

RAPPORT

Verkenndend onderzoek naar de inzet van kleinere schepen op de veerverbinding Holwert-Ameland

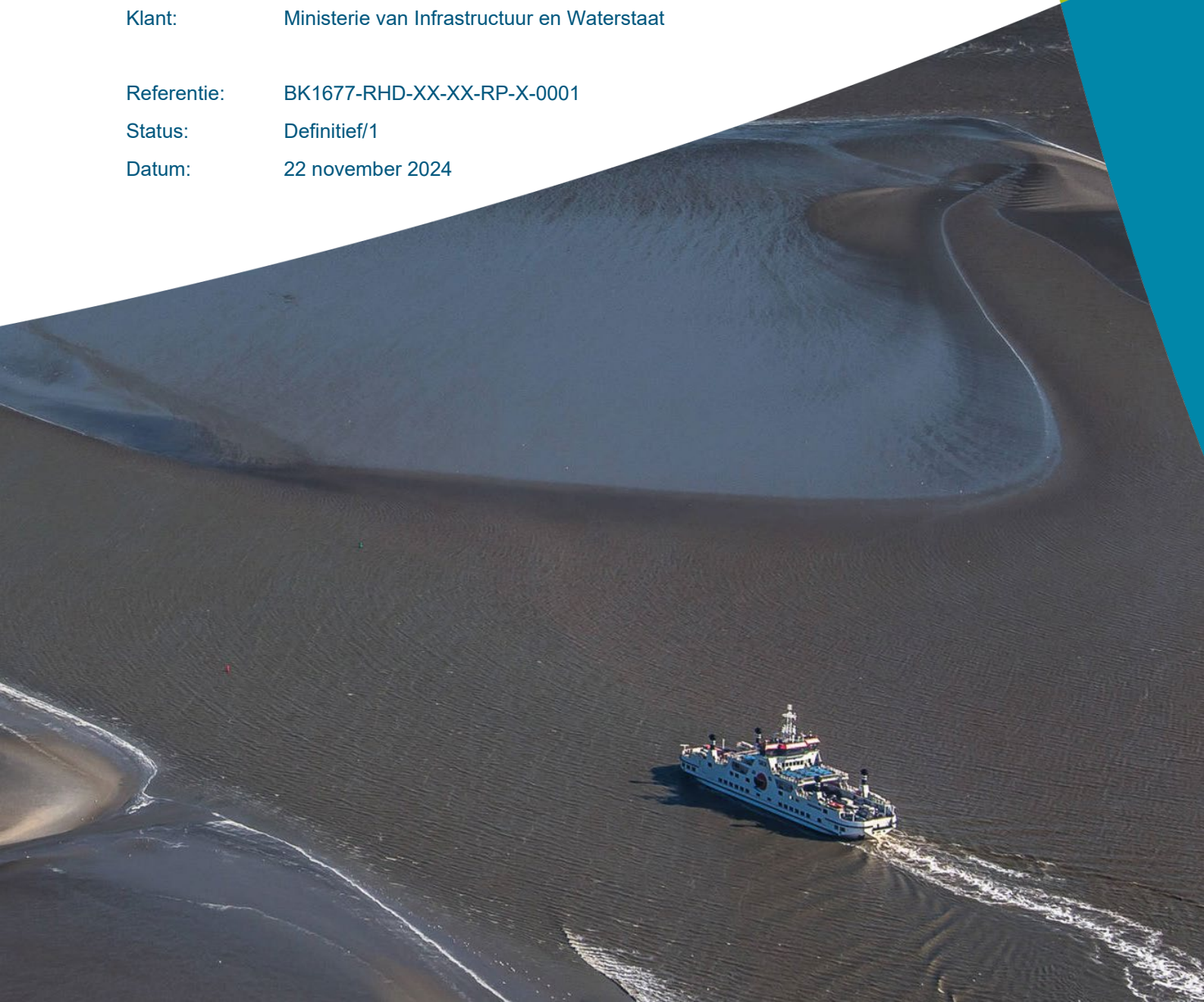
Mogelijkheden en implicaties van de inzet van kleinere
schepen vanuit een technisch-nautisch perspectief

Klant: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Referentie: BK1677-RHD-XX-XX-RP-X-0001

Status: Definitief/1

Datum: 22 november 2024



Projectgerelateerd

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalthaskoningdhv.com

Titel document:	Verkennd onderzoek naar de inzet van kleinere schepen op de veerverbinding Holwert-Ameland
Sub titel:	Mogelijkheden en implicaties van de inzet van kleinere schepen vanuit een technisch-nautisch perspectief
Referentie:	BK1677-RHD-XX-XX-RP-X-0001
Status:	Definitief/1
Datum:	22 november 2024
Projectnaam:	Kleinere schepen Holwert Ameland
Projectnummer:	BK1677
Auteur(s):	BvK, GdB
Opgesteld door:	BvK
Gecontroleerd door:	GdB
Datum:	22 november 2024
Goedgekeurd door:	JVa
Datum:	22 november 2024
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

Managementsamenvatting	1	
1	Introductie	3
1.1	Aanleiding en afbakening	3
1.2	Methodologie	3
2	Scheepsinventarisatie	5
3	Geuldimensies	7
3.1	Minimaal benodigde geuldiepte	8
3.2	Minimaal benodigde geulbreedte	8
4	Vervoersbehoefte	12
5	Vervoersmodel	14
6	Resultaten	16
6.1	Niet gescheiden vervoer	17
6.2	Gescheiden vervoer	19
7	Conclusies en aanbevelingen	22
7.1	Conclusies	22
7.2	Aanbevelingen	23
8	Referenties	24

Managementsamenvatting

Vanwege de toenemende verzanding van het wad en de ambitie om minder te baggeren om de natuurdoestellingen te behalen, worden de mogelijkheden van een kleinere geul Ameland en Holwert onderzocht. Een kleinere geul zal naar verwachting het baggerbezwaar en de belasting op het milieu reduceren, maar heeft ook impact op de inzet van schepen voor de veerdienst. Voorliggend rapport omvat een verkennend onderzoek naar de nautisch-technisch mogelijkheden van de inzet van kleinere schepen op de veerverbinding tussen Holwert en Ameland, en de implicaties die de inzet van kleinere schepen zal hebben op de vervoerscapaciteit, dienstregeling en benodigde geuldimensies. Dit verkennende onderzoek is gedaan in het kader van de 'Routekaart Bereikbaarheid' binnen het Uitvoeringsprogramma Waddengebied 2021-2026.

Ten behoeve van het onderzoek is een inventarisatie gemaakt van bestaande schepen met kleinere dimensies. Op het Duitse wad zijn enkele schepen gevonden met een kleinere diepgang en een smallere breedte. Eén van de bevindingen is dat een kleiner schip ook een kleinere capaciteit heeft, met name de capaciteit voor auto- en vrachtvervoer wordt kleiner. Inzet van kleinere schepen betekent daarom dat er meer afvaarten nodig zullen zijn voor een gelijke vervoersbehoefte. Daarnaast betekent een toename van het aantal afvaarten dat optimalisatie van de dienstregeling en de logistieke afwikkeling nodig is.

Er zijn in het onderzoek verschillende vervoersscenario's getoetst. In deze scenario's zijn verschillende vervoersconcepten en combinaties van scheepstypen gecombineerd. Vervolgens is voor elk scenario een reisschema gesimuleerd op basis van de waterstanden in 2023. Deze simulatie is met een logistiek verkeersmodel uitgevoerd, waarbij vele randvoorwaarden en uitgangspunten zijn meegewogen. Bijvoorbeeld de restrictie op passeergelegenheid, de omkeertijden en de vaarsnelheden zijn onderdeel van de simulatie geweest om een realistisch, doch theoretisch, beeld te geven.

De resultaten van de meest kansrijke vervoersscenario's zijn gevat in onderstaande tabel. De linkerkolom geeft de huidige praktijk weer, de rechterkolommen de scenario's met de inzet van kleinere schepen. De groen gemarkeerde kolommen omvatten 'niet-gescheiden vervoer' waarbij vervoer van personen en auto's wordt uitgevoerd door één type schip, net als in de huidige praktijk. De donkerblauw gemarkeerde kolommen omvatten 'gescheiden vervoer', waarbij er een personenveer wordt toegevoegd aan de dienstregeling, en de autoveer afhankelijker wordt van de waterstand (tijvaren). In alle scenario's is het reisschema geoptimaliseerd om in de aangenomen vervoersbehoefte te voorzien. Voor de vervoersbehoefte zijn twee varianten bekeken. De eerste variant gaat uit van een gelijkblijvend aantal auto-overzettingen. De tweede variant gaat ervan uit dat de beleidsambitie van gemeente Ameland van een reductie van 35% auto-overzettingen wordt gehaald. De auto-overzettingen zijn maatgevend voor de veerverbinding, met een vervoersbehoefte van 810 auto-eenheden zonder reductie en 586 auto-eenheden met een reductie.

Tabel 1: Evaluatie van meest kansrijke vervoersscenario's.

Scenario:	Huidige praktijk	Scenario 2b	Scenario 3	Scenario 5b
Vlootsamenstelling:	2x RoPax-72-1.200	3x RoPax-42-1.100	2x RoPax-72-1.200 1x Pax-800	3x RoPax-42-1.350 1x Pax-363
Aantal afvaarten: (autoveer personenveer)	11 0	14 0	10 5	13 1
Capaciteit per dag	792 13.200	588 15.400	720 16.000	546 17.913

Projectgerelateerd

>98% van het jaar (auto-eenheden personen)				
Reductie geuloppervlak	0 (referentie)	37%	13%	39%
Complexiteit passeren	+/- (referentie)	– (extra passages)	– (extra passages)	– – (extra passages)
Benodigde haveninfrastructuur	0 (referentie)	Nachtligplaats Holwert	Nachtligplaats Holwert Passeren in havens	Nachtligplaats Holwert Passeren in havens
Dienstregeling	Vaste tijden, Nes	Variabele tijden, getijonafhankelijk Nes & Holwert	Variabele tijden Nes & Holwert	Variabele tijden Nes & Holwert

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat de inzet van kleinere schepen vanuit technisch-nautisch perspectief een haalbaar alternatief kan zijn om in de vervoersbehoefte (inclusief een reductie in het aantal auto-overzettingen) te voorzien en de minimaal benodigde geuldimensies te reduceren, wat het baggerbezwaar zou verkleinen.

De implicaties van de inzet van kleinere schepen is dat er meer afvaarten nodig zullen zijn en dat de dienstregeling geoptimaliseerd zal moeten worden, om op een betrouwbare manier te kunnen voldoen aan de vervoersvraag. In verschillende gradaties wordt met de optimalisatie afgeweken van de huidige dienstregeling-praktijk: de planning dient te worden afgestemd op de waterstand (variabele afvaarttijden) en ochtendafvaarten vanuit Holwert dienen mogelijk te zijn. Bij de ingebruikname van meer schepen dient, afhankelijk van het vervoersscenario, de beschikbare haveninfrastructuur aangepast en/of uitgebreid te worden.

De aanbeveling die volgt uit het onderzoek is dat de inzet van kleinere schepen meegewogen mag worden in de kaders die worden gesteld voor de nieuwe concessieperiode. Hierbij dient wel verdiepend onderzoek plaats te vinden op de haalbaarheid van de aanpassingen in de dienstregeling en de logistieke afwikkeling. Daarnaast dient te worden onderzocht in hoeverre de scenario's ook economisch haalbaar zijn voor een vervoerder en hoe dit tot uiting komt in de kosten voor een overtocht.

Ook is de aanbeveling om nader onderzoek te doen naar passagemogelijkheden op de route, en naar de mogelijkheden voor een schip dat een grotere autocapaciteit biedt, eventueel ten koste van personencapaciteit.

1 Introductie

1.1 Aanleiding en afbakening

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat werkt met een werkgroep aan de 'Routekaart Bereikbaarheid', binnen het Uitvoeringsprogramma Waddengebied 2021-2026. Het doel van de werkgroep is om te komen tot een goede en toekomstbestendige bereikbaarheid van de Waddeneilanden op de lange termijn. Hier wordt, onder andere, een veranderopgave richting een duurzamere overtocht onder verstaan.

Het voorliggende onderzoek focust op de veerverbinding tussen Holwert en Ameland en beperkt zich tot de technisch-nautische invulling hiervan. Het onderzoek geeft inzicht in de mogelijkheden voor de inzet van kleinere schepen op de veerverbinding en de implicaties hiervan voor de bereikbaarheid (capaciteit, betrouwbaarheid en dienstregeling) en de benodigde geuldimensies. Beoordeling van de potentiële reductie in het baggerbezwaar betreft een morfologische inschatting, welke in een parallel lopend onderzoek wordt onderzocht. Een reflectie op de (bedrijfs-)economische haalbaarheid en wenselijkheid van de implicaties van het varen met kleinere schepen is een vervolgstap op deze studie, en valt buiten deze rapportage.

1.2 Methodologie

Het onderzoek volgt een aantal stappen om te komen tot het gewenste inzicht van de inzetbaarheid van kleinere schepen en de effecten daarvan op de bereikbaarheid van Ameland.

Scheepsinventarisatie

Allereerst is geïventariseerd welke veerschepen met een kleinere diepgang en/of kleinere breedte er beschikbaar zijn. Dit geeft de basis voor het vervoer van passagiers en het auto- en goederenvervoer, en de potentiële reductie in de vereiste geuldimensies en daarmee ook de baggervolumes. De schepen die in de huidige concessie varen zijn ter referentie meegenomen in de selectie. Er zijn enkel bestaande schepen geselecteerd, aangezien van alleen die schepen betrouwbare informatie bestaat over de daadwerkelijke capaciteit en dimensies. Naast de reguliere dienstregeling is er nog de mogelijkheid voor een sneldienst, zoals deze ook in de huidige praktijk bestaat. Deze optie voor een sneldienst is buiten beschouwing gelaten in de scenario-analyses vanwege de beperkte bijdrage aan de totale capaciteit.

Vervoersscenario's

Hieropvolgend zijn verschillende vervoersscenario's gedefinieerd. Grofweg zijn er twee type scenario's bestudeerd: gescheiden vervoer en niet-gescheiden vervoer. Bij niet-gescheiden vervoer wordt er, zoals in de huidige praktijk, een enkel type veerboot ingezet welke alle typen vervoer op zich neemt. In de 'gescheiden vervoer'-scenario's wordt een personenveer toegevoegd aan de veerverbinding, waarbij een autoveer afhankelijk van het getij vaart (tijvaren). Per vervoersscenario zijn scheepstypen geselecteerd, waaruit volgt wat de minimaal benodigde geuldimensies zijn. Ter verduidelijking: De geuldimensie volgt dus op de geselecteerde scheepstypen per scenario, in plaats van andersom.

Vervoersbehoefte

De dienstregeling zal moeten voldoen in de vervoersbehoefte qua aantal auto's, personen, fietsen en vracht-overzettingen. In deze studies zijn hiertoe aannamen gedaan voor de gewenste capaciteit op piekdagen, welke maatgevend worden geacht voor de dienstregeling. Hiervoor zijn de uitkomsten van het 'Vervolgonderzoek Bereikbaarheid Ameland 2030' (VBA 2030) [1] gebruikt. Voor de vervoersbehoefte zijn twee varianten bekeken. De eerste variant gaat uit van een gelijkblijvend aantal auto-overzettingen. De tweede variant gaat er van uit dat de beleidsambitie van gemeente Ameland van een reductie van 35% auto-overzettingen wordt gehaald. Parallel aan dit onderzoek wordt, in het kader van het programma van

eisen voor de nieuwe concessieperiode, bepaald wat de capaciteitseisen voor de veerdienst zijn. De resultaten hiervan zijn nog niet bekend en kunnen in een later stadium nog worden getoetst in de huidige analyse.

Simulatie van dienstregeling en capaciteit

Vervolgens is per vervoersconcept in een logistiek vervoersmodel bepaald hoe deze, gegeven het verloop van de waterstand over het jaar, vertaald kan worden in een reisschema. Hierbij volgt hoeveel schepen er van elk type nodig zijn om aan de vervoersbehoefte te voldoen.

Bij het simuleren van de dienstregeling zijn aannamen gedaan voor de minimale dienstregeling, de vertrekhavens, en voor de prioritering van afvaarten per type schip, welke belangrijke implicaties zijn van het varen met kleinere schepen. Daarnaast is in de evaluatie van ieder vervoersscenario uitgegaan van de capaciteit die op 98% van de dagen gehaald zal worden, wat erop neerkomt dat 7 dagen per jaar de afgeleide capaciteit niet gehaald wordt, door een te lage waterstand. In veel gevallen is er méér capaciteit beschikbaar dan de meegewogen waarde. In de huidige praktijk komt het ook voor dat er dagen zijn met verminderde capaciteit door het uitvallen van afvaarten.

Conclusie en Beschouwing

Uit de resultaten van de simulatie volgt de technisch-nautische haalbaarheid van elk vervoersscenario; het geeft inzicht in hoeveel afvaarten er mogelijk zijn, hoeveel schepen er nodig zijn en hoe kritisch de afvaartplanning is. In een evaluatie van de meest kansrijke vervoersscenario's worden de belangrijkste overwegingen in beschouwing genomen.

2 Scheepsinventarisatie

Een inventarisatie van bestaande schepen geeft inzicht in potentieel geschikte kleinere vaartuigen en mogelijke vervoersscenario's. Het gebruik van bestaande schepen versus theoretische of geplande schepen geeft zekerheid over de capaciteit en inzetbaarheid van de schepen met de bijbehorende dimensies. Alleen schepen die tot een reductie van vaargeuldimensies leiden zijn meegenomen in de analyses. Schepen met nog kleinere afmetingen zouden weinig bijdragen aan de capaciteit en voor een groter aantal scheepsbewegingen zorgen en zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Voorbeelden van de veerboten zijn weergegeven in Figuur 2-1 en Figuur 2-2.

De huidige dienstregeling omvat twee grote schepen (Sier en Oerd) voor auto- en personenvervoer en een kleiner schip (Fostaborg) als sneldienst voor passagiers, zonder capaciteit voor auto's. Elders op het Nederlands en Duitse wad varen ook schepen met beperkte diepgang, eveneens gekozen in verband met de dynamische morfologie van de Waddenzee en de beperkte waterdiepte. Een overzicht van deze schepen is gegeven in Tabel 2-1 voor schepen met autocapaciteit en in Tabel 2-2 voor personenveerboten, zonder autocapaciteit, met de belangrijkste kenmerken van deze schepen (hoofdafmetingen, capaciteit, vaarsnelheid en eisen die deze schepen stellen aan de haveninfrastructuur).

Tabel 2-1: Overzicht van schepen voor autoverkeer en personenvervoer op de Waddenzee met beperkte diepgang. Scheepsnamen worden aangeduid als Roll-on/Roll-off Passagiersschip (RoPax) met de capaciteit voor auto-eenheden en passagiers.

Naam	Diepgang [m]	Lengte [m]	Breedte [m]	Snelheid [kn]	Personen capaciteit	Auto-eenheden	Brandstof	Infra-structuur
RoPax-72-1.200 (Sier/Oerd)	1,50	73,2	15,1 ¹	10,8	1.200	72	Diesel	Veerbrug en steiger
RoPax-42-1.100 (Frisia VI)	1,45	49,5	10,3	12,0	1.100	42	Diesel	Hellingbaan
RoPax-42-1.350 (Frisia II)	1,25	63,5	12,0	12,0	1.350	42	Diesel	Hellingbaan

Tabel 2-2: Overzicht van schepen voor uitsluitend personenvervoer op de Waddenzee met beperkte diepgang.

Naam	Diepgang [m]	Lengte [m]	Breedte [m]	Snelheid [kn]	Personen capaciteit	Auto-eenheden	Brandstof	Infra-structuur
Sneldienst-48 (Fostaborg)	1,25	21,5	7,0	21,6	48	-	Diesel	Steiger
Pax-800 (Langeoog III)	1,32	45,7	10,6	11,0	800	-	Diesel	2 Voetgangers-bruggen
Pax-265 (Langeoog II)	1,15	33,0	7,4	12,0	265	-	Diesel	Voetgangers brug
Pax-363 (Frisia XI)	1,01	35,4	7,0	12,0	363	-	Diesel	Steiger
Sneldienst-54 (WattnExpress)	0,7	19,7	5,4	19,0	54	-	Diesel	Steiger
Pax-150 (E-Cat Ferry)	1,2	32,0	n/a	16,0	150	-	Elektrisch	Steiger en snellader

¹ Er bestaat enige discrepantie in de breedte van de Sier en Oerd, 15,1 meter is ook gebruikt in het rapport van MARIN [2].

Projectgerelateerd



Figuur 2-1: Autoveer die in de huidige praktijk wordt ingezet (RoPax-72-1.200, Sier, links) en één van de mogelijke schepen in een alternatief scenario met kleinere geuldimensies (RoPax-42-1.350, Frisia II, rechts).

Met deze schepen zijn diverse vervoersscenario's te realiseren, welke zijn beschreven in Tabel 2-3 en leiden tot verschillende benodigde geuldimensies. De scenario's zijn opgedeeld in twee type scenario's: niet-gescheiden vervoer (groen gemarkeerde kolommen) en gescheiden vervoer (blauw gemarkeerde kolommen). Bij niet-gescheiden vervoer wordt er, zoals in de huidige praktijk, een enkel type veerboot ingezet welke alle typen vervoer op zich neemt. In de 'gescheiden vervoer'-scenario's wordt een personenveer toegevoegd aan de veerverbinding, waarbij een autoveer afhankelijk van het getij vaart (tijvaren). Het benodigde aantal schepen om in de vervoersbehoefte te voorzien wordt bepaald door het reisschema te simuleren in het vervoersmodel (hoofdstuk 5).

Bij personenvervoer wordt aangenomen dat er, evenals in de huidige situatie, gevaren moet kunnen worden vanaf een waterstand van -1,60m NAP. Dit betekent dat de bereikbaarheid voor passagiers in ieder geval gehandhaafd blijft op het huidige niveau, wat een belangrijke eis is. In geval van gescheiden vervoer wordt de bodemligging van de geul derhalve bepaald door de benodigde diepte van de personenveerboot. Bij gescheiden vervoer wordt vervolgens aangenomen dat de autoveer afhankelijk van de waterstand zal varen. De mate waarin dat nodig is hangt af van het diepgangverschil tussen de personenveerboot en de autoveerboot en de benodigde kielspeling om veilig te kunnen varen.

Naast de reguliere dienstregeling is er nog de mogelijkheid voor een sneldienst, zoals deze ook in de huidige praktijk bestaat. Deze optie voor een sneldienst is buiten beschouwing gelaten in de scenario-analyses vanwege de beperkte bijdrage aan de totale capaciteit.

Tabel 2-3: Overzicht van de verschillende vervoersscenario's.

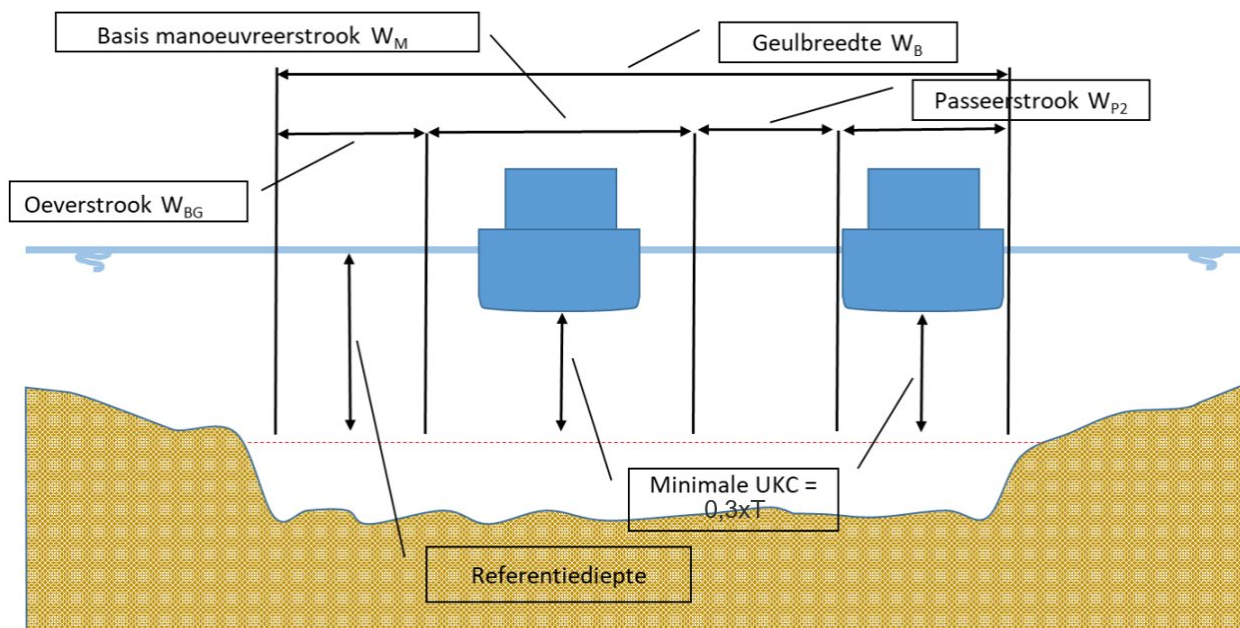
Scenario's:	Huidige praktijk	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Vervoersconcept	Niet gescheiden	Niet gescheiden	Niet gescheiden	Gescheiden	Gescheiden	Gescheiden
Vlootsamenstelling (autoveer / personenveer)	RoPax-72-1.200	RoPax-42-1.350	RoPax-42-1.100	RoPax-72-1.200	RoPax-72-1.200	RoPax-42-1.350
	-	-	-	Pax-800	Pax-363	Pax-363
Maatgevende diepgang	1,5m	1,25m	1,45m	1,32m	1,01m	1,01m
Maatgevende breedte	15,1m	12,0m	10,5m	15,1m	15,1m	12,0m



Figuur 2-2: Referentieschepen voor de personenveerboot zijn Langeoog III (Pax-800, links) en de Frisia XI (Pax-363, rechts).

3 Geuldimensies

De benodigde geuldimensies (minimaal benodigde geulbreedte en minimaal benodigde waterdiepte) voor elk vervoersscenario zijn gebaseerd op het onderzoek van MARIN [2], PIANC WG 141 [3] en de scheepdimensies in Tabel 2-1 en Tabel 2-2.



Figuur 3-1: Schematisatie van de minimale dimensies van de vaargeul [2].

3.1 Minimaal benodigde geuldiepte

Voor de verticale geuldimensies wordt ervan uitgegaan dat schepen verantwoordelijk voor het personenvervoer ook met laagwater moeten kunnen varen. Deze laagwaterstand wordt aangehouden op -1,6m NAP, wat overeenkomt met de ondergrens in de huidige praktijk. De minimaal benodigde waterdiepte is gedefinieerd door de som van de diepgang van het schip en de benodigde kielspeling. De richtlijnen voor binnenvaartschepen in PIANC InCom WG 141 [3] geven een goed beeld van de benodigde kielspeling voor schepen met een beperkte diepgang. De richtlijnen adviseert een kielspeling van 0,3 keer de diepgang van het schip, met een minimum kielspeling van 0,2 meter, waarin dynamische factoren, zoals inzinking en vertrimming zijn meegewogen. Tabel 3-1 geeft de benodigde geuldieptes voor elk vervoersscenario weer. In de huidige praktijk wordt een bodemligging gegarandeerd van maximaal -3,8m NAP.

Voor de schepen die in de huidige praktijk worden ingezet wordt een grotere kielspeling van 0,8m geadviseerd door MARIN [2] vanwege problemen met de schottel aandrijving bij een beperkte kielspeling. Dit komt enerzijds door de slechte aanzuiging van water richting de schottels en anderzijds vanwege het inzuigen van slib in de machine wat slijtage veroorzaakt. In de praktijk wordt gevaren vanaf -1,6m NAP wat neerkomt op een kielspeling van 0,7m.

Tabel 3-1: Minimaal benodigde geuldieptes, voor het maatgevende schip, per vervoersscenario.

	Huidige praktijk	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Maatgevend schip	RoPax-72-1.200	RoPax-42-1.350	RoPax-42-1.100	Pax-800	Pax-363	Pax-363
Laagwaterstand waarbij gevaren wordt [m NAP]	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
Diepgang [m]	1,5	1,25	1,45	1,32	1,01	1,01
Kielspeling [m]	0,7	0,38	0,44	0,40	0,30	0,30
Minimale benodigde diepte [m NAP]	-3,8	-3,23	-3,49	-3,32	-2,91	-2,91
Autoveerboot bij gescheiden vervoer	-	-	-	RoPax-72-1.200	RoPax-72-1.200	RoPax-42-1.350
Benodigde waterstand autoveer [m NAP]	-	-	-	-1,12	-0,71	-1,29

3.2 Minimaal benodigde geulbreedte

Voor de breedte van de vaargeul worden dezelfde toeslagen aangehouden als in het onderzoek van MARIN [2] voor de huidige praktijk, op basis van de Sier en de Oerd. Het is aangenomen dat dezelfde breedtetoeslagen kunnen worden toegepast voor de andere autoveerboten in het onderzoek. In de praktijk kunnen er verschillen bestaan in het manoeuvreergedrag van schepen en de gevoeligheid van schepen voor wind en stroming. De minimaal benodigde geulbreedte is een som van de benodigde vaarbaanbreedte (inclusief toeslagen) en de oeverstrook aan beide zijden. Als schepen elkaar ontmoeten tijdens de vaart is er extra breedte nodig om elkaar veilig te passeren. Wanneer de geul onvoldoende breedte heeft, dan zal één van de schepen in een breder deel van de geul moeten wachten tot het andere schip gepasseerd is, wat wordt aangeduid met een “geregelde ontmoeting”. Tabel 3-2 geeft een overzicht van de benodigde breedtes en toeslagen.

Projectgerelateerd

Als het schip stilligt is er één scheepsbreedte nodig voor het stilliggende schip en een veilige passeerafstand. De geadviseerde passeerafstand in het MARIN onderzoek [2] is gevat in een extra benodigde geulbreedte van 0,3B.

Tabel 3-2: Overzicht van de benodigde vaargeulbreedte volgens het onderzoek van MARIN (Tabel 5-3) [2].

Beschrijving	Breedte van het maatgevende schip
Vaarbaanbreedte (W_M)	2,4 – 3,9B
Basis vaarbaanbreedte	1,5B
Vaarsnelheid	0B
Wind	0,8B
Dwarsstroom	0,0 – 0,6B
Langsstroom	0,0 – 0,2B
Golven	0B
Navigatiehulpmiddelen	0,1B
Bodem	0,0 – 0,1B
Diepte	0,0 – 0,2B
Bochttoeslag	0,0 – 0,4B
Oeverstrook (W_{BR} en W_{BG})	0,3B
Passeerafstand bij geregelde ontmoeting (W_P)	0,3B
Totaal enkelstrooks zonder ontmoeting ($W_M + W_{BR} + W_{BG}$)	3,0 – 4,5B
Totaal met geregelde ontmoeting ($W_M + W_P + W_{BR} + B$)	4,0 – 5,5B

Deze toeslagen voor de geulbreedte en de gegeven scheepsbreedtes resulteren in de minimaal benodigde geulbreedtes zoals weergegeven in onderstaande Tabel 3-3. De autovervoerboot is in alle scenario's maatgevend voor de minimaal benodigde geulbreedte.

Tabel 3-3: Benodigde geulbreedte per vervoersscenario.

	Huidige praktijk	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Minimale breedte [m] (enkelstrooks) (3,0B)	45,3	36,0	31,5	45,3	45,3	36,0
Maximale breedte [m] (enkelstrooks) (4,5B)	68,0	54,0	47,3	68,0	68,0	54,0
Minimale breedte met ontmoeting [m] (4,0B)	60,4	48,0	42,0	60,4	60,4	48,0
Maximale breedte met ontmoeting [m] (5,5B)	83,5	66,0	57,8	83,5	83,5	66,0

In de praktijk varieert de benodigde geulbreedte over het traject tussen de minimale en de maximale waarde uit bovenstaande tabel, aangezien factoren voor de stroming, bodem, diepte en bochten in sommige trajectdelen wel van toepassing zijn en in andere niet. Rijkswaterstaat (RWS) mag slechts een geul van maximaal 60 meter breed onderhouden. Waar meer breedte buiten de gebaggerde geul nodig is, kan dit niet door middel van baggeren worden onderhouden. Dit is een risico voor de mogelijkheid tot

Projectgerelateerd

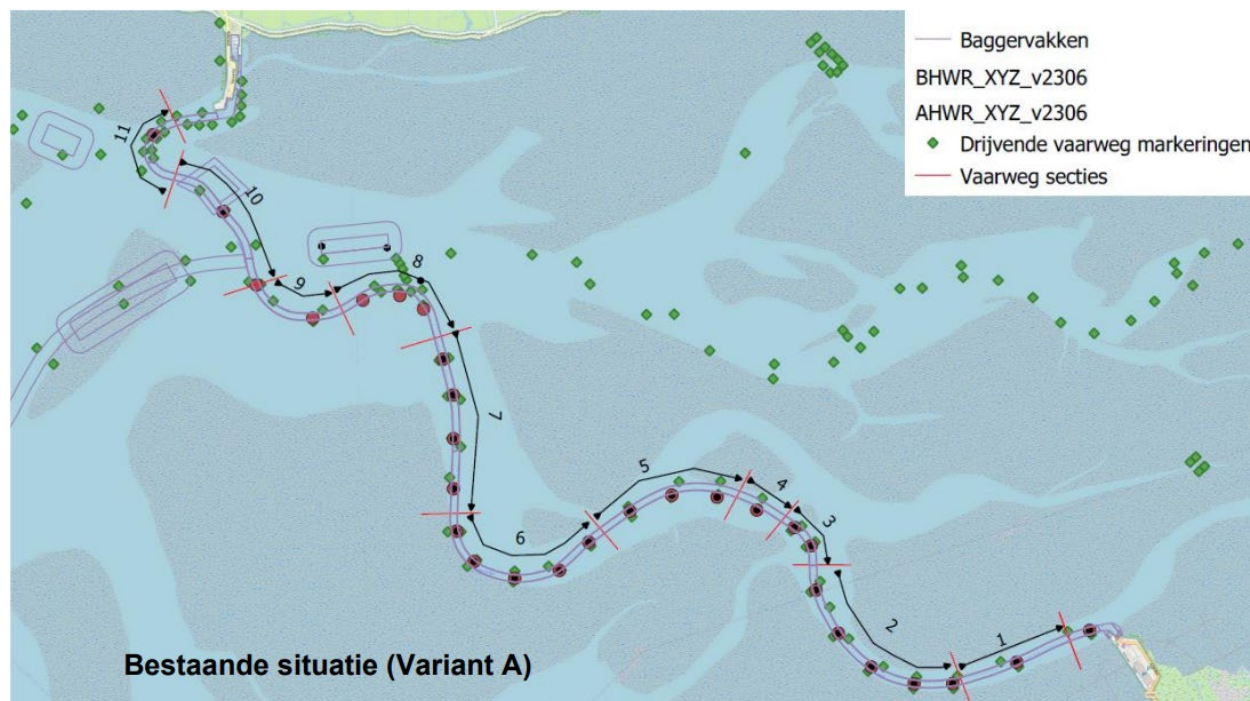
passeren. Op sommige trajectdelen is passeren nu wel mogelijk omdat de geul van nature breder is dan 60 meter.

In het rapport van MARIN zijn de breedtefactoren over het traject voor enkelstrooks gebruik, tweestrooks gebruik en enkelstrooks gebruik met geregelde ontmoeting gegeven. De benodigde breedtefactoren per trajectdeel zijn weergegeven in Tabel 3-4, waarbij wordt uitgegaan van enkelstrooks gebruik mét geregelde ontmoeting op het gehele traject. In de huidige praktijk hangt de mogelijkheid tot passeren af van de waterstand, maar wordt sinds de invoering van de vijfkwartiers-dienstregeling altijd gepasseerd in secties 5 en 7. Daarnaast vinden er regelmatig ontmoetingen plaats met andere schepen die de geul gebruiken, zoals de baggerschepen, de reddingsdienst en visserij schepen.

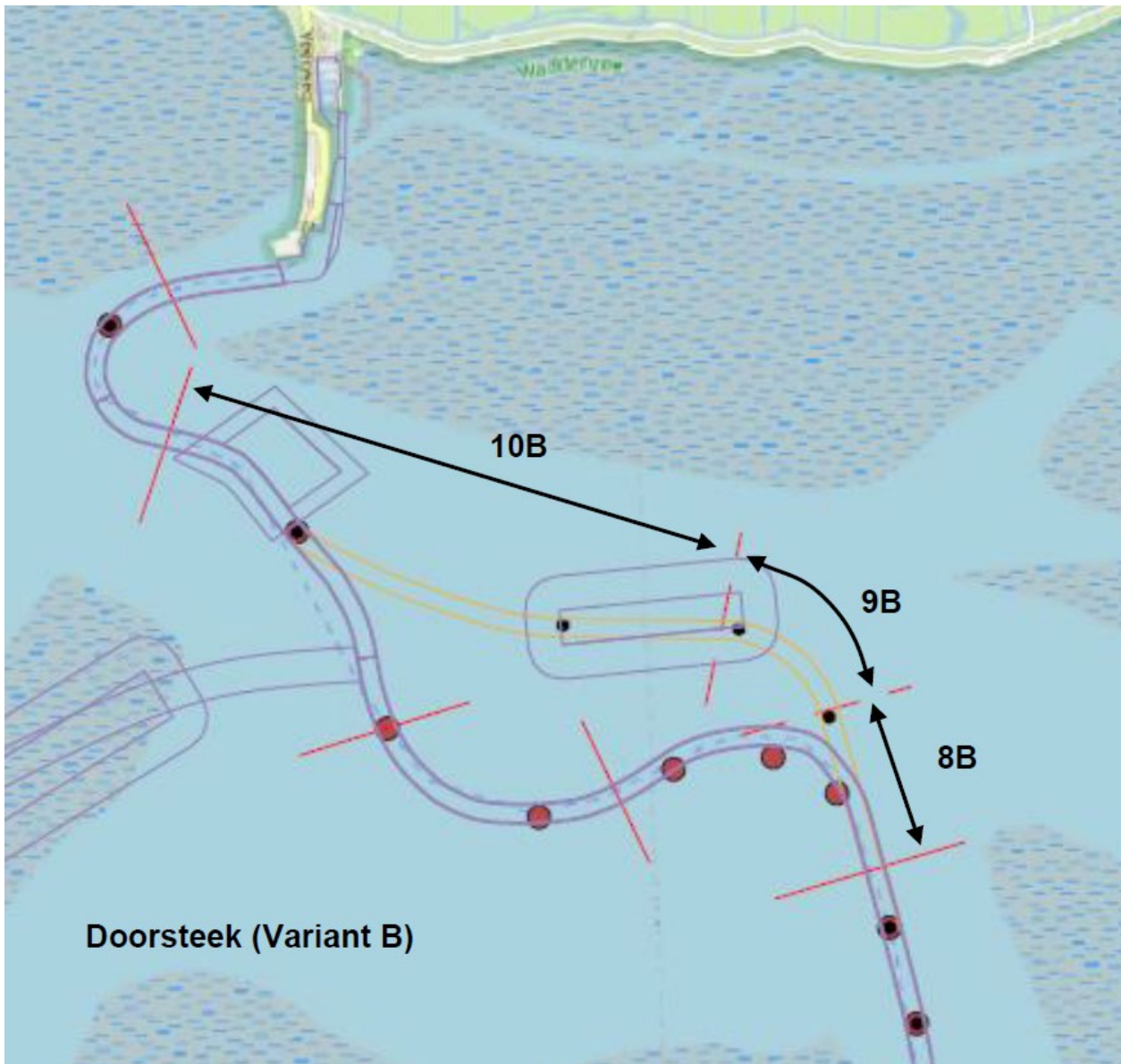
Voor de mogelijkheid tot onderling passeren is voor de overige schepen uit het onderzoek aangenomen dat dit bij dezelfde locaties en waterstanden kan als voor de huidige veerboten (Sier-Oerd). De waterstanden waarbij gepasseerd kan worden zijn aangepast op de getij-afhankelijkheid van de autoveren bij de gescheiden vervoersscenario's. De locaties waar gepasseerd kan worden, zijn gebaseerd op de resultaten uit het MARIN rapport [2].

Tabel 3-4: Adviesbreedtefactoren per trajectdeel voor enkelstrooks gebruik met geregelde ontmoeting [2].

Sectie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Adviesbreedtefactor											
4,1 betekent: 4,1 * maatgevende scheepsbreedte (B)	4,3	4,6	4,7	4,6	4,9	4,8	4,6	5,5	4,8	4,6	4,6



Figuur 3-2: Traject van de vaarroute door MARIN [2]. In de huidige praktijk wordt de bocht bij secties 8 en 9 doorgestoken (Variant B), zie onderstaande figuur.



Figuur 3-3: Doorsteek in de bocht bij trajectdelen 8, 9 en 10. Deze aangepaste route is in het onderzoek aangehouden.

4 Vervoersbehoefte

In deze studie wordt uitgegaan van de vervoersbehoefte zoals gepresenteerd in het Vervolgonderzoek Bereikbaarheid Ameland 20230 (VBA 2030). Parallel aan dit onderzoek wordt de toekomstige vervoersbehoefte vastgesteld, maar de resultaten daarvan zijn op het moment van deze analyse nog niet beschikbaar. In deze studie worden twee scenario's voor de vervoersbehoefte voor auto- en vrachtverkeer meegenomen. Het eerste scenario gaat uit van een gelijkblijvend aantal auto-overzettingen. Het tweede scenario gaat ervan uit dat de beleidsambitie van gemeente Ameland [4] van een reductie van 35% auto-overzettingen ten opzichte van de huidige situatie wordt gehaald. De nieuwe vlootsamenstelling moet in staat zijn om aan de vervoersbehoefte te voldoen door het jaar heen en op piekmomenten.

Het VBA 2030 biedt een prognose van de toename van reizigers naar het eiland en de capaciteit die in de toekomst (2030, 2050 en 2100) moet worden gehaald. De prognose is gebaseerd op toeristische groei en accommodatiecapaciteit van het eiland. Volgens het VBA 2030 neemt de accommodatiecapaciteit op Ameland in 2050 toe met ongeveer 5-15% en daarmee ook het verwachte aantal overzettingen van personen en vrachtauto's per jaar. Men verwacht dat de groei tijdens piekmomenten evenredig zal zijn.

Momenteel varen op een piekdag de Sier en Oerd 11 keer in één richting, met elk een capaciteit van 1.200 personen, 72 auto's en 60 fietsen. Voor deze studie worden auto's en vrachtverkeer omgerekend naar auto-eenheden, aangezien alleen de autocapaciteit van de referentieschepen bekend is. De aanname is dat een vrachteenheid gemiddeld overeenkomt met drie autoplaatsen (auto-eenheden). Volgens het VBA 2030 worden in het hoogseizoen op de drukste dagen 22-29 vrachtwagens overgezet, wat dus overeenkomt met ca. 75 auto-eenheden. Het is bekend dat de autocapaciteit een knelpunt vormt, terwijl er nog voldoende ruimte is voor personenvervoer.

De bestaande capaciteit op een piekdag kan worden verdeeld in een aandeel personenauto's van 717 auto's en een aandeel vrachtverkeer van ongeveer 75 auto-eenheden, samen genomen met het aandeel personenauto's komt dit overeen met de capaciteit van 792 auto-eenheden. Met een reductie van 35% op auto-overzettingen zou dit betekenen dat de toekomstige benodigde capaciteit voor personenauto's daalt tot 466 auto-eenheden per dag op piekdagen. Door de groei van toerisme wordt verwacht dat het aantal vrachtwagen-overzettingen toeneemt met zo'n 5-15%, wat een vervoersbehoefte van zo'n 86 auto-eenheden per dag geeft voor toekomstige piekdagen. Dit resulteert in een piekvraag van 552 auto-eenheden per dag in het scenario met 35% reductie en een piekvraag van 803 auto-eenheden per dag zonder reductie van het aantal personenauto-overzettingen.

De personen-vervoersbehoefte op piek dagen is niet specifiek bepaald in het VBA 2030. De huidige capaciteit van 13.200 personen per dag in enkele richting vormt momenteel geen knelpunt. Het wordt aangenomen dat eenzelfde capaciteit ook in de volgende concessieperiode kan voldoen aan de piekbehoefte, ondanks de groei van toerisme van 5-15%. De totale vervoersbehoefte voor personenvervoer kan tot 2050 oplopen tot 915.000 passagiers per jaar [1].

Het vervoer van fietsen wordt apart beschouwd. De fiets-capaciteit van de huidige autoveerboot is 60 fietsen, buiten de 72 autoplaatsen gerekend. Aangezien het niet bekend is hoeveel capaciteit de overige referentieschepen bieden, wordt aangenomen dat er, net zoals op de Sier en de Oerd een capaciteit bestaat van 60 fietsen buiten de autoplaatsen. Een verdere toename in het aantal fietsen dat overgezet dient te worden zal ten koste gaan van de autoplaatsen. Er wordt aangenomen dat wanneer fietsen gebruik maken van autoplaatsen, er ongeveer 10 fietsen in één autoplaats (auto-eenheid) passen. Ook voor het aantal fiets-overzettingen wordt uitgegaan van een toename van 5-15% in 2050.

Projectgerelateerd

Met de voorgenomen reductie van auto-overzettingen mag worden aangenomen dat het aantal fietsen dat overgezet zal moeten worden zal stijgen. Bij een reductie van 35% auto-overzettingen wordt ervan uitgegaan dat de reductie in het aantal auto's gelijk is aan de toename van het aantal over te zetten fietsen. Bij een capaciteit van 717 auto's geeft dat een reductie van 251 auto's en een toename van 251 fietsen. Wanneer hier nog 10% bij wordt opgeteld voor de groei in toerisme resulteert dat in een totaal aantal fietsen op een piekdag van 1.002 fietsen. Bij een gelijkblijvende capaciteit voor fietsen buiten de autoplaatsen van 660 fietsen (11 afvaarten), zullen de fietsen 34 autoplaatsen per dag nodig hebben bij een reductie van de auto-overzettingen en 7 autoplaatsen wanneer geen reductie plaatsvindt van het aantal auto-overzettingen. Een toename in het vervoer van losse bagage ten gevolge van de reductie in het aantal auto-overzettingen is buiten beschouwing gelaten.

De huidige capaciteit en de aangenomen vervoersbehoefte voor de concessieperiode zijn in Tabel 4-1 en Tabel 4-2 samengevat voor respectievelijk het personenvervoer en auto- en vrachtverkeer.

Tabel 4-1: Huidige behoefte en capaciteit voor het personenvervoer en de aangenomen vervoersbehoefte in de concessieperiode.

Personenvervoer	Huidige behoefte/ capaciteit	Aanname behoefte volgende concessieperiode (2050)
Totaal aantal personen per jaar	710.000 (behoefte)	915.000
Piekaantal pers. per dag	13.200 (capaciteit)	13.200

Tabel 4-2: Huidige behoefte en capaciteit voor het auto- en vrachtverkeer en de aangenomen vervoersbehoefte in de concessieperiode.

Transporteenheid (in auto-eenheden)	Huidige capaciteit bij 11 afvaarten	Aanname behoefte volgende concessieperiode (2050)	
		Met 35% reductie	Zonder 35% reductie
Personenauto's (<5,5 meter)	717	466 (-35%)	717
Vrachtwagens (>5,5 meter)	75	86 (+15%)	86 (+15%)
Fietsen	660 (met marge voor meer)	1.002 (+52%)	726 (+10%)
Fietsen op autoplaatsen (auto- eenheden)	0	342 (34)	66 (7)
Totaal	792	586	810

5 Vervoersmodel

De capaciteit van de verschillende vervoersscenario's wordt bepaald aan de hand van een vervoersmodel dat rekening houdt met de daadwerkelijke variatie in de waterstand en de scheepseigenschappen. Het vervoersmodel plant de bewegingen van de schepen zo efficiënt mogelijk tussen 6:00-21:00 uur om een maximale dagcapaciteit te verkrijgen. Bij elke beweging controleert het model of het schip voldoende waterdiepte heeft om het gehele traject te passeren en of het geen andere veerboot tegenkomt op de trajectdelen waar onvoldoende breedte bestaat.

De reistijd van het schip is afhankelijk van het waterpeil en wordt berekend met behulp van Tabel A-5 uit het MARIN rapport [2]. Voor grote schepen, verantwoordelijk voor auto- en vrachtverkeer, is de reistijd gebaseerd op de gemiddelde tijd in de tabel (tussen de minimum en maximum reistijd). Voor de kleinere schepen, verantwoordelijk voor alleen personenvervoer, wordt de kolom met de minimale reistijd gebruikt. De aangenomen reistijd geeft een eerste inschatting voor de alternatieve schepen, maar zou in de praktijk kunnen afwijken door verschillen in manoeuvreerbaarheid van de schepen door geïnstalleerd vermogen in combinatie met de rompvorm. Omdat de kleinere geuldimensies zijn gebaseerd op de kleinere scheepdimensies zullen de verschillen in de verhouding tussen scheepsdoorsnede en natte doorsnede van de geul naar verwachting beperkt zijn.

De smalle geulen in de aanloop naar Holwert en Nes bieden geen ruimte voor passage. In het model is wel aangenomen dat schepen kunnen aankomen/wachten bij de aanlegplaats net voordat een ander schip vertrekt. De tijd die bij de aanlegplaats wordt doorgebracht voor in- en uitstappen en laden/lossen (omkeertijd) is voor de autoveerboten op 30 minuten aangenomen en voor de personenveerboten op 15 minuten gesteld. In de huidige praktijk hebben de schepen meestal minder tijd nodig, maar de extra marge biedt ruimte in het schema voor vertragingen van de schepen op het traject, wat de betrouwbaarheid van de dienstregeling vergroot.

Bij het opzetten van het vervoersmodel zijn een aantal aannames gemaakt die hieronder worden toegelicht. Deze zijn gedaan om de efficiëntie van de veerverbinding te vergroten, wat nodig is om in de vervoersbehoefte te voorzien:

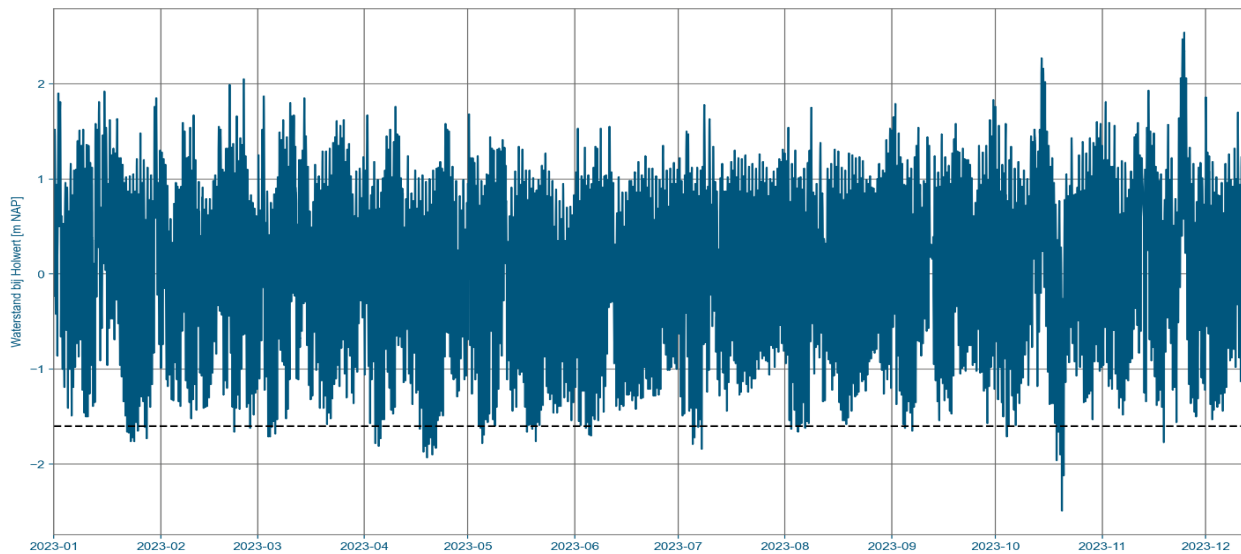
- Schepen kunnen zowel vanaf Nes als Holwert starten, en eindigen altijd op dezelfde locatie als waar zij in de ochtend zijn vertrokken. Wanneer de bemanning vanaf de andere zijde moet komen zou deze overgezet kunnen worden met een snelle boot in de ochtend.
- Schepen varen alleen tussen 6:00-21:00, net als in de huidige praktijk.
- Het wisselen van de bemanning en de locatie waar het schip zich dan bevindt wordt niet meegenomen in de simulaties.
- Waar schepen kunnen passeren is afhankelijk van de waterstand. In het onderzoek van MARIN [2] is aangegeven op welke locaties passeren mogelijk is bij een aantal gegeven waterstanden. In het vervoersmodel is dezelfde waterstand aangehouden voor de verschillende delen van het traject. Wanneer het autoveer op getij vaart, is het verschil in benodigde waterdiepte tussen de personenveerboot en de autoveerboot opgeteld bij de benodigde waterstand voor passeren. Figuur 5-2 geeft een voorbeeld van de mogelijkheden tot passeren langs het traject bij een waterstand van -1,6m NAP en -1,0m NAP. Bij een waterstand van 0,2m NAP is passeren langs het gehele traject mogelijk, met uitzondering van de eerste 100 meter van het traject aan beide zijden.
- De reistijd wordt bepaald aan de hand van Tabel A-5 in het MARIN rapport [2], waar de reistijd voor de Sier en Oerd is bepaald voor verschillende waterstanden. De waterstand op het punt van vertrek wordt gebruikt om de reistijd te bepalen. De reistijd is gebaseerd op de bekende reistijd van de Sier

Projectgerelateerd

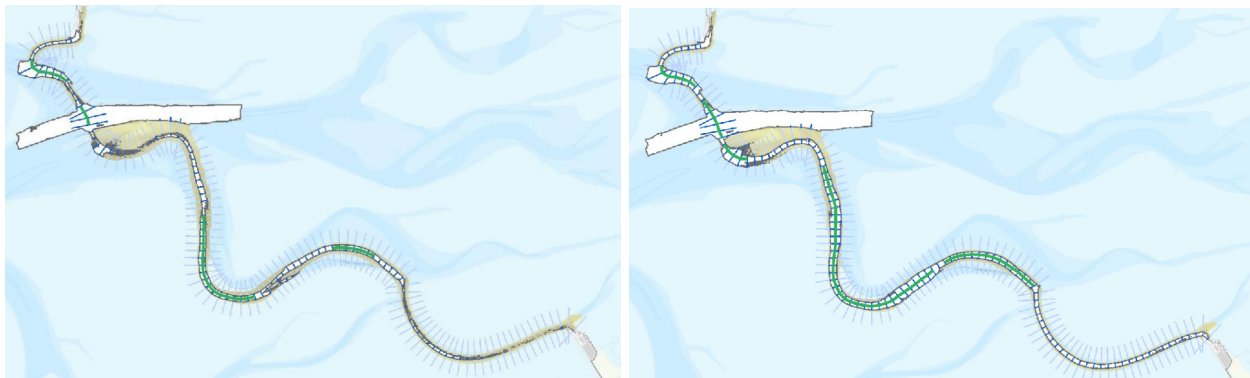
en de Oerd voor verschillende waterstanden en zou voor andere schepen kunnen afwijken, maar geeft een goede inschatting van de reistijd.

- De reistijd wordt gebruikt om de beschikbare waterdiepte op de verschillende secties te toetsen. De verdeling van de tijd die het schip erover doet om de verschillende secties af te leggen is gebaseerd op de vaarsnelheden van de Sier en de Oerd in Tabel A-1 in het MARIN rapport [2].
- Er kunnen maximaal 2 schepen bij 1 haven zijn op hetzelfde moment. Wanneer het aankomende schip is afgemeerd kan het andere schip vertrekken. Dit vereist uitbreiding van de haveninfrastructuur in Holwert.
- Schepen verantwoordelijk voor auto- en vrachtverkeer worden met prioriteit ingepland om de autocapaciteit te optimaliseren.

De modelsimulaties worden uitgevoerd met een waterstandserie op basis van astronomisch getij in 2023 en op basis van de gemeten waterstand in 2023 bij Holwert. De waterstand van Holwert wordt gebruikt omdat de geuldiepte voornamelijk nabij Holwert kritisch is. De gemeten waterstand in 2023 is weergegeven in Figuur 5-1. De laagwaterstand van -1,6m NAP wordt alleen met springtij tijdens laagwater en tijdens periodes met afwaaiing overschreden. De gemeten waterstanden in de tweede helft van december 2023 waren niet beschikbaar en zijn daarom niet meegenomen in de simulaties.



Figuur 5-1: Gemeten waterstandsverloop bij Holwert in 2023 (waterinfo.rws.nl).

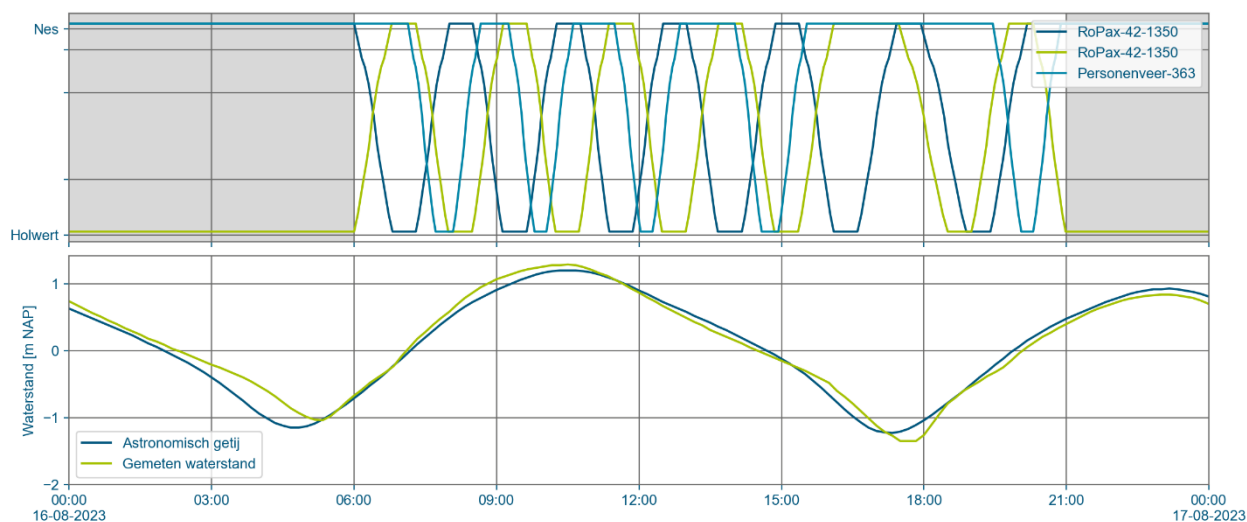


Figuur 5-2: Mogelijkheid tot passeren langs het traject bij een waterstand van -1,6m NAP (links) en een waterstand van -1,0m NAP (rechts) [2]. Trajectdelen waar passeren mogelijk is, zijn groen aangegeven.

6 Resultaten

De verschillende vervoersscenario's en de daarbij behorende geuldimensies zijn doorgerekend in het model voor het gehele jaar 2023. Het model heeft voor elke dag een reisschema bepaald aan de hand van de gemeten waterstand en het astronomisch getij. Het aantal scheepsbewegingen per schip is vertaald naar de capaciteit op die dag om een overzicht te krijgen van de capaciteit van het scenario bij verschillende waterstandsverlopen.

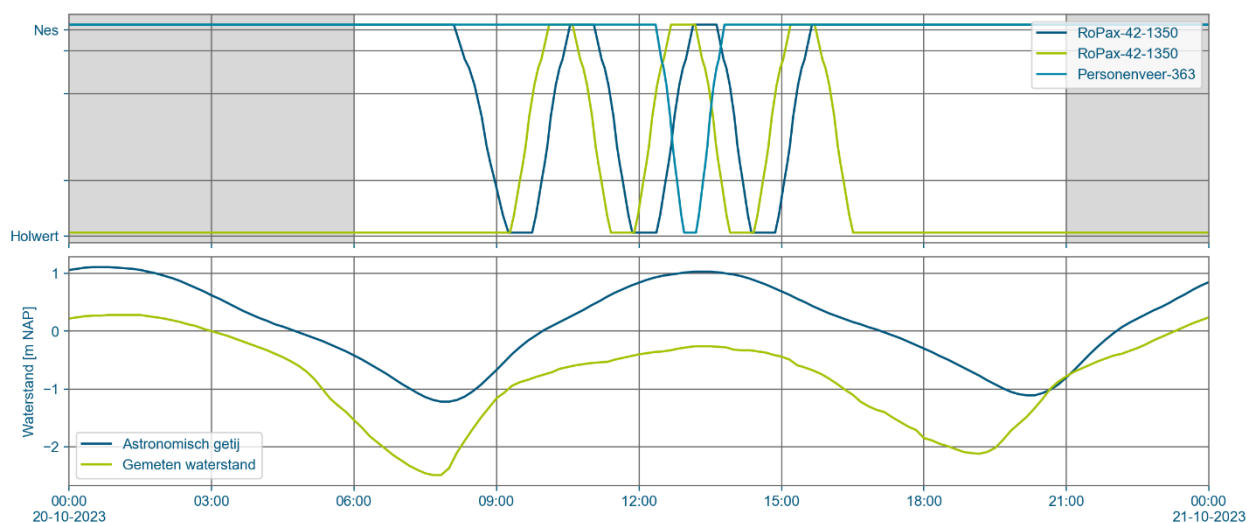
Figuur 6-1 geeft een voorbeeld weer van het reisschema van scenario 5 (2x RoPax-42-1.350, 1x Pax-363) op een willekeurige dag met een normaal astronomisch getij met relatief weinig op- of afwaaiing. In dit scenario wordt er door de autoveerboot op tij gevaren, en door de passagiersboot vanaf -1,6m NAP. De verschillende gekleurde lijnen in de bovenste helft van de figuur geven de verschillende schepen weer. Op de verticale as in de bovenste helft van het figuur is de locatie van het schip te zien en op de horizontale as de tijd. De diagonale lijnen geven de scheepsbewegingen tussen Holwert en Nes weer. In de grafiek eronder wordt het getij van die dag (16 augustus 2023) weergegeven; rond 05:00 uur en 17:00 uur is het laagwater, waardoor één van de autoveerboten (groene lijn) moet wachten met vertrekken totdat de waterstand voldoende is toegenomen om te passeren.



Figuur 6-1: Reisschema en waterstandsverloop voor scenario 5 op een dag met een normaal getij.

Bij veel afwaaiing kunnen lagere waterstanden optreden. Figuur 6-2 geeft het tijdschema weer op de dag in 2023 met de laagste capaciteit. Door afwaaiing ligt de waterstand ruim onder de verwachte waterstand op basis van het astronomisch getij. Hierdoor zijn minder afvaarten mogelijk dan op een normale dag. Beide autoveerboten kunnen op deze dag maar 3 keer heen en weer varen waardoor de capaciteit aanzienlijk lager komt te liggen. De capaciteit bij 6 afvaarten ligt op 252 (6×42) auto-eenheden, wat lager is dan de benodigde capaciteit van 586 en 810 auto-eenheden in de twee scenario's voor de vervoersbehoefte.

Projectgerelateerd



Figuur 6-2: Reisschema en waterstandsverloop voor scenario 5 op een dag met extreem laagwater.

6.1 Niet gescheiden vervoer

Voor de niet gescheiden scenario's (scenario 1 en 2) is uitgegaan van 2 schepen die verantwoordelijk zijn voor al het personenvervoer en auto- en vrachtverkeer. De geuldimensies zijn aangepast op de dimensies van het geselecteerde schip en het uitgangspunt dat vanaf een waterstand van -1,6 meter NAP kan worden gevaren, net als in de huidige praktijk. Omdat van dezelfde reistijd wordt uitgegaan voor deze schepen is het aantal afvaarten dat per dag gehaald kan worden exact hetzelfde voor deze scenario's. De scenario's zijn nog een keer samengevat in Tabel 6-1. Voor beide scenario's is de capaciteit bepaald voor een dienstregeling met 2 autoveerbotten (scenario 1 en 2) en met 3 autoveerbotten (scenario 1b en 2b).

Tabel 6-1: Overzicht van vervoersscenario's 1 en 2.

Scenario	Schip	Aantal	Diepgang	Breedte	Auto's	Personen	Geuldiepte
1	RoPax-42-1.350	2	1,25	12,0	42	1.350	-3,23m NAP
1b		3					
2	RoPax-42-1.100	2	1,45	10,3	42	1.100	-3,49m NAP
2b		3					

Tabel 6-2 geeft de resultaten weer in aantal afvaarten per dag over het gehele jaar voor het model met het astronomisch getij en voor de gemeten waterstand. Op de meeste dagen in het jaar kunnen er 12 afvaarten plaatsvinden, waarbij beide schepen 6 keer heen en weer varen. De capaciteit voor auto- en vrachtverkeer van 12 afvaarten is 504 auto's voor beide scenario's, wat onvoldoende is om aan de benodigde piekvraag van 586 auto-eenheden te voldoen. De capaciteit voor personenvervoer bij 12 afvaarten is 16.200 voor de RoPax-42-1350 en 13.200 voor de RoPax-42-1100. Dit is voldoende om te voldoen aan de vervoersvraag op de piekdag van 13.200 personen.

Wanneer de dienstregeling wordt uitgevoerd met 3 autoveerbotten (Scenario 1b en 2b) neemt het aantal afvaarten dat op de meeste dagen (>98% van het jaar) mogelijk is toe tot 14 afvaarten. De capaciteit bij 14 afvaarten van de RoPax-42-1.350 en RoPax-42-1.100 is voldoende om te voldoen aan de vraag voor zowel auto- en vrachtverkeer (586 auto-eenheden) als personenvervoer (13.200 personen). Op de dag met het meest extreme laagwater in 2023 zijn er slechts 10 afvaarten mogelijk en kan niet aan de piekvraag worden voldaan. In het vervoersbehoeftescenario waarbij geen reductie van het aantal auto-

Projectgerelateerd

overzettingen plaatsvindt, kunnen de scenario's met kleinere schepen niet in de vervoersbehoefte voorzien. De capaciteit voor personenvervoer ligt bij de inzet van 3 schepen ruim boven de aangenomen benodigde capaciteit van 13.200 personen.

Aangezien de reistijd van de schepen is gebaseerd op de schepen die in de huidige praktijk varen en de geuldimensies zijn aangepast voor deze schepen, zou hetzelfde aantal afvaarten met de Sier en Oerd (RoPax-72-1.200) worden gehaald bij een variabele dienstregeling. Alle schepen kunnen vanaf -1,6m NAP varen en hebben dezelfde reistijd en omkeertijd. De aantallen zijn als referentie toegevoegd aan de onderstaande tabellen.

Tabel 6-2: Percentages van het maximumaantal afvaarten per dag in het jaar 2023 op basis van het astronomisch getij en de gemeten waterstand voor de niet gescheiden vervoersscenario's 'huidig', scenario 1 en scenario 2.

Aantal afvaarten		8	9	10	11	12
Capaciteit (Personen / auto's)	2x RoPax-72-1.200 (huidig)	9.600	10.800	12.000	13.200	14.400
		576	648	720	792	864
	2x RoPax-42-1.350 (Scenario 1)	10.800	12.150	13.500	14.850	16.200
		336	378	420	462	504
	2x RoPax-42-1.100 (Scenario 2)	8800	9900	11000	12100	13200
		336	378	420	462	504
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	0%	0,82%	12,91%	86,26%
	Gemeten	0,29%	0%	2,91%	10,47%	86,33%

Tabel 6-3: Percentages van maximum afvaarten per dag in het jaar 2023 op basis astronomisch getij en de gemeten waterstand voor de niet gescheiden scenario's huidig, 1b en 2b (3 autoveerboten). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Aantal afvaarten		10	14	15	16	17	18
Capaciteit (personen / auto's)	3x RoPax-72-1.200 (huidig)	12.000	16.800	18.000	19.200	20.400	21.600
		720	1.008	1.080	1.152	1.224	1.296
	3x RoPax-42-1.350	13.500	18.900	20.250	21.600	22.950	24.300
		420	588	630	672	714	756
	3x RoPax-42-1.100	11.000	15.400	16.500	17.600	18.700	19.800
		420	588	630	672	714	756
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	0,27%	9,07%	14,29%	71,70%	4,67%
	Gemeten waterstand	0,29%	2,62%	6,98%	11,04%	54,36%	24,71%

6.2 Gescheiden vervoer

In de scenario's met gescheiden vervoer zijn de verticale geuldimensies gebaseerd op de diepgang van de personenveerboot. De mate van afhankelijkheid van het getij van de autoveerboot is daarom verschillend per scenario. De tijden waarop de autoveerboot vaart is afhankelijk van het waterstandsverloop op die dag, maar kan wel ruim van tevoren worden gepland op basis van het astronomisch getij. Dit volgt niet per se een vast ritme van dag tot dag.

Tabel 6-4: Overzicht van de vervoersscenario's met gescheiden vervoer (autoveerboden + personenveerboot).

Scen.	Schip	Aantal	Diepgang	Breedte	Auto's	Personen	Benodigde Geuldiepte
3	RoPax-72-1200	2	1,50	15,1	72	1.200	-3,32m NAP
	Pax-800	1	1,35	10,6	-	800	
4	RoPax-72-1200	2	1,50	15,1	72	1.200	-2,91m NAP
	Pax-363	1	1,01	7,0	-	363	
5	RoPax-42-1100	2	1,25	12,0	42	1.350	-2,91m NAP
	Pax-363	1	1,01	7,0	-	363	
5b	RoPax-42-1100	3	1,25	12,0	42	1.350	-2,91m NAP
	Pax-363	1	1,01	7,0	-	363	

De capaciteit van de verschillende vervoersscenario's is weergegeven in Tabel 6-5 t/m Tabel 6-11, voor het jaar 2023 met het astronomisch getij van 2023 en met de gemeten waterstand in Holwert.

Scenario 3

De resultaten van de modelsimulaties voor scenario 3 zijn weergegeven in Tabel 6-5 en Tabel 6-6. De simulatie met de gemeten waterstandstijdreeks laat zien dat op de meeste dagen (>98% van het jaar) minimaal 10 afvaarten van de autoveerboden mogelijk zijn. Op een enkele dag wordt de capaciteit beperkt door een lage waterstand. De minimale capaciteit voor personenvervoer ligt rond de 16.000 per dag waarvan 12.000 door de autoveren en 4.000 door het personenveer. Op de dagen dat het autoveer beperkt kan varen, vinden meer afvaarten plaats van het personenveer. Bij 10 afvaarten van de autoveer ligt de capaciteit voor auto- en vrachtverkeer op 720 auto's, wat ruim boven de benodigde capaciteit van 586 auto's ligt. Slechts 1 dag in de tijdreeks zorgde bij een door afwaaiing veroorzaakte lagere gemeten waterstand voor een schema dat niet kan voorzien in de vereiste capaciteit voor auto- en vrachtverkeer op de piekdag.

Tabel 6-5: Berekende capaciteit voor de autoveer in vervoersscenario 3 (2x RoPax-72-1200, 1x Pax-800). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Afvaarten autoveer (2x RoPax-72-1.200)		6	8	9	10	11	12
Capaciteit	Personen	7.200	9.600	10.800	12.000	13.200	14.400
	Auto's	432	576	648	720	792	864
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	0,27%	2,75%	28,02%	32,97%	35,99%
	Gemeten	0,29%	0%	1,45%	19,77%	24,71%	53,78%

Projectgerelateerd

Tabel 6-6: Berekende capaciteit voor het personenveer in vervoersscenario 3 (2x RoPax-72-1200, 1x Pax-800).

Afvaarten personenveer (1x Pax-800)		3	4	5	6	7	8
Capaciteit	Personen	2.400	3.200	4.000	4.800	5.600	6.400
Percentage voorkomen	Astronomisch	1,92%	13,46%	39,84%	37,36%	7,14%	0,27%
	Gemeten	0,87%	12,79%	30,52%	34,01%	16,86%	4,94%

Scenario 4

De resultaten van de modelsimulaties voor scenario 4 zijn weergegeven in Tabel 6-7 en Tabel 6-8. De simulaties met beide waterstandstijdreeksen laten zien dat op de meeste dagen (>98% van het jaar) 8 afvaarten van de autoveerboten mogelijk zijn. Op een enkele dag wordt de capaciteit beperkt door een lage waterstand en op de meeste dagen zijn meer afvaarten mogelijk. De minimale capaciteit voor personenvervoer ligt rond de 11.052 per dag waarvan 9.600 door de autoveren en 1.452 door het personenveer. Op de dagen dat de autoveer beperkt kan varen vinden meer afvaarten plaats van de personenveer, omdat er meer ruimte overblijft in het schema. Bij 8 afvaarten van de autoveren ligt de capaciteit voor auto- en vrachtverkeer op 576 auto's, wat net onder de aangenomen benodigde capaciteit van 586 auto's ligt. De capaciteit voor personenvervoer ligt op zo'n 30-40% van het jaar onder de aangenomen vervoersbehoefte op de piekdag van 13.200 personen en voldoet daarmee ook niet aan de eisen voor de vervoersbehoefte.

Tabel 6-7: Berekende capaciteit voor de autoveerboten in vervoersscenario 4 (2x RoPax-72-1200, 1x Pax-363). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Afvaarten autoveer (RoPax-72-1200)		4	7	8	9	10	11	12
Capaciteit	Personen	4.800	8.400	9.600	10.800	12.000	13.200	14.400
	Auto's	288	504	576	648	720	792	864
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	0,82%	16,76%	24,73%	46,98%	7,14%	3,57%
	Gemeten	0,29%	0%	6,4%	18,31%	32,27%	18,02%	24,70%

Tabel 6-8: Berekende capaciteit voor het personenveer in vervoersscenario 4 (2x RoPax-72-1200, 1x Pax-363).

Afvaarten personenveer (Pax-363)		2	3	4	5	6	7	8
Capaciteit	Personen	726	1.089	1.452	1.815	2.178	2.541	2.904
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	6,32%	46,43%	38,19%	8,52%	0,27%	0,27%
	Gemeten	1,45%	10,76%	30,52%	38,95%	15,12%	2,33%	0,87%

Scenario 5

De resultaten van de modelsimulaties voor scenario 5 zijn weergegeven in Tabel 6-9 en Tabel 6-10. De simulaties met beide waterstandstijdreeksen laten zien dat door het hele jaar heen 9 afvaarten van de autoveerbotten per dag mogelijk zijn met één uitzondering bij extreem laagwater. Op de meeste dagen zijn meer afvaarten mogelijk. De minimale capaciteit voor personenvervoer ligt rond de 13.239 per dag waarvan 12.150 door de autoveren en 1.089 door het personenvervoer. Op de dagen dat het autoveer beperkt kan varen vinden meer afvaarten plaats van het personenvervoer. Bij 9 afvaarten van het autoveer ligt de capaciteit voor auto- en vrachtverkeer op 378 auto's, wat niet voorziet in de benodigde capaciteit van 586 auto's op de piekdag, bij het vervoersbehoefte-scenario met 35% reductie van de auto-overzettingen. De capaciteit voor personenvervoer voldoet net aan de aangenomen behoefte.

Tabel 6-9: Berekende capaciteit voor het autoveer in vervoersscenario 5 (2x RoPax-42-1350, 1x Pax-363). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Afvaarten autoveer (2x RoPax-42-1.350)		6	9	10	11	12
Capaciteit	Personen	8.100	12.150	13.500	14.850	16.200
	Auto's	252	378	420	462	504
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	1,65%	12,64%	44,23%	41,48%
	Gemeten	0,29%	1,16%	10,17%	32,56%	55,81%

Tabel 6-10: Berekende capaciteit voor het personenvervoer in vervoersscenario 5 (2x RoPax-42-1350, 1x Pax-363). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Afvaarten personenvervoer (1x Pax-363)		1	3	4	5	6
Capaciteit	Personen	363	1089	1452	1815	2178
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	15,38%	51,92%	31,04%	1,65%
	Gemeten	0,29%	12,5%	3,49%	61,63%	34,53%

Wanneer met 3 autoveerbotten wordt gevaren neemt het aantal afvaarten toe, zoals weergegeven in Tabel 6-11. Op de meeste dagen (>98% van het jaar) is het mogelijk om 13 afvaarten van de autoveerbotten te behalen. Dit geeft een capaciteit voor auto- en vrachtverkeer van 546 auto-eenheden, dit is bijna voldoende om te voldoen aan de aangenomen vervoersbehoefte op piekdagen van 586 auto-eenheden. De capaciteit voor personenvervoer ligt bij 13 afvaarten op 17.550 personen per dag, wat ruim voldoende is om te voldoen aan de piekvraag voor personenvervoer.

Tabel 6-11: Berekende capaciteit voor het autoveer in vervoersscenario 5b (3x RoPax-42-1350, 1x Pax-363). Alleen het aantal afvaarten dat voorkomt in de simulaties is weergegeven.

Afvaarten autoveer 5b (3x RoPax-42-1350)		7	12	13	14	15	16	17	18
Capaciteit	Personen	9.450	16.200	17.550	18.900	20.250	21.600	22.950	24.300
	Auto's	294	504	546	588	630	672	714	756
Percentage voorkomen	Astronomisch	0%	1,65%	7,14%	26,10%	36,81%	23,90%	4,12%	0,27%
	Gemeten	0,29%	0,87%	8,14%	14,83%	24,71%	24,71%	21,80%	4,65%

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

De inzet van kleinere schepen op de veerverbinding Holwert-Ameland is een nautisch-technisch haalbaar alternatief om aan de vervoersbehoefte te voldoen. Zowel de niet gescheiden als gescheiden vervoersconcepten bieden daartoe mogelijkheden. De kleinere schepen hebben een kleinere minimale benodigde geuldoorsnede (breedte en diepte), tot wel 39%, en kunnen daarmee het baggerbezwaar verkleinen. De reductie van het baggervolume is lastig te voorspellen. In het parallel lopende onderzoek naar de morfologische ontwikkeling van de veerroutes op het Wad wordt hierop gereflecteerd.

Onderstaande tabel geeft de belangrijkste uitkomsten per vervoersscenario. De aantallen zijn rood gemarkeerd als deze niet voorzien in de vervoersbehoefte bij het scenario met 35% reductie van de auto-overzettingen, en oranje gemarkeerd als deze niet voorzien in de vervoersbehoefte zonder reductie van de auto-overzettingen, maar wel in de vervoersbehoefte mét reductie van het aantal auto-overzettingen.

Tabel 7-1: Samenvatting van de vervoersscenario's met de minimaal benodigde geuldimensies en de vervoerscapaciteit. De rood gemarkeerde capaciteiten halen niet het gestelde doel voor piekdagen. De oranje gemarkeerde capaciteiten halen de aangenomen vervoersbehoefte voor auto- en vrachtverkeer niet zonder een reductie van de auto-overzettingen.

Scenario:	Huidig	Scenario 1b	Scenario 2b	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5b
Autoveer (aantal)	RoPax-72-1.200 (2)	RoPax-42-1.350 (3)	RoPax-42-1.100 (3)	RoPax-72-1.200 (2)	RoPax-72-1.200 (2)	RoPax-42-1.350 (3)
Personenveer (aantal)	-	-	-	Pax-800 (1)	Pax-363 (1)	Pax-363 (1)
Personencapaciteit (>98% van de dagen)	13.200	18.900	15.400	16.000	11.052	17.550
Auto-/vrachtcapaciteit (auto-eenheden)	792	588	588	720	576	546
Dagen onvoldoende capaciteit	N/A	1	1	1	91	34
Benodigde geuldiepte	-3,80 m	-3,23 m	-3,49 m	-3,32 m	-2,91 m	-2,91 m
Breedte maatgevend schip²	15,1 m	12,0 m	10,3 m	15,1 m	15,1 m	12,0 m
Reductie geuldimensies	-	32%	37%	13%	23%	39%

De inzet van kleinere schepen vereist dat er een extra schip in de vaart wordt genomen, dat er meer afvaarten worden gepland, en er meer vaarbewegingen zullen plaatsvinden. Dit heeft verschillende consequenties:

- Om de piekcapaciteit (zo goed mogelijk) te kunnen halen is het nodig om de dienstregeling flexibel te maken, waardoor het aantal afvaarten kan worden gemaximaliseerd en de geul zo optimaal mogelijk gebruikt wordt. Dit betekent concreet:
 - In de scenario's is uitgegaan van afvaarten op variabele tijden, welke afgestemd worden op het getijde.

² Hier is de breedte aangegeven, aangezien de geulbreedte varieert over het traject. De reductie van de minimaal benodigde geulbreedte is naar rato van de referentiebreedte van de huidige schepen.

Projectgerelateerd

- In de scenario's wordt meegewogen dat de reistijd van het schip korter is bij hoge waterstanden, zodat afvaarten elkaar sneller kunnen opvolgen.
- Meer schepen en meer scheepsbewegingen leiden tot meer ontmoetingen op het water (passages). De ruimte hiervoor is beperkt. In het vervoersmodel is deze restrictie meegewogen door de mogelijke passageplaatsen afhankelijk van de waterstand als beperking mee te geven.
- Inzet van andere schepen, en vooral met de inzet van een groter aantal schepen, vereist aanpassing/uitbreiding van de haveninfrastructuur, met name in Holwert. Zo is er in de gescheiden vervoersconcepten een nachtligplaats nodig, en dienen er twee schepen tegelijk aanwezig te kunnen zijn in de haven.
- Voor een efficiënte dienstregeling is het nodig te kunnen starten met een ochtendvertrek vanuit Holwert. Dit betekent een aanpassing van de huidige praktijk, aangezien in de huidige praktijk zowel de bemanning als de schepen aan de eilandzijde overnachten.

Uit het onderzoek volgt dat de autocapaciteit een knelpunt is. De op 98% van de dagen behaalde capaciteit is in geen van de onderzochte scenario's even groot als in de huidige praktijk. Met de voorgenomen reductie van het aantal auto-overzettingen is de capaciteit voldoende, maar zonder deze reductie niet.

De aangenomen maatstaf van 98% van de dagen voor de behaalde capaciteit is een strenge doelstelling en komt erop neer dat de capaciteit ca. 7 dagen in het jaar niet gehaald wordt (door lage waterstanden). De andere dagen van het jaar is de capaciteit wel gehaald of zelfs groter. De kans is aanwezig dat de piekdagen niet samenvallen met de dagen van beperkte capaciteit.

7.2 Aanbevelingen

Het onderzoek geeft inzicht in de technisch-nautische mogelijkheden voor de veerverbinding tussen Holwert en Ameland. Voor de uiteindelijke kaders voor de nieuwe concessieperiode wordt een breed scala aan andere perspectieven meegenomen, waar het type schip en het type dienstregeling impact op zal hebben. Reflectie op de uitkomsten van dit onderzoek vanuit deze perspectieven en een integrale afweging van voor- en nadelen is daarom ten eerste aanbevolen als vervolgstap. Specifiek dient daarbij aandacht te zijn voor de (bedrijfs-)economische haalbaarheid van het varen met kleinere schepen. De benodigde infrastructurele aanpassingen, het grotere aantal afvaarten en een potentieel grotere vloot hebben grote impact op de investerings- en operationele kosten, welke zullen doorwerken in de prijs van een overtocht.

Inhoudelijk laat het verkennende onderzoek een aantal zaken over om nader uit te werken:

- De aangenomen scheepstypen en -kenmerken zijn gebaseerd op bestaande schepen. Echter, het is goed mogelijk dat er een schip ontworpen kan worden met een effectievere balans tussen auto- en personencapaciteit. Dit kan veel opleveren voor het aantal benodigde afvaarten en daarmee ook de implicaties op de dienstregeling mitigeren.
- Het passeren van schepen is een kritisch onderdeel van de dienstregeling en dient nader te worden onderzocht, wanneer er meer duidelijk is over het gekozen vervoersconcept en scheepstype. Voor de mogelijkheid tot passeren voor schepen onderling is gebruik gemaakt van de resultaten uit de MARIN studie [2]. Deze aanname zou door aanvullend onderzoek getoetst kunnen worden. Hierbij moet het passeren van zowel de overige veerboten als baggerschepen worden meegenomen.
- De aangenomen geuldimensies zijn gebaseerd op het werk van MARIN voor de huidige schepen en route. Als het onderzoek naar varen met kleinere schepen een vervolg krijgt, zou voor een nieuw type schip, met een andere manoeuvreerbaarheid, deze studie opnieuw kunnen worden gedaan om de benodigde geuldimensies te optimaliseren.

- Het onderzoek liep parallel met een bepaling van de vervoersbehoefte voor de nieuwe concessieperiode, waarvan de uitkomsten ten tijde van uitvoering nog niet bekend waren, en heeft daarom aannamen gedaan. Deze dienen te worden geverifieerd en waar nodig, opnieuw vergeleken te worden met de resultaten.
- Het onderzoek liep ook parallel met de bepaling van de 'minimale dienstregeling', een serie uitgangspunten voor de veerverbinding in de praktijk, met eisen vanuit de gebruikersgroepen. Deze waren nog niet bekend ten tijde van het onderzoek. Echter, in de optimalisatie van de dienstregeling zijn verschillende uitgangspunten die afwijken van de huidige praktijk, en daarom mogelijk niet in lijn zijn met de minimale dienstregeling. Het wordt aanbevolen deze uitgangspunten te evalueren.
- Eén van de aangenomen aspecten van de logistieke afwikkeling van de veerverbinding, is dat één van de autoveren 's ochtends vertrekt vanuit Holwert. Dit vereist enige aanpassing van zowel de concessiehouder als het openbaar vervoer naar Holwert, welke nader onderzocht dienen te worden.
- De aangenomen reductie in het aantal auto-overzettingen in de beleidsambitie van Ameland zal tot gevolg hebben dat er meer gebruik gemaakt zal worden van het openbaar vervoer en de fietsvoorzieningen naar Holwert. De benodigde aanpassingen dienen nader te worden onderzocht.

8 Referenties

[1] Rijkswaterstaat, „Vervolgonderzoek Bereikbaarheid Ameland 2030,” 2023.

[2] MARIN, „Dimensionering Vaargeul Holwerd - Nes,” 2023.

[3] PIANC, „Design guidelines for inland waterway dimensions - InCom WG141,” 2019.

[4] Gemeente Ameland, Adviesbureau Wing, „Vervoersvisie Ameland,” 2023.