

To : **P. Nordbeck (HbR)**  
From : **F. Verkerk (MARIN)**  
CC :  
Date : **2020-01-30**  
Project No. : **31355**  
Subject : **Memo Expert opinie Feyenoord Stadion V2**

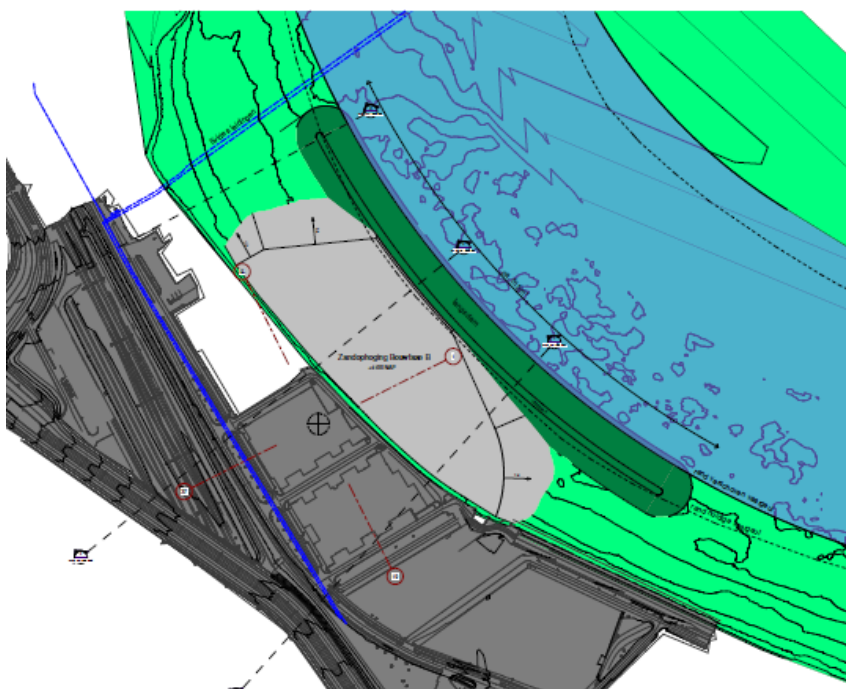
---

## 1 INTRODUCTIE

In 2018 heeft MARIN een onderzoek uitgevoerd naar de nautische effecten van het verplaatsen van de vaargeul van de Nieuwe Maas ten behoeve van de toekomstige bouw van het nieuwe Feyenoord Stadion (MARIN rapport 31355-1-MSCN-rev.2, 5 december 2018, [1]). Aan de zuidwestkant van de Bocht van Esch kwam een langsdam met aan het begin en einde een z.g. getijdepark. De rivier kon deels via deze getijddeparken en achter de langsdam stromen. In een volgende versie van het ontwerp van het stadion is het gebied achter de langsdam gedempt (zie figuur 1 hieronder). Deze situatie is in versie V1 van deze memo beoordeeld. Hierdoor zullen de stroompatronen aan het begin en einde van de langsdam veranderen. De langsstroom zal in principe iets toenemen door het kleinere doorstroombroefiel en de dwarsstroom kan lokaal iets afnemen, doordat de stroming niet meer afbuigt naar het gebied achter de langsdam.

In een later stadium is in het voorliggende ontwerp ook de langsdam nog 50 m korter gemaakt aan de noordwestelijke uiteinde van deze dam. Deze situatie wordt nu in versie V2 van deze memo beoordeeld. Voor deze nieuwe situatie met een demping achter de 50 m verkorte langsdam heeft Svašek Hydraulics aanvullende stroomberekeningen uitgevoerd ('MEMO: Aanvullende Berekeningen Feyenoord City', Svašek Hydraulics, 1712/U20008/A/BvL, 14 januari 2020 [2]).

De voorliggende memo beschrijft de effecten van de demping en geeft een schatting van het veranderde stroomveld aan de hand van de uitgevoerde stroomberekeningen. Daarmee worden de gevolgen van de demping achter de langsdam en de verkorting van deze dam op de scheepvaart bepaald. Daarnaast wordt, voor een analyse van de windhinder, de bouwphase beschouwd waarbij de landaanwinning aanwezig is maar er nog geen bebouwing gerealiseerd is.



Figuur 1 Voorgestelde situatie met demping achter langsdam



Figuur 2 Voorgestelde situatie met demping achter de 50 m verkorte langsdam

## 2 DOEL VAN DE EXPERT OPINIE

Het doel van de expert opinie is een beoordeling van de gevolgen van de voorgestelde demping achter de langsdam en de verkorting van deze dam op de scheepvaart. De beoordeling wordt gebaseerd op het eerder uitgevoerde nautisch onderzoek [1] en de aanvullende stroomberekeningen [2] de daarin geanalyseerde stroombeelden en windvelden.

## 3 EFFECTEN VERANDERING STROOMBEELDEN OP SCHEEPVAART

Om de veranderingen van de stroming op de rivier te beoordelen zijn de, in het verleden door Svasek uitgevoerde stroombeeldberekeningen (zie [1]) als basis genomen. Er zijn toen berekeningen uitgevoerd voor twee extreme situaties: een combinatie van een gemiddeld eb springtij met een 1/1 jaar hoge Rijnaflow en voor een combinatie van een gemiddeld vloed springtij met een 1/1 jaar lage Rijnaflow. Voor beide condities zijn geen weersinvloeden meegenomen zoals wind, luchtdruk of opzet.

Voor de situatie met een verkorte langsdam zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd (toekomstscenario's 7 en 8) welke hier gebruikt zijn als vergelijking met de eerder uitgevoerde berekeningen.

Evenals in [1] zijn de stroombeelden van de bovenste laag van 1,5 m geanalyseerd omdat deze laag maatgevend is voor de scheepvaart met een gemiddelde diepgang van orde 2 m.

De toekomstscenario's 3, 7, 6 en 8 (zie Tabel 3-1 en de figuren 3-1, 3-2, 3-3 en 3-4) zijn gebruikt voor de beoordeling van de nieuwe situatie. In de figuren 3-1 en 3-3 is te zien dat de stroomsnelheid achter de langsdam gemiddeld orde grootte 0,2 m/s is. De stroomsnelheid in de hoofdgeul varieert bij eb van ongeveer 1 m/s tot 1,5 m/s en bij vloed zelfs tot meer dan 1,8 m/s in de bovenste laag van 1,5 m.

### *Verandering van de langsstroom*

De verandering van de langsstroom is op twee manieren uitgevoerd. In eerste instantie (versie V1 van deze memo) is op basis van een schatting van de verhoging van de gemiddelde snelheid in de geul bepaald. Toen de resultaten van de aanvullende stroomberekeningen beschikbaar kwamen konden de berekende stroombeelden worden vergeleken.

Voor het beoordelen van de veranderingen van de langsstroom ten gevolge van de demping achter de langsdam is een schatting gemaakt van de toename van de stroomsnelheid doordat de ruimte achter de langsdam is gedempt. Uit schattingen van de verhouding van de natte doorsnede van de hoofdgeul en van de ruimte naast langsdam en van de optredende stroomsnelheden in deze doorsneden volgt dat ongeveer 1% van het debiet achter de langsdam langs zal gaan. De stroom zou dan in de hoofdgeul toe kunnen nemen met orde 1% bij een demping achter de langsdam. Dit geldt zowel voor de eb (scen 3) als de vloed situatie (scen 6).

Deze verhoging van de langsstroom van orde 1% is verwaarloosbaar vergeleken bij de verschillen, die optreden bij de overgang van de bestaande situatie naar de nieuwe situatie met stroming achter de langsdam, zoals geanalyseerd in [1].

Bij het vergelijken van de berekende eb-stroombeelden in de figuren 3-1 en 3-2 blijken de snelheden aan het noordwestelijke einde van de verkorte langsdam wat lager uit te vallen doordat de stroming al eerder meer ruimte krijgt. Dit is mede het gevolg van het getijddepark dat daar ter plaatse verwijderd is. In rest van de rivier zijn de stroombeelden zeer sterk gelijkend.

Bij het vergelijken van de berekende vloed-stroombeelden in de figuren 3-3 en 3-4 blijken de snelheden net voorbij het noordwestelijke einde van de verkorte langsdam wat op te lopen in de situatie met de verkorte langsdam. Er treedt in de rivier ten zuidoosten van de het noordwestelijke einde van de verkorte langsdam wat contractie op waardoor de snelheden daar in de buitenbocht wat afnemen (iets groter blauw oppervlak in scen 8) en in de binnenbocht iets toenemen (iets groter rood oppervlak in scen 8). In scen 6 wordt de stroming wat beter naar de kop van de dam geleid waardoor deze contractie in scen 6 minder voorkomt. De verschillen in langsstroom t.g.v. de sterkere contractie zijn echter zeer klein. In rest van de rivier zijn de stroombeelden zeer sterk gelijkend.

#### *Verandering van de dwarsstroom*

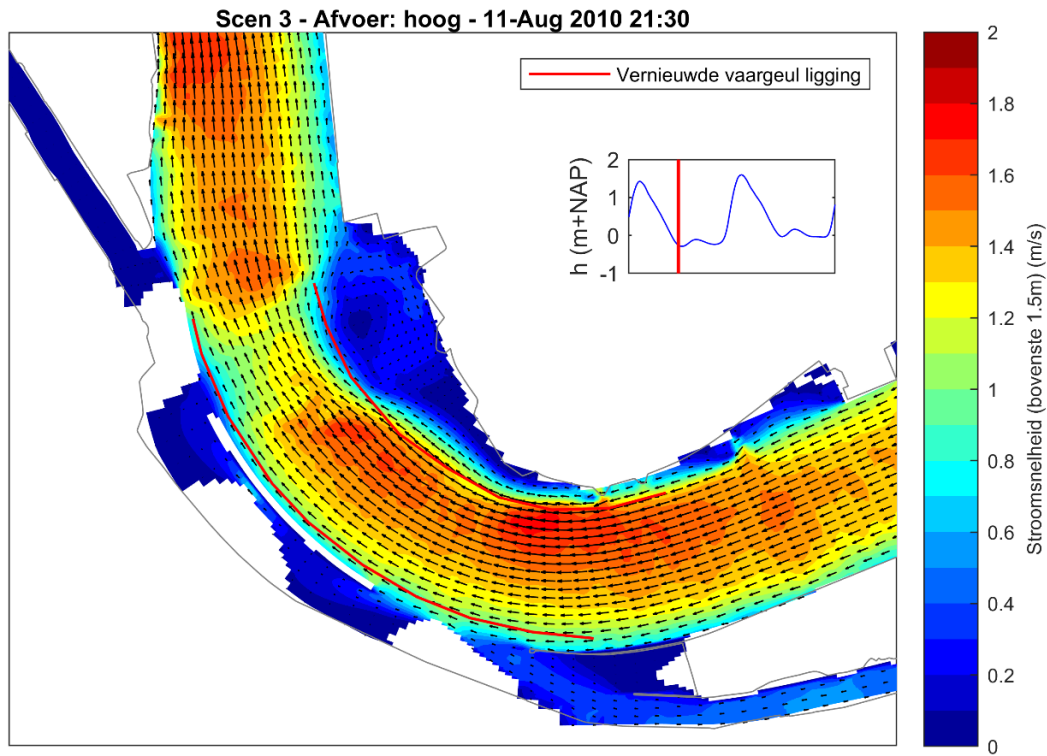
Zoals te zien is in de figuren is de dwarsstroom ter plaatse de openingen voor en na de langsdam erg klein. In [1] is al geconcludeerd dat het verschil in dwarsstroom geen merkbaar effect zal hebben op de scheepvaart. Als er bij een demping achter de langsdam nauwelijks meer debiet door deze openingen zal stromen, zal de dwarsstroom daar nog geringer worden. Ook bij de verkorte langsdam zijn, ondanks de iets sterkere contractie bij vloed, de dwarssnelheden zeer klein.

#### *Effect van veranderingen van de langs- en dwarsstroom op de scheepvaart*

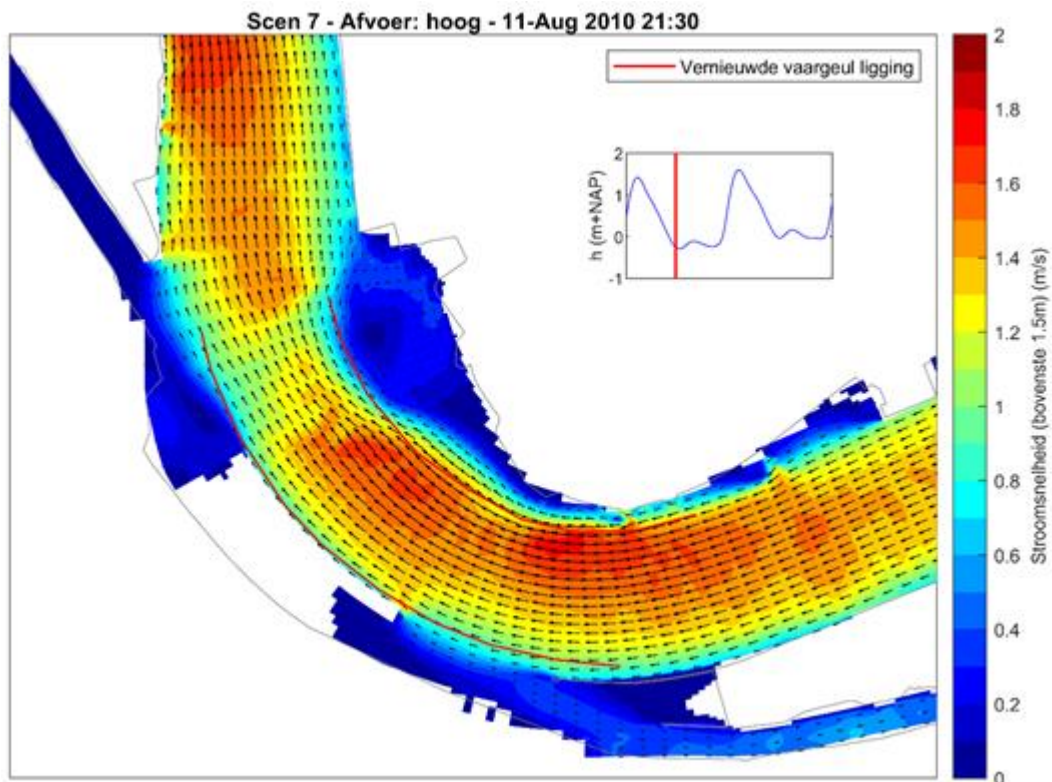
De hierboven veranderingen van de langs- en dwarsstroom zullen zo klein zijn dat de effecten hiervan op de scheepvaart te verwaarlozen zijn. Het is daarom niet te verwachten dat de voorgestelde demping en de verkorting van de langsdam een negatief effect heeft op de nautische veiligheid op dit traject van de rivier.

*Tabel 3-1 Stroomscenario's met langsdam, 'Toekomst' met stadion en getijddeparken, 'Verkorte dam' met 50 m ingekorte langsdam (zie [1] en [2])*

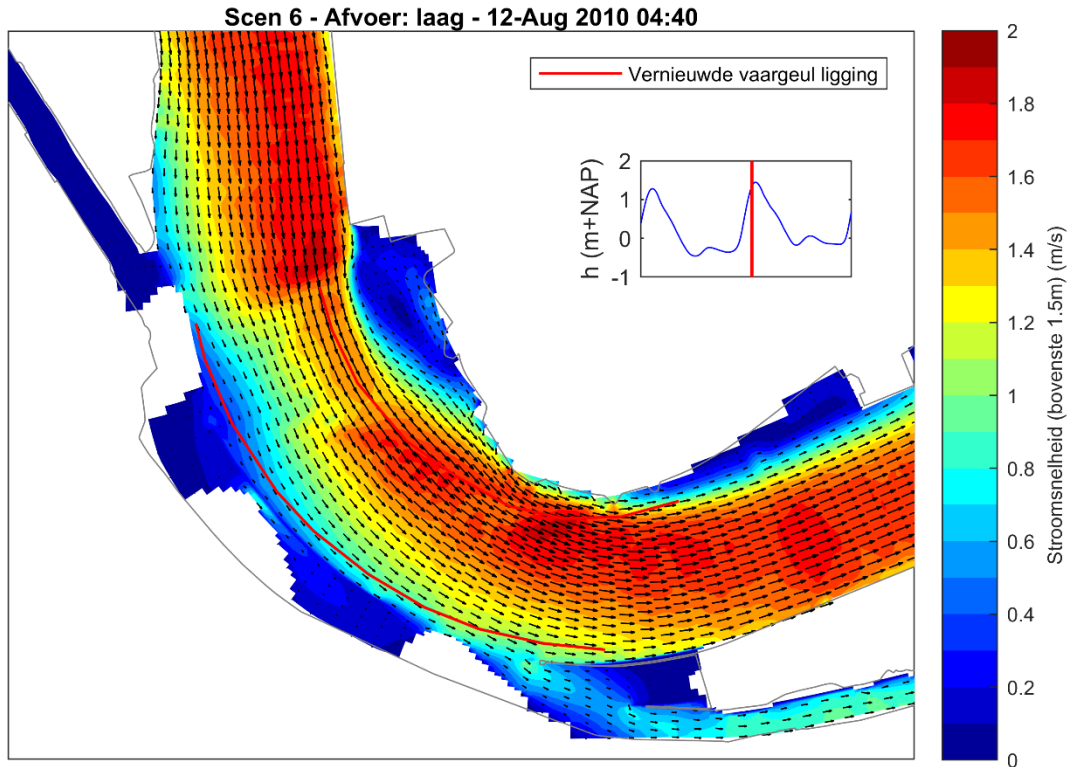
	'Toekomst'	'Verkorte dam'
Maximale eb met hoge afvoer	scen 3	scen 7
Maximale vloed met lage afvoer	scen 6	scen 8



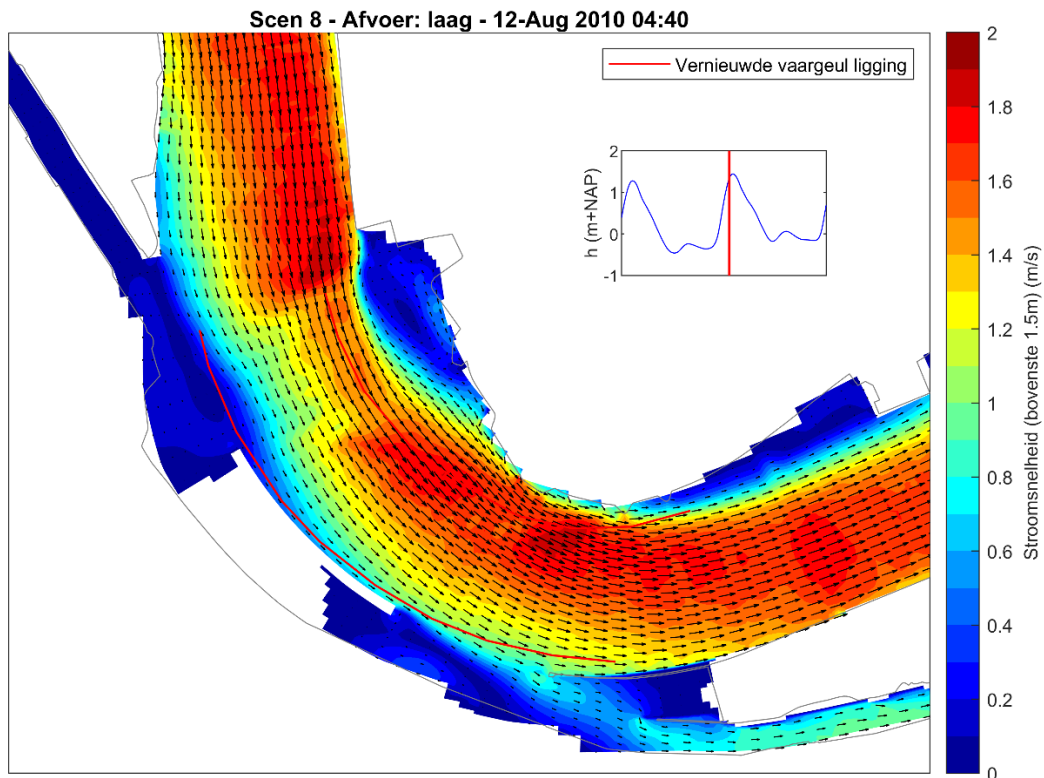
Figuur 3-1 Stroomsnelheden scen 3, max. eb, voor bovenste 1,5 m laag



Figuur 3-2 Stroomsnelheden scen 7 met verkorte langsdam, max. eb, voor bovenste 1,5 m laag



Figuur 3-3 Stroomsnelheden scen 6, max. vloed, voor bovenste 1,5 m laag



Figuur 3-4 Stroomsnelheden scen 8 met verkorte langsdam, max. vloed, voor bovenste 1,5 m laag

*Bouwfase landaanwinning zonder bebouwing.*

In het eerder uitgevoerde onderzoek [1] is geconcludeerd dat de windsituatie voor de scheepvaart gunstiger wordt in de bocht van Esch door afscherming door stadion en nieuwe gebouwen. In het rapport [1] is niet de tussenfase beschouwd waarbij de landaanwinning voltooid is maar er nog geen bebouwing (zoals het stadion) gerealiseerd is. Voor deze bouwfase zal de windsituatie ergens tussen de oude en nieuwe situatie (zoals geanalyseerd in [1]) inliggen. Er worden in die situatie dus geen nadelige windeffecten verwacht voor de scheepvaart. De realisatie van bebouwing en tussenliggende bouwfases zullen waarschijnlijk bijdragen aan een gunstigere wind situatie (minder windhinder) door afscherming van de in aanbouw zijnde gebouwen.

#### 4 CONCLUSIE

Er is een nadere analyse uitgevoerd naar het effect van een veranderingen van de langs- en dwarsstroom in de Nieuwe Maas ter hoogte van de Bocht van Esch ten gevolge van een demping achter de voorgestelde langsdam en een verkorting van deze langsdam met 50 m. Daarnaast is, voor een analyse van de windhinder, de bouwfase beschouwd waarbij de landaanwinning aanwezig is maar er nog geen bebouwing gerealiseerd is. Deze analyse is gebaseerd op de resultaten van het eerder uitgevoerde onderzoek 'Nautisch onderzoek verplaatsen vaargeul Nieuwe Maas', MARIN rapport 31355-1-MSCN-rev.2, 5 december 2018.

*Conclusies:*

De verhoging van de langsstroom (orde 1%) in de geul en de verandering van de dwarsstroom ter plaatse van de openingen voor en na de langsdam, zijn zo klein dat de effecten hiervan op de nautische veiligheid van de scheepvaart op dit traject van de rivier te verwaarlozen zijn.

De windhinder in de bouwfase, waarbij er nog geen bebouwing is of gebouwen in aanbouw zijn, ligt naar verwachting tussen de huidige situatie en de eindsituatie in. In de eindsituatie treedt door de bebouwing minder windhinder op voor de scheepvaart dan in de huidige situatie.

#### 5 REFERENTIE

[1] 'Nautisch onderzoek verplaatsen vaargeul Nieuwe Maas', MARIN rapport 31355-1-MSCN-rev.2, 5 december 2018.

[2] 'MEMO: Aanvullende Berekeningen Feyenoord City', Svašek Hydraulics, 1712/U20008/A/BvL, 14 januari 2020.