RAPPORT

Rivierkundige beoordeling Feyenoord

Beoordeling van de ontwikkeling van het stadion en de langsdam

Klant: Feyenoord

Referentie: BF7186WATRP1806201020

Status: 1.0/Finale versie

Datum: 22 augustus 2019

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Rivierkundige beoordeling Feyenoord
Ondertitel:	
Referentie:	BF7186WATRP1806201020
Status:	1.0/Finale versie
Datum:	22 augustus 2019
Projectnaam:	Rivierkundige beoordeling Feyenoord
Projectnummer:	BF3499
Auteur(s):	Bram Evers

Opgesteld door:	Bram Evers
Gecontroleerd door:	Wiebe de Jong
Datum/Initialen:	19-8-2019
Goedgekeurd door:	
Datum/Initialen:	

Classificatie
Projectgerelateerd

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Royal HaskoningDHV

Inhoud

1 Inleiding 5

1.1 Aanleiding 5

2 Uitgangspunten en aanpak analyse waterstandseffecten 6

2.1 Werkwijze hydraulische beoordeling 6

2.2 Uitgangspunten 7

2.3 Ontwerp 8

3 Resultaten en analyse 10

3.1.1 Maatgevende waterstand 10

3.1.1.1 Buitendijkse ontwikkeling 13

3.1.2 Volume waterberging 15

3.1.2.1 Compensatie opgave 15

3.1.2.2 Compensatie locaties 17

3.1.2.3 Volume waterberging balans 23

3.1.3 Stroombeeld 24

3.1.4 Morfologie 31

3.1.4.1 Bestaande erosiekuil en zandwinput 31

3.1.4.2 Aanwezige Evides Leiding 33

3.1.4.3 Overige effecten 34

3.1.5 Nautische veiligheid 35

3.1.5.1 Referentie situatie 35

3.1.5.2 Verandering stroombeeld op de rivier 35

3.1.5.3 Verandering windpatroon 36

3.1.5.4 Breedte en bochtstraal van de vaarweg 37

4 Conclusies 39

5 Referenties 41

Tabellen

Tabel 1: Wijzigingen in waterbergingsvolumes als gevolg van de ingreep voor de eindsituatie (DO). 16

Tabel 2: Volume waterberging dat gecreëerd wordt per locatie op het Eiland van Brienenoord. 18

Tabel 3: Stroomsnelheden en verschillen ter plaatse van de erosiekuil. 32

Tabel 4: Vergelijking van de Bocht van Esch met RVW 2017 en vergelijkbare bochten 38

Tabel 5: combinaties van randvoorwaarden 2

Tabel 6 Kenmerken SDS-bestanden 2

Figuren

Figuur 1: Overgangsgebied Rijn-Maasmonding 6

Figuur 2: deelmodel met SOBEK-uitvoerlocaties (groen). Locaties weergegeven in cyaan zijn deelmodelranden of de projectlocatie. 7

Figuur 3: Eindsituatie (DO) ontwerp stadion en langsdam. 8

Figuur 4: Opname ingrepen in Baseline schematisatie met links het hoogtemodel en rechts het ruwheidsmodel. De bovenste figuur geeft de referentiesituatie aan, de middelste bouwfase en de onderste de eindsituatie (DO). 9

Figuur 5: Absolute maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de bouwfase. 11

Figuur 6: Relatieve waterstandsverschillen bij de maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de bouwfase. 11

Figuur 7: Absolute maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de eindsituatie (DO). 3,60m+NAP 12

Figuur 8: Relatieve waterstandsverschillen bij de maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de eindsituatie (DO). 12

Figuur 9: Absolute waterstand in de referentie situatie (boven) en de relatieve waterstandsverschillen (onder) bij maatgevende condities buiten de rivieras voor de eindsituatie (DO) 13

Figuur 10: Uitgiftepanelen van de Gemeente Rotterdam voor de ontwikkelingslocatie (rode pijl). 14

Figuur 11: 3D isometrie van de eindsituatie van het ontwerp met daarin de locatie van onderstaand dwarsprofiel aangegeven. 16

Figuur 12: Doorsnede van het ontwerp met daarin aangegeven welk volume gecompenseerd dient te worden. 16

Figuur 13: Compensatie locaties ten opzichte van de ingreep. 17

Figuur 14: Profiel van oude en nieuwe zuidoever eiland van Brienenoord dat de schijf aangeeft die meetelt in de compensatie. 18

Figuur 15: Compensatie locatie eiland van Brienenoord, boven geeft de locatie op de luchtfoto weer, onder geeft het nieuwe hoogtemodel weer. In rood zijn de locaties aangegeven waar het maaiveld wordt aangepast. 19

Figuur 16: Inrichtingsplannen Eiland van Brienenoord (west en oost). 20

Figuur 17: Compensatielocatie Huys ten Donck, huidige situatie. 21

Figuur 18: Inrichtingsplan Huys ten Donck. 21

Figuur 19: Huidige (links) en toekomstige (rechts) situatie op locatie Stormpolder. 22

Figuur 20: Inrichtingsplannen locatie Stormpolder, bovenaanzicht en principeprofiel 4. 22

Figuur 21: Ebstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de referentiesituatie (Svasek, 2018) 25

Figuur 22: Ebstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de eindsituatie (Svasek, 2018). 25
Figuur 23: Verschil in stroomsnelheden tussen referentie- en eindsituatie tijdens maximale ebstroom voor de bovenste 1,5 meter van de waterkolom (Svasek, 2018). 26
Figuur 24: Vloedstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de referentiesituatie (Svasek, 2018). 27
Figuur 25: Vloedstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de eindsituatie (Svasek, 2018). 27
Figuur 26: Verschil in stroomsnelheden tussen de referentie- en eindsituatie voor maximale vloed-storm voor de bovenste 1,5 meter van de waterkolom (Svasek, 2018). 28
Figuur 27: Maximale stroomsnelheden in de referentie situatie. 29
Figuur 28: Stroomsnelheidsverschil als gevolg van de ingrepen ten tijde van maximaal optredende stroomsnelheden. 30
Figuur 25: Locaties waar de morfologische activiteit verandert 31
Figuur 30: Grindbestorting in de Nieuwe Maas met daarin de locatie van de erosiekuil aangegeven 33
Figuur 27: Windpatroon in huidige situatie voor westenwind op 6 meter hoogte 37
Figuur 28: Windpatroon in de toekomstige situatie voor westenwind op 6 meter hoogte 37
Figuur 29: modeldomein RMM-5 model (blauw) en deelmodel (rood) 3
Figuur 30: deelmodel met SOBEK-uitvoerlocaties (groen). Locaties weergegeven in cyaan zijn deelmodelranden of de projectlocatie. 4
Figuur 31: Ontwerp tekening stadion en langsdam, bouwfase. 5
Figuur 32: Ontwerp tekening stadion en langsdam, eindsituatie. 6
Figuur 33: Baseline schematisatie hoogtemodel referentie (boven), bouwfase (midden) en eindsituatie DO (onder). 8
Figuur 34: Baseline schematisatie ruwheden referentie (boven), bouwfase (midden) en eindsituatie DO (onder). 10

Bijlagen

A1 Werkwijze en uitgangspunten
A2 Opbouw deelmodel
A3 Ontwerp tekeningen stadion en langsdam en verwerking in Baseline
A4 Ontwerp tekeningen stadion en langsdam
A5 Ontwerp tekeningen Eiland van Brienenoord
A6 Ontwerp tekeningen Huys ten Donck
A7 Ontwerp tekeningen Stormpolder
A8 Tekening Evides zinker (TL33_RUW31)

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ten behoeve van de vergunningverlening waterwet voor de ontwikkeling van het nieuwe Feyenoord stadion dient inzichtelijk gemaakt te worden wat de gevolgen zijn van de plannen voor het nieuwe stadion op het aspect rivierkunde. De beoogde nieuwe stadionlocatie wordt deels in de vaargeul gebouwd en heeft daarmee een effect op de functies in het riviersysteem. Het betreft hier de beoordeling van de ontwikkeling van het nieuwe stadion en de bijhorende langsdam.

Voorliggende studie is een vervolg op eerder uitgevoerd werk in 2016 en 2018 en betreft een rivierkundige beoordeling van het definitieve ontwerp. Hiervoor wordt de systematiek van het rivierkundig beoordelingskader versie 4.0 gehanteerd. Het inmiddels oude rivierkundig beoordelingskader 4.0 wordt gebruikt in plaats van de actuele, vigerende versie 5.0 gezien het een lopend vergunningstraject betreft waarvoor reeds het rivierkundig beoordelingskader (in dit geval versie 4.0) en het hydraulische model door RWS-WNZ is uitgeleverd.

In het verleden is in het kader van het nieuwe Feyenoord stadion al een studie uitgevoerd naar de waterstandseffecten van het nieuwe stadion en de locatie keuze (Royal HaskoningDHV, 14 maart 2016). Ook is er door Svasek Hydraulics inzicht gegeven in de mogelijke nautische effecten (Svasek Hydraulics, 16 maart 2016). In het kader van de MER Feyenoord City is er in 2018 aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid en vergunbaarheid van de ontwikkelingsplannen van Feyenoord City, inclusief de oeverzone ontwikkeling (Royal HaskoningDHV, 8 Oktober 2018). Als vervolg hierop is er aanvullend onderzoek gedaan naar de nautische veiligheid en de gevolgen van het verleggen van de vaarweg (Marin, 31 Juli 2018).

Voorliggende rivierkundige beoordeling toets het definitieve ontwerp (DO) van het stadion en de langsdam voor zowel de bouwfase als de eindsituatie. Hierin is al het voorgaande en verdiepende werk dat is uitgevoerd meegenomen.

2 Uitgangspunten en aanpak analyse waterstandseffecten

Zoals al eerder aangegeven valt de rivierkundige beoordeling van het stadion en de langsdam in een lopend vergunningstraject. Het reeds door RWS-WNZ uitgeleverde rivierkundige beoordelingskader 4.0 en het reeds uitgeleverde hydraulische model (Beno15_5-v1) worden daarom gehanteerd.

2.1 Werkwijze hydraulische beoordeling

In de Rijntakken en de Maas wordt de waterstand vooral bepaald door de rivierafvoer. In de Rijn-Maasmonding wordt de waterstand vooral bepaald door het samenspel van rivierafvoer, wind en getij.

De locatie van het nieuwe Feyenoord stadion is gelegen op de grens van gebied waar de zeewaterstand dominant is voor maatgevende condities, en het gebied wat geldt als overgangsgebied tussen zee- en rivierafvoer gebieden, zie ook Figuur 1.

Figuur 1: Overgangsgebied Rijn-Maasmonding

Voor overgangsgebieden worden de hydraulische randvoorwaarden (HR) berekend met een stochastische/probabilistische methode. Door het grote aantal benodigde sommen (enkele duizenden) is deze methodiek ongeschikt voor het beoordelen van het hydraulisch effect van een voorgenomen maatregel zoals het stadion Rotterdam. Om te voorkomen dat er een groot aantal berekeningen uitgevoerd moet worden is door RWS de methode van de conditionele illustratiepunten voorgeschreven in het rivierkundig beoordelingskader. Met deze methode kan met een relatief klein aantal berekeningen het effect van een maatregel op het toetspeil bepaald worden.

Specifiek voor de locaties van het stadion is door RWS een drietal combinaties van randvoorwaarden afgeleid (zie ook Tabel 5 in Bijlage A1 en RBK versie 4.0) waarvoor het hydraulische effect bepaald moet worden:

- AAA: Zee gedomineerd: lage rivierafvoer en hoge waterstanden op zee;
- AAB: Zee gedomineerd: lage rivierafvoer en hoge waterstanden op zee, minder extreem dan AAA;
- AAC: Rivier gedomineerd: hoge rivierafvoer, lagere waterstanden op zee.

De kans bijdrage van elke combinatie is 33%. Hieruit volgt dat het **gemiddelde** van de effecten maatgevend is.

Het idee achter deze drie combinaties is dat ze voor de locatie van interesse in de referentiesituatie alle drie zouden moeten leiden tot dezelfde absolute waterstand. Voor de volledigheid wordt hier opgemerkt dat de in deze studie gevonden absolute waterstanden niet helemaal vergelijkbaar zijn. Voor de situatie met een hoge rivierafvoer wordt een lagere absolute waterstand gevonden.

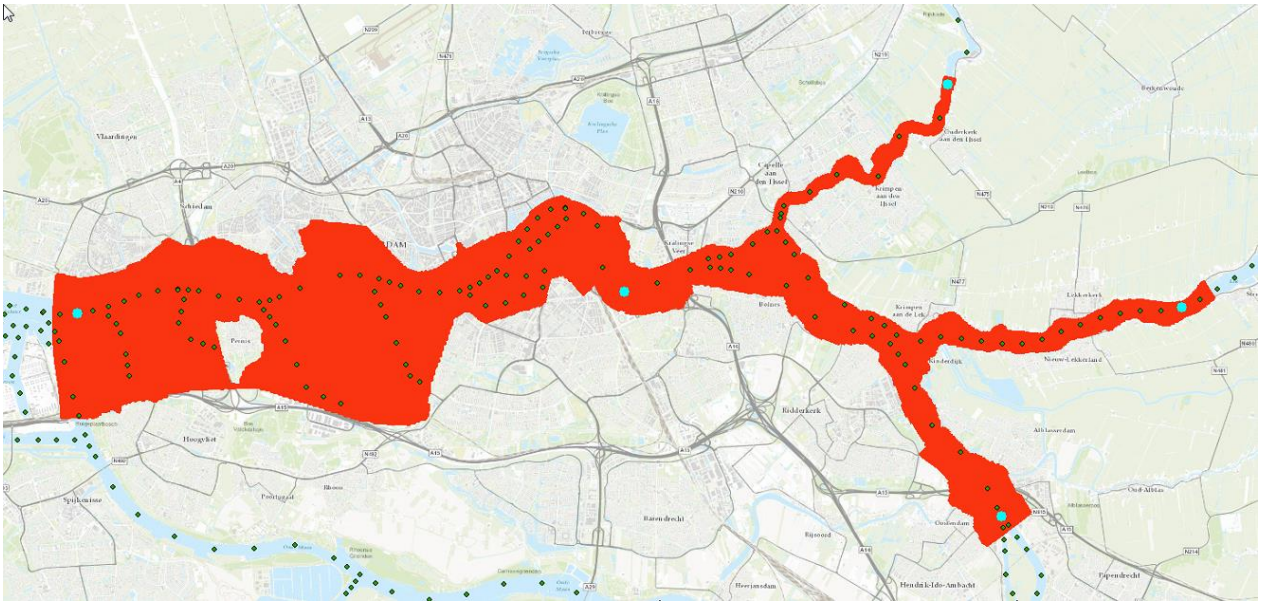
2.2 Uitgangspunten

In Bijlage A1 is een uitgebreid overzicht gegeven van de gehanteerde uitgangspunten, in Bijlage A2 is opgenomen hoe het verfijnde deelmodel is opgesteld.

Opgemerkt wordt dat er voor de locatie van het nieuwe stadion geen officieel verfijnd deelmodel in WAQUA beschikbaar was. In de voorgaande studie (Royal HaskoningDHV, 2016) is in overleg met RWS-WNZ besloten om voor deze analyse een niet officieel deelmodel te creëren. Voor de huidige studie is, na afstemming met RWS-WNZ, ditzelfde deelmodel gebruikt.

De belangrijkste kenmerken van de uitgevoerde WAQUA berekeningen zijn als volgt:

- De gebruikte WAQUA versie is Simona 2015 (laatste patch), deze versie is aangehouden om verschillen met de voorgaande studie te voorkomen;
- Het gehanteerde WAQUA model is het ‘RMM-5/beno15_5-v1’ model;
- Het complete RMM-5 model heeft een lange rekentijd en complexe aansturing. Om de rekentijd te verkorten en de aansturing te vergemakkelijken, is een deelmodel gemaakt op basis van het gehele model (zie Figuur 2). Deze werkwijze is conform het Rivierkundig Beoordelingskader;
- Randvoorwaarden voor het deelmodel zijn overgenomen uit SOBEK resultaten, aangeleverd door RWS-WNZ (conform de methode voor de Conditionele illustratiepunten zoals in paragraaf 2.1 beschreven).



Figuur 2: deelmodel met SOBEK-uitvoerlocaties (groen). Locaties weergegeven in cyaan zijn deelmodelranden of de projectlocatie.

Naast het opknippen van het model is het rekenrooster drie keer verfijnd. Hierdoor is voldoende detailniveau aanwezig om de maatregelen goed op te nemen in het model. Om het model stabiel te krijgen is de

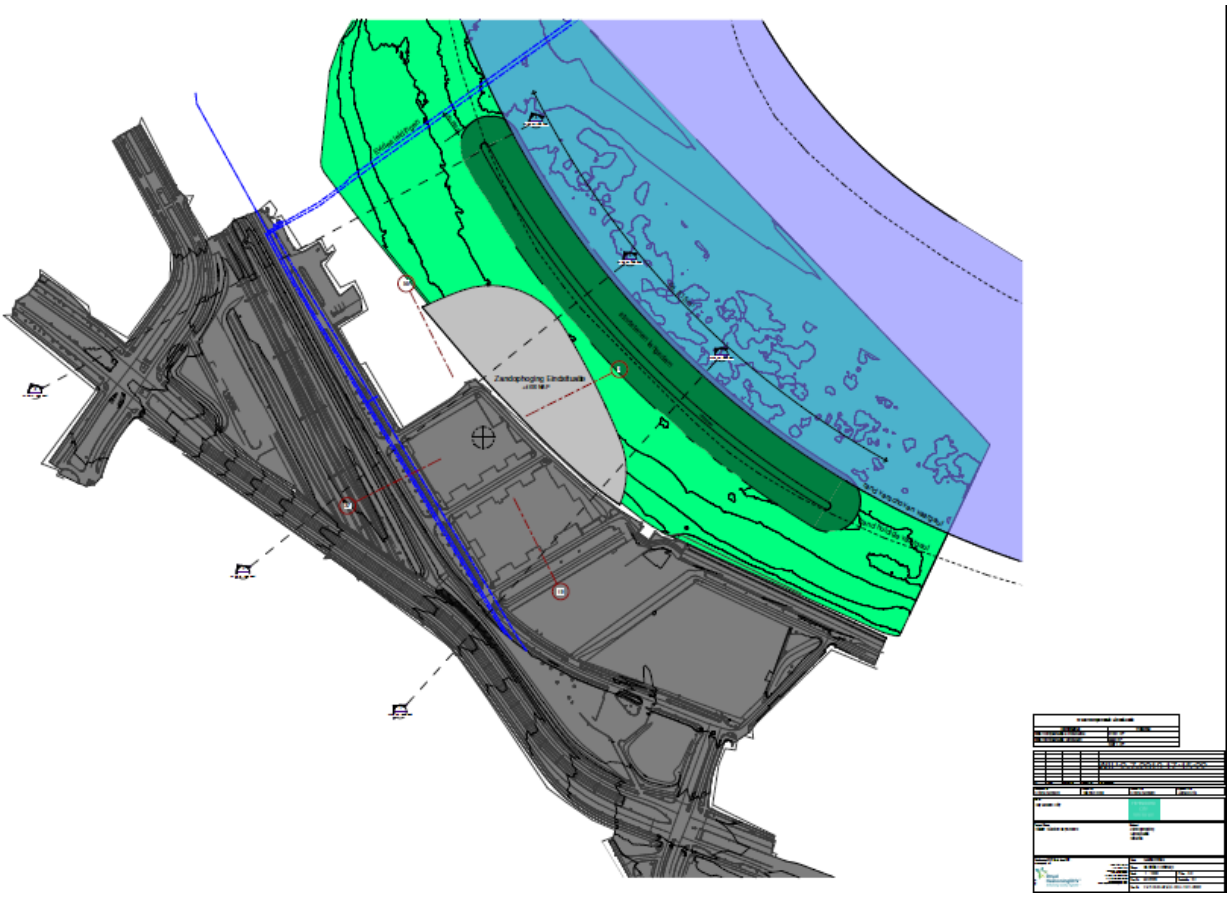
rekentijdstap aangepast naar 0,05 minuut en is de viscositeit aangepast aan de benedenstroomse rand (plaatselijk verhoogd naar 100 m^2/s).

2.3 Ontwerp

In de berekeningen zijn twee varianten meegenomen:

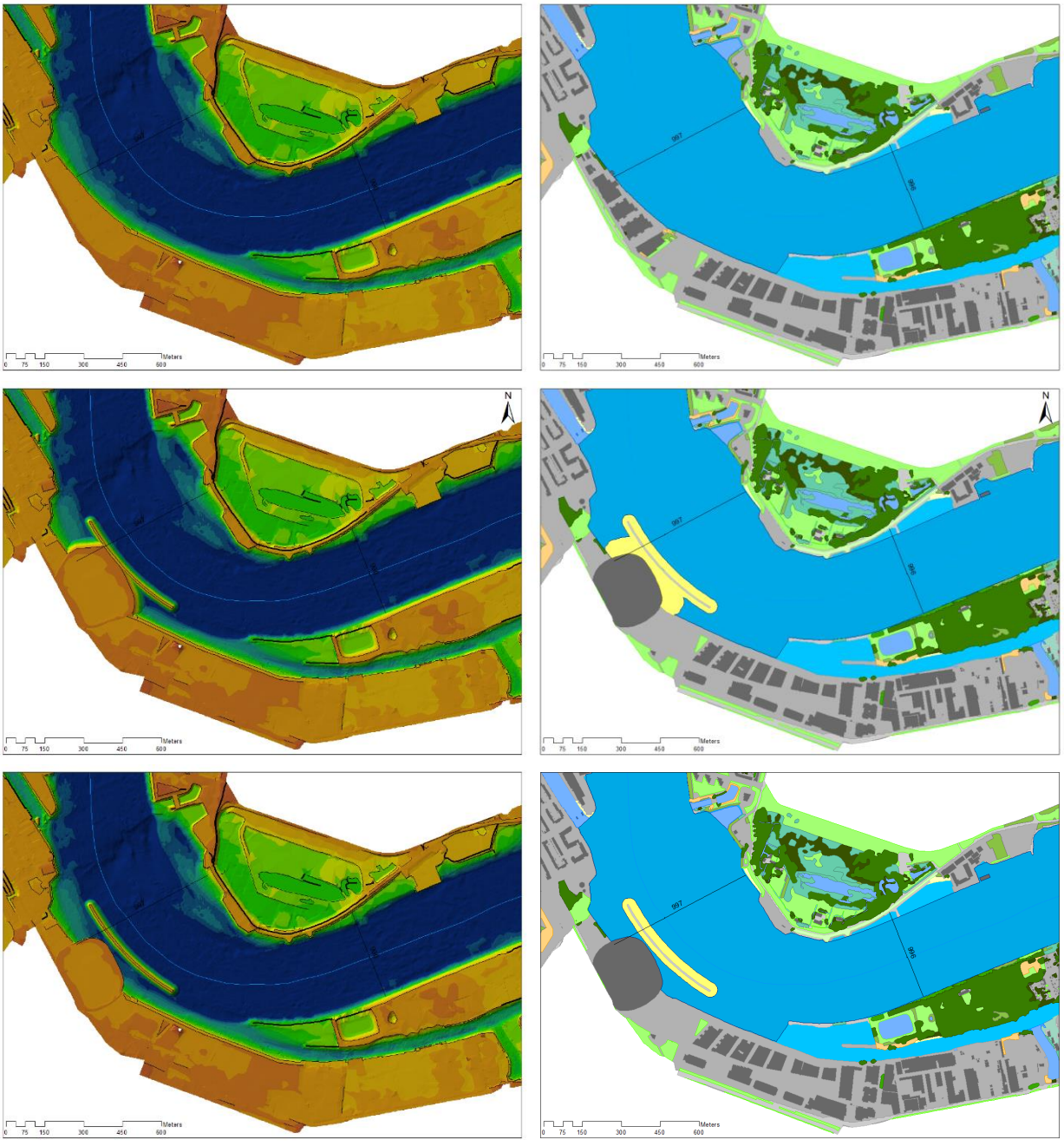
- Het huidige ontwerp voor de eindsituatie, hierin is de landaanwinning ten behoeve van het stadion als de langsdam opgenomen.
- De bouwfase waarin de landaanwinning groter is dan in de eindsituatie door aanwezigheid van bouwkuipen.

De eindsituatie (DO) voor het stadion en de langsdam is in de berekeningen opgenomen (Figuur 3). In dit ontwerp wordt het stadion gebouwd op een landaanwinning dat een hoogte heeft meegekregen die iets hoger is dan de huidige kade hoogte (4,10+NAP). Voorlangs het stadion is een langsdam opgenomen in het hoogtemodel middels hoogteverschillijnen zodat het energieverlies goed wordt meegenomen, de langsdam heeft een hoogte van 3,00m+NAP en loopt onder een scherp talud af naar het zomerbed.



Figuur 3: Eindsituatie (DO) ontwerp stadion en langsdam.

Bijlage A3 bevat de ontwerpen die zijn gebruikt in de schematisatie. De eindsituatie schematisatie is te zien in Figuur 4, deze figuur bevat het referentie en eindbeeld voor zowel de hydraulische ruwheid (van o.a. vegetatie en bebouwing) als het hoogtemodel.



Figuur 4: Opname ingrepen in Baseline schematisatie met links het hoogtemodel en rechts het ruwheidsmodel. De bovenste figuur geeft de referentiesituatie aan, de middelste bouwfase en de onderste de eindsituatie (DO).

3 Resultaten en analyse

3.1.1 Maatgevende waterstand

In Bijlage A1 is beschreven dat waterstandseffecten zijn bepaald voor drie combinaties van randvoorwaarden (zie ook Tabel 5 in Bijlage A1):

- AAA: Zee gedomineerd: lage rivierafvoer en hoge waterstanden op zee;
- AAB: Zee gedomineerd: lage rivierafvoer en hoge waterstanden op zee, minder extreem dan AAA;
- AAC: Rivier gedomineerd: hoge rivierafvoer, lagere waterstanden op zee.

De kans bijdrage van elke combinatie is 33%. Hieruit volgt dat het gemiddelde van de effecten maatgevend is.

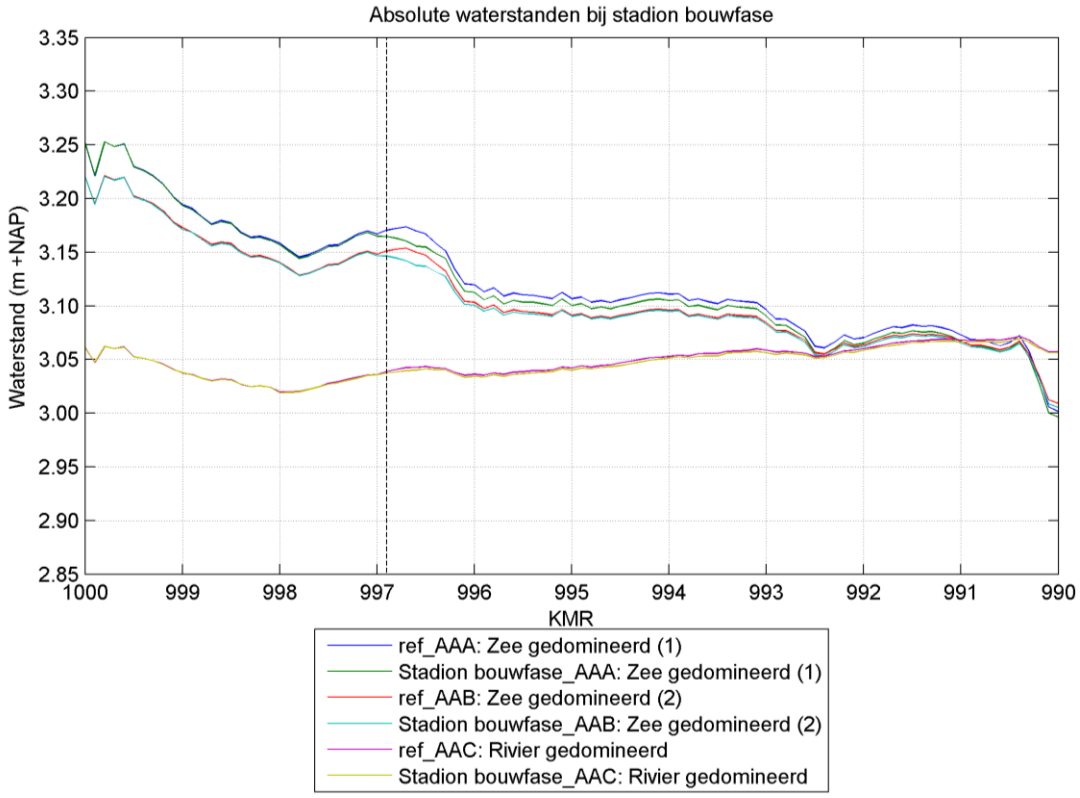
Er is een periode van zes dagen doorgerekend. De maximale waterstand (de zogenaamde ‘max13’) voor zowel de referentie als de varianten is weergegeven voor alle combinaties van randvoorwaarden in Figuur 5 en Figuur 7. Figuur 6 en Figuur 8 tonen de waterstandsverschillen van de varianten ten opzichte van de referentie voor alle drie de combinaties van randvoorwaarden. Het gemiddelde maatgevende waterstandsverschil is gegeven in blauwgroen.

De maximale hoogwaterstanden treden voor beide varianten op als gevolg van een hoge stormopzet waarbij de hoge zeewaterstanden zorgen voor een verhoogde waterstand op de rivier.

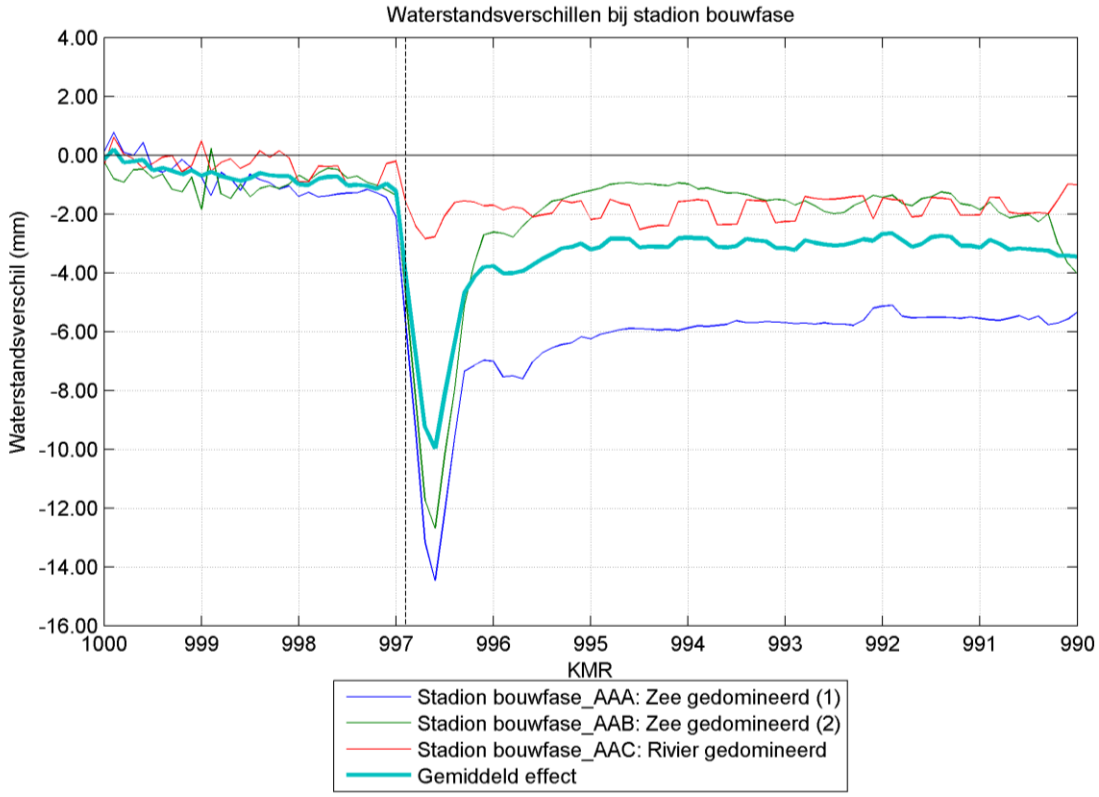
De bouwfase zorgt netto voor een waterstandsverlaging van gemiddeld 3 mm. Er is geen plaatselijke opstuwing te zien, wel een plaatselijke maximale verlaging van 10 mm. Gemiddeld gezien zorgt de ingreep voor een waterstandsverlaging, dit komt doordat de maatgevende condities ontstaan tijdens een hoge stormopzet. Het stadion zorgt in deze situatie voor een vernauwing en toename van hydraulische weerstand van de rivier waardoor de stormopzet minder gemakkelijk stroomopwaarts migreert.

De eindsituatie zorgt netto voor een waterstandsverlaging die minder extreem is dan de bouwfase, de verlaging is benedenstrooms van de ingreep niet significant en bovenstrooms iets minder dan 2 mm. Er is een plaatselijke maximale opstuwing te zien van 1 mm die wegvalt tegen een plaatselijke maximale verlaging van 7 mm. Gemiddeld gezien zorgt de ingreep voor een waterstandsverlaging van enkele mm’s.

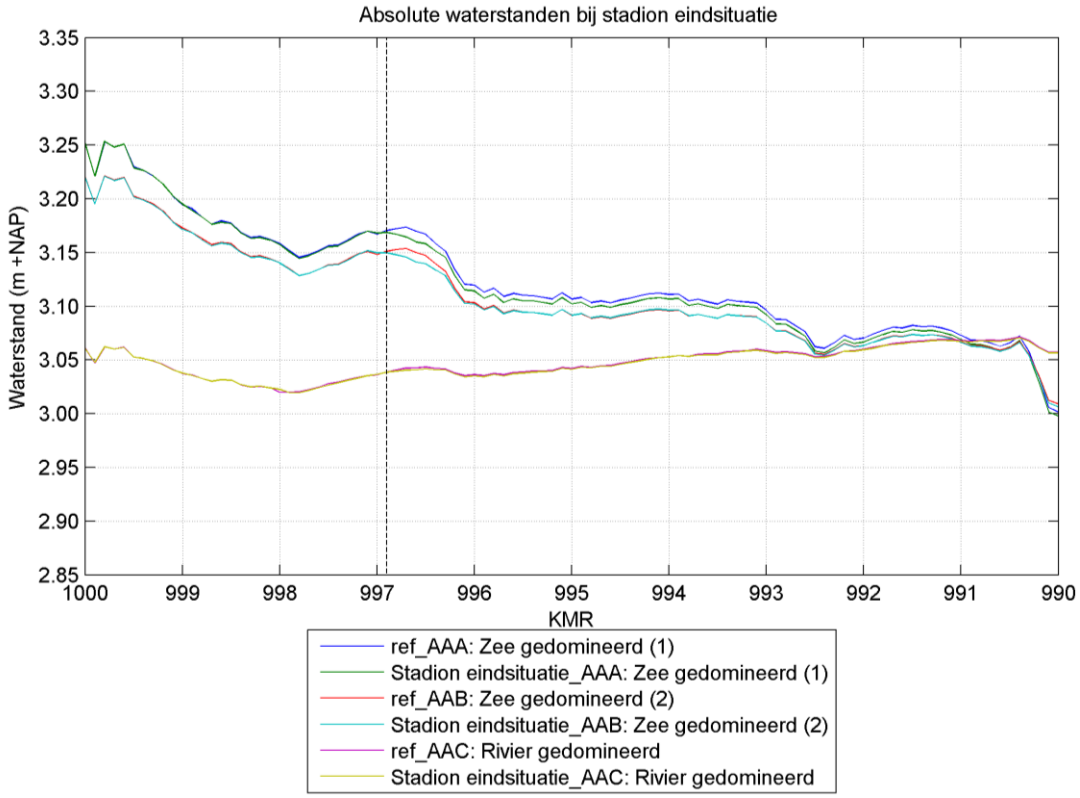
Wanneer er in meer detail gekeken wordt naar het waterstandsverloop dan is te zien dat het getij licht vervormd wordt door de ingreep. Door het gedeeltelijk knijpen van de rivier door het stadion en de oeverzone ontwikkeling ontstaat er meer wrijving en weerstand op de inkomende getijdegolf waardoor deze vertraagt en licht vervormd binnenkomt. Dit zorgt in sommige gevallen plaatselijk en/of tijdelijk voor een verlaging of verhoging van de waterstand (orde mm’s). Dit effect treedt zowel in de bouwfase als eindsituatie op. Er dient rekening gehouden te worden met een grotere vervorming van het getij wanneer de rivierbreedte verder afneemt door bebouwing. De extra landaanwinning in de bouwfase zorgt dus voor een lichte extra vervorming van het getij en daarmee in enkele gevallen voor een licht grotere verhoging van de waterstand. Dit zijn effecten op de systeemwerking, de maximale (maatgevende) hoogwaterstand stijgt niet als gevolg van de ingreep.



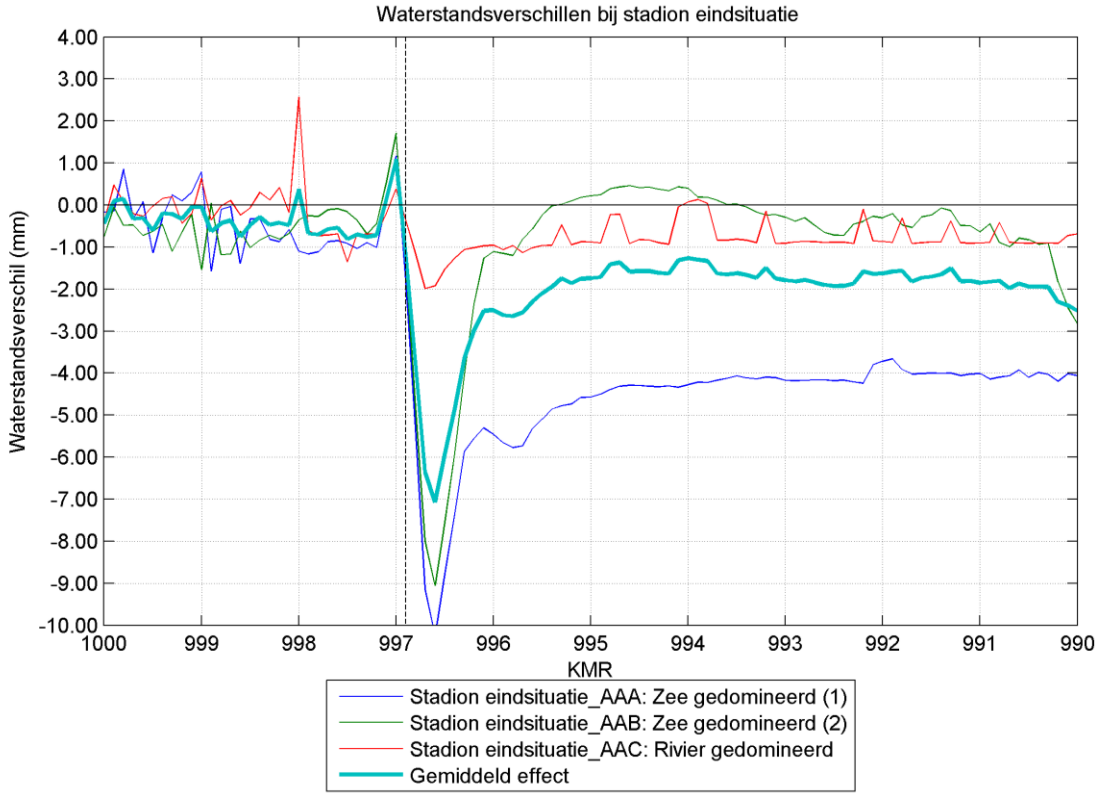
Figuur 5: Absolute maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de bouwfase.



Figuur 6: Relatieve waterstandsverschillen bij de maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de bouwfase.

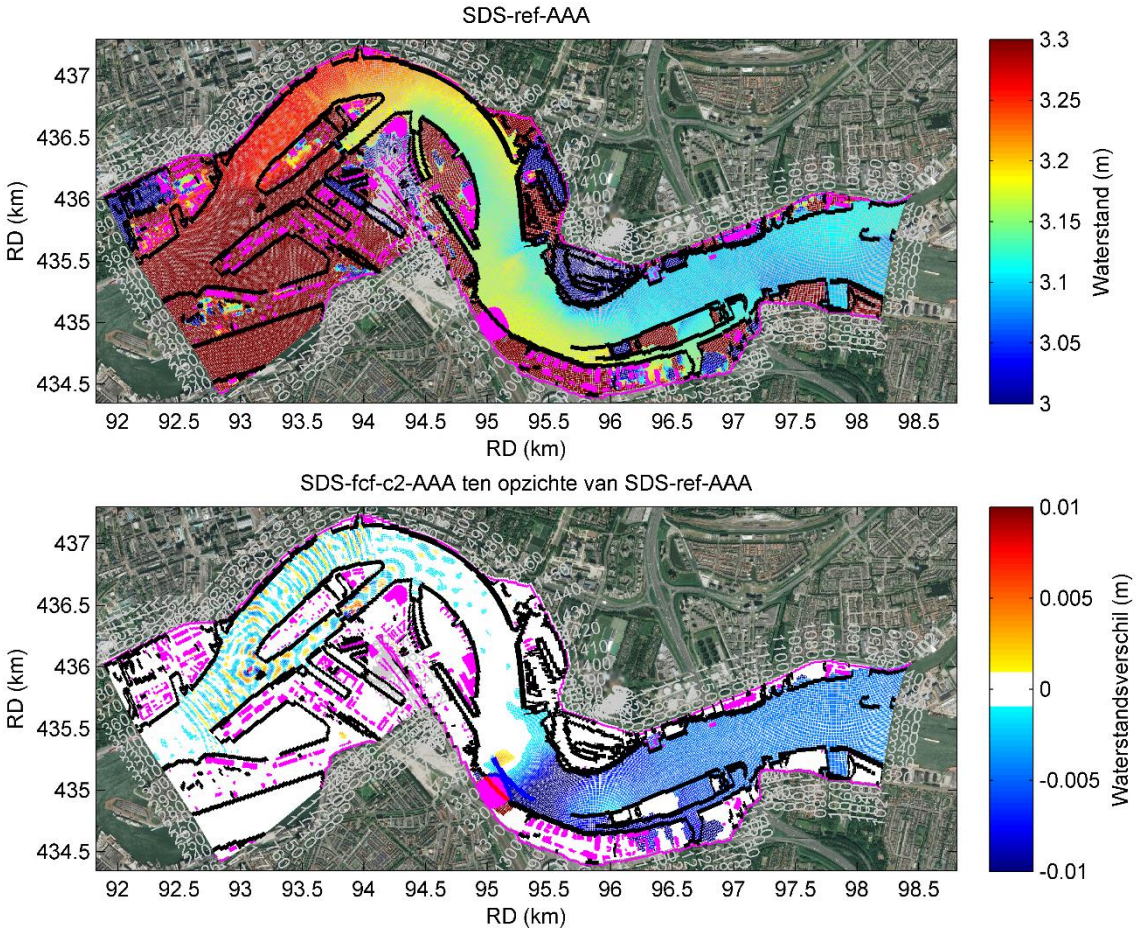


Figuur 7: Absolute maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de eindsituatie (DO).



Figuur 8: Relatieve waterstandsverschillen bij de maximale waterstanden tijdens maatgevende condities voor de eindsituatie (DO).

De maatgevende waterstand buiten de rivieras is voor de bouwfase en eindsituatie nagenoeg gelijk. De figuur met waterstandsverschillen buiten de rivieras (Figuur 9) laat zien dat er geen verhoging van de waterstand plaatsvindt nabij de primaire waterkeringen. De waterstand blijft in alle gevallen lager dan de kades, hierdoor treedt er alleen een waterstandsverschil op in de vaarweg zelf. Deze ligt in de orde van enkele millimeters verlaging bovenstrooms van het stadion en geen verschil benedenstrooms van het stadion. De opstuwing is zeer lokaal en treedt voornamelijk op in de buitenbocht bij de benedenstroomse punt van de langsdam. Water wordt deels gevangen achter deze constructie waardoor een lokale opstuwing zichtbaar is.



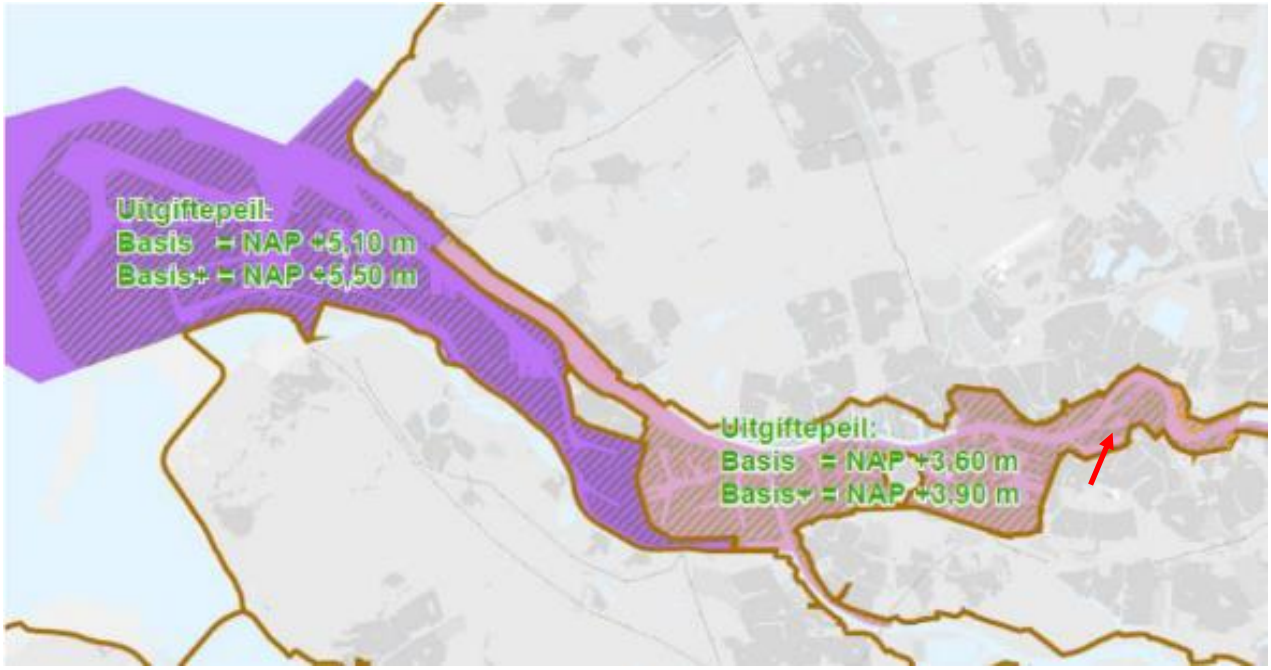
Figuur 9: Absolute waterstand in de referentie situatie (boven) en de relatieve waterstandsverschillen (onder) bij maatgevende condities buiten de rivieras voor de eindsituatie (DO)

3.1.1.1 Buitendijkse ontwikkeling

Naast toetsing aan de maatgevende waterstand is de buitendijkse ontwikkeling ook getoetst aan de uitgegeven waterdichte hoogtes uit de Risicoapplicatie Buitendijks (RAB) van de Provincie Zuid-Holland. Er is gekeken naar het lokaal individueel risico (LIR) en het groepsrisico. Het LIR blijft onder de referentiewaarde van een overstromingsrisico van 10^{-5} bij een minimale waterdichte hoogte van NAP+3,25 (LIR 2100) en het groepsrisico bij een minimale waterdichte hoogte van NAP+3,50 m (Integraal beleid buitendijks, Gemeente Rotterdam, 2014)

Bij ruimtelijke ontwikkelingen in het buitendijks gebied adviseert de Gemeente Rotterdam via ‘uitgiftepeilenbeleid’ over het beheersen van overstromingsrisico’s. Voor de ontwikkeling van Feyenoord wordt aanbevolen aan dit uitgiftepeilenbeleid voldoen. Voor de ontwikkeling kan het uitgiftepeil Basis

(3,60m+NAP, Gemeente Rotterdam, 2018) gehanteerd worden gezien het in het geval van Feyenoord gaat om reguliere, niet kwetsbare functies. Er mag hier beargumenteerd van worden afgeweken.



Figuur 10: Uitgiftepanelen van de Gemeente Rotterdam voor de ontwikkelingslocatie (rode pijl).

In de huidige situatie ligt het bestaande maaiveld met hoogtes van ca. NAP+3,8 m overal boven 3,60m+NAP, de ontwikkelingslocatie voldoet dus in de huidige situatie al aan het uitgiftepeilenbeleid van de Gemeente en aan de minimale waterdichte hoogte om aan de referentiewaarde voor het individueel overstromingsrisico te voldoen. Volgens het uitgiftepeilenbeleid is er daarmee op de ontwikkelingslocatie in de huidige situatie geen sprake van een overstromingsrisico hoger dan de referentiewaarde. In de toekomstige situatie blijft dit zo, de kade wordt zelfs nog verhoogd ten opzichte van de huidige situatie waardoor het risico afneemt.

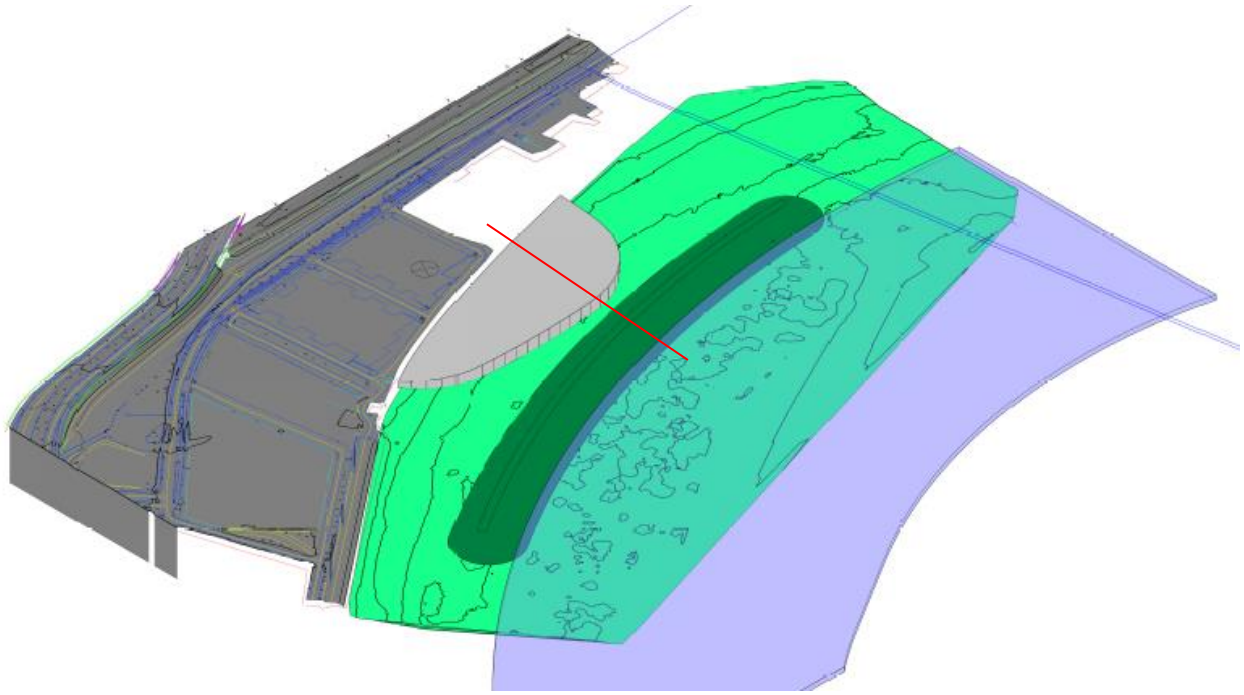
3.1.2 Volume waterberging

Als er een activiteit wordt uitgevoerd in het deel van het riviergebied dat valt onder het zogenaamde “bergend regime” in de Beleidslijn Grote Rivieren, dan dient deze te voldoen aan de algemene voorwaarden van de Beleidslijn. Een van deze voorwaarden is dat het verlies aan bergend vermogen gecompenseerd moet worden. Activiteiten (nieuwbouw, uitbreiding bebouwing) in het bergend winterbed betekenen in het algemeen een afname van bergend vermogen (volume berging). Ondanks de lokaal geringe waterstandeffecten leidt de afname van berging tot een verhoging in het gehele benedenstrooms van de ingreep gelegen deel van de rivier. Deze verhoging is het gevolg van een afname van de topvervlakking van de hoogwatergolf. Afname van bergend vermogen op de benedenrivieren kan daarnaast ook leiden tot verhoging in bovenstroomse richting. In de Rijn-Maasmonding is de afname van het bergend vermogen gedefinieerd als het volume dat zich bevindt tussen gemiddeld hoogwater (GHW) en de maatgevende waterstand (MHW).

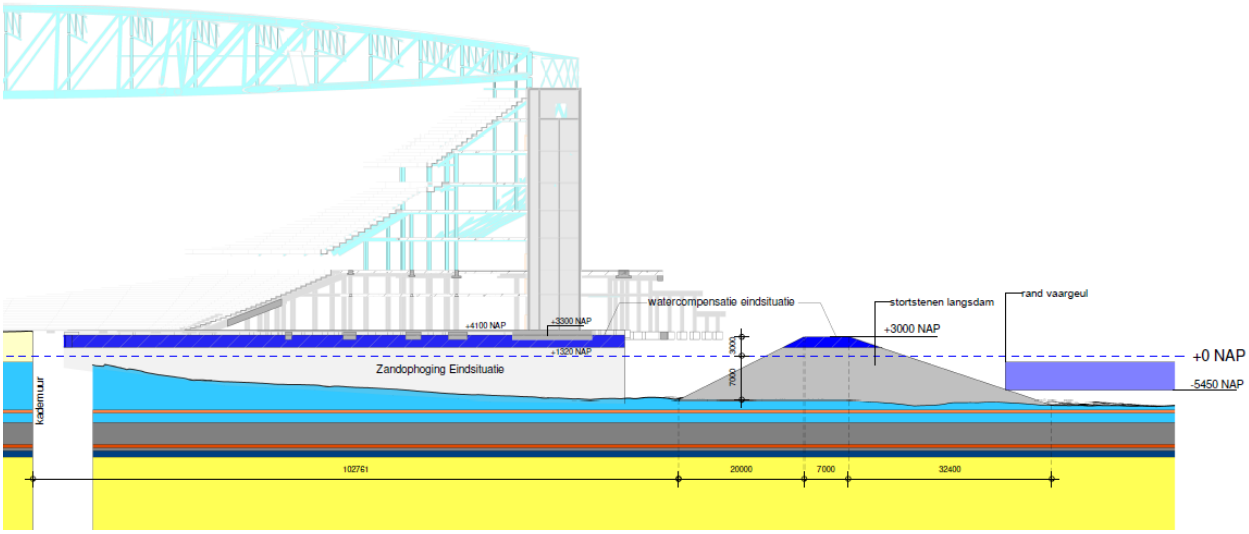
3.1.2.1 Compensatie opgave

De ingreep ligt in de Rijn-Maasmonding waar men te maken heeft met de compensatieplicht voor eventueel waterbergingsverlies. In de praktijk betekent dit dat elk volume dat tussen de peilen 1,32m+NAP (GHW) en 3.30m+NAP (MHW) wordt volgebouwd op een andere locatie gecompenseerd dient te worden. Zowel de landaanwinning voor het stadion als de langsdam worden (deels) gebouwd in deze waterschijf en zorgen dus voor een vermindering van het waterbergingsvolume. Het ontwerp voor het stadion en de langsdam zijn weergegeven in Figuur 11. Figuur 12 laat een doorsnede van het ontwerp zien met daarin duidelijk aangegeven welk volume gecompenseerd dient te worden, de plannen zijn ook opgenomen in de bijlage (A4). Het volume waterberging dat gecompenseerd dient te worden is weergegeven in Tabel 1, in totaal dient er 41.000m^3 gecompenseerd te worden.

In de bouwfase is de landaanwinning groter en zou er een groter volume gecompenseerd moeten worden, deze fase duurt echter korter dan 5 jaar en kan daarom bestempeld worden als tijdelijk. Voor tijdelijke situaties hoeft er geen compensatie van het bergend vermogen plaats te vinden zolang de veroorzaakte opstuwing binnen de 1,0 mm blijft, in hoofdstuk 3.1.1 is aangetoond dat dit het geval is. Er is daarmee geen compensatie voor de bouwfase nodig.



Figuur 11: 3D isometrie van de eindsituatie van het ontwerp met daarin de locatie van onderstaand dwarsprofiel aangegeven.



Figuur 12: Doorsnede van het ontwerp met daarin aangegeven welk volume gecompenseerd dient te worden.

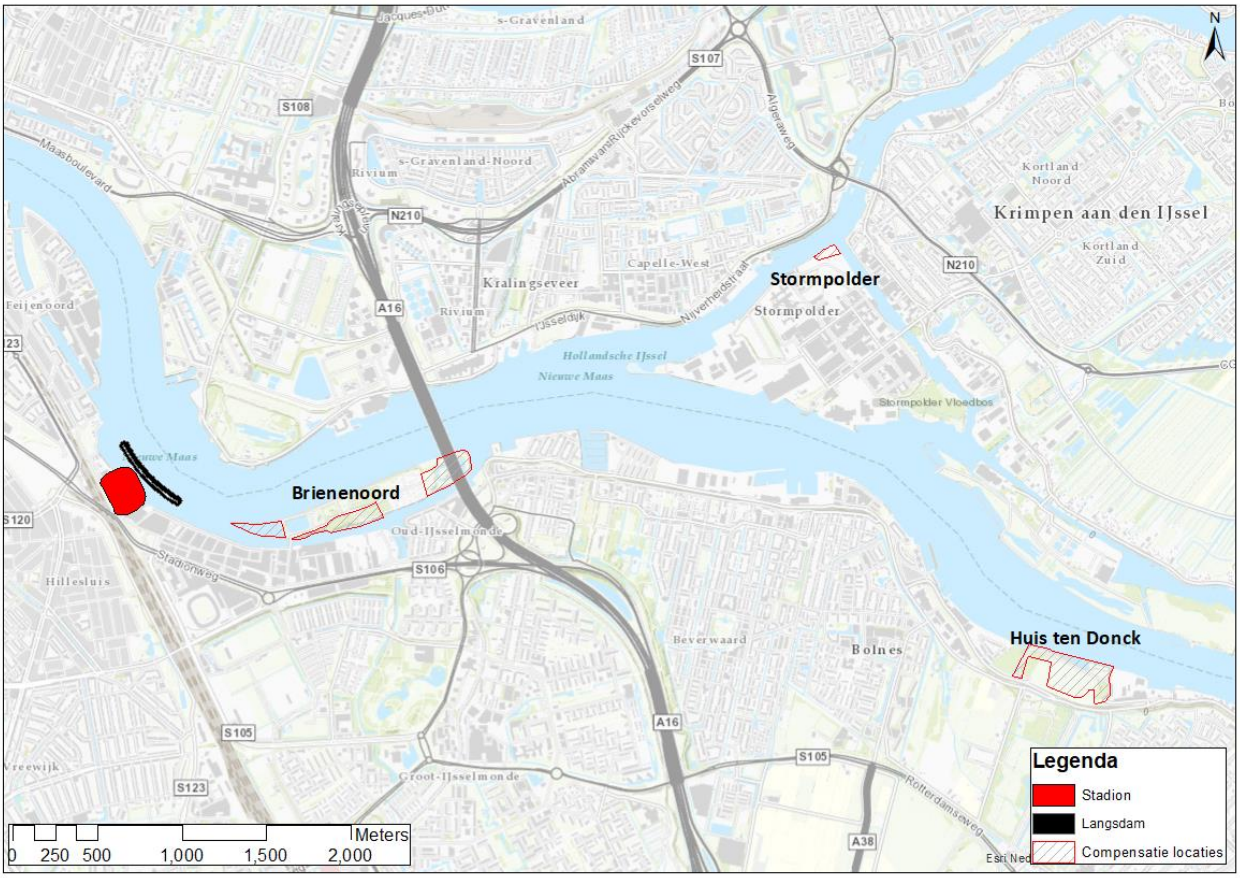
Tabel 1: Wijzigingen in waterbergingsvolumes als gevolg van de ingreep voor de eindsituatie (DO).

Onderdeel	Volume tussen 1.32 en 3.30m+NAP	Effect
Langsdam	8.880 m^3	Vermindering
Landaanwinning stadion	31.991 m^3	Vermindering
Totaal	**40.871m^3**	**Vermindering**

3.1.2.2 Compensatie locaties

De ontwikkeling van het nieuwe Feyenoord stadion heeft een compensatie opgave van afgerond 41.000 m^3, hiervoor zijn 3 compensatielocaties geselecteerd (Figuur 13) waarvoor een ontwerp is opgesteld. De locaties en ontwerpen zullen in dit hoofdstuk beschouwd worden. Alle locaties zijn bovenstrooms gelegen van de ingreep maar dusdanig dichtbij de ingreep dat de ruimte die hier gecreëerd wordt tussen GHW en MHW meegeteld mag worden als compensatie voor het waterbergingsverlies als gevolg van de ingreep.

- Eiland van Brienenoord
- Huys ten Donck
- Stormpolder



Figuur 13: Compensatie locaties ten opzichte van de ingreep.

Eiland van Brienenoord

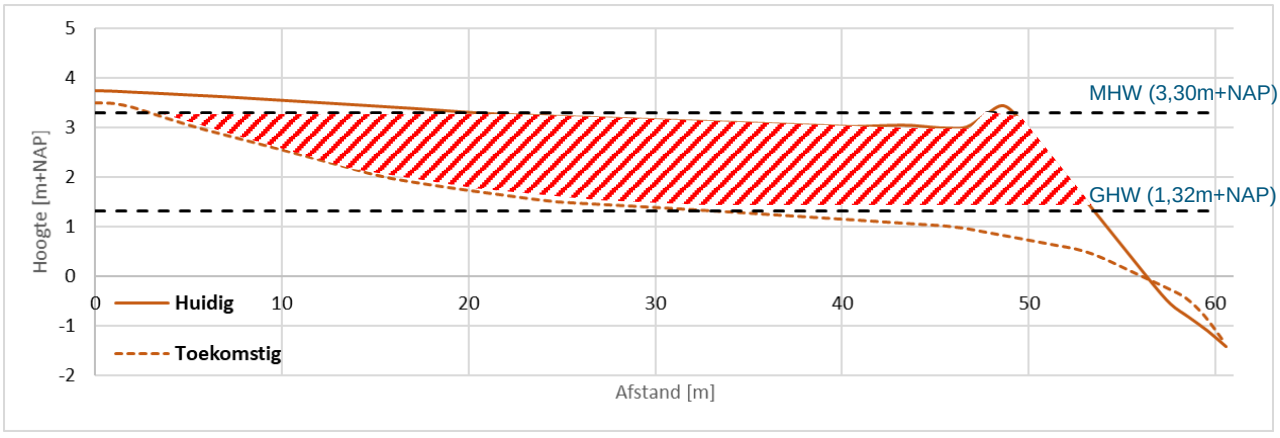
Het eiland van Brienenoord is de eerste compensatie locatie, gelegen net bovenstrooms van de ingreep ter hoogte van rivierkilometer NM_996.00. Hier gelden dan ook dezelfde compensatie peilen als voor de ingreep, de ruimte die gecreëerd wordt tussen 1,32m+NAP en 3,30m+NAP mag meegeteld worden als compensatie voor het bergingsverlies.

In de huidige situatie is het Eiland van Brienenoord een overwegend groen eiland gelegen in de Nieuwe Maas, achter het eiland langs loopt het Zuiddiepje. Het eiland is relatief hooggelegen en heeft een gemiddelde hoogte die boven de 3m+NAP ligt. De bodemhoogte varieert over het eiland, het eiland kent zowel hoge als lagere delen en is omringd door steile oevers.

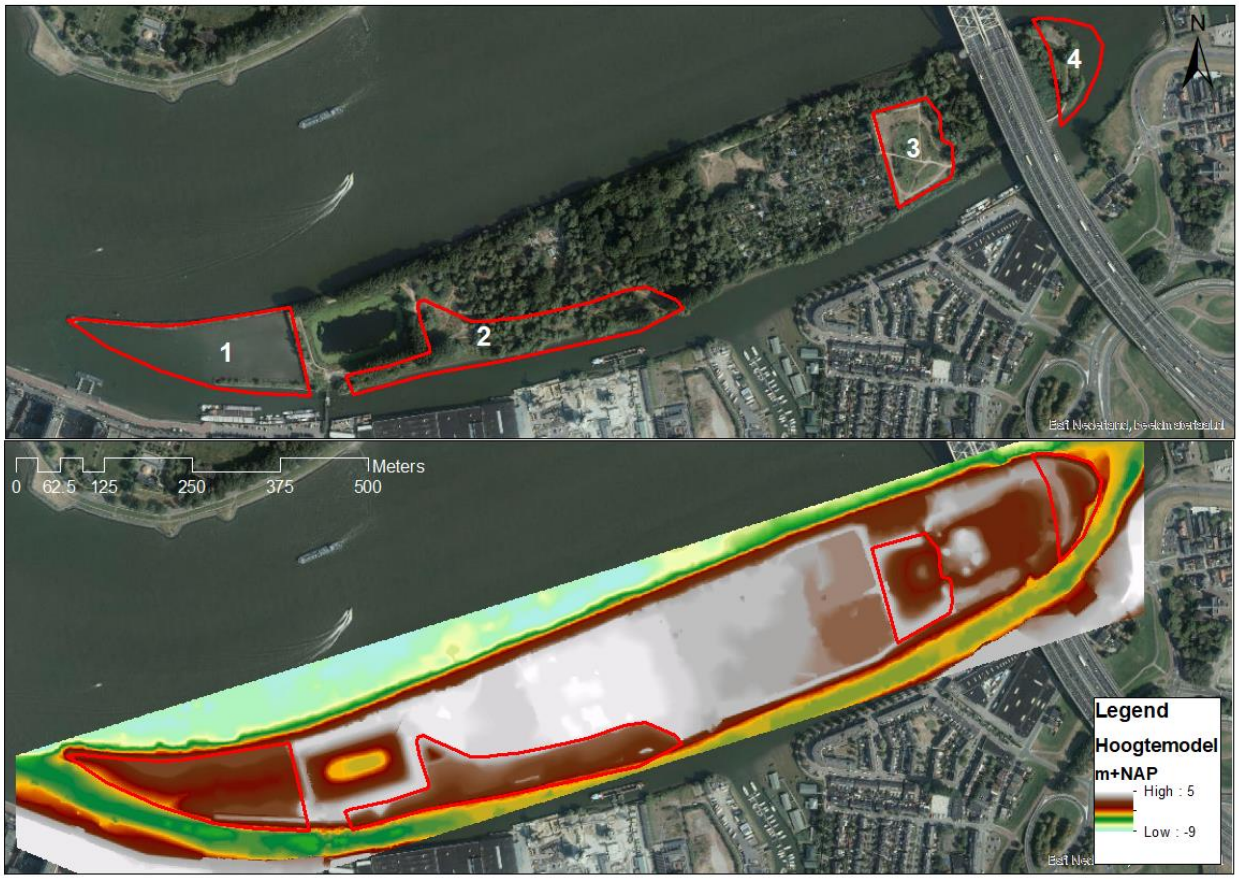
Op het eiland van Brienenoord worden op verschillende locaties aanpassingen gedaan aan het maaiveld zodat hier getijdenatuur kan ontstaan. Figuur 15 geeft aan waar de veranderingen plaatsvinden. De veranderingen op de westelijke punt (1) zijn hierbij niet relevant, zowel de huidige als toekomstige situatie ligt het bodemniveau onder de GHW-stand van 1.32m+NAP. Op locatie 2 wordt de oever afgegraven, de huidige oevers zijn zeer steil en voor het grootste gedeelte boven de MHW-stand van 3.30+NAP gelegen (Figuur 14). In de nieuwe situatie worden deze oevers afgegraven en met een zeer flauw talud aangelegd tussen gemiddeld laagwater (GLW) en de huidige maaiveldhoogte (+/- 3.0-4.0m+NAP). Het afgraven van de oevers zorgt dus direct voor meer ruimte in de waterbergende schijf. Op locatie 3 wordt het huidige maaiveld afgegraven zodat de bestaande plas ten oosten van de locatie uitgebreid wordt, in het midden wordt een klein eiland aangelegd. Het huidige maaiveld is hier hooggelegen (+/- 3.0-4.0m+NAP), de afgraving zorgt dus voor meer ruimte in de waterbergingsschijf. Locatie 4 op de oostelijke punt van het eiland betreft een herinrichting van de oever, hier wordt de bodem zowel opgehoogd als verlaagd. Binnen de waterbergingsschijf is er gemiddeld een verlaging te zien en draagt de ontwikkeling dus bij aan het vergroten van het bergingsvolume. Figuur 16 laat de huidige inrichtingsplannen ter plaatse van het Eiland van Brienenoord zien, deze zijn ook opgenomen in de bijlage (A5). De afgraving van de oevers en het maaiveld zorgt voor een toename van het bergend volume met 40.500 m^3. Van dit volume is 15.000m^3 inzetbaar als compensatie ruimte voor de ontwikkeling van het nieuwe Feyenoord stadion.

Tabel 2: Volume waterberging dat gecreëerd wordt per locatie op het Eiland van Brienenoord.

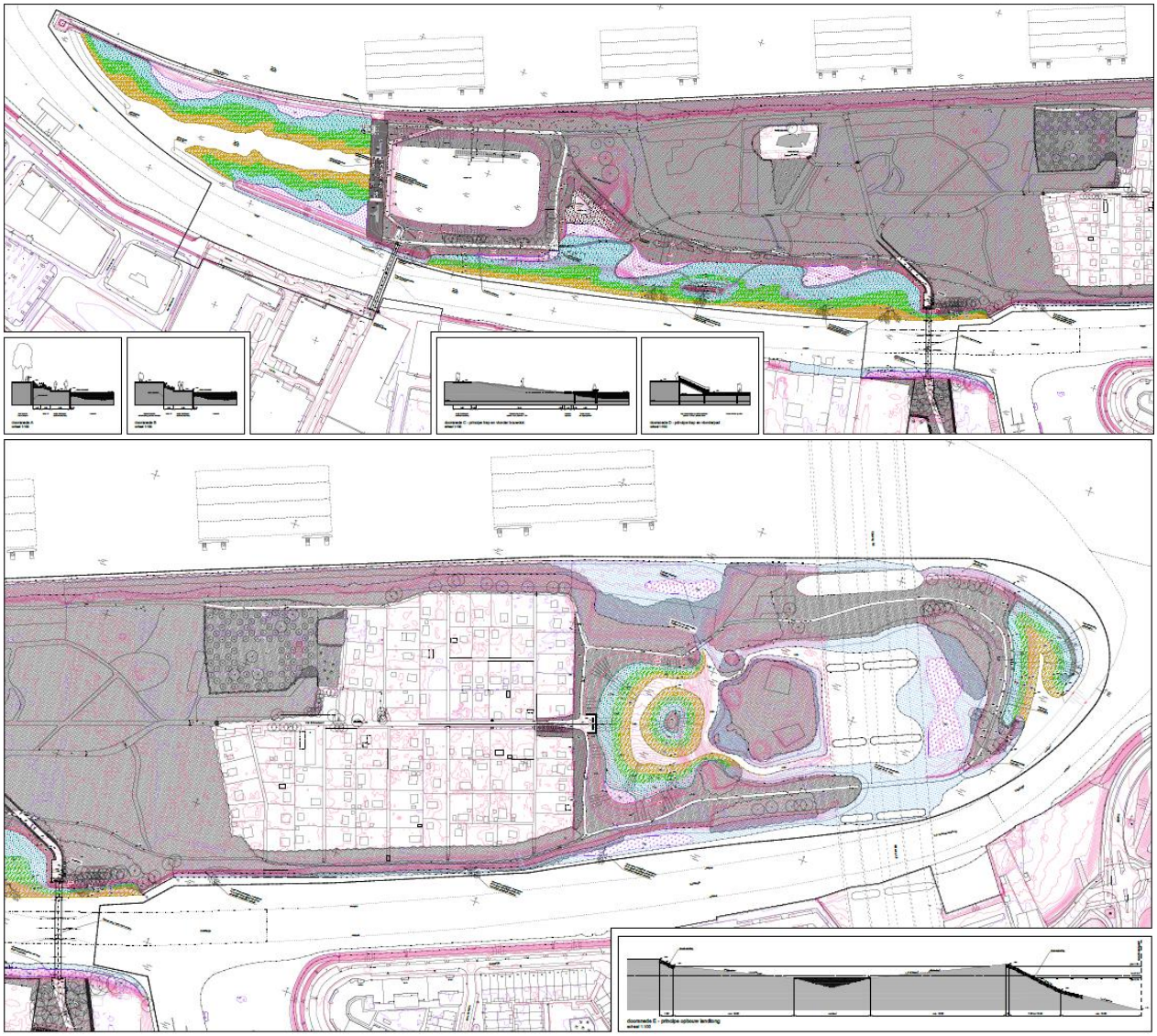
Locatie	Volume	Oppervlakte
1 – Westoever	0 m^3	24.660 m^2
2 – Zuidoever	25.143 m^3	24.875 m^2
3 – Midden plas	14.630 m^3	11.329 m^2
4 – Oostoever	944 m^3	8.141 m^2



Figuur 14: Profiel van oude en nieuwe zuidoever eiland van Brienenoord dat de schijf aangeeft die meetelt in de compensatie.



Figuur 15: Compensatie locatie eiland van Brienenoord, boven geeft de locatie op de luchtfoto weer, onder geeft het nieuwe hoogtemodel weer. In rood zijn de locaties aangegeven waar het maaiveld wordt aangepast.



Figuur 16: Inrichtingsplannen Eiland van Brienenoord (west en oost).

Huys ten Donck

Huys ten Donck is de tweede compensatie locatie, gelegen verder bovenstrooms van de ingreep ter hoogte van rivierkilometer NM_991.00. Hier gelden dan ook net iets andere compensatie peilen als voor de ingreep, de ruimte die gecreëerd wordt tussen 1,19m+NAP en 3,30m+NAP mag meegeteld worden als compensatie voor het bergingsverlies.

In de huidige situatie ligt er bij Huys ten Donck een hoge groene kade tussen twee industrieterreinen in. Het maaiveld ligt hier gemiddeld op +3m+NAP met uitzondering van de aangelegde baai die op 0.8m-NAP ligt. De huidige situatie is weergegeven in Figuur 17, het ingreepgebied is ongeveer 10 hectare groot.

Figuur 17: Compensatielocatie Huys ten Donck, huidige situatie.

Bij Huys ten Donck wordt een kleine nevengeul aangelegd met natuurvriendelijke (flauwe) oevers in combinatie met een klein eiland (Figuur 18), de plannen zijn tevens opgenomen in bijlage A6. De insteek van de nevengeul blijft liggen op huidig maaiveldhoogte (4m+NAP) en de nevengeul krijgt een diepte van 1,5m-NAP. Het eiland heeft een hoogte van 3m+NAP. De afgraving van de kade zorgt voor een toename van het bergend volume met 75.000 m^3. Dit is in z'n geheel inzetbaar als compensatie ruimte voor de ontwikkeling van het nieuwe Feyenoord stadion.

Figuur 18: Inrichtingsplan Huys ten Donck.

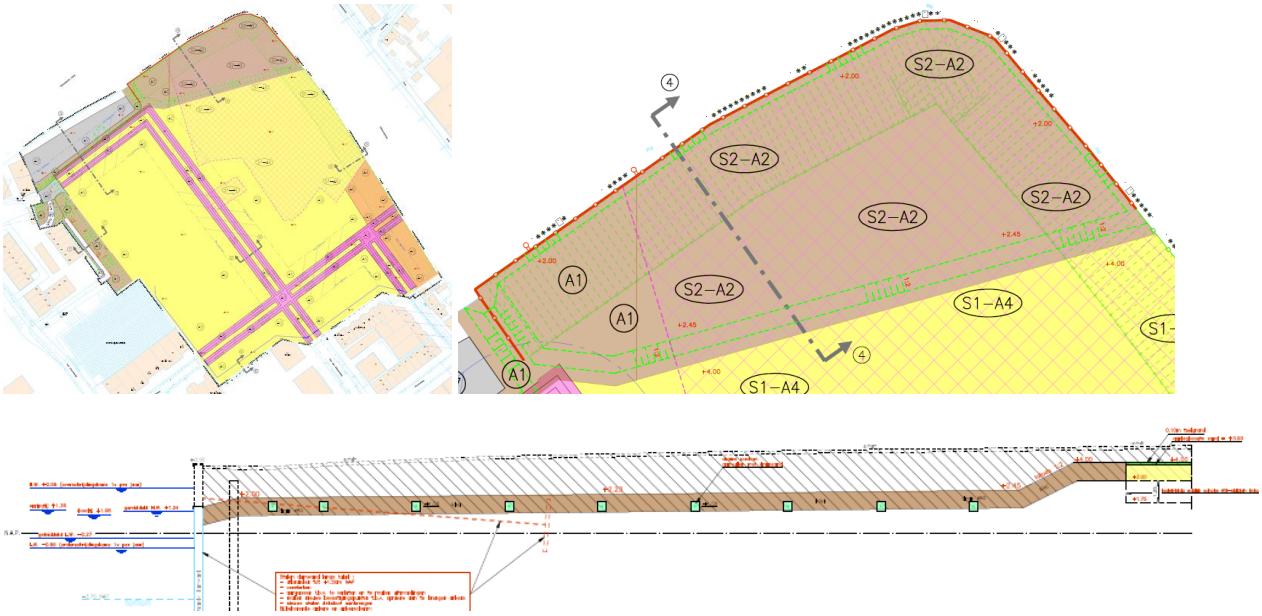
Stormpolder

Stormpolder is de derde compensatie locatie, gelegen tussen de andere 2 locaties in, bovenstrooms van de ingreep ter hoogte van rivierkilometer NM_993.00 of HY_18.30. Hier gelden dan ook net iets andere compensatie peilen als voor de ingreep, de ruimte die gecreëerd wordt tussen 1,25m+NAP en 3,30m+NAP mag meegeteld worden als compensatie voor het bergingsverlies.

Stormpolder is een industriegebied tussen de Hollandse IJssel en de Nieuw Maas in, de ingreep locatie is een momenteel braakliggend terrein. Het maaiveld ligt hier gemiddeld op +4m+NAP. De huidige situatie is weergegeven in Figuur 19, het ingreepgebied is ongeveer 0,6 hectare groot. De inrichtingsplannen zijn weergegeven in Figuur 20 en tevens opgenomen in bijlage A7.

Figuur 19: Huidige (links) en toekomstige (rechts) situatie op locatie Stormpolder.

Locatie Stormpolder wordt ontwikkeld en bouwrijp gemaakt, als onderdeel hiervan wordt er een groenstrook aangelegd langs de Hollandse IJssel die relatief laaggelegen is. De groenstrook heeft een hoogte die varieert tussen de 2.45m+NAP en 2.00m+NAP en zal hierdoor jaarlijks onder water staan. De groenstrook sluit aan bij het bouwrijp gemaakte gebied dat een hoogte heeft van 4.0m+NAP. De afgraving van de kade zorgt voor een toename van het bergend volume met 6.500 m^3. Dit is in z'n geheel inzetbaar als compensatie ruimte voor de ontwikkeling van het nieuwe Feyenoord stadion.



Figuur 20: Inrichtingsplannen locatie Stormpolder, bovenaanzicht en principeprofiel 4.

3.1.2.3 Volume waterberging balans

Het nieuwe stadion met langsdam zorgen in de eindsituatie gezamenlijk voor een verlies aan waterbergend vermogen van 41.000 m3. Dit volume dient gecompenseerd te worden om de ingreep vergunbaar te maken.

De benodigde watercompensatie kan plaatsvinden op de volgende 3 locaties:

- Eiland van Brienenoord (beschikbaar 15.000 m3)
- Huys ten Donck (beschikbaar 75.000 m3)
- Stormpolder (beschikbaar 6.500 m3)

Indien de 3 locaties voor wat betreft watercompensatie volledig beschikbaar kunnen komen, wordt het bergend vermogen vergroot met 15.000 + 75.000 + 6.500 = 96.500 m3.

Stand van zaken per augustus 2019:

- Eiland van Brienenoord
  - Beschikbare watercompensatie bedraagt hier 40.500 m3 volgens vastgesteld plan (besteksontwerp) van gemeente Rotterdam.
  - Voor dit plan heeft gemeente Rotterdam het voornemen om in het derde kwartaal van 2019 een aanvraag waterwetvergunning in te dienen.
  - Status: Op dit moment is 15.000 m3 gegarandeerd beschikbaar als compensatie voor de ingreep (stadion en langsdam), gesprekken met Gemeente over extra m3 compensatie lopen.
- Huys ten Donck
  - Beschikbare watercompensatie bedraagt hier 75.000 m3 volgens vigerend plan van Stichting Huys ten Donck
  - Status: Gesprekken met Stichting over beschikbare m3 compensatie lopen. Medewerking Stichting is toegezegd indien plan doorgang vindt.
- Stormpolder
  - Beschikbare watercompensatie bedraagt hier 6.500 m3 volgens vastgesteld plan (besteksontwerp) van gemeente Krimpen aan den IJssel.
  - Status: Gesprekken met Gemeente over beschikbare m3 compensatie lopen. Medewerking Gemeente is toegezegd.

Naar verwachting zal op korte termijn (derde kwartaal 2019) meer duidelijkheid komen welke m3 watercompensatie gegarandeerd beschikbaar komen voor stadion en langsdam. Op de reguliere overleggen zal RWS-WNZ hierover blijvend geïnformeerd worden.

Mocht er onverhoopt onvoldoende garantie zijn, dan blijft onverminderd van kracht dat de volledige hoeveelheid benodigde watercompensatie van 41.000 m3 tijdig moet worden gerealiseerd.

3.1.3 Stroombeeld

Het stroombeeld en de verandering daarvan is weergegeven voor een drietal situaties:

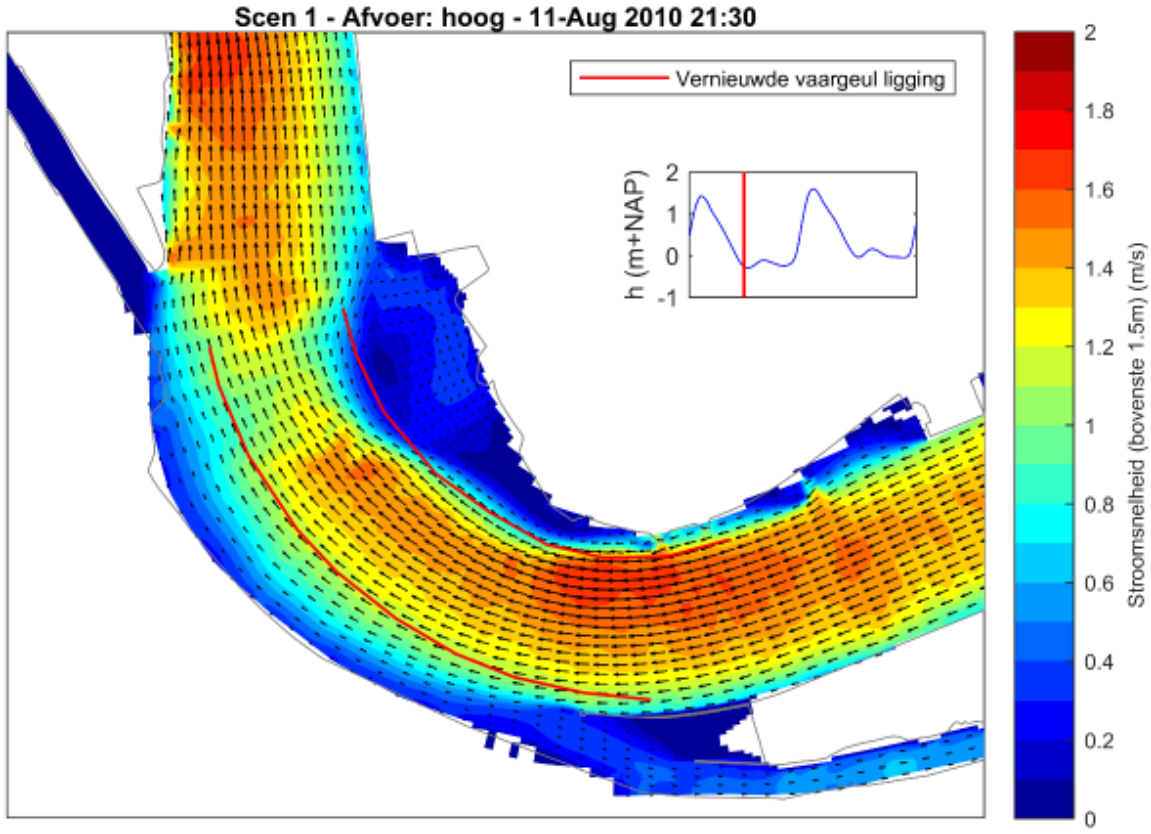
- Maximale stroomsnelheid tijdens dagelijkse eb
- Maximale stroomsnelheid tijdens dagelijkse vloed
- Maximale stroomsnelheid tijdens hoge afvoer

Deze drie situaties zullen nader beschouwd worden om een inzicht te geven in de verandering in stroming als gevolg van de ingreep. De gepresenteerde resultaten zijn een mix van Simona OSR-resultaten (dagelijkse omstandigheden) en WAQUA-resultaten (hoge afvoer). De eb- en vloedstroom betreffen 3D berekeningen, de hoge afvoer betreft een 2D berekening. In het geval van de 2D berekening beschouwen we de dieptegemiddelde stroomsnelheid. De dieptegemiddelde snelheid is de stroomsnelheid gemiddeld over de diepte, hierin wordt dus geen rekening gehouden met de stroomsnelheidsverschillen die in de verschillende waterlagen (dieptes) voorkomen als gevolg van bodemwrijving, dichtheidsverschillen en spiraalstroming. In het geval van de 3D berekeningen kijken we naar de stroomsnelheden in de bovenste 1,5m waterkolom omdat deze het meeste invloed heeft op de scheepvaart.

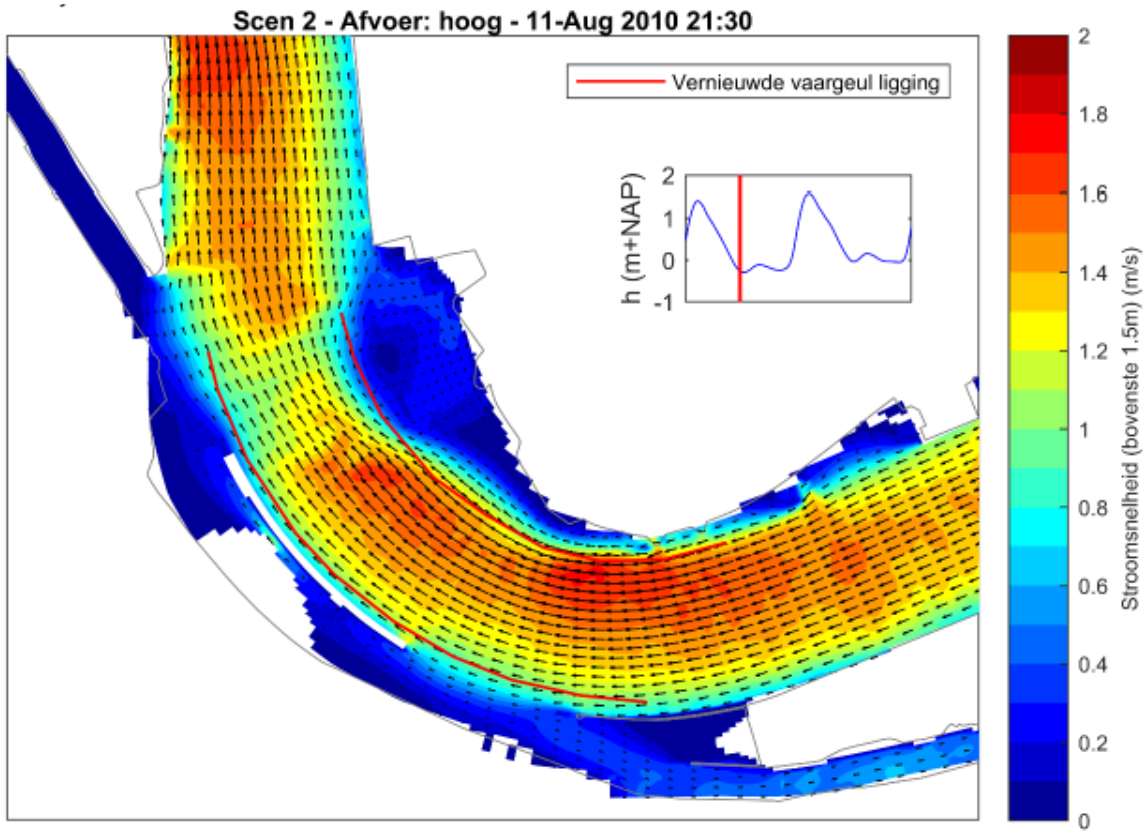
De locatie van het nieuwe stadion is gelegen in de buitenbocht van de Maas op een locatie waar de rivier zich plaatselijk verruimt. Hierdoor is de dieptegemiddelde stroomsnelheid in de bocht lager dan boven- en benedenstrooms van de bocht. De waterbeweging staat in dit deel van de rivier sterk onder invloed van vloed- en ebstromen. Het dubbel daagse getij zorgt hier voor een constante wisseling van zowel de stroomrichting als de stroomsnelheid. Wel is er sprake van een sterke bochtstroming en bovenstroom in de bocht.

Om de verandering van de stroming op de rivier te beoordelen zijn stroombeeldberekeningen uitgevoerd door Svasek (Svasek, 2018), Er is hierbij gekeken naar verandering in maximale eb- en maximale vloedstroming.

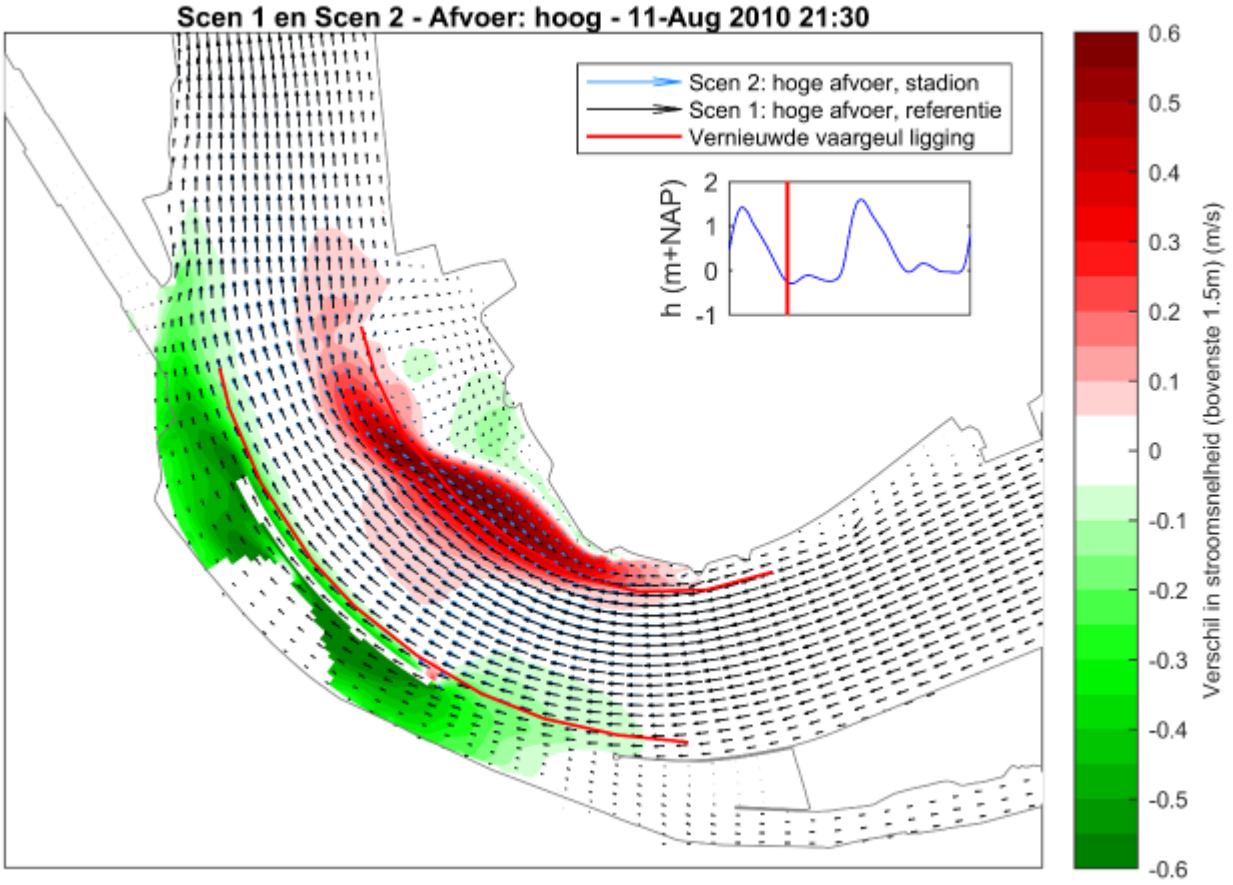
Maximale eb-stroming; in de buitenbocht zijn er nauwelijks verschillen in langsstroom tijdens eb (+ of – 0,10 m/s), in de binnenbocht zijn deze verschillen wel groter (tot +0,60 m/s) (Figuur 23). Dit lijkt in de binnenbocht een behoorlijke verstoring ten opzichte van de huidige situatie. Dit wordt echter met name veroorzaakt door een groot verschil in stroomsnelheid ter plaatse van de erosiekuil. In de situatie met stadion en langsdam (eindsituatie) is de maximale stroomsnelheid echter nauwelijks hoger, de hogere stroom is meer uitgespreid over de rivier. De gemiddelde stroming wordt over een groot gebied hoger, maar de onregelmatigheden uit het huidige stroombeeld worden verkleind. Dit kan het effect zijn van de langsdam die de stroom meer kanaliseert, de stroming in de bocht wordt daardoor gelijkmatiger.



Figuur 21: Ebstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de referentiesituatie (Svasek, 2018)

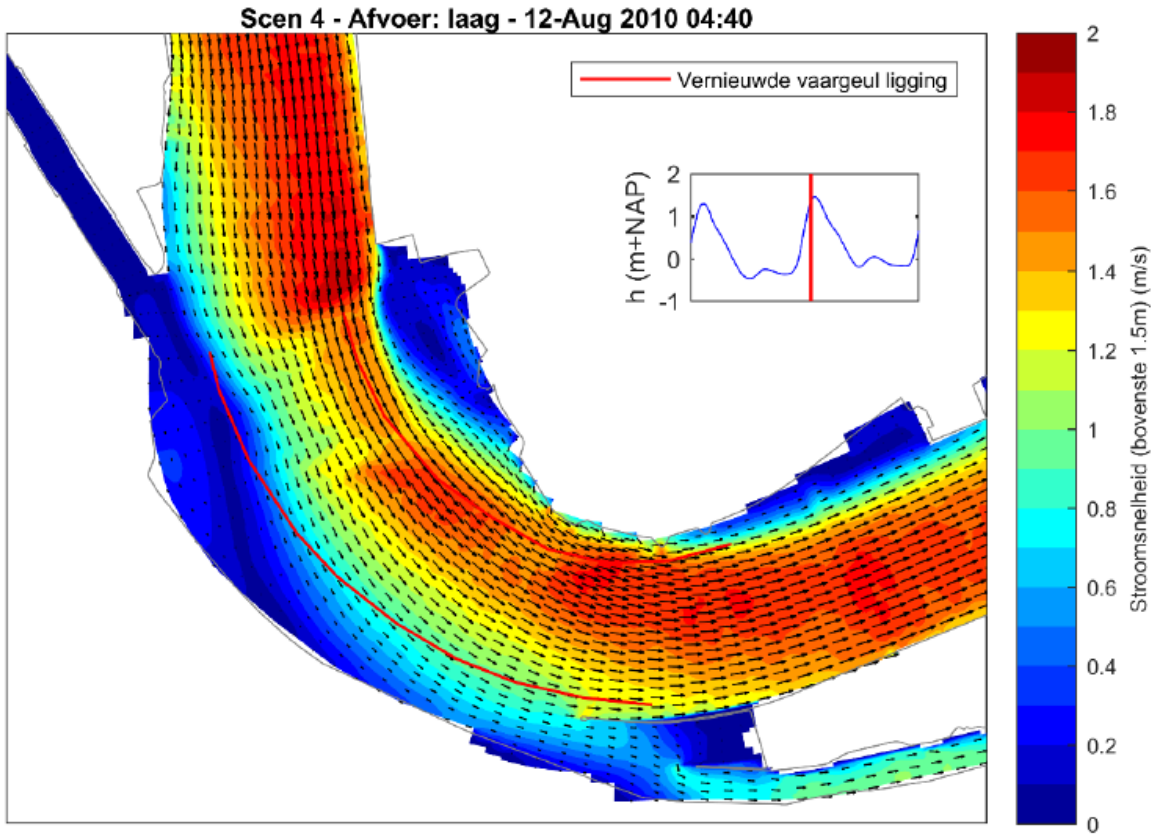


Figuur 22: Ebstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de eindsituatie (Svasek, 2018).

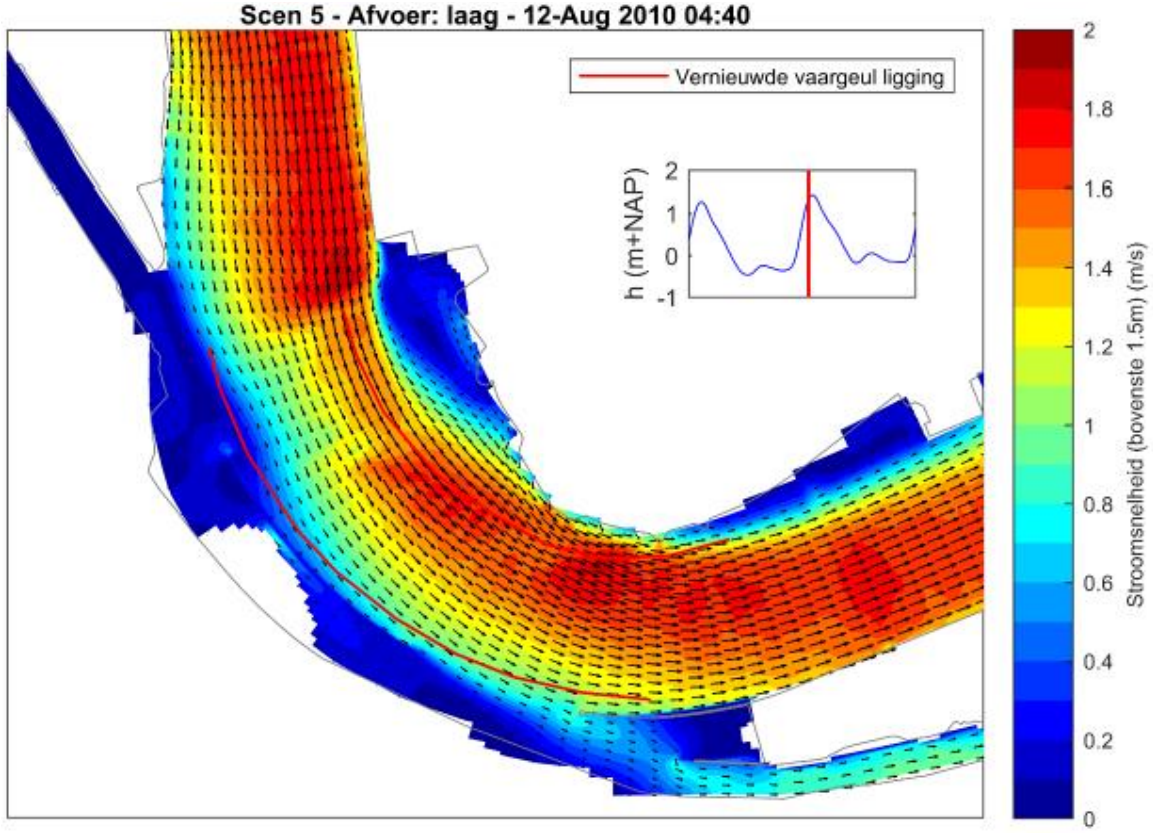


Figuur 23: Verschil in stroomsnelheden tussen referentie- en eindsituatie tijdens maximale ebstroom voor de bovenste 1,5 meter van de waterkolom (Svasek, 2018).

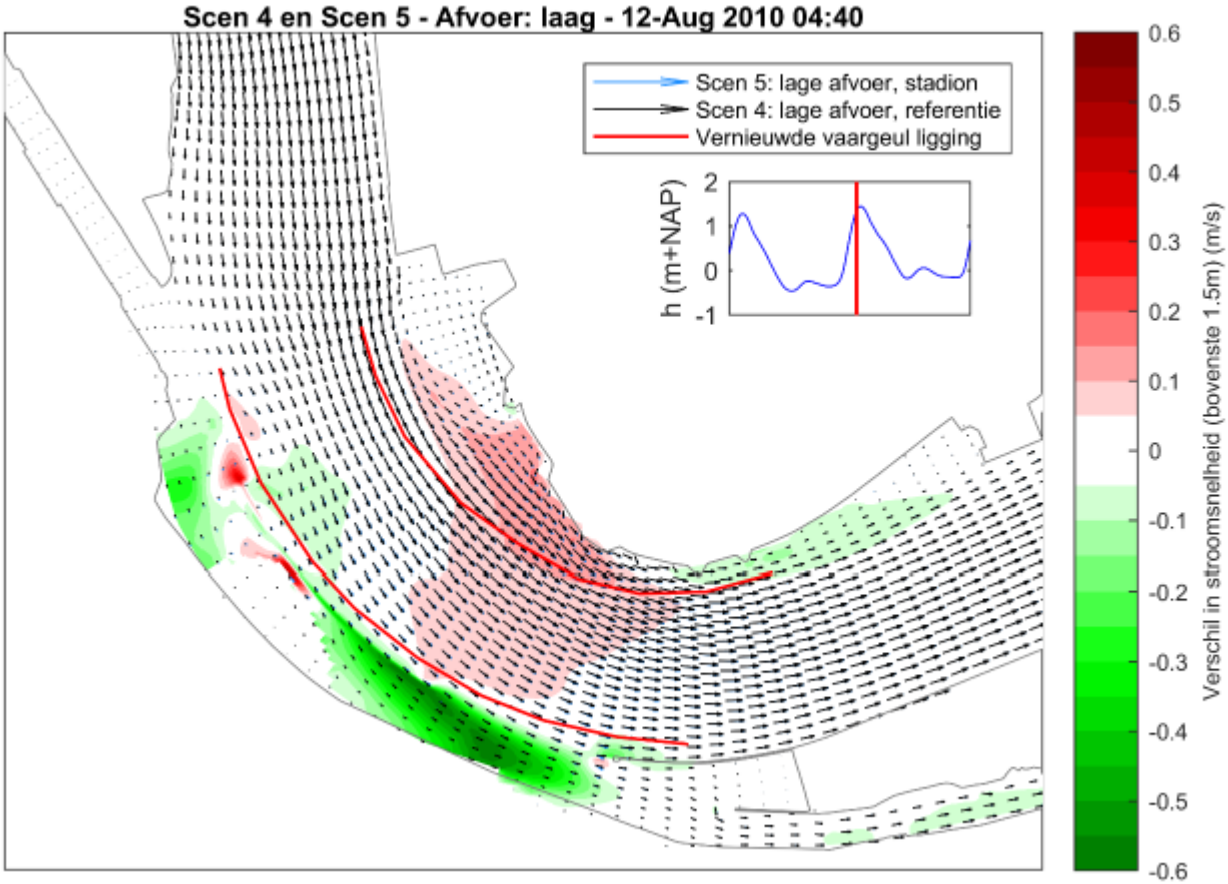
Maximale vloed-stroming; De verschillen in langsstroom tussen huidige en toekomstige situatie zijn in de binnenbocht (tot 0,15 m/s) en buitenbocht (tot 0,10 m/s) klein (Figuur 26). De stroom aan de benedenstroomse kant van de buitenbocht wordt in de eindsituatie iets gelijkmatiger. De stroomvertraging die op deze locatie in de referentiesituatie voorkomt wordt minder in de toekomst, waardoor er minder onregelmatigheden in de langsstroom voorkomen.



Figuur 24: Vloedstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de referentiesituatie (Svasek, 2018).

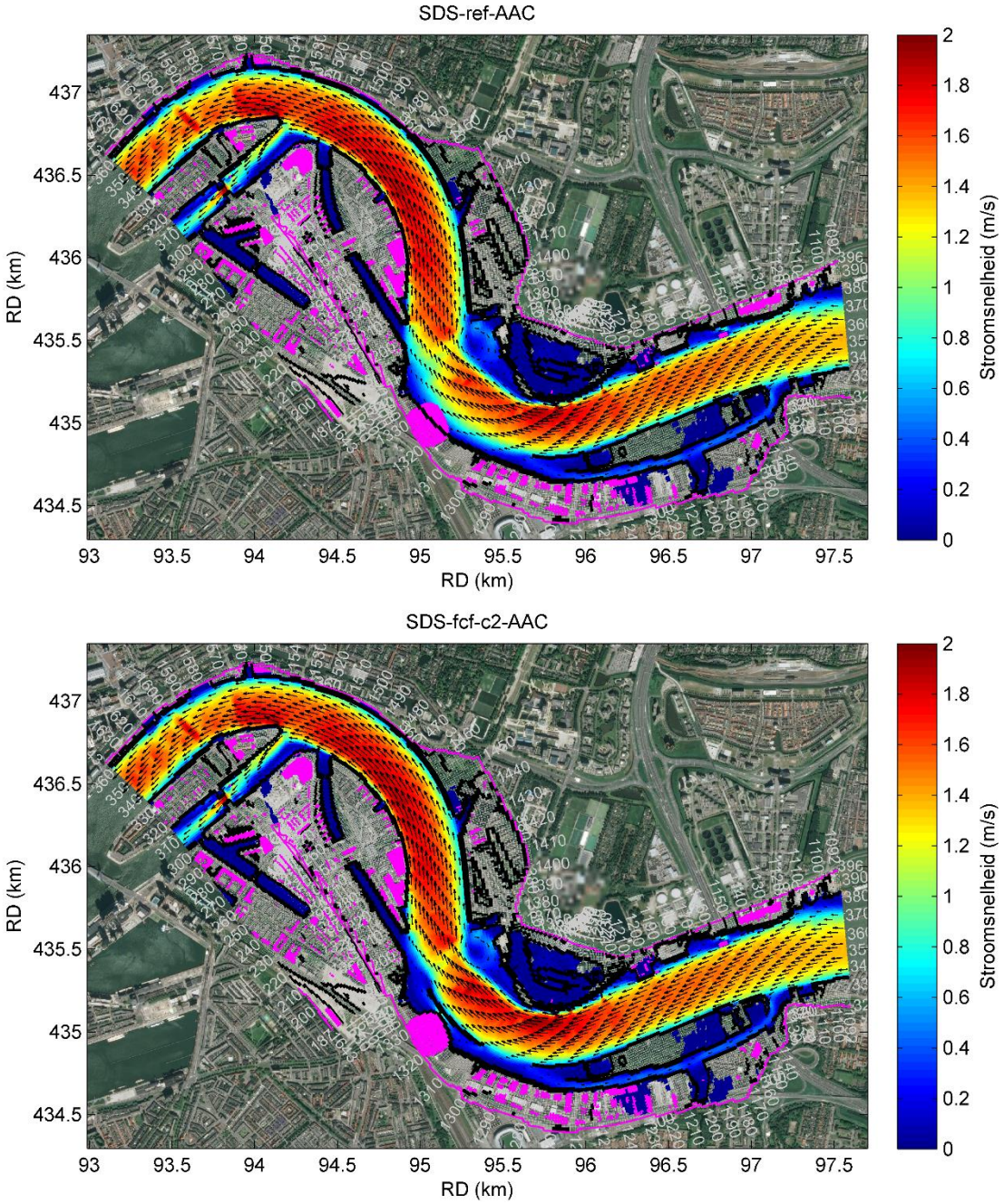


Figuur 25: Vloedstroomsnelheid in de bovenste 1,5m van de waterkolom voor de eindsituatie (Svasek, 2018).

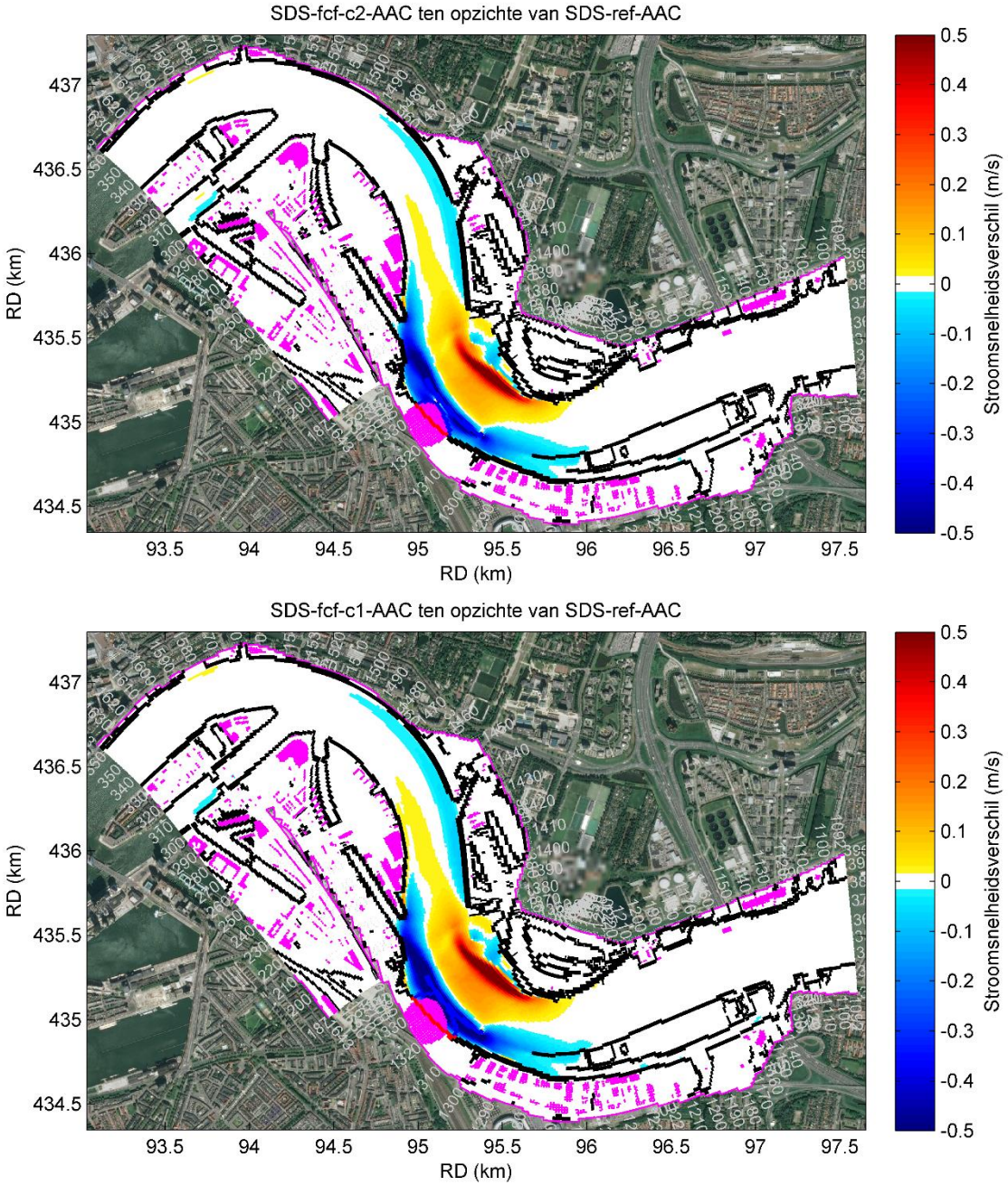


Figuur 26: Verschil in stroomsnelheden tussen de referentie- en eindsituatie voor maximale vloed-storm voor de bovenste 1,5 meter van de waterkolom (Svasek, 2018).

Tijdens een hoge rivierafvoer zijn de stroomsnelheidsverschillen het grootst, er is op dat moment een sterke stroming en door de vernauwing van het profiel neemt de snelheid van deze stroming toe. Dit is een situatie die plaats vindt bij een hoge Maas (1.535 m^3/s) en Rijnafvoer (7.614 m^3/s), dit is een afvoer die eens per 3 à 4 jaar voorkomt. In de huidige situatie worden dieptegemiddelde stroomsnelheden van gemiddeld 1,7m/s en maxima van 2,0 m/s berekend. Door de vernauwing van de rivier nemen deze stroomsnelheden in de binnenbocht toe met maximaal 0,5 m/s, In de buitenbocht is de toename kleiner met maximaal 0,2 m/s. Hierdoor ontstaat een situatie waarin de stroming in de bocht toeneemt met 10 tot 25% ten opzichte van de huidige situatie. De bouwfase en eindsituatie zijn vergelijkbaar qua effect. Achter de langsdam neemt de stroming af tot nagenoeg 0 m/s.



Figuur 27: Maximale stroomsnelheden in de referentie situatie.



Figuur 28: Stroomsnelheidsverschil als gevolg van de ingrepen ten tijde van maximaal optredende stroomsnelheden.

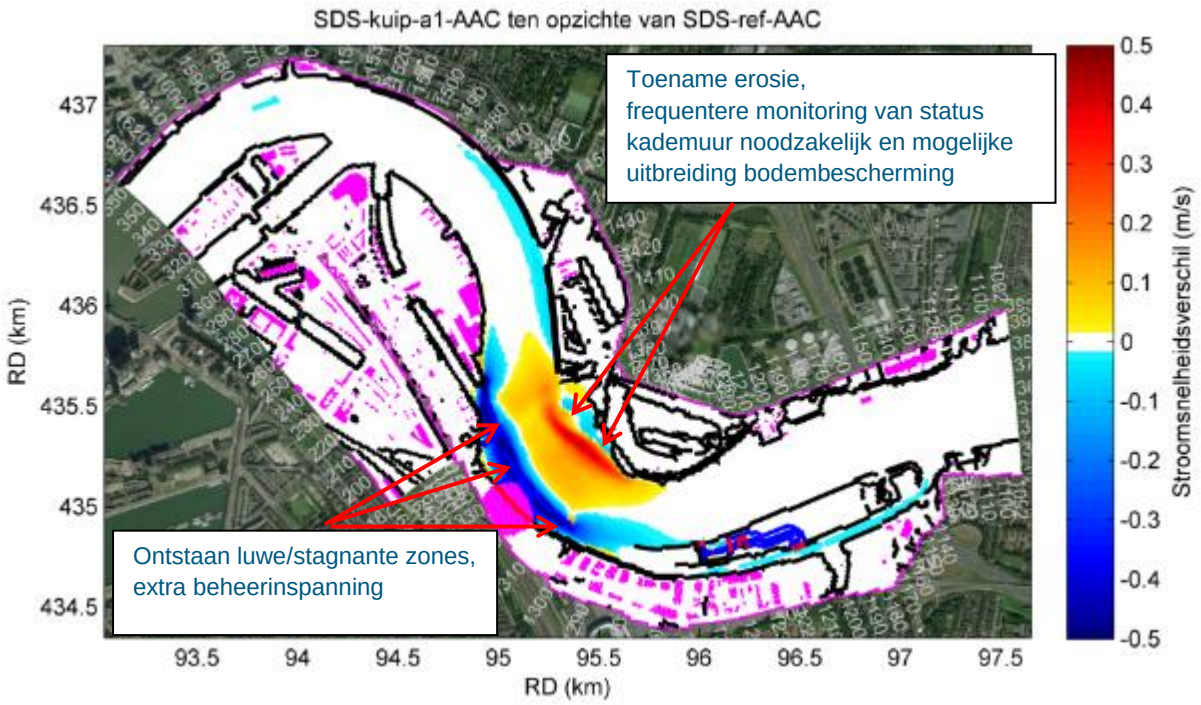
Zowel tijdens dagelijkse als extreme omstandigheden ontstaan er stroomluwe zones achter de langsdam. In deze zones is de stroming al relatief laag en door de ingreep ontstaan er zones waar het water nog nauwelijks stroomt en stagnant water zal ontstaan. Dit geeft aandachtspunten voor waterkwaliteit en ophoping van (drijf)vuil en slib.

De wijzigingen in het stroombeeld zorgen enerzijds voor locaties waar de stroomsnelheid afneemt en anderzijds voor locaties waar de stroomsnelheid toeneemt. Dit kan zorgen voor plaatselijke problemen. Tegelijkertijd wordt het gemiddelde stroombeeld rustiger, waar in de referentiesituatie de bocht een locatie is waar de stroomsnelheid lokaal afneemt wordt dit in de toekomst een locatie waar de stroomsnelheid gelijk blijft aan beneden- en bovenstroomse traject.

3.1.4 Morfologie

De veranderingen in het dieptegemiddelde stroombeeld en de toename van zowel de dagelijkse als extreme stroomsnelheden zullen zorgen voor een toename van de morfologische dynamiek. Door de toename in stroomsnelheid zal de morfologische activiteit toenemen in de gehele bocht. In de huidige situatie ligt bijna de gehele Nieuwe Maas in de grindbestorting, vanwege de aanwezige grindbestorting (Figuur 30) is er geen erosie van de vaarweg te verwachten op de locaties van de bestorting, uitgaande van een stabiele en dekkende grindbestorting op de gehele bodem. Daarvoor is de toename in stroomsnelheid te gering. Een toename van erosie in de binnenbocht is wel te verwachten, hier lijkt namelijk geen bodembescherming te liggen in de huidige situatie. Door het verschuiven van de vaargeul neemt hier de snelheid wel significant toe en kan er erosie optreden, het uitbreiden van de bodembescherming op deze locatie of regelmatige suppleties biedt een oplossing. Daarnaast zijn er twee aandachtspunten binnen het gebied die in dit hoofdstuk nader beschouwd worden;

- Een bestaande erosiekuil en zandwinput
- De aanwezige Evides zinker



Figuur 25: Locaties waar de morfologische activiteit verandert

3.1.4.1 Bestaande erosiekuil en zandwinput

In de huidige situatie is er zowel een zandwinning als een erosiekuil aanwezig in de vaarweg, beide liggen in het door het stadion beïnvloedde gebied. De aanwezige erosiekuil in de Nieuwe Maas (op rivierkilometer 997,2) groeit in de autonome situatie sterk in omvang en diepte. In de afgelopen 5 jaar is deze 1,1 m dieper geworden en in oppervlak met een factor 2 gegroeid (Deltares, 2016). Deze erosiekuil (genaamd NMS_4 in rapport Deltares) is daardoor een belangrijk aandachtspunt en uitbreiding van deze kuil is zeer ongewenst vanwege mogelijke risico's op instabiliteit van naastgelegen (kade)constructies. Zolang het aanbod van sediment aan de RMM achterblijft bij de transportcapaciteit in de riviertakken van de RMM, zal de ontwikkeling van kuilen in horizontale en verticale richting komende decennia min of meer onverminderd doorgaan.

Deltares adviseert op basis van de autonome ontwikkeling van de erosiekuil om eerst te achterhalen of de recente sterke dynamiek (afgelopen 5 jaar) wordt veroorzaakt door de zandwinning. Indien de dynamiek natuurlijk is, heeft het hoge prioriteit om een nadere analyse uit te voeren. Indien de dynamiek toe te schrijven valt aan de zandwinning is de prioriteit lager. Ook bij een zandwinning kunnen hellingen te steil worden en tot instabiliteit leiden van de oever, rivierbodem of constructies.

De ontwikkeling van het stadion en de strekdam in de vaarweg leidt tot een toename van de dieptegemiddelde stroming bij zowel normale (vloedstroom dominant) als jaarlijkse condities (ebstroom in combinatie met een jaarlijks terugkerende hoge afvoer). In Tabel 3 zijn de absolute stroomsnelheden weergegeven ter plaatse van de erosiekuil. Onder dagelijkse omstandigheden zijn de verschillen zeer minimaal, hetgeen waarschijnlijk slechts tot een minimaal effect zal leiden op de morfodynamiek van de kuil. Bij een combinatie van hogere afvoeren en een ebstroom neemt de stroomsnelheid in met name de binnenbocht (noord) wel significant toe met ca. 10-40%. In de buitenbocht neemt de snelheid af. Dit verschil kan wel leiden tot een toename van de morfologische dynamiek in de erosiekuil en dan met name op de taluds van de kuil.

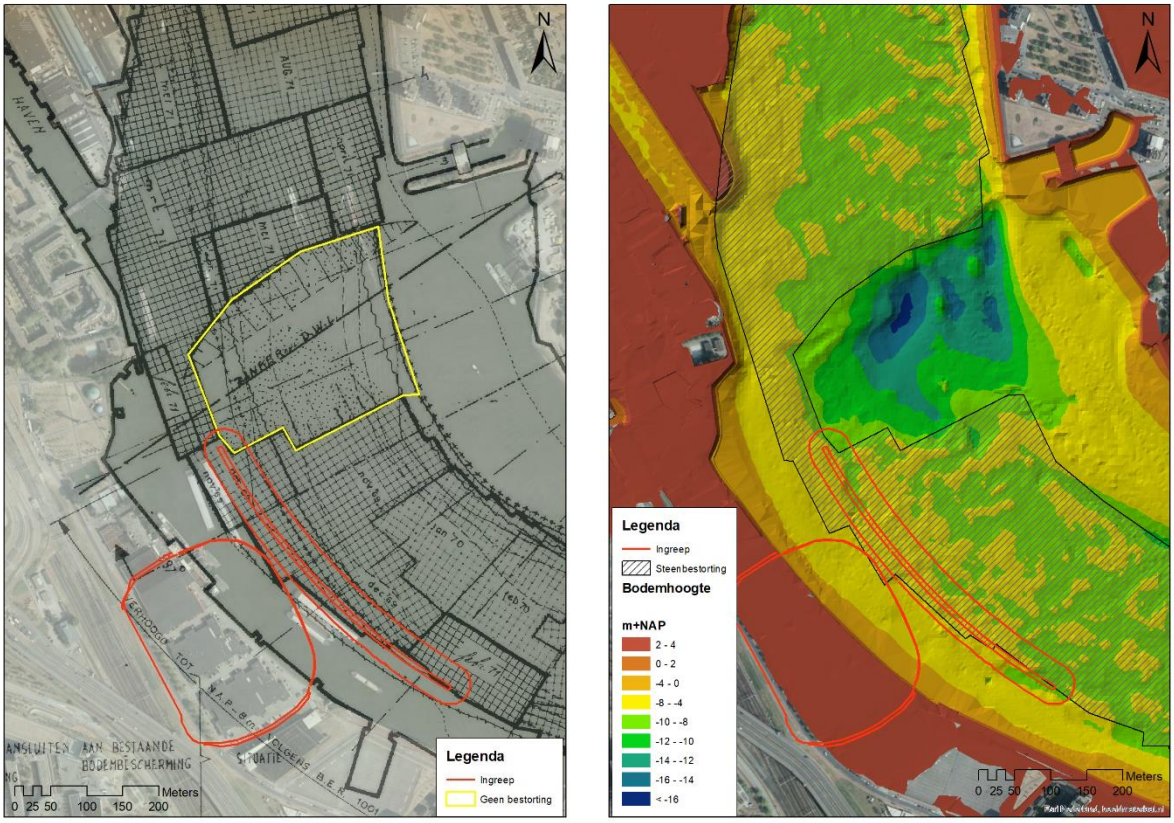
Tabel 3: Stroomsnelheden en verschillen ter plaatse van de erosiekuil.

Situatie	Stroomsnelheid huidig (dieptegemiddeld)	Stroomsnelheid met stadion en strekdam (dieptegemiddeld)	Verschil in stroomsnelheid (dieptegemiddeld
Vloedstroom bij gemiddeld springtij met lage afvoer (1019 m^3/s)	0,7 m/s (vaargeul grens zuid) tot 1,3 m/s (vaargeul grens noord)	0,7 m/s (vaargeul grens zuid) tot 1,3 m/s vaargeul grens noord)	Verschillen tussen -0,05 (vaargeul grens zuid) tot 0,05 m/s (vaargeul grens noord)
Ebstroom bij gemiddeld springtij met hoge afvoer (5162 m^3/s)	0,7 m/s (vaargeul grens zuid) tot 1,2 m/s vaargeul grens noord)	0,7 m/s (vaargeul grens zuid) tot 1,3 m/s vaargeul grens noord)	Verschillen tussen -0,1 (vaargeul grens zuid) tot 0,4 m/s (vaargeul grens noord)

In de huidige situatie is er reeds sprake van een ongewenste ontwikkeling van de erosiekuil. Deze autonome ontwikkeling kan mogelijk leiden tot instabiliteit van de oever, rivierbodem of constructies. Er wordt geadviseerd om te achterhalen of de recente sterke dynamiek wordt veroorzaakt door de zandwinning of door natuurlijke processen.

RWS-WNZ heeft reeds aandacht voor het probleem rond de ontwikkeling van erosiekuilen in de RMM en werkt aan een adequate beheerstrategie. Een eroderende bodem kan alleen stabiel gehouden worden door regelmatige suppletie van sediment en/of het eenmalig bestorten met stabiel materiaal (stortsteen). Er wordt momenteel nagedacht over een beheerstrategie door middel van eenmalig of regelmatig opvullen d.m.v. suppletie al dan niet in combinatie met bestorten met een grindlaag. Bodembescherming door bestorten is een beproefd concept voor de RMM, waarvan de effectiviteit kan worden vastgesteld. Dat geldt echter niet voor suppletie. De pilot in de Oude Maas (2018-2020) zal wellicht inzicht geven in de effectiviteit van suppleties in de RMM. In overleg met RWS-WNZ zal afgestemd moeten worden wat de juiste beheerstrategie is voor deze bewuste erosiekuil.

Als gevolg van het stadion en de strekdam neemt de stroomsnelheid in en rondom de erosiekuil ter plaatse van de binnenbocht toe. Dit effect treedt op bij een ebstroom in combinatie met een hogere rivierafvoer. Omdat de oever van de binnenbocht niet direct grenst aan de taludhellingen van de erosiekuil is er op grootste deel van de kuil geen risico op instabiliteit. Enkel op de benedenstroomse rand van de kuil grenst de oever direct aan de kuil. Het is aannemelijk dat de oever hier versterkt zal moeten worden met extra steenbestorting (falling apron).



Figuur 30: Grindbestorting in de Nieuwe Maas met daarin de locatie van de erosiekuil aangegeven

3.1.4.2 Aanwezige Evides Leiding

De effecten op de Evides leiding hangen sterk samen met de effecten op de erosiekuil. De Evides leiding loopt onder de erosiekuil door, ter plaatse van rivierkilometer 997,1. De morfodynamiek van de erosiekuil is voorgaand toegelicht evenals de effecten van het stadion en de strekdam op deze morfodynamiek.

Als de tekeningen van de leiding (Z18 13-4.tif) (bijlage A8) juist geïnterpreteerd worden, dan ligt de leiding op diepste punt op een hoogte van NAP-20,8 m. De leiding loopt over een afstand van 330 m van NAP-11 m naar het diepste punt. De zinker ligt daarmee onder een helling van ca 1:30.

Deltares geeft als diepste punt van de erosiekuil een bodemhoogte van NAP-16,9 m in 2014. In 2009 was dit nog NAP-15,8 m. Er zijn geen recente maaiveldhoogtes bij ons bekend. Als dezelfde trend door heeft gezet, dan is de bodemhoogte van diepste punt ca NAP-18,0 m in 2019. De dekking op de Evides leiding zou in dat geval nog minder dan een meter zijn, waarbij conservatief is aangenomen dat diepste locatie ter plaatse van de zinker ligt.

Als gevolg van het stadion en de strekdam nemen de stroomsnelheden met name in de binnenbocht toe. Dit verschil kan leiden tot een toename van de morfologische dynamiek in de erosiekuil en dan met name op de taluds van de kuil. Er zal op deze locatie, aangegeven met de paarse cirkel in figuur 2, een voldoende dekking op de leiding aanwezig moeten zijn. Door dit tevens te bestorten wordt ook het risico op toekomstig aanvullen geminimaliseerd.

Ons advies is om ten eerste meer recente bodemhoogtes van de erosiekuil te bepalen en de exacte ligging van de zinker te verifiëren. Ook is het zinvol om gegevens van de ontwikkeling van de kuil de afgelopen 10 jaar te hebben.

Ook is het nodig om de vereiste dekking boven de zinker te bepalen. De vereiste dekking boven kabels en leidingen wordt genoemd in NEN 3651, NPR 3659:1996 en RVW, maar onduidelijk is tot welke norm dit leidt voor dynamische rivierbodems. De gebruikte definitie van laagst-verwachte bodem en benodigde dekking moet geverifieerd worden met betrokken beheerders en eigenaren.

In het kader van een recente opdracht voor RWS WVL is een uitgangspunt bepaald voor de benodigde dekking boven een leiding. Voor de dekking voor indringing van ankers is 2,0 m dekking vereist op basis van eisen in de RVW (2017) voor vaarwegklasse VIb. Daarbij moet er nog een dekking voor bodemvormen en een dekking voor bodemerosie worden toegevoegd. Bodemvormen spelen in de afgepleisterde Nieuwe Maas geen rol. Voor bodemerosie kan bijv. met periode van 5 jaar worden gerekend en een veiligheidsfactor van 2. Er is in dat geval een totale dekking van 4,2 m (2x1,1m+2,0 m) boven op de zinker nodig. Dit zou waarschijnlijk betekenen dat een deel van de kuil aangevuld moet worden om weer voldoende dekking te creëren.

Als de precieze ligging en de dekking van de zinker en de bodemhoogtes bekend zijn, kan dit gecombineerd worden met de autonome ontwikkeling van de kuil de afgelopen 10 jaar. Op basis hiervan kan inzichtelijk worden gemaakt waar de knelpunten voor dekking spelen of gaan spelen. Vervolgens kan dit gecombineerd worden met de inzichten van de morfologische effecten van het stadion en de strekdam op de erosiekuil. Dit geeft inzicht in de locaties waar mogelijk extra aanvulling of maatregelen van bestorting nodig zijn.

3.1.4.3 Overige effecten

De toename in stroomsnelheid zal leiden tot een grote belasting door stroming in de buitenbocht aan de buitenteen van de strekdam. De strekdam zal daartoe adequaat beschermd moeten zijn middels een teenverdediging. In het ontwerp van de strekdam moet hier rekening mee gehouden worden om de standzekerheid van de strekdam te waarborgen. Ook in de programmering van beheer en onderhoud en frequentie van monitoring moet hier rekening mee gehouden worden. Dit laatste geldt ook voor de kademuur en bodem in de binnenbocht. Ook hier neemt de stroomsnelheid toe en neemt de stromingsbelasting op zowel de kade als de bodem toe. Dit kan leiden tot groei van erosie langs de kademuur indien de bodem en teenverdediging niet adequaat is vormgegeven.

Qua vaardiepte is er vooralsnog geen knelpunt voor de scheepvaart in deze bocht. Enige aanzanding rondom de erosiekuil zorgt niet voor ondieptes voor de scheepvaart. Wel kunnen scherpe wisselingen in waterdiepte zorgen voor een onrustig stroompatroon en het duiken van de boeg van schepen (onrustig vaarpatroon). Door het creëren van extra stromingsluwe, stagnante zones wordt er aanslibbing verwacht in deze zones. Dit kan op een aantal locaties voorkomen: Achter de strekdam, in de oeverzone en bij het Zuiddiepje. Op het gebied van morfologie treden er een aantal ongewenste effecten op; de toename van erosie op ter plaatse van de erosiekuil en in de binnenbocht en het aanslibben in de luwe zones.

3.1.5 Nautische veiligheid

Op het gebied van nautische veiligheid voor schepen in de vaarweg zijn het de eindsituatie en de bouwfase nauwelijks van elkaar te onderscheiden. In het kader van de MER zijn er door Marin aanvullende analyses uitgevoerd naar de nautische veiligheid en het effect van het opschuiven van de vaargeul en het aanleggen van het stadion & strekdam (Marin, 2018). Deze analyse concludeert dat er geen merkbare negatieve effecten zijn op de veiligheid en vlotheid van de scheepvaart t.g.v. de ontwikkelingen. Dit hoofdstuk geeft de belangrijkste conclusies uit het onderzoek van Marin weer omdat deze een gedetailleerder en beter beeld geven van het effect op scheepvaart dan de standaard WAQUA-berekeningen.

3.1.5.1 Referentie situatie

De locatie van het stadion ligt aan de drukbevaren vaarroute waar dagelijks vele schepen passeren, een groot deel van deze schepen bevat gevaarlijke stoffen. De veiligheid en vlotheid van de scheepvaart is daarom een belangrijk aandachtspunt welke niet in het geding mag komen.

Het stadion wordt geplaatst in de buitenbocht van de Bocht van Esch. Deze bocht is genoemd als een bocht die voor schepen gemiddeld gezien lastiger navigeren is. Door de sterke bovenstroom is het op bepaalde momenten van het getij lastig navigeren voor langsvarende schepen, met name bij opkomend springtij. Daarnaast is het navigeren door een bocht per definitie lastiger doordat het schip in een drift door de bocht zal gaan. Schippers die de situatie kennen, kunnen hier echter goed op anticiperen.

De ontwerpbreedte van de Bocht van Esch is volgens de Richtlijn Vaarwegen 2017 (RVW 2017, RWS) ruim voldoende in de huidige situatie (ruim 40 m breder dan in de RVW 2017 aangegeven). De RVW 2017 zijn echter niet gevalideerd voor een vaarweg als de Nieuwe Maas met een langsstroming groter dan 0,5m/s. in een situatie met een grotere langsstroom zal de padbreedte van de schepen die stroom mee hebben toenemen. Over het algemeen zal er op stromend water meer ruimte nodig zijn dan aangegeven in de RVW 2017. Deze ruimte is in de Bocht van Esch ruim voldoende aanwezig.

De bochtstraal van de Bocht van Esch is te klein volgens de RVW 2017. De bochtstraal zou voor een klasse VIb vaarweg 6L (6 maal de lengte van het maatgevende schip) moeten zijn. Gezien de manoeuvreereigenschappen van een maatgevende schip is deze kleinere bochtstraal echter geen enkel probleem. Alleen de vlotheid zou door deze kleinere bochtstraal iets negatief beïnvloed kunnen worden, door de grotere beschikbare breedte wordt dit echter ruim gecompenseerd.

De vergelijking met twee gelijksoortige bochten (bocht bij Nijmegen en bocht bij Heerjansdam) qua dimensies, verkeersaanbod en vlootsamenstelling geeft aan dat de Bocht van Esch zeker geen kritische bocht is voor het huidige verkeersaanbod.

De veiligheid en vlotheid in de bocht wordt door een aantal zaken beïnvloed als gevolg van de ingreep; zowel het stroombeeld als het windpatroon verandert. Om te beoordelen of deze veranderingen een negatieve invloed hebben op de veiligheid en vlotheid is er wederom getoetst aan de RVW 2017, zie hiervoor respectievelijk de paragrafen 3.1.5.2 en 3.1.5.3

3.1.5.2 Verandering stroombeeld op de rivier

Om de verandering van de stroming op de rivier te beoordelen zijn stroombeeldberekeningen uitgevoerd door Svasek (Svasek, 2018), deze berekeningen zijn gebruikt in het onderzoek van Marin (Marin, 2018) om het effect op de scheepvaart te bepalen. De verandering in stroming is weergegeven in hoofdstuk 3.1.3, deze paragraaf geeft aan wat het effect van die verandering is op scheepvaart.

Maximale eb-stroming; De schippers zullen over een groter gebied ebstroom ervaren maar er zal minder verstoring van de vaart zijn door verschillen in langsstroom, zoals in de huidige situatie. In principe zal de padbreedte in de binnenbocht iets toenemen bij een hogere ebstroomsnelheid en in de buitenbocht afnemen. De variatie in padbreedte door de variërende langsstroom in de huidige situatie zal echter afnemen. De schippers zullen snel wennen aan de hogere stroomsnelheid en omdat de stroom minder varieert dan in de huidige situatie zijn in de toekomst geen problemen te verwachten met de hogere stroomsnelheid.

Maximale vloed-stroming; De stroom aan de benedenstroomse kant van de buitenbocht wordt in de toekomstige situatie iets gelijkmatiger. De stroomvertraging op die locatie in de huidige situatie wordt minder in de toekomst, waardoor de scheepvaart minder last zal hebben van onregelmatigheden in de langsstroom.

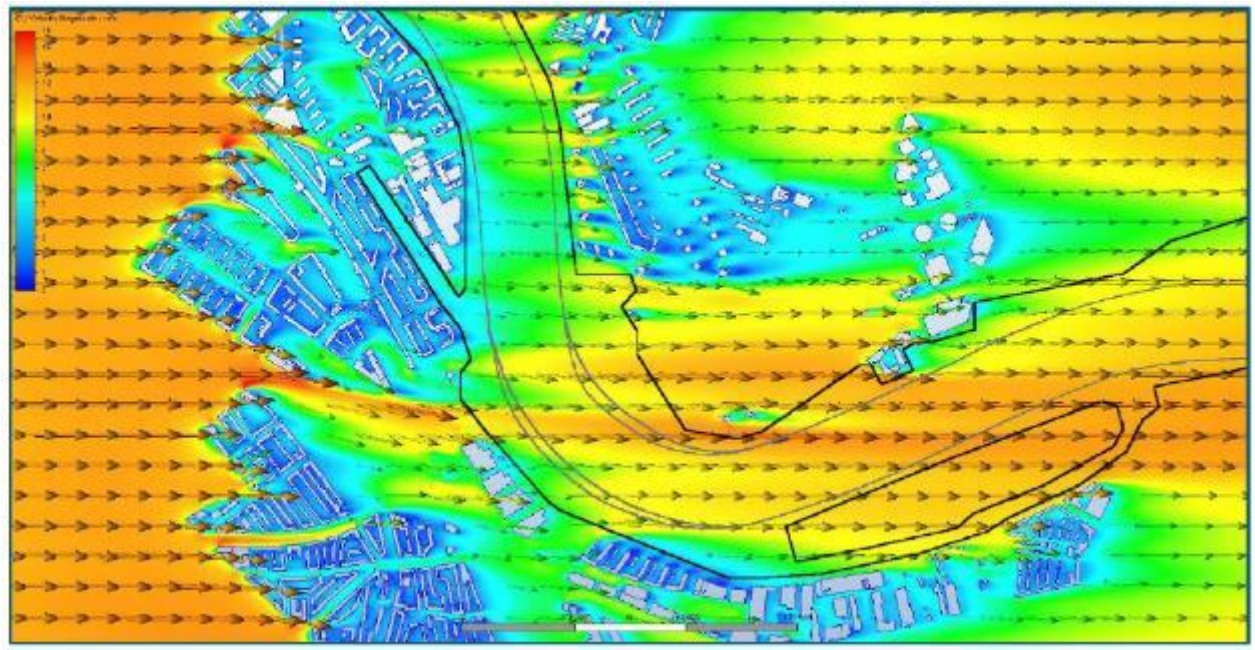
3.1.5.3 Verandering windpatroon

De verandering in windpatroon voor de windvelden voor Z, ZW en W wind zijn geanalyseerd omdat de geplande bebouwing zich aan de ZW kant van de vaarweg bevindt. Wind uit de overige richtingen zal nauwelijks beïnvloed worden door de benedenwindse bebouwing.

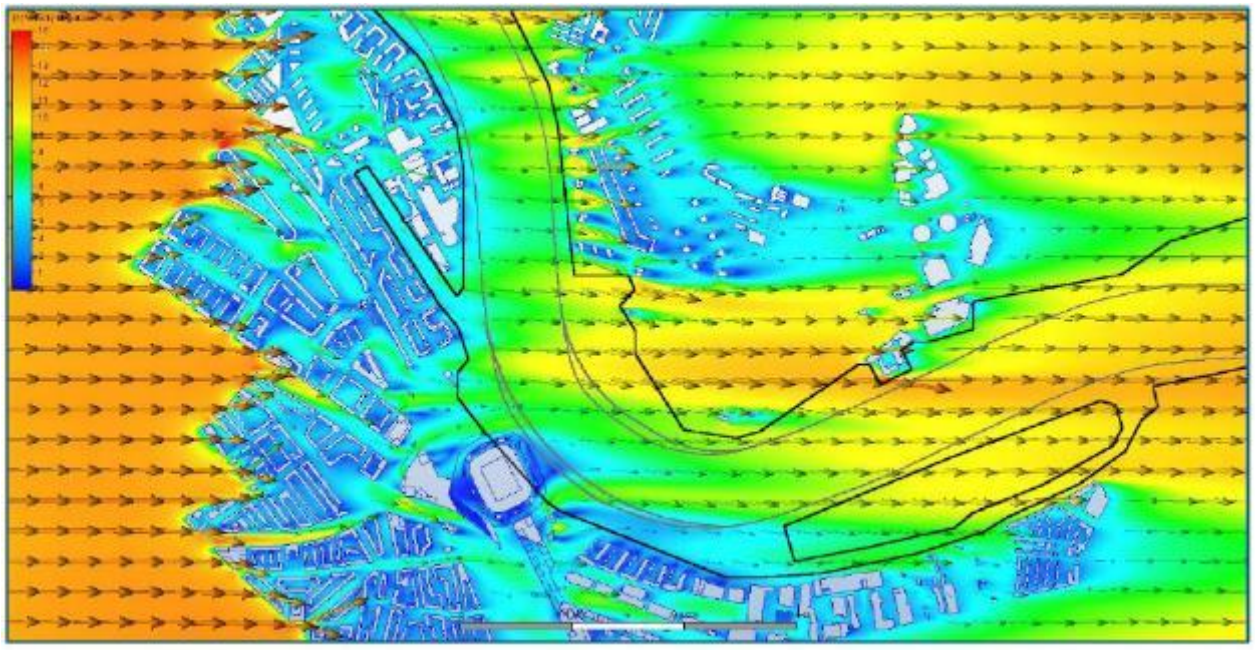
De zuidenwind ten noorden van het stadion draait iets meer in de richting van de geul en neemt af van 13 m/s naar 11 m/s. Dit effect zal de scheepvaart alleen maar positief beïnvloeden omdat de wind afneemt en meer in de richting van de geul staat. Ten oosten van het stadion ontstaat een sterke verandering van de wind langs de vaarrichting maar de windsnelheid is daar relatief laag (5-7 m/s) zodat de daar optredende gradiënten geen negatieve invloed hebben op de scheepvaart.

Voor de zuidwestenwind draait de wind ten noordoosten van het stadion ten opzichte van de geul en neemt af van 12 m/s naar 7 m/s. De wind staat hier al dwars op de geul en de kleine verandering in richting heeft geen nadelige invloed op de scheepvaart, temeer daar de gemiddelde snelheid sterk afneemt in de toekomstige situatie. Ook ten oosten van het stadion is er geen nadelige invloed door verandering in wind.

Voor de westenwind is er in de huidige situatie een sterke stroming zichtbaar ten noorden van het stadion (Figuur 27). Deze stroming zorgt in de huidige situatie voor een sterke variatie van de windsnelheid langs de vaarrichting. In de toekomstige situatie is een gelijkmatiger beeld te zien waarbij de gemiddelde windsnelheid ook nog afneemt (Figuur 27 en Figuur 28). De wind in de toekomstige situatie heeft daarom geen nadelige invloed op de scheepvaart.



Figuur 27: Windpatroon in huidige situatie voor westenwind op 6 meter hoogte



Figuur 28: Windpatroon in de toekomstige situatie voor westenwind op 6 meter hoogte

3.1.5.4 Breedte en bochtstraal van de vaarweg

Bij het verplaatsen van de vaarweg blijft de breedte van de ontwerpgeul hetzelfde en zal de bochtstraal afnemen. De ontwerpbreedte is ruim voldoende en het verschil in bochtstraal van 645 m (huidig) naar 615 m (toekomstig) zal geen merkbare invloed hebben op de veiligheid en vlotheid van de scheepvaart. In de tabel zijn de volgens RVW 2017 benodigde breedte en beschikbare breedte gegevens van de Bocht van Esch, de bocht bij Heerjansdam en de bocht bij Nijmegen weergegeven. Deze drie bochten zijn qua aantallen schepen en vloot samenstelling redelijk vergelijkbaar. Uit Tabel 4 blijkt dat de ontwerpbreedte van

de Bocht van Esch ruim voldoende is in de huidige én toekomstige situatie. De bochtstraal is te klein, echter gezien de manoeuvreer eigenschappen van de maatgevende schepen is de te kleine bochtstraal geen probleem, de vlotheid kan wel negatief beïnvloed worden.

Tabel 4: Vergelijking van de Bocht van Esch met RVW 2017 en vergelijkbare bochten

Locatie	Dimensie	Bocht v. Esch			Heerjansdam	Nijmegen
		RVW	Huidig	Toekomst	Huidig	Huidig
Klasse vaarweg	-	VIa	VIa	VIa	VIb	VIb
Aantal passages/jaar	-	131158	131158	131158	65586	150000
Lengte geladen ontwerpschip	m	270	270	270	270	270
Lengte lege ontwerpschip	m	190	190	190	190	190
Wt (breedte op geladen diepgang)	m	91.2	91.2	91.2	91.2	91.2
Windtoeslag	m	9	9	9	9	9
Aandeel laadvermogen Klasse VIb, VIc VIIa	%	10.5	10.5	10.5	2.3	16
Extra windtoeslag voor klasse VIb	m	8	8	8	0	14
Gemiddeld laadvermogen	ton	1854	1854	1854	2554	2600
Intensiteitstoeslag	m	54	54	54	28	75
Benodigde breedte rechtstand	m	162	162	162	128	189
Bochtstraal as vaarweg	m	1620	645	615	950	1000
C1 geladen VIb	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bochttoeslag geladen vaart	m	9	23	24	15	15
C2 leeg VIb	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Bochttoeslag lege vaart	m	9	22	23	15	14
Benodigde breedte in bocht	m	180	207	209	159	218
Beschikbare breedte in bocht	m	250	250	250	185	170

Door het nieuwe stadion verschuift de vaargeul van de Nieuwe Maas ter hoogte van de bocht (Bocht van Esch) met 35m naar het noordoosten. Het verplaatsen van de vaargeul levert geen aanvullende problemen op voor de scheepvaart. Een analyse van vaarbewegingen (AIS-analyse) toont dat de scheepvaart in de huidige situatie al nauwelijks gebruik maakt van de nu nog beschikbare zuidwestelijke strook van de vaargeul. Het ontnemen van deze strook aan de vaarweg heeft dan ook weinig tot geen effect op de scheepvaart. De modelberekeningen tonen dat de effecten als gevolg van de veranderende stroombeelden en windpatronen zeer klein zijn en niet ongunstig zijn te noemen. De nieuwe bebouwing werkt bijvoorbeeld als een soort windscherm bij zuidwestelijke wind. De bocht van Esch kan, op het gebied van vlotheid en veiligheid scheepvaart, nu en in de toekomst niet als kritisch worden beoordeeld in vergelijking met gelijksoortige bochten. Er is geen merkbare verslechtering ten aanzien van de nautische vlotheid en veiligheid in de nieuwe situatie. Als gevolg van de ingreep wordt er wel een nieuw object langs de vaargeul geïntroduceerd en moet de bestaande radarpost verplaatst worden.

Het verschuiven van de vaargeul heeft geen ontwerpopgave in de binnenbocht tot gevolg. Extra oeverbescherming of initieel baggeren van de binnenbocht lijkt niet noodzakelijk doordat er geen wijziging in belastingen plaats vindt door de scheepvaart t.o.v. de huidige situatie. In de buitenbocht moet de strekdam ontworpen worden op maatgevende stroomsnelheden, maatgevende scheepsgolven en moet rekening worden gehouden met stroombelasting t.g.v. schroefstralen van langskomende schepen. Ook moet rekening gehouden worden met de dynamiek van de rivierbodem (ondanks dat deze afgepleisterd is), waarmee een adequate teenconstructie van de dam moet worden ontworpen.

4 Conclusies

De ontwikkeling van het stadion en de langsdam zijn zowel voor de bouwfase als eindsituatie hydraulisch doorgerekend en rivierkundig beoordeeld op de verschillende deelonderwerpen. De resultaten hiervan zijn per onderdeel in onderstaande tabel weergegeven. Het onderscheid tussen de twee varianten (bouwfase en eindsituatie) is voor alle criteria zeer klein. De resultaten voor de eindsituatie zijn daarom weergegeven in onderstaande tabel.

Onderwerp	Effect
Maatgevende hoogwaterstand	Positief effect, de maatgevende hoogwaterstand neemt ter plaatse van het stadion gemiddeld met iets meer dan een millimeter af. Er is sprake van een zeer plaatselijke opstuwing in de as van de rivier van 1mm die wegvalt tegen de plaatselijke verlaging van 7mm. Ook langs de primaire waterkering is er geen opstuwing zichtbaar. In de bouwfase is het effect extremer en neemt de waterstand nog verder af.
Volume waterberging	Positief effect, op de drie compensatie locaties kan er voldoende waterbergingsvolume gecreëerd worden om de afname als gevolg van de ontwikkelingen van het stadion en de langsdam te compenseren. Het verlies aan waterberging kan worden overgecompenseerd, dit biedt in de toekomst ruimte voor oeverzone ontwikkeling.
Stroombeeld	Het stroombeeld wijzigt een toename in stroomsnelheden onder zowel dagelijkse als extreme omstandigheden ontstaat als gevolg van vernauwing van de vaarweg ter plaatse van de stadionlocatie in de vaarweg.
Morfologie	Door de toename in stroomsnelheid zal de erosie op de onbeschermde delen van de vaarweg mogelijk toenemen. Ter plaatse van de aanwezige erosiekuil is dit een ongewenst effect met name aan de oever in de binnenbocht. Risico op toename in erosie kan hier gemitigeerd worden door middel van het aanbrengen van bodembescherming of een actiever sedimentbeheer. De bodemerosie dient ook belangrijk aandachtspunt te zijn in het verdere ontwerp van de langsdam (m.n. langs de teen).
Nautische veiligheid	De aanvullende studies die zijn uitgevoerd naar het effect van de ingreep op de nautische veiligheid tonen aan dat er geen merkbare negatieve effecten zijn op de veiligheid en vlotheid van de scheepvaart t.g.v. de ontwikkelingen.

In de bouwfase is de landaanwinning groter en zou er een groter volume gecompenseerd moeten worden, deze fase duurt echter korter dan 5 jaar en kan daarom bestempeld worden als tijdelijk. Voor tijdelijke situaties hoeft er geen compensatie van het bergend vermogen plaats te vinden zolang de veroorzaakte opstuwing binnen de 1,0 mm blijft, in hoofdstuk 3.1.1 is aangetoond dat dit het geval is. Er is daarmee geen compensatie voor de bouwfase nodig.

In de huidige situatie ligt het bestaande maaiveld met hoogtes van ca. NAP+3,8 m overal boven het uitgiftepeil (3,60m+NAP) van de Gemeente Rotterdam. De ontwikkellocatie voldoet aan de referentiewaarde voor het individueel overstromingsrisico. Volgens het uitgiftepeilenbeleid is er daarmee op de ontwikkelingslocatie in de huidige situatie geen sprake van een overstromingsrisico hoger dan de referentiewaarde. In de toekomstige situatie blijft dit zo, de kade wordt zelfs nog verhoogd ten opzichte van de huidige situatie waardoor het risico afneemt.

De belangrijkste aandachtspunten liggen bij de morfologische effecten, deze negatieve effecten zijn echter op te lossen door het aanvullen van de bestaande bodembescherming, adequaat ontwerp van de langsdam en een actiever sedimentbeheer (t.g.v. autonome bodemontwikkeling van de erosiekuil en zandwinning). De overige beoordelingsaspecten uit het rivierkundig beoordelingskader; Maatgevende waterstand, Volume waterberging, Stroombeeld en Nautische veiligheid, scoren neutraal of positief.

5 Referenties

Deltares, 2016, Advies beheer rivierbodem van de Rijn-Maasmonding Eindadvies project "Advies beheer rivierbodem RMM", 208925-000

Gemeente Rotterdam, januari 2018, *Herijking beleid uitgiftepeilen in buitendijks gebied, beleid en onderbouwing.*

Marin, 2018, Nautisch onderzoek verplaatsen vaargeul nieuwe Maas, 2 november 2018

Rijkswaterstaat, 2017, *Richtlijnen vaarwegen 2017*.

Royal HaskoningDHV, 14 maart 201*6, Bepalen waterstandseffecten t.b.v. locatiekeuze stadionpark Rotterdam*

RHDHV, 2018 MER Feyenoord City, concept versie 0.2, 14 december 2018

RHDHV, 2018, Impact van Basis Rivierbodemligging op beleid en beheer, Beschrijving van 3 pilots voor uitwerking signaleringsinstrument en afsprakenkader, 30 mei 2018

RHDHV, 2018 Scenariostudie t.b.v. besluit sedimentbeheerplan RMM, 31 december 2018

Svasek Hydraulics, 16 maart 2016, *Nautische effectstudie nieuw stadion Feyenoord in bocht van Esch.*

RWS directie beneden rivieren, VERHOGEN EN VASTLEGGEN BODEM Nw MAAS VAN KMR.9936 – 9995, VORDERINGEN TEKENING" 1 OKT 1971, nr. 70018

Tekening Z18 13-4.tif, ligging zinker Evides

Appendices

A1 Werkwijze en uitgangspunten

In de voorliggende studie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Waterstandsverschillen worden bepaald bij maatgevende condities, met een herhalingstijd van 4000 jaar;
- Hierbij wordt gebruik gemaakt van de methode met conditionele illustratiepunten (cip);
- Het gebruikte cip is Nieuwe Maas km 996. Dit is punt is bepaald door Rijkswaterstaat West-Nederland-Zuid (RWS-WNZ).

De kenmerken van de uitgevoerde Baseline schematisaties zijn als volgt:

- De schematisatie van de rivierkundige ingrepen zijn aangemaakt met behulp van Baseline versie 5.3.3. Er wordt gebruik gemaakt van ArcGIS 10.3 SP1;
- Het aangeleverde volledige Baseline model ‘beno15_5-v1’ is gebruikt als referentiemodel;
- De schematisatie de bouwfase heeft als kenmerk gekregen ‘ma_fcf_c1’. De maatregel is ingemixt in het volledige Baseline model, wat leidt tot de variant met kenmerk ‘Beno15_5_fcf_c1;
- De schematisatie de eindsituatie heeft als kenmerk gekregen ‘ma_fcf_c2’. De maatregel is ingemixt in het volledige Baseline model, wat leidt tot de variant met kenmerk ‘Beno15_5_fcf_c2;

De kenmerken van de uitgevoerde WAQUA berekeningen zijn als volgt:

- De gebruikte WAQUA versie is Simona 2015 (laatste patch);
- Het vigerende WAQUA model is het ‘RMM-5/beno15_5-v1’ model;
- Het complete RMM-5 model heeft een lange rekentijd en complexe aansturing. Om de rekentijd te verkorten en de aansturing te vergemakkelijken, is een deelmodel gemaakt op basis van het gehele model. Deze werkwijze is conform het Rivierkundig Beoordelingskader;
- Randvoorwaarden voor het deelmodel zijn overgenomen uit SOBEK resultaten, aangeleverd door RWS-WNZ;
- De WAQUA berekeningen zijn uitgevoerd bij drie verschillende combinaties van randvoorwaarden. Deze combinaties zijn bepaald door RWS-WNZ en zijn te vinden in Tabel 5. De Europoortkering is in alle drie de situaties geopend;
- Er zijn geen lateralen aanwezig in het deelmodel;
- Er wordt niet-stationair gerekend;
- De modeltijdstap is 0,05 minuut (3 seconden);
- Een overzicht van de WAQUA SDS-bestanden is te vinden in Tabel 6.

Tabel 5: combinaties van randvoorwaarden

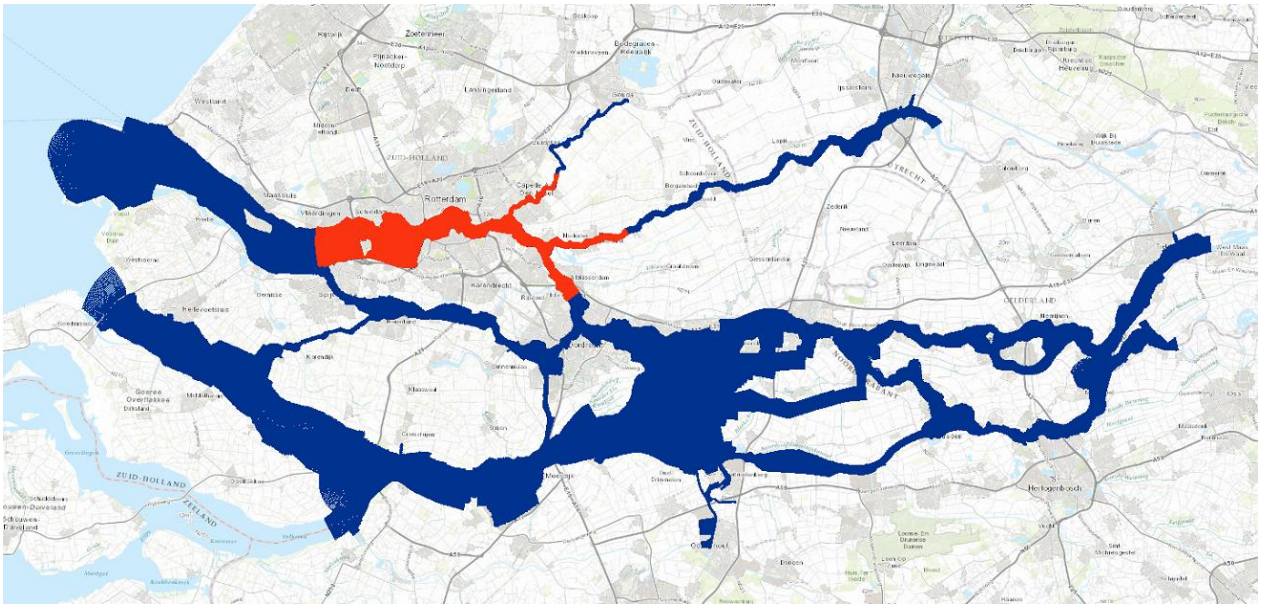
Naam	Afvoer Rijn (m^3/s)	Afvoer Maas (m^3/s)	Zeewaterstand (m +NAP)	Windsnelheid (m/s)	Windrichting	Kansbijdrage
AAA	1605	171	3.55	23.0	NW	33%
AAB	3193	497	3.47	22.0	NW	33%
AAC	7614	1535	3.11	19.0	NW	33%

Tabel 6 Kenmerken SDS-bestanden

Situatie	Referentie	Variant 1	Variant 2
AAA	Ref_AAA	fcf_c1_AAA	fcf_c2_AAA
AAB	Ref_AAB	fcf_c1_AAB	fcf_c2_AAB
AAC	Ref_AAC	fcf_c1_AAC	fcf_c2_AAC

A2 Opbouw deelmodel

Het complete RMM-5 domein is te zien in Figuur 29. Het deelmodel wordt in diezelfde figuur getoond in het rood.

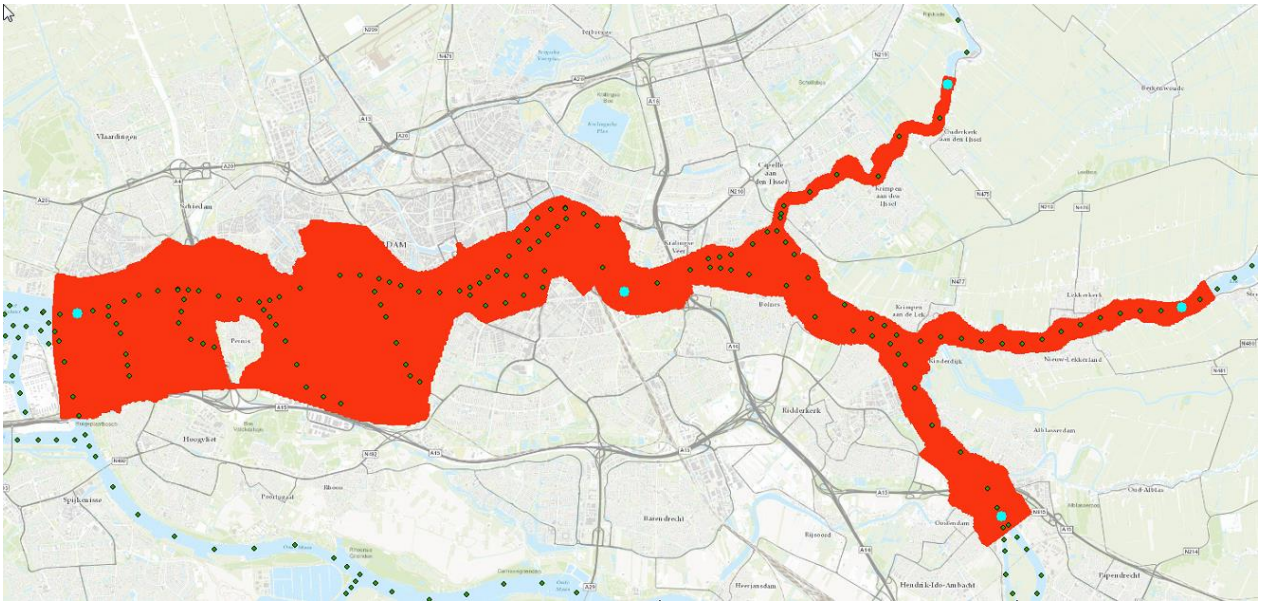


Figuur 29: modeldomein RMM-5 model (blauw) en deelmodel (rood)

Figuur 30 toont het domein van het deelmodel. Het RMM-5 grid is afgesneden nabij SOBEK-uitvoerlocaties die zijn gebruikt om randvoorwaarden op te leggen:

- Bij de Hollandsche IJssel wordt SOBEK-uitvoerlocatie ‘Hoij029_12028’ gebruikt om een debiet op te leggen. Dit punt ligt nabij KMR 12;
- Bij de Lek wordt SOBEK-uitvoerlocatie ‘Lek 2_34117’ gebruikt om een debiet op te leggen. Dit punt ligt nabij KMR 982;
- Bij de Noord wordt SOBEK-uitvoerlocatie ‘NOOR098_261,175’ gebruikt om een debiet op te leggen. Dit punt ligt nabij KMR 980;
- Bij de Nieuwe Maas wordt SOBEK-uitvoerlocatie ‘NiMa010_772’ gebruikt om een waterstand op te leggen. Dit punt ligt nabij KMR 1012.

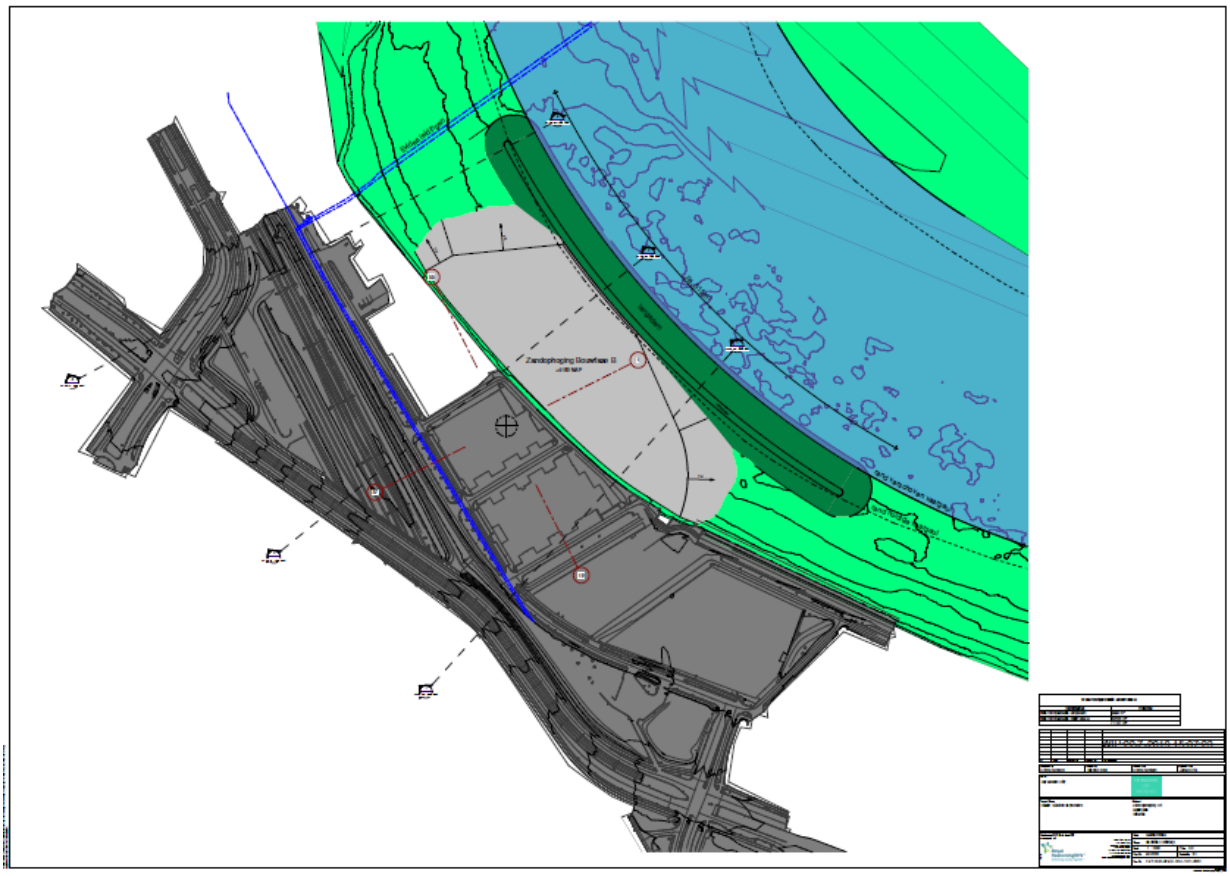
De projectlocatie ligt op de Nieuwe Maas nabij SOBEK-uitvoerlocatie NiMa010_772 bij KMR 997.



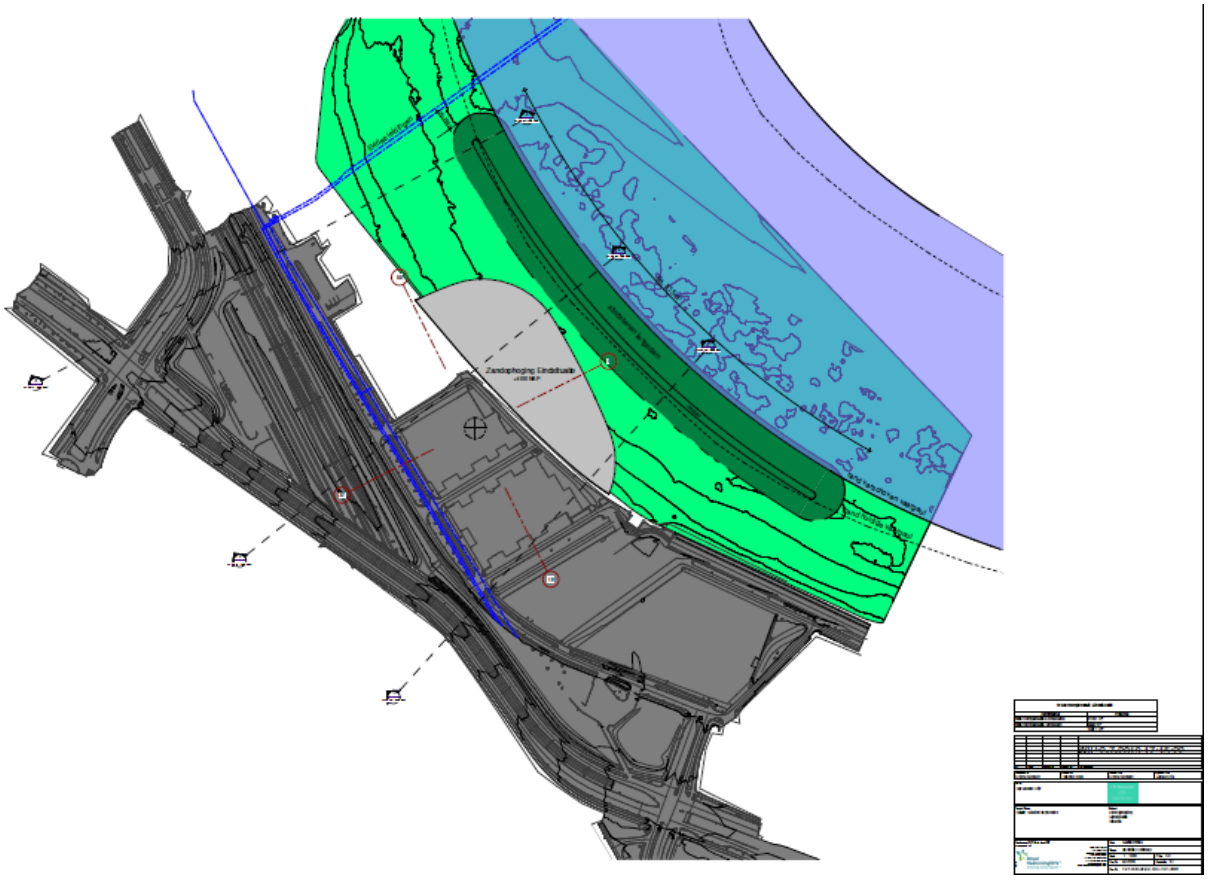
Figuur 30: deelmodel met SOBEK-uitvoerlocaties (groen). Locaties weergegeven in cyaan zijn deelmodelranden of de projectlocatie.

Naast het opknippen van het model is het rekenrooster drie keer verfijnd. Hierdoor is voldoende detailniveau aanwezig om de maatregelen goed op te nemen in het model. Om het model stabiel te krijgen is de rekentijdstap aangepast naar 0,05 minuut en is de viscositeit aangepast aan de benedenstroomse rand (plaatselijk verhoogd naar 100 m^2/s).

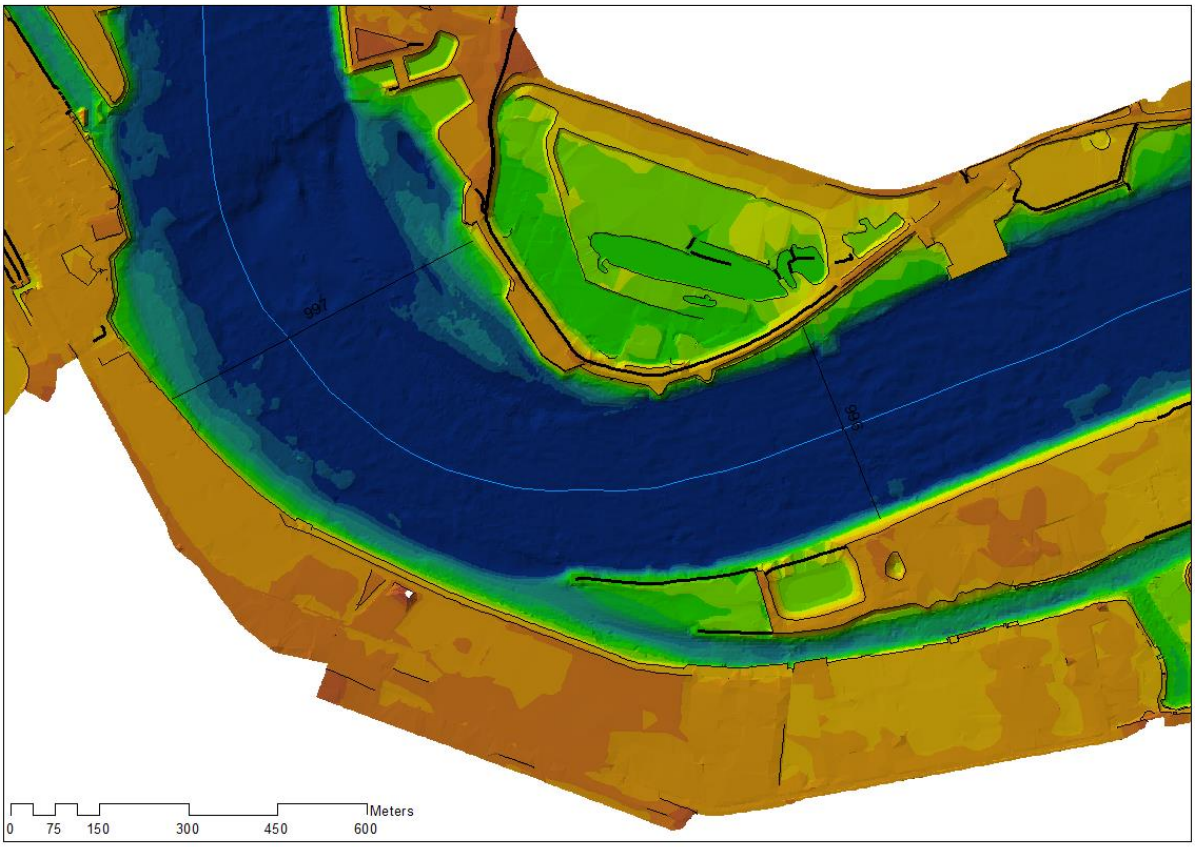
A3 Ontwerp tekeningen stadion en langsdam en verwerking in Baseline

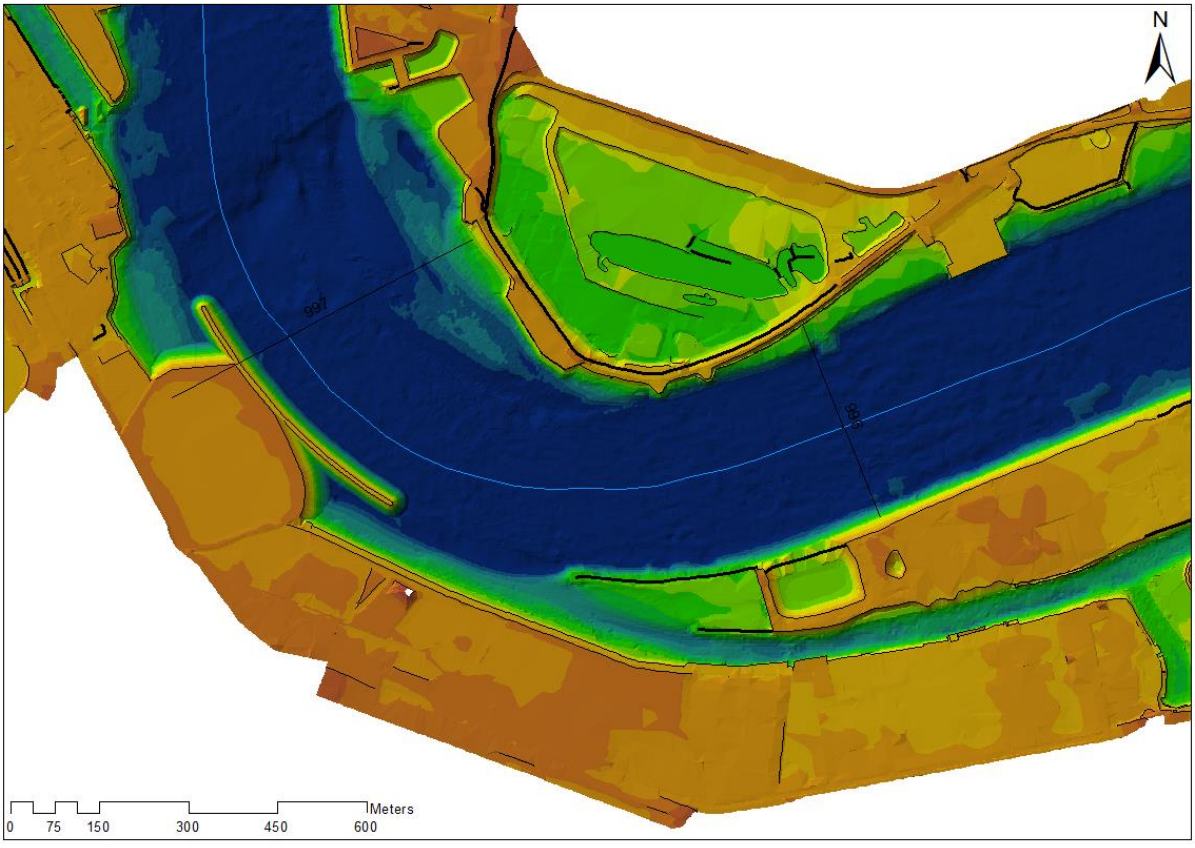


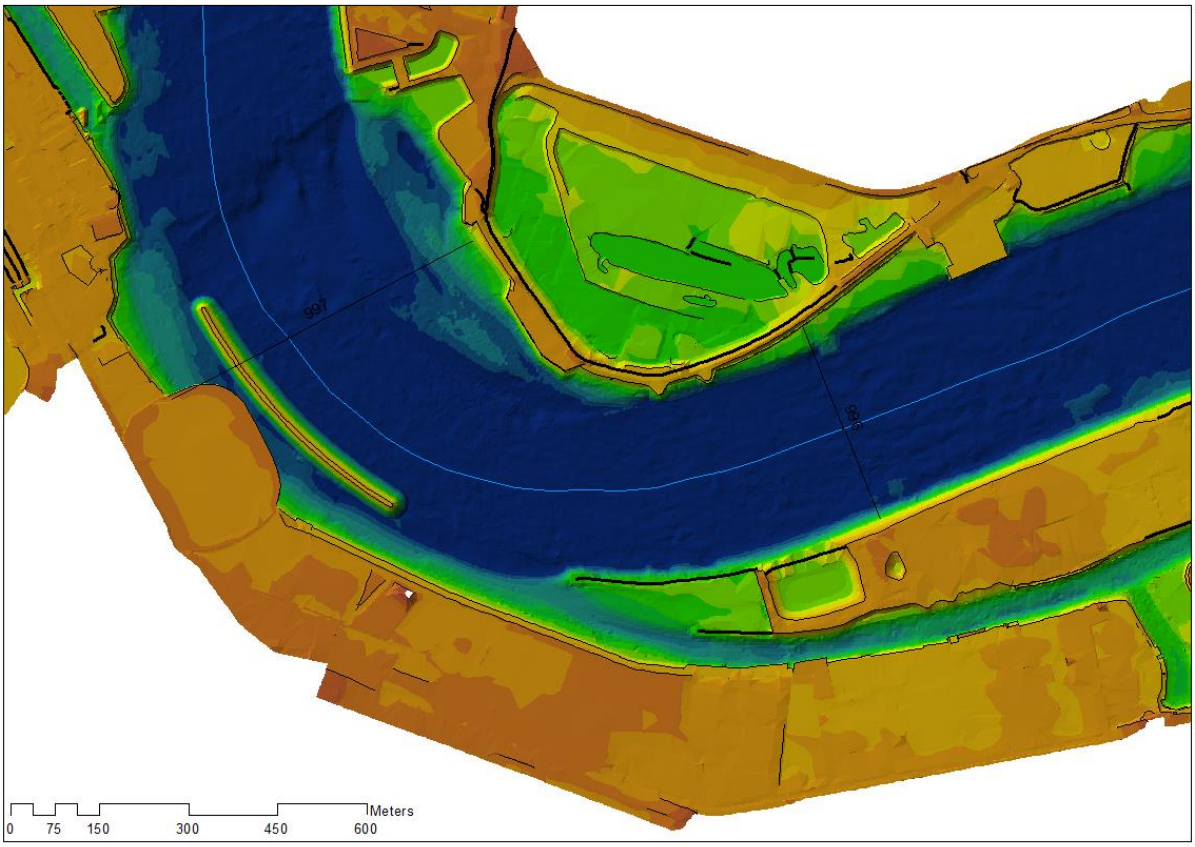
Figuur 31: Ontwerp tekening stadion en langsdam, bouwfase.



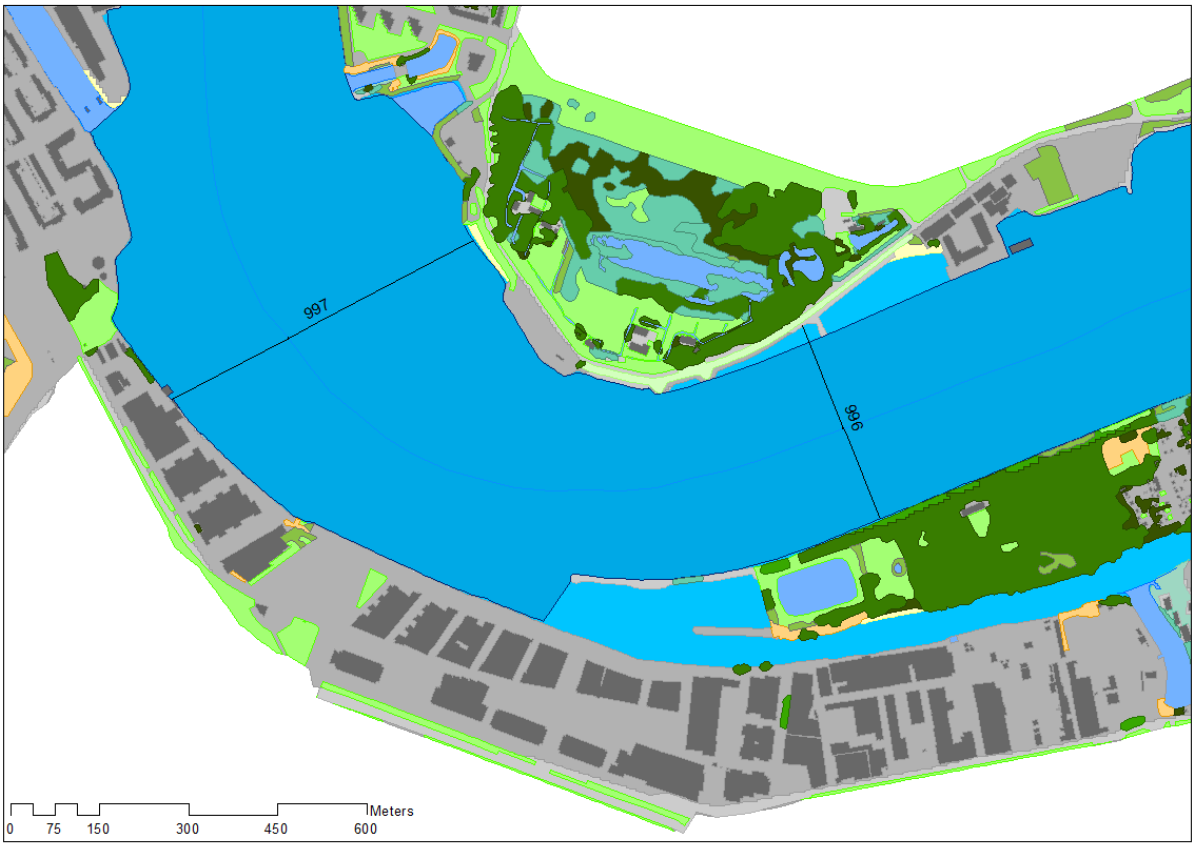
Figuur 32: Ontwerp tekening stadion en langsdam, eindsituatie.

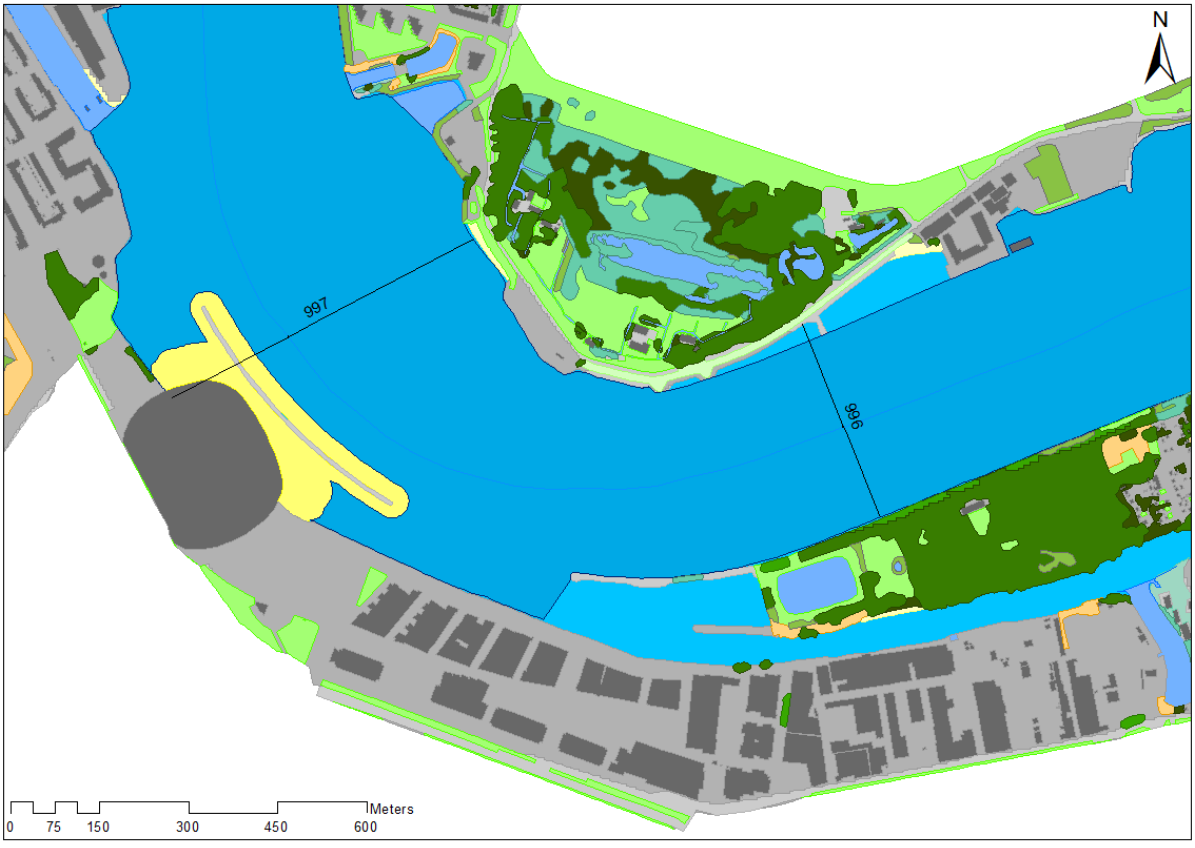

997
Meters
0 75 150 300 450 600

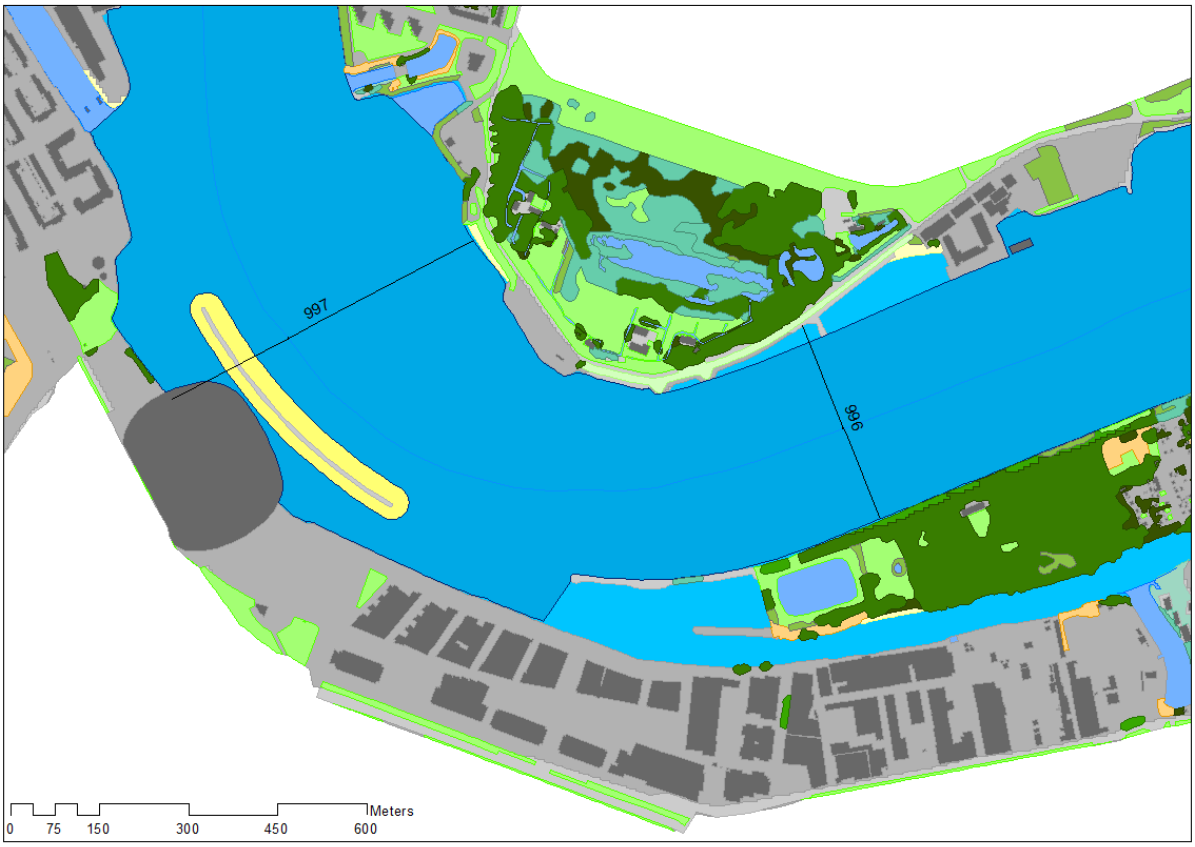

N
997
Meters
0 75 150 300 450 600



Figuur 33: Baseline schematisatie hoogtemodel referentie (boven), bouwfase (midden) en eindsituatie DO (onder).

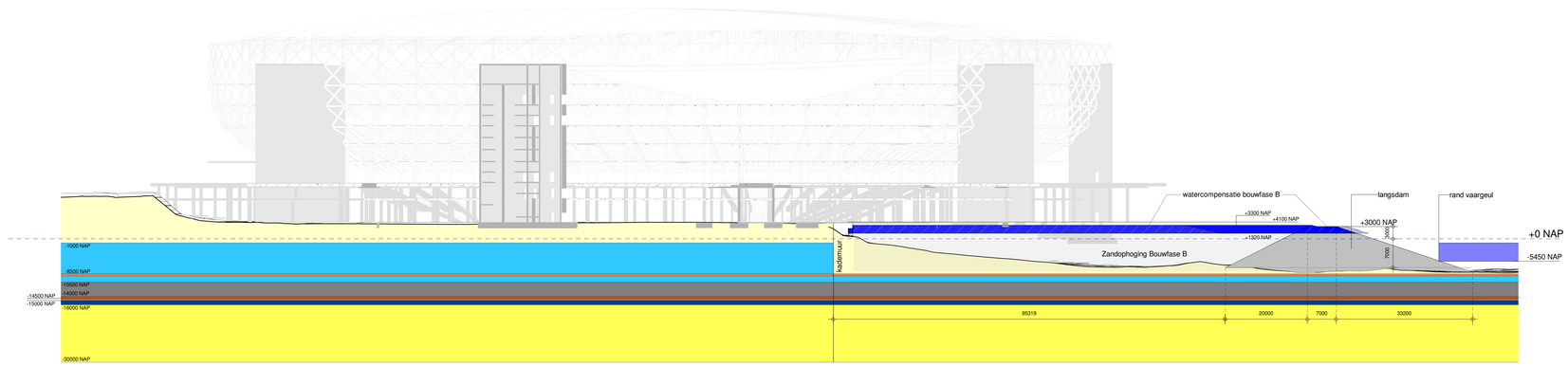

997
996
Meters
0 75 150 300 450 600


N
997
996
Meters
0 75 150 300 450 600

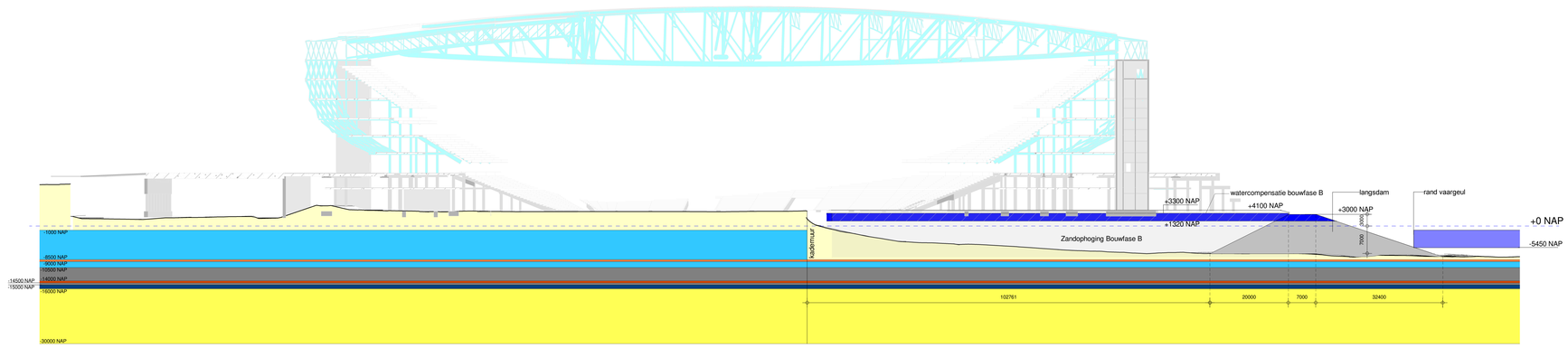


Figuur 34: Baseline schematisatie ruwheden referentie (boven), bouwfase (midden) en eindsituatie DO (onder).

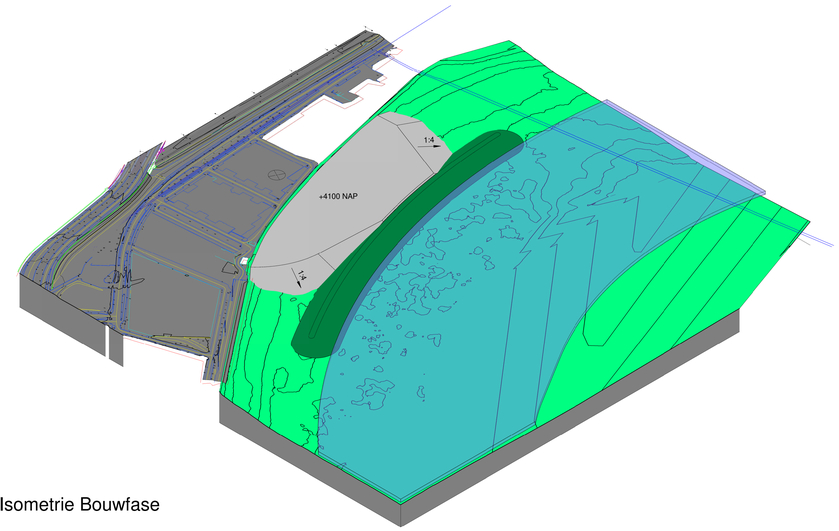
A4 Ontwerp tekeningen stadion en langsdam



Zandophoging Bouwfase_B 1



Zandophoging Bouwfase_B 2



3D Isometrie Bouwfase

Watercompensatie Bouwfase B

Comments	Volume
watercompensatie langsdam	8880 m³
watercompensatie bouwfase B	62220 m³
	71101 m³

WIP:22-7-2019 15:29:56

Nr.	Date	Issued by	Issued to	Description

Designed By	Drawn By	Checked By	Approved By
Andre Schram	Steven Knol	Andre Schram	Janko Arts

Client
Feyenoord City

FEYENOORD CITY
Sterker door sport

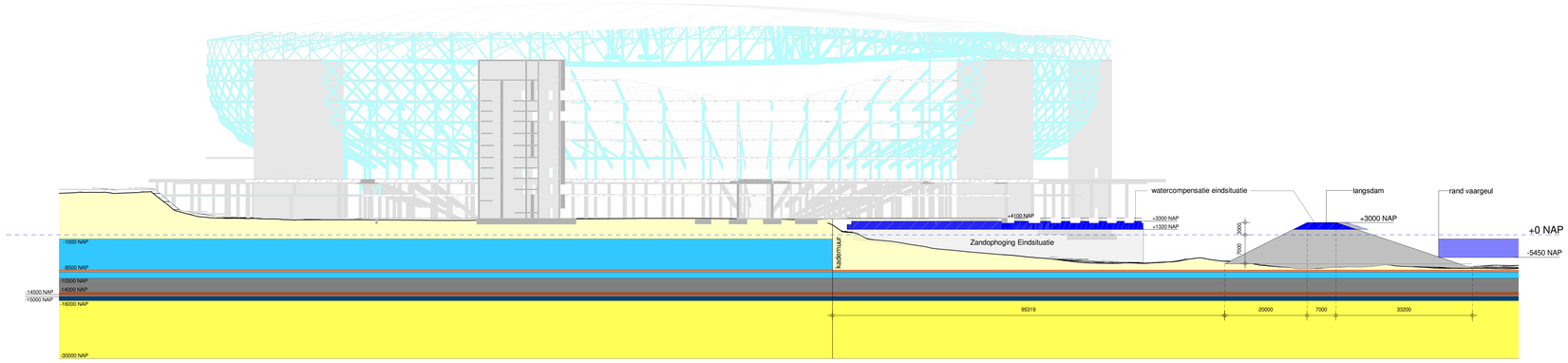
Project Name
Nieuw Stadion Feyenoord

Subject
Zandophoging 1/4
Bouwfase
Doorsneden

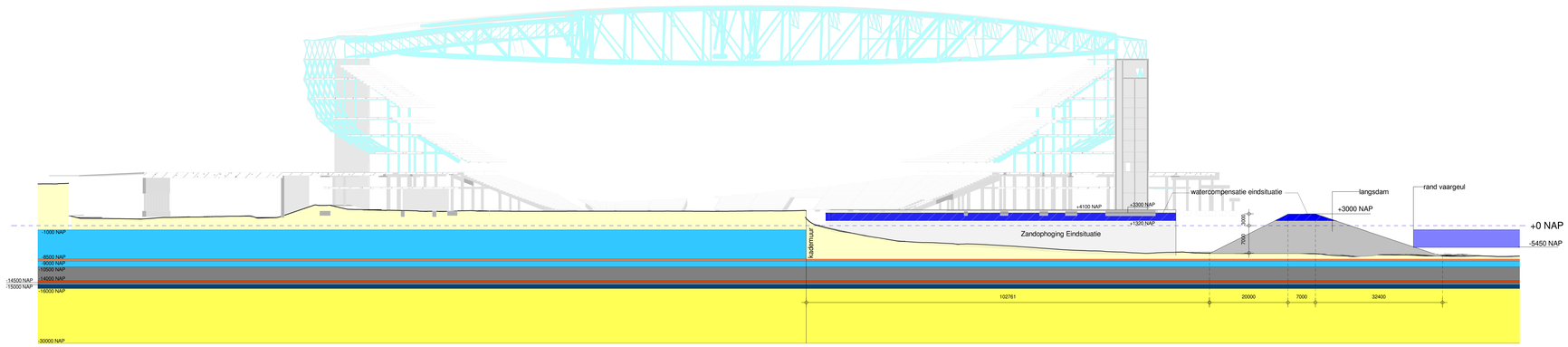
HaskoningDHV Nederland B.V.
a company of:
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
Laan 1914 no 35
P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands
C. of C. nr 56515154
T. + 31 88 348 20 00
E. info@nhdhv.com
www.royalhaskoningdhv.com

Role	Geotechniek
Stage	Definitief Ontwerp
Scale	1 : 500
P.Size	A0
Proj.Nr.	BF3499
Suitability	S1
Drw.Nr.	FEY-RHD-ZZ-XX-DR-I-1511-5001

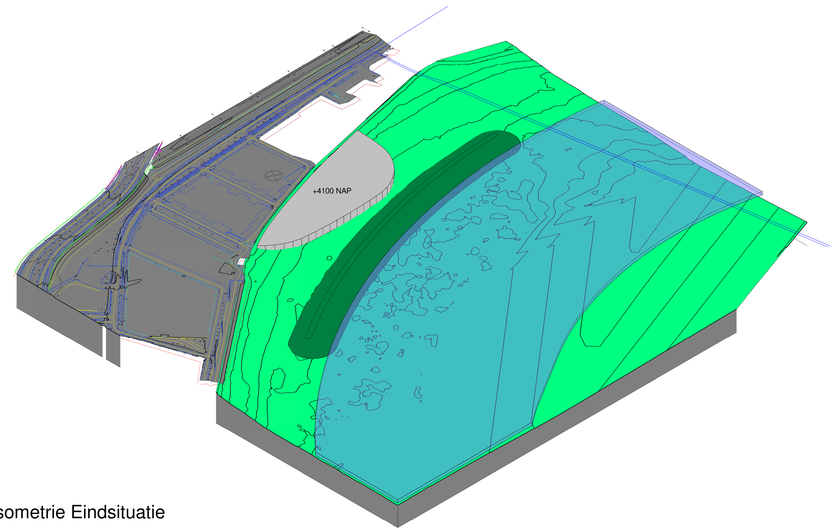
© 2013 HaskoningDHV Nederland B.V. All intellectual property rights among which the copyright related to this drawing shall vest in HaskoningDHV Nederland B.V. This drawing is the property of HaskoningDHV Nederland B.V. and may not without prior written consent of HaskoningDHV Nederland B.V. be duplicated or published in any way whatsoever in part, or be used for any purpose other than for which it is supplied.



Zandophoging Eindsituatie 1



Zandophoging Eindsituatie 2



3D Isometrie Eindsituatie

Watercompensatie Eindsituatie

Comments	Volume
watercompensatie eindsituatie	31991 m³
watercompensatie langsdam	8880 m³
	40871 m³

WIP:22-7-2019 15:26:51

Nr.	Date	Issued by	Issued to	Description

Designed By	Drawn By	Checked By	Approved By
Andre Schram	Steven Knol	Andre Schram	Janko Arts

Client
Feyenoord City

FEYENOORD CITY
Sterker door sport

Project Name
Nieuw Stadion Feyenoord

Subject
Zandophoging
Eindfase
Doorsneden

HaskoningDHV Nederland B.V.
a company of:
Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together
Laan 1914 no 35
P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands
C. of C. nr. 56515154
T. + 31 88 348 20 00
E. info@rhdhv.com
www.royalhaskoningdhv.com

Role	Geotechniek		
Stage	Definitief Ontwerp		
Scale	1 : 500	P.Size	A0
Proj.Nr.	BF3499	Suitability	S1
Drw.Nr.	FEY-RHD-ZZ-XX-DR-I-1511-5002		

© 2013 HaskoningDHV Nederland B.V. All intellectual property rights among which the copyright related to this drawing shall rest in Haskoningdhv Nederland B.V. This drawing is the property of HaskoningDHV Nederland B.V. and may not be reproduced or used for any other purpose than the purpose for which it is supplied.

A5 Ontwerp tekeningen Eiland van Brienenoord

VERKLARING

- gb / ob — gazonband 10 x 20 cm. "Rotterdam"; opsluitband 8 x 20 cm. "Rotterdam"
- tb / tbv — trottoirband 18/20 x 25 cm. "Rotterdam"; trottoirband "Rotterdam" verzonken
- ib — inritband "Rotterdam"
- invalidenoprit volgens Standaard Wegenbouw Detail
- Az / Ar — asfalt zwart; asfalt rood
- Aa / Bg — asfalt afgestrooid; betonstraatsteen "Rotterdam"
- ASP — asfalt rondje Stadionpark met 70% morene of bestone steenslag en 30% reflexing white steenslag, markeringen nader te bepalen
- Tg / DTg — betontegels "Rotterdam" 30 x 30 x 4.5 cm.; betontegels "Rotterdam" 30 x 15 x 8 cm.
- bestaande lichtmast; te vervallen lichtmast
- lichtmast 6m, conisch met uithouder, armatuur Lightwell SRDS2 armatuur voorzien van dimming en detectie
- paaltop lichtmast, kleur Rotterdamgrijs, armatuur type .....
- G11 — verkeersbord met typeaanduiding; verkeerszuil BM 18
- wildrooster
- ab — picknicktafel, type nader te bepalen; afvalbak "Rotterdam", 90 liter, kleur Antracietgrijs
- infobord — informatiebord "Rotterdam" kleur Antracietgrijs
- betonnen entree-element voor 'rondje Stadionpark', nader uit te werken, afmetingen ca. 10 x 0,5 x 0,45m, in het werk gestort
- hekwerk, type nader te bepalen
- bestaande situatie
- bestaande situatie welke vervalt
- nieuw aan te leggen situatie
- verkeersdrempel 30 km/u (SWD 1.2.10)
- materiaalgrens
- kniplijn tussen bestratingsrichtingen
- 0.50 / 0.65 — hoogtelijn bestaand; hoogtelijn nieuw
- water
- waterlijn bij hoog- of laagwater
- getijdezone
- verplichte rijrichting (geen markering)
- 3.65 — bestaand peil t.o.v. N.A.P.
- 3.65 — gewenst aanlegpeil t.o.v. N.A.P.
- 3.65 — vastgesteld peil t.o.v. N.A.P. (SO-SB afd. BI)
- landmeetkundige as
- uitgiftegrens (streeplijn is fictief)
- 8.00 — maatvoering in meters
- projectgrens

Groenelementen

- bestaande boom
- bestaande boom, ingemeten
- bestaande boom overgenomen uit luchtfoto, exacte lokatie onzeker
- te planten boom, 1e grootte
- te rooien boom
- rg — ruw gras
- gefundeerd gras
- gve — grasvegetatie extensief
- bp-str — struweel
- bb-he — bodembedekkende heesters
- ha-gh 1,5m — geschoren haag met aanduiding voor hoogte
- ha-zh — zeeuwse haag
- kl-bh — begroeid hekwerk
- mo-rv — rietvegetatie

belangrijkste wijzigingen na VUZ
- noordelijke landhoofd nieuwe brug naar achteren geschoven.
- parkeren op terrein jachthaven aangegeven, terreingrenzen. aangepast, hekwerk aan binnenzijde haag geplaatst.
- 2e entree terrein jachthaven ingetekend, ligging rondje Stadionpark ter plaatse + locatie bomen aangepast.
- noordelijke punt jachthaven: inrichting aangepast.
- haag rond uitgeefbare kavel gewijzigd in zeeuwse haag.

dit inrichtingsplan bestaat uit:
- blad 1 Eiland van Brienenoord - westelijk deel
- blad 2 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel
- blad 3 Eiland van Brienenoord - Kreeksehaven
- blad 4 Eiland van Brienenoord - Bordenplan (1:1000)
- blad 5 Eiland van Brienenoord - westelijk deel - Beplantingsplan
- blad 6 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel - Beplantingsplan
- blad 7 Eiland van Brienenoord - Kreeksehaven - Beplantingsplan

Akkoord Team Openbare Ruimte - voorzitter:			W.H. Oldenburg	07-03-2019	
Akkoord Stadsontwikkeling - projectmanager:			W.H.Oldenburg	19-11-2018	VUZ
Akkoord Stadsbeheer - manager openbare werken gebied:			W.H. Oldenburg	07-11-2018	
Vastgesteld Stadsontwikkeling - gebiedsaccountmanager:			Getekend door	Datum	Versie

Voorlopig Inrichtingsplan
Getijdenpark Eiland van Brienenoord - Kreeksehaven
IJsselmonde - Oud IJsselmonde

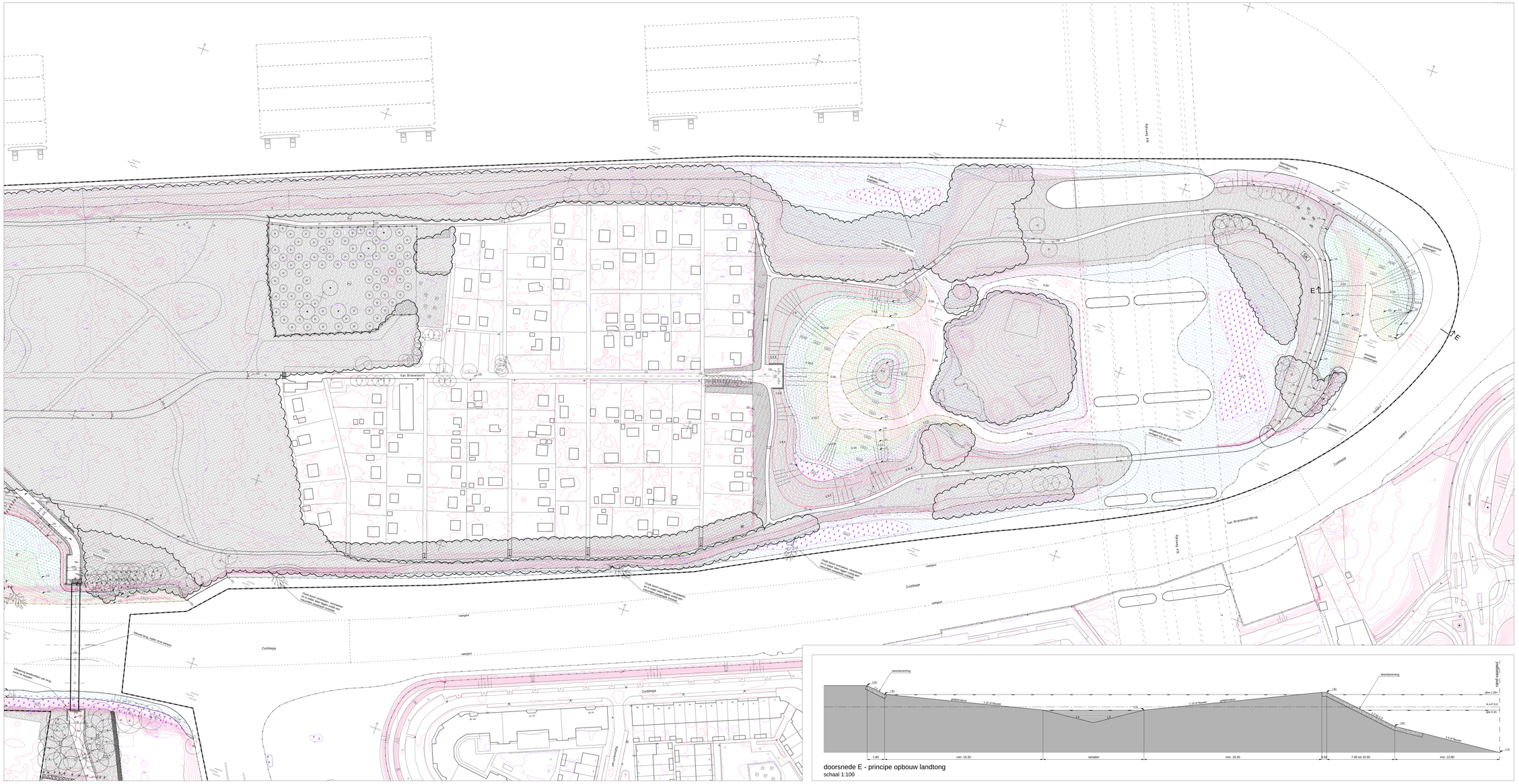
Schaal: 1:500
Formaat: A0
Buurt: 8320, 21, 23, 41

Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Afdeling Ruimte & Wonen

Bestandsnaam: YS_VE_IP_Eiland van Brienenoord.dwg

TE - 17 / 00081

Bladnr: 3/7



VERKLARING

- asfalt afgestroot
- asfalt rondje Stadionpark met 70% monsne of bestore steenslag en 30% reflexing white steenslag, markeringen nader te bepalen
- Stabilizer halfverharding, Uiveil mix, bij bestaande paden eenri de bzdaag affrezen.
- halfverharding schelpen gewalst
  loose schelpen (op deur van bouwdok)
- bestaande lichtmast
  te vervallen lichtmast
- lichtmast 6m, conisch met uithouder, armatuur Lightwell SRD52 armatuur voorzien van dimming en detectie
- klappaal, rood-wit (Rotterdamse Stijl)
- parkbank 3.00m, zonder armleuning, dubbelzijdig, kleur Antracietgrijs
  parkbank 3.00m, zonder armleuning, kleur Antracietgrijs
- zitgelegenheid, keien, n.t.b. met landschaparchitect
  houten vlonderbank, nader uit te werken
- informatiepunt "Rotterdam" kleur Antracietgrijs
  afvalbak "Rotterdam", 50 liter, kleur Antracietgrijs
- oude leren en betonkoren op deur van bouwdok in oude glorie herstellen
  fietsheuja "Rotterdam", 64,5cm, kleur Antracietgrijs, plaatsing 90 cm. h.o.h.
- wildrooster
- helwerk, type en kleur nader te bepalen
- terreinafscheiding t.b.v. rundveni, b.v. kastanjehek, met doorgang middels klaphek

- bestaande situatie
- bestaande situatie welke vervalt
- nieuw aan te leggen situatie
- materiaalgrens
- hoogtelijn bestaand
  hoogteljn nieuw
- vlonderpad op palen
- strumpad
- water
- waterlijn bij hoog- of laagwater
- gelijkkoone
- straatkolker
- landhoofd uitzichtpunt eiland-oost, prefab keerwand, afgewerkt met steenstrken, nader uit te werken
- bestaand pad t.o.v. N.A.P.
- gewenst aanlegpad t.o.v. N.A.P.
- landmeetkundige as
- maatvoering in meters
- projectgrens

Groenelementen

- bestaande boom
- bestaande boom, ingemeten
- bestaande boom overgenomen uit luchtfoto; exacte lokatie onzeker
- te planten boom, 1e grootte
- te planten boom, 3e grootte
- te rooien boom
- gefundeerd gras
- graveigestalte extensief
- ruigte
- struweel
- te verwijderen bosvak
- bestaande bosvegetatie
- bosplantsoen open structuurlage natuurlijk

Moeras en Oeververgetatie

- rietvegetatie
- moerasvegetatie biezentype
- moerasvegetatie lage schoren
- slikken (wadplaten) en geulen
- overstaande natuurlijke oever
- moerasvegetatie bloemrijke ruigte

belangrijkste wijzigingen na VUZ

- halfverharding schelpenpad vervangen door stabilizer
- strook gefundeerd gras plaatselijk langs hoofdroute
- vertreding in toegangsweg volkstuinen (passeergelegenheid)
- locatie wildrooster gewijzigd, klaphek komt te vervallen
- landtong aangebracht op oostelijke punt van eiland
- landhoofden oostelijke brug aangepast
- westelijke brug wordt vervangen door nieuwe brug
- omgeving bouwdok, o.a. vlonder en trappen
- landhoofd en trap naar vlonderpad
- openbare verlichting rondje Stadionpark op eiland komt te vervallen

Verschillende onderdelen nader technisch uit te werken in oveleg met landschapsarchitect.

- oostelijke en westelijke brug
- landhoofden en aanbandingen van de bruggen
- onderwaterdammen op westpunt eiland
- vlonder bouwdok
- betonnen trappen in talud bouwdok
- verlaagd deel rondje Stadionpark langs deur bouwdok
- vlonderpad door geldenetuur
- keerwand/bastion en trap naar vlonderpad
- uitzichtpunt ten oosten van volkstuinen

dit inrichtingsplan bestaat uit:

- blad 1 Eiland van Brienenoord - westelijk deel
- blad 2 Eiland van Brienenoord - middendeel
- blad 3 Eiland van Brienenoord - Kreekvalleien
- blad 4 Eiland van Brienenoord - Bonkenpier (1:1500)
- blad 5 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel - Bejdenhgsplan
- blad 6 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel - Bejdenhgsplan
- blad 7 Eiland van Brienenoord - Kreekvalleien - Bejdenhgsplan

Akkoord Toon Openbare Ruimte - voorzitter		M.H. Oldenburg	07-03-2019	
Akkoord Stadsontwikkeling - projectmanager		M.H. Oldenburg	18-11-2018	VUZ
Akkoord Stadsbeheer - manager openbare werken gebied	14-11-2018	M.H. Oldenburg	07-11-2018	
Vastgesteld Stadsontwikkeling - gebiedsconcuntiemanager		Gebiedsmd. Blad	Datum	Versie

doorsnede E - principe opbouw landtong
schaal 1:100

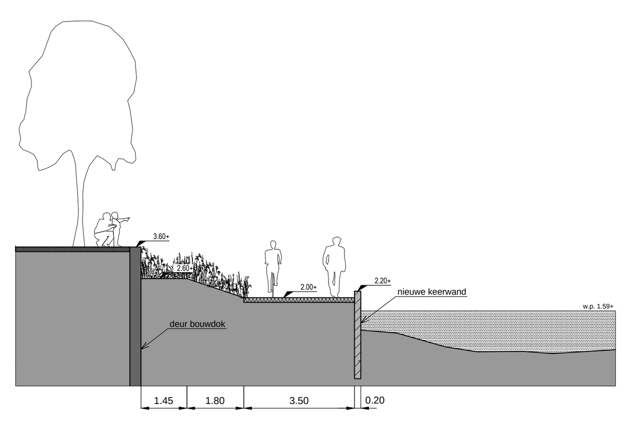
Voorlopig Inrichtingsplan
Getijdenpark Eiland van Brienenoord - oostelijk deel
IJsselmonde - Oud IJsselmonde

Schaal: 1:500
Formaat: 1.1m2
Bsurt: 8320, 21, 23, 41

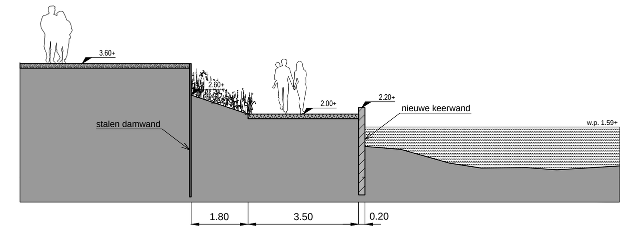
Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Afdeling Ruimte & Wonen

Bestandsnaam: YS_VE_P_Eiland van Brienenoord.dwg

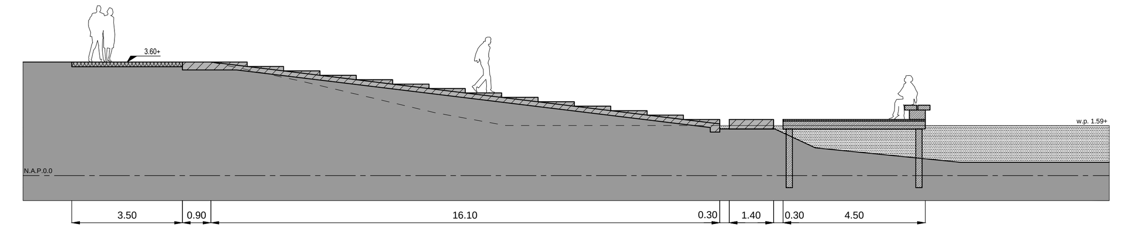
Blad/nr: TE - 17 / 00081



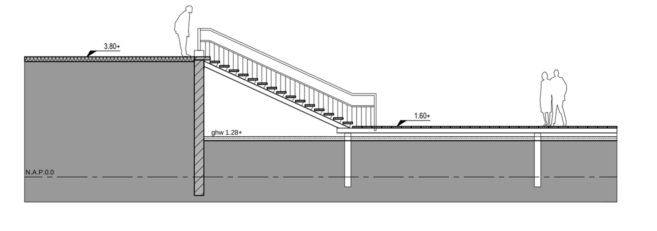
doorsnede A
schaal 1:100



doorsnede B
schaal 1:100



doorsnede C - principe trap en vlonder bouwdok
schaal 1:100



doorsnede D - principe trap en vlonderpad
schaal 1:100

VERKLARING

Aa	asfalt afgestrooid
ASP	asfalt rondje Stadionpark met 70% morene of bestone steenslag en 30% reflexing white steenslag, markeringen nader te bepalen
ST	Stabilizer halfverharding, IJssel mix, bij bestaande paden eerst de toplaag affrezen.
Hv-SC / SC	halfverharding schelpen gewalst losse schelpen (op deur van bouwdok)
	bestaande lichtmast te vervallen lichtmast
6	lichtmast 6m, conisch met uithouder, armatuur Lightwell SRDS2 armatuur voorzien van dimming en detectie
	klappaal, rood-wit (Rotterdamse Stijl)
1 / 2	parkbank 3.00m, zonder armleuning, dubbelzijdig, kleur Antracietgrijs parkbank 3.00m, zonder armleuning, kleur Antracietgrijs
3 / 4	zitgelegenheid, keien, n.t.b. met landschapsarchitect houten vlonderbank, nader uit te werken
infobord I / ab	informatiebord "Rotterdam" kleur Antracietgrijs afvalbak "Rotterdam", 90 liter, kleur Antracietgrijs
	oude lieren en toebehoren op deur van bouwdok in oude glorie herstellen fietshekje "Rotterdam", 64,5cm, kleur Antracietgrijs, plaatsing 90 cm. h.o.h.
	wildrooster
	hekwerk, type en kleur nader te bepalen
	terreinafscheiding t.b.v. runderen, b.v. kastanjehek, met doorgang middels klaphek
	bestaande situatie
	bestaande situatie welke vervalt
	nieuw aan te leggen situatie
	materiaalgrens
0.50- / 0.65-	hoogtelijn bestaand hoogtelijn nieuw
	vlonderpad op palen
	struinpad
	water
	waterlijn bij hoog- of laagwater
	getijdezone
SK	straatkijker
	landhoofd uitzichtpunt eiland-oost, prefab keerwand, afgewerkt met stapelstenen, nader uit te werken
3.65-	bestaand peil t.o.v. N.A.P.
3.65-	gewenst aanlegpeil t.o.v. N.A.P.
	landmeetkundige as
8.00	maatvoering in meters
	projectgrens

Groenelementen

	bestaande boom
	bestaande boom, ingemeten
	bestaande boom overgenomen uit luchtfoto, exacte lokatie onzeker
	te planten boom, 1e grootte
	te planten boom, 3e grootte
	te rooien boom
	gefundeerd gras
gve	grasvegetatie extensief
ru	ruigte
bp-str	struweel
	te verwijderen bosvak
	bestaande bosvegetatie
bp-bon	bosplantsoen open struikenetage natuurlijk

Moeras en Oevervegetatie

mo-rv	rietvegetatie
mo-mbt	moerasvegetatie biezentype
mo-ls	moerasvegetatie lage schorren
mo-sl	slikken (wadplaten) en geulen
mo-ono	overstaande natuurlijke oever
mo-mbr	moerasvegetatie bloemrijke ruigte

belangrijkste wijzigingen na VUZ
- halfverharding schelpenpad vervangen door stabilizer
- stroken gefundeerd gras plaatselijk langs hoofdroute
- verbreding in toegangsweg volkstuinen (passeergelegenheid)
- locatie wildroosters gewijzigd
- hekwerken t.b.v. runderen incl. klaphekken
- landtong aangebracht op oostelijke punt van eiland
- landhoofden oostelijke brug aangepast
- westelijke brug wordt vervangen door nieuwe brug
- omgeving bouwdok, o.a. vlonder en trappen
- landhoofd en trap naar vlonderpad
- openbare verlichting rondje Stadionpark op eiland komt te vervallen

Verschillende onderdelen nader technisch uit te werken in oveleg met landschapsarchitect.
- oostelijke en westelijke brug
- landhoofden en aanlandingen van de bruggen
- onderwaterdammen op westpunt eiland
- vlonder bouwdok
- betonnen trappen in talud bouwdok
- verlaagd deel rondje Stadionpark langs deur bouwdok
- vlonderpad door getijdenatuur
- keerwand/bastion en trap naar vlonderpad
- uitzichtpunt ten oosten van volkstuinen
-

dit inrichtingsplan bestaat uit:
- blad 1 Eiland van Brienenoord - westelijk deel
- blad 2 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel
- blad 3 Eiland van Brienenoord - Kreeksehaven
- blad 4 Eiland van Brienenoord - Bordenplan (1:1000)
- blad 5 Eiland van Brienenoord - westelijk deel - Beplantingsplan
- blad 6 Eiland van Brienenoord - oostelijk deel - Beplantingsplan
- blad 7 Eiland van Brienenoord - Kreeksehaven - Beplantingsplan

			Getekend door	Datum	Versie
Akkoord Team Openbare Ruimte - voorzitter:			W.H. Oldenburg	07-03-2019	
Akkoord Stadsontwikkeling - projectmanager:			W.H. Oldenburg	19-11-2018	VUZ
Akkoord Stadsbeheer - manager openbare werken gebied:			W.H. Oldenburg	07-11-2018	
Vastgesteld Stadsontwikkeling - gebiedsaccountmanager:					

Voorlopig Inrichtingsplan
Getijdenpark Eiland van Brienenoord - westelijk deel
IJsselmonde - Oud IJsselmonde

Schaal: 1:500
Formaat: 2xA0
Buurt: 8320, 21, 23, 41

Gemeente Rotterdam
Stadsontwikkeling
Afdeling Ruimte & Wonen

Bestandsnaam: YS_VE_IP_Eiland van Brienenoord.dwg

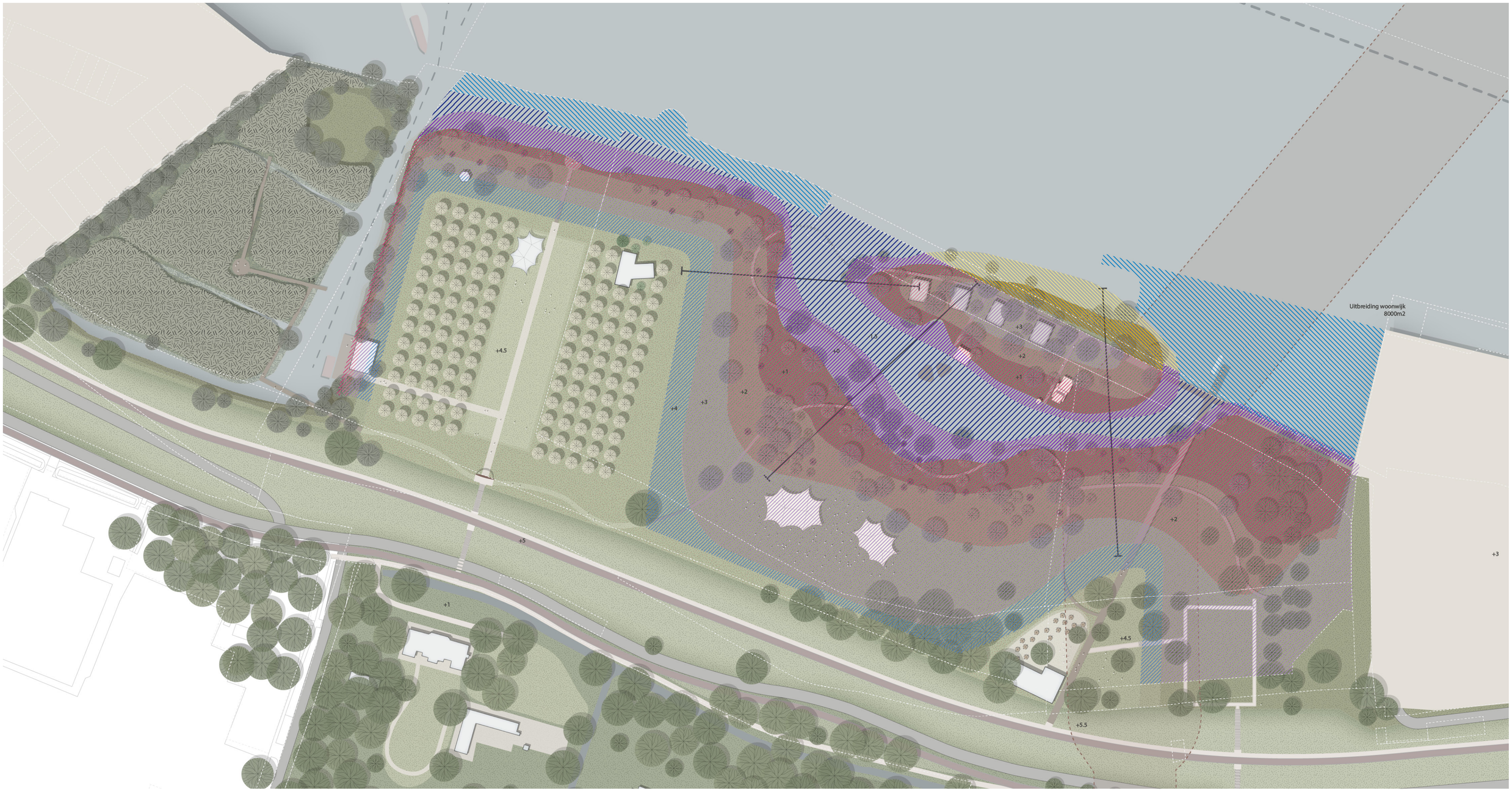
TE - 17 / 00081

Bladnr: 1/7

A6 Ontwerp tekeningen Huys ten Donck

GEBIED + NAP	OPPERVLAKTE GEBIED M2	BERGEND VERMOGEN GEBIED (GEMIDDELDE WAARDEN)	TOTAAL M3	
hoofdwatergeul op terrein huys ten donck NAP -1.5	8773	8.773x2,11 (3,30-1,19) = 18.511	18.511	
oever hoofdwatergeul van NAP -1.5 tot NAP +0	9308	9.308x2,11 (3,30-1,19) = 19.640	19.640	
oever hoofdwatergeul NAP +1	14154	14.154x1,80 (3,30-1,50) = 25.477	25.477	
gebied talud getijdenpark NAP +2	18425	18.425x0,80 (3,30-2,50) = 14.740	14.740	
gebied talud getijdenpark NAP +3	25023	25.023x0 = 0		
gebied talud getijdenpark NAP +4 (tot +3.63*)	8947	8.773x0 = 0		
		TOTAAL	78.368 M3	

*In deze berekening is het volume berekend tussen gemiddeld hoogwater (+1.19 NAP) en het maatgevend hoogwater ofwel hoogwaterreferentie (+3.30 NAP) als maximaal bergend vermogen.



© OKRA, 12 juli 2019

A7 Ontwerp tekeningen Stormpolder

Algemeen

Nieuw dijkchoam
breedte : 40.00m

Bout KU 115 : 3.937m+N.A.P
– adres : Schaardijk 15
– omschrijving: Loods Gardner
– Zuidpeil

Bestaande OV-mast — handhaven

Bestaande boom — handhaven

talud lijnen — nieuw / handhaven

Te handhaven situatie — kant weg / materiaalgrens / hek

Te handhaven betoniet-cementwand
Zie blad T01 — betoniet-cementwand

Af te bronden en te versterken damwanden met pilarenschermen langs talud
Zie blad T01

Te versterken damwanden met pilarenschermen
Zie blad T01

Te handhaven damwanden
Zie blad T01

Te handhaven rioleringen
– Betonnen M.S.-buis
– PVC buis
– xxx= diameter in mm
Te handhaven putten en kolken
– Betonnen pompput
– Betonnen inspectieput
– straatkolk
Zie blad T01 — MS xxx / PVC xxx / zt

Aanleghoogte
in meter t.o.v. NAP — +4.00

Werkgrens — **********

Principedoorsnede
Zie blad T06 — 2 2

Grondwerk

Aanvullingen met klei

Gebied A1
Aanvullingen met Klei
– toekomstige groenstrook langs Hollandsche IJssel
– kleitalud langs voormalig bestratingsdepot
– Kleitalud langs nieuwe watergang
Laagdikte klei : 1.00m
Aanleghoogte's : variabel ZIE SITUATIE
Aanvullen conform principedoorsnedes — A1

Gebied S2–A2
– Saneringsgebied
– Voorafliggend gesaneerd !!
Afgewerkt peil vóór aanvang bouwrijpmaken = 3.00m+NAP
Aanvullingen met Klei
– toekomstige groenstrook langs Hollandsche IJssel
Laagdikte klei : 1.00m
Aanleghoogte's : variabel ZIE SITUATIE
Aanvullen conform principedoorsnedes — S2–A2

Aanvullingen met zand , teelgrond en overige grond

Gebied A3
Aanvullingen met zand , teelgrond en overige grond
– t.p.v. toekomstige leidingstroken
a. Aanvulling met Zand in zandbed
– vanaf cunetbodem tot 3.00m+NAP
b. Aanvulling met Zand/grond
– met k-waarde ≥ 10 m/d
– Niet puinhoudend
– vanaf 3.00m+NAP tot 3.90m+NAP
c. Aanvulling met teelgrond
– egale laag , dik 0.10m
betreft afdeklaag op aanvulling o. en b. ter voorkoming verstuivingen
Aanvullen conform principedoorsnedes — A3 / A3

Gebied S1–A4
– Saneringsgebied
– Voorafliggend gesaneerd !!
Afgewerkt peil vóór aanvang bouwrijpmaken = 3.00m+NAP
Aanvullingen met AVI-slakken, teelgrond en overige grond
a. Aanvullingen met schone AVI-slakken
– vrijgekomen uit gebied 05 en 06 aangegeven op BLAD T02
– Aanleghoogte's AVI-slakken:
onderkant: NIET LAGER dan 1.75m+NAP
bovenkant: NIET HOGER dan 3.00m+NAP
b. Aanvulling met Zand/grond
– met k-waarde ≥ 10 m/d
– Niet puinhoudend
– Aanleghoogte zand/grond = 3.90m+NAP
c. Aanvulling met teelgrond
– egale laag , dik 0.10m
betreft afdeklaag op aanvulling o. en b. ter voorkoming verstuivingen
Aanvullen conform principedoorsnedes — S1–A4

Gebied A5
Aanvullingen met teelgrond en overige grond
a. Aanvulling met Zand/grond
– met k-waarde ≥ 10 m/d
– Niet puinhoudend
– Aanleghoogte zand/grond = 3.90m+NAP
c. Aanvulling met teelgrond
– egale laag , dik 0.10m
betreft afdeklaag op aanvulling o. en b. ter voorkoming verstuivingen
Aanvullen conform principedoorsnedes — A5

Gebied A6
Aanvullingen met AVI-slakken, teelgrond en overige grond
a. Aanvullingen met schone AVI-slakken
– vrijgekomen uit gebied 07 aangegeven op BLAD T02
– Aanleghoogte's AVI-slakken:
onderkant: NIET LAGER dan 1.75m+NAP
bovenkant: NIET HOGER dan 3.00m+NAP
b. Aanvulling met Zand/grond
– met k-waarde ≥ 10 m/d
– Niet puinhoudend
– Aanleghoogte zand/grond = 3.90m+NAP
c. Aanvulling met teelgrond
– egale laag , dik 0.10m
betreft afdeklaag op aanvulling o. en b. ter voorkoming verstuivingen
Aanvullen conform principedoorsnedes — A6

Funderingslagen

Gebied A7
Aan te brengen uitvullaag van Betongranulaat 0/31.5mm
– t.p.v. voormalig bestratingsdepot
– Aanleghoogte : 3.00m+NAP
– op geotextiel
Aanbrengen conform principedoorsnede — +3.00 / A7

Gebied A8
Aan te brengen uitvullaag van Betongranulaat 0/31.5mm
– t.p.v. Schaardijk nabij nr.15
– Aanleghoogte : variabel van 3.00m+NAP tot 4.00m+NAP
– op geotextiel — A8

Gebied A9
Aan te brengen gefundeerd straatwerk
– Betonstraatstenen keiformaat kleur Rood
– Trottoirbanden 130/150x250mm in specie met steunrug van stampbeton
– straatlaag van brekerzand laagdikte : gemiddeld 50mm
– uitvullaag Betongranulaat 0/31.5mm
T.p.v. afrit Schaardijk nabij nr.15 — A9

Aan te brengen Beschoeiingen

Aan te brengen beschoeiingen
Langs nieuwe watergang
Zie blad T02 en T06
Langs Westzijde t.p.v. bebouwing
– GVC beschoeiing
schoeidelen hoog 0.50m
palen lang 3.00m, h.o.h. 0.50m
(standaard Krimpen aan den IJssel)
Langs Oostzijde t.p.v. nieuw talud
– Zware beschoeiing
voorzien van extra verankering
E.e.a. nader te bepalen — zwaar / GVC

Contracttekeningen Fase Bouwrijpmaken
(behorend bij Vraagspecificatie)

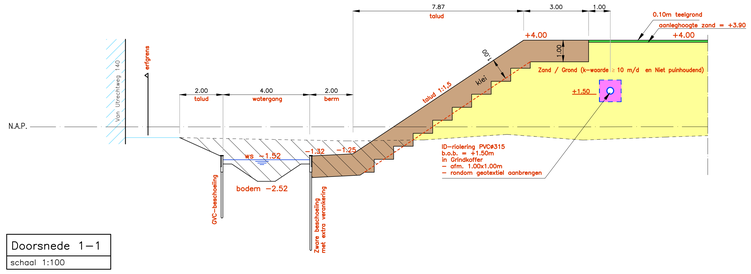
KU1709-CTb-T01 : Huidige inrichting (situatie voor start saneringswerkzaamheden)
KU1709-CTb-T02 : Ontgravingen t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T03 : Aanvullingen t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T04 : Aanleg drainage t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T05 : Huidige inrichting met indeling kabels en leidingen (situatie voor start saneringswerkzaamheden)
KU1709-CTb-T06 : Principedoorsnede's

RT	a				Revisie tekening
WT	a				Werk tekening
CT	b	29-03-18	JvdN/GdM		Contract tekening
DO	a	22-03-17	J. vd. N		Definitief ontwerp
VO	a				Voorontwerp
PO	a				Planontwikkeling
fase:	versie:	datum	get.	gec.	omschrijving

Gemeente:
Krimpen aan den IJssel
Wijk
Stormpolder
Schaardijk, Van der Giessenweg e.o.
EMK terrein e.o. Herontwikkeling
Fase: Bouwrijpmaken
Contract tekening
Aanvullingen t.b.v. bouwrijpmaken
Bijlage behorende bij Vraagspecificatie

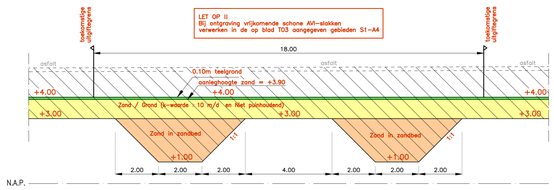
Raadhuisplein 6
2922 AD Krimpen a/d IJssel
Telefoon: 0180 – 514455
Telefax: 0180 – 514093
E-mail: mail@tbk.nl

tekeningnr.:	KU1709-CTb-T03
schaal:	1:500
getekend:	J. vd Nouweland
formaat:	A0
afmeting:	



Doorsnede 1–1

schaal 1:100

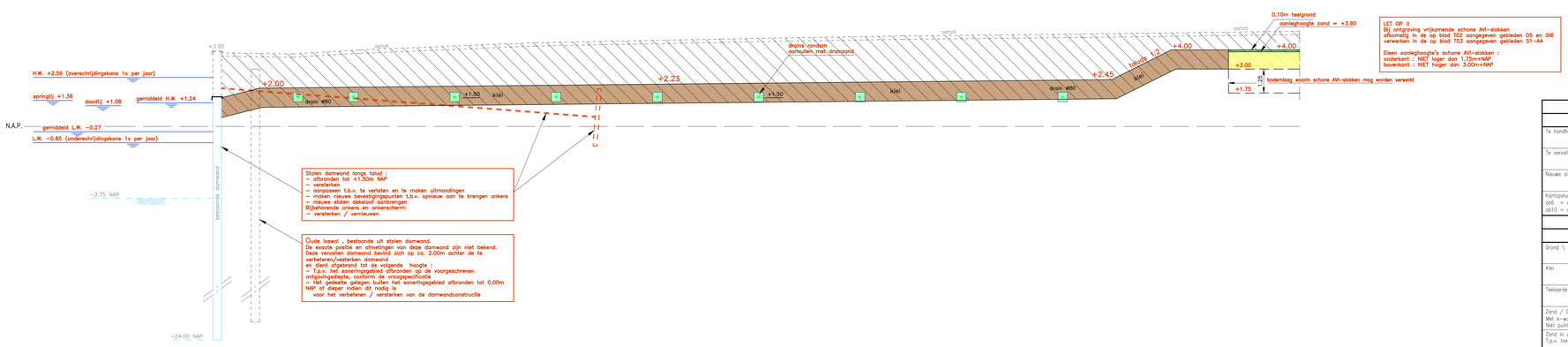


Profiel 2–2

schaal 1:100

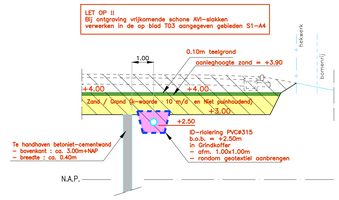
Profiel 3–3

schaal 1:100



Profiel 4–4

schaal 1:100



Profiel 6–6

schaal 1:100

Verklaring Principedoorsnede's

Algemeen

Te handhaven situatie	
Te vervallen situatie	
Nieuwe situatie	
Kontopsluitingen ob66 = opsluitband 60x200mm ob10 = opsluitband 100x200mm	ob15 = opsluitband 150x250mm tb15 = trottoirband 150/150x250mm tb20 = trottoirband 150/150x250mm

Grondwerk en funderingslagen

materiaal	aanvullen	ontgraven
Grond \ zand \ AVI-slakken		
Klei		
Teelaarde		
Zand / Grond Met k-waarde ≥ 10 m/d Niet puinhoudend		
Zand in zandbed T.p.v. toekomstige leidingstroken		
Drainzand Rondom drains		
Grind Rondom ID-riolen		
Betongranulaat 0/31,5mm		

Contracttekeningen Fase Bouwrijpmaken

(behorend bij Vraagspecificatie)

KU1709-CTb-T01 : Huidige inrichting (situatie voor start saneringswerkzaamheden)
KU1709-CTb-T02 : Ontgravingen t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T03 : Aanvullingen t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T04 : Aanleg drainage t.b.v. bouwrijpmaken
KU1709-CTb-T05 : Huidige inrichting met indeling kabels en leidingen (situatie voor start saneringswerkzaamheden)
KU1709-CTb-T06 : Principedoorsnede's

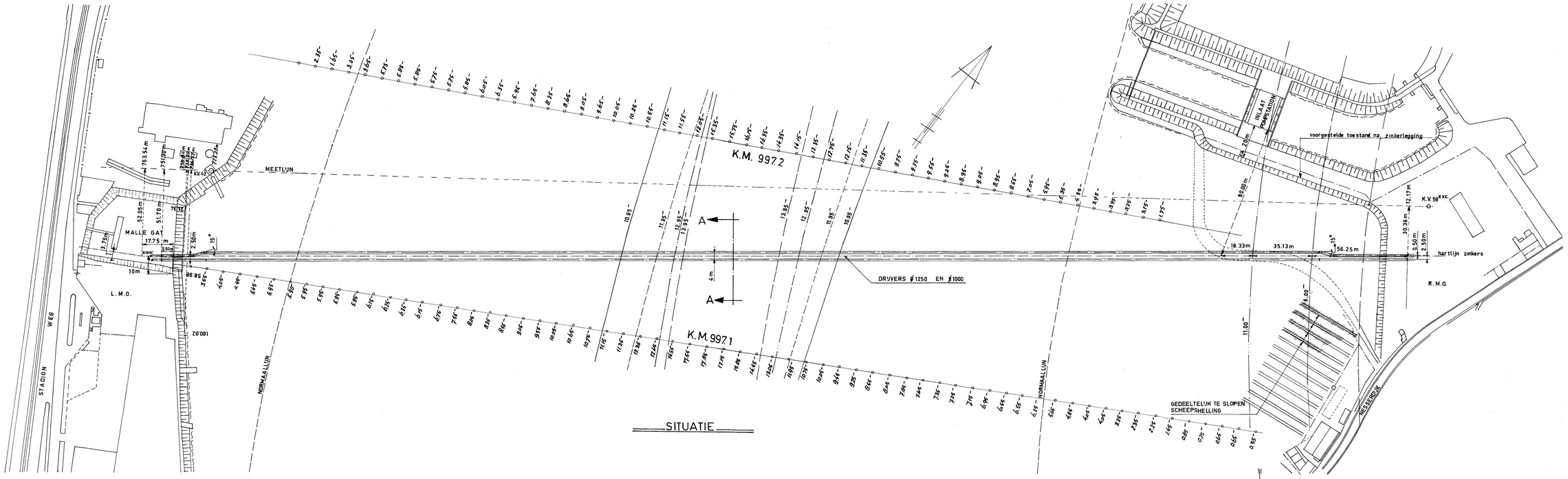
fase:	versie:	datum	get.	gec.	omschrijving
RT	a				Revisie tekening
WT	a				Werk tekening
CT	b	29-03-18	JvdN/GdM		Contract tekening
DO	a	22-03-17	J. vd N		Definitief ontwerp
VO	a				Voorontwerp
PO	a				Planontwikkeling

Gemeente:
Krimpen aan den IJssel
Wijk
Stormpolder
Schaardijk, Van der Giessenweg e.o.
EMK terrein e.o. Herontwikkeling
Fase: Bouwrijpmaken
Contract tekening
Principedoorsnede's
Bijlage behorende bij Vraagspecificatie

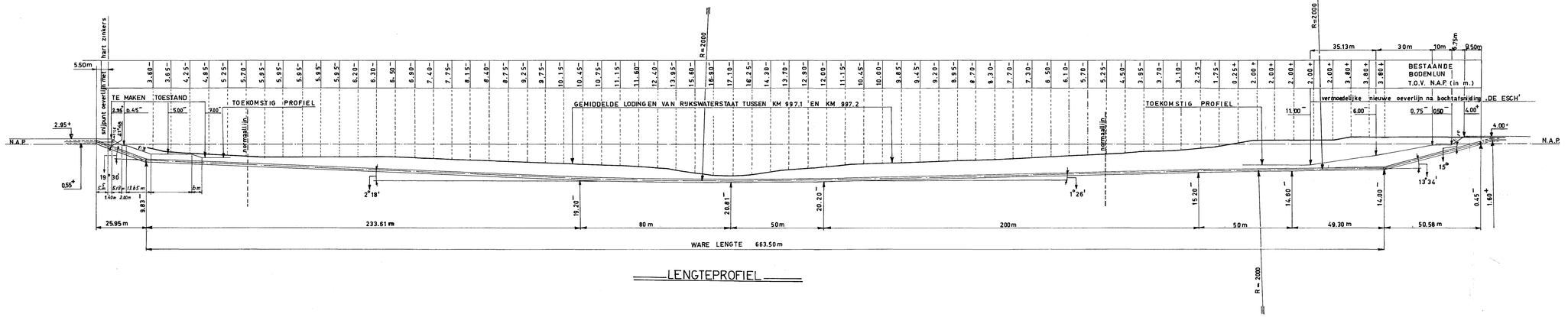
TBK
Raadhuisplein 6
2922 AD Krimpen a/d IJssel
Telefoon: 0180 – 514455
Telefax: 0180 – 514093
E-mail: mail@tbk.nl

tekeningnr.	KU1709-CTb-T06
schaal:	1:500
getekend:	J. vd Nouweland
formaat:	A0
afmeting:	

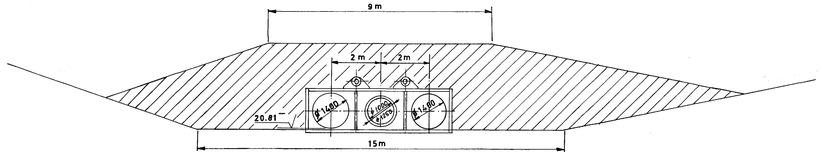
A8 Tekening Evides zinker (TL33_RUW31)



SITUATIE



LENGTEPROFIEL



DOORSNEDE A-A

GEW.	DRINKWATERLEIDING ROTTERDAM		
30-9-64	2 x 1400 mm ZINKERS DOOR		
23-8-65	NIEUWE MAAS		
12-10-65	SITUATIE, LENGTEPROFIEL EN DWARSDOORSNEDE		
	GET.	DAT 25-9-64	ARCH: B 5
	GEC:	SCHAAL 1 : 100 1:1000	
	CH.TK.	7-64.297	
	IR:		