BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Nautische studie t.b.v. vaste fietsverbinding Amsterdam Rijnkanaal (Plan van Aanpak)

Plan van Aanpak Nr. 32752.600/1

MARIN
P.O. Box 28
6700 AA Wageningen
The Netherlands
T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl
I www.marin.nl

Nautische studie t.b.v. vaste fietsverbinding Amsterdam Rijnkanaal (Plan van Aanpak)

Plan van Aanpak Nr. 32752.600/1

Opdrachtgever	:	Gemeente Amsterdam T.a.v. [redacted]
Datum	:	28 februari 2020
MARIN Nr.	:	32752.600/1
Auteur	:	[redacted]

Paraaf Management [redacted]

2 PLAN VAN AANPAK

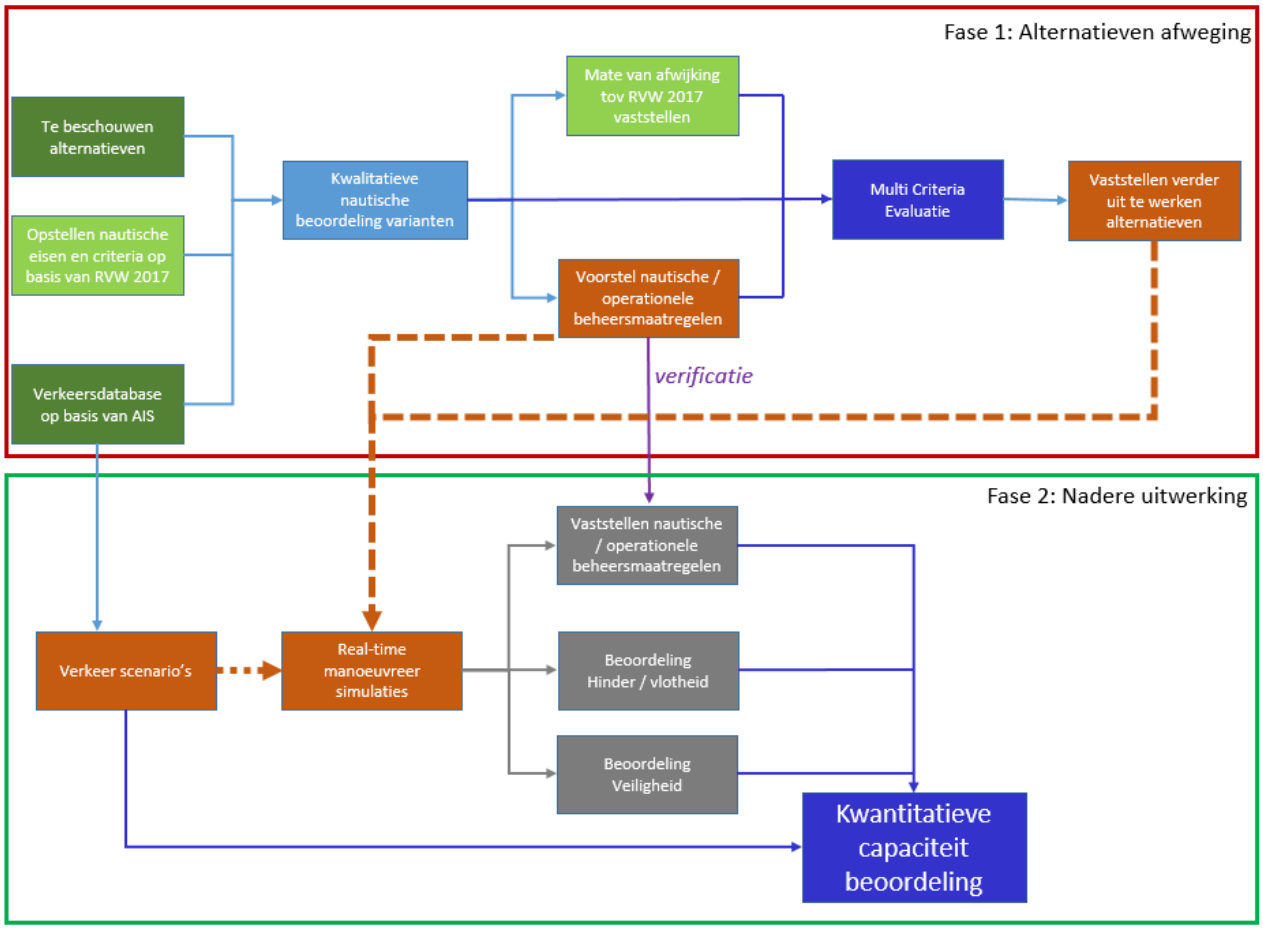
De nautische studie zal in twee fasen worden uitgevoerd:

- Fase 1: Een kwalitatieve nautische beoordeling van de varianten, welke als invoer dient voor een Multi Criteria Evaluatie. Op basis van deze kwalitatieve beoordeling worden de meeste kansrijke alternatieven (bij voorkeur één, maximaal twee) vastgesteld;

- Fase 2: Verdere uitwerking van de meest kansrijke varianten. Voor deze varianten worden met behulp van Real-time manoeuvreersimulaties een aantal verkeerscenario's gesimuleerd. De simulaties beogen het vaststellen van beheersmaatregelen en worden gebruikt om de gevolgen ten aanzien van de nautische veiligheid en vlotheid door aanleg van de brug vast te stellen. De uitkomsten van de simulaties dienen als invoer voor een kwantitatieve capaciteit beoordeling.

In onderstaand schema is MARIN's aanpak voor de nautische studie weergegeven. Het MARIN zal in Fase 1 niet de volledige Multi Criteria Evaluatie opstellen, maar hiervoor haar nautische beoordeling aandragen. Hiertoe zal het MARIN vaststellen in welke mate de alternatieven afwijken van Richtlijnen en een voorstel doen voor nautische / operationele beheersmaatregelen.
Haalbaar geachte varianten worden in Fase 2 nader uitgewerkt. Hierdoor worden de beheersmaatregelen geïmplementeerd, alsmede maatgevende verkeerssituaties vastgelegd, als invoer voor scenario's waarin schippers real-time vaarten uitvoeren. Op basis van de vaarten zal MARIN vaststellen of de vaarten nautisch veilig zijn, of de vaarten vlot zijn en een verificatie plegen van de voorgestelde beheersmaatregelen. De resultaten van deze analyse worden meegenomen in een kwantitatieve capaciteit beoordeling.

In de volgende secties zullen de onderdelen nader worden toegelicht.



Figuur 2-1: Stappenplan en afhankelijkheden nautisch onderzoek. In het rode kader de alternatieven afweging en in het groene kader de nadere uitwerking van de/het voorkeur(s)alternatief(ven).

2.1 Fase 1: Alternatieven afweging

Op basis van de Richtlijnen Vaarwegen 2017 (RVW 2017) zullen nautische eisen en criteria worden opgesteld, waaraan de alternatieven worden getoetst. Tevens zullen de verkeersstromen en maatgevende verkeerssituaties in het gebied in kaart worden gebracht aan de hand van een analyse van AIS data.

2.1.1 Toepassing van de Richtlijnen Vaarwegen

Aan de hand van de RVW 2017 en ervaring uit vergelijkbare projecten wordt een karakterisering gemaakt van de vaarweg en de brugdoorvaart met als doel mogelijke knelpunten te identificeren. Hierbij worden de hele vaarweg (Binnen-IJ, sluizen, Amsterdam Rijnkanaal) tussen Java eiland en sluizen aan de noordzijde en de Amsterdamse brug aan de zuidzijde in beschouwing genomen. De eisen en randvoorwaarden zoals die volgen uit de richtlijnen worden naast elkaar gezet. Uitgangspunt bij de beoordeling en vergelijking is dat de varianten aan de Richtlijnen Vaarwegen moeten voldoen om een vlotte en veilige situatie te garanderen. Daar waar afgeweken wordt van de richtlijnen worden per variant de knelpunten in beeld gebracht en mitigerende (beheers)maatregelen voorgesteld. Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van de inventarisatie van verkeerssituaties uit de AIS analyse (2.1.2).

2.1.2 Verkeersanalyse op basis van AIS

Een verkeersanalyse wordt uitgevoerd aan de hand van AIS-data over een recente periode. De volgende analyses worden dan uitgevoerd:

- Ruimtegebruik op de vaarweg van het doorgaande verkeer op het ARK. Centrale vraag hierbij is of inpassing van de brug gevolgen kan hebben voor de doorgaande vaart;
- Intensiteit van het verkeer afhankelijk van tijdstip van de dag en seizoen;
- Samenstelling van het verkeer;
- Inventarisatie van bijzondere manoeuvres. Dit betreft het in beeld brengen en tellen van:
    - de manoeuvres van en naar de bunkerstations, inclusief eventueel wachten tot er plek is voor bunkeren;
    - keermanoeuvres ten behoeve van bunkeren en/of ligplaats nemen op de wachtplaatsen, waarbij ook de locatie van de keermanoeuvre van belang is;
    - wachten voor passage van de Amsterdams brug in verband met afspraken voor ontmoeten.

De inventarisatie is in eerste instantie nodig voor de kwalitatieve nautische beoordeling van de varianten, maar wordt ook gebruikt om passagetijden door het gebied vast te stellen in relatie tot maatgevende verkeersituaties. In de tweede fase van het onderzoek worden de maatgevende verkeerssituaties (scenario's) gebruikt om door middel van real-time manoeuvreersimulaties de effecten van inpassing van de brug op de veiligheid en de passagetijden te beoordelen

2.1.3 Kwalitatieve nautische beoordeling varianten

Op basis van de opgestelde criteria uit de RVW 2017 (Sectie 2.1.1), zullen de alternatieven vanuit nautisch oogpunt beoordeeld worden. Het MARIN zal voor deze beoordeling gebruik maken van de RVW, de verkeersanalyse (Sectie 2.1.2) en haar expertise. Voor de beoordeling zal gebruik worden gemaakt van een 5-schaals verdeling (++, + , 0, - en --).
De beoordeling zal tevens weergeven waar de alternatieven niet aan de RVW voldoen en waar aanvullende beheersmaatregelen benodigd zijn. MARIN zal een voorstel geven voor deze operationele beheersmaatregelen.

De kwalitatieve nautische beoordeling van de alternatieven en het voorstel voor operationele beheersmaatregelen worden meegenomen in een Multi Criteria Evaluatie, zie Sectie 2.1.4.

2.1.4 Multi Criteria Evaluatie

Binnen een Multi Criteria Evaluatie (MCE), worden alternatieven afgewogen op basis van meervoudige criteria. MARIN zal invoer leveren voor de MCE vanuit nautisch oogpunt. Het opstellen van de MCE, waarbij rekening wordt gehouden met andere aspecten waaraan de verbinding dient te voldoen is in handen van de Opdrachtgever.

MARIN gaat ervanuit dat de MCE binnen een werkdag uitgevoerd kan worden en dat de diverse stakeholders bij het opstellen van de MCE betrokken worden teneinde een gedragen consensus te bereiken welke alternatieven haalbaar worden geacht.

Op basis van de MCE wordt bepaald welk alternatief (of alternatieven), haalbaar is (zijn) en verdere uitwerking verdient in Fase 2. De uit Fase 1 niet haalbaar geachte alternatieven worden niet verder getoetst in Fase 2.

2.2 Fase 2: Verder uitwerking voorkeursalternatief (of alternatieven)

De uit Fase 1 vastgestelde haalbare alternatieven, worden in deze Fase verder uitgewerkt. MARIN acht in deze Fase het uitvoeren van Real-time manoeuvreer simulaties noodzakelijk. Het uitvoeren van fast-time simulaties, waarbij het schip wordt bestuurd door een stuurautomaat, hebben geen toegevoegde waarde, omdat interactie tussen schepen onderling in deze simulaties niet worden meegenomen. De manoeuvres in het projectgebied zijn complex vanwege de onderlinge interactie tussen het doorgaande verkeer en de bijzondere manoeuvres. In deze verkeerssituaties zullen beslissingen en handelen van de menselijke bestuurder (binnenvaartschipper) meegenomen moeten worden.

2.2.1 Verkeer scenario’s

Op basis van de verkeersanalyse (Sectie 2.1.2) zijn de vaarbanen en snelheden van verschillende scheepstypen of klassen in kaart gebracht. Typische verkeerssituaties zullen hieruit worden gecreëerd, die in de manoeuvreersimulaties worden meegenomen. Door gebruik te maken van AIS data, kunnen realistische verkeerssituaties worden gecreëerd. Voor het creëren van verkeersscenario’s gedurende de simulaties zal MARIN “typische” schepen, representatief voor de klassen, uit interne database gebruiken.

2.2.2 Real-time manoeuvreersimulaties

Gedurende real-time manoeuvreersimulaties voert een binnenvaartschippers een aantal manoeuvres uit in een gebied op een simulator. Op basis van data verkregen uit de simulaties en enquêtes gehouden met de schippers wordt op basis van objectieve en subjectieve criteria de veiligheid en vlotheid beoordeelt van de vaarten.

De studie bestaat uit:

- Opstellen simulatie database en configureren van de simulatoren;
- Uitvoeren van de simulaties;
- Analyse en rapportage.

Opstellen simulatie database en configureren van de simulatoren
Van het projectgebied wordt een gebiedsdatabase gemaakt. Deze bestaat enerzijds uit de geometrie, bodemligging, botslijnen, stroomvelden, etc. en anderzijds uit het buitenbeeld dat wordt geprojecteerd. Deze database zal worden gemaakt op basis van de door de opdrachtgever verstrekte gegevens.

De database zal de huidige situatie alsmede de voorkeursalternatieven bevatten. De database bevat de volgende onderdelen:

- Lay-out, Elektronische kaart gegevens van het gebied en bathymetrie van het projectgebied;
- Buitenbeeld en radarbeeld;
- Omgevingscondities (stroom, wind, zicht);
- Manoeuvreermodellen van de schepen;
- Scenario's.

Lay-out, ENC en bathymetrie van de area
Om de geometrie van het gebied in de database te kunnen implementeren gebruiken we een Electronic Navigation Chart (ENC). Deze kaart wordt tevens gebruikt om op te navigeren tijdens de simulaties. De ENC zal worden aangepast om de alternatieven, bestaande uit de brug, pijlers, remmingswerken en dergelijke te implementeren. De geometrie zal worden gebruikt om bots contouren te definiëren. De bathymetrie kan uit de ENC worden geëxtraheerd, maar het is ook mogelijk om op basis van aangeleverde dwarsdoorsneden van de vaarweg een diepteprofiel aan te maken.
Een voorbeeld van een ENC voor de binnenvaart is opgenomen in Figuur 2-2.



Figuur 2-2 Voorbeeld van een ENC

Buitenbeeld en radarbeeld
Het buitenbeeld van het gebied wordt gemaakt met behulp van vrij beschikbare digitale fotografie (Google Earth). Indien nodig zal een fotograaf van MARIN foto's van het gebied maken. Met de ENC en vrij beschikbare 3D gegevens wordt de basis gelegd binnen een 3D tekenprogramma. Tenslotte, worden de 3D gebouwen voorzien van textures waardoor een goed gelijkend drie dimensionaal beeld van de omgeving verkregen wordt. De 3D database aangevuld met objecten vormt tevens de input voor de radar antenne simulator.

De bruggen in het kanaal worden op basis van aangeleverde tekeningen gemodelleerd. Hierbij is het belangrijk dat locaties van brugpijlers, remmingwerken e.d. op de juiste posities worden geplaatst in de database. zodat zichtlijnen goed beoordeeld kunnen worden. Tevens is de locatie van borden en lichten van belang, om te kunnen beoordelen of ze goed zichtbaar zijn vanaf bijvoorbeeld de wachtlocaties.

Omgevingscondities
<u>Wind</u>
In overleg met de opdrachtgever wordt bepaald welke windcondities maatgevend zijn voor dit onderzoek. Op basis van de lokale situatie zal MARIN correcties voor obstakels welke zog veroorzaken toepassen en dit vertalen in een plaatsafhankelijk windveld, op dezelfde wijze kunnen ook versterkingen

van het zog worden meegenomen (a.g.v. venturi-effect tussen gebouwen). Vlagerigheid wordt toegepast op basis van een Davenport spectrum, waarbij rekening wordt gehouden met de ruwheid van het terrein.

Stroom
Stroomvelden kunnen normaliter worden toegevoegd. Omdat het hier varen op kanalen betreft zal er geen stroming worden toegevoegd.

Zicht
Scenario's dienen ook bij slecht zicht te worden uitgevoerd. Deze omstandigheden kunnen realistisch in de simulator worden gesimuleerd. Voor een nachtsimulatie dient de visuele database te worden uitgebreid.

Manoeuvreermodellen van de schepen
In samenspraak met de opdrachtgever zullen de maatgevende schepen voor de simulaties worden vastgesteld. MARIN heeft een aantal binnenvaartschepen in databases ter beschikking. Deze modellen bevatten het manoeuvreergedrag, besturingsmiddelen, gedrag in wind(gradiënten) en een betrouwbaar buitenbeeld. Indien een specifiek schip niet beschikbaar is dan kunnen deze gemaakt worden door een schip met zelfde onderwatervorm en vergelijkbare afmetingen te schalen. Het schalen waarbij hydrodynamische eigenschappen verantwoord afgeleid kunnen worden is expertise van MARIN. Daarnaast dienen buitenbeelden, botscontouren etc. aangepast te worden.

De database zal een aantal representatieve schepen bevatten die het overige verkeer beschrijven. Deze modellen zijn minder geavanceerd (kunnen niet worden bestuurd door een schipper) en worden door een baanvolgende stuurautomaat bestuurd.

Scenario's
Een scenario bevat een specifieke situatie, waarin de voorgaande componenten (schip, omgeving, condities) worden geïmplementeerd. In de scenario's zal het verkeersbeeld vanuit AIS gegevens worden toegevoegd (zie Sectie 2.2.1). De initiële condities, bestaande uit locatie in het vaarwater, vaarsnelheid en koers worden bepaald voor de te besturen schepen. Het verkeersbeeld zal worden gecreëerd door banen uit te zetten, waarlangs de overige schepen varen.

De simulatiesoftware (DOLPHIN, zie bijlage), staat aanpassingen in de scenario's toe, waardoor het verkeersbeeld of de initiële condities eenvoudig zijn aan te passen. Het implementeren van alternatieven voor de brug zijn aanpassingen in de database en vergen voorbereidingstijd.

Simulator
Omdat vooral de interactie tussen de vaarweggebruikers van belang is, worden de simulaties op meerdere bruggen uitgevoerd. De simulaties zullen worden uitgevoerd op twee van MARIN's manoeuvreersimulatoren. Na recentelijke aanpassingen is een Compact Manoeuvring Simulator (CMS) een goed alternatief gebleken om binnenvaartsimulaties uit te voeren. De CMS is een flexibele opstelling, zie Figuur 2-3 en Figuur 2-4

De CMS zal worden voorzien van een console met een realistische opstelling voor de bediening van binnenvaartschepen met een telegraaf, roertiller, ROT automaat en een handel voor de kopschroef. Displays tonen de conning, radar en een kaart van het gebied. Extra monitoren naast de console tonen het beeld langs de zijkant van het schip naar voren, dat in de praktijk via camera's/monitoren of spiegels beschikbaar is.



Figuur 2-3 Simulatie met een binnenvaartschip bestuurd door een schipper op een CMS (1/2)



Figuur 2-4 Simulatie met een binnenvaartschip bestuurd door een schipper op een CMS (2/2)

Uitvoering simulaties

De ervaring leert dat een hele dag manoeuvres uitvoeren vrij vermoeiend is. Om deze reden en om voldoende variatie en betrouwbaarheid te krijgen is het noodzakelijk dat ten minste vier binnenvaartschippers deelnemen aan de simulaties voor het uitvoeren van de vaarten. Indien gewenst kan MARIN via haar contacten schippers regelen met ervaring met vergelijkbare schepen.

MARIN zorgt voor een instructeur die de simulator bedient en runs bespreekt met de schippers. De instructeur heeft zelf ervaring in de binnenvaart en is bij veel eerdere simulatorstudies en –trainingen bij MARIN betrokken geweest.

2.2.3 Beoordeling van de vaarten op hinder/vlotheid en veiligheid

De resultaten van de simulaties worden gepresenteerd in trackplots en dataplots van karakteristieke parameters zoals de snelheid, de drift(hoek), het roergebruik, het machinegebruik en het boegschroefgebruik. Aan de hand van deze plots wordt geanalyseerd met betrekking tot veiligheid, vlotheid en ruimtegebruik. De beoordeling van de runs vindt plaats op basis van de professionele mening van de schippers, de beoordeling door de instructeur en de numerieke analyse. Ruimtegebruik, machine- en roergebruik en boegschroefgebruik worden aan de hand van vaste criteria getoetst.

De track- en dataplots, de beoordeling van de simulaties en de conclusies worden opgenomen in het rapport met een overzicht van het simulatieprogramma. Waar relevant zullen aanbevelingen worden gedaan met betrekking tot de strategie en/of eventuele aanpassingen van het ontwerp. Gedurende de analyse en rapportage wordt tevens vastgesteld of de nautische/operationele beheersmaatregelen effectief zijn, of dat hierin aanpassingen gewenst zijn.

2.2.4 Kwantitatieve capaciteit beoordeling

Naast de beoordeling van de effecten op de veiligheid (2.2.3) wordt ook aan de hand van de real-time simulaties een inschatting gemaakt van de effecten van de inpassing van de brug op de passagetijden in de verschillende verkeersscenario’s. In combinatie met de inventarisatie van de verkeersscenario’s (hoe vaak komen ze voor?) wordt een kwantitatieve inschatting gegeven van de effecten op de capaciteit van het verkeerssysteem.