetspeil HR 2006
Bovenrijnafvoer [m3/s]	6145	7194	7807	8242	8580	9628	11014	11897	12780	13947	14829	15712	16000
herh, tijd*	1	2	3	4	5	10	25	50	100	250	500	1000	1250
km-raai	waterstand in m+NAP op km-raai												
940	3,88	4,43	4,72	4,90	5,04	5,42	5,88	6,15	6,40	6,70	6,92	7,10	7,20
941	3,77	4,34	4,62	4,80	4,94	5,36	5,82	6,10	6,36	6,65	6,86	7,03	7,10
942	3,67	4,25	4,54	4,72	4,86	5,29	5,76	6,03	6,29	6,58	6,79	6,96	7,10
943	3,55	4,13	4,42	4,60	4,75	5,19	5,66	5,93	6,20	6,48	6,69	6,86	7,00
944	3,41	4,00	4,29	4,48	4,62	5,07	5,55	5,83	6,09	6,38	6,58	6,75	6,90
945	3,30	3,88	4,17	4,36	4,51	4,94	5,44	5,70	5,97	6,25	6,46	6,62	6,70
946	3,17	3,74	4,03	4,22	4,37	4,80	5,30	5,58	5,86	6,17	6,39	6,55	6,70
946,64	3,09	3,64	3,94	4,13	4,28	4,69	5,20	5,49	5,77	6,09	6,31	6,49	
947	3,03	3,56	3,85	4,03	4,17	4,57	5,07	5,35	5,63	5,96	6,20	6,40	6,50
947,11	3,02	3,55	3,84	4,02	4,16	4,57	5,07	5,36	5,64	5,97	6,21	6,41	
948	2,94	3,47	3,76	3,94	4,08	4,54	5,04	5,34	5,62	5,95	6,19	6,39	6,50
949	2,83	3,37	3,65	3,83	3,96	4,45	4,95	5,25	5,53	5,86	6,10	6,30	6,40
950	2,78	3,31	3,59	3,76	3,90	4,38	4,87	5,19	5,47	5,80	6,04	6,24	
951	2,69	3,21	3,49	3,66	3,79	4,24	4,72	5,01	5,28	5,61	5,84	6,04	
952	2,60	3,12	3,39	3,56	3,70	4,16	4,64	4,93	5,20	5,52	5,76	5,95	
953	2,52	3,04	3,30	3,47	3,60	4,03	4,51	4,83	5,10	5,44	5,68	5,88	
954	2,46	2,97	3,24	3,40	3,53	3,97	4,44	4,78	5,05	5,40	5,63	5,83	
955	2,38	2,89	3,15	3,32	3,45	3,91	4,38	4,74	5,01	5,36	5,60	5,80	
956	2,31	2,81	3,07	3,23	3,36	3,86	4,32	4,70	4,96	5,32	5,56	5,76	
957	2,23	2,73	2,98	3,15	3,27	3,78	4,24	4,62	4,88	5,24	5,48	5,68	
958	2,17	2,66	2,91	3,07	3,20	3,71	4,16	4,54	4,79	5,15	5,38	5,58	
959	2,09	2,58	2,82	2,98	3,10	3,61	4,06	4,45	4,70	5,06	5,30	5,49	
960	2,03	2,51	2,75	2,91	3,03	3,53	3,98	4,36	4,61	4,96	5,19	5,38	

Tabel 10-4: Betrekkingslijnen Lek (2010) voor geselecteerde herhalingstijden.

* v/d topafvoer in jaren

Tabel 10-5 vergelijkt voor bepaalde overschrijdingsfrequentie 1) de bijbehorende afvoer als gebruikt in de effectbeoordeling, en 2) de nieuw aangeleverde bijbehorende afvoeren. Het verschil komt er uit voort dat voor de nieuw bepaalde afvoeren meetwaarden van 1 mei 2008 tot 30 april 2010 zijn gebruikt. Voor alle overschrijdingsfrequenties kleiner dan eens per 1250 jaar, is de afvoer op de Bovenrijn voor de nieuwe gegevens hoger.

Overschrijdings-frequentie	**Afvoer op de Bovenrijn [m^3/s]**	**Afvoer op de Bovenrijn [m^3/s]**	**Verschil [m^3/s]**
	informatie aangeleverd door Ralph Schielen van PDR, e-mail 8 oktober 2008	informatie aangeleverd door Jeffrey Beer (RWS-ON), e-mail 10 mei 2011	Nieuw – "oud" (2010 – 2008)
1 */ 1250 jaar	16.000	16.000	0
1 */ 1000 jaar	15.706	15.712	6
1 */ 500 jaar	14.794	14.829	35
1 */ 250 jaar	13.881	13.947	66
1 */ 100 jaar	12.675	12.780	105
1 */ 50 jaar	11.763	11.897	134
1 */ 25 jaar	10.850	11.014	164
1 */ 10 jaar	9.459	9.628	169
1 */ 5 jaar	8.407	8.580	173
1 */ 4 jaar	8.069	8.242	173
1 */ 3 jaar	7.632	7.807	175
1 */ 2 jaar	7.017	7.194	177
1 */ 1 jaar	5.965	6.145	180

Tabel 10-5: Overzicht van overschrijdingsfrequenties van een aantal afvoeren op de Bovenrijn voor twee verschillende toegeleverde datasets.

Bijlage 29: Aanpassing maatregel Bochtafsnijding Vreeswijk voor het Projectontwerp

HKV LIJN IN WATER

memorandum

PR1916.10

Project : Ruimte voor de Lek Vianen, SNIP3
Datum : 01-04-2011
Onderwerp : Correctie Baseline maatregel "le_vreeswk_a2" tbv voortzetten voortoets Deltares
Van : Andries Paarlberg, Saskia van Vuren (HKV)
Aan : Koen Volleberg (PDR)

Dit memo beschrijft een correctie van Baseline maatregel "le_vreeswk_a2". Deze maatregel betreft een autonome ontwikkeling in het plangebied, namelijk de bochtafsnijding en aanleg van een geleidedam bij Vreeswijk op de noordoever van de Lek ter hoogte van de kruising Lekkanaal/Lek. Deltares heeft bij de voortoets (die nog gaande is) geconstateerd dat de hoogteverschillijnen bij inmixen niet in de schematisatie wordt opgenomen. De Baseline variant van het inrichtingsplan is daarmee onvolledig en kan niet worden getoetst.

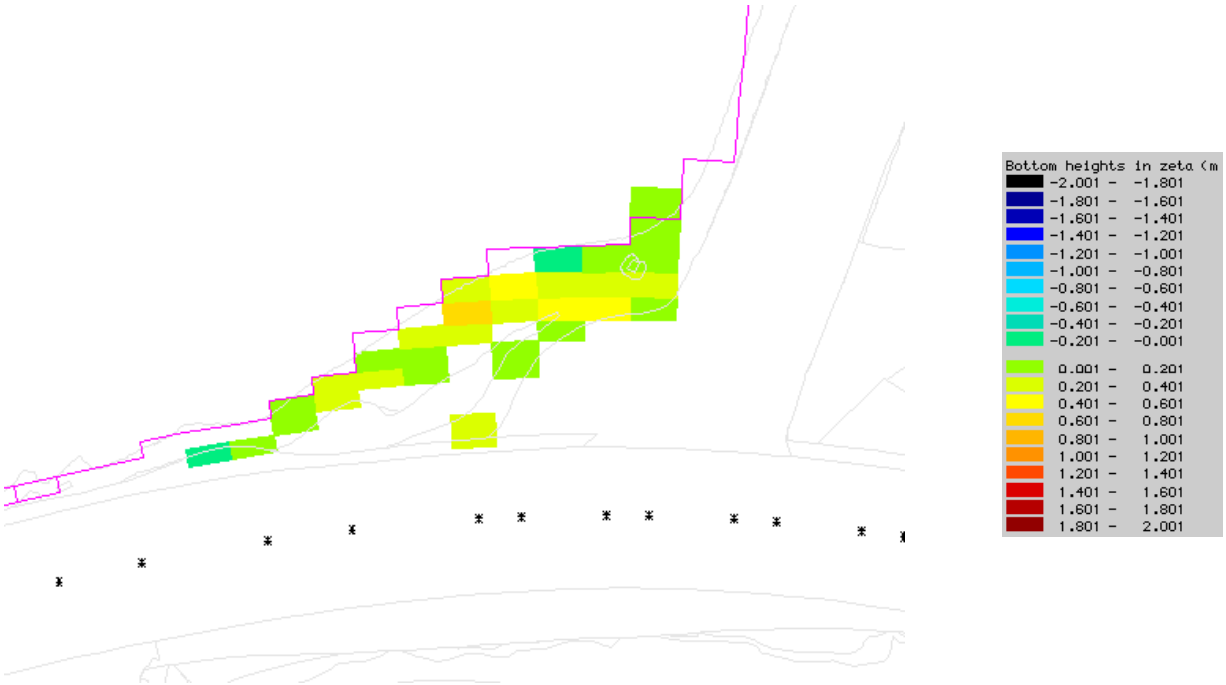
De Baseline maatregel "le_vreeswk_a2" is gebaseerd op een door RWS toegeleverde Baseline maatregel "le_vreeswk_a1", welke in een ander Baseline protocol is geschematiseerd dan nodig is voor deze planstudie. De maatregel moest derhalve door HKV worden omgezet van het Baseline 4 naar het Baseline 3 protocol. Daarbij is, zoals Deltares opmerkt, het attribuut "overlaat" niet aan de "hverschil arc" coverage toegevoegd, waardoor de hoogteverschillen niet als onderdeel van het inrichtingsplan worden opgenomen. Dit is niet eerder opgevallen, omdat Baseline de melding geeft dat de coverage "hverschil" is opgenomen in de variant.

HKV levert bij deze memo:

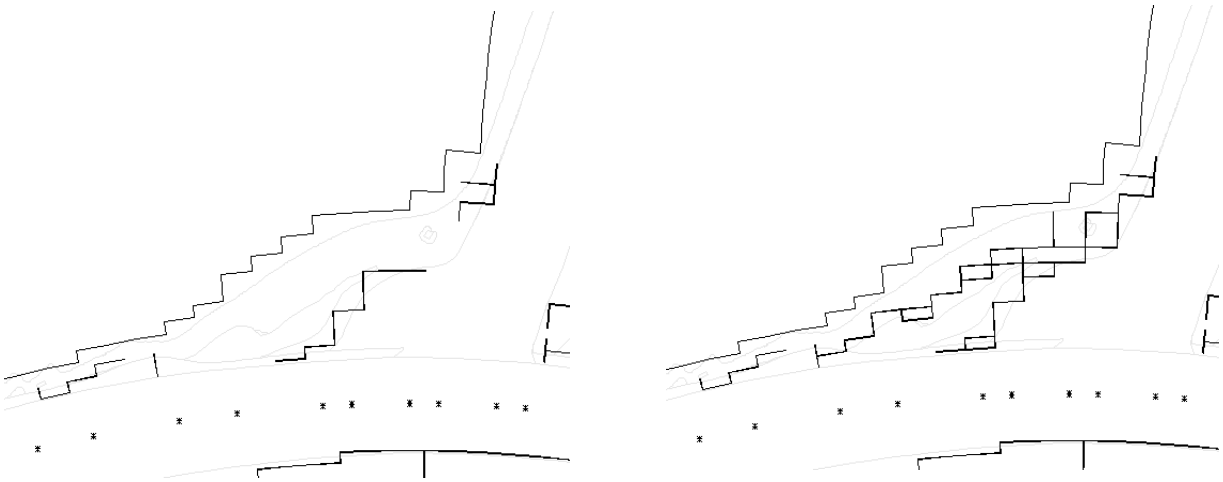
- een nieuwe Baseline maatregel "le_vreeswk_a3" waar het attribuut "overlaat" met waarde 1 is toegevoegd, waardoor de hverschillijnen correct worden opgenomen in de schematisatie.
- een nieuwe Baseline variant van het Projectontwerp op interventieniveau: "vka5a-03".
- de WAQUA schematisatie behorende bij deze variant
- de SDS resultaat file voor een berekening bij MHW die aantoont dat met deze aanpassing het ontwerp nog aan de hydraulische taakstelling voldoet
- een Excel sheet met de WAQUA resultaten op hectometer punten en het verschil met de referentie.

Figuur 1 geeft verschillen in bodemhoogte ten gevolg van de correctie. Figuur 2 geeft de overlaten voor en na correctie. De verschillen ontstaan doordat de hoogteverschillijnen zowel in de bodem als in de overlaten zijn verwerkt.

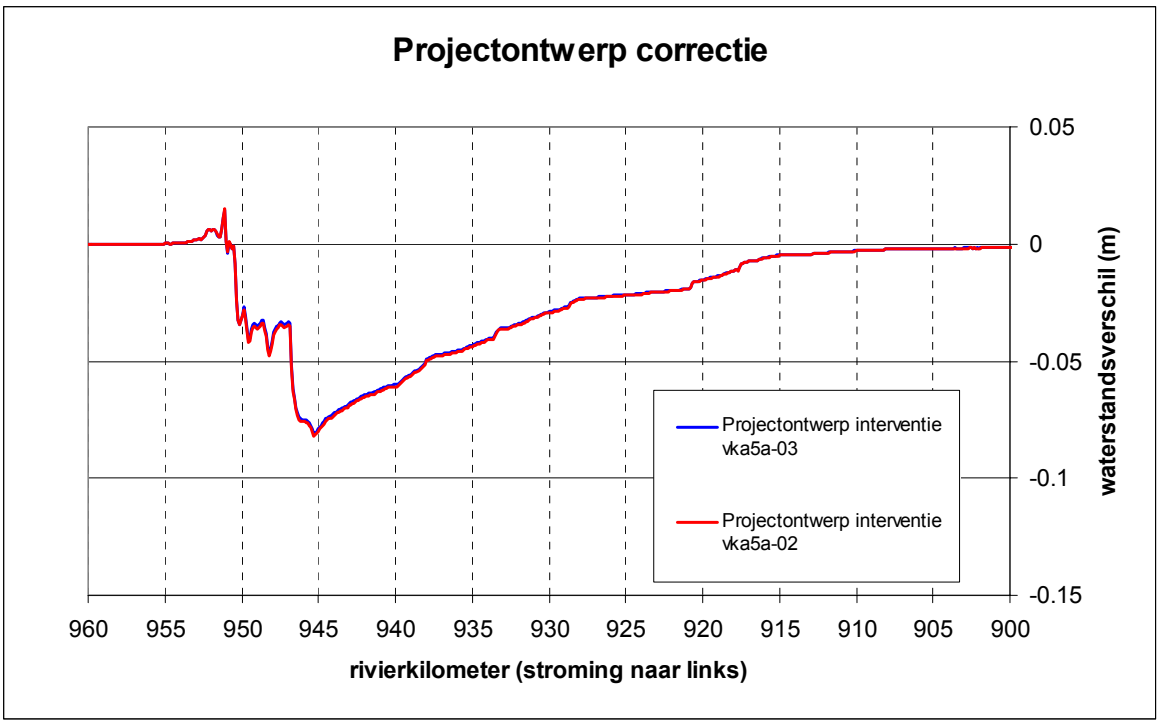
Figuur 3 geeft het MHW effect van het oorspronkelijke en gecorrigeerde Projectontwerp. De waterstandsdaling op het traject waar de taakstelling wordt gemeten wijzigt van 8,18 naar 8,08 cm. Daarmee voldoet het ontwerp met deze wijziging nog aan de taakstelling (8 cm). Zie ook bijgeleverde Excel sheet [Resulaten\waqua_resultaten_Vianen_SNIP3_1april2011.xls]. Dit is dezelfde als eerder toegeleverd, maar voor het gecorrigeerde ontwerp is een kolom toegevoegd.



Figuur 1: Verschil in bodemhoogte (nieuw minus oud)



Figuur 2: Overlaten voor aanpassing (links) en na aanpassing (rechts)



Figuur 3: MHW effect van oorspronkelijke Projectontwerp (vka5a-02) en Projectontwerp met correctie AO Vreeswijk.

Deltares merkt verder op dat:

- daar waar de kadelijn loopt, de breuklijn moet worden verwijderd, en
- daar waar de kadelijn loopt de hverschillijn moet worden verwijderd

De hverschillijnen, breuklijnen en kadelijnen zijn direct overgenomen uit de toegeleverde maatregel van RWS, zoals afgesproken. Wij hebben geen wijzigingen aan deze brondata gemaakt. Eventuele wijzigingen hieraan zullen (1) met RWS besproken moeten worden en (2) wellicht door RWS geïmplementeerd te worden.

De overige opmerkingen die voortkomen uit de voortoets, en waarvan een deel al op 30 maart 2011 per e-mail aan HKV is doorgegeven, worden na het afronden van de voortoets door Deltares, in een overleg met RWS en Deltares besproken.

Met vriendelijke groet,

Andries Paarlberg
Saskia van Vuren

Bijlage 30: Verslag van bespreking aanpassingen aan Baseline maatregelen naar aanleiding van Voortoets

bespreekverslag

PR1916.14

Project : Planstudie SNIP3 Ruimte voor de Lek, Vianen
Datum : 12 mei 2011
Onderwerp : Bespreekverslag van overleg op 9 mei 2011 m.b.t. reactie HKV/ARCADIS op toetsrapporten SNIP3 Ruimte voor de Lek Vianen
Opgesteld : Andries Paarlberg (HKV), Maartje Donkers (ARCADIS)
Aanwezig : Koen Volleberg (PDR), Ton Visser, Migena Zagonjolli (Deltares), Hans Mankor (Provincie Utrecht), Maartje Donkers (ARCADIS), Andries Paarlberg (HKV)
Circuleren : Zie boven. Kopie aan Jurriaan Lambeek (ARCADIS)

---

1 Inleiding

Een aantal partijen heeft de SNIP3 bestanden voor het project Ruimte voor de Lek Vianen getoetst (Voortoets). Tijdens de bespreking zijn de volgende 4 toetsrapporten behandeld:

- CSO (Paul Karels, Koen Volleberg, 15 april 2011). Consistentietoets SNIP3 RvdR-Projecten: Vianen. Kenmerk 08K194/Vianen
- RWS-ON (14 april 2011, CONCEPT). Ruimte voor de Rivier maatregel Ruimte voor de Lek; Toetsrapporten voortoets SNIP3 van RWS Oost-Nederland
- Deltares (Ton Visser, 2011, CONCEPT). Toetsing hydraulische berekeningen; SNIP3 Uiteraardvergraving Honswijkerwaarden, stuweiland Hagestein, Hagesteinse Uiterwaard en Heerenwaard (Vianen). Versie 1.2. Kenmerk 1002047-021-ZWS-0008-vj
- PDR (Koen Volleberg, 21 april 2011). Toetsrapport SNIP3 veiligheid – waterstandsdaling. Status: Voortoets.

De basis voor het overleg was het document 'memo25_reactie_SNIP3_toetsrapporten_v2.pdf', dat alle deelnemers toegezonden hadden gekregen. Aan de hand van dit memo zijn ARCADIS, HKV en Provincie Utrecht het gesprek aangegaan met de opstellers van bovenstaande documenten omtrent de verwerking van het commentaar. Deze discussie heeft plaatsgevonden op 9 mei 2011, 14:00-16:00, Provincie Utrecht. Voor de aanwezigen, zie boven. In de bespreking is de nadruk gelegd op Baseline/WAQUA zaken.

Dit bespreekverslag legt vast, via cursieve tekst, wat met het specifieke commentaar is gedaan. Paragraaf 6 geeft een overzicht van de afgesproken aanpassingen aan Baseline maatregelen.

De algemene conclusie van het overleg is dat de opmerkingen uit de Voortoets kleine tekortkomingen betreffen, die deels hersteld worden door HKV en deels doorgeschoven worden naar de berekeningen in de fase na SNIP3. Er zijn voor de SNIP3-toets geen nieuwe berekeningen nodig. HKV/ARCADIS zal een aangepaste baseline-schematisatie aanleveren (incl. meta-informatie) ten behoeve van de pakkettoets.

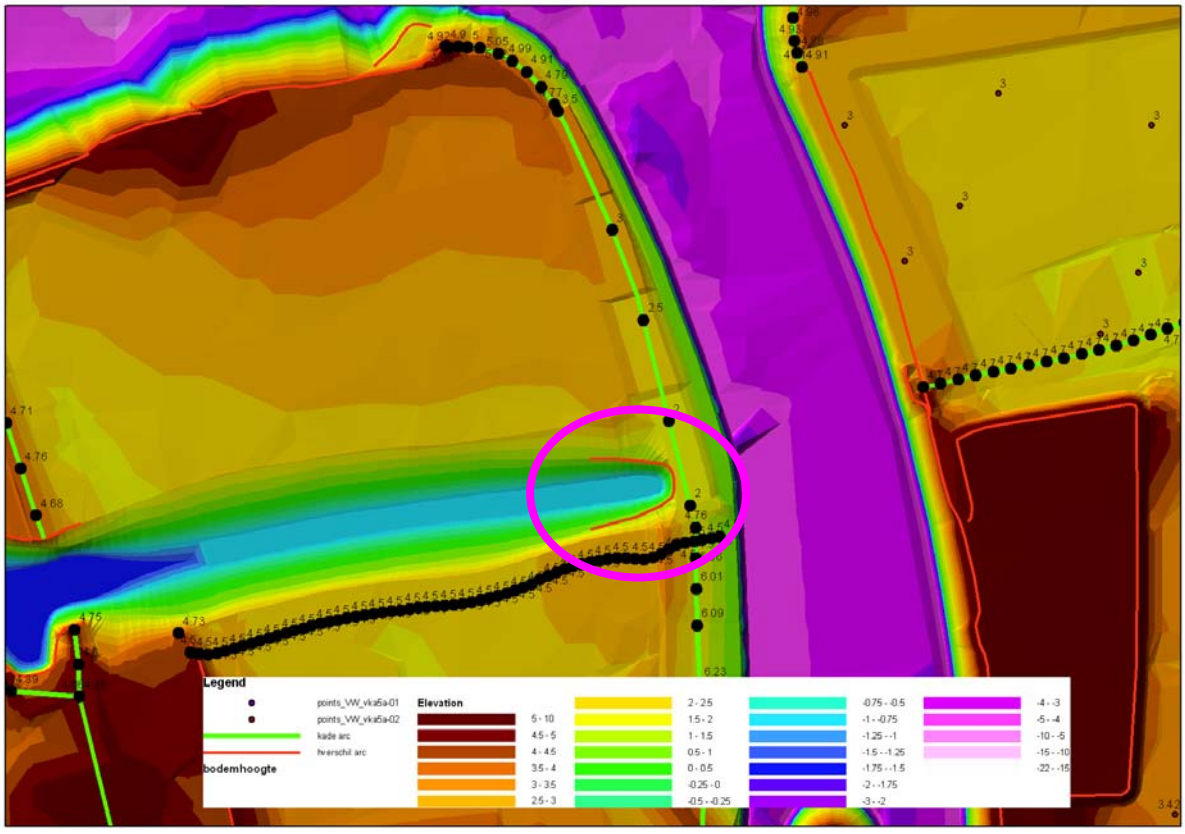
2 Toetsrapport CSO

1. (p. 3) Er is een verschil geconstateerd in vergravingsvolumes per uiterwaard. Zoals CSO opmerkt kan dit worden toegeschreven aan:
   - Plas in de Waalse Waard (gepeilde diepte versus aangenomen diepte)

- Kades niet verwerkt in bodemhoogtemodel van hydraulisch model
- Het inrichtingsplan gaat uit van een V-vormig dwarsprofiel, het hydraulisch model een U-vormig profiel. Dit is als volgt te begrijpen: in de hydraulische berekeningen is onderscheid gemaakt in een streefbeeld en een interventiebeeld (zie paragraaf 2.4 van het basisrapport hydraulica en morfologie, versie 28 maart 2011). Voor het streefbeeld is een V-vorm profiel aangehouden. Voor het interventiebeeld is de aanzanding geschematiseerd door een "U"-vorm aan te nemen.

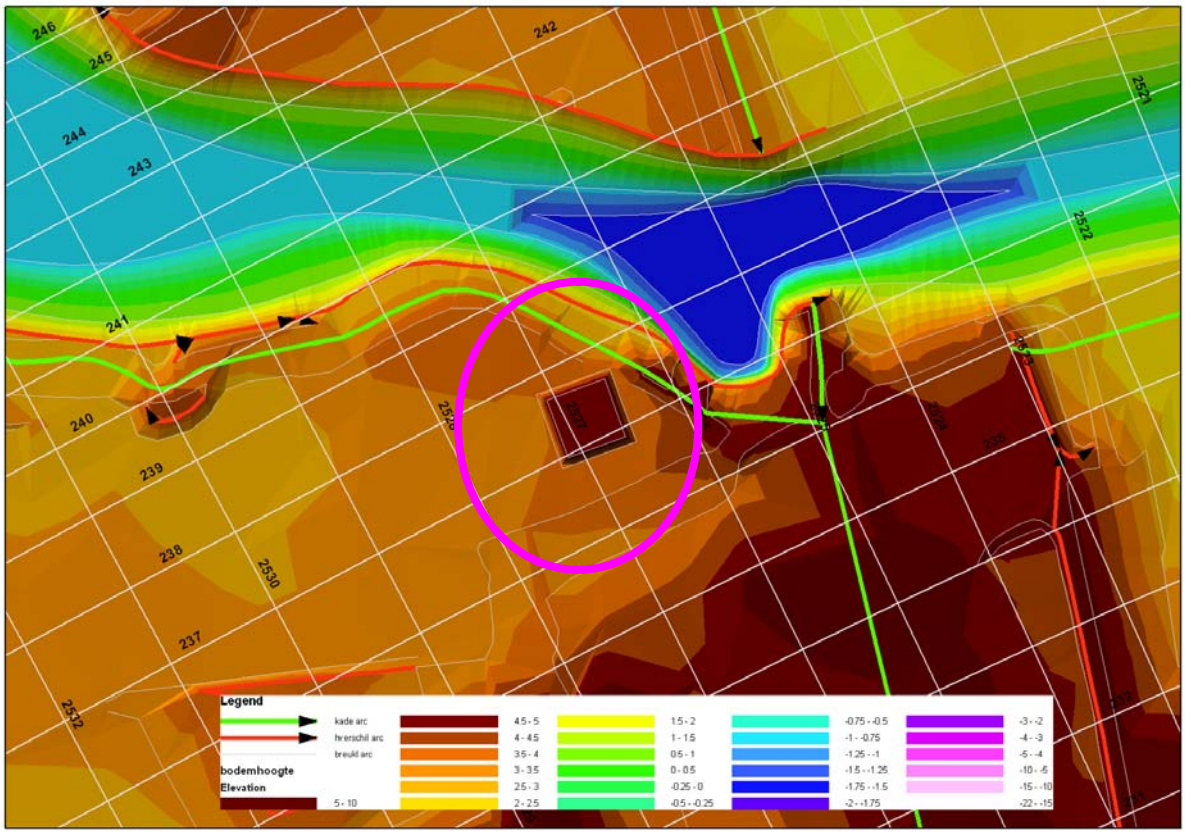
HKV concludeert dat de verschillen in vergravingsvolumes verklaarbaar zijn en geen aanpassing behoeven.
Tijdens overleg akkoord bevonden.

2. (p. 3) De ophogingen langs de dijk in de Vianense Waarde zijn niet geheel consistent met het inrichtingsplan. Dit is inderdaad beperkt inconsistent. Omdat het verschil slechts enkele tientallen centimeters betreft en het bovendien een stroomluw deel van de uiterwaard betreft, is het voorstel hier niets aan de verbeteren.
Tijdens overleg akkoord bevonden.
3. (p. 4) Gaten in bandijken door bandijk hoogtepunten te verwijderen. Voorstel: HKV herstelt dit door hoogtepunten van de teen van de bandijk aan te passen (dus bandijk verwijderen en opnieuw toevoegen met aangepast hoogte).
Voorstel akkoord. HKV voert correctie door voor de definitieve oplevering.
4. (p. 4) Er wordt opgemerkt dat er een aantal hverschillijnen zijn overgeslagen bij taluds met een helling van 1:7 of steiler.
HKV onderkent dat er 'her en der' lijnstukjes van enkele meters, die heel versnipperd liggen, marginaal een talud steiler dan 1:7 hebben. Alleen de lijnstukken met voldoende lengte, zoals in Figuur 1 *aangegeven, zijn opgenomen als hoogteverschillijnen. Dit is akkoord bevonden tijdens het overleg.*



Figuur 1: Schematisatie Pontwaard.

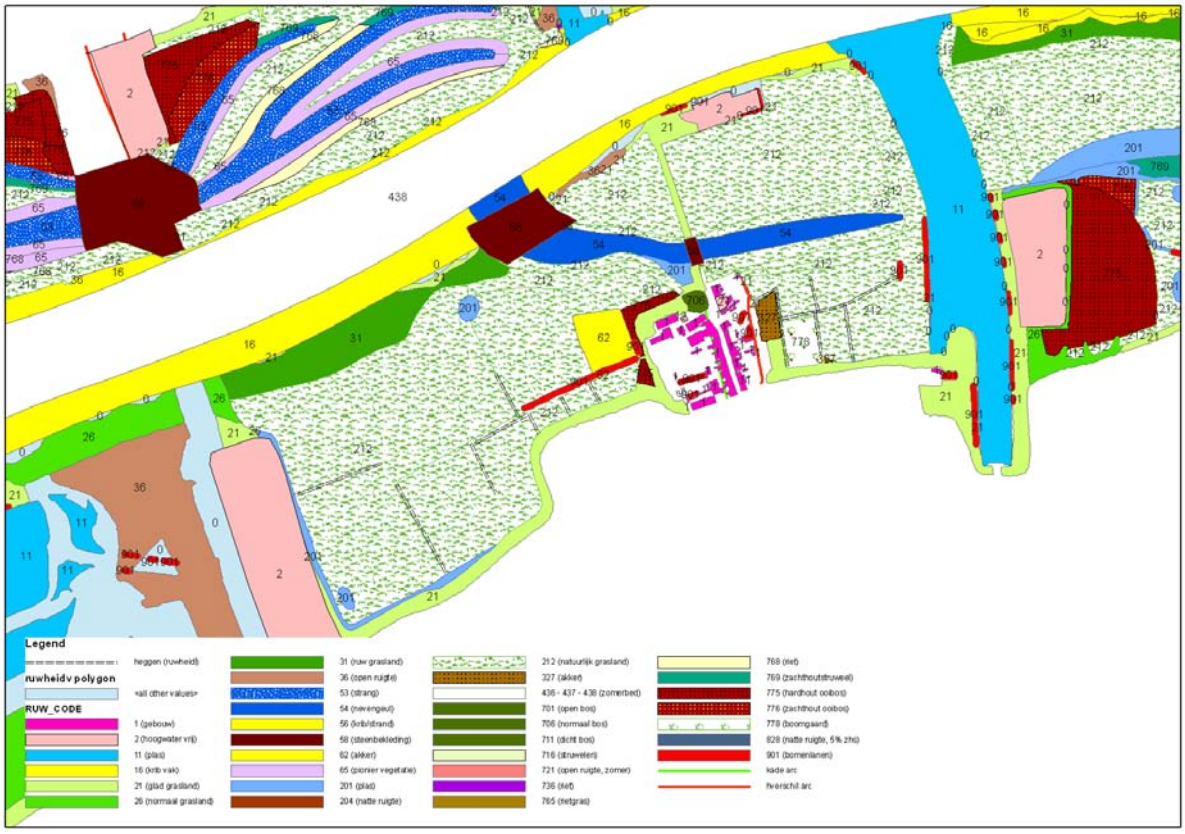
5. (p. 4) Pontwaard, leikade langs westzijde Merwedekanaal: opgemerkt wordt dat in het midden van de nieuwe kade een kadelijn met een lagere hoogte loopt. Deze dient te worden verwijderd.
   *CSO heeft toegelicht dat het om het volgende gaat: de verlaging van de kade is geschematiseerd via breuklijnen en over het midden van de kade loopt kadelijn (*Figuur 1*). Een verbetersuggestie is om de verlaagde kade te schematiseren via 1) een hoogteverschillijn aan de oostzijde (zijde Merwedekanaal) en 2) een breuklijn aan de westzijde (zijde Pontwaard). De kadelijn komt dan te vervallen. Deze aanpassing maakt de schematisatie wellicht netter, maar verandert naar alle waarschijnlijkheid niets aan de berekende waterstandsdaling. Er is overeengekomen deze verbetersuggesties mee te geven naar SNIP4.*
6. (p. 4) Pontwaard, nieuwe kade langs geul: insteeklijn ontbreekt. Herstelt HKV.
   HKV voert correctie door voor de definitieve oplevering.
7. (p. 4) Pontwaard, terp: CSO merkt op dat de kruinlijn van de terp een hverschillijn (dus met energieverlies) dient te zijn.
   Dit is niet in lijn met afspraken met RWS (zie ook paragraaf 4.5 van het basisrapport). Tijdens een overleg met Bevoegd Gezag op 7 oktober 2010 is afgestemd de terp van de molen op te nemen "via schotjes of aanpassen bodemhoogte". De (kruin van de) terp is 20 bij 20 meter (Figuur 2). Wanneer de kruinlijn als hverschillijn wordt geschematiseerd, wordt naar verwachting onevenredig veel (extra) energieverlies in de berekening verwerkt, omdat overlaten vanuit "kade" over een hele rand van een roostercel werken. Afgesproken is de schematisatie op dit punt niet te wijzigen.



Figuur 2: Terp voor de molen (cirkel), met op de achtergrond ook het rekenrooster.

8. (p. 4) Pontwaard, amfibiepoel: niet in het bodemhoogtemodel opgenomen. De amfibiepoel volgens het inrichtingsplan geheel in het zuid-westen (tegen de A2, zie Figuur 4) is wel in de ruwheden opgenomen (Figuur 3), maar niet in de bodemhoogte.

HKV voert correctie door voor de definitieve oplevering.

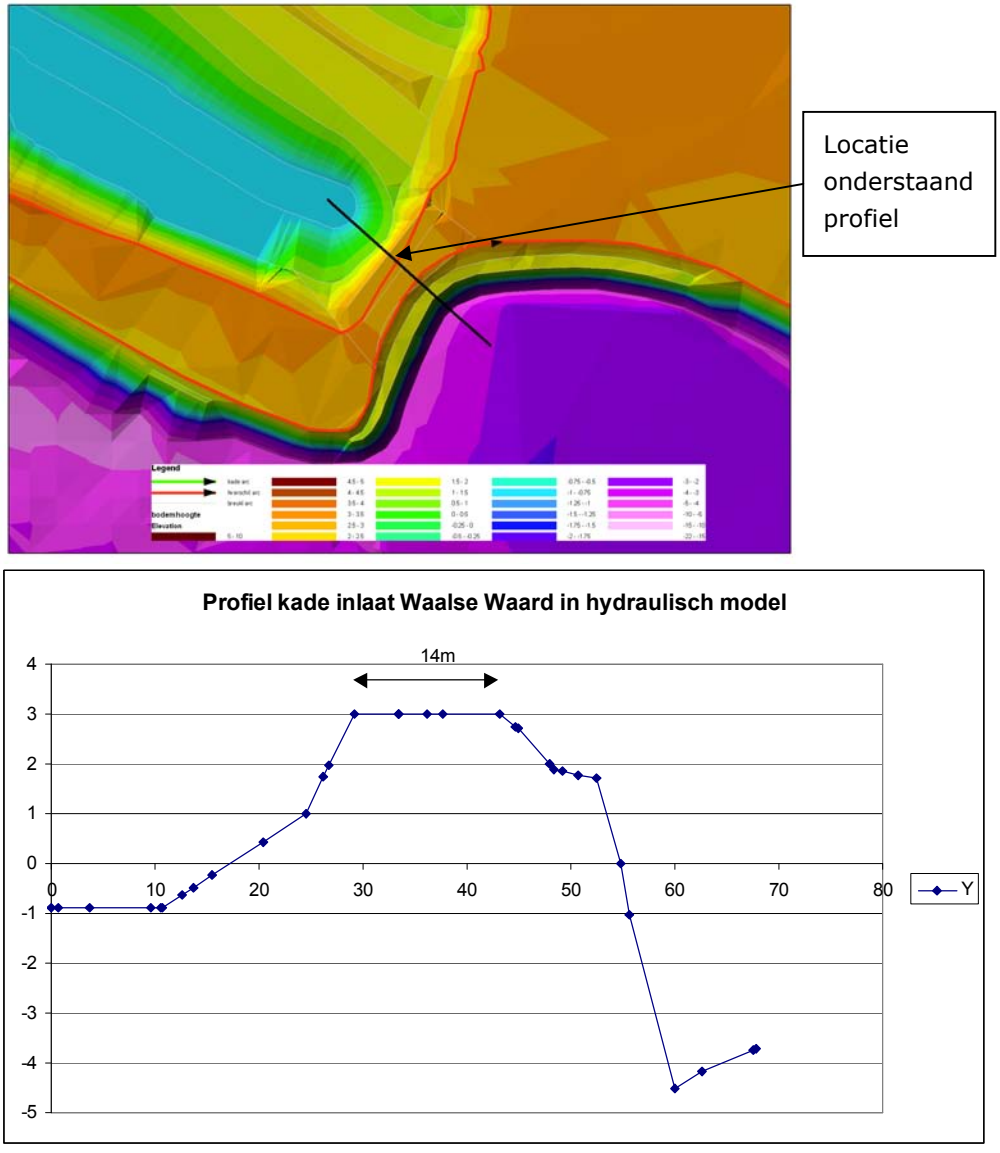


Figuur 3: Ruwheden in de Pontwaard.



Figuur 4: Locatie amfibienpoel in inrichtingsplan.

9. (p. 4) Waalse Waard, inlaatdrempel: kade zowel met een breuklijn als in kadelijn opgenomen. De kade is echter 8 m breed. Als deze smaller is dan 10 meter, dan niet in bodemhoogte en volstaat opnemen als kade.
   *In het hydraulisch model is de kruin van de inlaatdrempel 14 meter breed (*Figuur 5*). De verschillen in profielvorm tussen het inrichtingsplan en het hydraulisch model zijn te verklaren uit het verschil in referentie-schematiatie. Voor het inrichtingsplan is gebruik gemaakt van het DTM, voor het hydraulische model van het TIN uit de referentie-schematisatie 'simona_rijn_pkb_3_4'. In beide gevallen wordt aan de zijde van de zwaaikom het talud niet aangepast en maximaal tot 3m+NAP afgegraven. Afgesproken is de schematisatie op dit punt niet te wijzigen.*

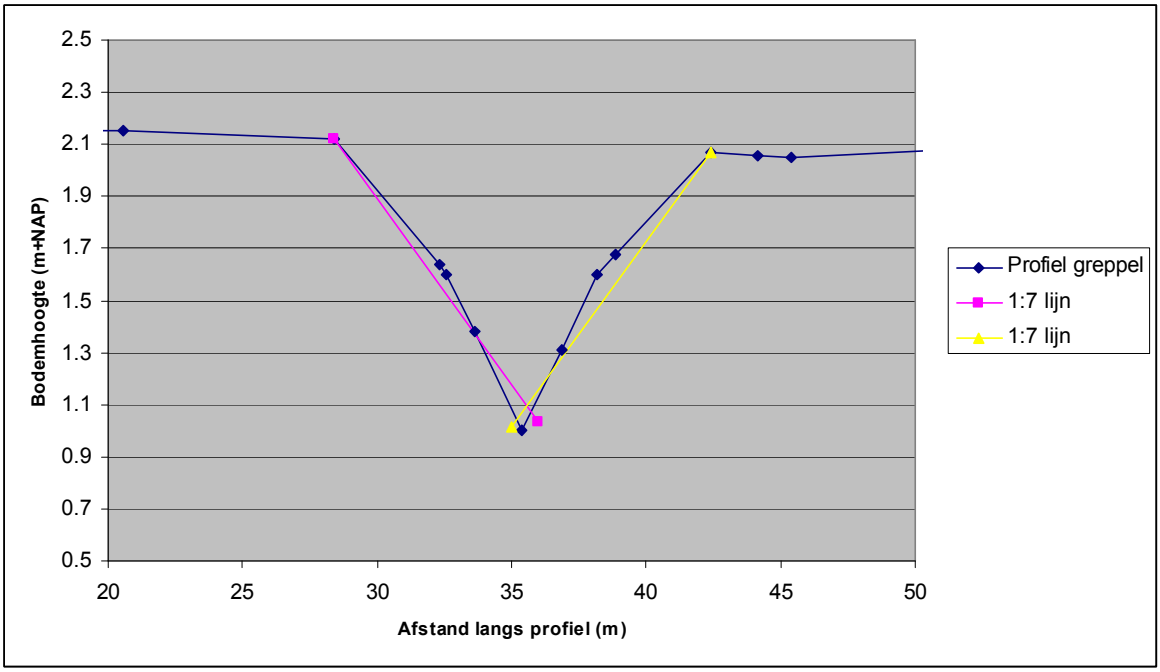


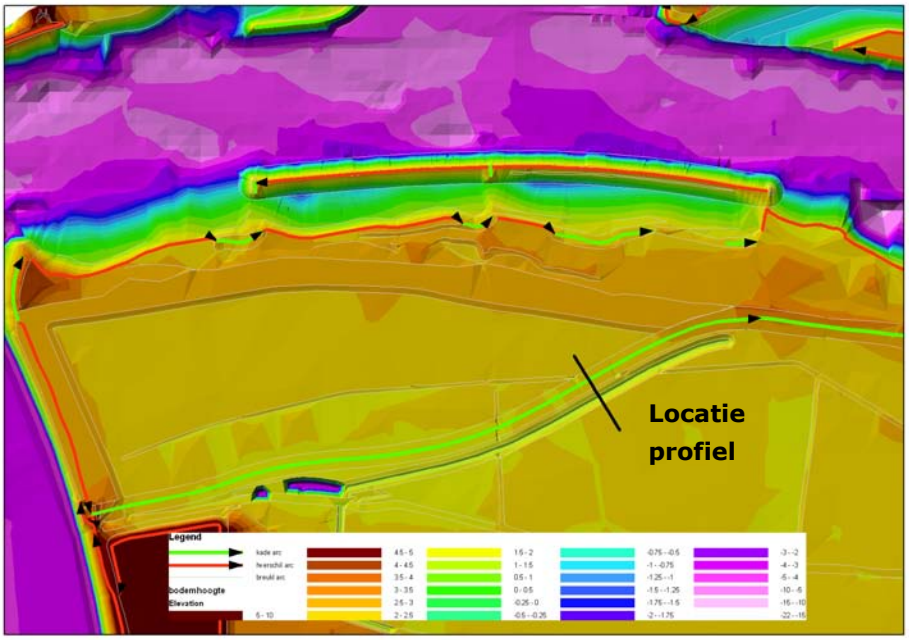
Figuur 5: Schematisatie inlaatdrempel Waalse Waard.

10. (p. 4) Waalse Waard, inlaatduikers: niet in de schematisatie opgenomen. De duikers zijn wel opgenomen in de WAQUA berekeningen.
    Akkoord bevonden.
11. (p. 4) Vianense Waard, greppel langs kade: opmerking CSO: "de greppel heeft een talud steiler dan 1:7 wat betekent dat die een hverschillijn moet zijn".
    Er is een aantal redenen aangevoerd om deze greppel als breuklijn te blijven schematiseren:

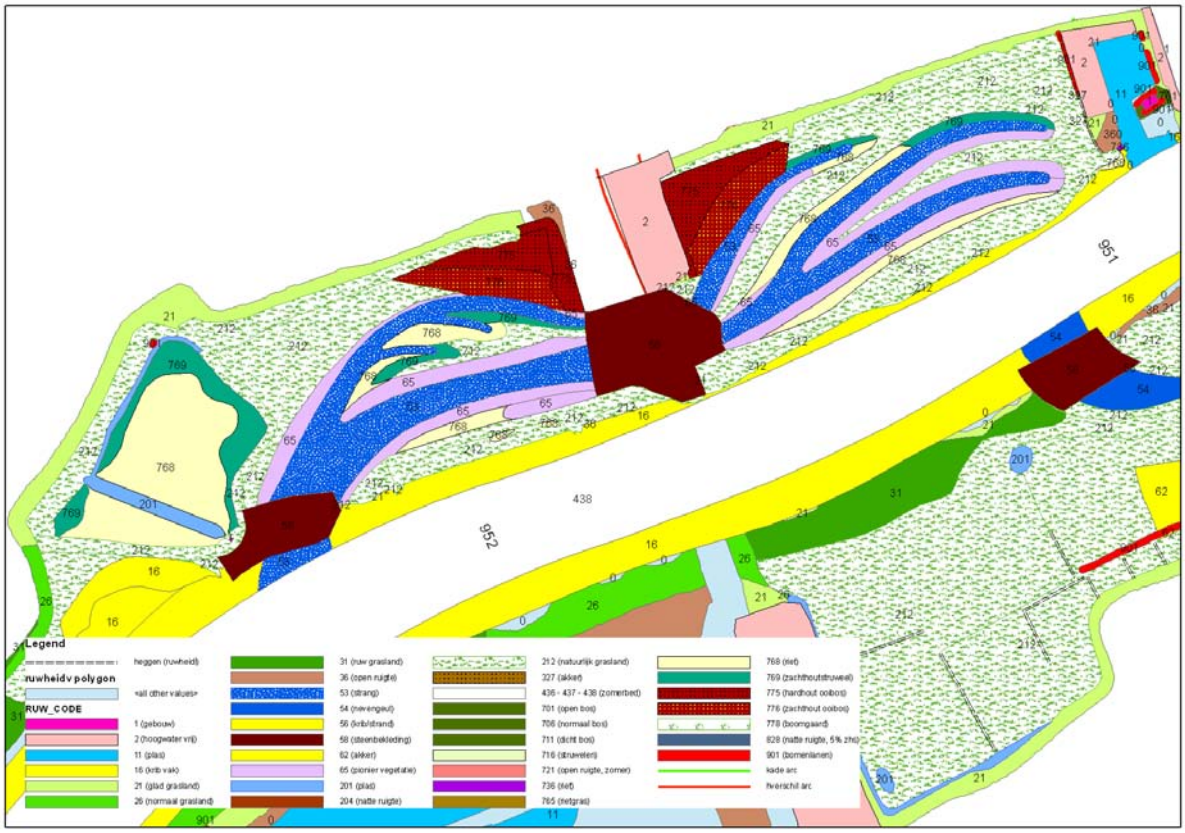
- *in Figuur 6 is het profiel van de geul weergegeven, met de 1:7 taludlijnen er in. Slechts op sommige locaties is het talud marginaal steiler dan 1:7.*
- *voor de direct benedenstrooms liggende (verlegde) zomerkade is ook energie verlies opgenomen (het is immers een kade). Doordat die kade het WAQUA rekenrooster niet netjes volgt wordt voor die kade eigenlijk al te veel energieverlies gerekend.*
- *in de referentie-schematisatie van de PKB zijn dergelijke greppel of sloten veelal ook opgenomen als breuklijn, vanwege het zeer kleinschalige karakter.*

De argumenten zijn voldoende bevonden: schematisatie als breuklijn blijft gehandhaafd.

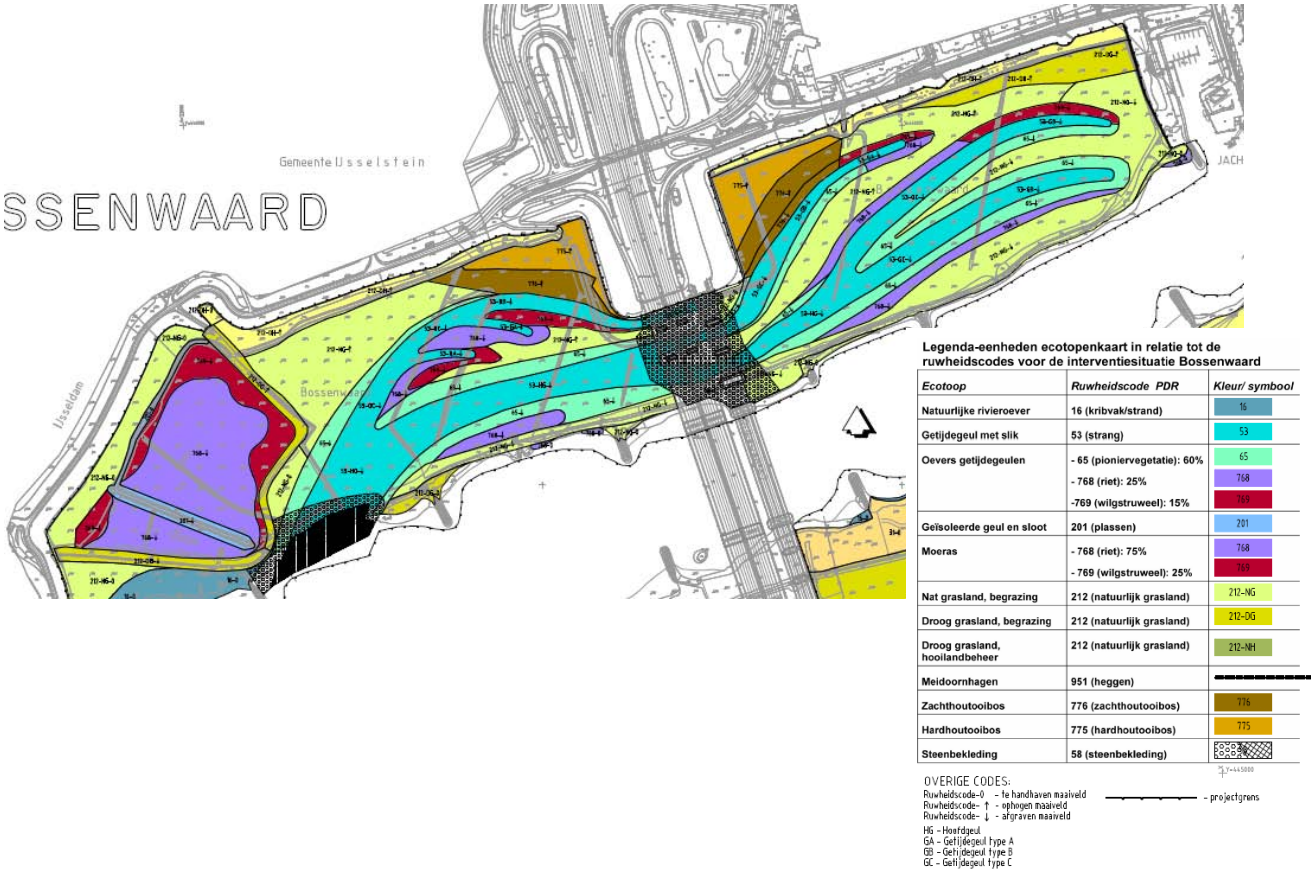




Figuur 6: Profiel greppel (boven), locatie van profiel (onder)



Figuur 7: Ruwheden in de Bossenwaard.



Figuur 8: Vegetatiekaart voor het interventiebeeld van ARCADIS.

12. (p. 4) Bossenwaard, ruwheid natte vegetatie langs de geul: afwijking met de inrichtingsplankaarten. HKV heeft schematisatie ruwheden gebaseerd op vegetatiekaarten van Arcadis, zie Figuur 7 voor resultaat. Figuur 8 geeft de vegetatiekaart uit het inrichtingsplan van ARCADIS voor het interventiebeeld.
    Deze kaarten komen overeen: Geen actie vereist.
13. (p. 4) Bossenwaard, ruwheid moeraszone: in de hydraulische berekening geheel in het westen een gebied met struweel rond een drassig terrein dat niet op de vegetatiekaart voorkomt. HKV kan deze afwijking niet reproduceren, vergelijk Figuur 7 (ruwheid in hydraulisch model) en Figuur 8 (vegetatiekaart ARCADIS).
    Waarschijnlijk zijn bij de toets verkeerde kaarten vergeleken. Punt is akkoord. Geen actie.

3 Toetsrapport RWS-ON

Het toetsrapport van RWS-ON bevat de volgende commentaren met betrekking tot Baseline:

1. (p. 11) Collecteren maatregelen tot 1 maatregel voor streefbeeld, en 1 voor interventiebeeld. HKV snapt deze wens en ziet ook in dat dit "problemen" bij inmixen van maatregelen kan voorkomen. De vraag is wel even welke onderdelen van het plan dan gezamenlijk dienen te worden genomen. Zijn dat de vier maatregelen "bw", "pw", "vw" en "ww"? Het lijkt ons eerder verwarrend om ook de autonome ontwikkelingen (en verlaging toegangsdam stuweiland) op te nemen.
    Er worden door HKV twee nieuwe maatregelen gemaakt, 1 voor het interventiebeeld en 1 voor het streefbeeld, zie verder paragraaf 6.
2. (p. 12) RWS doet een verbetersuggestie omtrent de Baseline-schematisatie ter hoogte van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein. Er is een fout geconstateerd in de referentie-schematisatie, zie toetsrapport (twee hverschillijnen met elkaar verbonden). HKV heeft niet de bevoegdheid hier aanpassingen aan te doen. PDR dient hier uitspraak over te doen.
    Afspraak is hier niets mee te doen (zowel in referentie-schematisatie als in het Projectontwerp). Dan blijft de vergelijking tussen plan en referentie zo zuiver mogelijk.
3. (p. 12) RWS geeft een verbetersuggestie om de verlaging van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein te schematiseren. Zie hiervoor punt 5 van Toetsrapport Deltares.

4 Toetsrapport Deltares

Reactie op Bijlage B van het toetsrapport van Deltares (Op- en aanmerkingen toetsing Baseline schematisatie).

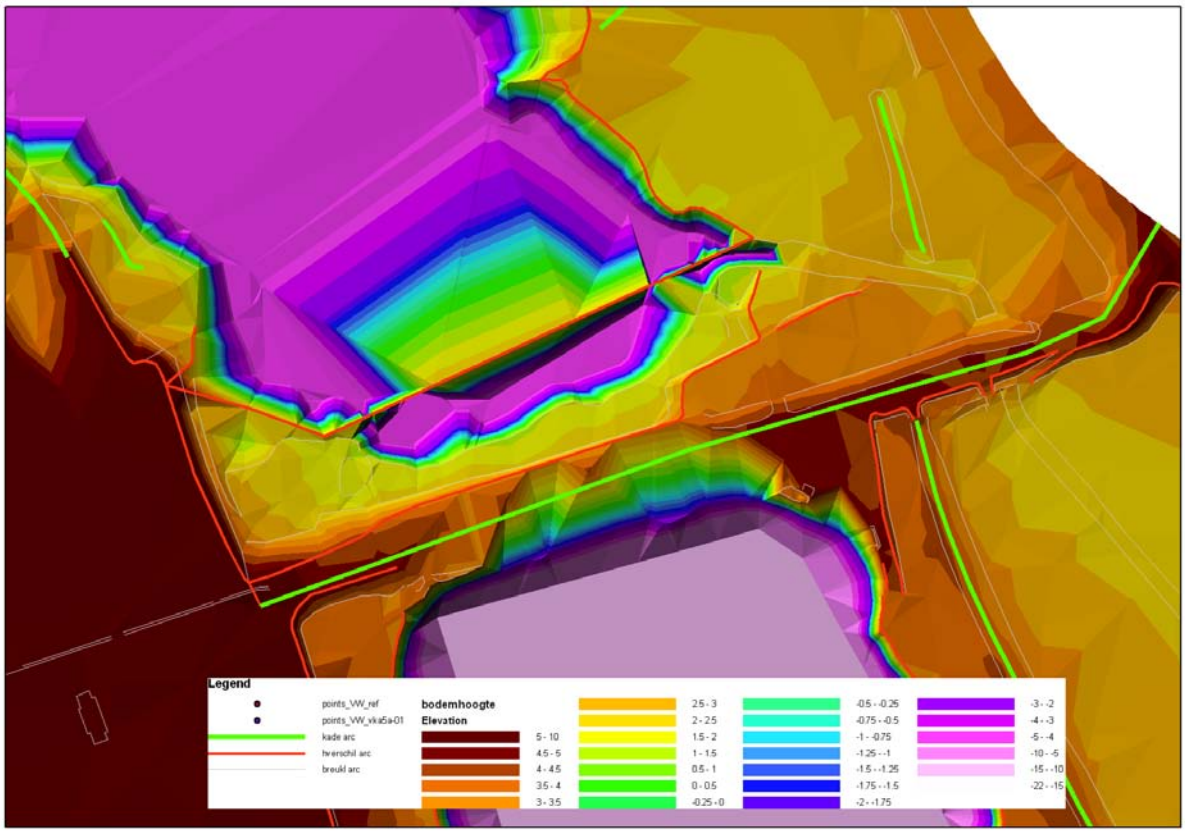
4.1 Maatregel le_hwwdam_a4 (Honswijkerwaard en toegangsdam stuweiland)

1. wc_omtrek ontbreekt
    HKV zal wc_omtrek toevoegen.
2. hooglijn/hverschil: fout in referentiesituatie benedenstrooms van toegangsdam (zie ook punt 2 in paragraaf 3).
    Er is overeengekomen hieromtrent niets aan te passen, zie ook punt 2 in paragraaf 3.
3. hooglijn/kade: de kade sluit aan op de bandijk, maar heeft daar niet dezelfde hoogte.

Volgens Baseline eisen en richtlijnen is dit inderdaad nodig. Maar hier is de praktijk dat er toegangsdam tot aan de bandijk wordt verlaagd. Overeengekomen hier niets mee te doen.

4. hooglijn/kade: de zomerkade sluit niet aan op de toegangsdamkade. Is conform referentie en levert geen probleem met niet sluitende overlaten.
   Omdat dit geen effect op de WAQUA schematisatie heeft, is overeengekomen dat dit geen actie behoeft.
5. hooglijn/kade: toegangsdam is geschematiseerd als kade. Deltares geeft aan dat dit als twee hoogteverschillijnen moet worden geschematiseerd. RWS-ON geeft dit als verbetersuggesties (zie punt 3 in paragraaf 3).
   PDR heeft aangegeven deze suggesties niet over te nemen, met de volgende redenen:
   - *In de referentie-schematisatie is de toegangsdam (met een kruin breder dan 10 meter) ook geschematiseerd als kade (en met aan benedenstroomse zijde een hoogteverschillijn), zie* Figuur 9*.*
   - *De toegangsdam is van groot belang voor het stroombeeld wat volgens de richtlijnen betekent dat deze opgenomen dient te worden als kade.*
   - *In de PKB maatregelen "r43_r44_r46_r49_pl" is de toegangsdam ook verlaagd naar 3,5 m+NAP. Dit is op identieke wijze geschematiseerd als HKV heeft gedaan.*
   - *In de SNIP2a maatregel voor de verlaging van de toegangsdam (was daar ook onderdeel van), die eerder door Deltares is getoetst zonder opmerkingen, is de verlaging op dezelfde wijze geschematiseerd.*

   Het verdient wel aanbeveling om de mogelijke effecten van deze verbetersuggestie te onderzoeken in SNIP4.



Figuur 9: Baseline schematisatie toegangsdam naar stuweiland in de referentie PKB schematisatie.

4.2 Maatregel le_vianeng_a1 (geleidedam zuidoever)

6. wc_omtrek ontbreekt
   HKV zal wc_omtrek toevoegen.
7. hooglijn/breukl: de kruin is smaller dan 10 meter. Deltares geeft aan dat de dam daarom niet in de bodemhoogte dient te worden verwerkt.
   Afgesproken is deze geleidedam op te nemen als kadelijn en insteeklijn. De schematisatie van de kade wijkt daarmee duidelijk af van de schematisatie in de morfologische berekeningen. Opgemerkt dient te worden dat het niet verwerken van de kade in het TIN, als het effect heeft, tot extra waterstandsdaling kan leiden. Daarom is geen nieuwe berekening nodig na deze relatief ingrijpende aanpassing.
8. Insteeklijnen ontbreken, daar waar de kade (i.e. de geleidedam) begint.
   Deze lijnen (onderzijde talud) zijn aanwezig en blijven behouden.
9. hooglijn/hverschil: zie 7. Doormiddel van schematisatie als hverschillijn wordt de geleidedam weergegeven door een overlaat, en ook in het TIN opgenomen. Anders een kadelijn en breuklijn op dezelfde plek.
   Komt te vervallen door wijziging van schematisatie.
10. hooglijn/kade: er ontbreken enige hoogtepunten bij overlappende lijnen.
    HKV zal de ontbrekende hoogtepunten toevoegen.

4.3 Maatregel le_vka4bw_a3

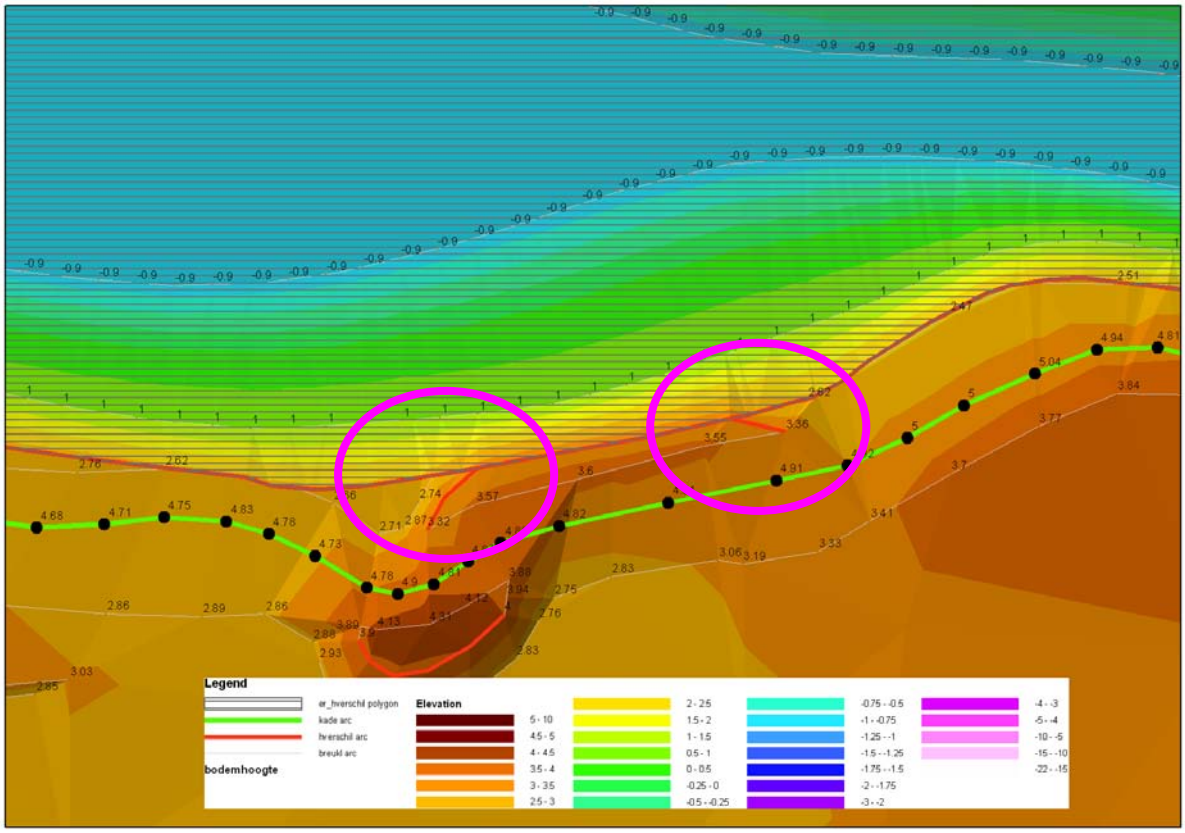
11. wc_omtrek ontbreekt
    HKV zal wc_omtrek toevoegen.
12. hooglijn/bandijk: er ontstaan door de maatregel gaten in de bandijk.
    Zal HKV herstellen door teen-hoogte aan te passen.
13. hooglijn/breuk: er vallen enkele breuklijnen buiten de erase contouren.
    Dit is de bedoeling, omdat in die zones geen aanpassingen aan de bodemligging worden gedaan. Geen actie.
14. hooglijn/breuk/kade: ter plaatse van de kade langs de oever met de maximale hoogte van 2 m+NAP loopt ook een breuklijn.
    Er is overeengekomen de kadelijn te verwijderen. Er is geen nieuwe berekening nodig.
15. hooglijn/hverschil: er vallen enkele hverschillijnen buiten de erase contouren. Deze dienen te worden verwijderd.
    Dit is de bedoeling, omdat in die zones geen aanpassingen aan de bodemligging worden gedaan. Geen actie.
16. hooglijn/ecoruw: polygonen met ruw_code 0.
    Dit komt door Baseline/ ArcINFO; geen actie nodig.
17. hooglijn/ruw_k:
    zie 16.
18. ruwheid/heggen: voor een gedeelte van de nieuwe heg loopt er in de referentie al 'laanbeplanting'. Deze is niet verwijderd in de Baseline maatregel.
    Laanbeplanting moet inderdaad weg. Zal HKV herstellen.

4.4 Maatregel le_vka4pw_a3

19. wc_omtrek ontbreekt
    HKV zal wc_omtrek toevoegen.
20. hooglijn/breukl: insteeklijn bij nieuwe kade ontbreekt.

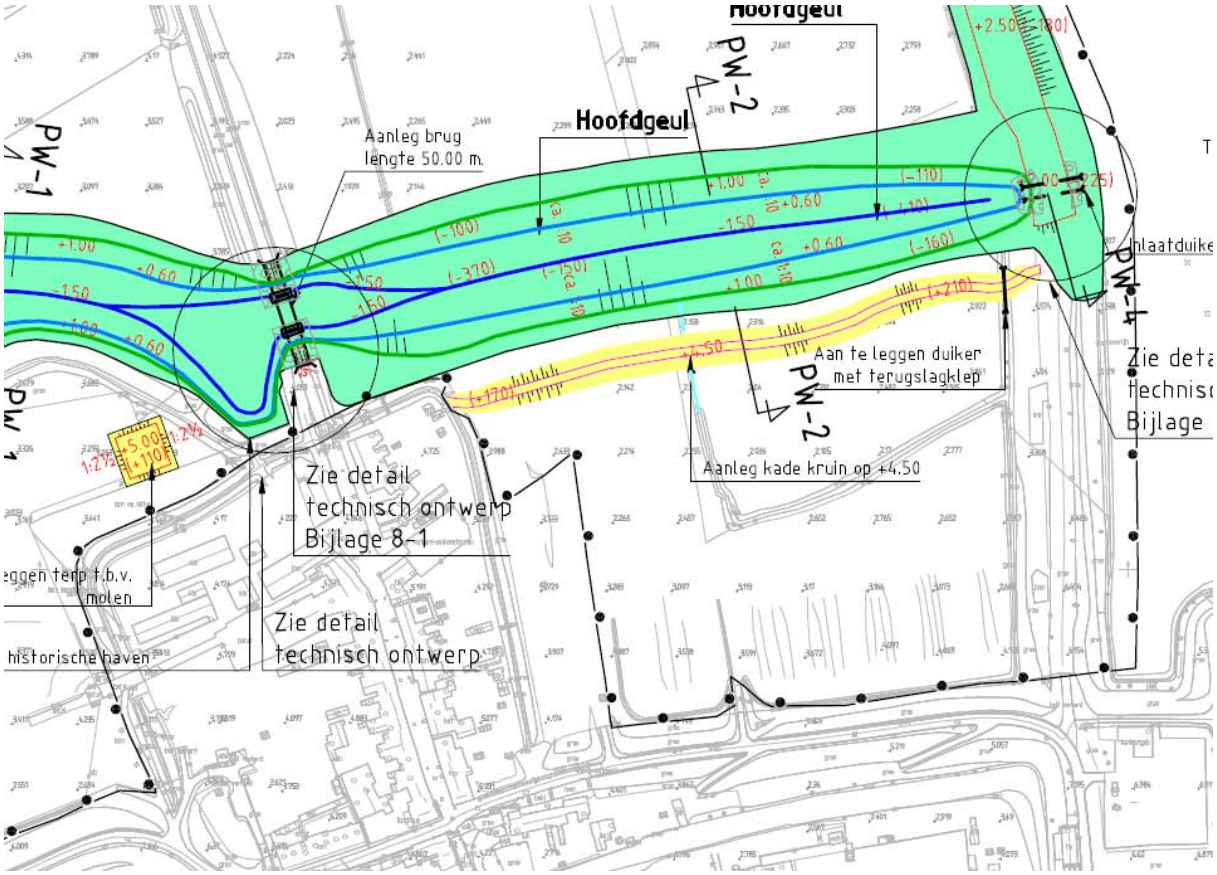
Zal HKV herstellen.

21. hooglijn/breukl: de terp geschematiseerd als breuklijn.
    zie punt 7 uit paragraaf 2. Geen actie.
22. hooglijn/hverschil: linkerhoogte van nummer 10 komt niet overeen met hoogte van de naastliggende breuklijn. In het inrichtingsplan zijn vergravingen geschematiseerd via contourlijnen (lijnen van gelijke hoogte). Deze lijnen zijn overgenomen in Baseline. De insteeklijn van de geul is, daar waar het talud steiler is dan 1:7, geschematiseerd als hoogteverschillijn. Deltares geeft aan dat de "linker" dan wel "rechter" hoogte van de hoogteverschillijn moet worden overgenomen uit de naastliggende breuklijn. De richtlijnen Invoer Baseline (Vos, 2007) zeggen echter dat het de waarde op een afstand van 10 meter loodrecht van de lijn dient te zijn. In Baseline liggen de hoogteverschillijn en naastliggende breuklijn niet altijd 10 meter uit elkaar. Daarom heeft HKV geschat wat per lijn de bodemligging is op ongeveer 10 meter van de lijn. Daar volgen de gebruikte waarden uit. Voorstel is om geen aanpassing te doen.
    Werkwijze is akkoord bevonden en behoeft dus geen aanpassing.
23. hooglijn/hverschil: overgang breukl-hverschil: geen hoogtepunt bij hverschillijn. Dit gaat mogelijk niet goed bij het aanmaken van overlaten.
    Dit zal HKV herstellen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat door "extrapolatie" van Baseline naar het uiteinde van de lijn, de hoogtes van overlaten in WAQUA hierdoor iets kunnen wijzigen. Dit is echter marginaal omdat alle nieuwe hverschillijnen om de 5 meter een punt hebben, terwijl de maaswijdte van het rekenrooster (en dus de lengte van overlaten) typisch zo'n 40 meter lang is. Er is geen nieuwe berekening nodig.
24. hooglijn/hverschil: "daar waar de oude hverschillijnen aansluiten op de nieuwe hoogteverschillijnen liggen geen hverschilhoogtepunten."
    Deltares heeft aangeven om welke punten het gaat en die zullen hersteld worden. Hierbij geldt ook de opmerking als gemaakt bij 23).
25. hooglijn/hverschil: er vallen enkele hverschillijnen buiten de erase contouren. Deze dienen te worden verwijderd.
    Deltares doelt op de in Figuur 10 aangegeven stukjes lijn. Deze zullen door HKV verwijderd worden.



Figuur 10: Pontwaard, er_hverschil.

26. hooglijn/kade: "in het zuiden van het erasegebied is een klein stukje kade blijven liggen. Deze dient, overeenkomstig Vos (2007) verwijderd te worden".
    Deltares heeft aangegeven om welk stukje kade het gaat; dat wordt verwijderd.
27. hooglijn/kade: inconsistentie in hoogte nieuwe zomerkade tussen metadata beschrijvende data (4,7 m+NAP) en Baseline waarde (4,5 m+NAP).
    De nieuwe zomerkade is 4,5 m+NAP volgens het inrichtingsplan (zie Figuur 11). De metadata informatie is dus incorrect en wordt aangepast.



Figuur 11: Nieuwe kade Pontwaard.

28. hooglijn/kade: hoogte links (i.e. westelijk) van de leikade zijn niet conform de hoogte van de breuklijn ofwel insteeklijn. Zie punt 22. Bovendien: in de referentie-schematisatie is voor de kade ook een linkerhoogte van 0,5 m+NAP gehanteerd. Dat is dan wel niet de hoogte van de naastliggende breuklijn, met de energiedrempel is wel in overeenstemming met de referentie-schematisatie.
    Werkwijze is akkoord bevonden en behoeft dus geen aanpassing.
29. hooglijn/kade: Er zit een gat in de kade in het SNIP3 ontwerp. Dat is niet de bedoeling. Het heeft geen gevolgen voor de berekening omdat de WAQUA overlaat ter plaatse wel gesloten is. *Dit kan bij gebruik van de maatregel tot verwarring leiden en ondanks dat het in WAQUA geen effect geeft, zal HKV de maatregel aanpassen.*

4.5 Maatregel le_vka5vw_a3

30. wc_omtrek ontbreekt
    HKV zal wc_omtrek toevoegen.
31. hooglijn/hverschil: "Aan de zuid-oostkant van het erasegebied is een stukje hverschillijn blijven liggen. Dit dient, overeenkomstig Vos (2007) verwijderd te worden".
    Zal HKV verwijderen.
32. hooglijn/hverschil: De leikade is geschematiseerd via een hoogteverschillijn met een rechterhoogte (in dit geval de kant van het Merwedekanaal) van 0,5 m+NAP, namelijk de diepte van het Merwedekanaal. Vraag van Deltares: "Moet de breuklijn aan de rechtzijde, die op 3m+NAP aan ligt, dan niet weg?" Deze wijze van schematiseren is bewust voor gekozen. Via de toegevoegde breuklijnen is de hoogte conform het inrichtingsplan. De hoogteverschillijn

representeert de ligging van de overlaatwerking. De overgang in bodemhoogte van de (verlaagde) kade naar de bodem van het Merwedekanaal lijkt ons representatief voor de drempel voor de overlaat.
Uitleg akkoord bevonden, geen aanpassing nodig. Een verbetersuggestie voor SNIP4 is om de leikade op een gelijke wijze als de verlaagde kade in de Pontwaard te schematiseren: een hverschillijn aan de zijde van het Merwedekanaal en een breuklijn aan de zijde van de Vianense Waard (zonder een kade).

33. hooglijn/kade:
Zie punt 22. Geen actie.

4.6 Maatregel le_vka4ww_a3

34. wc_omtrek ontbreekt
HKV zal wc_omtrek toevoegen.
35. hooglijn/bandijk: er ontstaan door de maatregel gaten in de bandijk.
Zal HKV herstellen door teen-hoogte aan te passen.
36. hooglijn/hverschil: inconsistentie voor lijnen 37, 4546, 28, 15 (linker/rechterhoogte komt niet overeen met naastliggende breuklijn).
Zie punt 22. Geen actie.
37. hooglijn/hverschil: lijn 4480 heeft geen naastliggende breuklijn.
Deze lijn is overgenomen uit de referentie-schematisatie. Daar heeft deze lijn ook geen naastliggende insteek breuklijn (wat wel vaker het geval is bij oeverlijnen die als hverschillijn zijn geschematiseerd). Geen aanpassing nodig.

4.7 Maatregel le_vreeswk_a3

Deze maatregel is gebaseerd op een toelevering van RWS-ON. HKV past deze brondata niet aan.
PDR heeft aangegeven dat HKV niets wijzigt aan deze maatregel. Wanneer RWS in een later stadium toch aanpassing wenst, kan dat in SNIP4.

5 Toetsrapport PDR

Hier wordt ingegaan op het (hydraulische deel) van het toetsrapport van Deltares.

1. Er zijn fouten geconstateerd in de Baseline-schematisatie. Deze hebben waarschijnlijk geen invloed op het bepaalde effect, maar dienen voor SNIP3 wel verbeterd te worden. Desgewenst zou 1 MHW berekening uitgevoerd kunnen worden, om aan te tonen dat bij het interventieniveau het ontwerp met aanpassingen, nog aan de taakstelling voldoet.
Er hoeft geen nieuwe berekening uitgevoerd te worden, omdat de geconstateerde tekortkomingen in de Baseline schematisatie zo klein zijn, dat deze naar alle waarschijnlijkheid geen effect op het waterstandsverlagend effect op de toetslocatie hebben.
2. Deltares heeft "alleen" het interventiebeeld voor het Projectontwerp getoetst. We gaan er vanuit dat er voor wat betreft de maatregelen voor het streefbeeld geen op- en/of aanmerkingen zijn.
Is akkoord bevonden (in de pakkettoets wordt het interventiebeeld gebruikt)
3. Dienen de maatregelen die worden gewijzigd ook hernoemd te worden? Dus bijv 'le_vka4ww_a4' ipv 'le_vka4ww_a3'

Ja, zie ook paragraaf 6 voor werkwijze nieuwe op te leveren maatregelen.

6 Overzicht acties SNIP3 en aandachtspunten voor SNIP4

6.1 Correcties SNIP3 oplevering

Hier is per maatregel aangegeven welke wijzigingen voor de definitieve SNIP3 oplevering zijn doorgevoerd. De verwijzingen tussen () verwijzen naar het toetsrapport en volgnummer uit de tekst in paragraaf 2 – 4.

hwwdam:
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 1)

Geleidedam:
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 6)
- alleen kade en insteeklijn (Deltares, 7)
- punten toegevoegd aan kade (Deltares, 10)

Bossenwaard
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 11)
- correctie hoogtepunten bandijk (Deltares, 12 & CSO, 3)
- stukje kadelijn verwijderd waar al breuklijn loopt (Deltares, 14)
- laanbeplanting verwijderd waar dit overlapt met nieuwe 'heggen' (Deltares, 18)

Pontwaard
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 19)
- opname amfibiepoel in bodemhoogte (CSO, 8)
- toevoegen insteeklijn nieuwe kade (Deltares, 20)
- hverschil, toevoegen punten (Deltares, 24)
- erase hverschil (Deltares, 25)
- erase kade (Deltares, 26)
- kade gesloten (Deltares, punt 29)
- aanpassing hoogte nieuwe kade in metadata (Deltares, 27)

Vianense Waard:
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 30)
- aanpassing erase contour hverschil (Deltares, 31)
- een kleine verbetering in heggen doorgevoerd (niet geconstateerd in voortoets)

Waalse Waard
- wc_omtrek toegevoegd (Deltares, 34)
- correctie hoogtepunten bandijk (Deltares, 35 & CSO, 3)

6.2 Collecteren van maatregelen

Het voorstel van RWS om de maatregelen van de vier uiterwaarden (bw, pw, vw, ww) te collecteren is overgenomen.
De volgende twee Baseline maatregelen vormen, samen met de maatregelen voor de autonome ontwikkelingen en de verlaging van de toegangsdam naar het stuweiland Hagestein, de nieuwe SNIP3 oplevering m.b.t. Baseline maatregelen:

1. le_rvdlvin_a1 --> rvdl = Ruimte voor de Lek, v = Vianen, in = interventiebeeld
2. le_rvdlvst_a1 --> rvdl = Ruimte voor de Lek, v = Vianen, st = streefbeeld

6.3 Verbetersuggesties/ onderzoekspunten voor SNIP4

De volgende verbetersuggesties/ onderzoekspunten gelden voor SNIP4:

- schematisatie leikade Pontwaard (CSO, 5) en Vianense Waard (Deltares, 32)
- verbeteren fout in referentie-schematisatie benedenstrooms van toegangsdam naar stuweiland (RWS, 2 & Deltares, 2)
- schematisatie van verlaagde toegangsdam als twee hverschillijnen (moet dat dan ook in de referentie-schematisatie?) (RWS, 3 & Deltares, 5)
- Mogelijke aanpasssingen voor le_vreeswk_a3.

COLOFON

RUIMTE VOOR DE LEK (SNIP 3)

BASISRAPPORT HYDRAULICA & MORFOLOGIE

OPDRACHTGEVER:

PROVINCIE UTRECHT

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

Andries Paarlberg
Saskia van Vuren
Joana Vieira da Silva

GECONTROLEERD DOOR:

Saskia van Vuren
Jurriaan Lambeek

VRIJGEGEVEN DOOR:

Eric Schellekens

19 mei 2011
074937941:D

ARCADIS NEDERLAND BV
Lichtenauerlaan 100
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Tel 010 2532 222
Fax 010 4341 398
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.