

# Aanvaringsrisico's langs het Spui.

Bouwplan Spuifront, Oud-Beijerland





## Voorwoord en leeswijzer

AA-Planadvies is een eenmansbedrijf en gespecialiseerd in binnenvaart, logistiek en complexe infrastructuur zoals havens, bruggen, aquaducten, sluizen, enz. Daarvoor wordt samengewerkt met de meest uiteenlopende partijen en adviesbureaus. Gert Schouwstra is zelf opgegroeid in de Rijn- en binnenvaart. Hij is ooit begonnen in de maakindustrie en als schadeacceptant/expert voor een grote maritieme verzekeraar. Daarna is hij opgeleid als ingenieur en bestuurskundige en nu al vele jaren werkzaam als beleidsmaker en strategisch adviseur op het gebied van havens en vaarwegen. Vanaf 2011 doet hij dit als zelfstandige.

AA-Planadvies werkt al vanaf de oprichting samen met Nederlandse Vereniging van Binnenhavens te Rotterdam, en is sinds 2016 geassocieerd lid van deze brancheorganisatie. Meestal wordt gewerkt in opdracht van vaarwegbeheerders of projectorganisaties binnen de overheid en soms ook voor ingenieursbureaus of de Commissie MER. Er wordt ook gewerkt voor buitenlandse opdrachtgevers, afkomstig uit Zweden, Duitsland, België of het Verenigd Koninkrijk.

AA-Planadvies is door AM B.V. in Utrecht gevraagd om een deskundigenoordeel, inzake het bouwplan Spuifront langs het Spui in Oud-Beijerland. Het gaat om een voormalig industrieterrein wat na sanering een top-woningbouwlocatie moet gaan worden.

Rijkswaterstaat is vaarwegbeheerder voor het Spui en heeft ingebracht veiligheidsrisico's te zien vanwege de mogelijkheid dat de nieuwe huizen aangevaren kunnen worden door schepen. In deze korte notitie wordt ingegaan op de aannemelijkheid van dit scenario, alsmede een inschatting van de mogelijke effecten en risico's.

Ing. Gert Schouwstra BPM.

AA-Planadvies  
Loëngasterlaan 23  
8604 ZC Sneek  
0515-764411  
[gertschouwstra@aa-planadvies.nl](mailto:gertschouwstra@aa-planadvies.nl)

# Inhoudsopgave

Voorwoord en leeswijzer.....	3
Inhoudsopgave.....	4
1 Het project en zijn omgeving. ....	5
1.1 Het Spui.....	5
1.2 Het project Spuifront. ....	6
1.3 Voorkomende scheepstypen op het Spui.....	7
1.4 Vrijwaringszone Barro. ....	8
1.5 Vrije ruimte volgens Richtlijnen Vaarwegen.....	8
1.6 Hoe ligt het plan ten opzichte van de vrijwaringszone?.....	11
1.7 Toetsing en Watervergunning. ....	12
1.8 Rol Rijkswaterstaat.....	12
2 Schade aan gebouwen door aanvaringen.....	13
2.1 Aanvaringen van huizen en objecten.....	13
2.2 Is er een reële kans dat een schip de projectlocatie ergens kan raken? .....	16
2.3 Wat zijn de mogelijke oorzaken van aanvaringen?.....	17
2.4 Wat is het effect van de waterstanden op het risico? .....	17
3 Beoordeling van de aanvaarrisico's. ....	19
3.1 Het inzetten van expert judgement als beoordelingsmethode voor een situatie.....	19
3.2 Het maximale scenario vanuit de conservatieve benadering.....	20
3.3 Het maximale scenario vanuit de anticiperende benadering. ....	22
3.4 Aangepaste constructie bij een conservatieve benadering. ....	23
3.5 Keuze.....	24
4 Beoordeling van het bouwplan.....	25
4.1 Waarmee moet bij een aanvaring rekening worden gehouden?.....	26
4.2 Beoordeling van dwarsdoorsnede C-C uit het bouwplan. ....	26
4.3 Huidige aanlegvoorziening scheepvaart.....	27
5 Conclusies. ....	29
6 Verantwoording.....	30

# 1 Het project en zijn omgeving.

## 1.1 Het Spui.

### Beschrijving:

"Het Spui" is een getijdenrivier die in 1532 ontstond na een dijkdoorbraak bij een stormvloed. Het verbindt nu de Oude Maas met het Haringvliet. Door uitvoering van de Deltawerken is de natuurlijke stroomrichting omgekeerd; het water stroomt nu van het Haringvliet naar de Oude Maas. Zo wordt de verzilting die wordt veroorzaakt door de Nieuwe Waterweg tegengegaan.

Het Spui is 16 kilometer lang en vormt de scheiding tussen de eilanden Hoekse Waard en Voorne-Putten. De breedte varieert tussen 130 en 255 meter en de bodemligging tussen -15,00 en -3,35 NAP. Vanwege het smalle profiel zijn de stroomsnelheden hoog en deze kunnen oplopen tot 6 km/uur.

De vaarwegklasse komt volgens VIN overeen met CEMT IV. De maximaal toegestane afmetingen voor schepen zijn echter 110 x 11,50 x 2,80. Dat zijn klasse Va schepen, maar met een substantiële aflaadbepijking.

Het scheepvaartverkeer wordt tot aan het Haringvliet begeleid door de verkeerspost Dordrecht. (sector Heerjansdam)

Rijkswaterstaat heeft in Goidschalxoord op de Oude Maas een meetpunt ingericht. Het normale peil op de Oude Maas varieert tussen NAP -0,30 tot +1,25 m. Bij stormvloed of hoge rivierafvoeren komt het waterpeil hoger te staan.



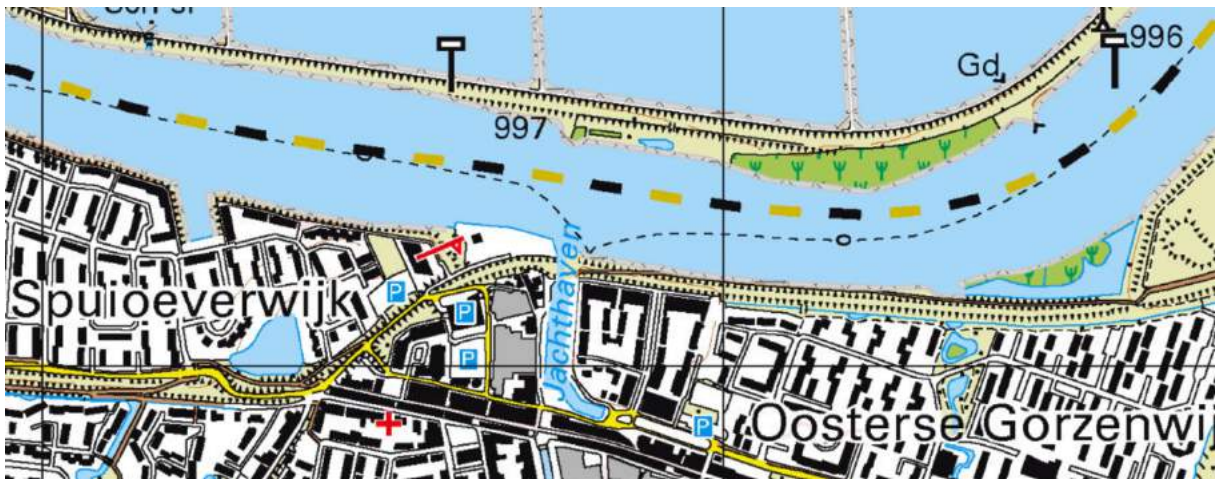
Afbeelding 1: Haven van Oud-Beijerland, ca. 1880

### Ontstaan:

Al rond 1850 was het gebied langs de haven van Oud-Beijerland bebouwd. De insteekhaven liep haaks vanaf de rivier ver het dorp in tot in het centrum. In 1964 werd een nieuwe verhoogde dijk aangelegd als onderdeel van het Deltaplan. De haven werd afgesloten door middel van een nieuwe sluis en de binnenscheepvaart kon daardoor niet meer in het dorp komen om te lossen. Het overblijvende buitendijkse terrein werd opnieuw ingericht als betoncentrale met zand- en grindhandel en de haven werd ingericht als jachthaven. Ook de terreinen verderop langs de rivier raakten langzamerhand bebouwd. De suikerfabriek ten



westen van de locatie werd afgebroken en maakte plaats voor de Spuioeverwijk en de gorzen aan de oostkant werden de Oosterse Gorzenwijk.



Afbeelding 2: Haven van Oud-Beijerland, 2017

De betoncentrale was eerst eigendom van de firma Van Neerbos bouwmaterialen. Op een gegeven moment waren nieuwe investeringen nodig en werd deze locatie overgenomen door Mebin BV. Uiteindelijk bleef het onderdeel zand- en grindoverslag het langst in bedrijf. In 2007 werd de grote kraan weggehaald en de ontmanteling van het terrein ingezet. Anno 2017 rest er een leeg terrein met kade en een afmeervoorziening die gebruikt wordt door de binnenvaart.

## 1.2 Het project Spuifront.

AM B.V. in Utrecht houdt zich bezig met de herontwikkeling van het gebied. Hiervoor is door bureau West 8 een beeldkwaliteitsplan<sup>1</sup> en een inrichtingsplan<sup>2</sup> opgesteld.



Afbeelding 3 project Spuifront. (artist impression West 8)







<sup>1</sup> Masterplan & Beeldkwaliteit Spuifront Oud-Beijerland, mei 2018

<sup>2</sup> Concept Inrichtingsplan Spuifront, versie 10 juli 2018.

De woningen komen langs het Spui te staan, ter hoogte van Rijnkilometer 997 en binnen de vrijwaringszone van Rijkswaterstaat. Dat betekent dat er extra toetsingen moeten plaatsvinden, o.a. op veiligheid tegen aanvaringen. Met inzet van constructeur en architect wordt het plan nu verder uitgewerkt en op haalbaarheid getoetst, als basis voor de procedure voor vaststelling van het ruimtelijke plan.

### 1.3 Voorkomende scheepstypen op het Spui.

De officiële vaarklasse op het Spui is CEMT IV. Op de vaarweg gelden echter maximale afmetingen<sup>3</sup> voor schepen van 110 x 11,5 x 2,8 meter. Dit komt overeen met CEMT klasse Va, maar met verminderde diepgang. Ook varen er veel schepen van klasse III en IV op de rivier. Deze schepen zijn geladen of komen leeg terug van hun bestemming.

Scheepstypen		Bureau Voorlichting Binnenvaart	
Klasse			
III	 Dortmund-Eemskanaalschip (Dortmunder) Lengte 67 meter - breedte 8,20 meter - diepgang 2,50 meter - laadvermogen 1.000 ton		40 x
IV	 Rijn-Hernekanaalschip (Europaschip) Lengte 85 meter - breedte 9,50 meter - diepgang 2,50 meter - laadvermogen 1.350 ton		54 x
Va	 Groot Rijnschip Lengte 110 meter - breedte 11,40 meter - diepgang 3,00 meter - laadvermogen 2.750 ton		120 x

Afbeelding 4: Scheepstypen CEMT III t/m Va. (Bureau Voorlichting Binnenvaart)

In Afbeelding 4 zijn de afmetingen van de op de rivier varende schepen afgenomen. Omdat Rijkswaterstaat op de rivier een verminderde diepgang van maximaal 2,8 meter toestaat, kunnen de grootste schepen minder lading meenemen dan in de tabel is opgenomen. Niet alle schepen kunnen tot die maximale diepgang afladen.

Een Groot Rijnschip kan bij een diepgang van 2,8 meter ongeveer 2.500 ton lading meenemen. Het eigen gewicht van zo'n schip bedraagt ongeveer 1.000 ton.

Een leeg schip van deze klasse heeft voor een diepgang van slechts 0,20 m en achter van 1,80 m. Gemiddeld is dat dus 0,90 meter en het schip ligt achterover. Hierdoor kan een leeg schip bij aanvaringen makkelijk over een object heen schuiven. Per centimeter inzinking kan meestal iets meer 12 ton worden meegenomen. Bij een diepgang van 2,50 m wordt nog circa 2.100 ton meegenomen.

Het Spui is niet aangewezen als route voor gevaarlijke stoffen, en deze worden nauwelijks over de rivier vervoerd. Dit betreft dan containerschepen of tankers. De moderne binnenvaartschepen die zijn ingericht voor het vervoer van gevaarlijke stoffen, zijn dubbelwandig uitgevoerd en zo veilig dat bij aanvaring geen extra risico's ontstaan die in deze beoordeling moeten worden meegenomen.

<sup>3</sup> Bron: Vaarwegen In Nederland, uitgave Rijkswaterstaat, 2017.



## 1.4 Vrijwaringszone Barro.

Op 22 augustus 2011 heeft het Rijk algemene regels ter bescherming van nationale ruimtelijke belangen vastgesteld. In dit Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) zijn zogeheten “vrijwaringszones” langs Rijkswaerwegen vastgelegd. Uit het overleg met Rijkswaterstaat, die de beheerder is van de vaarweg, is gebleken dat de projectlocatie binnen de vrijwaringszone ligt. In hoofdstuk 2 Barro is hierover het volgende opgenomen:

### Hoofdstuk 2. Nationale belangen

#### Titel 2.1. Rijkswaerwegen

##### Artikel 2.1.1. (begripsomschrijvingen)

1. In deze titel en de daarop berustende bepalingen wordt verstaan onder:

- CEMT-klasse: vaarwegklasse zoals vastgesteld door de Conférence Européenne des Ministres de Transport (CEMT), gebaseerd op de afmetingen van standaardschepen en duwstellen;
- rijkswaerweg: voor het openbaar verkeer van schepen openstaand oppervlaktewaterlichaam in beheer bij het Rijk als bedoeld in [artikel 3.1 van het Waterbesluit](#), uitgezonderd de Noordzee, de Waddenzee, de Westerschelde en het IJsselmeer;
- vrijwaringszone: zone aan weerszijden grenzend aan een rijkswaerweg.

##### Artikel 2.1.2. (bepaling vrijwaringszone)

1. Een vrijwaringszone wordt gemeten vanaf de begrenzingslijn van de rijkswaerweg zoals opgenomen in de legger, bedoeld in [artikel 5.1 van de Waterwet](#).
2. De breedte van een vrijwaringszone, gemeten vanaf de begrenzingslijn van de rijkswaerweg, bedraagt:
  - a. 10 meter aan weerszijden van een rijkswaerweg van CEMT-klasse II;
  - b. 20 meter aan weerszijden van een rijkswaerweg van CEMT-klasse III;
  - c. 25 meter aan weerszijden van een rijkswaerweg van CEMT-klasse IV, V of VI;
  - d. 40 meter aan weerszijden van een zeehaventoegang;
  - e. 50 meter aan weerszijden van een rijkswaerweg binnen een afstand van 300 meter van een vaarwegsplitsing of havenuitvaart.

**Artikel 2.1.3. (veiligheid scheepvaart op vaerwegen)** Bij de vaststelling van een bestemmingsplan dat betrekking heeft op gronden binnen de begrenzing van een rijkswaerweg of op een vrijwaringszone en dat een wijziging inhoudt ten opzichte van het ten tijde van inwerkingtreding van deze titel geldende bestemmingsplan, wordt rekening gehouden met het voorkomen van belemmeringen voor:

- a. de doorvaart van de scheepvaart in de breedte, hoogte en diepte;
- b. de zichtlijnen van de bemanning en de op het schip aanwezige navigatieapparatuur voor de scheepvaart;
- c. het contact van de scheepvaart met bedienings- en begeleidingsobjecten;
- d. de toegankelijkheid van de rijkswaerweg voor hulpdiensten, en
- e. het uitvoeren van beheer en onderhoud van de rijkswaerweg.

#### Afbeelding 5: Vrijwaringszones in het Barro. (Wetstekst)

Het Spui is een Rijkswaerweg van CEMT-klasse IV. Op grond van artikel 2.1.2, lid 2-c moet er rekening worden gehouden met een vrijwaringszone van 25 meter over het plangebied.

Het plangebied grenst direct aan de invaart van de jachthaven van Oud-Beijerland. Formeel is dus ook lid 2-e van toepassing en geldt er voor een lengte van 300 meter ten weerszijden van de haven een vrijwaringszone van 50 meter. Dit komt overeen met het gehele plangebied.

## 1.5 Vrije ruimte volgens Richtlijnen Vaerwegen.

In paragraaf 3.12 van de Richtlijnen Vaerwegen<sup>4</sup> heeft Rijkswaterstaat de volgende uitgangspunten voor de vrijwaringszone opgenomen:

<sup>4</sup> RVW – Richtlijnen Vaerwegen 2017 (Rijkswaterstaat)



Aan de landzijde van de vaarweg zijn in principe drie, elkaar overlappende zones te onderscheiden:

- a. Oeverstrook
- b. Vrije ruimte
- c. Risicocontour

Omdat het Spui niet is opgenomen in het Basisnet voor gevaarlijke stoffenroute, is de risicocontour niet van toepassing. Hieronder volgen de teksten uit de RVW:

#### Oeverstrook

*“Voor het instandhouden van de vaarweg en de oeverbescherming en voor het plaatsen van aanwijzingen aan het scheepvaartverkeer is een oeverstrook of berm nodig. Deze oeverstrook dient in beheer van de vaarwegbeheerder te zijn. De breedte van de berm wordt bepaald door het type oeverbescherming (damwand, natuurlijke oever) en de constructie (verankering, bestorting). Soms is de oever tevens het onderste deel van de waterkering. De geadviseerde minimumbreedte van de oeverstrook, gerekend vanaf de vaarwegbegrenzing, is vermeld in Tabel 27. De oeverstrook is een deel van de vrije ruimte.*

*Voor het opmaken van een proces-verbaal, het optreden bij calamiteiten en vanuit beheersoverwegingen is het raadzaam in de oeverstrook een kilometrering of hectometrering aan te brengen, die leesbaar is vanaf het water en vanaf de wal. Informatie over maatvoering, uitvoering en plaatsing hiervan is te vinden in de Richtlijnen Scheepvaarttekens (ref. 22). Bij belangrijke vaarwegen kan aan de landzijde van de oeverstrook een inspectieweg liggen, die tevens de toegankelijkheid voor hulpdiensten waarborgt. Het verdient aanbeveling deze inspectieweg zodanig uit te voeren, dat deze ook te gebruiken is als recreatieve wandel- en/of fietsroute.”*

#### Aanvaringsgevaar

*“Dicht langs de vaarweg staande bouwwerken (inclusief parkeerkelders) kunnen in het geval van een verticale vaarwegbegrenzing (kademuur, damwand) door een overkragende scheepsboeg geraakt worden. Voor een extreme situatie, dat wil zeggen een betrekkelijk geringe kadehoogte van 1,0 m boven de maatgevende hoge waterstand en een loodrecht op de kade invarend leeg schip, moet men rekening houden met de volgende overkraging:*

- binnenschip met scherpe voorsteven: 3,5 m
- duwbak type Europa I of II: 5,0 m
- (grote) zeeschepen 15,0 m

*Deze maten vallen wat de binnenvaarwegen betreft binnen de hierna gedefinieerde vrije ruimte. In geval van een talud dienen de maten genomen te worden vanaf de lijn MHWS + 1,0 m..”*

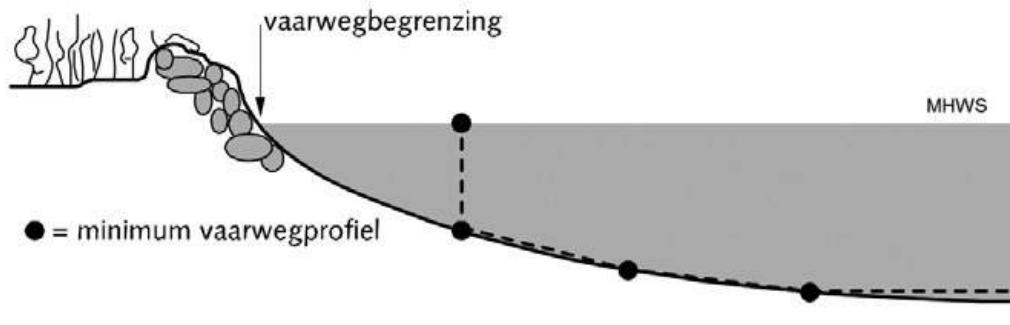
#### Vrije ruimte

*De vrije ruimte is de ruimte langs de vaarweg, die vrij is van bouwwerken, opgaande begroeiing en dergelijke, die het functioneren van de vaarweg in gevaar kunnen brengen, bijvoorbeeld door blokkering van (radar-)zichtlijnen (ref. 23). Ook dient de vrije ruimte ter voorkoming van aanvaren van bouwwerken. De vrije ruimte hoeft niet in beheer of eigendom van de vaarweg- beheerder te zijn. De Wet ruimtelijke ordening (Wro), het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro, ref. 49) en de Waterwet geven de vaarwegbeheerder invloed op het gebruik van de vrije ruimte, bijvoorbeeld:*

- bij het maken en inrichten van werken, niet alleen bouwwerken, maar bijvoorbeeld ook de uitmonding van een haven
- bij het wijzigen van de afmetingen van een bestaand werk
- bij het verrichten van andere handelingen die de huidige toestand wijzigen en daarbij het vaarweggebruik en -beheer beïnvloeden

- het verwijderen of snoeien van begroeiing, die over de vaarweg hangt of het noodzakelijke uitzicht belemmert
- het voorkomen van verblindende verlichting of belemmering van het zicht door rook en damp van industriële installaties
- verzekering van toegankelijkheid voor onderhoud en hulpdiensten aan tenminste één zijde van de vaarweg.

De vrije ruimte meet men vanaf de vaarwegbegrenzing naar de landzijde. Bij een verticale beschoeiing, zoals een damwand of kademuur, is de vaarweg scherp begrensd en levert het vaststellen van de vaarwegbegrenzing weinig moeilijkheden op. In het geval van een talud of een natuurvriendelijke oever valt de vaarwegbegrenzing samen met het snijpunt van de waterlijn en het talud bij de maatgevende hoge waterstand (MHWS).



**Afbeelding 6: Vaarwegbegrenzing bij een natuurlijke oever.**

Voor rivieren geldt de normaallijn, de verbindinglijn van de kribkoppen, als vaarwegbegrenzing; in het geval van meren of zeearmen met een betonde geul is de tonnenlijn als vaarweg- begrenzing te beschouwen. In het geval van grote, open wateroppervlakken, waar het overal diep genoeg is om te varen, geldt de dieptelijn waar bij MHWS een leeg klasse I schip met voldoende kielspeling kan varen, dat wil zeggen de dieptelijn van 1,7 m.

Het is nodig de bepalingen van gemeentelijke bestemmingsplannen de maten uit Tabel 27 op te nemen als beperkingsgebieden. Binnen deze gebieden zijn wijzigings- en vrijstellingsbevoegdheden van de gemeente gebonden aan de instemming van de vaarwegbeheerder. Bij het accepteren van bebouwing speelt kanaalgebondenheid een doorslaggevende rol.

De maten in Tabel 27 zijn aangegeven vanaf de vaarwegbegrenzing (Figuur 16); van stedelijk gebied is sprake als de vaarweg krap is ingepast (doorgaans opgesloten tussen verticale oevers) in bebouwd gebied, één en ander ter beoordeling van de vaarwegbeheerder. Kranen, elevatoren en overkappingen en dergelijke mogen in ruststand niet over de vaarweg uitkragen en moeten landzijdig van de vaarwegbegrenzing blijven. Tijdelijke bestemmingen langs de vaarweg zoals openbaar groen, recreatie, verkeersdoeleinden, tuin, opslagterrein zullen over het algemeen niet conflicteren met de doelstelling de vaarwegfunctie te borgen.

situatie	CEMT-klasse					
	I	II	III	IV	V	VI
oeverstrook (deel van de vrije ruimte)	1	2	2	5	5	5
vrije ruimte recht vaarwegvak en buitenbocht in stedelijk gebied	10	10	10	10	10	10
vrije ruimte recht vaarwegvak en buitenbocht in landelijk gebied	10	10	10	15	15	15
vrije ruimte in binnenbocht stedelijk èn landelijk gebied	10	10	20	25	25	25

Tabel 27: Minimum maten voor oeverstrook en vrije ruimte (m)

*Voor de aanloopgebieden van zeehavens dient de maatvoering per geval bepaald te worden. Wat de Rijksvaarwegen betreft hebben oeverstrook en vrije ruimte aanvullend deels een wettelijke basis gekregen in het Barro, onder de noemer vrijwaringszone. In art. 2.1.3 schrijft het Barro voor, dat bij de vaststelling van een bestemmingsplan dat betrekking heeft op gronden binnen de begrenzing van een vaarweg of op een vrijwaringszone, rekening wordt gehouden met het voorkomen van belemmeringen voor:*

- *de doorvaart van de scheepvaart in de breedte, hoogte en diepte*
- *de zichtlijnen van de bemanning en de op het schip aanwezige navigatieapparatuur voor*
- *de scheepvaart*
- *het contact van de scheepvaart met bedienings- en begeleidingsobjecten*
- *de toegankelijkheid van de rijksvaarweg voor hulpdiensten*
- *het uitvoeren van beheer en onderhoud van de rijksvaarweg”*

## **1.6 Hoe ligt het plan ten opzichte van de vrijwaringszone?**

Volgens het Barro geldt over een lengte van 300 meter ten weerszijde van een haven een vrijwaringszone van 50 meter breed. Vanwege de uitvaart van de jachthaven in Oud-Beijerland is deze situatie op het hele plangebied van toepassing. Binnen deze zone kan onder voorwaarden gebouwd worden. De doorvaart mag niet belemmerd worden, zichtlijnen over de vaarweg mogen niet worden beperkt, de toegankelijkheid voor hulpdiensten en onderhoud moet zijn geborgd. Aan deze voorwaarden wordt in het plan voldaan.

De bebouwing is dicht op de oeverlijn geprojecteerd. Maar omdat het ligt in een flauwe buitenbocht worden er niet direct negatieve effecten voor de scheepvaart verwacht. Wel moet er voldoende ruimte voor de vaarwegbeheerder overblijven om beheerstaken uit te kunnen voeren. Een ander belangrijk aandachtspunt is dat de woningen voldoende beschermd moeten zijn tegen aanvaring. Dit betekent dat er aanvullende toetsing noodzakelijk is.

### Conclusie:

Het Spui is een Klasse IV vaarweg en het projectplan ligt in het stedelijke gebied van Oud-Beijerland. Het plan ligt vrijwel geheel in de vrijwaringszone van het Barro. De minimum benodigde vrije ruimte langs de waterkant is volgens tabel 27 van de RVW 10 meter. Dit is dus meer dan de eerste oeverstrook van 5 meter waarin aanvaringsgevaar met direct contact mogelijk is.

## **1.7 Toetsing en Watervergunning.**

In 2017 is het overleg met Rijkswaterstaat gestart over de vrijwaringszone en de te volgen procedures. In vergelijkbare situatie heeft Rijkswaterstaat aangegeven van maatwerk uit te willen gaan. De conclusie is dat medewerking kan worden verleend voor het bouwen binnen de vrijwaringszone omdat het bouwplan in de flauwe buitenbocht van de rivier is gelegen en er geen belemmeringen voor de scheepvaart worden verwacht. Rijkswaterstaat heeft wel aangegeven dat de twee aanlegplaatsen moeten worden gehandhaafd, dan wel worden verplaatst.

Op enig moment zal formeel een Watervergunning worden aangevraagd voor de herinrichting van de oevers. Sinds 2017 betreft Rijkswaterstaat ook het aanvaringsrisico bij de procedure. Voorkomen moet worden dat schepen die “uit het roer lopen” bij het raken van de vaste wal in een huis terecht komen. Het voorkomen van materiele schade is daarbij geen echte overweging voor Rijkswaterstaat, maar persoonlijke ongelukken moeten worden uitgesloten.

## **1.8 Rol Rijkswaterstaat.**

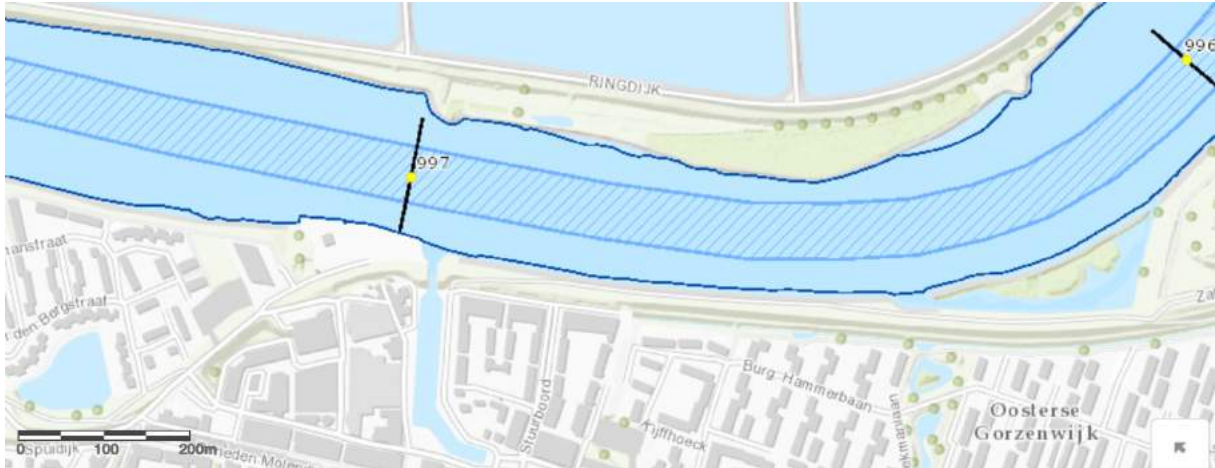
Rijkswaterstaat is betrokken als vergunningverlener voor de watervergunning en als beheerder en eigenaar van de vaarweg, de kaderand en een smalle oeverstrook daarachter.

Daarnaast is Rijkswaterstaat wettelijk adviseur van de gemeente bij de vaststelling van de omgevingsvergunning of het bestemmingsplan. Dit betreft het bouwen binnen de vrijwaringszone van 50 meter vanaf de oever. RWS geeft hierover adviezen en de gemeente maakt een uiteindelijke afweging.



## 2 Schade aan gebouwen door aanvaringen.

AM Projectontwikkeling heeft aan AA-Planadvies gevraagd om de situatie ter plaatse van het Spuifront te beoordelen op aanvaringsrisico's. In dit hoofdstuk worden de hiervoor verzamelde feiten van een waardeoordeel voorzien.



Afbeelding 7: Ligging van de vaargeul in het Spui.

Welke kaders waren er op deze situatie van toepassing en hoe kun je de werelden van binnenvaart, projectontwikkeling en vaarwegbeheer met elkaar verbinden? Gekozen is om dit hoofdstuk in te richten met vraag en antwoord vanuit expert-judgement, gebaseerd op feiten en kennis. Hieronder een aanzicht van de geprojecteerde locatie opgenomen zoals die is beoordeeld.



Afbeelding 8: project Spuifront gezien vanaf de overzijde van de rivier.

### 2.1 Aanvaringen van huizen en objecten.

Het komt af en toe voor dat schepen vaste objecten aanvaren. Dat kan allerlei oorzaken hebben, variërend van een technische storing tot een hartaanval van de schipper of een menselijke fout. Meestal betreft het nautische kunstwerken zoals bruggen, sluisen, kade's en steigers, maar er zijn uitzonderingen. Hierna volgt een aantal voorbeelden van aanvaring met woningen.



**Afbeelding 9: m/s Victus in aanvaring met vakantiewoning. (Bron Provincie Fryslân)**

Een bekend voorbeeld heeft zich in 2007 in Friesland voorgedaan, toen het m/s “Victus” (klasse Va - 2400 ton) in de vroege morgen een bocht miste en een vakantiewoning kraakte. Het lege schip schoof daarbij ca. tien meter het land op wat werd vergemakkelijkt door het hoge waterpeil. In de woning sliep op dat moment een gezin en een jong kind werd zelfs onder de kop van het schip teruggevonden. Toch zijn er bij deze aanvaring geen doden of gewonden gevallen.



**Afbeelding 10 Schade Restaurant Wilhelminadok (Bron Rijkswaterstaat)**

Op 3 april 2005 ramde het rijncruise schip “River Duchess” (130 x 11,45 m) als gevolg van een storing in de besturing tegen de kade van het Amsterdamse Wilhelminadok. Ondanks achteruitslaan van het schip werd het Italiaanse restaurant zwaar beschadigd en de eerste en tweede verdieping kwamen door het ontzetten van de staalconstructie 10 cm omhoog. Er moesten 3 gewonden in het ziekenhuis worden behandeld. Deze situatie is vergelijkbaar met een aanvaring door een leeg klasse Va schip.



Een ander bekend voorbeeld was de aanvaring van het “Monethuis” in Zaandam. Dit werd in januari 2010 aangevaren door het lege m/s “Impuls” (klasse Va – 2700 ton), toen door ijsgang de besturing van het schip blokkeerde. Ook hier waren de bewoners thuis. Het Rijksmonument uit 1620 werd zwaar beschadigd en muren raakten ontzet. De afstand naar de vaarweg was slechts enkele meters. Inmiddels heeft de vaarwegbeheerder een remmingswerk geplaatst ter bescherming van de woning.

In april 2017 heeft een geladen Belgische tanker (klasse Va) de kade van het Amsterdam-Rijnkanaal geschampt onder een hoek van 20-30 graden. Een woning die op enkele meters van de oever stond werd niet geraakt, maar na de aanvaring waren er wel enkele kleine scheuren zichtbaar.

Andere voorbeelden laten zien dat het vooral lege schepen zijn die door hun geringe gewicht, de neiging hebben om bij een klein hoogteverschil uit het water te komen en door te schuiven. Het duurt dan een tijdje voordat er voldoende weerstand is opgebouwd om de kinetische energie van het schip op te nemen. Hieronder een paar foto's die dit effect illustreren: De Delacroix, is een zgn. “Franse motor” die in 1974 ruim 25 meter over een ander schip heen schoof. En daarnaast de Richard, een lege tanker die in 2006 tien meter over een krib heenvoer. Al deze schepen waren rond de 1000 ton (CEMT III). In alle beschreven gevallen stuiterde het schip omhoog en kon onvoldoende weerstand worden opgebouwd om het schip af te remmen.



**Afbeelding 11: m/s Delacroix en mts Richard. (Oranje / EOC verzekeringen)**

Bij een geladen schip treedt dit effect niet op omdat het schip niet uit het water kan komen. Het gevolg is wel dat in zulke gevallen bij een aanvaring alle energie in één keer door de oever moet worden opgenomen, waardoor het schip snel tot stilstand komt. Het schip raakt in zulke gevallen de oever meestal niet, maar onder water kan de vooroever wel flink beschadigd raken. De bebouwing op de oever blijft dan verder schadevrij. Het verschil tussen aanvaring door een geladen en een leeg schip wordt hieronder zichtbaar. De Lorette is ook een klasse III tanker van 1350 ton.



**Afbeelding 12: mts Lorette tegen krib IJsselkop + oeveraanvaring in de Noord. (Rijkswaterstaat)**

Bij aanvaringen van vaste objecten (kades, sluizen, bruggen) leidt een directe aanvaring vaak wel tot schade wanneer deze constructies in horizontale richting op buiging of afschuiving belast worden. Scheuren in de bovenbouw of gebroken fundatiepalen zijn voorkomende schades.

## **2.2 Is er een reële kans dat een schip de projectlocatie ergens kan raken?**

De projectlocatie is gelegen in een vrijwel recht stuk van het Spui. Ondanks het feit dat binnenvaartschepen technisch goed zijn uitgerust en bemanningen goed zijn opgeleid, kunnen ongelukken voor komen. Dit kan zijn door technisch of menselijk falen, maar ook door een black-out of een persoonlijk ongeval wat de schipper treft. Het is niet goed mogelijk hier een kwantitatieve analyse op los te laten. Het aantal ongevallen op vaarwegen in Nederland is zeer beperkt, maar er wordt niet centraal geregistreerd en het gaat om honderdduizenden afgelegde vaarwegkilometers per dag. De kans op een ongeluk is daarmee erg klein, maar mag wel als reëel beschouwd worden en de gevolgen zijn groot.

Hieronder zijn voor de vaargeul in beide richtingen de vaarlijnen voor een klasse Va schip van 110x11,5 meter aangegeven. Lege schepen varen soms ook buiten de geulen.



**Afbeelding 13: vaarlijnen op de rivier**

De projectlocatie ligt op Rijnkilometer 997, hiermee wordt de afstand naar Konstanz aangegeven, waar het bevaarbare deel van de Rijn begint. De vaarweg is recht, wat het voor de allergrootste schepen (110 x 11,5 meter) die gebruik maken van deze vaarweg makkelijk maakt om elkaar te passeren. Op de rivier vindt in principe tweestrooks vaart plaats waarbij het gebruikelijk is om de stuurboordswal (rechts) te houden. Dit is echter geen verplichting in het BPR<sup>5</sup>. De getijdestroming is maximaal 6 km/uur. De breedte van de rivier varieert tussen de 130 en 200 meter. De vaargeul heeft een breedte van 70 meter. De waterdiepte in de rivier bij de damwand voor de projectlocatie varieert van – 5,20 tot – 5,70 meter NAP.

<sup>5</sup> Binnenvaart Politie Regelement (zie [www.wetten.overheid.nl](http://www.wetten.overheid.nl))



## **2.3 Wat zijn de mogelijke oorzaken van aanvaringen?**

Voor het beoordelen van aanvaringsrisico's zijn verschillende scenario's van belang omdat ze verschillende oorzaken en daarmee ook verschillende effecten hebben.

- a) Black out van de schipper. In deze situatie is er niemand om het schip te besturen. Zonder snelheid te verminderen gaat het schip door op de ingestelde koers tot het wordt tegengehouden. Er zijn dus geen plotselinge koerswijzigingen. De volledige kinetische energie moet worden opgevangen en de motor wordt pas uitgezet nadat de aanvaring heeft plaatsgevonden.
- b) Motorstoring. Dit lijkt ernstig, maar bij uitval van de motor wordt het schip niet gelijk onbestuurbaar. Zolang er snelheid in het schip zit kan er worden gestuurd. Er kan worden geankerd en de voortstuwing kan door de boegschroef worden overgenomen. Dit scenario leidt in principe niet tot aanvaringen.
- c) Beoordelingsfout van de schipper. Hieronder vallen ook de situaties dat er onder invloed van middelen wordt gevaren. Dit is de meest extreme situatie omdat we niet kunnen voorspellen wat er fout kan gaan. Het kan gaan om een eenzijdig ongeval, een mislukte passage van een ander schip, of een combinatie met scenario a) en b).
- d) Storing van het stuurwerk. In het ergste geval draait het stuurwerk het roer automatisch naar één kant, waardoor het schip met volle snelheid zal proberen een haakse bocht te maken. De mogelijke aanvaringshoek is hierbij maximaal, maar door het sturen van een bocht wordt het schip gelijk al wel afgeremd. In deze situatie zal de schipper ook direct ingrijpen door over te schakelen op noodbediening of een noodstop maken door volle kracht achteruit te slaan. Dit type stuurwerkstoring is altijd de belangrijkste oorzaak van ongevallen geweest. Daarom is in ES-TRIN een technische eis<sup>6</sup> ingevoerd en is dit scenario op grond van de Europese regels binnenkort niet meer mogelijk. Deze technische eisen worden gefaseerd ingevoerd bij vernieuwing van de scheepsattesten<sup>7</sup>. Het grootste deel van de vloot voldoet al aan de nieuwe eisen. Vanaf 2025 zal dit type ongeval niet meer kunnen voorkomen en daarom wordt er met dit scenario geen rekening gehouden.

## **2.4 Wat is het effect van de waterstanden op het risico?**

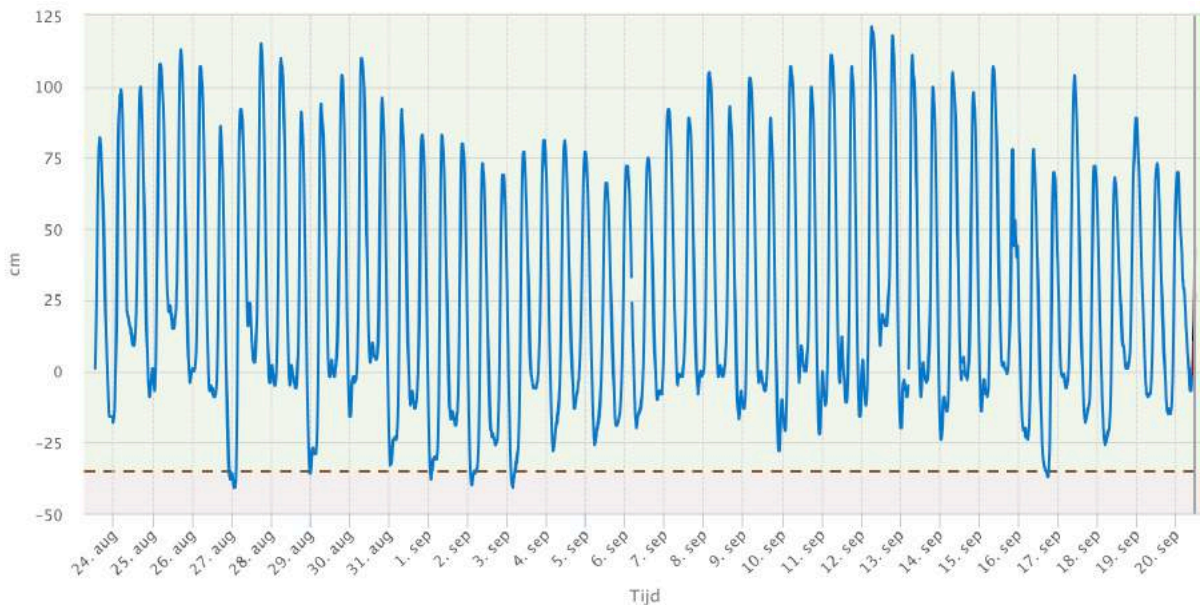
Het gevolg van wisselende waterstanden is dat de constructies op verschillende hoogten aangevaren kunnen worden. Het Spui is een getijderivier. Het water stroomt tussen de Oude Maas en het Haringvliet en de stroomrichting is van zuid naar noord (of west naar oost). Er is geen meetpunt van Rijkswaterstaat in Oud-Beijerland, het dichtstbij gelegen meetpunt is Goidschalxoord op de Oude Maas. Dit punt ligt op 3 kilometer van de projectlocatie. De normale waterstand varieert tussen – 0,30 en + 1,25 NAP, maar de waterhoogte wordt niet alleen bepaald door het getij, maar ook door de weersomstandigheden zoals storm, in combinatie met de hoeveelheid water die de rivier op dat moment moet afvoeren.

Bij de stormvloed van 11/12 januari 2007 werd in Goidschalxoord een peil van NAP +2,07 bereikt. De wind was toen stormachtig, 8 beaufort. De rivierafvoer bij Lobith was met 10,5 meter meer dan gemiddeld, maar niet extreem hoog. Bij dit soort hoge waterstanden loopt de huidige kade onder water.

---

<sup>6</sup> Artikel 6.01, lid 2: “Werktuiglijk aangedreven stuurinrichtingen moeten zodanig zijn uitgevoerd dat het roer niet onvoorzien van stand kan veranderen.”

<sup>7</sup> Een scheepsattest of “Certificaat van Onderzoek” (CvO) wordt na keuring afgegeven voor een periode van 3 tot 10 jaar, waarna herkeuring moet plaatsvinden. Nieuw gebouwde schepen krijgen meestal een CvO voor 10 jaar, oudere schepen voor een kortere periode.



**Afbeelding 14: Actuele waterstanden NAP voor Goidschalxoord 24 aug – 20 sep 2018. (Rijkswaterstaat)**

De kade ligt op een gemiddelde hoogte van NAP + 1,70 / + 1,80. Bij het hoge water van 16/17 januari 2018 kwam het water in Oud-Beijerland zo hoog te staan dat de kade op het laagste punt met een hoogte van NAP + 1,50 onderliep. De hoogte van de nieuwe kade is van belang omdat de kerende hoogte ten opzicht van leeg varende schepen bepaald moet worden.



**Afbeelding 15: Hoogwater op de kade, 16 januari 2018 (bron: eamel.net)**

Het Waterschap Hollandse Delta heeft in 2013 een dijkversterkingsprogramma in de Hoekse Waard uitgevoerd. Hiervoor zijn de toekomstige hoge waterstanden<sup>8</sup> in 2110 bepaald. Deze geven de maximale situatie aan die zou kunnen optreden. Het toetspeil is bepaald op +2,90 NAP. Dit peil wordt alleen gebruikt om de dijk te ontwerpen. Aangenomen wordt dat er in zulke extreme situaties niet meer wordt gevaren. Rijkswaterstaat geeft aan dat voor de toetsing van de aanvaringsrisico's uitgegaan moet worden van een Maatgevende Hoge Waterstand (MHWS) van NAP + 1,85 meter. Dit is de stand die 1x per 2 jaar optreedt bij het meetpunt Goidschalxoord.

<sup>8</sup> Bepaling hydraulische ontwerpbelasting en ontwerphoogte dijkversterking Hoekse Waard Noord, opgesteld door Alkyon, september 2010.

## 3 Beoordeling van de aanvaarrisico's.

### 3.1 Het inzetten van expert judgement als beoordelingsmethode voor een situatie.

In 2017 heeft Rijkswaterstaat een handreiking<sup>9</sup> opgesteld om aanvaarrisico's in beeld te brengen en te kwantificeren. Met behulp van data kan een foutenboom worden opgesteld wat tot een scenario met een advies leidt. Hiervoor moeten experts aan deskundigen input geven. In de handreiking wordt onderkend dat er weinig experts op nautisch gebied zijn en dat er ook weinig deskundigen zijn die deze experts kunnen ondervragen en de gegevens kunnen interpreteren en bewerken.

In de handreiking zijn vooral scenario's bij kunstwerken opgenomen, maar er zijn geen specifieke foutenbomen ontwikkeld die in Oud-Beijerland zonder meer toegepast kunnen worden. Ook zijn er onvoldoende betrouwbare datasets beschikbaar om een analyse van de aanvaarrisico's te kunnen maken. Daarom wordt in de handreiking aangegeven dat het ook mogelijk is om expert judgement in te zetten. De handreiking schrijft daarover in par 3.2.2.:

#### Expert Judgement

*Men kan de kans inschattingen van gehele aanvaarsscenario's, maar ook van gebeurtenissen in een gebeurtenissenboom leidend tot een of meerdere scenario's, baseren op het oordeel van één of meerdere (lokale) deskundigen. Het gehele traject van de gebeurtenissenboom en/of het deeltraject van de foutenboom wordt daarmee in meer of mindere mate door de experts impliciet doorlopen.*

*Expert judgement heeft een tweetal nadelen:*

- *Er zijn in Nederland niet veel deskundigen die het bevragen van experts in goede (lees betrouwbare) banen kunnen leiden.*
- *Er zijn in Nederland niet veel partijen met voldoende expertise om deze expert judgement te kunnen leveren.*

*Het resultaat zal vaak aan de zeer conservatieve kant zijn, door de experts bewust zodanig ingestoken, om onzekerheid in de schattingen op te vangen.*

Omdat er voor de situatie rondom het Spuifront onvoldoende data beschikbaar zijn, is gebruik gemaakt van expert judgement. In dit rapport is gekozen om de conservatieve benadering te vergelijken met een anticiperende benadering waarbij ook de laatste Europese richtlijnen<sup>10</sup> bij de beoordeling zijn betrokken. De technische aanpassingen aan de vloot die in 2015 zijn ingezet en gefaseerd worden ingevoerd, gaan nu zo snel dat over enkele jaren de gehele vloot aan de nieuwe eisen zal voldoen. De situatie waarbij het stuurwerk het roer automatisch naar 1 kant draait is volgens experts binnenkort verleden tijd omdat dan alle stuurwerken daartegen beveiligd moeten zijn. Tegen de tijd dat het project Spuifront zal zijn gerealiseerd mogen er geen schepen meer zonder deze beveiliging rondvaren. Daarom wordt er bij de beoordeling met dit scenario geen rekening meer gehouden.

De meest ongunstige hoek waarmee een locatie theoretisch getroffen kan worden is 90 graden. In zo'n situatie kan een geladen schip geen enkele kant op en moet alle energie worden opgenomen door de oeverconstructie. Een leeg schip kan daarbij ook nog omhoog de

---

<sup>9</sup> Handreiking kwantificering aanvaarrisico, Rijkswaterstaat, 6 november 2017.

<sup>10</sup> Europese standaard tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen (ES-TRIN), editie 2015/1.

wal op stuiten. Deze maximale situatie is bij het project Spuifront niet van toepassing. Voor het bepalen van de meest ongunstige aanvaringshoek zijn twee benaderingen mogelijk:

### 3.2 Het maximale scenario vanuit de conservatieve benadering.

Hierbij wordt uitgegaan van een aanvaring als gevolg van storing van het stuurwerk (scenario d) als maximale situatie. Deze situatie kan nu nog voorkomen, maar wordt op grond van de nieuwe technische eisen steeds minder waarschijnlijk en vanaf 2025 geheel onmogelijk.

De maximale hoek waaronder een aanvaring kan wordt bepaald door de ruimte die er is ten opzichte van de koerslijn en de hoekverdraaiing die binnen die ruimte kan plaatsvinden.

Maatgevend schip klasse Va: 110 x 11,45 x 2,80 meter. L=110 meter. Geladen massa = 3.500 ton. Snelheid = 12 km/uur. Stroomsnelheid = 6 km/uur van west naar oost. Snelheid over de bodem van west naar oost = max 18 km/uur. Snelheid over de bodem van oost naar west = max 12 km/uur.

Voor binnenvaart wordt een wettelijke stopafstand van 2,5L aangehouden. Dat is 2,5 \* de scheepslengte van 110 meter = 275 meter. Daar komt voor aanvaringen nog de component van de stroomsnelheid van max 6 km/uur bij, waardoor de draaicirkel optisch groter of kleiner wordt, maar dit heeft alleen invloed op snelheid en niet op de uiteindelijke aanvaringshoek ter hoogte van het Spuifront.

Voor draaicirkels op volle snelheid wordt 5L aangenomen, dat is dus 495 meter. Op de kaart is het scenario stuurfout met deze draaicirkel uitgezet op vier posities op de kade. (A, B, C en D) Ook zijn de bochtlengtes bepaald die worden afgelegd voordat het schip de kade raakt en de hoeken waarmee het schip de kade raakt.



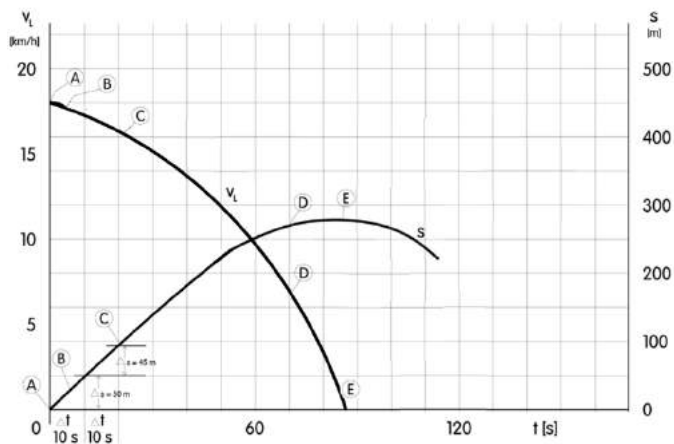
Afbeelding 16 Aanvaringshoeken vanuit oostelijke richting





**Afbeelding 17: Aanvaringshoeken vanuit westelijke richting**

Vervolgens is bepaald met welke snelheid het schip de kade kan raken. Hierbij is vanuit westelijke richting (voorstreams) met de maximale snelheid over de bodem van 18 km/uur gerekend. Vanuit oostelijke richting (tegenstreams) is met maximaal 12 km/uur gerekend. Hierbij is gebruik gemaakt van de rekenregels van de Europese richtlijn 2006/87/EG (laatst gewijzigd 12 okt 2013). De wettelijke stopafstand van een geladen schip van 110 meter is dus 275 meter. In onderstaande grafiek is die afstand afgezet tegen de snelheid.



**Afbeelding 18 stopmanoeuvre situatie Oud-Bijerland volgens de EU-richtlijn**

Verklaring van de symbolen in afbeelding 18

- A „stop”-instructie
- B schroef gestopt
- C schroef in achteruit
- D  $v = 0$  ten opzichte van het water
- E  $v = 0$  ten opzichte van de grond
- v snelheid van het schip
- vL v ten opzichte van de grond
- s afstand afgelegd ten opzichte van de grond
- t gemeten tijd

## Conclusies:

	Locatie A	Locatie B	Locatie C	Locatie D
Stopweg oost	200 meter	175 meter	175 meter	175 meter
Botshoek oost	30°	45°	45°	60°
Snelheid oost	5 km/uur	8 km/uur	8 km/uur	8 km/uur
Stopweg west	175 meter	150 meter	140 meter	125 meter
Botshoek west	70°	70°	45°	30°
Snelheid west	14 km/uur	15 km/uur	15 km/uur	16 km/uur

Er is rekening gehouden met de stroomsnelheid op de rivier. Daarom zijn de snelheden vanuit het oosten lager. De maximale aanvaringshoek is 70 graden. In veel scenario's zal de damwand bezwijken en in de meest ongunstige situatie kan een grondkegel over een diepte van ca. 15 meter naar binnen worden gedrukt waardoor de fundering van de woningen ernstig zal worden beschadigd.

De kans dat dit conservatieve scenario gaat optreden is zeer klein en vanaf 2025 zelfs nihil. Het scenario is dan niet meer van toepassing, omdat in 2025 de laatste schepen aangepast moeten zijn overeenkomstig de nieuwe ES-TRIN eisen. Anno 2018 worden schepen die nog niet aan de nieuwe eisen van ES-TRIN voldoen in hoog tempo aangepast of gesloopt. De anticiperende benadering zoals in de paragraaf hieronder is beschreven levert een reëel beeld van de situatie op, die vlak na de realisatie van het project zal ontstaan.

### **3.3 Het maximale scenario vanuit de anticiperende benadering.**

Met anticiperend wordt hier bedoeld dat er wordt vooruitgelopen op totale realisatie van de technische eisen uit ES-TRIN. Bij de oplevering van de woningen zullen er nagenoeg geen schepen meer rondvaren die nog niet aan de technische eisen voldoen. Bij de anticiperende benadering wordt scenario d) daarom niet meer als maximale situatie meegenomen en wordt uitgegaan van scenario a), waarbij in de laatste bocht de stuurautomaat verkeerd wordt ingesteld zodat het schip zonder vaartvermindering de oever schampt. Dit levert ondanks de veel hogere snelheid een minder zwaar scenario op omdat de damwand over een grotere lengte wordt geraakt, energie kan opnemen en terugveren. De meest ongunstige aanvaarhoek is dan 15 graden.



**Afbeelding 19: maximale aanvaringshoek, zonder scenario d).**

In alle gevallen zal de damwand vervormen door de aanvaring maar er zal onvoldoende schade zijn om de fundering van de huizen echt te kunnen beschadigen. Bovendien wordt er gekozen voor een bouwwijze waarbij een of twee funderingspalen mogen afbreken zonder dat dit directe gevolgen heeft voor het daarop rustende gebouw.

## Conclusies:

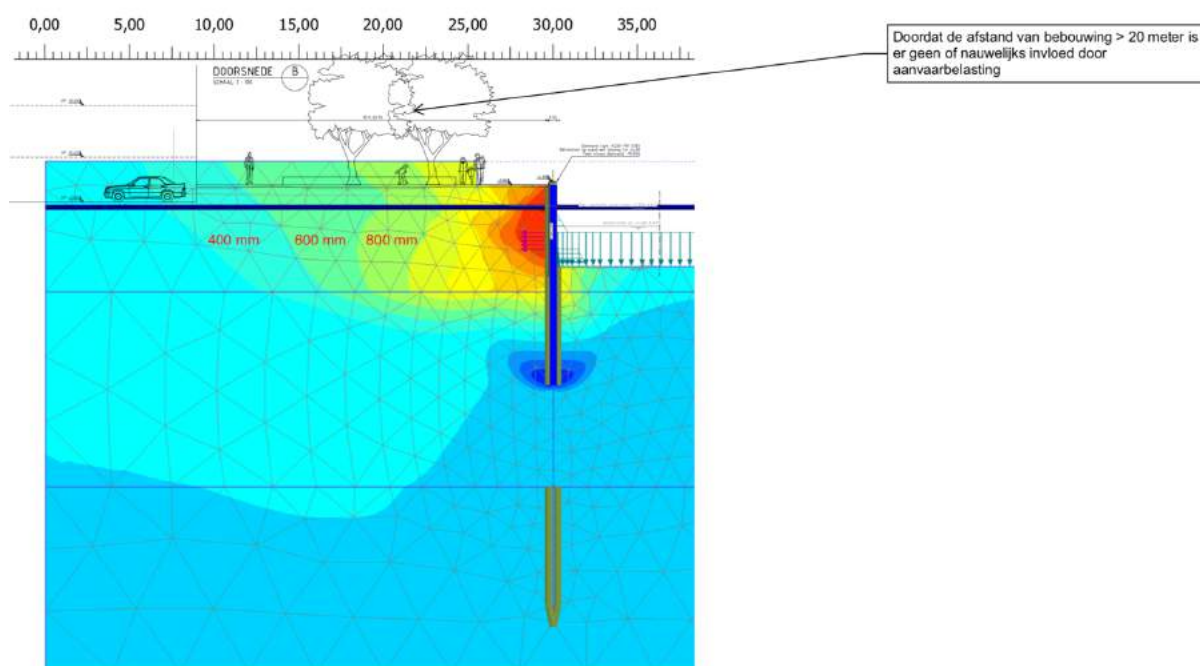
	Locatie A	Locatie B	Locatie C	Locatie D
Stopweg oost	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Botshoek oost	0°	10°	10°	15°
Snelheid oost	12 km/uur	12 km/uur	12 km/uur	12 km/uur
Stopweg west	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Botshoek west	15°	15°	10°	0°
Snelheid west	18 km/uur	18 km/uur	18 km/uur	18 km/uur

Een bijzondere situatie doet zich nog voor bij de overgang tussen locatie A en locatie B. Op die overgang staat de damwand haaks op de vaarweg. De krachten die moeten worden opgevangen gaan in de lengterichting van de kade en daar staan geen woningen.

Hetzelfde is het geval bij de punt van de haveningang (locatie D). Als een schip daar frontaal de damwand raakt moeten de volledige krachten worden opgevangen omdat de botshoek dan 90° is. De kortste afstand naar het woongebouw is 10 meter.

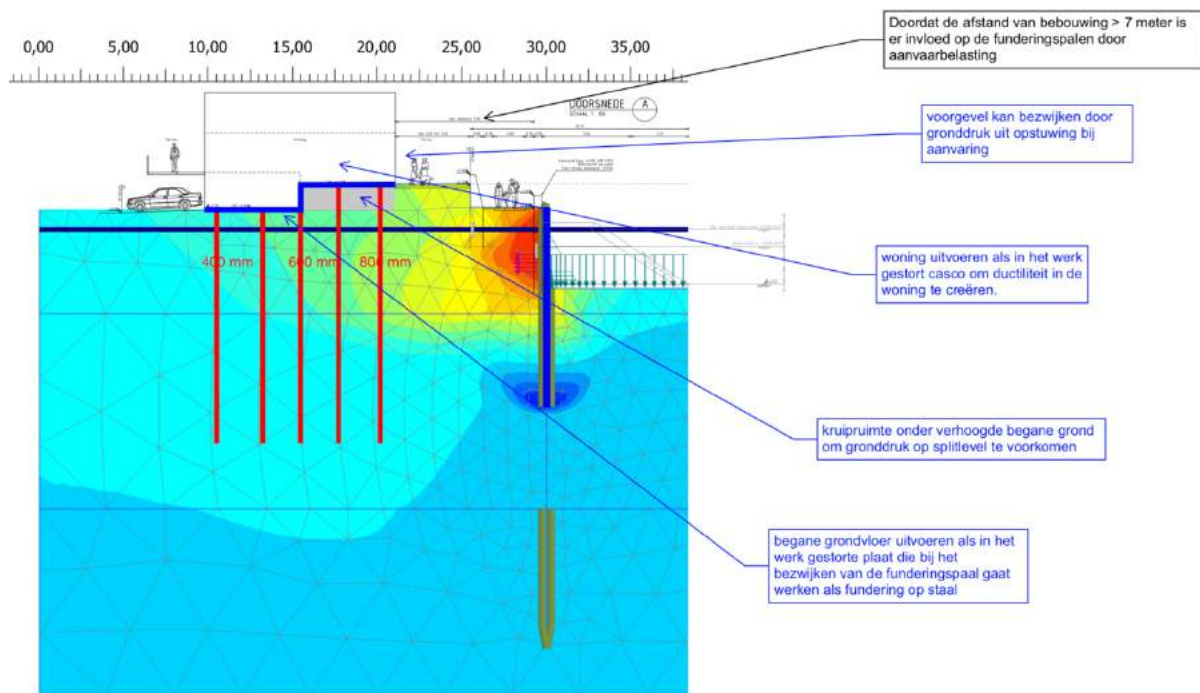
### 3.4 Aangepaste constructie bij een conservatieve benadering.

Vanuit de conservatieve benadering zal een schip met een grote botshoek de kade raken. De woningen staan dan binnen het invloedsgebied van de grondkegel die bij een aanvaring naar binnen wordt gedrukt. Uit een rapport van GEO2 engineering voor een ander project blijkt dat dan pas bij een afstand groter dan 20 meter geen voorzieningen nodig zijn.



Afbeelding 20: Bij meer dan 20 meter is geen extra bescherming nodig.

In het geval van het Spuifront staan de woningen op de grondkegel die in dit scenario bij een aanvaring naar binnen zal worden gedrukt. De kortste afstand is 7 meter. Van deze woningen zullen de funderingspalen een grote horizontale belasting krijgen en waarschijnlijk afbreken. De woningen van Spuifront zullen beschermd door de constructie hierop aan te passen. De palen kunnen dan nog steeds afbreken, maar de woning kan niet instorten.



**Afbeelding 21: Pakket beschermingsmaatregelen voor bouw binnen 20 meter.**

### 3.5 Keuze.

De handreiking van RWS geeft aan dat een beoordeling middels expert judgement leidt tot “een resultaat wat vaak aan de zeer conservatieve kant is, door de experts bewust zodanig ingestoken, om onzekerheid in de schattingen op te vangen”. Daarom is gekozen om in elk geval te anticiperen op de volledige implementatie van de technische eisen uit ES-TRIN. Dit betekent dat scenario d) definitief niet wordt meegenomen.

Het resultaat is dat van een veel kleinere aanvaarbelasting wordt uitgegaan, hetgeen passend is voor een recht vaarwegvak. Deze kan opgevangen worden door de bestaande damwand. Met extra maatregelen wordt voorkomen dat de woningen bij hoog water fysiek geraakt kunnen worden door lege schepen. Desondanks worden de woningen ook nog zo uitgevoerd dat er een of twee funderingspalen kunnen bezwijken zonder dat het gebouw instort,



## 4 Beoordeling van het bouwplan.

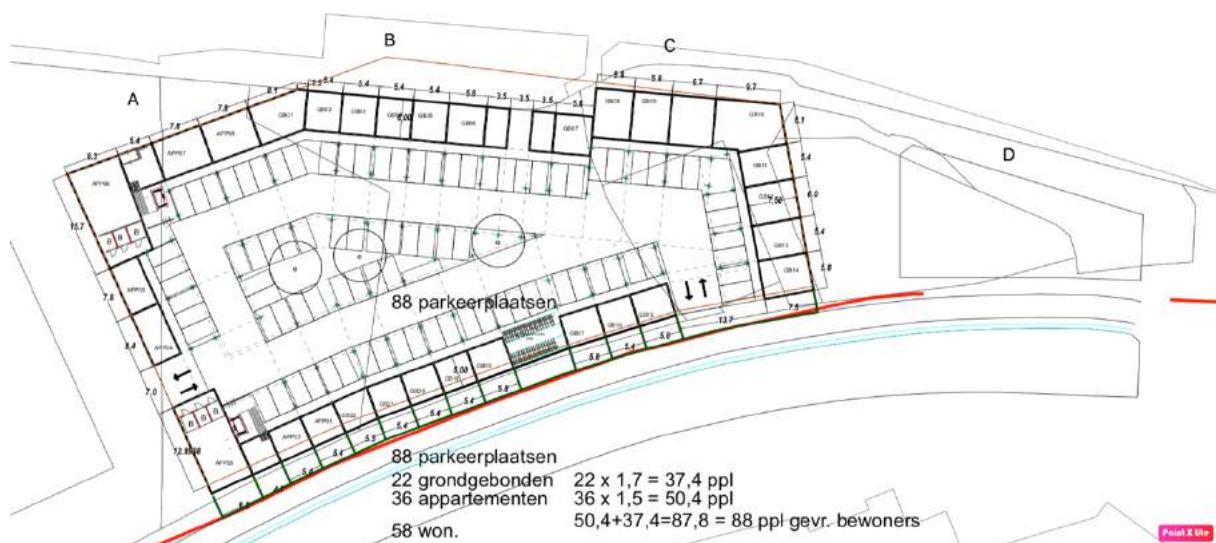
In deze paragraaf zijn de oorspronkelijke rooilijnen uit het stedenbouwkundig schetsboek beoordeeld en van aanbevelingen voorzien. De overzichtstekening is in Afbeelding 22 weergegeven.



Afbeelding 22 Oorspronkelijk idee voor de projectlocatie.

Na het maken van de stedenbouwkundige schets is het terrein opnieuw ingemeten en is met RWS gesproken over het voorontwerp-bestedingsplan en de nadere invulling van het terrein. Inmiddels heeft RWS schriftelijk<sup>11</sup> laten weten dat verkoop van Rijkseigendommen niet aan de orde kan zijn en dat er aan bepaalde veiligheidseisen moet worden voldaan. In het oorspronkelijke ontwerp was ervanuit gegaan dat de kavelgrens vlak achter de bestaande damwand lag, maar dat bleek niet het geval te zijn.

Op grond hiervan is een nieuw ontwerp gemaakt, waarbij uitgangspunt is er geen woningen op het terrein van RWS gebouwd zullen worden. Wel zal het RWS-terrein opnieuw worden ingericht als openbaar gebied. De woningen worden in het gewijzigde plan iets verder naar achteren gebouwd.



Afbeelding 23: Projectlocatie met nieuwe rooilijnen, erfgrans en damwanden.

<sup>11</sup> Reactie Rijkswaterstaat op voorontwerpbestemmingsplan Spuifront, d.d. 4 oktober 2018.

De afstanden tussen de woningen en de kaderand zijn in het gewijzigde plan als volgt:

Locatie A: verloopt van 19 meter naar 6 meter.  
Locatie B: >13 meter  
Locatie C: >7 meter  
Locatie D: >7 meter

#### **4.1 Waarmee moet bij een aanvaring rekening worden gehouden?**

Belangrijk is dat bij een aanvaring de oeverconstructie de optredende horizontale krachten kan opnemen. Dat kan door te kiezen voor een stijve constructie, maar ook door middel van een constructie die juist elastisch is en kan vervormen. De keuze is aan de constructeur. Meer informatie over het opnemen van aanvaringskrachten is bijvoorbeeld te vinden in “Ontwerp van Schutsluizen Deel 2, hoofdstuk 15”.

1° Maatgevende situatie is bij hoogwater met een driekwart geladen klasse Va schip met een diepgang van 2,80 meter, een totale massa van 3300 ton en een snelheid van 12 km/uur die onder een hoek van 15° de oever raakt. Het schip zal bij de oever langs schampen en terug de rivier in worden geduwd. Bij een hoek van 15° bedraagt de dwarskracht slechts 27% van de voorwaarts gerichte kracht. Bovendien hoeft het schip niet afgestopt te worden. Deze krachten kunnen door elk type stalen damwand worden opgevangen.

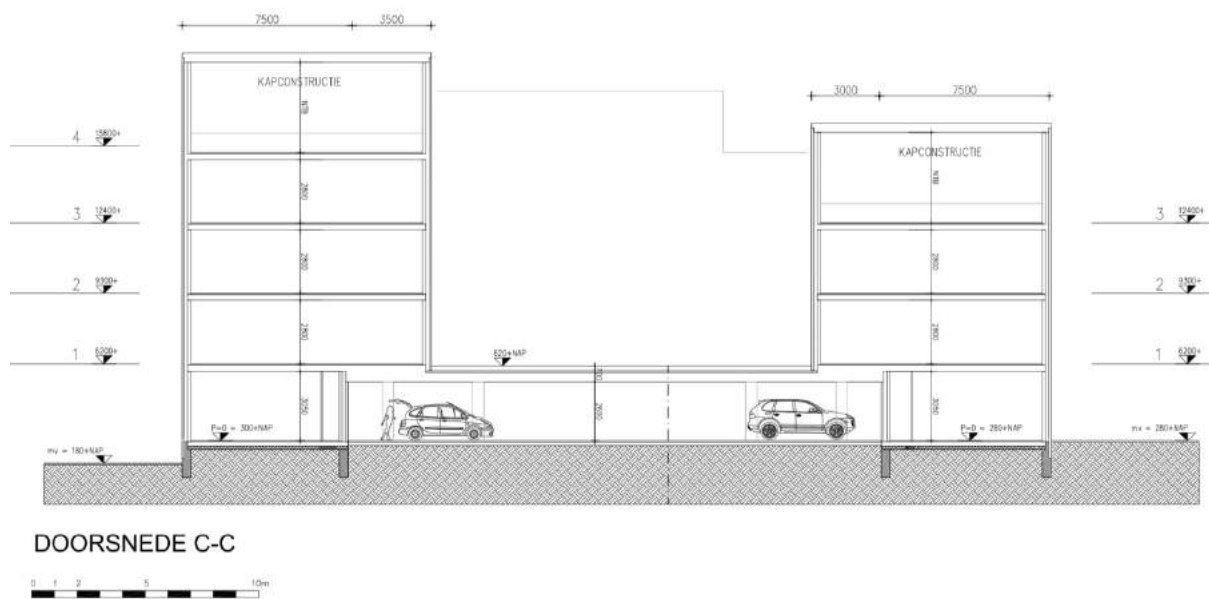
2° Maatgevende situatie is bij hoogwater een leeg klasse Va schip met een diepgang voor die nadert aan nul, een totale massa van 1000 ton en een snelheid van 16 km/uur die onder een hoek van 15° de oever raakt. Kleinere schepen zijn niet maatgevend. Dit schip zal gestopt moeten worden door de eerste verticale kering van 1 meter hoog boven de maatgevende hoogwaterlijn (MHWS) van NAP + 1,85.

Indien de motor voor de aanvaring niet uitgeschakeld wordt, kan het motorvermogen worden meegerekend. Gebruikelijk is om een vermogen tussen 800 en 1400 KW te installeren. Dit vermogen is nodig om de Rijn op te kunnen varen. Voor de vaart op het Spui wordt doorgaans niet meer dan 50% van dit vermogen ingezet.

Er zijn verschillende methoden om de optredende krachten te berekenen. Belangrijk is dat de snelheid kwadratisch in alle formules om de energie te bepalen zit. Ze zijn dus erg bepalend. De in dit rapport aangenomen snelheden voor geladen en lege schepen zijn bepaald vanuit de praktijk en overlegd met Rijkswaterstaat. Het zijn dus niet de geldende maximumsnelheden.

#### **4.2 Beoordeling van dwarsdoorsnede C-C uit het bouwplan.**

Doorsnede C-C betreft het middengedeelte van het plan en is daarmee het meest kritische onderdeel, maar alle doorsneden zijn in principe vergelijkbaar. Dit woongebouw ligt op 7 meter van de oeverrand en het wandelpad op de oever ligt op + 1,80 NAP. Dat betekent dat het pad bij hoog water bij de Maximale Hoge Waterstand (MHWS), waarmee gerekend moet worden, net onder zal lopen en dan nog nauwelijks een barrière vormt voor lege schepen. De mogelijke aanvaringshoek is 15°. Een leeg schip zal vrij eenvoudig bij deze oever op stuiteren en met de volledige kinetische energie over het wandelpad schuiven tot het tegengehouden wordt door de woningen waarvan de parkeerkelders op + 3,00 NAP liggen.



**Afbeelding 24: Beschouwde doorsnede C-C uit het masterplan.**

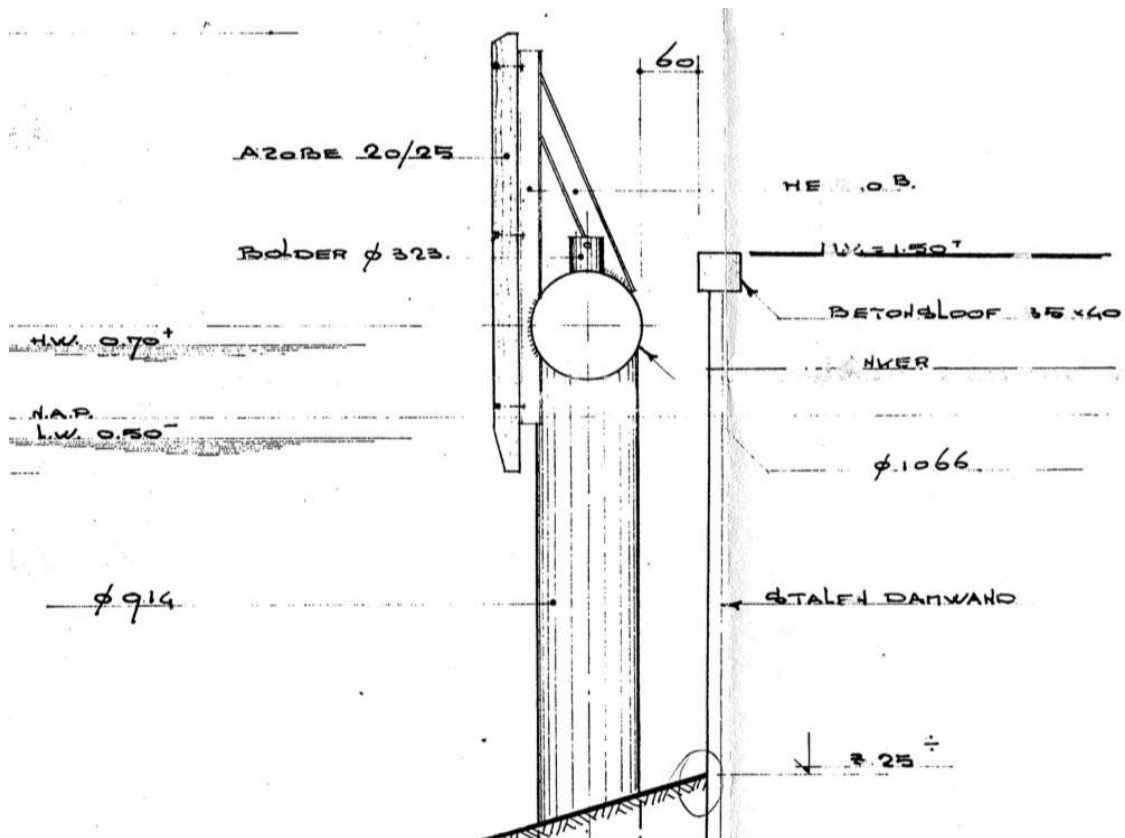
Om aan de veiligheidseisen te kunnen voldoen moet ter hoogte van de kaderand een kerende hoogte van NAP + 2,85 meter worden gerealiseerd. Dit kan op verschillende manieren gebeuren, bijvoorbeeld door het wandelgedeelte (gedeeltelijk) te verhogen, een keermuur aan te brengen, of door een stalen buisconstructie. Een combinatie van maatregelen is ook mogelijk.

Bij geladen schepen met een diepgang van meer dan ca. 1,50 meter, zal het grondlichaam achter de damwand alle kinetische energie moeten opnemen. De damwand zelf zal daarbij vervormen en in extreme gevallen is het mogelijk dat de grondkegel daarachter tot aan de funderingen van de woningen doorgedrukt wordt. De constructie van de woningen is hierop aangepast, zodat bij een aanvaring een of twee palen aan de voorzijde kunnen worden beschadigd, waarbij het gebouw niet kan instorten.

### **4.3 Huidige aanlegvoorziening scheepvaart.**

Voor een deel van de locatie is een buizenframe als afmeervoorziening aangebracht. Deze constructie is 85 meter lang en loopt vanaf de havenmond voor gebouw D en een deel van gebouw C langs. De afmeerconstructie is 1976 ontworpen door de Van Splunder aannemingsgroep. Er zijn slechts drie staande buispalen van 914 mm gebruikt. De wanddikte hiervan is gemeten op tenminste 12,6 mm.

Op de drie staanders is 1 langsligger van 85 meter gelast. Dit is een buis van 1066 mm met een wanddikte van 16,6 mm. Om de 5 meter is een hoge staanders met wrijfgordingen geplaatst. Uit aanvullend onderzoek moet blijken of deze constructie een functie kan vervullen als vangconstructie bij hoge waterstanden. De in de tekening hieronder aangegeven kadehoogte is niet correct, deze is ca. NAP +1,80 meter, alleen bij de haveningang is de kade lager. De hoogte van de afmeervoorziening is daarmee ook iets hoger dan op de tekening is aangegeven.



Afbeelding 25: Afmeerconstructie, ontworpen in 1976 (van Splunder aannemingsgroep).



Afbeelding 26: Afmeerconstructie.

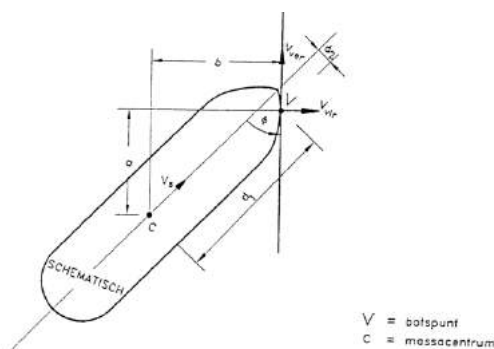
De buizenconstructie dient om de kade niet te belasten met afmeerkrachten en kan vooral statische langskrachten in de richting van de vaarweg opnemen. Om de schepen bij de wal te houden zijn ook nog bolders in de kade geplaatst.

Uit nader onderzoek moet blijken of de constructie ook dynamische aanvaarkrachten op zou kunnen nemen en geschikt kan worden gemaakt om als geleidewerk te dienen. Voordelig is dat de constructie bij vervorming al snel ondersteund gaat worden door de damwand. De staanders zijn een extra aandachtspunt omdat een schip hierachter kan blijven haken. Dit is vrij eenvoudig aan te passen.

Verwijderen van de constructie en eventueel hergebruik op een andere plaats is ook een mogelijkheid.

## 5 Conclusies.

- a) Het plan is getoetst aan de bovengenoemde uitgangspunten en de conclusie is dat er geen belemmeringen zoals bedoeld in artikel 2.1.3. Barro optreden:
1. Het bouwplan komt fysiek niet in de rivier te staan, de vrije doorvaart wordt niet belemmerd.
  2. De zichtlijnen aan boord van de schepen worden niet belemmerd. De rivier is ter plaatse bijna recht en de projectlocatie ligt in een buitenbocht. De bouwmassa is vergelijkbaar met de vroegere betonfabriek. Door het verdwijnen van de ligplaatsen worden de zichtlijnen voor de recreatievaart vanuit de havenmond beter.
  3. Het contact tussen scheepvaart en bedienings- of begeleidingsobjecten wordt niet belemmerd. Er blijft voldoende vrije ruimte voor de vaarwegbeheerder over om aanwijzingen voor de scheepvaart op de oever te kunnen plaatsen.
  4. De toegankelijkheid van de vaarweg voor hulpdiensten verbetert doordat de oeverstrook wordt verhard.
  5. Het uitvoeren van beheer en onderhoud door RWS kan op dezelfde wijze worden voortgezet. Er verandert weinig aan de situatie.
- b) Er worden op basis van expert judgement reële risico's op aanvaring van de projectlocatie verwacht, die toenemen naar mate de waterstand in de rivier toeneemt.
- c) De maximale situatie treedt op bij een waterstand boven NAP + 1,85.
- d) Er zijn twee maatgevende situaties:
- 1) Een leeg schip (eigen massa 1000 ton, snelheid ca. 16 km/uur) met een diepgang voor van bijna nul m, die met een hoek van  $15^\circ$  de oever raakt. Het risico hierbij is dat het schip bij hoogwater een stuk over de kade heen schuift en zo de woningen raakt.
  - 2) Een driekwart geladen schip met diepgang van 2,80 meter (massa schip+lading = 3300 ton), die met een hoek van  $15^\circ$  de oever raakt. Snelheid 12 km/uur. Het risico is hierbij dat de bij een aanvaring optredende krachten door de kadeconstructie onvoldoende afgewikkeld kunnen worden, waardoor ook de constructie van de woningen wordt aantast.
- e) De aanvaringshoek varieert per situatie maar is nooit meer dan  $15^\circ$ . Vanwege de zeer kleine aanvaringshoek zijn geen nadere berekeningen uitgevoerd.



Afbeelding 27: Rekenmodel botsingen. (Rijkswaterstaat)

- f) Op de hoek bij de havenmond (locatie D) en op de overgang van gebied A naar gebied B is ook een frontale aanvaring met een hoek van  $90^\circ$  mogelijk. Daarbij wordt een grondkegel achter de damwand tot ca. 15 meter weggedrukt. In dit achterliggende gebied worden geen woningen gebouwd.



- g) Om te voorkomen dat lege schepen bij hoog water de woningen kunnen raken is ter hoogte van de kaderand een kerende constructie tot NAP + 2,85 meter nodig.
- h) Overeenkomstig de Ontwerprichtlijnen Vaarwegen (RVW) moet voor de scheepsboeg rekening worden gehouden met een overkraging van 5 meter. Bij de conservatieve benadering zal de damwand maximaal 2 meter naar binnen worden gedrukt. De gevels van de woningen moeten dus tenminste 7 meter achter de damwand worden geplaatst om fysiek vrij van de aanvaring te blijven. Hier wordt aan voldaan.
- i) Overeenkomstig tabel 27 van de Ontwerprichtlijnen Vaarwegen (RVW) moet een vrije ruimte van 10 meter in acht worden genomen als zone voor het onderhoud van de oever. Ter plaatse van de punten C en D is deze afstand slechts 7 meter. Omdat het gebied tussen de gevels en de kaderand volledig wordt bestraat en zo volledig toegankelijk is, wordt deze afwijking acceptabel geacht.
- j) De constructie van de woongebouwen is zodanig gekozen dat beschadiging van de fundering mogelijk is zonder dat er instabiliteit optreedt waarbij muren en wanden zouden kunnen bezwijken. Er zal dan dus alleen materiele schade optreden, zonder slachtoffers.
- k) Op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn oplossingen ontwikkeld waarbij de veiligheid in de woningen voldoende wordt gewaarborgd.

## 6 Verantwoording.

Tenzij anders vermeld zijn de gebruikte foto's en afbeeldingen afkomstig van AA-Planadvies, AM B.V. en West8 en al dan niet bewerkt door Aa-Planadvies.