

RAPPORT

Automatisch aan- en afmeersysteem voor kustveren in Oostende

PIO (bestek EWI-2022-pio-02)



Document nummer	231001_PIO_AutomatischAanEnAfmeersysteem_Verslag
Datum	02/07/2024
Revisie	A
Pagina's	45

Inhoudstafel

Inhoudstafel.....	2
1 Samenvatting.....	5
1.1 Probleemstelling.....	5
1.2 Aanpak	5
1.3 Conclusie	5
2 Inleiding	7
2.1 Situering.....	7
2.2 Probleemstelling.....	9
2.3 Doelstellingen voortkomend uit de probleemstelling	10
2.4 Doelstelling van dit document.....	10
3 Methodiek van het onderzoek	12
3.1 Voorbereidende fase.....	12
3.2 Onderzoekspistes en strategie.....	13
4 Uitgangspunten bij start.....	15
4.1 Inleiding	15
4.1.1 Huidig procedé van aanmeren	15
4.1.2 Randvoorwaarden.....	16
5 Marktconsultatie/validatie en actualisatie eerdere marktstudies	18
5.1 Vacuüm mooring.....	18
5.1.1 Verslag marktcontact met Cavotec	19
5.1.2 Conclusie vacuüm aanmeren.....	20
5.2 Magnetisch aanmeren.....	20
5.3 Mechanisch lock-systeem TTS van MaCGregor.....	21
5.4 Mechanisch lasso systeem.....	22
5.4.1 AMS (automoorring systems)	22
5.4.2 Conclusie	22
6 Engineering.....	24
6.1 Shoretensioning systemen	24
6.1.1 Beschrijving	24
6.1.2 Conclusie	24
6.2 Eigen concepten	25
6.2.1 Basisgegevens waarmee het ontwerp werd aangevat.....	25

6.2.2	Concept 1	26
6.2.3	Concept 2	28
6.2.4	Concept 3	28
6.2.5	Concept 4	29
6.2.6	Conclusie van de basisconcepten	29
7	Bevraging van het scheepspersoneel tijdens bezoek.....	31
7.1	Bezoek veer Oostende 12/02/2024.....	31
7.1.1	Inleiding	31
7.1.2	Aanwezigen	31
7.1.3	Verslag	31
7.2	Bezoek veer Nieuwpoort 16/02/2024	42
7.2.1	Inleiding	42
7.2.2	Aanwezigen	42
7.2.3	Verslag	42
8	Samenvatting	43
8.1	Marktonderzoek	43
8.2	Eigen ontwikkeling.....	43
8.3	Personeelsbevraging en empirische vaststellingen.....	44
8.4	Conclusie	44
9	Bibliografie	45

Lijst met afbeeldingen

Figuur 1: Vaartraject	7
Figuur 2: Raveel Ontmoet Ensor tijdens het bijladen aan het ponton	8
Figuur 3: meertouw.....	15
Figuur 4: valbrug van het schip gepositioneerd	16
Figuur 5: voorbeelden Moormaster Cavotec	18
Figuur 6: Moor master NXS plaat.....	19
Figuur 7: Maximum krachten met de moormaster	19
Figuur 8: Systeem MacGregor	21
Figuur 9: robotarm AMS rope picker	22
Figuur 10: shoretensioning systeem.....	24
Figuur 11: concept 1.....	26
Figuur 12: concept 1 - kopstuk.....	26
Figuur 13: fase 1 openduwen.....	27
Figuur 14: Fase 2 openduwen.....	27
Figuur 15: fase 3-90°	27
Figuur 16: fase 4-overslag	27
Figuur 17: openingsfases bij calamiteit.....	27
Figuur 18: concept 2.....	28
Figuur 19: concept 3.....	28
Figuur 20: concept 4.....	29
Figuur 21: stromingspatroon SWATH's.....	32
Figuur 22: cilinderopstelling roer foto 1	33
Figuur 23: cilinderopstelling roer foto 2.....	33
Figuur 24: fundatieplaat roer	34
Figuur 25: Hekschroef Nieuwpoort.....	35
Figuur 26: ingetrokken valbrug	36
Figuur 27: Actuator brug op de RR.....	37
Figuur 28: Actuator brug op de ROE.....	37
Figuur 29: Brug ROE	38
Figuur 30: Brug RR	39
Figuur 31: Actuator brug RR – hydraulische cilinder.....	39
Figuur 32: Actuator brug RR - veer.....	40

1 Samenvatting

1.1 Probleemstelling

DAB Vloot wil ervoor zorgen dat zijn veerboten automatisch, zonder meertouwen, kunnen aan- en afmeren. Nu zijn er vele manuele handelingen nodig bij het aan- en afmeren, die regelmatig tot incidenten leiden met letsels bij de matroos, met soms arbeidsongeschiktheid tot gevolg. Met een automatisch systeem kan het proces veiliger verlopen, en ook efficiënter (o.a. minder energieverbruik). Naast meer comfort en veiligheid voor de schipper de matroos en het publiek, zou een automatisch systeem ook voor een hogere stabiliteit van veer en ponton zorgen, zodat het elektrische veer gemakkelijker en frequenter opgeladen kan worden. In Oostende vervullen de veren een brugfunctie. Tijdens de zomermaanden zijn er twee veren continu in gebruik en gaat het gemiddeld om 24 aan- of afmeringen per uur waardoor de kans op letsel, gevolgd door mogelijks wekenlange arbeidsongeschiktheid bij de matrozen, reëel is.

1.2 Aanpak

Tijdens de offertefase gaf Billowy reeds aan dat er al een recent openbaar rapport bestond van Arcadis rond dit onderwerp waarin dezelfde vraag werd onderzocht. Verder had DAB Vloot reeds een uitgebreid vooronderzoek gelanceerd. Het geloof was daarom klein dat er een kant- en klare marktoplossing of een aanpasbare technologie beschikbaar was.

Volgende aanpak werd daarom afgesproken:

1. Verificatie van het bestaande marktonderzoek en up-to-date zetten naar de huidige stand van zaken
2. Bevraging van de bemanning rond hun huidige problematiek
3. Voorstellen tot conceptengineering om een op maat gemaakte oplossing voor dit vraagstuk te bekomen die DAB Vloot in een bestekofferte kan gieten.

1.3 Conclusie

Het marktonderzoek heeft zoals verwacht geen noemenswaardige technologieën geïdentificeerd die een aanvulling op vorige rapporten (zoals dat van Arcadis) of het vooronderzoek van DAB Vloot kunnen betekenen. Wel werd contact gelegd met de projectmanagers van een gelijkaardig Noors project, de milliampère II (dat evenwel in stil binnenwater actief is). In dit Noors project werden

Tijdens deze gesprek kwam naar voor dat het Noorse onderzoeksproject gelijkaardige technologieën heeft onderzocht met als voornaamste gelijkenissen:

- Autonoom aanmeren
- Contactloos laden

De technologie kan echter niet 1 op 1 worden gekopieerd omwille van de omgevingsomstandigheden. De Milliampère II vaart op stil water, terwijl de Raveel ontmoet Ensor veel meer omgevingsinvloeden ondervindt in de haven van Oostende. De gebruikte

Rapport

technologiën voor aanmeren van de milliampère (eenvoudig vergrendelsysteem/slot tussen aanlegsteiger en schip) is bijgevolg niet werkbaar voor de situatie in Oostende.

Het overleg met de bemanning heeft enkele interessante parallele pistes naar boven gebracht die een verbetering voor het aan- en afmeren kunnen betekenen. Deze suggesties staan beschreven in het rapport en kunnen verder conceptueel worden verdiept, indien gevraagd.

De engineeringfase heeft aangetoond dat de randvoorwaarden (verschillende schepen aanmeren, vrij houden ponton, kostprijs van een op maat gemaakte oplossing,...) ervoor zorgen dat een fysiek systeem om de boten stabiel aan te meren geen realistische piste lijkt.

Daarom lijkt het raadzaam dat DAB Vloot de droom om tot een volledig automatisch aan- en afmeersysteem te komen voorlopig opgeeft. Wel is het zinvol om het schip aan te laten passen met een hekschroef met het oog op een betere bestuurbaarheid alsook eventueel de brug aan te passen zodat een veiligere toestand wordt bekomen.

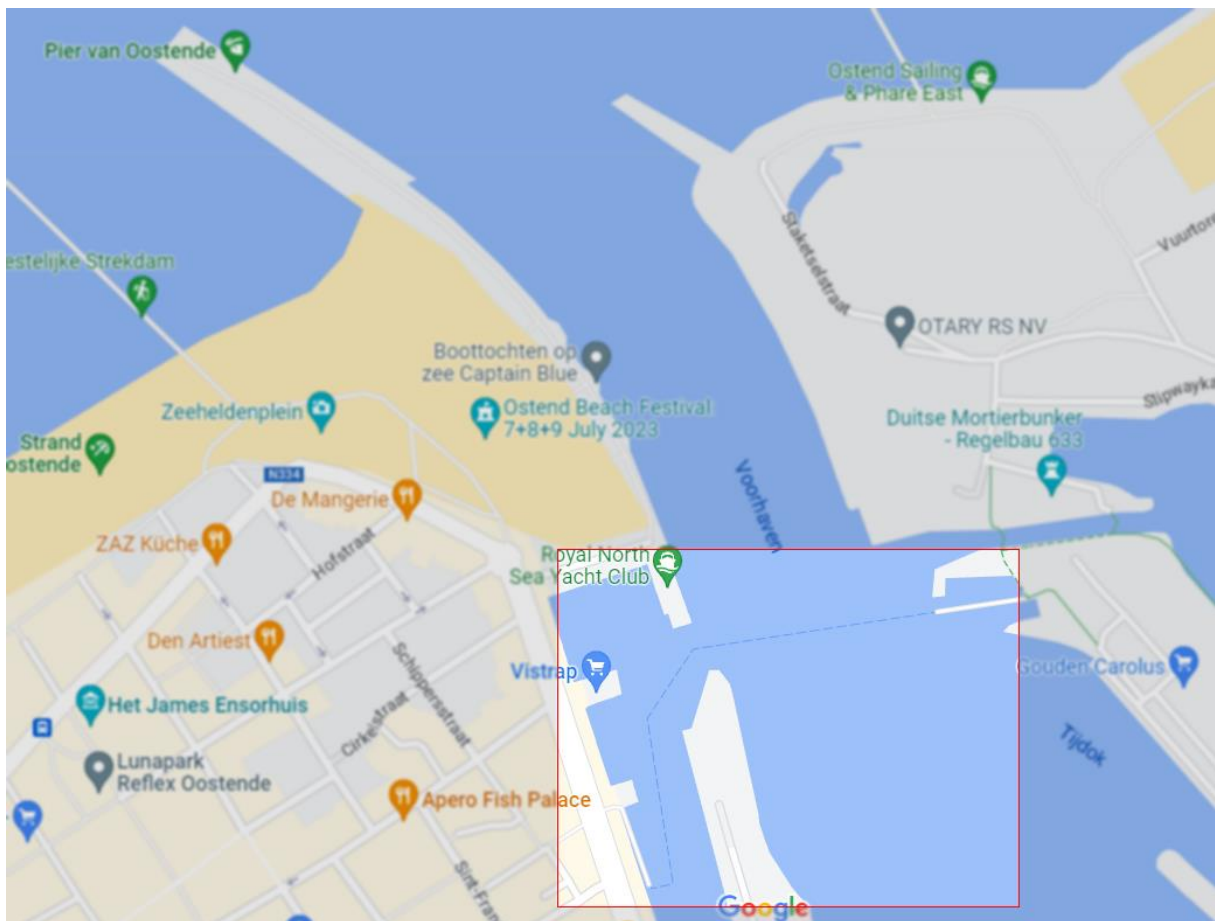
2 Inleiding

2.1 Situering

In Oostende beheert DAB Vloot, de rederij van de Vlaamse overheid, een veerdienst die pendelt tussen linker en rechteroever. Deze veerdienst is kosteloos toegankelijk en zorgt ervoor dat pendelaars te voet of met de fiets de oversteek kunnen maken.

In de havengeul van Oostende opereren drie kustveren:

- Het nieuwe (in de vaart sinds 2021) elektrisch aangedreven veer 'Raveel ontmoet Ensor' (capaciteit: 100 passagiers, 40 fietsen)
- De oudere veren (met dieselmotor) 'Roger Raveel' en 'Het rode vierkant op zee' (capaciteit 50 passagiers, 20 fietsen).



Figuur 1: Vaartraject



Figuur 2: Raveel Ontmoet Ensor tijdens het bijladen aan het ponton

2.2 Probleemstelling

Het veer pendelt zoals beschreven veelvuldig tussen West- en Oosteroever. Vooral tijdens vakanties en zomermaanden piekt de vraag tot overzet en worden extra diensten ingezet. Deze drukkere periodes vormen een extra belasting op de bemanning van het schip dat bestaat uit een schipper en een matroos die elk hun specifieke taak vervullen:

- De schipper bestuurt het schip en treedt op als verantwoordelijke.
- De matroos zorgt ervoor dat de veiligheid op het schip wordt gewaarborgd voor de passagiers en begeleidt ze bij het op- en afstappen.
Verder is hij ook verantwoordelijk voor de manipulatie van de boegtros bij het aan- en afmeren.

De basisdienstverlening verloopt als volgt:

- In de periode 1 oktober – 31 maart start de veerdienst vanaf 07.45 u. met een laatste vaart van het stadscentrum naar de oostoever om 17.55 u. en van de oostoever naar het stadscentrum om 18.05 u.
- In de periode 1 april – 30 september start de veerdienst vanaf 06.30 u. met een laatste afvaart om 21.00 u 's avonds.
- Frequentie is 4-5 keer per uur.
- Het aan- en afmeren gebeurt via een vlottend ponton. Bij het aanmeren wordt het schip op één plek (vooraan) vastgemaakt met een meertouw aan een bolder (meerpaal).

DAB Vloot heeft enkele doelstellingen opgezet waarmee deze studie werd aangevat. Zij vormen dan ook de probleemstelling of uitgangssituatie.

Bij de huidige aanmeerprocedure moet de schipper het kustveer manueel dicht naar de ponton sturen om aan te meren, wat bij hevige deining niet eenvoudig is en aanleiding kan geven tot extra manoeuvres en extra brandstof- (of elektriciteits-) verbruik, risico op een botsing met de ponton en onaangename schokken voor de passagiers en bemanningsleden. Bij het aanmeren wordt het schip op één plek vastgemaakt met een meertouw aan een bolder. Na aanmeren en vastleggen van het meertouw, is er permanent propulsie nodig om het veer op zijn plaats te houden wat extra brandstof- (of elektriciteits-) verbruik veroorzaakt.

Vloot is daarom op zoek naar een innovatief geautomatiseerd systeem voor aan- en afmeren (zonder meertouwen) dat de veerboot vastneemt, tegen de ponton trekt en vasthoudt bij aanmeren en de omgekeerde handeling uitvoert bij afvaart.

Naast meer comfort en veiligheid voor de bemanning en publiek, zal een automatisch systeem ook voor een hogere stabiliteit van veer en ponton zorgen, zodat het elektrische veer gemakkelijker en frequenter opgeladen kan worden. Het blijft echter belangrijk dat een geautomatiseerd systeem de werking zoals die vandaag mogelijk is niet beperkt voor het schip/veer zelf. Elke aangebouwde constructie dient dus modulair aanbouwbaar, wegneembaar of wegklapbaar te zijn.

2.3 Doelstellingen voortkomend uit de probleemstelling

Hieronder worden nog kort de gewenste doelstellingen opgesomd:

- Het gebruik van meertouwen wordt overbodig.
- De veerboot ligt altijd op de juiste plaats na aanmeren (bijvoorbeeld met detectie door sensoren of een andere methode), maakt contact en wordt tegen het ponton getrokken om daar stevig te blijven liggen, zonder dat er nog propulsie (voortstuwing) nodig is.
- Geautomatiseerd systeem dat de veerboot vastneemt, tegen de ponton trekt en vasthoudt bij aanmeren en de omgekeerde handeling uitvoert bij afmeren. De matroos dient ten allen tijde zijn aandacht bij de in- en ontschepping te houden en de passagiers te begeleiden.
- Het systeem moet betrouwbaar en onder alle omstandigheden functioneren (dus ook bij stevige deining).
- Het systeem mag niet 'in de weg staan' voor vlot op- en afstappen van de passagiers.
- Het systeem moet uitgerust zijn met veiligheidsvoorzieningen die onder andere alarm slaan (en de automatische handeling stopzetten) als zich een object of mens tussen veerboot en ponton zou bevinden, of moet zelfvoorzienende veiligheden ingebouwd hebben.
- Het systeem houdt tijdswinst in, of in elk geval, geen tijdverlies ten opzichte van de huidige procedure.
- Van toepassing op zowel Raveel ontmoet Ensor als voor de kleinere schepen;
- Aanmeren moet zowel aan bak- als stuurboord mogelijk blijven. Een systeem werkt idealiter in alle mogelijkheden voor alle vaartuigen, maar mag in geen geval blokkerend werken.

2.4 Doelstelling van dit document

Dit document is een verslag van de onderzochte technologieën en de toegepaste methodiek die tijdens het marktonderzoek, interviews met bemanning, en basis engineering aan bod zijn gekomen.

M.b.t. het luik 'marktonderzoek', focust het rapport op de besproken technieken, los van de gecontacteerde marktspelers.

De onderzochte technologieën worden beschreven met elk hun voor- en nadelen, specifiek in functie van de behoeften van Vloot. De vergaarde info wordt met andere woorden getoetst aan de behoeften van Vloot met het oog op het opstellen van een toekomstig bestek en de keuzes die Vloot hierin zal moeten maken (scope van de opdracht, eisen, criteria, enz.). Het is

Rapport

niet de bedoeling om in deze fase al bepaalde technologieën of bedrijven te suggereren of uit te sluiten. Doel van dit onderzoek is de haalbaarheid van de beoogde oplossing in te schatten zodat Vloot een realistisch bestek kan opmaken.

Kortom, dit eindverslag beschrijft alle stappen van het gevolgde traject met het oog op het voorbereiden van een mogelijke detailengineering of innovatieve aankoop. Hiertoe werden verschillende stakeholders en experts geconsulteerd met als doel kennis, inzichten en concrete voorstellen te verzamelen voor de uitdaging van Vloot. Dit rapport brengt hierover verslag uit om de principes van mededinging, non-discriminatie, transparantie en gelijkheid te waarborgen, zoals gestipuleerd in artikel 51 van de Wet op de Overheidsopdrachten.

3 Methodiek van het onderzoek

3.1 Voorbereidende fase

In de Kick-Off meeting werd samen met Vloot en PIO een strategie ontwikkeld om tot voor DAB Vloot nuttige inzichten te komen met het oog op een toekomstige aankoop. Deze strategie wordt hieronder in hoofdlijnen benoemd en wordt vervolgens uitgewerkt in de aanpalende hoofdstukken.

1. Markstudie validatie

Ondanks het bestaan van beschikbare marktonderzoeksrapporten (Arcadis-Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen April 2022 /voortraject DAB Vloot) zal toch een beperkt marktonderzoek worden opgestart met als doel:

- a. Checken van de volledigheid van de marktstudies
- b. Up to date brengen van de huidige ontwikkeling
- c. De mogelijke verschillen bloot te leggen tussen binnenvaart (rapport Arcadis) en de toepassing op de locatie in Oostende-Nieuwpoort.

2. Ruwe concepten van alternatieve oplossingen uitwerken

Zoals beschreven in de aanbidding van Billowy lijkt het aan te raden alternatieve concepten uit te werken in ruwe engineeringvorm. Hiervoor zal Billowy initiatief nemen om enkele ruwe concepten uit te werken en voor te stellen in de werkgroep.

3. Evaluatie van mogelijke concepten in samenspraak met PIO en Vloot

4. Bevraging van de bemanning

met overleg over de mogelijke concepten

5. Uitwerking van een gekozen basisconcept in pre-engineering

in samenspraak met PIO-Vloot indien in onderling overleg een basisconcept wordt behouden.

3.2 Onderzoekspistes en strategie

Er worden 3 pistes bewandeld:

1. 'Off the shelf' product

Deze categorie blijkt uit het vooronderzoek van Vloot en de marktstudie van Arcadis (Arcadis – Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen – 28/04/2022) vrij beperkt te zijn. Er zijn werkende systemen gevonden maar deze oplossingen zijn op maat gemaakt van grotere schepen en er staan geen partijen klaar om deze systemen te downgraden. De gevonden systemen worden kort toegelicht bij hoofdstuk 4.

2. Bestaand systeem dat (beperkt) aangepast dient te worden

Enkele theoretische innovatieve technieken zijn terug te vinden op de markt. Deze technieken zijn echter nog nergens toegepast in de praktijk en lijken weinig realistisch. Ze worden verder besproken in het hoofdstuk Marktonderzoek.

3. Volledig nieuwe ontwikkeling

Bij de aanbidding van Billowy op de uitgestuurde prijsvraag van PIO werd vanuit de marktervaring van Billowy reeds aangegeven dat de bestaande systemen op de markt of de mogelijke innovatieve ontwikkelingen weinig kans op slagen hadden. Deze worden besproken in het hoofdstuk Engineering van dit rapport.

Hieronder de insteek bij prijsopgave van Billowy:

" Vanuit onze ervaring wordt er geopteerd om het project op een totaal andere manier aan te pakken dan beschreven in het bestek. Uit een gepubliceerd rapport (Arcadis – Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen – 28/04/2022) valt immers af te leiden dat er geen producten op de markt zijn die, mits eventuele aanpassingen, ingezet kunnen worden. Daarom stellen wij voor om het over een andere boeg te gooien. Hieronder volgt een beknopt plan van aanpak dat tijdens eventuele onderhandelingen verder op punt gezet kan worden indien de opdrachtgever ons hierin volgt.

Ons idee is om van dit voortraject een engineeringopdracht te maken waar straks een innovatieve conceptoplossing uit naar voren komt. Het doel is om DAB Vloot in staat te stellen om een aanbesteding te schrijven waarbij alle technische vereisten reeds beschreven werden in het voortraject.

De bestaande systemen (die zowel in het rapport van Arcadis beschreven worden als in de preliminaire marktverkenning van DAB Vloot) zijn complex, duur, groot en kunnen beperkt om met bewegingen van het schip (alle systemen zijn ontwikkeld voor schepen in stilstand water wat hier niet het geval is). Het lijkt logischer om de principes achter de huidige werking te proberen vertalen naar een onbemand systeem:

De relatieve positie van het schip ligt vast in functie van het laadsysteem en de valbrug. Het schip gebruikt eigen propulsie om zich tegen de kant te houden.

Dit kan op verschillende manieren:

- Mechanisch/hydraulisch: een stuk dat uitschuift/klapt ter vervanging van het huidige meertouw.
- Aanpassing configuratie: Een extra constructie aan het ponton zorgt voor een vorm waardoor het schip vrijheidsgraden ontnomen wordt. Hierbij wordt de ligging en de stabiliteit van het ponton niet uit het oog verloren.
- ...

4 Uitgangspunten bij start

4.1 Inleiding

4.1.1 Huidig procedé van aanmeren

De aan- en afmeerprocedure verloopt actueel als volgt:

1. Aanscheren (positioneren van het veer evenwijdig met de vlottende ponton).
2. Opnemen van een springlijn, met behulp van een stok met haak, van het losse eind van het meertouw op de ponton. Het meertouw is op maat gemaakt om te zorgen dat de valbrug en de inschepingspoort op gelijke hoogte liggen. Dit kan aan bakboord of stuurboord zijn. Op deze manier komt ook de pantograaf voor het snelladen van het elektrisch veer in de juiste positie ten opzichte van de laadrails van het dak.
3. Vastmaken van het losse eind van het meertouw aan de bolder op het veer (ter hoogte van het stuurhuis).



Figuur 3: meertouw

4. Met de voortstuwing (propulsie) en de juiste stand van het roer het veer naar de ponton toe laten bewegen tot beide volledig evenwijdig liggen en over de ganse lengte contact maken. De propulsie blijft actief om het veer tegen de ponton te blijven duwen. Door de propulsie met een constante kracht te handhaven, krijgt men een ligging die stabiel genoeg is om veilig op en af te stappen.

5. Valbrug laten zakken; aansluitend verlaten de passagiers het veer en stappen er nieuwe passagiers op.



Figuur 4: valbrug van het schip gepositioneerd

6. Valbrug ophalen.

7. Met het roer en de voorstuwing het veer laten wegdraaien van de ponton.

8. Zodra de kracht op het meertouw vooraan voldoende verminderd is, meertouw losmaken en op ponton leggen.

9. Wegvaren van het ponton.

4.1.2 Randvoorwaarden

Volgende randvoorwaarden werden gekoppeld tijdens de introductie voor het ontwerp van een systeem:

- Bij de eerdere aanbesteding van de pantograaf werden er al systemen ontwikkeld om het schip vast te houden tegen het ponton (ifv de limieten op de pantograaf). Deze werden te streng bevonden en niet uitgevoerd.
- Afdeling kust (Steve Timmermans) werd gecontacteerd om te bekijken wat de mogelijkheden en beperkingen zijn voor het ponton. In principe zijn geen limiterende aspecten aangehaald. Er dient wel ten allen tijde in onderling overleg te worden besloten tot aanpassingen.
- Er werd geen bevestiging bekomen wanneer de 10-jarige droogleggen van het ponton dient te gebeuren. Specifieke drooglegging van het ponton voor dit project is niet mogelijk, tenzij in combi met een geplande drooglegging. Anders moet er ter plekke kunnen aan gewerkt worden.
- Het systeem moet bij calamiteit kunnen breken bij een bepaalde kracht
- Een mogelijk ontwerp dient de voorzijde van het ponton vrij te laten inclusief de houten fendering omwille van het aanmeren van alle soorten schepen (ook in de toekomst)
- Bereikbaar voor zowel de dieselveertuigen Vaarwel Raveel en Roger Raveel als voor de Raveel Ontmoet Ensor
- Beide schepen moeten zowel aan bak- als stuurboord kunnen aanmeren

5 Marktconsultatie/validatie en actualisatie eerdere marktstudies

Al snel werd duidelijk dat al heel wat marktonderzoek werd verricht. Enerzijds kan men bogen op het marktonderzoek dat door Vloot ter voorbereiding van de marktvraag werd gevoerd. Anderzijds is er het uitgebreide rapport van Arcadis. (*Arcadis – Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen – 28/04/2022*).

In dit hoofdstuk worden de onderzochte technologieën samengevat, geactualiseerd en gevalideerd in functie van de specifieke behoeften van Vloot o.b.v. bijkomende contacten met marktspelers Billowy voerde deze individuele gesprekken uit in de periode van xx tot xx.

Er wordt getracht om, zo onafhankelijk mogelijk van merk of leverancier, de verschillende onderzochte technieken en hun voor- en nadelen voor de uitdaging van Vloot naar voor te brengen.

5.1 Vacuüm mooring

Door middel van grote vacuümplaten wordt het schip na aanmeren vastgehouden aan stuur- of bakboord. Het voordeel van deze techniek is dat het vormonafhankelijk werkt omdat enkel een voldoende groot vlak en vrijboord moet worden voorzien.

Het nadeel is dat deze systemen zijn ontwikkeld voor grote schepen en er bijgevolg veel vrijboord nodig is voor de werking en bovendien grote krachten ontstaan.



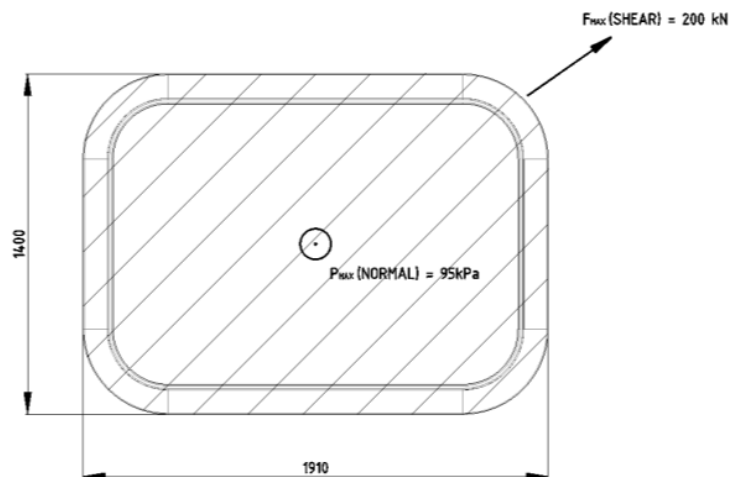
Figuur 5: voorbeelden Moormaster Cavotec

5.1.1 Verslag marktcontact met Cavotec

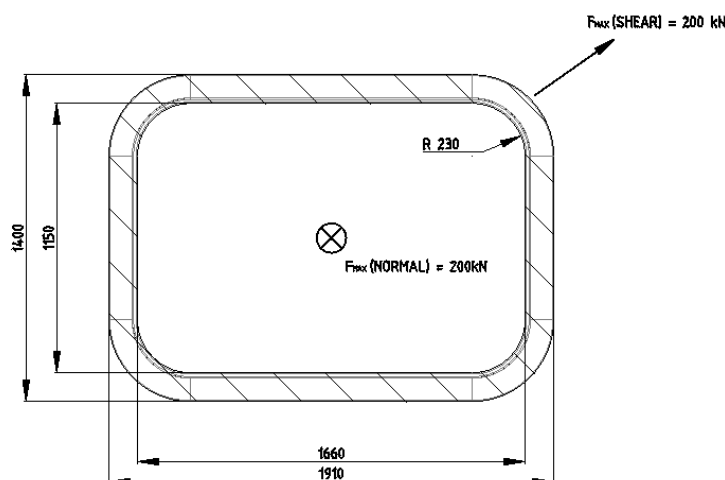
Naast Cavotec bieden ook andere leveranciers gelijkwaardige 'vacuum mooring' systemen aan (vb Automoor-Trelleborg)

Omwille van het uitgebreide vooronderzoek en toelichting in de hiervoor genoemde rapporten, is Billowy enkel het gesprek aangegaan met Cavotec om deze technologie te valideren in functie van de behoefte van dab Vloot. . De conclusie was gelijklopend met de eerder vernoemde onderzoeken.

In de gesprekken met Cavotec werden de parameters bepaald die nodig waren om tot een dimensionering te komen van hun vacuüm pads. Zoals verwacht kwamen we uit bij het kleinste model dat leverbaar is. Echter blijkt deze pad ruim te groot voor ons zeer beperkte vrijboord. Verder werden de overgedragen krachten op het schip (100-200kN) door Cavotec aangeleverd. Voor schepen met aluminium huid gaf Cavotec aan dat dit geen ideale oplossing is en de naberekening specifiek diende te gebeuren op maat van het schip.



Figuur 6: Moor master NXS plaat



Figuur 7: Maximum krachten met de moormaster

5.1.2 Conclusie vacuüm aanmeren

Vacuüm mooring is een uitstekende technologie. Echter is deze ontwikkeld op maat van grotere schepen en niet toepasbaar in deze situatie. Er is geen interesse van grotere spelers om het systeem te downgraden omwille van ontbrekende marktopportunities. Verder heeft de Raveel Ontmoet Ensor niet voldoende vlak vrijboord.

Voordelen	Nadelen
Standaard systeem op de markt	Grote platen
Veilig procedé in geval van calamiteit	Grote krachten
	Aanpassing vrijboord nodig
	Aanpassing ponton nodig

Er bestaan nog gelijkaardige systemen op de markt maar deze systemen zijn zo goed als identiek.

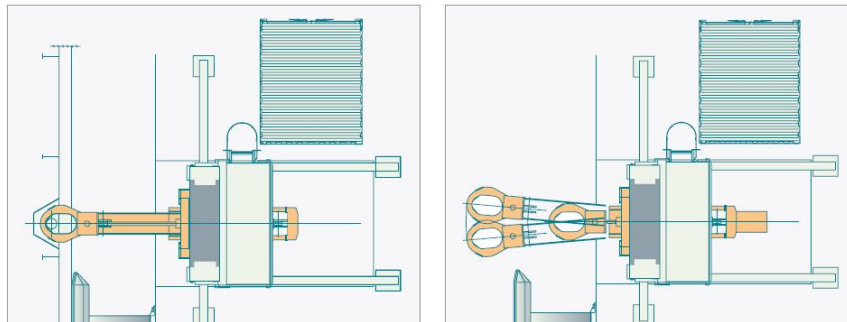
5.2 Magnetisch aanmeren

Magnetisch aanmeren is hier niet van toepassing omwille van de constructie van het schip uit aluminium.

5.3 Mechanisch lock-systeem TTS van MaCGregor

MacGregor heeft een systeem ontwikkeld voor het mechanisch lokken van een schip zoals hieronder afgebeeld.

The TTS grip-based auto-mooring system consists of a vertical guiding mechanism, a wagon including an eye and hydraulic cylinders, electric control system, hydraulic system and a control panel. It can be designed with a mooring force to suit varying customer requirements (a typical example is 1000kN).
The system requires a bollard and recess to be fitted onboard the vessel.
An operating panel with an alarm function is easily fitted on the bridge of the vessel as operation is usually controlled onboard.



Figuur 8: Systeem MacGregor

Dit concept werd niet verder onderzocht omwille van de nadelen hieronder beschreven die de techniek uitsluiten voor toepassingen op de schepen van dab Vloot. .

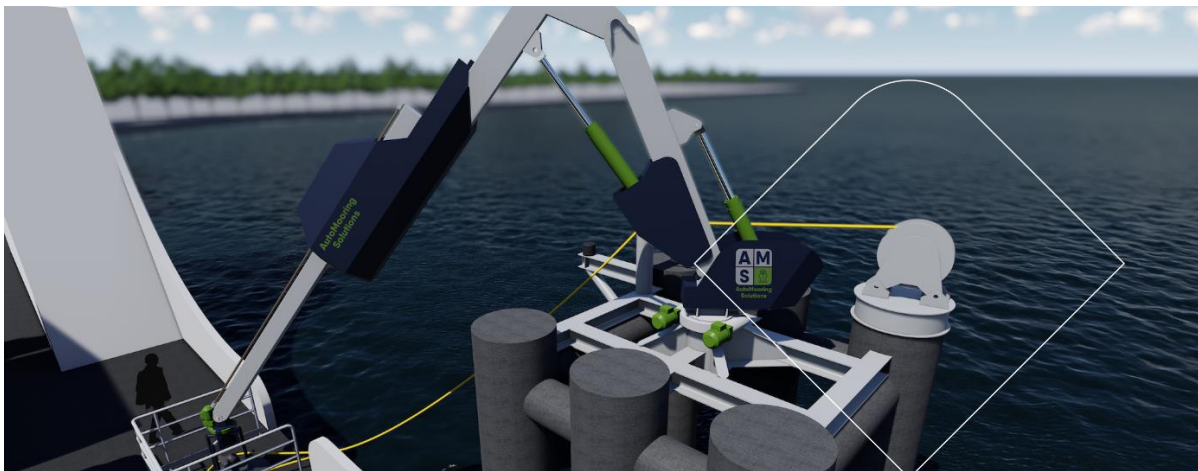
Voordelen	Nadelen
Stevige verankering van het schip	Nauwe Toleranties nodig voor positionering
	Ontwikkeld voor grote schepen en grote krachten (+-1000kN range)
	Aanpassingen aan Schip nodig
	Manuele bediening voor aanpakken dus tijdrovend

5.4 Mechanisch lasso systeem

Mechanische lassosystemen zijn systemen die via een gemechaniseerde arm en een visie systeem een alternatief bieden voor het manueel aanleggen van een tros aan de bolder.

5.4.1 AMS (automoorring systems)

Het AMS mooring systeem bestaat uit een robot die een soort lasso rond de meerpaal legt. Dit systeem werd reeds beschreven in het vooronderzoek en het rapport van Arcadis *rapport (Arcadis – Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen – 28/04/2022)* als zijnde een techniek die in engineeringfase was uitgewerkt. Hieronder een afbeelding van de engineeringssuitkomst.



Figuur 9: robotarm AMS rope picker

Rond deze problematiek is bij AMS geen oplossing geboden. Men spreekt van camera-systemen die aangestuurd worden door een operator en door AI "slimmer" worden. Verder is niet duidelijk hoe het terug oppikken van de tros met de voorgestelde grijperkop moet verlopen. De kop lijkt hiervoor niet geschikt.

5.4.2 Conclusie

Alhoewel de techniek op het eerste zicht interessant lijkt, botst hij op dezelfde problematiek als beschreven tijdens het marktonderzoek van Billowy voor DAB Vloot rond elektrisch laden van de Raveel ontmoet Ensor. (PIOVloot-AutInplugsys-PubliekRapport-2023)

Namelijk:

Robotarmen zijn tegen dit corrosieve milieu niet bestand en dienen in een protective cover te komen. Verder dient het assenstelsel van het schip te kunnen koppelen aan dat van het ponton. Gekende systemen vanuit de industrie kunnen hier niet worden toegepast.

Het systeem lijkt dan ook nog verre van rijp om toegepast te worden.

Voordelen	Nadelen
Geen persoon nodig om tros te leggen	Aanmeertijd wordt op 5 min geschat (afmeren op 30 seconden)
Flexibel in positie van aanmeren	Geen werkende piloot gebouwd
	Problematiek rond robots en referentiepunten niet opgelost (zie onderzoek Billowy elektrisch aanmeren)
	Beslaat ruimte op het schip

6 Engineering

6.1 Shoretensioning systemen

6.1.1 Beschrijving

Shore tensioning systemen bieden een alternatief voor een klassieke tros. Zij regelen automatisch de spanning op een tros en zorgen zo voor een veilig alternatief voor een vaste tros.



Figuur 10: shoretensioning systeem

Een conceptueel idee kan zijn om een tros met losse lus rond de bolder te leggen, manueel of automatisch:

- Manueel
Een losse lus kan aangelegd worden rond de bolder en daarna automatisch worden aangespannen. Dit verhoogt de veiligheid voor de matroos op het schip wat betreft gekneld raken.
- Automatisch
de tros wordt rond de bolder gelegd door middel van een mechanisch systeem. Dit concept is dan een aanvulling op het concept van de AMS RPR beschreven in § 5.4.1.

6.1.2 Conclusie

Shore tensioning brengt slechts een kleine meerwaarde en lijkt geen afdoende oplossing te bieden.

- Manueel

De veiligheidsproblematiek wordt niet geheel weg genomen. Bovendien brengt men door de bediening van het systeem een extra taak en veiligheidsrisico mee voor de matroos. Automatisch aanspannen is uit den boze omwille van veiligheidsredenen.

- Automatisch

Automatisatie van het systeem zal zoals vermeld enkel een uitbreiding vormen op het AMS RPR systeem in voorgaande paragrafen beschreven. Bovendien zal er aan de basisproblematiek hierbij gesteld geen oplossing worden geboden.

Bijgevolg wordt geconcludeerd dat een shore tensioning systeem geen meerwaarde brengt.

6.2 Eigen concepten

Omwille van de marktechnieken die niet beschikbaar waren is gekeken om op basis van de gestelde eisen en randvoorwaarden een specifiek op maat gemaakte oplossing te gaan ontwerpen. Er werden verschillende basisconcept varianten uitgetekend die hieronder worden toegelicht.

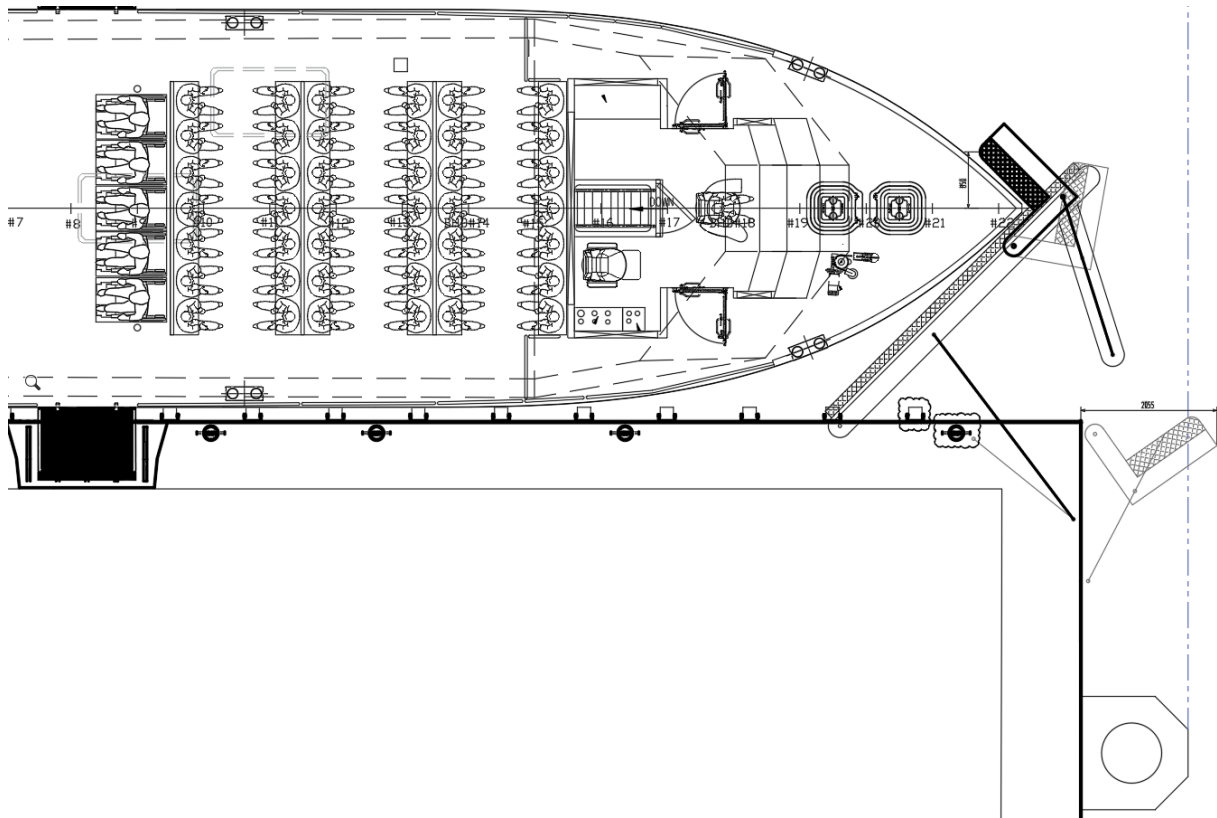
6.2.1 Basisgegevens waarmee het ontwerp werd aangevat

Het basisidee van de uitgebouwde concepten draait rond een mechanisch scharnierbare arm die wordt aangedreven door meerdere hydraulische cilinders. Het gebruik van hydrauliek bevat verschillende voordelen:

- Makkelijk anticiperen op de ontstane krachten
- Beschikbare componenten voor maritiem corrosief milieu
- Inbouw van een overdrukventiel als veiligheid zorgt voor een calamiteiten systeem.

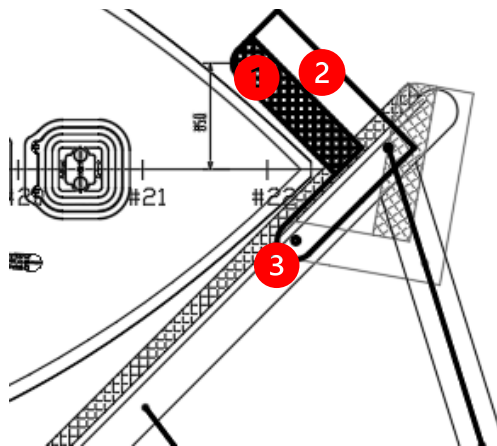
Vooraan op de scharnierbare arm dient een op maat gemaakte kop te komen die voorzien is van demping of fendering. Dit om reeds een deel van de aanmeerenergie op te vangen.

6.2.2 Concept 1



Figuur 11: concept 1

Voor het origineel concept werd een scharnierende arm bovenop het ponton geschetst. Deze arm bevat een kopstuk dat bestaat uit volgende componenten:

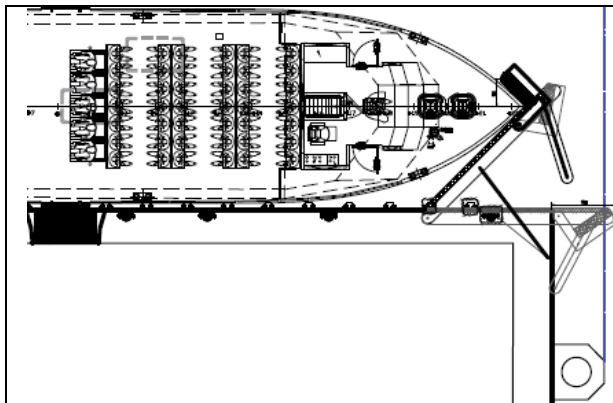


Figuur 12: concept 1 - kopstuk

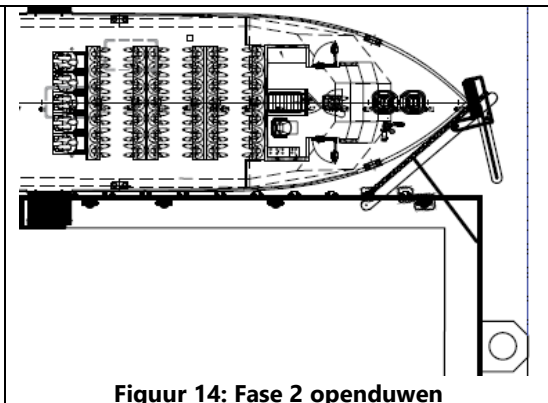
1. Fendering op kopstuk → 50% van de aanmeerenergie dient hierin te worden opgevangen
2. Scharnierend kopstuk i.f.v calamiteit. Bij hard aanvaren of wegvaren met gesloten systeem, wordt de ingestelde maximumkracht op de cilinder in scharnierpunt 3

overschreden. Bijgevolg fungeert deze cilinder als veiligheid ter bescherming van mechanische schade aan het systeem en het schip.

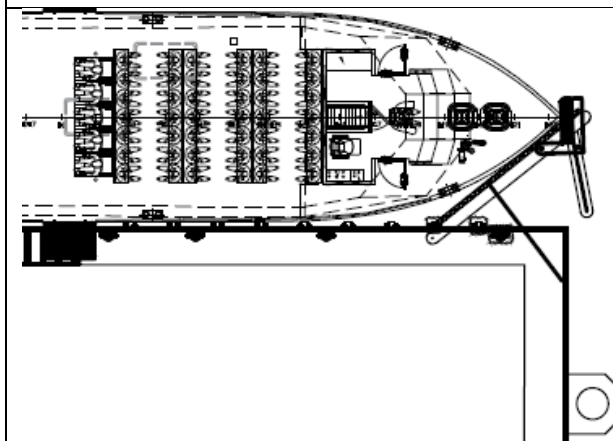
3. Scharnierend punt met cilinder ter beveiliging van de maximum kracht.



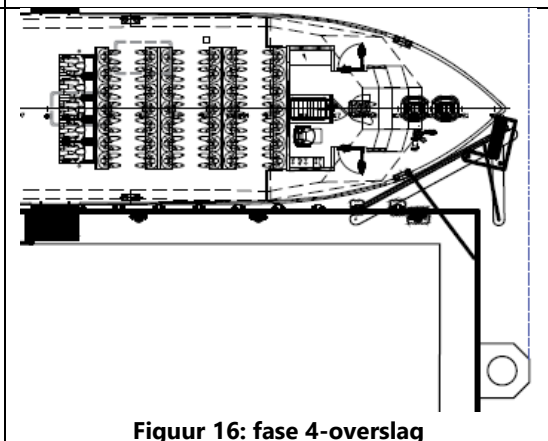
Figuur 13: fase 1 openduwen



Figuur 14: Fase 2 openduwen



Figuur 15: fase 3-90°

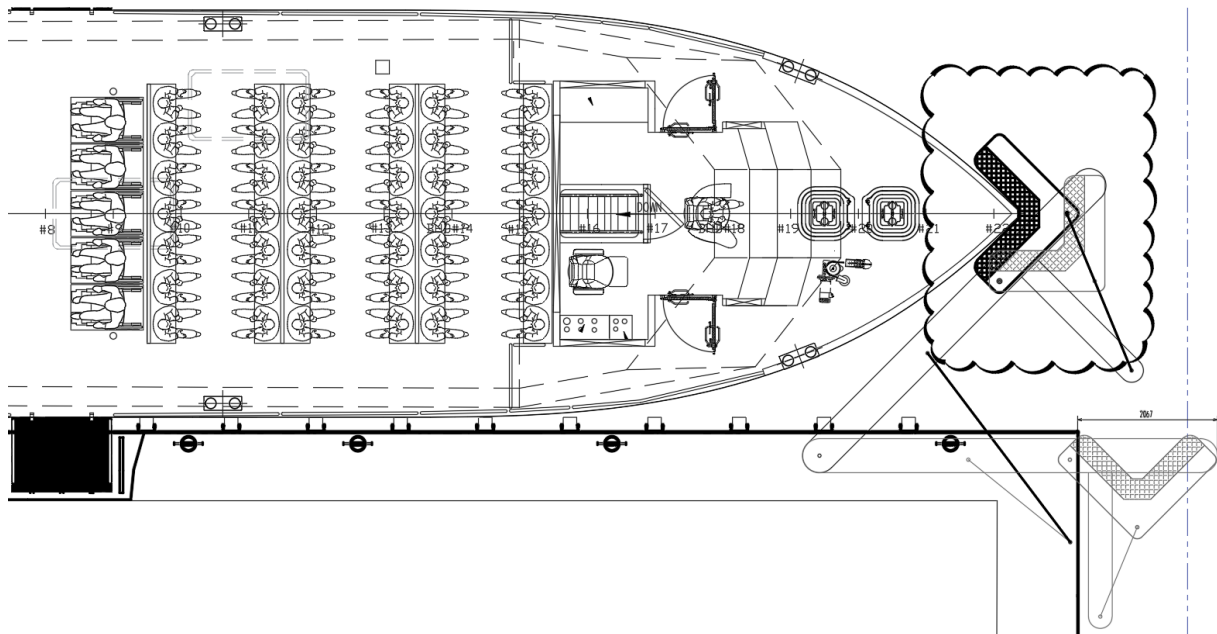


Figuur 16: fase 4-overslag

Figuur 17: openingsfases bij calamiteit

6.2.3 Concept 2

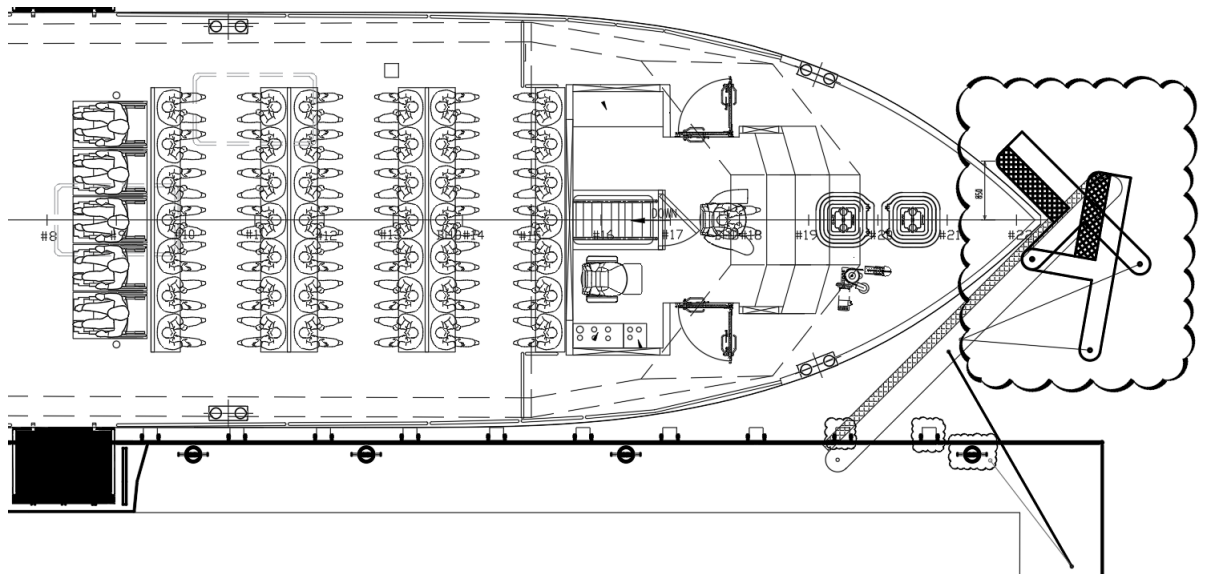
Bij concept 2 bevindt de fender zich volledig op het scharnierend gedeelte ter hoogte van de boeg.



Figuur 18: concept 2

6.2.4 Concept 3

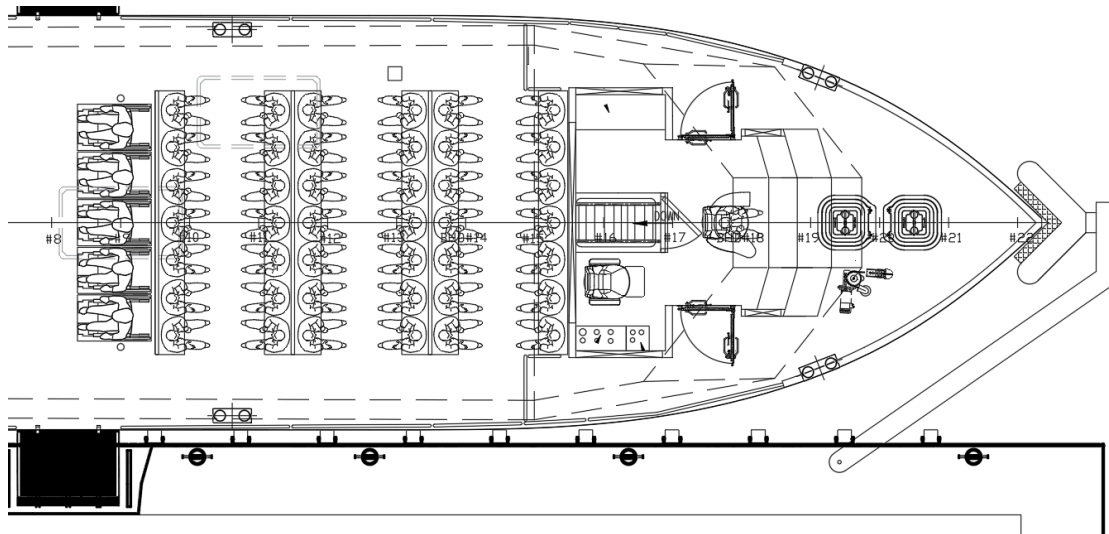
Bij concept 3 grijpt de cilinder op de arm zelf aan, er steekt geen stuk meer uit. Dit zorgt voor een andere vorm van het scharnierend stuk dat tegen de boeg komt.



Figuur 19: concept 3

6.2.5 Concept 4

Bij concept 4 wordt een cilindrisch/sferisch scharnier gebruikt om het schip vrij te laten rollen.



Figuur 20: concept 4

6.2.6 Conclusie van de basisconcepten

Hoewel de uitgetekende concepten een deel van het probleem kunnen opvangen en heel wat randvoorwaarden aftikken, zijn er ook enkele onopgeloste zaken die overblijven.

Voor volgende zaken werd geen afdoende oplossing gevonden:

- Opvangen van de volledige rol van het schip -30° tot $+30^\circ$. Hiervoor zou een extra bolgewricht dienen toegevoegd te worden voor de cilinder. De uitgewerkte krachten verlopen dan niet meer puur lineair, maar zullen ook radiale krachten op de cilinder en ophanging teweeg brengen. Dit zal nefast zijn voor de levensduur.
- De kop dient naar de boeg gemaakt te worden van het schip. De verschillende types schepen hebben een verschillende boegvorm. Bovendien worden toekomstige schepen gelimiteerd in boegvorm omwille van het systeem.
- Omwille van verschillende scheepslengtes dient het systeem veel grotere afstanden te overspannen dan in het concept opgenomen. Immers, het referentiepunt voor aanmeren is de scheepsbrug die in lijn moet liggen met de opstap op het ponton. Omwille van de verschillende lengte komt de boeg steeds op een verschillend punt uit.
- Indien schepen aan stuur- en bakboord dienen aan te meren, moet het systeem dubbel worden uitgevoerd.
- Ondanks beperkte werken, dient het ponton toch extra laswerk te ondergaan. De kostprijs hiervoor loopt snel op.

Algemeen kan men stellen dat hoewel er wel degelijk potentieel zit in het verder ontwikkelen van de voorstellen tot een uitgewerkt concept, er toch ontegensprekelijk ook nadelen mee gepaard gaan. Als voornaamste contra kunnen we stellen dat de complexiteit hoog wordt

omwille van de verschillende afmetingen van de schepen en bovendien de toekomstige boegvormen en lengtes beperkt worden naar het afmeersysteem.

Bijgevolg werd in samenspraak met DAB Vloot en PIO besloten om de bovengenoemde concepten niet verder uit te werken.

7 Bevraging van het scheepspersoneel tijdens bezoek

7.1 Bezoek veer Oostende 12/02/2024

7.1.1 Inleiding

Dit is een samenvatting van de opgedane ervaringen tijdens het bezoek aan het veer te Oostende op 12/02/2024. Dit bezoek werd uitgevoerd in het kader van de bevraging van de schipper en de crew (PIO project - bestek nr EWI-2022-pio-02).

7.1.2 Aanwezigen

DAB-Vloot	Leidend ambtenaar/superintendant
Schipper	Schipper van Roger Raveel/Het Rode Vierkant
Matroos	Matroos van Roger Raveel/Het Rode Vierkant
Bevrager	Billowy

7.1.3 Verslag

1. Loskomen van de kade

Bij aanvang van het bezoek werd duidelijk dat de Raveel Ontmoet Ensor (verder ROE) niet uitgevaren was. Er werd in de plaats daarvan geopteerd om uit te varen met de Roger Raveel (verder RR). Later in dit document volgt waarom de bemanning de RR verkiest boven de grotere (en meer zuinige) ROE.

Hieronder worden enkele optimalisaties uitgewerkt voor de ROE. Die werden afgeleid uit de gesprekken in Oostende en Nieuwpoort.

Soms ondervindt het veer (i.e. ROE) moeilijkheden aan Oosteroever om van het ponton los te komen bij het afmeren. Aan de oorzaak hier van liggen 2 fenomenen:

- Stroming (veroorzaakt door de getijden) zorgt voor wervels in de hoek waar het ponton aangemeerd ligt.
- Wanneer SWATH's uitvaren aan hoge snelheid, zorgen hun torpedo's voor hekgolven die het schip niet alleen tegen het ponton aanduwen, maar ook voor grote

bewegingen (dompen, stampen, rollen) waardoor op/afstappen gevaarlijk wordt voor passagiers.



Figuur 21: stromingspatroon SWATH's

Het ontbreken van een hekschroef en de beperkte uitwijking van het roer (30° - conform zeeschepen) zorgen voor te weinig wendbaarheid in beide situaties.

Het veer in Nieuwpoort is wendbaarder door de aanwezigheid van een hekschroef. Boeg- en hekschroef zorgen er voor dat de veer van het ponton los kan komen zonder dat er een voorwaartse beweging nodig is (door de propulsie die stuwing genereert om het roer te laten werken).

Ondanks de smalle vaargeul, het vele verkeer vanuit de jachthaven in de zomer en de hoge stromingen, wordt er graag gevaren met het veer van Nieuwpoort. Dat is in Oostende anders.

a. Beperking van de hoek van het roer

Het roer is uitgerust met een draaihoek tussen -30 en $+30^\circ$. Dit is standaard bij zeegaande schepen, hun roer dient namelijk enkel om koers aan te houden (bij manoeuvres in havens worden zij door sleepboten geassisteerd). In de binnenvaart vinden we echter schepen met roeruitwijkingen van bijna 80° (en meer!) omdat zij op zichzelf aangewezen zijn voor manoeuvres (denk maar aan zwaaikommen ed.).

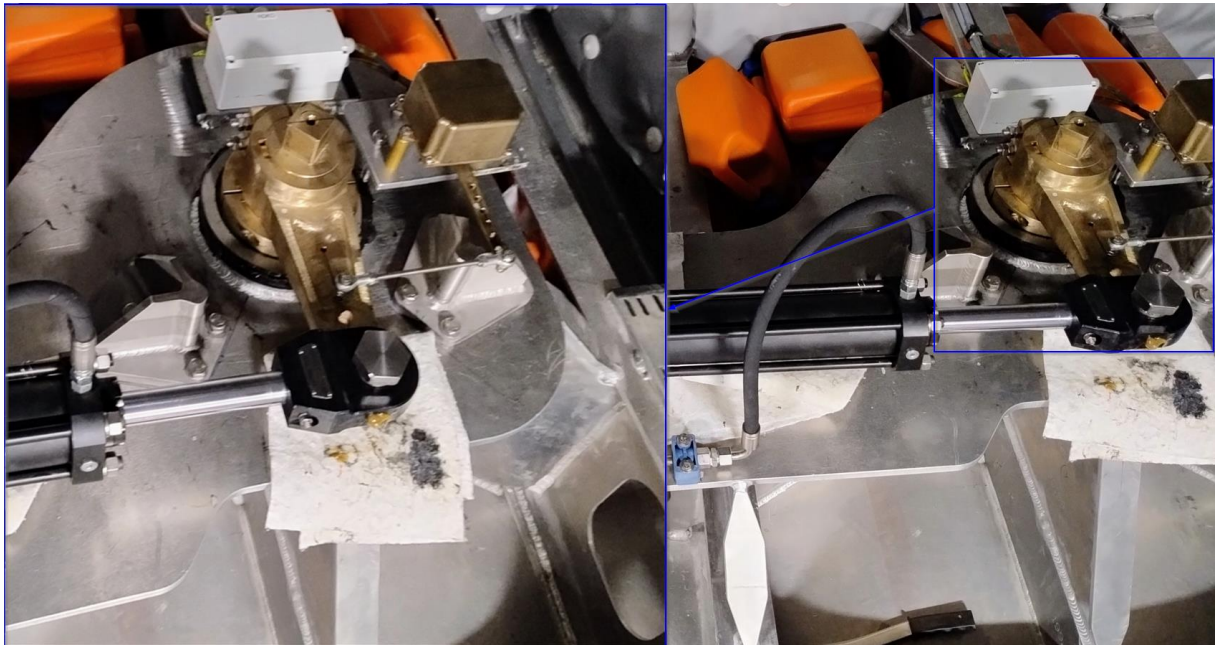
Om het loskomen te vergemakkelijken zou een hekschroef baat kunnen bieden, bij voorkeur in combinatie met een grotere uitwijking van het roer voor extra manoeuvreerbaarheid.

Situatie machinekamer

Hieronder wordt de aansturing van het roer weergegeven met de belangrijkste componenten.



Figuur 22: cilinderopstelling roer foto 1



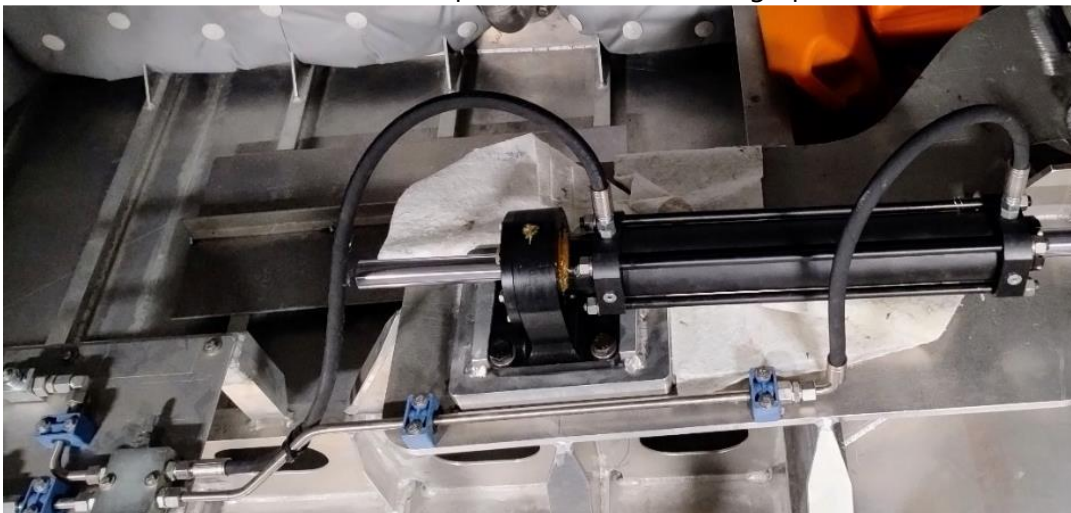
Figuur 23: cilinderopstelling roer foto 2

Zoals te zien is op de afbeeldingen hierboven, wordt het roer aangedreven door een hydraulische cilinder met doorlopende stang. De lengte van de slag bepaalt de minimum en maximum hoekuitwijking van het roer. Bijgevolg kan de uitwijking van het roer eenvoudig worden verhoogd door:

- Het vervangen van de huidige cilinder door één met grotere slag.
- Het herpositioneren van de mechanische stopblokken links en rechts in functie van de nieuwe gewenste maximale stand.

Aandachtspunten hierbij zijn:

- Wringing op de cilinderstang: de juiste gaffel en vrijheidsrotatie dient gedimensioneerd te worden door de leverancier.
- Uitbouw van de mechanische basisplaat: dit kan eenvoudig op de bestaande fundatie.



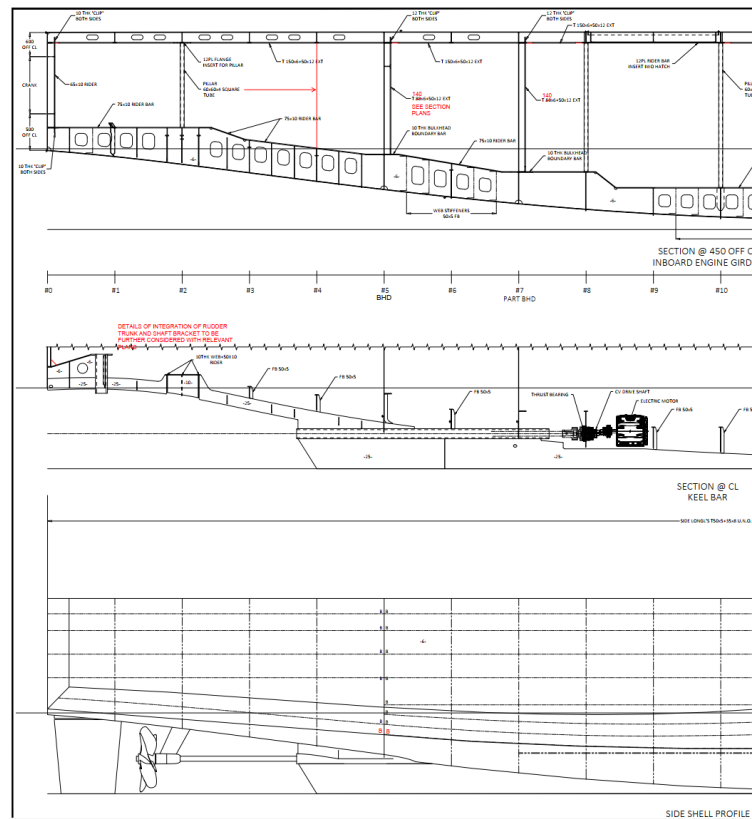
Figuur 24: fundatieplaat roer

- Validatie van de afwijkende krachtwerking op het roer en de roeras.
- Validatie en ijking van de hoeksensor die terugkoppeling geeft. (meetbereik fysiek + herschaling van de correcte hoek)

De hoek van het roer kan misschien een uitwijking bekomen van 50° (of meer), wat het veer een stuk flexibeler zal maken.

b. Aanbrengen hekschroef

Het is mogelijk om een hekschroef aan te brengen in de 'steering gear room'.



Figuur 25: Hekschroef Nieuwpoort

Het schip ligt daar voldoende diep in het water en de langsverstijvers zijn hoog genoeg om de buis hierdoor te steken. Er wordt gedacht om idem aan de boegschroef een buis van stuurboord naar bakboord te speken met in het midden een schroef (zoals de huidige boegschroef).

In Nieuwpoort zit de hekschroef in een kort stukje buis in de skeg. In Oostende zal een langere buis nodig zijn:

2. Passagiersbrug

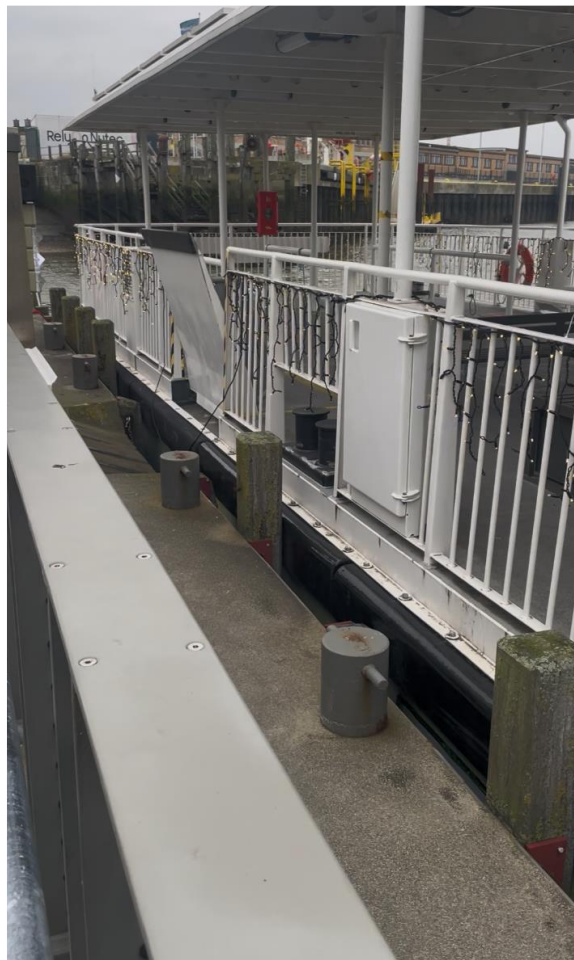
Een tweede kritisch punt werd zowel door de schipper als de matroos nadrukkelijk vermeld:

Tijdens het op- en afstappen maakt de opstapbrug een verticale beweging die afkomstig is van een combinatie van het dompen en het rollen van het schip. Hierdoor beweegt de valbrug op en neer. Die is daar deels op voorzien doordat ze scharnierend is geïnstalleerd. De scharnierende beweging is echter begrensd aan de onderzijde. Ook ligt het schip vrij hoog ten opzichte van het ponton waardoor de valbrug soms los komt van het ponton.

Vervolgens slaat de brug terug op het ponton. Het gevaar hierbij is natuurlijk dat tijdens het opstappen een voet tussen de brug en het ponton terecht komt.

Het vermijden van ongevallen gebeurt vandaag enkel en alleen op basis van alertheid en ervaring van de matroos.

Verder blijkt het slaan van de brug de belangrijkste parameter te zijn waarop schippers met hun crew de beslissing maken om te stoppen met varen.



Figuur 26: ingetrokken valbrug



Figuur 27: Actuator brug op de RR



Figuur 28: Actuator brug op de ROE

a. Mogelijke aanpassing

Eerst en vooral dienen we een onderscheid te maken tussen de brug van de RR en die van de ROE.

Bij de ROE valt op dat er geen uitsparing is voorzien voor de neerwaartse beweging van de valbrug. Er is hier met andere woorden maar speling tot op het niveau van het dek. Een verbetering van de situatie is zonder ingrijpende aanpassingen aan de scheepsconstructie met andere woorden niet mogelijk.



Figuur 29: Brug ROE

De situatie bij de RR biedt meer flexibiliteit. De onderzijde is daar voorzien van een uitsparing, zodat de laadbrug ook over de horizontale positie kan "volgen".



Figuur 30: Brug RR

Bijgevolg kan de montage van een nieuwe, langere cilinder ervoor zorgen dat de brug iets dieper kan zakken en in vrijloop kan meebewegen met de deining van het schip. Hierdoor wordt een gevaarlijke situatie vermeden en wordt de inzet van de schepen flexibeler.



Figuur 31: Actuator brug RR – hydraulische cilinder



Figuur 32: Actuator brug RR - veer

Aandachtspunten hierbij zijn:

- Wringing op de cilinderstang: de juiste bevestiging van de cilinder dient te worden bepaald door de leverancier
- Uitbouw van de mechanische basisplaat met sleufgat. De cilinder is opgehangen in een sleuf, waardoor de brug lager kan komen dan wanneer de cilinder einde slag is.

3. Feedback op het automatisch aan- en afmeersysteem (doel van dit project)

De schipper gaf aan dat er in de wandelgangen al gesproken werd over eventuele systemen om het schip vast te leggen/houden bij het aanmeren. Hij verwees hierbij naar het vastnemen van het schip ter hoogte van de bolders. Dit houdt volgens hem grotere risico's in (ref. bewegingen van het schip).

Een voorlopig ontwerp werd met de schipper besproken waarbij het huidige meertouw vervangen wordt door een wegklapbare constructie die het schip op de juiste locatie houdt en daar zag de schipper wel de voordelen van in.

Deze oplossing zal bij een volgende vergadering in detail toegelicht worden. Eerst wordt het preliminair ontwerp nog aangepast in functie van de bemerkingen en de opgedane kennis van de bezoeken.

7.2 Bezoek veer Nieuwpoort 16/02/2024

7.2.1 Inleiding

Dit is een samenvatting van de opgedane ervaringen tijdens het bezoek aan het veer te Nieuwpoort op 16/02/2024. Dit bezoek werd uitgevoerd in het kader van de bevraging van de schipper en de crew (PIO project - bestek nr EWI-2022-pio-02).

7.2.2 Aanwezigen

Schipper	Vaar Wel Raveel
Matroos	Vaar Wel Raveel
Bevrager	Billowy

7.2.3 Verslag

Het veer in Nieuwpoort is korter dan het zusterschip uit Oostende. Ook heeft het een boegschroef en een hekschroef (deze laatste ontbreekt op het veer in Oostende). Dit zorgt voor een grotere wendbaarheid, wat het vaartuig veel aangenamer maakt om mee te varen (dixit schipper).

In Nieuwpoort zorgen zware stromingen tussen de monding van de Yzer en de jachthaven ervoor dat een grotere wendbaarheid van het schip nodig is. Dit in tegenstelling tot Oostende waar men zich passiever laat meedriften tijdens het aanmeren. Naast de stroming zijn er in de zomer ook nog de talloze jachten die de jachthaven uitvaren op motor omdat ze op zee pas zeil zetten. De schippers zijn niet altijd even oplettend of ze beschikken niet altijd over de nodig ervaring.

Er wordt altijd met de boeg in de stroming aangelegd, dus om de 6h verandert het veer van richting om aan te leggen. Dit is in tegenstelling met het veer in Oostende dat altijd in dezelfde richting tegen het ponton komt te liggen.

Verdere ervaringen werden reeds besproken bij het bezoek van het veer te Oostende. De schipper bevestigde deze ervaringen.

8 Samenvatting

Verwijzend naar § 3 sommen we de onderzoeksmethodiek nog kort op en laten die uiteenvallen in 3 sub-conclusies. Vervolgens wordt een algemene conclusie en aanbeveling weergegeven.

8.1 Marktonderzoek

Het marktonderzoek had als doel het onderzoek en de resultaten samengevat in het rapport van Arcadis (*Arcadis – Verkenning geautomatiseerd afmeren binnenvaartschepen – 28/04/2022*) en het vooronderzoek door Vloot te valideren en waar mogelijk te actualiseren, in functie van de behoefte van dab Vloot.

Als conclusie kunnen wij aannemen dat er 3 beschikbare technologieën op de markt bestaan:

1. Vacuüm aanmeren
2. Magnetisch aanmeren
3. Rope picker Robot-Automatisch aanmeren met tros

De conclusie van ons onderzoek bevestigt de rapporten van Arcadis en DAB Vloot. Er werden geen nieuwe technieken op de markt gedetecteerd en de beschikbare technieken zijn niet schaalbaar of toepasbaar op de Raveel Ontmoet Ensor.

8.2 Eigen ontwikkeling

Tijdens het onderzoek werden door Billowy enkele conceptuele voorstellen uitgewerkt en voorgelegd aan DAB-vloot. (§6.2 Eigen concepten)

Gedurende deze gesprekken kwamen voor de verschillende concepten heel wat potentieel positieve punten naar voor die een oplossing konden bieden voor het gestelde probleem. Geen enkel concept kon echter alle eisen van de scope afvinken.

De voornaamste reden hiervoor is dat elke oplossing op maat gemaakt is voor één type schip. Bijgevolg wordt er een beperking opgelegd aan de huidige uitbatingsomstandigheden en nog belangrijker: aan de toekomstige vormgeving van schepen.

Een uitgebreide motivering kan men terug vinden in paragraaf (§6.2.6 Conclusie van de basisconcepten)

8.3 Personeelsbevraging en empirische vaststellingen

Tijdens het traject werd ook ruimte vrijgemaakt om mee te varen in Oostende en Nieuwpoort en uitgebreid te praten met de bemanning van de schepen. Uit deze gesprekken kwam parallelle problematiek naar boven waarvoor enkele suggesties werden gedaan in dit rapport.

Hoewel deze problemen geen deel waren van de basisopdracht, vormen zij toch onrechtstreeks een verbetering naar de bemanning en de passagiers toe. Een beter wendbaar schip met veilige opstapbrug draagt tenslotte bij tot een verhoogde veiligheid en attentheid bij personeel en passagiers.

8.4 Conclusie

Een aanmeersysteem is momenteel op de markt niet beschikbaar. Een zelf ontwikkeld systeem kan de huidige doelstellingen grotendeels ondervangen maar heeft sterk limiterende eigenschappen naar de toekomst en zal voor een complex en duur systeem zorgen. Bijgevolg lijkt het eerder aan te raden aan de slag te gaan met 'quick wins' of verbeterprojecten die de algemene mogelijkheden van het schip verbeteren en de veiligheid van de passagiers verhogen.

9 Bibliografie

Billowy. (sd).

Cavotec. (sd).

MacGregor. (sd). *TTS gripper*.

Shoretension. (sd). *Shore tension systeem regelaar*.

solutions, A. m. (sd). *AMS RPR*.