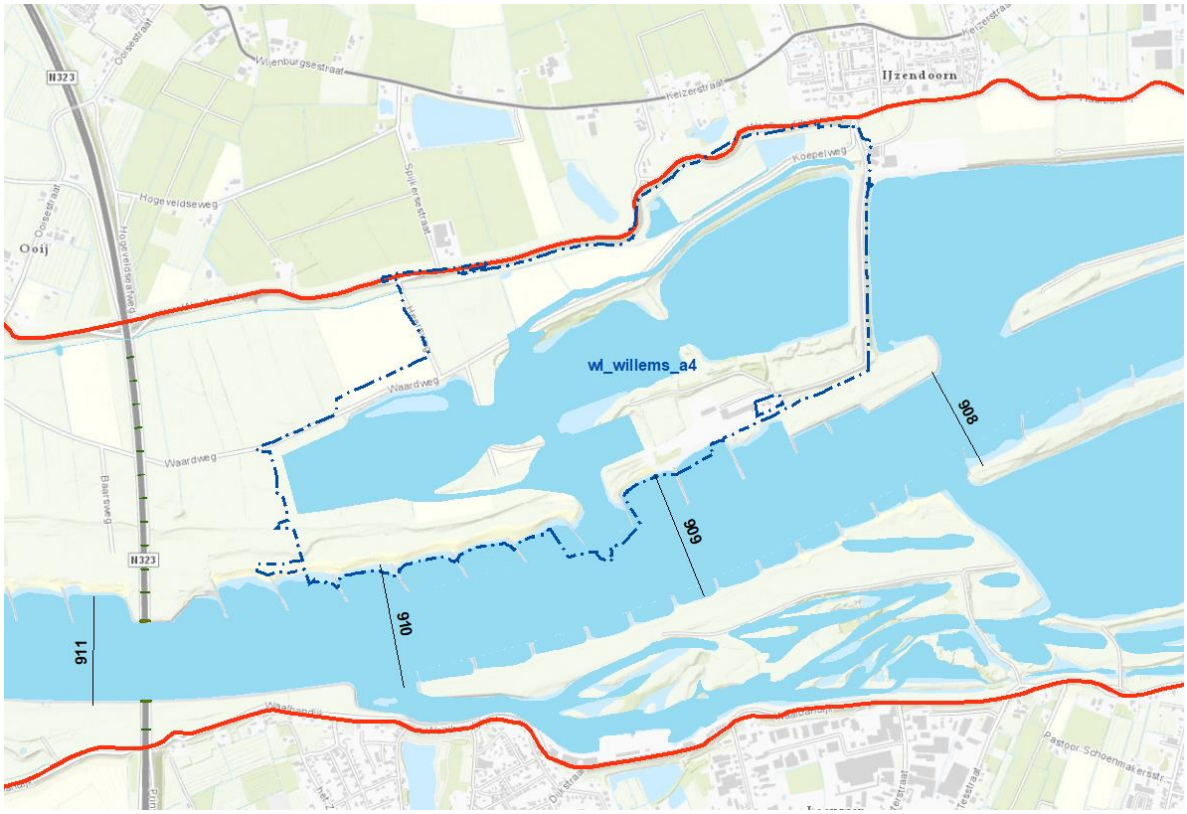
**Opdrachtgever: Dekker Groep**

# Willemspolder Fase 1

## Rivierkundige effectbepaling




DEFINITIEF

**29 januari 2021**

Anneke de Joode rivierkundig advies

AHA

RiQuest

**Colofon**

| | |
|---|---|
| Opdracht: | Willemspolder Fase 1<br>Rivierkundige effectbepaling |
| Opdrachtgever: | Dekker Groep |
| Opdrachtnemer: | Anneke de Joode Rivierkundig Advies i.s.m. Agtersloot Hydraulisch Advies en RiQuest |
| Auteur: | ir. D.G. Meijer |
| Collegiale toets: | drs. A. de Joode, drs. R.C. Agtersloot |
| Datum: | 29 januari 2021 |
| Projectcode: | 079.07 |
| Status: | versie 2.0 |
| Document: | 20210129_Willemspolder-Fase1_v2.0.docx |

# Inhoud

Samenvatting ..... vii
1 Inleiding ..... 1
1.1 Achtergrond ..... 1
1.1.1 Het MER Herinrichting Willemspolder (fase 1) ..... 1
1.1.2 Plan ..... 1
1.1.3 Gebied ..... 1
1.1.4 Wijze van onderzoek ..... 2
1.2 Doelstelling ..... 4
1.3 Uitgangspunten ..... 4
1.4 Leeswijzer ..... 4
2 Referentiesituatie ..... 5
2.1 Modelactualisatie (eerste stap: buiten de projectcontour) ..... 5
2.1.1 Geometrische aanpassingen ..... 5
2.1.2 Hydraulische modellering bij diverse afvoerniveaus ..... 6
2.2 Modelactualisatie (tweede stap: binnen de projectcontour) ..... 6
2.2.1 Geometrische aanpassingen ..... 6
2.2.2 Hydraulische modellering bij diverse afvoerniveaus ..... 7
3 Willemspolder Fase 1: het Basisalternatief ..... 8
3.1 Geometrische modellering ..... 8
3.2 Hydraulische modellering ..... 9
3.3 Waterstandseffecten bij diverse afvoerniveaus ..... 10
3.4 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming ..... 12
3.5 Morfologische effecten ..... 13
3.6 Waterdiepteanalyse ..... 14
3.6.1 Verrastering van de WaqMorf-resultaten (jaargemiddelde verandering) ..... 14
3.6.2 Projectgebied en hectometervakken ..... 14
3.6.3 Analyse van de rasterdata ..... 15
3.6.4 Analyse van de hectometervakken ..... 17
3.6.5 Baggervolumes ..... 20
3.6.6 Niet-baggerlocaties ..... 21
3.6.7 Bijzondere zones van het vaarwegbeheer ..... 21
3.6.8 Samenvatting ..... 23
3.7 Tijdelijke situatie zonder vegetatieontwikkeling ..... 23
4 Willemspolder Fase 1: het Voorkeusalternatief (VKA) ..... 25
4.1 Geometrische modellering ..... 25
4.2 Duiker in de Nieuweweg met nevengeul ..... 26
4.3 Hydraulische modellering ..... 27
4.4 Waterstandseffecten bij diverse afvoerniveaus ..... 27
4.5 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming ..... 29
4.6 Morfologische effecten ..... 29

4.7 Tijdelijke situatie zonder vegetatieontwikkeling ..... 30
5 Rivierkundig Beoordelingskader ..... 31
6 Gebiedsvisie Middenwaal (Willemspolder en Gouverneurspolder) ..... 34
6.1 Inleiding ..... 34
6.2 Geometrische modellering ..... 34
6.3 Hydraulische modellering ..... 34
6.3.1 Waterstandseffecten bij hoogwater ..... 34
6.3.2 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming ..... 35
6.3.3 Morfologische effecten ..... 35
7 Conclusies en aanbevelingen ..... 36
7.1 Conclusies ..... 36
7.2 Aanbevelingen ..... 37
8 Referenties ..... 38

**Bijlagen**

Bijlage 1 Ontwerptekening Willemspolder fase 1 (Meet BV, 2020)
Bijlage 2 Overzicht van Baseline-maatregelen en -gebiedsmodellen en WAQUA-modelsimulaties
Bijlage 3 Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019)
Bijlage 4 Gebiedsmodellering met behulp van Baseline
Bijlage 5 Ruimtelijke resultaten uit Waqview: Willempolder Fase 1
Bijlage 6 Analyse effecten op dwarsstroming bij diverse afvoerniveaus
Bijlage 7 Schatting van morfologische effecten m.b.v. WaqMorf
Bijlage 7.1 Basisalternatief
Bijlage 7.2 Voorkeursalternatief
Bijlage 7.3 Overzicht morfologische analyses met behulp van WaqMorf
Bijlage 7.4 Morfologische effecten per hectometervak
Bijlage 7.5 Waterdiepteanalyse per hectometervak

## Lijst van afbeeldingen


Figuur 1 Basisalternatief Willemspolder Fase 1 op ondergrond actuele situatie, zie ook Bijlage 1..... 3

Figuur 2 Contouren (lichtoranje) van de modelactualisatie (wp_gp_ref) met maatregelnamen..... 5

Figuur 3 Modelactualisatie van beno18_5-v1 naar wp_gp_ref (eerste stap): waterstandseffect bij diverse afvoerniveaus (eerste stap: actualisatie buiten de ingreepcontour)..... 6

Figuur 4 Contour van de modelactualisatie (wp_gp_ref_v2) met maatregelnaam ..... 6

Figuur 5 Modelactualisatie van wp_gp_ref naar wp_gp_ref_v02 (tweede stap): waterstandseffect bij diverse afvoerniveaus (tweede stap: actualisatie doorvaartopening binnen de ingreepcontour)..... 7

Figuur 6 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van de referentiesituatie (wp_gp_ref_v2) ..... 8

Figuur 7 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van het ontwerp Willempolder Fase 1 (wp_gp_var01)..... 9

Figuur 8 Waterstandseffect in rivieras: Basisalternatief Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentiesituatie (afvoerniveaus gelden te Lobith)..... 10

Figuur 9 Hoge kade (9 m+NAP) om plas, boven: referentie (wp_gp_ref_v2), onder: ontwerp (wp_gp_var01)..... 11

Figuur 10 Maximaal waterstandseffect als functie van het rivierdebiet (Basisalternatief) ..... 12

Figuur 11 Morfologisch effect binnen analysecontour van de vaargeul: jaargemiddelde veranderingen (cm) ..... 14

Figuur 12 Projectgebied Willemspolder (wl_willems_a3) en analysecontour met de hectometervakken ..... 14

Figuur 13 Waterdiepte ten opzichte van norm (referentiesituatie) met klasse-indeling en histogram. 15

Figuur 14 Locaties met een waterdiepte minder dan de norm (referentiesituatie)..... 15

Figuur 15 Waterdiepte in vaargeul onder de norm (referentiesituatie): locatie Willemspolder ..... 16

Figuur 16 Morfologisch effect binnen de vaargeul: verslechtering op locaties met een waterdieptetekort ..... 16

Figuur 17 Morfologisch effect binnen de vaargeul: verbetering op locaties met een waterdieptetekort ..... 17

Figuur 18 Waterdiepte ten opzichte van de norm per hectometervak (referentiesituatie)..... 17

Figuur 19 Gemiddeld morfologisch effect per hectometervak (cm) ..... 18

Figuur 20 Histogram: erosie/sedimentatie per hectometervak door morfologische verandering (boven in mm, beneden in $m^3$)..... 18

Figuur 21 Waterdiepte ten opzichte van de norm inclusief morfologische effecten per hectometervak (drie gewijzigde classificaties: zie pijlen)..... 19

Figuur 22 Bodemhoogte ten opzichte van de norm: gemiddelde en maximum per hectometervak (boven: analysecontour, onder: uitsnede nabij projectlocatie)..... 19

Figuur 23 Ligging van de niet-baggerlocaties bij Dreumel en Wamel ..... 21

Figuur 24 Bijzondere zones van het vaarwegbeheer..... 21

Figuur 25 Voorbeelden van bijzondere zones voor het vaarwegbeheer: sedimentatie (zone 196) en erosie (zones 132 en 200), de locaties van waterdieptetekort vallen buiten het sedimentatiebereik. ..... 22

Figuur 26 Bijzondere zone voor het vaarwegbeheer (zone 195): erosie juist buiten de vaargeul ..... 22

Figuur 27 Waterstandseffect van tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 en 16.000 $m^3/s$ (te Lobith) ..... 23

Figuur 28 Dwarsstroming in tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 $m^3/s$ (te Lobith) ..... 24
Figuur 29 Visualisatie van het Voorkeursalternatief (VKA) ..... 25
Figuur 30 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van het VKA Willempolder Fase 1 (wp_gp_vka) 26
Figuur 31 Dwarsprofiel van de duiker en de nevengeul ..... 26
Figuur 32 Waterstandseffect in rivieras: VKA Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentie-situatie (afvoerniveaus gelden te Lobith) ..... 27
Figuur 33 Waterstandseffect in rivieras: Voorkeursalternatief en Basisalternatief Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentiesituatie (16.000 $m^3/s$ te Lobith) ..... 28
Figuur 34 Maximaal waterstandseffect als functie van het rivierdebiet ..... 28
Figuur 35 Dwarsstroming in referentiesituatie, Basisalternatief en Voorkeursalternatief bij 8.000 $m^3/s$ (te Lobith): hier voldoet het VKA als enige niet aan het RBK-criterium van 0,15 m/s. ..... 29
Figuur 36 Schatting van waterstandseffect (deze effecten zijn NIET berekend) van tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 en 16.000 $m^3/s$ (te Lobith) ..... 30
Figuur 37 Overzicht van de maatregelencontouren binnen de gebiedsvisie ..... 34
Figuur 38 Waterstandseffect in rivieras: Gebiedsvisie (totaal), VKA (Willemspolder Fase 1), en Basisalternatief (Willemspolder Fase 1) ten opzichte van de referentiesituatie (16.000 $m^3/s$ te Lobith) ..... 35

## Samenvatting

Dekker Groep is voornemens een uitbreiding van de zandwinlocatie aan de Waal bij IJzendoorn te realiseren (rkm 908,0 - 910,3), bestaande uit een herprofilering van de drie bestaande plassen en de aanleg van een haven. Hiertoe is in opdracht van Dekker Grondstoffen BV een ruimtelijk ontwerp uitgewerkt (Meet BV, 2020). Het betreft de eerste fase van het project Willemspolder.

Voorliggende rapportage beschrijft een rivierkundige beoordeling van de voorgenomen ingreep, waarbij het ontwerp langs de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019) gelegd wordt. Dit is een noodzakelijke stap voor het verkrijgen van een Waterwetvergunning van de rivierbeheerder, Rijkswaterstaat Oost-Nederland. Hierbij is ook gekeken naar de onbegroeide situatie direct na aanleg, die als tijdelijke situatie vanuit het oogpunt van stroomsnelheden als meest kritisch beschouwd wordt.

Er zijn twee ontwerpen geanalyseerd. Het eerste is het Basisalternatief, het initiële ontwerp dat al in een eerder stadium hydraulisch en morfologisch beoordeeld is. Vervolgens heeft een optimalisatie plaatsgevonden, bestaande uit een herprofilering van de doorvaartopening, de plassen, een diepere onderlinge verbinding van de plassen, een andere locatie van het bedrijfsterrein bij de haven en een verlaging van de zomerkade van 9,00 naar 8,30 m+NAP en de oeverwalverlaging naar 8,00 m+NAP (benedenstrooms van de invaartopening). Deze optimalisatie is het Voorkeursalternatief (VKA). Beide alternatieven zijn in deze rapportage op alle rivierkundige aspecten beoordeeld.

Hoogwaterveiligheid
We concluderen dat het Basisalternatief bij hoogwater niet leidt tot waterstandverhogingen in de Waal (met uitzondering van een lokaal benedenstrooms effect van 11 mm). Gesommeerd zorgt de ingreep zelfs voor een lichte netto waterstandsdaling. De maximale waterstandsdaling bedraagt 9 mm in de rivieras. In de tijdelijke onbegroeide situatie kort na aanleg is dit maximaal 16 mm in de rivieras. Het benedenstroomse effect neemt in de tijdelijke situatie niet toe. Het VKA leidt tot iets meer waterstandsdaling (maximaal 14 mm in de rivieras) en een bijna even groot benedenstrooms effect (10 mm). Bij lagere afvoerniveaus is er duidelijker onderscheid: Het VKA stroomt eerder en meer door dan het Basisalternatief, hetgeen terug te zien is in iets sterkere stroomsnelheidseffecten. Er is voor het VKA niet gekeken naar de tijdelijke situatie zonder begroeiing, maar wel een onderbouwde schatting gemaakt.

Hinder voor scheepvaart
Ten aanzien van hinder voor scheepvaart is gekeken naar effecten op dwarsstroming, eerst voor het Basisalternatief. Er zijn bij voor de scheepvaart relevante afvoerniveaus geen ongunstige effecten waargenomen, met uitzondering van één locatie bij alleen het hoogste afvoerniveau van 10.000 $m^3/s$ (te Lobith). Het gaat om de doorvaartopening, waar bij dit afvoerniveau de landinwaartse dwarsstroming toeneemt van 0,15 tot 0,30 m/s. Hoewel dit meer dan het RBK-criterium is, merken wij op dat deze waarde nog steeds beperkt is en dat de frequentie van voorkomen van dit afvoerniveau ca. 15 jaar is. In de nabije omgeving bevinden zich in de huidige situatie al vier locaties met een hogere dwarsstroming bij lagere afvoerniveaus. Wij bevelen aan de genoemde uitkomst in dit perspectief te beoordelen.

Bij het VKA treedt ditzelfde effect op, maar het begint al bij een lager afvoerniveau. Ook bij 8.000 $m^3/s$ (te Lobith) wordt het RBK-criterium overschreden, waar dit in de referentiesituatie en bij het Basisalternatief nog niet het geval is.

Morfologische effecten
De effecten op de bodemmorfologie zijn geschat met behulp van WaqMorf. Hierbij is er in het Basisalternatief sprake van:

- een jaargemiddeld resultaat: maximale sedimentatie 6 tot 8 cm in de vaargeul, geschat netto volume 5.280 $m^3$ (GIS-analyse: 5.499 $m^3$);
- een resultaat na langdurig herstel bij laagwater: maximale sedimentatie 2 tot 4 cm in de vaargeul, geschat netto volume 3.440 $m^3$;
- een resultaat na een hoogwaterperiode: maximale sedimentatie 8 tot 10 cm in de vaargeul, geschat netto volume 7.540 $m^3$.

De waterdiepteanalyse laat zien dat er met betrekking tot de waterdiepte een lokale netto verslechtering plaatsvindt. Deze concentreert zich bij de projectlocatie. De hoeveelheid aanvullend baggerwerk bedraagt 288 $m^3$ (uitgaande van het theoretisch baggervolume ten opzichte van de CCR-norm. Deze hoeveelheid is beperkt en beheersbaar. Bij andere baggerscenario's gelden er andere getallen (zie einde Bijlage 7).

In het VKA zijn deze getallen aanzienlijk groter:

- een jaargemiddeld resultaat: maximale sedimentatie 10 tot 30 cm in de vaargeul (met een enkele randzone daarboven), geschat netto volume 112.120 $m^3$,
- een resultaat na langdurig herstel bij laagwater: maximale sedimentatie 10 tot 30 cm in de vaargeul (echter over een geringere oppervlakte dan jaargemiddeld), geschat netto volume 51.160 $m^3$;
- een resultaat na een hoogwaterperiode: maximale sedimentatie 50 tot 100 cm in de vaargeul, geschat netto volume 190.180 $m^3$.

Voor het VKA is vooralsnog geen waterdiepteanalyse uitgevoerd.

Naar ons oordeel is het voorliggende ontwerp (Willemspolder Fase 1: VKA) een evenwichtig uitgewerkte invulling van de wens van de eigenaar om de zandwinlocatie uit te breiden. Wij bevelen echter aan het ontwerp nader te optimaliseren teneinde de te verwachten sedimentatie te reduceren, alvorens het ontwerp aan de rivierbeheerder Rijkswaterstaat Oost-Nederland voor vergunningverlening in het kader van de Waterwet voor te leggen. Hierbij kunnen de ontwerpparameters van het Basisalternatief als inspiratiebron dienen. Zo geldt de kruinhoogte van de zomerkade (8,30 tegenover 9,00 m+NAP in het Basisalternatief) als vrijheidsgraad voor het uitvoeringsontwerp om het morfologische effect terug te dringen. Eventueel kan het Basisalternatief zelfs als terugvaloptie fungeren.

Tot slot geeft de rapportage een doorkijk naar de toekomst, waarin de toekomstige ambities van Dekker Groep voor zandwinning, recreatie en natuur tot uitdrukking worden gebracht. Het betreft naast het Voorkeursalternatief van Fase 1 ook een uitwerking voor Fase 2 van de Willemspolder, een ontwerp voor de Gouverneurspolder en een verlaging van de Nieuweweg tot 0 m+NAP (tussen de overnachtingshaven IJzendoorn en de Willemspolder) om een sterkere waterstandsdaling te realiseren. Dit alternatief (Gebiedsvisie) wordt in deze rapportage niet rivierkundig beoordeeld, maar ter kennisgeving gepresenteerd, waarbij alleen de hydraulische effecten bij het hoogste afvoerniveau (16.000 $m^3/s$ te Lobith) zijn geanalyseerd.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

### 1.1.1 Het MER Herinrichting Willemspolder (fase 1)

Voorliggend onderzoek is opgesteld als onderdeel van de milieueffectrapportage [hierna: de m.e.r. (procedure) of het MER (rapport)] voor de herinrichting van Willemspolder fase 1.

In dit rapport wordt het milieueffect van de Herinrichting Willemspolder (fase 1) nader onderzocht. Naast het feit dat dit rapport een bijlage bij het MER vormt, vormt het een zelfstandig leesbaar rapport, mede ten behoeve van de vergunningsaanvraag voor de Waterwet.

Het project beoogt delfstoffenwinning mogelijk te maken waarna het gebied wordt ingericht ten behoeve van hoogwaterveiligheid, natuurontwikkeling, recreatie, landschapsinrichting, duurzaamheid en mobiliteit. De Willemspolder vormt een uiterwaard rond de Waal. Samen met de Gouverneurspolder maakt de Willemspolder deel uit van de Midden-Waal.

Willemspolder Fase 1 betreft het plangebied vanaf de Nieuweweg in IJzendoorn tot circa 500 meter voor de Prins Willem-Alexanderbrug in Echteld. Fase 2 en 3 betreffen de resterende Willemspolder tot aan het Amsterdam Rijn-kanaal en de Gouverneurspolder. Op korte termijn kiest Dekker Grondstoffen BV (hierna Dekker) ervoor om eerst Willemspolder fase 1 te realiseren.

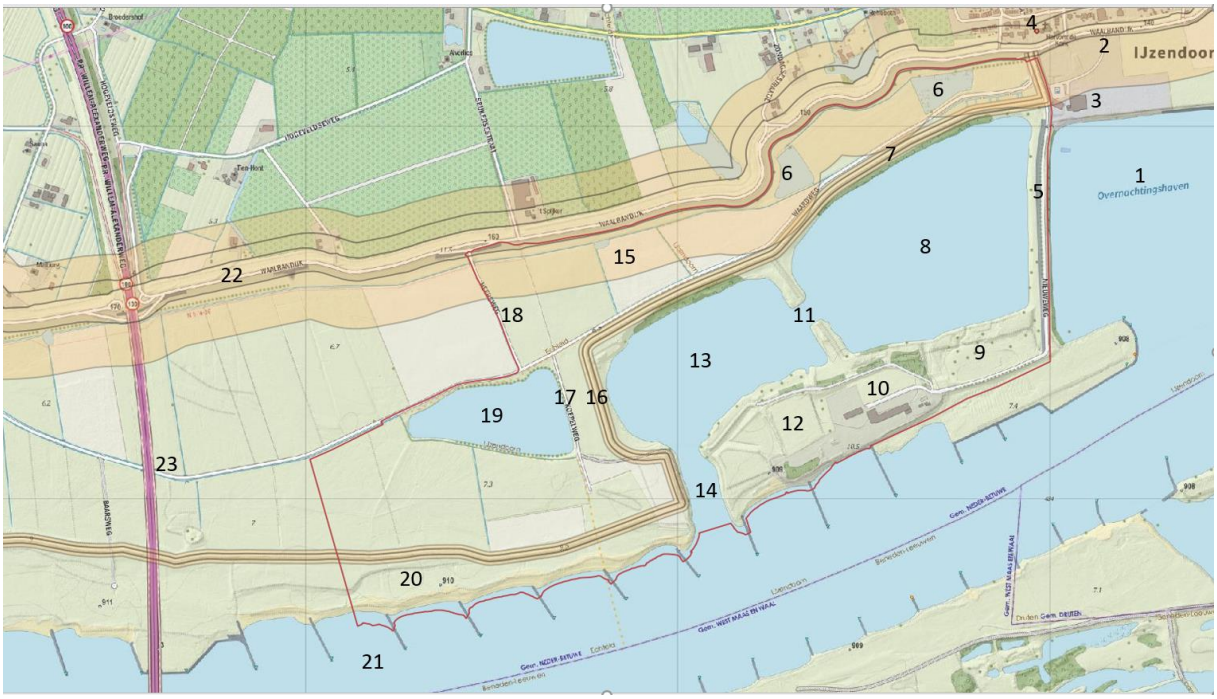
### 1.1.2 Plan

Dekker heeft een gebiedsvisie voor de inrichting van de Midden-Waal opgesteld. De visie komt voort uit de wens van Dekker om haar eigendommen in dit gebied in te zetten voor toekomstige projecten op het vlak van bouwgrondstoffenvoorziening in combinatie met de maatschappelijke opgaven. De ambitie is het agrarisch areaal om te vormen tot riviernatuur zoals stroomdalgrasland en ooibos en de gebieden in te richten en open te stellen voor recreanten. Daarnaast krijgt het bestaande bedrijfsterrein een nieuwe duurzame invulling. Randvoorwaarden voor de ontwikkeling zijn aanvaardbare milieueffecten en een positieve bijdrage aan de lokale leefomgeving.

Het plan gaat uit van de aanleg van hoogwatergeulen die qua schaal in lijn zijn met de reeds aanwezige plassen in het gebied. Op deze plaatsen wordt dieper water toegestaan ten gunste van de bouwgrondstoffenvoorziening. Daarnaast worden ondiepere stromende geulen aangelegd om de ecologische waterkwaliteit te verbeteren. Doel is om in lijn met de programmatische aanpak grote wateren "toekomstbestendige grote wateren te creëren waar hoogwaardige natuur goed samengaat met een krachtige economie".

### 1.1.3 Gebied

Willemspolder fase 1 grenst direct aan het kantoor van Dekker aan de Waalbandijk 1 in IJzendoorn. De Nieuweweg vormt als het ware een scheidingsdam tussen de overnachtingshaven van Rijkswaterstaat en de voormalige zandwinplassen (Oostplas en Westplas). Deze plassen worden door twee landtongen verdeeld en staan door een open verbinding (invaart) met de Waal in contact. De Nieuweweg ontsluit het bedrijfsterrein aan de Waal, een voormalige steenfabriek met bedrijfswoning, kantoor en op- en overslagfaciliteiten. Een deel van het bedrijfsterrein is rond 1975 legaal opgehoogd met zogenaamde pyrietslakken. Aan de oostzijde van het bedrijfsterrein is in het verleden bouw- en sloopafval gedeponeerd. Deze deellocaties worden beschouwd als voormalige stortplaatsen. Naast de Waalbandijk, die de primaire waterkering vormt, is in het plangebied een zomerkade als secundaire waterkering aanwezig. Tussen de Waalbandijk en de Waardweg zijn twee poelen gelegen, genaamd 1$^{e}$ en 2$^{e}$ Run. Ter hoogte van de Heersweg en Koepelweg is een derde zandwinplas gelegen die 't Spijker wordt genoemd. Tussen de Waal en de zomerkade is een natuurlijke oeverwal gelegen. De Westelijke begrenzing van het plangebied op circa 500 meter van de Prins Willem-Alexanderbrug is gekozen op basis van de eigendomspositie van Dekker.




1: Overnachtingshaven RWS
2: Toegangsweg kantoor Dekker
3: Kantoor Dekker
4: Kern IJzendoorn
5: Nieuweweg
6: poelen 1e en 2e Run
7: Waardweg
8: Oostplas
9: Voormalige stortplaats
10: Bedrijfsterrein voormalige steenfabriek
11: Landtongen
12: Pyrietslakkenstort
13: Westplas
14: Invaart
15: Dijkzone
16: Zomerkade
17: Koepelweg
18: Heersweg
19: plas 't Spijker
20: Oeverwal
21: Waal
22: Waalbandijk
23: Prins Willem-Alexanderbrug

### 1.1.4 Wijze van onderzoek

De systematiek voor het MER en het onderzoek is als volgt opgebouwd:

1. Referentiesituatie
De huidige situatie van het plangebied met de autonome ontwikkelingen vormen samen de referentie-situatie.

2. Basisalternatief
In de afgelopen jaren is de nodige voorbereiding getroffen om een plan voor de uitvoering op te stellen, ook wel het Basisalternatief genoemd.

3. Voorkeursalternatief
Het Basisalternatief wordt geoptimaliseerd aan de hand van vijf doelstellingen. Per doelstelling zijn diverse optimalisaties en alternatieven geïnitieerd. De optimalisaties en alternatieven zijn in expertmeetings beoordeeld op haalbaarheid en milieueffecten (zie het MER voor deze resultaten). Daarbij zijn conflicterende belangen in beeld gebracht. Hieruit is het voorkeursalternatief (VKA) gevormd. In dit rapport wordt het VKA kwalitatief en kwantitatief beoordeeld.

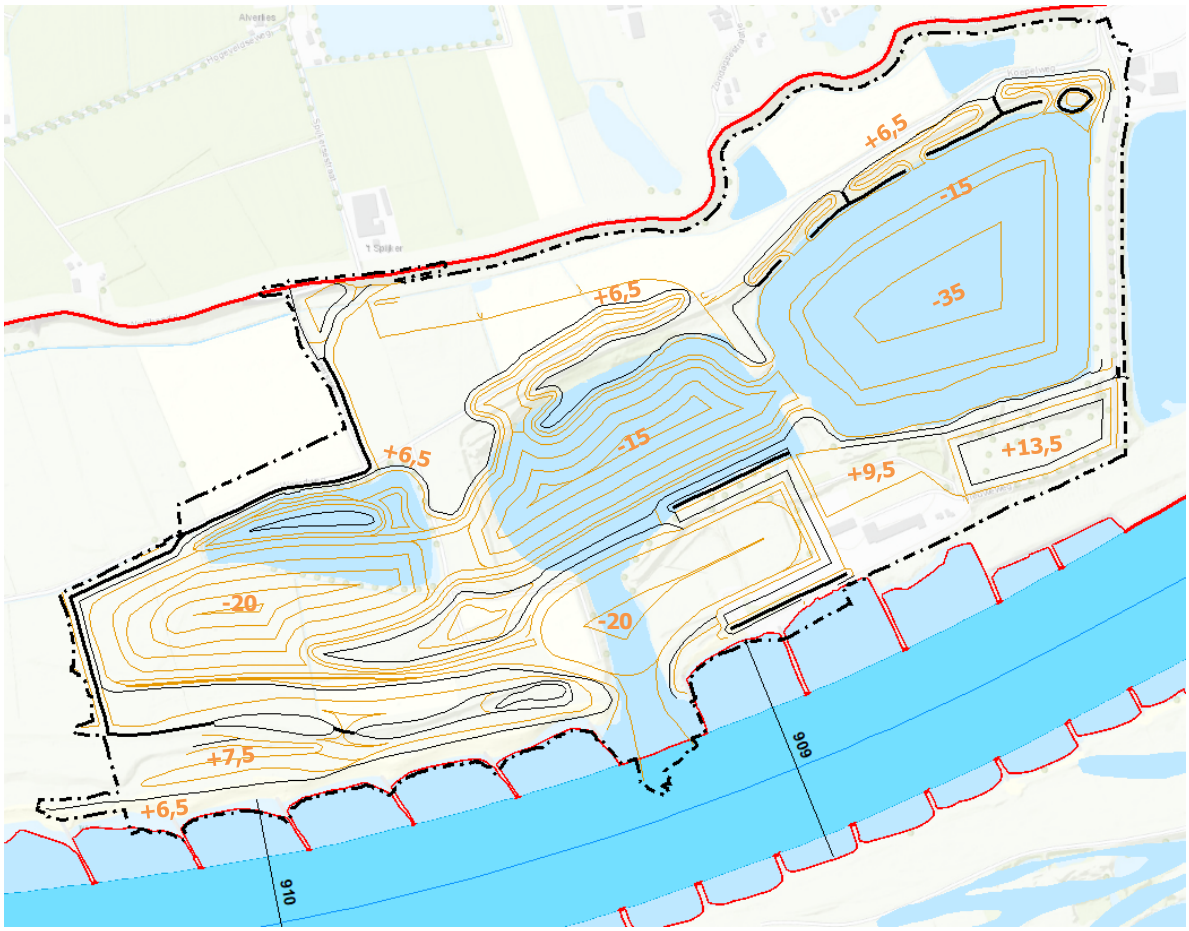
4. Tijdelijke situatie en Gebiedsvisie Midden-Waal
Tenslotte wordt ook een beoordeling van de tijdelijke situatie tijdens de realisatie en het VKA als onderdeel van de gebiedsvisie Midden-Waal gemaakt.

In het volgende schema is deze werkwijze geschematiseerd (zie Tabel 1).

**Tabel 1 Schematische weergave van het ontwerpproces**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referentie-situatie**: huidige situatie + autonome ontwikkeling | **Basis-alternatief** | **Optimalisaties** | **Varianten** | **Voorkeurs-alternatief** (VKA) | **Tijdelijke situatie** | **Gebiedsvisie Midden-Waal** (incl. VKA) |
| | | Bouwgrondstoffen-behoefte | Bouwgrondstoffen-behoefte | | | |
| | | Hoogwaterveiligheid | Hoogwaterveiligheid | | | |
| | | Natuurontwikkeling | Natuurontwikkeling | | | |
| | | Landschapsinrichting en recreatie | Landschapsinrichting en recreatie | | | |
| | | Duurzaamheid en mobiliteit | Duurzaamheid en mobiliteit | | | |

De voorgenomen uitbreiding van de zandwinlocatie aan de Waal bij IJzendoorn bestaat uit een herprofilering van de drie bestaande plassen en de aanleg van een haven (locatie Waal: rkm 908,0 - 910,3). Hiertoe is in opdracht van Dekker Grondstoffen BV een ruimtelijk ontwerp uitgewerkt (Meet BV, 2020), zie Bijlage 1. Figuur 1 geeft hiervan een verkleinde weergave, geprojecteerd op een topografische ondergrond van de actuele situatie.




**Figuur 1 Basisalternatief Willemspolder Fase 1 op ondergrond actuele situatie, zie ook Bijlage 1**

Voorliggende rapportage beschrijft een rivierkundige beoordeling van de voorgenomen ingreep, waarbij het ontwerp langs de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019) gelegd wordt. Dit is een noodzakelijke stap voor het verkrijgen van een Waterwetvergunning van de rivierbeheerder, Rijkswaterstaat Oost-Nederland.

## 1.2 Doelstelling

Doel van deze rapportage is het presenteren van een rivierkundige toetsing van de aangeleverde ontwerpen (Basisalternatief en Voorkeursalternatief) inclusief de tijdelijke situatie en een doorkijk naar de gebiedsvisie. Hierbij wordt gekeken naar effecten op hoogwaterstanden, bevaarbaarheid en bodemontwikkeling van de rivier. Het achterliggende doel is het verkrijgen van een uitvoeringsvergunning in het kader van de Waterwet.

## 1.3 Uitgangspunten

Deze uitwerking is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Voor de beoordeling gelden het Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019) en de Richtlijn morfologische effectbepaling van RWS ON (Reneerkens, 2020).
- Voor de ruimtelijke modellering gebruiken we Baseline 5.3 (een applicatie, operationeel binnen ArcGIS) en ArcGIS versie 10.4. We maken hierbij gebruik van het actuele beheer- en onderhoudsmodel van de Waal (als onderdeel van de Rijntakken), dat bij Rijkswaterstaat in beheer is (rijn_beno18_5-v1), aangevuld met een door Rijkswaterstaat Oost-Nederland toegeleverde actualisatie (zie Bijlage 2).
- Voor de rivierkundige simulaties gebruiken we het WAQUA-detailmodel van de Waal met verfijnd rooster (beno18_5_20m_waal-v1).
- Voor de WAQUA-simulaties is gebruik gemaakt van Simona 2017 patch 2.

In deze rapportage komen de onderwerpen aan de orde, zoals gespecificeerd in het Rivierkundig Beoordelingskader (Rijkswaterstaat, 2019), zie Bijlage 3. Dit betreft het hoogwatereffect van de ingreep in de rivieras en langs de waterkering, effecten op de scheepvaart (dwarsstroming) en op de riviermorfologie (verwachte bodemerosie of aanzanding).

## 1.4 Leeswijzer

Dit verslag is als volgt opgebouwd:

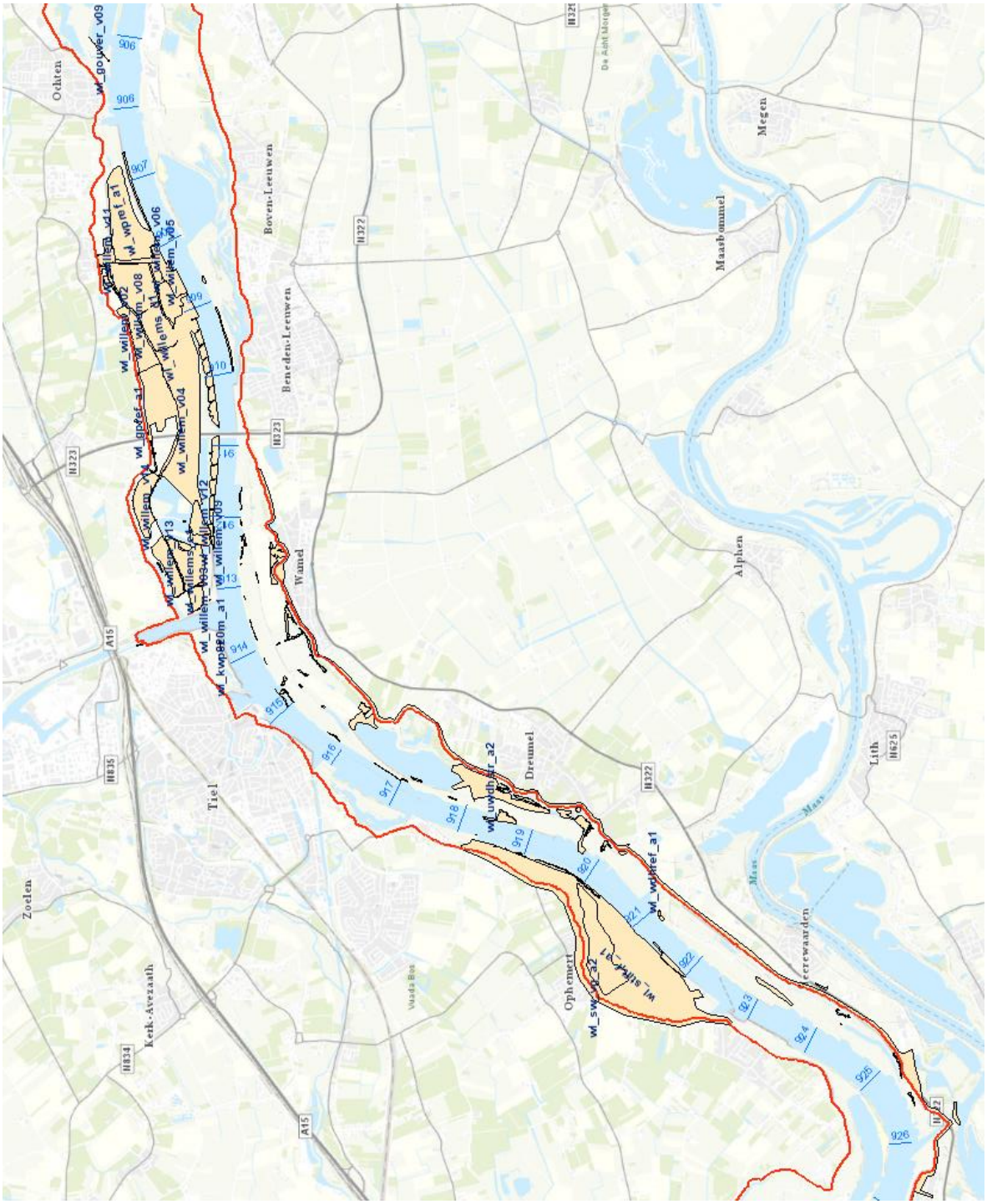
- Hoofdstuk 2 laat de referentiesituatie zien, die in dit geval overeenkomt met de huidige situatie, aangevuld met een bestaande onderhoudsvergunning voor de monding van de haven.
- In Hoofdstuk 3 komt de omzetting van het ontwerp (Basisalternatief) in een Baseline-gebiedsmodel en de hydraulische modellering aan de orde (Bijlage 1 geeft hierbij een weergave van het onderzochte ontwerp en Bijlage 2 bevat een tabel met uitgevoerde modelsimulaties).
- Hoofdstuk 4 presenteert het Voorkeursalternatief (VKA), dat op enkele punten van het Basisalternatief afwijkt. De opbouw van dit hoofdstuk is zoals die van het voorgaande hoofdstuk.
- De feitelijke beoordeling staat in Hoofdstuk 5 beschreven (de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader staan in Bijlage 3 opgesomd en Bijlage 4 vormt een toelichting op de omzetting van het ontwerp in Baseline, in Bijlage 5 staan ruimtelijke resultaten van de modelsimulatie (Waqview) gepresenteerd, de resultaten voor de thema's dwarsstroming (hinder voor scheepvaart) en morfologie (effecten op bodemontwikkeling) zijn in Bijlage 6 resp. Bijlage 7 opgenomen).
- Hoofdstuk 6 geeft een beschrijving van de gebiedsvisie Middenwaal, waarin de hiervoor beschreven aanvullende rivierverruimende ingrepen zijn opgenomen.
- De conclusies en aanbevelingen staan in Hoofdstuk 7 opgesomd.
- Hoofdstuk 8 vormt de referentielijst.

# 2 Referentiesituatie

## 2.1 Modelactualisatie (eerste stap: buiten de projectcontour)

### 2.1.1 Geometrische aanpassingen

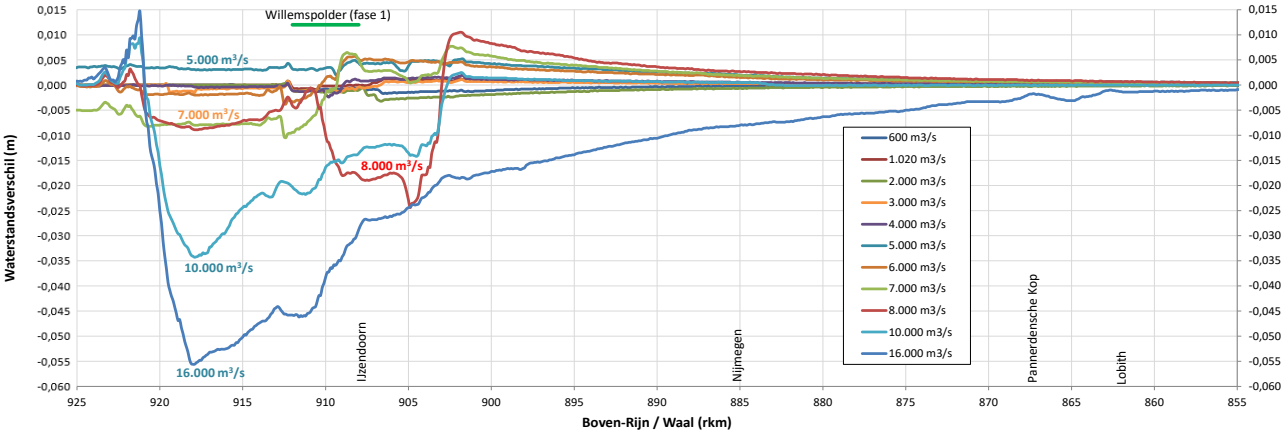
Het beheer- en onderhoudsmodel van de Rijntakken (rijn_beno18_5-v1) werd bij aanvang van de opdracht door Rijkswaterstaat Oost-Nederland niet geschikt geacht om direct voor dit project toe te passen. Hiervoor moest eerst een actualisatie van de betreffende omgeving uitgevoerd worden (Figuur 2). Rijkswaterstaat heeft hiervoor 23 Baseline-maatregelen aangeleverd, waarmee de actualisatie uitgevoerd kon worden (model wp_gp_ref). Het betreft de oevers en uiterwaarden van de Waal binnen het ruimtebeslag en in de directe omgeving van het project. De maatregelen staan gespecificeerd in Bijlage 2, maar zijn niet nader toegelicht. Hiervoor verwijzen wij naar de metadata-documenten van de Baseline-maatregelen.




**Figuur 2 Contouren (lichtoranje) van de modelactualisatie (wp_gp_ref) met maatregelnamen**

### 2.1.2 Hydraulische modellering bij diverse afvoerniveaus

Voor het beheer- en onderhoudsmodel zowel voor en na actualisatie modelsimulaties bij diverse afvoerniveaus uitgevoerd (van 600 tot en met 16.000 $m^3/s$ te Lobith). Het resultaat hiervan is in Figuur 3 weergegeven. Er is bij het hoogste afvoerniveau (16.000 $m^3/s$) een aanzienlijke waterstandsdaling bij Dreumel (ca 55 mm, rkm 918). Dit resultaat is hier ter kennisgeving gepresenteerd, maar wordt niet nader geanalyseerd.

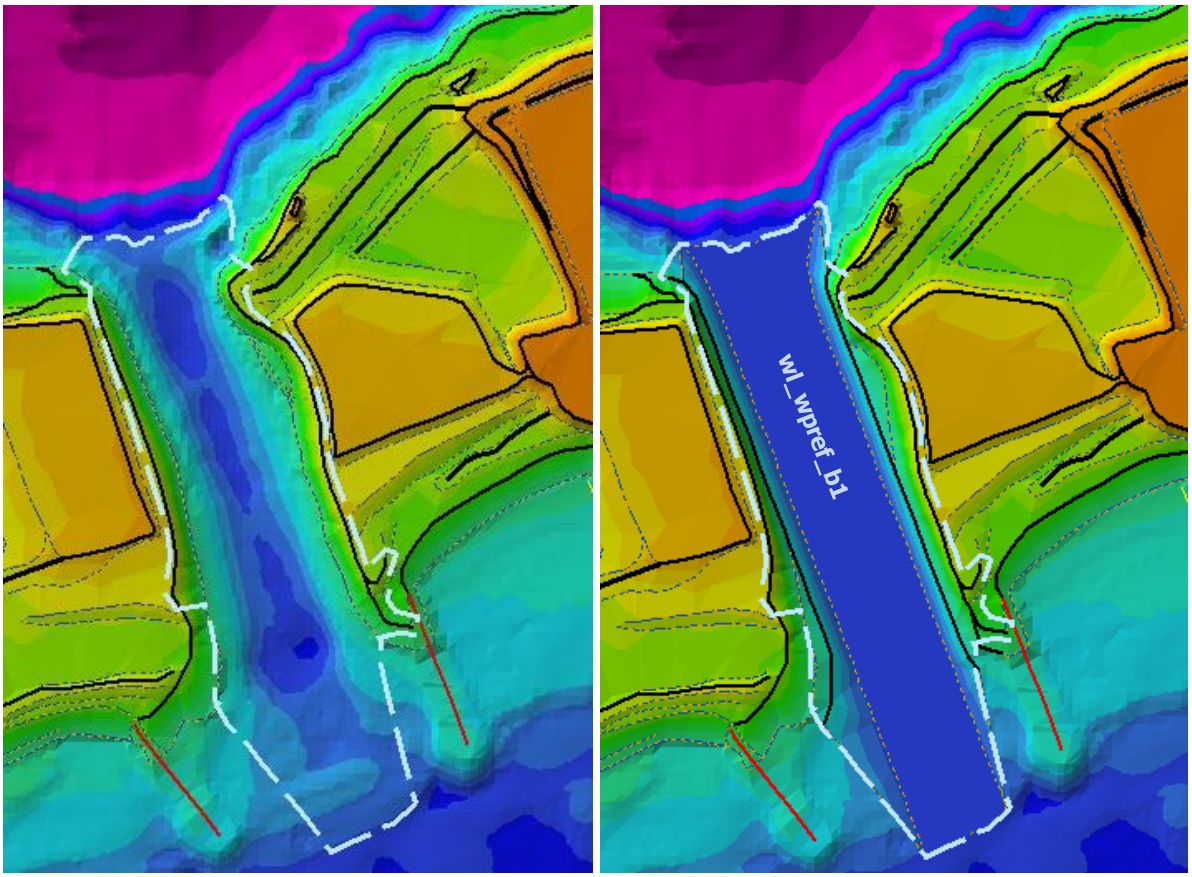



**Figuur 3 Modelactualisatie van beno18_5-v1 naar wp_gp_ref (eerste stap): waterstandseffect bij diverse afvoerniveaus (eerste stap: actualisatie buiten de ingreepcontour)**

## 2.2 Modelactualisatie (tweede stap: binnen de projectcontour)

### 2.2.1 Geometrische aanpassingen

In een tweede stap is gezocht naar actualisaties binnen de projectcontour. Hierbij is de havenmond naar voren gekomen. Het referentiemodel bevat de doorvaartopening volgens de actuele geometrie (Figuur 2: links). Er ligt echter een vergunning voor het onderhoud van de doorvaartopening (Figuur 2: rechts). Deze vergunde situatie kent een ruimer profiel. Het is niet dieper maar het bodemprofiel is wel breder.

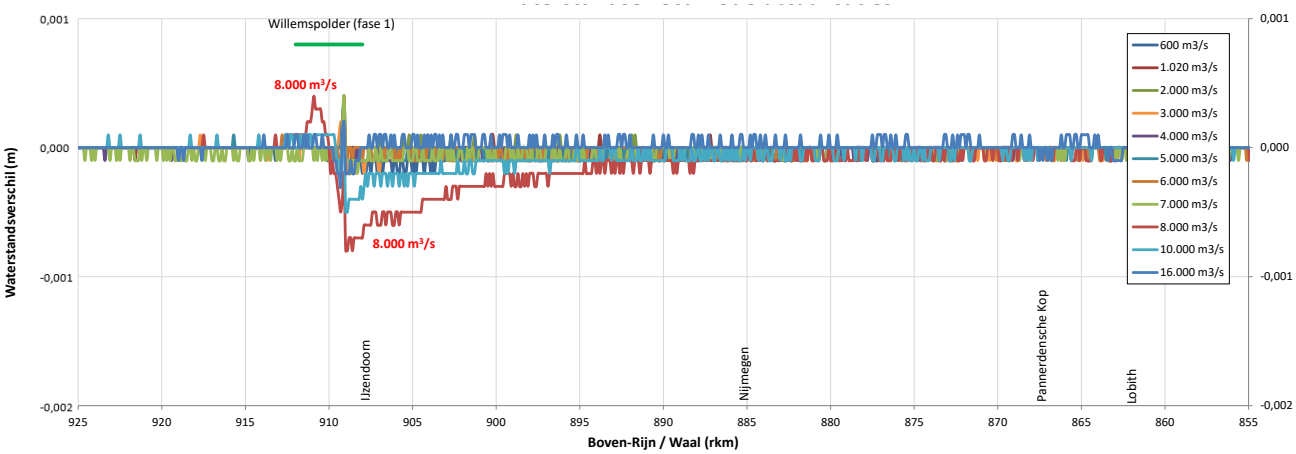



**Figuur 4 Contour van de modelactualisatie (wp_gp_ref_v2) met maatregelnaam**

De bodemhoogte is NAP -0,13 m. Ook in het ontwerp van de Willemspolder (Fase 1) is er sprake van een verruiming van de doorvaartopening met vrijwel dezelfde hoogte (NAP +0 m). Omdat men dit deels als een aanpassing en deels als onderhoud kan zien is het noodzakelijk de onderhoudssituatie als uitganspunt te nemen.

### 2.2.2 Hydraulische modellering bij diverse afvoerniveaus

Met dit opnieuw aangepaste referentiemodel zijn de afvoerniveaus wederom doorgerekend. Figuur 5 laat het waterstandseffect van alleen deze laatste aanpassing zien.




**Figuur 5 Modelactualisatie van wp_gp_ref naar wp_gp_ref_v02 (tweede stap): waterstandseffect bij diverse afvoerniveaus (tweede stap: actualisatie doorvaartopening binnen de ingreep-contour)**

Door de actualisaties in twee stappen uit te voeren is inzicht ontstaan welk deel van het effect aan de actualisatie binnen de projectcontour toe te schrijven is. Het is duidelijk dat de verruiming van de havenmond een verwaarloosbaar waterstandseffect heeft. Bij 8.000 $m^3/s$ is het effect maximaal, maar is er nog minder dan 1 mm waterstandsdaling. Bij 16.000 $m^3/s$ is het effect afgerond 0 mm.

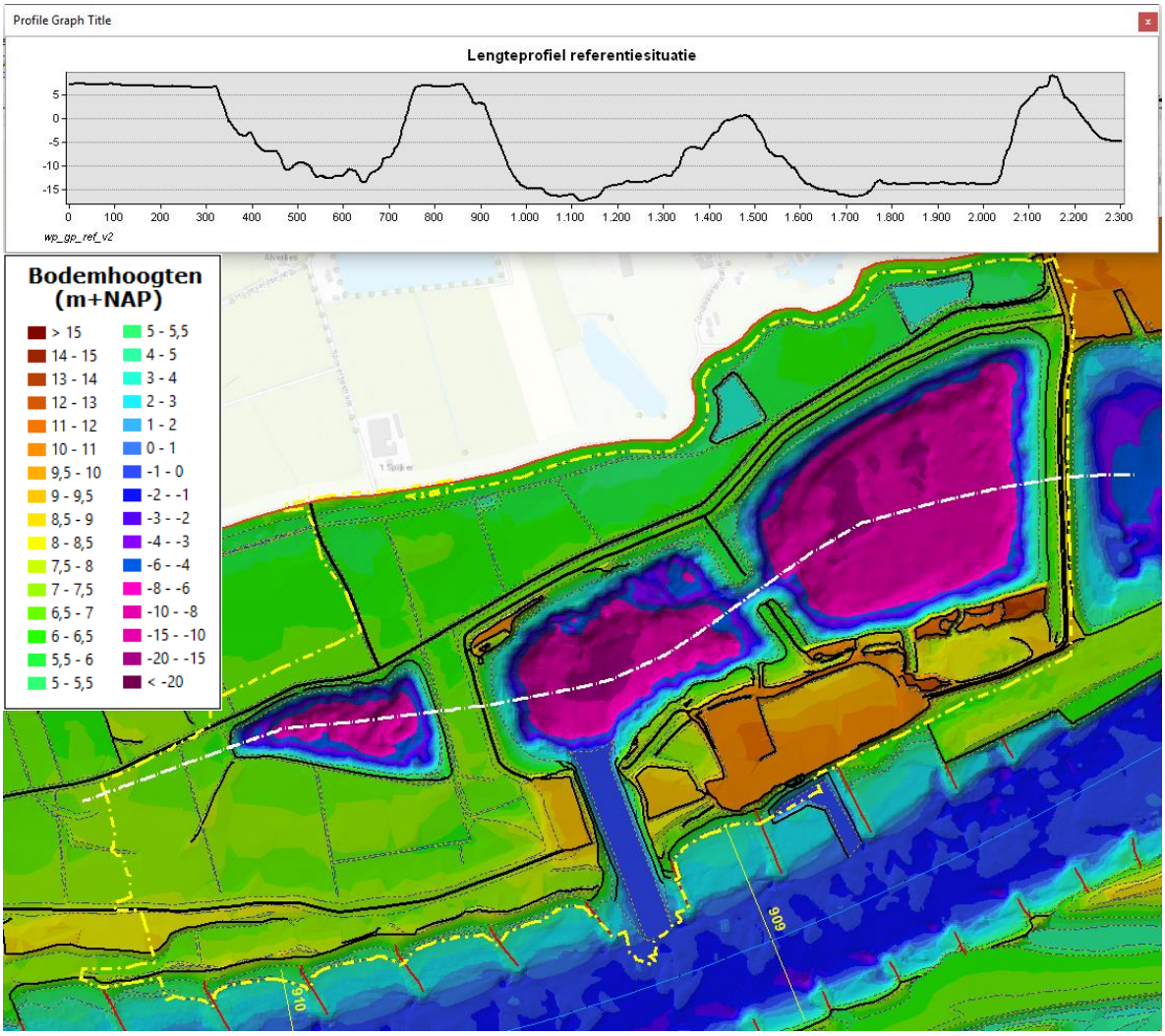
De effecten van de modelactualisatie spelen geen rol in de beoordeling, immers de nieuwe referentie-situatie (wp_gp_ref_v2) is nu het uitgangspunt voor de modellering en de beoordeling van het Basisalternatief van de Willemspolder (Fase 1). De omzetting van het ontwerp komt in Hoofdstuk 3 aan de orde.

# 3 Willemspolder Fase 1: het Basisalternatief

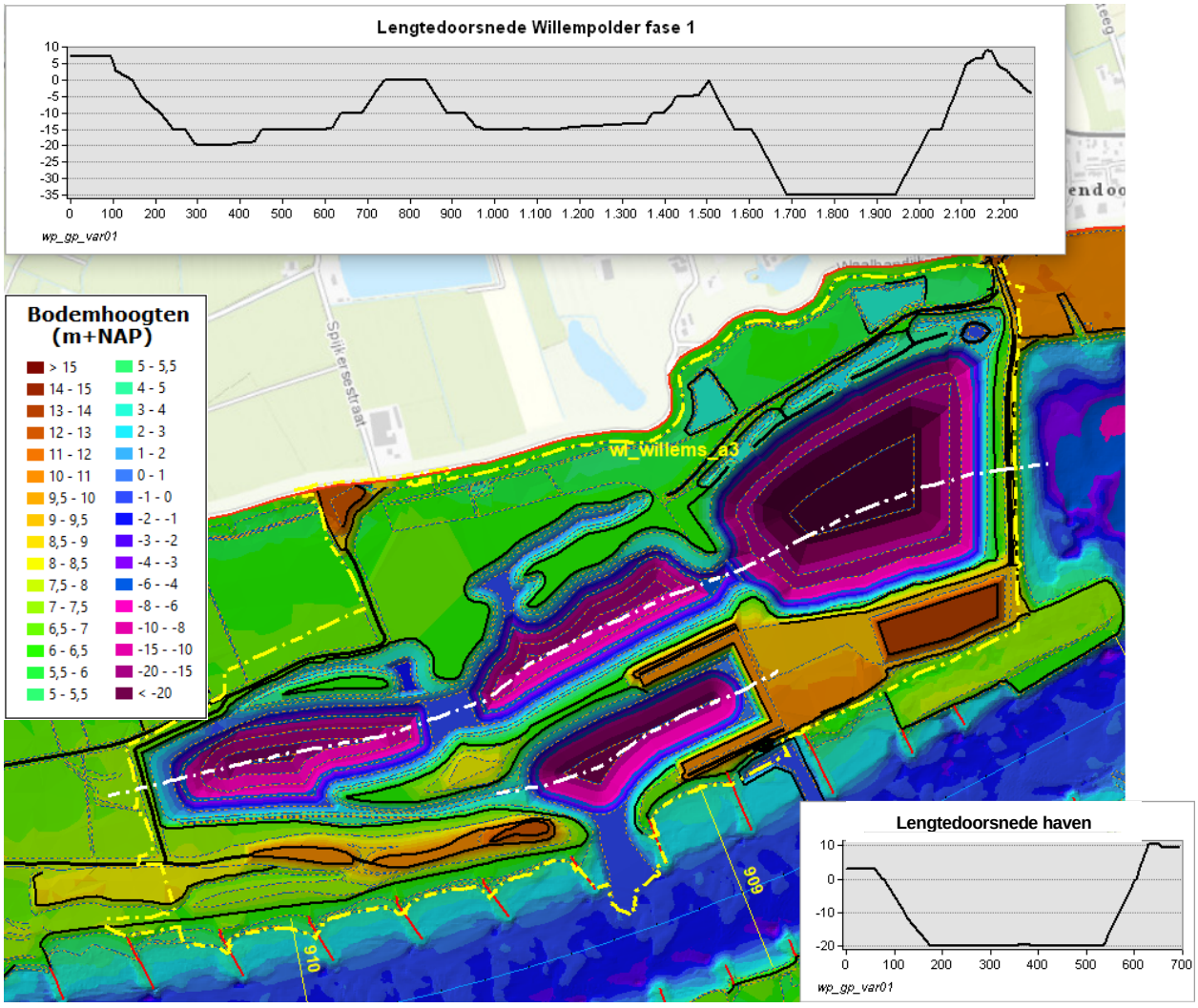
## 3.1 Geometrische modellering

Het Basisalternatief is omgezet in een Baseline-maatregel (wl_willems_a3), die in bovenbeschreven referentiemodel is ingebracht. Het resultaat is een nieuw Baseline-gebiedsmodel (wp_gp_var01) dat de ingreep bevat. De tabel van Bijlage 2 (onderste rij) laat zien hoe het model opgebouwd is. In Bijlage 4.1 en Bijlage 4.2) zijn de hoogtemodellen van de referentie resp. van het Basisalternatief te zien. Figuur 6 en Figuur 7 zoomen in op de projectlocatie en laten een lengteprofiel door de plassen zien.

De hydraulische ruwheden zijn eveneens in Bijlage 4.2 te zien (niet in deze paragraaf weergegeven). Ten opzichte van de referentie (Bijlage 4.1) zien we in het Basisalternatief (Bijlage 4-4) een toename in het aandeel open water (code 201), maar ook van bos (1983). Omdat dit bos een eindbeeld weergeeft, is er ook een modelvariant gemaakt die de tijdelijke situatie direct na aanleg voorstelt (Bijlage 4-5). Hierin is er op de plaatsen van het bos nog sprake van gras, met uitzondering van die plekken waar zich nu al bos bevindt en waar geen vergraving plaatsvindt. Deze aanvullende modellering (wp_gp_ts01) is bedoeld om tussentijdse kritieke situaties ten aanzien van stroomsnelheden en stabiliteit te kunnen signaleren, en is in de voorlaatste rij van Bijlage 2 weergegeven.




**Figuur 6 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van de referentiesituatie (wp_gp_ref_v2)**




**Figuur 7 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van het ontwerp Willempolder Fase 1 (wp_gp_var01)**

## 3.2 Hydraulische modellering

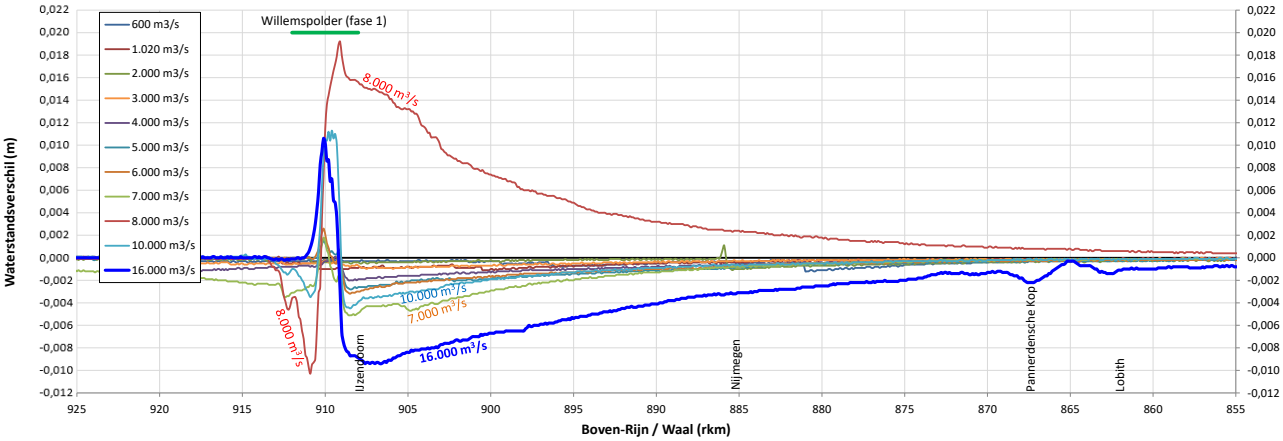
Van het nieuwe geografische Baseline-gebiedsmodel (wp_gp_var01) is een hydraulisch WAQUA-model afgeleid. Bijlage 4 laat zien hoe de bodemhoogten, overlaten en ruwheden in het hydraulisch model ten gevolge van de ingreep wijzigen (zie bladen Bijlage 4-1 tot en met Bijlage 4-3). Voor zowel de referentiesituatie als het ontwerp zijn 11 stationaire modelsimulaties uitgevoerd. Het betreft hier de afvoerniveaus 600, 1.020, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 10.000 resp. 16.000 $m^3/s$ (te Lobith). Bijlage 2 geeft hiervan een overzicht.

Voor de tijdelijke situatie (wp_gp_ts01) zijn de modelsimulaties voor alle afvoerniveaus herhaald. Als relevantste afvoersituatie geldt 10.000 $m^3/s$ (te Lobith). Dit wordt door Rijkswaterstaat als de hoogste bevaarbare afvoer beschouwd. Hierbij wordt getoetst of de lagere hydraulische ruwheden, met mogelijk hogere stroomsnelheden tot gevolg, tot problemen voor de scheepvaart leiden.

Hoofdstuk 5 gaat in op de resultaten en de beoordelingen op basis van de criteria uit het Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019).

## 3.3 Waterstandseffecten bij diverse afvoerniveaus

Het effect op de waterstanden is over het gehele afvoerspectrum geanalyseerd (van 600 tot 16.000 m$^3$/s te Lobith). Figuur 8 laat het waterstandseffect in de rivieras zien, met een blik tot ver bovenstrooms van de projectlocatie.




**Figuur 8 Waterstandseffect in rivieras: Basisalternatief Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentiesituatie (afvoerniveaus gelden te Lobith)**

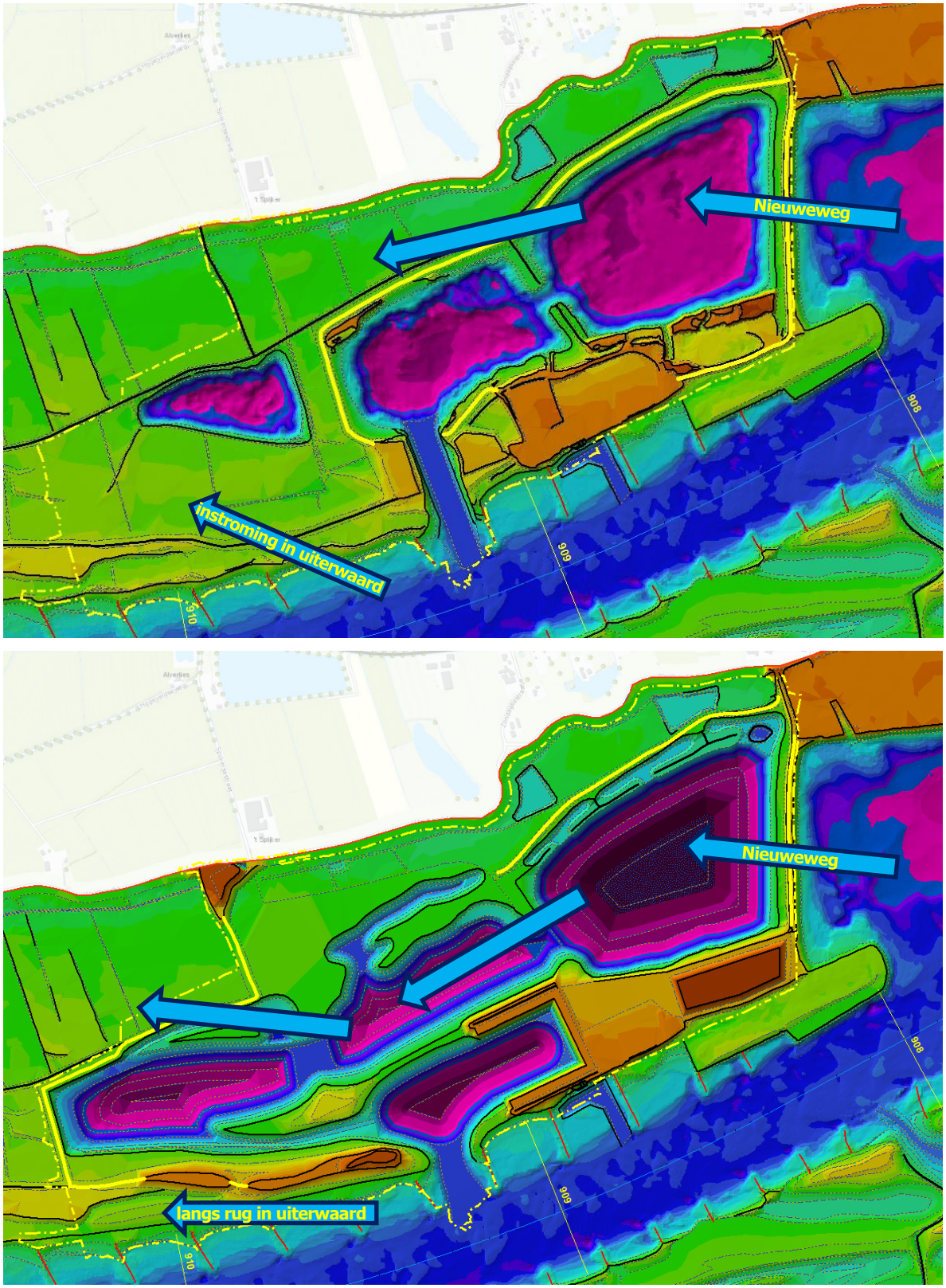
Het belangrijkste afvoerniveau voor de beoordeling is 16.000 m$^3$/s (blauwe dikke lijn). Het Basisalternatief geeft een waterstandsdaling van maximaal 9 mm bij IJzendoorn en een lokaal waterstandverhogend effect van maximaal 11 mm. Deze waterstandsverhoging treedt over een lengte van ca 1.800 m op. De waterstandsdaling dempt slechts langzaam uit en is tot tientallen kilometers bovenstrooms waar te nemen. Bij het splitsingspunt Pannerdensche Kop laat het resultaat ca. 2 mm waterstandsdaling zien. Het gaat hier om een modelfluctuatie, want het verloop van het effect in bovenstroomse richting is niet logisch. Een effect van minder dan 1 mm mag hier verwacht worden, hetgeen voor de afvoerverdeling op het splitsingspunt geen probleem is.

Ten aanzien van de overige afvoerniveaus merken we het volgende op. Bij de laagste drie afvoerniveaus (600, 1.020 en 2.000 m$^3$/s te Lobith) is er nagenoeg geen effect te zien. Dit is ook begrijpelijk, omdat de ingreep nog niet kan meestromen. Bijlage 5 laat voor de verschillende afvoerniveaus de effecten op de waterstand en de stroomsnelheid ruimtelijk zien (op basis van de visualisatieprogrammatuur Waqview). Het overzicht begint bij 2.000 m$^3$/s (Bijlage 5-4), omdat dit het hoogste rivierdebiet is, waarbij nog geen effecten optreden.

Bij 3.000 m$^3$/s (Bijlage 5-5: boven) is er een eerste effect waar te nemen. Bij dit afvoerniveau beginnen de lagere delen van de oever te overstromen en lopen de kribben gedeeltelijk over. Er is een lichte waterstandsdaling (ca. 1 mm), die uitsluitend toe te schrijven is aan de havenopening die in het ontwerp geherprofileerd (vooral verbreed) is. De licht toegenomen stroomsnelheden aan de rechteroever rondom deze opening (Bijlage 5-5: onder) bevestigen dit beeld. De becijferde sedimentatie is geen effect van de uitbreiding van de zandwinning en de herinrichting van de uiterwaard, maar van de gewijzigde detaillering van de havenmonding en de oevers eromheen.

Bij toenemende afvoeren tot ca. 6.000 m$^3$/s (Bijlage 5-6 tot en met Bijlage 5-8) versterkt dit beeld zich, maar is er feitelijk nog steeds hetzelfde aan de hand. De waterstandsdaling in de rivieras neemt toe tot ca 3 mm. De plas stroomt nog niet mee.

Bij 7.000 m$^3$/s (Bijlage 5-9) treedt er een tweede mechanisme in werking: aan benedenstroomse zijde van de projectlocatie treedt uiterwaardstroming op, gevoed door instroming vanuit de Waal door de doorvaartopening. De uitstroming naar de Waal vindt tussen rkm 910 en 911 plaats. De waterstandsdaling neemt nu toe tot 5 mm.



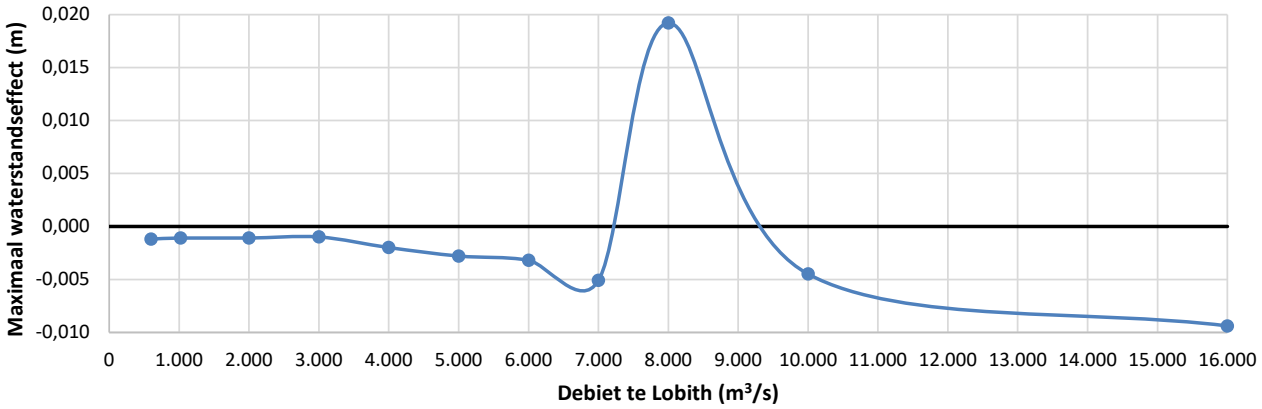

**Figuur 9 Hoge kade (9 m+NAP) om plas, boven: referentie (wp_gp_ref_v2), onder: ontwerp (wp_gp_var01)**

Een derde mechanisme manifesteert zich bij 8.000 $m^3/s$. De Nieuweweg raakt tussen 7.000 en 8.000 $m^3/s$ (afvoeren te Lobith) substantieel overstroomd, waardoor er instroming vanuit de overnachtingshaven IJzendoorn naar de projectlocatie kan plaatsvinden. Deze weg vormt een overlaat, die ligt op een hoogte van 9 m+NAP ligt.

De plas is echter omringd door een kade van deze hoogte (gele lijn in Figuur 9: boven) en vormt zodoende een badkuip die eerst gevuld moet zijn om verder in westelijke richting door te stromen. Bij een uitbreiding van de plas wordt deze rand om de plas, en dus de badkuip, ook groter (gele lijn in Figuur 9: onder). Aan de zuidzijde vormt een rug in de uiterwaard onderdeel van deze kuip en belemmert de instroming die in de referentiesituatie wel kan plaatsvinden. Dit is de oorzaak van de opstuwing bij 8.000 $m^3/s$. Het is een mechanisme dat bij lagere afvoerniveaus niet optreedt, maar nu ineens prevaleert boven de waterstandsdaling van enkele millimeters die zich tot dusver bij een toenemende rivierafvoer heeft ontwikkeld. De 5 mm waterstandsdaling bij 7.000 $m^3/s$ slaat hierdoor ineens om in 19 mm stijging bij 8.000 $m^3/s$, zoals in Figuur 8 en Bijlage 5-18 te zien.

Bij nog hogere rivierdebieten (10.000 en 16.000 $m^3/s$, zie Figuur 8, Bijlage 5-22 en Bijlage 5-26) raakt dit effect ondergeschikt aan het feit dat de uiterwaard en de plassen gaan meestromen. De waterstand is nu zo hoog dat de gewijzigde ligging van de kade (met kruinhoogte van 9 m+NAP) geen doorslaggevende rol meer speelt. Er is opnieuw een waterstandsdaling van 5 respectievelijk 9 mm. De zuidelijke rug in de uiterwaard is nog wel een weerstand, maar hij is nu overstroomd en de aansluitende kade staat voldoende onder water om het gehele gebied te laten meestromen. Bijlage 5-28 tot en met Bijlage 5-31 geven een duidelijk beeld van de stromingspatronen in de referentiesituatie respectievelijk in het Basisalternatief bij het hoogste beschouwde afvoerniveau.

Omdat er binnen de projectlocatie tenminste drie hydraulische mechanismen spelen die elk een eigen ontwikkeling in het afvoerspectrum doormaken, is het resultaat een zeer merkwaardige, ongebruikelijke maar toch plausibele relatie tussen het afvoerniveau en het waterstandseffect, zie Figuur 10. We zien aan de stroomlijnenkaarten dat het debiet door de plas bij alle afvoerniveaus vrijwel gelijk is aan dat van de referentiesituatie. Dit is niet alleen een resultaat, maar feitelijk ook een ontwerpuitgangspunt.




**Figuur 10 Maximaal waterstandseffect als functie van het rivierdebiet (Basisalternatief)**

Samenvattend:

- Er zijn ten gevolge van het ontwerp bij extreem hoogwater (16.000 $m^3/s$ te Lobith) geen waterstandsverhogingen in de Waal (met uitzondering van een lokaal benedenstrooms effect van 11 mm). Gesommeerd zorgt de ingreep zelfs voor een netto waterstandsdaling. Direct bij de ingreep is deze 9 mm, uitdempend tot ongeveer nul bij het splitsingspunt Pannerdensche Kop.
- Nabij de bandijk zijn er bij het hoogste afvoerniveau geen grote waterstandsveranderingen (zie Bijlage 5.1).

## 3.4 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming

Voor de scheepvaart is het van groot belang dat er geen hinderlijke dwarsstroming ontstaat die het navigeren bemoeilijkt. Omdat scheepvaart over vrijwel het gehele afvoerspectrum tot ca. 10.000 $m^3/s$ (te Lobith) plaatsvindt, is bij alle afvoerniveaus gekeken naar de stroomsnelheid in de rechter normaallijn (noordzijde van de Waal), waarbij de stroomsnelheid steeds is ontbonden in een component in lengterichting en in dwarsrichting. Vervolgens zijn de dwarscomponenten van de referentiesituatie en het Basisalternatief met elkaar vergeleken. Evenals bij de waterstanden is er bij rivierdebieten tot 2.000 $m^3/s$ (te Lobith) geen effect van de voorgenomen ingreep te zien.

Bijlage 6 laat voor de afvoerniveaus vanaf 2000 $m^3/s$ (te Lobith) de resultaten zien. In de grafieken is een positieve dwarsstroming naar rechts gedefinieerd (landinwaarts, naar de uiterwaard) en een negatieve dwarsstroming naar links (rivierwaarts, naar de vaargeul). Als richtlijn geldt 0,15 m/s in beide richtingen.

De resultaten laten het volgende zien:

- Bij alle afvoerniveaus zijn er locaties waar deze richtlijn in de referentiesituatie, dus zonder ingreep, niet gehaald wordt. Er zijn in de figuren locaties geïdentificeerd waar dit steeds het geval is, met stroomsnelheden tot 0,5 m/s of meer. Wij bevelen aan dit in de beoordeling mee te wegen.
- Bij 2.000 $m^3/s$ is er nog geen verschil tussen de referentiesituatie en het ontwerp (Bijlage 6-1). Bij 3.000 $m^3/s$ is het eerste spoortje van een verschil te zien (in de doorvaartopening bij rkm 909,2), echter rond de nullijn.
- Tot en met 8.000 $m^3/s$ (Bijlage 6-2 tot en met Bijlage 6-4) blijft dit het geval. In de doorvaart-opening en de directe nabijheid zijn er verschillen in de dwarsstroming, maar de richtlijn van 0,15 m/s wordt niet overschreden.
- Pas bij 10.000 $m^3/s$ (Bijlage 6-4) treedt er in de doorvaartopening een toename van de dwarsstroming van 0,15 naar 0,30 m/s op. Dit gebeurt statistisch gemiddeld eens per 15 jaren.
- Bij 16.000 $m^3/s$ (Bijlage 6-5) is er hetzelfde beeld, maar dit afvoerniveau is nautisch niet meer relevant.

Als conclusie vermelden wij dat ten gevolge van de ingreep alleen bij 10.000 $m^3/s$ op één locatie een verslechtering optreedt boven de richtlijn. In de nabije omgeving bevinden zich ook in de huidige situatie vier locaties met een hogere dwarsstroming bij lagere afvoerniveaus. Daarnaast is de frequentie van voorkomen van dit afvoerniveau ca. 15 jaar is. Wij bevelen aan de genoemde uitkomst in dit perspectief te beoordelen.

## 3.5 Morfologische effecten

De effecten op de bodemmorfologie zijn geschat met behulp van WaqMorf (Sieben, 2011). Bijlage 7.1 laat de morfologische effecten in drie figuren zien in de vorm van een jaargemiddelde verandering, een ondergrens en een bovengrens in de tijd. De weergavegrens van effecten is ±1 mm. Dat betekent dat effecten tussen -1 mm en +1 mm als transparant weergegeven zijn. De analyse is, na een vooranalyse van beginnen van meestromen, gebaseerd op drie afvoerniveaus van 3.000, 4.000 respectievelijk 7.000 $m^3/s$. Hierbij is er sprake van een jaargemiddeld resultaat (maximale sedimentatie in vaargeul: 4 tot 6 cm, geschat volume 5.280 $m^3$), een maximaal resultaat na een hoogwater (maximale sedimentatie in vaargeul: 6 tot 8 cm, geschat volume 7.540 $m^3$) en een minimaal resultaat na langdurig herstel bij laagwater (maximale sedimentatie in vaargeul: 2 tot 4 cm, geschat volume 3.440 $m^3$), zie Tabel 2. In de doorvaartopening is de maximale sedimentatie steeds 10 tot 30 cm, maar daar heeft de doorgaande scheepvaart geen last van.

**Tabel 2 Resultaten morfologische analyse Basisalternatief (WaqMorf): rkm 899,090 – 914,474**

| Volumes in vaargeul ($m^3$) | Erosie | Sedimentatie | Netto |
|---|---|---|---|
| na laagwaterperiode (minmorf) | -2.460 | 5.900 | 3.440 |
| jaargemiddeld | -6.120 | 11.400 | 5.280 |
| na hoogwaterperiode (maxmorf) | -10.430 | 17.970 | 7.540 |

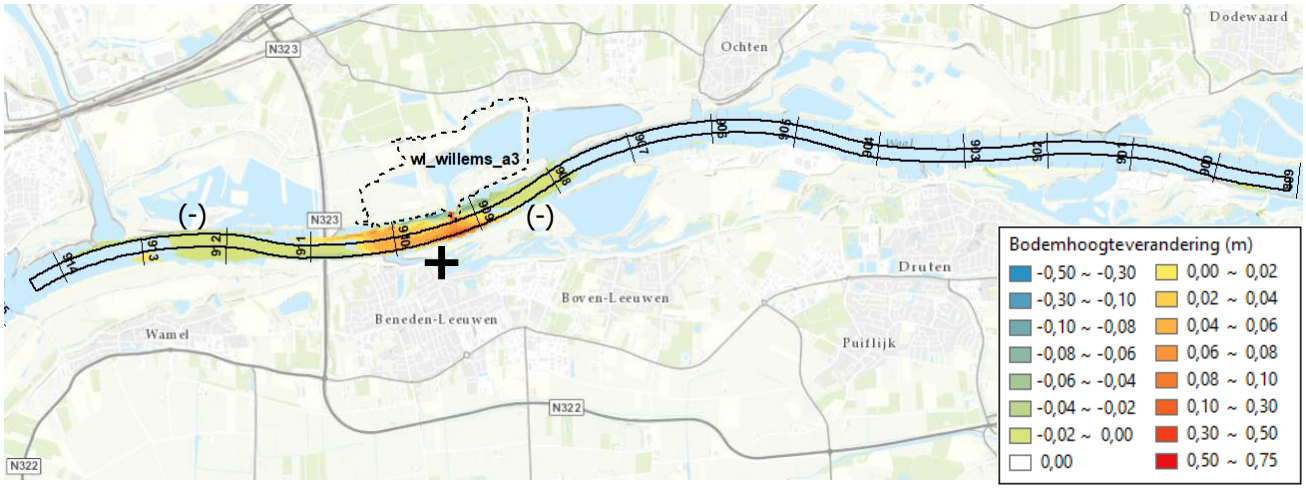
Opgemerkt wordt, dat er bij afvoeren tot 7.000 $m^3/s$, waarop deze resultaten gebaseerd zijn, hydraulisch nauwelijks effecten van de ingreep zijn. Zoals uiteengezet in paragrafen 3.3 en 3.4 zijn deze hydraulische effecten vooral toe te schrijven aan de nieuwe vormgeving van de havenmonding. De morfologische effecten zijn volgend en kunnen dus grotendeels aan dit detail van het Basisalternatief worden toegeschreven.

In de volgende paragraaf worden deze resultaten naast de benodigde sedimentatieruimte op dit traject gelegd, teneinde de aanvaardbaarheid hiervan te beoordelen.

## 3.6 Waterdiepteanalyse

### 3.6.1 Verrastering van de WaqMorf-resultaten (jaargemiddelde verandering)

Om het effect van de morfologische veranderingen op de bevaarbaarheid van de Waal te kunnen beoordelen is een waterdiepteanalyse uitgevoerd. De eerste stap is het bepalen van een analysecontour en het omzetten van het jaargemiddelde resultaat in een regelmatig raster (1 x 1 $m^2$). De contour wordt bepaald door het bereik, waar de absolute effecten afgerond 1 mm of meer zijn (met enige marge). Figuur 11 geeft hiervan het resultaat. Vanzelfsprekend lijkt de figuur op de plot in Bijlage 7.1, echter met twee verschillen: de weergavegrens rond de 0,00 m is nu ±4 mm (resultaten tussen -4 mm en +4 mm worden transparant weergegeven) en de gehele analysecontour is in beeld gebracht: deze loopt van rkm 899,090 tot 914,418.




**Figuur 11 Morfologisch effect binnen analysecontour van de vaargeul: jaargemiddelde veranderingen (cm)**

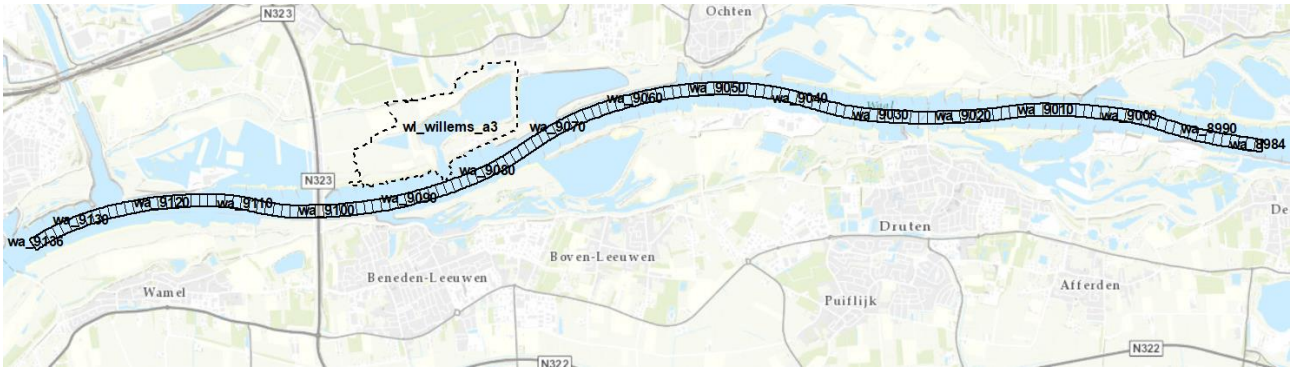
Er zijn drie zones te onderscheiden: nabij de ingreeplocatie is er sprake van sedimentatie (**+**) van maximaal 75 mm in de vaargeul. Juist stroomafwaarts hiervan is er lichte bodemerosie (-) met een laagste waarde van -59 mm, juist onder de brug van de N232. Een omgekeerd benedenstrooms effect is niet ongebruikelijk. Juist bovenstrooms van de haveningang is er een traject met een lichte erosieve trend (-), als gevolg van de waterstandsdaling van de ingreep (ca. 6 mm). Uit de rasterdata blijken de volgende morfologische effecten (Tabel 3). Deze getallen zijn in de orde van grootte van, maar niet identiek aan de WaqMorf-resultaten (Tabel 2). Verschillen in uitkomsten kunnen ontstaan door verschil in resolutie (rasterdata: 1 x 1 $m^2$ versus WaqMorf: 20 x 5 $m^2$). De uitkomst van de GIS-analyse geldt als nauwkeuriger.

**Tabel 3 Resultaten morfologische analyse Basisalternatief (GIS-analyse raster): rkm 899,090 – 914,474**

| Volumes in vaargeul ($m^3$) | Erosie | Sedimentatie | Netto |
|---|---|---|---|
| jaargemiddeld | -6.145 | 11.644 | 5.499 |

### 3.6.2 Projectgebied en hectometervakken

De waterdiepteanalyse maakt rondom het projectgebied gebruik van 153 hectometervakken, die in de analysecontour liggen: dit zijn de hectometervakken wa_8984 tot en met wa_9136 (Figuur 12).



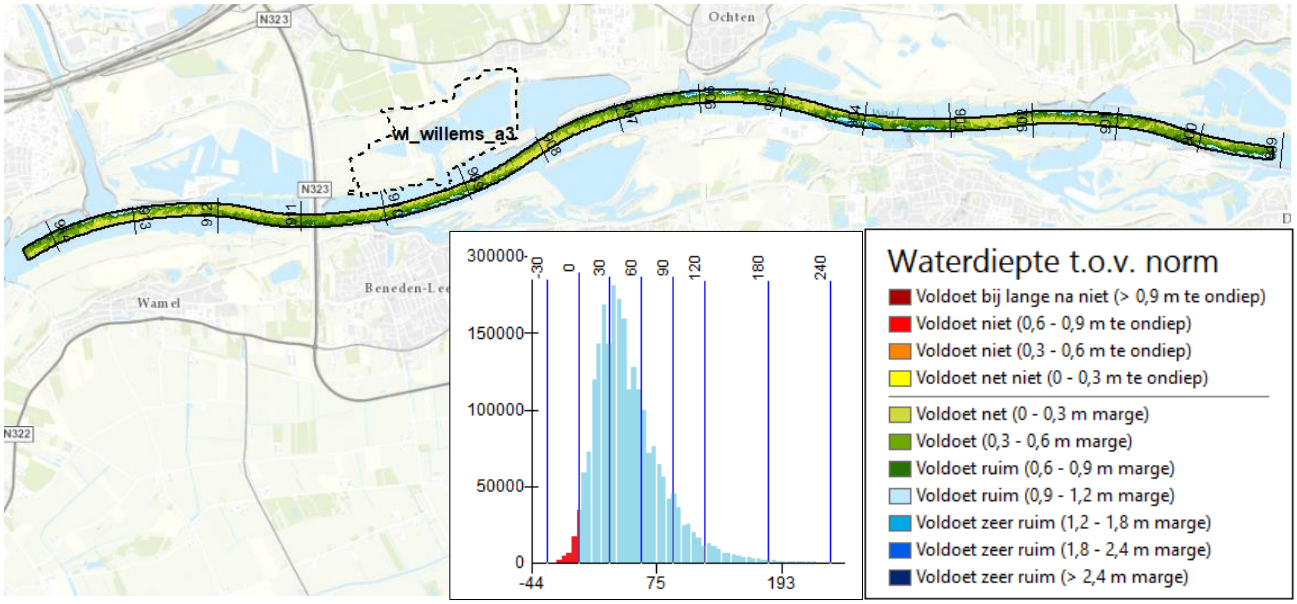

**Figuur 12 Projectgebied Willemspolder (wl_willems_a3) en analysecontour met de hectometervakken**

De analyse is als volgt opgebouwd: in eerste instantie worden de verrasterde resultaten in de gehele analysecontour geëvalueerd (paragraaf 3.6.3). Hierna volgt een statistische analyse met behulp van de hectometervakken (paragraaf 3.6.4). Vervolgens wordt er gekeken naar enkele zones waar baggeren niet mogelijk is (paragraaf 3.6.6) en tot slot zijn er zones van bijzonder vaarwegbeheer, die deels buiten de vaargeul liggen (paragraaf 3.6.7).

### 3.6.3 Analyse van de rasterdata

Referentiesituatie

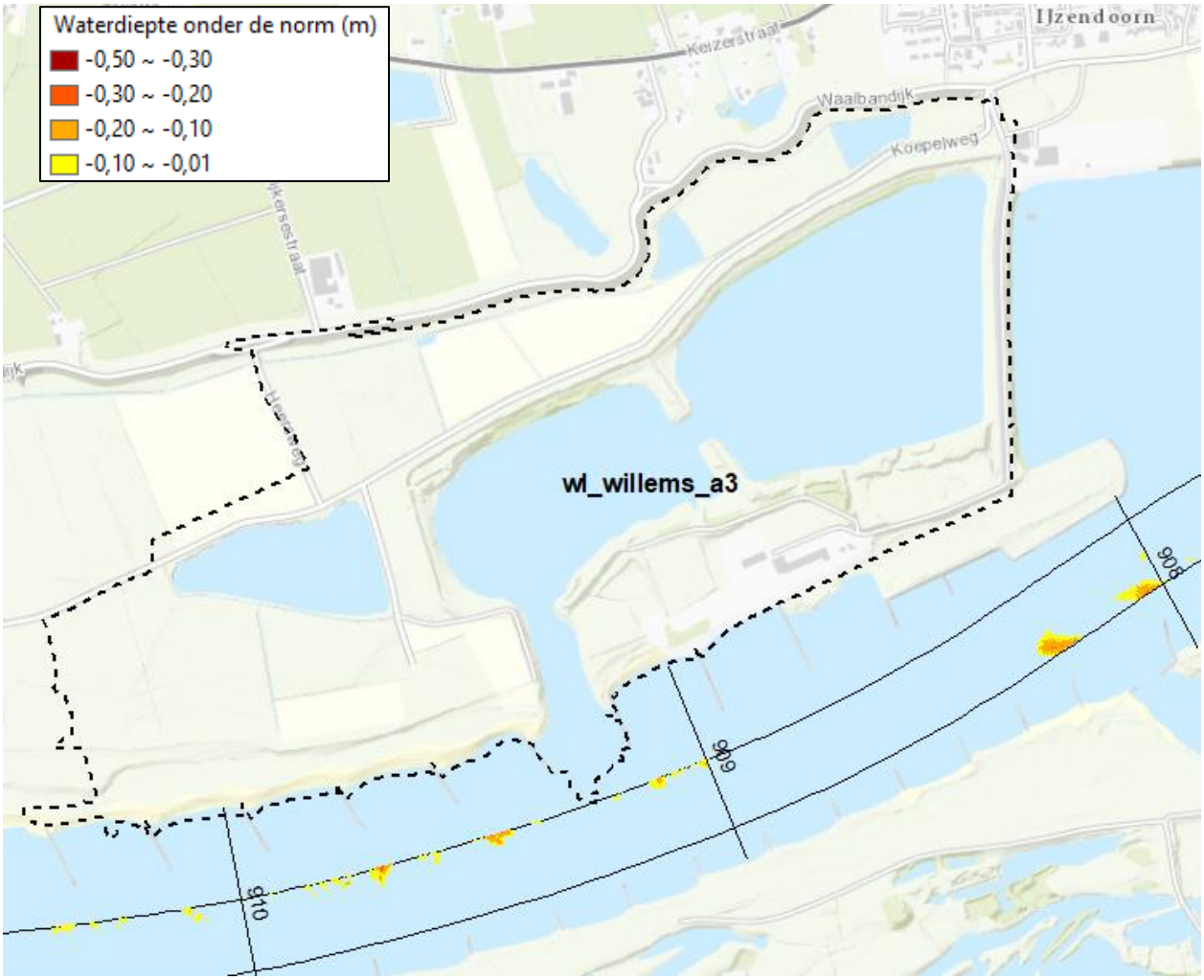
Figuur 13 laat een door Rijkswaterstaat toegeleverd bestand zien, dat beschikbare waterdiepte bij OLR (Overeengekomen Lage Rivierstand) ten opzichte van de CCR-norm (Centrale Commissie voor de Rijnvaart) laat zien. Een positief getal betekent dat er marge op de waterdiepte is (lichtblauw in het histogram). Een negatief getal is een tekort (rood in het histogram). Figuur 14 laat uitsluitend de locaties met een waterdieptetekort zien (zwart) te midden van de analysecontour (wit).




**Figuur 13 Waterdiepte ten opzichte van norm (referentiesituatie) met klasse-indeling en histogram**

**Figuur 14 Locaties met een waterdiepte minder dan de norm (referentiesituatie)**

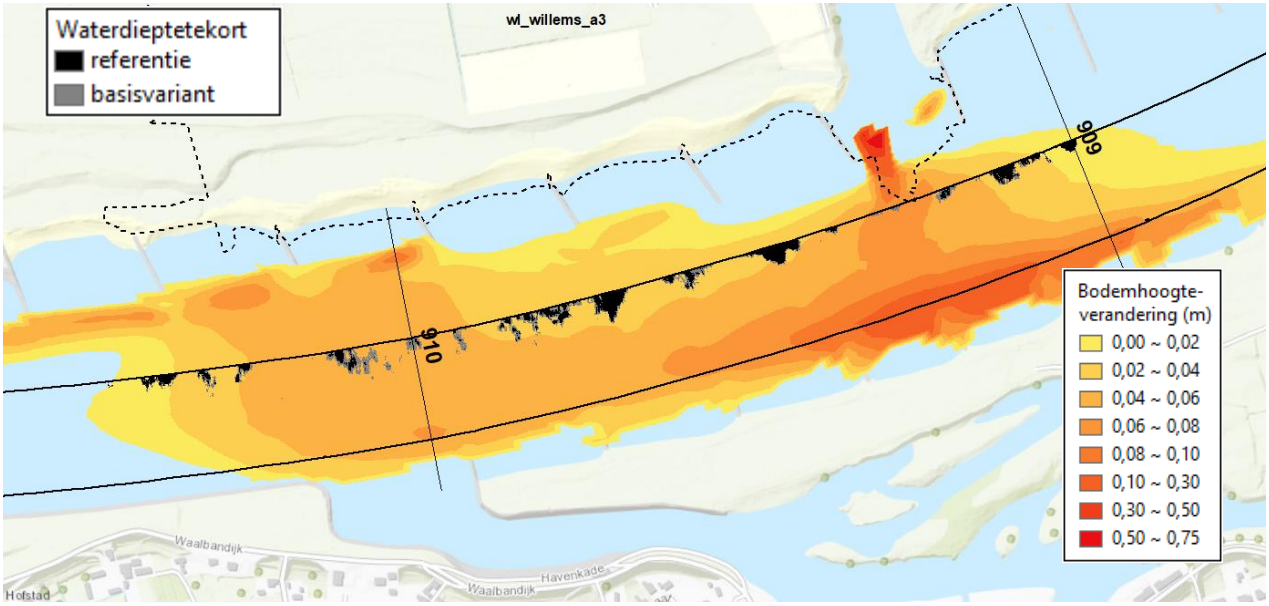
Ook nabij de projectlocatie zijn enkele plekken met een waterdieptetekort. Dit is te zien in Figuur 15. Omdat we al gezien hebben dat hier juist sedimentatie optreedt (Figuur 11), zal de waterdiepteanalyse hier in de volgende paragraaf nader op ingaan.




**Figuur 15 Waterdiepte in vaargeul onder de norm (referentiesituatie): locatie Willemspolder**

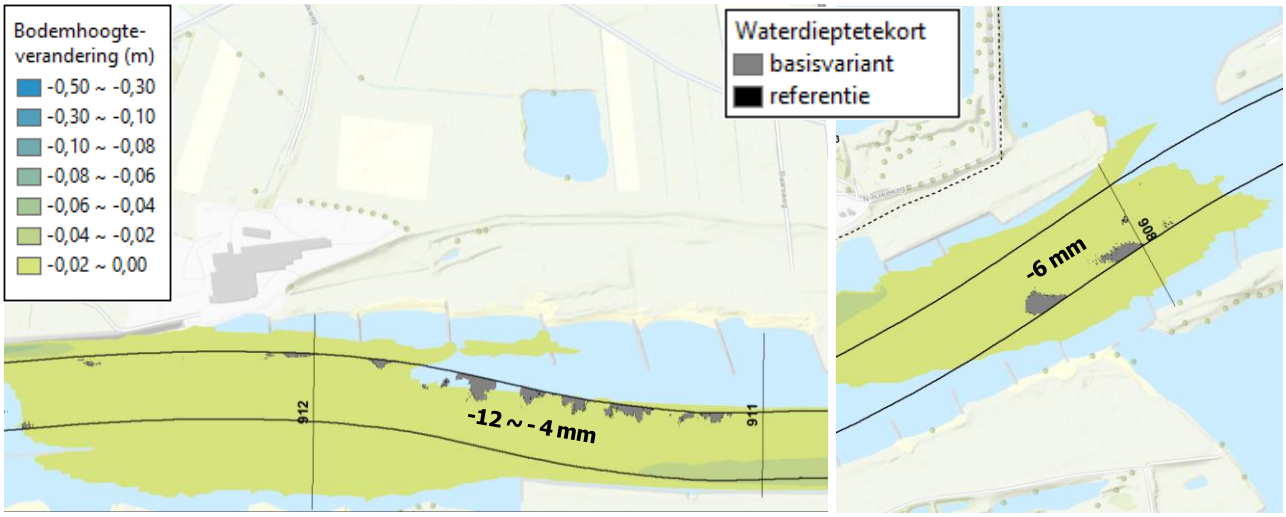
Basisalternatief

Figuur 16 zoomt in op de Waal nabij projectlocatie en laat uitsluitend de bodemverhoging zien. De plekken met een waterdieptetekort zijn in zwart weergegeven. De bodemverhoging zorgt ook voor een grotere oppervlakte van deze locaties met een waterdieptetekort (extra oppervlakte in grijs). Het gaat om 0 tot 58 mm.




**Figuur 16 Morfologisch effect binnen de vaargeul: verslechtering op locaties met een waterdieptetekort**

Het omgekeerde komt ook voor. Bovenstrooms van de projectlocatie (Figuur 17: rechts) daalt de bodem 6 mm, waardoor het waterdieptetekort afneemt. Benedenstrooms van de projectlocatie (Figuur 17: links) varieert de bodemdaling van 4 tot 12 mm. De oppervlakte van de vlakjes neemt hierdoor ook iets af (de grijze vlakjes zijn iets kleiner dan zwarte vlakjes).

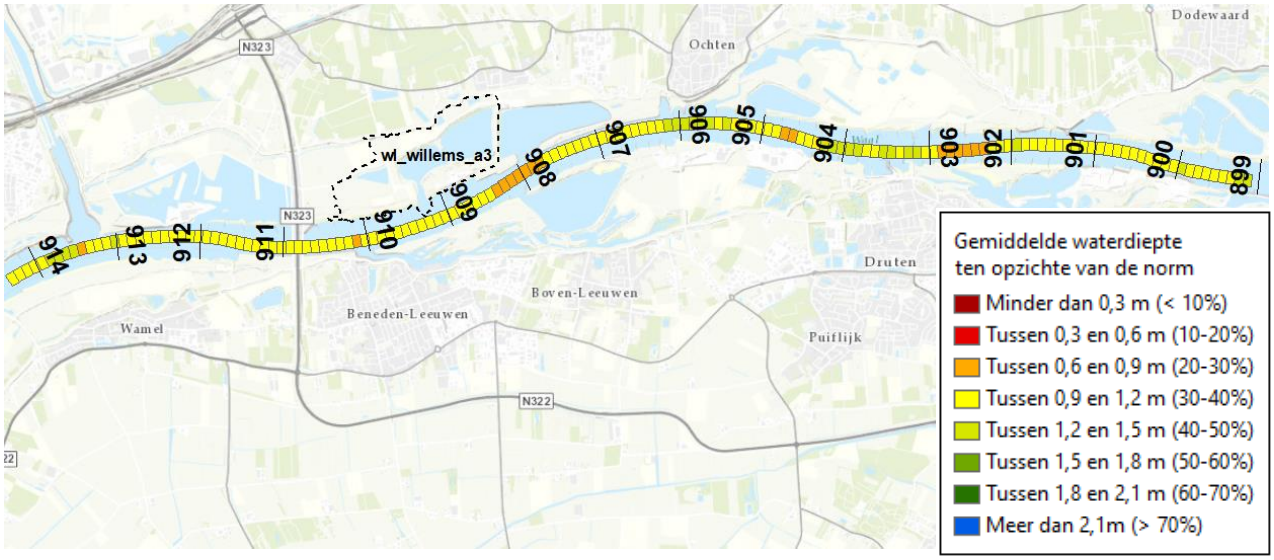



**Figuur 17 Morfologisch effect binnen de vaargeul: verbetering op locaties met een waterdieptetekort**

### 3.6.4 Analyse van de hectometervakken

Referentiesituatie

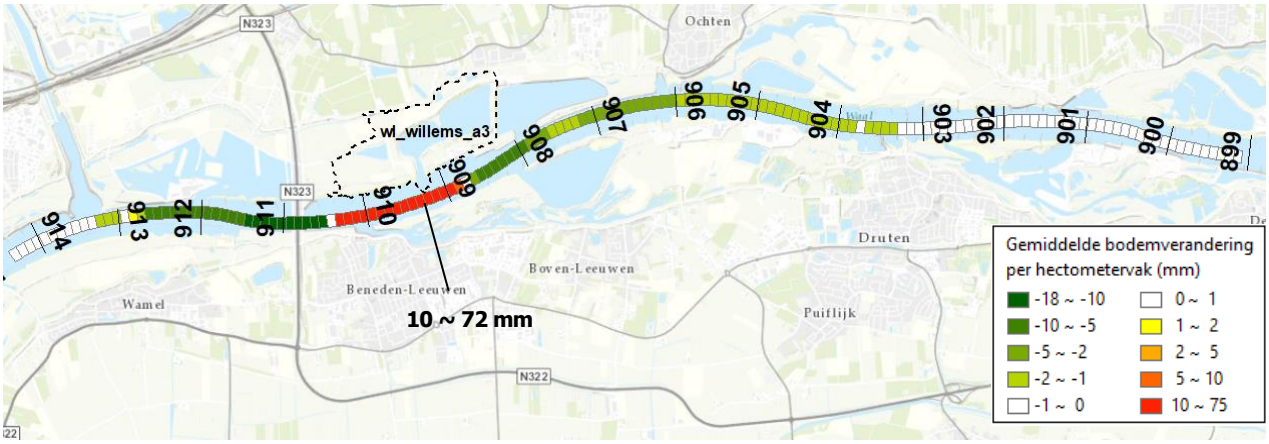
Om op systematische wijze de morfologische effecten op de vaargeul te kwantificeren, wordt gebruik gemaakt van hectometervakken, zoals toegelicht in paragraaf 3.6.2. Figuur 18 laat een klasse-indeling zien, waaruit blijkt hoe de gemiddelde marge in waterdiepte rondom het projectgebied is. De legenda en klasse-indeling is anders dan in Figuur 13, omdat aan gemiddelde waterdiepten per hectometervak (150.000 $m^2$) hogere eisen gesteld worden dan aan lokale waterdiepten per rasterpunt (1 $m^2$).



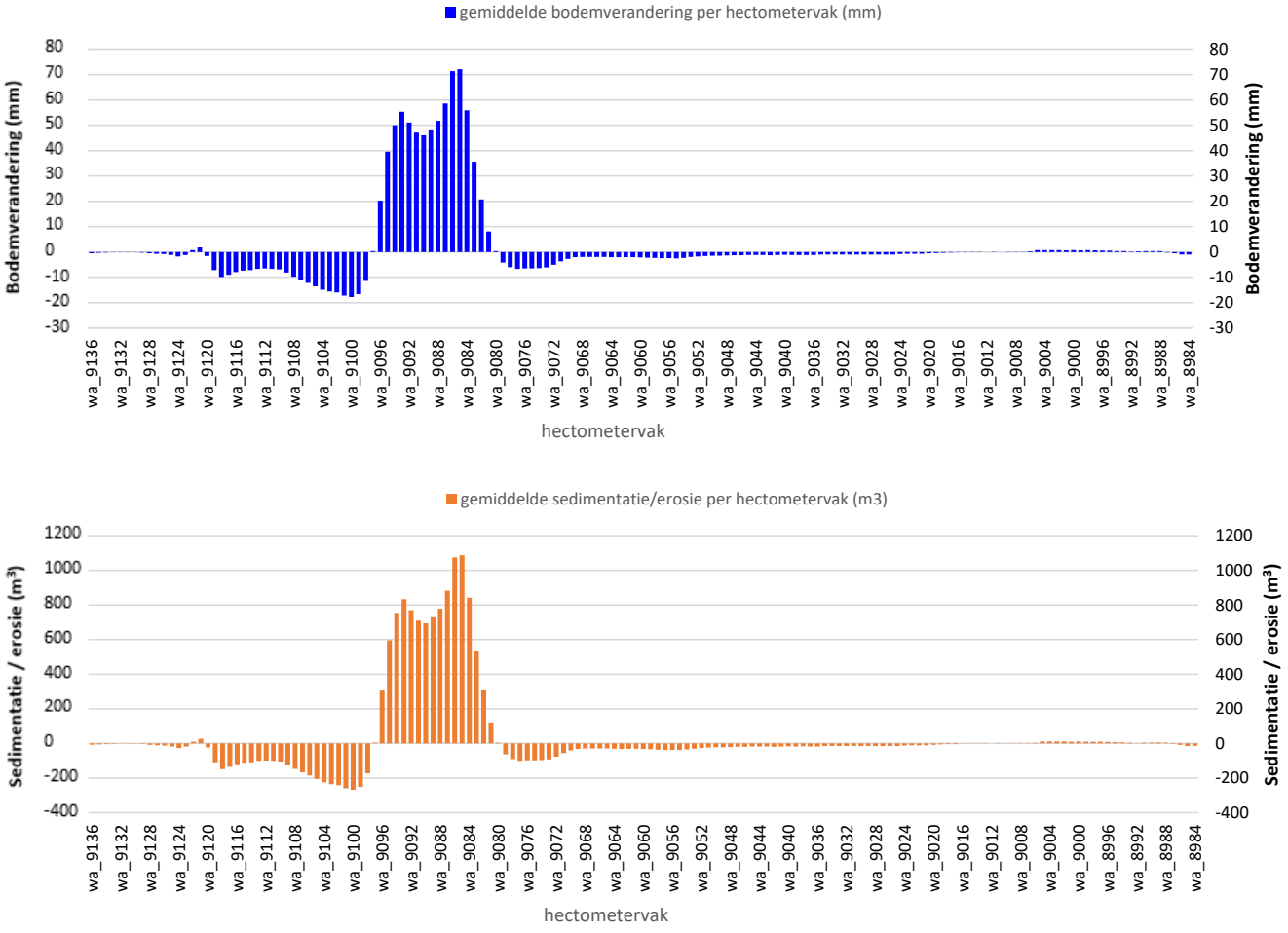

**Figuur 18 Waterdiepte ten opzichte van de norm per hectometervak (referentiesituatie)**

Basisalternatief

Het morfologische effect, zoals weergegeven in Figuur 11, is per hectometervak gemiddeld en weergegeven in Figuur 19. De grootste vak-gemiddelde sedimentatie bedraagt 72 mm. Figuur 20 laat het morfologische vak-gemiddelde effect in lengterichting van de rivier zien (boven in blauw) en vertaalt dit tevens naar volumes (onder in rood). Bijlage 7.4 geeft deze getallen in tabelvorm weer. Hierbij wordt opgemerkt dat binnen een vak zowel erosie als sedimentatie kan plaatsvinden. In de tabel is dit onderscheid gemaakt, omdat sedimentatie en erosie niet eenvoudig met elkaar verrekend kunnen worden. Ook als het netto-effect nul is, kan de vormverandering tot een verslechtering van de bevaarbaarheid leiden.




**Figuur 19 Gemiddeld morfologisch effect per hectometervak (cm)**

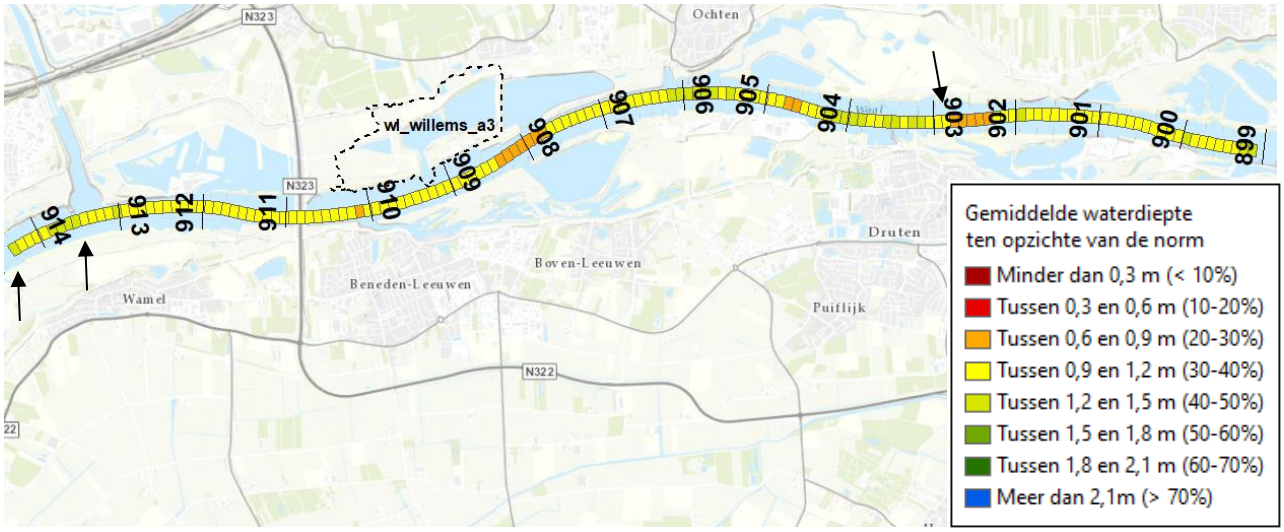



**Figuur 20 Histogram: erosie/sedimentatie per hectometervak door morfologische verandering (boven in mm, beneden in m³)**

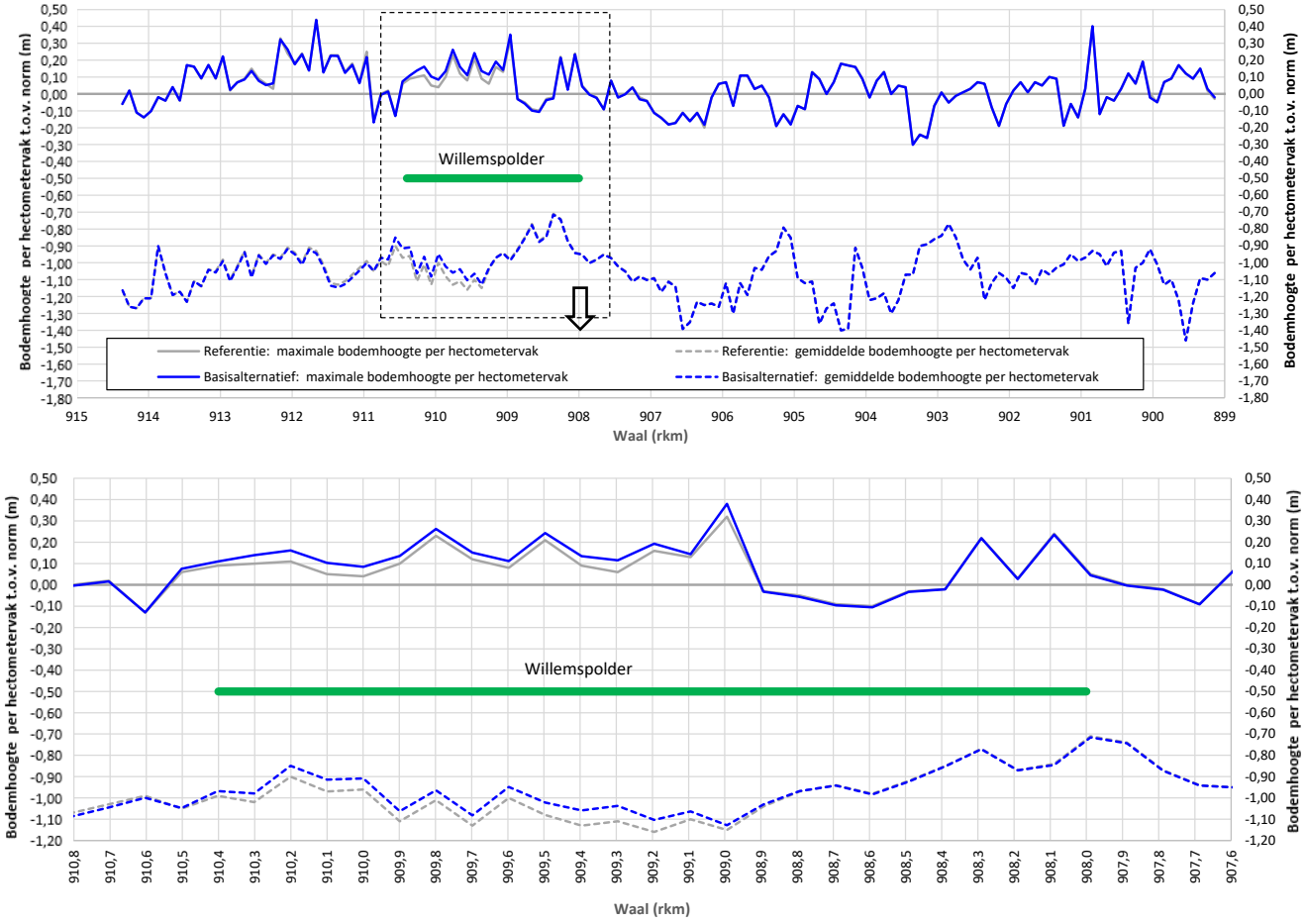
In het gebied treedt ten gevolge van de ingreep sedimentatie (+ 11.644 m³) en erosie (- 6.145 m³) op. Netto is er sedimentatie (+ 5.499 m³), zie Bijlage 7.4 (met totalen op pagina Bijlage 7-11). Deze getallen staan al in Tabel 3 vermeld, omdat het om dezelfde rasterdata gaat.

Door het optellen van de getallen van de hectometervakken uit Figuur 18 en Figuur 19 ontstaat een nieuw beeld van de vak-gemiddelde waterdiepte ten opzichte van de norm (Figuur 21). Doordat de klasse-indeling ruim is, en de effecten gering, zijn er op het oog geen verschillen ten opzichte van Figuur 18 te zien. Slechts drie vakken passeren juist een classificatiegrens (eenmaal van geel naar groen en tweemaal van oranje naar geel).

Deze 'verbeteringen' betreffen verschuivingen van minder dan een millimeter over een classificatiegrens. Dit heeft geen enkele betekenis voor de bevaarbaarheid. Daar waar de werkelijke effecten optreden (nabij de ingreep) worden toevalligerwijs geen classificatiegrenzen overschreden.




**Figuur 21 Waterdiepte ten opzichte van de norm inclusief morfologische effecten per hectometervak (drie gewijzigde classificaties: zie pijlen)**




**Figuur 22 Bodemhoogte ten opzichte van de norm: gemiddelde en maximum per hectometervak (boven: analysecontour, onder: uitsnede nabij projectlocatie)**

Figuur 22 laat het resultaat in grafiekvorm zien (gestippelde lijn ten opzichte van de nullijn), waarmee voor de referentiesituatie en het basisalternatief de gemiddelde marge per hectometervak inzichtelijk is. De grafiek laat echter ook de maximale bodemhoogten per hectometervak zien (bovenste lijnen).

In de beoordeling van de resultaten in Figuur 22 tellen beide resultaten (met de nullijn als norm):

- de maximale bodemhoogte (ofwel de minimale waterdiepte) ten opzichte van de norm (bovenste lijnen in de grafiek),
- de vak-gemiddelde bodemhoogte (ofwel waterdiepte) ten opzichte van de norm (stippellijnen).

De grafiek laat zien dat zowel de maximale als vak-gemiddelde bodemhoogten nabij het projectgebied hoger geworden zijn (ofwel de waterdiepten geringer geworden zijn). Figuur 22 laat opnieuw zien wat eerder al ruimtelijk in Figuur 16 getoond is.

### 3.6.5 Baggervolumes

De bovenste lijn in Figuur 22 kan worden vertaald in (theoretische) baggervolumes. Immers alle bodempunten die hoger dan de norm liggen, moeten tot de normhoogte afgevlakt worden om aan de norm te voldoen. Het bepalen deze hoeveelheid is met behulp van GIS-exercitie gedaan, zowel voor de referentiesituatie als voor het basisalternatief.

Bijlage 7.5 toont voor alle 153 hectometervakken de maximale bodemhoogten en de baggervolumes per hectometervak. Een dergelijk baggerscenario is theoretisch. Er zijn twee andere baggerscenario's bekeken, waarmee enige marge gecreëerd wordt.

**Tabel 4 Samenvatting van de berekende baggervolumes (resultaten uit Bijlage 7.5)**

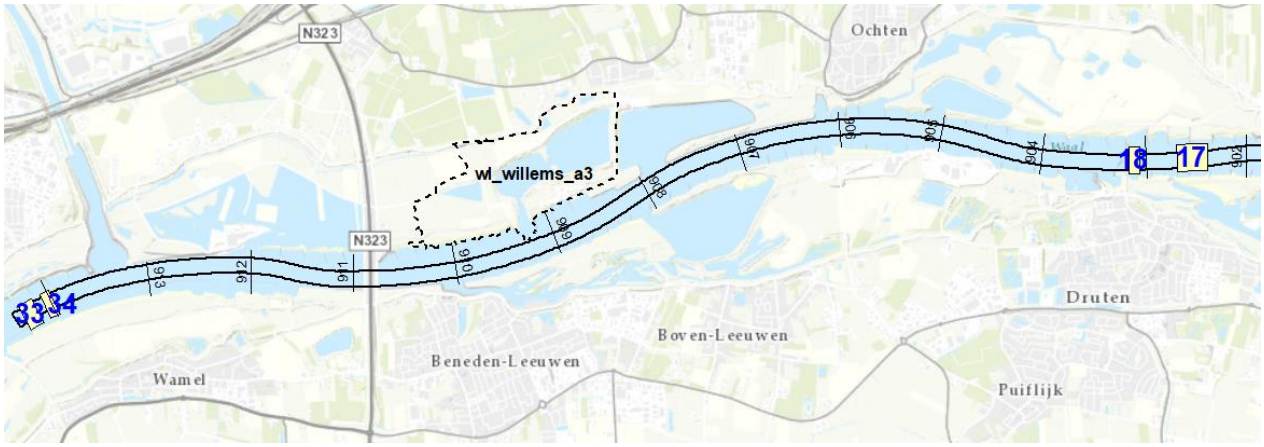
| Analyse-contour: rkm 899,090 – 914,418 | Baggervolume t.o.v. CCR-norm ($m^3$) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge van 0,3 m ($m^3$) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling van 1,20 m ($m^3$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| totaal | 2.312 | 2.600 | 12.490 | 13.246 | 354.810 | 358.137 |
| verschil (BA - ref) | - | + 288 | | + 756 | | + 3.327 |

De scenario's en de resultaten zijn onderstaand toegelicht:

- Baggervolume t.o.v. CCR-norm (kolommen 2 en 3): in het gebied treedt ten gevolge van de ingreep sedimentatie (+ 11.644 $m^3$) en erosie (- 6.145 $m^3$) op. Netto is er sedimentatie (+ 5.499 $m^3$), zie pagina Bijlage 7-12. Slechts de locaties die niet aan de norm voldoen zijn hier onderwerp van de analyse. Om de waterdiepte te borgen moet 2.600 $m^3$ gebaggerd worden. Echter in de referentiesituatie moet er ook al 2.312 $m^3$ gebaggerd worden. Het verschil (288 $m^3$) is het gevolg van de ingreep. Dit is slechts een kleine fractie van de totale sedimentatie, omdat alleen de oppervlakten die niet aan de norm voldoen meetellen. Waar het diep genoeg is, hoeft niet gebaggerd te worden.
- Baggervolume t.o.v. norm incl. 0,3 m marge (kolommen 4 en 5): indien een marge van 0,3 m boven de norm gehanteerd wordt is de baggerinspanning vanzelfsprekend groter. Dit geldt voor zowel de referentiesituatie als voor de ingreep. Ook het verschil tussen deze twee (756 $m^3$) is groter dan het vorige resultaat, om twee redenen:
    1. Er is in de referentiesituatie een grotere oppervlakte die verdiept moet worden. Dat betekent ook dat een groter aandeel van de sedimentatie binnen deze oppervlakte zal vallen en weggebaggerd moet worden.
    2. Omdat 0,30 m de minimale hoeveelheid is, wordt elke baggerinspanning onder 0,3 m afgerond naar 0,3 m. Dit werkt verhogend naar de hoeveelheid.
- Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (kolommen 6 en 7): in tegenstelling tot de vorige analyses gaat het nu niet om het aftoppen van de ondiepten, maar om het borgen van een gemiddelde overdiepte van 1,20 m per hectometervak t.o.v. de norm. Het betreft een groot areaal en de baggerinspanning is nu nog veel groter. Ook het verschil (3.327 $m^3$) is om deze twee redenen groter en benadert al de grootte-orde van de totale netto aanzanding (5.499 $m^3$).

### 3.6.6 Niet-baggerlocaties

Er zijn locaties waar baggeren niet mogelijk is. Binnen ons analysegebied geeft Figuur 23 hiervan een overzicht. Dit zijn locaties waar sedimentatie ongewenst is, vooral als er al sprake is van een waterdiepte-tekort. Tabel 5 geeft een overzicht van deze locaties en de bodemveranderingen die hier optreden (in mm en $m^3$). Voor het te beoordelen project is het gunstig dat er geen niet-baggerlocaties in de nabijheid van de projectcontour liggen. Locatie 17 bevat een waterdieptetekort. Hier daalt de bodem ca. 1 mm, waardoor dit tekort afneemt.



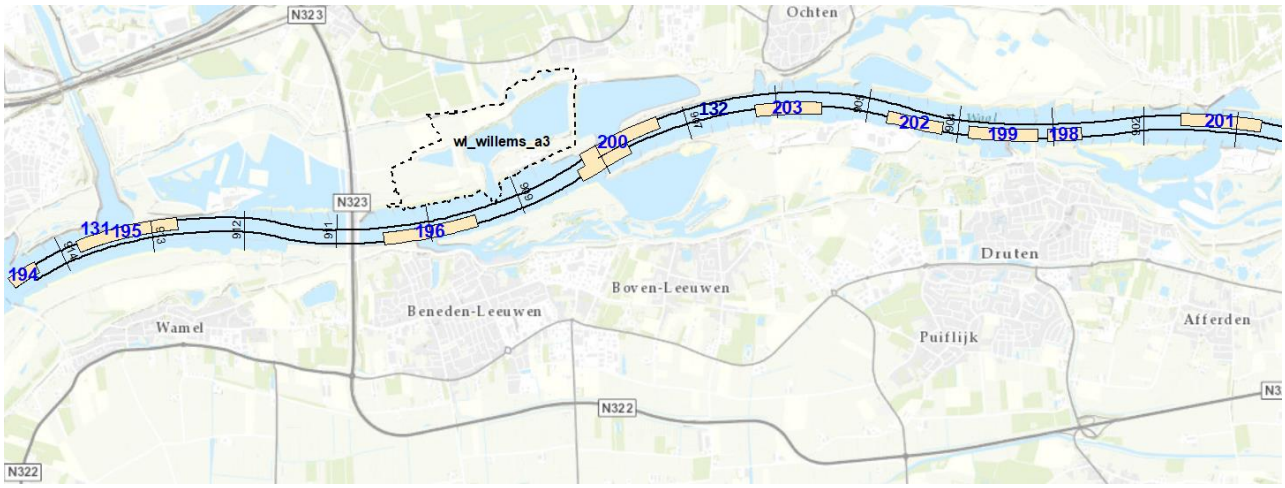

**Figuur 23 Ligging van de niet-baggerlocaties bij Dreumel en Wamel**

**Tabel 5 Netto volumeverandering en bodemverandering door erosie of sedimentatie in de niet-baggerlocaties (jaargemiddeld resultaat)**

| Niet-bagger-gebied | Locatie (rkm) | | Opp. ($m^2$) | Bodemverandering (mm) | | | Volume ($m^3$) | | | Toelichting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | | min. | gem. | max. | erosie | sed. | tot. | |
| 17 | 902,380 | 902,680 | 77.664 | -2 | 0 | 2 | -36,0 | 10,0 | -26,0 | -1 mm bij waterdieptetekort |
| 18 | 903,065 | 903,165 | 26.904 | -2 | -1 | 1 | -20,3 | 1,6 | -18,7 | |
| 34 | 913,970 | 914,070 | 25.616 | -3 | 0 | 1 | -17,8 | 5,8 | -12,0 | |
| 33 | 914,150 | 914,300 | 39.321 | -4 | 0 | 1 | -12,2 | 6,8 | -5,3 | |

### 3.6.7 Bijzondere zones van het vaarwegbeheer

Naast de niet-baggerlocaties zijn er in het rivierengebied bijzondere zones van het vaarwegbeheer, die soms deels buiten de vaarweg liggen. Binnen het geanalyseerde traject zijn dit er 12 (zie Figuur 24). Tabel 6 laat de bodemveranderingen binnen deze zones zien (in mm en $m^3$).

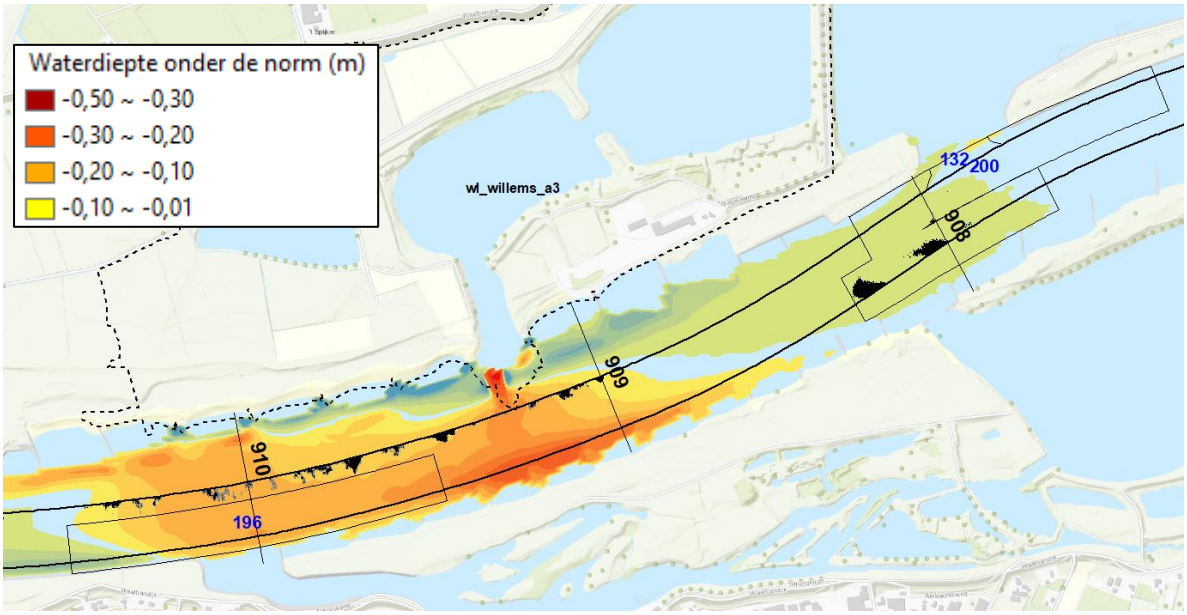



**Figuur 24 Bijzondere zones van het vaarwegbeheer**

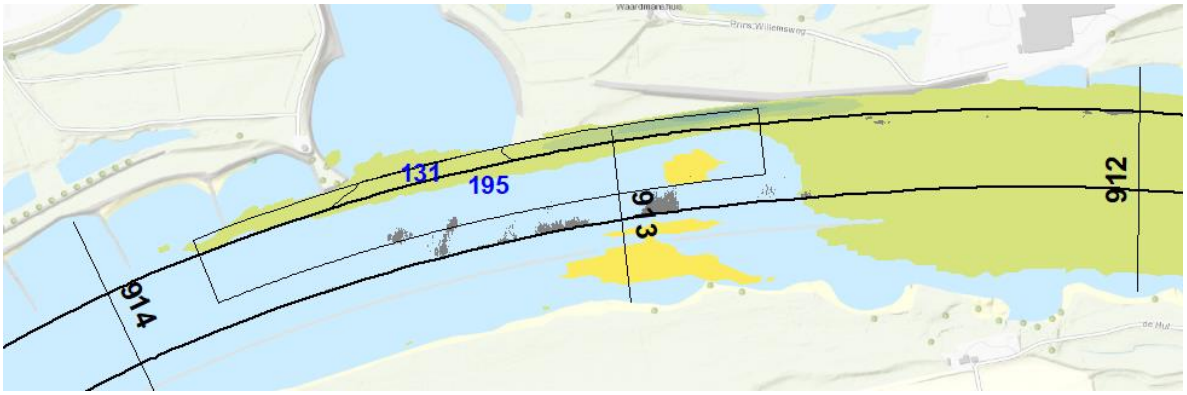
**Tabel 6 Netto volumeverandering en bodemverandering door erosie of sedimentatie in de bijzondere zones van het vaarwegbeheer (jaargemiddeld resultaat)**

| Bijz. zones beheer | Locatie (rkm) | | Opp. ($m^2$) | Bodemverandering (mm) | | | Volume ($m^3$) | | | Toelichting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | | min. | gem. | max. | erosie | sed. | tot. | |
| 201 | 900,740 | 901,610 | 115.603 | -1 | 0 | 2 | 0 | 58 | 58 | Niet stortlocatie |
| 198 | 902,700 | 903,065 | 48.899 | -1 | 0 | 2 | -19 | 9 | -11 | Niet stortlocatie |
| 199 | 903,165 | 903,900 | 97.808 | -2 | -1 | 2 | -82 | 2 | -80 | Niet stortlocatie |
| 202 | 904,170 | 904,770 | 77.651 | -2 | -1 | 0 | -82 | 0 | -82 | Niet stortlocatie |
| 203 | 905,520 | 906,250 | 92.483 | -3 | -1 | 5 | -106 | 6 | -99 | Niet stortlocatie |
| 200 | 907,300 | 908,300 | 201.926 | -11 | -4 | 8 | -790 | 9 | -781 | Niet stortlocatie |
| 132 | 907,745 | 907,990 | 8.229 | -11 | 0 | 8 | -12 | 10 | -2 | Toegang tot zijwateren en havens |
| 196 | 909,500 | 910,500 | 134.224 | -64 | 37 | 76 | -300 | 5321 | 5021 | Niet stortlocatie |
| 195 | 912,720 | 913,810 | 142.903 | -85 | -5 | 5 | -737 | 81 | -655 | Niet stortlocatie |
| 131 | 913,200 | 913,565 | 9.794 | -18 | -10 | 0 | -102 | 0 | -102 | Toegang tot zijwateren en havens |
| 194 | 914,310 | 914,630 | 42.127 | -9 | -2 | 0 | -95 | 0 | -95 | Niet stortlocatie |

Zone 196 is het zwaarst belast, deze ligt in de sedimentatiezone nabij het projectgebied (Figuur 25). Hier zijn geen punten met een waterdieptetekort. De sedimentatie is hier niet een direct probleem. Overigens is dit effect al in paragraaf 3.6.3 beschreven. Zone 200 bevat daarentegen wel een waterdieptetekort dat door ca. 6 mm erosie (lokaal) gereduceerd wordt. Dit is echter hetzelfde effect, dat al in Figuur 17 (rechts) gepresenteerd is. Zone 195 ligt al ver benedenstrooms van de projectlocatie maar kent toch een hoge erosie. Figuur 26 laat zien dat deze erosie vooral buiten de vaargeul ligt, waar terugstroming van een deel van het water vanuit de projectlocatie plaatsvindt.




**Figuur 25 Voorbeelden van bijzondere zones voor het vaarwegbeheer: sedimentatie (zone 196) en erosie (zones 132 en 200), de locaties van waterdieptetekort vallen buiten het sedimentatiebereik.**




**Figuur 26 Bijzondere zone voor het vaarwegbeheer (zone 195): erosie juist buiten de vaargeul**

### 3.6.8 Samenvatting

De waterdiepteanalyse laat zien dat er een netto-sedimentatie in de nabijheid van de projectlocatie is (zie Figuur 11, Figuur 16, Figuur 19, Figuur 25). Hier zitten plekken bij met een waterdieptetekort, waarbij een netto toename in benodigde baggeractiviteit het gevolg is. Deze aanvullende baggerhoeveelheid is op drie manieren becijferd (zie Tabel 4).

Met betrekking tot niet-baggerlocaties zijn er geen waterdieptetekorten met sedimentatie geconstateerd. Ten aanzien van zones van bijzonder vaarwegbeheer kan worden opgemerkt, dat alleen zone 196 wegens sedimentatie vermeldenswaardig is. Deze zone vormt echter een doublure met het resultaat dat al in paragraaf 3.6.3 beschreven is. Bovendien is er geen waterdieptetekort. Deze twee categorieën van bijzondere locaties vormen dus geen aanvullende bezwaren.

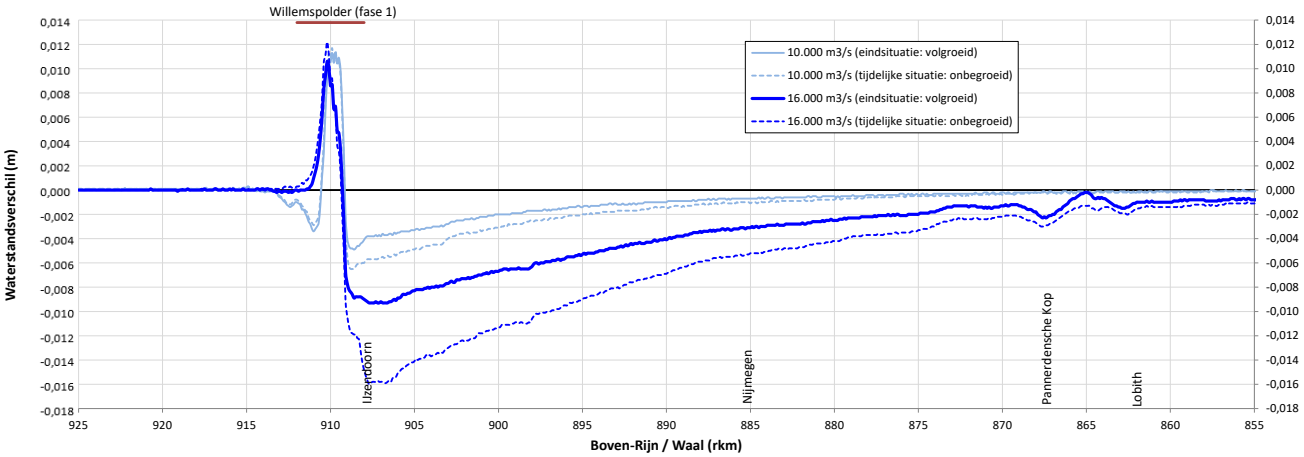
Indien een oplossing gevonden wordt voor de extra hoeveelheid baggerwerk, is de ingreep naar ons oordeel aanvaardbaar volgens de RBK-richtlijnen.

## 3.7 Tijdelijke situatie zonder vegetatieontwikkeling

Er zijn naar ons oordeel geen tijdelijke situaties in de uitvoeringsvolgorde, waarbij waterstandstoename verwacht mag worden. Om deze redenen richten wij ons bij tijdelijke situaties op het thema stroomsnelheid. De voorgaande paragrafen beschrijven de eindsituatie van het ontwerp met volgroeide vegetatie. Direct na aanleg zal de vegetatie nog niet volgroeid zijn, waardoor de hydraulische ruwheid lager zal zijn. Zoals in paragraaf 3.1 en Bijlage 4-5 beschreven is de situatie direct na aanleg zonder nieuwe vegetatie gemodelleerd. Deze paragraaf presenteert de resultaten voor de effecten op de waterstand en de dwarsstroming bij hoge rivierafvoeren.

**Waterstandsdaling**

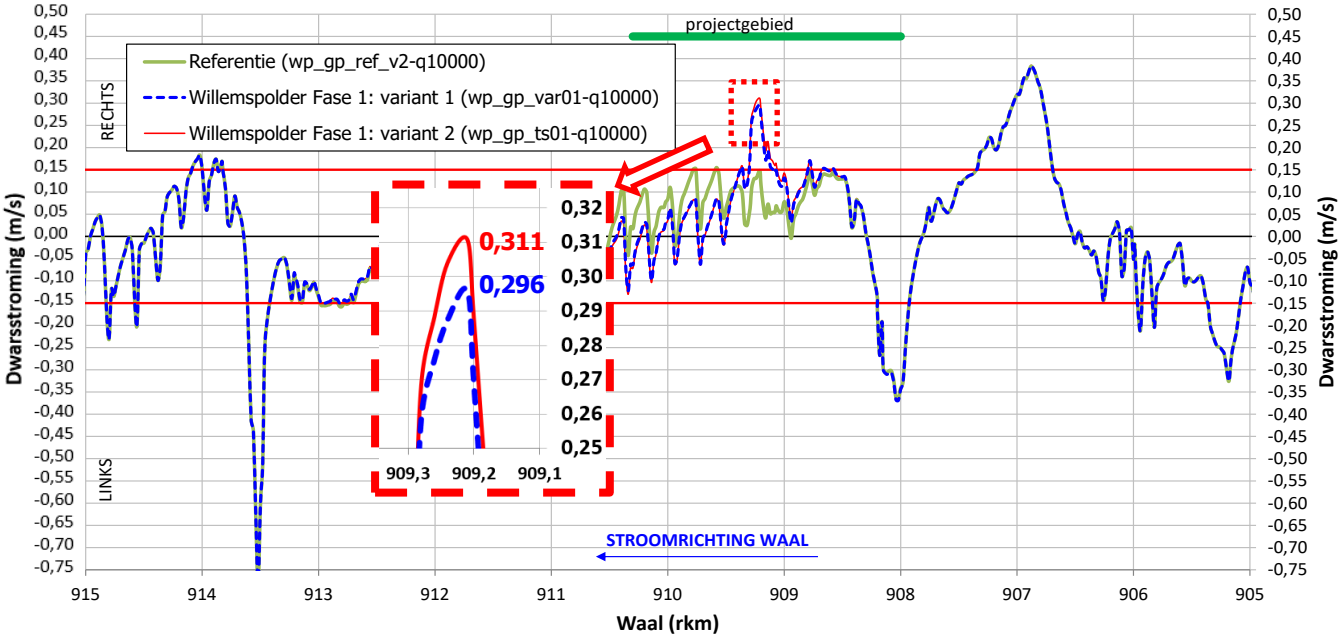
Figuur 27 laat zien dat de waterstandsdaling met onvolgroeide vegetatie sterker is. Bij 10.000 $m^3/s$ neemt de waterstandsdaling toe van 5 tot 7 mm, bij 16.000 $m^3/s$ zelfs van 9 tot 16 mm. In bovenstroomse richting loopt dit verschil proportioneel mee. Opvallend is dat het benedenstroomse effect bij rkm 910 in veel mindere mate beïnvloed wordt dan het waterstandverlagende effect. Bij de lagere rivierafvoeren zijn er geen verschillen te zien (niet in figuur weergegeven).




**Figuur 27 Waterstandseffect van tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 en 16.000 $m^3/s$ (te Lobith)**

**Dwarsstroming**

Ten aanzien van dwarsstroming kijken we expliciet of het eerder gevonden ongunstigste resultaat nog ongunstiger wordt. Het betreft de landinwaarts gerichte stroomsnelheid bij de doorvaartopening bij 10.000 $m^3/s$ (te Lobith), zie Bijlage 6-4 (onder). Figuur 28 laat de grafiek opnieuw zien, waarin het nieuwe resultaat toegevoegd is (resultaat in rood). De toename is dwarsstroming is slechts zeer marginaal (van 0,296 naar 0,311 m/s) en kan niet van doorslaggevende invloed zijn op de beoordeling van dit criterium.




**Figuur 28 Dwarsstroming in tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 m³/s (te Lobith)**

## Morfologie

De morfologische analyse is gebaseerd op drie representatieve afvoeren (3.000, 4.000 en 7.000 m³/s te Lobith), die onder het afvoerbereik liggen waarbij de vegetatie een verschil kan maken. Een nieuwe analyse is zinloos omdat het resultaat identiek zal zijn van dat van de eindsituatie. Het hogere afvoerbereik is eenvoudig te zeldzaam om morfologisch relevant te kunnen zijn. Bovendien is een morfologische verandering een lange-termijnontwikkeling en is de tijdelijke situatie ook om die reden als niet bijzonder relevant te beschouwen.

# 4 Willemspolder Fase 1: het Voorkeusalternatief (VKA)

## 4.1 Geometrische modellering

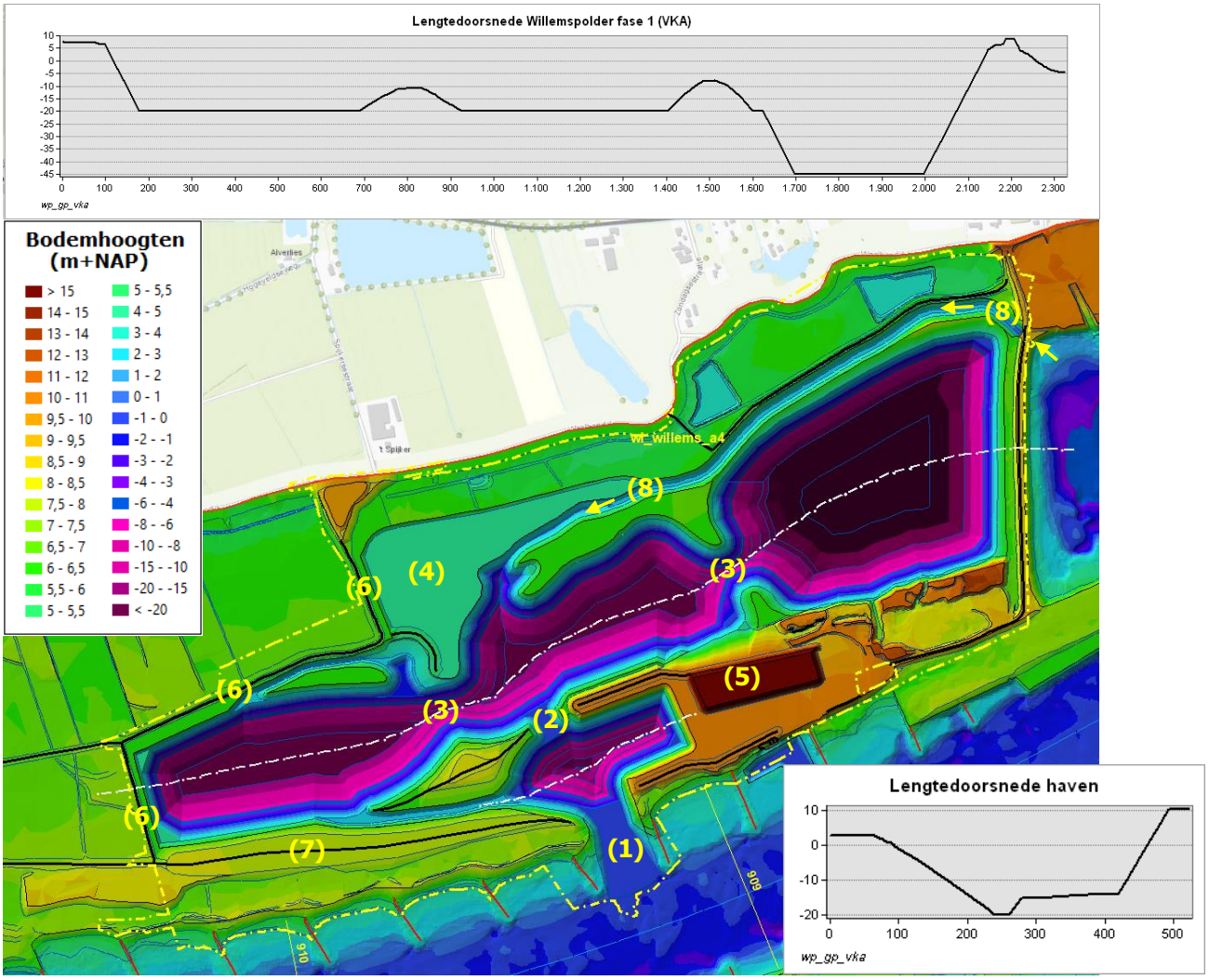
Na een eerste ontwerp- en beoordelingsronde zijn enkele aanpassingen gedaan, resulterend in een bijgesteld ontwerp dat het Voorkeursalternatief (VKA) vormt (zie Figuur 29).

**Figuur 29 Visualisatie van het Voorkeursalternatief (VKA)**

Het VKA wijkt op de volgende punten van het Basisalternatief af (zie nummers in Figuur 30):

1. De invaartopening heeft een andere vormgeving en een scherpere zuidoostelijke hoek van de haven (ten opzichte van het Basisalternatief).
2. Recht voor de invaartopening van de haven is een opening naar de middelste plas.
3. De twee verbindingen tussen de drie plassen liggen op -10 resp. -7,5 m+NAP (in plaats van 0 m+NAP in het Basisalternatief).
4. Ten noorden van de middelste plas is er een maaiveldverlaging van ca. 6,60 naar 5,00 m+NAP.
5. Het bedrijfsterrein bij de haven ligt in het VKA iets westelijker.
6. De zomerkade om het gebied is verlaagd van 9,00 naar 8,30 m+NAP.
7. De hoge oever benedenstrooms van de haveningang is verlaagd van 10,50 naar 8,00 m+NAP.
8. Duiker in de Nieuweweg vanuit de overnachtingshaven naar een stromende nevengeul aan de noordzijde van de plassen (zie nadere toelichting in paragraaf 4.2).

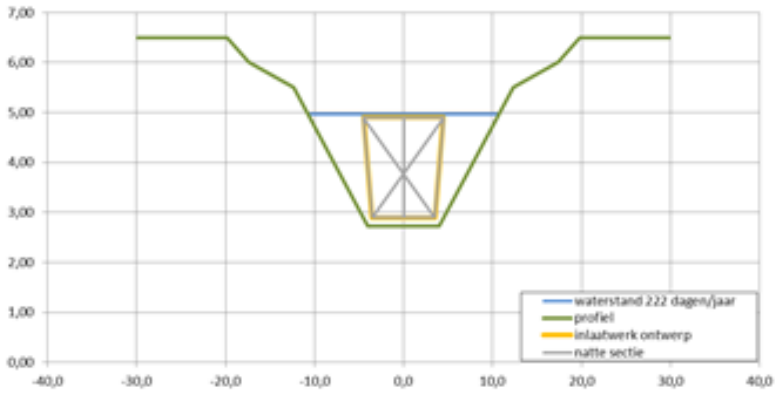
Het ontwerp is in een Baseline-maatregel omgezet (wl_willems_a4), waarvan vervolgens een gebieds-model afgeleid is (wp_gp_vka). Bijlage 2 bevat een overzicht van ontwerpalternatieven en modellen. Bijlage 4.4 laat de bodemhoogten, zoals weergegeven in Figuur 30, op een iets grotere schaal zien, en de toegepaste vegetatiecodes (pagina Bijlage 4-7). Hoewel het bedrijventerrein in het ontwerp in westelijke richting verplaatst is, is de positie van het hoogwatervrije terrein (rood geruit op pagina Bijlage 4-7) niet gewijzigd, teneinde de hieraan verbonden aanspraken niet op te geven.




**Figuur 30 Bodemhoogte (m+NAP) en lengteprofiel van het VKA Willempolder Fase 1 (wp_gp_vka)**

## 4.2 Duiker in de Nieuweweg met nevengeul

Onderdeel van het VKA is een duiker in de Nieuweweg (nummer 8 in Figuur 30), die in combinatie met een achterliggende nevengeul voor een beperkte doorstroming zorgt. De nevengeul draagt bij aan het bereiken van de KRW-doelstellingen (Kaderrichtlijn Water). De stroming begint vanaf ca. 800 $m^3/s$ in de Waal (ruim 1.000 $m^3/s$ te Lobith). Figuur 31 toont het dwarsprofiel van de duiker en de nevengeul. De hydraulische karakteristieken van de duiker staan in Tabel 7 weergegeven.




**Figuur 31 Dwarsprofiel van de duiker en de nevengeul**

**Tabel 7 Stromingskarakteristieken van de duiker en de nevengeul**

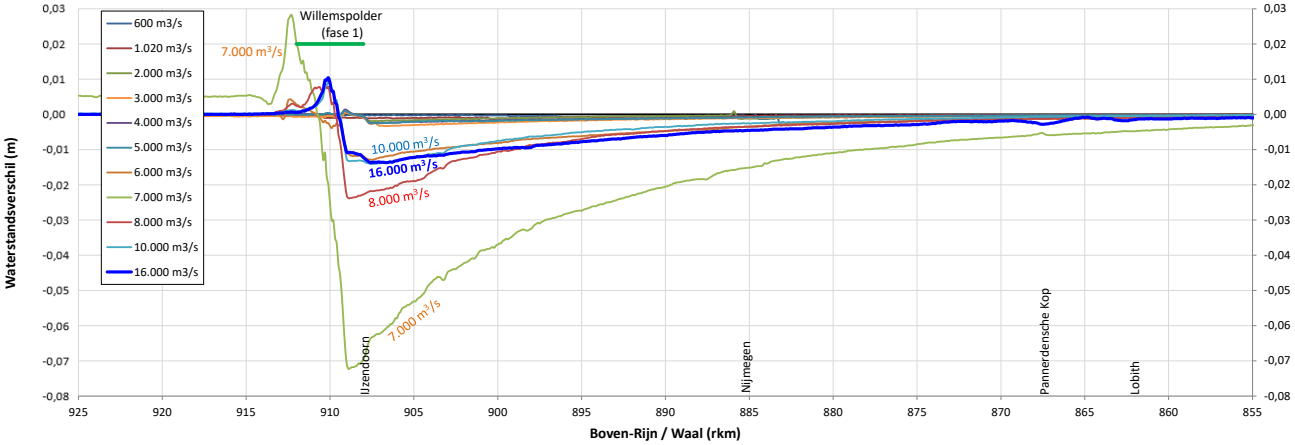
| Q_Lobith ($m^3/s$) | Q_Waal ($m^3/s$) | H_boven (m+NAP) | H_beneden (m+NAP) | Q_geul (m3/s) | A_nat ($m^2$) | V_geul (m/s) | A_duiker ($m^2$) | Q_duiker ($m^3/s$) | percentage geul/Waal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.040 | 810 | 3,12 | 3,02 | 0,69 | 5 | 0,14 | 1,20 | 0,69 | 0,1% |
| 2.037 | 1.469 | 4,85 | 4,74 | 9,42 | 29 | 0,32 | 15,06 | 9,42 | 0,6% |
| 2.995 | 2.098 | 5,93 | 5,83 | 15,76 | 56 | 0,28 | 16,00 | 15,76 | 0,8% |
| 4.006 | 2.763 | 7,03 | 6,93 | 19,31 | 84 | 0,23 | 16,00 | 19,31 | 0,7% |
| 4.991 | 3.431 | 7,88 | 7,77 | 20,21 | 84 | 0,24 | 16,00 | 20,21 | 0,6% |
| 5.970 | 4.091 | 8,60 | 8,48 | 21,06 | 84 | 0,25 | 16,00 | 21,06 | 0,5% |
| 6.984 | 4.753 | 9,14 | 9,01 | 21,89 | 84 | 0,26 | 16,00 | 10,00 | 0,5% |
| 8.000 | 5.397 | 9,60 | 9,47 | 21,85 | 84 | 0,26 | 16,00 | 10,00 | 0,4% |
| 9.955 | 6.493 | 9,90 | 9,77 | 21,83 | 84 | 0,26 | 16,00 | 10,00 | 0,3% |

## 4.3 Hydraulische modellering

Van het Baseline-gebiedsmodel is een gelijknamig hydraulisch WAQUA-model afgeleid. Bijlage 5.2 laat de geometrie, de overlaten en de ruwheden van het model ten opzichte van de referentie zien (pagina's Bijlage 5-33 tot en met Bijlage 5-35). Hiermee zijn vervolgens dezelfde afvoerniveaus als voor het Basisalternatief doorgerekend, variërend van 600 tot 16.000 $m^3/s$ te Lobith (zie overzicht in Bijlage 2). Het hoogste niveau dient voor de beoordeling van de effecten op de hoogwaterveiligheid. De overige afvoerniveaus dienen voor de beoordeling op de onderwerpen hinder voor scheepvaart en morfologische effecten. De werking van de nevengeul (zie paragraaf 4.2) is met behulp van een tijdreeks in de vorm van een onttrekking (overnachtingshaven) en een lozing (begin nevengeul) gemodelleerd.

## 4.4 Waterstandseffecten bij diverse afvoerniveaus

Figuur 32 laat de waterstandseffecten in de rivieras ten opzichte van de referentiesituatie zien. Opvallend is dat het grootste effect bij een middelhoge afvoer optreedt, namelijk 7.000 $m^3/s$ (te Lobith). Dat is een verschil ten opzichte van het Basisalternatief. Ook ligt het benedenstrooms effect bij alleen dit afvoerniveau ruim 2 km verderop, omdat de uitstroming langs de noordelijke bandijk plaatsvindt. Vanaf 8.000 $m^3/s$ is er door hogere waterstanden al een korter route naar de Waal. Het omgekeerde waterstand-seffect bij 8.000 $m^3/s$ (Basisalternatief, zie paragraaf 3.3) is nu verdwenen (zie twee alinea's verderop). Dit heeft te maken met een wijziging in de volgorde van het optreden van de beschreven mechanismen.



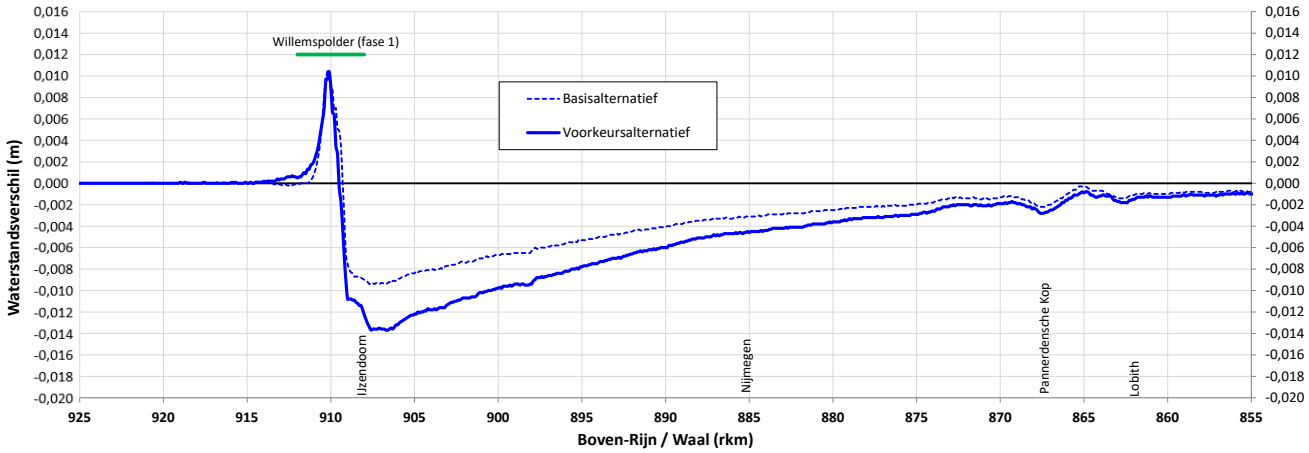

**Figuur 32 Waterstandseffect in rivieras: VKA Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentie-situatie (afvoerniveaus gelden te Lobith)**

Vanaf pagina Bijlage 5-36 zijn de effecten op waterstanden en stroomsnelheden ruimtelijk gepresenteerd. Tot een afvoerniveau van 2.000 $m^3/s$ (Lobith) gebeurt er vrijwel niets. De ingreeplocatie wordt nog niet bereikt en heeft geen effect. Vervolgens zijn er tot en met 5.000 $m^3/s$ kleine effecten (tot enkele millimeters) ten gevolge van de ruimere invaartopening. Dit beeld lijkt op het Basisalternatief. Vervolgens passeert het eerste water de Nieuweweg al bij 6.000 $m^3/s$ (Lobith), dat is eerder dan bij het Basisalternatief, waar dit bij 7.000 $m^3/s$ pas te zien is.

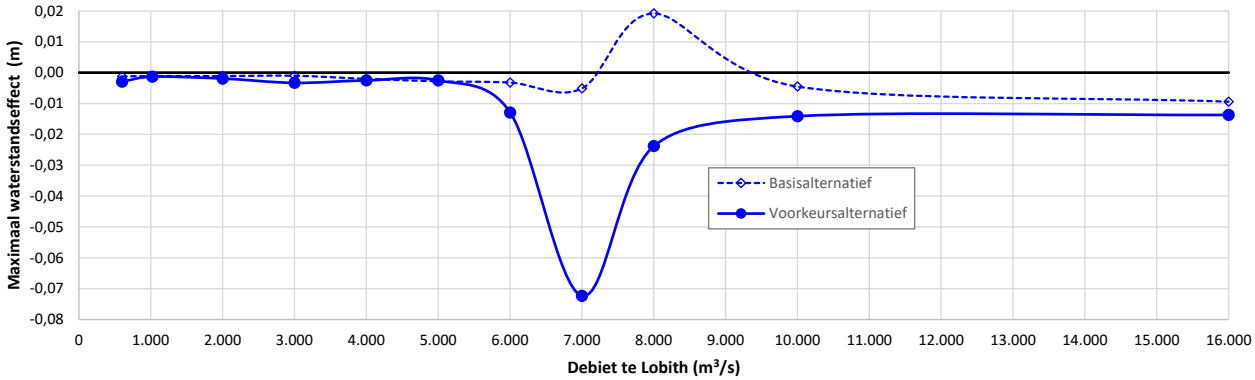
De oorzaak dat bij 8.000 $m^3/s$ nu geen opstuwing maar waterstandsdaling optreedt is dat aan benedenstroomse zijde het water in voldoende mate weg kan, voordat het aan bovenstroomse zijde in buitenproportionele mate wordt aangevoerd. Bij 10.000 en 16.000 $m^3/s$ is opnieuw het waterstandverlagend effect van Voorkeursalternatief sterker dan dat van het Basisalternatief.

Figuur 33 vergelijkt dit voor het hoogste afvoerniveau (16.000 $m^3/s$). Het Voorkeursalternatief laat 14 mm waterstandsdaling zien, tegenover 9 van het Basisalternatief. Het benedenstrooms effect is vergelijkbaar (10 versus 11 mm).

De waterstandverlagende effecten over het gehele afvoerspectrum zijn samengevat in Figuur 34. Hieruit blijkt dat de verschillen tussen het Basisalternatief en het Voorkeursalternatief zich vooral bij de middelhoge afvoeren afspelen.



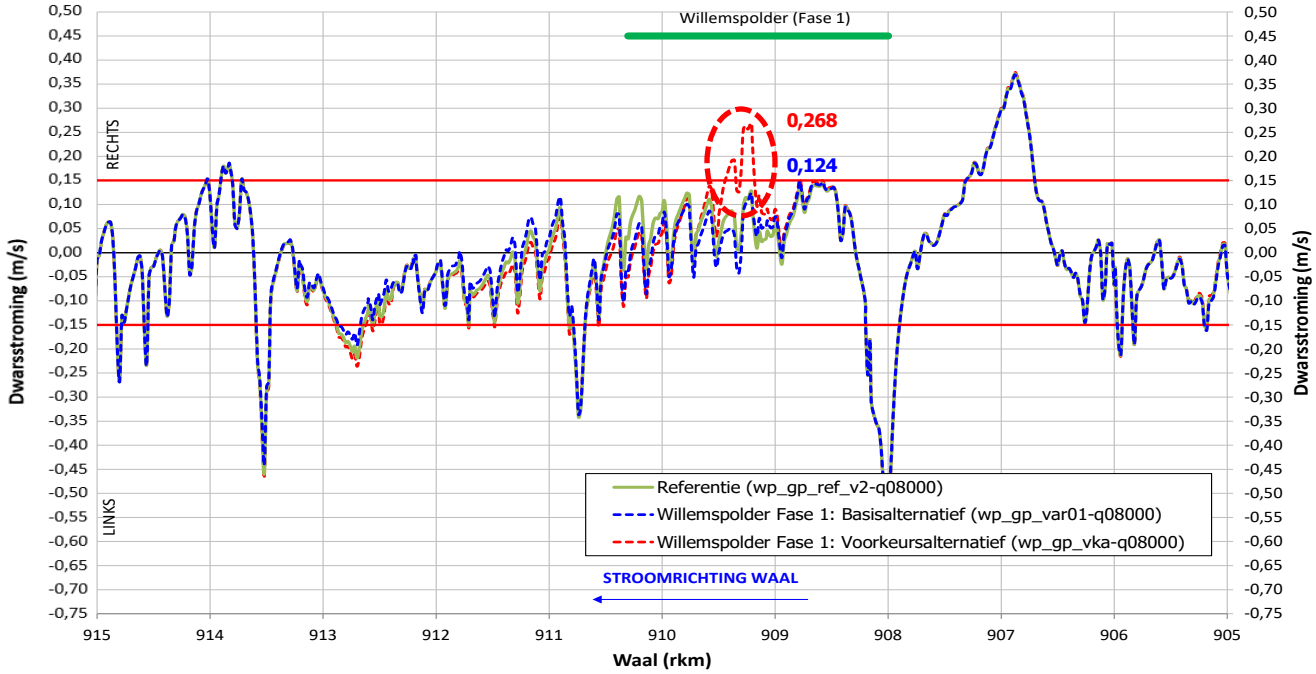

**Figuur 33 Waterstandseffect in rivieras: Voorkeursalternatief en Basisalternatief Willemspolder Fase 1 ten opzichte van de referentiesituatie (16.000 $m^3/s$ te Lobith)**




**Figuur 34 Maximaal waterstandseffect als functie van het rivierdebiet**

## 4.5 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming

Bijlage 6.2 bevat de resultaten van de dwarsstromingsanalyse voor het VKA (vanaf pagina Bijlage 6-7).




**Figuur 35 Dwarsstroming in referentiesituatie, Basisalternatief en Voorkeursalternatief bij 8.000 m³/s (te Lobith): hier voldoet het VKA als enige niet aan het RBK-criterium van 0,15 m/s.**

Het in paragraaf 3.4 geschetste beeld is in grote mate ook van toepassing op het VKA, met een groot verschil. Het bij 10.000 m³/s (Lobith) beschreven mechanisme (Basisalternatief) van toenemende dwarsstroming door binnenwaarts in de haven instromend water, treedt in het VKA al bij 8.000 m³/s op, zie Figuur 35. Dat betekent dat het VKA op deze locatie gedurende een groter deel van de tijd niet aan dit RBK-criterium voldoet.

## 4.6 Morfologische effecten

Bijlage 7.2 laat de WaqMorf-resultaten voor het VKA-ontwerp zien (pagina's Bijlage 7-4 tot en met Bijlage 7-7). De effecten zijn aanzienlijk groter dan die van het Basisalternatief. Er is sprake van sedimentatie-hoogten van 0,10 tot 0,30 m, oplopend tot 0,50 tot 1,00 na een hoogwaterperiode. Tabel 8 vat de volumes samen.

**Tabel 8 Resultaten morfologische analyse Voorkeursalternatief (WaqMorf)**

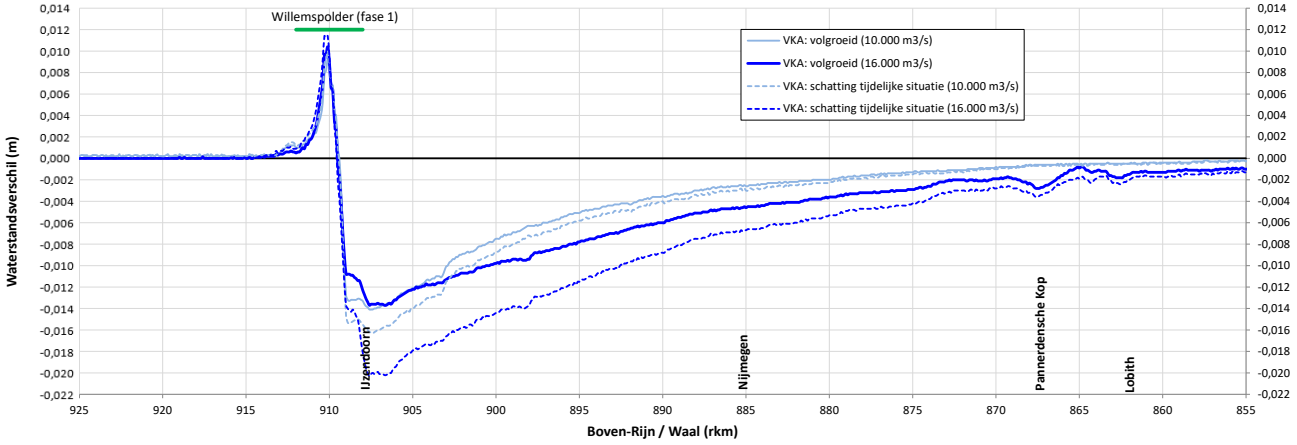
| Volumes in vaargeul (m³) | Erosie | Sedimentatie | Netto |
|---|---|---|---|
| na laagwaterperiode (minmorf) | - 24.840 | + 76.220 | + 51.380 |
| jaargemiddeld | - 61.050 | + 173.610 | + 112.560 |
| na hoogwaterperiode (maxmorf) | - 111.270 | + 302.160 | + 190.890 |

Er is geen analyse van waterdiepten gemaakt op basis van actuele vaardieptegegevens. Dit is noodzakelijk om deze bodemeffecten op aanvaardbaarheid te kunnen beoordelen.

De verklaring dat de morfologische effecten in het VKA groter zijn dan in het Basisalternatief ligt naar ons oordeel in de grotere doorstroming bij morfologisch relevante afvoeren, die is ontstaan door het verlagen van de zomerkade (van 9,00 naar 8,30 m+NAP). In een eventuele ontwerpoptimalisatie van het uit-voeringsontwerp is deze kruinhoogte mogelijk als vrijheidsgraad in te zetten om de morfologische effecten bij te sturen, mochten deze in het voorliggende VKA naar het oordeel van de rivierbeheerder te groot zijn. Ook de meestromende nevengeul draagt bij aan extra sedimentatie in het zomerbed.

## 4.7 Tijdelijke situatie zonder vegetatieontwikkeling

Er is geen modellering van het VKA met onvolgroeide vegetatie gedaan. Wel is er een schatting gemaakt op basis van de effecten bij het Basisalternatief. Indien deze effecten (de waterstandsdaling van de tijdelijke situatie ten opzichte van het Basisalternatief) van de waterstandseffecten van het VKA afgetrokken worden, ontstaat de volgende prognose (stippellijnen in Figuur 36).




**Figuur 36 Schatting van waterstandseffect (deze effecten zijn NIET berekend) van tijdelijke situatie en eindsituatie bij 10.000 en 16.000 m³/s (te Lobith)**

# 5 Rivierkundig Beoordelingskader

Dit hoofdstuk vat de resultaten samen en legt deze systematisch naast de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader, zie hiervoor ook Bijlage 3.

**Tabel 9 Criteria uit het Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (RWS, 2019) en beoordeling van het ontwerp Willemspolder Fase 1**

| Thema | nr. | Aspect | Criterium | Resultaat | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Basisalternatief | Voorkeursalternatief |
| Hoogwaterveiligheid | 1.1 | Maatregel in stroomvoerend deel rivier: hoogwater-referentie op de as van de rivier | Stroomvoerend: geen water-standverhoging op de as van de rivier bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie. | Figuur 8 (16.000 m³/s): verhoging over 1800 m (**maximaal 11 mm**), verlaging over tientallen kilometers (**maximaal 9 mm**). Netto verlaging. | Figuur 32 (16.000 m³/s): verhoging over 1800 m (**maximaal 10 mm**), verlaging over tientallen kilometers (**maximaal 14 mm**). Netto verlaging. |
| | | Maatregel in bergend deel rivier: volume waterberging | Bergend: geen vermindering bergend volume. | Er is sprake van netto verruiming. | Er is sprake van netto verruiming. |
| | 1.2 | Hoogwater-referentie buiten de as van de rivier | Geen waterstandverhoging langs de hoge grondenlijn of primaire waterkering bij de afvoer(en) uit de Hoog-waterreferentie. | Bijlage 5-26 (16.000 m³/s): geen significante water-standsverhoging bij de waterkering | Bijlage 5-58 (16.000 m³/s): geen significante water-standsverhoging bij de waterkering |
| | 1.3 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 5 m³/s bij de gelden-de Boven-Rijnafvoer van 16.000 m³/s. | In een voorbereidende berekening is op basis van het lokale effect (< 1 mm waterstandsdaling bij 16.000 m³/s) geoordeeld dat nadere analyse hiernaar niet nodig is. | In een voorbereidende berekening is op basis van het lokale effect (< 1 mm waterstandsdaling bij 16.000 m³/s) geoordeeld dat nadere analyse hiernaar niet nodig is. |
| | 1.4 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 20 m³/s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m³/s | In een voorbereidende berekening is op basis van het lokale effect (< 1 mm waterstandsdaling bij 16.000 m³/s) geoordeeld dat nadere analyse hiernaar niet nodig is. | In een voorbereidende berekening is op basis van het lokale effect (< 1 mm waterstandsdaling bij 16.000 m³/s) geoordeeld dat nadere analyse hiernaar niet nodig is. |
| | 1.5 | IJsafvoer | Een goede geleiding van water en ijs dient gewaarborgd te blijven | Niet beschouwd: de ingreep is hierop niet van invloed. | Niet beschouwd: de ingreep is hierop niet van invloed. |
| Hinder of schade door hydraulische effecten | 2.1 | Inundatiefrequentie van de uiterwaard | De mate van verandering van de inundatiefrequentie van een of meerdere uiterwaar-den. Kies daarvoor een of meerdere afvoeren die dit aspect inzichtelijk maken. | Figuur 9: **de ringkade op 9 m+NAP** omvat nu een groter gebied. Dit heeft een geringe invloed op de inundatie-frequentie van de westelijke uiterwaard die in de nieuwe situatie vanuit de doorvaart instroomt. Door herprofilering ontstaan ook lokale ver-schillen in inundatie-frequentie. | Figuur 30: **de ringkade op 8,3 m+NAP** omvat nu een groter gebied. Dit heeft een geringe invloed op de inundatie-frequentie van de westelijke uiterwaard die in de nieuwe situatie vanuit de doorvaart instroomt. Door herprofilering ontstaan ook lokale ver-schillen in inundatie-frequentie. |
| | 2.2 | Stroombeeld in de uiterwaard | De mate van verandering van de grootte en richting stroom-snelheden in een of meerdere uiterwaarden bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden. | Bijlage 5-12 tot en met Bijlage 5-29 bevatten stroombeeld-kaarten die de invloed op het stroombeeld bij diverse afvoerniveaus inzichtelijk maken. | Bijlage 5-44 tot en met Bijlage 5-61 bevatten stroombeeld-kaarten die de invloed op het stroombeeld bij diverse afvoerniveaus inzichtelijk maken. |
| | 2.3 | Stroombeeld in vaarweg | De ingreep mag niet resul-teren in een absolute dwars-stroming in de vaarweg groter dan 0,15 m/s bij een gecon-centreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m³/s. Of het moet aantoon-baar zijn dat de toename pad-breedte schip t.g.v. dwars-stroom kleiner is dan ½B; | Maximale verhoging dwarsstroming ten gevolge van de ingreep treedt op in de doorvaartopening bij **10.000 m³/s**. Zie Bijlage 6-4: figuur onder (**van 0,15 naar 0,296 m/s**). Bij andere afvoer-niveaus geen verhogingen tot boven 0,15 m/s. | Maximale verhoging dwarsstroming ten gevolge van de ingreep treedt op in de doorvaartopening bij **8.000 en 10.000 m³/s**. Zie Bijlage 6-9: figuur onder (**van minder dan 0,15 naar 0,268 resp. 0,270 m/s**). Bij andere afvoer-niveaus geen verhogingen tot boven 0,15 m/s. |

| Thema | nr. | Aspect | Criterium | Resultaat | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Basisalternatief | Voorkeursalternatief |
| Hinder of schade door hydraulische effecten (vervolg) | 2.3 | Stroombeeld in vaarweg (vervolg) | De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 $m^3/s$; Bij extreme Boven-Rijn afvoeren is dit beoordelingscriteria niet van toepassing. | n.v.t. | n.v.t. |
| | 2.4 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 $m^3/s$. Voor dit aspect is er geen beoordelingscriterium. | n.v.t. | n.v.t. |
| | 2.5 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren | Verandering afvoerverdeling mag niet groter zijn dan 1 $m^3/s$ bij Boven-Rijn afvoer van 1020 $m^3/s$ (OLA). | Bij 1020 $m^3/s$ is er geen effect (Figuur 8 of Bijlage 2-3). Zie ook Bijlage 5-4: bij 2000 $m^3/s$ is er nog steeds geen effect. | Bij 1020 $m^3/s$ is er geen effect (Figuur 32 of Bijlage 2-4). Zie ook Bijlage 5-36: bij 2000 $m^3/s$ is er nog steeds geen effect. |
| | 2.8 | Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken | Geen ongewenste afname van de waterdiepte t.g.v. de onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren | n.v.t. | n.v.t. |
| | 2.9 | Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren | Er is geen beoordelingscriterium beschikbaar. Het doel van dit aspect is om te kunnen inschatten of de bevaarbaarheid of vaarwegonderhoud in het Duitse deel van de Rijn niet verslechtert t.g.v. de ingreep. | n.v.t. | n.v.t. |
| Morfologische effecten | 3.1 | Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)<br><br>1. door ingrepen zomerbed<br><br>2. door ingrepen winterbed | Bij erosie:<br>-geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed;<br>-geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen;<br>-geen oevererosie;<br>-Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater;<br>-geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking;<br><br>Bij sedimentatie:<br>- geen sedimentatie in de vaargeul conform BPRW;<br>-geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren;<br>-geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;<br><br>Generiek:<br>-beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten;<br>-behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer;<br>-geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA; | Tabel 2 en Bijlage 7.1: **maximale verhoging in vaargeul 0,06 tot 0,08 m en 0,10 tot 0,30 m** lokaal nabij de zuidelijke normaallijn (jaar-gemiddeld). Als effect na hoogwater geldt een maximale verhoging in vaargeul 0,08 tot 0,10 m en 0,10 tot 0,30 m lokaal nabij de zuidelijke normaallijn.<br><br>In de havenmonding moet rekening gehouden worden met een terugkerende (of blijvende) aanzanding van 0,1 tot 0,3 m, maar daar heeft de doorgaande scheepvaart geen last van.<br><br>De oorzaak is uitsluitend de verbreding van de doorvaartopening, niet de zandwinlocatie zelf).<br><br>De beschreven generieke mechanismen zijn niet aan de orde. | Tabel 8 en Bijlage 7.2: **maximale verhoging in vaargeul 0,10 tot 0,30 m en 0,50 tot 1,00 m** lokaal nabij de zuidelijke normaallijn (jaar-gemiddeld). Als effect na hoogwater geldt een maximale verhoging in vaargeul 0,10 tot 0,30 m en 0,50 tot 1,00 m op ver-schillende trajecten.<br><br>In de havenmonding moet rekening gehouden worden met een terugkerende (of blijvende) aanzanding van 0,1 tot 0,3 m, maar daar heeft de doorgaande scheepvaart geen last van (gelijk aan Basisalternatief).<br><br>Oorzaken zijn de verbreding van de doorvaartopening en de gewijzigde afvoerverdeling tussen het zomerbed en het winterbed juist stroom-afwaarts van de zandwin-locatie door de verlaging van de zomerkade en de oever.<br><br>De beschreven generieke mechanismen zijn niet aan de orde. |

| Thema | nr. | Aspect | Criterium | Resultaat | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Basisalternatief | Voorkeursalternatief |
| Morfologische effecten(vervolg) | 3.2 | Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:<br><br>1. sedimentatie winterbed<br><br>2. erosie winterbed | Bij sedimentatie:<br>- Acceptabele beheerskosten[f] voor baggeren nevengeulen;<br><br>Bij erosie:<br>-geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders;<br>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed;<br>- stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s;<br>- geen bodemerosie langs primaire waterkering;<br>- stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen. | Geen sedimentatie of erosie in de uiterwaard, noch enig ander beschreven mechanis-me te verwachten. | Geen sedimentatie of erosie in de uiterwaard, noch enig ander beschreven mechanis-me te verwachten. |

# 6 Gebiedsvisie Middenwaal (Willemspolder en Gouverneurspolder)

## 6.1 Inleiding

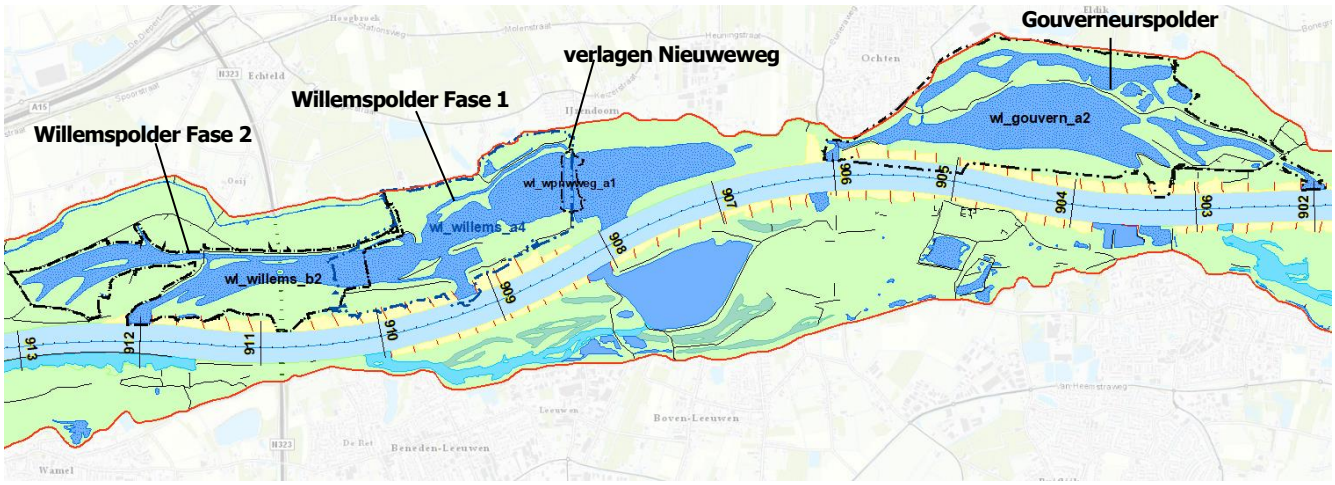
In dit hoofdstuk komt de eindsituatie aan de orde, zoals deze in de toekomst voor ogen staat. Dit is geen onderdeel van de voorliggende RBK-beoordeling, echter het vormt wel een doorkijk naar de ontwikkeling op lange termijn.

De gebiedsvisie bestaat uit:

- Willemspolder Fase 1 volgens het in dit verslag beschreven VKA-ontwerp.
- Willemspolder Fase 2: het ontwerp wordt in westelijke richting uitgebreid tot rkm 913,0.
- Het verlagen van de Nieuweweg (rkm 908,2): omdat de Willemspolder nu in westelijke richting uitgebreid is, kan de afvoercapaciteit ingezet worden door de verbinding tussen de overnachtingshaven van IJzendoorn en de Willemspolder, waardoor een groot rivierverruimingsproject ontstaat.
- Gouverneurspolder: een tweede zandwinlocatie langs de Waal (rechteroever: rkm 901,9 – 906,1)

## 6.2 Geometrische modellering

Het Baseline-gebiedsmodel is opgebouwd vanuit het VKA van Willemspolder Fase 1, door de overige drie bestanddelen Baseline-maatregelen toe te voegen, resulterend in de Baseline-variant van de gebiedsvisie (wp_gp_tot). Zie hiervoor de tabel in Bijlage 2 voor het overzicht en Bijlage 4.5 en Bijlage 5.3 voor de uitwerking ervan (pagina's Bijlage 5-64 en Bijlage 5-65).



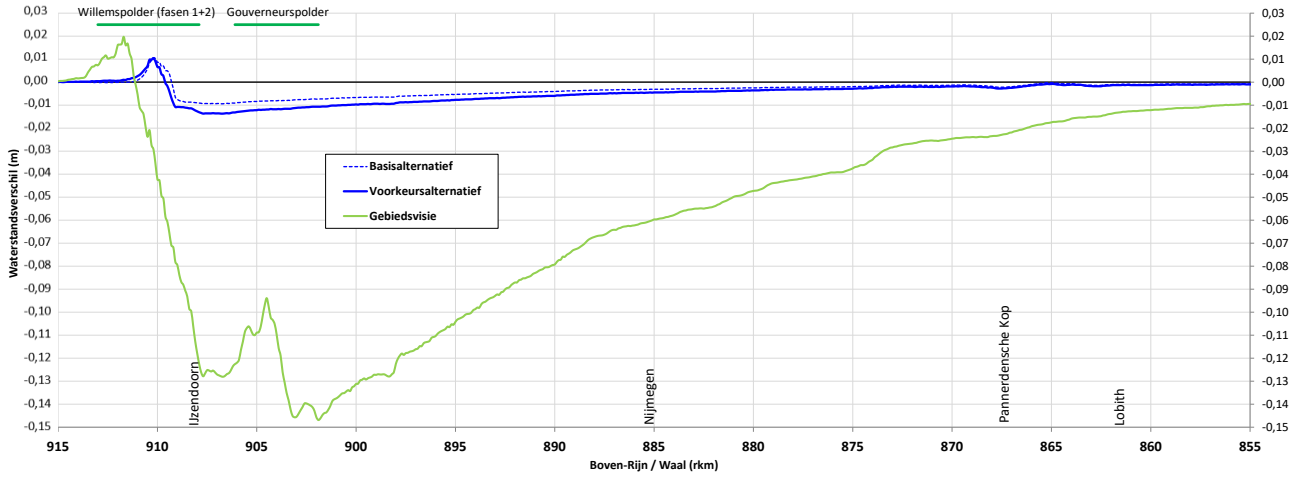

**Figuur 37 Overzicht van de maatregelencontouren binnen de gebiedsvisie**

## 6.3 Hydraulische modellering

### 6.3.1 Waterstandseffecten bij hoogwater

Figuur 38 laat de potentiële waterstandsdaling zien (-147 mm), die een veelvoud bedraagt van die van het Basisalternatief (-9 mm) en het Voorkeursalternatief (-14 mm). Er is alleen een simulatie van 16.000 $m^3/s$ (Lobith) beschikbaar. De overige afvoerniveaus zijn niet geanalyseerd. De oorzaak van deze hogere waterstandsdaling is de toegenomen capaciteit van de plassen in de Willemspolder, aangevuld met de verlaging van de Nieuweweg. In de referentiesituatie stroomt er ca 3500 $m^3/s$ (31%) door de plas, in de Gebiedsvisie is dit toegenomen tot 5500 $m^3/s$ (49%).

De hydraulische resultaten zijn ruimtelijk in Bijlage 5.3 weergegeven (pagina's Bijlage 5-66 tot en met Bijlage 5-68). Hieruit blijkt dat de stroomsnelheden in het zomerbed ter plaatse van de rivierverruimingen aanzienlijk afnemen.




**Figuur 38 Waterstandseffect in rivieras: Gebiedsvisie (totaal), VKA (Willemspolder Fase 1), en Basisalternatief (Willemspolder Fase 1) ten opzichte van de referentiesituatie (16.000 m³/s te Lobith)**

### 6.3.2 Hinder voor scheepvaart: effecten op dwarsstroming

Voor de dwarsstroming zijn de Bovenrijn-debieten van 2.000 tot en met 10.000 m³/s (te Lobith) relevant. Van deze afvoerniveaus zijn geen WAQUA-simulaties voor de gebiedsvisie beschikbaar. We kunnen aannemen dat de effecten gelijk zijn aan die van de afzonderlijke onderdelen. Een bijzonder aandachtspunt is wel de stroming bij de overnachtingshaven te IJzendoorn, aangezien door de verlaagde Nieuweweg ook bij lagere afvoerniveaus dan 7.000 m³/s stroming naar de Willemspolder zal optreden. Hierdoor zal de dwarsstroming van de Waal naar de overnachtingshaven mogelijk sterker worden.

Dit zal een aandachtspunt bij de nadere uitwerking zijn.

### 6.3.3 Morfologische effecten

Er zijn geen morfologische analyses met behulp van WaqMorf gedaan. Op basis van een expertoordeel bevelen wij bij de nadere uitwerking aan bijzondere aandacht te hebben voor het traject van rkm 907 tot 913, omdat de overnachtingshaven, de verlaagde Nieuweweg en de Willemspolder (Fasen 1 en 2) met elkaar een grote aaneengeschakelde rivierverruiming vormen, waarbij een groter aandeel van de rivierafvoer door de noordelijke uiterwaard zal stromen. Dit zal een verlaging van stroomsnelheden in het zomerbed tot gevolg hebben met mogelijk morfologische consequenties.

# 7 Conclusies en aanbevelingen

## 7.1 Conclusies

Op basis van de gepresenteerde analyse trekken we de volgende conclusies:

Waterstanden (hoogwater)

- Er zijn ten gevolge van het Basisalternatief bij hoogwater geen waterstandverhogingen in de Waal (met uitzondering van een lokaal benedenstrooms effect van 11 mm). Gesommeerd zorgt de ingreep zelfs voor een netto waterstandsdaling. Direct bij de ingreep is deze 9 mm, uitdempend tot ongeveer nul bij het splitsingspunt Pannerdensche Kop. In de tijdelijke onbegroeide situatie is de waterstandsdaling in de rivieras maximaal 16 mm. Het benedenstroomse effect neemt in de tijdelijke situatie niet toe.
- Het VKA leidt tot iets meer waterstandsdaling (maximaal 14 mm in de rivieras) en een bijna even groot benedenstrooms effect (10 mm).
- Nabij de bandijk zijn er geen significante waterstandsverhogingen (deze conclusie geldt voor beide alternatieven).
- De gebiedsvisie voor de toekomst, bestaande uit de Willemspolder (Fasen 1 en 2), de verlaagde Nieuweweg en de Gouverneurspolder laat een grote potentiële waterstandsdaling zien (-147 mm), die een veelvoud bedraagt van die van het Basisalternatief (-9 mm) en het Voorkeursalternatief (-14 mm). Er is alleen een simulatie van 16.000 $m^3/s$ (Lobith) beschikbaar.

Hinder voor scheepvaart / dwarsstroming

- Het effect op stroomsnelheden rondom de projectlocatie is gering.
- Uit de analyse blijkt dat dwarsstroming over het algemeen geen probleem is. Slechts op één locatie bij één afvoerniveau (10.000 $m^3/s$ te Lobith, gemiddeld eens per 15 jaar) leidt de voorgenomen ingreep tot een toename van 0,15 tot 0,30 m/s.
- Het gaat om de doorvaartopening, waar bij dit afvoerniveau de landinwaartse dwarsstroming toeneemt van 0,15 tot 0,30 m/s. Hoewel dit meer dan het RBK-criterium is, merken wij op dat deze waarde nog steeds beperkt is en dat de frequentie van voorkomen van dit afvoerniveau ca. 15 jaar is.
- Bij het VKA treedt ditzelfde effect op, maar het begint al bij een lager afvoerniveau. Ook bij 8000 $m^3/s$ (te Lobith) wordt het RBK-criterium overschreden, waar dit in de referentiesituatie en bij het Basisalternatief nog niet het geval is.
- Op 4 locaties in de directe nabijheid zijn in de referentiesituatie, ook bij lagere afvoerniveaus, dwarsstroming op met snelheden tot 0,50 m/s of meer. Hiermee kan bovenstaand resultaat voor de beoordeling in perspectief geplaatst worden.

De gebiedsvisie is in deze rapportage alleen op hoogwaterstanden beoordeeld. Er is geen analyse naar dwarsstroming gedaan.

Morfologische effecten

De effecten op de bodemmorfologie zijn geschat met behulp van WaqMorf. Hierbij is er in het Basisalternatief (BA) sprake van:

- een jaargemiddeld resultaat: maximale sedimentatie 6 tot 8 cm in de vaargeul, geschat netto volume 5.280 $m^3$ (GIS-analyse: 5.499 $m^3$),
- een resultaat na langdurig herstel bij laagwater: maximale sedimentatie 2 tot 4 cm in de vaargeul, geschat netto volume 3.440 $m^3$;
- een resultaat na een hoogwaterperiode: maximale sedimentatie 8 tot 10 cm in de vaargeul, geschat netto volume 7.540 $m^3$.

De waterdiepteanalyse laat zien dat er met betrekking tot de waterdiepte een lokale netto verslechtering plaatsvindt. Deze concentreert zich bij de projectlocatie. De hoeveelheid aanvullend baggerwerk bedraagt 288 $m^3$ (uitgaande van het theoretisch baggervolume ten opzichte van de CCR-norm. Deze hoeveelheid is beperkt en beheersbaar. Bij andere baggerscenario's gelden er andere getallen (zie Tabel 4 of einde Bijlage 7).

In het Voorkeursalternatief (VKA) zijn deze getallen aanzienlijk groter:

- een jaargemiddeld resultaat: maximale sedimentatie 10 tot 30 cm in de vaargeul (met een enkele randzone daarboven), geschat netto volume 112.560 $m^3$,
- een resultaat na langdurig herstel bij laagwater: maximale sedimentatie 10 tot 30 cm in de vaargeul (echter over een geringere oppervlakte dan jaargemiddeld), geschat netto volume 51.380 $m^3$;
- een resultaat na een hoogwaterperiode: maximale sedimentatie 50 tot 100 cm in de vaargeul, geschat netto volume 190.890 $m^3$.

De verklaring dat de morfologische effecten in het VKA groter zijn dan in het Basisalternatief ligt naar ons oordeel in de grotere doorstroming bij morfologisch relevante afvoeren, die is ontstaan door het verlagen van de zomerkade (van 9,00 naar 8,30 m+NAP). In een eventuele ontwerpoptimalisatie van het uitvoeringsontwerp is deze kruinhoogte mogelijk als vrijheidsgraad in te zetten om de morfologische effecten bij te sturen, mochten deze in het voorliggende VKA naar het oordeel van de rivierbeheerder te groot zijn. Ook de stromende nevengeul draagt bij aan extra sedimentatie in het zomerbed.

De gebiedsvisie is in deze rapportage alleen op hoogwaterstanden beoordeeld. Er is geen analyse naar dwarsstroming gedaan.

## 7.2 Aanbevelingen

Op basis van de gepresenteerde analyse doen we de volgende aanbevelingen:

- Op basis van de waterdiepteanalyse voor het basisalternatief bevelen wij aan dit alternatief goed te keuren. Er is weliswaar en extra baggerinspanning becijferd, maar deze is beperkt en beheersbaar.
- Naar ons oordeel is het voorliggende ontwerp (Willemspolder Fase 1: VKA) een evenwichtig uitgewerkte invulling van de wens van de eigenaar om de zandwinlocatie uit te breiden. Wij bevelen echter aan het ontwerp nader te optimaliseren teneinde de te verwachten sedimentatie te reduceren, alvorens het ontwerp aan de rivierbeheerder Rijkswaterstaat Oost-Nederland voor vergunningverlening in het kader van de Waterwet voor te leggen. Hierbij kunnen de ontwerpparameters van het Basisalternatief, zoals o.a. de zomerkadehoogten als inspiratiebron dienen.
- Tot slot geeft de rapportage een doorkijk naar de toekomst, waarin de toekomstige ambities van Dekker Groep voor zandwinning, recreatie en natuur tot uitdrukking worden gebracht. Het betreft naast het Voorkeursalternatief van Fase 1 ook een uitwerking voor Fase 2 van de Willemspolder, een ontwerp voor de Gouverneurspolder en een verlaging van de Nieuweweg tot 0 m+NAP (tussen de overnachtingshaven IJzendoorn en de Willemspolder) om een sterkere waterstandsdaling te realiseren. Dit alternatief (Gebiedsvisie) wordt in deze rapportage niet rivierkundig beoordeeld, maar ter kennisgeving gepresenteerd, waarbij alleen de hydraulische effecten bij het hoogste afvoerniveau (16.000 $m^3/s$ te Lobith) zijn geanalyseerd. Een nadere uitwerking is in de toekomst mogelijk gewenst, waarbij er voldoende aandacht dient te zijn voor effecten op dwarsstroming en morfologie.

# 8 Referenties

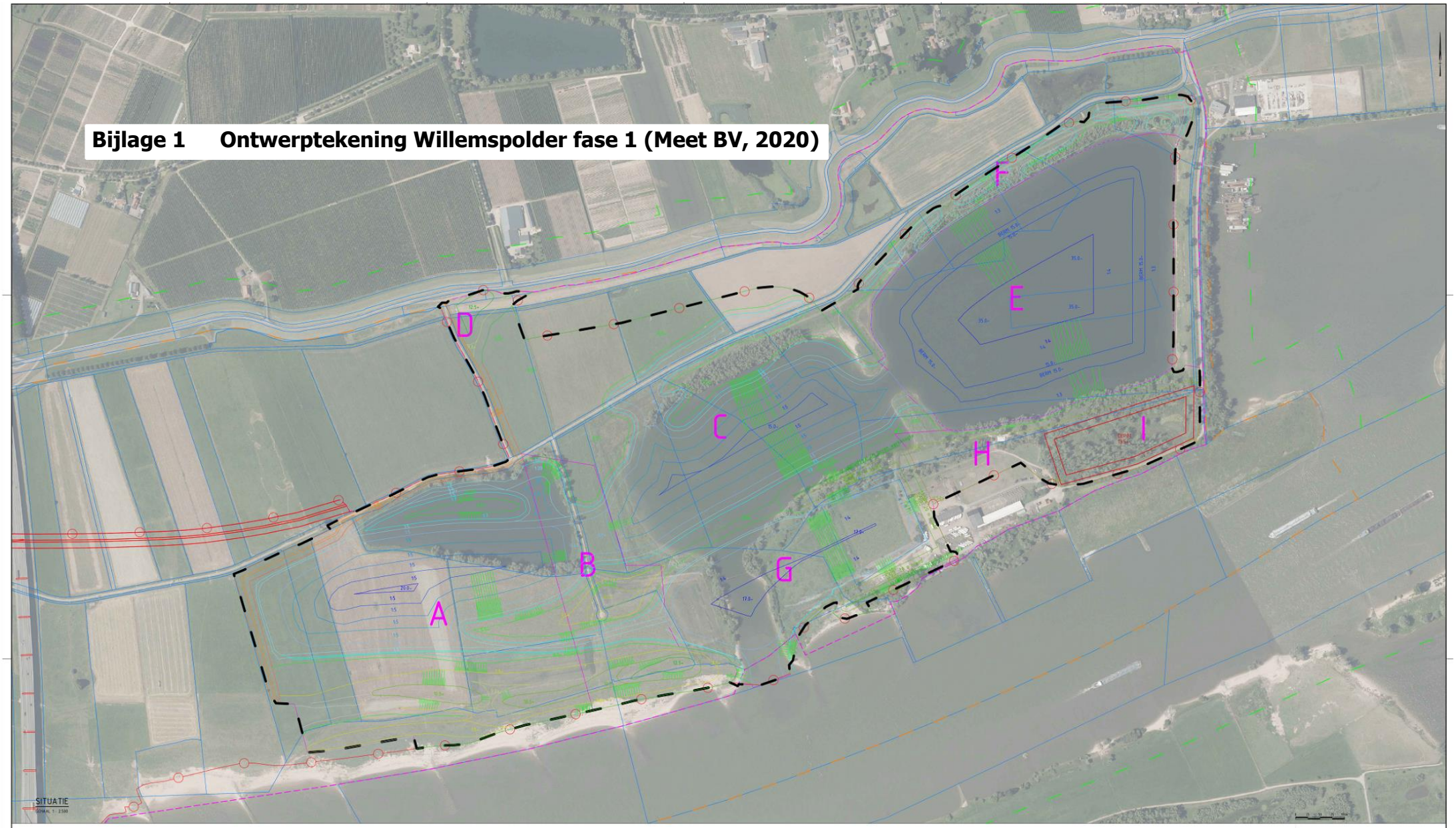
Meet BV, 2020: Technisch ontwerp, fase 1, versie 4, project: Willemspolder, datum: 9 april 2020, document: 1349-rapp-014-StaVaZa-v4.pdf, opdrachtgever: Dekker Grondstoffen BV

Rijkswaterstaat, 2019: Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, versie 5.0, 26 februari 2019, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving

Reneerkens M.J.J., 2020: Richtlijn morfologische effectbepaling binnen RWS ON, versie 1.1, 25 september 2020, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Afdeling NOV

Sieben A., 2011: Methodiek inschatting morfologische effecten in het zomerbed door lokale rivieringrepen, update december 2011, Rijkswaterstaat Waterdienst

**Bijlage 1 Ontwerptekening Willemspolder fase 1 (Meet BV, 2020)**




Legenda
Onwerp eindsituatie

Legenda
Hoogwatervrij

Legenda
Onwerp tijdelijke situatie

Legenda
Kadastraal

OPMERKINGEN
- Coordinatensysteem RDX,y,z en NAP(z)
- Maten in meters, tenzij anders vermeld
- Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P., tenzij anders vermeld
- Diameters in millimeters, tenzij anders vermeld

Dekker Grondstoffen B.V.
134.9, Willemspolder IJzendoorn
Technisch Ontwerp Fase 1

Meetbv

# Bijlage 2 Overzicht van Baseline-maatregelen en -gebiedsmodellen en WAQUA-modelsimulaties

Een Baseline-variant is opgebouwd uit een basis en een of meer Baseline-maatregelen. Hier is vervolgens een hydraulisch WAQUA-model van afgeleid worden, waarmee modelsimulaties uitgevoerd kunnen worden. Onderstaand zijn de modelschematisaties en -simulaties van deze opdracht weergegeven.

| alternatief | variant | Baseline | | Volume ($m^3$) | WAQUA-simulaties | Toelichting |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | = basis | + maatregel(en) | | | |
| B&O-model | rijn_beno18_5-v1 | rijn_beno18_5-v1 | - | - | - | beheer- en onderhoudsmodel Rijkswaterstaat |
| referentie | wp_gp_ref | rijn_beno18_5-v1 | wl_stiftrf_a1<br>wl_wdhref_a1<br>wl_wpref_a1<br>wl_gpref_a1<br>wl_uwdhstr_a2<br>wl_willems_d1<br>wl_willems_e1<br>wl_willem_v01<br>wl_willem_v02<br>wl_willem_v03<br>wl_willem_v04<br>wl_willem_v05<br>wl_willem_v13<br>wl_willem_v14<br>wl_willem_v06<br>wl_willem_v12<br>wl_willem_v08<br>wl_willem_v09<br>wl_willem_v10<br>wl_willem_v11<br>wl_gouver_v09<br>wl_sw_vg_a2<br>wl_kwp820m_a1 | - | wp_gp_ref_00600<br>wp_gp_ref_01020<br>wp_gp_ref_02000<br>wp_gp_ref_03000<br>wp_gp_ref_04000<br>wp_gp_ref_05000<br>wp_gp_ref-06000<br>wp_gp_ref-07000<br>wp_gp_ref-08000<br>wp_gp_ref-10000<br>wp_gp_ref-16000 | referentiesituatie na actualisatie<br>stap 1: buiten de projectcontour:<br><br>diverse afvoerniveaus (te Lobith)<br>NIET MEER ACTUEEL:<br>VERVANGEN DOOR REFERENTIE VERSIE 2 |
| | wp_gp_ref_v2 | wp_gp_ref | wl_wpref_b1 | - | wp_gp_ref_v2_00600<br>wp_gp_ref_v2_01020<br>wp_gp_ref_v2_02000<br>wp_gp_ref_v2_03000<br>wp_gp_ref_v2_04000<br>wp_gp_ref_v2_05000<br>wp_gp_ref_v2_06000<br>wp_gp_ref_v2_07000<br>wp_gp_ref_v2_08000<br>wp_gp_ref_v2_10000<br>wp_gp_ref_v2_16000 | REFERENTIESITUATIE (versie 2)<br>na actualisatie onderhoud doorvaartopening<br>stap 2: binnen de projectcontour<br><br>diverse afvoerniveaus (te Lobith) |
| Willemspolder Fase 1 | wp_gp_ts01 | wp_gp_ref [1] | wl_wp_ts1_a1 | n.t.b. | wp_gp_ts01_00600<br>wp_gp_ts01_01020<br>wp_gp_ts01_02000<br>wp_gp_ts01_03000<br>wp_gp_ts01_04000<br>wp_gp_ts01_05000<br>wp_gp_ts01-06000<br>wp_gp_ts01-07000<br>wp_gp_ts01-08000<br>wp_gp_ts01-10000<br>wp_gp_ts01-16000 | TIJDELIJKE SITUATIE<br>Willemspolder fase 1 (tijdelijke situatie)<br>Alle afvoerniveaus zijn doorgerekend, echter uitsluitend de hoogste twee blijken onderscheidend ten opzichte van de eindsituatie en zijn in deze rapportage gepresenteerd. |
| | wp_gp_var01 | wp_gp_ref [1] | wl_willems_a3 | n.t.b. | wp_gp_var01-00600<br>wp_gp_var01-01020<br>wp_gp_var01-02000<br>wp_gp_var01-03000<br>wp_gp_var01-04000<br>wp_gp_var01_05000<br>wp_gp_var01_06000<br>wp_gp_var01_07000<br>wp_gp_var01_08000<br>wp_gp_var01_10000<br>wp_gp_var01_16000 | BASISALTERNATIEF<br>Willemspolder fase 1 (eindsituatie) |

*(vervolg op volgende pagina)*

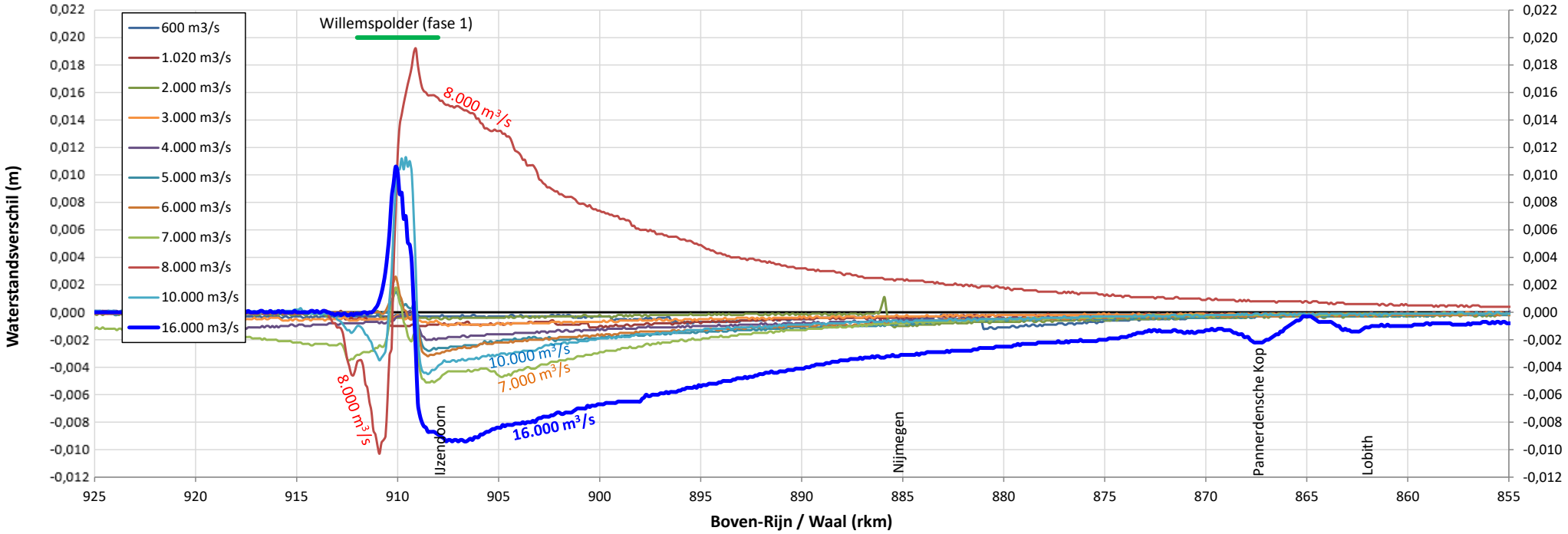
*(vervolg van vorige pagina)*

| alternatief | variant | Baseline | | Volume ($m^3$) | WAQUA-simulaties | | Toelichting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | = basis | + maatregel(en) | | | | |
| Willemspolder Fase 1 *(vervolg)* | wp_gp_var02 | wp_gp_var01 | wl_wpnwweg_a1 | n.t.b. | wp_gp_var02-00600<br>wp_gp_var02-01020<br>wp_gp_var02-02000<br>wp_gp_var02-03000<br>wp_gp_var02-04000<br>wp_gp_var02_05000 | wp_gp_var02_06000<br>wp_gp_var02_07000<br>wp_gp_var02_08000<br>wp_gp_var02_10000<br>wp_gp_var02_16000 | Willemspolder fase 1 (eindsituatie)<br>Variant 2: verlaagde Nieuweweg (0 m+NAP)<br>HET ONTWERP IS ECHTER NIET MEER ACTUEEL |
| | wp_gp_vka | wp_gp_ref_v2 | wl_willems_a4 | n.t.b. | wp_gp_vka-00600<br>wp_gp_vka-01020<br>wp_gp_vka-02000<br>wp_gp_vka-03000<br>wp_gp_vka-04000<br>wp_gp_vka_05000 | wp_gp_vka_06000<br>wp_gp_vka_07000<br>wp_gp_vka_08000<br>wp_gp_vka_10000<br>wp_gp_vka_16000 | VOORKEURSALTERNATIEF (VKA)<br>Willemspolder fase 1 (eindsituatie) |
| GEBIEDSVISIE: Willemspolder Gouverneurs-polder en verlaagde Nieuweweg | wp_gp_tot | wp_gp_vka | wl_willems_b2<br>wl_wpnwweg_a1<br>wl_gouvern_a2 | n.t.b. | wp_gp_tot-00600<br>wp_gp_tot-01020<br>wp_gp_tot-02000<br>wp_gp_tot-03000<br>wp_gp_tot-04000<br>wp_gp_tot_05000 | wp_gp_tot_06000<br>wp_gp_tot_07000<br>wp_gp_tot_08000<br>wp_gp_tot_10000<br>wp_gp_tot_16000 | GEBIEDSVISIE<br>Willemspolder (Fasen 1 + 2), Gouverneurspolder en verlaagde Nieuweweg (kruin op 0 m+NAP) |

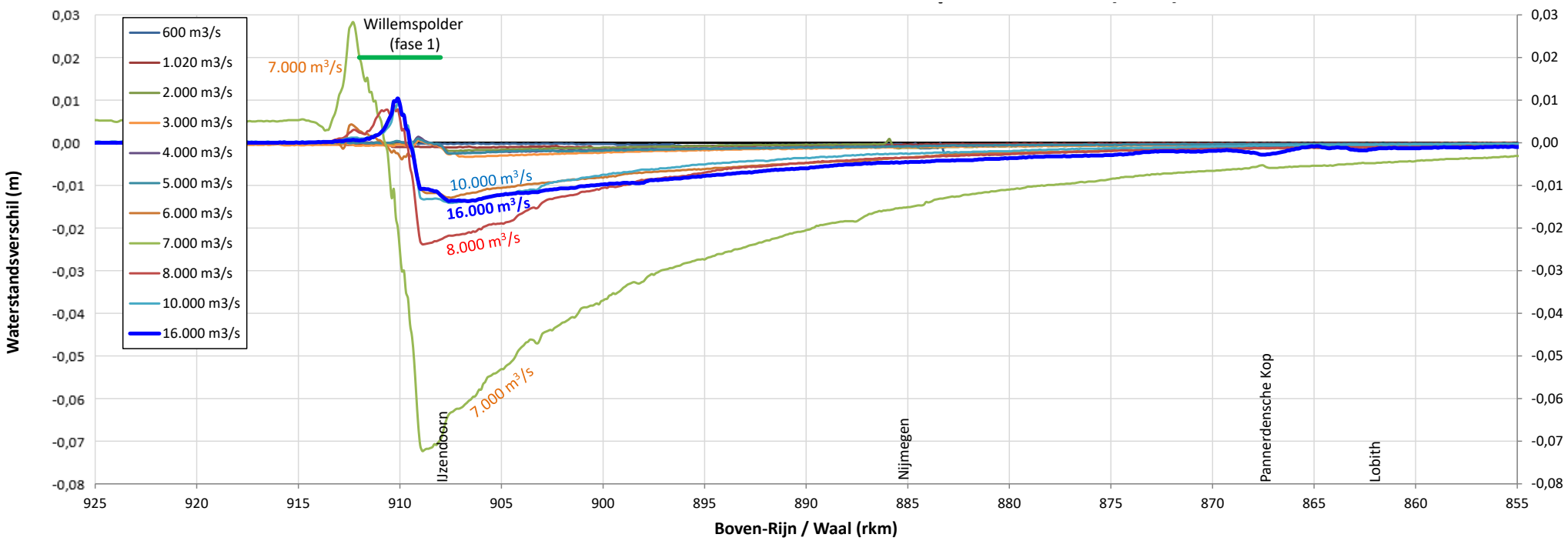
[1] Omdat de aanpassing van de toegangsgeul (wl_wpref_b1) in wp_gp_ref_v2 binnen de contour van de maatregel van Willemspolder fase 1 ligt heeft deze geen invloed op het geometrische eindbeeld en de vegetatie van de varianten wp_gp_var01 en wp_gp_ts01. Daarom kan wp_gp_ref als uitgangsgeometrie dienen.

**Waterstandseffecten bij diverse afvoerniveaus (de debieten gelden te Lobith)**

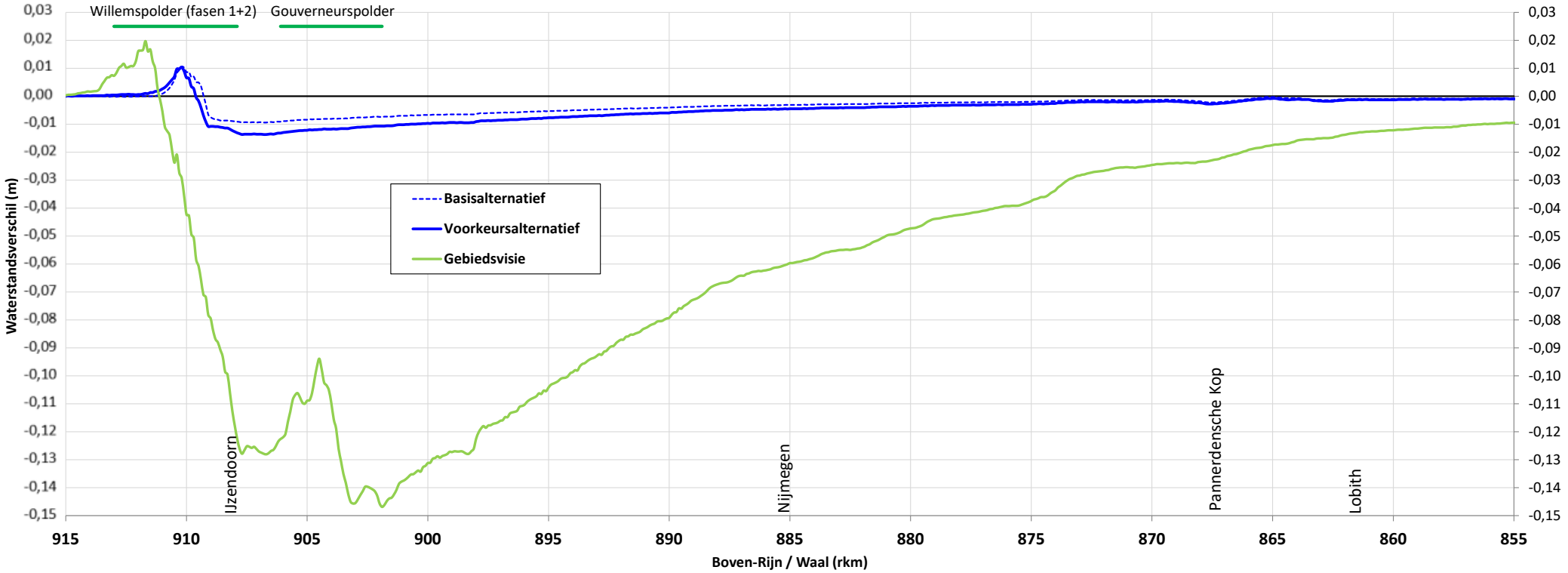
Basisalternatief (wp_gp_var01 – wp_gp_ref_v2)



Voorkeursalternatief (wp_gp_vka – wp_gp_ref_v2)



Gebiedsvisie: alleen 16.000 m$^3$/s te Lobith (wp_gp_tot – wp_gp_ref_v2)



# Bijlage 3 Rivierkundig Beoordelingskader 5.0 (Rijkswaterstaat, 2019)

## Tabel 4. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Rijntakken

| | § | Rivierkundig beoordelings-aspect | Beoordelingscriterium | Toe-lichting | Beoor-delaar |
|---|---|---|---|---|---|
| Hoogwaterveiligheid | 1.1 | Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwater-referentie op de as van de rivier | Stroomvoerend: geen waterstandverhoging[a)] op de as van de rivier bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie. | 1.1<br>R1+R2<br>R3+R10 | RWS-ON |
| | | Maatregel in bergend deel rivier:<br>Volume waterberging | Bergend: geen vermindering bergend volume. | 1.1 | |
| | 1.2 | Hoogwater-referentie buiten de as van de rivier | Geen waterstandverhoging langs de hoge grondenlijn of primaire waterkering bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie. | 1.2<br>R1+R2<br>R3+R10 | RWS-ON<br>(in overleg met de water-kering-beheerder) |
| | 1.3 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 5 $m^3/s$ bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 $m^3/s$. | 1.3<br>R3+R4 | RWS-ON |
| | 1.4 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 20 $m^3/s$ bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 $m^3/s$ | 1.4<br>R3+R4 | RWS-ON |
| | 1.5 | IJsafvoer | Een goede geleiding van water en ijs dient gewaarborgd te blijven | 1.5 | RWS-ON |
| Hinder of schade door hydraulische effecten | 2.1 | Inundatiefrequentie van de uiterwaard | De mate van verandering van de inundatiefrequentie van een of meerdere uiterwaarden.<br>Kies daarvoor een of meerdere afvoeren die dit aspect inzichtelijk maken[b)]. | 2.1<br>R5 | RWS-ON<br>(eventueel in overleg met de terrein-eigenaren) |
| | 2.2 | Stroombeeld in de uiterwaard | De mate van verandering van de grootte en richting stroomsnelheden in een of meerdere uiterwaarden bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden. | 2.2<br>R5 | RWS-ON<br>(eventueel in overleg met de terrein-eigenaren) |
| | 2.3 | Stroombeeld in vaarweg | De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 $m^3/s$. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom kleiner is dan ½B;<br><br>De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 $m^3/s$;<br>Bij extreme Boven-Rijn afvoeren is dit beoordelingscriteria niet van toepassing. | 2.3<br>R6 | RWS-ON |
| | 2.4 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer | Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 $m^3/s$. Voor dit aspect is er geen beoordelingscriterium. | 2.4<br>R7 | RWS-ON |
| | 2.5 | Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren | Verandering afvoerverdeling mag niet groter zijn dan 1 $m^3/s$ bij Boven-Rijn afvoer van 1020 $m^3/s$ (OLA)[c)] | 2.5<br>R8 | RWS-ON |
| | 2.8 | Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken | Geen ongewenste afname van de waterdiepte t.g.v. de onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren | 2.8 | RWS-ON |

| | § | Rivierkundig beoordelings-aspect | Beoordelingscriterium | Toe-lichting | Beoor-delaar |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2.9 | Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren | Er is geen beoordelingscriterium beschikbaar. Het doel van dit aspect is om te kunnen inschatten of de bevaarbaarheid of vaarwegonderhoud in het Duitse deel van de Rijn niet verslechtert a.g.v. de ingreep. | 2.9 | RWS-ON/ Wasserstraßen - und Schifffahrts-amt Duisburg-Rhein |
| Morfologische effecten | 3.1 | Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)<br><br>1. door ingrepen zomerbed<br><br>2. door ingrepen winterbed | Bij erosie:<br>-geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed[d];<br>-geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen;<br>-geen oevererosie[d];<br>-Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater;<br>-geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking;<br><br>Bij sedimentatie:<br>- geen sedimentatie in de vaargeul conform BPRW;<br>-geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren[e];<br>-geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;<br><br>Generiek:<br>-beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer;<br>-geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA; | 3.1<br>R9+R11 | RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder) |
| | 3.2 | Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:<br><br>1. sedimentatie winterbed<br><br>2. erosie winterbed | Bij sedimentatie:<br>- Acceptabele beheerskosten[f] voor baggeren nevengeulen;<br><br>Bij erosie:<br>-geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders;<br>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed;<br>- stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s[g];<br>- geen bodemerosie langs primaire waterkering;<br>- stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen; | 3.2<br>R12 | RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren) |

a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging tot 1 mm in de as van de rivier worden toegestaan. Zie ook paragraaf 1.1.

b) Keuze afvoerniveaus afhankelijk van de afvoer(en) waarop de ingreep invloed heeft op het instromen van de betreffende uiterwaard.

c) In bijzondere gevallen kan de beheerder de verdeling van de afvoer bij een ingreep ook opvragen bij andere afvoeren van de Boven-Rijn dan OLA, bijvoorbeeld bij een gemiddelde Boven-Rijn afvoer.

d) Bij erosie in zomerbed en op oevers geldt het principe 'nee, tenzij', om het belang van het functioneren van het waterstaatwerk i.r.t. veiligheid en scheepvaart te borgen. Gecontroleerde erosie kan wel worden toegestaan als aan deze voorwaarden wordt voldaan. Een voorbeeld hiervan zijn de aanleg van natuurvriendelijke oevers t.b.v. de Kaderrichtlijn Water. Een ander voorbeeld is de Ruimte voor de Rivier maatregel 'zomerbedverdieping'. Deze is alleen in het overgangsgebied van de Rijntakken mogelijk met aanvullend sedimentbeheer, o.a. om terugschrijdende erosie tegen te gaan.

e) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie ***Bijlage 9***. *[bijschrift: bijlage 9 betreft het RBK, niet dit rapport]*

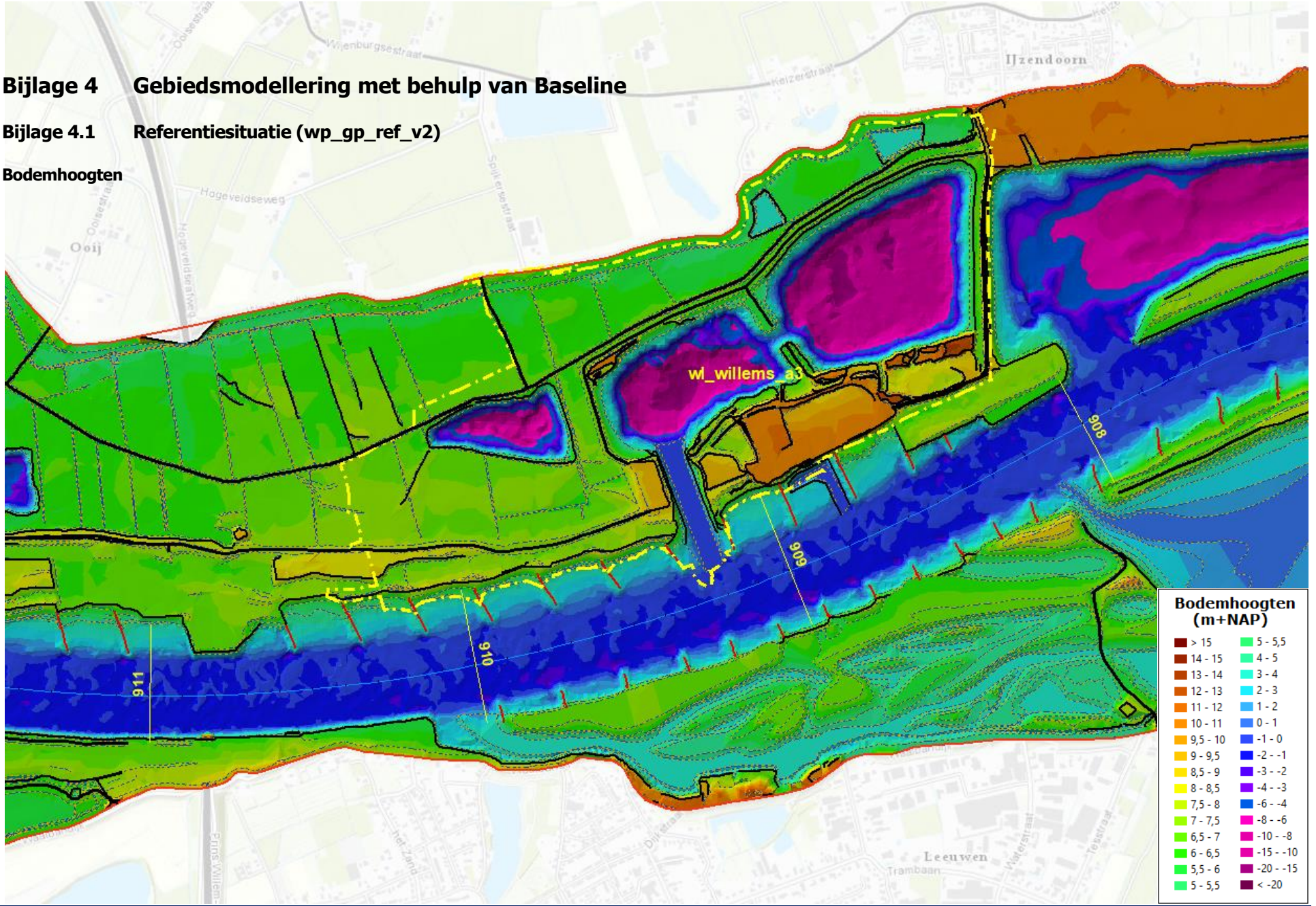
f) Wat 'acceptabele beheerskosten' zijn, kan van dienst tot dienst verschillen en is ter beoordeling van het bevoegd gezag.

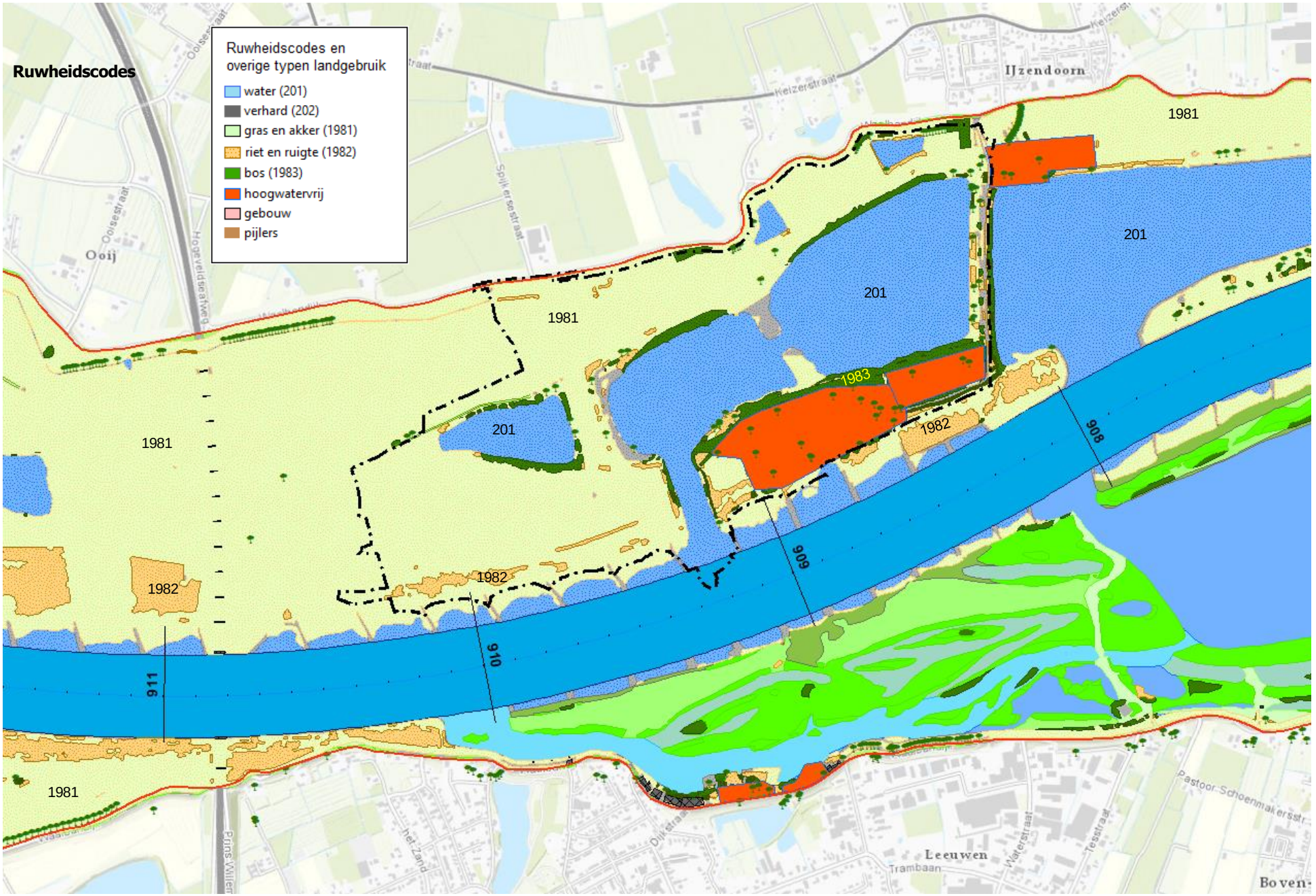
g) Richtlijn voor zandige rivierbodem. Exacte waarde hangt af van lokale bodemsamenstelling en –ruwheid.

# Bijlage 4 Gebiedsmodellering met behulp van Baseline

## Bijlage 4.1 Referentiesituatie (wp_gp_ref_v2)

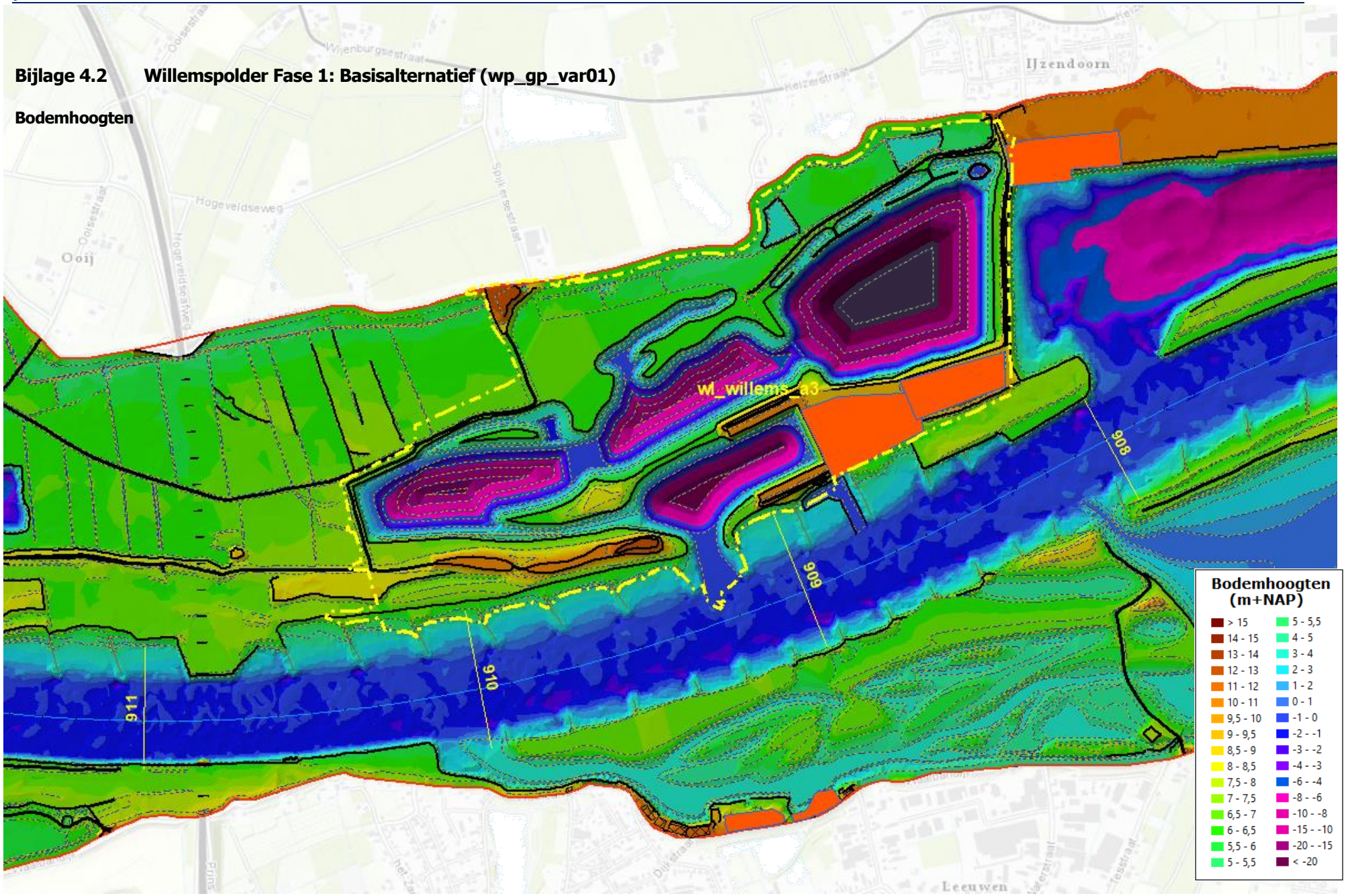
**Bodemhoogten**

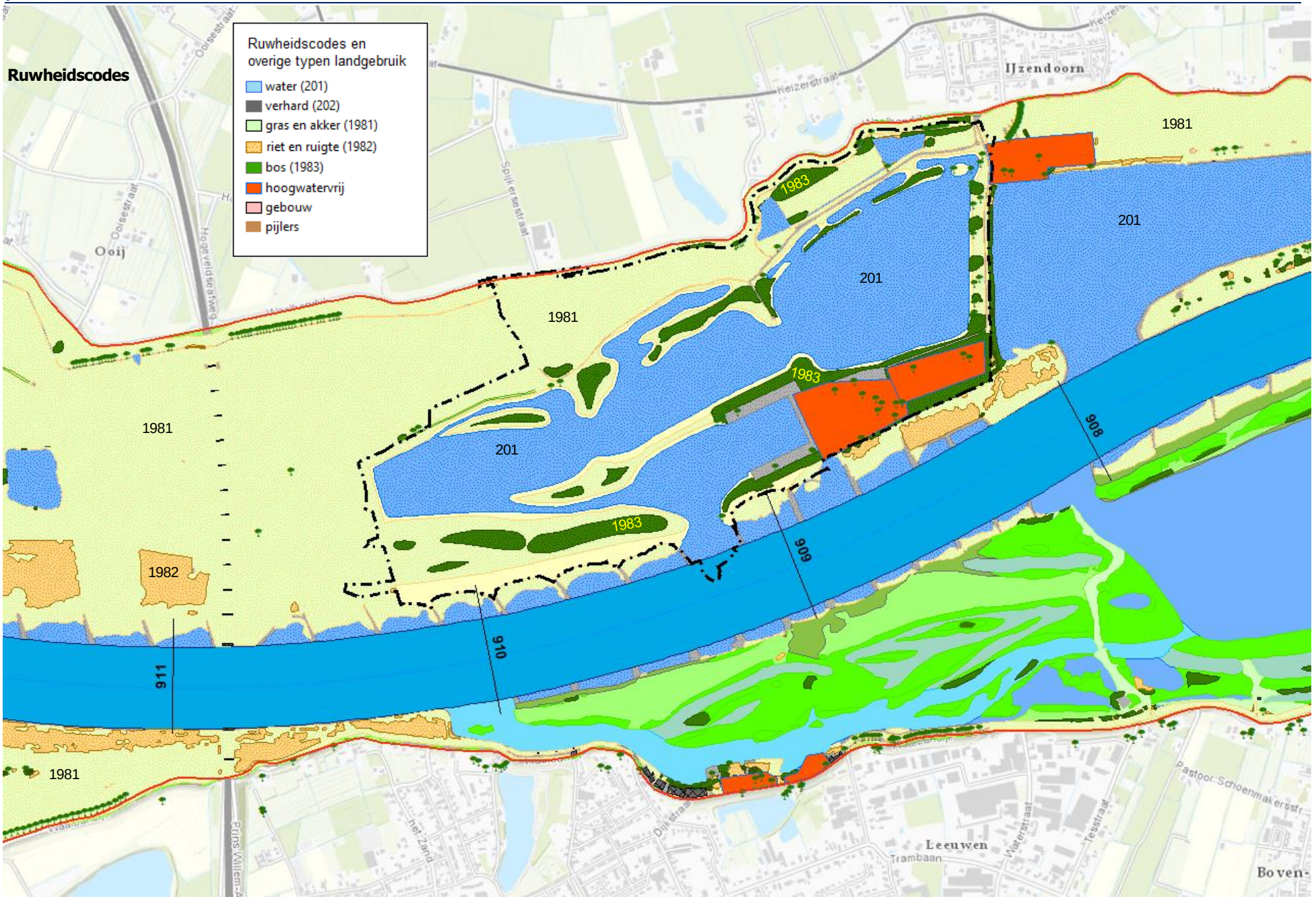



Ruwheidscodes
Ruwheidscodes en overige typen landgebruik
water (201)
verhard (202)
gras en akker (1981)
riet en ruigte (1982)
bos (1983)
hoogwatervrij
gebouw
pijlers
IJzendoorn
Ooij
Leeuwen
1981
201
1983
1982
908
909
910
911

**Bijlage 4.2 Willemspolder Fase 1: Basisalternatief (wp_gp_var01)**

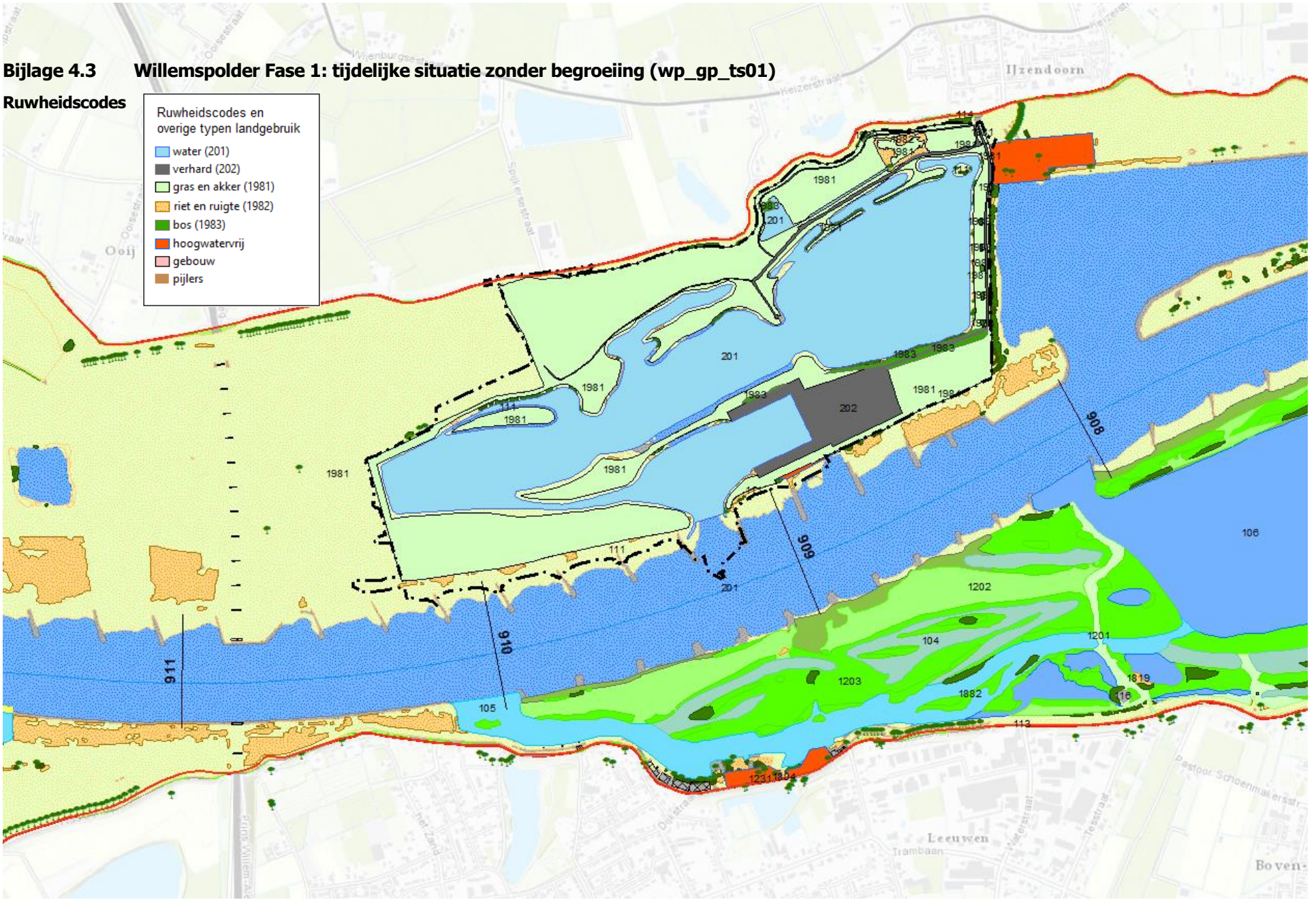
**Bodemhoogten**




Ruwheidscodes
Ruwheidscodes en overige typen landgebruik
water (201)
verhard (202)
gras en akker (1981)
riet en ruigte (1982)
bos (1983)
hoogwatervrij
gebouw
pijlers
IJzendoorn
Ooij
Keizerstraat
Spijkersestraat
Hogeveldseafweg
Ooisestraat
1981
1983
201
1982
911
910
909
908
Leeuwen
Trambaan
Waterstraat
Tesstraat
Pastoor Schoenmakersstr
Boven-

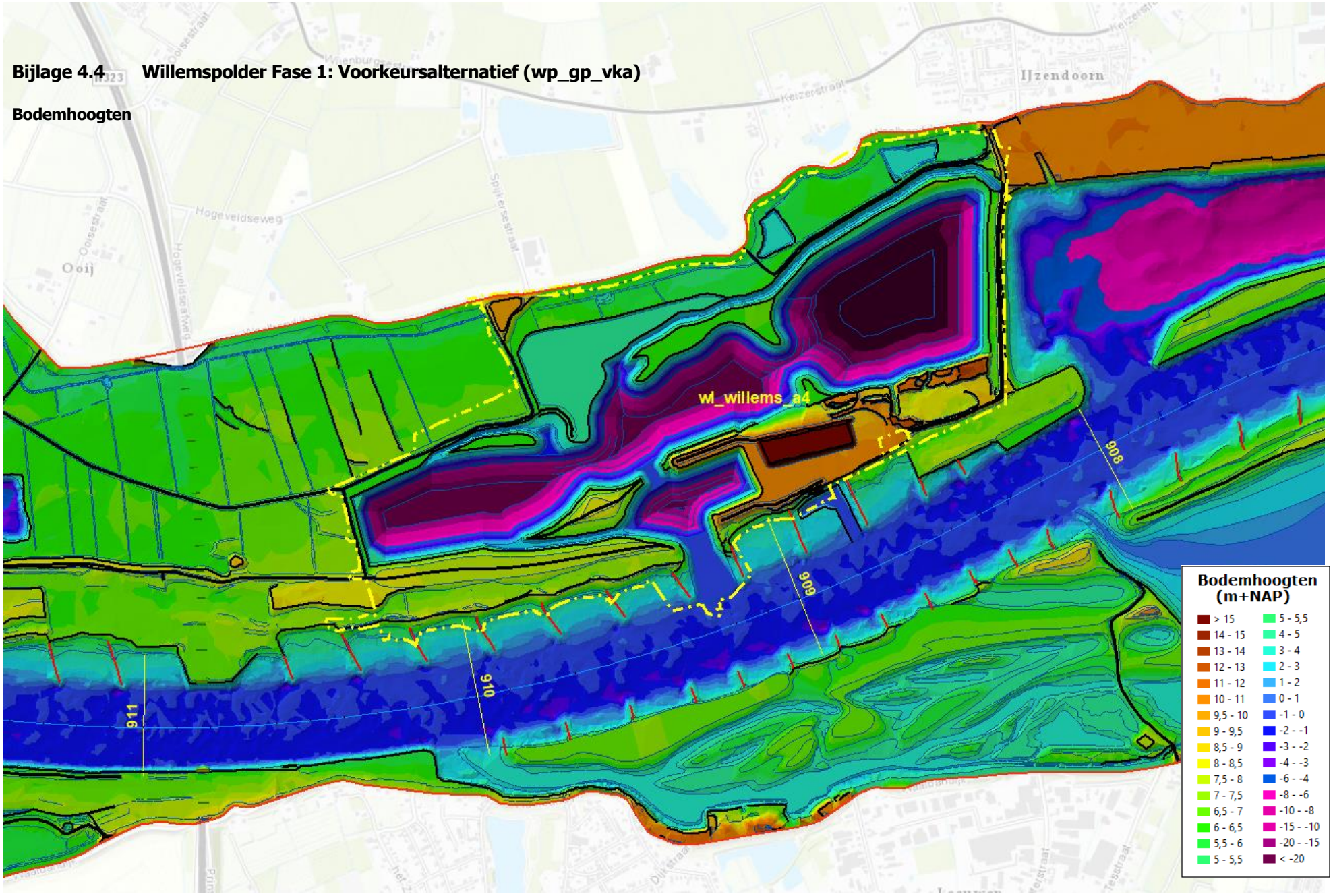
## Bijlage 4.3 Willemspolder Fase 1: tijdelijke situatie zonder begroeiing (wp_gp_ts01)

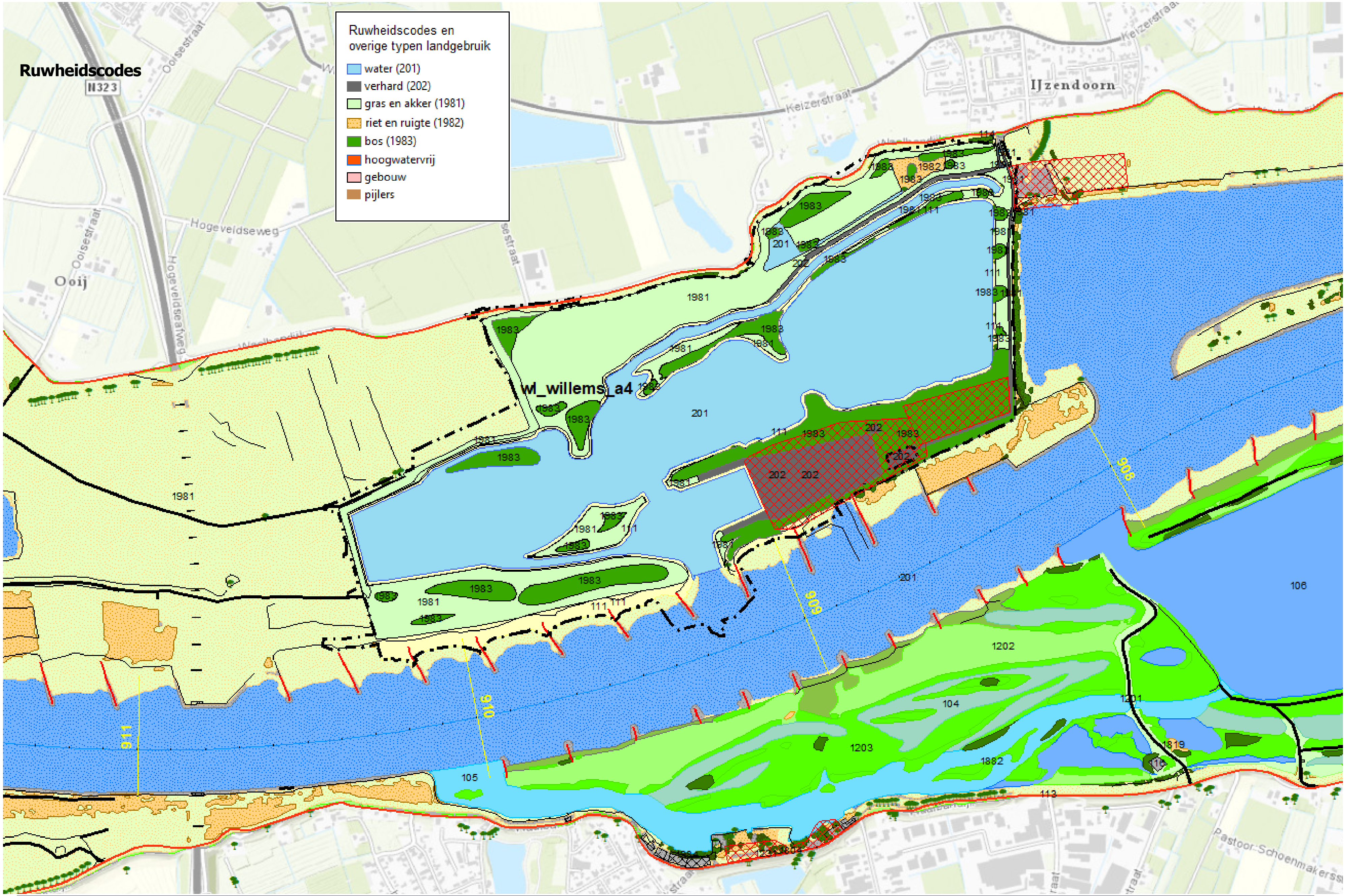
**Ruwheidscodes**



**Bijlage 4.4 Willemspolder Fase 1: Voorkeursalternatief (wp_gp_vka)**

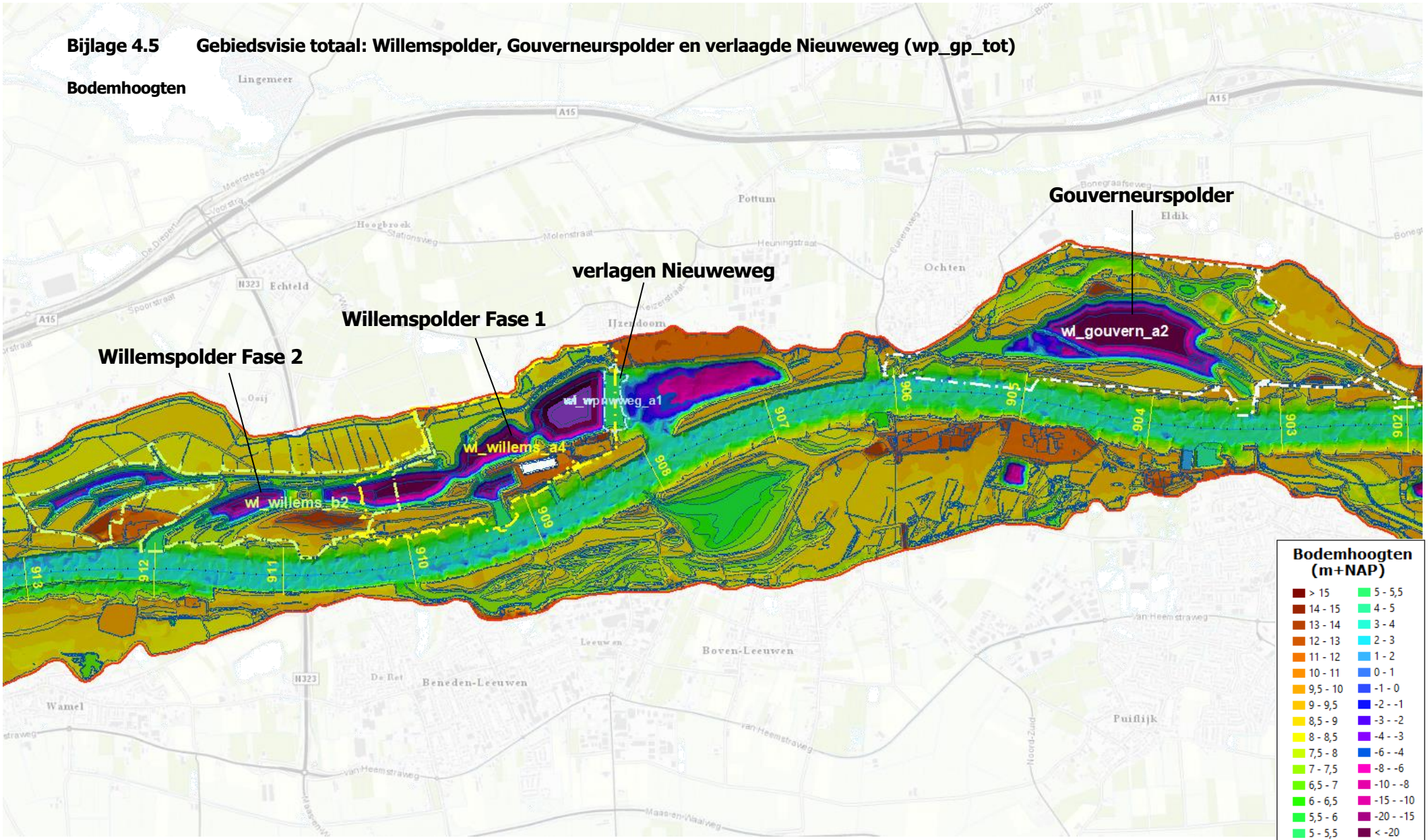
**Bodemhoogten**

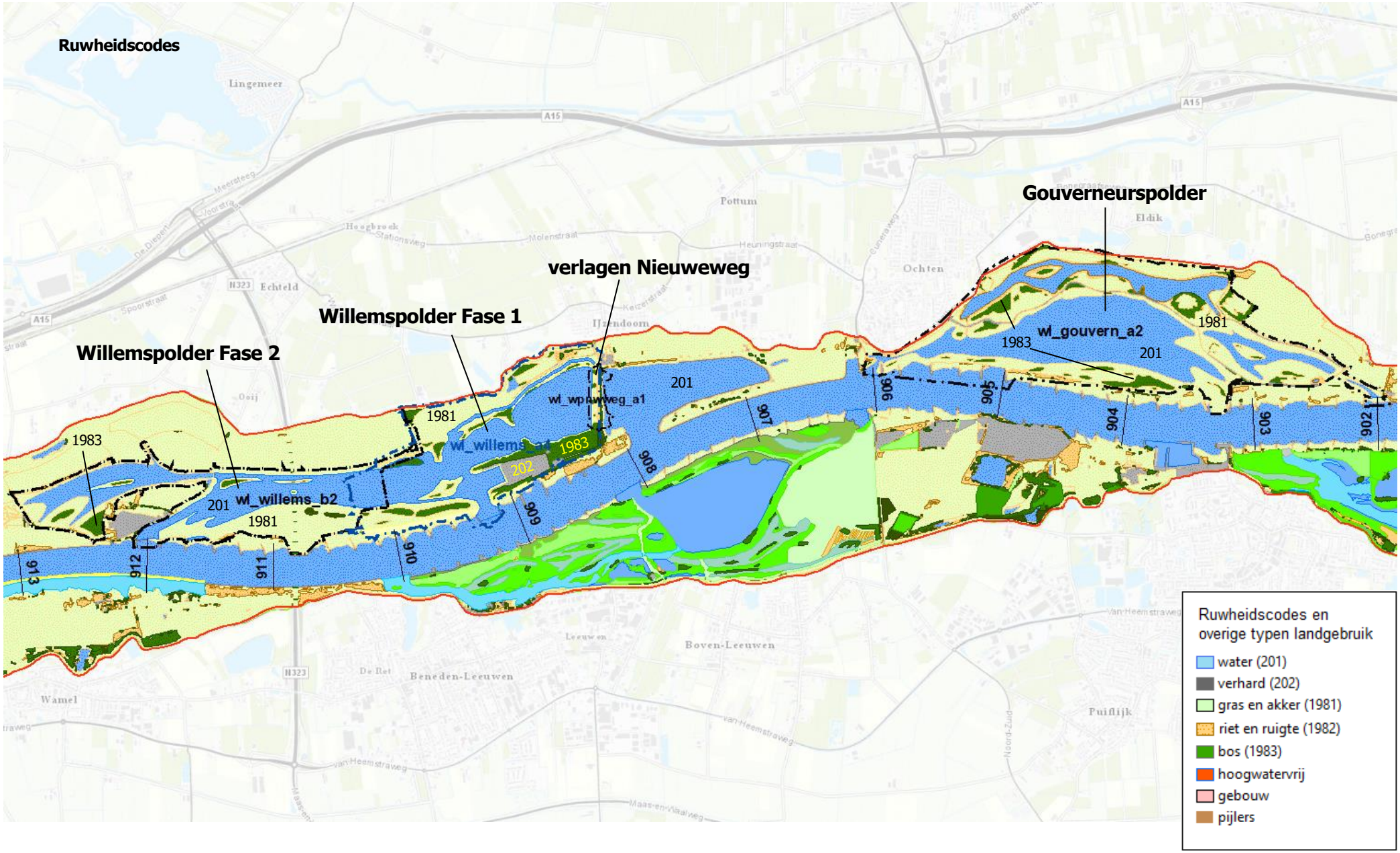



Ruwheidscodes
Ruwheidscodes en overige typen landgebruik
water (201)
verhard (202)
gras en akker (1981)
riet en ruigte (1982)
bos (1983)
hoogwatervrij
gebouw
pijlers
wl_willems_a4
Ooij
IJzendoorn
N323
Ooisestraat
Hogeveldseweg
Hogeveldseafweg
Keizerstraat
Pastoor-Schoenmakersstraat
1981
1982
1983
201
202
111
114
104
105
106
113
1201
1202
1203
1819
1882
908
909
910
911

**Bijlage 4.5 Gebiedsvisie totaal: Willemspolder, Gouverneurspolder en verlaagde Nieuweweg (wp_gp_tot)**

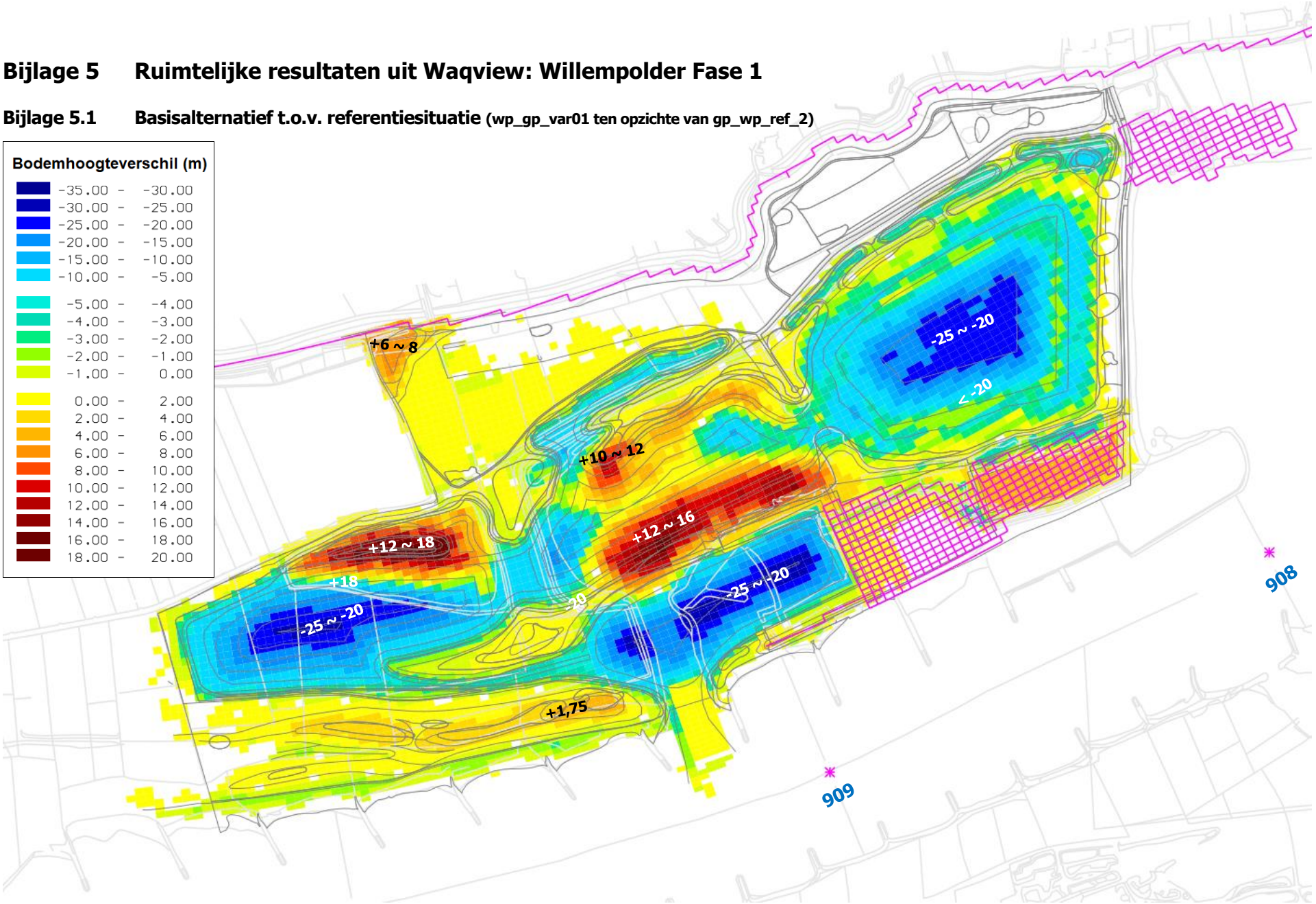
**Bodemhoogten**



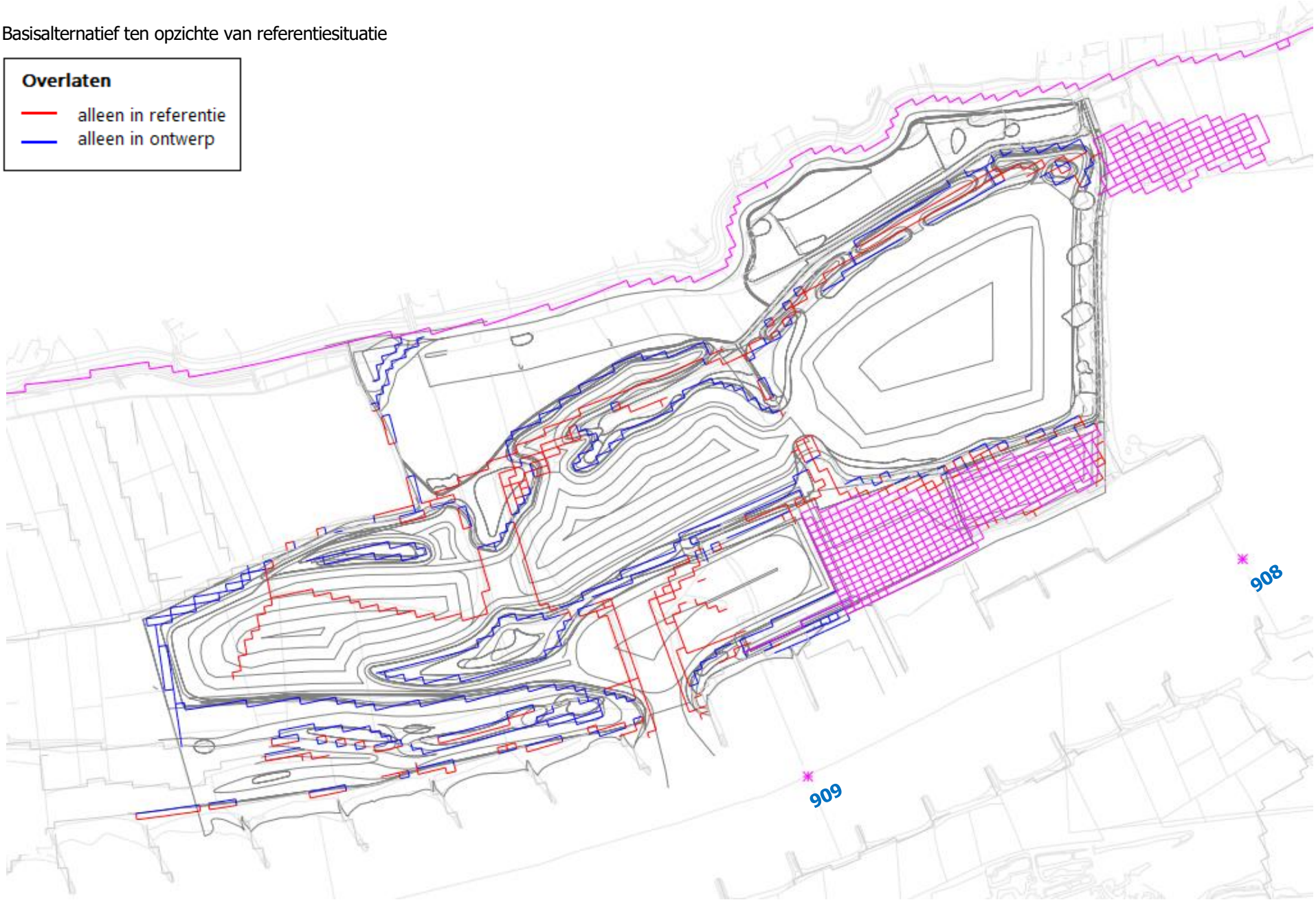

Ruwheidscodes
Gouverneurspolder
verlagen Nieuweweg
Willemspolder Fase 1
Willemspolder Fase 2
wl_gouvern_a2
wl_willems_b2
1981
1983
201
202
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
Ruwheidscodes en overige typen landgebruik
water (201)
verhard (202)
gras en akker (1981)
riet en ruigte (1982)
bos (1983)
hoogwatervrij
gebouw
pijlers

# Bijlage 5 Ruimtelijke resultaten uit Waqview: Willempolder Fase 1

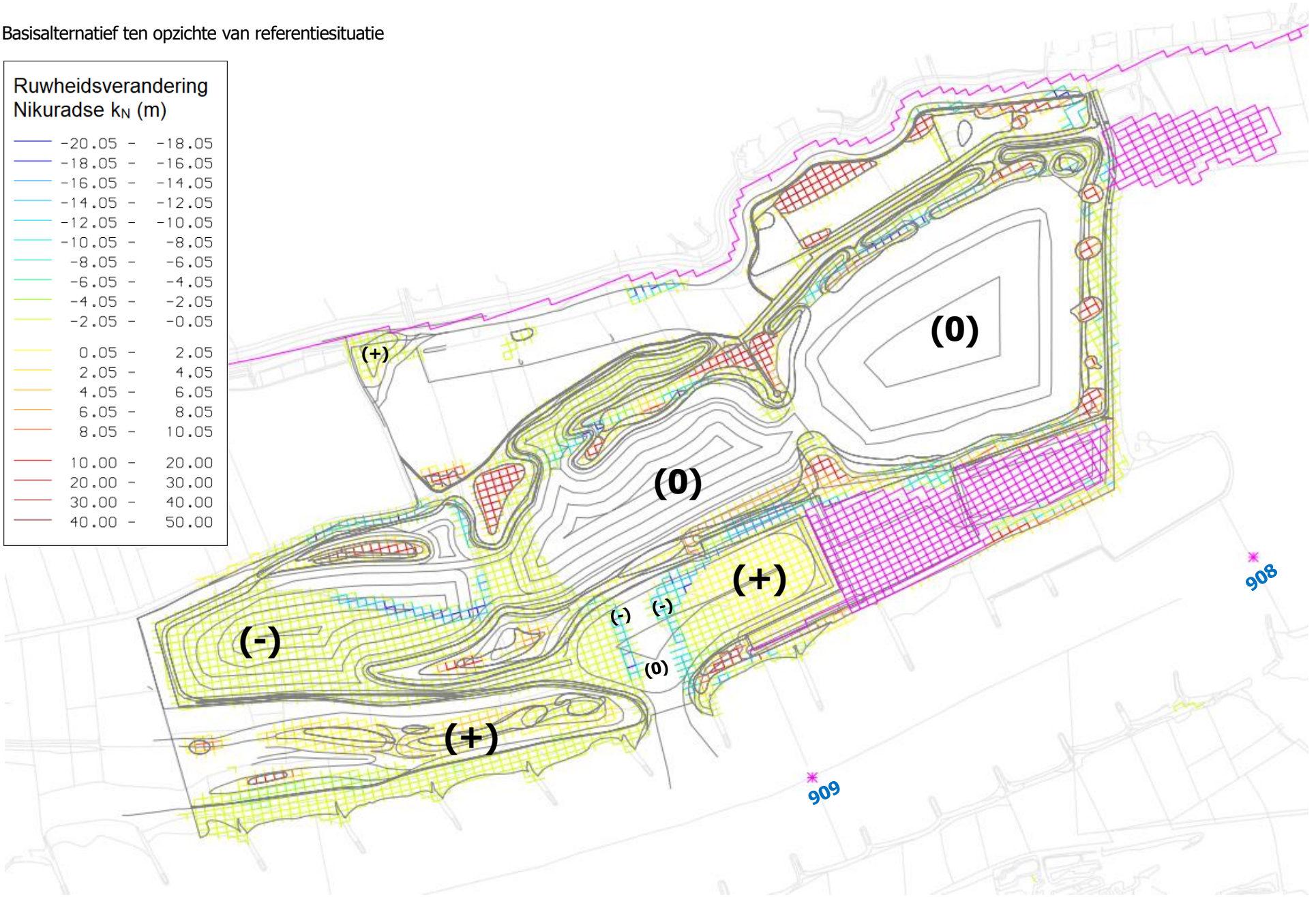
## Bijlage 5.1 Basisalternatief t.o.v. referentiesituatie (wp_gp_var01 ten opzichte van gp_wp_ref_2)



Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie

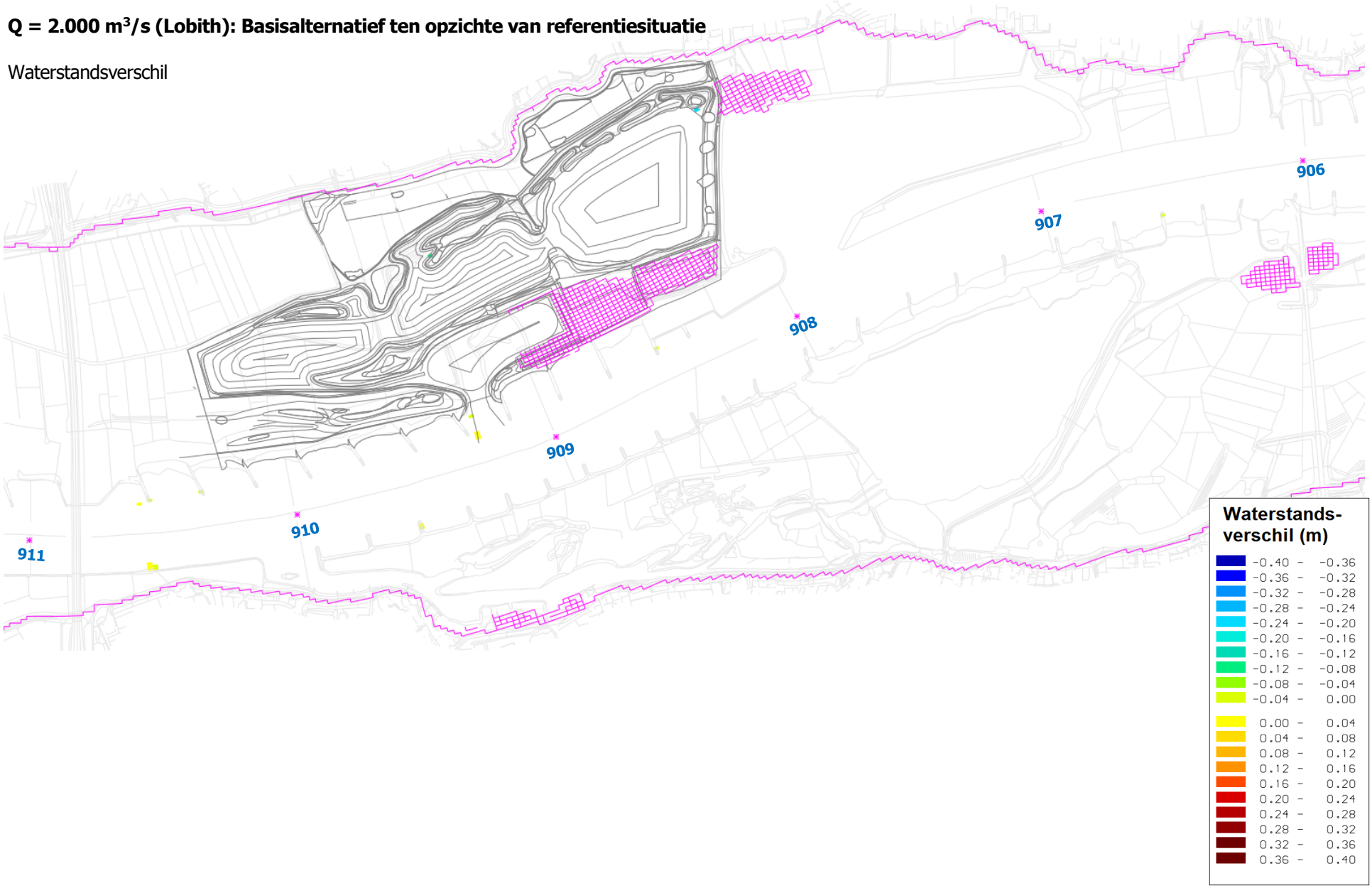


Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie



**Q = 2.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

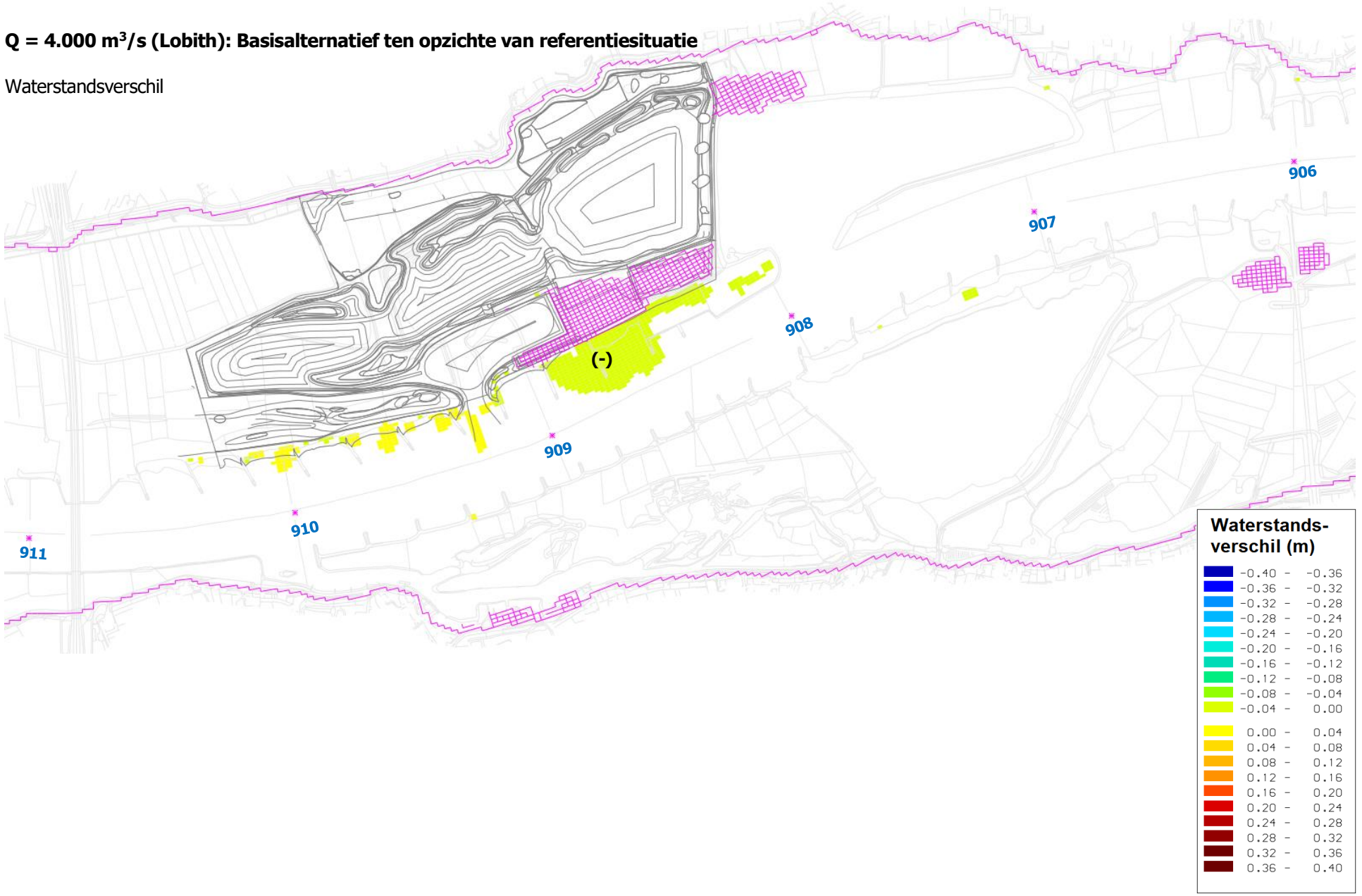
Waterstandsverschil



Stroomsnelheidsverschil

**Q = 4.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

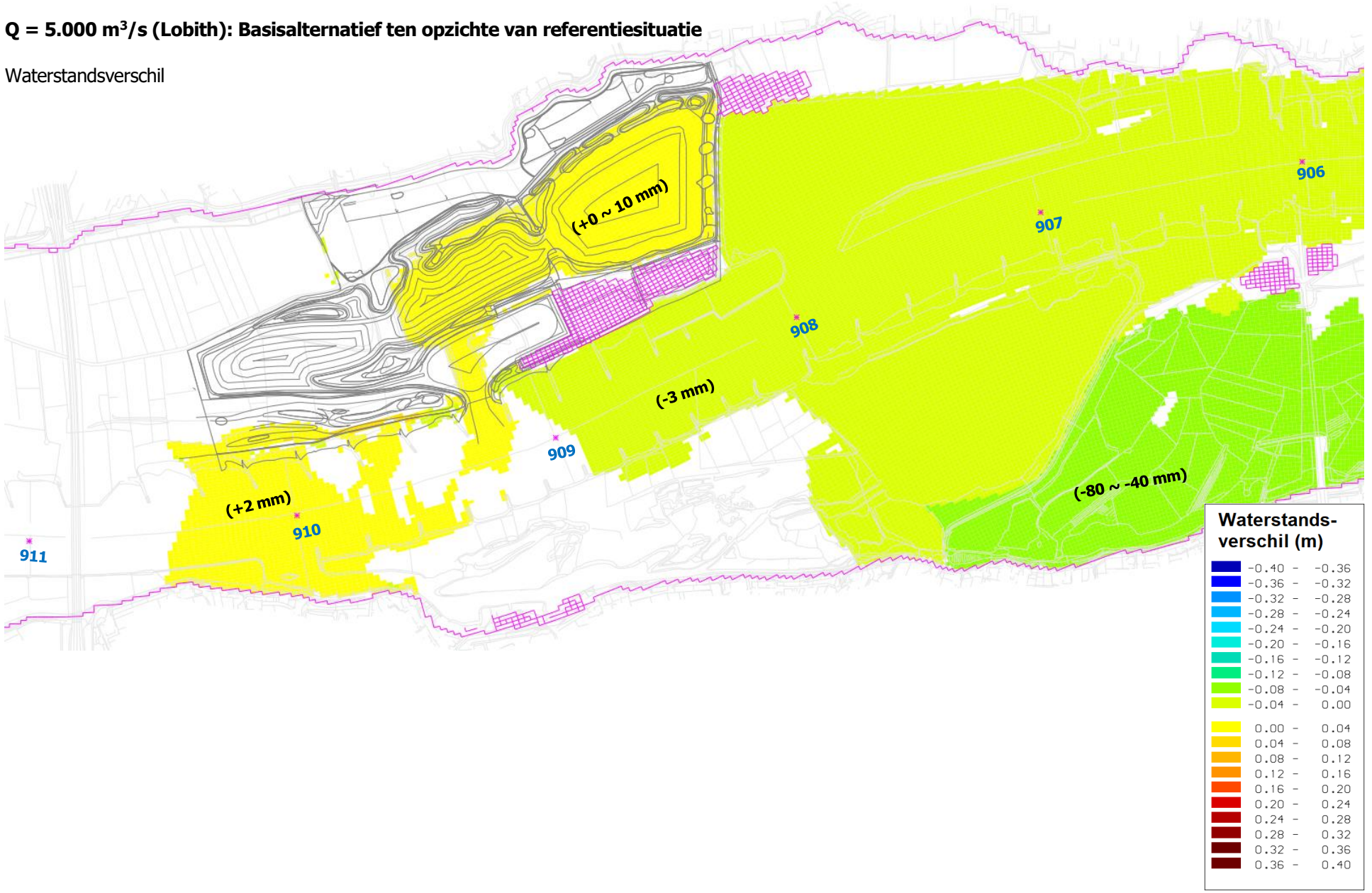
Waterstandsverschil



Stroomsnelheidsverschil

**Q = 5.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

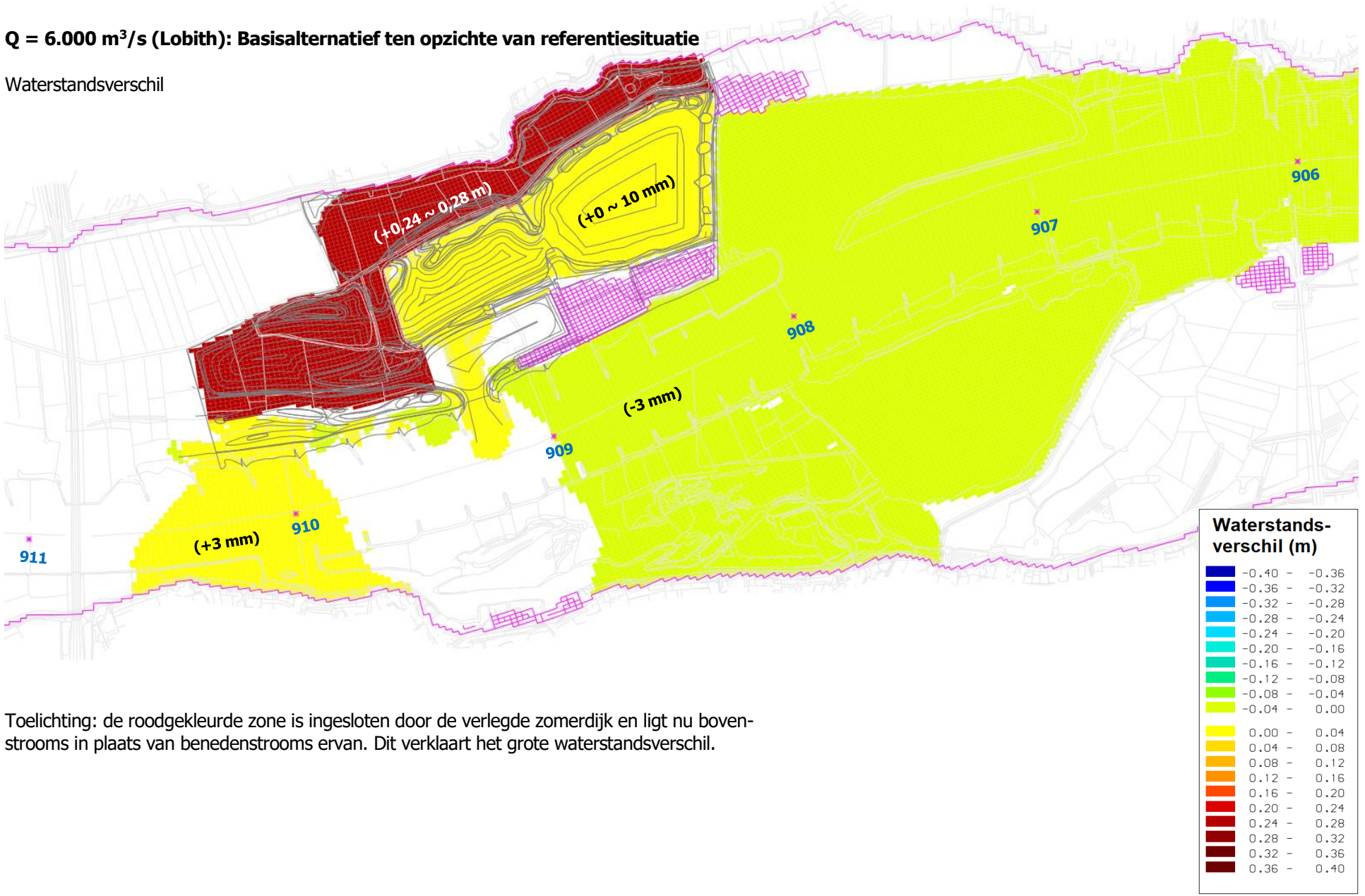
Waterstandsverschil



Stroomsnelheidsverschil

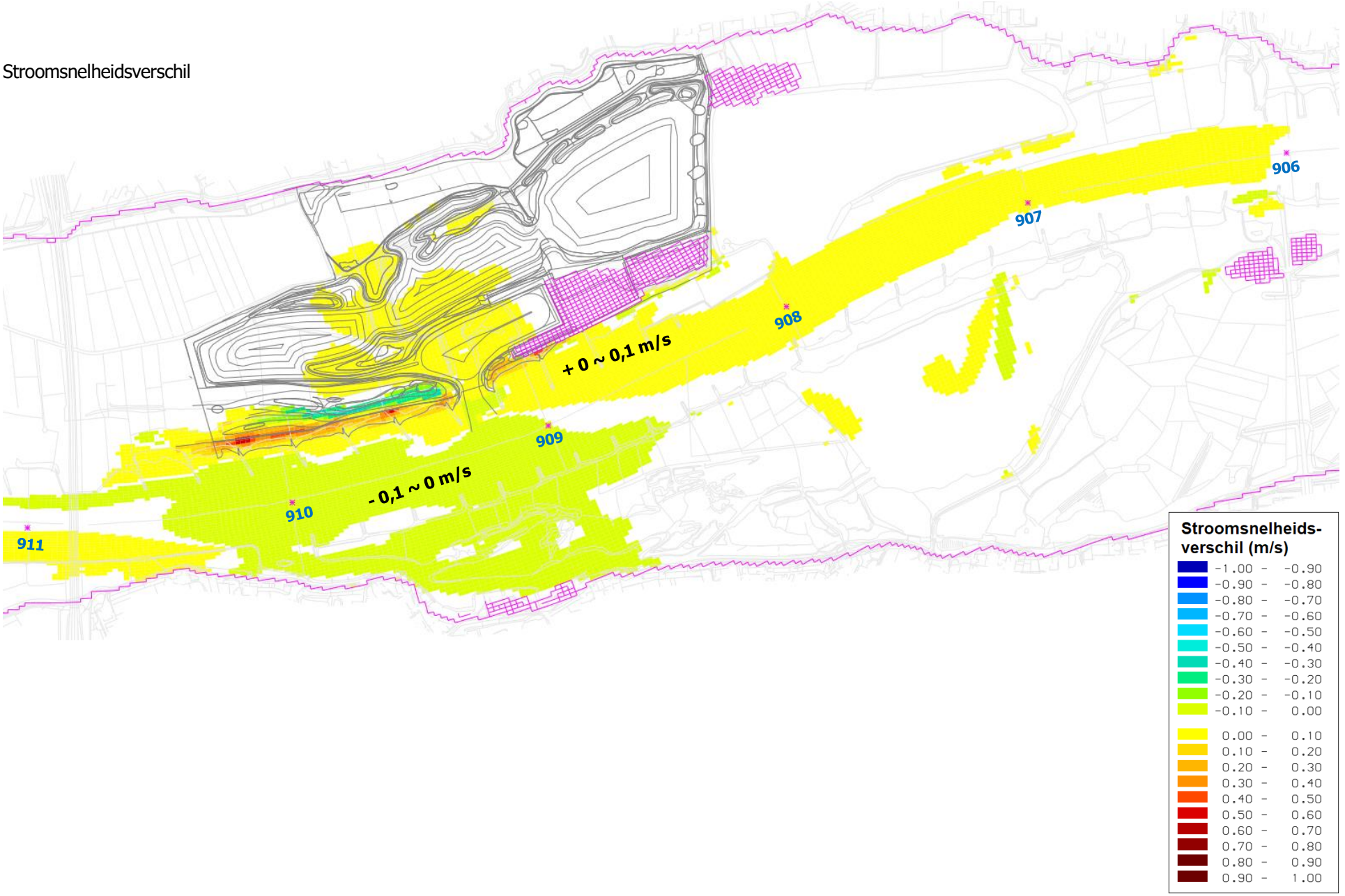
**Q = 6.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

Waterstandsverschil

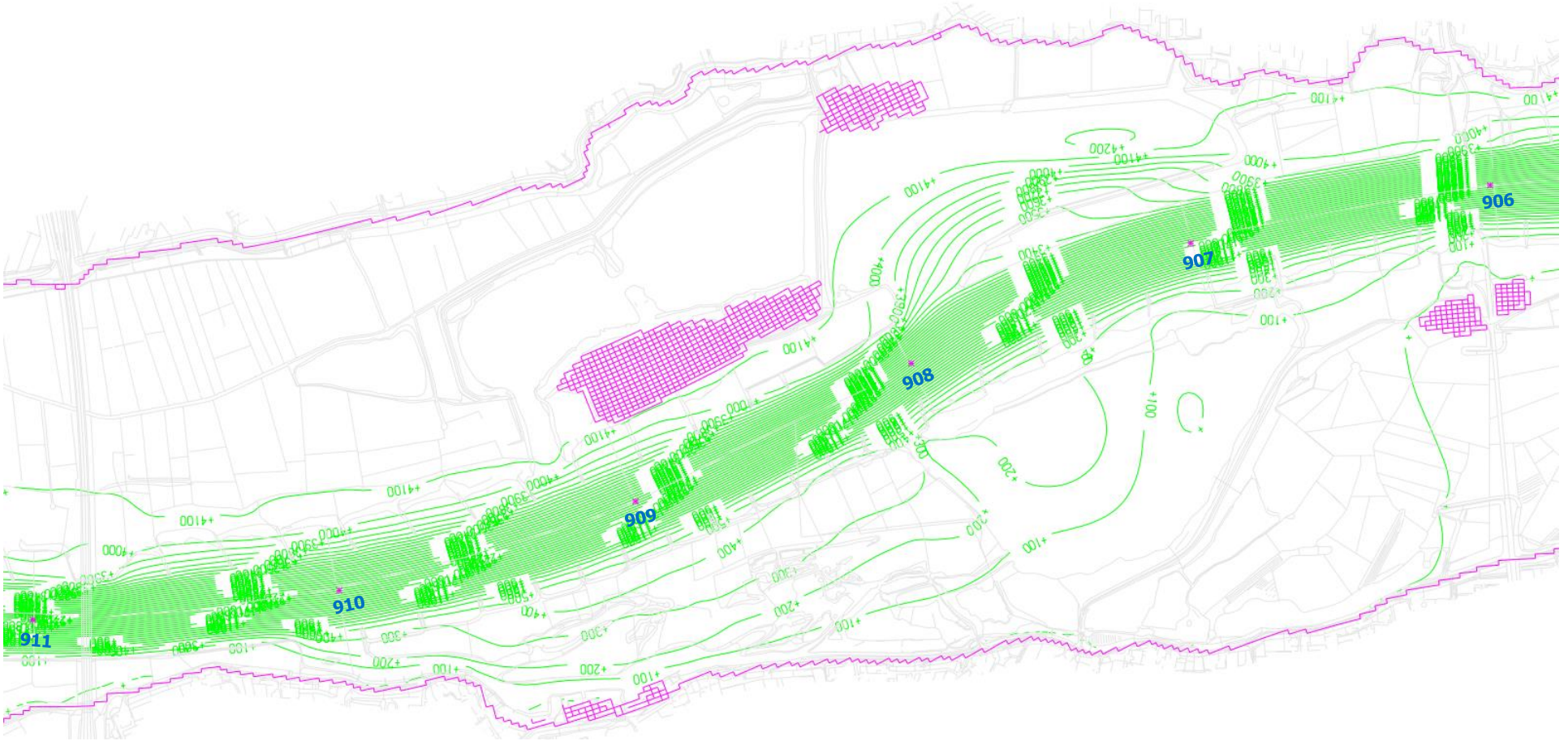



Toelichting: de roodgekleurde zone is ingesloten door de verlegde zomerdijk en ligt nu bovenstrooms in plaats van benedenstrooms ervan. Dit verklaart het grote waterstandsverschil.

Stroomsnelheidsverschil



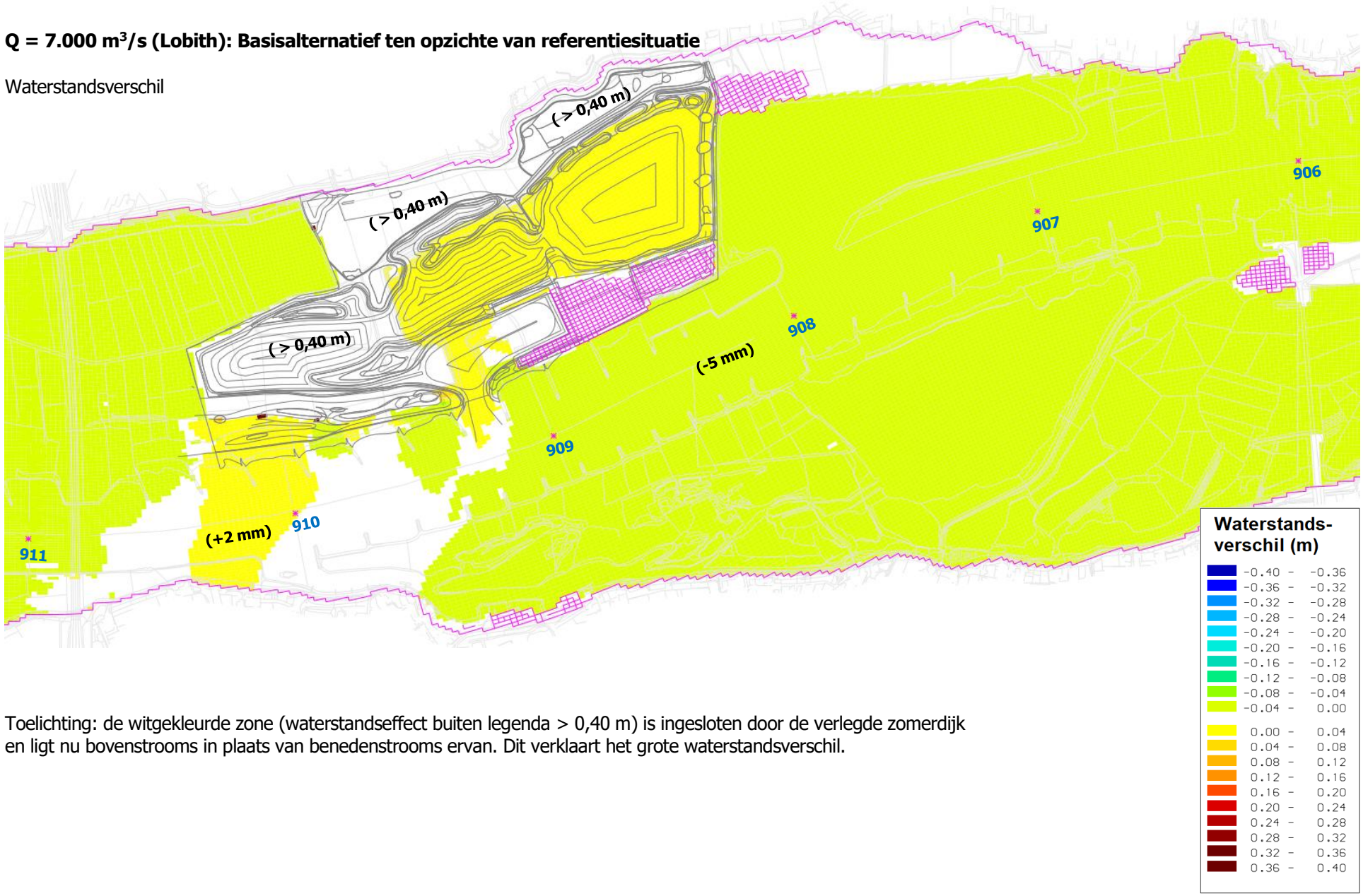
Stroomlijnen (referentiesituatie): nog geen instroming



Stroomlijnen (Basisalternatief Willemspolder fase 1): nog geen instroming

**Q = 7.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

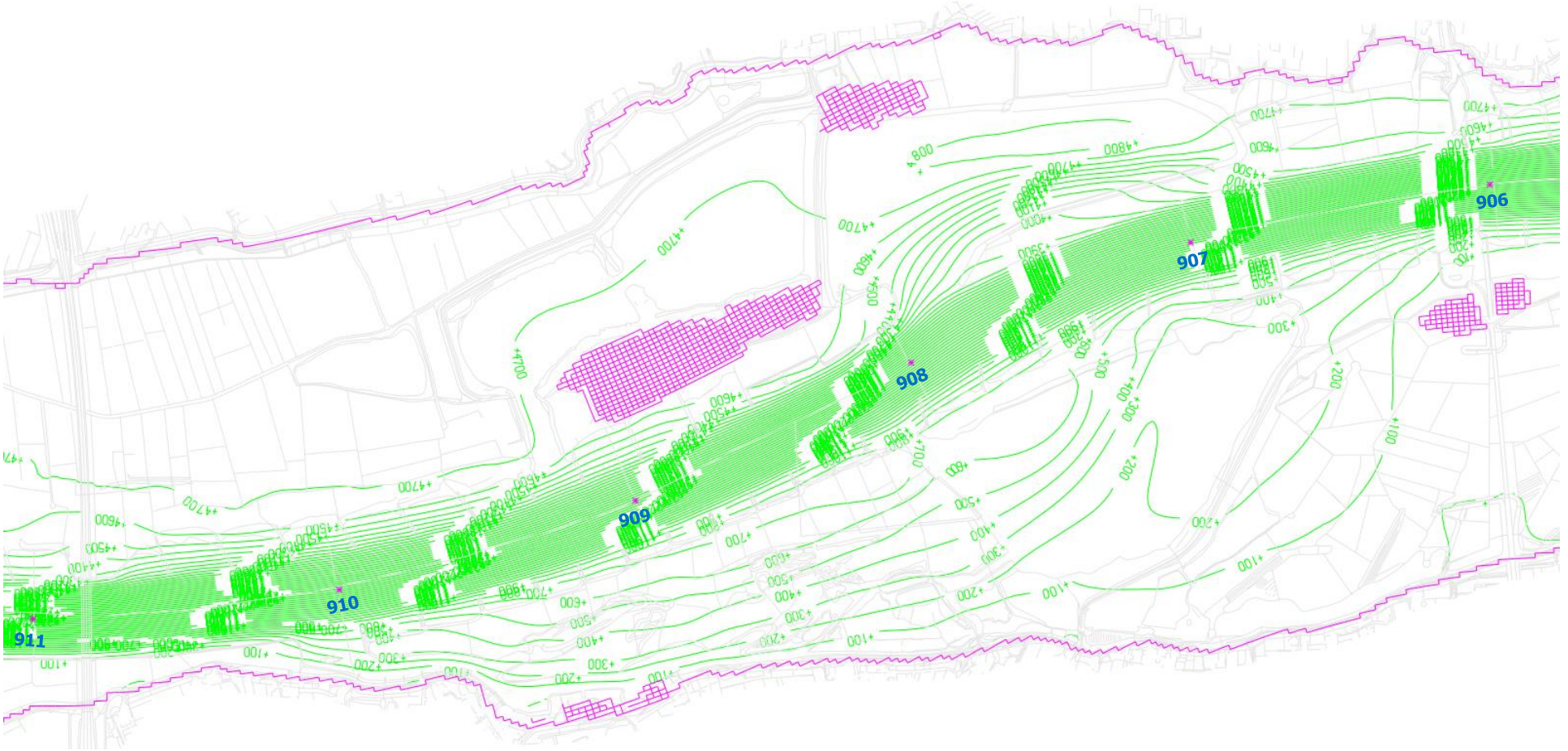
Waterstandsverschil



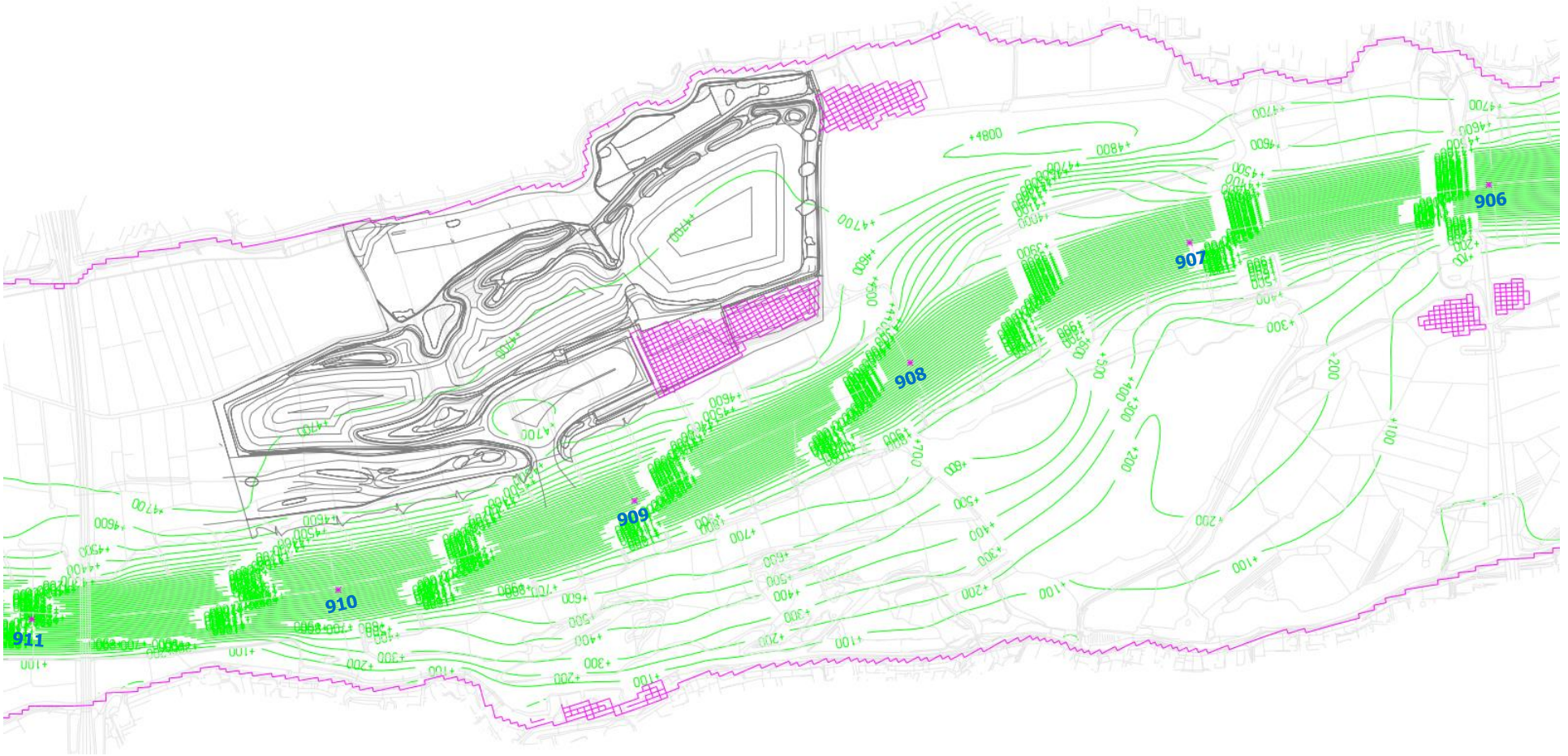

Toelichting: de witgekleurde zone (waterstandseffect buiten legenda > 0,40 m) is ingesloten door de verlegde zomerdijk en ligt nu bovenstrooms in plaats van benedenstrooms ervan. Dit verklaart het grote waterstandsverschil.

Stroomsnelheidsverschil

Stroomlijnen (referentiesituatie): eerste instroming (ca. 100 m$^3$/s)

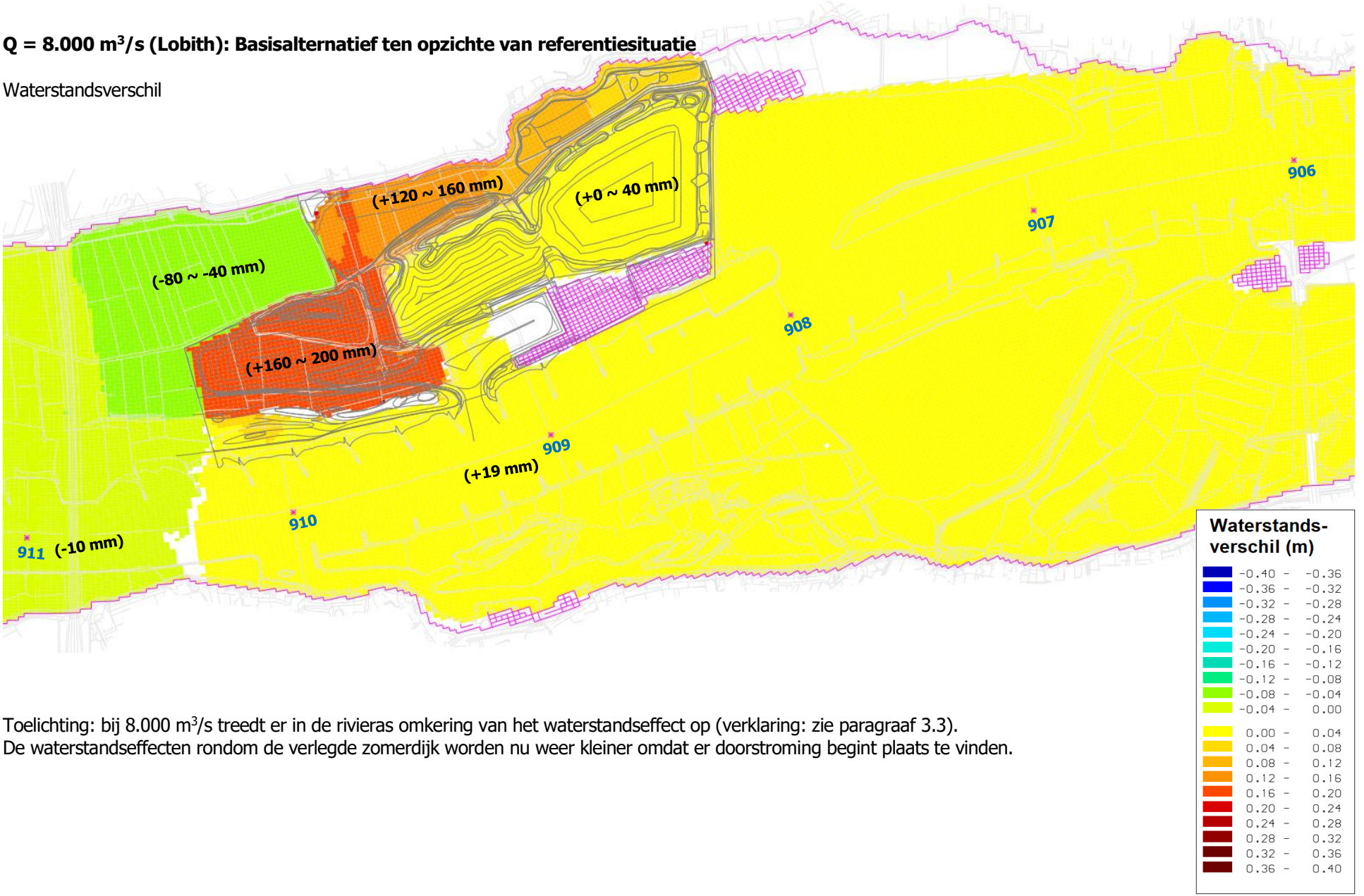


Stroomlijnen (Basisalternatief Willemspolder fase 1): eerste instroming (ca. 100 $m^3/s$)



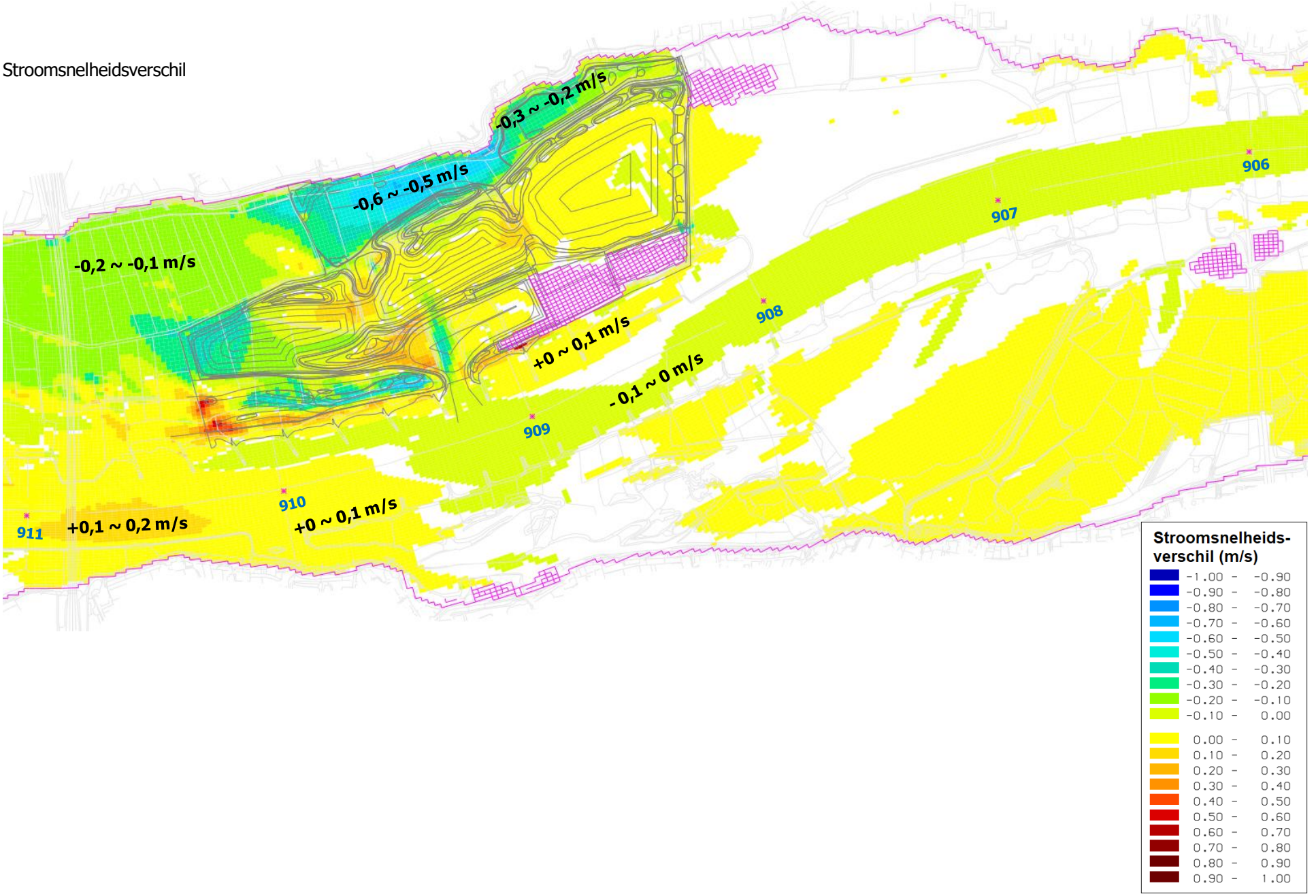
**Q = 8.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

Waterstandsverschil

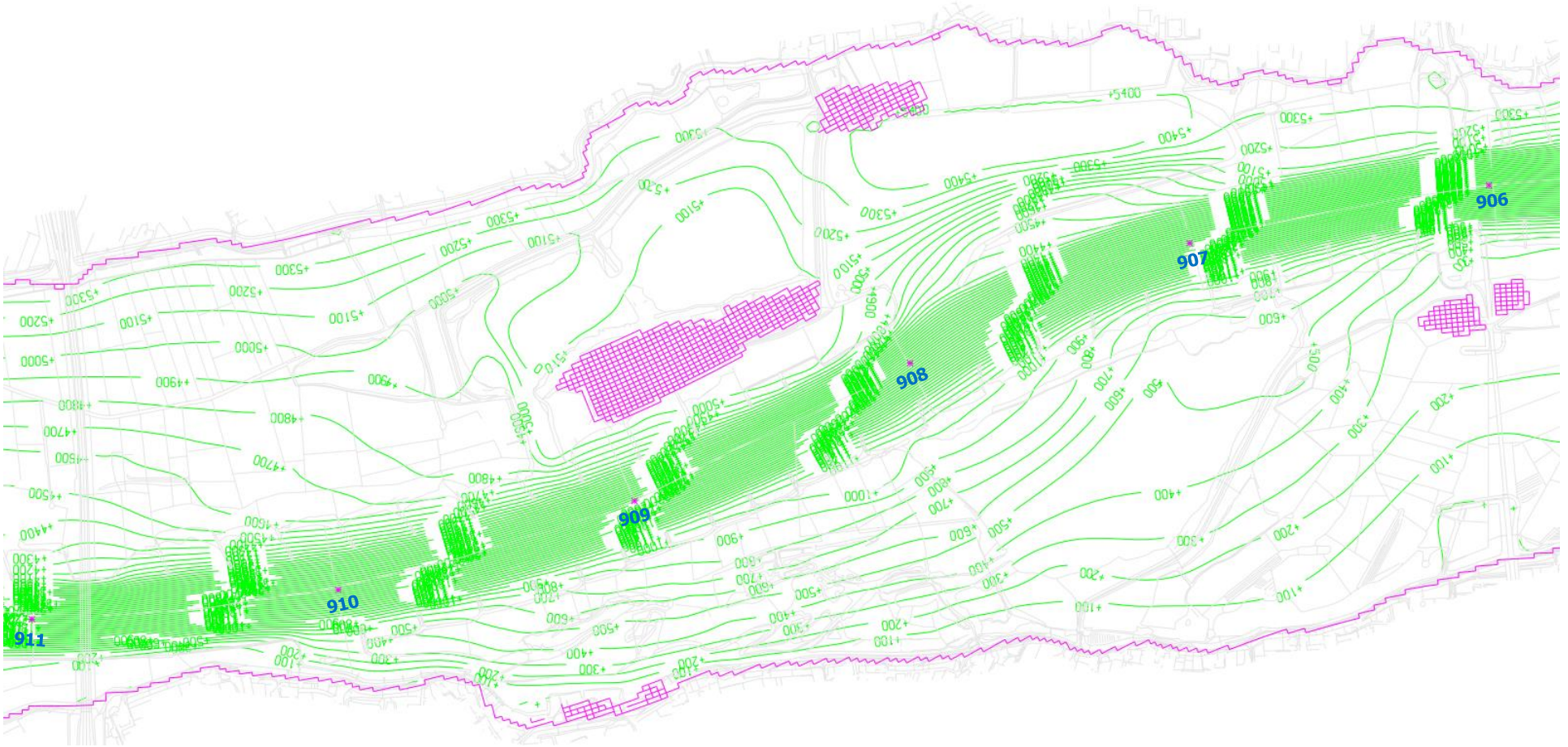



Toelichting: bij 8.000 m³/s treedt er in de rivieras omkering van het waterstandseffect op (verklaring: zie paragraaf 3.3).
De waterstandseffecten rondom de verlegde zomerdijk worden nu weer kleiner omdat er doorstroming begint plaats te vinden.

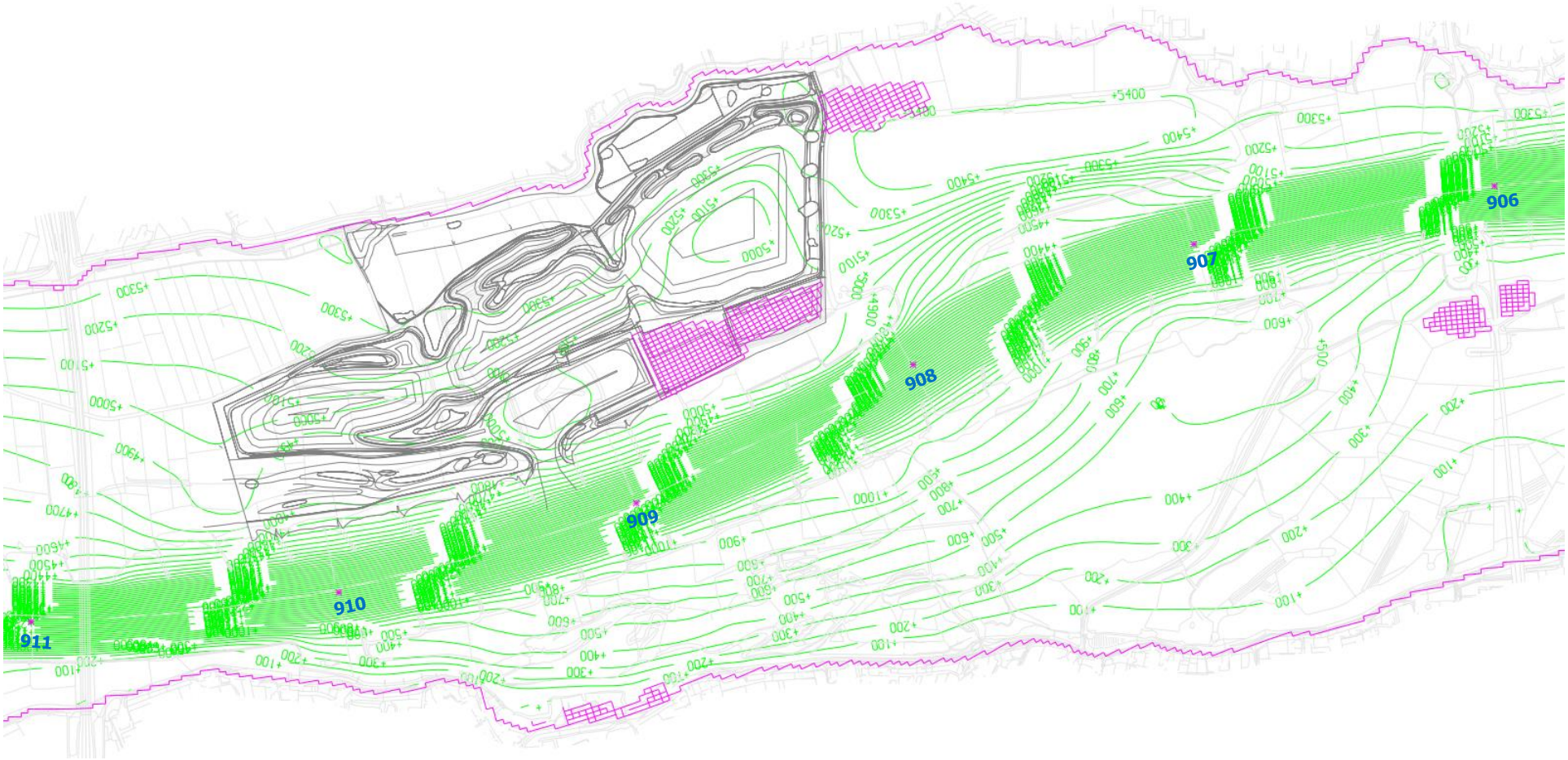
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg 200 tot 300 m$^3$/s

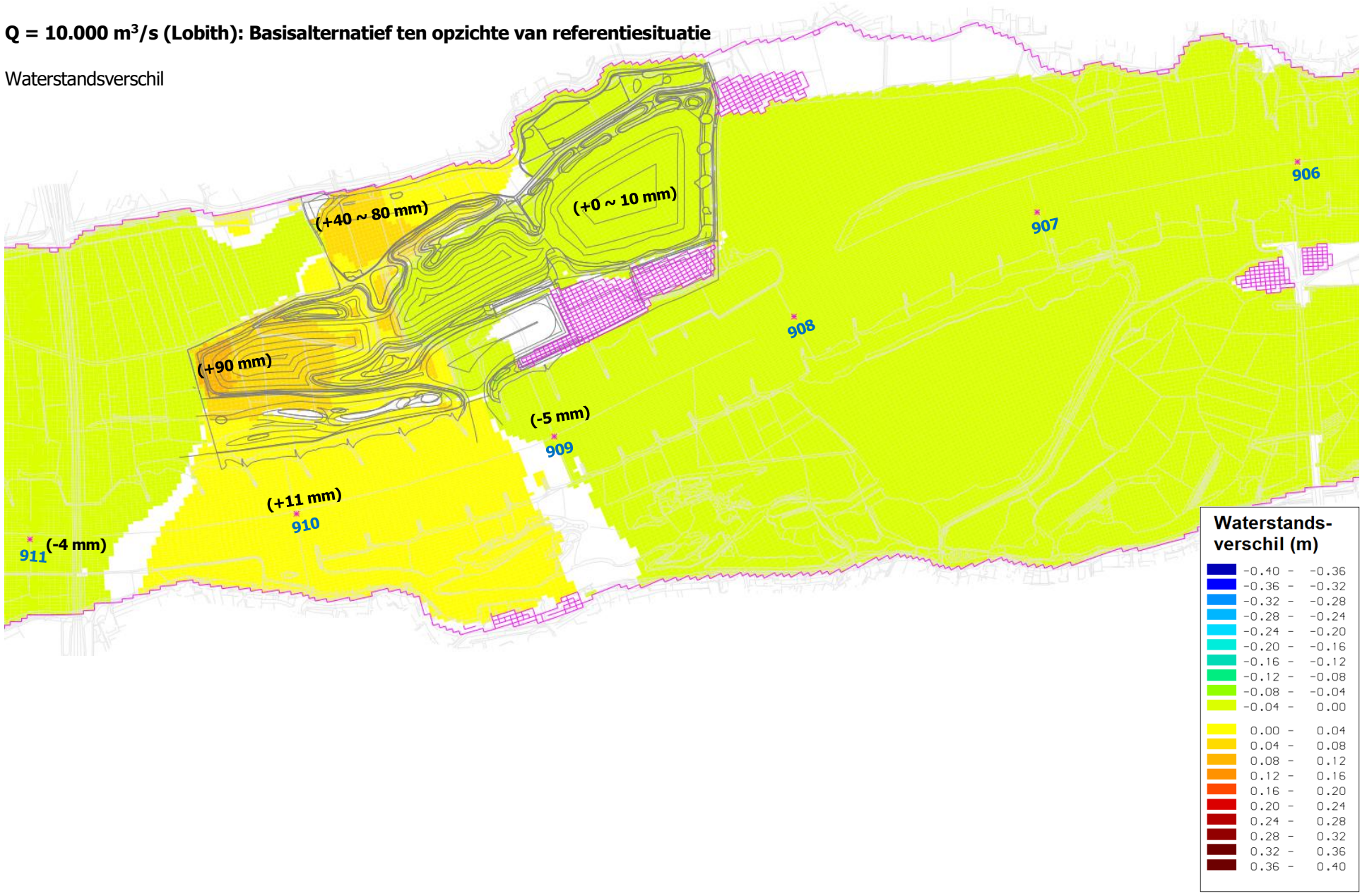


Stroomlijnen (Basisalternatief Willemspolder fase 1): instroming 200 tot 300 $m^3/s$

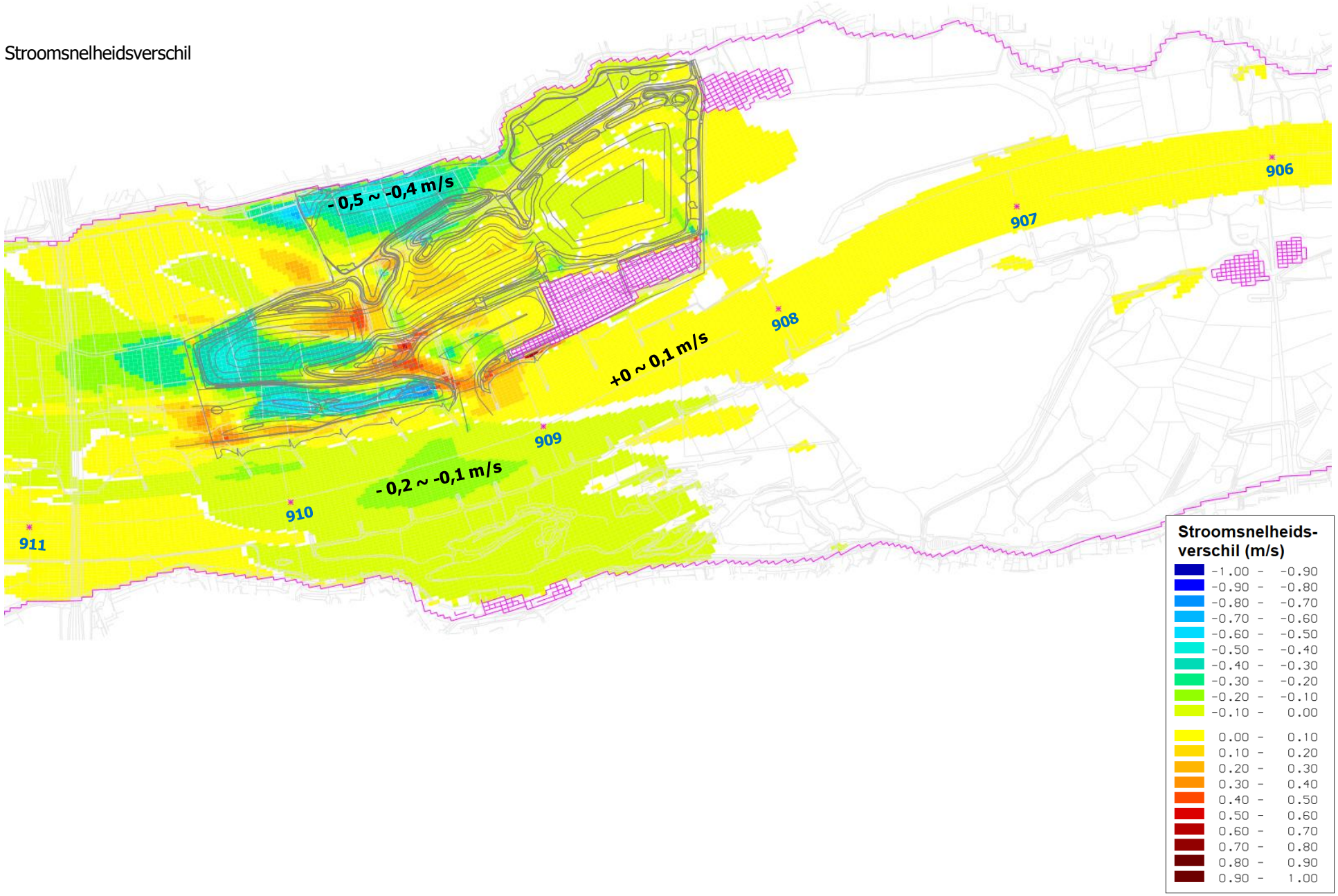


**Q = 10.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

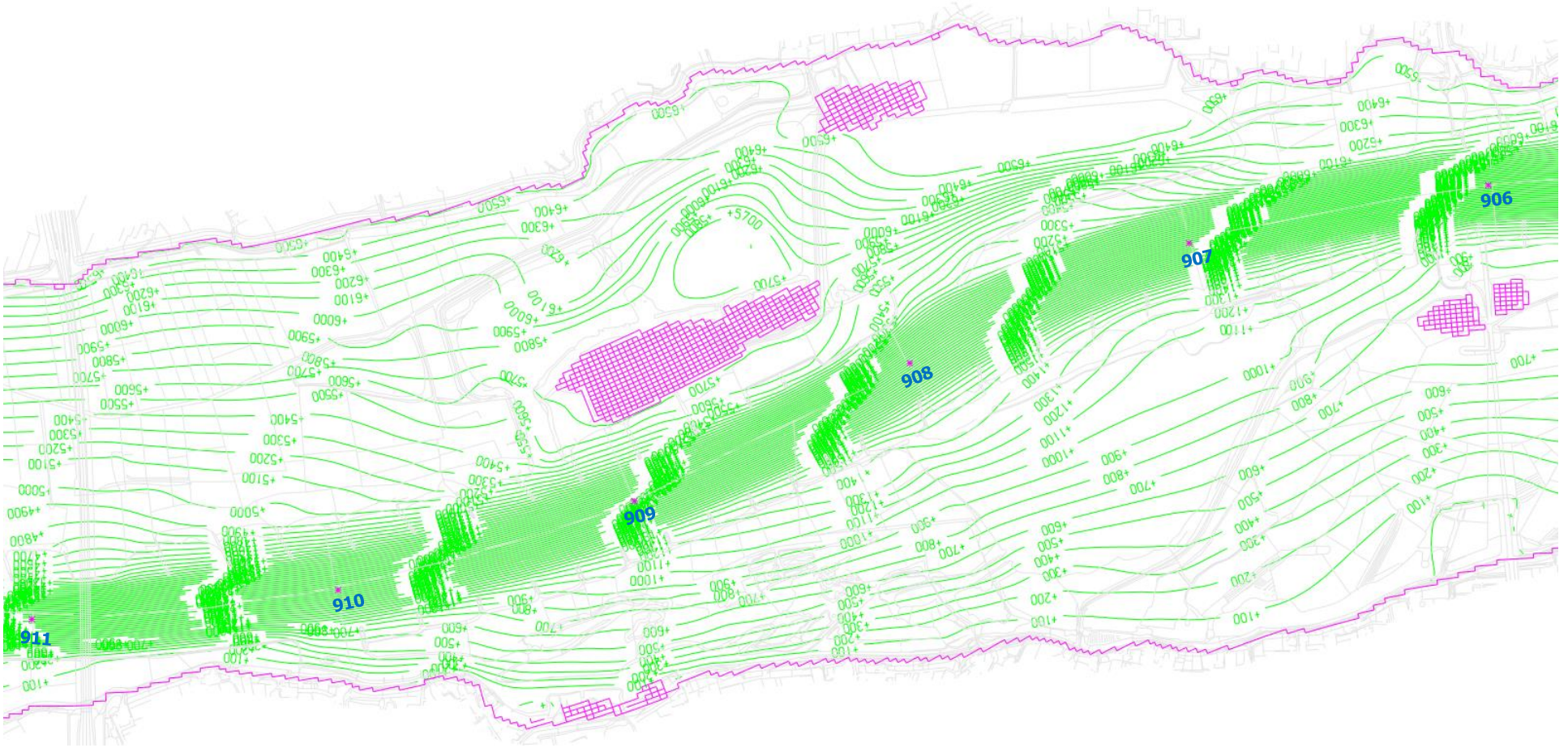
Waterstandsverschil



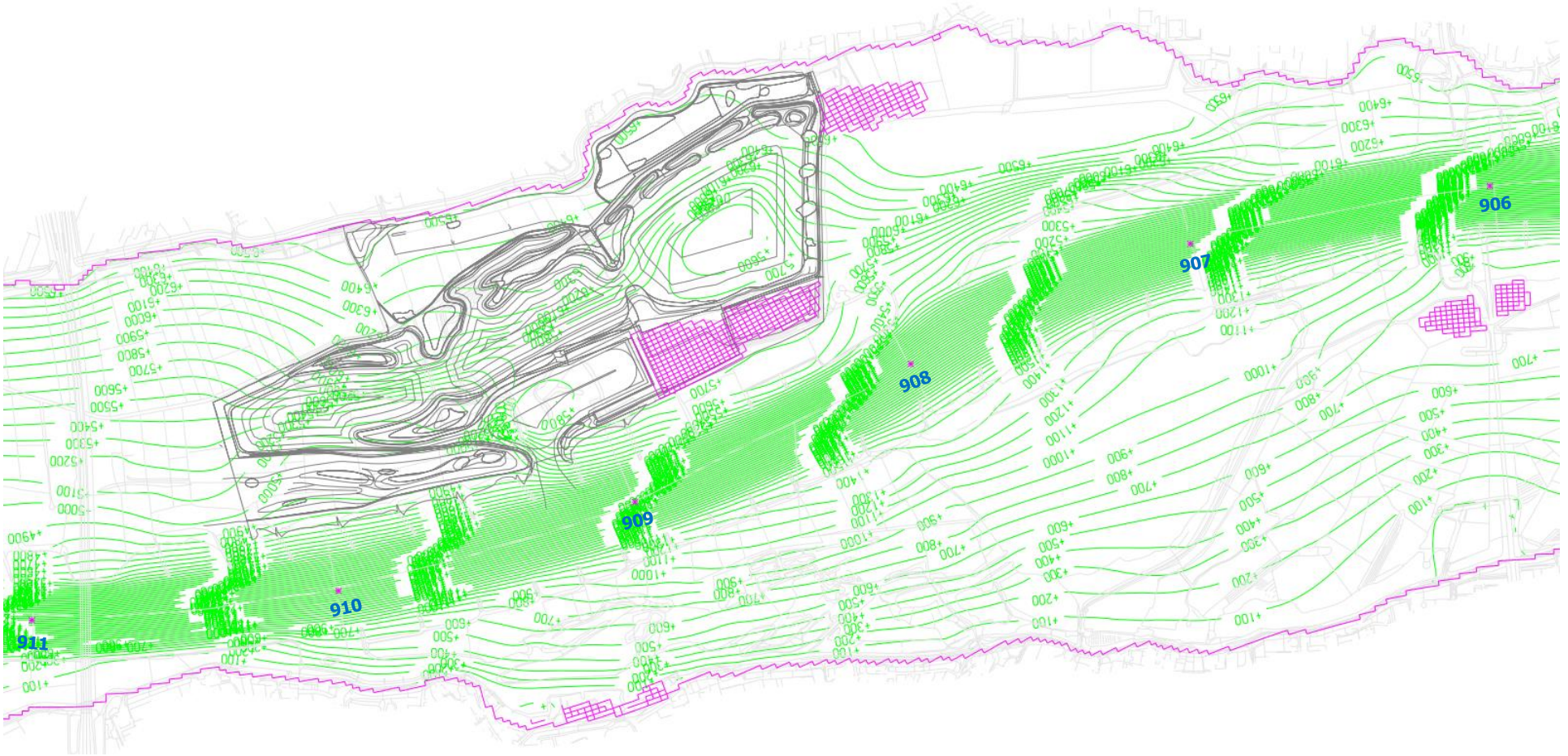
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg 700 tot 800 m$^3$/s

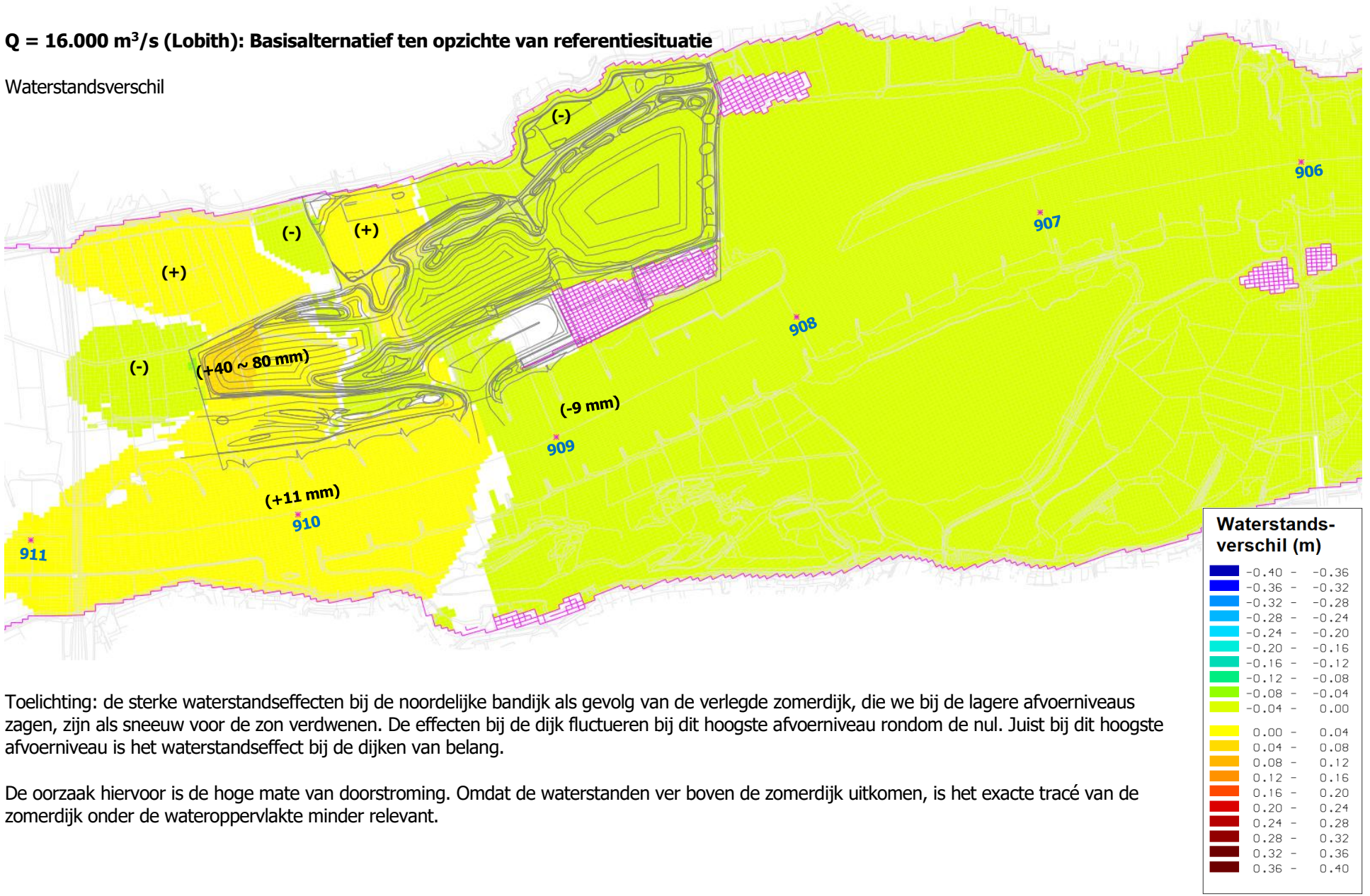


Stroomlijnen (Basisalternatief Willemspolder fase 1): instroming 700 tot 800 $m^3/s$



**Q = 16.000 m³/s (Lobith): Basisalternatief ten opzichte van referentiesituatie**

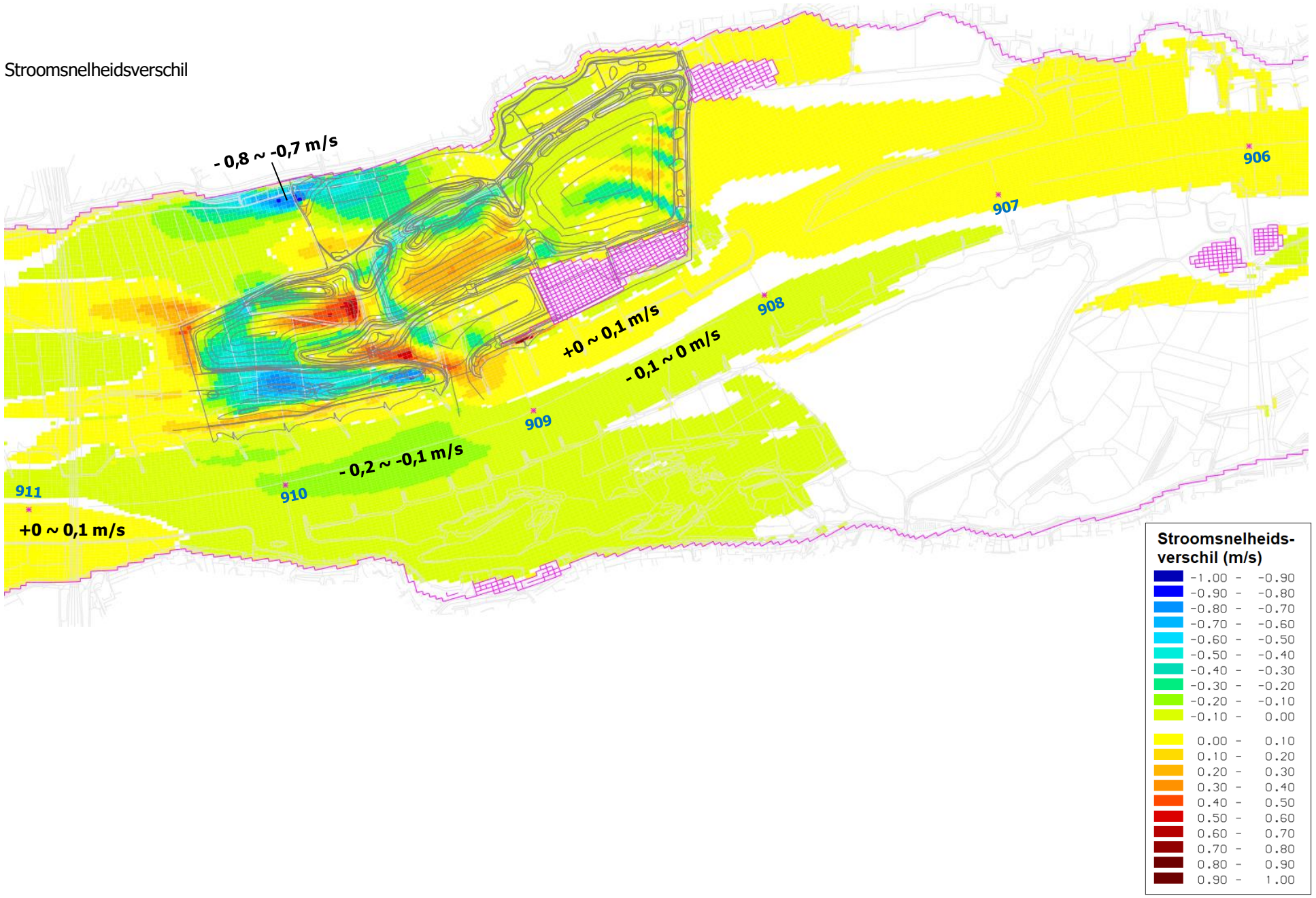
Waterstandsverschil




Toelichting: de sterke waterstandseffecten bij de noordelijke bandijk als gevolg van de verlegde zomerdijk, die we bij de lagere afvoerniveaus zagen, zijn als sneeuw voor de zon verdwenen. De effecten bij de dijk fluctueren bij dit hoogste afvoerniveau rondom de nul. Juist bij dit hoogste afvoerniveau is het waterstandseffect bij de dijken van belang.

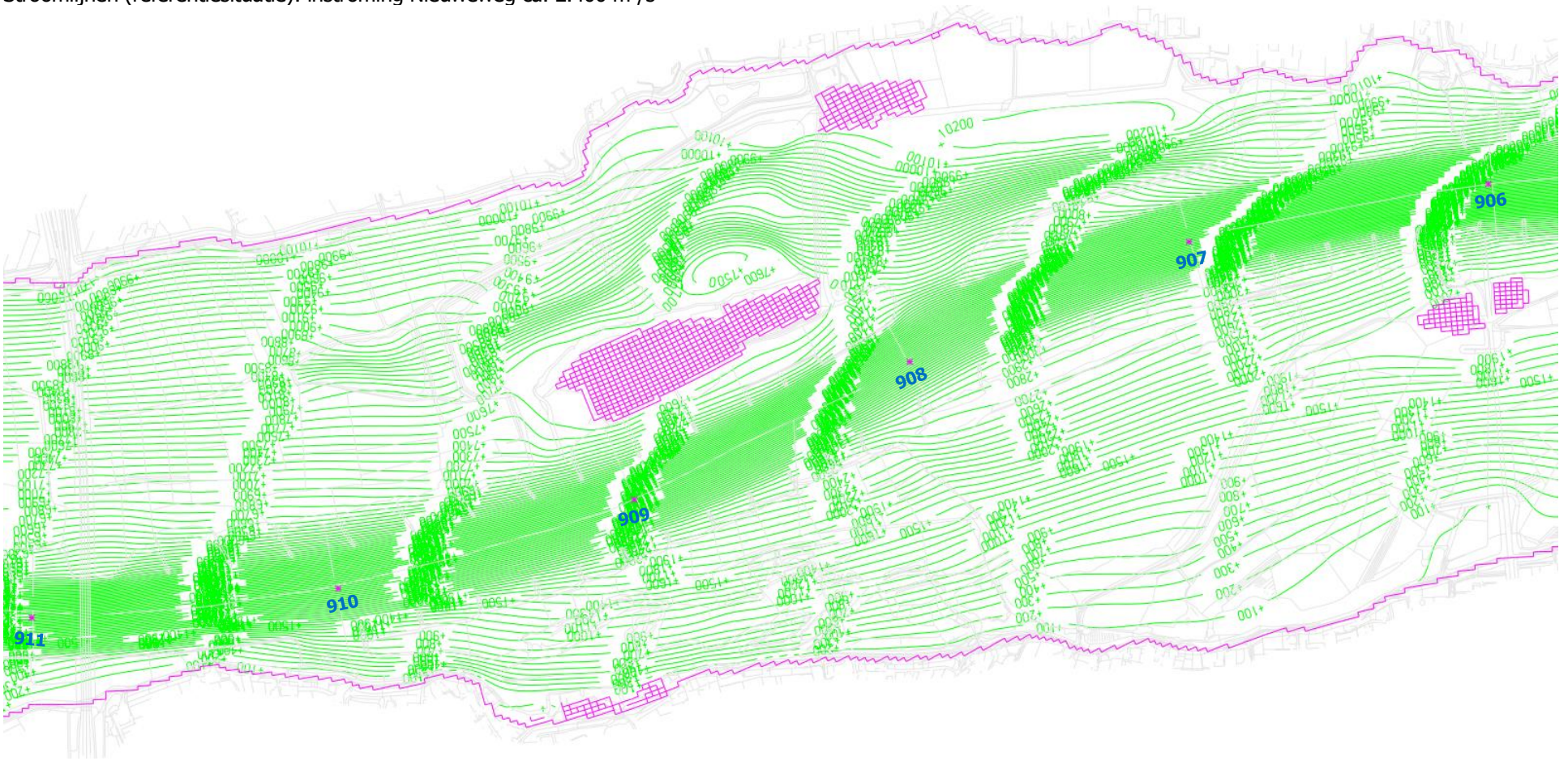
De oorzaak hiervoor is de hoge mate van doorstroming. Omdat de waterstanden ver boven de zomerdijk uitkomen, is het exacte tracé van de zomerdijk onder de wateroppervlakte minder relevant.

Stroomsnelheidsverschil

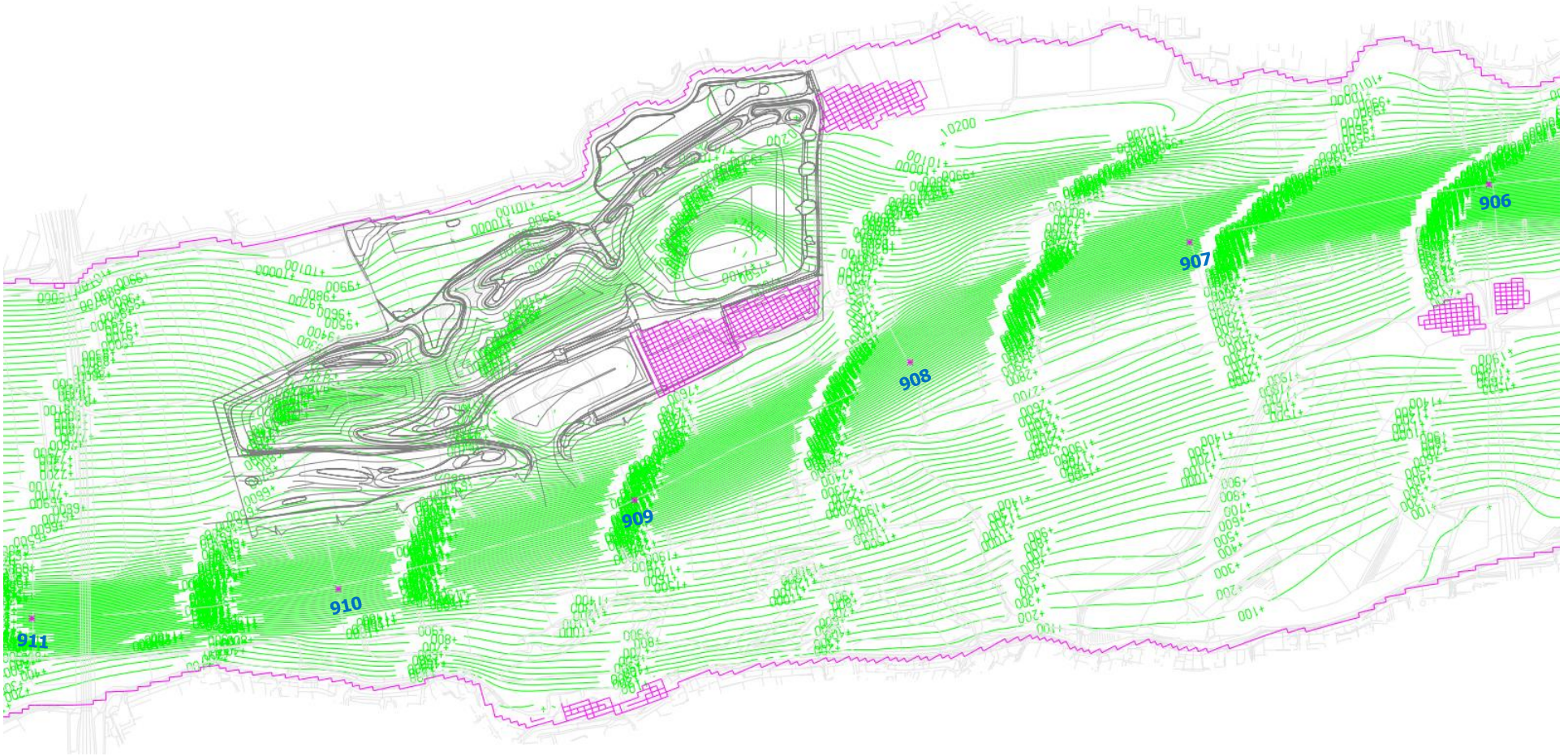


**Q = 16.000 m$^3$/s (Lobith)**

Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg ca. 2.400 m$^3$/s

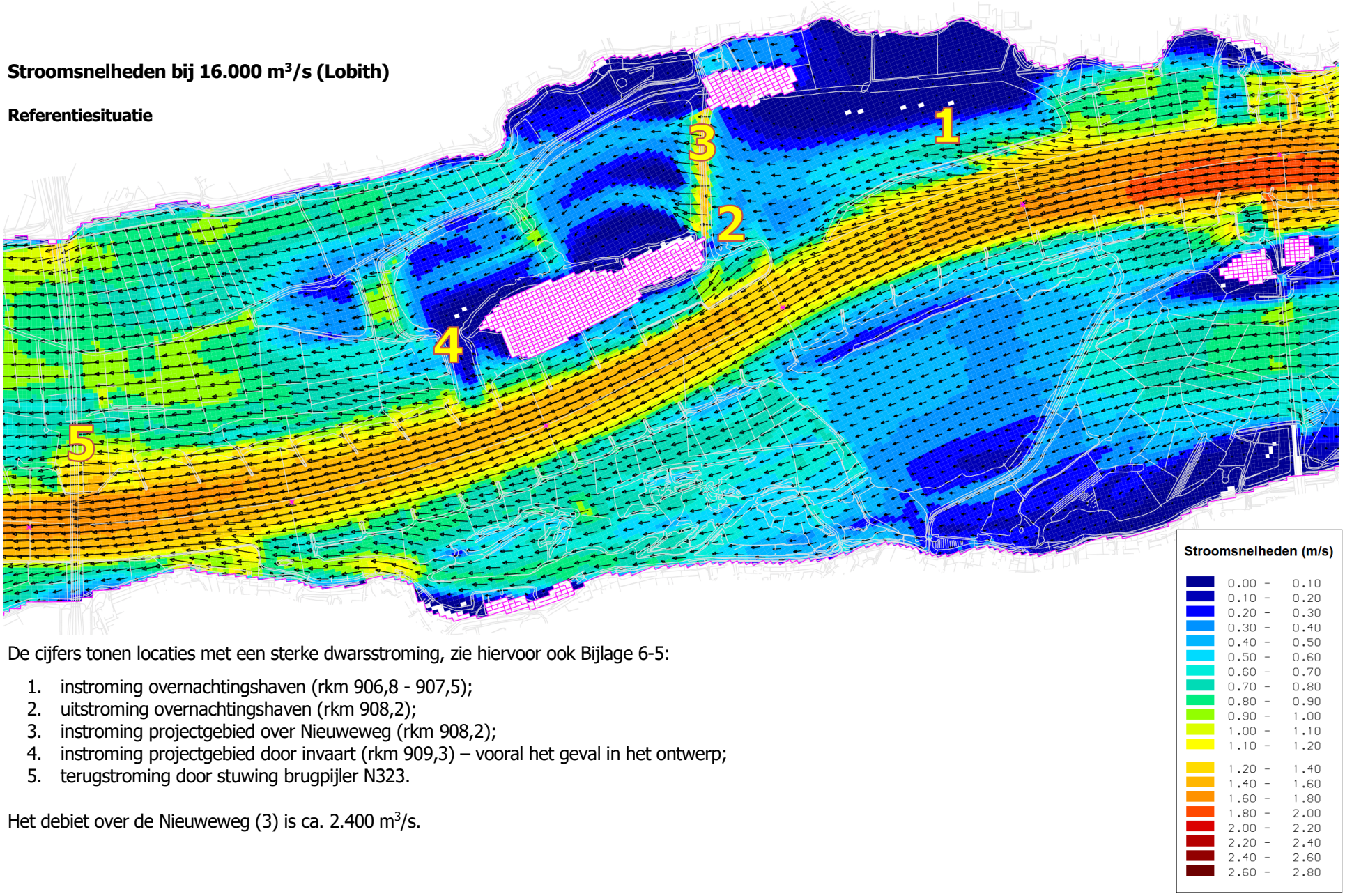


Stroomlijnen (Basisalternatief Willemspolder fase 1): instroming ca. 2.400 $m^3/s$



**Stroomsnelheden bij 16.000 m³/s (Lobith)**

**Referentiesituatie**

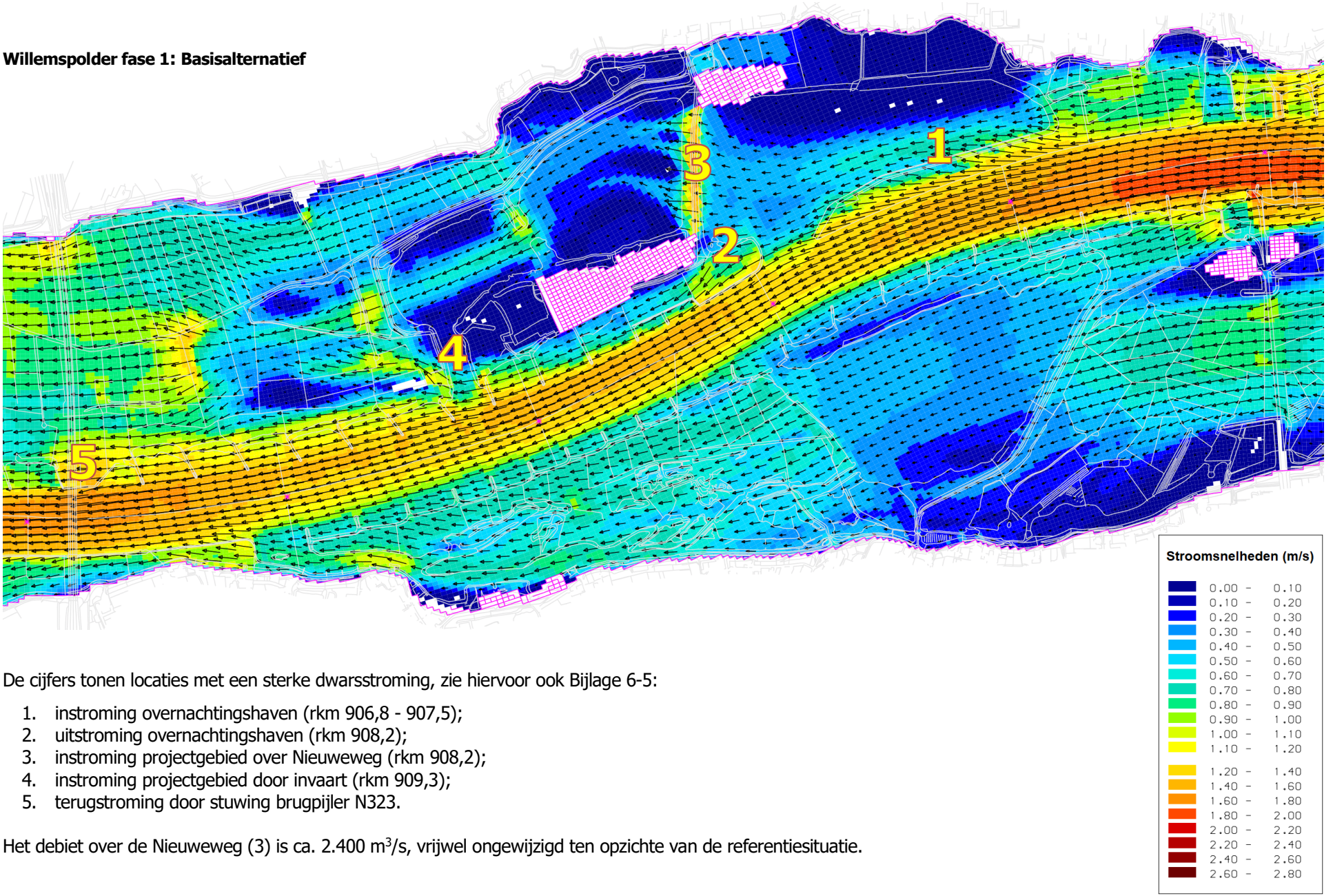



De cijfers tonen locaties met een sterke dwarsstroming, zie hiervoor ook Bijlage 6-5:

1. instroming overnachtingshaven (rkm 906,8 - 907,5);
2. uitstroming overnachtingshaven (rkm 908,2);
3. instroming projectgebied over Nieuweweg (rkm 908,2);
4. instroming projectgebied door invaart (rkm 909,3) – vooral het geval in het ontwerp;
5. terugstroming door stuwing brugpijler N323.

Het debiet over de Nieuweweg (3) is ca. 2.400 m³/s.

**Willemspolder fase 1: Basisalternatief**

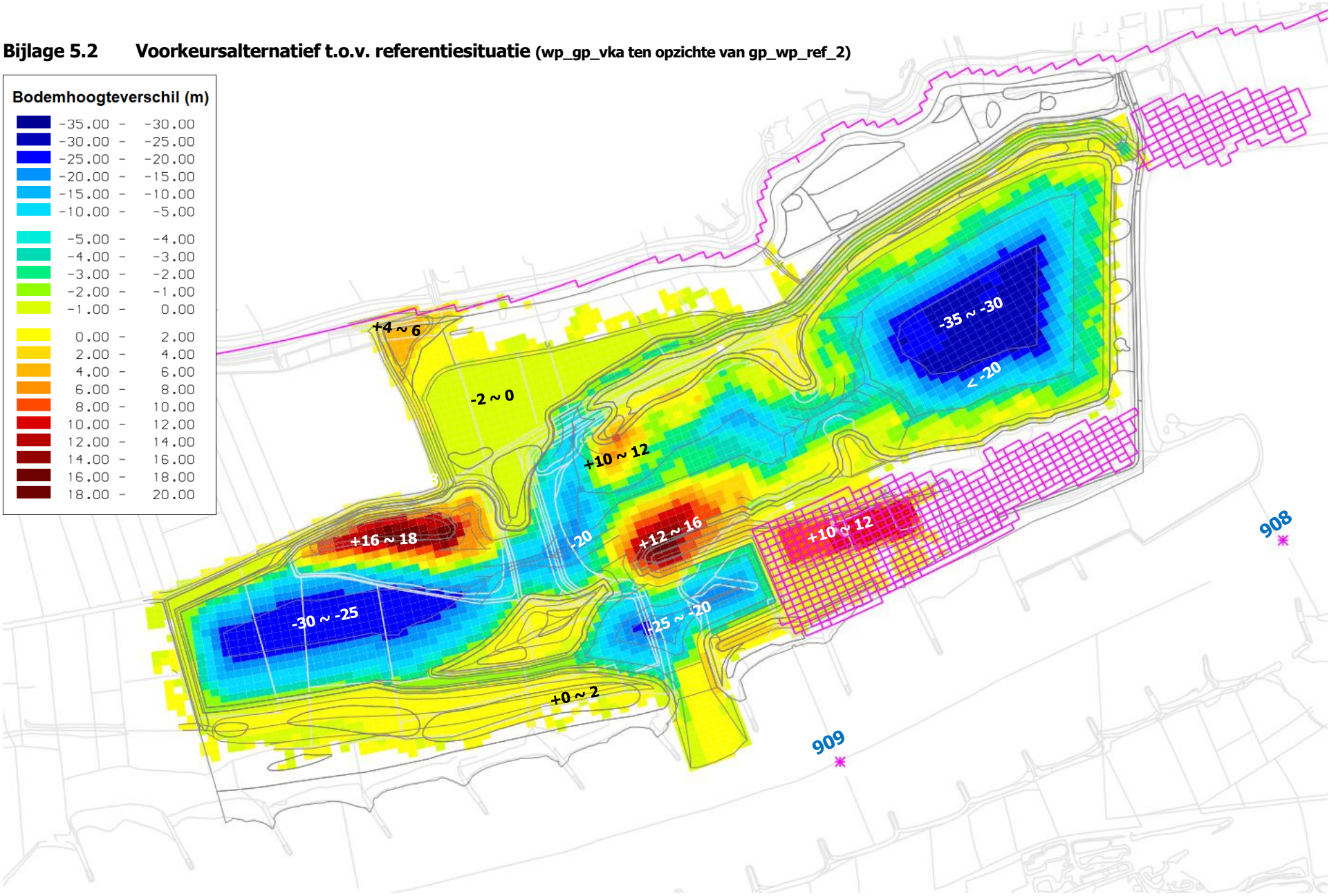



De cijfers tonen locaties met een sterke dwarsstroming, zie hiervoor ook Bijlage 6-5:

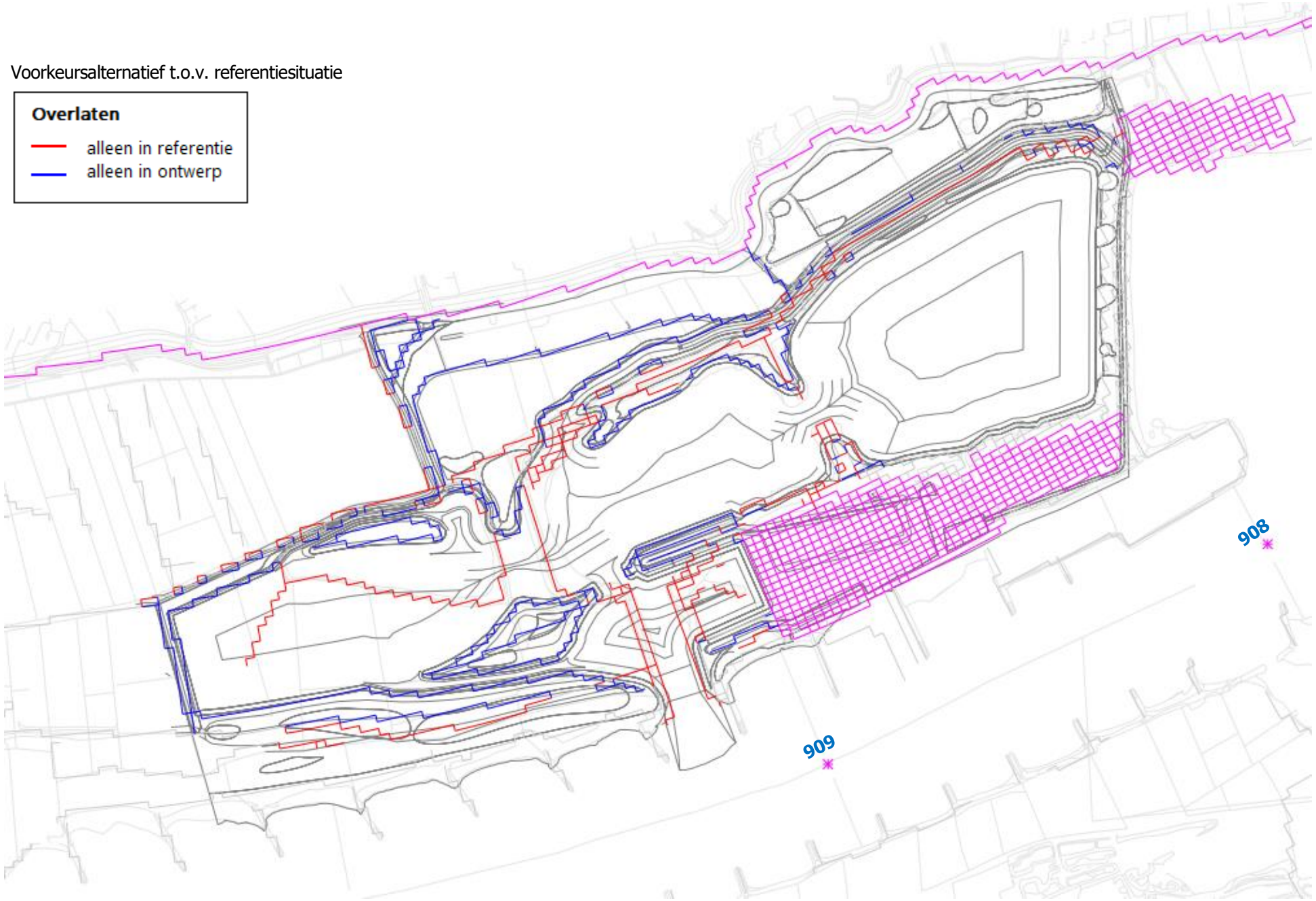
1. instroming overnachtingshaven (rkm 906,8 - 907,5);
2. uitstroming overnachtingshaven (rkm 908,2);
3. instroming projectgebied over Nieuweweg (rkm 908,2);
4. instroming projectgebied door invaart (rkm 909,3);
5. terugstroming door stuwing brugpijler N323.

Het debiet over de Nieuweweg (3) is ca. 2.400 $m^3/s$, vrijwel ongewijzigd ten opzichte van de referentiesituatie.

**Bijlage 5.2 Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie (wp_gp_vka ten opzichte van gp_wp_ref_2)**



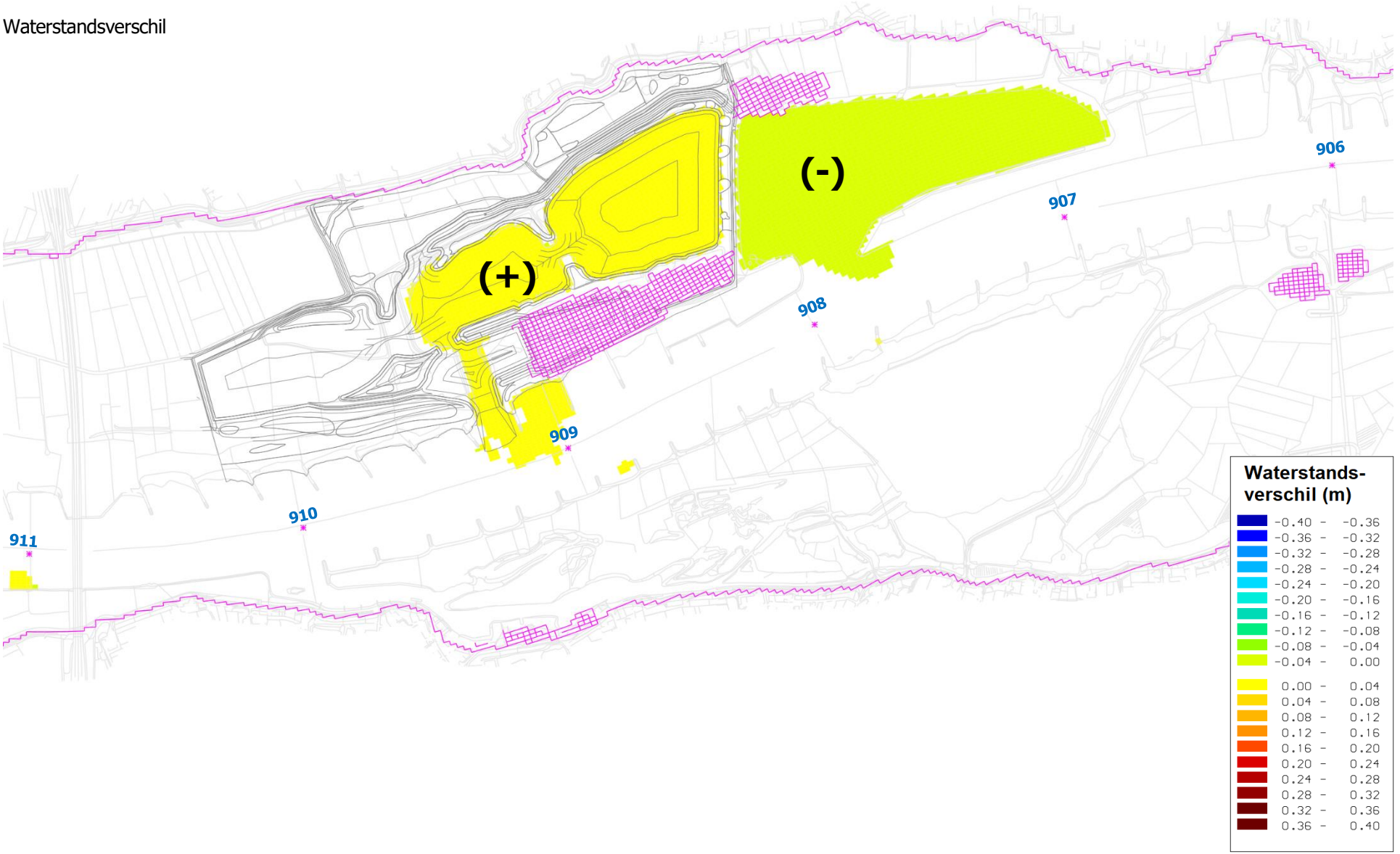
Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie



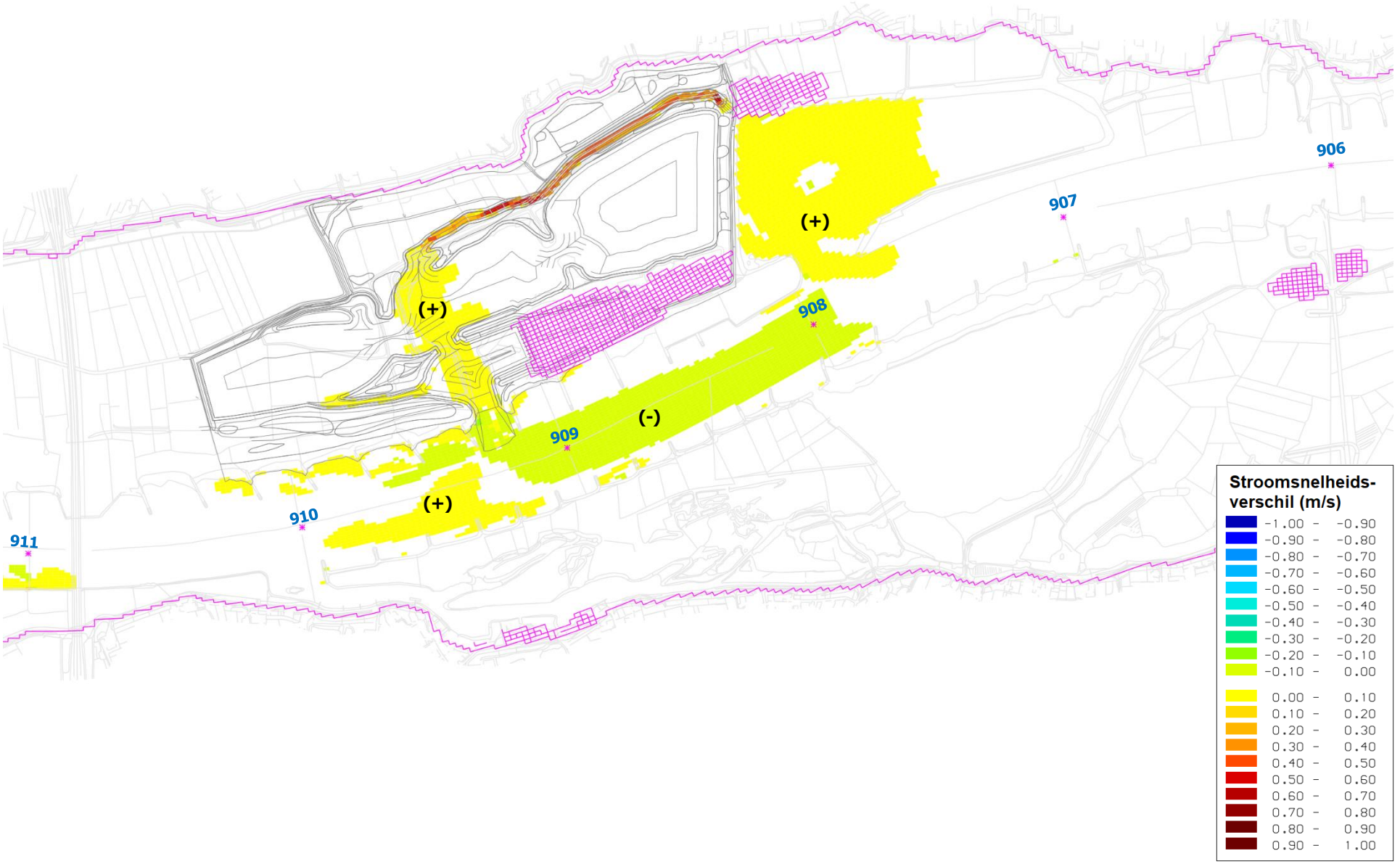
Ruwheidsverandering
Nikuradse $k_N$ (m)
-30.05 - -27.05
-27.05 - -24.05
-24.05 - -21.05
-21.05 - -18.05
-18.05 - -15.05
-15.05 - -12.05
-12.05 - -9.05
-9.05 - -6.05
-6.05 - -3.05
-3.05 - -0.05
0.05 - 3.05
3.05 - 6.05
6.05 - 9.05
9.05 - 12.05
12.05 - 15.05
15.05 - 18.05
18.05 - 21.05
21.05 - 24.05
24.05 - 30.05
30.05 - 36.05
(+)
(0)
(-)
908
909

**Q = 2.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

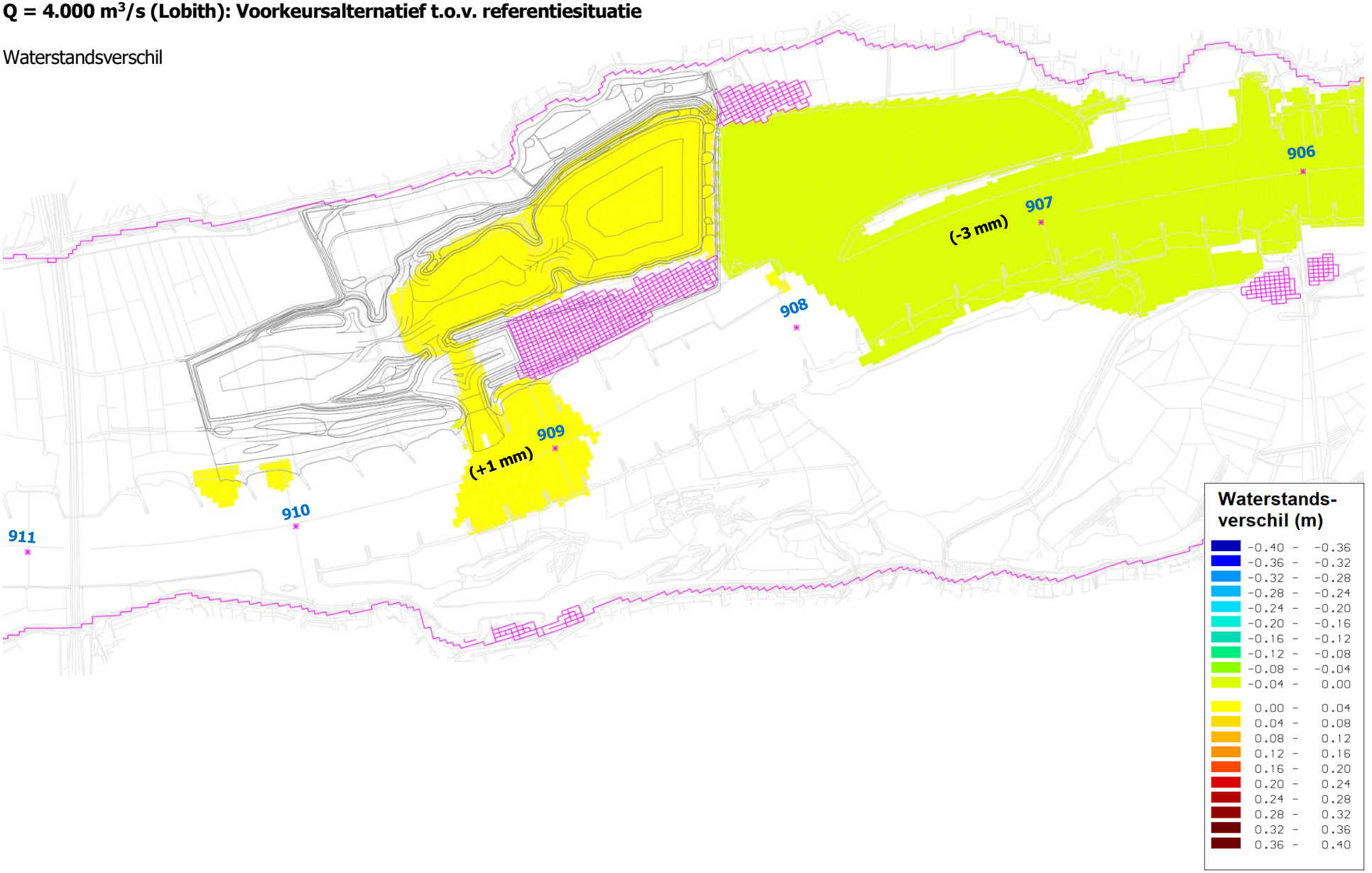


Stroomsnelheidsverschil



**Q = 4.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

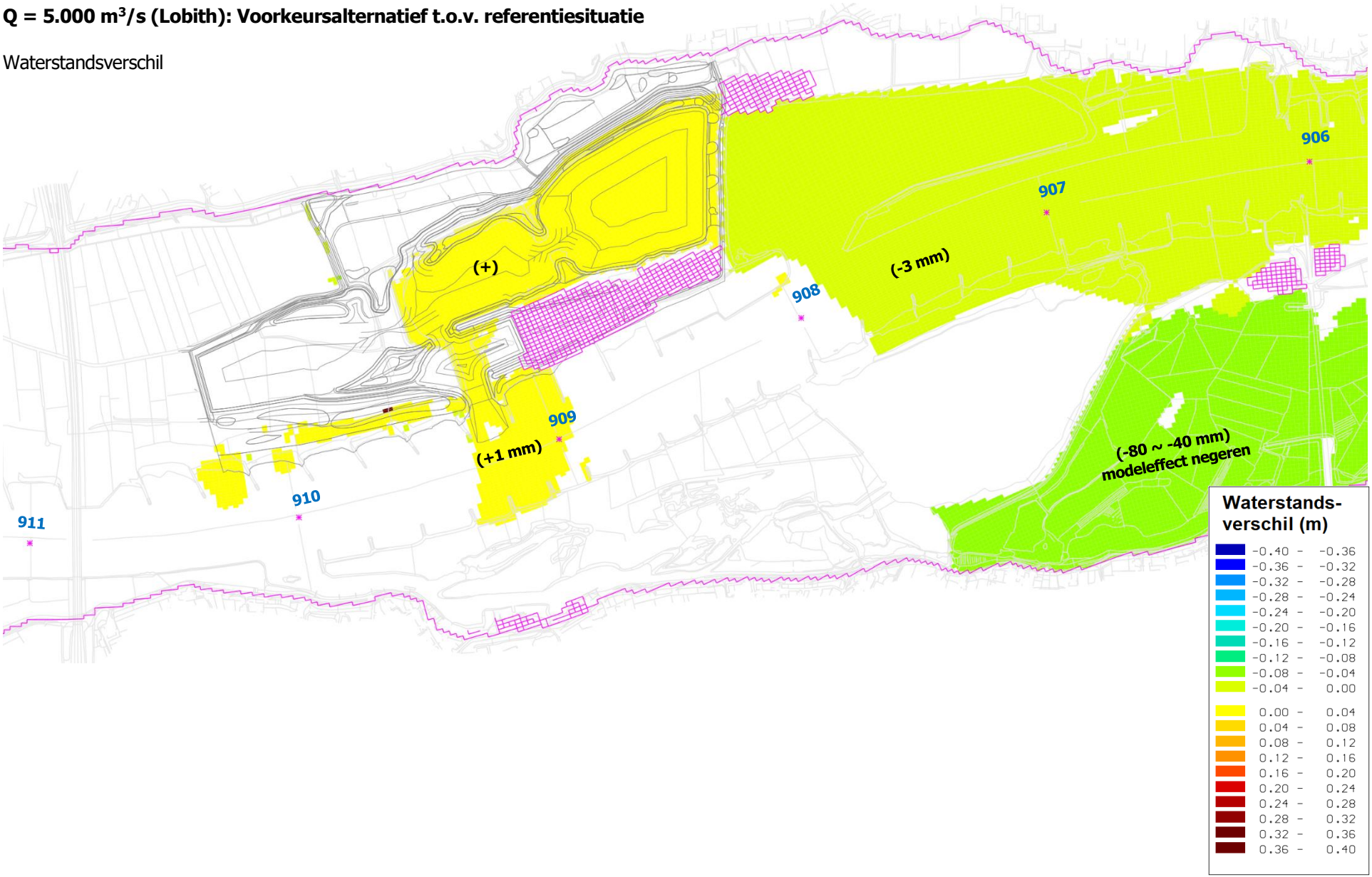
Waterstandsverschil



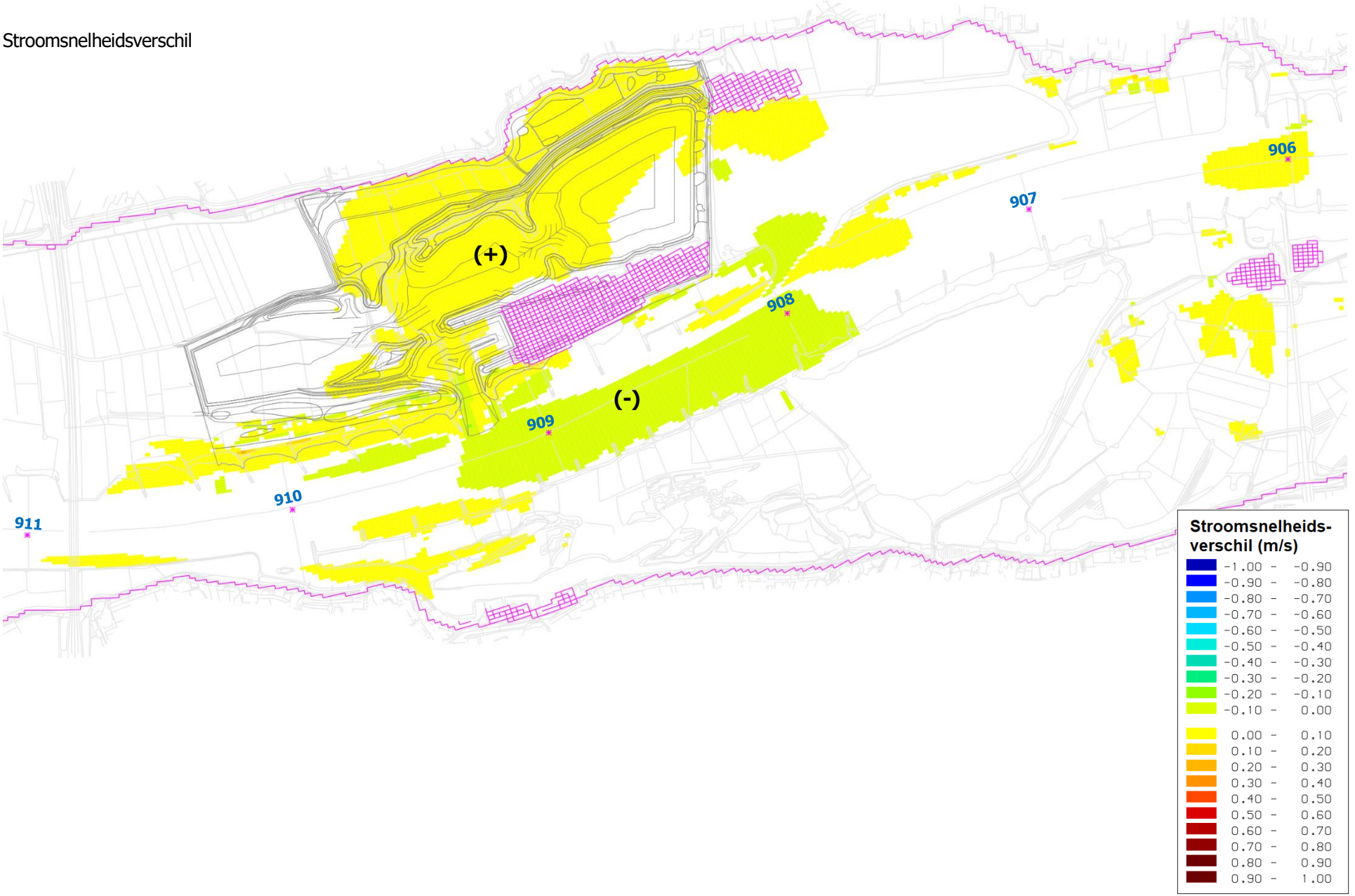
Stroomsnelheidsverschil

**Q = 5.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

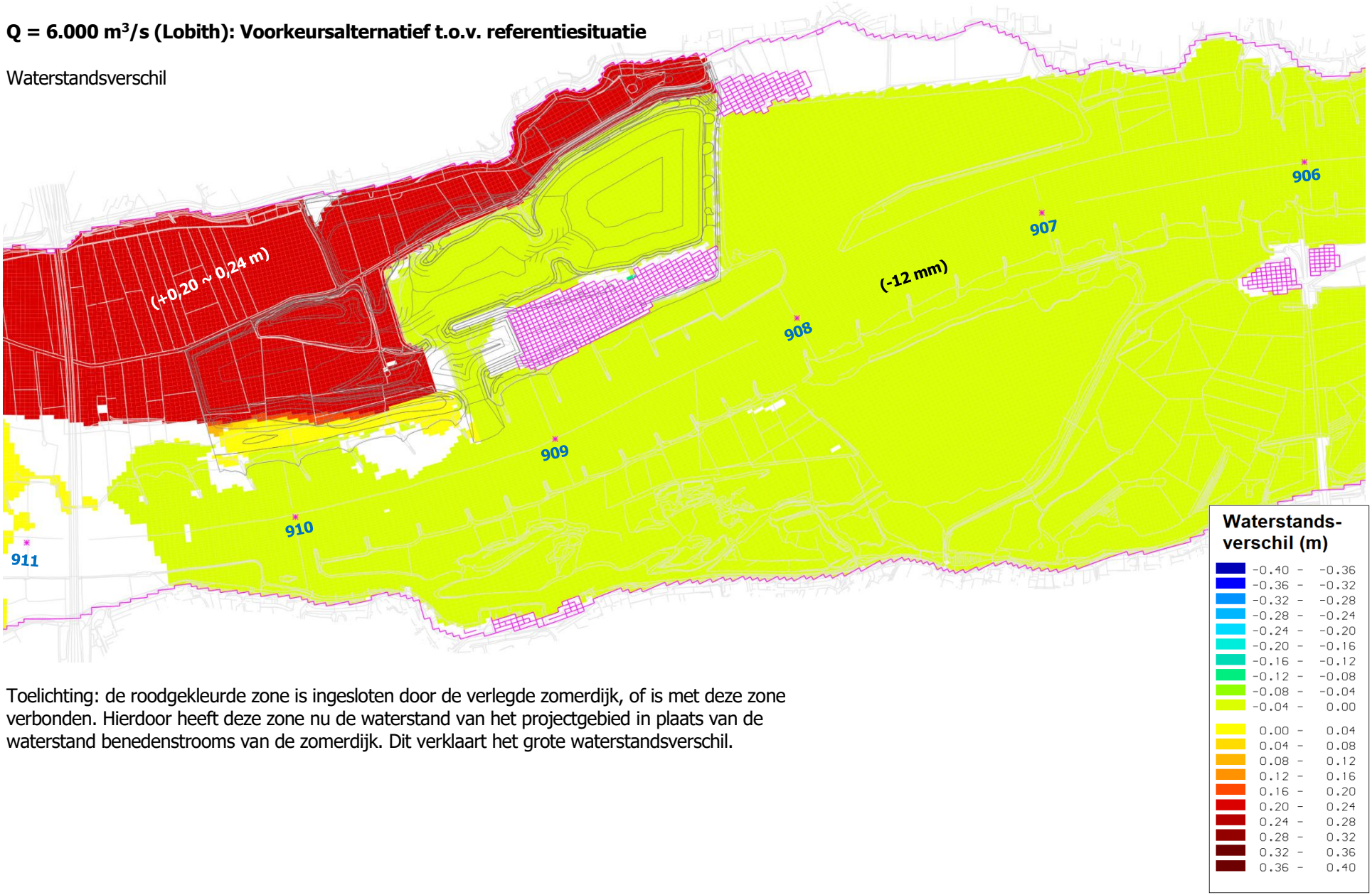


Stroomsnelheidsverschil



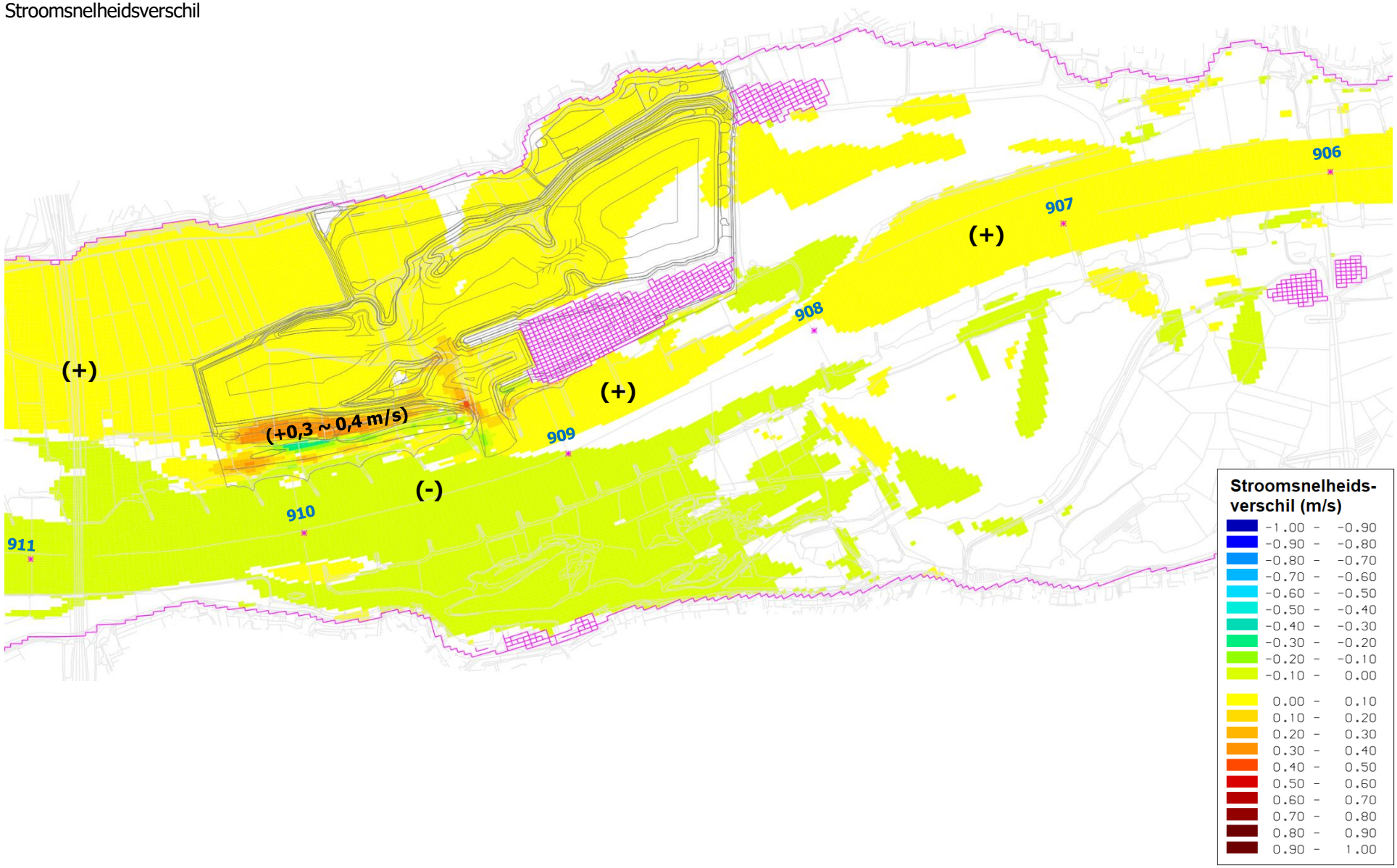
**Q = 6.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

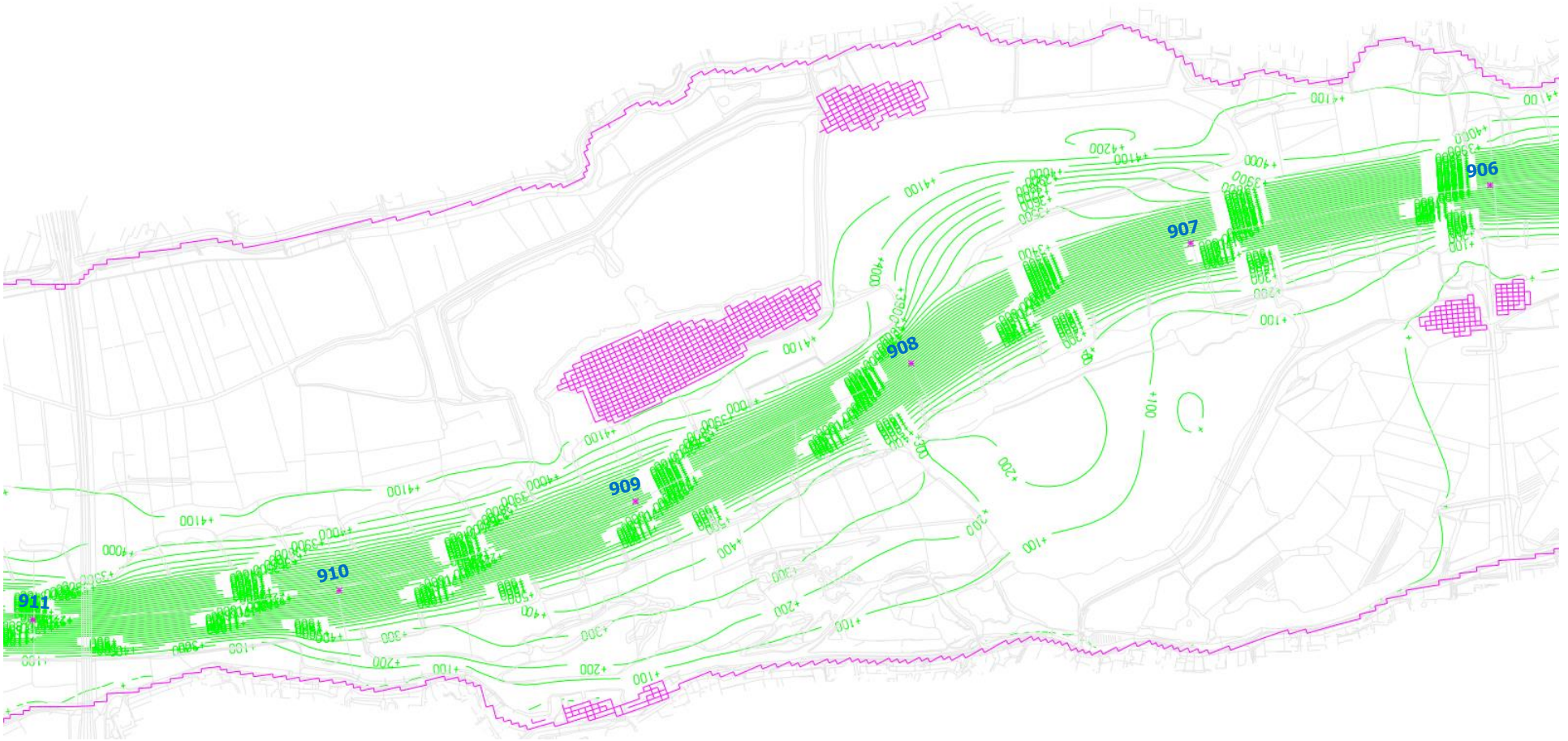



Toelichting: de roodgekleurde zone is ingesloten door de verlegde zomerdijk, of is met deze zone verbonden. Hierdoor heeft deze zone nu de waterstand van het projectgebied in plaats van de waterstand benedenstrooms van de zomerdijk. Dit verklaart het grote waterstandsverschil.

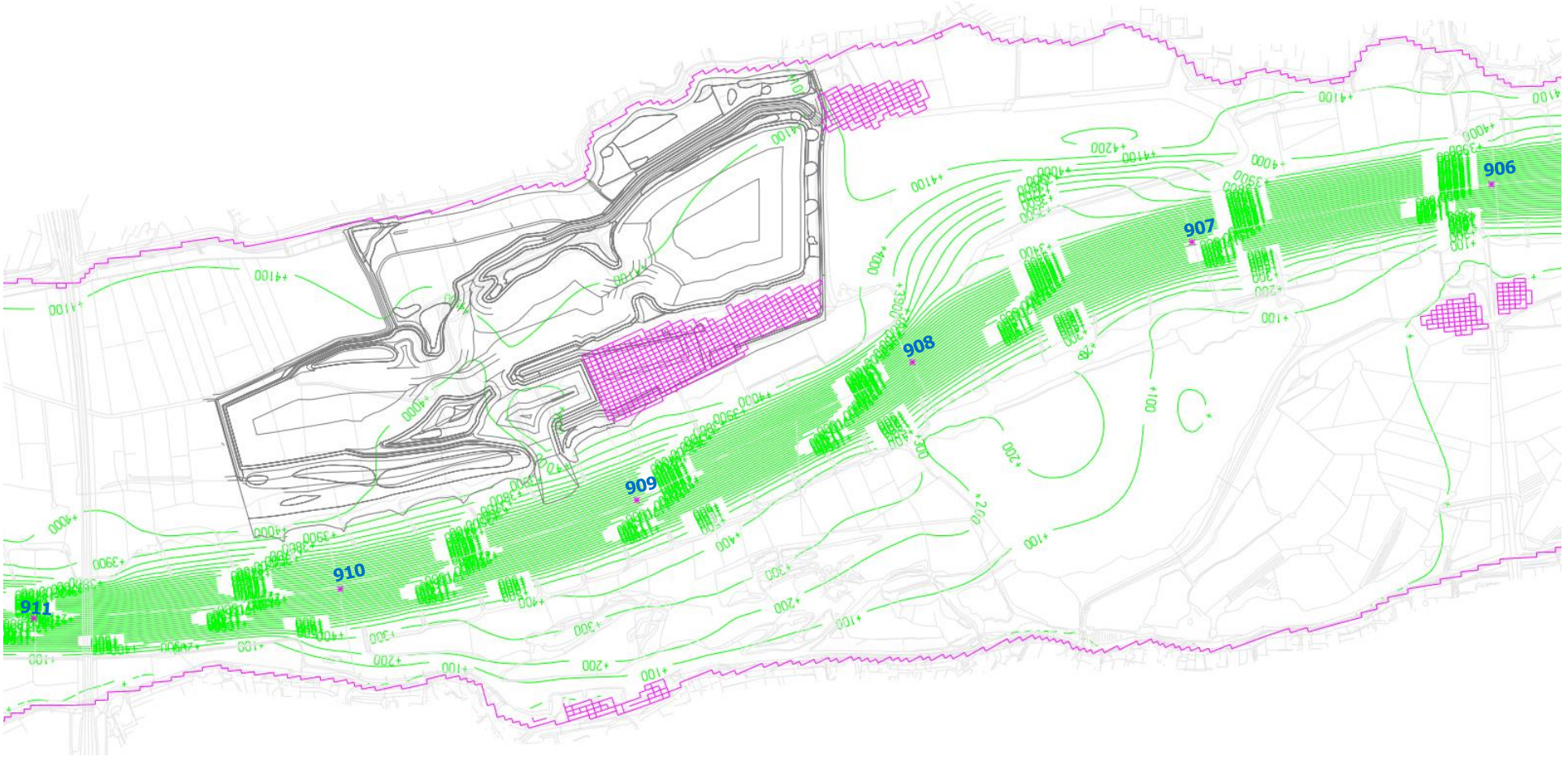
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): nog geen instroming

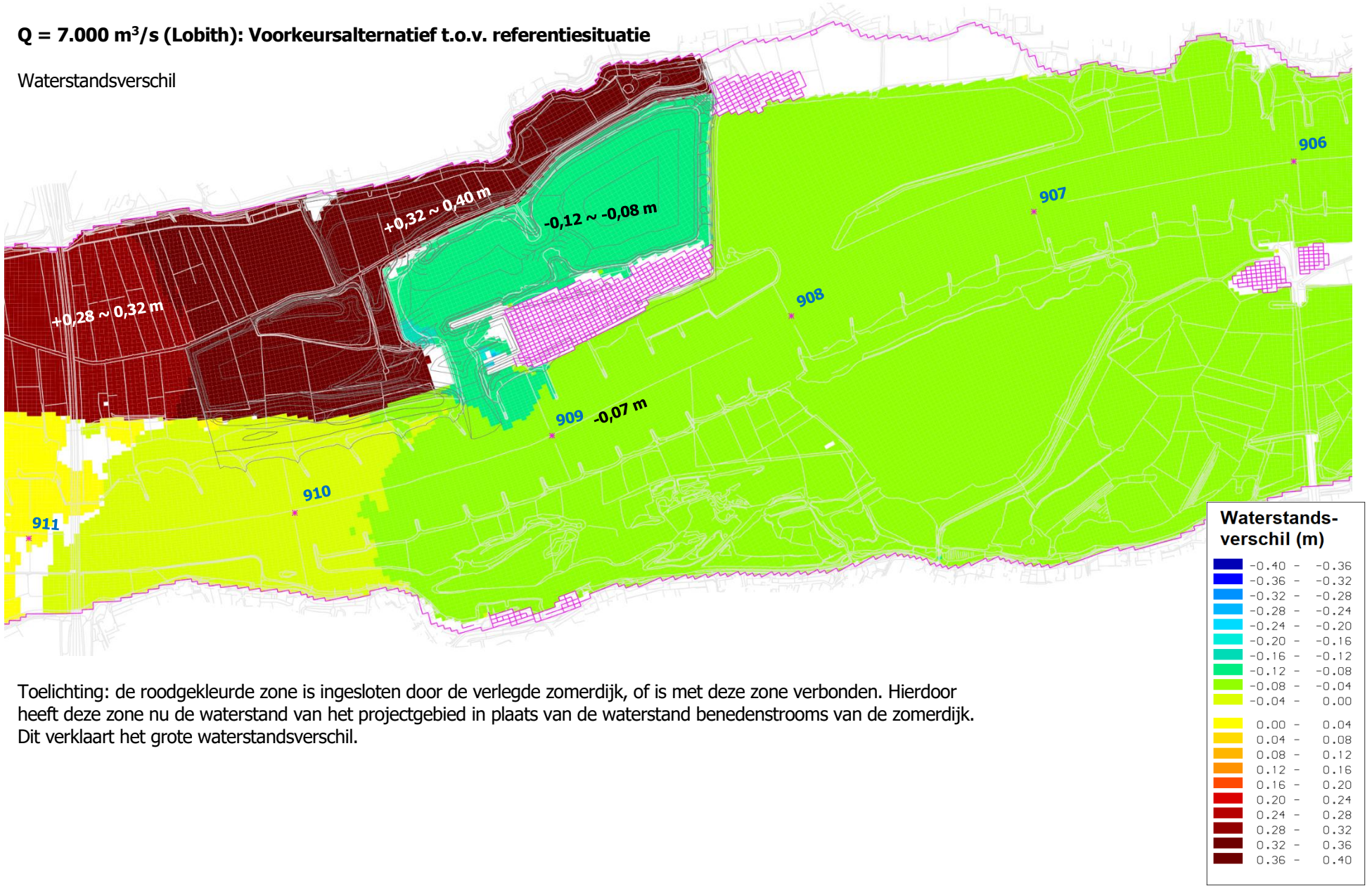


Stroomlijnen (Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1): eerste instroming zowel over de Nieuweweg als door de haveningang naar de uiterwaard (beide in tegenstelling tot het Basisalternatief)



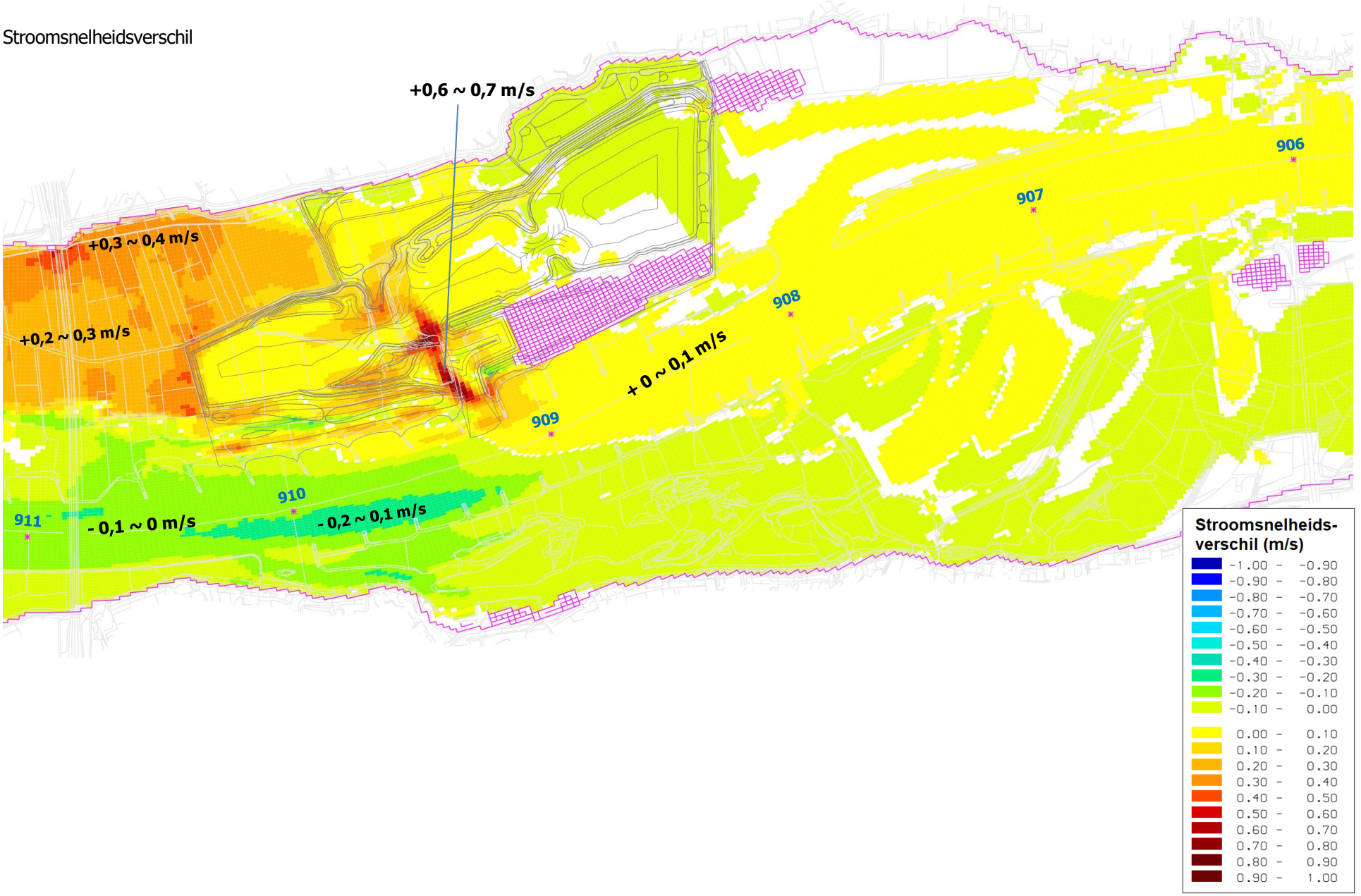
**Q = 7.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

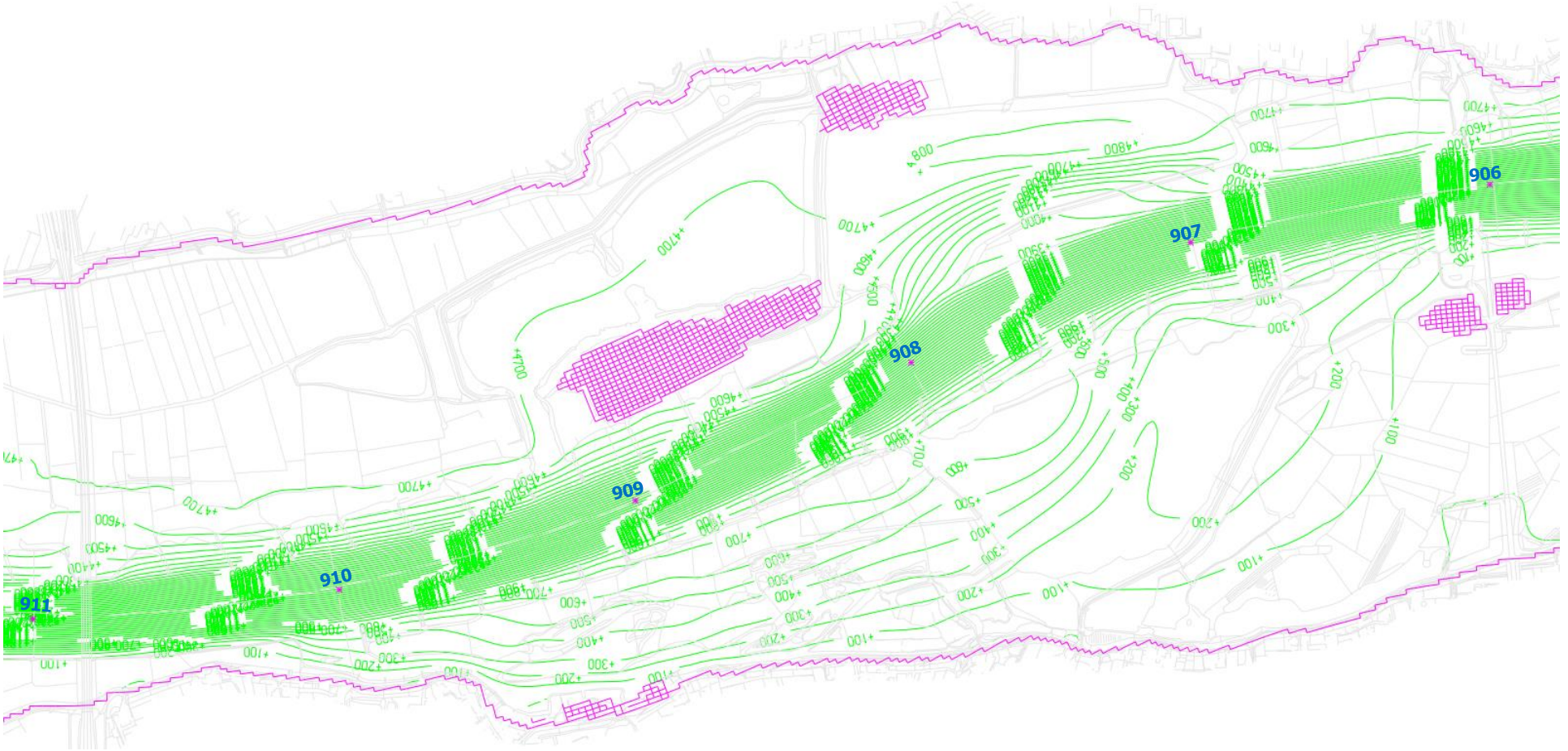



Toelichting: de roodgekleurde zone is ingesloten door de verlegde zomerdijk, of is met deze zone verbonden. Hierdoor heeft deze zone nu de waterstand van het projectgebied in plaats van de waterstand benedenstrooms van de zomerdijk. Dit verklaart het grote waterstandsverschil.

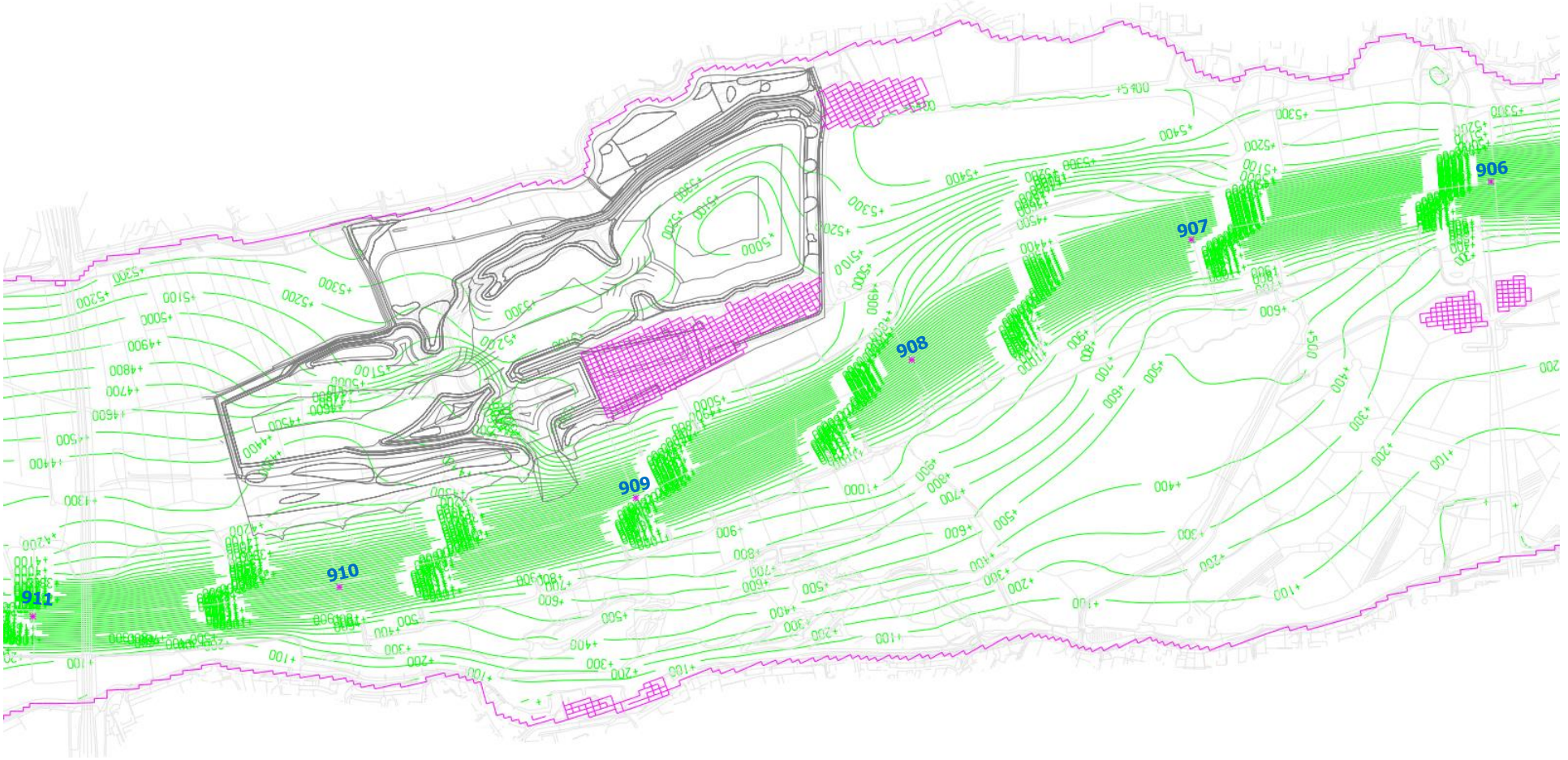
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): eerste instroming (ca. 100 m$^3$/s)

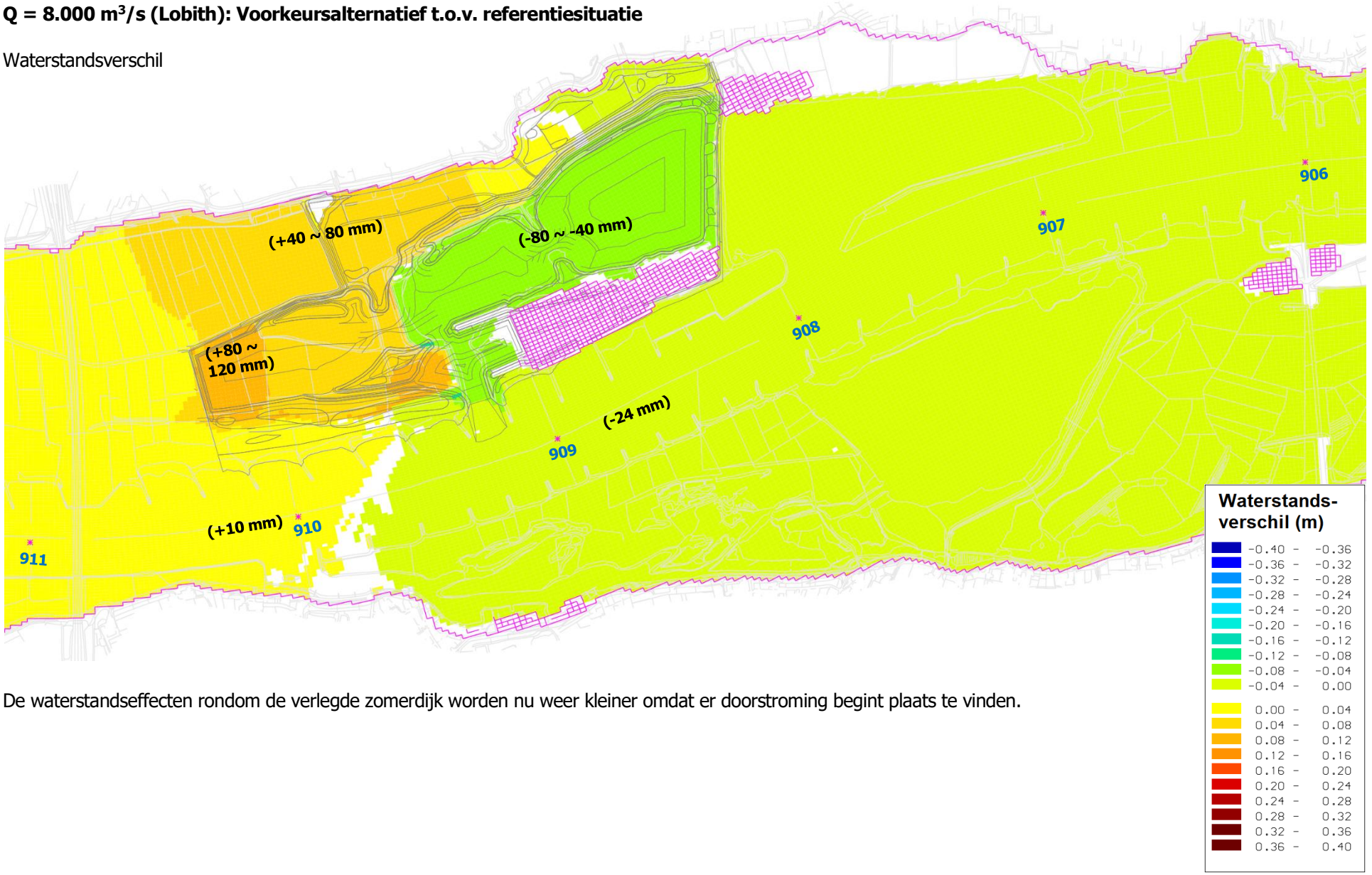


Stroomlijnen (Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1): instroming Nieuweweg ca. 300 m$^3$/s, instroming havenopening ca. 600 m$^3$/s



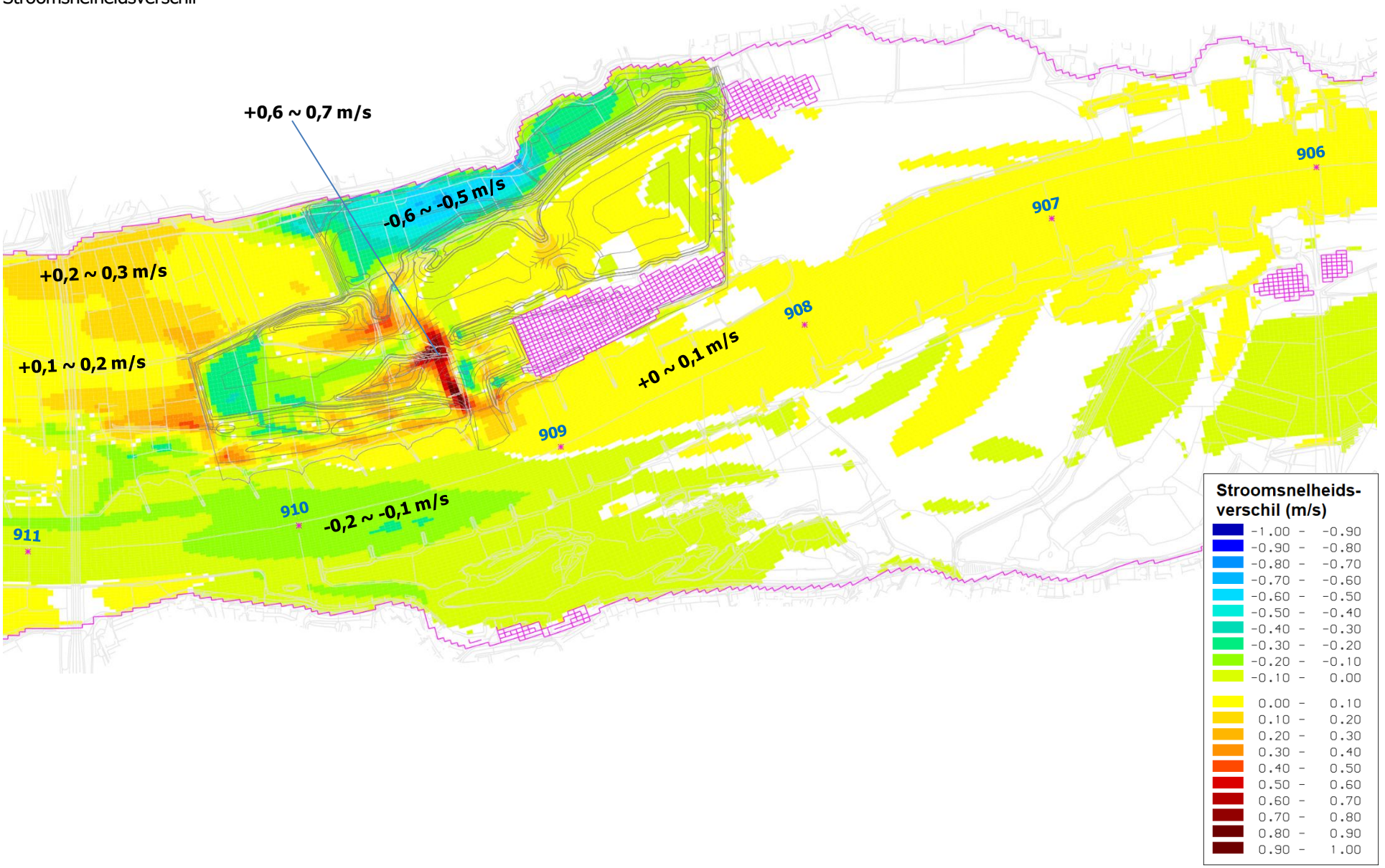
**Q = 8.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

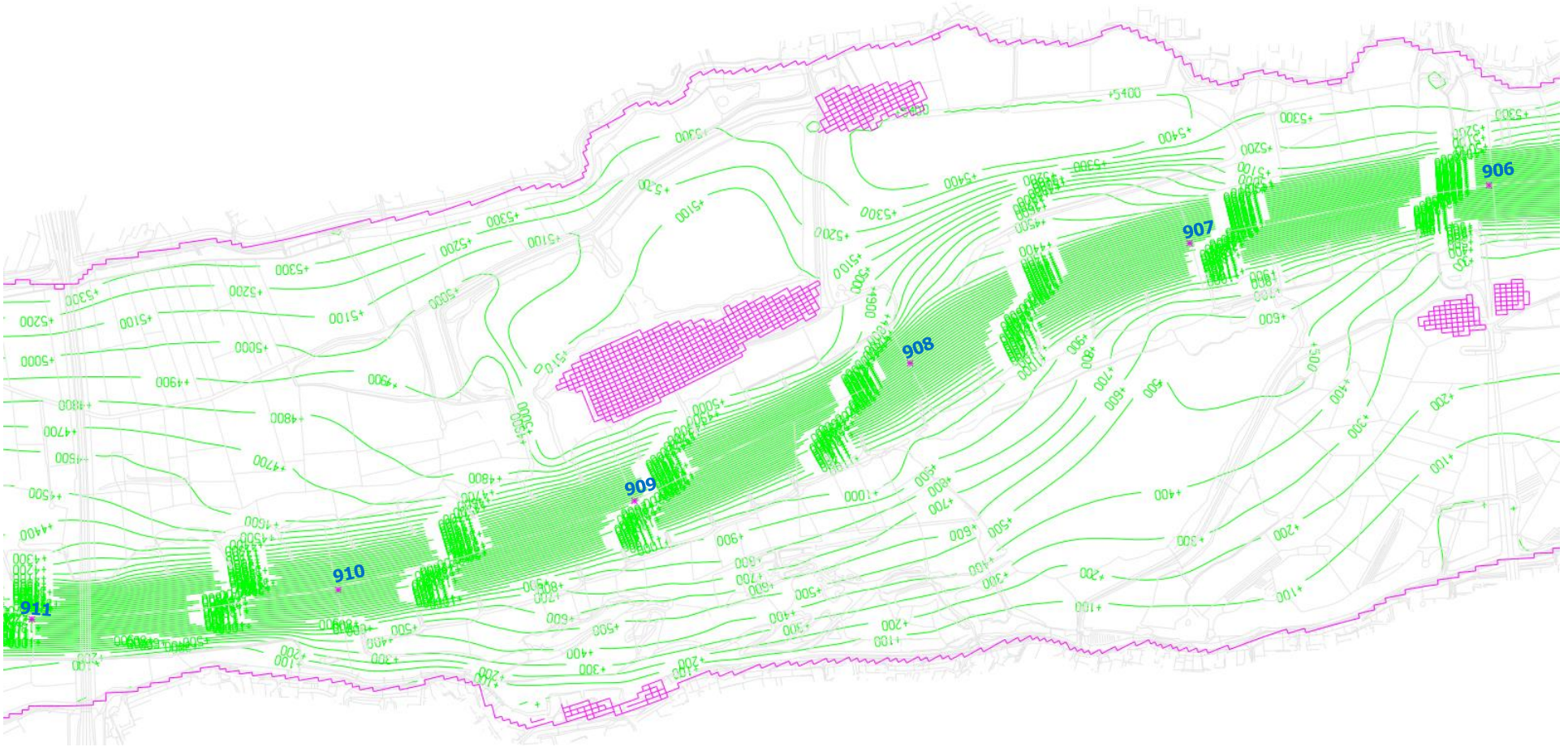



De waterstandseffecten rondom de verlegde zomerdijk worden nu weer kleiner omdat er doorstroming begint plaats te vinden.

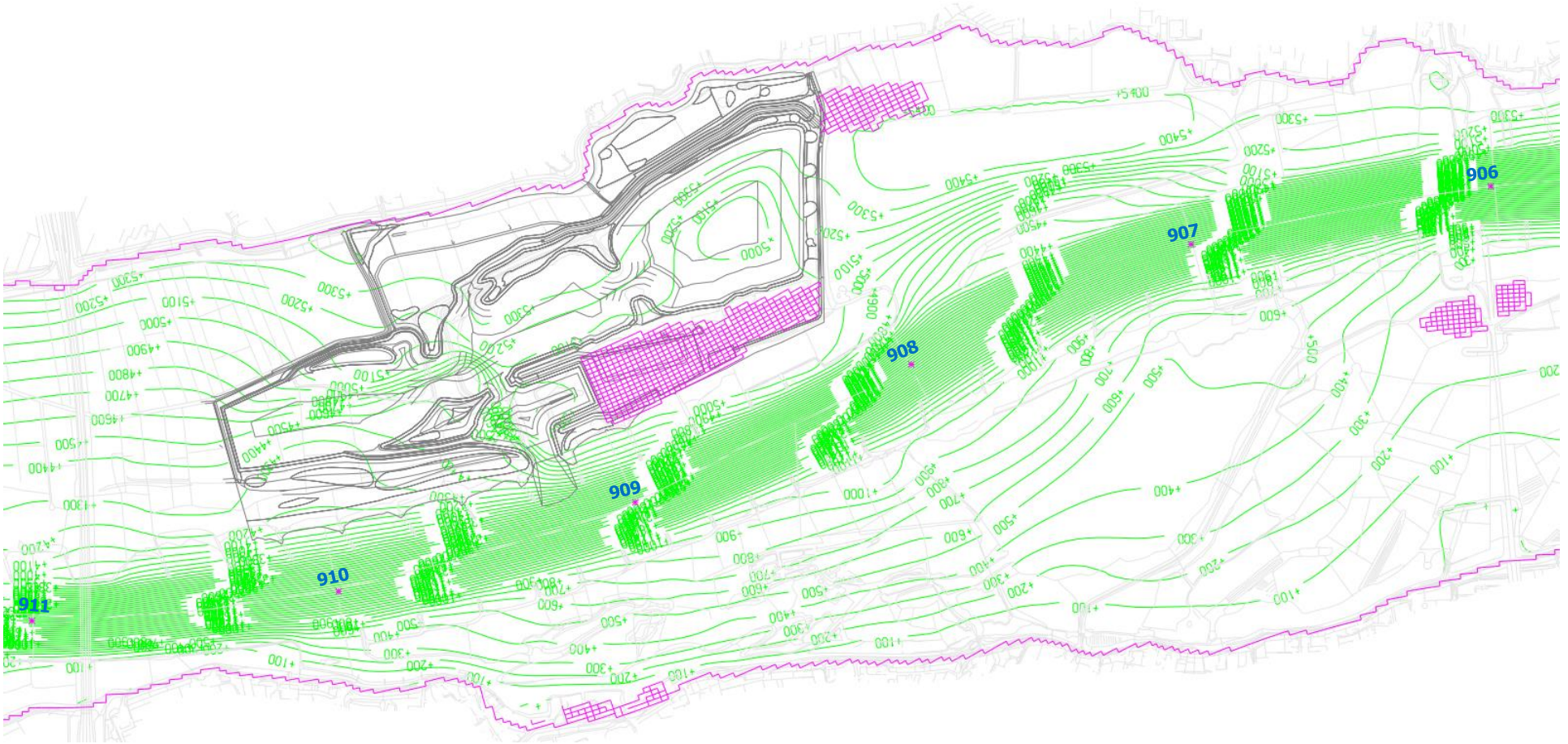
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg 200 tot 300 $m^3/s$

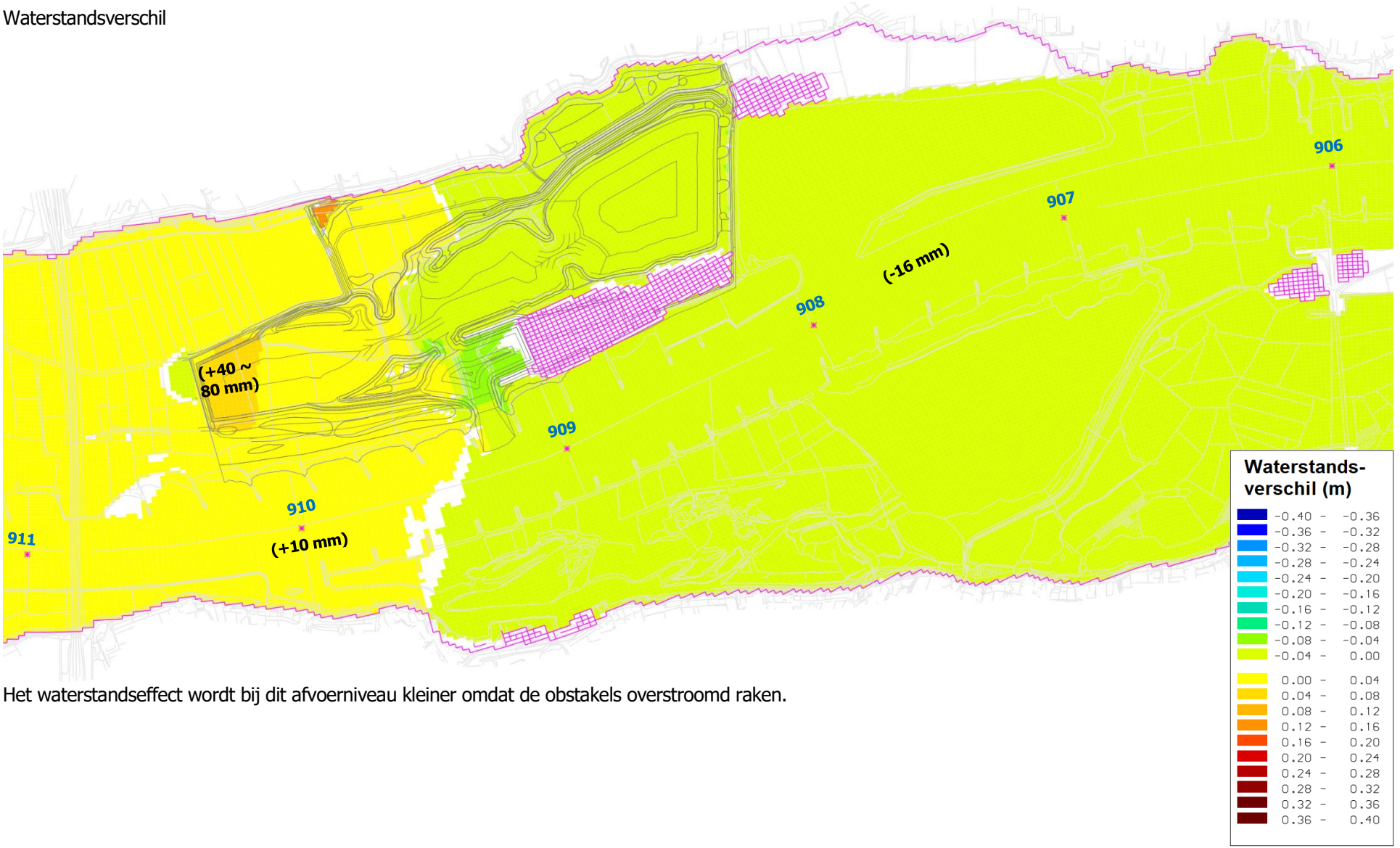


Stroomlijnen (Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1): instroming Nieuweweg ca. 400 m$^3$/s, instroming havenopening ca. 500 m$^3$/s



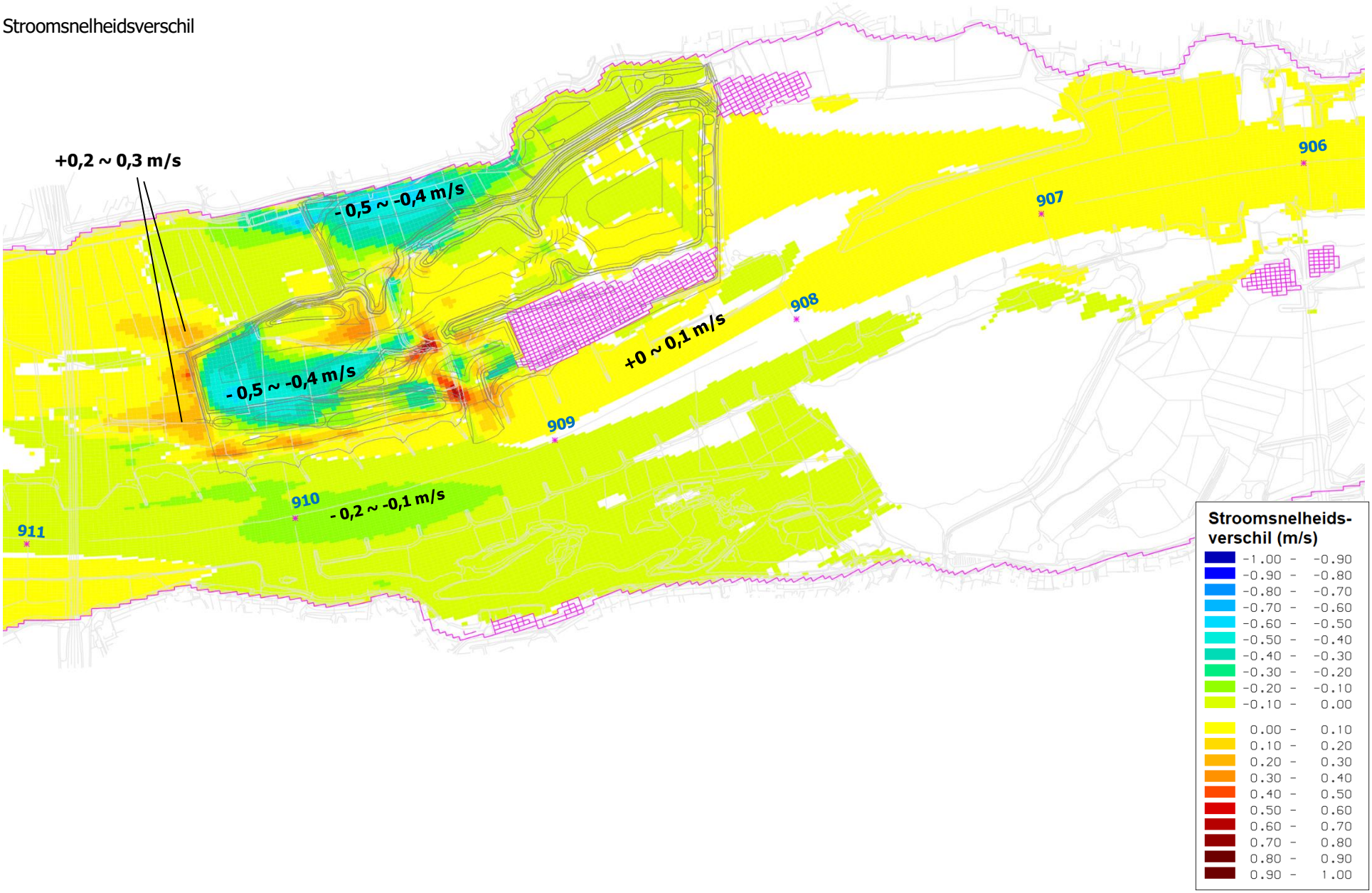
**Q = 10.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

Waterstandsverschil

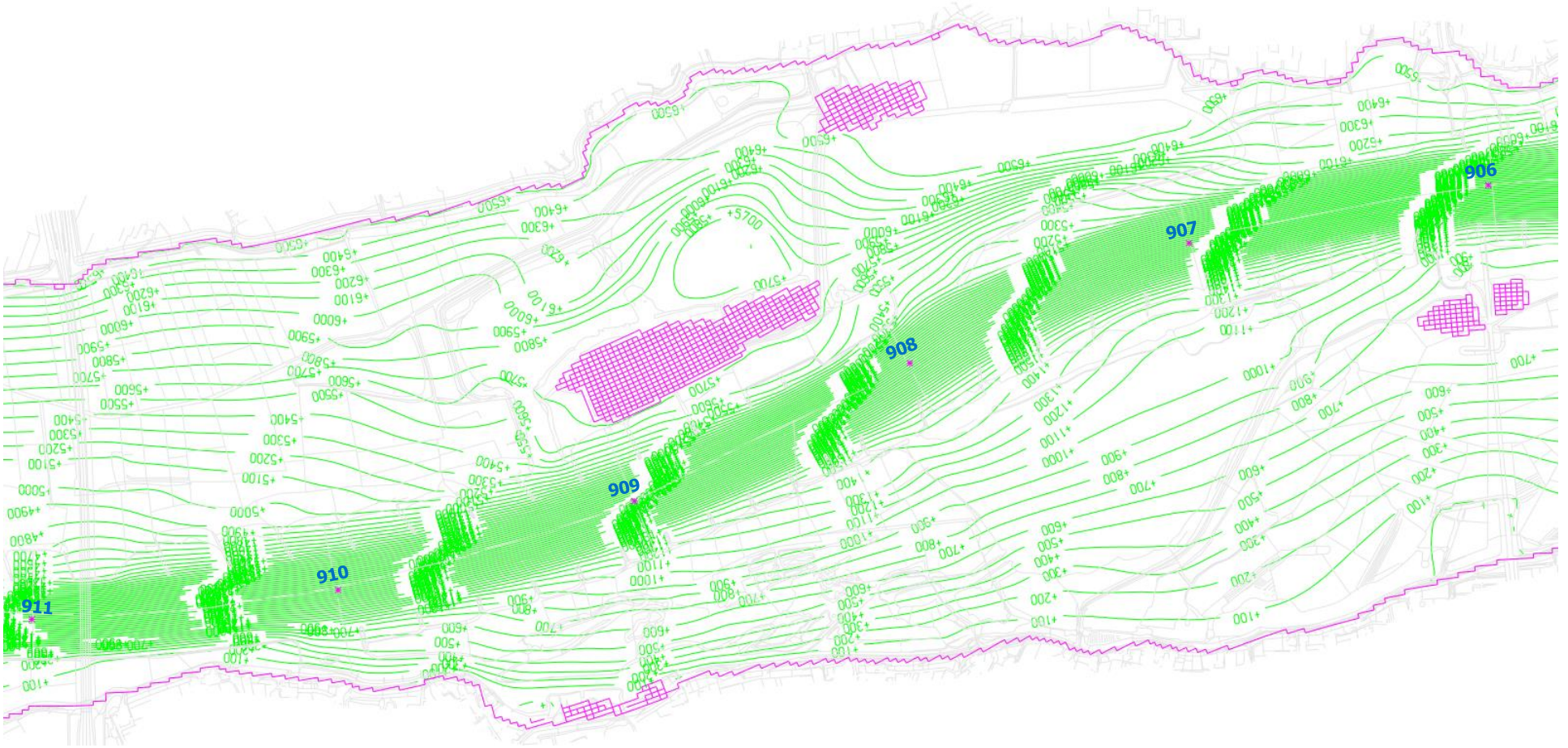



Het waterstandseffect wordt bij dit afvoerniveau kleiner omdat de obstakels overstroomd raken.

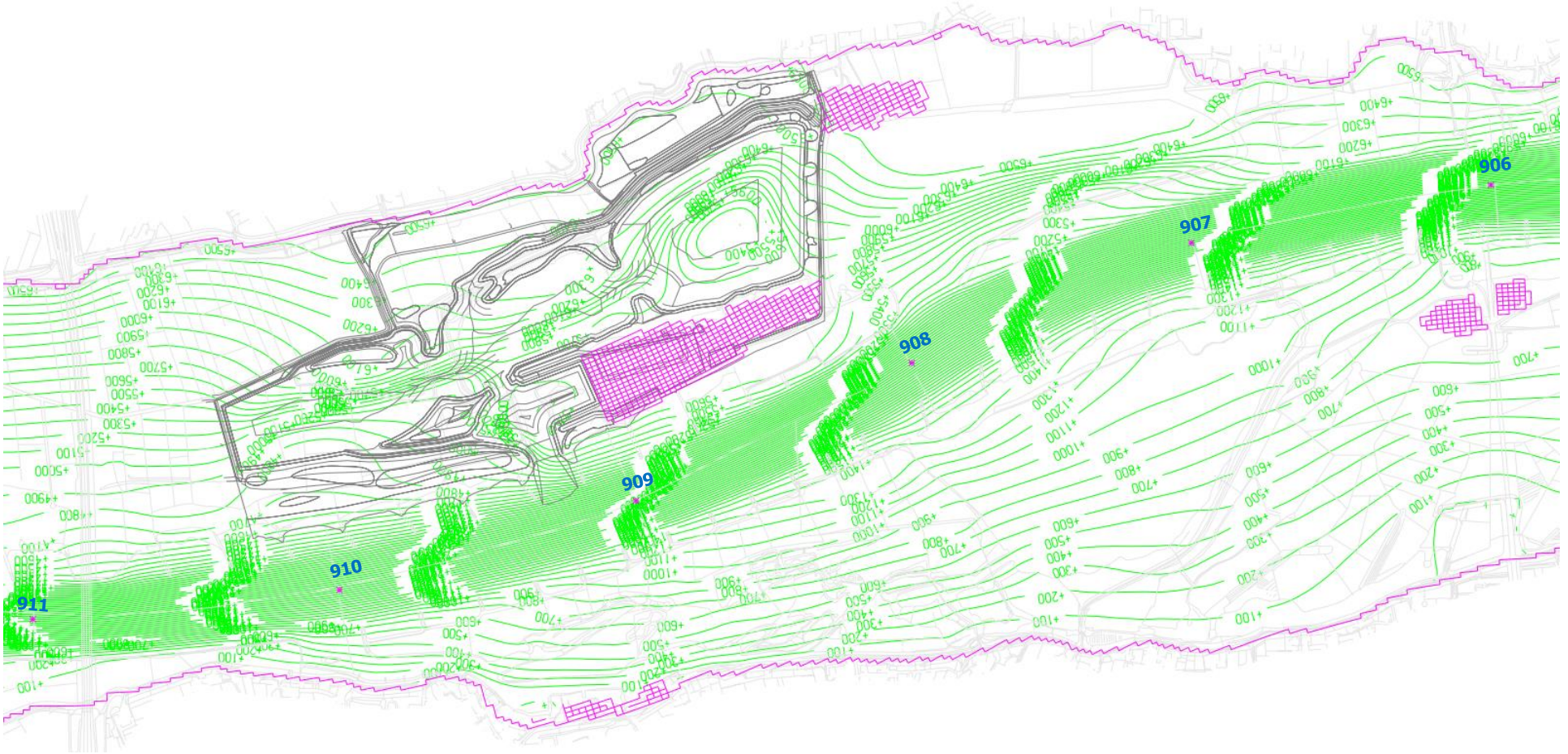
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg 700 tot 800 m$^3$/s

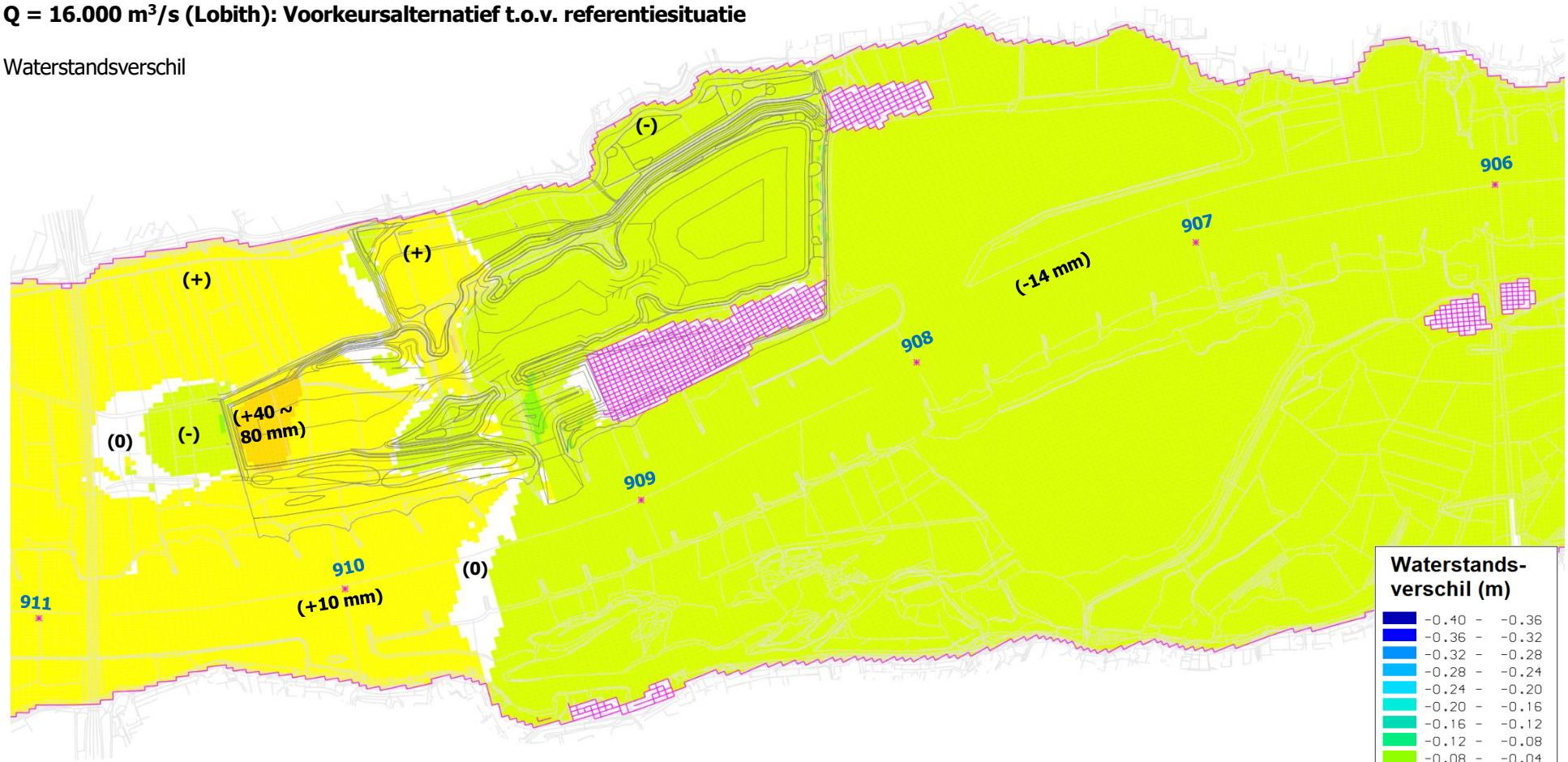


Stroomlijnen (Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1): instroming Nieuweweg ca. 800 m$^3$/s, instroming haveningang ca. 600 m$^3$/s



**Q = 16.000 m³/s (Lobith): Voorkeursalternatief t.o.v. referentiesituatie**

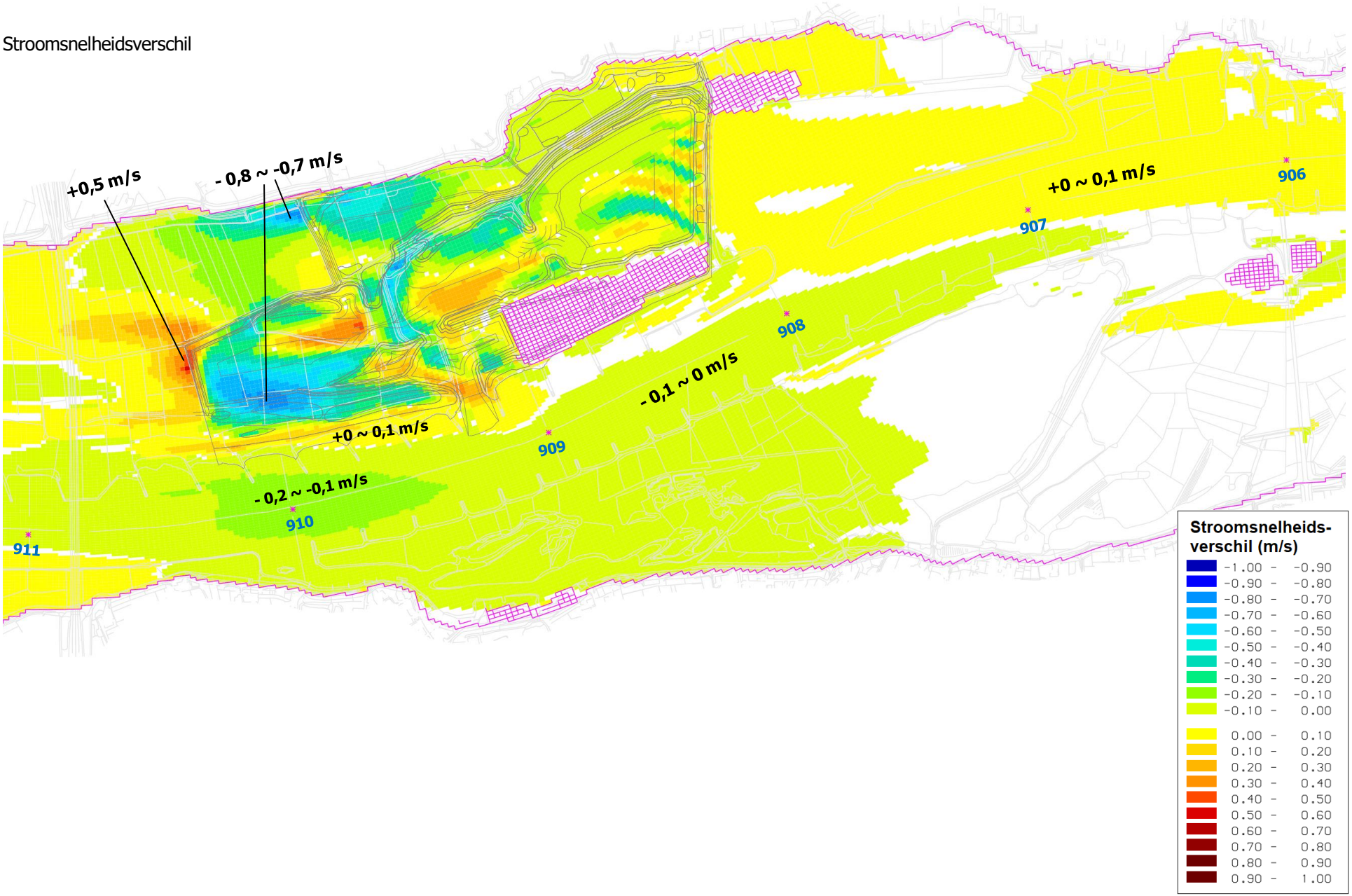
Waterstandsverschil



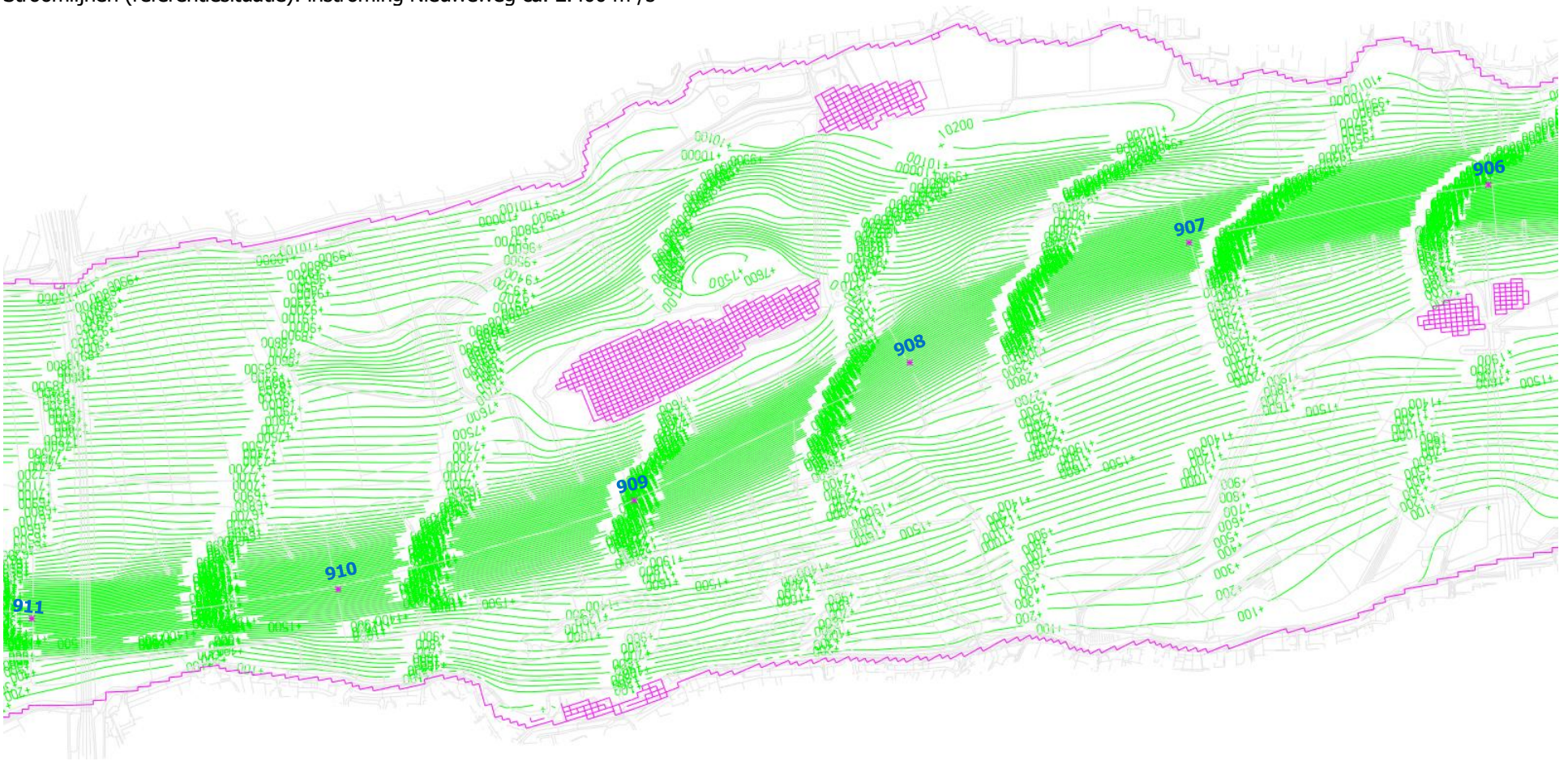

Toelichting: de sterke waterstandseffecten bij de noordelijke bandijk als gevolg van de verlegde zomerdijk, die we bij de lagere afvoerniveaus zagen, zijn verdwenen. De effecten bij de dijk fluctueren bij dit hoogste afvoerniveau rondom de nul. Juist bij dit hoogste afvoerniveau is het waterstandseffect bij de dijken van belang.

De oorzaak hiervoor is de hoge mate van doorstroming. Omdat de waterstanden ver boven de zomerdijk uitkomen, is het exacte tracé van de zomerdijk onder de wateroppervlakte minder relevant.

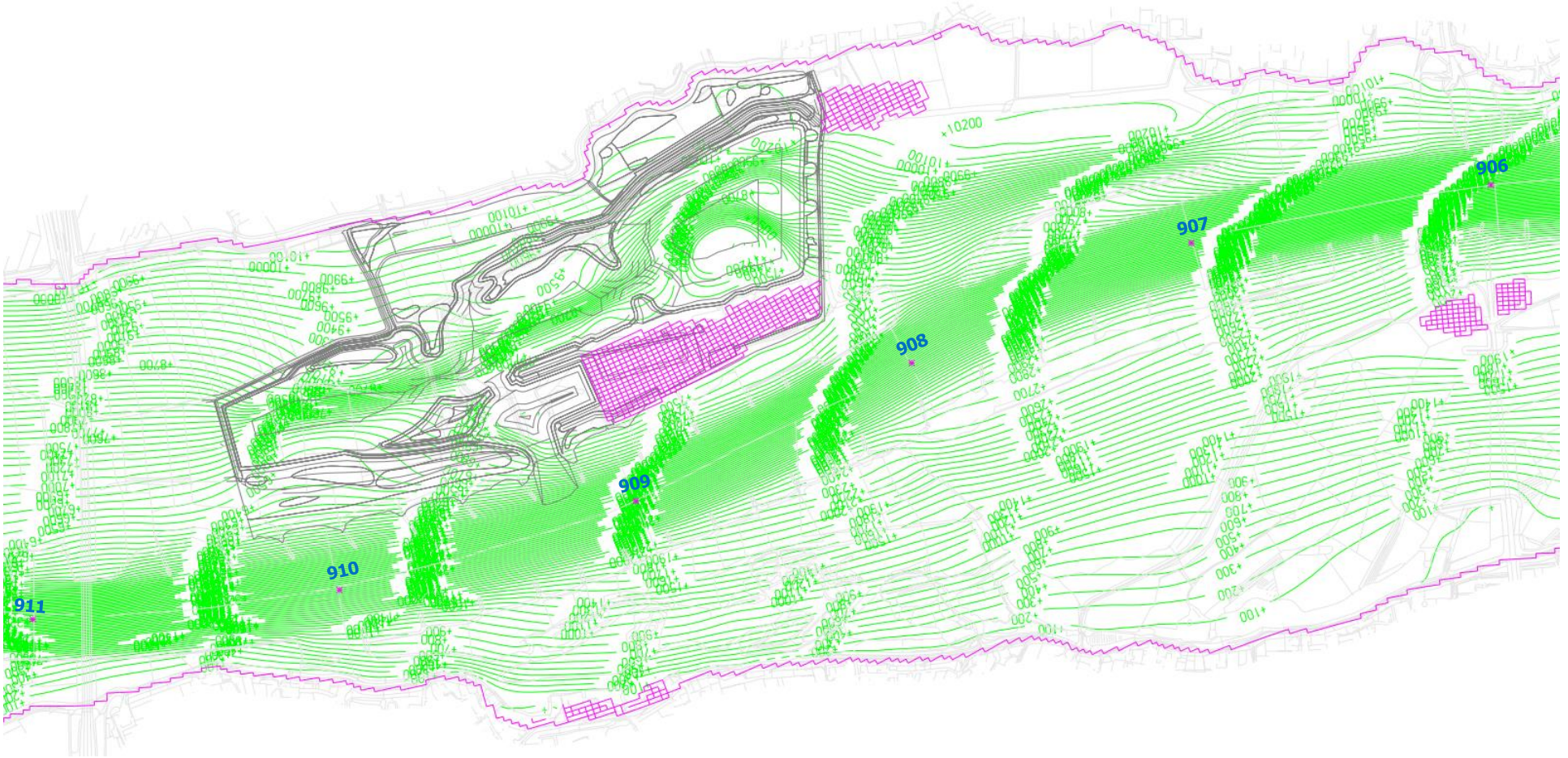
Stroomsnelheidsverschil



Stroomlijnen (referentiesituatie): instroming Nieuweweg ca. 2.400 m³/s

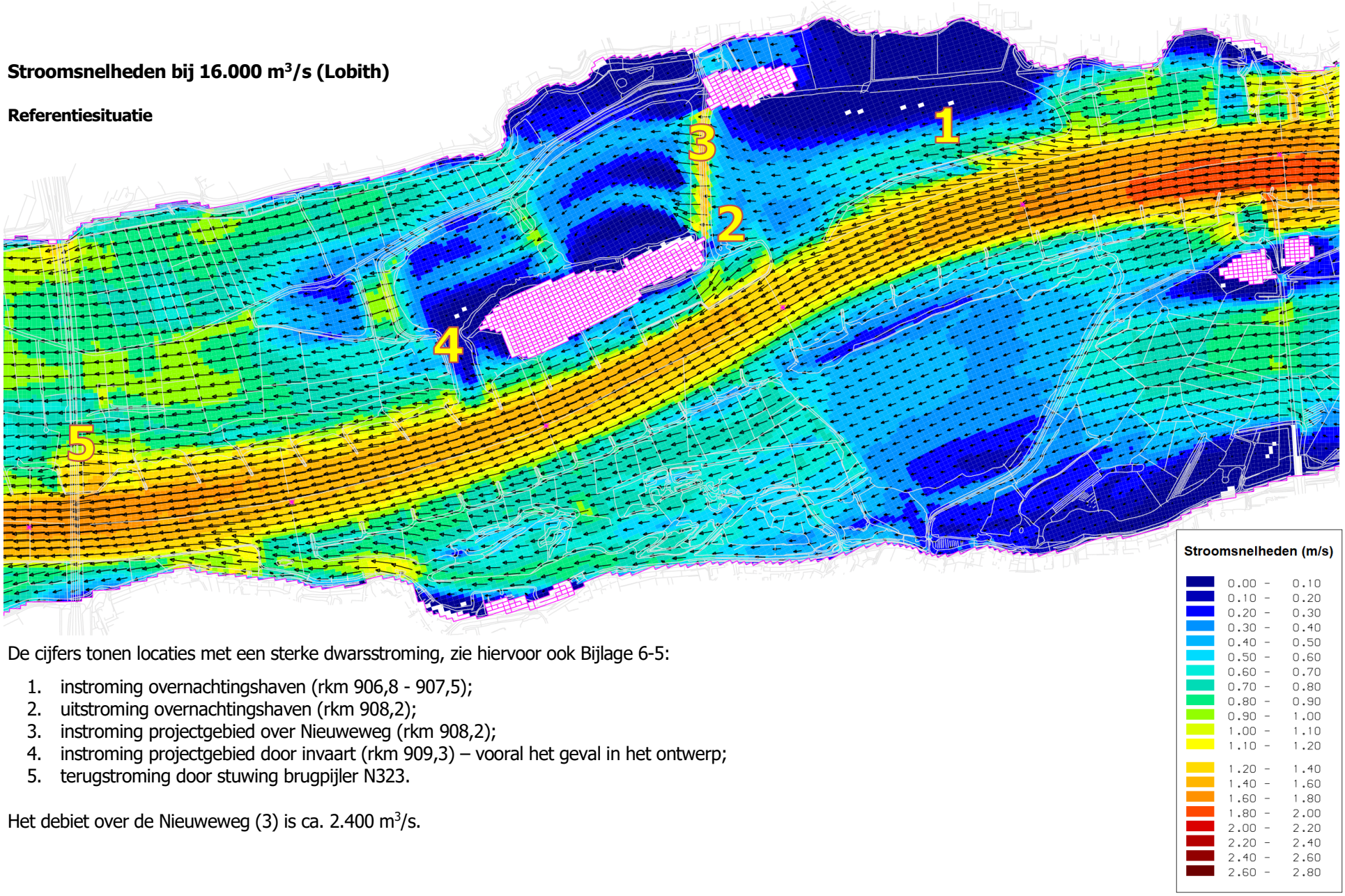


Stroomlijnen (Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1): instroming Nieuweweg ca. 2.500 m$^3$/s, instroming haveningang ca. 800 m$^3$/s



**Stroomsnelheden bij 16.000 m³/s (Lobith)**

**Referentiesituatie**

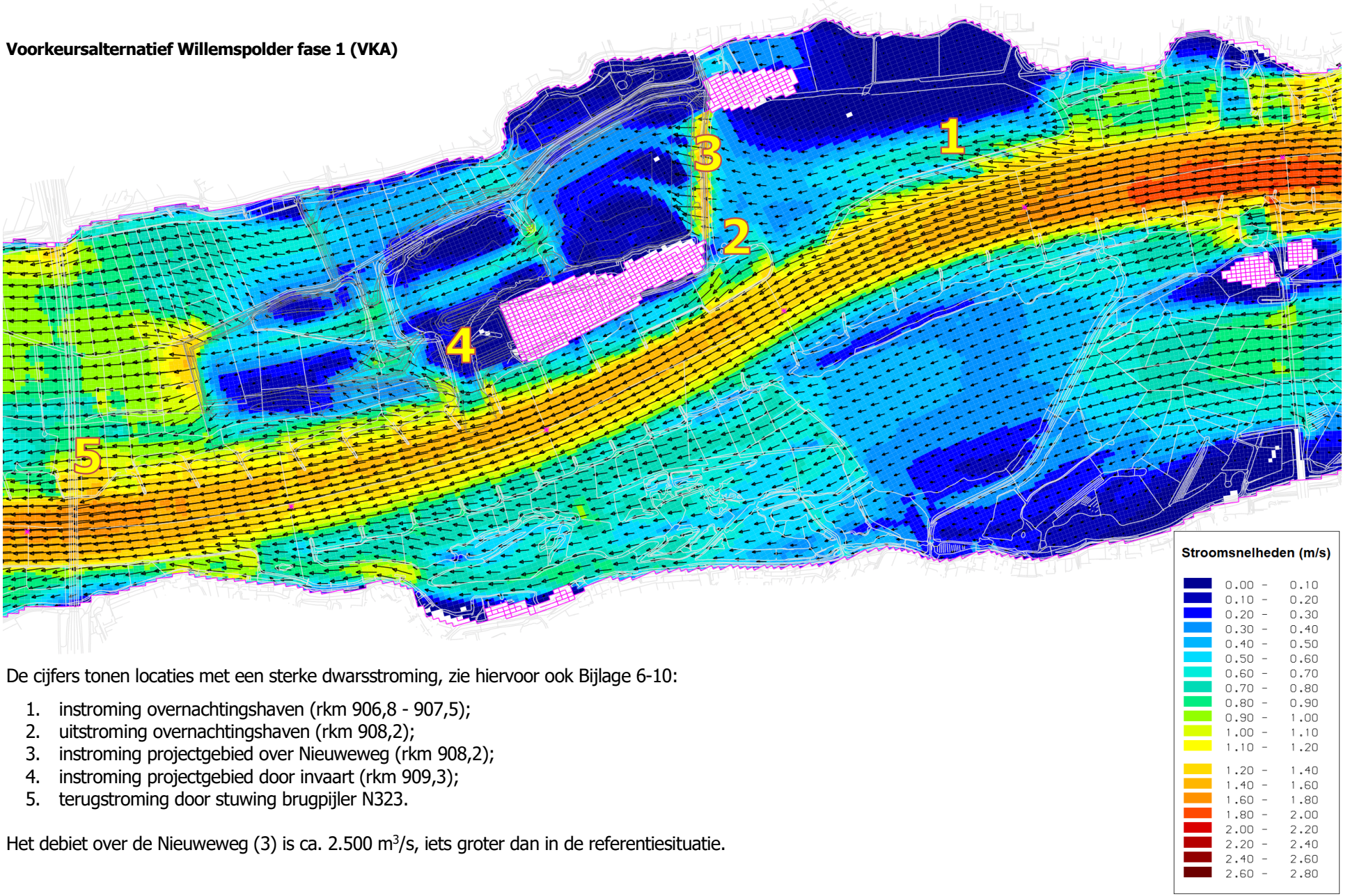



De cijfers tonen locaties met een sterke dwarsstroming, zie hiervoor ook Bijlage 6-5:

1. instroming overnachtingshaven (rkm 906,8 - 907,5);
2. uitstroming overnachtingshaven (rkm 908,2);
3. instroming projectgebied over Nieuweweg (rkm 908,2);
4. instroming projectgebied door invaart (rkm 909,3) – vooral het geval in het ontwerp;
5. terugstroming door stuwing brugpijler N323.

Het debiet over de Nieuweweg (3) is ca. 2.400 m³/s.

**Voorkeursalternatief Willemspolder fase 1 (VKA)**



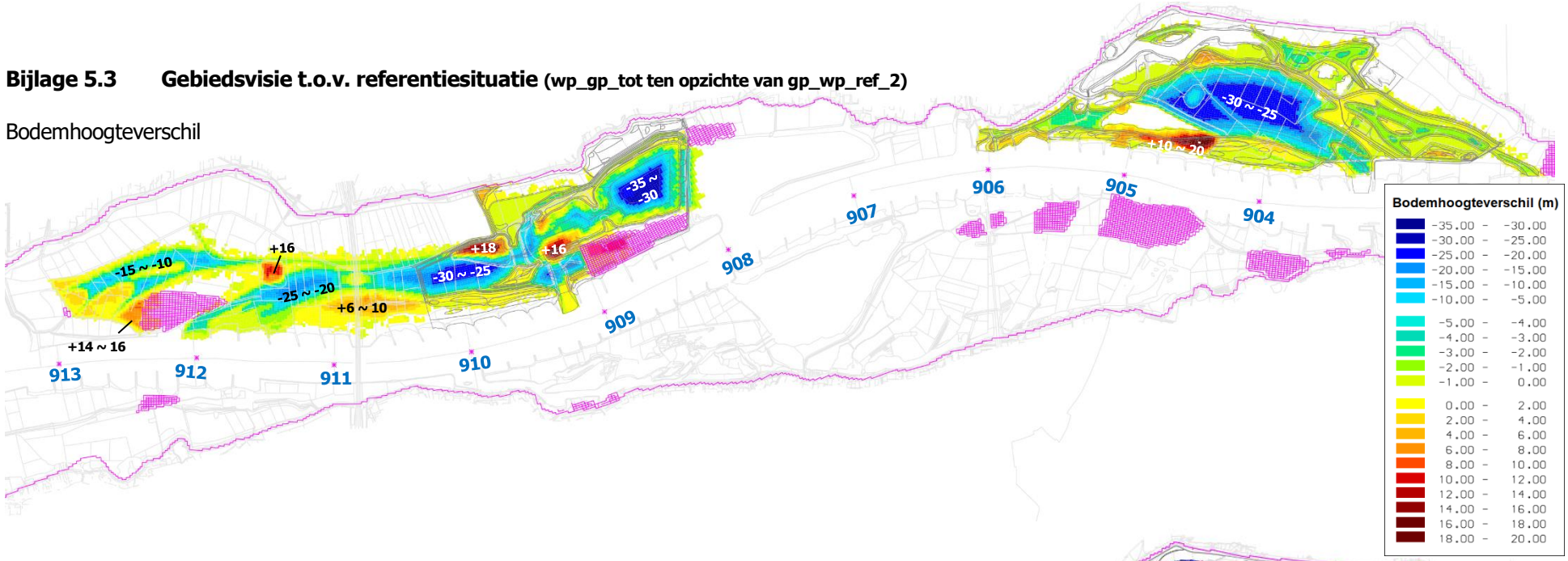

De cijfers tonen locaties met een sterke dwarsstroming, zie hiervoor ook Bijlage 6-10:

1. instroming overnachtingshaven (rkm 906,8 - 907,5);
2. uitstroming overnachtingshaven (rkm 908,2);
3. instroming projectgebied over Nieuweweg (rkm 908,2);
4. instroming projectgebied door invaart (rkm 909,3);
5. terugstroming door stuwing brugpijler N323.

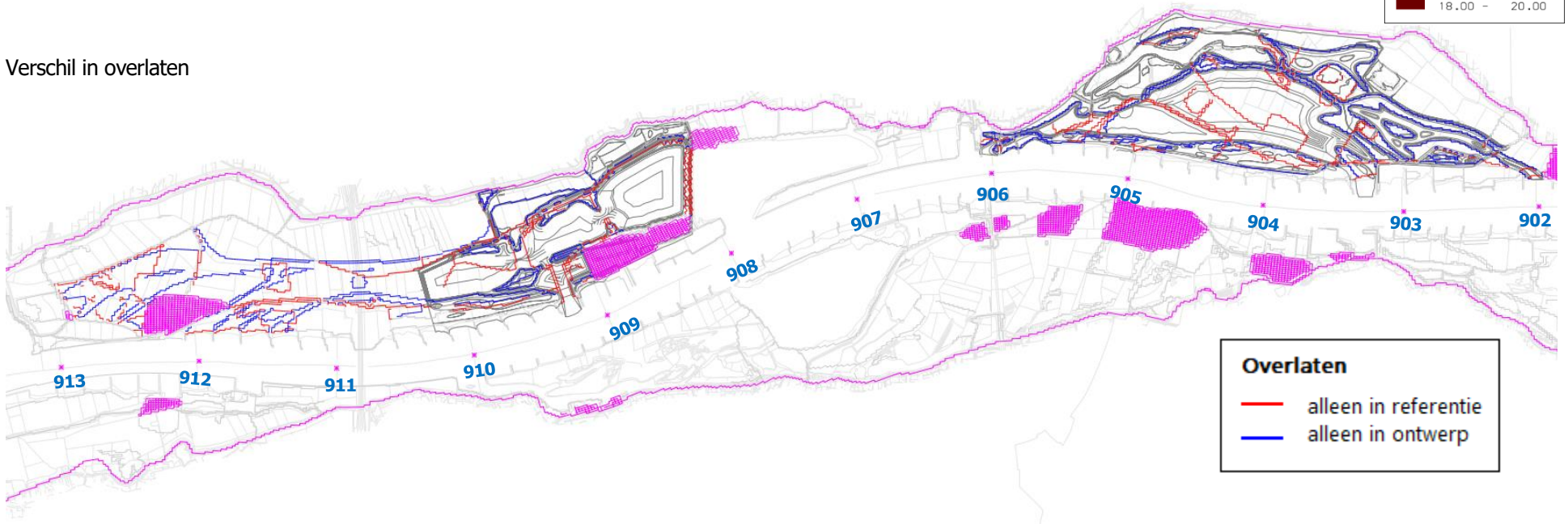
Het debiet over de Nieuweweg (3) is ca. 2.500 $m^3/s$, iets groter dan in de referentiesituatie.

**Bijlage 5.3 Gebiedsvisie t.o.v. referentiesituatie (wp_gp_tot ten opzichte van gp_wp_ref_2)**

Bodemhoogteverschil



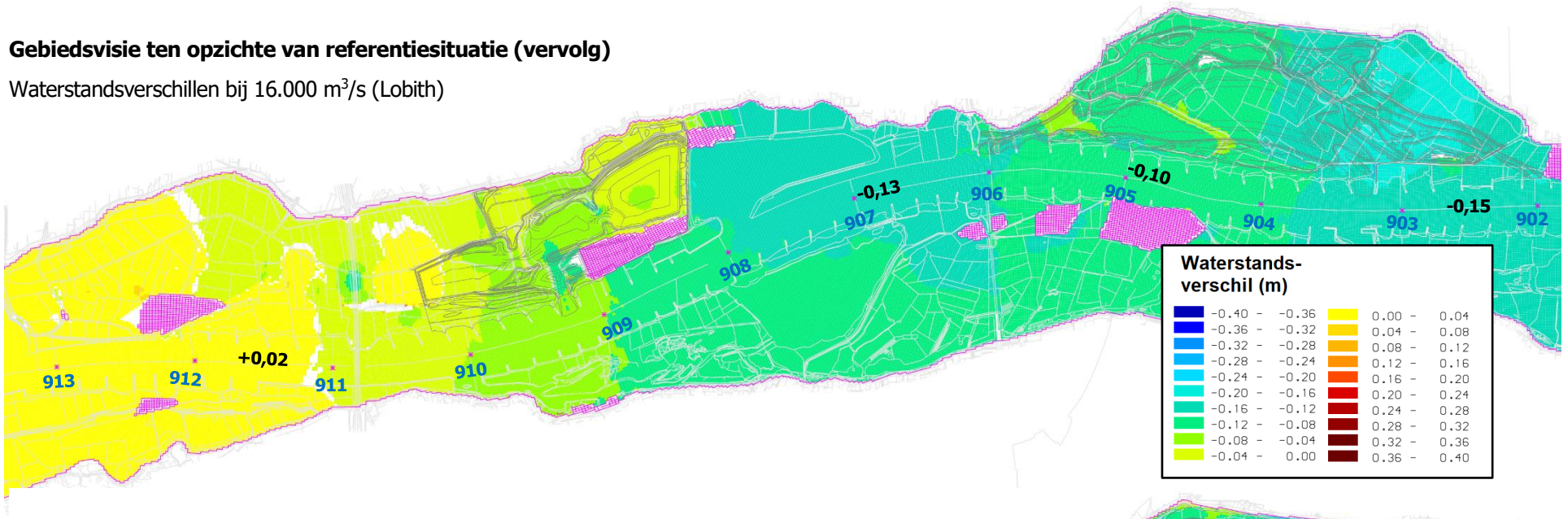

Verschil in overlaten



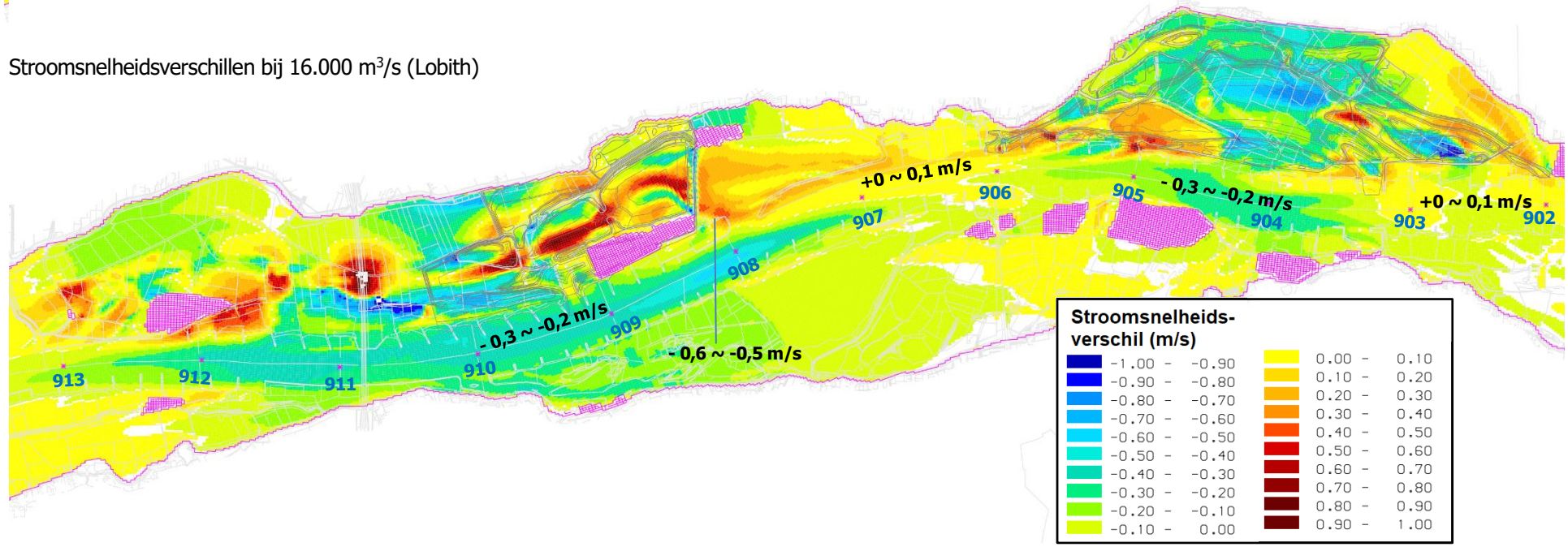
Verschil in ruwheden

**Gebiedsvisie ten opzichte van referentiesituatie (vervolg)**

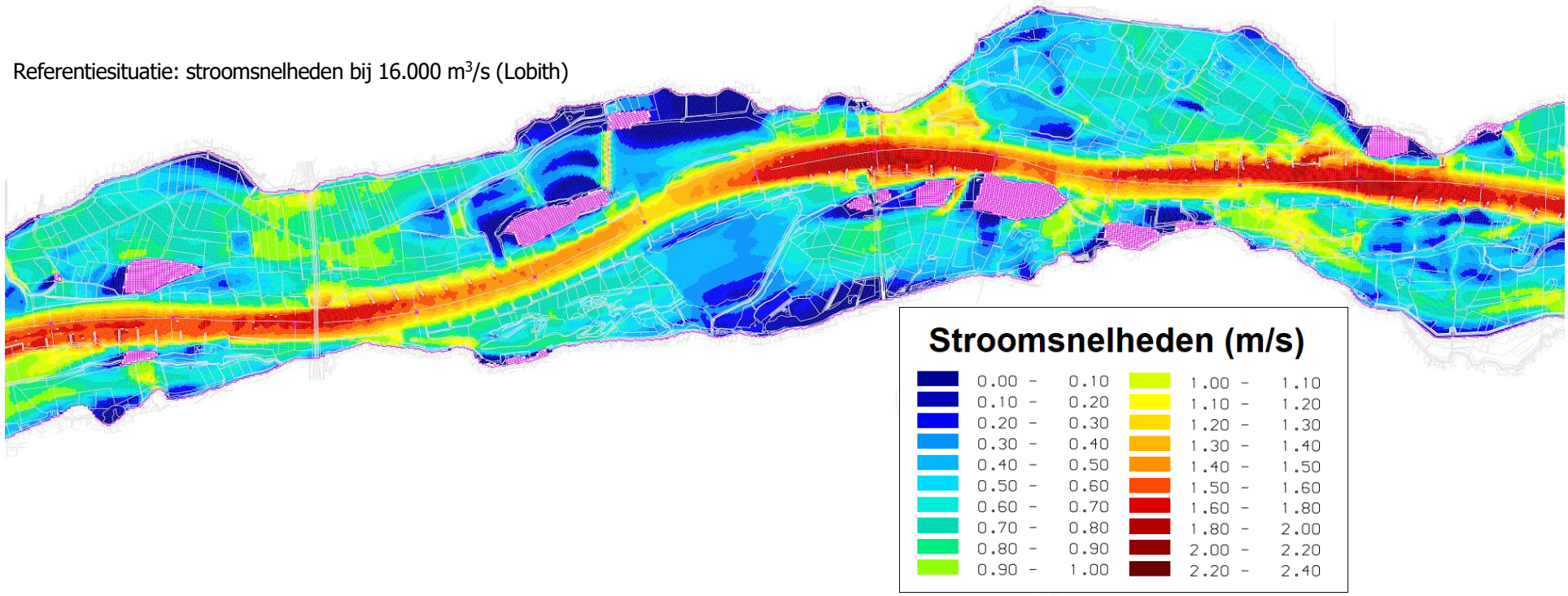
Waterstandsverschillen bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



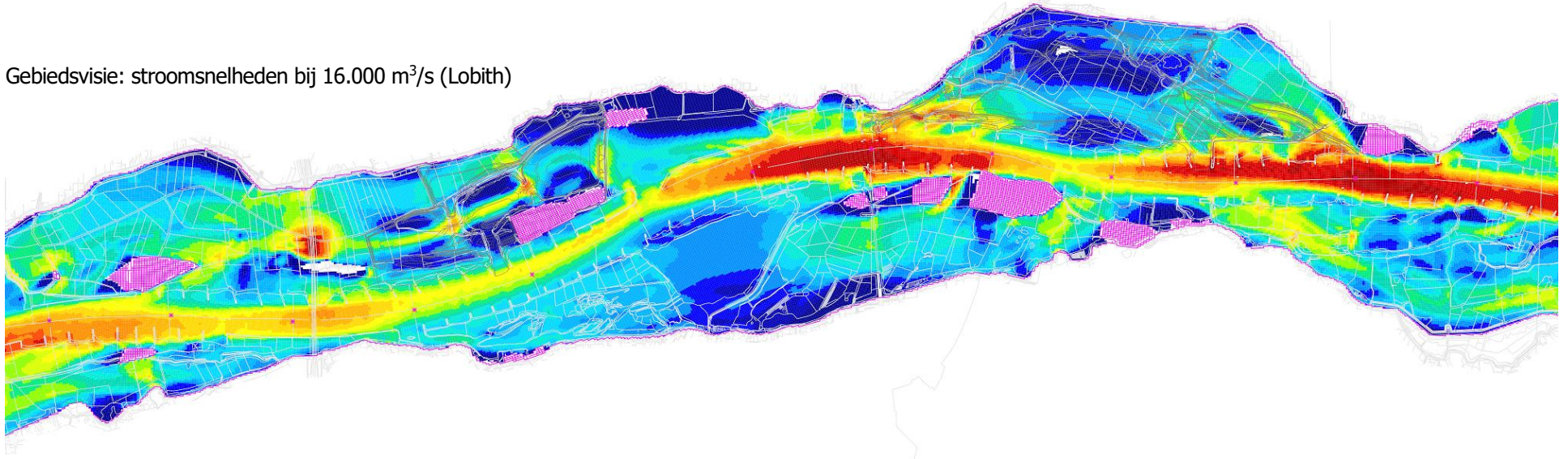

Stroomsnelheidsverschillen bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



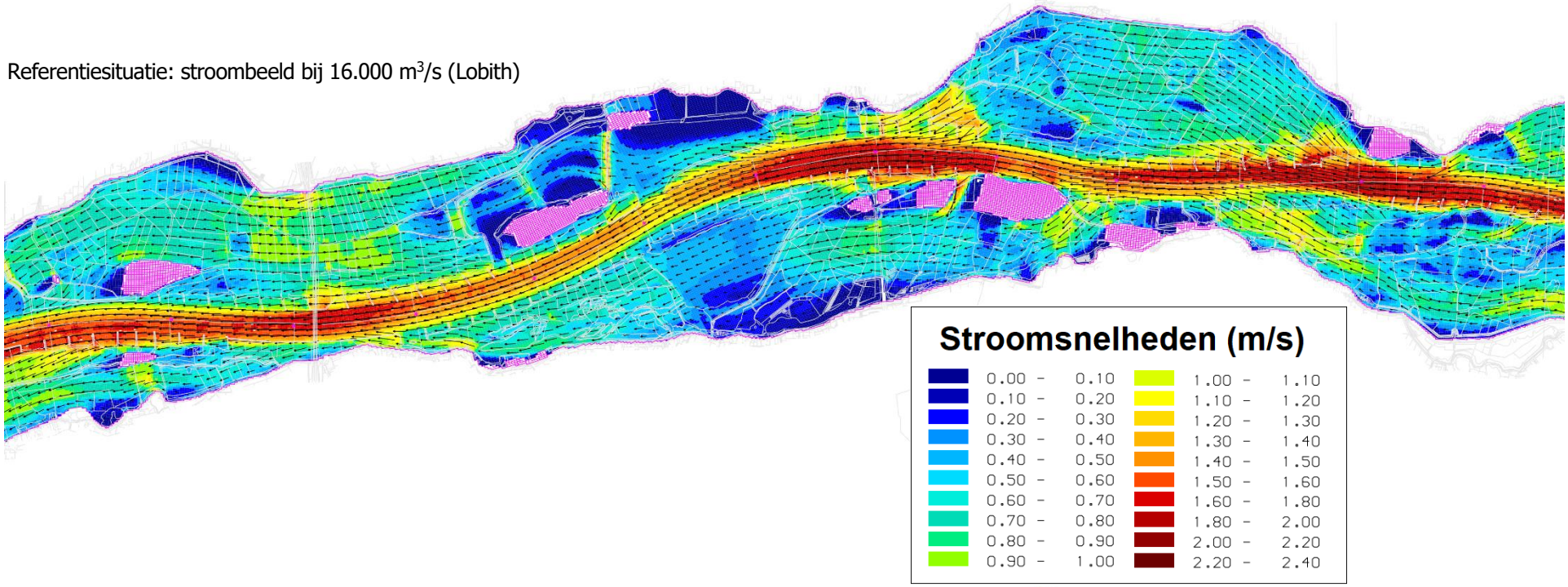
Referentiesituatie: stroomsnelheden bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



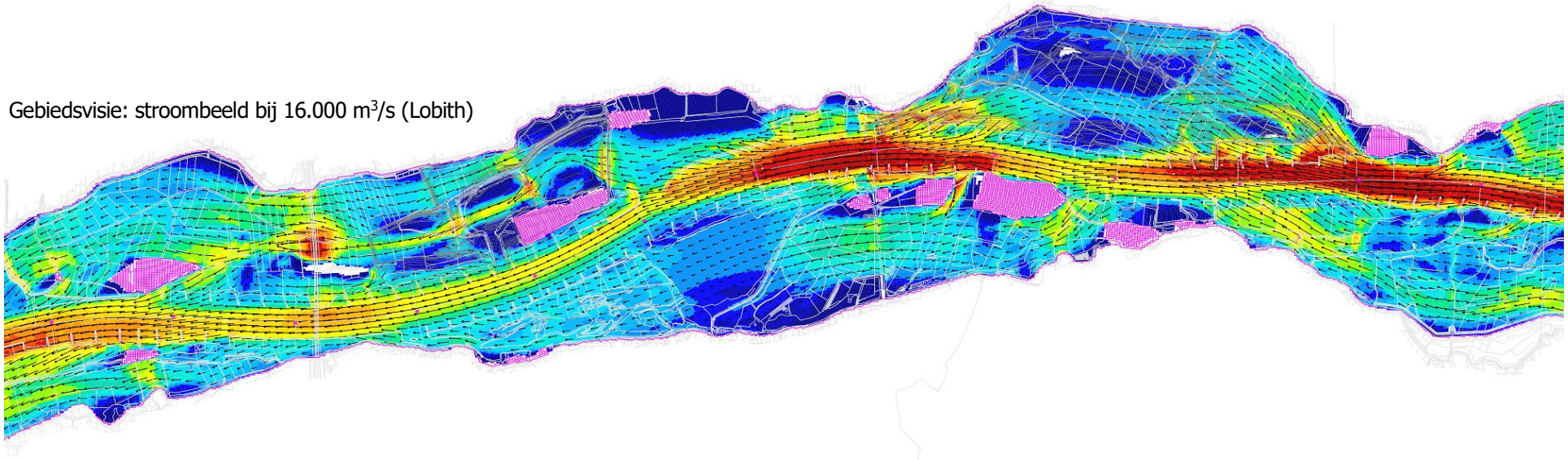

Gebiedsvisie: stroomsnelheden bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



Referentiesituatie: stroombeeld bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



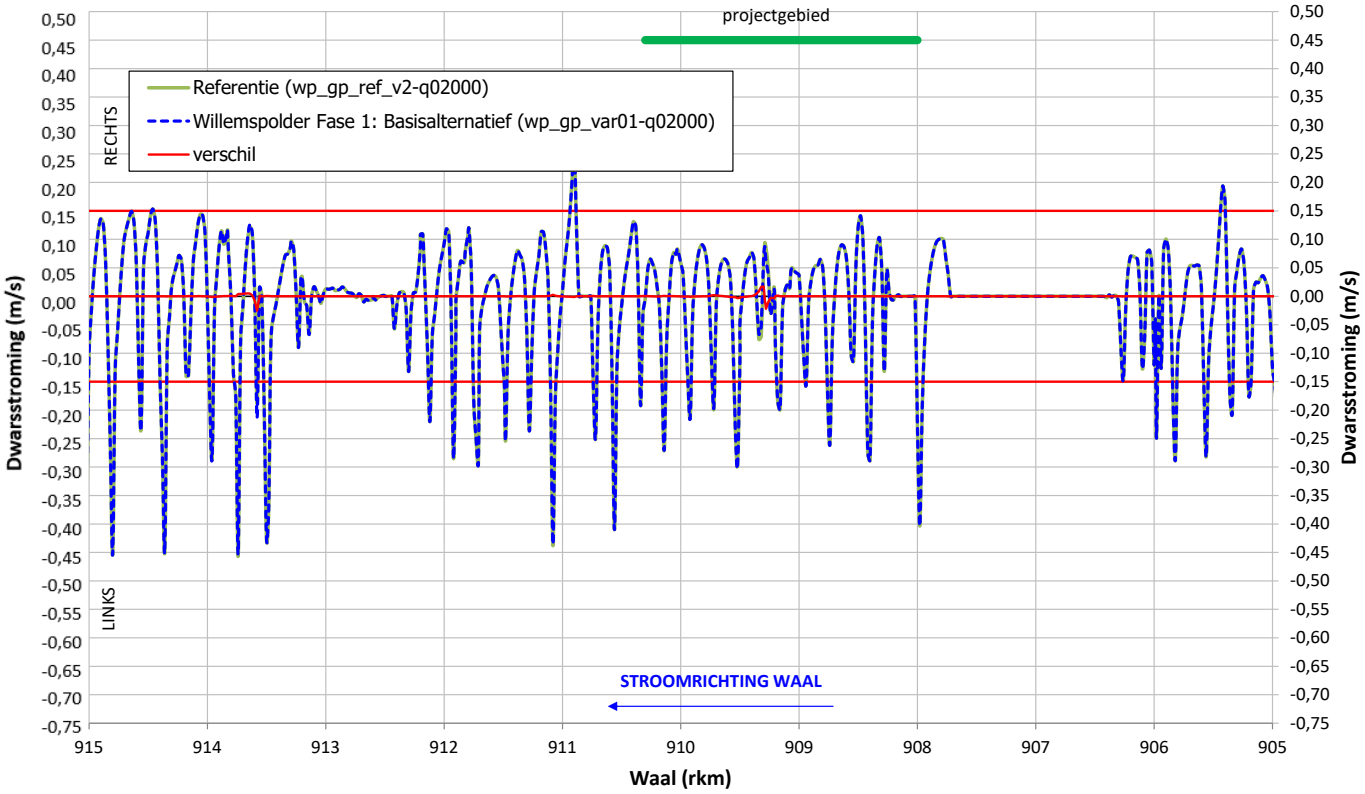

Gebiedsvisie: stroombeeld bij 16.000 $m^3/s$ (Lobith)



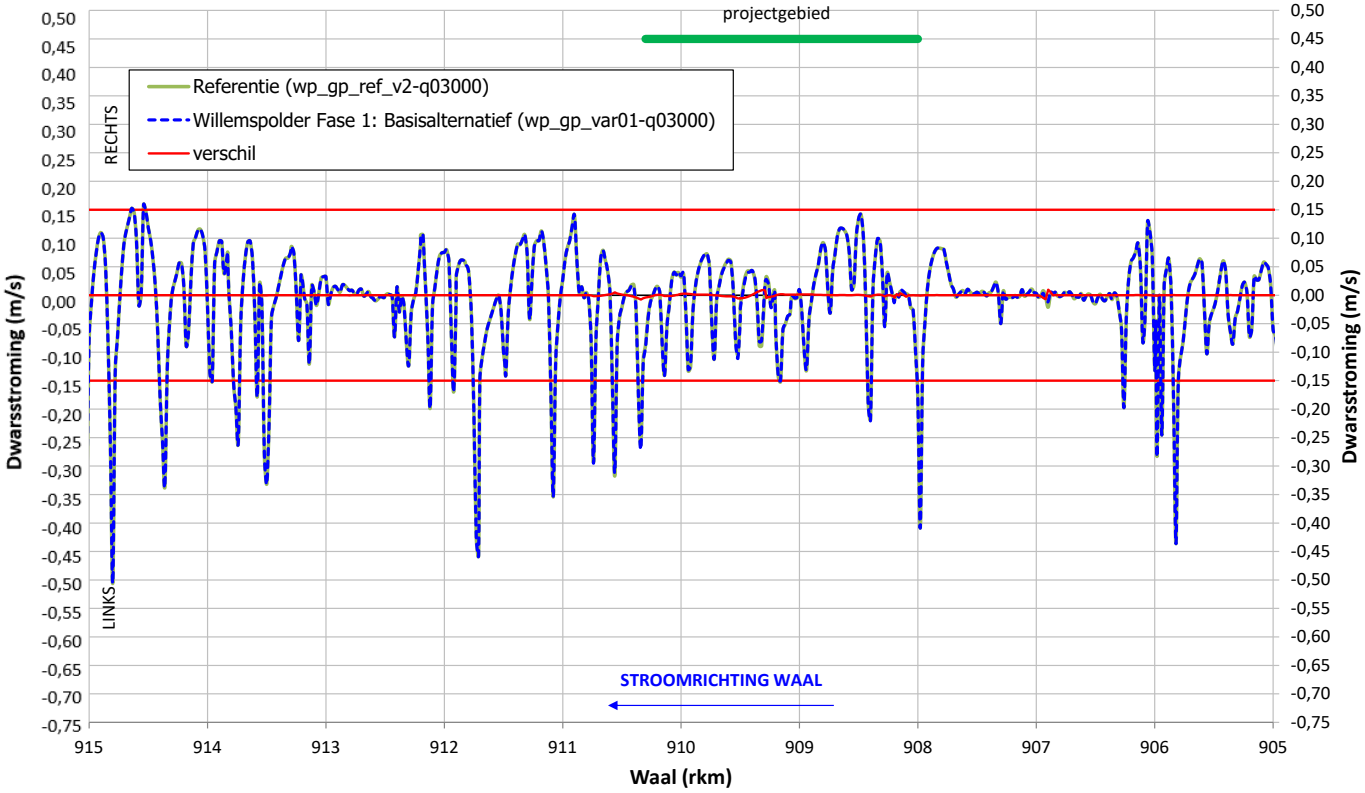
# Bijlage 6 Analyse effecten op dwarsstroming bij diverse afvoerniveaus

## Bijlage 6.1 Basisalternatief

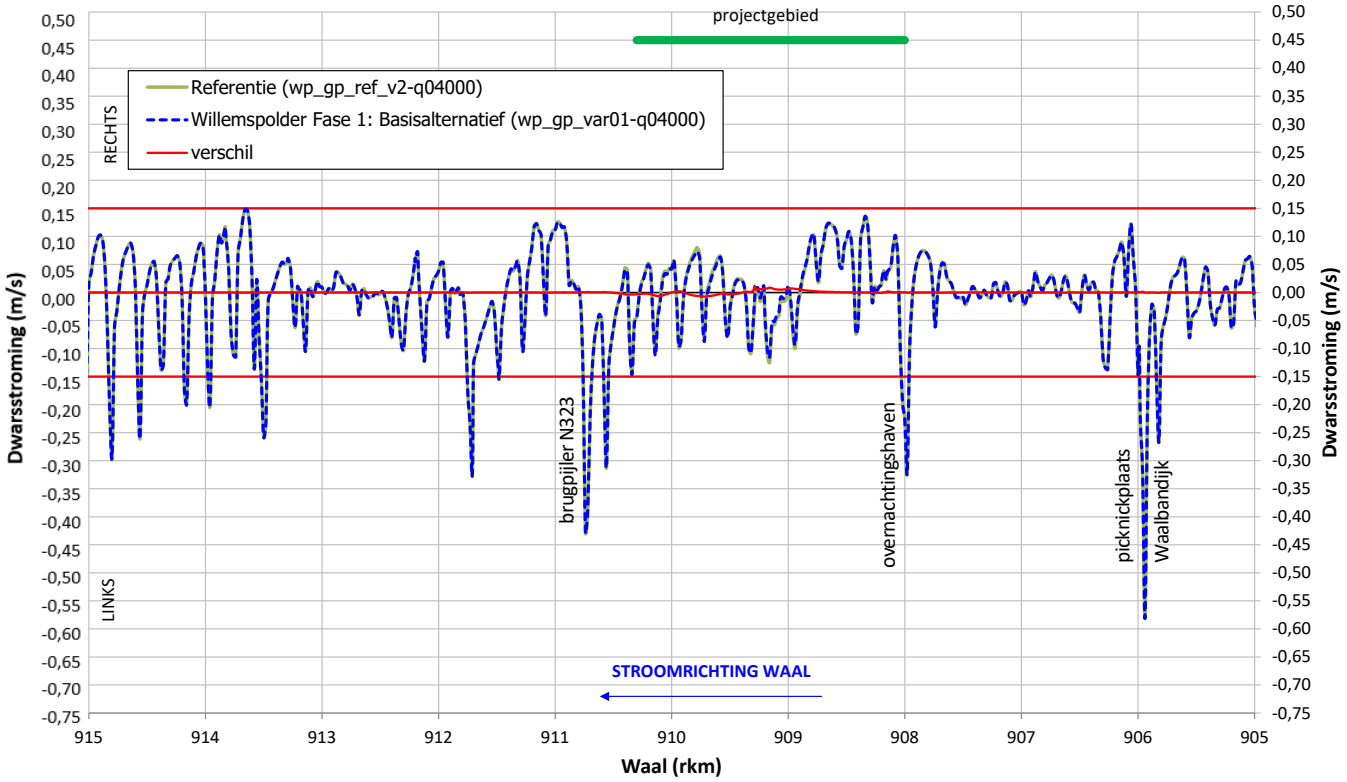
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (2.000 $m^3/s$ te Lobith)



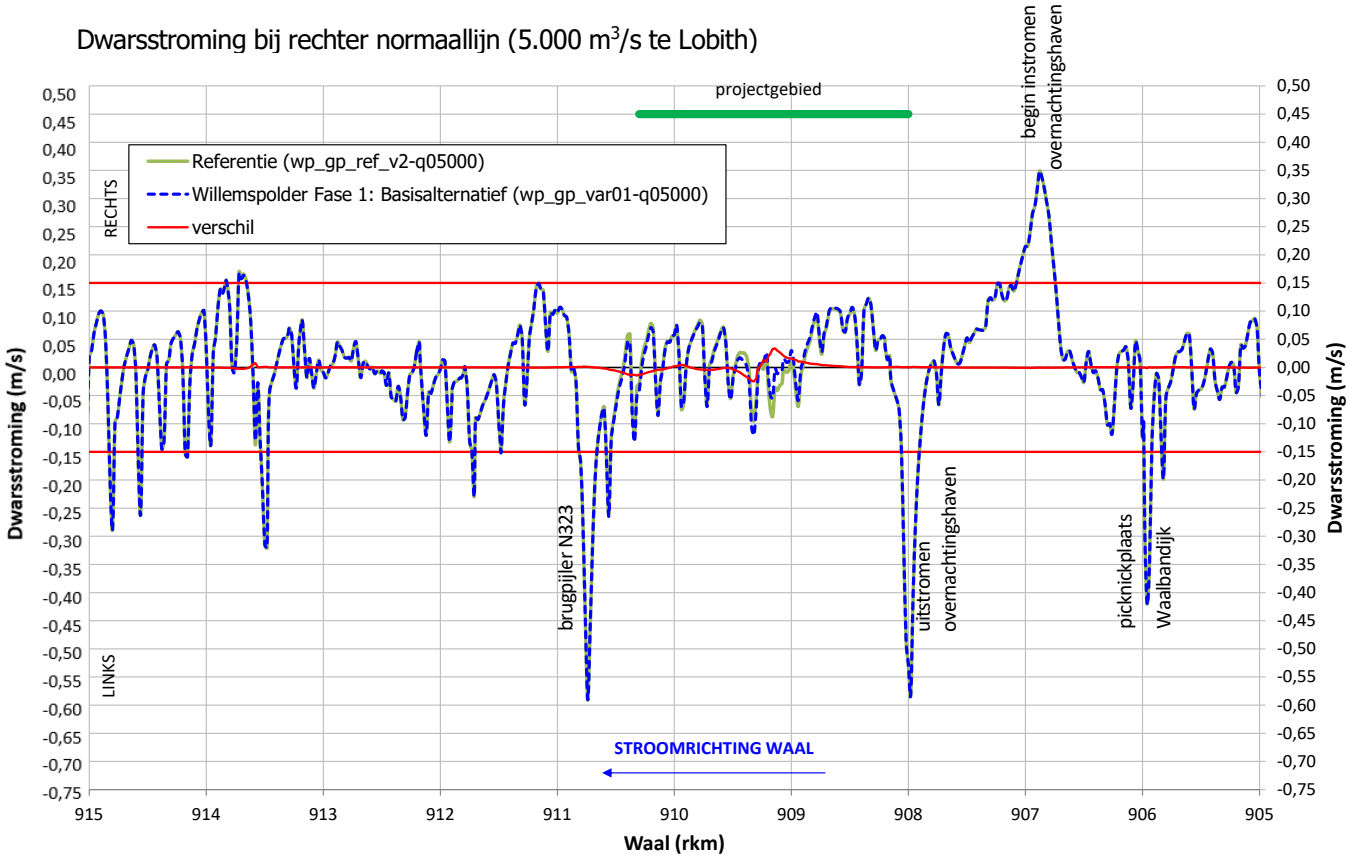

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (3.000 $m^3/s$ te Lobith)



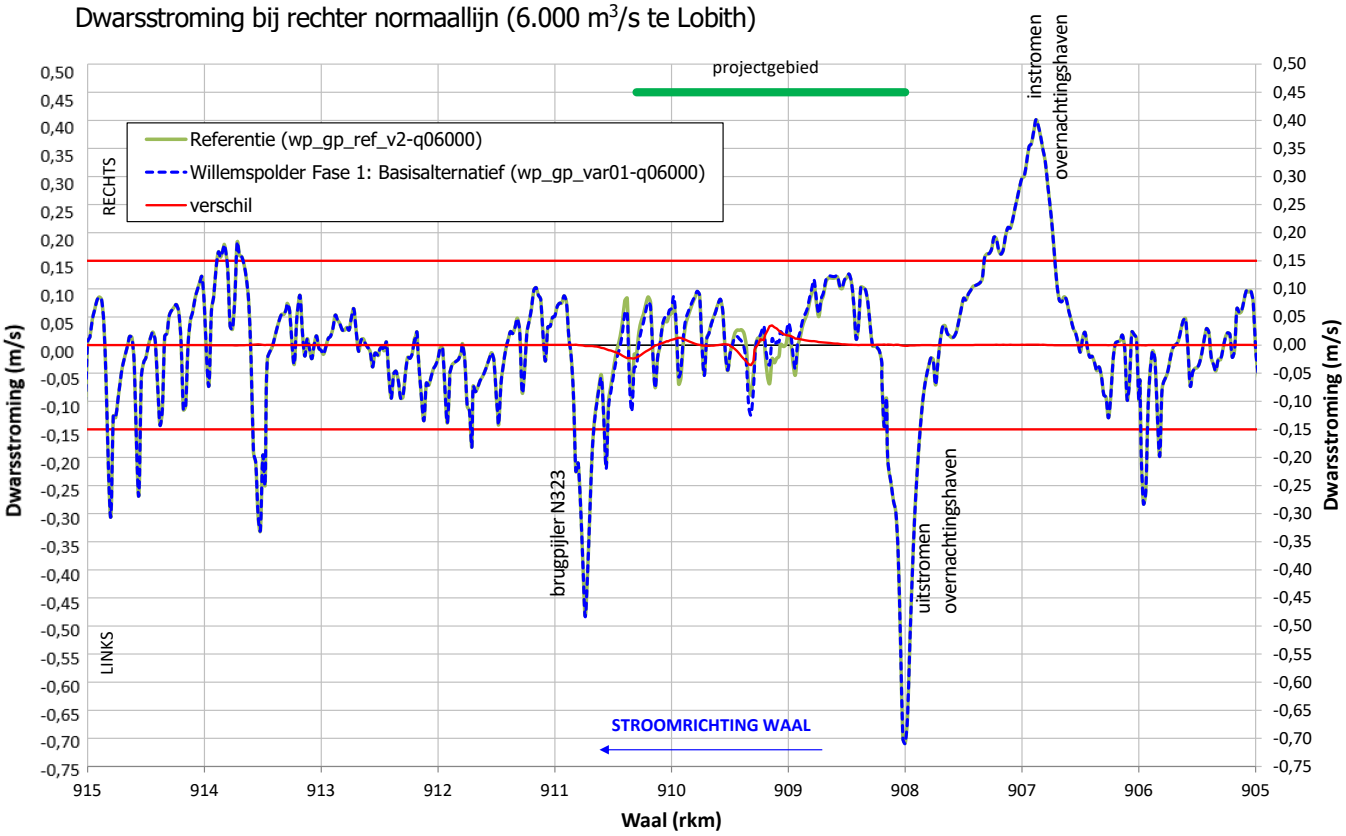
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (4.000 $m^3/s$ te Lobith)



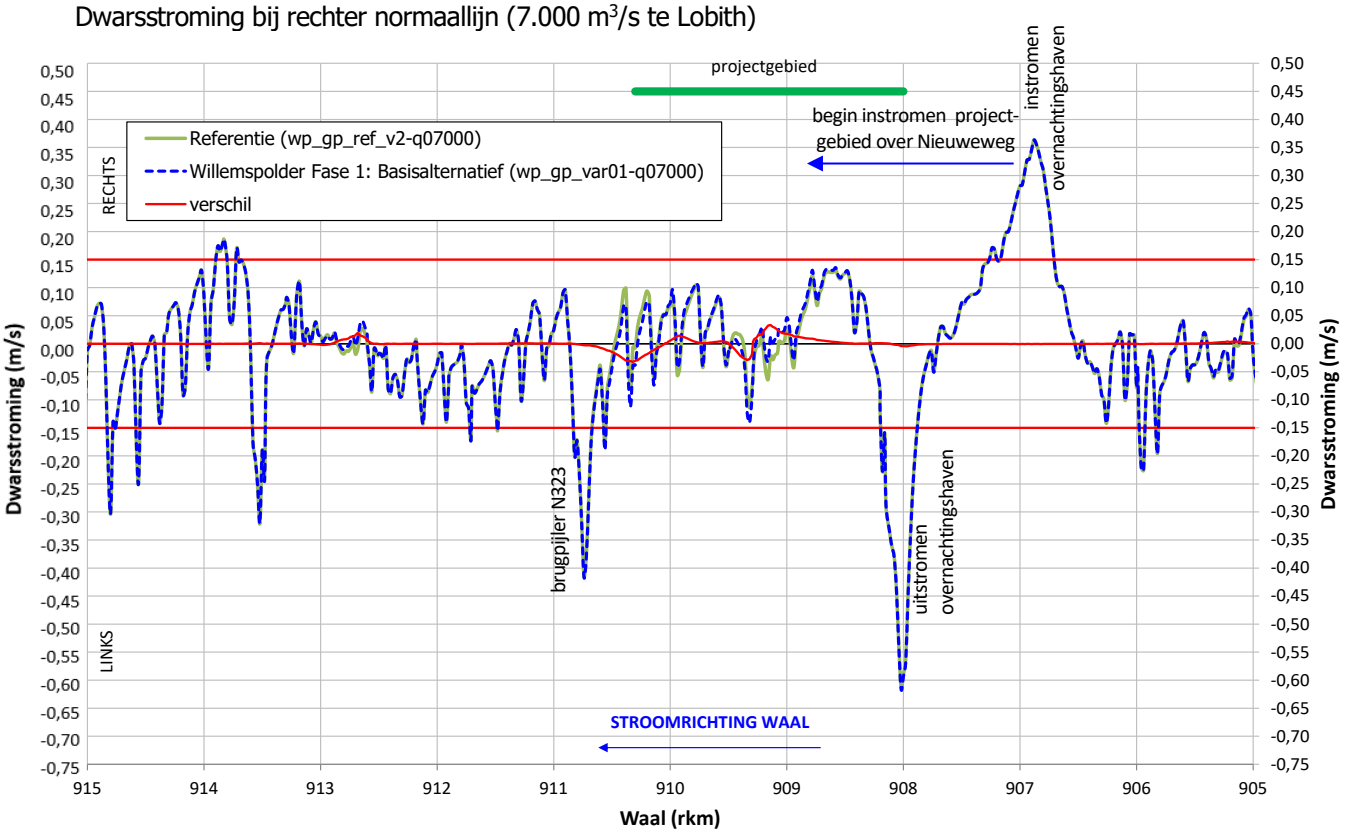

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (5.000 $m^3/s$ te Lobith)



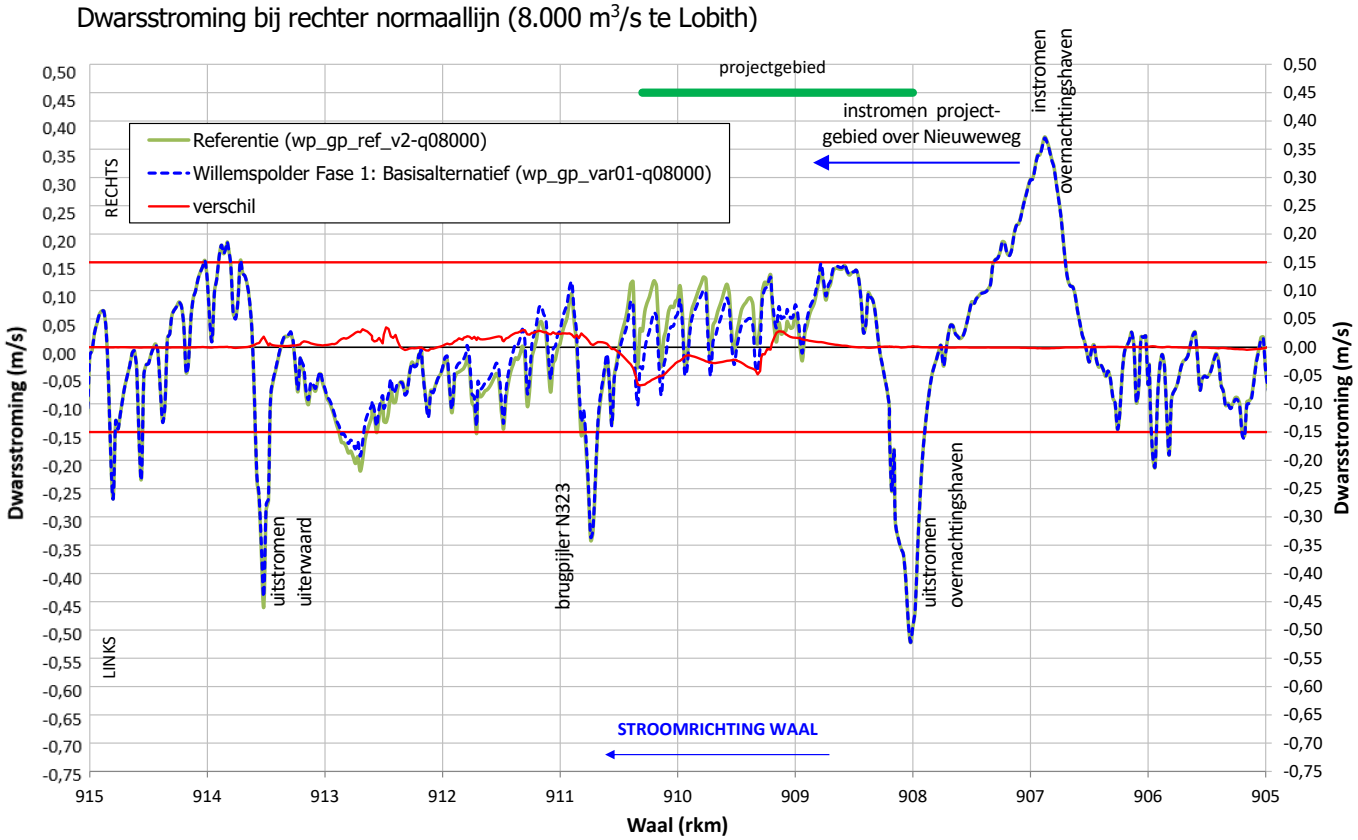
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (6.000 m$^3$/s te Lobith)



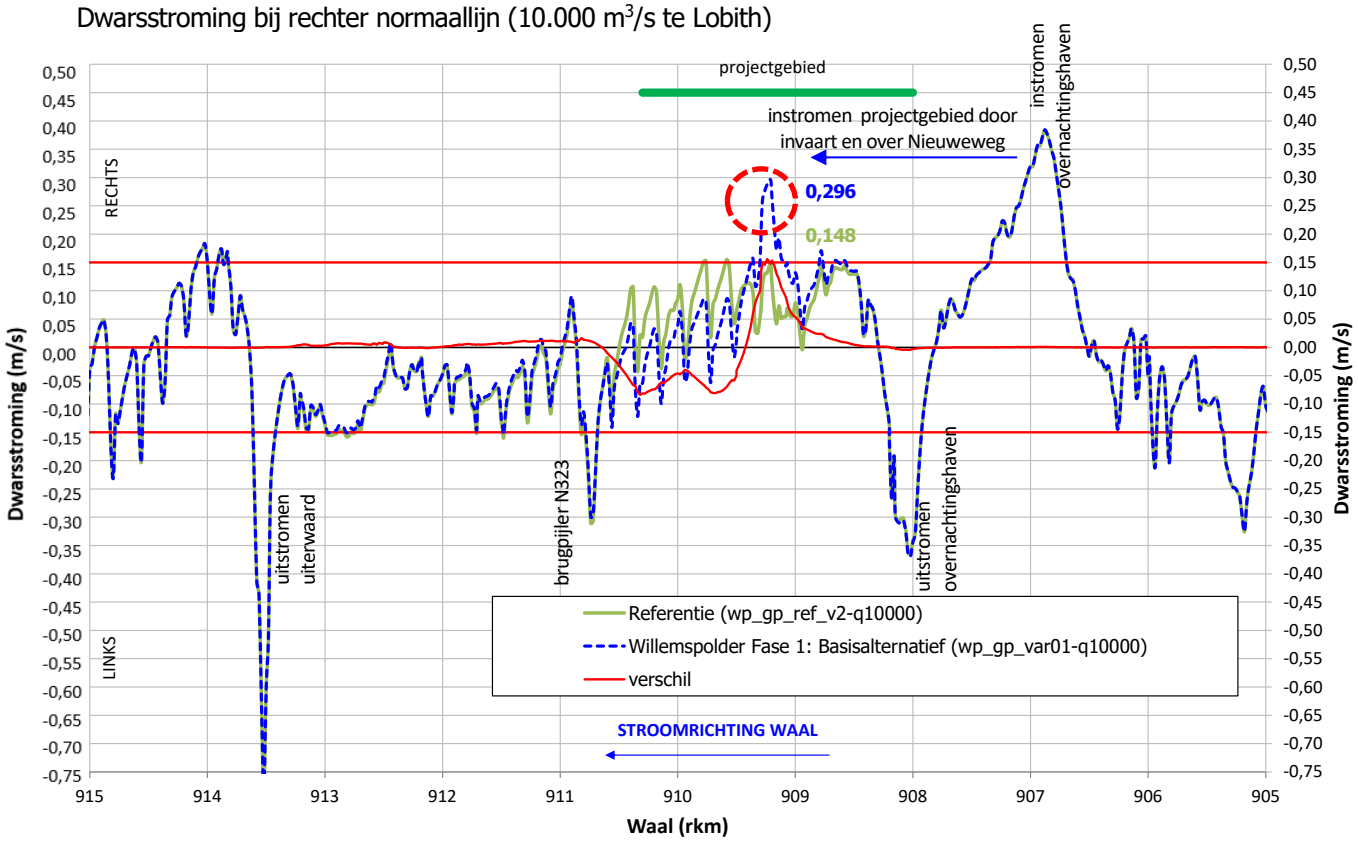

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (7.000 m$^3$/s te Lobith)



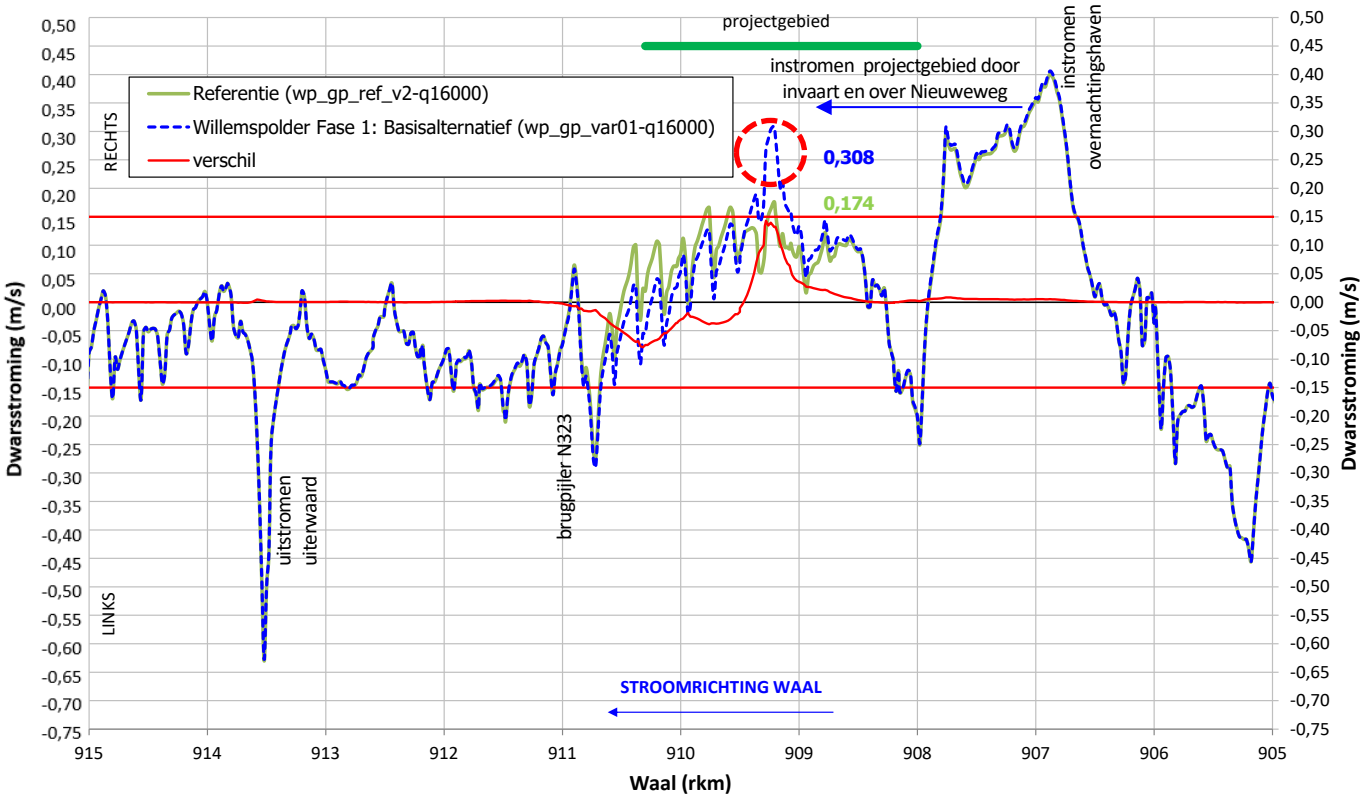
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (8.000 m$^3$/s te Lobith)




Dwarsstroming bij rechter normaallijn (10.000 m$^3$/s te Lobith)

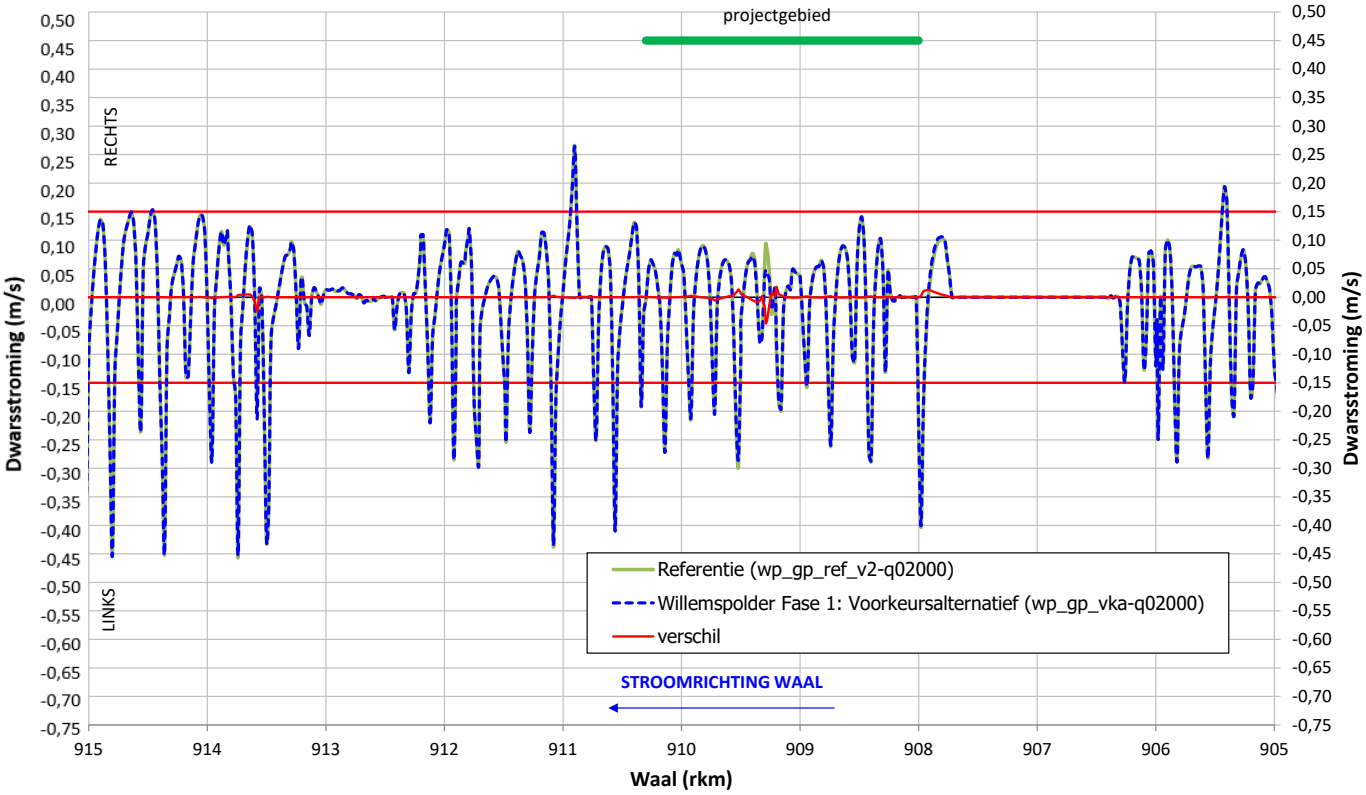


Dwarsstroming bij rechter normaallijn (16.000 m$^3$/s te Lobith): niet relevant voor scheepvaart

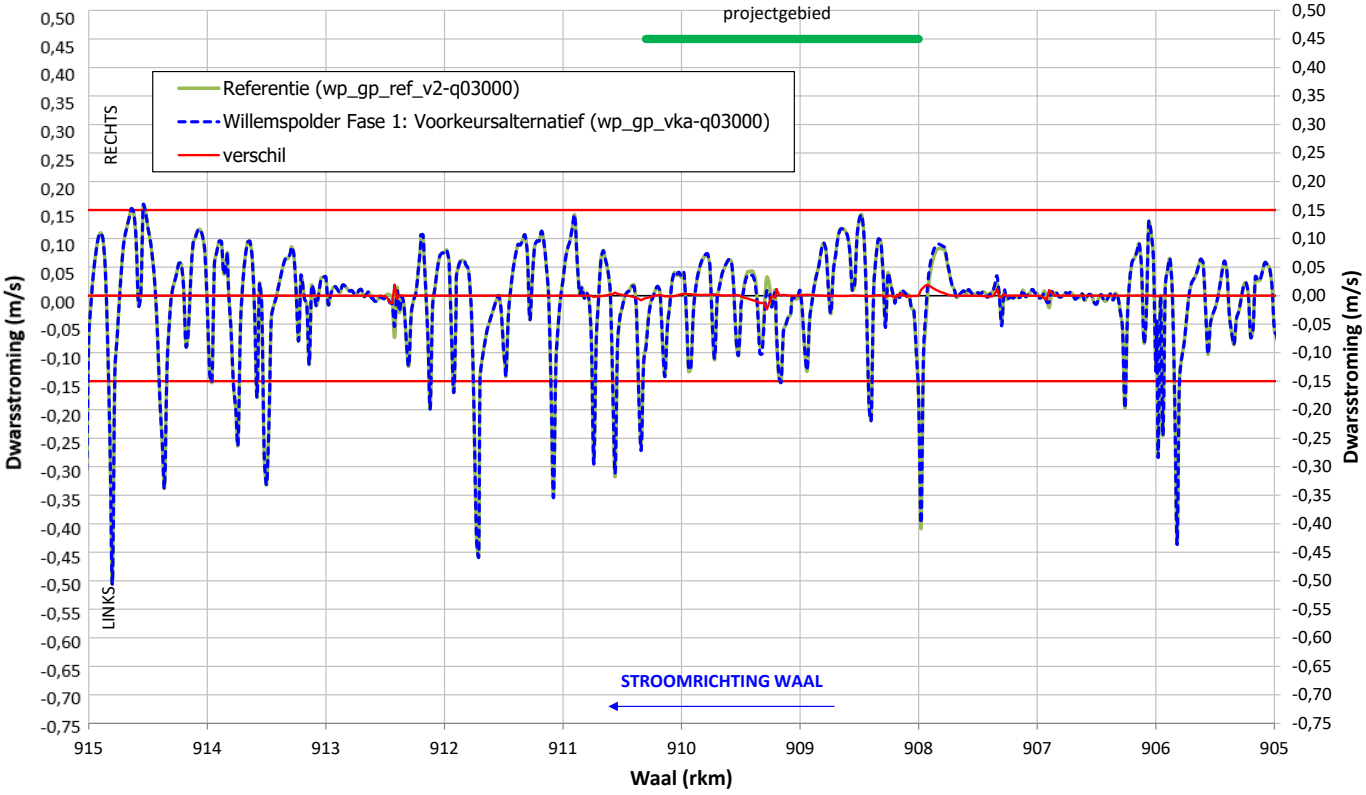


## Bijlage 6.2 Voorkeursalternatief

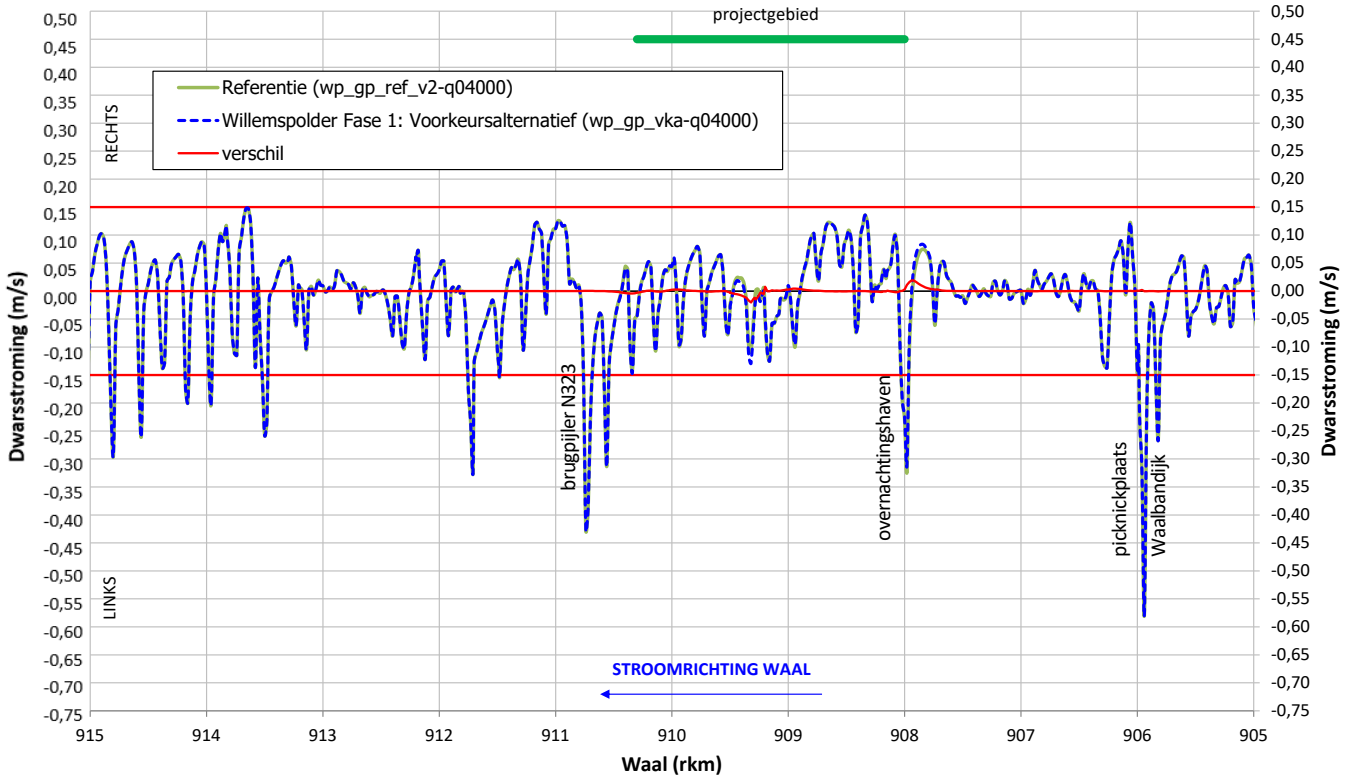
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (2.000 m³/s te Lobith)



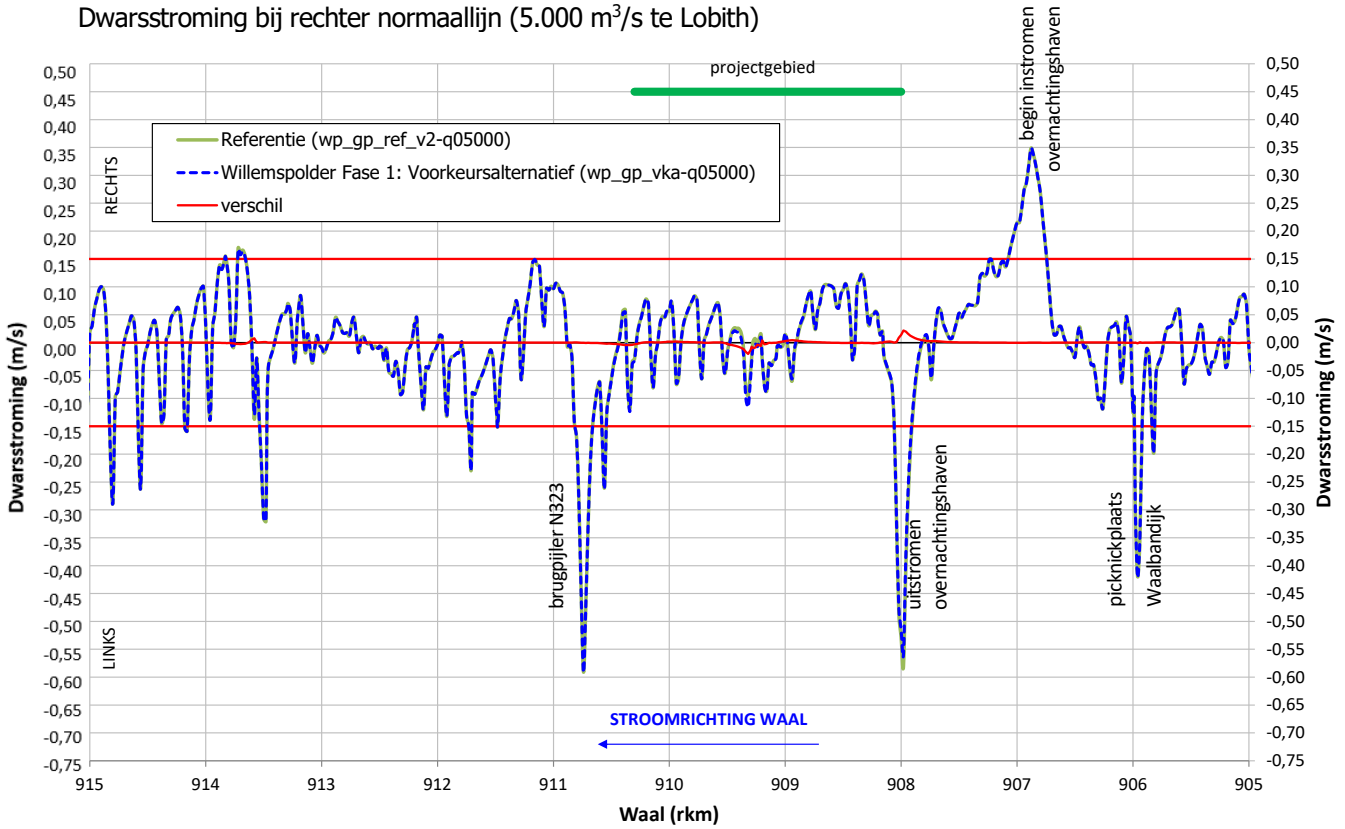

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (3.000 m³/s te Lobith)



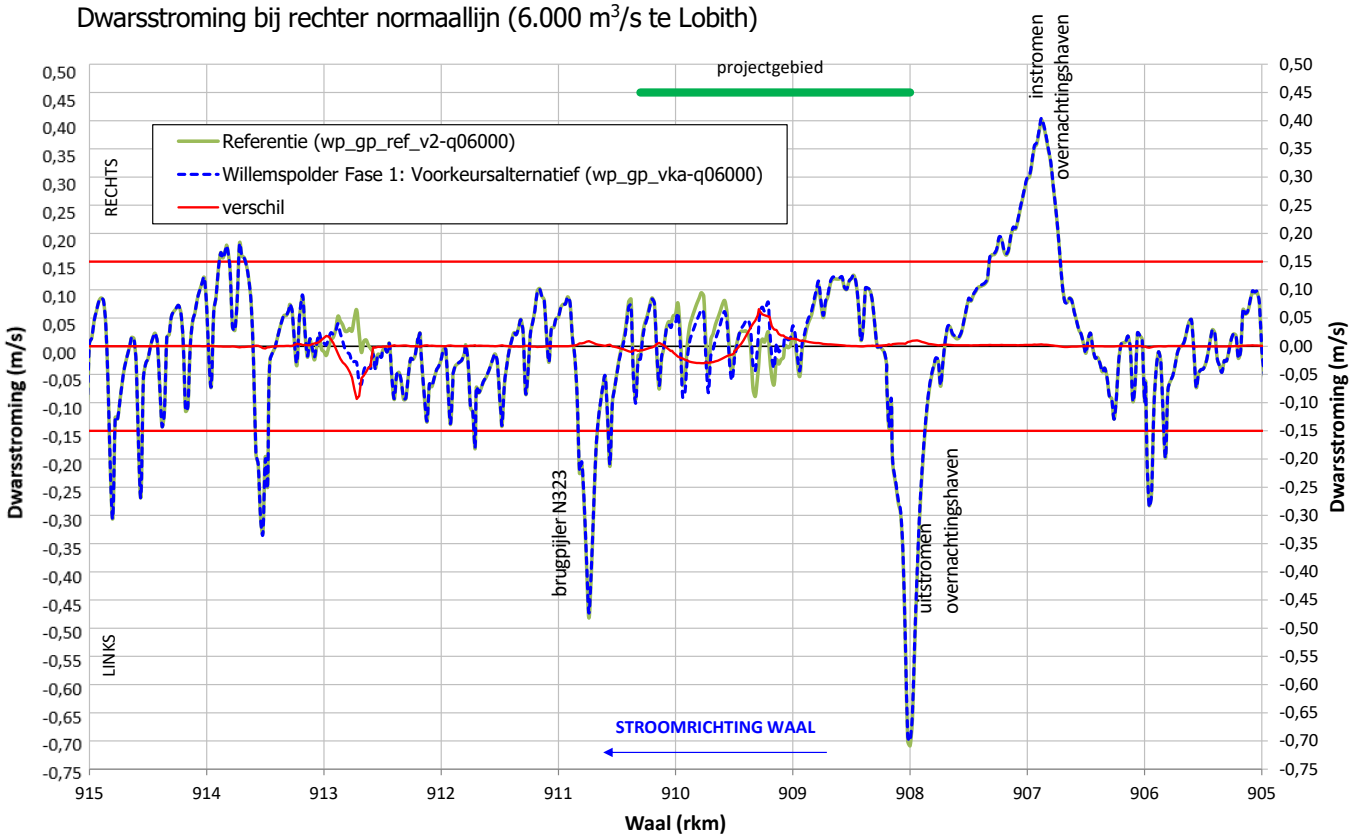
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (4.000 m$^3$/s te Lobith)



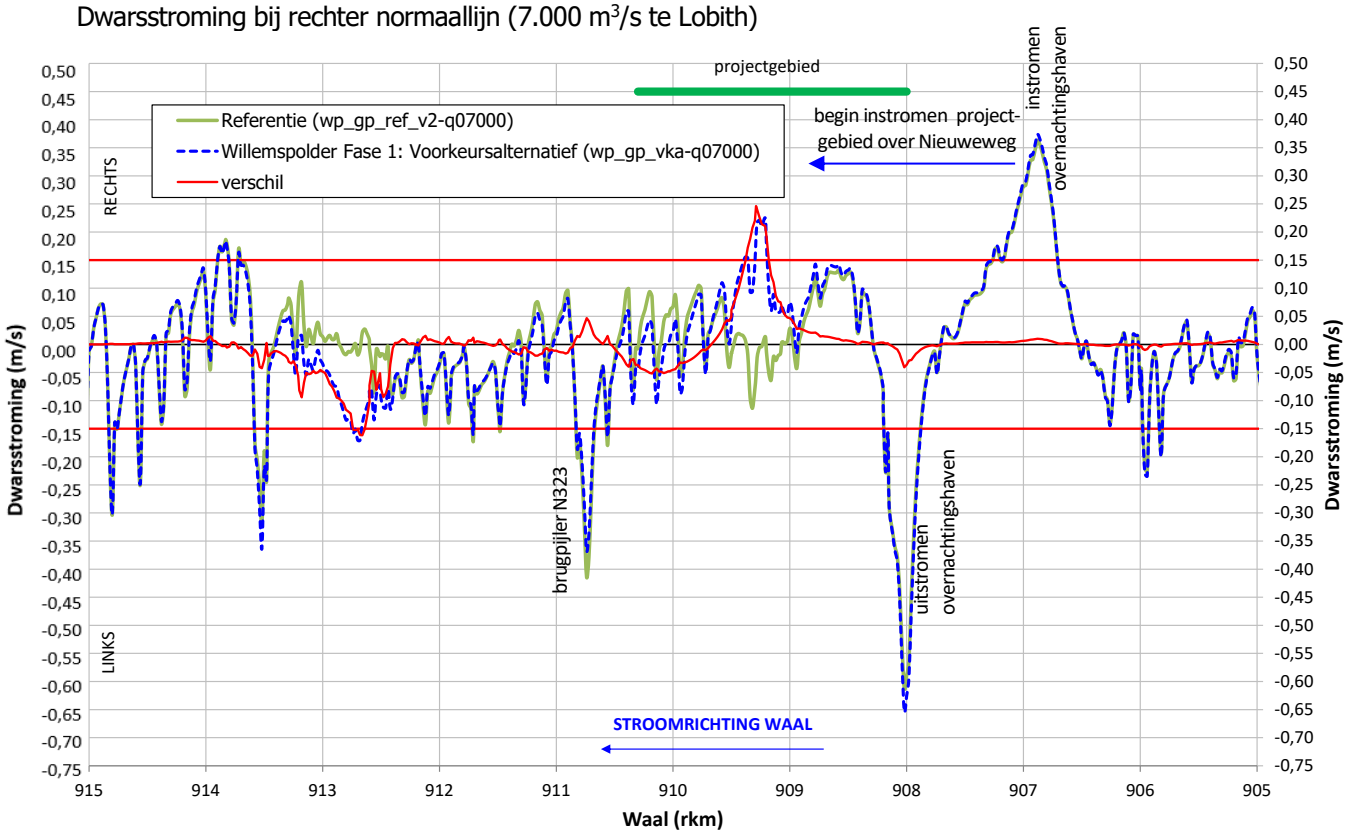

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (5.000 m$^3$/s te Lobith)



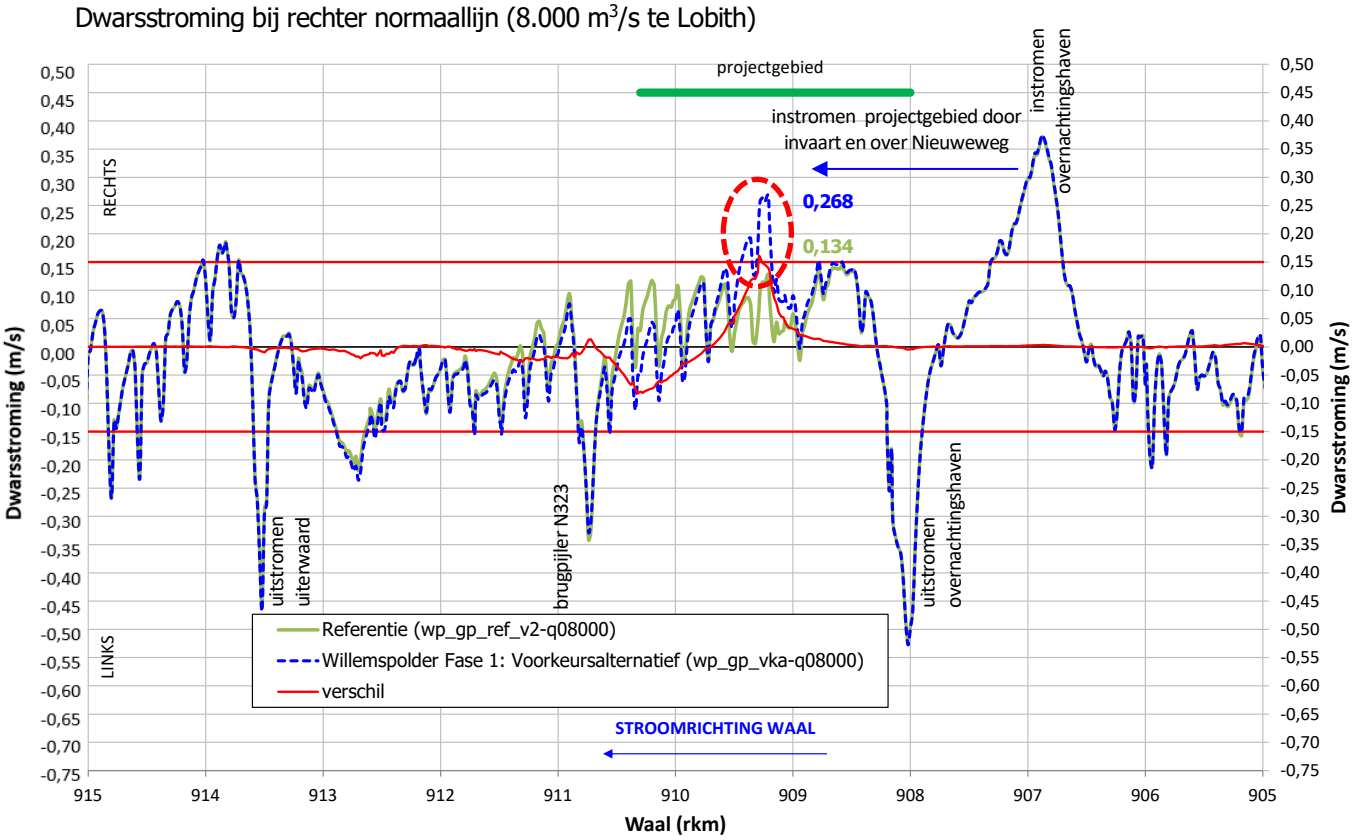
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (6.000 m³/s te Lobith)



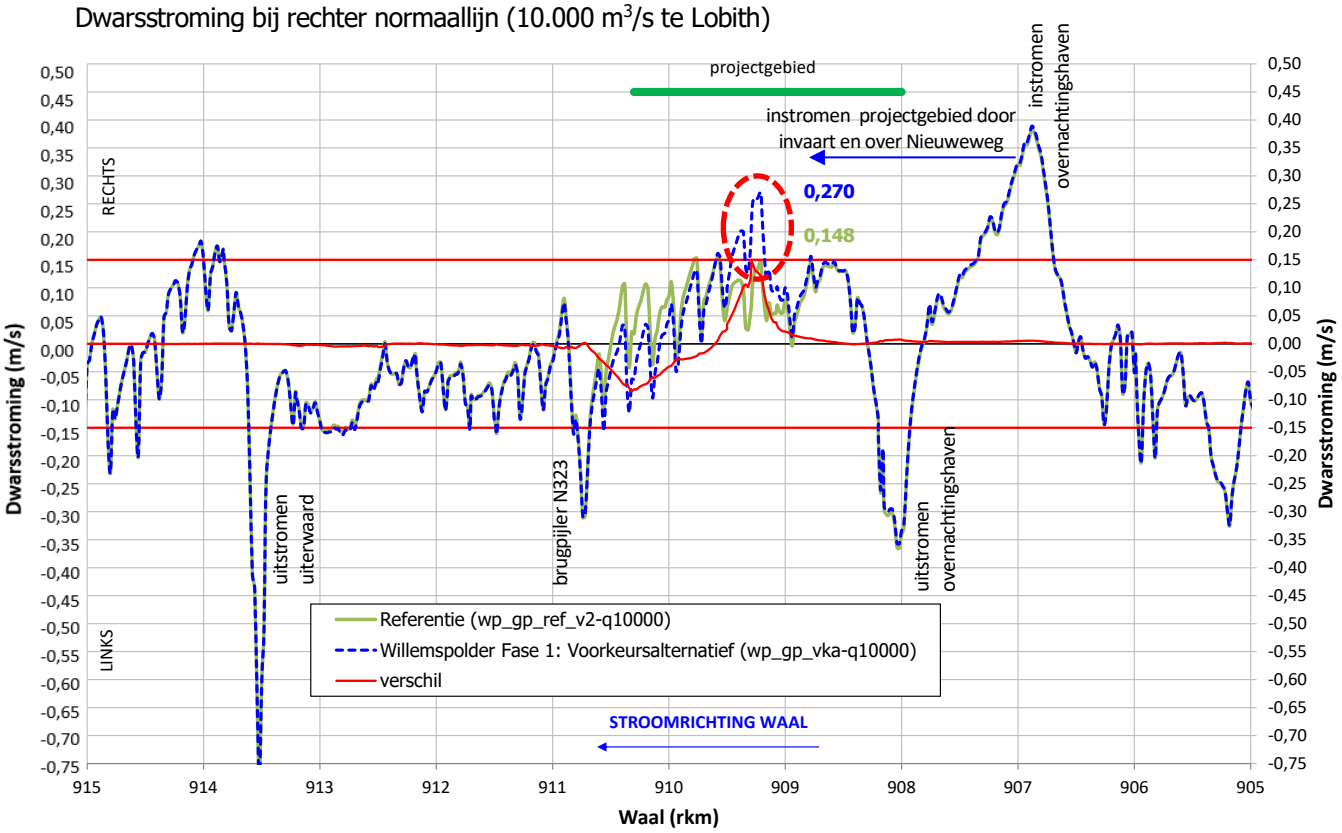

Dwarsstroming bij rechter normaallijn (7.000 m³/s te Lobith)



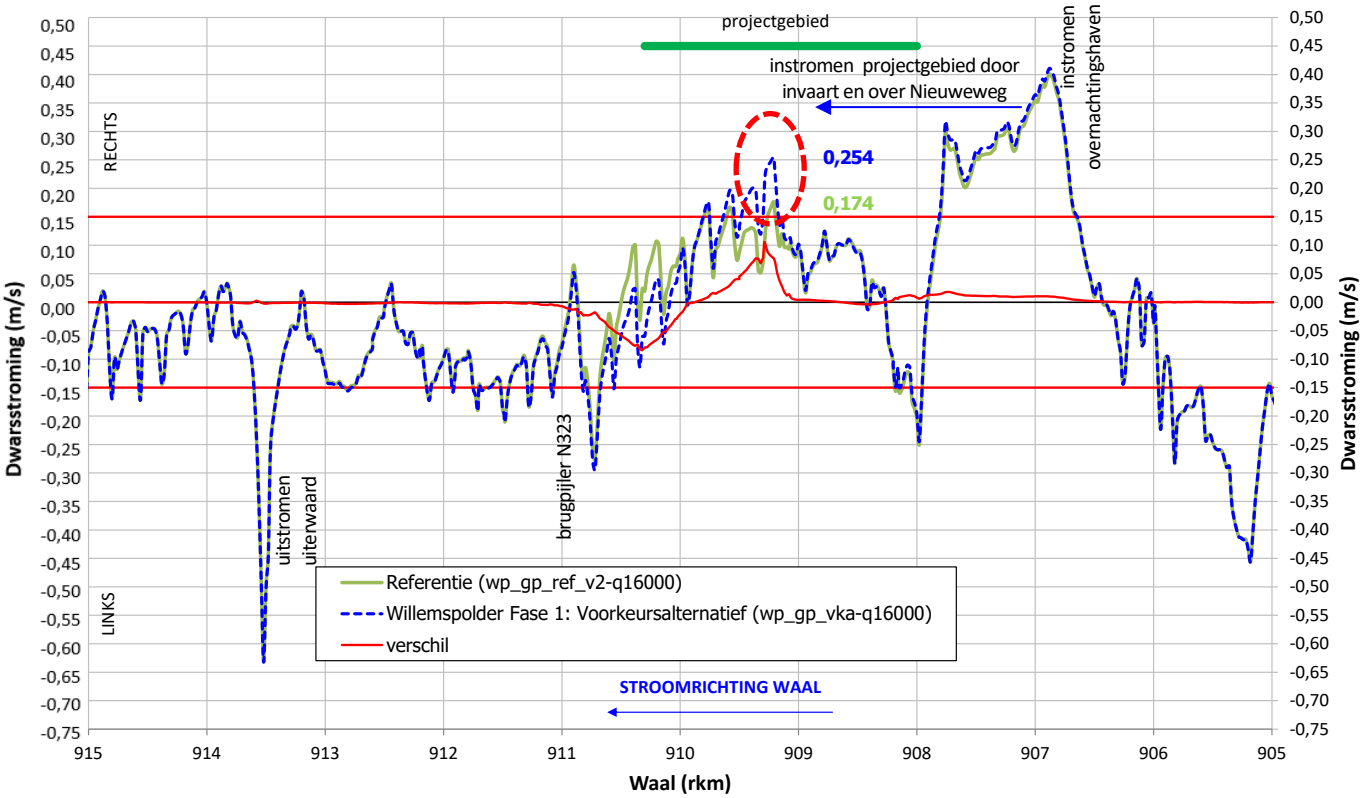
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (8.000 m$^3$/s te Lobith)




Dwarsstroming bij rechter normaallijn (10.000 m$^3$/s te Lobith)



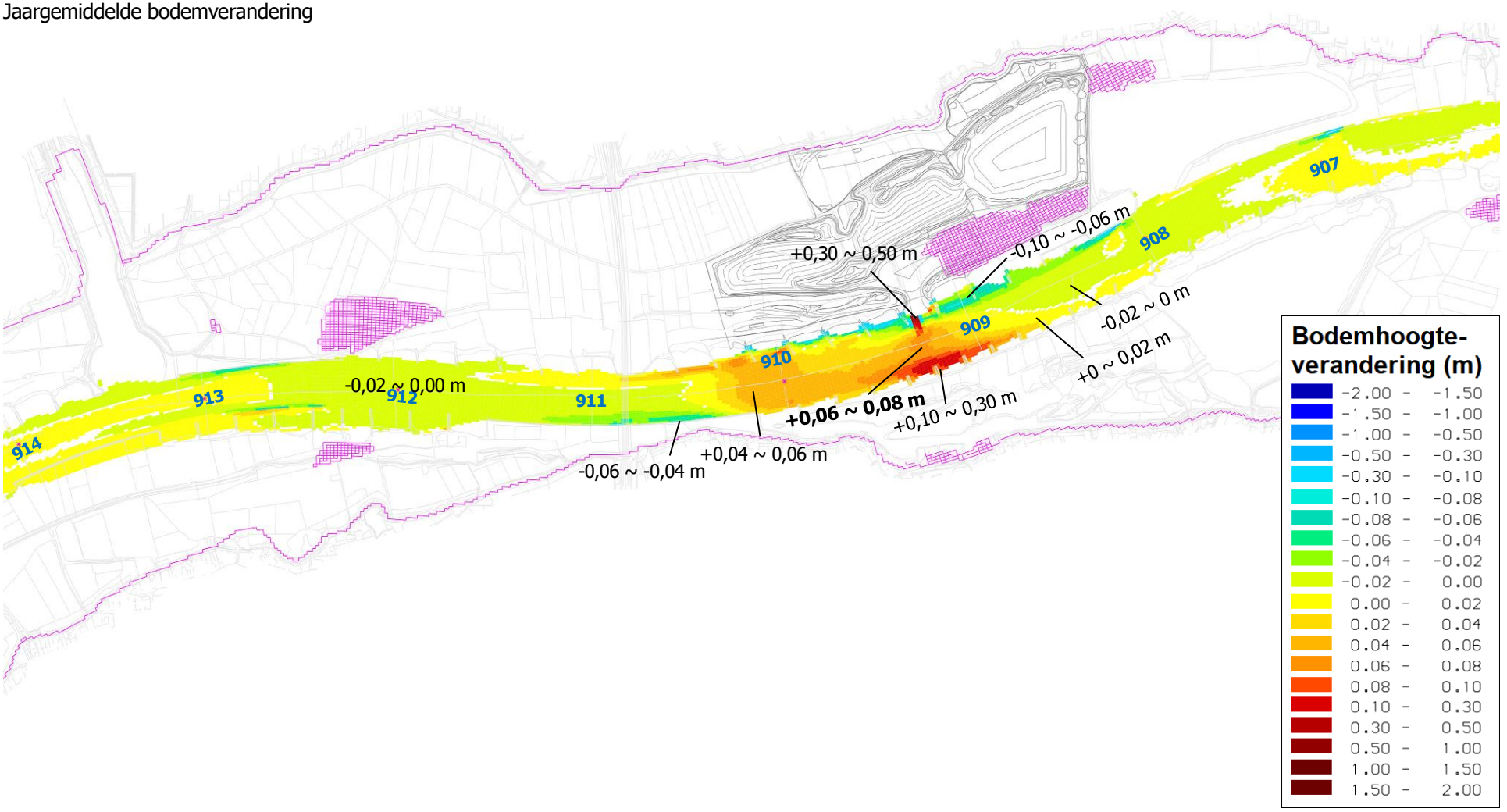
Dwarsstroming bij rechter normaallijn (16.000 $m^3/s$ te Lobith): niet relevant voor scheepvaart



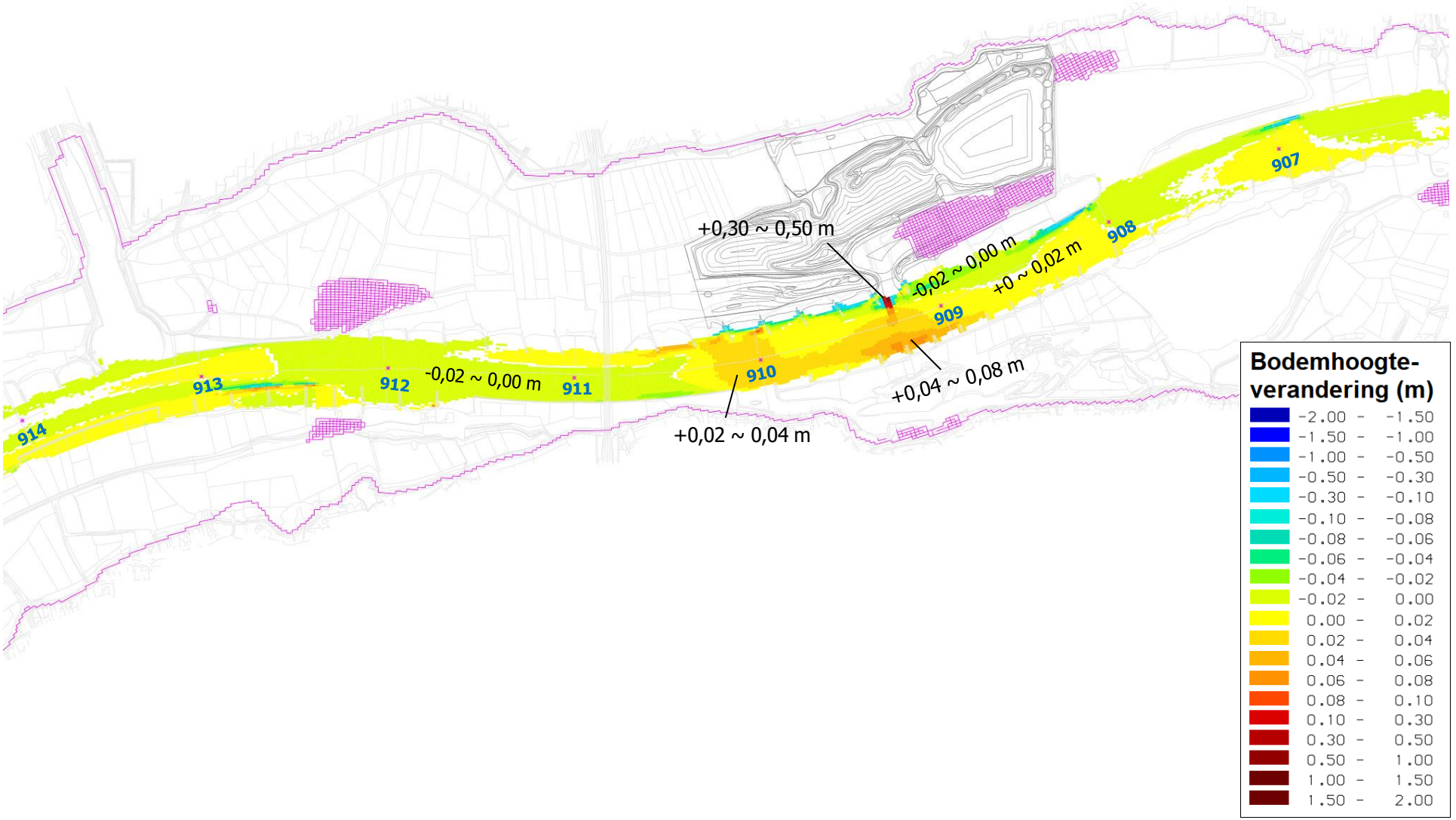
# Bijlage 7 Schatting van morfologische effecten m.b.v. WaqMorf

## Bijlage 7.1 Basisalternatief

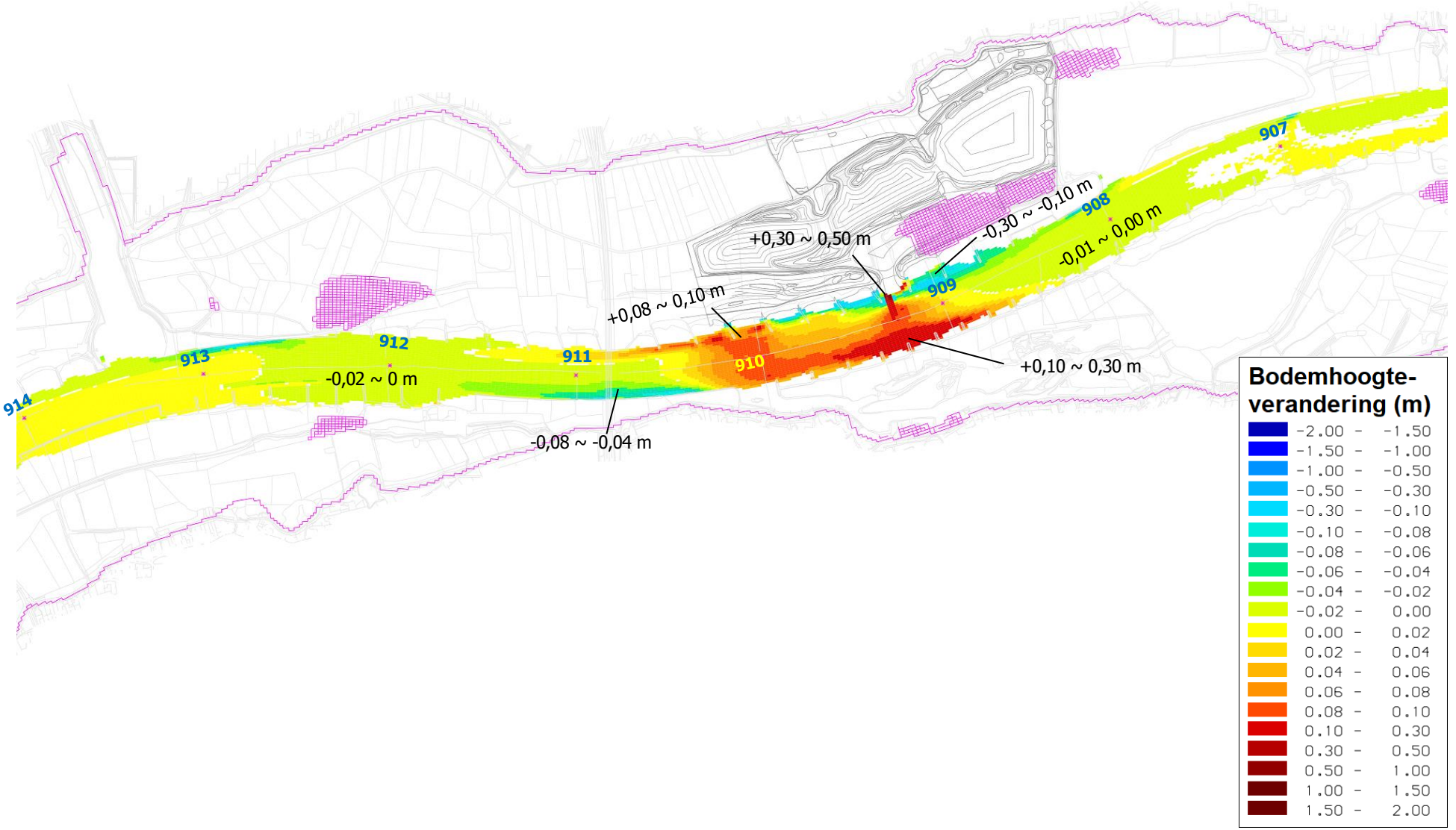
Jaargemiddelde bodemverandering



Bodemverandering na laagwaterperiode

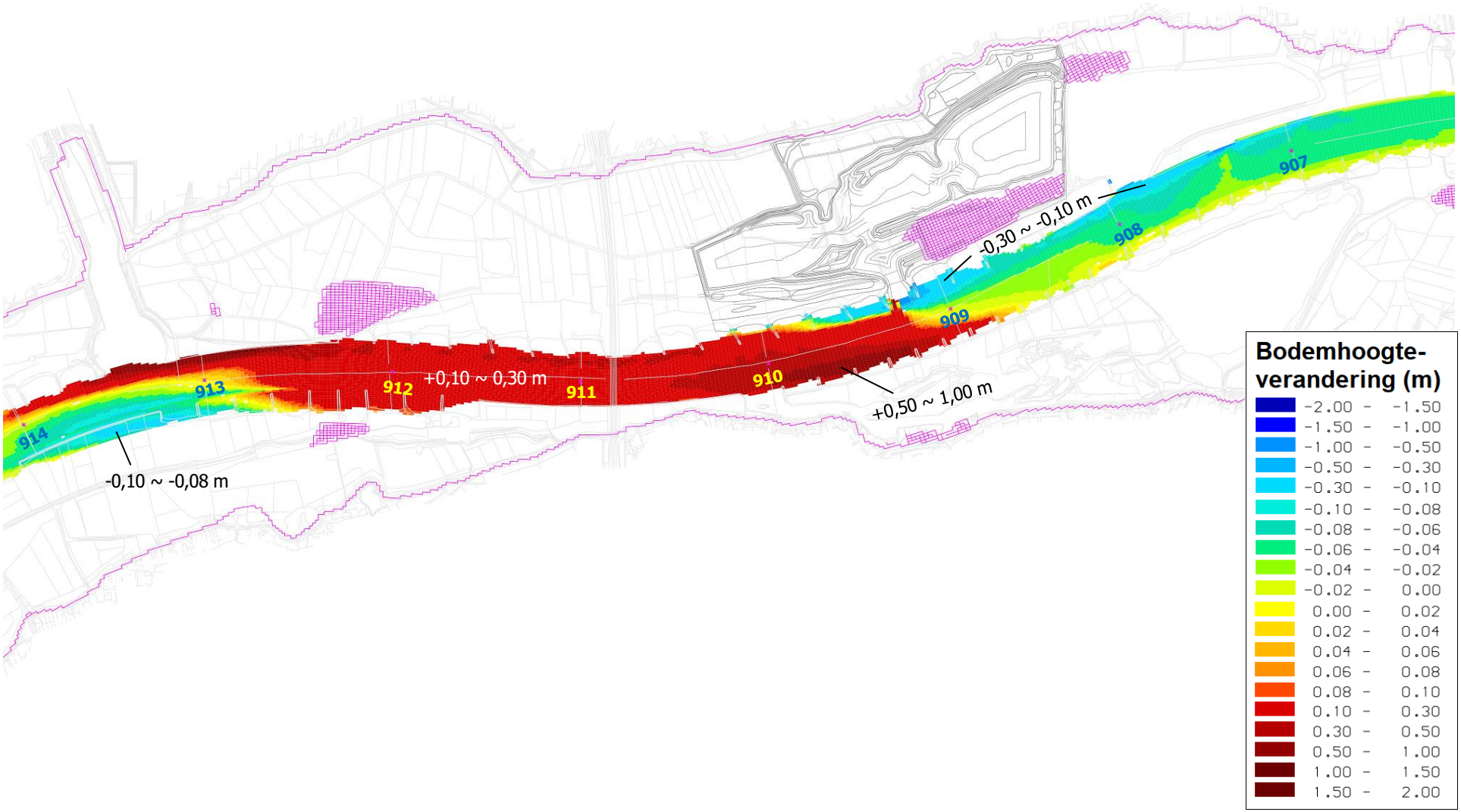


Bodemverandering na hoogwaterperiode

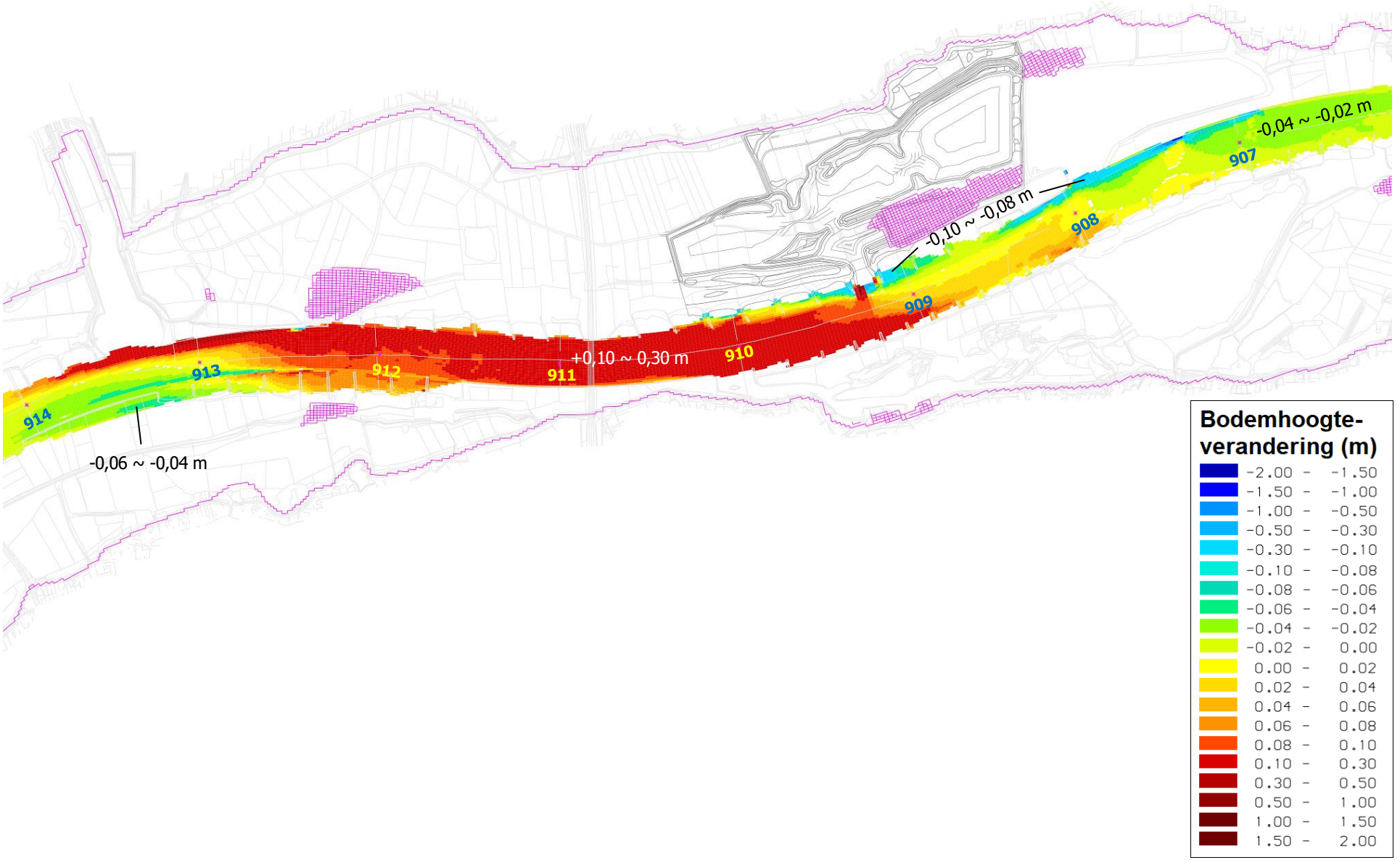


## Bijlage 7.2 Voorkeursalternatief

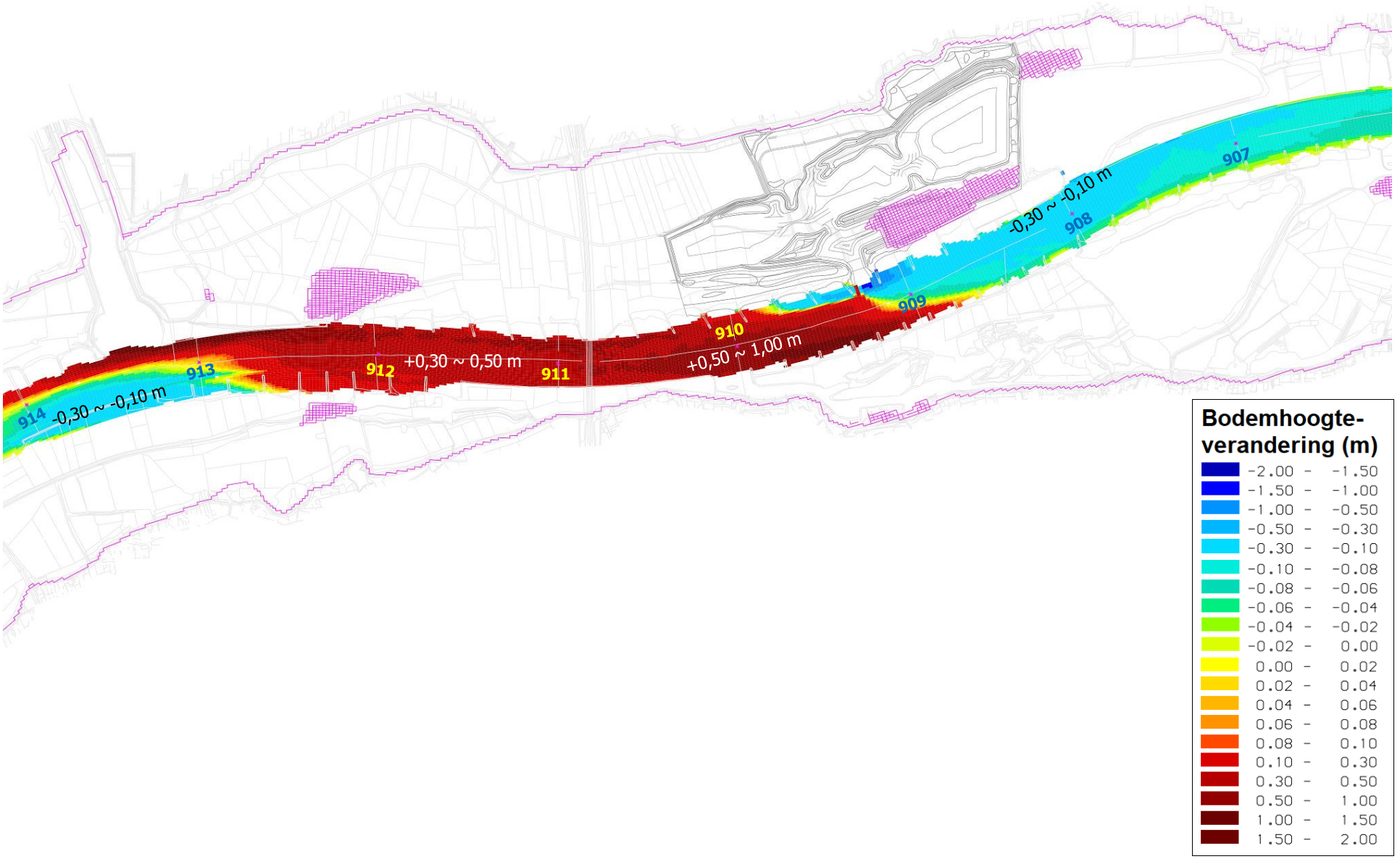
Jaargemiddelde bodemverandering



Bodemverandering na laagwaterperiode



Bodemverandering na hoogwaterperiode



## Bijlage 7.3 Overzicht morfologische analyses met behulp van WaqMorf

Invoer voor WaqMorf-analyse:

- begin van effecten bij een afvoer van 3.000 $m^3/s$ (te Lobith),
- volledig zomerbedvullend bij een afvoer van 7.000 $m^3/s$ (te Lobith),
- tussenwaarde door WaqMorf bepaald: 4.000 $m^3/s$ (te Lobith).

Resultaat:

| Volume in de vaargeul | Erosie ($m^3$) | | Sedimentatie ($m^3$) | | Netto ($m^3$) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Basisalternatief (BA) | Voorkeursalternatief (VKA) | Basisalternatief (BA) | Voorkeursalternatief (VKA) | Basisalternatief (BA) | Voorkeursalternatief (VKA) |
| na laagwater (minmorf) | - 2.460 | - 24.840 | + 5.900 | + 76.220 | + 3.440 | + 51.380 |
| jaargemiddeld | - 6.120 | - 61.050 | + 11.400 | + 173.610 | + 5.280 | + 112.560 |
| na hoogwater (maxmorf) | - 10.430 | - 111.270 | + 17.970 | + 302.160 | + 7.540 | + 190.890 |

## Bijlage 7.4 Morfologische effecten per hectometervak

| hm-vak | rkm | | gem. sedimentatie | | gem. erosie | | netto sed./erosie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | mm | m³ | mm | m³ | mm | m³ |
| wa_8984 | 899,090 | 899,190 | - | - | -1,0 | -14,5 | -1,0 | -14,5 |
| wa_8985 | 899,190 | 899,290 | - | - | -1,0 | -14,6 | -1,0 | -14,6 |
| wa_8986 | 899,290 | 899,391 | - | - | -0,8 | -7,8 | -0,5 | -7,8 |
| wa_8987 | 899,391 | 899,491 | 0,3 | 0,5 | -0,9 | -3,6 | -0,2 | -3,1 |
| wa_8988 | 899,491 | 899,591 | 0,8 | 7,4 | -1,0 | -2,5 | 0,3 | 4,9 |
| wa_8989 | 899,591 | 899,691 | 0,8 | 8,4 | -1,2 | -3,1 | 0,4 | 5,4 |
| wa_8990 | 899,691 | 899,791 | 0,8 | 8,5 | -1,2 | -3,4 | 0,3 | 5,1 |
| wa_8991 | 899,791 | 899,891 | 0,8 | 7,9 | -1,2 | -4,1 | 0,3 | 3,8 |
| wa_8992 | 899,891 | 899,992 | 0,6 | 5,3 | -1,0 | -3,1 | 0,1 | 2,2 |
| wa_8993 | 899,992 | 900,092 | 0,7 | 6,6 | -0,7 | -1,9 | 0,3 | 4,7 |
| wa_8994 | 900,092 | 900,192 | 0,7 | 6,6 | -0,5 | -1,1 | 0,4 | 5,5 |
| wa_8995 | 900,192 | 900,292 | 0,7 | 8,0 | -0,2 | -0,0 | 0,5 | 7,9 |
| wa_8996 | 900,292 | 900,392 | 0,7 | 8,8 | -0,0 | -0,0 | 0,6 | 8,8 |
| wa_8997 | 900,392 | 900,493 | 0,7 | 9,8 | -0,0 | -0,0 | 0,6 | 9,8 |
| wa_8998 | 900,493 | 900,593 | 0,7 | 10,5 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 10,5 |
| wa_8999 | 900,593 | 900,693 | 0,7 | 10,1 | -0,0 | -0,0 | 0,7 | 10,1 |
| wa_9000 | 900,693 | 900,793 | 0,8 | 11,4 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 11,4 |
| wa_9001 | 900,793 | 900,893 | 0,7 | 10,3 | -0,0 | -0,0 | 0,7 | 10,3 |
| wa_9002 | 900,893 | 900,993 | 0,8 | 11,2 | -0,0 | -0,0 | 0,7 | 11,2 |
| wa_9003 | 900,993 | 901,094 | 0,8 | 11,4 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 11,4 |
| wa_9004 | 901,094 | 901,194 | 0,8 | 11,6 | -0,0 | -0,0 | 0,8 | 11,6 |
| wa_9005 | 901,194 | 901,294 | 0,8 | 11,7 | -0,0 | -0,0 | 0,8 | 11,7 |
| wa_9006 | 901,294 | 901,394 | 0,5 | 3,7 | -0,0 | -0,0 | 0,2 | 3,7 |
| wa_9007 | 901,394 | 901,494 | 0,5 | 0,7 | -0,2 | -0,0 | 0,0 | 0,6 |
| wa_9008 | 901,494 | 901,595 | 0,5 | 0,6 | -0,4 | -0,2 | 0,0 | 0,4 |
| wa_9009 | 901,595 | 901,695 | 0,4 | 0,1 | -0,0 | -0,0 | 0,0 | 0,1 |
| wa_9010 | 901,695 | 901,795 | - | - | - | - | - | - |
| wa_9011 | 901,795 | 901,895 | 0,3 | 0,1 | -0,0 | -0,0 | 0,0 | 0,1 |
| wa_9012 | 901,895 | 901,995 | - | - | - | - | - | - |
| wa_9013 | 901,995 | 902,095 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| wa_9014 | 902,095 | 902,196 | 0,4 | 0,6 | -0,0 | -0,0 | 0,0 | 0,6 |
| wa_9015 | 902,196 | 902,296 | 0,5 | 0,7 | -0,2 | -0,0 | 0,0 | 0,7 |
| wa_9016 | 902,296 | 902,396 | 0,4 | 0,1 | -0,3 | -1,1 | -0,1 | -0,9 |
| wa_9017 | 902,396 | 902,496 | 0,2 | 0,0 | -0,5 | -3,7 | -0,2 | -3,7 |
| wa_9018 | 902,496 | 902,596 | 0,3 | 0,2 | -0,5 | -4,4 | -0,3 | -4,3 |
| wa_9019 | 902,596 | 902,697 | 0,7 | 1,2 | -0,7 | -7,0 | -0,4 | -5,7 |
| wa_9020 | 902,697 | 902,797 | 0,5 | 0,7 | -0,9 | -8,7 | -0,5 | -7,9 |
| wa_9021 | 902,797 | 902,897 | 0,3 | 0,2 | -0,9 | -10,5 | -0,7 | -10,2 |
| wa_9022 | 902,897 | 902,997 | - | - | -0,9 | -10,4 | -0,7 | -10,4 |
| wa_9023 | 902,997 | 903,097 | 0,0 | 0,0 | -0,9 | -10,9 | -0,7 | -10,9 |
| wa_9024 | 903,097 | 903,198 | 0,1 | 0,0 | -0,9 | -12,5 | -0,8 | -12,5 |

| hm-vak | rkm | | gem. sedimentatie | | gem. erosie | | netto sed./erosie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | mm | m³ | mm | m³ | mm | m³ |
| wa_9025 | 903,198 | 903,298 | 0,1 | 0,0 | -1,0 | -14,8 | -1,0 | -14,8 |
| wa_9026 | 903,298 | 903,398 | 0,1 | 0,0 | -1,0 | -15,8 | -1,0 | -15,8 |
| wa_9027 | 903,398 | 903,498 | - | - | -1,0 | -15,6 | -1,0 | -15,6 |
| wa_9028 | 903,498 | 903,598 | - | - | -1,0 | -15,3 | -1,0 | -15,3 |
| wa_9029 | 903,598 | 903,698 | - | - | -1,0 | -15,3 | -1,0 | -15,3 |
| wa_9030 | 903,698 | 903,799 | - | - | -1,0 | -14,7 | -1,0 | -14,7 |
| wa_9031 | 903,799 | 903,899 | - | - | -1,0 | -15,1 | -1,0 | -15,1 |
| wa_9032 | 903,899 | 903,999 | - | - | -1,0 | -15,2 | -1,0 | -15,2 |
| wa_9033 | 903,999 | 904,099 | - | - | -1,0 | -15,1 | -1,0 | -15,1 |
| wa_9034 | 904,099 | 904,199 | - | - | -1,0 | -15,1 | -1,0 | -15,1 |
| wa_9035 | 904,199 | 904,300 | - | - | -1,0 | -15,6 | -1,0 | -15,6 |
| wa_9036 | 904,300 | 904,400 | - | - | -1,2 | -18,0 | -1,2 | -18,0 |
| wa_9037 | 904,400 | 904,500 | - | - | -1,2 | -18,4 | -1,2 | -18,4 |
| wa_9038 | 904,500 | 904,600 | - | - | -1,1 | -17,2 | -1,1 | -17,2 |
| wa_9039 | 904,600 | 904,700 | - | - | -1,2 | -17,8 | -1,2 | -17,8 |
| wa_9040 | 904,700 | 904,800 | - | - | -1,1 | -17,2 | -1,1 | -17,2 |
| wa_9041 | 904,800 | 904,901 | - | - | -1,2 | -17,7 | -1,2 | -17,7 |
| wa_9042 | 904,901 | 905,001 | - | - | -1,2 | -18,8 | -1,2 | -18,8 |
| wa_9043 | 905,001 | 905,101 | - | - | -1,2 | -18,5 | -1,2 | -18,5 |
| wa_9044 | 905,101 | 905,201 | - | - | -1,2 | -17,9 | -1,2 | -17,9 |
| wa_9045 | 905,201 | 905,301 | - | - | -1,2 | -18,6 | -1,2 | -18,6 |
| wa_9046 | 905,301 | 905,402 | - | - | -1,3 | -19,3 | -1,3 | -19,3 |
| wa_9047 | 905,402 | 905,502 | 0,0 | 0,3 | -1,3 | -19,8 | -1,3 | -19,5 |
| wa_9048 | 905,502 | 905,602 | 0,5 | 5,0 | -1,4 | -26,3 | -1,4 | -21,3 |
| wa_9049 | 905,602 | 905,702 | 0,7 | 6,9 | -1,4 | -28,6 | -1,4 | -21,7 |
| wa_9050 | 905,702 | 905,802 | 0,7 | 6,6 | -1,4 | -28,5 | -1,4 | -21,9 |
| wa_9051 | 905,802 | 905,902 | 0,7 | 6,2 | -1,6 | -29,7 | -1,6 | -23,5 |
| wa_9052 | 905,902 | 906,003 | 0,1 | 0,9 | -1,7 | -27,2 | -1,7 | -26,3 |
| wa_9053 | 906,003 | 906,103 | 0,1 | 0,5 | -2,0 | -30,9 | -2,0 | -30,4 |
| wa_9054 | 906,103 | 906,203 | 0,0 | 0,1 | -2,3 | -34,9 | -2,3 | -34,8 |
| wa_9055 | 906,203 | 906,303 | - | - | -2,5 | -37,7 | -2,5 | -37,7 |
| wa_9056 | 906,303 | 906,403 | - | - | -2,5 | -37,6 | -2,5 | -37,6 |
| wa_9057 | 906,403 | 906,504 | - | - | -2,5 | -37,1 | -2,5 | -37,1 |
| wa_9058 | 906,504 | 906,604 | - | - | -2,4 | -35,9 | -2,4 | -35,9 |
| wa_9059 | 906,604 | 906,704 | - | - | -2,3 | -34,0 | -2,3 | -34,0 |
| wa_9060 | 906,704 | 906,804 | - | - | -2,1 | -32,0 | -2,1 | -32,0 |
| wa_9061 | 906,804 | 906,904 | 0,9 | 6,9 | -2,1 | -38,1 | -2,1 | -31,1 |
| wa_9062 | 906,904 | 907,004 | 2,4 | 34,7 | -2,0 | -65,5 | -2,0 | -30,8 |
| wa_9063 | 907,004 | 907,105 | 1,5 | 17,0 | -2,1 | -48,4 | -2,1 | -31,4 |
| wa_9064 | 907,105 | 907,205 | 0,9 | 9,2 | -2,0 | -39,8 | -2,0 | -30,6 |
| wa_9065 | 907,205 | 907,305 | 0,5 | 4,5 | -2,0 | -34,4 | -2,0 | -29,9 |
| wa_9066 | 907,305 | 907,405 | 0,2 | 1,8 | -2,0 | -31,2 | -2,0 | -29,5 |
| wa_9067 | 907,405 | 907,505 | - | - | -1,9 | -29,2 | -1,9 | -29,2 |
| wa_9068 | 907,505 | 907,606 | - | - | -1,9 | -29,2 | -1,9 | -29,2 |

| hm-vak | rkm | | gem. sedimentatie | | gem. erosie | | netto sed./erosie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | mm | m³ | mm | m³ | mm | m³ |
| wa_9069 | 907,606 | 907,706 | - | - | -2,1 | -31,9 | -2,1 | -31,9 |
| wa_9070 | 907,706 | 907,806 | - | - | -2,7 | -40,9 | -2,7 | -40,9 |
| wa_9071 | 907,806 | 907,906 | - | - | -3,7 | -55,3 | -3,7 | -55,3 |
| wa_9072 | 907,906 | 908,006 | - | - | -5,1 | -76,7 | -5,1 | -76,7 |
| wa_9073 | 908,006 | 908,106 | - | - | -6,1 | -91,8 | -6,1 | -91,8 |
| wa_9074 | 908,106 | 908,207 | 1,3 | 7,2 | -6,5 | -104,1 | -6,5 | -96,9 |
| wa_9075 | 908,207 | 908,307 | 0,4 | 0,5 | -6,5 | -98,1 | -6,5 | -97,6 |
| wa_9076 | 908,307 | 908,407 | 0,0 | 0,0 | -6,5 | -97,9 | -6,5 | -97,9 |
| wa_9077 | 908,407 | 908,507 | - | - | -6,7 | -100,5 | -6,7 | -100,5 |
| wa_9078 | 908,507 | 908,607 | 0,8 | 0,2 | -6,1 | -91,2 | -6,0 | -91,0 |
| wa_9079 | 908,607 | 908,708 | 3,8 | 9,3 | -5,7 | -71,9 | -4,1 | -62,5 |
| wa_9080 | 908,708 | 908,808 | 8,5 | 46,0 | -4,2 | -40,9 | 0,3 | 5,1 |
| wa_9081 | 908,808 | 908,908 | 11,5 | 131,5 | -2,8 | -10,0 | 8,1 | 121,5 |
| wa_9082 | 908,908 | 909,008 | 20,8 | 312,0 | -0,4 | -0,0 | 20,7 | 312,0 |
| wa_9083 | 909,008 | 909,108 | 35,6 | 537,3 | - | - | 35,6 | 537,3 |
| wa_9084 | 909,108 | 909,208 | 55,9 | 842,0 | - | - | 55,9 | 842,0 |
| wa_9085 | 909,208 | 909,309 | 72,1 | 1.087,3 | - | - | 72,1 | 1.087,3 |
| wa_9086 | 909,309 | 909,409 | 71,3 | 1.075,1 | - | - | 71,3 | 1.075,1 |
| wa_9087 | 909,409 | 909,509 | 58,6 | 883,2 | - | - | 58,6 | 883,2 |
| wa_9088 | 909,509 | 909,609 | 51,7 | 779,0 | - | - | 51,7 | 779,0 |
| wa_9089 | 909,609 | 909,709 | 48,4 | 730,0 | - | - | 48,4 | 730,0 |
| wa_9090 | 909,709 | 909,810 | 46,1 | 694,7 | - | - | 46,1 | 694,7 |
| wa_9091 | 909,810 | 909,910 | 47,1 | 709,8 | - | - | 47,1 | 709,8 |
| wa_9092 | 909,910 | 910,010 | 51,1 | 770,9 | - | - | 51,1 | 770,9 |
| wa_9093 | 910,010 | 910,110 | 55,3 | 833,4 | - | - | 55,3 | 833,4 |
| wa_9094 | 910,110 | 910,210 | 50,0 | 754,6 | - | - | 50,0 | 754,6 |
| wa_9095 | 910,210 | 910,310 | 39,5 | 595,9 | - | - | 39,5 | 595,9 |
| wa_9096 | 910,310 | 910,411 | 22,0 | 312,9 | -8,4 | -7,1 | 20,3 | 305,8 |
| wa_9097 | 910,411 | 910,511 | 7,8 | 80,8 | -16,0 | -75,6 | 0,3 | 5,2 |
| wa_9098 | 910,511 | 910,611 | 1,6 | 4,0 | -14,1 | -176,9 | -11,5 | -172,9 |
| wa_9099 | 910,611 | 910,711 | - | - | -16,7 | -251,8 | -16,7 | -251,8 |
| wa_9100 | 910,711 | 910,811 | - | - | -17,8 | -268,5 | -17,8 | -268,5 |
| wa_9101 | 910,811 | 910,912 | - | - | -17,2 | -260,2 | -17,2 | -260,2 |
| wa_9102 | 910,912 | 911,012 | - | - | -16,0 | -240,7 | -16,0 | -240,7 |
| wa_9103 | 911,012 | 911,112 | - | - | -15,5 | -235,4 | -15,5 | -235,4 |
| wa_9104 | 911,112 | 911,212 | - | - | -14,9 | -224,9 | -14,9 | -224,9 |
| wa_9105 | 911,212 | 911,312 | - | - | -13,6 | -205,3 | -13,6 | -205,3 |
| wa_9106 | 911,312 | 911,413 | - | - | -12,2 | -184,6 | -12,2 | -184,6 |
| wa_9107 | 911,413 | 911,513 | - | - | -11,1 | -167,3 | -11,1 | -167,3 |
| wa_9108 | 911,513 | 911,613 | - | - | -9,8 | -147,6 | -9,8 | -147,6 |
| wa_9109 | 911,613 | 911,713 | - | - | -8,2 | -123,3 | -8,2 | -123,3 |
| wa_9110 | 911,713 | 911,813 | - | - | -6,9 | -104,5 | -6,9 | -104,5 |
| wa_9111 | 911,813 | 911,913 | - | - | -6,7 | -100,9 | -6,7 | -100,9 |
| wa_9112 | 911,913 | 912,014 | - | - | -6,5 | -98,8 | -6,5 | -98,8 |

| hm-vak | rkm | | gem. sedimentatie | | gem. erosie | | netto sed./erosie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | mm | m³ | mm | m³ | mm | m³ |
| wa_9113 | 912,014 | 912,114 | - | - | -6,7 | -100,7 | -6,7 | -100,7 |
| wa_9114 | 912,114 | 912,214 | - | - | -7,2 | -109,0 | -7,2 | -109,0 |
| wa_9115 | 912,214 | 912,314 | - | - | -7,4 | -112,0 | -7,4 | -112,0 |
| wa_9116 | 912,314 | 912,414 | - | - | -8,0 | -120,6 | -8,0 | -120,6 |
| wa_9117 | 912,414 | 912,515 | - | - | -9,0 | -135,3 | -9,0 | -135,3 |
| wa_9118 | 912,515 | 912,615 | - | - | -9,8 | -148,4 | -9,8 | -148,4 |
| wa_9119 | 912,615 | 912,715 | 0,3 | 0,1 | -7,2 | -108,9 | -7,2 | -108,8 |
| wa_9120 | 912,715 | 912,815 | 1,1 | 4,9 | -2,8 | -28,6 | -1,6 | -23,7 |
| wa_9121 | 912,815 | 912,915 | 3,0 | 39,0 | -5,7 | -11,5 | 1,8 | 27,5 |
| wa_9122 | 912,915 | 913,015 | 3,0 | 35,9 | -8,0 | -25,2 | 0,7 | 10,7 |
| wa_9123 | 913,015 | 913,116 | 1,9 | 18,8 | -7,3 | -37,3 | -1,2 | -18,4 |
| wa_9124 | 913,116 | 913,216 | 1,3 | 11,6 | -6,2 | -37,7 | -1,7 | -26,1 |
| wa_9125 | 913,216 | 913,316 | 1,2 | 10,0 | -4,8 | -28,3 | -1,2 | -18,3 |
| wa_9126 | 913,316 | 913,416 | 0,9 | 7,7 | -3,7 | -20,2 | -0,8 | -12,5 |
| wa_9127 | 913,416 | 913,516 | 0,9 | 6,8 | -3,0 | -17,3 | -0,7 | -10,5 |
| wa_9128 | 913,516 | 913,617 | 0,9 | 7,5 | -2,9 | -14,9 | -0,5 | -7,5 |
| wa_9129 | 913,617 | 913,717 | 0,9 | 7,7 | -2,1 | -10,9 | -0,2 | -3,2 |
| wa_9130 | 913,717 | 913,817 | 0,9 | 8,3 | -1,9 | -8,2 | 0,0 | 0,1 |
| wa_9131 | 913,817 | 913,917 | 0,7 | 5,5 | -1,6 | -7,0 | -0,1 | -1,5 |
| wa_9132 | 913,917 | 914,017 | 0,7 | 4,2 | -1,1 | -5,3 | -0,1 | -1,1 |
| wa_9133 | 914,017 | 914,117 | 0,4 | 2,1 | -1,0 | -4,2 | -0,1 | -2,1 |
| wa_9134 | 914,117 | 914,218 | 0,4 | 0,6 | -1,0 | -4,4 | -0,2 | -3,8 |
| wa_9135 | 914,218 | 914,318 | 0,4 | 0,0 | -1,0 | -5,4 | -0,4 | -5,4 |
| wa_9136 | 914,318 | 914,418 | 0,3 | 0,1 | -1,1 | -7,3 | -0,5 | -7,2 |
| **totaal** | **899,090** | **914,418** | 15,0 | 11.644 | -4,5 | -6.145 | 2,4 | 5.499 |

## Bijlage 7.5 Waterdiepteanalyse per hectometervak

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_8984 | 899,090 | 899,190 | -0,030 | -0,020 | - | - | - | - | -0,260 | -0,260 | - | - |
| wa_8985 | 899,190 | 899,290 | 0,020 | 0,030 | 0,0 | 0,0 | 0,60 | 0,60 | -0,020 | -0,019 | - | - |
| wa_8986 | 899,290 | 899,391 | 0,150 | 0,150 | 8,2 | 8,1 | 60,30 | 52,80 | 0,100 | 0,101 | 1.505 | 1.518 |
| wa_8987 | 899,391 | 899,491 | 0,090 | 0,091 | 3,4 | 3,4 | 31,20 | 30,90 | 0,070 | 0,072 | 1.054 | 1.086 |
| wa_8988 | 899,491 | 899,591 | 0,120 | 0,121 | 12,6 | 13,0 | 139,50 | 139,50 | 0,190 | 0,193 | 2.862 | 2.906 |
| wa_8989 | 899,591 | 899,691 | 0,170 | 0,171 | 29,9 | 30,5 | 196,20 | 196,20 | 0,280 | 0,282 | 4.217 | 4.248 |
| wa_8990 | 899,691 | 899,791 | 0,090 | 0,091 | 11,7 | 12,0 | 137,10 | 137,10 | 0,200 | 0,201 | 3.012 | 3.026 |
| wa_8991 | 899,791 | 899,891 | 0,070 | 0,071 | 4,2 | 4,4 | 60,60 | 60,60 | 0,170 | 0,172 | 2.560 | 2.587 |
| wa_8992 | 899,891 | 899,992 | -0,050 | -0,049 | - | - | - | - | -0,160 | -0,158 | - | - |
| wa_8993 | 899,992 | 900,092 | 0,000 | -0,021 | - | - | 0,30 | - | 0,270 | 0,269 | 4.044 | 4.026 |
| wa_8994 | 900,092 | 900,192 | 0,190 | 0,191 | 15,2 | 15,3 | 69,30 | 69,30 | 0,260 | 0,262 | 3.891 | 3.915 |
| wa_8995 | 900,192 | 900,292 | 0,060 | 0,061 | 0,4 | 0,4 | 6,90 | 6,90 | 0,180 | 0,181 | 2.709 | 2.718 |
| wa_8996 | 900,292 | 900,392 | 0,120 | 0,121 | 20,0 | 20,2 | 137,70 | 137,70 | 0,250 | 0,251 | 3.781 | 3.802 |
| wa_8997 | 900,392 | 900,493 | 0,030 | 0,031 | 0,4 | 0,5 | 19,20 | 19,20 | 0,270 | 0,270 | 4.082 | 4.086 |
| wa_8998 | 900,493 | 900,593 | -0,040 | -0,040 | - | - | - | - | 0,230 | 0,227 | 3.466 | 3.422 |
| wa_8999 | 900,593 | 900,693 | -0,020 | -0,019 | - | - | - | - | 0,210 | 0,208 | 3.165 | 3.129 |
| wa_9000 | 900,693 | 900,793 | -0,120 | -0,119 | - | - | - | - | 0,250 | 0,249 | 3.765 | 3.749 |
| wa_9001 | 900,793 | 900,893 | 0,400 | 0,401 | 1,0 | 1,0 | 3,10 | 3,10 | 0,190 | 0,186 | 2.862 | 2.806 |
| wa_9002 | 900,893 | 900,993 | 0,030 | 0,030 | 0,1 | 0,1 | 4,20 | 4,20 | 0,170 | 0,167 | 2.559 | 2.517 |
| wa_9003 | 900,993 | 901,094 | -0,140 | -0,139 | - | - | - | - | 0,130 | 0,128 | 1.958 | 1.927 |
| wa_9004 | 901,094 | 901,194 | -0,060 | -0,059 | - | - | - | - | 0,160 | 0,156 | 2.408 | 2.352 |
| wa_9005 | 901,194 | 901,294 | -0,190 | -0,189 | - | - | - | - | 0,070 | 0,066 | 1.055 | 998 |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9006 | 901,294 | 901,394 | 0,090 | 0,090 | 5,9 | 5,9 | 86,40 | 63,90 | 0,130 | 0,124 | 1.957 | 1.864 |
| wa_9007 | 901,394 | 901,494 | 0,100 | 0,100 | 13,3 | 13,3 | 132,60 | 111,90 | 0,140 | 0,134 | 2.109 | 2.025 |
| wa_9008 | 901,494 | 901,595 | 0,050 | 0,050 | 0,8 | 0,8 | 23,70 | 12,90 | 0,050 | 0,043 | 753 | 643 |
| wa_9009 | 901,595 | 901,695 | 0,070 | 0,070 | 4,9 | 5,0 | 79,50 | 59,70 | 0,110 | 0,103 | 1.655 | 1.557 |
| wa_9010 | 901,695 | 901,795 | 0,010 | 0,010 | 0,0 | 0,0 | 1,80 | 0,60 | 0,140 | 0,138 | 2.102 | 2.068 |
| wa_9011 | 901,795 | 901,895 | 0,070 | 0,070 | 8,2 | 8,2 | 145,50 | 96,90 | 0,080 | 0,079 | 1.203 | 1.181 |
| wa_9012 | 901,895 | 901,995 | 0,020 | 0,020 | 0,1 | 0,1 | 8,70 | 3,30 | -0,020 | -0,027 | - | - |
| wa_9013 | 901,995 | 902,095 | -0,060 | -0,060 | - | - | - | - | 0,230 | 0,228 | 3.470 | 3.433 |
| wa_9014 | 902,095 | 902,196 | -0,190 | -0,190 | - | - | - | - | 0,160 | 0,157 | 2.416 | 2.368 |
| wa_9015 | 902,196 | 902,296 | -0,080 | -0,080 | - | - | - | - | 0,220 | 0,219 | 3.320 | 3.309 |
| wa_9016 | 902,296 | 902,396 | 0,060 | 0,060 | 0,7 | 0,7 | 14,70 | 10,20 | 0,350 | 0,349 | 5.270 | 5.249 |
| wa_9017 | 902,396 | 902,496 | 0,070 | 0,070 | 2,8 | 2,8 | 42,00 | 35,40 | 0,430 | 0,428 | 6.452 | 6.420 |
| wa_9018 | 902,496 | 902,596 | 0,030 | 0,030 | 0,3 | 0,3 | 7,50 | 4,50 | 0,360 | 0,362 | 5.394 | 5.421 |
| wa_9019 | 902,596 | 902,697 | 0,010 | 0,010 | 0,1 | 0,1 | 7,80 | 2,10 | 0,340 | 0,339 | 5.095 | 5.083 |
| wa_9020 | 902,697 | 902,797 | -0,010 | -0,011 | - | - | - | - | 0,310 | 0,310 | 4.641 | 4.643 |
| wa_9021 | 902,797 | 902,897 | -0,050 | -0,051 | - | - | - | - | 0,300 | 0,301 | 4.495 | 4.503 |
| wa_9022 | 902,897 | 902,997 | 0,010 | 0,009 | 0,0 | 0,0 | 0,30 | 0,30 | 0,130 | 0,132 | 1.959 | 1.987 |
| wa_9023 | 902,997 | 903,097 | -0,070 | -0,071 | - | - | - | - | 0,130 | 0,130 | 1.959 | 1.962 |
| wa_9024 | 903,097 | 903,198 | -0,260 | -0,261 | - | - | - | - | -0,020 | -0,020 | - | - |
| wa_9025 | 903,198 | 903,298 | -0,240 | -0,241 | - | - | - | - | -0,100 | -0,101 | - | - |
| wa_9026 | 903,298 | 903,398 | -0,300 | -0,301 | - | - | - | - | 0,020 | 0,018 | 301 | 267 |
| wa_9027 | 903,398 | 903,498 | 0,040 | 0,039 | 0,2 | 0,2 | 6,60 | 3,90 | -0,010 | -0,008 | - | - |
| wa_9028 | 903,498 | 903,598 | 0,050 | 0,049 | 0,2 | 0,2 | 6,30 | 2,70 | -0,020 | -0,018 | - | - |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9029 | 903,598 | 903,698 | 0,000 | -0,001 | - | - | 1,20 | - | 0,170 | 0,169 | 2.560 | 2.551 |
| wa_9030 | 903,698 | 903,799 | 0,130 | 0,129 | 18,0 | 17,6 | 144,00 | 122,40 | 0,290 | 0,289 | 4.368 | 4.355 |
| wa_9031 | 903,799 | 903,899 | 0,080 | 0,079 | 3,8 | 3,7 | 41,70 | 32,10 | -0,190 | -0,187 | - | - |
| wa_9032 | 903,899 | 903,999 | -0,020 | -0,021 | - | - | - | - | -0,200 | -0,200 | - | - |
| wa_9033 | 903,999 | 904,099 | 0,090 | 0,089 | 1,1 | 1,0 | 18,30 | 12,00 | -0,040 | -0,038 | - | - |
| wa_9034 | 904,099 | 904,199 | 0,160 | 0,159 | 16,0 | 15,7 | 86,70 | 78,00 | -0,070 | -0,068 | - | - |
| wa_9035 | 904,199 | 904,300 | 0,170 | 0,169 | 6,8 | 6,7 | 38,70 | 33,60 | -0,160 | -0,157 | - | - |
| wa_9036 | 904,300 | 904,400 | 0,180 | 0,179 | 46,2 | 44,9 | 323,70 | 270,90 | 0,090 | 0,091 | 1.357 | 1.368 |
| wa_9037 | 904,400 | 904,500 | 0,070 | 0,069 | 3,1 | 3,0 | 57,00 | 43,20 | 0,080 | 0,081 | 1.205 | 1.219 |
| wa_9038 | 904,500 | 904,600 | 0,000 | -0,001 | - | - | 0,30 | - | 0,110 | 0,110 | 1.655 | 1.648 |
| wa_9039 | 904,600 | 904,700 | 0,090 | 0,088 | 7,1 | 6,8 | 113,70 | 75,90 | 0,350 | 0,349 | 5.258 | 5.250 |
| wa_9040 | 904,700 | 904,800 | 0,130 | 0,129 | 29,7 | 28,9 | 224,70 | 190,20 | 0,410 | 0,408 | 6.174 | 6.140 |
| wa_9041 | 904,800 | 904,901 | -0,090 | -0,091 | - | - | - | - | 0,270 | 0,269 | 4.066 | 4.057 |
| wa_9042 | 904,901 | 905,001 | -0,070 | -0,071 | - | - | - | - | 0,240 | 0,238 | 3.618 | 3.595 |
| wa_9043 | 905,001 | 905,101 | -0,170 | -0,181 | - | - | - | - | 0,160 | 0,156 | 2.412 | 2.355 |
| wa_9044 | 905,101 | 905,201 | -0,120 | -0,121 | - | - | - | - | 0,170 | 0,165 | 2.566 | 2.492 |
| wa_9045 | 905,201 | 905,301 | -0,190 | -0,191 | - | - | - | - | 0,010 | 0,004 | 151 | 60 |
| wa_9046 | 905,301 | 905,402 | -0,020 | -0,021 | - | - | - | - | 0,080 | 0,074 | 1.208 | 1.113 |
| wa_9047 | 905,402 | 905,502 | 0,050 | 0,049 | 0,6 | 0,6 | 14,40 | 8,70 | -0,100 | -0,104 | - | - |
| wa_9048 | 905,502 | 905,602 | 0,030 | 0,029 | 0,2 | 0,2 | 12,30 | 6,00 | 0,080 | 0,069 | 1.208 | 1.045 |
| wa_9049 | 905,602 | 905,702 | 0,110 | 0,109 | 7,4 | 7,1 | 103,20 | 79,20 | -0,060 | -0,069 | - | - |
| wa_9050 | 905,702 | 905,802 | 0,110 | 0,109 | 6,6 | 6,4 | 68,70 | 57,00 | -0,040 | -0,048 | - | - |
| wa_9051 | 905,802 | 905,902 | -0,070 | -0,071 | - | - | - | - | -0,050 | -0,060 | - | - |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9052 | 905,902 | 906,003 | 0,070 | 0,069 | 2,3 | 2,2 | 36,90 | 28,20 | -0,030 | -0,039 | - | - |
| wa_9053 | 906,003 | 906,103 | 0,060 | 0,059 | 0,6 | 0,6 | 15,90 | 7,80 | -0,150 | -0,160 | - | - |
| wa_9054 | 906,103 | 906,203 | -0,020 | -0,022 | - | - | - | - | -0,190 | -0,197 | - | - |
| wa_9055 | 906,203 | 906,303 | -0,200 | -0,183 | - | - | - | - | 0,060 | 0,055 | 906 | 829 |
| wa_9056 | 906,303 | 906,403 | -0,110 | -0,112 | - | - | - | - | 0,090 | 0,084 | 1.358 | 1.266 |
| wa_9057 | 906,403 | 906,504 | -0,160 | -0,162 | - | - | - | - | 0,030 | 0,025 | 453 | 377 |
| wa_9058 | 906,504 | 906,604 | -0,110 | -0,112 | - | - | - | - | 0,110 | 0,103 | 1.661 | 1.559 |
| wa_9059 | 906,604 | 906,704 | -0,170 | -0,172 | - | - | - | - | 0,100 | 0,094 | 1.509 | 1.416 |
| wa_9060 | 906,704 | 906,804 | -0,180 | -0,182 | - | - | - | - | 0,120 | 0,115 | 1.809 | 1.731 |
| wa_9061 | 906,804 | 906,904 | -0,140 | -0,142 | - | - | - | - | 0,090 | 0,085 | 1.358 | 1.289 |
| wa_9062 | 906,904 | 907,004 | -0,110 | -0,112 | - | - | - | - | 0,150 | 0,144 | 2.262 | 2.173 |
| wa_9063 | 907,004 | 907,105 | -0,040 | -0,042 | - | - | - | - | 0,180 | 0,174 | 2.718 | 2.635 |
| wa_9064 | 907,105 | 907,205 | -0,020 | -0,032 | - | - | - | - | 0,230 | 0,223 | 3.469 | 3.364 |
| wa_9065 | 907,205 | 907,305 | 0,040 | 0,038 | 0,2 | 0,2 | 4,20 | 2,70 | 0,250 | 0,243 | 3.773 | 3.669 |
| wa_9066 | 907,305 | 907,405 | 0,000 | -0,002 | - | - | 0,30 | - | 0,220 | 0,213 | 3.318 | 3.209 |
| wa_9067 | 907,405 | 907,505 | -0,020 | -0,022 | - | - | - | - | 0,200 | 0,194 | 3.020 | 2.924 |
| wa_9068 | 907,505 | 907,606 | 0,080 | 0,079 | 0,1 | 0,1 | 0,60 | 0,60 | 0,250 | 0,244 | 3.772 | 3.686 |
| wa_9069 | 907,606 | 907,706 | -0,090 | -0,092 | - | - | - | - | 0,260 | 0,253 | 3.926 | 3.824 |
| wa_9070 | 907,706 | 907,806 | -0,020 | -0,024 | - | - | - | - | 0,330 | 0,323 | 4.976 | 4.876 |
| wa_9071 | 907,806 | 907,906 | 0,000 | -0,004 | - | - | 0,30 | - | 0,460 | 0,454 | 6.942 | 6.851 |
| wa_9072 | 907,906 | 908,006 | 0,050 | 0,045 | 1,7 | 1,1 | 65,10 | 32,40 | 0,490 | 0,482 | 7.384 | 7.260 |
| wa_9073 | 908,006 | 908,106 | 0,240 | 0,234 | 159,5 | 146,7 | 698,40 | 638,10 | 0,360 | 0,348 | 5.415 | 5.238 |
| wa_9074 | 908,106 | 908,207 | 0,030 | 0,024 | 0,7 | 0,4 | 35,70 | 15,30 | 0,330 | 0,321 | 4.958 | 4.827 |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9075 | 908,207 | 908,307 | 0,220 | 0,214 | 266,3 | 249,5 | 854,70 | 818,70 | 0,430 | 0,421 | 6.463 | 6.321 |
| wa_9076 | 908,307 | 908,407 | -0,020 | -0,027 | - | - | - | - | 0,350 | 0,343 | 5.270 | 5.169 |
| wa_9077 | 908,407 | 908,507 | -0,030 | -0,036 | - | - | - | - | 0,280 | 0,274 | 4.218 | 4.128 |
| wa_9078 | 908,507 | 908,607 | -0,100 | -0,107 | - | - | - | - | 0,220 | 0,216 | 3.316 | 3.259 |
| wa_9079 | 908,607 | 908,708 | -0,090 | -0,098 | - | - | - | - | 0,260 | 0,257 | 3.919 | 3.868 |
| wa_9080 | 908,708 | 908,808 | -0,050 | -0,057 | - | - | - | - | 0,230 | 0,233 | 3.469 | 3.519 |
| wa_9081 | 908,808 | 908,908 | -0,030 | -0,031 | - | - | - | - | 0,160 | 0,172 | 2.413 | 2.595 |
| wa_9082 | 908,908 | 909,008 | 0,320 | 0,351 | 2,6 | 3,9 | 6,02 | 6,44 | 0,050 | 0,074 | 754 | 1.110 |
| wa_9083 | 909,008 | 909,108 | 0,130 | 0,142 | 29,4 | 43,5 | 206,40 | 272,10 | 0,100 | 0,137 | 1.508 | 2.071 |
| wa_9084 | 909,108 | 909,208 | 0,160 | 0,192 | 36,5 | 64,3 | 216,30 | 296,10 | 0,040 | 0,101 | 603 | 1.516 |
| wa_9085 | 909,208 | 909,309 | 0,060 | 0,115 | 3,4 | 21,5 | 54,90 | 144,60 | 0,090 | 0,165 | 1.357 | 2.490 |
| wa_9086 | 909,309 | 909,409 | 0,090 | 0,135 | 4,4 | 13,8 | 34,50 | 90,90 | 0,070 | 0,144 | 1.055 | 2.171 |
| wa_9087 | 909,409 | 909,509 | 0,210 | 0,243 | 108,9 | 153,9 | 348,60 | 399,90 | 0,120 | 0,183 | 1.809 | 2.755 |
| wa_9088 | 909,509 | 909,609 | 0,080 | 0,111 | 3,9 | 16,3 | 73,20 | 176,70 | 0,200 | 0,254 | 3.013 | 3.825 |
| wa_9089 | 909,609 | 909,709 | 0,120 | 0,161 | 10,9 | 30,9 | 131,10 | 231,90 | 0,070 | 0,123 | 1.056 | 1.858 |
| wa_9090 | 909,709 | 909,810 | 0,230 | 0,262 | 100,9 | 160,0 | 464,10 | 604,50 | 0,190 | 0,238 | 2.864 | 3.584 |
| wa_9091 | 909,810 | 909,910 | 0,100 | 0,135 | 19,9 | 66,9 | 286,50 | 537,90 | 0,090 | 0,141 | 1.357 | 2.131 |
| wa_9092 | 909,910 | 910,010 | 0,040 | 0,084 | 0,9 | 12,2 | 26,10 | 150,90 | 0,240 | 0,293 | 3.621 | 4.417 |
| wa_9093 | 910,010 | 910,110 | 0,050 | 0,103 | 1,2 | 27,6 | 42,60 | 340,50 | 0,230 | 0,288 | 3.467 | 4.342 |
| wa_9094 | 910,110 | 910,210 | 0,110 | 0,161 | 13,9 | 54,2 | 154,20 | 357,90 | 0,300 | 0,351 | 4.524 | 5.286 |
| wa_9095 | 910,210 | 910,310 | 0,100 | 0,139 | 7,1 | 19,9 | 71,70 | 132,90 | 0,180 | 0,223 | 2.713 | 3.363 |
| wa_9096 | 910,310 | 910,411 | 0,090 | 0,108 | 15,2 | 33,9 | 198,00 | 303,30 | 0,210 | 0,233 | 3.165 | 3.519 |
| wa_9097 | 910,411 | 910,511 | 0,060 | 0,074 | 4,9 | 8,3 | 82,50 | 99,30 | 0,150 | 0,153 | 2.262 | 2.302 |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9098 | 910,511 | 910,611 | -0,130 | -0,131 | - | - | - | - | 0,210 | 0,199 | 3.166 | 3.006 |
| wa_9099 | 910,611 | 910,711 | 0,020 | 0,015 | 0,1 | 0,1 | 5,40 | 2,10 | 0,170 | 0,155 | 2.565 | 2.334 |
| wa_9100 | 910,711 | 910,811 | 0,000 | -0,005 | - | - | 0,30 | - | 0,130 | 0,113 | 1.959 | 1.707 |
| wa_9101 | 910,811 | 910,912 | -0,160 | -0,169 | - | - | - | - | 0,090 | 0,073 | 1.358 | 1.101 |
| wa_9102 | 910,912 | 911,012 | 0,250 | 0,218 | 3,0 | 2,1 | 9,60 | 6,90 | 0,070 | 0,055 | 1.056 | 833 |
| wa_9103 | 911,012 | 911,112 | 0,070 | 0,064 | 1,5 | 1,2 | 14,10 | 11,70 | 0,080 | 0,068 | 1.208 | 1.025 |
| wa_9104 | 911,112 | 911,212 | 0,180 | 0,172 | 60,4 | 52,3 | 367,20 | 326,10 | 0,190 | 0,176 | 2.869 | 2.663 |
| wa_9105 | 911,212 | 911,312 | 0,130 | 0,124 | 25,3 | 20,8 | 228,00 | 189,90 | 0,270 | 0,258 | 4.076 | 3.894 |
| wa_9106 | 911,312 | 911,413 | 0,230 | 0,224 | 112,0 | 101,6 | 495,60 | 463,20 | 0,290 | 0,279 | 4.378 | 4.217 |
| wa_9107 | 911,413 | 911,513 | 0,230 | 0,226 | 84,9 | 77,5 | 458,40 | 396,60 | 0,200 | 0,191 | 3.020 | 2.877 |
| wa_9108 | 911,513 | 911,613 | 0,130 | 0,127 | 65,1 | 59,7 | 407,40 | 371,70 | 0,260 | 0,251 | 3.927 | 3.797 |
| wa_9109 | 911,613 | 911,713 | 0,440 | 0,438 | 367,3 | 358,3 | 798,35 | 742,18 | 0,290 | 0,284 | 4.374 | 4.287 |
| wa_9110 | 911,713 | 911,813 | 0,140 | 0,138 | 21,7 | 19,9 | 199,20 | 163,80 | 0,230 | 0,221 | 3.473 | 3.341 |
| wa_9111 | 911,813 | 911,913 | 0,240 | 0,235 | 50,9 | 48,3 | 193,20 | 177,60 | 0,250 | 0,245 | 3.772 | 3.700 |
| wa_9112 | 911,913 | 912,014 | 0,180 | 0,175 | 4,4 | 4,0 | 21,00 | 20,10 | 0,200 | 0,192 | 3.017 | 2.894 |
| wa_9113 | 912,014 | 912,114 | 0,240 | 0,264 | 56,7 | 53,3 | 181,80 | 168,90 | 0,250 | 0,245 | 3.771 | 3.693 |
| wa_9114 | 912,114 | 912,214 | 0,330 | 0,323 | 17,0 | 16,2 | 40,57 | 37,85 | 0,120 | 0,107 | 1.810 | 1.619 |
| wa_9115 | 912,214 | 912,314 | 0,030 | 0,062 | 0,3 | 0,1 | 6,30 | 5,70 | 0,270 | 0,263 | 4.071 | 3.965 |
| wa_9116 | 912,314 | 912,414 | 0,060 | 0,052 | 0,4 | 0,3 | 3,60 | 3,00 | 0,180 | 0,168 | 2.715 | 2.532 |
| wa_9117 | 912,414 | 912,515 | 0,090 | 0,078 | 0,7 | 0,4 | 6,30 | 4,50 | 0,100 | 0,087 | 1.508 | 1.304 |
| wa_9118 | 912,515 | 912,615 | 0,150 | 0,136 | 12,6 | 9,8 | 88,20 | 62,70 | 0,220 | 0,206 | 3.317 | 3.103 |
| wa_9119 | 912,615 | 912,715 | 0,090 | 0,086 | 6,5 | 5,6 | 70,80 | 58,20 | 0,150 | 0,137 | 2.261 | 2.064 |
| wa_9120 | 912,715 | 912,815 | 0,070 | 0,069 | 5,4 | 5,0 | 108,30 | 70,50 | 0,160 | 0,151 | 2.413 | 2.283 |

| locatie | rkm | | Maximale bodemhoogte t.o.v. norm (m) | | Baggervolume t.o.v. CCR-norm (m³) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. marge 0,3 m (m³) | | Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m) | | Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | van | tot | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief | referentie | basis-alternatief |
| wa_9121 | 912,815 | 912,915 | 0,020 | 0,024 | 0,1 | 0,3 | 9,60 | 9,60 | 0,060 | 0,055 | 905 | 829 |
| wa_9122 | 912,915 | 913,015 | 0,220 | 0,223 | 177,6 | 184,6 | 698,70 | 698,70 | 0,090 | 0,083 | 1.357 | 1.250 |
| wa_9123 | 913,015 | 913,116 | 0,090 | 0,093 | 1,9 | 2,1 | 21,60 | 21,60 | -0,030 | -0,041 | - | - |
| wa_9124 | 913,116 | 913,216 | 0,170 | 0,172 | 69,3 | 72,4 | 467,40 | 467,40 | 0,030 | 0,021 | 452 | 312 |
| wa_9125 | 913,216 | 913,316 | 0,090 | 0,092 | 7,2 | 8,0 | 128,40 | 128,40 | 0,010 | -0,000 | 151 | - |
| wa_9126 | 913,316 | 913,416 | 0,160 | 0,161 | 45,6 | 46,9 | 381,90 | 381,90 | 0,140 | 0,133 | 2.117 | 2.013 |
| wa_9127 | 913,416 | 913,516 | 0,170 | 0,171 | 27,2 | 28,0 | 279,90 | 279,60 | 0,300 | 0,295 | 4.529 | 4.460 |
| wa_9128 | 913,516 | 913,617 | -0,040 | -0,039 | - | - | - | - | -0,010 | -0,019 | - | - |
| wa_9129 | 913,617 | 913,717 | 0,040 | 0,041 | 0,4 | 0,4 | 8,40 | 8,40 | -0,010 | -0,017 | - | - |
| wa_9130 | 913,717 | 913,817 | -0,040 | -0,040 | - | - | - | - | -0,070 | -0,077 | - | - |
| wa_9131 | 913,817 | 913,917 | -0,020 | -0,019 | - | - | - | - | -0,060 | -0,065 | - | - |
| wa_9132 | 913,917 | 914,017 | -0,100 | -0,102 | - | - | - | - | 0,040 | 0,035 | 605 | 532 |
| wa_9133 | 914,017 | 914,117 | -0,140 | -0,139 | - | - | - | - | 0,020 | 0,015 | 303 | 226 |
| wa_9134 | 914,117 | 914,218 | -0,110 | -0,110 | - | - | - | - | 0,040 | 0,033 | 605 | 503 |
| wa_9135 | 914,218 | 914,318 | 0,020 | 0,020 | 0,1 | 0,1 | 3,60 | 2,10 | 0,080 | 0,074 | 1.208 | 1.117 |
| wa_9136 | 914,318 | 914,418 | -0,060 | -0,060 | - | - | - | - | - | -0,010 | - | - |
| totaal | 899,090 | 914,418 | 0,036 | 0,038 | 2.312 | 2.600 | 12.490 | 13.246 | 0,140 | 0,141 | 354.810 | 358.137 |
| | | Extra baggerinspanning t.g.v. ingreep (m³): | | | | 288 | | 756 | | | | 3.327 |

Toelichting:

- Baggervolume t.o.v. CCR-norm (kolommen 6 en 7): in het gebied treedt ten gevolge van de ingreep sedimentatie (+11.644 $m^3$) en erosie (- 6.145 $m^3$) op. Netto is er sedimentatie (+5.499 $m^3$), zie pagina Bijlage 7-12. Slechts de locaties die niet aan de norm voldoen zijn hier onderwerp van de analyse. Om de waterdiepte te borgen moet 2.600 $m^3$ gebaggerd worden. Echter in de referentiesituatie moet er ook al 2.312 $m^3$ gebaggerd worden. Het verschil (288 $m^3$) is het gevolg van de ingreep. Dit is slechts een kleine fractie van de totale sedimentatie, omdat alleen de oppervlakten die niet aan de norm voldoen meetellen. Waar het diep genoeg is, hoeft niet gebaggerd te worden.
- Baggervolume t.o.v. norm incl. 0,3 m marge (kolommen 8 en 9): indien een marge van 0,3 m boven de norm gehanteerd wordt is de baggerinspanning vanzelfsprekend groter. Dit geldt voor zowel de referentiesituatie als voor de ingreep. Ook het verschil tussen deze twee (758 $m^3$) is groter dan het vorige resultaat, om twee redenen:
    1. Er is in de referentiesituatie een grotere oppervlakte die verdiept moet worden. Dat betekent ook dat een groter aandeel van de sedimentatie binnen deze oppervlakte zal vallen en weggebaggerd moet worden.
    2. Omdat 0,30 m de minimale hoeveelheid is, wordt elke baggerinspanning onder 0,3 m afgerond naar 0,3 m. Dit werkt verhogend naar de hoeveelheid.
- Baggervolume t.o.v. norm incl. kielspeling 1,20 m (kolommen 10 tot en met 13): in tegenstelling tot de vorige analyses gaat het nu niet om het aftoppen van de ondiepten, maar om het borgen van een gemiddelde overdiepte van 1,20 m per hectometervak t.o.v. de norm. Het betreft een groot areaal en de baggerinspanning is nu nog veel groter. Ook het verschil (3.596 $m^3$) is om deze twee redenen groter en benadert al de grootte-orde van de netto sedimentatiehoeveelheid van Bijlage 7.3 (5.499 $m^3$). Dit is begrijpelijk: als de meeste vakken in de referentiesituatie al waterdiepte met 1,20 m marge tekortkomen, dan moet in deze vakken alles wat erbij komt er ook weer uit.

Anneke de Joode
rivierkundig advies

www.rivierkundigadvies.nl

AHA
Agtersloot Hydraulisch Advies

www.agtersloot.nl

RiQuest

https://riquest.nl