


## NOTITIE

---

Onderwerp	Rivierkundige beoordeling plan IJsselstein	
Project	Rivierkundig advies IJsselstein	
Opdrachtgever	Van Dun Advies	
Projectcode	137592	
Status	Concept 01	
Datum	16 november 2023	
Referentie	137592/23-018.331	
Auteur(s)	S.J.H.A. Gradussen MSc, Ir. M.H.P. Jansen	
Gecontroleerd door	Ir. M.H.P. Jansen	
Goedgekeurd door	Ir. M.H.P. Jansen	
Paraaf		
Bijlage(n)	I Referentie-Modelbodem II Referentie-Ruwheidskaart III Variant-Modelbodem IV Variant-Ruwheidskaart	
Aan	Van Dun Advies	M. Gerards, M. Moritz
Kopie	-	

---

## 1 INTRODUCTIE

### 1.1 Inleiding

De locatie IJsselstein in Hattem ligt op een prachtige plek langs de IJssel. In het verleden was dit een recreatieoord en stond er een landhuis en twee dienstwoningen/schuren op het terrein. Inmiddels is het landhuis afgebroken en zijn er plannen om ook de dienstwoningen af te breken en te vervangen voor twee nieuwe gebouwen met recreatiewoningen. Dit alles past binnen de bestaande vergunning.

Het plan IJsselstein is gelegen in de Gelderse uiterwaard langs de IJssel ter hoogte van rivierkilometer 978,5. Dit deel van de rivier heeft volgens de Beleidsregels Grote Rivieren (ref. Kaartblad 095 IJssel 13) betrekking op een gedeelte van de rivier met stroomvoerend regime. Volgens het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) art 2.4.5<sup>1</sup>, kan een bestemmingsplan alleen gewijzigd worden als hierbij ingrepen worden verricht die per saldo meer ruimte voor de rivier opleveren.

---

<sup>1</sup> Stroomvoerend deel rivierbed, niet riviergebonden activiteiten met per saldo meer ruimte voor de rivier.

Daarom is aan Witteveen+Bos gevraagd om een rivierkundig advies voor het plan en ondersteuning van het proces richting het bestemmingsplan (Barro-advies).

## 1.2 Doel

Het doel van deze rapportage is het presenteren van een overzicht van de te verwachten rivierkundige effecten die optreden ten gevolge van de gewijzigde gebiedsinrichting van het terrein.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de referentiesituatie en het definitieve ontwerp van het terrein gepresenteerd. Daarnaast wordt de vertaling naar de Baselineschematisatie toegelicht. Hoofdstuk 3 behandelt de methodiek die is toegepast voor de rivierkundige beoordeling van de herinrichting van het projectgebied. De resultaten van de rivierkundige beoordeling worden gepresenteerd in hoofdstuk 4. Ten slotte vat hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies van dit rivierkundig onderzoek samen.

# 2 BESCHRIJVING VARIANTEN

## 2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt de beschouwde varianten in de rivierkundige beoordeling. Eerst wordt de referentiesituatie toegelicht in paragraaf 2.2. Paragraaf 2.3 behandelt het definitieve ontwerp. Voor beide varianten wordt zowel een beschrijving gegeven, als de vertaling naar de Baselineschematisatie.

## 2.2 Referentiesituatie

### Beschrijving

Het projectgebied ligt in de Gelderse uiterwaarde langs de IJssel ter hoogte van rivierkilometer 978,5, direct bovenstrooms van brug de Hanzeboog.

Aan rivierzijde (oostkant) ligt het terrein tussen NAP +1,68 m en NAP +2,68 m. Richting de zuidwestelijke hoek loopt dit op met het hoogste punt (NAP +4,0 m) bij het woonhuis. De hoogteverschillen zijn goed verklaarbaar vanuit de geschiedenis van het gebied.

De vergunning gaat uit van een vlak terrein met een hoogteligging van circa NAP +3,55 m aan zuidelijke zijde. Dit terrein is voor het grootste deel verhard en gedeeltelijk voorzien van bebouwing. Aan de westzijde van dit vlakke terrein ligt een tweede vlakke met een hoogteligging van circa NAP +2,75 m. Op dit terrein bevindt zich op de zuidelijke zijde ook een verhard terrein met bebouwing. Om de rivierkundige effecten te bepalen is uitgegaan van de vergunde situatie.

De kavel is aan de zuid-, west- en noordzijde omkaderd door rijen bomen. De kavel bestaat grotendeels uit gras- en akkerland met monumentale bomen verspreid over het terrein.

### Baselineschematisatie

Een detail van het Baseline hoogtemodel van de vergunde referentie is weergegeven in afbeelding 2.1. Een uitgebreide kaart is toegevoegd in bijlage I. De Baseline ruwheidskaart van de referentie wordt getoond in afbeelding 2.2. Een gedetailleerde kaart is opgenomen in bijlage II.

## 2.3 Definitief ontwerp

### Beschrijving

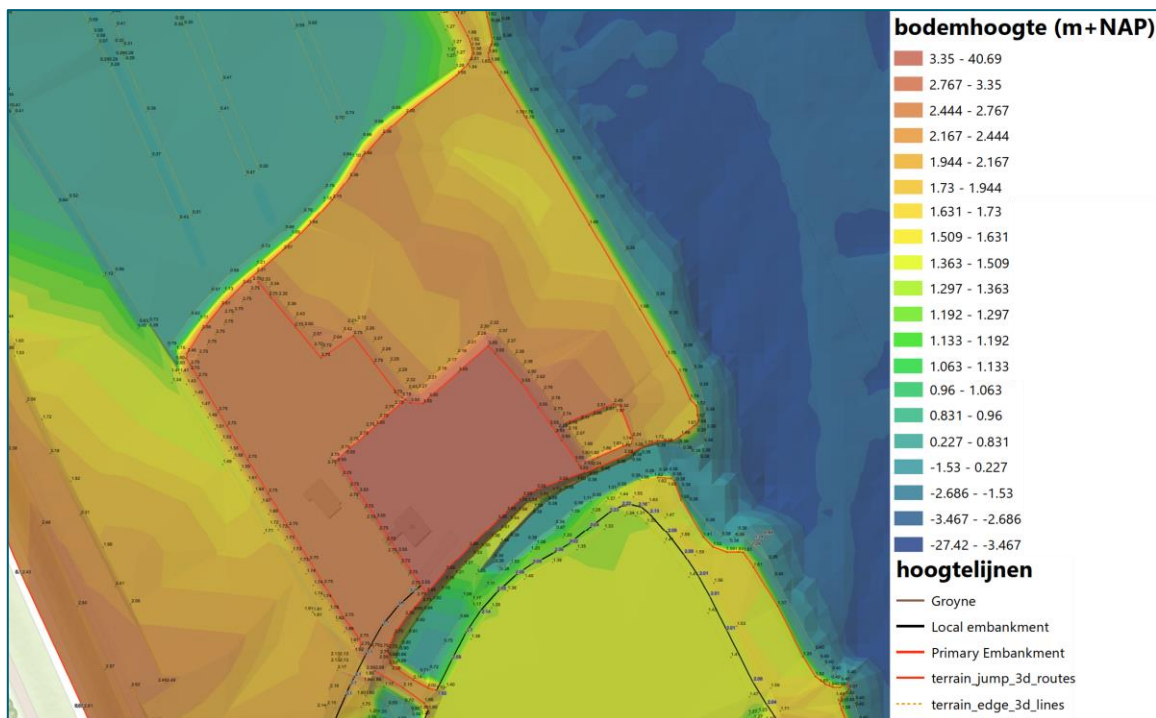
Binnen de nieuwe inrichting van de kavel worden de volgende wijzigingen doorgevoerd in het landschap:

- op het terrein wordt een gebied aan de rivierzijde ter grootte van 11.550 m<sup>2</sup> verlaagd naar NAP +1,5 m om ruimte te geven aan de rivier. Dit is op een vanuit rivierkundig oogpunt gezien zo gunstig mogelijke locatie, omdat dit deel het dichtst langs de rivier ligt en hier de stroomsnelheden relatief hoog zijn;
- de nieuwe bebouwing wordt ten opzichte van de historische bebouwing richting de dijk verschoven zodat de bebouwing beter in de richting van de stroming ligt en er extra ruimte voor de rivier ontstaat aan de rivierzijde. Het maaiveld ter plaatse van de gebouwen wordt NAP +3,55 m (zuidzijde) en NAP +2,75 m (noordzijde). De bebouwing blijft dan ook tijdens hoogwater goed bereikbaar;
- de huidige bomenrij aan noord- en westzijde blijft behouden, evenals de monumentale bomen op het terrein;
- de vaarweg blijft ook in de toekomst bereikbaar over land.

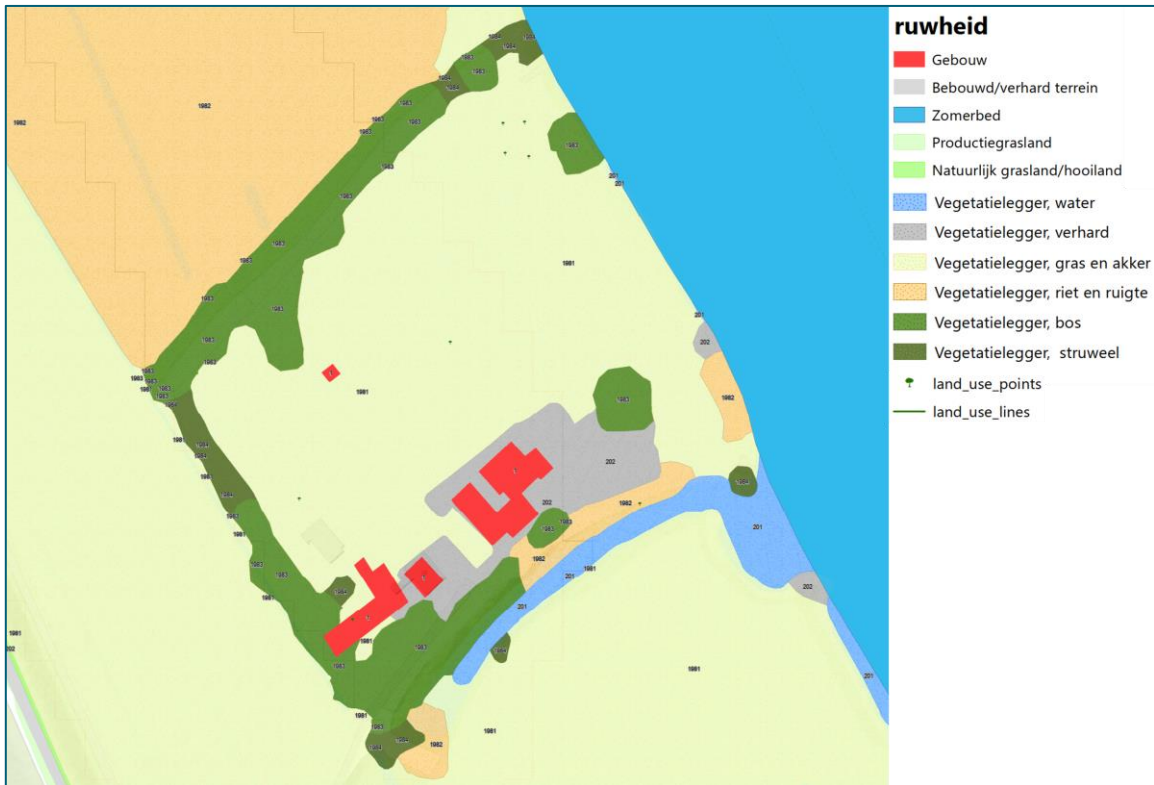
### Baselineschematisatie

Een detail van het Baseline hoogtemodel van het definitieve ontwerp is weergegeven in afbeelding 2.3. Een uitgebreide kaart is toegevoegd in bijlage III. De Baseline ruwheidskaart van het definitieve ontwerp wordt getoond in afbeelding 2.4. Een gedetailleerde kaart is opgenomen in bijlage IV.

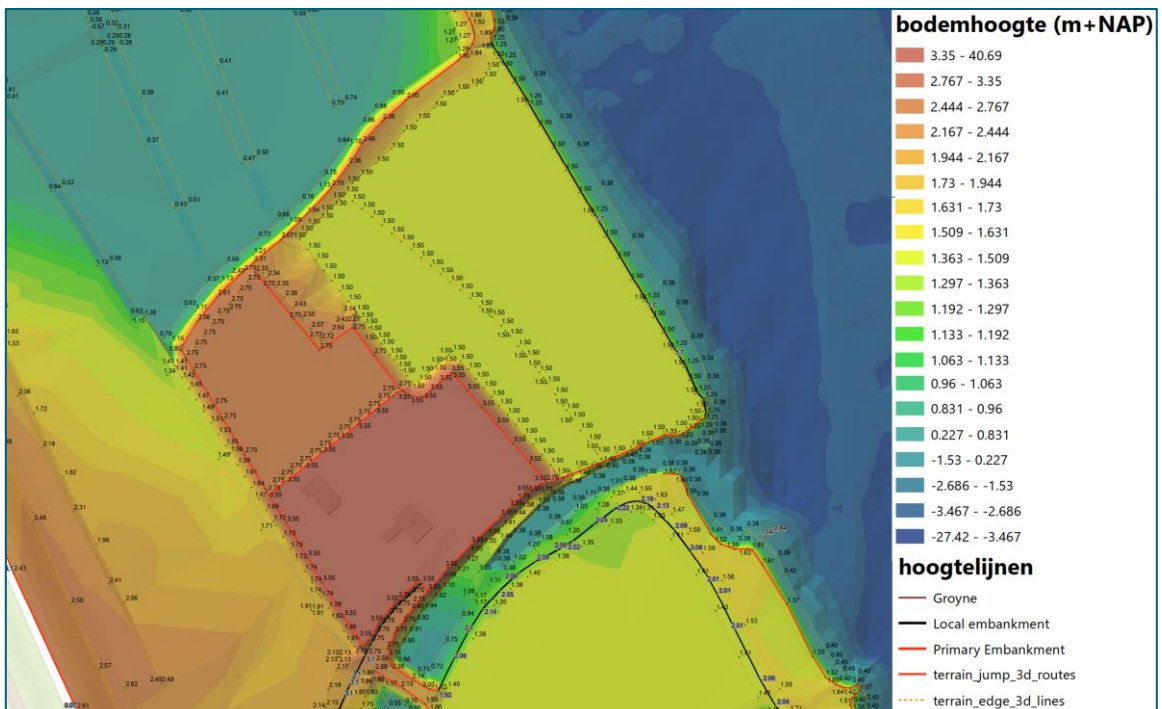
Afbeelding 2.1 Hoogtemodel van de referentiesituatie in Baseline



Afbeelding 2.2 Ruwheidskaart van de referentiesituatie in Baseline



Afbeelding 2.3 Hoogtemodel van het definitieve ontwerp in Baseline



Afbeelding 2.4 Ruwheidskaart van het definitieve ontwerp in Baseline



### 3 METHODE

#### 3.1 Inleiding

Rekeninghoudend met de wet- en regelgeving die van toepassing is op dit project, is het niet noodzakelijk een uitgebreide toetsing uit te voeren aan het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK<sup>1</sup>). Wel is het van belang om een goed beeld te schetsen van te verwachten rivierkundige effecten, om uit te sluiten dat de herinrichting van het projectgebied negatieve gevolgen heeft voor de rivier en zijn gebruikers.

In deze studie wordt inzicht in de rivierkundige effecten verkregen door de combinatie van simulaties met een numeriek model (D-HYDRO) en een kwalitatieve beoordeling. De kwalitatieve beoordeling wordt uitgevoerd op basis van de resultaten die verkregen zijn met het D-HYDRO model in combinatie met beschikbare achtergrondinformatie. De uitgangspunten die van toepassing zijn op de modellering worden hierna toegelicht.

#### 3.2 Uitgangspunten

Voor deze studie zijn de volgende uitgangspunten van toepassing:

- D-HYDRO modellering:
  - versienummer modelschematisatie: dflowfm2d-rijn-beno19\_6\_20m\_ijssel-v2a;
  - specificatie toegepaste software: D-HYDRO 2D3D 2023.01;
  - met het model wordt één stationaire Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s doorgerekend;
  - de waterstandsverschillen zijn gebaseerd op de zogenaamde last 25;
  - ruwheidsdefinities; roughcombination-all-2021-v4;

<sup>1</sup> Rijkswaterstaat (2019). Rivierkundig Beoordelingskader versie 5.0.

- Baselineschematisatie:
  - versienummer referentieschematisatie: beno19\_6v2. Hierin zijn geen maatregelen toegevoegd om de referentie te updaten;
  - maatregelen toegevoegd aan referentie voor verkrijgen variant:
    - rt\_var\_a3;
  - specificatie toegepaste software: ArcGIS versie 10.6 in combinatie met Baseline versie 6.3.2.

## 4 RESULTATEN

### 4.1 Inleiding

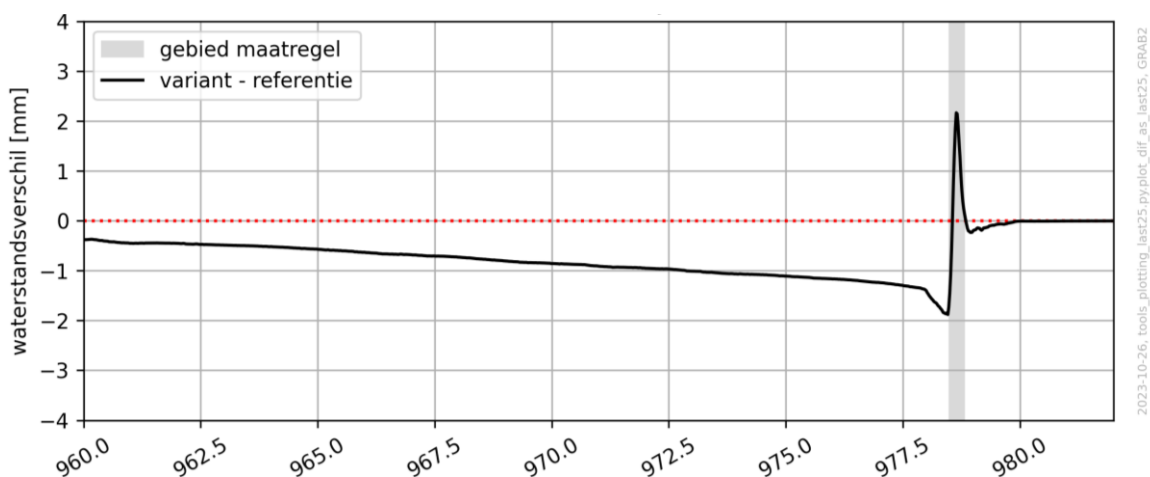
Dit hoofdstuk bevat de beoordeling van de rivierkundige aspecten. In paragraaf 4.2 komen de effecten met betrekking tot hoogwaterveiligheid aan bod. Hydraulische hinder en schade worden besproken in paragraaf 4.3. Ten slotte wordt een kwalitatief oordeel met betrekking tot morfologie gegeven in paragraaf 4.4.

### 4.2 Hoogwaterveiligheid

De herinrichting van het projectgebied leidt tot een verruiming van de rivier, met als gevolg dat de waterstand bovenstrooms van de maatregel daalt bij een (extreem) hoogwater. De berekening met het D-HYDRO model toont aan dat op de rivieras een maximale waterstandsval van 1,9 mm optreedt bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s (afbeelding 4.1). Deze waterstandsval werkt door in bovenstroomse richting door middel van een stuwkromme-effect.

Direct ter plaatse van het projectgebied treedt een lokale opstuwingspiek op van 2,1 mm. In verband met het zaagtandprincipe, waarbij het oppervlak in de grafiek tussen de waterstandsverschillijn en de nullijn voor het gedeelte met opstuwung vele malen kleiner is dan dat voor de waterstandsval, kan deze lokale opstuwung toelaatbaar worden geacht.

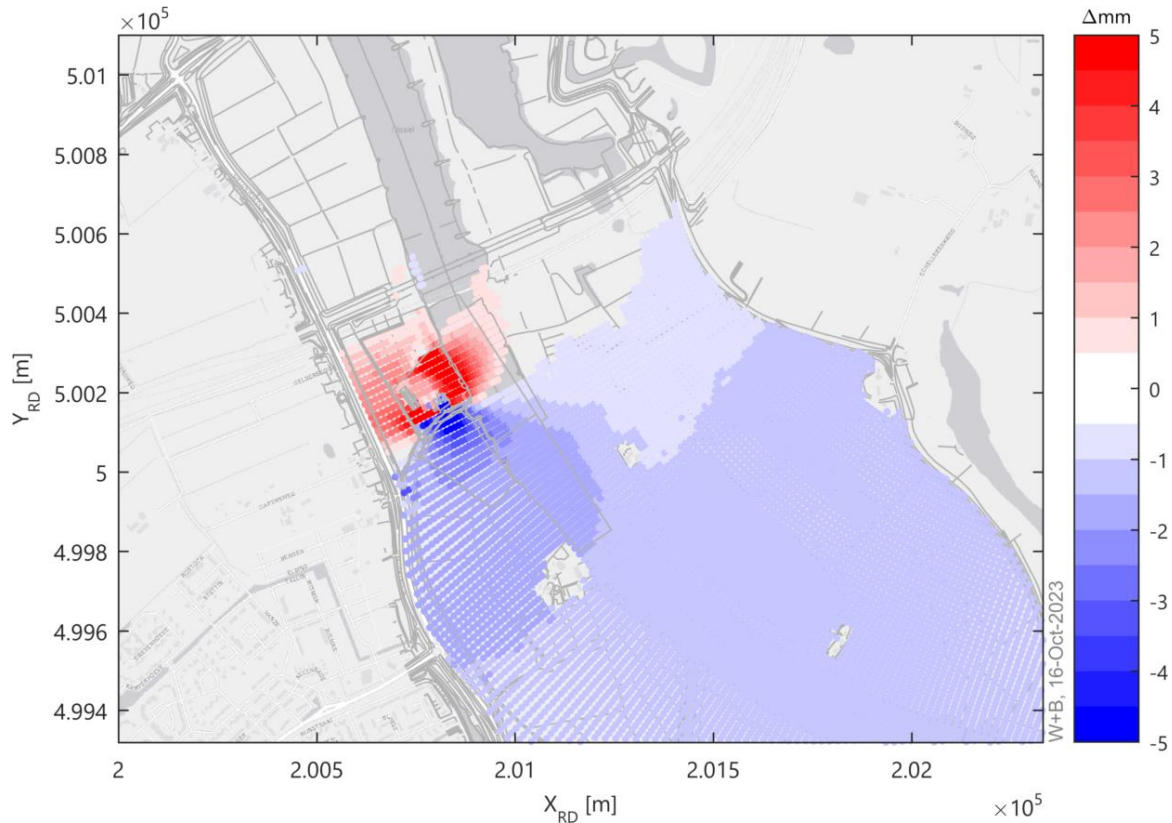
Afbeelding 4.1 Waterstandseffect op de rivieras bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s voor de variant ten opzichte van de referentie



De waterstandseffecten werken ook door buiten de rivieras. Het tweedimensionale veld met de waterstandseffecten bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s in de buurt van het projectgebied is weergegeven in afbeelding 4.2. Aan de benedenstroomse zijde van het projectgebied treedt een maximale

opstuwing op van circa 5 mm. Direct bovenstrooms van het gebied is de waterstandsdingaling ook in de orde van 5 mm. Langs de dijk treedt over een lengte van ongeveer 200 m een opstuwing op van maximaal 1-3 mm. Het is aan de beheerder van de primaire kering aan de Gelderse zijde van de IJssel om te oordelen of een dergelijke opstuwing langs de primaire kering acceptabel is. Het waterschap Vallei en Veluwe heeft aangegeven dit niet als een groot probleem te zien<sup>1</sup>.

Afbeelding 4.2 Tweedimensionaal waterstandseffect bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s voor de variant ten opzichte van de referentie



### 4.3 Hydraulische hinder en schade

Een rivierkundige ingreep kan tot hydraulische hinder of schade leiden. Deze aspecten hangen nauw samen met (veranderingen in) het stroombeeld. Het absolute stroombeeld voor de referentiesituatie en voor de variant bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s zijn weergegeven in respectievelijk afbeelding 4.3 en afbeelding 4.4. Afbeelding 4.5 toont het verschil in stroomsnelheid tussen de variant en de referentiesituatie.

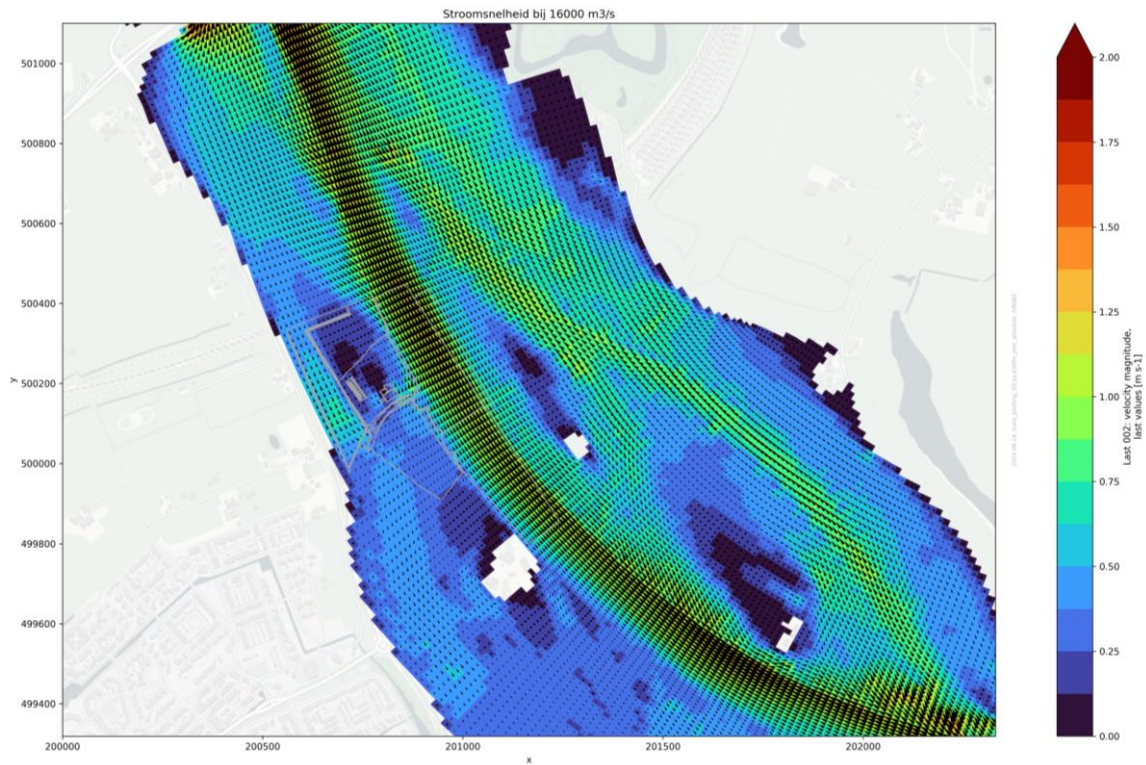
De stroomsnelheid in de referentiesituatie varieert binnen het projectgebied tussen de 0-0,6 m/s. De aanwezige bebouwing vormt een obstructie voor de stroming, waardoor er aan stroomafwaartse zijde een luwte ontstaat. In de nieuwe inrichting van het projectgebied, ligt de bebouwing gunstiger ten opzichte van de stroming, waardoor de stromingsluwte afneemt. Deze toename in stroomsnelheid beperkt zich voornamelijk tot de uiterwaarden en bedraagt maximaal ongeveer 0,3 m/s.

Doordat de verschillen in stroombeeld zich vooral beperken tot de uiterwaarden, ontstaan er geen problemen met betrekking tot dwarsstroming in de IJssel. Een andere vorm van hinder die voor scheepvaart kan optreden is het blokkeren van zichtlijnen. Het projectgebied bevindt zich in de buitenbocht van de rivier.

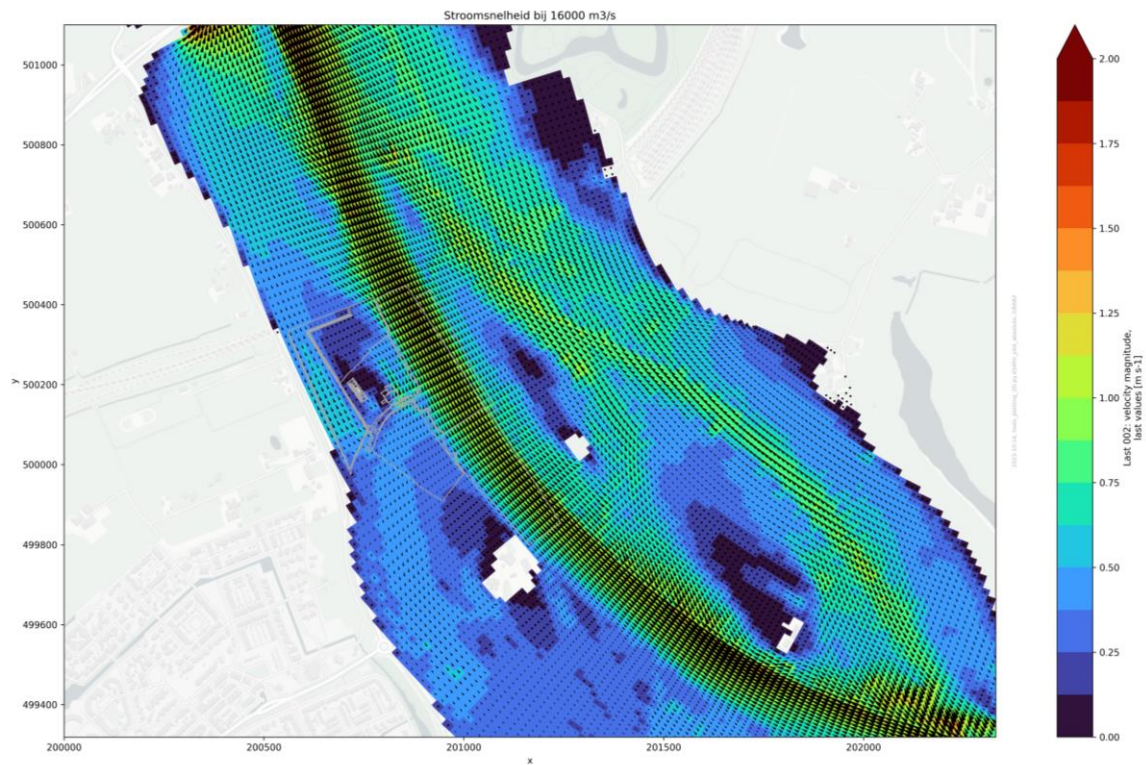
<sup>1</sup> Mail van J. Borgers, WS Vallei en Veluwe, d.d. 1 november 2023.

Daarnaast wordt de bebouwing verder van de vaargeul af geplaatst. Om deze redenen wordt geen verslechering van de zichtlijnen verwacht.

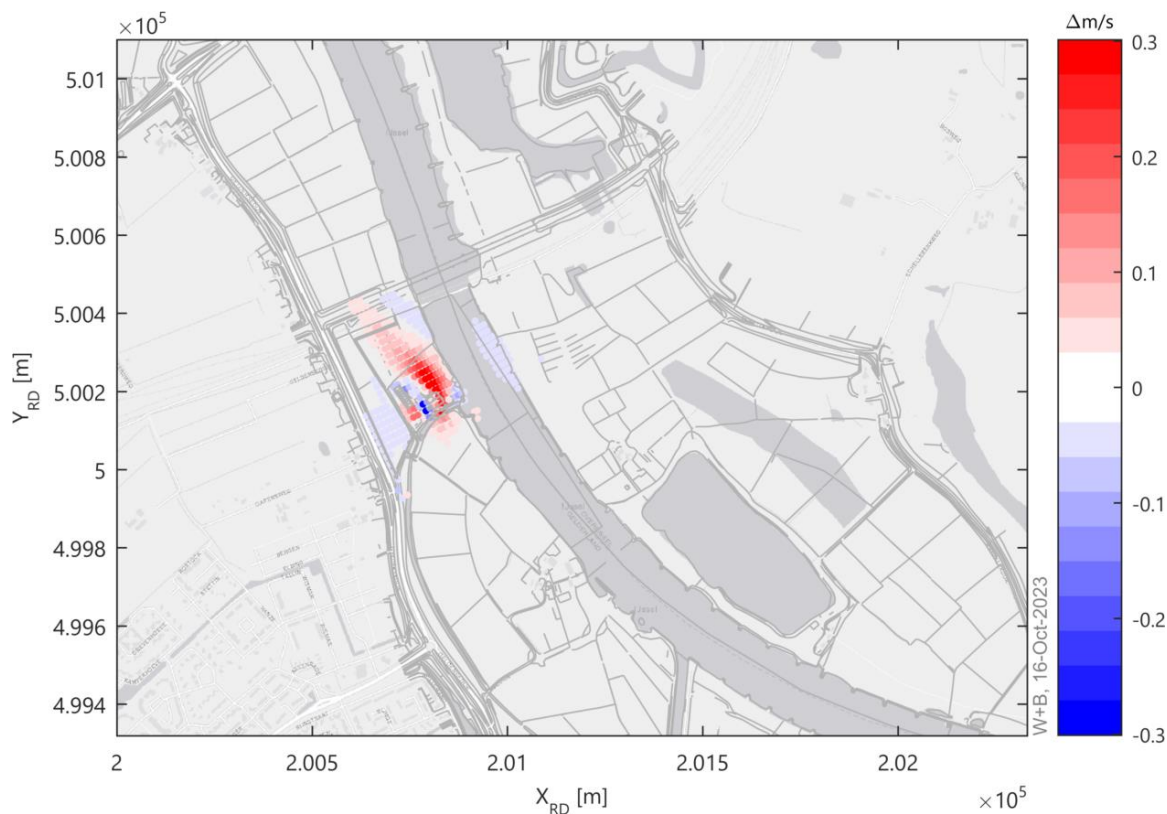
Afbeelding 4.3 Stroombeeld voor de referentiesituatie bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s



Afbeelding 4.4 Stroombeeld voor de variant bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s



Afbeelding 4.5 Verskil in stroomsnelheid tussen de variant en de referentie bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s

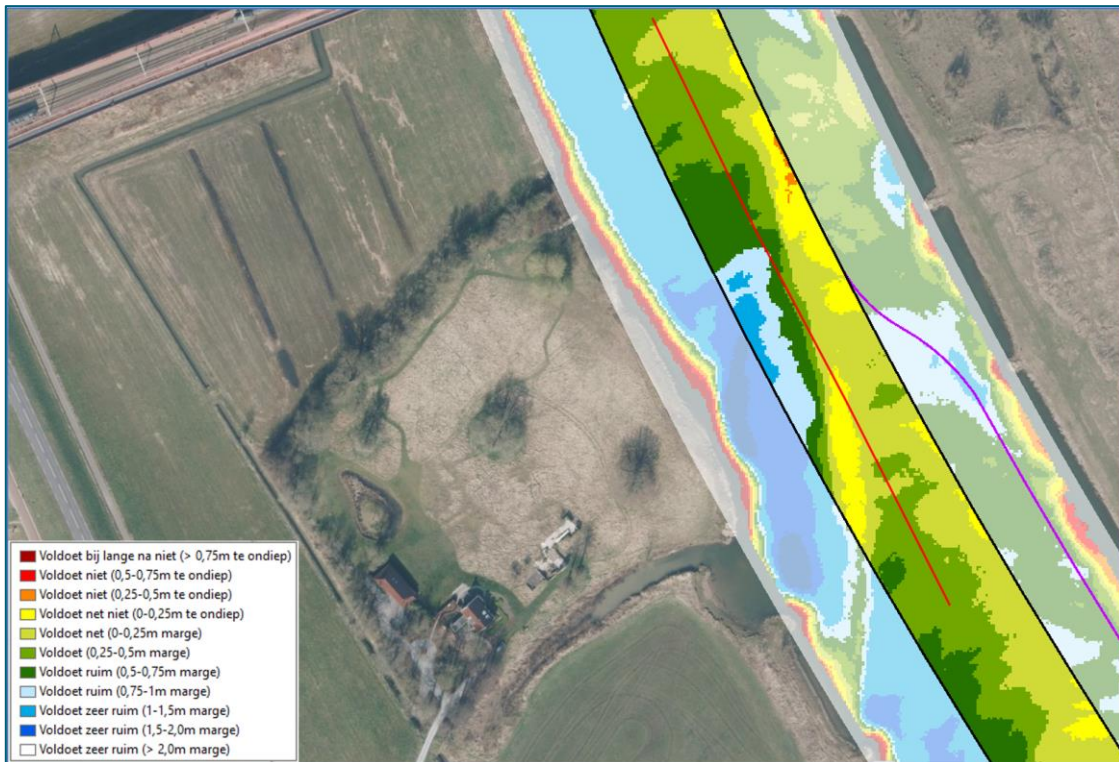


#### 4.4 Morfologische effecten

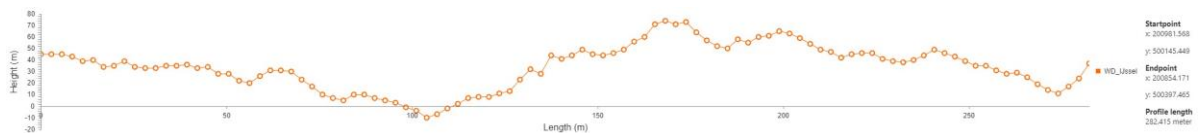
Doordat de herinrichting van het projectgebied leidt tot een rivierverruiming, zal er een groter deel van de rivierafvoer over de Gelderse uiterwaard stromen dan in de referentiesituatie. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid tot sedimentatie in de vaargeul ter hoogte van het projectgebied. Aangezien de lengte van het riviertraject waarover de ingreep wordt verricht in de orde van 100 m is, en de onttrekking van water uit de hoofdgeul ook relatief klein is, zullen morfologische effecten in de vaargeul beperkt zijn. Ter hoogte van het projectgebied laat de waterdieptekaart zien dat er over het grootste deel van de vaargeul ruimte is voor beperkte sedimentatie (gemiddeld circa 0,5 m) ten opzichte van wat volgens de norm<sup>1</sup> een acceptabele waterdiepte is (afbeelding 4.6, afbeelding 4.7). Hier wordt naar verwachting aan voldaan.

<sup>1</sup> Webviewer: [https://maps.rijkswaterstaat.nl/gwproj55/index.html?viewer=ON\\_Waterdieptekaarten\\_Rijntakken.Webviewer](https://maps.rijkswaterstaat.nl/gwproj55/index.html?viewer=ON_Waterdieptekaarten_Rijntakken.Webviewer).

Afbeelding 4.6 Kaart die de ruimte toont tussen de huidige bodemligging en de norm die de minimale waterdiepte voorschrijft. De rode lijn op de rivieras is de locatie waar in afbeelding 4.7 het verschil tussen bodemhoogte en norm is weergegeven



Afbeelding 4.7 Verschil tussen de huidige bodemligging en de vereiste bodemligging voor de norm met betrekking tot minimale vaardiepte, langs de rode lijn in afbeelding 4.6 (van Zuid naar Noord)



## 5 CONCLUSIES

### 5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk vat de belangrijkste bevindingen samen voor de drie hoofdthema's 'Hoogwaterveiligheid', 'Hydraulische hinder en schade' en 'Morfologische effecten'.

### 5.2 Hoogwaterveiligheid

De herinrichting van het projectgebied leidt tot een waterstandseffect. Bovenstrooms van het projectgebied neemt de waterstand op de rivieras af met maximaal 1,9 mm. Direct ter hoogte van het projectgebied leidt het plan tot een lokale opstuwung van 2,1 mm, die volgens het zaagprincipe acceptabel kan worden bevonden.

### 5.3 Hydraulische hinder en schade

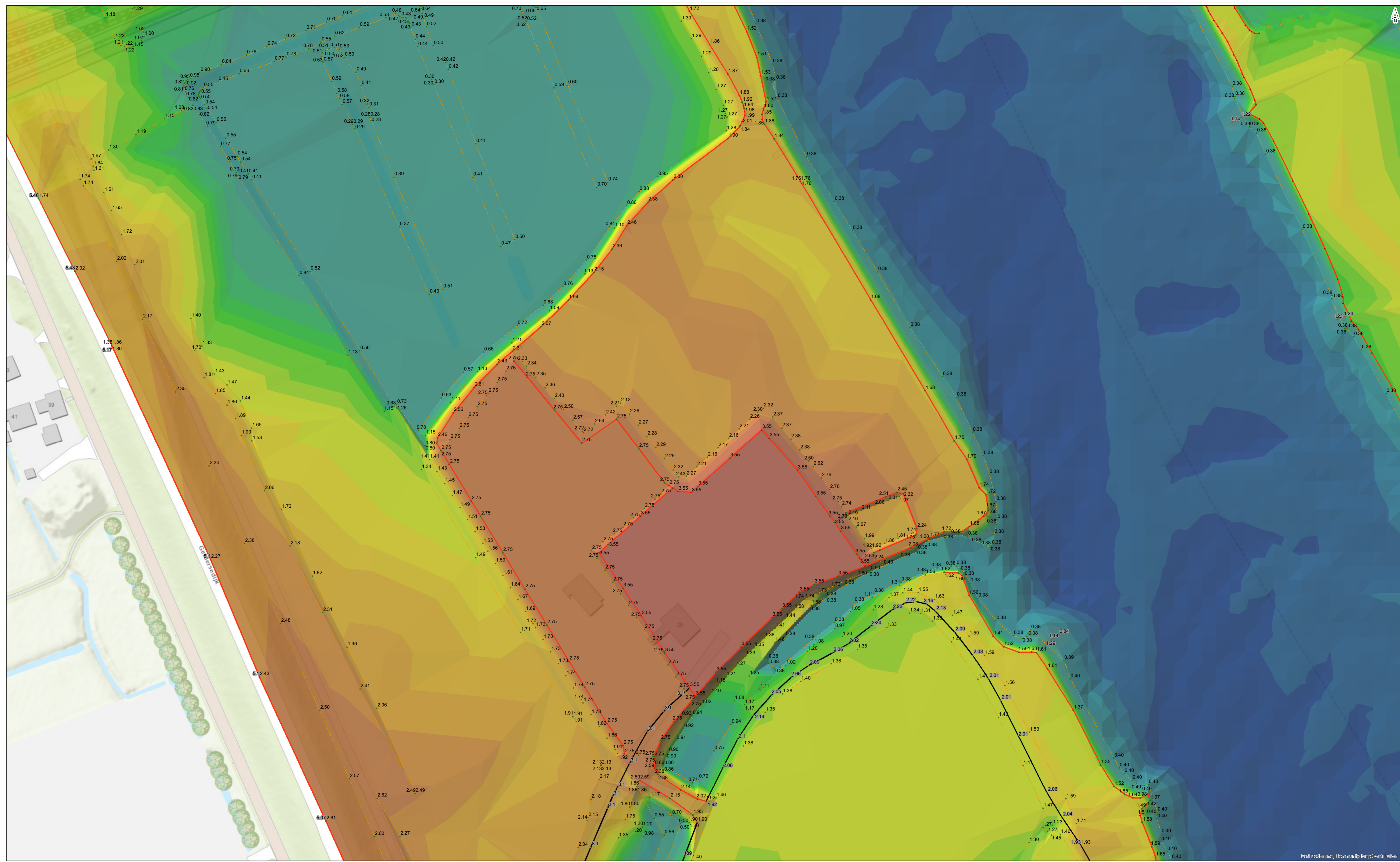
Het stroombeeld verandert vooral binnen het projectgebied. Door een meer gestroomlijnde ligging van de bebouwing ten opzichte van de referentiesituatie, verdwijnt een groot deel van de stromingsluwte aan de benedenstroomse zijde van het projectgebied. Doordat de verschillen in stroomsnelheid zich voornamelijk beperken tot de uiterwaard, en deze verschillen beperkt zijn, leidt dit niet tot onveilige situatie met betrekking tot dwarsstroming. Daarnaast worden de zichtlijnen voor scheepvaart niet negatief beïnvloed.

### 5.4 Morfologische effecten

De herinrichting van de uiterwaarde kan lokaal leiden tot een beperkte mate van sedimentatie. De waterdiepte kaarten laten zien dat er in de vaargeul ruimte is voor zo'n 50 cm aan sedimentatie. Naar verwachting is dit ruim voldoende.



## BIJLAGE: REFERENTIE-MODELBODEM



• vertex hoogte	<b>bodemhoogte (m+NAP)</b>	1.631 - 1.73	0.96 - 1.063
<b>hoogtelijnen</b>	3.35 - 40.69	1.509 - 1.631	0.831 - 0.96
— Groyne	2.767 - 3.35	1.363 - 1.509	0.227 - 0.831
— Local embankment	2.444 - 2.767	1.297 - 1.363	-1.53 - 0.227
— Primary Embankment	2.167 - 2.444	1.192 - 1.297	-2.686 - -1.53
— terrain_jump_3d_routes	1.944 - 2.167	1.133 - 1.192	-3.467 - -2.686
— terrain_edge_3d_lines	1.73 - 1.944	1.063 - 1.133	-27.42 - -3.467

drawn: ing. H.E.J. Nieuwland  
 verified: S.J.H.A. Gradussen MSC  
 approved: ir. M.H.P. Jansen  
 version: definitief 1  
 date: 14-08-2023  
 drawing no: 4

**IJsselstein**  
**variant: beno196v2**  
 client: Rivierkundige effectstudie IJsselstein  
 project code: 137592

page size: A1 landscape  
 scale: 1:600  
 0 10 20 30 40 m





**BIJLAGE: REFERENTIE-RUWHEIDSKAART**



- land\_use\_points
  - land\_use\_lines
- ruwheid**
- Gebouw
  - Bebouwd/verhard terrein
  - Zomerbed
  - Productiegrasland
  - Natuurlijk grasland/hooiland

- Vegetatielegger, water
- Vegetatielegger, verhard
- Vegetatielegger, gras en akker
- Vegetatielegger, riet en ruigte
- Vegetatielegger, bos
- Vegetatielegger, struweel

drawn: ing. H.E.J. Nieuwland  
 verified: S.J.H.A. Gradussen MSc  
 approved: ir. M.H.P. Jansen  
 version: definitief 1  
 date: 14-08-2023  
 drawing no: 2

**IJsselstein**  
**variant: beno196v2**  
 client:  
 project: Rivierkundige effectstudie IJsselstein  
 project code: 137592

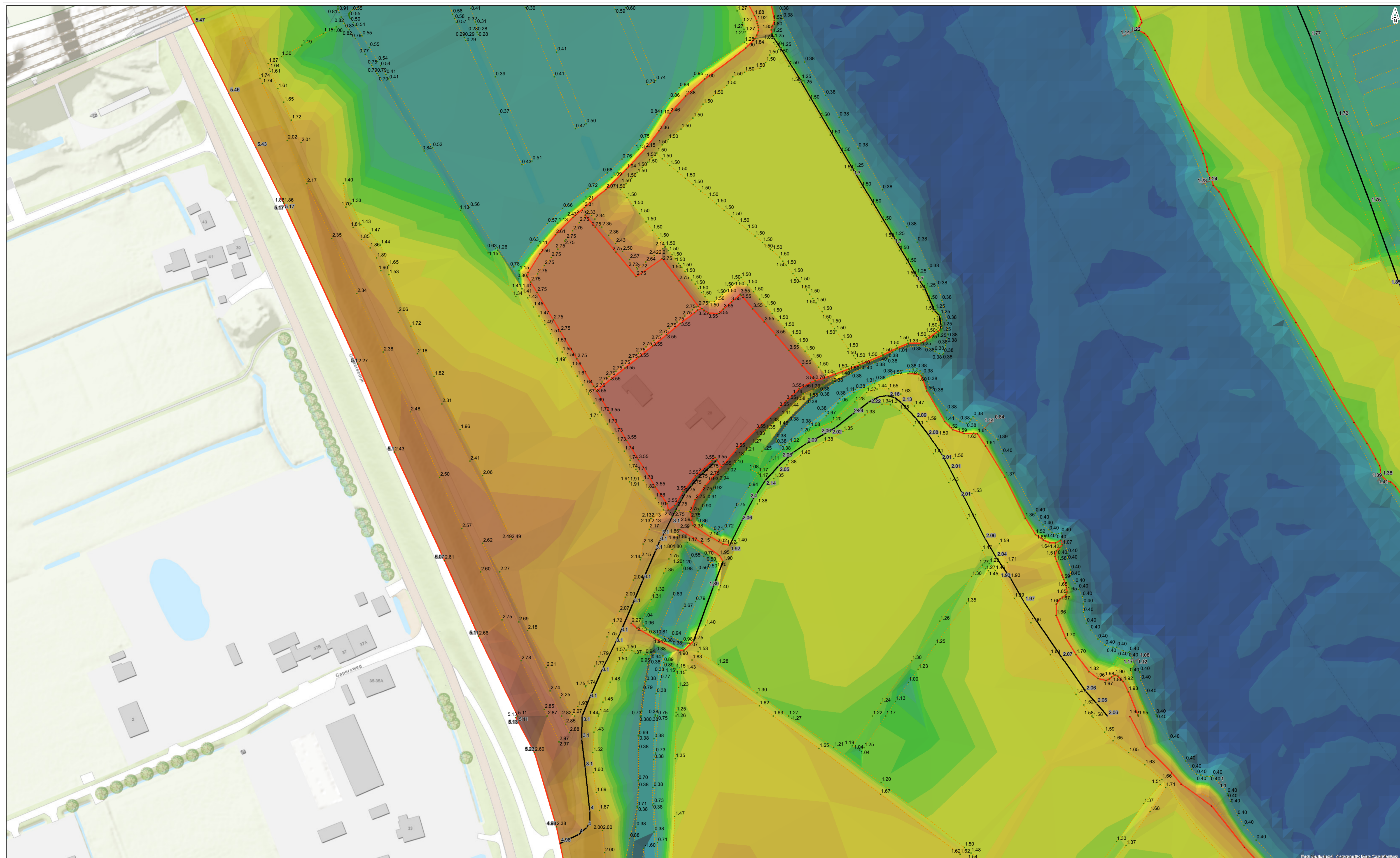
page size: A1 landscape  
 scale: 1:600  
 0 10 20 30 40 m



Esri Nederland, Community Map Contributors



## BIJLAGE: VARIANT-MODELBODEM



hoogtelijnen		bodemhoogte (m+NAP)	
— Groyne	3.35 - 40.69	1.631 - 1.73	0.96 - 1.063
— Local embankment	2.767 - 3.35	1.509 - 1.631	0.831 - 0.96
— Primary Embankment	2.444 - 2.767	1.363 - 1.509	0.227 - 0.831
— terrain_jump_3d_routes	2.167 - 2.444	1.297 - 1.363	-1.53 - 0.227
— terrain_edge_3d_lines	1.944 - 2.167	1.192 - 1.297	-2.686 - -1.53
	1.73 - 1.944	1.133 - 1.192	-3.467 - -2.686
		1.063 - 1.133	-27.42 - -3.467

drawn: ing. H.E.J. Nieuwland  
 verified: S.J.H.A. Gradussen MSC  
 approved: ir. M.H.P. Jansen  
 version: definitief 1  
 date: 18-10-2023  
 drawing no: 3

**IJsselstein**  
**variant: beno196v2\_var3**  
**maatregel: rt\_var\_a3**  
 client:  
 project: Rivierkundige effectstudie IJsselstein  
 project code: 137592

page size: A1 landscape  
 scale: 1:800  
 0 10 20 30 40 m



# IV

## BIJLAGE: VARIANT-RUWHEIDSKAART



+ land\_use\_points  
 — land\_use\_lines

**ruwheid**

- Gebouw
- Bebouwd/verhard terrein
- Zomerbed
- Productiegrasland
- Natuurlijk grasland/hooiland

- Vegetatielegger, water
- Vegetatielegger, verhard
- Vegetatielegger, gras en akker
- Vegetatielegger, riet en ruigte
- Vegetatielegger, bos
- Vegetatielegger, struweel

drawn: ing. H.E.J. Nieuwland  
 verified: S.J.H.A. Gradussen MSc  
 approved: ir. M.H.P. Jansen  
 version: definitief 1  
 date: 18-10-2023  
 drawing no: 1

**IJsselstein**  
**variant: beno196v2\_var3**  
**maatregel: rt\_var\_a3**

client:  
 project: Rivierkundige effectstudie IJsselstein  
 project code: 137592

page size: A1 landscape  
 scale: 1:800

