

Notitie

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Maritime & Aviation**

Aan: Remy Zaagman
Van: Gosse de Boer, Johan van Sloten
Datum: 1 augustus 2022
Kopie: Bas Wijdeven
Ons kenmerk: BD1624_N026_F3.0
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Aanvaarkansen en -scenario's voor ontwikkeling Cruquiusgebied

1 Inleiding

De ontwikkeling van 'de Kop' van het Cruquiusgebied vindt plaats langs de mond van het Amsterdam-Rijnkanaal, welke als belangrijke vaarroute voor beroepsvaart wordt gebruikt. Op het raakvlak van het ontwikkelingsgebied en de vaarweg bestaat er een kans op aanvaren.

In deze notitie worden de kansen op een aanvaring en de scenario's voor een eventuele aanvaring bepaald op basis van een kwalitatieve nautische analyse met behulp van expert opinie. De belangrijkste aanleiding tot de analyse is de ontwikkeling van een appartementencomplex op de kop van het schiereiland, waarvan de stabiliteit en integriteit niet in het geding mag komen als gevolg van een aanvaring met de oeverconstructie.

Deze analyse op basis van expert opinie maakt deel uit van het vooradvies voor de bestemmingsplanprocedure en geeft een eerste indruk van de mogelijke risico's en de scope voor nader onderzoek. De analyse is niet bruikbaar voor ontwerpdoeleinden voor bebouwing en infrastructuur op de Kop van het Cruquiusgebied, daarvoor is nader onderzoek en aanvullende berekening nodig.

In de analyse wordt een antwoord gezocht op de vraag in hoeverre de situatie aanleiding kan geven tot een aanvaring en welke globale gevolgen van een aanvaring er voor de oeverconstructie bestaan.

2 Situatie

2.1 Locatie

De ontwikkeling bevindt zich in het Oostelijk havengebied van Amsterdam. Het zogenaamde Cruquiusgebied is een schiereiland tussen de Entrepothaven en de Mond van het Amsterdam-Rijnkanaal. Het onderzoeksgebied in deze analyse richt zich op de kop van het gebied, aangegeven in geel in Figuur 1.

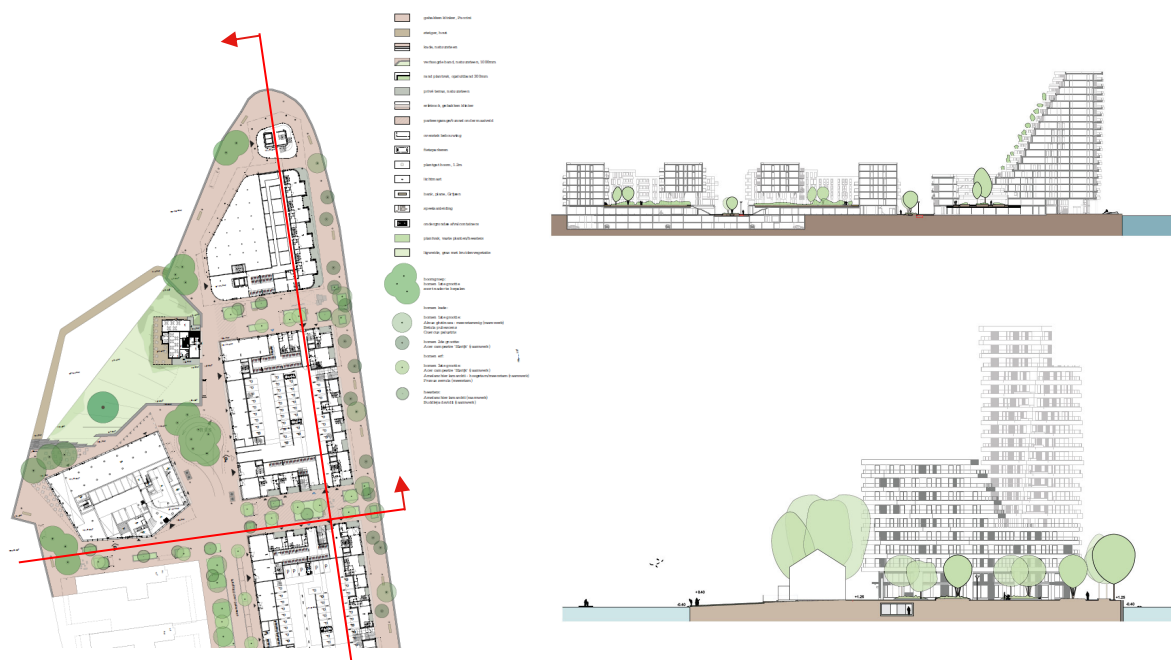


Figuur 1: Locatie van 'de Kop' van het Cruquiusgebied. Bron: Google Earth.

2.2 Ontwikkeling van het Cruquiusgebied

In Figuur 2 is een impressie van de ontwikkeling van de kop van het schiereiland weergegeven. De huidige situatie met loodsen en andere industriële gebouwen zal worden vervangen door een situatie met appartementengebouwen, groen en publiek terrein.

De bebouwing langs de gehele ontwikkeling staat op een afstand van circa 9 meter van de waterkant staat.



Figuur 2: Impressie van de ontwikkeling op de Kop van het Cruquiusgebied. Bron: Rijnbouw, Juli 2018.

2.3 Waterdiepten

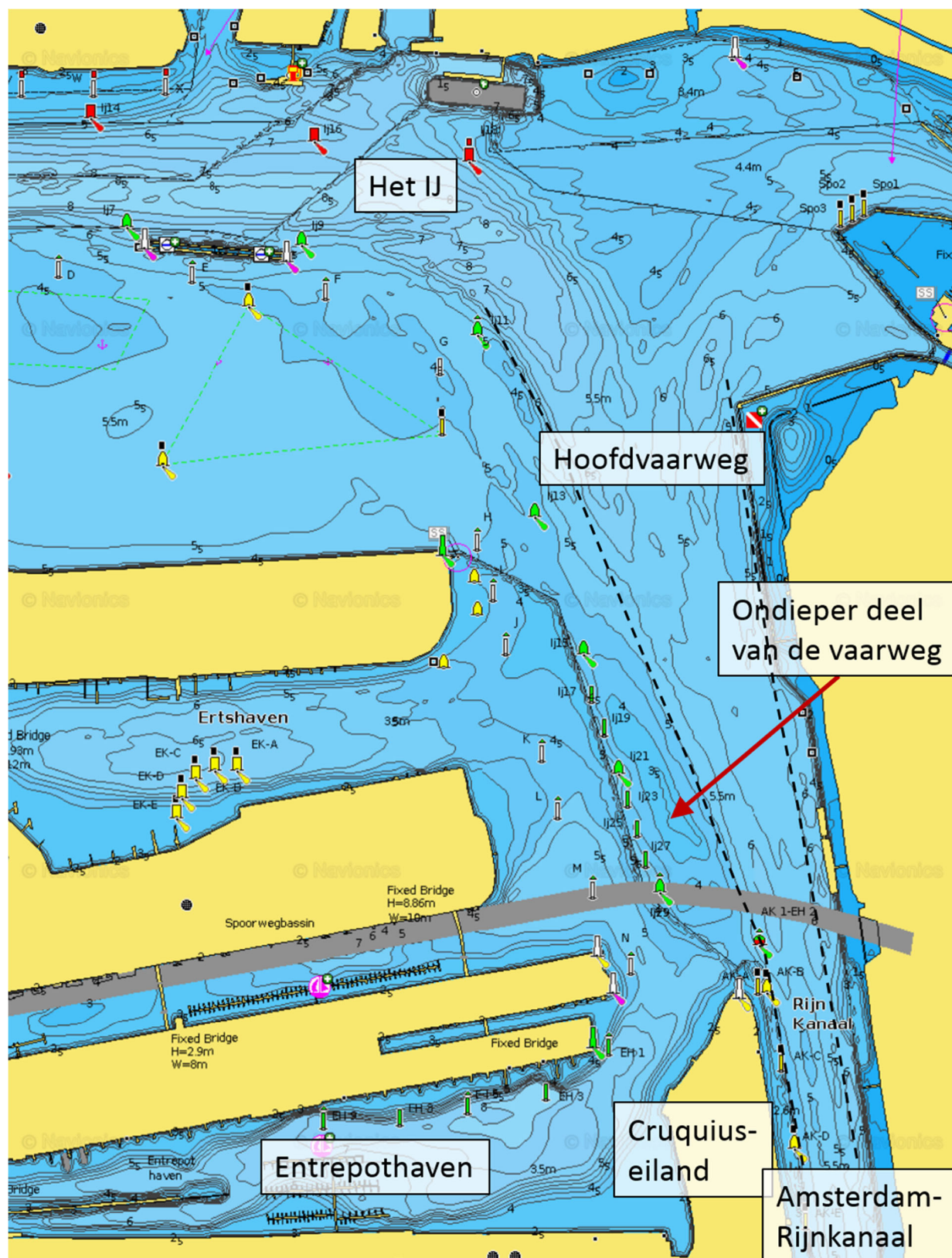
De beschikbare waterdiepten zijn in het kader van de analyse relevant, omdat deze een belangrijke factor in de beperking van aanvaarkansen kunnen zijn.

Aan de westzijde van het schiereiland bevindt zich de toegang tot de Entreporthaven. Alhoewel de minimaal gegarandeerde waterdiepte 3,5 meter bedraagt, zijn grotere diepten (tot 8 meter) aanwezig.

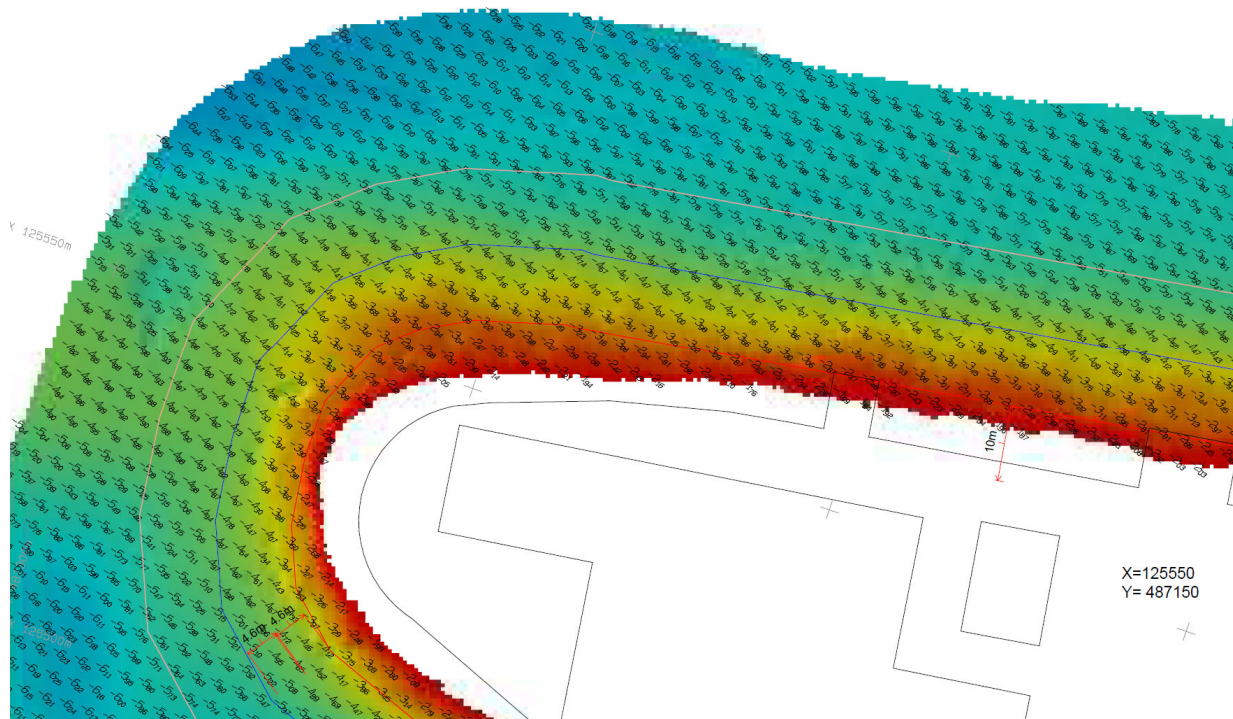
De diepte in het Amsterdam-Rijnkanaal varieert tussen 3,5 en 6,0 meter, waarbij de hoofdvaarweg een minimale diepte van 5,0 meter laat zien. Het ondiepere deel bevindt zich ten noorden van het Cruquiusseiland en de Piet Heintunnel, op een breed en westelijk gedeelte van het kanaal.

Waterdiepten rond het schiereiland zijn langs de hele waterkant klein (zie Figuur 4/Figuur 5). Direct aangrenzend aan de damwand wordt de bodemligging op basis van de beschikbare informatie¹ conservatief aangenomen op NAP – 0,90 meter (zie ook Figuur 5). De waterstand varieert met het Amstellandsboezempeil tussen NAP – 0,20 en – 0,50 meter (streefpeil: NAP -0,40 meter). De waterdiepte aan de damwand bedraagt dus rond de 0,50 meter. De bodem loopt af tot de vereiste waterdiepte in het kanaal van ca. NAP – 5,5 meter, zie Figuur 3.

¹ Toetsing damwand Cruquiusgebied – Amsterdam-Rijnkanaal, CRUX Engineering BV, augustus 2018.

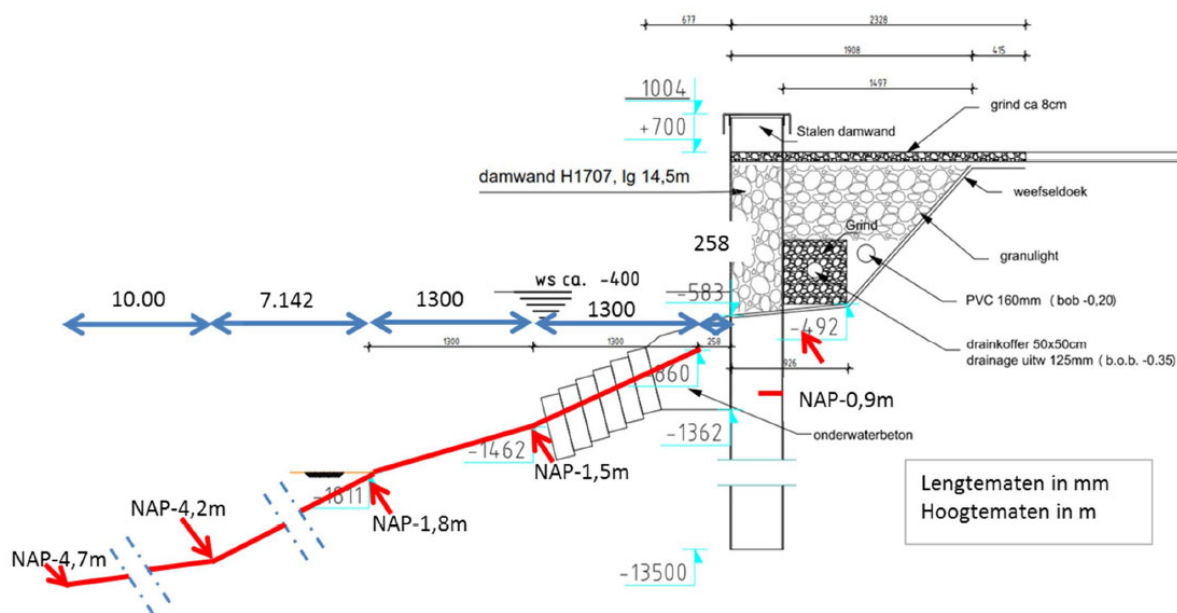


Figuur 3: Uitsnede van nautische kaart. Bron: webapp.navionics.com.



Figuur 4: Waterdiepte kaart rond de kop van het schiereiland, 2015, referentieniveau: NAP.

Nabij de oeverconstructie is de bodem verstevigd met onderwaterbeton op een hoogteligging van NAP – 1,5 meter tot NAP – 0,5 meter.



Figuur 5: Typische doorsnede van de oeverconstructie rond de Kop van het Cruquiusgebied. Bron: Toetsing damwand Cruquiusgebied – Amsterdam-Rijnkanaal, augustus 2018.

3 Scheepvaart

Het Amsterdam-Rijnkanaal is een belangrijke verbinding in het vaarwegennetwerk in Nederland (hoofdtransportas) en wordt hoofdzakelijk gebruikt door beroepsvaart. Voor deze analyse zijn zowel de vaarroutes, de scheepsafmetingen en de frequentie van het aantal passerende schepen relevant.

Daarnaast zijn in het kader van schade door aanvaringen, alleen de schepen met significante massa relevant. Dit sluit de recreatievaart en kleine beroepsvaart (sleepboten, loodsboten, patrouilleboten etc.) uit, waardoor alleen het beroepsverkeer op het Amsterdam-Rijnkanaal relevant is te beschouwen.

3.1 Vaarweg en scheepsafmetingen

Het Amsterdam-Rijnkanaal is ontworpen om CEMT-klasse Vlb te faciliteren. Deze scheepsklasse staat gelijk aan het formaat van een 4-baksduwstel en de maximale scheeps-/duwstelaafmetingen van 200 m x 23,5 m x 4,0 m (lengte x breedte x maximale diepgang). Een dergelijk duwkonvooi kent een massa van tot 12.000 ton.

Ook relevant in de analyse van aanvaarkansen, is de *minimale* diepgang van het binnenvaarverkeer, aangezien minder diep stekende schepen minder hinder van beperkte waterdiepten zal ervaren. In het geval van ongeladen vaarverkeer wordt deze diepgang conservatief aangenomen op 0,5 tot zelfs 0,0 meter, uitgaande van een ongeladen duwbak dat door de verdeling van de lading naar achteren helt. In deze situatie zal de massa van het vaartuig vanzelfsprekend lager zijn.



Figuur 6: 4-baksduwstel. Bron: Rederij de Jong.

In Figuur 3 is te zien dat door middel van vaarwegmarkeringen het vaarwater voor de verschillende vervoersstromen inzichtelijk is gemaakt. De beschikbare vaarweg voor het Amsterdam-Rijnkanaal en het IJ is duidelijk te onderscheiden.

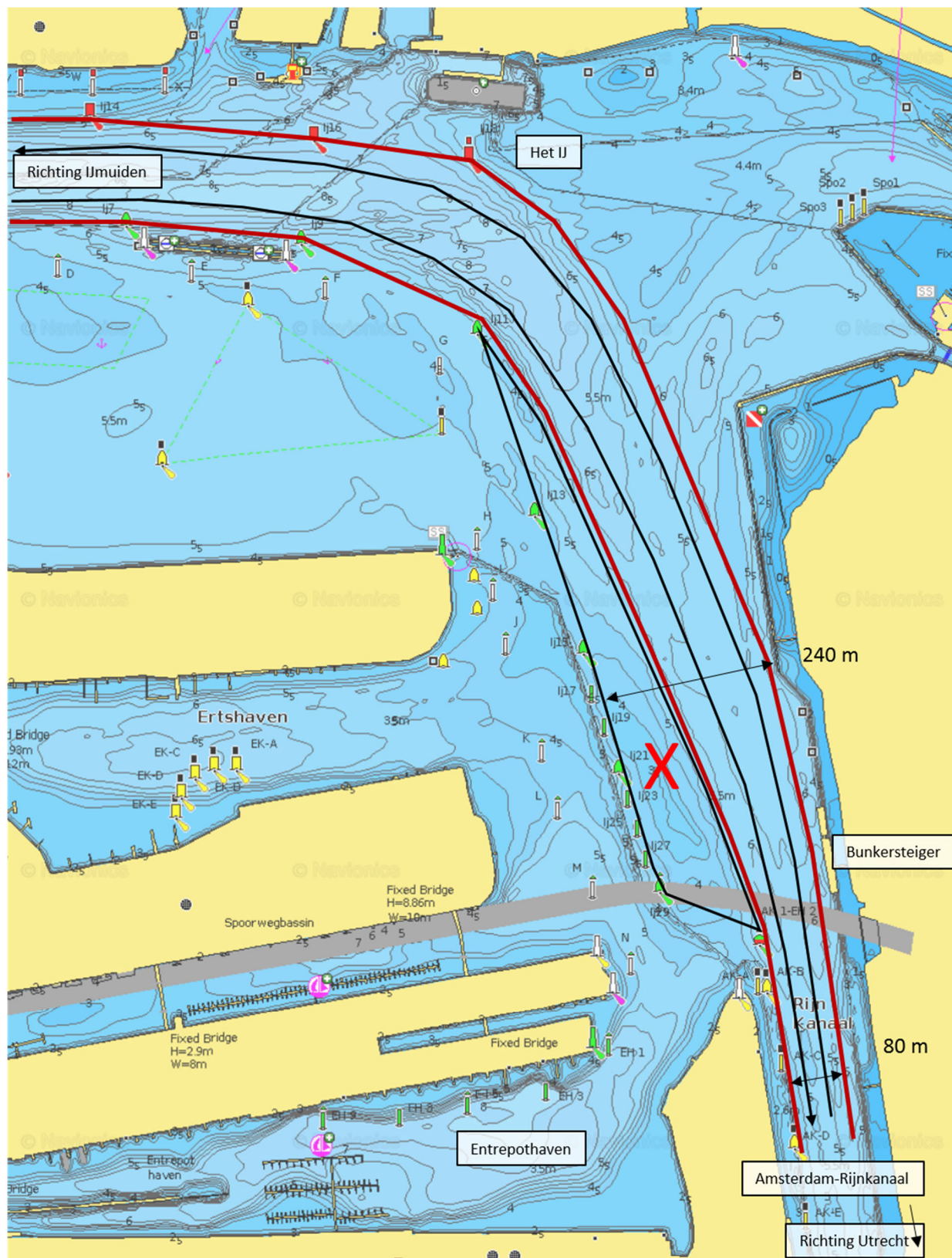
Andere vaarroutes in het onderzoeksgebied hebben betrekking tot de verschillende bassins aan de westelijke kant van het Cruquiusgebied. Deze bassins hebben hun binnenvaartfunctie verloren, en worden vooral gebruikt door pleziervaart en andere kleinere schepen. De pleziervaart kan in de verdere beschouwing van kansen op aanvaren buiten beschouwing worden gelaten, aangezien deze schepen naar verwachting geen significante schade zullen kunnen aanrichten aan de oeverconstructie of ontwikkelingen in het Cruquiusgebied.

Ter hoogte van het Cruquiuseland bevinden zich aan de overzijde van het kanaal twee ligplaatsen waar brandstof gebunkerd kan worden. Aan de zijde van het Cruquiuseland is gele betonning geplaatst, welke een afscheiding vormt tussen de oeverconstructie met beperkte waterdiepten en het kanaal, de beschikbare vaarwegbreedte is ter hoogte van het Cruquiuseland circa 80 meter, waarbij rekening gehouden wordt met schepen die afgemeerd liggen aan de bunkersteiger.

Ten noorden van het Cruquiusgebied verbreedt/versmalt de vaarweg zich van 80 meter tot 240 meter, zie Figuur 7 Deze verbreding biedt meer ruimte voor het binnenvaartverkeer om de bocht met het IJ te maken en is goed aangegeven door de aanwezige vaarwegmarkeringen (groene betonning). Direct ten noorden van het Cruquiusgebied is een groen/rode vaarwegmarkering voorzien, wat aangeeft dat schepen vrij dienen te blijven van de ruimte tussen deze markering en het Cruquiusgebied.

In Figuur 7 is de omvattende contour voor beroepsvaart in het de verbinding tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het IJ weergegeven. Het gebied met de rode X geeft een deel van de vaarweg aan, dat door de beroepsvaart niet of nauwelijks zal worden gebruikt. Deze observatie wordt gesteund door het beeld van scheepsbewegingen in Figuur 8.

De maximale vaarsnelheid voor het Amsterdam-Rijnkanaal is gesteld op 18 km/uur, wat overeenkomt met ca. 10 knopen of 5 m/s. Naar verwachting is het voor de beroepsvaart mogelijk om deze snelheid in de bocht van/naar het IJ vast te houden, aangezien de bocht vanuit het IJ dermate flauw is dat beroepsvaart zich zonder grote moeite kan oplijnen met het Amsterdam-Rijnkanaal. Hierbij wordt opgemerkt dat niet alle scheepvaart deze maximale snelheid zal varen.



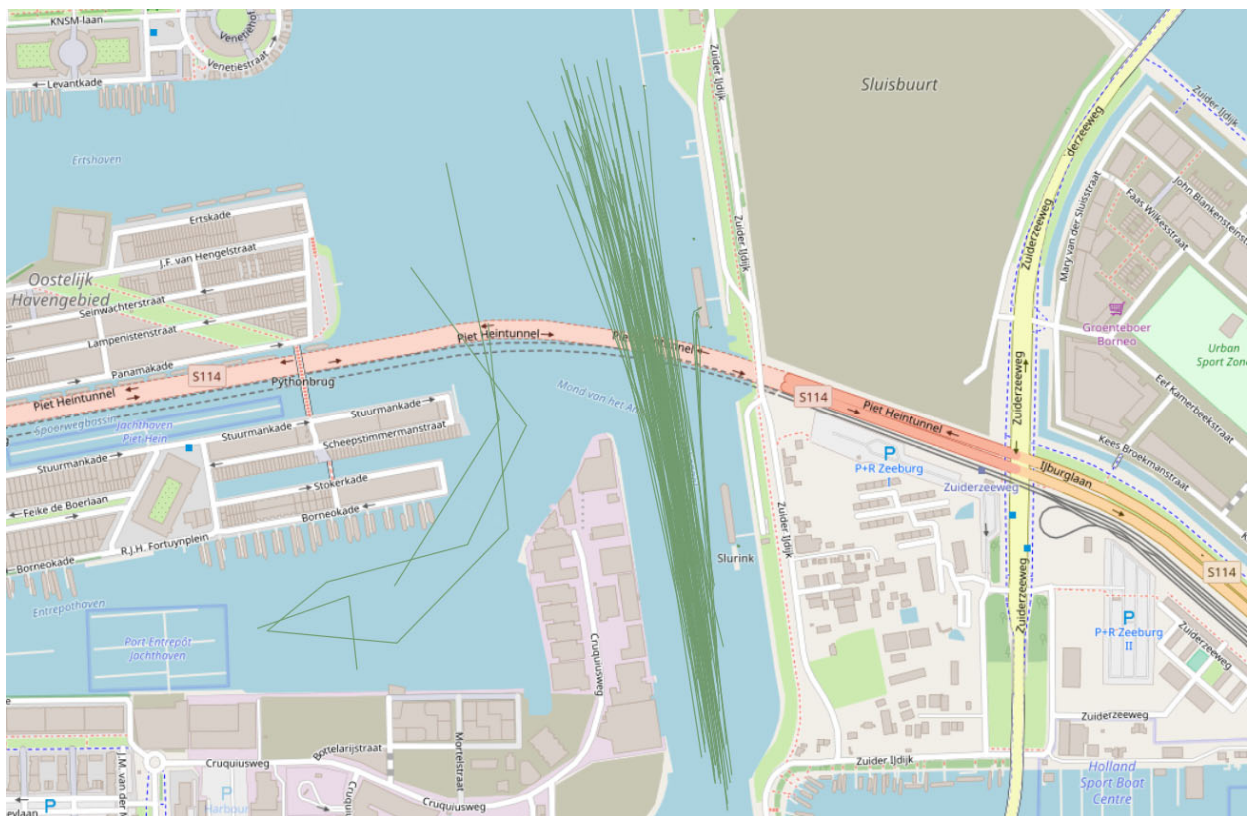
Figuur 7: Vaarwegbreedte voor het Amsterdam-Rijnkanaal. Bron: webapp.navionics.com.

3.2 Scheepvaartintensiteit

Er zijn voor deze notitie geen exacte cijfers bekend over het aantal scheepsbewegingen, maar verwacht wordt dat dit in de orde 50.000 - 60.000 passages per jaar voor gecombineerd beroeps en recreatievaart zal zijn. Er kan dus worden uitgegaan van een zeer drukbevaren vaarweg. Tevens moet worden uitgegaan van de situatie waarbij schepen elkaar tegemoet varen en passeren ter plaatse van de ontwikkeling.

Op basis van AIS-informatie (scheepsposities), is een weergave van vaarbewegingen op 3 maart gemaakt, zie Figuur 8. Door de beperkt beschikbare historische vaarbewegingen is geen statistiek te bedrijven op gemiddelde vaarwegintensiteiten. Ook is er geen onderscheid gemaakt tussen het type of de grootte van schepen.

Op basis van ervaringen in het scheepvaartnetwerk en bekendheid met de praktijk in de haven van Amsterdam/IJmuiden, kan worden aangenomen dat schepen op de route IJ > Utrecht voor het merendeel geladen schepen zijn. Dit geldt ook voor de duwstellen, gezien de goederenstroom landinwaarts voor met name kolen naar het Duitse achterland. Daarnaast proberen binnenvaartschippers zoveel mogelijk met lading te varen, om de opbrengst zo groot mogelijk te maken. Deze verdeling van geladen/ongeladen schepen verkleint de kans op aanvaring met de kop van Cruquius door ongeladen of ondiep stekende schepen. In de richting Utrecht > IJ is het aandeel ongeladen schepen groter.



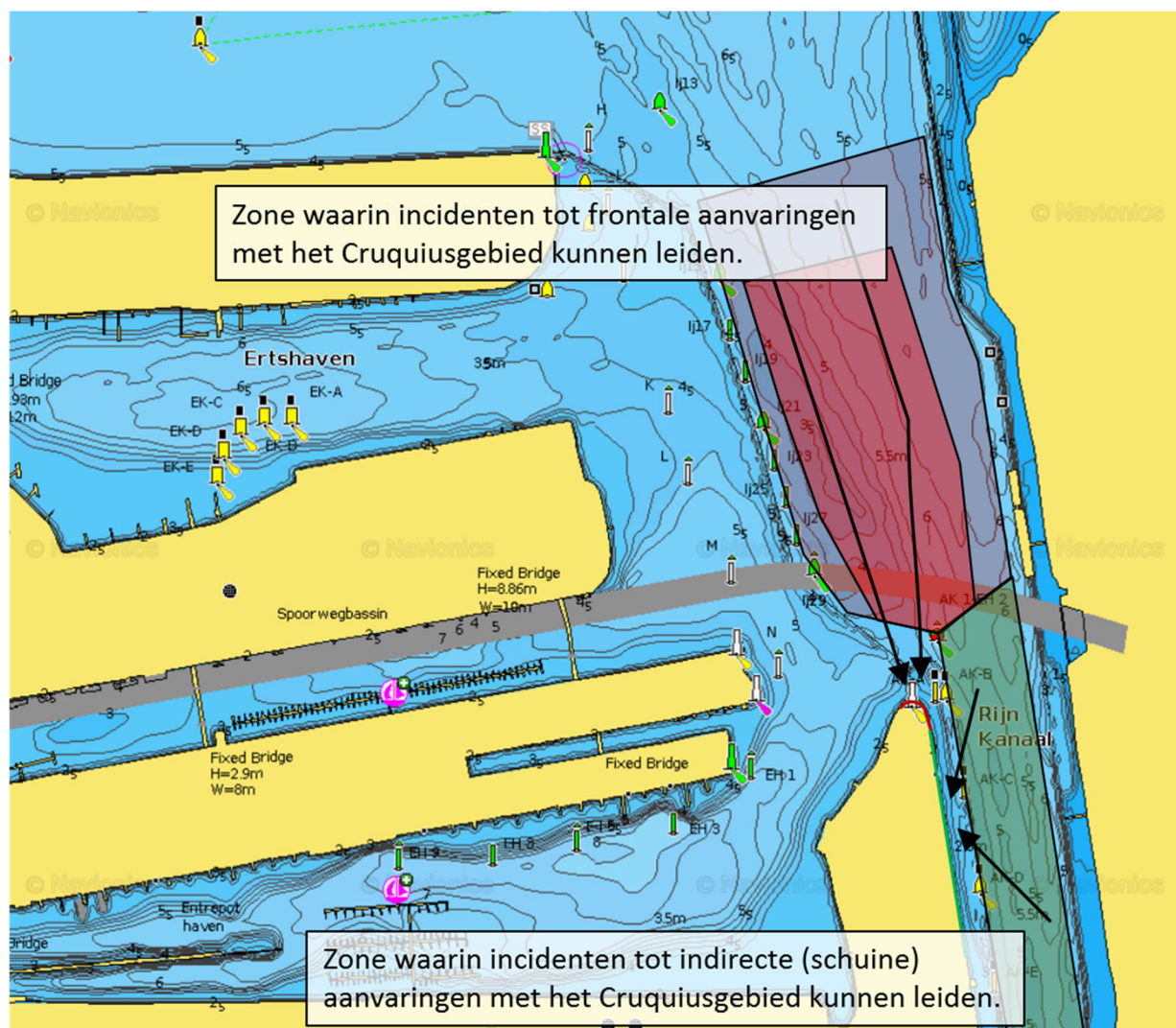
Figuur 8: Vaarverkeer op 3 maart 2019. Afgelegde route bij benadering bepaald met behulp van AIS-data. Bron: RHDHV.

4 Aanvaarkansen en scenario's

Er zijn geen incidenten bekend waarbij het Cruquiusgebied is aangevaren.

Een vaarscenario waarbij het Cruquiusseiland kan worden aangevaren is de situatie waarbij een schip uit de richting van het IJ de vaarweg in komt varen; schepen uit deze richting hebben de mogelijkheid om de kop van het Cruquiusseiland frontaal aan te varen. Schepen uit andere richtingen kunnen niet met snelheid rechtstreeks op de kade afvaren. De eventuele impact van schuin inkomende schepen op de oeverconstructie zal naar verwachting sterk minder zijn.

Door een stuurfout, overmacht of andere oorzaak bestaat de kans op een (frontale) confrontatie met de oever. Op basis van expert inzicht in dergelijke situaties is op de kaart een gebied aan te wijzen waar een bovengenoemd incident zou moeten plaatsvinden om te leiden tot een frontale confrontatie, zie figuur 9. Incidenten die buiten dit gebied plaatsvinden leiden naar verwachting niet tot een aanvaring met de Kop van Cruquius, omdat er voldoende afstand en/of uitwijkmogelijkheid bestaat. In het groene gebied is tevens de zone aangegeven waarin een incident tot een schuine aanvaring kan leiden.



Figuur 9: Scenario's voor aanvaren Kop van Cruquius. Bron: webapp.navionics.com.

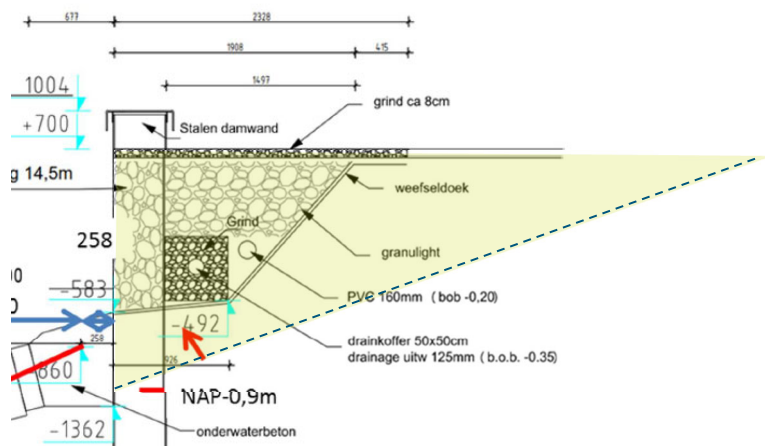
De kans op aanvaren wordt beperkt door de aanwezigheid van duidelijke vaarwegmarkeringen. Het Cruquiusgebied bevindt zich buiten de vaargeul, en dus buiten het toegewezen vaargebied. De vaarweg biedt voldoende ruimte en is gemarkeerd. Het lichtbaken op de kop van het schiereiland en de groen-rode vaarwegmarkering hebben een signaalfunctie die bijdraagt aan het vrij blijven van de kop van het Cruquiusgebied. Zolang schepen de vaarweg aanhouden, zal de oeverconstructie niet worden aangevaren.

Het feit dat het westelijke deel van het Amsterdam-Rijnkanaal ten noorden van het Cruquiusgebied minder waterdiepte biedt dan het oostelijke deel van het kanaal (zie ook het met een rode X gemarkeerde gebied in Figuur 7), zorgt ervoor dat de verkeersintensiteit zich concentreert in het oostelijke deel, wat de kans op aanvaren verkleint. De beperkte waterdiepte is hiermee een belangrijke factor in de beperking van de kans op een aanvaring. De beperkte waterdiepte nabij de waterkant vormt een fysieke barrière tegen aanvaren, en zorgt voor schepen met een diepgang van een meer dan een halve meter op zijn minst voor een sterke reductie in vaarsnelheid.

Door de geringe waterdiepte is directe impact van schepen dan ook onwaarschijnlijk: geladen schepen met een diepgang groter dan ca. 1,5 meter lopen aan grond en zullen de oever waarschijnlijk niet of met minimale energie zullen raken. Ook schepen met een diepgang tussen 1,5 meter en een 0,5 meter zullen sterk vertraagd worden door het contact met de bodem, zij het pas op korte afstand van de oeverconstructie; Wanneer de kiel van het schip contact maakt met de bodem, zal de bodem een omhoogstuwende en remmende werking op het schip hebben, waardoor het schip veel van zijn bewegingsenergie verliest.

Schepen met een diepgang van minder dan een 0,5 meter (ongeladen duwbakvaart) ervaren echter geen hinder van de bodem en zullen pas op het laatste moment of helemaal geen vertraging door de bodem ondervinden. Deze schepen hebben hierdoor fysiek kans op het op volle snelheid raken van de oeverconstructie. Deze ongeladen schepen hebben echter ook een kleinere massa, waardoor de impact op de oeverbescherming kleiner is dan vergeleken met een geladen vaartuig. Daarnaast zal in de meeste gevallen bij een dergelijke calamiteit getracht worden de snelheid te verminderen door het bijvoorbeeld het achteruitslaan van de motor. De kans op aanvaren van het Cruquiusgebied door ongeladen duwbakken komend vanuit het IJ wordt klein geacht aangezien richting het achterland voornamelijk sprake is van geladen vaart.

In het geval van een frontale aanvaring op de kade is de verwachting dat er schade zal optreden aan de damwandconstructie. Hierbij zal de aanvaarenergie deels worden opgenomen door vervormingen van het schip en deels door vervormingen van de damwand en het achterliggende grondpakket. In het geval van het bezwijken van de damwandconstructie zal achter de damwand een natuurlijk talud ontstaan, zoals indicatief aangegeven in Figuur 10. Met de gegeven kerende hoogte van ongeveer 1,5 meter en de gegeven grondslag (aanvullend tot NAP -1,50 m) zal bebouwing welke op circa 10 meter afstand van de kadeconstructie aanwezig is naar verwachting geen significante belasting van ondervinden van een aanvaring.



Figuur 10: Mogelijk talud na bezwijken damwandconstructie

Deze beschouwing is gebaseerd op de aannames dat de bebouwing is gefundeerd op palen en dat er geen kelder (op de kop) onder het gebouw aanwezig is. Daarnaast is uitgegaan van de huidige bodemprofielen.

Mogelijke toekomstige wijzigingen van de kanaalbodem (verdieping) of aanpassing van de kadeconstructies kunnen invloed hebben op deze conclusies. Aanbevolen wordt om in het ontwerp van het gebouw rekening te houden met een mogelijke afwezigheid van een deel van de grond achter de kadeconstructie.

5 Conclusie

De kans op een aanvaring met de gebouwen op de Kop van Cruquius is door de beschikbare ruimte op de vaarweg, beperkte waterdiepten rond het eiland, goede vaarwegmarkeringen en het scheepvaartprofiel nihil. Wel is er een kleine kans dat de oeverconstructie (in de vorm van de damwand met daarvoor oeverbescherming en onderwaterbeton) wordt aangevaren.

In het geval van een aanvaring met de oeverconstructie, ontstaan naar verwachting vervormingen aan zowel het schip, de damwand en het achterliggende grondpakket. In het ergste onaannemelijk geval zal de damwand in zijn geheel bezwijken. Er ontstaat achter de damwand een natuurlijk talud.

De scenario's waarbij een frontale aanvaring op snelheid met het Cruquiusgebied kan voorkomen is wanneer de volgende omstandigheden zich voordoen:

- Schepen komen vanuit het IJ en varen in de richting van Utrecht,
- Door een overmachtsituatie wordt van het gemarkeerde en toegewezen vaarwater afgeweken,
- Er sprake is van duwbakvaart met een diepgang van minder dan 0,5 meter aan de voorsteven, en-
- Er kan niet of onvoldoende worden ingegrepen om de snelheid te verminderen of de koers te veranderen.

Hierbij wordt opgemerkt dat de kans op aanvaren van het Cruquiusgebied door ongeladen duwbakken komend vanuit het IJ klein wordt geacht aangezien richting het achterland voornamelijk sprake is van geladen vaart.

Buiten het scenario voor een frontale aanvaring bestaat er kans op een aanvaring door schuin inkomende schepen, zoals langs de gehele oostelijke oever van het Cruquiusgebied het geval kan zijn. De impact van schuin inkomende schepen is kleiner en ook hier gelden de voorwaarden dat de diepgang van de schepen klein is en er door overmacht van het vaarwater afgeweken wordt.

5.1 Aanbevelingen

Een eventuele optimalisatie voor een verkleining van het aanvaarrisico is het versmallen van de vaarweg ten noorden van het Cruquiusgebied door de groene vaarwegmarkeringen te verplaatsen naar het oosten. Hierdoor wordt de scheepvaart meer geconcentreerd in het oostelijk deel van de vaarweg.

In de huidige situatie bevindt zich een lichtbaken op het uiteinde van het Cruquiuseiland. Met de nieuwe ontwikkelingen en gerelateerde verlichting, is het aannemelijk dat het effect van het lichtbaken, dus de waarneembaarheid van het sein voor een schipper vermindert of komt te vervallen. Het wordt aanbevolen het lichtbaken te behouden en de lichtintensiteit te verhogen.

In de levensduur van de ontwikkeling op het Cruquiuseiland kunnen veranderingen optreden in de situatie rond de vaarweg, het vaarverkeer of de bodemligging. Deze zaken hebben directe invloed op het aanvaarrisico en gevolgen van eventuele aanvaringen.

Het is daarom van belang dat de bodemligging in de directe nabijheid van de oeverconstructie gemonitord en onderhouden blijft.

Het wordt aanbevolen om in het ontwerp van het gebouw rekening te houden met een mogelijke afwezigheid van een deel van de grond achter de kadeconstructie. Na afstemming met de constructeur is bevestigd dat zij het wegvallen van de oeverconstructie en het daarbij ontstaan van een natuurlijk talud meenemen in de constructieve uitwerking van het gebouw en de fundering. Het zal geen probleem zijn om dit constructief op te lossen gezien de grootte van de hoofdbouwpoer en fundering.