

MEMO: AANVULLENDE BEREKENINGEN FEYENOORD CITY

Aan	: Lambèr Hulsen en Pieter Nordbeck (Havenbedrijf Rotterdam)
Van	: Sam Bom en Bas van Leeuwen (Svašek Hydraulics)
Datum	: 14 januari 2020
Referentie	: 1712/U20008/A/BvL

1 INTRODUCTIE

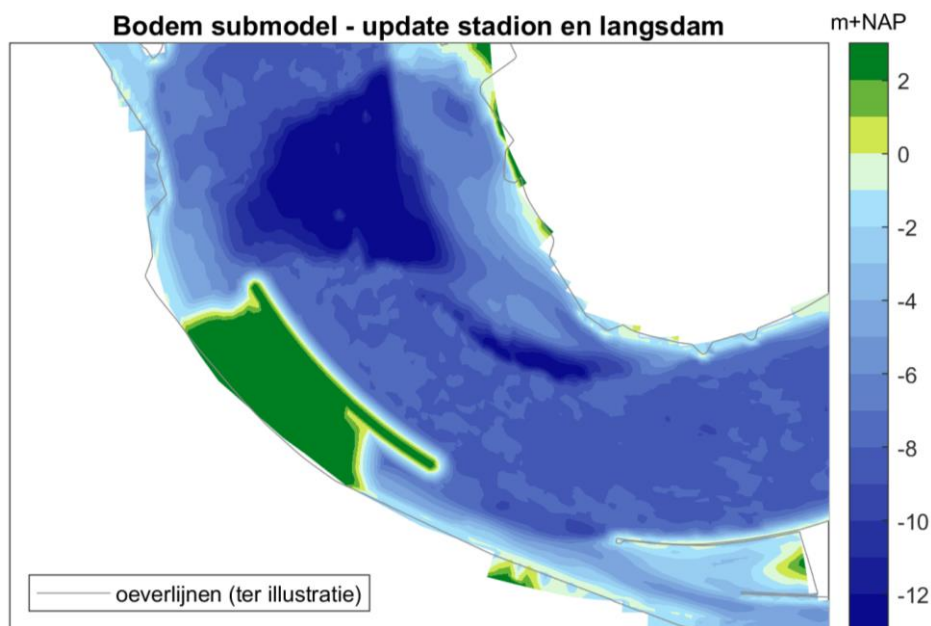
Deze memo betreft een uitbreiding van de 'Effectstudie Feyenoord City – modellering van de stroming rond het nieuwe stadion' van 23 augustus 2018 (Svašek Hydraulics, 2018). Het gaat om berekeningen met hetzelfde model en dezelfde randvoorwaarden maar op basis van een nieuw ontwerp. Deze memo presenteert alleen de afwijkingen ten opzichte van de eerdere studie in modelschematisatie en resultaten. Voor de modelopzet en onderbouwing van model- en scenariokeuzen wordt daarom verwezen naar Svašek Hydraulics (2018).

2 NIEUW ONTWERP NAAR MODELSCHEMATISATIE

Het door te rekenen ontwerp is door opdrachtgever aangeleverd als een pdf. Het betreft tekeningen met kenmerk BF3499-127 van 28 november 2019 (bij Svašek Hydraulics ingeboekt onder 1712/IN20018/BvL).

In vergelijking met de eerder onderzochte geometrieën;

- is de langsdam ruim 50 m korter geworden en circa 10 m naar het noord-oosten opgeschoven,
- wordt het stadion gepositioneerd op een grotere landaanwinning met een talud (eerder was sprake van damwanden),
- is er geen sprake meer van doorstroming tussen dam en landaanwinning en
- worden de eerder beschouwde getijdenparken nu niet geschematiseerd.



Figuur 2-1: Bodem submodel zoals die is gebruikt voor de berekeningen met de update van het ontwerp voor het stadion en de langsdam.

Dit leidt tot de schematisatie afgebeeld in Figuur 2-1. Het rooster is fijn genoeg om – net als in de hoofdstudie – de kruin van de langsdam op 3 m+NAP in de bodem te representeren¹. Aangezien waterstanden in de berekeningen niet boven de 2 m+NAP komen, overstroomt de dam in de berekeningen niet. Hetzelfde geldt voor de landaanwinning rond het stadion.

3

SCENARIO'S

Eerder zijn in Svašek Hydraulics (2018) de onderstaande 6 sommen uitgevoerd:

Tabel 3.1: Overzicht eerdere berekeningen

Nr.	Variant	Afvoer
1	Huidig (= referentie)	5162 m ³ /s (hoog)
2	Stadion en langsdam	5162 m ³ /s (hoog)
3	Stadion, langsdam en getijdeparken	5162 m ³ /s (hoog)
4	Huidig (= referentie)	1019 m ³ /s (laag)
5	Stadion en langsdam	1019 m ³ /s (laag)
6	Stadion, langsdam en getijdeparken	1019 m ³ /s (laag)

De in deze memo gepresenteerde aanvullende sommen zijn als volgt:

Tabel 3.2: Overzicht nieuwe berekeningen

Nr.	Variant	Afvoer
7	Update stadion en langsdam	5162 m ³ /s (hoog)
8	Update stadion en langsdam	1019 m ³ /s (laag)

De resultaten worden zowel vergeleken met de referentiesituatie (berekeningen 1 en 4) als met de situatie met het eerder doorgerekende ontwerp (zonder getijdenparken, berekeningen 2 en 5).

4

RESULTATEN

Beschrijving van de uitvoer is vrijwel integraal overgenomen uit Svašek Hydraulics (2018):

Voor de periode van 11 augustus 15:30 tot en met 12 augustus 16:30 is iedere tien minuten een 3D stromingsveld gemaakt. Binnen dit tijdsdomein treedt de maximum vloedsnellheid bij het nieuwe stadion op om 4:40 op 12 augustus en de maximum ebsnellheid om 21:30 op 11 augustus. Om de effecten op schepen te bepalen (die in het bovenste deel van de waterkolom varen) is gemiddeld over de bovenste 0-1.5 m, met andere woorden: vanaf het wateroppervlak tot 1.5 m onder het wateroppervlak. In de volgende figuren zijn stroom- en verschilvelden bij maximum vloed en eb weergegeven, voor zowel de bovenste 1.5 m als dieptegemiddeld.

Stroomsnelheden in de kleurenschaal zijn absolute stroomsnelheden. Verschilvelden geven het verschil in die absolute stroomsnelheid. Dit betekent dat een richtingsverandering zich niet vertaalt in een snelheidsverschil. In deze memo worden verschilvelden gemaakt ten opzichte van de referentie (berekening 1 en 4, zie Tabel 3.1) en ten opzichte van de simulaties met het eerdere ontwerp (berekening 2 en 5, zie Tabel 3.1). De eerste geven dus het effect van de ingreep in vergelijking met de huidige situatie, de tweede het effect van de aanpassing van het ontwerp.

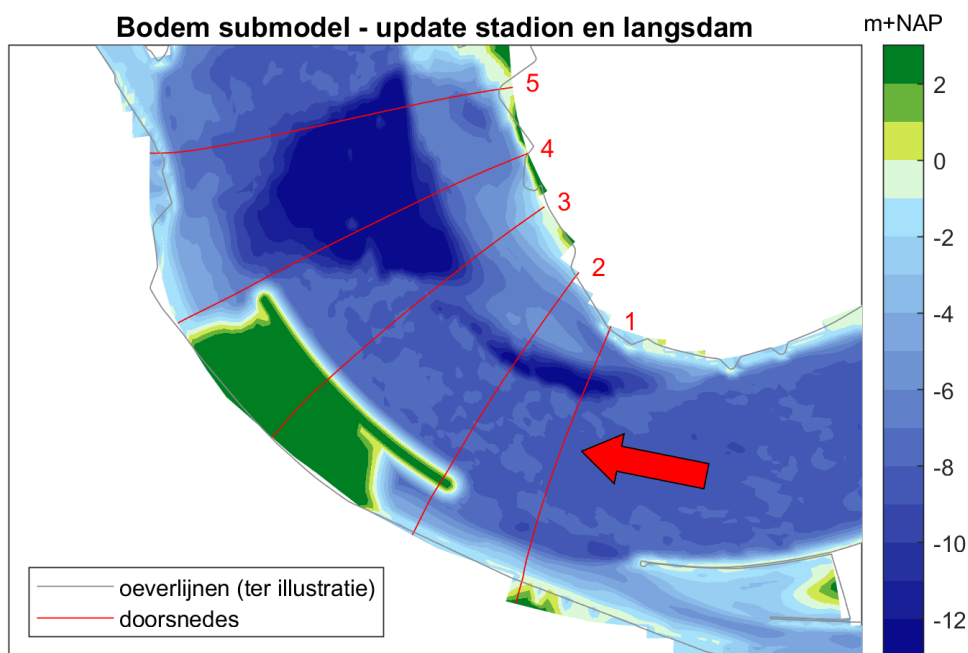
¹ De punten op de landaanwinning zijn droog gemaakt in het model (dampoints) en stroming over de dam is onmogelijk gemaakt (V-schotjes). Aangezien deze punten door de bodem toch al droog staan hebben deze alleen een rekentijd-technisch effect en geen gevolgen voor de uitkomsten.

De richting wordt in de figuren aangegeven met snelheidsvectoren. De vectoren van één op drie roosterpunten zijn weergegeven. In de verschilvelden zijn zowel de vectoren van de huidige situatie (referentie) als die van de variant met ingreep weergegeven.

In ieder figuur is linksonder een inzet opgenomen met daarin de waterstand over de uitgevoerde periode; door middel van een rode streep is het tijdstip aangegeven.

Let op, als één van de hoekpunten van een cel droog is (bijvoorbeeld door droogvallen) dan wordt de gehele cel niet geplot in onderstaande figuren.

Om het effect van de langsdam op de stroming over de diepte van de rivier inzichtelijk te maken zijn er dwarsdoorsneden op 5 locaties in de rivier in dit rapport opgenomen. Van deze doorsneden zijn opnieuw zowel stroom- als verschilvelden gecreëerd. Figuur 4-1 geeft de locaties van de dwarsdoorsneden weer, waarin ook een pijl te zien is welke de richting aangeeft van waaruit de dwarsdoorsneden worden bekeken. De kleurschaal in de doorsneden geeft de snelheid in langsrichting langs de rivieras weer (dwars op de doorsnede). Een rode kleur in de doorsnede geeft een positieve snelheid (eb) aan, welke dezelfde richting als de rode pijl in Figuur 4-1 heeft. De vectoren in de doorsneden weergeven de snelheid dwars op de rivieras (langs de doorsnede). Een vector van één op vier roosterpunten is weergegeven.

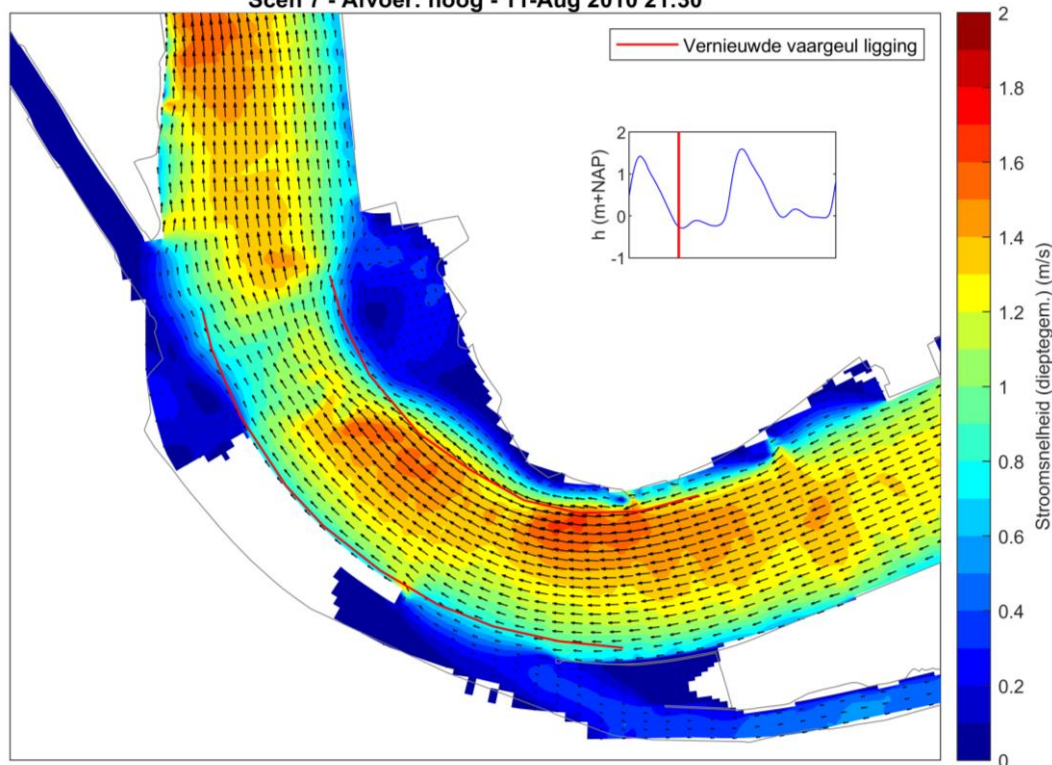


Figuur 4-1: Schematisatie bodem en locaties van de dwarsdoorsneden. De rode pijl weergeeft de richting vanaf welke de dwarsdoorsneden worden bekeken.

4.1

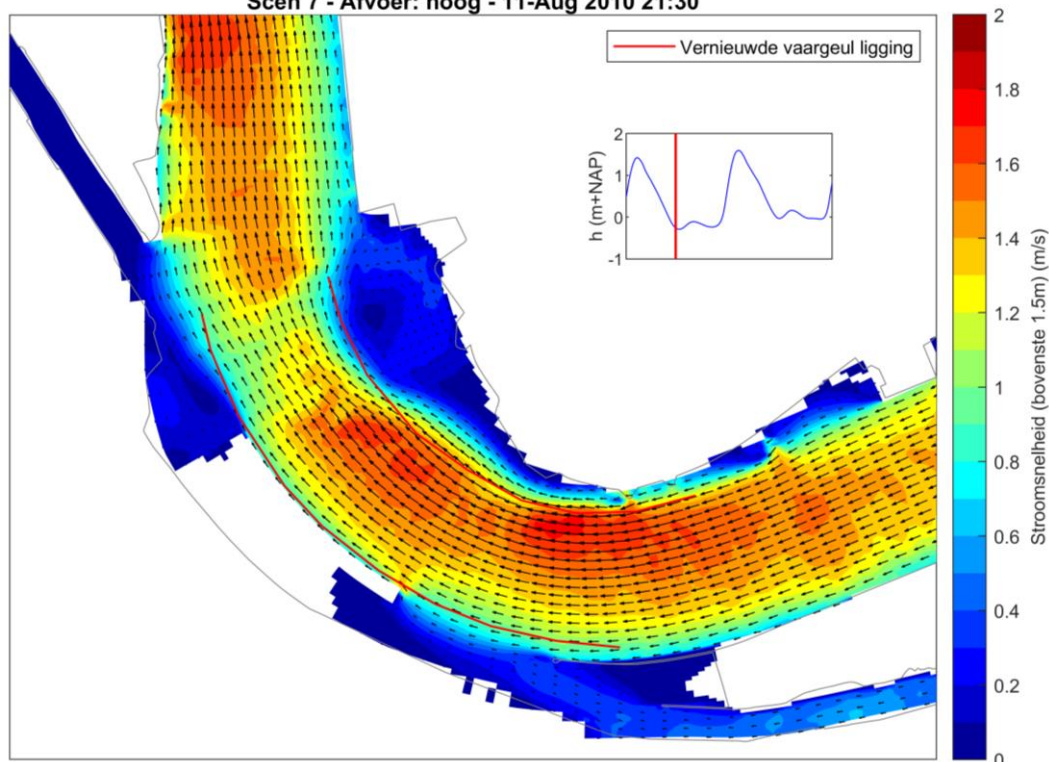
Hoge afvoer - berekening 7: update stadion en langsdam

Scen 7 - Afvoer: hoog - 11-Aug 2010 21:30

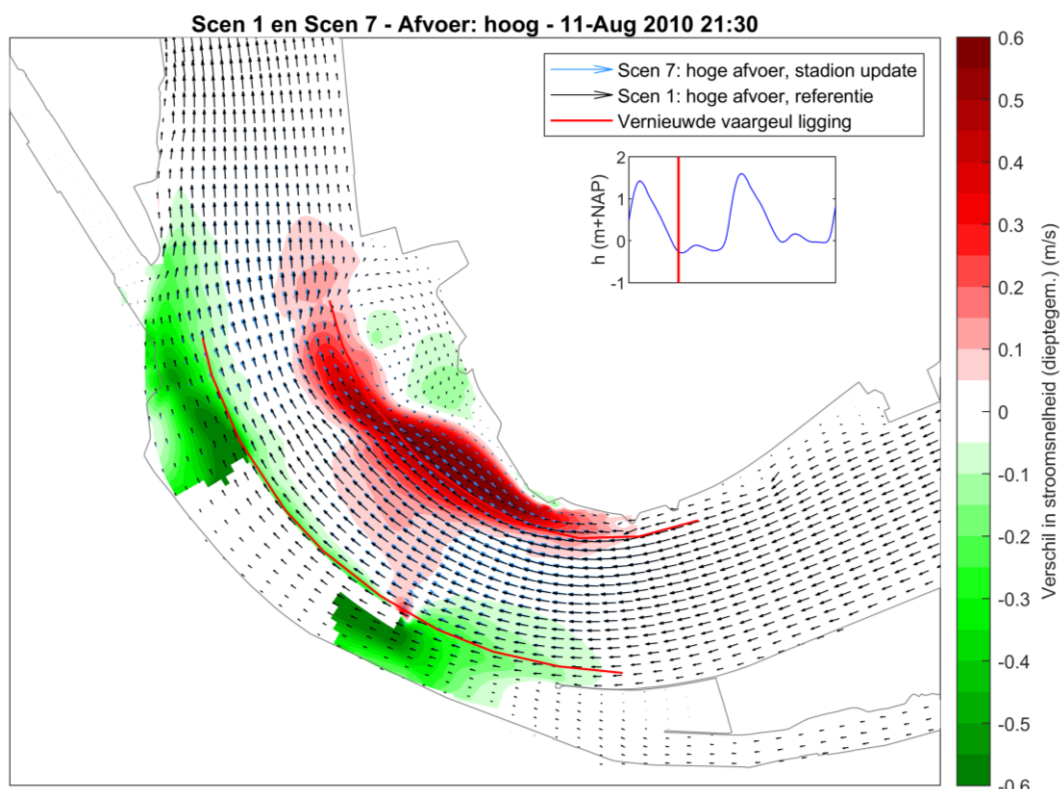


Figuur 4-2: Dieptegemiddelde ebstroomsnelheid in geval van berekening 7 (Tabel 3.2): situatie met de update van het stadion en de langsdam met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.

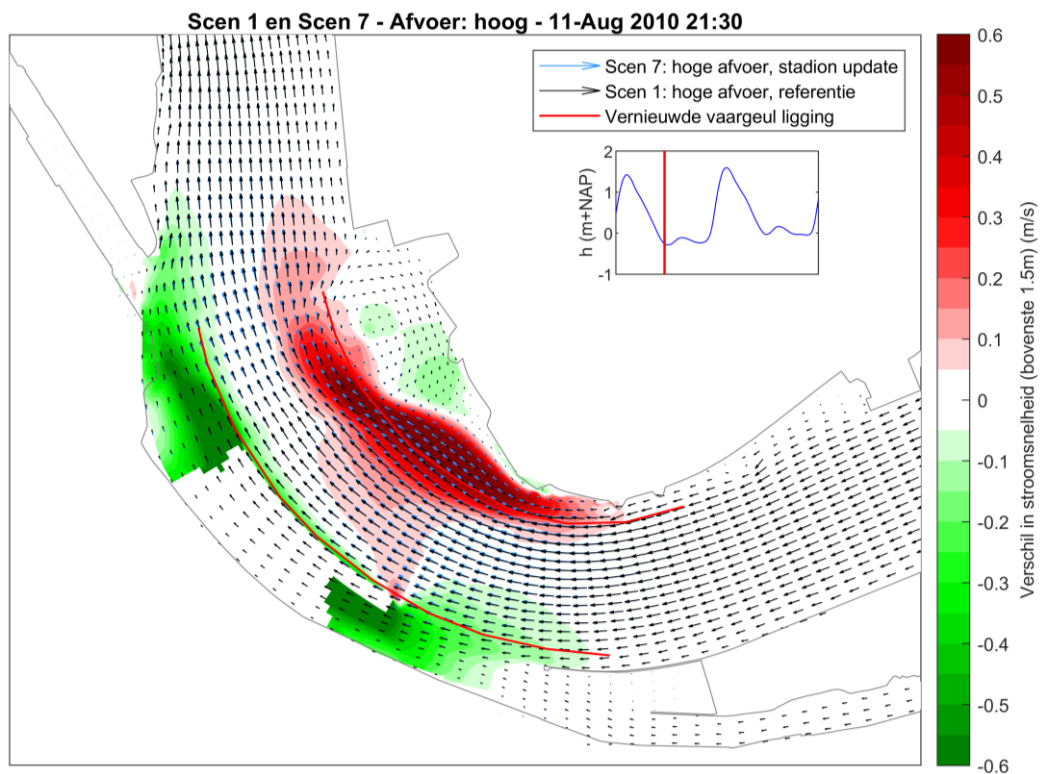
Scen 7 - Afvoer: hoog - 11-Aug 2010 21:30



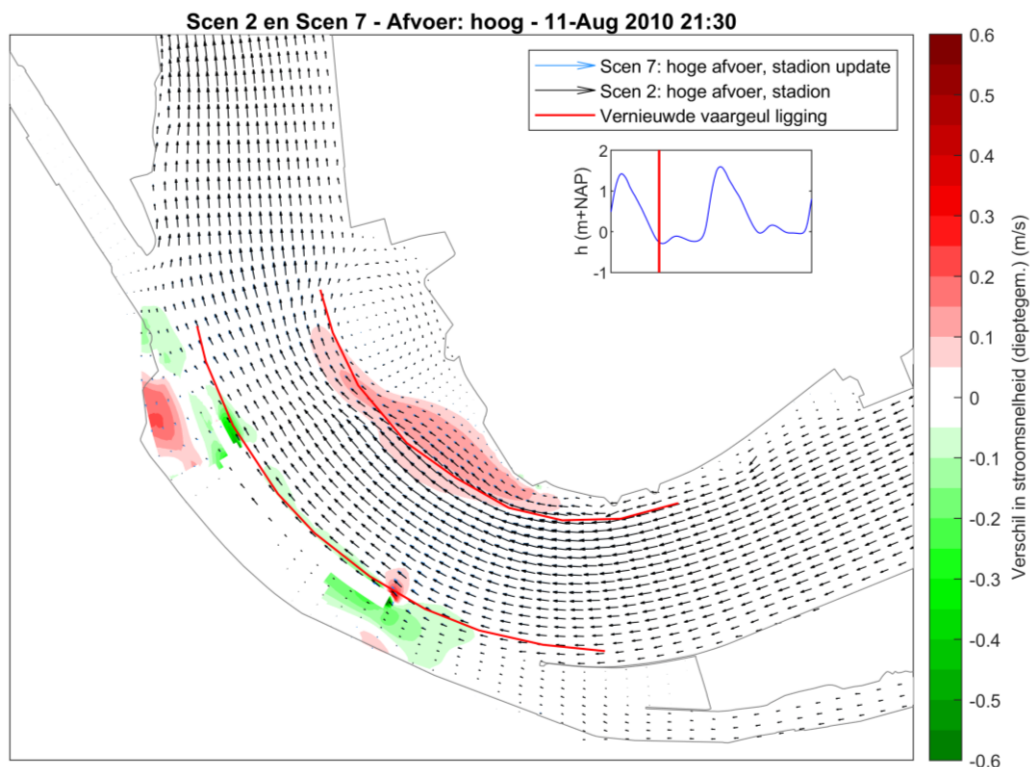
Figuur 4-3: Ebstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom in geval van berekening 7 (Tabel 3.2): situatie met de update van het stadion en de langsdom met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



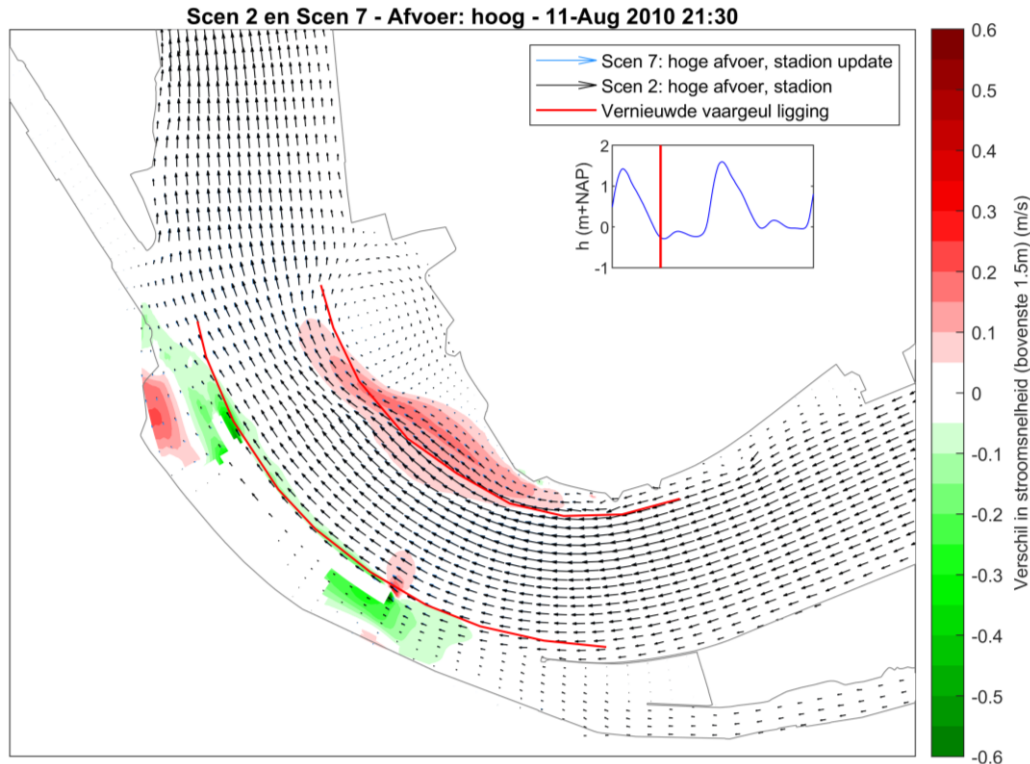
Figuur 4-4: Verskil in dieptegemiddelde ebstroomsnelheid tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de referentiesituatie (berekening 1). Er is gerekend met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



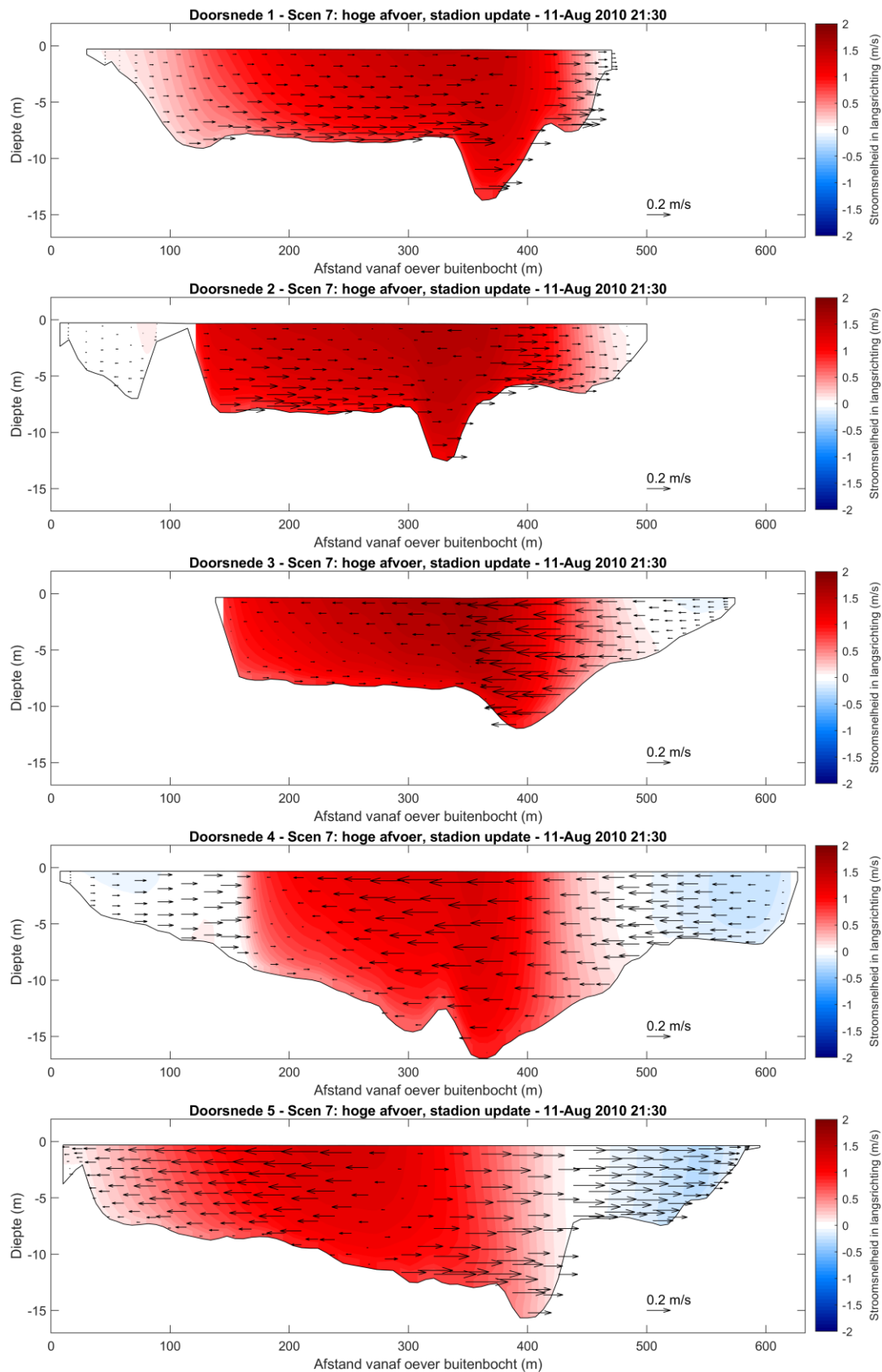
Figuur 4-5: Verskil in ebstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom tussen de situatie met de update van het nieuwe stadion en de langsdam en de referentiesituatie (berekening 1). Er is gerekend met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



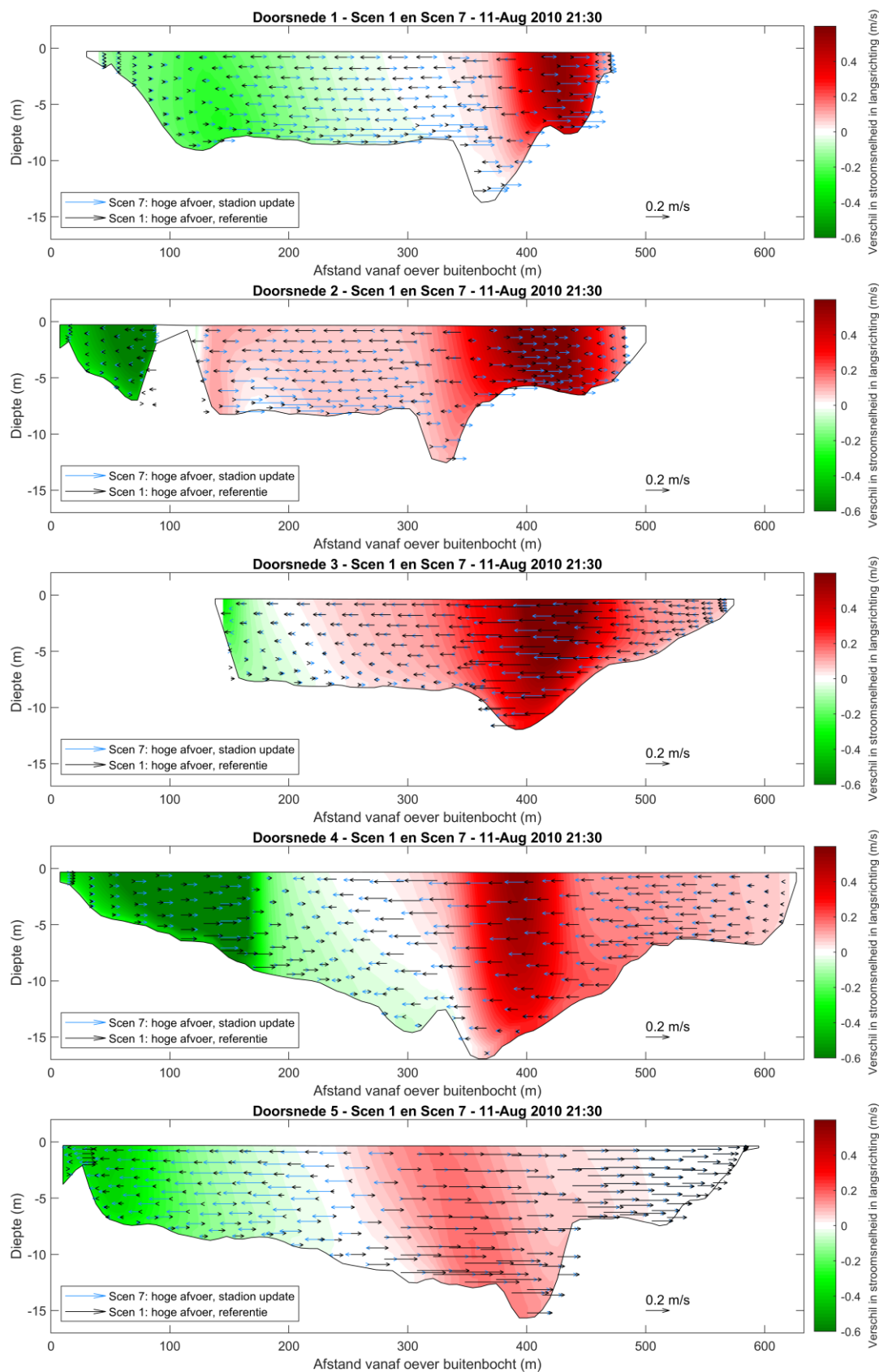
Figuur 4-6: Verschil in dieptegemiddelde ebstroomsnelheid tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de situatie met het eerdere ontwerp (berekening 2). Er is gerekend met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



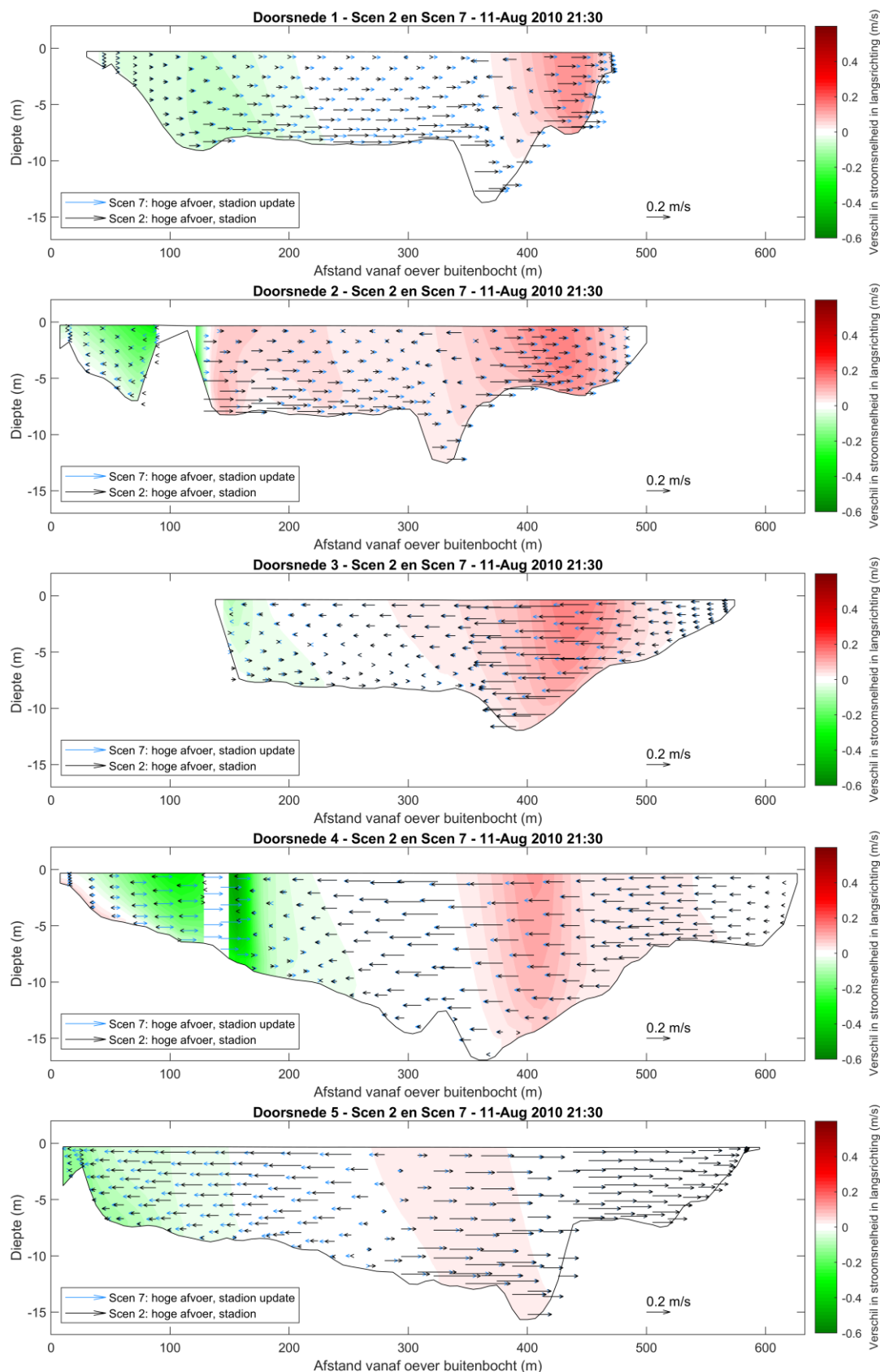
Figuur 4-7: Verschil in ebstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de situatie met het eerdere ontwerp (berekening 2). Er is gerekend met gemiddeld springtij en hoge afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn



Figuur 4-8: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met de snelheid langs de as van de rivier in de kleurenschaal, waarbij de rode kleur een snelheid in benedenstroomse richting (eb, richting de Noordzee) weergeeft. De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.



Figuur 4-9: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met het verschil in snelheid langs de as van de rivier in de kleurschaal tussen het referentiescenario (berekening 1) en het scenario met de update van het stadion en de langsdam (berekening 7). De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.

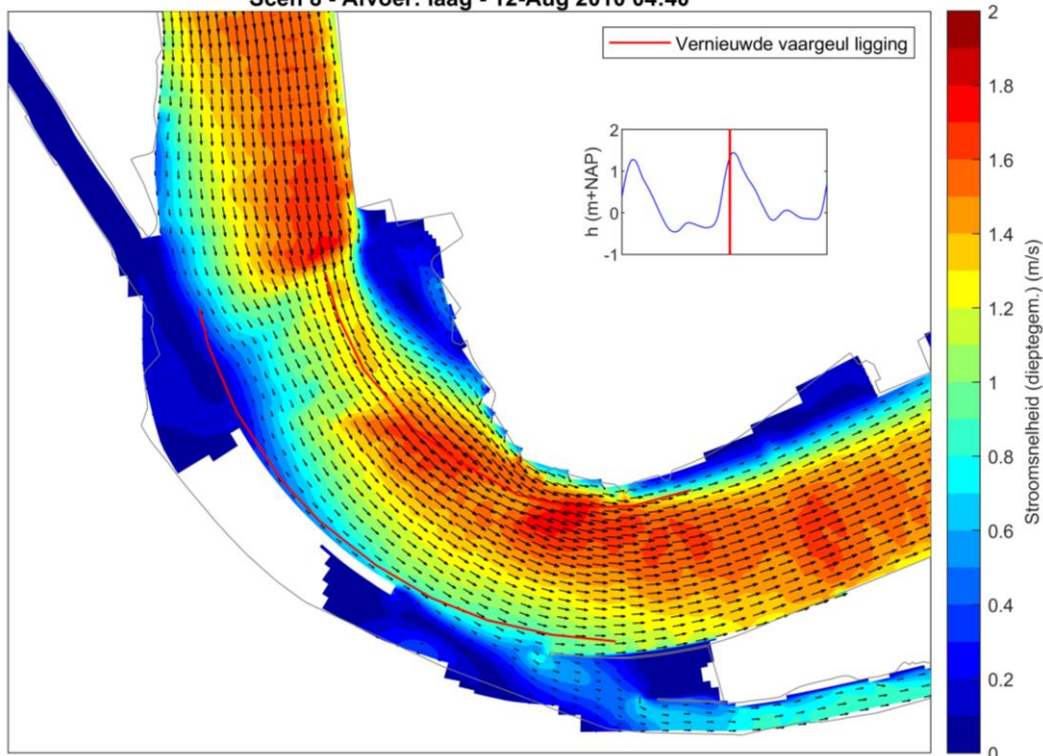


Figuur 4-10: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met het verschil in snelheid langs de as van de rivier in de kleurschaal tussen de situatie met het eerdere ontwerp (berekening 2) en de berekening met de update van het stadion en de langsdam (berekening 7). De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.

4.2

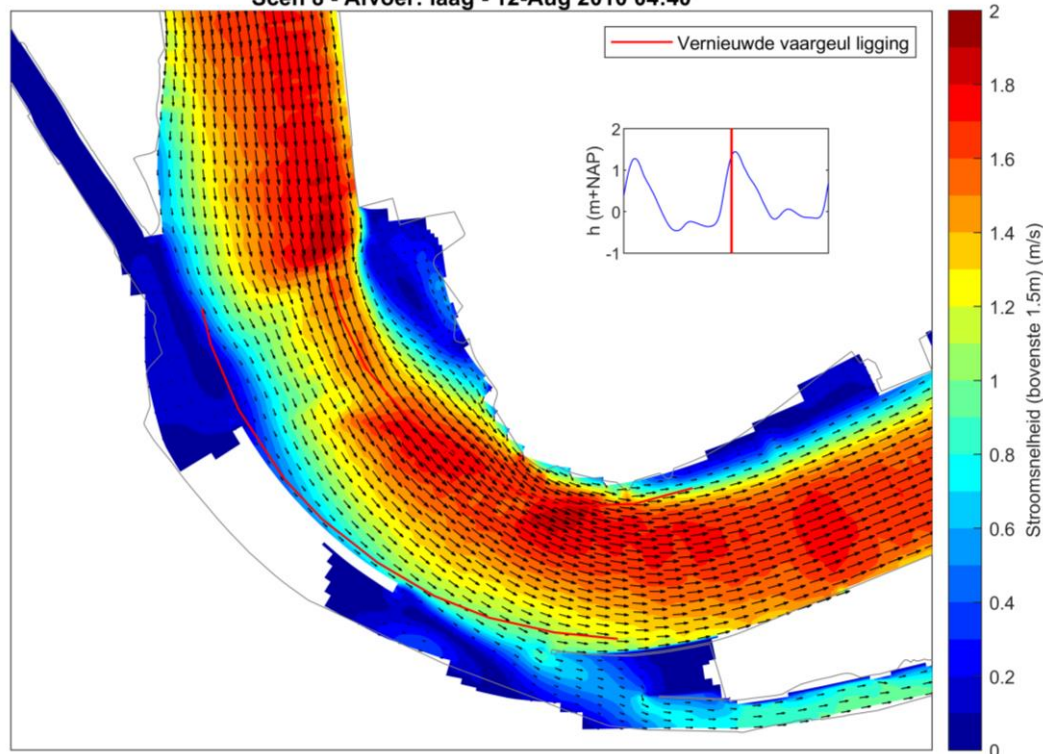
Lage afvoer - berekening 5: update stadion en langsdam

Scen 8 - Afvoer: laag - 12-Aug 2010 04:40

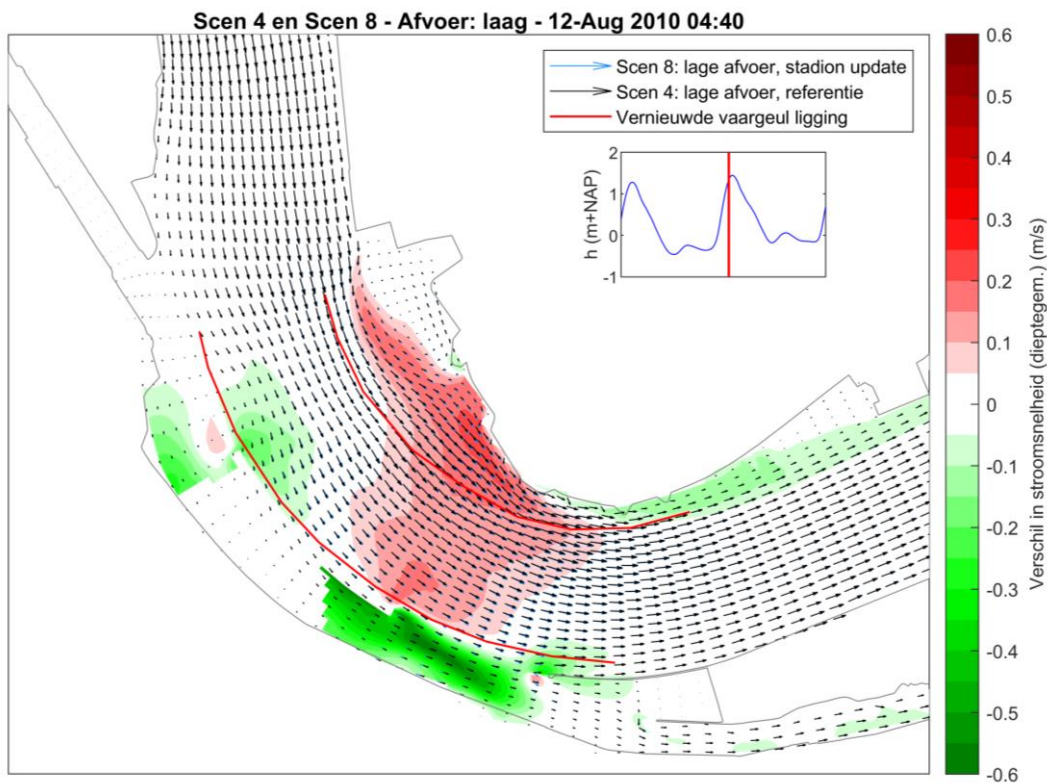


Figuur 4-11: Dieptegemiddelde vloedstroomsnelheid in geval van berekening 8 (Tabel 3.2): situatie met de update van het stadion en de langsdam met gemiddeld springtij en en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.

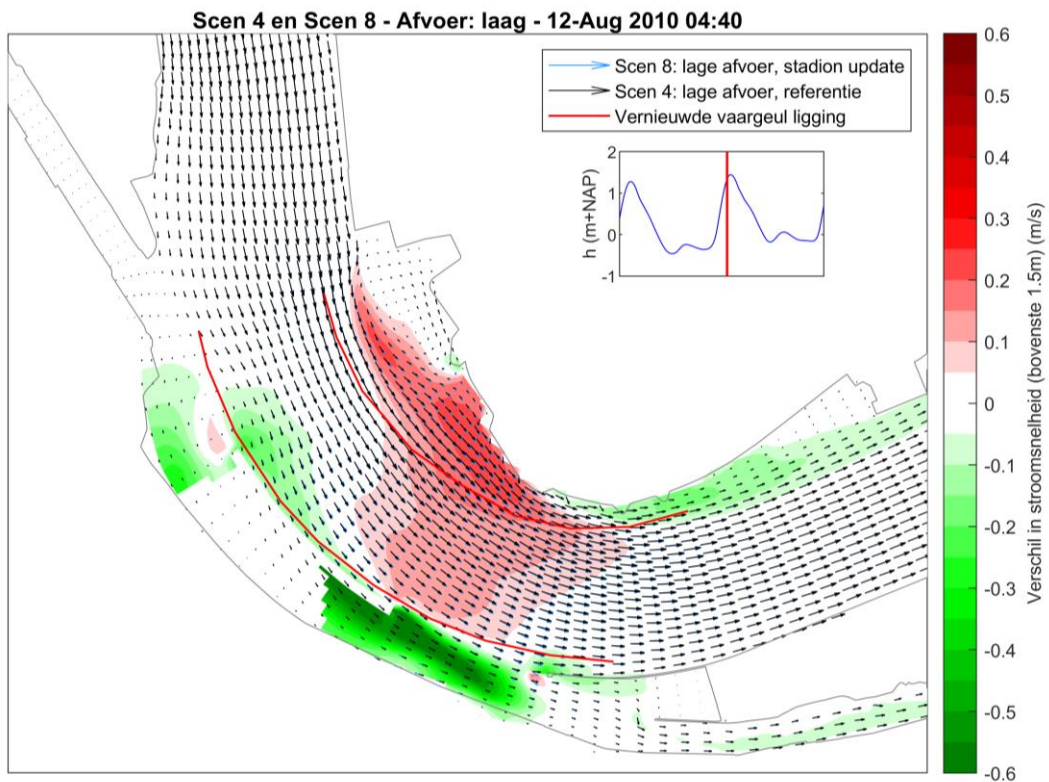
Scen 8 - Afvoer: laag - 12-Aug 2010 04:40



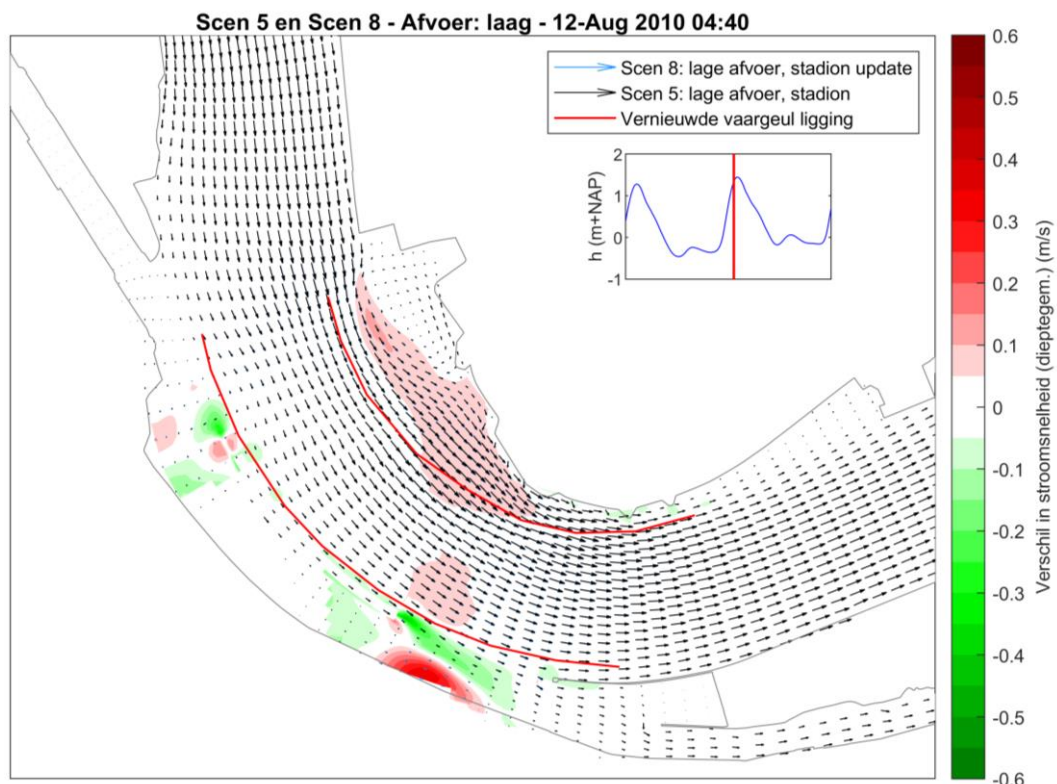
Figuur 4-12: Vloedstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom in geval van berekening 8 (Tabel 3.2): situatie met de update van het stadion en de langsdam met gemiddeld springtij en en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



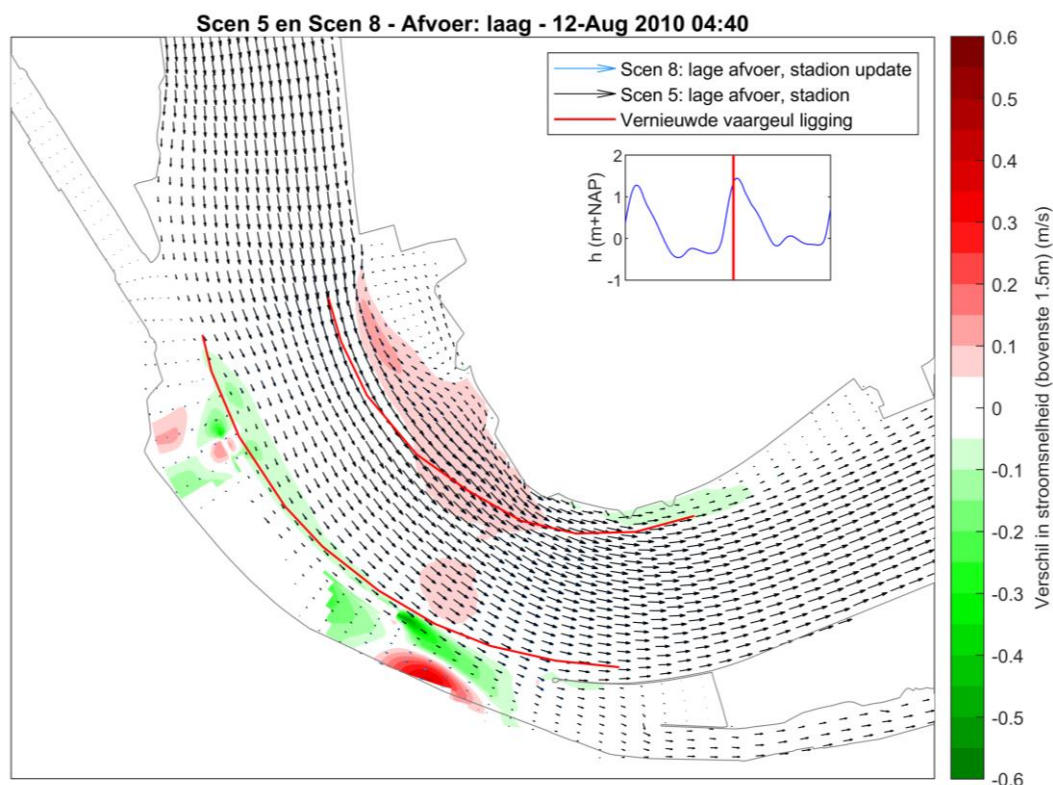
Figuur 4-13: Verschil in dieptegemiddelde ebstroomsnelheid tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de referentiesituatie (berekening 4). Er is gerekend met gemiddeld springtij en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



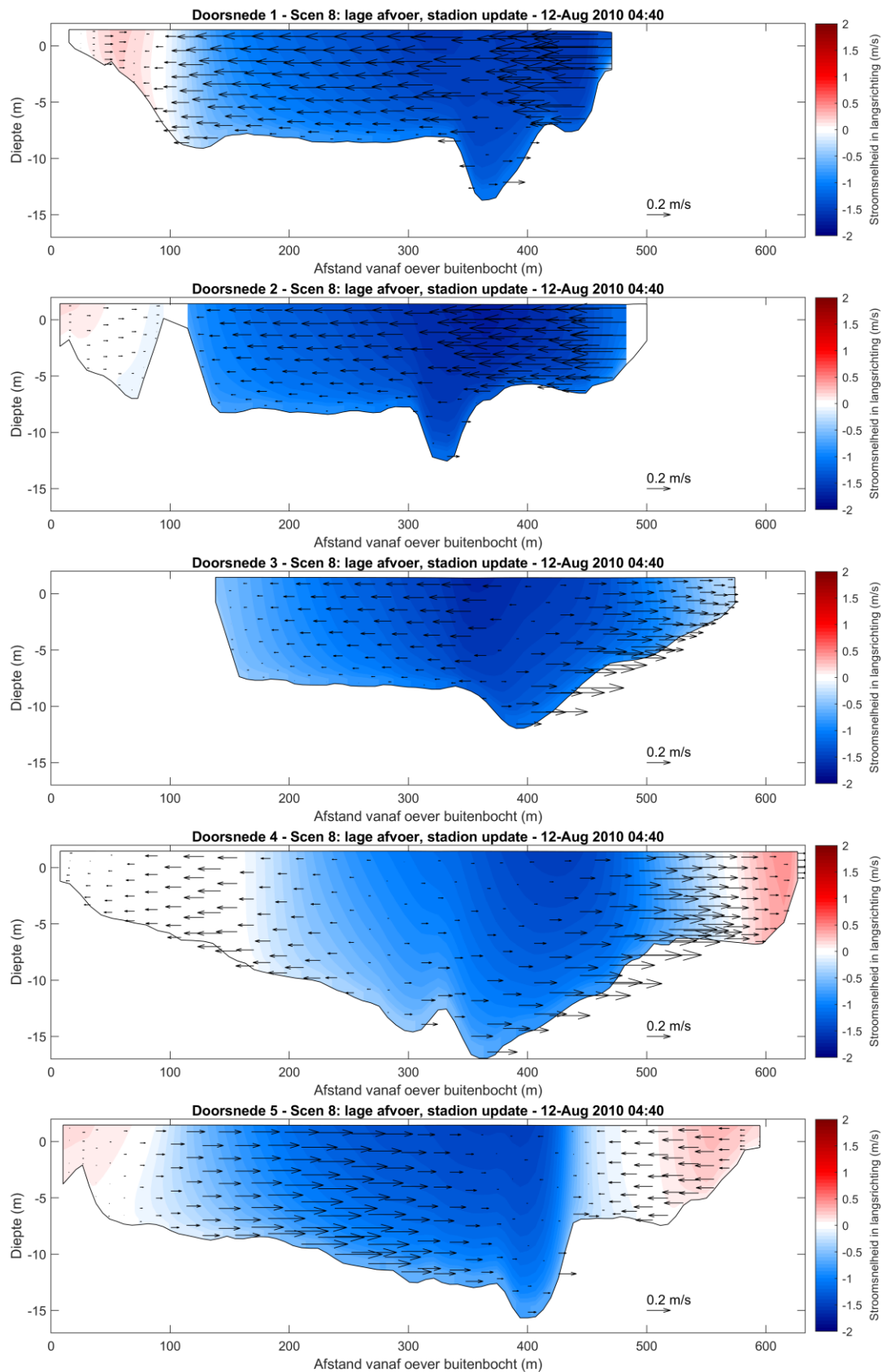
Figuur 4-14: Verschil in vloedstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de referentiesituatie (berekening 4). Er is gerekend met gemiddeld springtij en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



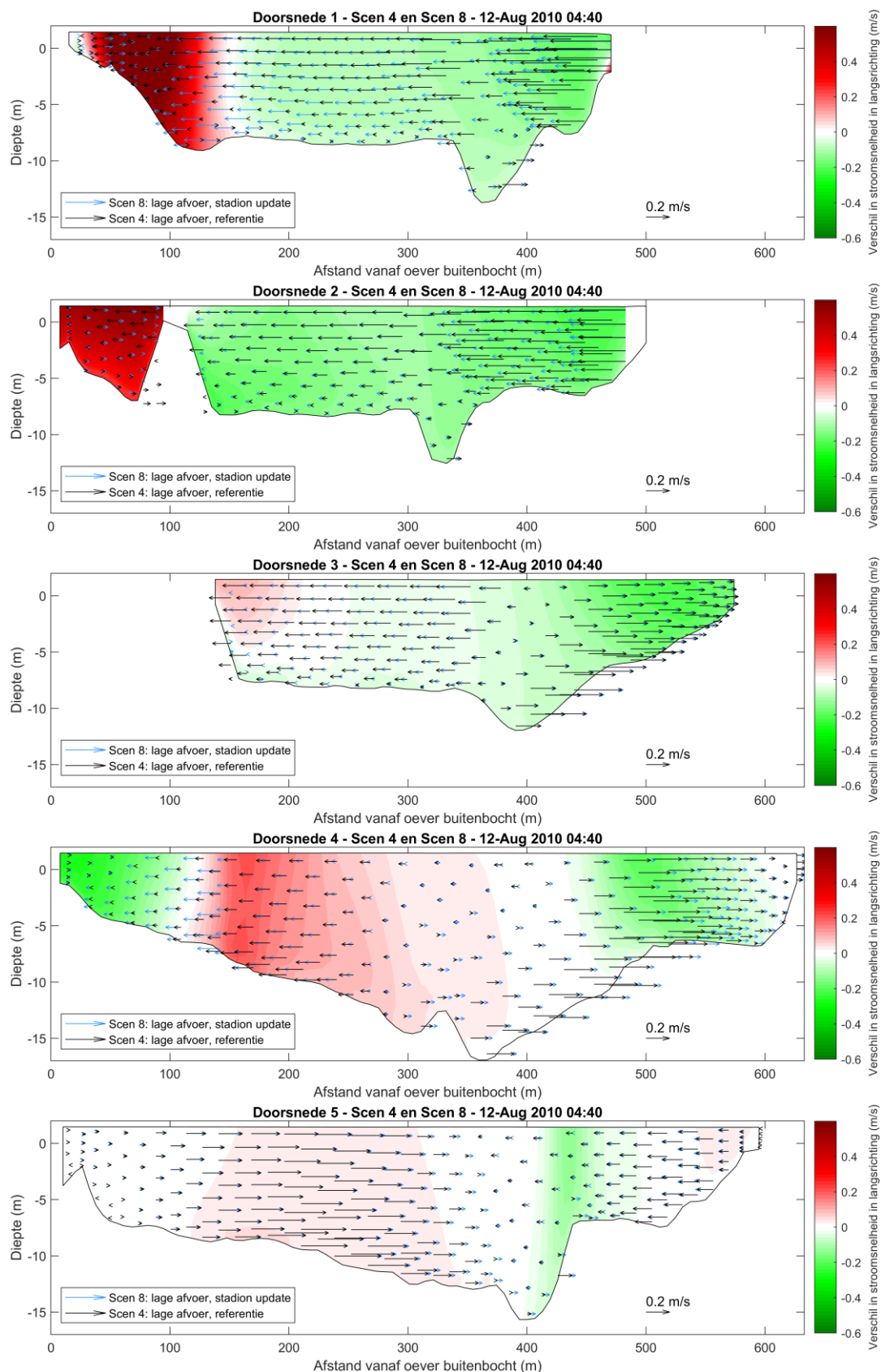
Figuur 4-15: Verschil in dieptegemiddelde ebstroomsnelheid tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de situatie met het eerdere ontwerp (berekenig 5). Er is gerekend met gemiddeld springtij en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



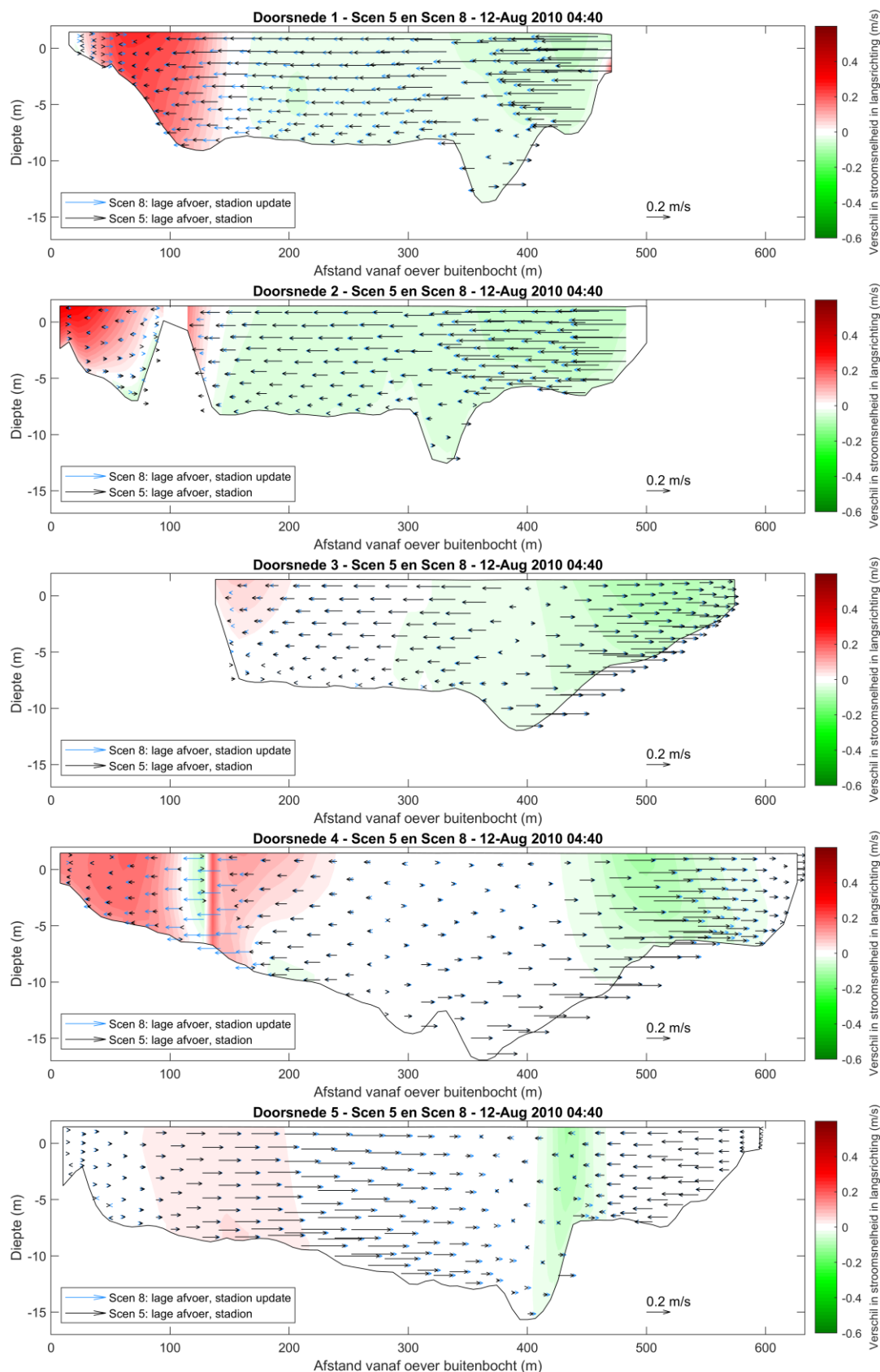
Figuur 4-16: Verschil in vloedstroomsnelheid in de bovenste 1.5 m van de waterkolom tussen de situatie met de update van het stadion en de langsdam en de situatie met het eerdere ontwerp (berekenig 5). Er is gerekend met gemiddeld springtij en lage afvoer. De vernieuwde vaargeul ligging is weergegeven met de rode lijn.



Figuur 4-17: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met de snelheid langs de as van de rivier in de kleurenschaal, waarbij de rode kleur een snelheid in benedenstroomse richting (eb, richting de Noordzee) weergeeft. De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.



Figuur 4-18: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met het verschil in snelheid langs de as van de rivier in de kleurschaal tussen het referentiescenario (berekening 4) en het scenario met de update van het stadion en de langsdam (berekening 8). De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.



Figuur 4-19: Dwarsdoorsneden op vijf locaties (zie Figuur 4-1) met het verschil in snelheid langs de as van de rivier in de kleurschaal tussen de situatie met het eerdere ontwerp (berekening 5) en de berekening met de update van het stadion en de langsdam (berekening 8). De snelheid dwars op de as van de rivier is weergegeven met pijlen.

5

CONCLUSIE

Deze memo presenteert de resultaten van een update van stromingsberekeningen rond het project Feyenoord City. Ten opzichte van eerdere berekeningen is de langsdam korter geworden en verder naar het noorden verplaatst. Ook is de landaanwinning groter en is geen doorstroom tussen dam en stadion meer mogelijk.

De resultaten lijken op die van de simulatie met het eerdere ontwerp. De stroming in de buitenbocht neemt af (want volledig geblokkeerd) en de stroming in de binnenbocht - en in mindere mate - in de hoofdgeul neemt toe.

Ten opzicht van de eerdere berekeningen met het stadion en de langsdam (berekeningen 2 en 5) geeft de update van het ontwerp een beperkt groter effect. Dit is verklaarbaar doordat de langsdam verder naar het noorden ligt en gebied ten zuiden van de langsdam nu volledig is afgesloten (voorheen was er een kleine doorstroomopening in het ontwerp).

Een uitgebreidere interpretatie van de resultaten valt buiten de scope van deze memo en wordt aan opdrachtgever gelaten.

REFERENTIES

Svašek Hydraulics (2018). Effectstudie Feyenoord City – modellering van de stroming rond het nieuwe stadion. Rapport, 23 augustus, referentie: 1712/U18209/B/SBom.