



Panteia

Research to Progress

Research voor Beleid | EIM | NEA | IOO | Stratus | IPM



Economische effecten smart shipping

Zoetermeer, 31 mei 2021

De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust bij Panteia. Het gebruik van cijfers en/of teksten als toelichting of ondersteuning in artikelen, scripties en boeken is toegestaan mits de bron duidelijk wordt vermeld. Vermenigvuldigen en/of openbaarmaking in welke vorm ook, alsmede opslag in een retrieval system, is uitsluitend toegestaan na schriftelijke toestemming van Panteia. Panteia aanvaardt geen aansprakelijkheid voor drukfouten en/of andere onvolkomenheden.

The responsibility for the contents of this report lies with Panteia. Quoting numbers or text in papers, essays and books is permitted only when the source is clearly mentioned. No part of this publication may be copied and/or published in any form or by any means, or stored in a retrieval system, without the prior written permission of Panteia. Panteia does not accept responsibility for printing errors and/or other imperfections.



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	5
Managementsamenvatting	7
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding voor dit onderzoek naar smart shipping	13
1.2 Doel van dit onderzoek	13
1.3 Randvoorwaarden en uitgangspunten	14
1.4 Leeswijzer	15
2 Concretisering smart shipping en deeleconomieën	17
2.1 Wat verstaan we onder smart shipping?17	
2.2 Structuur specifieke deeleconomieën en invloed smart shipping	19
2.3 Samenvattend: knelpunten en kansen in relatie tot smart shipping	25
3 Referentiesituatie en ontwikkelpaden voor smart shipping	27
3.1 Referentiesituatie en ontwikkelpaden	27
3.2 Ontwikkelpad 1	31
3.3 Ontwikkelpad 2	33
3.4 Ontwikkelpad 3	35
3.5 Illustratie van de drie ontwikkelpaden aan de hand van drie representatieve reizen	37
3.6 Aantal schepen per ontwikkelpad dat gebruik maakt van smart shipping toepassingen	38
4 Effecten en economische analyse	47
4.1 Methodiek	47
4.2 Ontwikkelpad 1	49
4.3 Ontwikkelpad 2	57
4.4 Ontwikkelpad 3	63
5 Conclusies en observaties	73
5.1 Conclusies	73
5.2 Observaties	77
Bijlagen	80
Bijlage 1 Overzicht betrokken partijen	80
Bijlage 2 Achtergrond realisatie-economie	81
Bijlage 3 Achtergrond transporteconomie	91
Bijlage 4 Initiatieven die smart shipping kunnen ondersteunen	95
Bijlage 5 Achtergronden bij knelpunten en kansen	98
Bijlage 6 WLO scenario's	105
Bijlage 7 Illustratie ontwikkelpaden met drie representatieve reizen	107



Bijlage 8	Achtergrond inschatting baten smart shipping voor transporteconomie	109
Bijlage 9	Investeringen in smart shipping toepassingen voor een binnenvaartschip	111
Bijlage 10	Toelichting op de economische analyse	117
Bijlage 11	Detailinformatie over de verdeling naar schepen	121
Bijlage 12	Illustratie van het model aan de hand van casussen	122



Managementsamenvatting

Achtergrond en doel van het onderzoek

In de huidige maatschappij winnen geautomatiseerde en autonoom werkende systemen snel terrein. Dit geldt ook voor goederenvervoer, waarbij nieuwe concepten, zoals platooning in wegtransport en testen met autonome treinen, hun intrede doen. Verdergaande vormen van automatisering en digitalisering zullen naar verwachting de transportsector in de komende decennia structureel veranderen. Ook in de binnenvaartsector worden systemen ontwikkeld gericht op geautomatiseerd en autonoom varen, hierna te noemen "smart shipping".

Doel van dit onderzoek is een zo concreet mogelijk antwoord op de volgende vragen rond smart shipping te formuleren:

- Waarin moet bij de introductie van smart shipping worden geïnvesteerd en wat levert dit op voor de maatschappij? Wat is de verwachte omvang van die investeringen?
- Waardoor veranderen kosten en opbrengsten in de binnenvaart door de komst van smart shipping? Hoe zijn deze kosten en baten te kwantificeren en komen deze effecten bij een bepaalde doelgroep terecht?

Naast deze hoofdvragen zijn ook de volgende concrete onderzoeksvragen van belang:

- Hoe kan de introductie van smart shipping plaatsvinden? Wat mogen we verwachten van het aanpassingsvermogen van de binnenvaart?
- Is het waarschijnlijk dat er modal shift optreedt als gevolg van smart shipping? Heeft smart shipping gevolgen voor de verdeling van goederen binnen de modaliteit binnenvaart?
- Hoe kan smart shipping de Nederlandse scheepsbouw versterken?

Definitie smart shipping

Smart shipping is een breed begrip. In dit onderzoek gaan we ervan uit dat smart shipping betrekking heeft op het automatiseren van (aspecten van) het vaarproces. De mate van automatisering kan daarbij variëren. Voor een indeling in verschillende niveaus wordt aangesloten bij internationaal gangbare niveaus. De CCR heeft in 2018 de eerste internationale definitie van automatiseringsniveaus aangenomen, waarbij een zestal niveaus van automatisering wordt benoemd,¹ variërend van niet geautomatiseerd (niveau 0) tot volledig geautomatiseerd of autonoom (niveau 5).

Smart shipping grijpt in op vaartaken. De vaartaken verschillen in complexiteit, waardoor er ook verschil zal zijn in het tempo waarmee instrumenten beschikbaar komen om deze vaartaken te automatiseren. Op hoofdlijnen is daarbij wel een ranking aan te geven, zoals hieronder gepresenteerd voor een zestal vaartaken:

- Voor routeplanning (1) bestaan momenteel al systemen.
- Daarna worden relatief eenvoudige vaartaken, zoals het varen (2) op rechte stukken geautomatiseerd (eerst het varen, daarna ook het passeren en inhalen van andere schepen).
- Dan volgen (3) het passeren van bruggen en (4) het passeren van sluisen.
- Vaartaken als het (5) varen over vaarwegkruisingen /nevenwater en het (6) het aan- en afmeren volgen in een later stadium. Deze taken zijn het lastigst om te automatiseren.

¹ https://www.ccr-zkr.org/files/documents/AutomatisationNav/NoteAutomatisation_nl.pdf



Invloed smart shipping op deeleconomieën

Om de impact van smart shipping te onderzoeken, kijken we hoe smart shipping invloed heeft op de volgende deeleconomieën:

1. De **transporteconomie**, dit is de bedrijfstak die schepen als productiemiddelen benut in de logistieke keten. Hierbij gaat het om verladers, reders en alle andere (toeleverende) bedrijven en dienstverleners.
2. De **realisatie-economie**, waarmee we de activiteiten bedoelen rond de realisatie van de scheepsproductiemiddelen, dus de scheepsbouwers en haar toeleveranciers voor zowel de lokale Nederlandse markt als ook de internationale markt. In het rapport zal doorgaans de term scheepsbouw gehanteerd worden, waarbij zowel bedoeld wordt op de scheepsbouwers (werven) als de toeleverende industrie (bijvoorbeeld motorfabrikanten, softwareleveranciers, enzovoorts).
3. De **overheidseconomie**. Deze heeft betrekking op de rol van operationele diensten als vaarwegbeheerders en publieke havens. Vaarwegbeheerders en publieke havens moeten, in meer of mindere mate, smart shipping faciliteren. Daarvoor moeten maatregelen worden genomen, wat mogelijk leidt tot extra investeringen en operationele kosten.

Onderstaande tabel geeft de knelpunten en kansen van smart shipping voor de bovengenoemde deeleconomieën weer.

	Knelpunten	Kansen
Transport economie	<ul style="list-style-type: none"> • Weerstand van de binnenvaartsector tegen nieuwe concepten. • Organisatiestructuur van de binnenvaart, waardoor besparingen beperkt zijn. • Hoge investeringen voor binnenvaartondernemers in combinatie met een onzekere business case. • De binnenvaart concurreert vooral met zichzelf. Nieuwbouw, smart shipping schepen gaan concurrentie ondervinden van reeds afgeschreven oude schepen. • Gebrek aan incentives vanuit verzekeraars. • De opgave voor smart shipping valt samen met een opgave voor vergroening. De vraag is of de binnenvaart beide opgaven tegelijkertijd kan faciliteren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzetten op werven van juiste mensen, dan kunnen bedrijven deze mensen aan zich binden. • In de transportsector revitalisering van het kleine vaarwegennet. • Er is nauwelijks concurrentie van andere transportmodaliteiten², waardoor het voor de binnenvaart wel mogelijk is de slag te maken naar groen én slim.
Realisatie economie	<ul style="list-style-type: none"> • Nieuwe / andere type skills en kennis werknemers in de scheepsbouwbranche noodzakelijk • Ontbreken van standaardisatie (hoog 'custom-made' gehalte) • Te weinig testmogelijkheden met 'echte' schepen 	<ul style="list-style-type: none"> • Levenslange verbintenis werf/toeleverancier met schip • Vergroening meekoppelkansen (voornamelijk met elektriciteit) • Klassenbureaus zien mogelijkheden
Overheids-economie	<ul style="list-style-type: none"> • Cyber security is een aspect dat nog onvoldoende aandacht krijgt. Hierdoor bestaat de kans dat schepen gehackt kunnen worden. • Er is nog geen herziene bemanningsregelgeving die voorziet in bemanningsreductie bij aanwezigheid van vaartaak ondersteunende systemen. • Gebrek aan data over de infrastructuur, waardoor inwinning van gegevens voor smart shipping aan boord moet plaatsvinden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toename veiligheid op het water • Door adequate realtime data over vaarwegen beschikbaar te stellen, kan de binnenvaart zelfs zonder smart shipping maatregelen baten behalen. • De eerste kansen doen zich voor op vaarwegen met een eenvoudig karakter. Kleine, rustige vaarwegen voldoen hieraan, maar ook de Rijn (veel ruimte, veel gegevens bekend, geen sluizen). • De digitalisering van de vaarweginfrastructuur kan meegenomen worden in de grote Vervanging & Renovatie opgave van Rijkswaterstaat. Hierdoor kan met geringe meerkosten

² Impactschatting risico reverse modal shift containervervoer. Panteia, TNO, Traimco, 2019.



		een groot gedeelte van de infrastructuur op orde gebracht worden. <ul style="list-style-type: none">• Inzet innovatiesubsidies.
--	--	---

We kunnen concluderen dat smart shipping kansen biedt, maar ook duidelijke knelpunten heeft. Een belangrijk knelpunt is de bereidheid vanuit de transporteconomie om te investeren in smart shipping. Dit is mede ingegeven door de omvang van de benodigde investeringen en onzekerheid omtrent een positieve business case. Daarom kijken we eerst naar de financiële haalbaarheid van investeren in smart shipping vanuit het perspectief van de binnenvaartondernemer.

Ontwikkelpaden smart shipping en effecten voor de binnenvaartondernemer

Om de financiële haalbaarheid van investeringen in smart shipping vanuit het perspectief van de binnenvaartondernemer te bepalen, kijken we naar het zogenaamde referentiescenario en een drietal ontwikkelpaden. In het referentiescenario gaan we ervan uit dat de huidige situatie wordt gecontinueerd en dat smart shipping oplossingen zeer beperkt worden geïmplementeerd in de binnenvaart. Dit zetten we af tegen drie ontwikkelpaden, waarbij smart shipping per ontwikkelpad een steeds grotere rol heeft bij het vervullen van de vaartaken en waarbij de complexiteit van de toepassingen steeds verder toeneemt.

Elk ontwikkelpad kent drie invalshoeken:

- 1. De maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk die nodig zijn voor de in te zetten smart shipping systemen om een bepaald ontwikkelpad mogelijk te maken.** Voor elk ontwikkelpad moeten maatregelen getroffen worden op en rond de vaarwegen voor de smart shipping. Wat betreft acties vanuit de overheid gaat dit om maatregelen op het gebied van beleid en regelgeving, informatievoorziening of om fysieke maatregelen. Aanpassingen aan het vaarwegennetwerk vinden vooral plaats op het onderliggende vaarwegennet, daar het op die vaarwegen qua nautische complexiteit het eerst mogelijk lijkt om langdurige trajecten autonoom te varen. Daarin inbegrepen is ook het passeren van sluizen en beweegbare bruggen. Kort samengevat gaat het om de volgende maatregelen:
 - In ontwikkelpad 1 kunnen binnenvaartschepen autonoom op rechten stukken varen. Om dit mogelijk te maken zijn vanuit de overheid maatregelen nodig gericht op verbeterde informatievoorziening door accurate/actuele vaarwegkaarten en voldoende dekking van mobiel internet op de vaarwegen en informatie ontsluiting.
 - Ontwikkelpad 2 bouwt voor op ontwikkelpad 1; een binnenvaartschip kan ook sluizen en bruggen (grotendeels) autonoom varend passeren. De technieken die een dergelijke handeling faciliteren voorzien in de communicatie tussen schepen onderling en de wal (in dit geval sluizen en bruggen). Voor dit ontwikkelpad zijn stewards op de sluizen nodig. Echter, deze systemen zijn niet in staat om binnenvaartschepen autonoom af te meren.
 - In ontwikkelpad 3 behoort ook autonoom afmeren tot de mogelijkheden. Hiertoe zijn investeringen benodigd aan de walzijde (sluizen incl. voorhavens, wachtplaatsen bij beweegbare bruggen).
- 2. De inzet van smart shipping systemen zelf.** Voor elk ontwikkelpad moet geïnvesteerd worden in de ontwikkeling van smart shipping systemen (onderdeel gerelateerd aan realisatie-economie). Deze toepassingen worden verkocht aan binnenvaartondernemers (onderdeel gerelateerd aan transporteconomie).
- 3. De effecten op de bedrijfsvoering van de binnenvaartondernemers.** Naast uitgaven voor de aanschaf van smart shipping systemen worden door binnenvaartondernemers voordelen gerealiseerd in de bedrijfsvoering (onderdeel



gerelateerd aan de transporteconomie). Voorwaarde om als binnenvaartondernemer over te gaan tot het gebruik van smart shipping systemen is een positieve businesscase. Hiervoor dienen de extra baten vanuit de toepassing de extra kosten van de aanschaf minstens te compenseren. De ontwikkelpaden kennen daarbij elk hun specifieke kosten en baten, zoals hieronder samengevat:

- Wat betreft de baten, wordt er in ontwikkelpad 1 van uit gegaan dat naast brandstofbesparingen ook personele besparingen worden gerealiseerd (op de inzet van stuurmannen).
- Bij ontwikkelpad 2 zijn de besparingen op personeel nog groter (naast stuurmannen ook besparing op matrozen).
- Ontwikkelpad 3 zorgt juist vooral voor efficiëntiebatens doordat het mogelijk wordt om meer vaaruren te maken.

Per ontwikkelpad analyseren we hoeveel schepen er zullen investeren in smart shipping. De aanname hierbij is dat binnenvaartondernemers dit doen als er een positieve businesscase is, dat wil zeggen dat de baten (in besparing personeel en brandstof) groter zijn dan de kosten (investeringen en onderhoudskosten). Hierbij maken we gebruik van het Panteia binnenvaartmodel, bestaande uit een kostentool binnenvaart en de routeringsmodule. In dit model zijn vaartijden, vaarafstanden en kosten per functieprofiel vastgesteld, wat ons in staat stelt om per ontwikkelpad de verandering in de exploitatiekosten per individueel schip te bepalen. Het aantal schepen dat per ontwikkelpad overgaat tot investeringen in smart shipping is in onderstaande tabel weergegeven. De percentages geven het aantal schepen ten opzichte van de actieve binnenvaartvloot aan (de actieve vloot is orde grootte twee derde van de gehele vloot).

	Ontwikkelpad 1	Ontwikkelpad 2	Ontwikkelpad 3
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 1	463 (19%)	67 (3%)	104 (4%)
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 2	0	687 (28%)	558 (23%)
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 3	0	0	36 (1%)
Totaal	463 (19%)	754 (31%)	698 (28%)

Geconcludeerd kan worden dat bij ontwikkelpad 2 het grootste aantal schepen overgaat tot de introductie van smart shipping.

Maatschappelijke effecten van smart shipping per ontwikkelpad

Om de maatschappelijke effecten van de introductie van smart shipping te bepalen, kijken we naast de effecten (kosten en baten) van de binnenvaartondernemingen ook naar de benodigde investeringen van de overheid, de externe effecten (veiligheid en CO₂ reductie), modal shift effecten. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gekwantificeerde effecten per ontwikkelpad (OP) tot en met 2050.



Type effecten	Effecten (MILJOEN EUR)		
	Ontwikkelpad 1	Ontwikkelpad 2	Ontwikkelpad 3
Effecten binnenvaartondernemer (saldo kosten en baten)	841,1	1.378,6	1.419,8
Effecten overheid (saldo kosten en baten)	-94,9	-591,3	-656,1
Externe effecten	177,2	277,7	368,3
Saldo van totale kosten en baten	923,3	1.064,9	1.132,0

Op basis van bovenstaande tabel kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- De maatregelen van **ontwikkelpad 1** zijn effectief, zowel vanuit perspectief van de binnenvaartondernemingen (saldo van baten en kosten is positief) als vanuit maatschappelijk perspectief (totale saldo baten en kosten is positief). Bij **ontwikkelpad 1** zijn de kosten en baten op een lager niveau ten opzichte van de andere twee ontwikkelpaden.
- De maatregelen van **ontwikkelpad 2** vragen een forse extra investering aan de zijde van de overheid. Van ontwikkelpad 1 naar ontwikkelpad 2 is de investering in stewards op de sluizen een dominante kostenpost als gevolg van de jaarlijkse loonkosten a € 15,7 miljoen. Hier tegenover staan substantiële baten.
- Verder geldt dat het rendement van **ontwikkelpad 3** ten opzichte van ontwikkelpad 2 nauwelijks verschilt. Er worden veel kosten gemaakt voor aanpassingen aan sluizen, maar de extra baten die hieruit voortvloeien zijn beperkt. Maatschappelijk gezien zijn er extra baten ten aanzien van emissies.

Maatschappelijke baten door een hogere **veiligheid** kunnen ook een rol van belang spelen, in deze studie is dit effect echter niet nader gekwantificeerd. Bij de huidige kennis omtrent de werking van smart shipping systemen is nog onzeker in hoeverre de veiligheid toe- dan wel afneemt.

Op basis van onze analyse, lijken de effecten voor de **Nederlandse scheepsbouw** beperkt in termen van extra werkgelegenheid; 16 FTE extra in ontwikkelpad 1, 50 FTE extra in ontwikkelpad 2 en naar verwachting 55 extra FTE in ontwikkelpad 3. Hierbij gaat het om een tijdelijk effect, gericht op de periode dat geïnvesteerd wordt in de introductie van smart shipping (periode van 8 jaar).

Naar verwachting zal er een geringe **modal shift** optreden, daar de exploitatiekosten voor de binnenvaart zullen dalen (en dus de concurrentiepositie zal toenemen). In ontwikkelpad 1 verschuift er 5,4 mln ton per jaar van de weg naar de binnenvaart (+1,8%); in ontwikkelpad 2 gaat het om 8,4 mln ton per jaar (+2,8%) en in ontwikkelpad 3 om 9,0 mln ton per jaar (+3,0%). Van belang is wel om op te merken dat, indien de binnenvaart niet meer gebruik gaat maken van smart shipping, de kansen op een reverse modal shift toenemen daar met name in het wegvervoer het autonoom rijden sterk in opkomst is.

Voor de omvang van de **investeringen** die nodig zijn om de ontwikkelpaden te realiseren kijken we naar de volgende kosten:

- **Ontwikkelpad 1** vraagt van de overheid om een totale uitgave van **114,2 miljoen euro**, bestaande uit 33 miljoen euro investeringen en 81,2 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050.



- De totale uitgaven voor **ontwikkelpad 1 en 2** voor de overheid bedragen **856,8 miljoen euro**, bestaande uit 114,2 miljoen euro investeringen en 742,6 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050. Ten opzichte van ontwikkelpad 1 bedragen de benodigde additionele uitgaven voor ontwikkelpad 2: € 742,6 miljoen.
- De totale uitgaven voor **ontwikkelpad 1, 2 en 3** voor de overheid bedragen **1.024,4 miljoen euro**, bestaande uit 154,6 miljoen euro investeringen en 873,8 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050. Ten opzichte van ontwikkelpad 2 bedragen de benodigde additionele uitgaven voor ontwikkelpad 3: € 171,7 miljoen.

Conclusies

Smart shipping kan significante baten opleveren voor de maatschappij als geheel. Als gevolg van smart shipping toepassingen wordt de binnenvaartsector minder arbeidsintensief en neemt het aantal personen aan boord af. Dit leidt voor de schippers (en waarschijnlijk ook voor de verladers) tot lagere kosten om lading te vervoeren. Bovendien is er minder brandstof nodig om lading te vervoeren, wat leidt tot minder emissies van broeikasgassen en andere luchtvervuilende stoffen.

Kosten worden gemaakt in de transporteconomie en de overheidseconomie. De baten vallen in belangrijke mate in de binnenvaartsector bij de schipper door efficiencyverbetering. Daarnaast kent de sector binnenvaart een kleine aanvullende baat, door de modal shift effecten vanuit het wegvervoer naar de binnenvaart. Ook de maatschappij kent baten, doordat de CO₂-emissie en de hoeveelheid luchtvervuiling door de binnenvaart afneemt. Tot slot levert smart shipping in de scheepsbouwindustrie een beperkte toename van de werkgelegenheid op, met name in ontwikkelpad 2.

Binnen de transporteconomie zijn het vooral ondernemers van grotere schepen die baat kunnen hebben bij smart shipping. Grote schepen kennen relatief grotere baten, doordat sneller relatief duurder personeel (stuurman vs. matroos) vervangen kan worden door smart shipping systemen. Bovendien varen deze schepen gemiddeld gezien meer uren, waardoor de meerkosten van smart shipping over meer uren verdeeld kunnen worden en relatief minder zwaar doortellen in de operationele kosten.

De baten zijn gebaseerd op besparingen op personeel en op brandstofbesparingen. De baten zitten vooral in de mogelijke besparing op een stuurman of een matroos. Voor de man/vrouw bedrijven zijn smart shipping oplossingen qua business case daarom niet interessant. Bij dergelijke bedrijven is de factor arbeid minder relevant, omdat er altijd twee personen op het schip aanwezig zijn.

Gegeven de uitkomst dat vooral de grotere schepen baat kunnen hebben bij smart shipping, zijn de toepassingen vooral interessant op de hoofdvaarwegen en de grotere aftakkingen daarvan.

Smart shipping gaat niet leiden tot een betere business case voor kleine vaartuigen en kleine laad- en loskaden. In dergelijke situaties vormen wacht- en venstertijden door laden en lossen een groot aandeel in de tijd (soms maakt wachten driekwart van de tijd uit). Smart shipping toepassingen verbeteren hier de business case niet en brengen naar verhouding veel te hoge kosten met zich mee. Door venstertijden (veelal van 7 uur tot 18 uur) blijven de baten van 24/7 bediening zeer beperkt. Schepen kleiner dan 55 meter kennen door de alleen vaartregeling geen positieve business case voor smart shipping systemen.



1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor dit onderzoek naar smart shipping

Geautomatiseerd en autonoom werkende systemen vinden steeds meer toepassing in de maatschappij. Ook in de wereld van het goederenvervoer bieden dergelijke systemen mogelijk grote kansen. De gehele vervoerssector wordt geconfronteerd met een combinatie van personeelstekorten, een grote te verwachten groei en opgaves op het gebied van veiligheid en duurzaamheid. Mogelijk kan geautomatiseerd of zelfs autonoom vervoer de goederenvervoersector helpen om deze uitdagingen het hoofd te bieden. Daarnaast kan vervoer mogelijk efficiënter plaats vinden door kostenbesparingen en/of betere benutting.

De ontwikkelingen op het gebied van geautomatiseerd en autonoom vervoer gaan hard. Er vinden ontwikkelingen plaats in alle achterlandmodaliteiten. De eerste tests met automatisch bestuurde voer- en vaartuigen vinden nu al plaats in zowel het goederenvervoer over de weg als in het spoorgoederenvervoer. Voor het wegvervoer is er al een aanbesteding gestart om op de Container Exchange Route (CER) op de Maasvlakte 2 volledig geautomatiseerd te rijden. ProRail heeft reeds een tweetal tests met autonome treinen achter de rug en de binnenvaartsector experimenteert zowel in België³ als in Nederland met (semi-)autonoom varende schepen. In Nederland is het juridisch mogelijk om tests met vergaand geautomatiseerde schepen uit te voeren. De Beleidsregel experimenten vergaand geautomatiseerd varen Rijkswaerwegen⁴ biedt hiervoor de benodigde juridische grondslag. Wel moet opgemerkt worden dat de experimenten moeten passen binnen het huidige wettelijk kader. Dit betekent voorsnog dat volledig bemanningsloos varen wettelijk niet is toegestaan.

Belangrijk is de vraag wat de economische impact zal zijn wanneer technieken voor vergaand geautomatiseerd en autonoom varen (hierna "smart shipping" genoemd) gebruikt zullen worden op de Nederlandse binnenwateren. Wat betekent dit nu voor de goederenvervoerssector en daaraan gerelateerde activiteiten? Om hierin meer inzicht te krijgen heeft Rijkswaterstaat aan Panteia en Ecorys de opdracht gegeven hier onderzoek naar te doen.

Van belang is om te realiseren dat, zoals vaker bij innovaties, veel nog onduidelijk of zelfs onbekend is. Dit rapport is gebaseerd op de meest actuele kennis en inzichten en is mede gebaseerd op de input van stakeholders uit de wereld in en om de binnenvaart. Veranderende inzichten en kennis in de toekomst kunnen leiden tot andere uitkomsten en conclusies. De auteurs van dit rapport staan volledig achter de inhoud hiervan, alsmede achter de gebruikte aannames, data en modellen. Tegelijkertijd zijn we ons ervan bewust dat de toekomst verrassingen in petto zal hebben.

1.2 Doel van dit onderzoek

Doel van dit onderzoek is een zo concreet mogelijk antwoord op de volgende vragen rond smart shipping te formuleren:

- Waarin moet worden geïnvesteerd en wat levert dit op voor de maatschappij? Wat is de verwachte omvang van die investeringen?

³ Het gaat hierbij om de eerste tests met autonoom vervoer op de rivier de IJzer, die nauwelijks economische waarde voor de beroepsvaart kent, en tests met een autonoom varende Watertruck+. De projectbeschrijving is hier terug te vinden: <http://www.pomwvl.be/autonoom-varen-in-de-westhoek>

⁴ Zie: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0041357/2018-10-01>



- Waardoor veranderen kosten en opbrengsten door de komst van smart shipping? Hoe zijn deze kosten en baten te kwantificeren (eventueel bandbreedte) en komen deze effecten bij een bepaalde deelgroep terecht?

In dit kader is ook inzicht in de volgende onderzoeksvragen van belang:

- Hoe kan de introductie van smart shipping plaatsvinden? Wat mogen we verwachten van het aanpassingsvermogen van de binnenvaart?
- Hoe heeft smart shipping invloed op de verdeling van goederenstromen over de modaliteiten, en hoe over de verdeling van goederen binnen de modaliteit binnenvaart? Is het waarschijnlijk dat er modal shift optreedt als gevolg van smart shipping?
- Hoe kan smart shipping de Nederlandse scheepsbouw versterken? Wat betekent dit voor de positie van het Nederlandse scheepsbouwcluster binnen Europa? Hoeveel extra opdrachten krijgen Nederlandse afbouwerven en toeleveranciers als gevolg van deze ontwikkelingen?

1.3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Eén van de veronderstellingen rond smart shipping is dat de introductie hiervan leidt tot een efficiënter gebruik van productiemiddelen. Dit kan betrekking hebben op de factor arbeid, maar ook een efficiënter gebruik van het schip zelf. Dit leidt op zichzelf tot lagere kosten. Daarnaast creëert dit mogelijkheden voor de inzet van scheepvaart op toepassingen die, bijvoorbeeld als gevolg van schaalgrootte, nu niet haalbaar zijn. Een voorbeeld betreft kleine schepen die actief zijn op de haarvaten van het netwerk van vaarwegen. Deze aspecten zullen in dit onderzoek nader belicht worden.

We willen daarbij de invloed van smart shipping onderzoeken op de volgende onderdelen van de Nederlandse economie (hierna: deeleconomieën):

1. De **transporteconomie**, dit is de bedrijfstak die schepen als productiemiddelen benut in de logistieke keten, dus verladere, redere en alle andere (toeleverende) bedrijven en dienstverlenere.
2. De **realisatie-economie**, waarmee we de activiteiten bedoelen rond de realisatie van de scheepsproductiemiddelen, dus de scheepsbouwers en haar toeleveranciere voor zowel de lokale Nederlandse markt als ook de internationale markt. In het rapport zal doorgaans de term scheepsbouw gehanteerd worden, waarbij zowel bedoeld wordt op de scheepsbouwers (werven) als de toeleverende industrie (bijvoorbeeld motorfabrikante, softwareleveranciere enzovoorts).
3. De **overheidseconomie**. Deze heeft betrekking op de rol van operationele dienste als vaarwegbeheerde en publieke havene. Vaarwegbeheerde en publieke havene moeten, in meer of mindere mate, smart shipping faciliteren. Daarvoor moeten maatregelen worden genomen, wat mogelijk leidt tot extra investeringe en operationele kosten.

Het is belangrijk om te beseffen dat hoewel momenteel een aantal ontwikkelinge rond smart shipping lopen, veel systeme nog in de kinderschoene staan of zelfs nog ontwikkeld moeten worden. Zoals al eerder gesteld streven we in dit onderzoek naar zo concreet mogelijke antwoorde op de onderzoeksvrage. Daarvoor is het nodig om veronderstellinge te doen, die echter onzeker zijn. Het is hierdoor niet te voorkomen dat de uitkomsten van dit onderzoek met een aanzienlijke onzekerheidsmarge zijn omgeven.



1.4 Leeswijzer

Dit rapport is hierna als volgt opgezet:

- In hoofdstuk 2 gaan we dieper in op de verschillende deeleconomieën en gaan we na wat de invloed van smart shipping daarop is. Daarbij zetten we smart shipping ook concreter neer, wat belangrijk is voor de latere effectbepaling.
- In het daaropvolgende hoofdstuk 3 formuleren we een aantal verschillende ontwikkelpaden waarlangs smart shipping in de binnenvaart gebruikt kan gaan worden. Voor elk van de ontwikkelpaden analyseren we de aantrekkelijkheid van de businesscase voor binnenvaartondernemers. Aan de hand daarvan berekenen we voor elk ontwikkelpad hoeveel schepen gebruik zouden maken van smart shipping toepassingen.
- In hoofdstuk 4 worden de effecten verder uitgewerkt en zo mogelijk gekwantificeerd en gemonetariseerd. Daarbij worden voor elk van de deeleconomieën de baten en kosten van de effecten in kaart gebracht. We kijken daarbij ook naar de maatregelen op en rond het vaarwegnetwerk die daarbij komen kijken. We brengen alle economische effecten bijeen en we bepalen de maatschappelijke baten van smart Shipping toepassingen voor Nederland als geheel en we laten zien wat de impact is voor de verschillende deeleconomieën.
- Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en observaties die volgen uit dit onderzoek.

Als onderdeel van het onderzoek zijn interviews en sessies gehouden met experts en stakeholders uit de verschillende deeleconomieën. Een lijst met de betrokken organisaties is opgenomen in Bijlage 1. De overige bijlagen bij dit rapport bevatten uitgebreidere achtergronden bij de diverse onderdelen van deze rapportage.



2 Concretisering smart shipping en deeleconomieën

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op wat we verstaan onder smart shipping. We brengen structuur aan binnen het concept van smart shipping. Daarna gaan we dieper in op de onderdelen van de economie waar smart shipping invloed op heeft.

2.1 Wat verstaan we onder smart shipping?

Er zijn op het gebied van smart shipping meerdere ontwikkelingen gaande. We kunnen deze ontwikkelingen indelen in verschillende niveaus van automatisering van de navigatietaken. Daarnaast onderscheiden we de onderdelen van het vaarproces waar smart shipping toepassingen ondersteuning bieden. In de volgende twee onderdelen wordt hierop verder ingegaan. Aan de hand van de invloed van smart shipping ontwikkelingen op onderdelen van het vaarproces kan de impact bepaald worden van deze ontwikkelingen op de binnenvaart.

2.1.1 Niveaus van smart shipping

Smart shipping is een breed begrip. In dit onderzoek gaan we ervan uit dat smart shipping betrekking heeft op het automatiseren van (aspecten van) het vaarproces. De mate van automatisering kan daarbij variëren. Voor een indeling in verschillende niveaus wordt aangesloten bij internationaal gangbare niveaus. De Centrale commissie voor de Rijnvaart (CCR) heeft in 2018 de eerste internationale definitie van automatiseringsniveaus aangenomen.⁵ Met deze definitie kan een duidelijke scheiding gemaakt worden tussen alle niveaus van geautomatiseerd varen. De CCR onderscheidt zes niveaus van automatisering, namelijk:⁶

Smart shipping niveau	Inhoud niveau
• 0. Niet geautomatiseerd	Alle dynamische vaartaken worden verricht door de schipper. De schipper kan wel worden ondersteund door informatiesystemen zoals radar.
• 1. Ondersteuning bij besturing	Aan boord is een stuurautomaat (autopilot) die de schipper kan inzetten op bepaalde stukken van de vaarweg. De overige dynamische vaartaken worden door de schipper verricht
• 2. Gedeeltelijk geautomatiseerd	Aan boord wordt een geautomatiseerd besturingssysteem gebruikt voor zowel de besturing als de voortstuwing van het schip, bijvoorbeeld op een bepaald stuk van de vaarweg. Alle overige dynamische vaartaken worden door de schipper verricht.
• 3. Geautomatiseerd onder voorwaarden	Aan boord wordt een geautomatiseerd besturingssysteem gebruikt voor zowel de besturing als de voortstuwing van het schip, bijvoorbeeld op een bepaald stuk van de vaarweg. Het besturingssysteem is ook in staat aanvaringen te vermijden.

⁵ <https://www.ccr-zkr.org/12050000-nl.html>

⁶ : https://www.ccr-zkr.org/files/documents/AutomatisationNav/NoteAutomatisation_nl.pdf



	Alle overige dynamische vaartaken worden door de schipper verricht.
<ul style="list-style-type: none"> • 4. Hoog geautomatiseerd 	Aan boord wordt een geautomatiseerd besturingssysteem te allen tijde toegepast voor alle vaartaken, met inbegrip van terugvalmaatregelen, waar in heel specifieke gevallen een persoon moet ingrijpen.
<ul style="list-style-type: none"> • 5. Autonoom (volledig geautomatiseerd) 	Een ononderbroken en onvoorwaardelijke toepassing van een geautomatiseerd systeem voor alle dynamische vaartaken, met inbegrip van terugvalmaatregelen zodat de schipper niet hoeft in te grijpen.

Tabel 1 Smart shipping niveaus van automatisering

Ontwikkelniveaus

Naast de mate van automatisering is het ook belangrijk in kaart te brengen wat het huidige ontwikkelniveau van de verschillende smart shipping technologieën is. Hierbij gaat het om de vraag hoe ver de technologie reeds ontwikkeld is. Bevindt de technologie zich nog in de testfase of wordt de technologie reeds toegepast aan boord van het schip? In deze studie wordt onderscheid gemaakt tussen vijf verschillende ontwikkelniveaus, namelijk:

- *Conceptfase*: de technologie is op dit moment een idee op de tekentafel.
- *Testen in de binnen-omgeving*: het concept is uitgewerkt en wordt in een afgesloten ruimte getest. Er worden onder meer laboratoriumtesten uitgevoerd.
- *Testen aan boord van een schip*: de technologie is daadwerkelijk op een binnenvaartschip geïnstalleerd en er worden testen uitgevoerd om te bezien hoe de technologie in de buiten-omgeving functioneert.
- *Toepassing aan boord van een schip*: de technologie is geslaagd voor alle testen en wordt nu zelfstandig toegepast aan boord van een schip. De technologie wordt dan ook daadwerkelijk aan een ondernemer verkocht.
- *Brede toepassing aan boord*: de technologie is aan meerdere ondernemers verkocht en is operationeel op meerdere schepen. De technologie heeft zich ontwikkeld tot een standaardproduct. Regelgeving is zodanig toegesneden dat brede toepassing van de technologie mogelijk is.

2.1.2 Waar grijpt smart shipping aan in het vaarproces?

Om de effecten van smart shipping op de scheepvaart na te gaan is gekozen voor een beschrijving aan de hand van de belangrijkste zes vaartaken. Smart shipping systemen hebben invloed op één of meer van die vaartaken.

Vaartaken

De volgende vaartaken worden in het vaarproces onderscheiden:

1. Routeplanning
2. Varen op rechte stukken en door bochten, inclusief passeren en inhalen van schepen
3. Passeren bruggen, inclusief wachtplaats innemen
4. Passeren sluisen, inclusief wachtplaats innemen
5. Varen over vaarwegkruisingen / nevenvaarwater
6. Aan- en afmeren

Smart shipping kan in het kader van alle zes bovenstaande vaartaken toegepast worden. De vaartaken verschillen in complexiteit, waardoor er ook verschil zal zijn in het tempo



waarmee instrumenten beschikbaar komen om deze vaartaken te automatiseren. Op hoofdlijnen is daarbij wel een ranking aan te geven:

- Voor routeplanning (1) bestaan momenteel al instrumenten.
- Daarna worden relatief eenvoudige vaartaken, zoals het varen (2) op rechte stukken geautomatiseerd (eerst het varen, daarna ook het passeren en inhalen van andere schepen)
- Daarna volgen (3) het passeren van bruggen en (4) het passeren van sluisen.
- Vaartaken als het (5) varen over vaarwegkruisingen /nevenwater en het (6) het aan- en afmeren volgen in een later stadium. Deze taken zijn het lastigst te automatiseren.

Naar verwachting komen ook steeds meer toepassingen beschikbaar voor geautomatiseerd transportdocumenten accorderen en rond veiligheidsaspecten.

Voor een overzicht van bestaande toepassingen en systemen, en de link met de vaartaken, zie Bijlage 2. In onderdeel 2.2.3 wordt hier verder op in gegaan.

2.2 Structuur specifieke deeleconomieën en invloed smart shipping

In dit onderdeel wordt ingegaan op de verschillende economieën, waarbij vooral wordt ingegaan op de aspecten die relevant zijn voor smart shipping.

2.2.1 Transporteconomie

Voor de mate waarin de transporteconomie in staat is om smart shipping toepassingen op te nemen zijn de volgende aspecten van de transporteconomie van belang:

- De marktsituatie voor vervoer over water, onderscheiden naar de verschillende deelmarkten, vormen van ondernemerschap en contractvormen. De investeringsruimte van binnenvaartondernemingen in smart shipping oplossingen kan hiervan worden afgeleid.
- De leeftijdsstructuur van de vloot en de mate waarin nieuwe schepen in de vaart komen. De leeftijd van een schip is een van de factoren bij de timing van eventuele investeringen in smart shipping.
- De vooruitzichten voor de verschillende markten en de ontwikkeling van het ladingvolume (van invloed op het verdienvermogen) en de benodigde investeringen, anders dan die voor smart shipping toepassingen.

Wanneer we de marktomstandigheden in de binnenvaartsector bekijken, is het goed om een onderscheid te maken naar verschillende categorieën schepen en verschillende vormen van ondernemerschap. We doen dit door te kijken naar drogeladingschepen (met daarbinnen specifiek de markt voor beunschepen) en tankers. Meer gedetailleerde achtergrondinformatie over de transporteconomie is opgenomen in Bijlage 3.

Drogeladingschepen

Binnenvaartondernemingen in de drogeladingmarkt hebben weinig vet op de botten⁷. Zelfs in de goede jaren was het voor schepen kleiner dan 1.000 ton niet goed mogelijk om genoeg geld opzij te zetten om reserveringen te doen voor de noodzakelijke investeringen in het schip. Voor schepen groter dan 2.000 ton gold juist dat de verdiensten op zichzelf goed waren, maar dat er vanuit de vorige financiële crisis (2008 e.v.) nog schulden waren die afgelost moeten worden. Voor deze categorie binnenvaartondernemingen geldt dat de financiële positie erg mager is. De categorie ondernemingen die het meest heeft te besteden, zijn die met schepen tussen de 1000

⁷ https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/CCNR_RQ_A_Oct2020.pdf



en 2000 ton. Deze zijn maar beperkt geraakt door de vorige (en huidige) crisis en hebben in de tussenliggende jaren goed kunnen verdienen. Het merendeel van de drogeladingschepen (90%) wordt geëxploiteerd via familiebedrijven, veelal ondernemingen die geleid worden door een echtpaar. De bedrijfscultuur is behoudend.

Een deelmarkt binnen de drogeladingmarkt die we vanwege specifieke kenmerken apart willen benoemen is de markt voor beunschepen. Dit zijn zeer gespecialiseerde schepen die voornamelijk (nat) zand transporteren. De markt is klein qua omvang (circa 300 schepen) en de schepen zijn doorgaans kleiner dan 1.500 ton. De markt kent voornamelijk verouderde schepen, al is er de laatste jaren in vooral het grotere segment beunschepen (ordegrootte 1500 ton per schip) wel nieuwbouw geweest.

Beunschepen kennen hun eigen, afgebakende markt van (nat) zand dat gewonnen wordt op zee, langs de rivieren, in het IJssel- en Markermeer, de Randmeren of de Westerschelde. De omvang van deze markt is sterk afhankelijk van projecten in de grond-, weg- en waterbouw. De hoeveelheid specifieke lading die vervoerd moet worden varieert dan ook sterk van jaar tot jaar. In goede jaren vervoert de binnenvaart ongeveer 20 miljoen ton, in magere jaren kan dit teruglopen tot de helft. De markt is sterk projectafhankelijk. Bij grote vraag ontstaat er snel een tekort aan schepen, bij weinig vraag is er snel een overschot aan schepen. Dat hoeft op zichzelf geen probleem te zijn, want beunschepen kunnen ook ingezet worden om zware droge bulkproducten, zoals industriezand en -grind, te vervoeren. In dat geval wordt wel de drogeladingmarkt voor kleinere schepen onder druk gezet. Lichtgoed, zoals veevoeders en landbouwproducten, kan echter niet vervoerd worden en ook containers zijn lastig (doch niet onmogelijk).

Beunschepen kenmerken zich evenals de kleinere drogeladingschepen door een verouderde vloot. Een groot gedeelte van de vloot is voor 1980 gebouwd en vereist grote investeringen. Echter, bij het vlootdeel waar het hier om gaat zijn modernere technieken toegepast dan conventionele drogeladingschepen. Daardoor leent dit type schip zich beter voor smart shipping toepassingen. De boek- en marktwaarde van de schepen ligt, ondanks het beperktere ladingpakket, hoger dan in de drogeladingmarkt. Belangrijk is ook dat het laad- en losproces van deze schepen eenvoudig van aard is en relatief snel gaat. Ook zijn de reispatronen van deze schepen kort en eenvoudig. Ze opereren veelal in het gebied rondom de zeehavens, waar weinig sluizen zijn. In de beunschepenmarkt wordt veelal met langdurige contracten gewerkt, alhoewel er ook een kleine spotmarkt is en ook schepen in daghuur ingezet worden.

De vooruitzichten voor de drogeladingmarkt (met daarbinnen de markt voor beunschepen) zien er als volgt uit:

- De droge lading markt kent dalende volumes. Dit hangt samen met slechte vooruitzichten in de markten voor kolen (energietransitie) en het veevoer (stikstofcrisis). Beide ladingsoorten worden veelvuldig aangeboden op de spotmarkt. De prijzen in de sector zullen dalen en zullen de komende jaren naar verwachting onder kostprijsniveau blijven. De omvang van de spotmarkt zal afnemen, net als het aantal schepen dat actief is in deze markt. Een sanering wordt verwacht in de kleine drogeladingvloot, als gevolg van de grote hoeveelheid benodigde investeringen in vergroening. De grotere schepen kennen minder noodzaak tot modernisering, maar krijgen door de economische tegenwind te maken met liquiditeitsproblemen.



- De beunschepenmarkt blijft uiteindelijk een stabiele markt. Het ladingvolume zal als gevolg van de stikstofcrisis dalen. Het aantal schepen dunt echter ook uit door de benodigde investeringen in schonere motoren die niet altijd kosteneffectief gedaan kunnen worden.. Hiertoe blijft het inkomstenniveau stabiel.

Tankvaart

In de tankvaartmarkt zijn veel specifieke deelmarkten en uitwisseling van schepen tussen deze deelmarkten is lastig. Dat heeft te maken met eigenschappen van lading, en met veiligheidsaspecten. Zo is er een markt voor 'zwarte' producten, zoals bunkerolie, een markt voor 'blanke' producten (benzine en diesel), een markt voor chemicaliën (waarbij onderscheid te maken is tussen producten met een laag en hoog soortelijk gewicht), een markt voor eetbare oliën) en zijn er daarnaast ook nog poedertankers.

De vloot van tankvaartschepen is relatief modern en kent, met uitzondering van de eetbare oliëntankers en poedertankers, vrijwel uitsluitend middelgrote en grote schepen (> 1.500 ton). De sterke mate van modernisering hangt samen met grootschalige vlootvernieuwing als gevolg van het verplicht moeten uitfaseren van de enkelwandige tankers. Doordat de vloot jong is, kennen de schepen een relatieve hoge waarde.

De organisatiestructuur in de tankvaart is compleet anders dan in de drogeladingmarkt. Er is een veel sterkere positie voor rederijen. Contracten worden veelal afgesloten op jaarbasis, dan wel met timecharters. De omvang van de spotmarkt is beperkt.

In de tankvaart zijn de laatste jaren erg goed geweest. Ook de eerste paar maanden van 2020 waren door de sterke transportvraag, vooral in stroomafwaartse richting, meer dan goed. Deze ondernemingen hebben voldoende vet op de boten. Echter, sinds een aantal maanden gaat het slechter.⁸ Alle opslagtanks zitten vol en raffinaderijen draaien nog maar beperkte productie.

De vooruitzichten voor de tankvaart zien er als volgt uit:

- In de tankvaart worden dalende volumes verwacht door de energietransitie. Vooral het aantal transporten met motorbrandstoffen zal teruglopen. Dit drukt het verdienvermogen van tankvaartondernemingen, vooral als zij actief zijn in de 'blanke' producten. Dit heeft ook zijn weerslag op het verdienvermogen in de chemicaliënmarkt. De vooruitzichten in de markten van eetbare oliën en poeders zijn goed. De investeringsruimte in deze markt blijft groot. De vloot is modern en er is nog weinig dringende behoefte aan motorvervangingen.

De economische situatie van binnenvaartondernemingen is in 2019 en 2020 verslechterd.⁹ Dit geldt in sterke mate voor de drogeladingvaart, en in mindere mate voor de tankvaart. De oorzaak van de slechtere marktomstandigheden kan gevonden worden in een combinatie van factoren:

- Energietransitie, waardoor de vraag naar energiekolen in de afgelopen jaren is teruggelopen;
- Handelsspanningen, waardoor de metaalindustrie en aanpalend, ook de auto-industrie in Duitsland sterk is gekrompen in omvang;
- De COVID-19 crisis.

⁸ Marktobservatie Rijnvaartcommissie 2020, publicatie in voorbereiding.

⁹ Marktobservatie Rijnvaartcommissie 2020, publicatie in voorbereiding.



2.2.2 *Samenvatting marktsituatie en mogelijkheden voor het doen van investeringen binnen de transporteconomie*

In de drogeladingmarkt is de marktsituatie zodanig dat er *over het algemeen* weinig kansen zijn voor bestaande schepen om zich toe te leggen op smart shipping. De investeringsruimte vanuit ondernemers in deze markt is zeer beperkt, door zowel de grote noodzaak tot modernisering en, tegelijkertijd, dalende volumes. Vlootvernieuwing is noodzakelijk in de markt voor kleine schepen en zal geïnitieerd moeten worden vanuit verladers, met ondersteuning van innovatieve scheepvaartondernemingen. Dit biedt, zeker in het marktsegment van de kleine schepen, wel kansen tot innovaties op het gebied van smart shipping. De concurrentie met de vrachtwagen kan hierbij echter roet in het eten gooien. Ook in de deelmarkten voor beunschepen en de tankvaart bestaan kansen voor smart shipping.

In de beunschepenmarkt is de investeringsruimte groter dan bij kleinere ongespecialiseerde motorvrachtschepen, al is de mate van veroudering van de schepen en de noodzaak tot vergroening van de aandrijvingen sterker aanwezig. De schepen zijn doorgaans actief op kleiner vaarwater, het laad- en losproces is eenvoudig en de vaartrajecten zijn kort en overzichtelijk, wat de kansen doet toenemen.

In de tankvaartmarkt zijn de kansen voor smart shipping het grootst. Smart shipping innovaties kunnen hier mogelijk vanuit kostenbesparingsoogpunt worden doorgevoerd: de technieken lenen zich ook voor toepassingen om de veiligheid te vergroten. De structuur van de markt helpt daarbij ook mee, met relatief gezien grotere ondernemingen dan in de drogelading- en beunschepenmarkt.

Ten slotte moet worden opgemerkt dat de binnenvaart, om te voldoen aan de klimaatvereisten en de richtlijnen met betrekking tot de emissies van luchtverontreinigingen, voor een aanzienlijke vergroenings- en verschoningsopgave staat. Ook hier zijn grote investeringen gemoeid. Deze leggen beslag op de toch al beperkte investeringsruimte van binnenvaartondernemingen. Mits maatregelen op het gebied van vergroening- en verschoning goed worden ingezet, kunnen deze echter ook een koppelkans bieden in combinatie met smart shipping. Te denken valt dan bijvoorbeeld aan de gerichte inzet van stimuleringsmaatregelen met betrekking tot nieuwbouw, inbouw van elektromotoren in plaats van verbrandingsmotoren.

2.2.3 *Realisatie-economie*

Dit onderdeel bevat een beknopte beschrijving van de realisatie-economie. In Bijlage 2 zijn uitgebreidere achtergronden opgenomen over de realisatie-economie in Nederland.

Nederland staat bekend als een land met veel maritieme bedrijvigheid.¹⁰ Zo zijn er veel maritieme georiënteerde bedrijven gevestigd rondom de grote Nederlandse zeehavens (de havens van Rotterdam, Amsterdam, Groningen Seaport en North Sea Port). Ook bevinden zich op lokaal en regionaal niveau veel bedrijven die zich richten op de maritieme sector. Denk aan nautische bedrijvigheid (waaronder reparatie en onderhoud van binnenvaartschepen) in Limburg en de unieke positie van de Nederlandse scheeps- en jachtbouwers.

¹⁰ In lijn met de Maritieme Monitor worden de volgende sectoren als zijnde maritiem afgebakend: zeevaart, scheepsbouw, offshore (waaronder zon- en windenergie), binnenvaart, waterbouw, havens (op- en overslag), marine (Commando Zeestrijdkrachten), visserij, maritieme dienstverlening, jachtbouw/ watersportindustrie, maritieme toeleveranciers.



In 2018 waren ruim 16.000 bedrijven actief in het Nederlandse maritieme cluster. Deze waren samen goed voor grofweg 170.000 werkzame personen. Met een directe bijdrage van circa 2,0% voor de Nederlandse werkgelegenheid en 2,5% van het Nederlandse BBP leverde het maritieme cluster een substantiële bijdrage aan de Nederlandse economie.¹¹

De omvang van de scheepsbouwsector

Met de scheepsbouwsector wordt de bedrijvigheid bedoeld waarmee de realisatie van de scheepsproductiemiddelen tot stand komt. Concreet gaat het hier dus om scheepsbouwers en haar toeleveranciers die leveren aan de Nederlandse- en internationale markt. In deze studie zal voor de realisatie-economie specifiek worden gekeken naar de afbakening van een tweetal maritieme sectoren:

- Scheepsbouw: de Nederlandse nieuwbouw- en scheepsreparatiewerven (incl. de superjachtbouw voor schepen >24 meter).
- Maritieme toeleveranciers:¹² toeleverende bedrijven die producten en/of (technische) diensten leveren aan de maritieme sector in den brede.

Voor de afbakening van de scheepsbouwsector (werven) wordt een definitie gehanteerd op basis van een drietal SBI sectoren (in lijn met de sectorafbakening van het CBS):¹³

- SBI 3011: Bouw van schepen en drijvend materieel (geen sport- en recreatievaartuigen)
- SBI 3315: Reparatie van schepen
- SBI 3012: Scheepsbouw (recreatieschepen)

Maritieme toeleveranciers leveren producten en diensten aan werven, rederijen en maritieme dienstverleners. Daarbij kan het gaan om interieurbouw, elektrotechnische installaties, maar ook ingenieursdiensten en veiligheidsanalyses.

Scheepsbouw

In totaal zijn er in Nederland ruim 2.350 bedrijven actief in de scheepsbouwsector met een totale werkgelegenheid van bijna 14.000 werkzame personen (cijfers 2018). Uit CBS-cijfers blijkt dat het aantal kleine bedrijven, met slechts één werkzaam persoon (WPZ), substantieel is. Het betreft hier veelal (oud-)medewerkers van bestaande werven die zich als zzp'er in de scheepsbouw of -reparatie hebben laten registreren. De gehele sector behaalde in 2018 een omzet en toegevoegde waarde van respectievelijk €4.349 miljoen en €918 miljoen.

Maritieme toeleveranciers¹⁴

Nederland beschikt over een diffuus economisch landschap van toeleverende bedrijven aan de maritieme industrie. Zo bevat de sector maritieme toeleveranciers bijna 900 bedrijven variërend van vervaardiging van machines, apparaten, elektrische apparatuur tot dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie. Deze sector is in totaal goed voor 17.665 werkzame personen, bijna € 6.400 miljoen omzet en € 1.800 miljoen toegevoegde waarde. Op basis van deze statistieken zijn een aantal economische kentallen te ontlenen die in het vervolg van deze studie kunnen worden gebruikt. De kengetallen zijn opgenomen in Bijlage 2.

¹¹ Ecorys (2020), Maritieme Monitor 2019

¹² In deze sector worden alleen de bedrijven meegenomen die direct zijn gelieerd aan de toeleverende industrie. Bunkeringsbedrijven en schoonmakers worden hierin niet meegenomen. Schoonmakers zijn een indirect effect van maritieme bedrijvigheid en worden in Maritieme Monitor onder indirecte effecten geschaard.

¹³ Een SBI (Standaard Bedrijfsindeling) is een indeling van economische activiteiten die door het CBS wordt gebruikt om bedrijfseenheden in te delen naar hun hoofdactiviteit.

¹⁴ Cijfers over 2018.



Smart shipping initiatieven in de scheepsbouwsector

Een deel van de werven en toeleverende bedrijven houdt zich op dit moment bezig met de ontwikkeling van smart shipping technologieën. Om een beeld te krijgen van partijen die zich hier momenteel mee bezig houden is op basis van een openbaar bronnenonderzoek in beeld gebracht welke technologieën op dit moment ontwikkeld, getest en verkocht worden. Een uitgebreid overzicht van deze analyse is opgenomen in Bijlage 2. De lijst met actieve partijen laat zien dat technologieën in ontwikkeling zijn en dat de scheepsbouwsector bezig is met smart shipping, vooral toeleveranciers. Opvallend aan de geïdentificeerde technologieën is dat zij zich of op automatiseringsniveau 0 en 1 bevinden of zich richten op niveaus 4 en 5. Er zijn slechts enkele technologieën die als eindresultaat 2 of 3 aangeven. Technologieën die zich richten op de niveaus 0 en 1 worden vaak op grotere schaal toegepast wat betekent dat de technologie is uitontwikkeld. De technologieën die verregaande automatiseringsniveaus nastreven, zijn allemaal nog in testfasen en worden nog niet op grote schaal verkocht. Enkele technologieën worden wel aan boord van een schip getest, maar de opname van smart shipping systemen vanuit de markt is tot op heden minimaal.

2.2.4 Vaarwegbeheer (faciliteren varen met schepen)

Rijkswaterstaat beheert 2.718 kilometer van het totaal van 6.295 kilometer¹⁵ aan vaarweg in Nederland. De overige vaarwegen zijn in beheer bij een groot scala aan vaarwegbeheerders. Daarbij gaat het om provincies,¹⁶ waterschappen,¹⁷ gemeenten¹⁸ en havenbedrijven.¹⁹ Daarmee is het vaarwegbeheer in Nederland zeer versnipperd. Het merendeel van de vervoersprestatie (75%) vindt hierbij plaats op vaarwegen in het beheer van Rijkswaterstaat.²⁰ Echter, slechts 15% van het vervoer begint of eindigt op een vaarweg van Rijkswaterstaat. De overige 85% eindigt op een vaarweg die in decentraal beheer is. De verschillende onderdelen van het netwerk staan niet los van elkaar. Afstemming tussen Rijkswaterstaat en andere vaarwegbeheerders rond smart shipping is daarom belangrijk.

Binnen Europa zien we een overeenkomstig beeld. Omdat een groot gedeelte van de Nederlandse binnenvaart internationaal opereert is internationale afstemming daarom een belangrijk aandachtspunt. Het is namelijk weinig zinvol als een Nederlandse binnenvaartonderneming op het Nederlandse grondgebied autonoom kan varen, maar onderweg naar Basel op Duits, Frans en Zwitsers grondgebied nog steeds een volledige bemanning moet voeren. De voordelen van smart shipping komen dan niet goed tot uiting. Bij invoering van smart shipping moet daarom grensoverschrijdend samengewerkt en afgestemd worden. Hier ligt ook een rol voor de Europese Commissie voor harmonisatie van smart shipping toepassingen.²¹ Ook is inzet van de CCR nodig, als regelgevende instantie voor politiereglementen en bemanningsreglement op de Rijn. Momenteel wordt in de werkgroep CESNI/CQ/crew een routekaart uitgewerkt voor een nieuwe Europese bemanningsregeling.

¹⁵ Bron: CBS

¹⁶ Hierbij behoren de provincies Groningen, Fryslân, Drenthe, Overijssel, Utrecht, Flevoland, Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland.

¹⁷ Waterschappen die voor de binnenvaart relevante vaarwegen beheren zijn: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK), Rivierenland, Rijn & IJssel, Brabantse Delta, Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap Rijnland en Amstel, Gooi en Vecht (AGV)

¹⁸ Naast de circa 150 Nederlandse gemeenten met een binnenhaven, zijn er ook gemeenten die lange trajecten vaarweg (of objecten) beheren die voor de beroepsbinnenvaart relevant zijn. Hierbij gaat het om: Haarlem, Zaanstad, Hilversum, Deventer, Alphen aan den Rijn, Coevorden, Waalwijk, Groningen, Haarlemmermeer, etc.

¹⁹ Hierbij betreft het de havenschappen van Rotterdam en Amsterdam

²⁰ Bron: BIVAS

²¹ Belangrijk in dit opzicht is de nieuwe RIS directive.



Op dit moment zijn in Nederland veel bruggen en sluisen reeds aangesloten op afstandsbediening. Van de 924 beweegbare bruggen in Nederland, waren er in 2016 322 aangesloten op een bedieningscentrale. Van de 213 sluisen gaat het om 40 sluisen die bediening op afstand kennen. Daarnaast zijn via het programma Blauwe Golf Verbindend de statusgegevens van 347 bruggen en 24 sluisen inzichtelijk, alsmede de bezettingsgegevens van 1.326 ligplaatsen. Er zijn op gebied van vaarwegbeheer diverse initiatieven gaande die smart shipping kunnen ondersteunen. Voorbeelden zijn: Corridorgerichte bediening (CBB), RIS-Comex en Blauwe Golf. In Bijlage 4 is een uitgebreide beschrijving van deze initiatieven opgenomen.

Voor de verdere uitrol van smart shipping toepassingen dienen aanvullende investeringen te worden gedaan. Het gaat daarbij enerzijds om maatregelen met een generiek karakter, zoals meer nauwkeurige en actuele elektronische kaarten. Anderzijds gaat het om object-specifieke maatregelen die de vereiste communicatie tussen de smart shipping toepassingen op schepen en de objecten (bruggen, sluisen, ligplaatsen) mogelijk moeten maken of fysieke maatregelen. Vaak zijn de benodigde specificaties daarvoor nog niet in detail bekend, omdat de smart shipping toepassingen voor op de schepen nog in ontwikkeling zijn. Mogelijk liggen er ook koppelkansen door maatregelen te realiseren binnen het kader van voorgenomen werkzaamheden op het gebied van beheer en onderhoud van vaarwegen en kunstwerken.

2.3 Samenvattend: knelpunten en kansen in relatie tot smart shipping

Vanuit het gezichtspunt van de transporteconomie, scheepsbouw en haar toeleveranciers alsmede de overheidseconomie (infrastructuur) zijn mogelijke hindernissen maar ook kansen geïdentificeerd. De informatie die ten grondslag ligt aan geïdentificeerde knelpunten en kansen is grotendeels gebaseerd op interviews met vertegenwoordigers uit de sector en met experts. Voor een overzicht van geïnterviewde partijen, zie Bijlage 1. Aanvullende input vanuit interviews/ sessies met stakeholders uit de sectoren en met experts is opgenomen in Bijlage 5. Op basis van het voorgaande, aangevuld met de informatie in deze bijlage, vatten we de knelpunten en kansen samen in het volgende overzicht.

	Knelpunten	Kansen
Transport economie	<ul style="list-style-type: none"> • Weerstand van de binnenvaartsector tegen nieuwe concepten • Organisatiestructuur van de binnenvaart, waardoor besparingen beperkt zijn. • Hoge investeringen voor binnenvaartondernemers in combinatie met een onzekere business case • De binnenvaart concurreert vooral met zichzelf. Nieuwbouw, smart shipping schepen gaan concurrentie ondervinden van reeds afgeschreven oude schepen. • Gebrek aan incentives vanuit verzekeraars. • De opgave voor smart shipping valt samen met een opgave voor vergroening. De vraag is of de binnenvaart beide opgaven tegelijkertijd kan faciliteren. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzetten op werven van juiste mensen, dan kunnen bedrijven deze mensen aan zich binden • In de transportsector revitalisering van het kleine vaarwegennet • Er is nauwelijks concurrentie van andere transportmodaliteiten²², waardoor het voor de binnenvaart wel mogelijk is de slag te maken naar groen én slim.
Realisatie economie	<ul style="list-style-type: none"> • Nieuwe / andere type skills en kennis werknemers in de scheepsbouwbranche noodzakelijk 	<ul style="list-style-type: none"> • Levenslange verbintenis werf/toeleverancier met schip

²² Impactschatting risico reverse modal shift containervervoer. Panteia, TNO, Traimco, 2019.



	<ul style="list-style-type: none"> • Ontbreken van standaardisatie (hoog 'custom-made' gehalte) • Te weinig testmogelijkheden met 'echte' schepen 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergroening meekoppelkansen (voornamelijk met elektriciteit) • Klassenbureaus zien mogelijkheden
Overheids economie	<ul style="list-style-type: none"> • Cyber security is een aspect dat nog onvoldoende aandacht krijgt. Hierdoor bestaat de kans dat schepen gehackt kunnen worden. • Er is nog geen herziene bemanningsregelgeving die voorziet in bemanningsreductie bij aanwezigheid van vaartaak ondersteunende systemen. • Gebrek aan data over de infrastructuur, waardoor inwinning van gegevens voor smart shipping aan boord moet plaatsvinden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toename veiligheid op het water • Door adequate realtime data over vaarwegen beschikbaar te stellen, kan de binnenvaart zelfs zonder smart shipping maatregelen baten behalen. • De eerste kansen doen zich voor op vaarwegen met een eenvoudig karakter. Kleine, rustige vaarwegen voldoen hier aan, maar ook de Rijn (veel ruimte, veel gegevens bekend, geen sluizen). • De digitalisering van de vaarweginfrastructuur kan meegenomen worden in de grote Vervanging & Renovatie opgave van Rijkswaterstaat. Hierdoor kan met geringe meerkosten een groot gedeelte van de infrastructuur op orde gebracht worden. • Inzet innovatiesubsidies

Tabel 2 Knelpunten en kansen in relatie tot smart shipping

Hieruit kan worden afgeleid dat er knelpunten en kansen zijn in relatie tot smart shipping en dat dit geldt voor alle deeleconomieën. Het meest prominent qua knelpunt is echter de bedrijfseconomische haalbaarheid van de toepassing van smart shipping binnen de transporteconomie. In de verdere analyse is het daarom belangrijk om te kijken voor welk deel van de binnenvaartvloot de toepassingen van smart shipping gunstig is. Daarnaast is er nog een algemeen knelpunt dat getypeerd kan worden als een 'kip-ei' probleem bij de invoering van smart shipping; dit is wanneer de verschillende deeleconomieën een afwachtende houding ten opzichte van elkaar innemen om in actie te komen. Harmonisatie van systemen, bijvoorbeeld via een generieke standaard die door organen als CESNI of CCR wordt opgesteld, kan hier helpen om beweging te creëren. Daarnaast kan een voortrekkersrol vanuit de overheid helpen, bijvoorbeeld door via de opzet van onderzoeks- en pilotprojecten die gericht zijn op het mogelijk maken van smart shipping de ontwikkelkosten voor private partijen beperkt te houden.



3 Referentiesituatie en ontwikkelpaden voor smart shipping

In het vorige hoofdstuk is ingegaan op de verschillende deeleconomieën. Wat maakt dat smart shipping toepassingen snel of juist minder snel gebruikt gaan worden? We verwachten dat het gebruik van smart shipping maatregelen voordelen biedt aan binnenvaartondernemers, maar waar precies gaat smart shipping het verschil maken? En stel dat smart shipping zich ontwikkelt, wat betekent dit dan voor respectievelijk de transporteconomie, de realisatie-economie en de overheidseconomie? Na het overzicht van de knelpunten en kansen in relatie tot smart shipping waarmee het vorige hoofdstuk werd besloten, worden in dit hoofdstuk een aantal relevante ontwikkelpaden geschetst. Dit vormt de basis voor de bepaling van de economische effecten in het daaropvolgende hoofdstuk.

Wat betreft de mate waarin smart shipping toepassingen gebruikt gaan worden, bestaan verschillende mogelijkheden. Hierbij spelen alle drie de deeleconomieën een rol. In het volgende onderdeel wordt hierop verder ingegaan en worden drie van deze ontwikkelpaden geformuleerd voor nadere analyse van de economische effecten. Deze ontwikkelpaden zijn tot stand gekomen op basis van desk research en interviews/sessies met stakeholders en experts (zie Bijlage 1 voor een lijst met de betrokken organisaties).

3.1 Referentiesituatie en ontwikkelpaden

We formuleren drie verschillende ontwikkelpaden, waarbij smart shipping per ontwikkelpad een steeds grotere rol heeft bij het vervullen van de vaartaken en waarbij de complexiteit van de toepassingen steeds verder toeneemt. In hoeverre een bepaald ontwikkelpad in praktijk zal worden gerealiseerd is voor een deel marktgedreven en voor een deel overheidsgedreven: ontwikkelingen in de binnenvaartsector (interne economie), de scheepsbouw, transportsector als geheel (concurrentie met andere modaliteiten) en bij de infrastructuurbeheerders haken daarbij op elkaar in. Uit de economische analyse volgt ook hoe kansrijk en significant een ontwikkelpad is. Zijn bijvoorbeeld de effecten voor de transporteconomie zeer beperkt dan is het niet waarschijnlijk dat de toepassingen onder dit ontwikkelpad op brede schaal geïmplementeerd gaan worden.

Deze ontwikkelpaden worden voor de economische analyse naast de referentiesituatie gelegd. Onder het referentiescenario verstaan we de situatie die zich voordoet zonder dat de smart shipping toepassingen onder de ontwikkelpaden worden geïmplementeerd. Voor de bepaling van de kosten en de baten van smart shipping is een vergelijking van de ontwikkelpaden met het referentiescenario noodzakelijk. In het volgende onderdeel wordt de referentiesituatie nader toegelicht, gevolgd door de ontwikkelpaden.

3.1.1 Referentiesituatie

In de referentiesituatie gaan we ervan uit dat de huidige situatie wordt gecontinueerd en dat smart shipping oplossingen zeer beperkt worden geïmplementeerd in de binnenvaart. Voor de ontwikkelingen in de toekomst zijn prognoses belangrijk. Basis hiervoor zijn de WLO scenario's. Voor de toekomst wordt uitgegaan van de WLO scenario's Hoog en Laag voor de jaren 2030, 2040 en 2050:²³

- Scenario Laag gaat uit van een beperkte demografische ontwikkeling samen met een gematigde economische groei van ongeveer 1% per jaar.

²³ Bron: CPB, PBL



- Scenario Hoog combineert een relatief hoge bevolkingsgroei met een hoge economische groei van ongeveer 2% per jaar.

Bijlage 6 geeft in detail de verschillen aan tussen de WLO scenario's. De WLO scenario's geven een beeld van een geleidelijke ontwikkeling.²⁴ Om te voorkomen dat er economische effecten als gevolg van toegenomen volumes optreden, terwijl dat 'autonoom' is in dat scenario, wordt voor alle ontwikkelpaden hetzelfde economisch groeipad aanhouden, overeenkomstig de referentie. Tegen de achtergrond van Covid-19 gaan wij in onze analyse uit van het lage groeipad (WLO Laag).²⁵

Wij veronderstellen tevens dat een aantal basale toepassingen die tot smart shipping gerekend zouden kunnen worden, zoals digitale transportdocumenten en maatregelen op het gebied van veiligheid al onderdeel zijn van de base case. Stimulering / regelgeving omtrent documenten en veiligheidsaspecten hebben geen betrekking op de smart shipping aspecten die onderdeel zijn van dit onderzoek.

3.1.2 Drie op elkaar voortbouwende ontwikkelpaden

De analyse van de economische effecten van smart shipping vindt plaats aan de hand van drie verschillende ontwikkelpaden. De ontwikkelpaden bouwen voort op elkaar, wat wil zeggen dat elk ontwikkelpad ook de maatregelen van het voorgaande ontwikkelpad bevat.

Elk ontwikkelpad kent drie invalshoeken:

1. De maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk die nodig zijn voor de in te zetten smart shipping systemen om een bepaald ontwikkelpad mogelijk te maken. Voor elk ontwikkelpad moeten maatregelen getroffen worden op en rond de vaarwegen voor de smart shipping toepassingen (onderdeel gerelateerd aan overheidseconomie). Dit kan gaan om maatregelen op het gebied van beleid en regelgeving, informatievoorziening of om fysieke maatregelen. Aanpassingen aan het vaarwegennetwerk vinden vooral plaats op het onderliggende vaarwegennet, daar het op die vaarwegen qua nautische complexiteit het eerst mogelijk lijkt om langdurige trajecten autonoom te varen. Daarin inbegrepen is ook het passeren van sluizen en beweegbare bruggen.

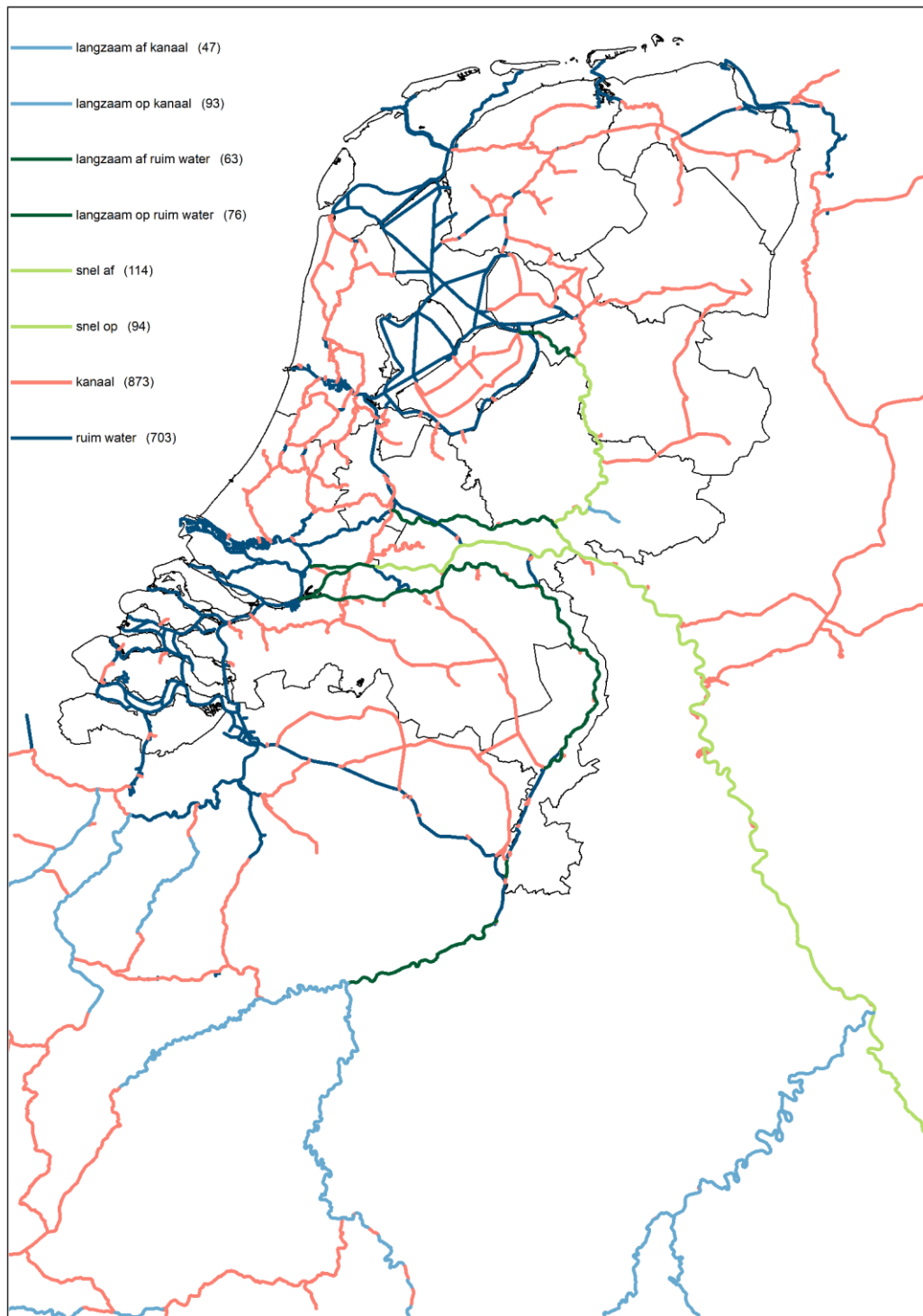
De achterliggende gedachte hierbij is dat de nautische complexiteit op het onderliggende vaarwegennet geringer is dan op het hoofdvaarwegennet. Er is minder kruisend verkeer, minder uitwisseling van marifoonverkeer en er zijn geen verkeersposten die het verkeer organiseren, zoals op (een groot gedeelte van) het hoofdvaarwegennet wel het geval is. Daarnaast is het zo dat de grootte van de sluizen op het hoofdvaarwegennet dusdanig is, dan het vrijwel altijd voorkomt dat meerdere schepen in een kolk geschut worden. Dat vereist dat er communicatie tussen schip en wal plaatsvindt over de in te nemen positie. Op dit moment zijn systemen die dat waarborgen nog niet op de markt en er is ook nog geen aanleiding om te veronderstellen dat vaarwegbeheerders op dit niveau over oplossingen aan het nadenken zijn. Op het hoofdvaarwegennet kan wel geprofiteerd worden van het varen met beperkte bemanning.

²⁴ In werkelijkheid is dit natuurlijk niet het geval. De conjunctuur kent schommelingen, wat weer van invloed is op de transportstromen. In tijden van hoogconjunctuur kan het daarom lijken dat de ontwikkelingen sneller gaan dan het gemiddelde pad dat de scenario's aangeven. De ontwikkelingen moeten echter gezien worden over een langere tijd, waar ook perioden met laagconjunctuur deel van uit maken. Deze ontwikkelingen worden gerelateerd aan de ontwikkeling van de goederenstromen. Ontwikkelingen op het gebied van de energietransitie spelen hierin een belangrijke rol.

²⁵ Dit is ook in overeenstemming met de Middellange Termijn Prognoses voor de binnenvaart, Vervoer in relatie tot Nederland, periode 2020 – 2025. Panteia, 2020.

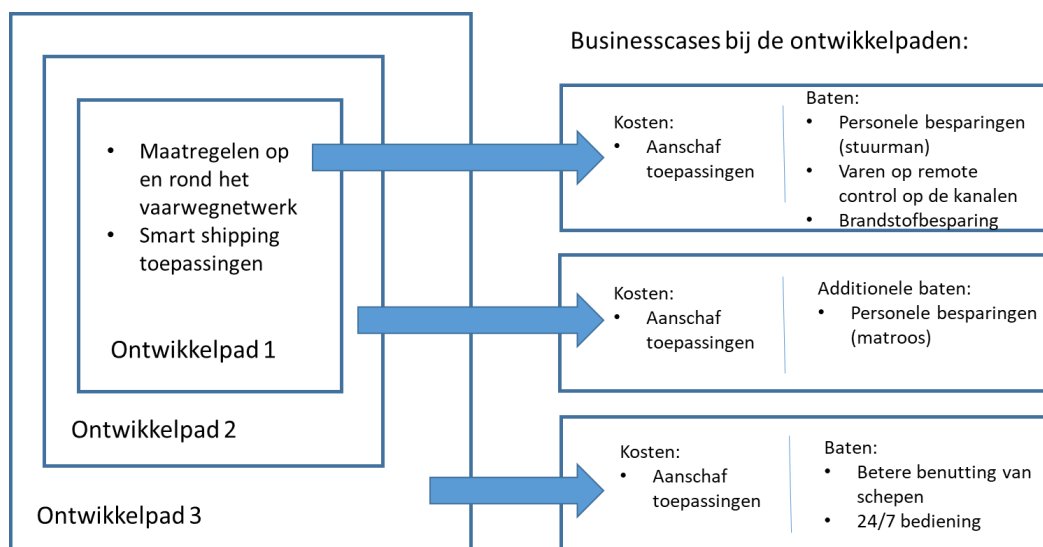


Onderstaande figuur maakt inzichtelijk op welke vaarwegen (kanalen) als eerste autonome vaart of vaart met afstandsbediening te verwachten is volgens de experts.



2. **De inzet van smart shipping systemen zelf.** Voor elk ontwikkelpad moet geïnvesteerd worden in de ontwikkeling van smart shipping toepassingen (onderdeel gerelateerd aan realisatie-economie). Deze toepassingen worden verkocht aan binnenvaartondernemers (onderdeel gerelateerd aan transporteconomie).
3. **De effecten op de bedrijfsvoering van de binnenvaartondernemers.** Naast uitgaven voor de aanschaf van smart shipping toepassingen worden door binnenvaartondernemers voordelen gerealiseerd in de bedrijfsvoering (onderdeel gerelateerd aan de transporteconomie). Voorwaarde om als binnenvaartondernemer over te gaan tot het gebruik van smart shipping toepassingen is een positieve businesscase. Hiervoor dienen de extra baten vanuit de toepassing de extra kosten van de aanschaf minstens te compenseren. De ontwikkelpaden kennen daarbij elk hun specifieke kosten en baten. Wat betreft de baten, wordt er in ontwikkelpad 1 van uit gegaan dat naast brandstofbesparingen ook personele besparingen worden gerealiseerd (op de inzet van stuurmannen). Bij ontwikkelpad 2 zijn de besparingen op personeel nog groter (naast stuurmannen ook besparing op matrozen). Ontwikkelpad 3 zorgt juist vooral voor efficiëntiebaten doordat het mogelijk wordt om meer vaaruren te maken. Het kan daarbij voorkomen dat een schip geen businesscase heeft voor ontwikkelpad 1, maar wel voor ontwikkelpad 2 en 3 bijvoorbeeld. Dit wordt schematisch geïllustreerd in de onderstaande figuur.

Figuur 3-1 Schematisatie van relatie tussen ontwikkelpaden en business cases



Bovenstaand figuur schematiseert de kosten en de baten aan de schepen per ontwikkelpad. De kosten in deze schematisatie reiken verder dan alleen de aanschaf van de toepassingen. Zo bevatten zij bijvoorbeeld ook de kosten voor sluisstewards (in ontwikkelpad 2) en onderhoud. De baten van ontwikkelpad 2 bevatten ook de baten van ontwikkelpad 1, en de baten van ontwikkelpad 3 bevatten ook de baten van ontwikkelpaden 1 en 2 (o.a. de brandstofbesparing en personele besparingen op de stuurman). De maatregelen uit OP3 bewerkstelligen generiek een betere benutting van schepen met Smart Shipping technologieën door 24/7 bediening, maar door automatisch afmeren kan er een nog betere benutting plaatsvinden.

Hierna worden de ontwikkelpaden en bijbehorende kosten en baten in meer detail beschreven. Deze beschrijving dient als basis om voor elk van de drie deeleconomieën de effecten te bepalen en om daarover uitspraken te doen. De basis voor de beschrijving volgt uit deskresearch en interviews/sessies met stakeholders en experts (voor een lijst



met betrokken organisaties, zie Bijlage 1). Een complicerende factor bij de concretisering van de ontwikkelpaden is dat toepassingen momenteel in ontwikkeling zijn, of nog moeten worden ontwikkeld.

3.2 Ontwikkelpad 1

Er wordt in dit ontwikkelpad gebruik gemaakt van diverse vaartaak ondersteunende systemen. Deze systemen, welke in detail zijn omschreven in de volgende sub sectie(s), zorgen voor controle over het schip zelf, maar zijn niet in staat om te communiceren tussen wal en / of kade en schip.

3.2.1 Benodigde maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk

Om hiervoor benodigde smart shipping toepassingen in te kunnen zetten, geldt als randvoorwaarde op en rond het vaarwegennetwerk dat barrières vanuit beleid en regelgeving weggenomen dienen te worden. Innovatie en kennisontwikkeling in de sector dient te worden gestimuleerd. Verder moet worden ingezet op een verbeterde informatievoorziening met als doel betrouwbare, veilige, volledige, accurate data met als doelstelling bijdragen aan smart shipping. Meer concreet wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- Accurate/actuele vaarwegkaarten en voldoende dekking van mobiel internet op de vaarwegen. De huidige Inland-ECDIS kaarten zijn te grof van aard van om te gebruiken bij vergaand geautomatiseerd varen.
- Informatie ontsluiting, landelijk, zodat vanuit één informatiebron de benodigde informatie verkregen worden over waterstanden op centrale en decentrale waterwegen, bedieningstijden van kunstwerken, enzovoorts.

3.2.2 Gebruikte smart shipping toepassingen aan boord van schepen

Hoewel de exacte invulling van systemen nog onbekend is, is er een aantal essentiële systemen nodig om vaartaakondersteunde functies aan boord van het schip te laten werken. De volgende *vessel control systems* (autopilot) bieden vaartaakondersteuning aan de schipper:

- Sensoren t.b.v. communicatie, de machinekamer, navigatie, cargo status, operationele uitvoering
- Systeem waarmee data van sensoren wordt samengebracht (genaamd *sensor fusion*)
- Camera's
- Dynamic Positioning System
- Routeplanner die met de autopilot is gesynchroniseerd
- Detectie van obstakels
- Op afstand bedienbaar systeem waarmee schip remote door bruggen en sluisen kan varen

3.2.3 Benodigde investeringen voor smart shipping op schepen

Uitgangspunten en aannames

Uit ons marktonderzoek (zie Bijlage 2) blijkt dat er momenteel weinig aanbieders zijn van systemen die autonoom varen op rechte stukken mogelijk maken. Er zijn dan ook nog weinig systemen beschikbaar. De systemen die worden aangeboden zijn *custom-made* en daardoor enkel van toepassing op het schip waarvoor zij ontwikkeld zijn. De karakteristieken van het schip spelen nu een grote rol bij de ontwikkeling van het systeem, omdat het systeem volledig op het schip wordt aangepast. Dit betekent dat



voor ieder schip het systeem volledig geoptimaliseerd wordt, wat extra kosten met zich mee kan brengen. Dit maakt het lastig om op dit moment standaard aanschafkosten te bepalen.

Door het geringe aanbod aan systemen is het eveneens lastig om een kostenindicatie te verkrijgen, mede omdat niet alle aanbieders hier informatie over willen verstrekken. Op basis van de beschikbare openbare bronnen en een aantal interviews hebben wij de aanschafkosten ingeschat.

Deze kostenschatting is met de nodige onzekerheid omgeven. Enerzijds is het aannemelijk dat de kosten te laag zijn ingeschat. De systemen zijn tot op heden op een beperkt aantal schepen toegepast. Het is goed mogelijk dat toepassing op een ander (type) schip lastiger is, waardoor aanpassingen nodig zijn die het systeem duurder maken. Anderzijds kunnen de aanschafkosten lager uitvallen dan nu geschat, zeker wanneer systemen meer gestandaardiseerd worden. Hierdoor kunnen systemen op een grotere schaal geproduceerd en verkocht worden. Er kunnen efficiencyvoordelen in het productieproces plaatsvinden, waardoor de kosten kunnen dalen. Vanwege de onzekerheid omtrent de aanschafkosten, stellen wij om vanuit een expert opinion een onzekerheidsmarge van -20% tot +20% te hanteren.²⁶

Binnenvaartondernemers die dit soort systemen aanschaffen, moeten de systemen ook actueel houden en onderhouden. Onze aanname op basis van expert judgement is dat de instandhoudingskosten jaarlijks 10% van de initiële investering bedragen.²⁷

Uitkomsten

- De aanschafkosten voor het systeem zijn geschat op € 100.000,- per schip²⁸
- De aangeschafte technologieën dienen ook onderhouden te worden. Wij hanteren 10% van de initiële investering als instandhoudingskosten voor de binnenvaartondernemingen. Voor dit ontwikkelpad komt dit uit op € 10.000 per jaar.

3.2.4 Effecten op de vaartaken en de bedrijfsvoering

De inzet van de smart shipping toepassingen en de maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk hebben het volgende effect op de vaartaken:

- Autonoom varen op rechte stukken vaarweg, zonder overig verkeer, waardoor de nautisch ondersteunende functie van de stuurman overbodig wordt.
- Een schipper (of kapitein) op afstand die op kleiner vaarwater schepen door bruggen en sluisen stuurt, zonder ondersteuning van personeel aan boord.

Voor de bedrijfsvoering kan de binnenvaartondernemer profiteren van de volgende baten:

- Besparingen op de inzet van stuurmannen²⁹ en schippers. Door de invoering van een 'autopilot' hoeft de functie van stuurman³⁰ niet meer ingevuld te worden. De autopilot assisteert namelijk door het varen over te nemen, maar daar waar

²⁶ De bandbreedte van de aanschafkosten ligt daarmee tussen de € 80.000,- en € 120.000,- per schip.

²⁷ Voorbeeld: een schip investeert in 2023 €100.000 om naar ontwikkelpad 1 te komen. We nemen in dit jaar, tont het einde van de zichtperiode, 10% instandhoudingskosten: €10.000.

²⁸ Voor een uitgebreide toelichting op de kosteninschatting, zie Bijlage 9

²⁹ Een stuurman is bevoegd om onder supervisie van de kapitein het schip te besturen. Dit gebeurt doorgaans op nautisch eenvoudige trajecten.

³⁰ Een stuurman in de binnenvaart fungeert actief als rechterhand van de schipper of kapitein. Een stuurman kan gevraagd worden om het roer over te nemen van de schipper of kapitein en het schip te navigeren. Daarnaast heeft een stuurman een leidinggevende rol voor het andere personeel op het schip zoals deksmannen, matrozen en volmatrozen.



afspraken met andere schepen en de wal gemaakt moeten worden, is menselijke interactie benodigd. Hier bovenop zijn besparingen mogelijk doordat op kleine vaarwegen met een rustig verkeersbeeld autonoom gevaren kan worden en er ook bespaard kan worden op de inzet van de schipper. Daar waar in deze kanalen de manoeuvres complexer worden, bijvoorbeeld bij (beweegbare) bruggen en sluizen en het oplopen en ontmoeten van andere schepen, neemt een schipper op afstand de besturing over.

- Besparingen ten aanzien van het brandstofverbruik; een autopiloot is koersvaster dan een menselijke kapitein.

3.3 Ontwikkelpad 2

In ontwikkelpad 2 kan een binnenvaartschip ook sluizen en bruggen (grotendeels) autonoom varend passeren. De technieken die een dergelijke handeling faciliteren voorzien in de communicatie tussen schepen onderling en de wal (in dit geval sluizen en bruggen). Echter, deze systemen zijn niet in staat om autonoom af te meren.

3.3.1 Benodigde maatregelen op en rond de vaarwegen

Randvoorwaarde voor de in te zetten smart shipping toepassingen op en rond het vaarwegennetwerk voor dit ontwikkelpad is de verdere digitalisering van objecten door het uitrusten van infra met sensoren waarmee informatie gedeeld kan worden die nu nog niet beschikbaar is (in de gewenste kwaliteit of vorm). Hierbij gaat het om actuele waterstanden bij beweegbare bruggen, zodat binnenvaartondernemingen met smart toepassingen de actuele doorvaarthoogte accuraat kunnen inschatten. Verder zijn meer meetpunten v.w.b. waterdiepten op vrijstromende rivieren nodig, en beter inzicht in de onderwaterprofielen van kanalen. Noodzakelijke investeringen kunnen hier ook betrekking hebben op de ontsluiting van die data. Meer concreet wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- Kaarten die ook bodemligging actueel en nauwkeurig weergeven. Vergaand geautomatiseerde of zelfs autonoom varende schepen moeten vooruit kunnen kijken en kunnen anticiperen op het ontmoeten van andere schepen. Daartoe is het nodig om kennis te hebben van de locaties waar deze schepen gepasseerd kunnen worden. Zeker op het onderliggende vaarwegennet, met geringe verkeersintensiteiten, is dit niet altijd mogelijk. Vaarwegen op het onderliggende vaarwegennet zijn doorgaans in een *krap profiel* gebouwd en soms zelfs in een *enkelstrooks profiel*. Dat betekent dat passeren met de nodige voorzichtigheid moet plaatsvinden.
- Instrumenten die de scheepvaartverkeerssein functie over kunnen nemen en kunnen doorgeven aan de binnenvaart. Dit is nodig, om (vergaand) autonoom varende schepen het inzicht te kunnen geven dat ze veilig een sluis in kunnen varen.
- Stewards op de sluizen van het onderliggende vaarwegennet om het afmeren van autonoom varende schepen mogelijk te maken. Doordat de systemen om automatisch af te meren ontbreken, zowel aan de kant van de sluis als aan de kant van het schip, is het nodig om de schepen door sluispersoneel te laten vastleggen.

3.3.2 Gebruikte smart shipping toepassingen

In aanvulling op de systemen benoemd in ontwikkelpad 1 is het volgende systeem nodig:

- Systeem dat het digitale contact tussen schip en wal borgt (i.e. bruggen en sluizen)



3.3.3 Benodigde investeringen voor smart shipping op schepen

Uitgangspunten en aannames

In dit ontwikkelpad zijn, naast de systemen die autonoom varen op rechte stukken mogelijk maken, systemen nodig die ervoor zorgen dat schepen autonoom objecten (bruggen en sluizen) kunnen passeren. De systemen die een dergelijke handeling faciliteren voorzien in de communicatie tussen het schip en de wal (in dit geval sluizen en bruggen). Onze analyse (Bijlagen 2 en 10) toont dat dergelijke systemen zich nog in ontwikkelings- of in de test/pilotfase bevinden en dus nog niet commercieel beschikbaar zijn. Gevolg hiervan is dat de aanschafkosten ingeschat moeten worden en dus met onzekerheid omgeven zijn.

Op basis van openbare informatie is een inschatting gemaakt van de toekomstige aanschafkosten van dergelijke systemen. Aangezien de benodigde hardware en software in lijn lijkt te liggen met de benodigde hardware en software in ontwikkelpad 1, veronderstellen we dat de aanschafkosten voor een systeem dat automatisch passeren van bruggen en sluizen mogelijk maakt vergelijkbaar zijn met die van een systeem dat autonoom varen op rechten stukken en het remote passeren van bruggen en sluizen mogelijk maakt.

Zoals aangegeven staat het benodigde systeem nog in de kinderschoenen en wordt op dit moment nog niet commercieel geëxploiteerd. Wel verkennen een aantal partijen de technische mogelijkheden. Dit maakt dat de kosten (nu en in de toekomst) met een grote onzekerheid omgeven zijn, aangezien de technische werking van een dergelijk systeem nog onbekend is. Als gevolg van deze grote onzekerheid zijn wij van mening dat de kosteninschatting een ondergrens betreft. Kosten kunnen wel degelijk hoger uitvallen wanneer naarmate een systeem complexer blijkt te zijn. Als onzekerheidsmarge stellen wij daarom voor 50% te hanteren. Wij hebben geen indicaties dat deze techniek goedkoper kan. Omdat geen informatie beschikbaar is, is vanuit een expert opinion ervoor gekozen deze grotere onzekerheidsmarge te hanteren.³¹

Binnenvaartondernemers die dit soort systemen aanschaffen, moeten de systemen ook actueel houden en onderhouden. Onze aanname op basis van expert judgement is dat de instandhoudingskosten jaarlijks 10% van de initiële investering bedragen³².

Uitkomsten

- De aanschafkosten voor het systeem om autonoom bruggen en sluizen te passeren zijn geschat op € 100.000,- per schip³³
- We bouwen voort op de technieken uit ontwikkelpad 1 à € 100.000 per schip. Deze technieken zijn ook benodigd voor ontwikkelpad 2. De totale aanschafkosten voor ontwikkelpad 2 zijn geschat op € 200.000,-.³⁴
- De aangeschafte technologieën dienen ook onderhouden te worden. Wij hanteren 10% van de initiële investering als instandhoudingskosten voor de binnenvaartondernemingen. Voor dit ontwikkelpad komt dit uit op € 20.000 per jaar.

³¹ De bandbreedte van de aanschafkosten ligt daarmee tussen de € 100.000,- en de € 150.000,-.

³² Voorbeeld: een schip investeert in 2023 €200.000 om naar ontwikkelpad 2 te komen. We nemen in dit jaar, tot het einde van de zichtperiode, 20% instandhoudingskosten: €10.000.

³³ Voor een uitgebreide toelichting op de kosteninschatting, zie Bijlage 9

³⁴ Aanschafkosten zijn bepaald voor een systeem om autonoom over rechte stukken te varen (à € 100.000,-) en een systeem om autonoom bruggen en sluizen te passeren (à € 100.000). Aanschafkosten zijn exclusief de onzekerheidsmarge.



3.3.4 Effecten op de vaartaken en de bedrijfsvoering

De inzet van de smart shipping toepassingen en de maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk hebben het volgende effect op de vaartaken:

- Autonom varen op rechte stukken vaarweg waarbij ontmoeten en oplopen, vaarwegkruisingen mogelijk is.
- Autonom doorvaren/passeren bruggen en sluisen op klein vaarwater

Voor de bedrijfsvoering kan de binnenvaartondernemer profiteren van de volgende baten:

- Naast besparingen op de inzet van stuurmannen (en schippers) ook besparingen op matrozen. Doordat het hier mogelijk is om 'kleine' sluisen³⁵ te passeren zonder de functie van matroos nodig te hebben. Bij grotere sluisen manoeuvreert de kapitein van het schip, doordat communicatie over de in te nemen positie in de sluis nog altijd analoog geschiedt en niet digitaal doorgegeven kan worden. In kleinere sluisen zorgen smart shipping systemen ervoor dat het schip zelf de sluis invaart en daar positie kiest. De schipper/kapitein wordt daar overbodig en het volledige traject op het onderliggend vaarwegennet kan autonoom worden afgelegd. Dit bespaart kosten. Het vastmaken van het schip gebeurt door stewards op de sluisen, die worden ingehuurd door de vaarwegbeheerder. Binnenvaartondernemingen betalen per passage voor de inzet van deze stewards, dit is in dit scenario echter niet kostendekkend. Ongeveer 33% van de kosten voor de sluisstewards vloeit uiteindelijk terug naar de overheidseconomie door retributies. De matroos is enkel nog nodig voor onderhoud van het schip en kent geen nautische functie meer bij adequate nautische ondersteuning door smart shipping systemen en door de overname van nautische taken van matrozen bij sluisen door sluisstewards.
- Daarnaast is ook hier sprake van besparingen op het brandstofverbruik.

3.4 Ontwikkelpad 3

In ontwikkelpad 3 kan een binnenvaartschip niet alleen sluisen en bruggen autonoom varend passeren, maar behoort ook autonoom aan- en afmeren tot de mogelijkheden. Hiertoe zijn zowel investeringen benodigd aan de walzijde (sluisen incl. voorhavens, wachtplaatsen bij beweegbare bruggen) als aan boord van het schip.

3.4.1 Benodigde maatregelen op en rond de vaarwegen:

Randvoorwaarde voor de in te zetten smart shipping toepassingen op en rond het vaarwegennetwerk voor dit ontwikkelpad zijn aanpassingen in dienstverlening en infrastructuur (bijvoorbeeld 24-uursbediening op objecten, veelal op het onderliggend vaarwegennet) waar dat nu niet het geval is, zodat 24/7 gevaren kan worden. Daarnaast zijn aanmeer/ligplaatsvoorzieningen vereist bij bruggen en sluisen, en mogelijk ook bij kleine laad- en losinstellingen langs kleinere vaarwegen om scheepvaart (met kleine slimme vaarconcepten). Verondersteld wordt dat dit in belangrijke mate kan worden opgelost door het gebruik van spudpalen.³⁶ Ook kunnen infrastructurele aanpassingen nodig zijn in combinatie met scheepvaartformules die als gevolg van smart shipping mogelijk zullen veranderen. Denk hierbij aan formatieplekken voor bakken bij de

³⁵ Dit zijn sluisen waar als gevolg van de afmetingen maar één binnenvaartschip tegelijkertijd gesluisd kan worden.

³⁶ Een spudpaal is een stalen paal, die door of langs het schip loopt, op en neer gehaald kan worden, en waarmee een schip zich op de bodem van het vaarwater vast kan zetten. Het voordeel van het gebruik van spudpalen is, dat een schip zelf een ligplaats kan kiezen en niet afhankelijk is van een loswal of kademuur en ook geen remmingwerk nodig heeft.

Spudpalen worden reeds veelvuldig toegepast in de binnenvaart. Alle nieuwgebouwde schepen en zeker 30% van de bestaande vloot beschikt over één of meerdere spudpalen. Daardoor beschouwen wij deze ontwikkeling als autonoom en nemen we het niet mee in de analyse van Smart Shipping systemen.



overgang van hoofdvaarwegennet naar onderliggend vaarwegennet. Meer concreet wordt uitgegaan van de volgende maatregelen:

- 24 uren bediening van sluisen en bruggen (op specifieke trajecten)
- Sluistewards voor schepen zonder systemen om automatisch af te meren.
- Fysieke maatregelen³⁷ om met smart shipping aan te kunnen leggen op specifieke locaties waar spudpalen niet kunnen worden benut:
 - plaatsen met kabels en leidingen;
 - waar er een betonnen ondergrond is;
 - waar het gebruik van spudpalen niet is goorloofd, bijvoorbeeld in de buurt van waterkeringen.
- Infrastructurele aanpassingen die nodig zijn, omdat scheepvaartformules als gevolg van smart shipping waarschijnlijk zullen veranderen. Denk hierbij aan formatieplekken voor bakken bij de overgang van hoofdvaarwegennet naar onderliggend vaarwegennet.

3.4.2 Gebruikte smart shipping toepassingen

In aanvulling op de systemen in ontwikkelpad 2 is het volgende systeem nodig:

- Systeem waarbij automatisch afgemeerd kan worden (i.e. docking systemen)

3.4.3 Benodigde investeringen voor smart shipping op schepen

Uitgangspunten en aannames

In ontwikkelpad 3 moeten schepen ook autonoom kunnen aan- en afmeren. Hiervoor moet een apart systeem aan boord van het schip geïnstalleerd worden. Op dit moment kan reeds gekozen worden uit diverse systemen die autonoom aan- en afmeren mogelijk maken. De achterliggende techniek kan verschillen. Zo kan het systeem bestaan uit magneten, maakt het systeem gebruik van vacuüm technieken of heeft het schip grijparmen aan boord. Alhoewel er meerdere systemen ontwikkeld zijn en worden gebruikt in de praktijk, is het lastig gebleken om de aanschafkosten te achterhalen. Op basis van openbare bronnen en interviews is een inschatting gemaakt van de kosten.

Deze kostenschattting is met de nodige onzekerheid omgeven. Zoals hierboven aangegeven worden verschillende technieken toegepast. De toegepaste techniek is van invloed op de aanschafkosten. Omdat wij niet inzichtelijk hebben kunnen krijgen wat de aanschafkosten van elke techniek zijn, stellen wij voor een onzekerheidsmarge te hanteren om zo rekening te kunnen houden met goedkopere of duurdere systemen. Vanwege de onzekerheid omtrent de aanschafkosten, stellen wij voor een onzekerheidsmarge van -20% tot +20% te hanteren.³⁸

Binnenvaartondernemers die dit soort systemen aanschaffen, moeten de systemen ook actueel houden en onderhouden. Onze aannname op basis van expert judgement is dat de instandhoudingskosten jaarlijks 10% van de initiële investering bedragen.³⁹

Uitkomsten

- De aanschafkosten voor het systeem zijn geschat op € 800.000,- per schip⁴⁰
- Totale aanschafkosten voor ontwikkelpad 3 zijn geschat op € 1.000.000,-.⁴¹

³⁷ Daarnaast zijn ook investeringen aan boord van schepen nodig.

³⁸ De bandbreedte van de aanschafkosten ligt dan tussen de € 640.000,- en € 960.000,- per schip.

³⁹ Voorbeeld: een schip investeert in 2023 €1.000.000 om naar ontwikkelpad 3 te komen. We nemen in dit jaar, tot het einde van de zichtperiode, 10% instandhoudingskosten: €100.000.

⁴⁰ Voor een uitgebreide toelichting op de kosteninschatting, zie Bijlage 9

⁴¹ Aanschafkosten zijn bepaald voor een systeem om autonoom over rechte stukken te varen (à € 100.000,-), een systeem om autonoom bruggen en sluisen te passeren (à € 100.000,-) en de aanschafkosten voor een autonoom aan- en afmeer systeem (à € 800.000,-). Aanschafkosten zijn exclusief de onzekerheidsmarge.



- De aangeschafte technologieën dienen ook onderhouden te worden. Wij hanteren 10% van de initiële investering als instandhoudingskosten voor de binnenvaartondernemingen. Voor dit ontwikkelpad komt dit uit op € 100.000 per jaar.

3.4.4 Effecten op de vaartaken en de bedrijfsvoering

De inzet van de smart shipping toepassingen en de maatregelen op en rond het vaarwegennetwerk maken het volgende mogelijk:

- Autonom 24/7 varen (op specifieke trajecten)
- Autonom aanleggen bij kades (op specifieke locaties)

De bedrijfsvoering kan daarbij profiteren van de volgende baten:

- Allereerst worden systemen ingezet om automatisch te kunnen afmeren. Dit voorkomt dat binnenvaartondernemers moeten betalen om in 'kleine sluizen' hun schepen door sluisstewards vast moeten laten maken. Daarnaast wordt op het volledige vaarwegennet 24/7-bediening gerealiseerd. Momenteel zijn de bedieningstijden daar beperkt,⁴² bijvoorbeeld van 06:00 uur 's ochtends tot 22:00 uur 's avonds op de Zuidelijke en Westelijke Ringvaart van de Haarlemmermeer, van 06:00 tot 20:00 op het Winschoterdiep van 7:30 tot 17:00 op de Oude IJssel, van 7:00 tot 18:00 op het kanaal Almelo – de Haandrik. Door de bedieningstijden te verruimen, krijgen scheepvaartondernemingen de kans om investeringen sneller terug te verdienen omdat meer vaaruren gemaakt kunnen worden en schepen beter kunnen worden benut. Wel dient opgemerkt te worden dat venstertijden bij laad- en losplaatsen momenteel vaak een beperkende factor vormen.
- Een andere manier waarop kostenbesparing mogelijk is, vormt het introduceren van nieuwe vervoersconcepten. Daarbij moet gedacht worden aan duwbakconcepten zoals Watertruck+⁴³, waarbij op groot vaarwater de duwbakken in konvoeien van twee, vier of zes bakken vervoerd worden, en op kleiner vaarwater de duwbakken zelfstandig en autonoom, één voor één, naar hun laad/losplek varen.
- Ten slotte kunnen baten gerealiseerd worden als gevolg van het sneller doorvaren bij sluizen en kunnen brandstofbesparingen worden gerealiseerd.

3.5 Illustratie van de drie ontwikkelpaden aan de hand van drie representatieve reizen

Ter illustratie zijn de effecten van deze drie ontwikkelpaden voor de transporteconomie nagegaan aan de hand van de volgende drie representatieve reizen:

- Amsterdam - Eindhoven
- Rotterdam - Heerenveen
- Amsterdam - Maastricht

De beschrijvingen van deze representatieve reizen zijn opgenomen in Bijlage 7. Uit de representatieve reizen blijkt dat de mate waarin smart shipping wordt geïmplementeerd, verschilt per deel van het netwerk. Autonome scheepvaart lijkt uitsluitend mogelijk op vaarwegen met beperkte verkeersintensiteiten en een geringe nautische complexiteit, zoals de kanalen van het onderliggende vaarwegennet. Op het hoofdvaarwegennet verlichten smart shipping technologieën de vaartaak, maar blijft menselijke supervisie noodzakelijk. Dit maakt dat smart shipping technologieën niet op alle schepen toegepast zal worden.

⁴² Zie bedientijden <https://vaarweginformatie.nl/frp/main/#/page/downloads>

⁴³ <http://www.watertruckplus.eu/>



3.6 Aantal schepen per ontwikkelpad dat gebruik maakt van smart shipping toepassingen

3.6.1 Methodologie en uitgangspunten

Voor het bepalen van het economisch effect voor de totale vervoerseconomie, moeten we eerst kijken naar hoe de business case voor de individuele binnenvaartondernemer uitpakt. Wij maken hiervoor gebruik van het Basisreizenbestand Binnenvaart voor het jaar 2019.⁴⁴ Met behulp van de Kostentool binnenvaart ⁴⁵ en de routeringsmodule⁴⁶ (genoemd: Panteia binnenvaartmodel), ontwikkeld in het project uit 'Blauwe Golf Twentekanalen', zijn vaartijden, vaarafstanden en kosten per functieprofiel vastgesteld. Op basis van deze bestanden en tools heeft Panteia het "Panteia binnenvaartmodel" opgesteld. Op deze manier beschikken wij voor de hele Nederlandse binnenvaartvloot, per schip over:

- Eigenschappen van het schip (denk aan inzet, personele bezetting, etc.)
- Operationeel profiel van de gemaakte reizen.

Het Panteia binnenvaartmodel

Panteia heeft specifiek voor deze opdracht een model ontwikkelt dat het reizenprofiel en bijbehorende jaarlijkse exploitatie-overzicht van de Nederlandse actieve binnenvaartvloot genereert. De basis hiervoor vormen de reizenbestanden die Rijkswaterstaat ieder jaar samenstelt op basis van de IVS-Next registraties van schepen. Panteia heeft voor deze opdracht alle reizen geanalyseerd die in het jaar 2019 gemaakt zijn. Het reizenbestand omvat ongeveer 400.000 unieke reizen die de bewegingen van de voltallige Nederlandse binnenvaart bevatten. Deze reizen werden gemaakt door circa 2.500 actieve⁴⁷ Nederlandse motorschepen (vrachtvaart, geen duwbakken). Daarnaast zijn er nog een groot aantal Belgische, Duitse en Franse schepen opgenomen in de database. Ten behoeve van dit onderzoek zijn deze schepen buiten beschouwing gelaten.

De reizenbestanden bevatten voor ieder uniek schip een overzicht van alle reizen, inclusief kenmerken zoals het ingeladen gewicht, het type goederen dat vervoerd wordt en de herkomst en bestemming van goederen. Met onze eigen routeplanner zijn vervolgens de kosten per reis berekend. Daarbij zijn de kosten gespecificeerd naar kostenfunctie (kapitaalkosten voor het schip, reparatie & onderhoud, personeel naar functie (kapitein, stuurman, schipper, matroos, etc.), brandstofkosten en havengelden). Het model berekent de brandstofkosten afhankelijk van de gevaren route en de nautische omstandigheden. Zo zorgt een kilometer stroomopwaarts varen op de Waal voor meer brandstofverbruik dan het stroomafwaarts bevaren van dezelfde rivier. Het brandstofmodel is geijkt op meer dan 100.000 waarnemingen van echte binnenvaartschippers en komt met bandbreedtes van -10% à +40% overeen met de werkelijkheid. Deze grote onzekerheidsmarge houdt verband met de derdemachtsafhankelijkheid tussen snelheid en verbruik in de binnenvaart, en de onbekende factor 'tijdsdruk' die niet in het model te vatten is. Het verbruik wijkt daardoor veel gemakkelijker af naar boven, dan naar beneden.

Door alle reizen van een schip in een jaar te verzamelen krijgen wij een beeld van de totale exploitatieomstandigheden. Op basis van deze omstandigheden is de meest gunstige exploitatiewijze (dagvaart, semi-continue vaart of continue vaart) bepaald. Vervolgens zijn daar situaties waarin het schip wordt uitgerust met smart shipping

⁴⁴ <https://bivas.chartasoftware.com/Home/BIVASapplicatie/Handleiding/Gegevensbeheer/Reizenbestand>

⁴⁵ <https://www.rwseconomie.nl/kengetallen/kostentool-binnenvaart>

⁴⁶ Zie <https://app.4shipping.com/map> of <https://ontwikkel.dev.onderzoek.nl/main/demo?fw1pk=1>

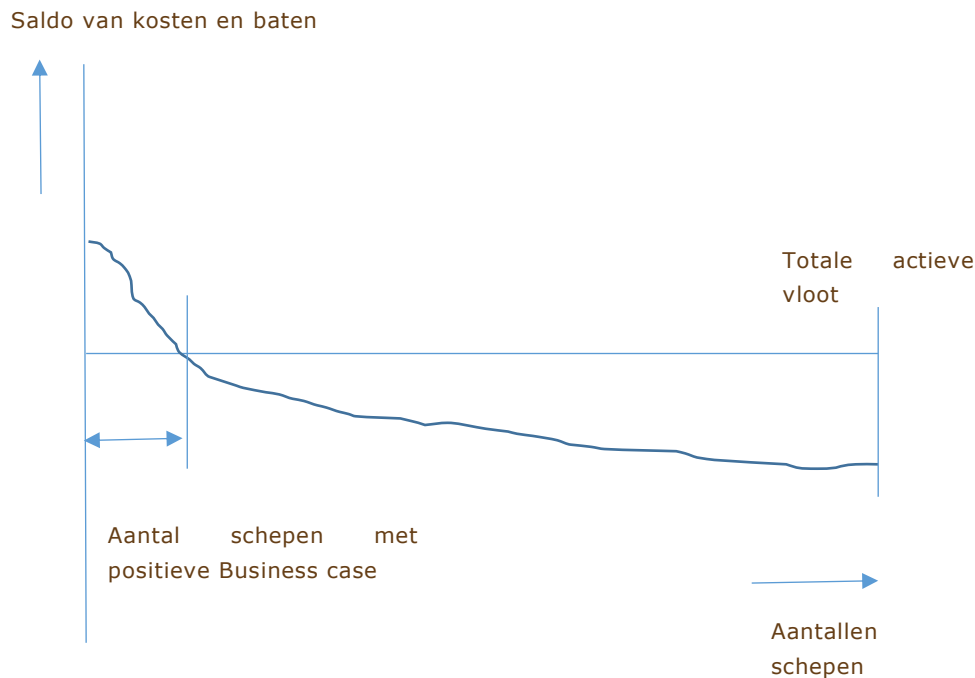
⁴⁷ Onder een actief schip wordt verstaan een schip dat gemiddeld één keer per twee weken een reis uitvoert.



systemen tegenover gezet. Hierbij maakt het schip extra kosten voor afschrijving van de smart shipping systemen, maar is het mogelijk te besparen op de bemanning (stuurman en/of matroos, op specifieke vaarwegen ook de kapitein) en brandstof. Bovendien is het mogelijk om ook efficiency verbeteringen bij bijvoorbeeld de passage van sluisen in te boeken: we weten immers hoeveel sluisen een schip passeert en hoe lang het schip er over doet om die sluisen te passeren. Deze efficiency baat uit zich in een hogere rentabiliteit, doordat meer reizen gemaakt kunnen worden.

Smart shipping toepassingen laten in alle ontwikkelpaden de transportkosten van de binnenvaart dalen. Gegeven de voordelen van Smart shipping toepassingen kunnen dan per schip de kosten (investeringskosten, operationele kosten) en de baten (besparingen, hogere efficiency) worden bepaald en tegen elkaar afgewogen. Zo kan op

Figuur 3-2 Schematisatie aantal schepen met en zonder financiële business case



individueel niveau per schip dat is opgenomen in het Reizenbestand worden nagegaan in hoeverre de businesscase sluit voor dat specifieke schip. Voor de analyse van de gemaakte reizen hebben wij gekozen voor het basisjaar 2019,⁴⁸ een recent jaar zonder specifieke (laagwater) omstandigheden. Figuur 3-2 schetst schematisch voor de hele vloot het verloop van de haalbaarheid van de businesscase, waarbij op de schepen een rangschikking is toegepast op basis van omvang van het saldo van kosten en baten. Er zijn schepen waarvoor geldt dat er (positieve) netto baten zullen zijn, alhoewel uit de figuur blijkt dat dit aandeel relatief gering is. Voor deze binnenvaartondernemers zijn investeringen in smart shipping aan te raden. Er zijn ook schepen waarvoor geldt dat de netto baten zeer klein of nihil zijn. Binnenvaartondernemers zullen in dit geval indifferent staan tegenover het toepassen van smart shipping systemen. Investeren of niet doet de netto baten niet veranderen. Ten slotte is er de categorie waarvoor geldt dat de netto baten negatief zijn, en voor wie het investeren in smart shipping

⁴⁸ Ten tijde van de analyse was dit het meest actuele databestand beschikbaar. Bovendien werd het bestand niet negatief beïnvloed door laagwater.



toepassingen onverstandig is. Deze ondernemers zullen zeer waarschijnlijk niet overstappen op de toepassing van smart shipping systemen.

Uitgangspunten bij het bepalen van de effecten voor de gehele transporteconomie is dat wanneer de businesscase bij een ontwikkelpad voor een schip haalbaar is, ervan wordt uitgegaan dat de investeringen ook daadwerkelijk plaats zullen vinden. En dat de hieruit voortvloeiende baten worden gerealiseerd. Door het sommeren van de netto baten over het deel van de vloot dat gebruik maakt van de mogelijkheden onder het ontwikkelpad, berekenen we vervolgens de netto baten voor de transporteconomie als geheel. Verdere achtergronden zijn opgenomen in Bijlage 8.

Vervolgens kunnen op basis van het operationeel profiel van de betrokken schepen ook de externe effecten worden berekend. In hoofdstuk 4 wordt hierop verder ingegaan.

3.6.2 *Uitkomsten per ontwikkelpad*

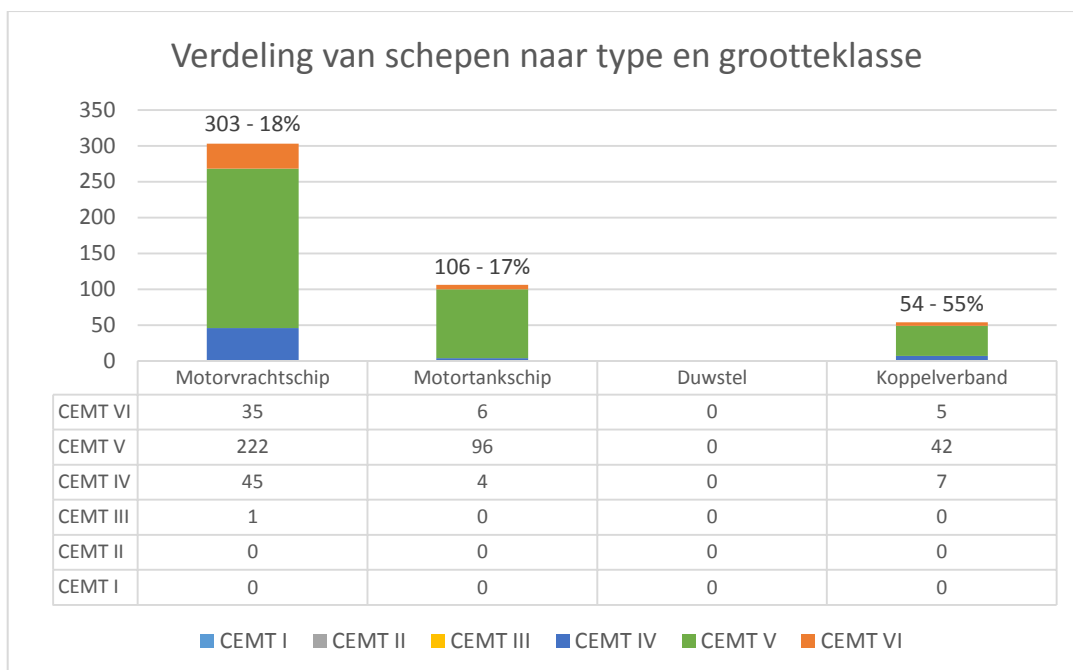
Opvolgende ontwikkelpaden, met toenemend aanbod van smart shipping systemen, maken meerdere businesscases mogelijk. Dit betekent dat er steeds meer keuzemogelijkheden ontstaan voor de binnenvaartondernemer. Hierna gaan we hier per ontwikkelpad dieper op in. We gaan daarbij in op de keuzemogelijkheden die er zijn, we laten zien hoe vaak gekozen wordt voor bepaalde smart shipping toepassingen en hoe de verschillende scheepsklassen vertegenwoordigd zijn. Ten slotte presenteren we de netto baten voor de transporteconomie als geheel door voor elk schip de specifieke netto baten te bepalen en over het totaal van schepen te sommeren. Meer achtergronden over de modelberekeningen zijn opgenomen in Bijlage 8.

Ontwikkelpad 1

- Bij de inzet van ontwikkelpad 1 is de afweging van de individuele binnenvaartondernemer: "doen" of "niets doen".
- Toetsing aan de hand van het Reizenbestand wijst uit dat 463 van de circa 2.500 schepen in het model overgaan tot het gebruik van de smart shipping toepassingen onder ontwikkelpad 1.
- Onderstaande figuur toont de onderverdeling van deze schepen naar klassen. Duidelijk zichtbaar is dat het merendeel van de schepen groter is dan 86 meter. Reden hiervoor is dat deze schepen vanuit **bemanningsregelgeving** verplicht zijn om een stuurman aan boord te hebben – naast een schipper en een (licht)matroos. Dit ontwikkelpad maakt het mogelijk om zonder stuurman te varen en dus is dit ontwikkelpad aantrekkelijk voor de grotere schepen. Motorvrachtschepen zijn hierin meer vertegenwoordigd dan motortankschepen, door het feit dat laatstgenoemde scheepscategorie vaker in semi-continu bedrijf geëxploiteerd wordt (de exploitatiewijze waarbij een stuurman niet verplicht is).



Figuur 3-3 Onderverdeling naar scheepsklasse met toepassingen ontwikkelpad 1



- Door de smart shipping toepassingen die in dit ontwikkelpad worden toegepast, dalen de transportkosten. Voor alle schepen die overgaan naar ontwikkelpad 1, zijn de positieve saldi van baten en kosten gesommeerd. De schepen die "niets doen" hebben hun oorspronkelijke exploitatiekosten behouden. Op basis van de modeluitkomsten, verwachten wij een daling van de transportkosten met 5,3% voor de gehele sector.

Illustratieve casus voor ontwikkelpad 1

Illustratief voor de ontwikkelingen in ontwikkelpad 1 zijn motorschepen uit CEMT-klasse Va. In bijlage 12 zijn een groot aantal illustratieve casussen beschreven. Hierbij lichten we de casus van 'schip' 1601 eruit, een motorvrachtschip van 110 meter lengte, 11 meter breedte en 3.000 ton groot.

Het schip heeft in 2019 64 reizen gemaakt en daarbij in totaal 78.000 ton goederen vervoerd. Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een continue (B) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De bemanningssamenstelling hierbij bestaat uit 2 schippers, 1 matroos en 1 lichtmatroos.

Het schip heeft in 2019 in totaal 23.000 kilometer gevaren – waarvan 882 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 1.913 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 229 m³ aan brandstof verstoekt.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen in smart shipping systemen aan boord van het schip(afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		69.577	69.577
Besparing brandstof		1.276	1.276
Totalen	-20.000	70.853	50.853

De belangrijkste besparing hierbij zit hem in de personeelskosten. Deze dalen door twee redenen:

- De besparingen op de stuurman die zeer significant zijn – bijna €60.000 per jaar;



- De mogelijkheid om met afstandsbediening op kanalen te kunnen varen (besparing schipper) – bijna 10.000 per jaar.

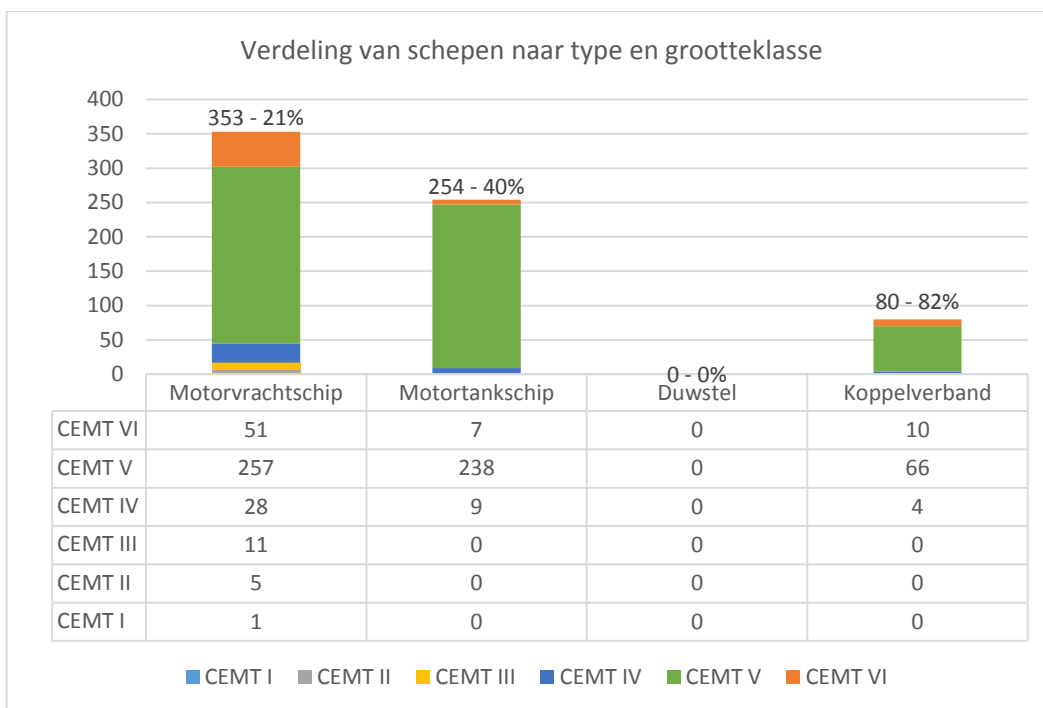
Ontwikkelpad 2

- Ontwikkelpad 2 bouwt qua investeringen voort op ontwikkelpad 1. De afweging voor de binnenvaartondernemer is dan driedelig:
 - Gebruik maken van alle mogelijkheden onder ontwikkelpad 2
 - Blijven bij de maatregelen, zoals onder ontwikkelpad 1
 - Niets doen
- Een relatief klein deel (14% - 67 stuks) van de 463 schepen die overgaan tot het gebruik van de smart shipping toepassingen onder ontwikkelpad 1 kiest ervoor om niet over te stappen naar de systemen in ontwikkelpad 2 (de aannahme o.b.v. een positieve businesscase). Het merendeel van de schepen, 396 schepen (gelijk aan 86%), doet dit echter wel. Zij stappen over van ontwikkelpad 1 naar 2. Uit de modelberekeningen voor de businesscase kan afgeleid worden dat daarnaast 291 binnenvaartschepen direct overgaan naar ontwikkelpad 2⁴⁹ (en die dus ontwikkelpad 1 overslaan). Het aantal schepen dat zich naar ontwikkelpad 2 ontwikkelt bedraagt edus 687; zie ook de onderstaande figuur.
- In ontwikkelpad 2 zullen 754 schepen in meer of mindere mate autonoom varen.
- Onderstaande figuur toont de onderverdeling van deze schepen naar klassen. Daarbij valt op dat smart shipping systemen nu ook interessanter worden voor kleinere schepen. De reden hiervoor is dat schepen kleiner dan 86 meter (CEMT IV en kleiner) doorgaans (in exploitatiemodus A1) kunnen volstaan met een bemanning die bestaat uit een schipper/kapitein en een matroos. Voor ontwikkelpad 1 gold dus dat er geen personele besparingen zijn te behalen; voor ontwikkelpad 2 zijn die er wel. Grotere schepen beschikken over een derde bemanningslid; in A1 vaart zijn dat een schipper/kapitein, stuurman en een matroos. Deze schepen kunnen dus van beide ontwikkelpaden profiteren.

⁴⁹ De investeringen uit ontwikkelpad 1 zijn voor die schepen echter ook nodig



Figuur 3-4 Onderverdeling naar scheepsklasse met toepassingen conform ontwikkelpad 2(n=687)



- Door de smart shipping toepassingen die in dit ontwikkelpad worden toegepast, zullen de transportkosten dalen. Wij berekenen een daling van de transportkosten met 8,7% ten opzichte van het referentiescenario.

Illustratieve casus voor ontwikkelpad 2

Illustratief voor de ontwikkelingen in ontwikkelpad 2 zijn motorschepen uit CEMT-klasse Va. In bijlage 12 zijn een groot aantal illustratieve casussen beschreven. Hierbij lichten we de casus van 'schip' 2044 eruit, een motorvrachtschip van 105 meter lengte, 10 meter breedte en 2.300 ton groot. Het schip heeft 57 reizen gemaakt en daarbij in totaal 68.000 ton goederen vervoerd. De exploitatiemodus is dagvaart (A1) en daarbij is een bemanningssamenstelling vereist bestaande uit één schipper, een stuurman en een matroos. Het schip heeft in 2019 in totaal 25 duizend kilometer gevaren – waarvan 586 kilometer op kanalen – en heeft daar naar schatting 2.164 uren voor gemaakt.

	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-280		-280
Besparing personeel		72.594	72.594
Besparing brandstof		1.111	1.111
Totalen	-40.280	73.705	33.425

Redenen waarom dit schip over gaat naar ontwikkelpad 2 zijn:

- De besparingen op zowel de stuurman (reeds in ontwikkelpad 1) als ook de matroos;
- De mogelijkheid om langdurig op kanalen volledig autonoom te kunnen varen.



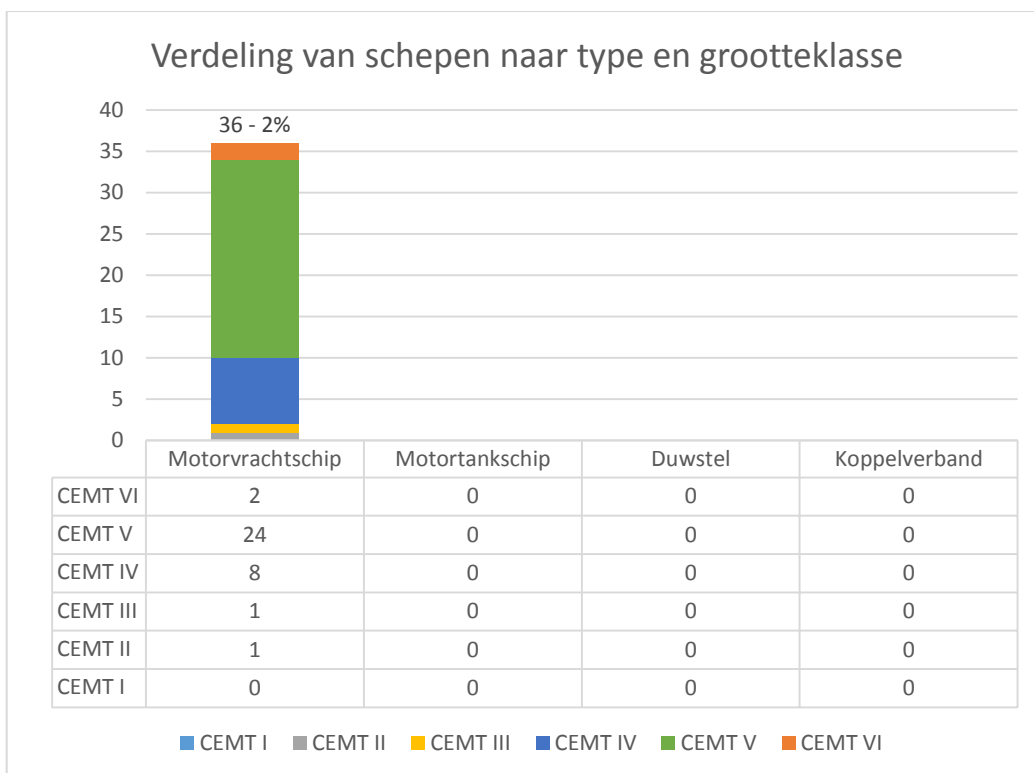
Ontwikkelpad 3

- Ontwikkelpad 3 bevat weer extra mogelijkheden ten opzichte van ontwikkelpad 2. Voor de binnenvaartondernemer bestaan er meerdere keuzemogelijkheden, namelijk:
 - Gebruik maken van alle mogelijkheden onder ontwikkelpad 3
 - Blijven bij de maatregelen, zoals onder ontwikkelpad 2
 - Blijven bij de maatregelen, zoals onder ontwikkelpad 1
 - Terugval vanuit ontwikkelpad 2 naar de maatregelen zoals onder ontwikkelpad 1, doordat in ontwikkelpad 3 de bijdrage vanuit de binnenvaartsector aan de sluisstewards significant hoger ligt.
 - Niets doen
- De opname in ontwikkelpad 3 is lager dan in ontwikkelpad 2. Dit komt vooral door de hogere kosten voor de sector aan de sluisstewards. In ontwikkelpad 3 zien wij dat geen enkele van de binnenvaartschepen ervoor kiest om vanuit ontwikkelpad 1 of slechts een beperkt aantal vanuit ontwikkelpad 2 (24 schepen) over te stappen naar het ontwikkelpad 3. Daarnaast zijn er 12 additionele schepen die direct overgaan naar ontwikkelpad 3. In ontwikkelpad 3 zullen 698 schepen in meer of mindere mate autonoom varen. In dit ontwikkelpad berekenen wij dat 36 schepen uitgerust zullen worden met de bij dit ontwikkelpad behorende smart shipping systemen. Voor 558 schepen blijft men bij de maatregelen als onder ontwikkelpad 2. Voor 104 schepen blijft men bij de maatregelen als onder ontwikkelpad 1.
- In dit ontwikkelpad worden meerdere maatregelen voorgesteld die telkens verschillend aangrijpen.
 - Het invoeren van 24-uurs bediening op alle vaarwegen raakt logischerwijs alle schepen. Het blijkt dat een kwart van de actieve Nederlandse vloot hier voordelen van gaat ondervinden.
 - In dit scenario wordt het ook mogelijk om met autonoom varende duwbakconcepten te gaan werken. Hierbij wordt een bestaand schip vervangen door een combinatie van duwbakjes. Op groot vaarwater worden deze bakjes gekoppeld vervoerd door een duwboot. Op kleiner vaarwater varen de bakjes zelfstandig naar de eindbestemming. In totaal gaat om 36 bestaande schepen die zullen worden vervangen door slimme duwbakconcepten, die een lopende-band systeem zullen vormen tussen laad- en losplek.
 - Voor andere schepen loont het niet om over te gaan tot duwbakconcepten.

De voordelen van het in konvooi kunnen varen op de grote vaarwegen, wegen niet op tegen de nadelen van de extra kosten (aanschaf bakken). De schepen die aangepast gaan worden met Smart Docking Systems, zijn grote motorvrachtschepen, motortankschepen en koppelverbanden. Bij deze schepen loont dit, doordat ze vanwege de lange afstanden die ze afleggen, veel sluisen moeten passeren. Kleinere schepen, die veelal binnenlands varen, passeren minder sluisen. De baten van een smart docking system zijn dan ook beperkt. De onderstaande figuur laat zien hoe de verdeling van de scheepsklassen uitwerkt voor de schepen die zich naar ontwikkelpad 3 ontwikkelen.



Figuur 3-5 Onderverdeling naar scheepsklasse met toepassingen ontwikkelpad 3 (verbouw en nieuwbouw)



- Door de smart shipping toepassingen die in dit ontwikkelpad worden toegepast zullen de transportkosten dalen met 9,0% ten opzichte van de referentiesituatie.

Illustratieve casus voor ontwikkelpad 3

Illustratief voor de ontwikkelingen in ontwikkelpad 3 zijn motorschepen uit CEMT-klasse Va. In bijlage 12 zijn een groot aantal illustratieve casussen beschreven. Hierbij lichten we de casus van 'schip' 1916 eruit, een motorvrachtschip van 110 meter lengte, 11.4 meter breedte en 3.006 ton groot. Het schip heeft 236 reizen gemaakt en daarbij in totaal 221.791 ton goederen vervoerd. De exploitatiemodus is continu (B). De bemanningssamenstelling hierbij bestaat uit 2 schippers, 1 stuurman en 2 matrozen. Het schip heeft in 2019 in totaal 29.486 kilometer gevaren – waarvan 478 kilometer op kanalen en heeft 704 sluisen moeten passeren. In totaal heeft het schip daar naar schatting 2.048 uren voor gemaakt.

	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-100.000
Onderhoudskosten	-100.000		-100.000
Sluis stewards (niet benodigd door autonoom afmeren)	0		0
Besparing personeel		266.434	266.434
Besparing brandstof		1.061	1.061
Efficiëntie winst door sneller afmeren		155.687	155.687
Totalen	-200.000	423.182	223.182

Redenen waarom dit schip over gaat naar ontwikkelpad 3 zijn:

- De besparingen op zowel de stuurmannen als de matroos, die in totaal optellen tot €266.434.



- Efficiëntie bij het aan- en afmeren bij het laden/lossen (2 maal per reis, 472 keer in totaal, 15 minuten per keer) en het passeren van sluisen (704 stuks, 15 minuten per keer). Deze efficiëntiewinst komt overeen met een extra omzet voor dit schip van € 155.687.

3.6.3 Samenvattend overzicht opname smart shipping in de vloot per ontwikkelpad

In onderstaande samenvattende tabel wordt per ontwikkelpad aangegeven hoeveel schepen (semi-) autonoom zouden varen, afgaand op de haalbaarheid van de business case.

	Ontwikkelpad 1	Ontwikkelpad 2	Ontwikkelpad 3
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 1	463 (19%)	67 (3%)	104 (4%)
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 2	0	687 (28%)	558 (23%)
Aantal schepen met eindniveau ontwikkelpad 3	0	0	36 (1%)
Totaal	463 (19%)	754 (31%)	698 (28%)

Tabel 3 Aantal schepen per ontwikkelpad inclusief uitsplitsing naar eindniveau

Opvallend is dat het aantal schepen met eindniveau 1 in ontwikkelpad 3 hoger ligt dan bij ontwikkelpad 2. Dit heeft te maken met de kosten voor de sluisstewards. In ontwikkelpad 2 kunnen binnenvaartondernemers tegen € 20 per uur gebruik maken van deze service. In ontwikkelpad 3 wordt kostendekking van de service nagestreefd. De retributie is bepaald door het totale bedrag dat aan sluisstewards wordt uitgegeven te delen door het aantal sluispassages van schepen dat in ontwikkelpad 2 zich ontwikkelt tot niveau 2. Daardoor nemen de kosten voor deze service met (ongeveer) een factor 3 toe en wordt voor een behoorlijk aantal schepen de businesscase onhaalbaar. Hierdoor vallen ze terug naar ontwikkelpad 1, of zelfs naar de referentiesituatie.



4 Effecten en economische analyse

In dit hoofdstuk worden de economische effecten bijeengebracht en vindt de analyse van de resultaten plaats. Daarbij besteden we naast het overall beeld ook aandacht aan de verdeling van de baten en de kosten voor de deel-economieën.

4.1 Methodiek

De totale economische impact kan worden bepaald door het sommeren van de effecten op de deel-economieën, aangevuld met de externe effecten. Het gaat hier dus om:

- De kosten voor de transporteconomie
- De effecten op de overheidseconomie (investeringen en operationele kosten)
- De baten voor de transporteconomie op basis van de gesommeerde baten voor de hele vloot.
- De effecten op de realisatie-economie (werkgelegenheid)
- Externe effecten (klimaat, luchtverontreiniging e.d.)

Voor de kosten en de baten voor de transporteconomie wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de gesommeerde businesscases uit hoofdstuk 3. De externe effecten worden afgeleid vanuit brandstofbesparingen in de binnenvaart.

Om de totale economische impact te bepalen wordt tevens uitgegaan van de volgende, meer algemene, uitgangspunten. Specifieke aannames worden hierna bij de desbetreffende onderdelen behandeld.

Tijdwaaarde van geld

Bij het bepalen van de economische impact moet er rekening mee gehouden worden dat baten en kosten op verschillende momenten in de tijd vallen. Om hier op een correcte manier rekening mee te houden worden bedragen gediscoteerd. Bij het disconteren speelt de discontovoet een belangrijke rol. Het Steunpunt Economische Expertise RWS schrijft voor dat er een verschillende discontovoet geldt voor investeringskosten, natuureffecten en reistijdwinst.⁵⁰ Wij maken voor de berekeningen gebruik van deze benadering. In Bijlage 10 is een verdere toelichting opgenomen bij de gebruikte methode voor het disconteren.

Tempo van opname van smart shipping toepassingen

Er vindt een geleidelijke opname van de technologieën door de binnenvaartvloot plaats. De waarden die eerder in hoofdstuk 3 zijn berekend kunnen gezien worden als het **totale potentieel**. In dit onderzoek is gekozen voor een lineaire ingroei naar het maximum potentieel over een periode van 8 jaar. Dit is doorgaans gelijk aan de geldigheidsduur van de Certificaten van Onderzoek (CvO) van de binnenvaartschepen. Bij het verlopen van de CvO vindt een keuring plaats, door klassenbureaus of erkende instituten. Voorafgaand aan deze keuringen worden de schepen veelal gemoderniseerd, om te voldoen aan de dan geldende eisen.

Monetariseren van emissiebatnen

Voor de externe effecten houden wij rekening met baten die smart shipping heeft als gevolg van de emissiereductie van de volgende stoffen:

- Koolstofdioxide (CO₂)
- Stikstofoxiden (NO_x)
- Fijnstof

⁵⁰ <https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>



Voor het moneteriseren van emissiebatens is gebruik gemaakt van de Kentallen Leefomgeving van Rijkswaterstaat.⁵¹ Daarbij zijn de volgende waarden gebruikt:

	Prijs per ton tot 2030	Prijs per ton na 2030
Koolstofdioxide	€ 48	€ 80
Stikstofoxiden	€ 34.700	
Fijnstof⁵²	€ 62.050	

Tabel 4 Monetarisering emissies

Voor het verloop van de baten in de tijd houden wij rekening met een autonome afname van de emissies in de tijd door de introductie van schonere scheepsmotoren (Stage V i.p.v. CCR 2), alternatieve aandrijfliijnen (diesel-elektrisch, batterij-elektrisch, waterstof) en alternatieve brandstoffen (HVO, GTL, LNG), mede door een aanscherping van regelgeving. Deze uitgangspunten zijn verwerkt in een 'uitgroeipad' voor emissies.

Mogelijk is er ook sprake van veiligheidsbaten door minder ongevallen. Hiermee worden slachtoffers, materiële schade en niet-beschikbaarheid van vaarwegen vermeden. Veiligheidsbaten kunnen echter niet worden gemonetariseerd zonder meer detailinformatie over de daadwerkelijke afname van het aantal ongevallen.

Groei van het goederenvervoer

De prognoses die in deze studie gebruikt zijn, zijn gemaakt met het strategische goederenvervoermodel BasGoed. Deze referentieprognoses bevatten al het beleid en ontwikkelingen die op basis van de huidige besluiten en inzichten zullen plaatsvinden. Het model maakt tevens gebruik van de WLO omgevingsscenario's voor de toekomstjaren. BasGoed neemt de huidige ontwikkelingen rond de gevolgen van Covid-19 niet mee in de prognoses. Dat betekent dat, zeker voor de eerste jaren na 2020, de prognoses te optimistisch zullen zijn. Daarom hebben wij er voor gekozen om uit te gaan van de prognoses gebaseerd op het WLO-laag scenario (gemiddeld 1,0% groei per jaar naar 2050 toe). Voor de binnenvaart betekent dat een groei van de ladingvolumes met uiteindelijk 9,1%. Deze groei beïnvloedt zowel de transportkostenbaten als de modal shift baten. In bijlage 6 wordt dieper ingegaan op het gebruik van BasGoed en de WLO scenario's.

Als de groei lager uitvalt, nemen de baten als gevolg van smart shipping af. Neemt de groei toe, dan nemen ook de baten voor smart shipping toe.

Tijdshorizon van de analyse

Ten slotte is uitgegaan van een tijdshorizon van de analyse tot 2050. Het basisjaar is 2021; investeringen in smart shipping maatregelen aan de wal kant worden verondersteld plaats te vinden in 2021 en 2022, instandhoudingskosten hiervoor lopen vanaf 2023. Afhankelijk van het opnametempo van smart shipping door de binnenvaartvloot worden vanaf 2023 de investeringen in de schepen gedaan en worden ook de baten gerealiseerd.

Als de investeringen vanuit de overheid in systemen die Smart Shipping moeten ondersteunen langzamer geïntroduceerd worden, neemt naar verwachting het

⁵¹ <https://www.rwseconomie.nl/kengetallen/kengetallen-leefomgeving>

⁵² Hierbij is de voor de binnenvaart aangenomen dat 50% van de fijnstof bestaat uit ultrafijnstof en 50% uit fijnstof.



rendement van smart shipping investeringen af. Er is immers minder tijd om de investeringen terug te verdienen.

4.2 Ontwikkelpad 1

4.2.1 Kosten binnenvaartondernemingen

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

In ontwikkelpad 1 wordt gebruik gemaakt van diverse vaartaak ondersteunende systemen. Deze systemen zijn niet in staat om te communiceren tussen wal en/of kade en schip. Meer informatie over deze systemen is terug te vinden in paragraaf 3.2 van dit rapport. We gaan uit van de investeringskosten, zoals daar zijn vermeld: per schip gemiddeld € 100.000 en jaarlijks 10% van de investeringskosten als instandhoudingskosten (€ 10.000).

Uitkomsten

Investeringskosten

In totaal maken 463 schepen gebruik van ontwikkelpad 1. Wij gaan er van uit dat binnenvaartondernemers over een periode van acht jaar de benodigde aanpassingen aan hun schepen gaan doen.

Dat betekent dat er in de periode van 2023 tot 2030 gemiddeld 58 schepen per jaar geschikt gemaakt worden voor Smart Shipping in dit ontwikkelpad. De jaarlijkse investeringskosten vanuit de binnenvaart bedragen daarmee € 5,8 miljoen per jaar; in totaal komt dit neer op € 46,3 miljoen over de gehele periode.

Instandhoudingskosten

Bij het berekenen van de instandhoudingskosten moet rekening gehouden worden met het bovengenoemde opnamepad. Jaarlijks besteden binnenvaartondernemingen 10% van de initiële investering in Smart Shipping technologieën aan zaken zoals onderhoud, updates van software, hardware en firmware, etcetera. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 463 schepen neer op € 4,6 miljoen per jaar.

Echter, tot 2030 moeten we rekening houden met de ingroei, die start vanaf 2023.

- In 2023 rekenen we reeds 12,5% van de uiteindelijke kosten mee: € 0,6 miljoen
- In 2024 gaat het om 25% van de uiteindelijke kosten; € 1,2 miljoen;
- ...
- In 2029 gaat het om 87,5% van de uiteindelijke kosten; € 4,1 miljoen
- In 2030 gaat het om 100% van de uiteindelijke kosten; € 4,6 miljoen.

In totaal komt dit neer op € 113,4 miljoen aan instandhoudingskosten in de periode 2023-2050.

4.2.2 Kosten overheid

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

Voor de smart shipping systemen onder ontwikkelpad 1 zijn maatregelen nodig op de schepen, maar ook aan de wal kant moeten randvoorwaarden worden ingevuld. Wij veronderstellen dat de hiervoor benodigde uitgaven door de overheid worden gedaan. Het gaat daarbij om de volgende aspecten die we hierna kort toelichten. De uitgaven voor de overheidseconomie bestaan uit investeringen en uitgaven voor jaarlijks



onderhoud en worden geconcretiseerd op basis van de kosten van vergelijkbare projecten/activiteiten. Op deze manier kan een orde-grootte schatting gedaan worden.

Accurate/actuele vaarwegkaarten

- Voor autonome scheepvaart op eenvoudige vaartrajecten zijn accurate en actuele vaarwegkaarten benodigd. Deze kaarten moeten actueel worden gehouden met scheepvaartverkeerstekens en actuele informatie aangaande waterstanden en beschikbaarheid van vaarwegen (BaS). Hiervoor zijn twee kleine gespecialiseerde meetschepen vereist, die hiervoor continu worden ingezet.
- De kosten die hiermee gemoeid zijn worden geschat op eenmalig € 5,0 miljoen, en vervolgens een jaarlijkse actualisatie à € 250.000. Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 7,0 miljoen voor de jaarlijkse actualisaties.

100% ("voldoende") dekking van mobiel internet op de vaarwegen.

- Snelle digitale communicatie met walsystemen is voor smart shipping systemen een vereiste. Wij gaan voor een adequate toepassing van smart shipping er van uit dat een mobiele stabiele betrouwbare breedbandige verbinding nodig is. Telecomproviders richten zich op basis van hun markten vooral op plaatsen met een hoge bevolkingsdichtheid. Dit betekent dat voor de binnenvaart het netwerk lacunes kent. We gaan er van uit dat hierdoor in aanvulling hierop, extra zendmasten geplaatst dienen te worden.
- De kosten die hiermee gemoeid zijn worden geschat op € 25,0 miljoen. De instandhoudingskosten zijn becijferd op 10% van de initiële investering per jaar. Dat komt neer op € 2,5 miljoen per jaar. Tot en met 2050 betekent dat € 70,0 miljoen aan instandhoudingskosten. Hoewel het niet evident is dat de overheid de instandhoudingskosten van de stations draagt, zal iemand er voor moeten zorgen dat de stations functioneren. Daardoor is dit als kost voor de overheid opgenomen, maar het kan evenzozeer een kostenpost zijn die door de telecomprovider wordt gedragen.

Informatie ontsluiting, landelijk, zodat informatie in een keer gebruikt kan worden.

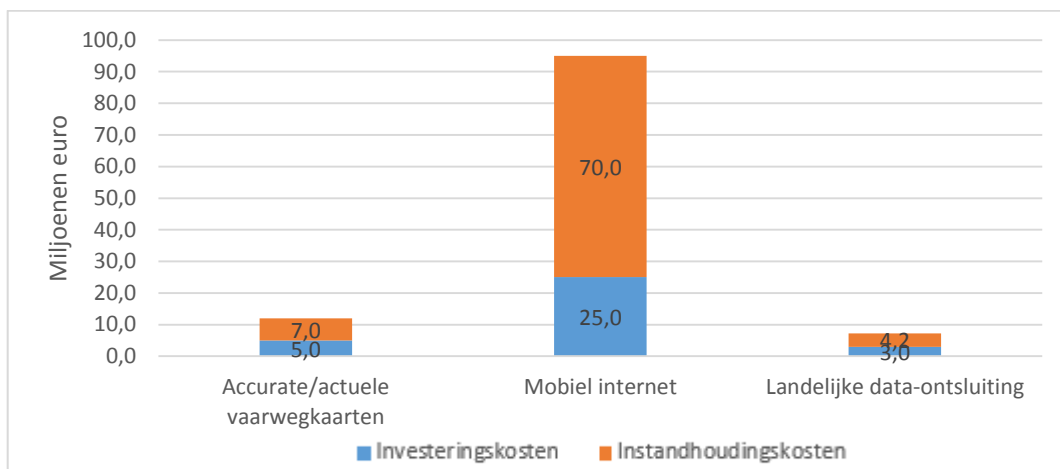
- Binnen Nederland bestaan een groot aantal vaarwegbeheerders en waterautoriteiten. Al deze instanties beschikken over gegevens over vaarwegen en waterniveaus. Voor een adequate werking van smart shipping dienen deze gegevens op een uniforme wijze te worden ontsloten.
- De kosten die hiermee gemoeid zijn worden geschat op € 3,0 miljoen investeringskosten en € 150.000 per jaar voor onderhoud (5% omdat het software betreft). Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 4,2 miljoen aan instandhoudingskosten.

Uitkomsten

In totaal bedragen de totale benodigde uitgaven voor ontwikkelpad 1: € 114,2 miljoen, investeringen en instandhoudingskosten t/m 2050 (niet gediscoteerd). De investeringskosten bedragen € 33,0 miljoen, de instandhoudingskosten € 81,2 miljoen. Onderstaande figuur toont de verdeling van de kosten naar te nemen maatregel door de overheid.



Figuur 4-1 Investerings en instandhoudingskosten ontwikkelpad 1



4.2.3 Baten binnenvaartondernemingen

Beschrijving baten - uitgangspunten en aannames

In de transporteconomie worden in ontwikkelpad 1 baten gerealiseerd door lagere transportkosten als gevolg van:

- reductie arbeidskosten door minder eisen aan omvang (en opleidingsniveau) van de bemanning: besparing op stuurmannen;
- reductie brandstofkosten door efficiënter varen.

Doordat er besparingen gerealiseerd worden op arbeidskosten, vermindert ook de hoeveelheid belastinginkomsten van de overheid. Wij ramen dit op 10%. Deze aanname is gebaseerd op de hoeveelheid inkomstenbelasting die een fulltime werkende stuurman betaalt. Voor het salaris van de volmatroos verwijzen wij naar de loontabellen binnenvaart.⁵³

Uitkomsten

Als gevolg van de smart shipping toepassingen in dit ontwikkelpad, zullen de transportkosten dalen (besparing op de personeels- en de brandstofkosten). Wij berekenen aan de hand van de gesommeerde businesscases een daling van de totale transportkosten voor de binnenvaart met 5,3%. Dit komt overeen met een jaarlijkse daling van € 54,8 miljoen bij een volledige implementatie voor de totale binnenvaart in Nederland door Nederlandse schepen (dus na 8 jaar). Omdat de opname van smart shipping toepassingen geleidelijk plaats vindt over de tijd, vindt ook een ingroei naar dit bedrag plaats:

- In 2023 wordt slechts 12,5% van de 54,8 miljoen euro gerealiseerd als baat.
- In 2024 wordt 25,0% van de 54,8 miljoen gerealiseerd als baat.
- ...
- In 2029 gaat het om 87,5% van de 54,8 miljoen euro.
- In 2030 gaat het om 100% van de 54,8 miljoen euro.

Na 2030 blijft de baat telkens € 54,8 miljoen bedragen. In totaal bedraagt de baat vanaf 2023 t/m 2050: € 1.343,0 miljoen euro (niet gediscoteerd) als we geen rekening houden met de groei van het transportvolume. Doen we dat wel, dan ontstaat een baat

⁵³ <https://www.binnenvaart.nl/nieuws/277-loontabel-1-januari-2021>



van € 1.416,6 miljoen euro. In Bijlage 6 staat een toelichting bij de economische groeiscenario's en zijn de jaar-op-jaar groeicijfers van de volumes weergegeven.

Bovengenoemde getallen representeren het saldo van kosten en baten voor binnenvaartondernemingen. De baten ontstaan uit besparingen op personeel en brandstof (€ 1.576,4 miljoen), daar tegenover staan investeringskosten (€ 46,3 miljoen; zie §4.2.1) en instandhoudingskosten (€ 113,4 miljoen; zie §4.2.1).

4.2.4 Baten aan de scheepsbouwzijde

Beschrijving baten - uitgangspunten en aannames

Smart shipping initiatieven leiden tot beperkte effecten voor de scheepsbouwsector. Deze effecten hangen nauw samen met de opname van systemen door de binnenvaartsector. Hoe meer schippers overstappen op één of meerdere smart shipping systemen, des te groter zijn de effecten op de scheepsbouwsector en haar toeleverende industrie. In deze studie worden alleen de werkgelegenheidseffecten van smart shipping systemen op de realisatie-economie meegenomen. Een drietal effecten worden vervolgens uitgelicht.

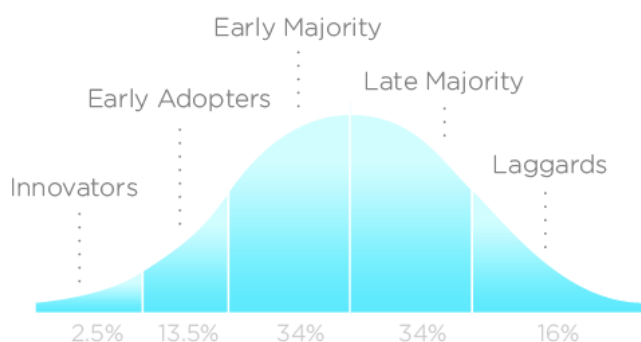
1. Toenemende vraag naar smart shipping systemen en onderhoud

Als gevolg van smart shipping wordt een schip als product complexer. Om moderne technologieën te kunnen gebruiken, is meer hard- en software nodig aan boord om moderne technologieën te kunnen gebruiken. Doordat meer eigenaren van schepen complexere producten willen, leidt dit tot een toegenomen vraag naar dergelijke producten. Dit zal tot een (zeer) kleine, tijdelijke toename leiden van werkgelegenheid bij de toeleveranciers. Op het moment dat alle schepen de benodigde applicaties aan boord hebben, zal de tijdelijke toename van werkgelegenheid weer opdrogen. Op basis van de modeluitkomsten worden werkgelegenheidseffecten ingeschat.

Deze extra werkgelegenheid die zich aandient zal ongeveer de lijn volgen van de "innovation adoption lifecycle" (zie onderstaande figuur). We bevinden ons nu in de Innovators fase. De verwachting is dat tot ongeveer 2030 de vraag zal toenemen en dus de vraag naar werkgelegenheid. Daarna stabiliseert de markt en zal de vraag naar extra werknemers vervallen. Er zijn dan geen werknemers meer nodig die systemen bouwen. Wel zal er vraag blijven naar werknemers die de reeds geplaatste systemen kunnen onderhouden.



Figuur 4-2 "Innovation Adoption Lifecycle"⁵⁴

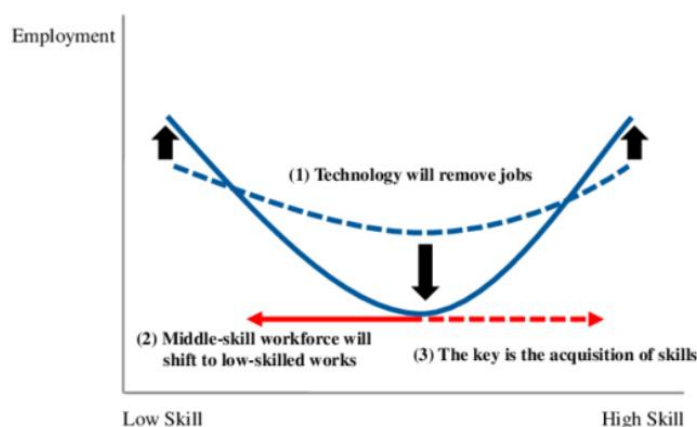


2. Vraag naar ander type banen

Naast een tijdelijke toename van werkgelegenheid, zal de extra vraag naar smart shipping systemen ook leiden tot een vraag naar personeel met een andere achtergrond, bijvoorbeeld in de ICT en AI technologieën. Er ontstaat vraag naar andere kennis en kunde.

De onderstaande figuur laat (ter illustratie) zien hoe het type arbeid verandert door de huidige zogenaamde "Fourth Industrial Revolution". Middle-skilled banen worden vervangen door deels low-skilled en door deels high-skilled banen. Voor deze laatste moet men de juiste mensen aantrekken. Het is dus niet zozeer een toename van het aantal medewerkers, maar een verschuiving naar medewerkers met andere kennis en kunde.

Figuur 4-3: Verandering in type banen in de Fourth Industrial Revolution⁵⁵



3. Toename werkgelegenheid in R&D fase als gevolg van smart shipping toepassingen

Vivarelli (2015) laat de twee kanten van innovatie zien in de onderstaande figuur: aan de ene kant neemt het aantal banen toe door R&D (productinnovatie), aan de andere

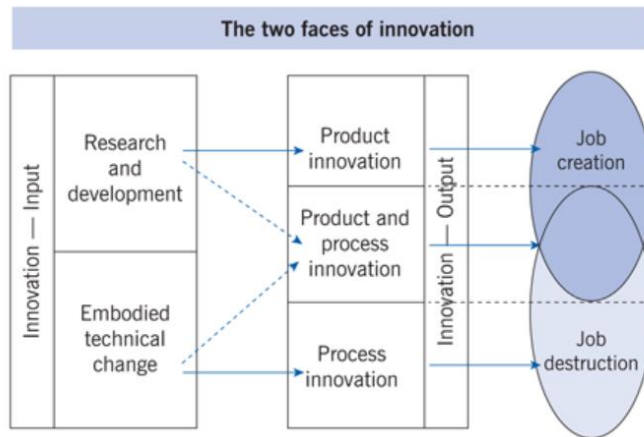
⁵⁴ Majchrzak, Marek and Stilger, Lukasz (2015). Experience Report: Introducing Kanban Into Automotive Software Project

⁵⁵ Park, Hang. (2017). Technology convergence, open innovation, and dynamic economy. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 3. 10.1186/s40852-017-0074-z.



kant neemt het aantal banen uiteindelijk af, doordat de verandering in technologie overvloedig in de gangbare, standaard manier van productie (procesinnovatie).

Figuur 4-4 De twee kanten van innovatie; hoe product- en procesinnovatie werkgelegenheid beïnvloeden⁵⁶



In het geval van smart shipping toepassingen gaat het voornamelijk om productinnovatie en niet zozeer om procesinnovatie en zal er dus voornamelijk sprake zijn van een toename in research en development banen. De verwachte toename in werkgelegenheid is echter (zeer) beperkt.

Voor het bepalen van de baten voor de scheepsbouwindustrie zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:

- Het totaal aantal schepen waarop een systeem installeert wordt, bedraagt 463.
- Systemen worden gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd.
- Wij veronderstellen dat elk jaar bij 12,5% van de schepen een systeem geïnstalleerd wordt.
- De omzet per werkzame persoon bedraagt € 360.000,-.⁵⁷

Uitkomsten

1. Toenemende vraag naar smart shipping systemen en onderhoud

In ontwikkelpad 1 zal op 463 schepen een smart shipping systeem geïnstalleerd worden. De systemen zullen gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd worden. Dit betekent dat op jaarbasis ongeveer 58 schepen met een smart shipping systeem worden uitgerust. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 100.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 5,8 miljoen (58 schepen * € 100.000,-). Om het aantal benodigde FTE te berekenen maken we gebruik van de omzet per werkzame persoon. Deze is geschat op € 360.000,- per persoon per jaar. Om jaarlijks 58 schepen van een smart shipping systeem te voorzien zijn circa 16 FTE nodig.⁵⁸

De geplaatste systemen zullen onderhouden moeten worden en hiervoor zijn werknemers nodig. In de periode waarin de systemen geplaatst worden (2023 - 2030), zal het aantal benodigde werknemers toenemen van 2 FTE in 2023 tot 13 in 2030. Vanaf 2030 zal de vraag naar onderhoud constant zijn en zijn 13 FTE nodig om de systemen te onderhouden.

⁵⁶ Vivarelli (2015). Innovation and employment.

⁵⁷ Zie Bijlage 2, formule 3

⁵⁸ $Werkgelegenheid = ((463 \text{ schepen} / 8 \text{ jaar}) * €100.000) / €360.000 \text{ per wzp} = 16 \text{ FTE}$



2. Vraag naar ander type banen

Naast een kleine toename van werkgelegenheid, zal de extra vraag aan smart shipping systemen ook leiden tot een vraag naar personeel met een andere achtergrond, bijvoorbeeld in de ICT en AI technologieën. Er ontstaat een beperkte vraag naar andere kennis en kunde.

3. Toename werkgelegenheid in R&D fase als gevolg van smart shipping toepassingen

Zoals hierboven aangegeven leiden smart shipping toepassingen voornamelijk tot productinnovatie. De verwachte impact op de werkgelegenheid is dan ook (zeer) beperkt.

Onderstaande tabel vat samen wat de drie effecten aan de scheepsbouwzijde voor de binnenvaartsector betekenen (en dus niet voor de gehele maatschappij) door de richting van het effect te benoemen en het karakter van het werkgelegenheidseffect in de tijd.

Effect	Effect op	Tijdelijk
Toename werkgelegenheid door toename vraag smart shipping toepassingen	Circa 16 FTE	Tijdelijk
FTE als gevolg van onderhoud	2023- 2030: circa 2 –13 Vanaf 2030: circa 13	Tijdelijk Langere termijn
Vraag naar ander type banen	Blijft gelijk (0)	Langere termijn
Toename werkgelegenheid in R&D fase door shipping toepassingen	Toename (+)	Tijdelijk

Tabel 5 Effecten scheepsbouwzijde

4.2.5 Externe effecten

Beschrijving baten - uitgangspunten en aannames

- Als gevolg van de smart shipping systemen zal daarnaast het energieverbruik van binnenschepen dalen. De effecten op het brandstofverbruik zijn berekend aan de hand van de veronderstelling dat smart shipping er voor zorgt dat schepen die met deze technieken worden uitgerust, 2% minder brandstof (expert inschatting) verbruiken.
- Er bestaat een vrijwel één-op-één relatie tussen het brandstofverbruik en de CO₂-emissie van een schip.⁵⁹
- De totale emissie van Nederlandse binnenvaartschepen bedraagt ongeveer 1,9 Mton CO₂ per jaar.⁶⁰
- Het totale effect op de emissie van CO₂ wordt geschat door de fractie aan Nederlandse schepen die met smart shipping technologieën wordt uitgerust te vermenigvuldigen met de brandstofbesparing en de totale emissie van Nederlandse schepen.
- De bespaarde hoeveelheid brandstof is met behulp van de emissiefactor voor CCR2-motoren omgezet naar een besparing voor stikstofoxiden (NO_x) en fijnstof.
- Als gevolg van doelstellingen van de Nederlandse overheid (Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens) en de Centrale Rijnvaartcommissie, zal het emissieniveau

⁵⁹ De enige onbekende hierbij is het brandstoftype dat gebruikt wordt. Enkele schepen varen op LNG, en er is ook een kleine fractie dat vaart met GTL. Ook zijn er schepen die gebruik maken van HVO.

⁶⁰ Panteia (2019), Energietransitie- en rekenmodel voor de binnenvaart



van de binnenvaart afnemen. Schepen gaan naar mate de tijd verstrijkt in toenemende mate gebruik maken van zero-emissie oplossingen. In de toelichting op de emissiebaat is aangegeven hoe dit 'uitgroeipad' er uit ziet. Het een en ander heeft tot gevolg dat de baten die voortvloeien uit brandstofverbruik-besparingen, over de tijd minder worden en tegen 2050 (zero-emissie binnenvaart) zelfs nul zullen zijn.

- Door de verlaagde transportkosten vindt ook een modal shift effect plaats. Op basis van kentallen⁶¹ is berekend dat bij een daling van de transportkosten in de binnenvaart met 5,3%, het vervoerde volume met 1,8% zal toenemen. Het gaat hier om 5,4 miljoen ton op jaarbasis dat niet meer over de weg gaat. Dit komt naar schatting overeen met 1.260 miljoen ton vermeden kilometers vrachtovervoer over de weg.

Uitkomsten

- De berekende besparing op CO₂ bedraagt 9.906 ton per jaar. Dit is ongeveer 0,5% van de totale emissie van de Nederlandse binnenvaart. Tevens is berekend dat de emissie van luchtvervuilende stoffen zoals stikstofoxiden en fijnstof, daalt met respectievelijk 119 en 133 ton per jaar.
- Rekening houdend met een autonome ontwikkeling rond de verschoning en verduurzaming van de binnenvaart zorgen de vermeden emissies van CO₂, NO_x en fijnstof in totaal een baat op van € 180,7 miljoen euro (ongedisconteerd). Daarbij geldt dat de meeste baten het gevolg zijn van minder luchtvervuiling (NO_x, fijnstof).
- De baat die ontstaat als gevolg van modal shift levert in totaal € 63,9 miljoen (ongedisconteerd) op.
- De totale baat voor externe kosten bedraagt daarmee € 244,6 miljoen.

4.2.6 Economische impact ontwikkelpad 1

Overzicht kosten en baten

Onderstaande tabel toont de investerings- en instandhoudingskosten van alle maatregelen in de periode van 2021 t/m 2050. De tabel bevat ongedisconteerde kosten en baten in miljoenen euro's, exclusief BTW.

Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-46,3	-113,4	1.576,4	1,416,6
Effecten overheid	-33,0	-81,2		-114,2
Externe effecten			244,6	244,6
Saldo	-79,3	-194,6	1.821,0	1,547,1

Tabel 6 Saldo van ongedisconteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden (miljoen euro)
⁶²

Zichtbaar is dat de investeringen in totaal 79,3 miljoen euro omvatten. De instandhoudingskosten bedragen over de periode 2023 t/m 2050 in totaal 194,6 miljoen euro. De baten bedragen 1.821,0 miljoen euro.

Overzicht gediscoteerde kosten en baten

In Bijlage 10 staat toelichting op de wijze waarop de gediscoteerde kosten en baten zijn berekend. Onderstaande tabel toont het saldo van kosten en opbrengsten voor de

⁶¹ Arcadis & Transport and Mobility Leuven (2009), Impact Assessment Study, reviewing Directive 97/68/EC – Emissions from non-road mobile machinery.

⁶² Getallen kunnen achter de komma afwijken (met ± 0,1 of 0,2) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.



smart shipping ontwikkelpad 1. Alle genoemde kosten zijn exclusief BTW. Uit de tabel blijkt dat ontwikkelpad 1 een positief saldo oplevert.

Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-38,3	-68,0	947,5	841,1
Effecten overheid	-32,2	-62,8		-94,9
Externe effecten			177,2	177,2
Saldo	-70,5	-130,8	1.124,6	923,3

Tabel 7 Saldo van gediscoteerde kosten en opbrengsten voor smart shipping ontwikkelpad 1 (miljoen euro) ⁶³

Dat komt overeen met een baten-kostenratio van 5,59; oftewel elke geïnvesteerde euro leidt dus tot een rendement van € 5,59 euro.

Het effect op de scheepsbouweconomie bedraagt tijdelijk een groei van het arbeidsvolume met 16 FTE. Pro-memorie vermelden wij dat er mogelijk ook veiligheidsbaten zijn.

4.3 Ontwikkelpad 2

4.3.1 Kosten binnenvaartondernemingen

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

In ontwikkelpad 2 kan een binnenvaartschip ook sluizen en bruggen (grotendeels) autonoom varend passeren. De technieken die een dergelijke handeling faciliteren voorzien in de communicatie tussen schepen onderling en de wal (in dit geval sluizen en bruggen). Echter, deze systemen zijn niet in staat om autonoom af te meren. Meer informatie over deze systemen is terug te vinden in paragraaf 3.3 van dit rapport. We gaan uit van de investeringskosten zoals daar zijn vermeld: per schip gemiddeld € 200.000. Ook wordt jaarlijks 10% van de investeringskosten als instandhoudingskosten voor de technologieën besteed (€ 20.000).

Uitkomsten

Investerings

In totaal maken 687 schepen gebruik van smart shipping systemen in ontwikkelpad 2. Evenals bij ontwikkelpad 1 gaan we er van uit dat binnenvaartondernemers over een periode van acht jaar de benodigde aanpassingen aan hun schepen gaan doen. Dat betekent dat er in de periode van 2023 tot 2030 gemiddeld 85 à 86 schepen per jaar geschikt gemaakt worden voor smart shipping in dit ontwikkelpad. De jaarlijkse investeringskosten vanuit de binnenvaart bedragen daarmee € 17,2 miljoen per jaar; in totaal komt dit neer op € 137,4 miljoen over de gehele periode.

Daarnaast ontwikkelen zich in dit ontwikkelpad nog altijd 67 schepen naar ontwikkelpad 1. Ook deze ontwikkeling vindt plaats over een periode van 8 jaar. Dat betekent dat er in de periode van 2023 tot 2030 gemiddeld 8 à 9 schepen per jaar geschikt gemaakt worden voor ontwikkelpad 1. De investeringskosten voor de binnenvaart bedragen daarmee 0,8 miljoen per jaar en in totaal 6,7 miljoen over de gehele periode.

⁶³ Getallen kunnen achter de komma afwijken (met ± 0,1 of 0,2) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.



Dit brengt de jaarlijkse som aan investeringen in smart shipping technologieën op € 18,0 miljoen per jaar en in totaal 144,1 miljoen euro (periode 2023-2030).

Instandhoudingskosten

Bij het berekenen van de instandhoudingskosten moet rekening gehouden worden met het bovengenoemde opnamepad. Jaarlijks besteden binnenvaartondernemingen 10% van de initiële investering in smart shipping technologieën aan zaken zoals onderhoud, updates van software, hardware en firmware, etcetera. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 687 schepen neer op € 13,7 miljoen per jaar.

67 schepen blijven 'hangen' in ontwikkelpad 1. Ook voor deze schepen moeten we instandhoudingskosten rekenen. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 67 schepen neer op € 0,7 miljoen per jaar.

De totale **instandhoudingskosten** bedragen daarmee € 14,4 miljoen bij volledige opname.

Echter, tot 2030 moeten we rekening houden met de ingroei, die start vanaf 2023.

- In 2023 rekenen we reeds 12,5% van de uiteindelijke kosten mee: € 1,8 miljoen
- In 2024 gaat het om 25% van de uiteindelijke kosten; € 3,6 miljoen;
- ...
- In 2029 gaat het om 87,5% van de uiteindelijke kosten; € 4,1 miljoen
- In 2030 gaat het om 100% van de uiteindelijke kosten; € 12,6 miljoen.

In totaal komt dit neer op € 353,0 miljoen aan instandhoudingskosten in de periode 2023-2050.

4.3.2 Kosten overheid

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

Voor de smart shipping toepassingen onder ontwikkelpad 2 zijn maatregelen nodig op de schepen, maar dienen ook extra randvoorwaarden te worden ingevuld met betrekking tot informatievoorziening en ondersteuning bij het afmeren. Wij veronderstellen dat de hiervoor benodigde uitgaven door de overheid worden gedaan. Qua kosten wordt uitgegaan van de kosten van ontwikkelpad 1 als basis. Additioneel veronderstellen we dat in ontwikkelpad 2 de volgende uitgaven door de overheid worden gedaan.

Kaarten die ook bodemligging actueel en nauwkeurig weergeven

- Voor smart shipping systemen onder ontwikkelpad 2 zijn kaarten nodig die ook bodemligging actueel en nauwkeurig weergeven. Als een eerste schatting wordt verondersteld dat dezelfde bedragen benodigd zijn als de actualisatiekosten zoals onder ontwikkelpad 1 nodig is. De kosten die hiermee gemoeid zijn worden geschat op € 5,0 miljoen, jaarlijkse actualisatie à € 250.000. Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 7,0 miljoen voor de jaarlijkse actualisaties.

Digitale bruggen en sluiskolken: instrumenten die de scheepvaartverkeersseine functie over kunnen nemen en kunnen doorgeven aan de binnenvaart

- Aangenomen wordt dat extra sensoren benodigd zijn die de stand van scheepvaartverkeersseinen bij bruggen en sluizen doorgeven aan de binnenscheepvaart, overeenkomstig de huidige informatie over de status van bruggen en sluizen die wordt ontsloten via het programma Blauwe Golf Verbindend.
- Implementatiekosten van een API om deze gegevens vervolgens real-time aan te bieden zijn verhoudingsgewijs laag, de hoogste kosten hebben betrekking op de



technische uitrusting per object. Aangenomen wordt dat deze kosten € 20.000 per object bedragen. De werkelijke kosten zijn primair afhankelijk van de ARBO-technische bereikbaarheid van de scheepvaartseinen.

- Inschatting benodigde investeringskosten: 1.750 sensoren tegen gemiddeld € 20.000 per scheepvaartsein (opgave experts Rijkswaterstaat)- twee per beweegbare brug (575 stuks⁶⁴ = 1150), vier per sluiskolk (150 stuks = 600). Investeringskosten bedragen daarmee 35,0 miljoen euro. We schatten de instandhoudingskosten in op 10% van de investeringskosten (€ 3,5 miljoen per jaar).

Metten van actuele waterstanden bij elke brug

- Om gebruik te maken van de extra mogelijkheden onder ontwikkelpad 2 dienen gebruikers op de hoogte te zijn van de onderdoorvaarthoogten bij alle bruggen waar onderdoorvaart mogelijk en toegestaan is. Op dit moment is deze kennis er niet. Een 'goedkoop' meetpunt met een betrouwbaarheid van $\pm 2,5$ cm kan aangelegd worden met radartechniek aan een brug. Evenals bij de scheepvaartverkeersseinen zijn de meest bepalende kosten hierbij gerelateerd aan de bereikbaarheid vanuit ARBO-inzichten (veilig werken).
- Wij schatten in dat het hierbij om ongeveer 2.050 objecten⁶⁵ gaat, waarbij dit noodzakelijk is. We veronderstellen dat de kosten per meetpunt € 20.000 bedragen. De investeringskosten komen dan uit op € 41 miljoen. We schatten de instandhoudingskosten in op 10% van de investeringskosten (€ 4,1 miljoen per jaar).

Stewards op sluizen

- Om op sluizen smart shipping schepen te ondersteunen bij het afmeren, veronderstellen we dat er stewards aanwezig zijn die assisteren bij het vastmaken en losmaken van het schip.
- De kosten van de inzet van deze stewards worden ingeschat als de kosten van 1 matroos per sluis, aanwezig per 8 bedieningsuren. Bij rustige sluizen wordt uitgegaan van pendelbediening, gebaseerd op aanbod. Bij grote of meerdere grote kolken wordt uitgegaan van twee stewards. Inschatting is dan dat op basis van 90 sluizen x 3 shifts x 8 uur x € 20 per uur (uurloon matroos) de kosten bedragen: € 16 miljoen per jaar. Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 441,5 miljoen.
- De binnenvaart betaalt voor het aantal uren dat zij gebruik maakt van een matroos per sluis. Het gaat daarbij eveneens om een bedrag van € 20 per uur.
- Op basis van het aantal schepen dat zich ontwikkelt naar ontwikkelpad 2 en het aantal sluizen dat zij passeren, is berekend dat de retributie van de binnenvaart € 5,3 miljoen per jaar bedraagt (zie ook onderdeel 3.3.4).

Uitkomsten

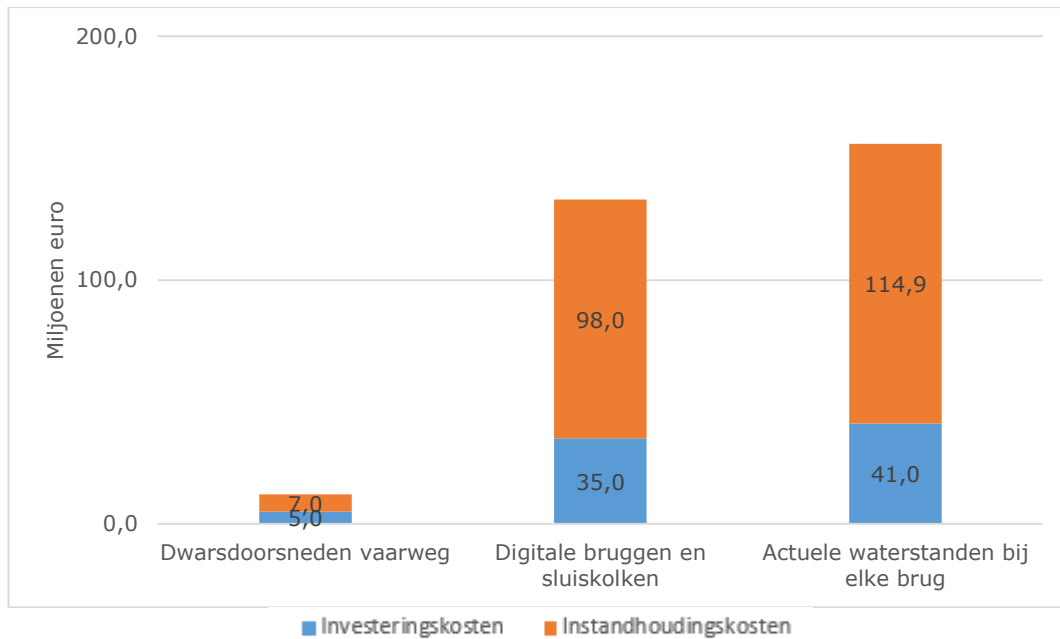
De uitgaven voor ontwikkelpad 2 bedragen € 742,5 miljoen. Daarvan bedragen de investeringen: € 81,0 miljoen. De instandhoudingskosten t/m 2050 zijn € 661,4 miljoen. Genoemde bedragen zijn niet gediscoteerd. De uitgaven voor de sluisstewards zijn hierin dominant. Onderstaande figuur toont de verdeling van de kosten voor de overige te nemen additionele maatregelen door de overheid in ontwikkelpad 2.

⁶⁴ Opgave uit Vaarwegkenmerken in Nederland database (viN)

⁶⁵ Deze schatting is gebaseerd op het aantal **vaste bruggen** over Nederlandse vaarwegen plus het aantal beweegbare bruggen waarvoor niet in alle gevallen een opening noodzakelijk is. (vrije doorvaarthoogte in gesloten toestand > 4 meter)



Figuur 4-5 Investerings- en instandhoudingskosten ontwikkelpad 2 (excl. stewards)



4.3.3 Baten binnenvaartondernemingen

Als gevolg van de smart shipping toepassingen in dit ontwikkelpad, zullen de transportkosten dalen (besparing op de personeels- en de brandstofkosten). Wij berekenen aan de hand van de gesommeerde businesscases een daling van de totale transportkosten voor de binnenvaart met 8,7%. Dit komt overeen met een daling van € 90,3 miljoen bij een volledige uptake.

- In 2023 wordt slechts 12,5% van de 90,3 miljoen euro gerealiseerd als baat.
- In 2024 wordt 25,0% van de 90,3 miljoen gerealiseerd als baat.
- ...
- In 2029 wordt het om 87,5% van de 90,3 miljoen euro.
- In 2030 om 100% van de 90,3 miljoen euro.

Na 2030 blijft de baat telkens 90,3 miljoen bedragen.

In totaal bedraagt de baat vanaf 2023 t/m 2050 € 2.212,9 miljoen. Houden we rekening met de veronderstelde groei van de transportvolumes conform het WLO Laag scenario, dan kom je op € 2.334,2 miljoen uit. In Bijlage 6 staat een toelichting bij de economische groeiscenario's en zijn de jaar-op-jaar groeicijfers van de volumes weergegeven.

Bovengenoemde getallen representeren het saldo van kosten en baten voor binnenvaartondernemingen. De baten ontstaan uit besparingen op personeel en brandstof (€ 2.831,2 miljoen), daar tegenover staan investeringskosten (€ 353,0 miljoen; zie §4.3.1) en instandhoudingskosten (€ 144,1 miljoen; zie §4.3.1).

4.3.4 Baten aan de scheepsbouwzijde

Beschrijving baten - uitgangspunten en aannames

Voor de batenbepaling aan de scheepsbouwzijde is dezelfde methodiek gevolgd als onder ontwikkelpad 1. Voor het bepalen van de baten voor de scheepsbouwindustrie zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:



- Het totaal aantal schepen waarop een systeem geïnstalleerd wordt, bedraagt 754 schepen. Daarvan zijn er 687 met systemen conform ontwikkelpad 2, en 67 met systemen conform ontwikkelpad 1.
- Systemen worden gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd.
- Wij veronderstellen dat elk jaar bij 12,5% van de schepen een systeem geïnstalleerd wordt.
- De omzet per werkzame persoon bedraagt € 360.000,-.⁶⁶

Uitkomsten

1. Toenemende vraag naar smart shipping systemen en onderhoud

In dit ontwikkelpad zullen op 687 schepen de benodigde systemen voor eindniveau 2 geïnstalleerd worden. Deze schepen kunnen dan zowel autonoom over de rechte stukken varen als autonoom bruggen en sluisen passeren. De systemen zullen gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd worden. Dit betekent dat op jaarbasis circa 86 schepen met een smart shipping systeem worden uitgerust. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 200.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 17,2 miljoen (86 schepen * € 200.000,-).

Een aantal schepen dat is uitgerust met een systeem om autonoom op rechte stukken te kunnen varen zal niet worden uitgerust met een systeem om autonoom bruggen en sluisen te kunnen passeren. Deze schepen 'blijven hangen' in ontwikkelpad 1. Wel zal het benodigde systeem om autonoom op rechte stukken te kunnen varen geïnstalleerd moeten worden. Uit de berekeningen komt naar voren dat 67 schepen 'blijven hangen.' Uitgaande dat het systeem gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd wordt, zal het systeem op circa 8 schepen per jaar geïnstalleerd worden. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 100.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 0,8 miljoen (8 schepen * € 100.000,-).

De totale jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie bedraagt circa € 18,- miljoen. Om het aantal benodigde FTE te berekenen maken we gebruik van de omzet per werkzame persoon. Deze is geschat op € 360.000,- per persoon per jaar. Om jaarlijks 94 schepen van een smart shipping systeem te voorzien is circa 50 FTE nodig.⁶⁷

De geplaatste systemen zullen onderhouden moeten worden en hiervoor zijn werknemers nodig. In de periode waarin de systemen geplaatst worden (2023 - 2030), zal het aantal benodigde werknemers toenemen van 5 FTE in 2023 tot 40 in 2030. Vanaf 2030 zal de vraag naar onderhoud constant zijn en zijn 40 FTE nodig om de systemen te onderhouden.

2. Vraag naar ander type banen

Net als onder ontwikkelpad 1 zal de extra vraag aan smart shipping systemen ook leiden tot een vraag naar personeel met een andere achtergrond. Er ontstaat een beperkte vraag naar andere kennis en kunde.

⁶⁶ Zie Bijlage 2, formule 3

⁶⁷ $Werkgelegenheid = (((687 \text{ schepen} / 8 \text{ jaar}) * 200.000 \text{ euro}) + ((67 \text{ schepen} / 8 \text{ jaar}) * 100.000 \text{ euro})) / 360.000 \text{ euro} = 50 \text{ FTE}$



3. Toename werkgelegenheid in R&D fase als gevolg van smart shipping toepassingen

Net als onder ontwikkelpad 1 zullen de smart shipping toepassingen voornamelijk leiden tot productinnovatie. De verwachte impact op de werkgelegenheid is dan ook (zeer) beperkt.

Onderstaande tabel vat samen wat de drie effecten aan de scheepsbouwzijde voor de binnenvaartsector betekenen (en dus niet voor de gehele maatschappij) door de richting van het effect te benoemen en de tijdslijn van het effect.

Effect	Effect op werkgelegenheid	Tijdslijn
Toename werkgelegenheid door toename vraag smart shipping toepassingen	Circa 50 FTE	Tijdelijk
FTE als gevolg van onderhoud	2023- 2030: circa 5 –40 Vanaf 2030: circa 40	Tijdelijk Langere termijn
Vraag naar ander type banen	Blijft gelijk (0)	Langere termijn
Toename werkgelegenheid in R&D fase a.g.v. smart shipping toepassingen	Toename (+)	Tijdelijk

Tabel 8 Effecten scheepsbouwzijde

4.3.5 Externe effecten

Beschrijving baten

- De berekende besparing op CO₂ bedraagt 14.785 ton. Dit is ongeveer 0,8% van de totale emissie van de Nederlandse binnenvaart. Tevens is berekend dat de emissie van luchtvervuilende stoffen zoals stikstofoxiden en fijnstof, daalt met respectievelijk 197 en 221 ton per jaar.
- Daarnaast treedt ook hier een modal shift effect op. Als de transportkosten in de binnenvaart met 8,7% dalen, zal naar verwachting het volume met 2,8% toenemen. Dit volume (8,4 miljoen ton in het referentiejaar) hoeft niet meer over de weg vervoerd te worden. Dit komt naar schatting overeen met 1.960 miljoen vermeden tonkilometers vrachtovervoer over de weg.

Uitkomsten

- Rekening houdend met een autonome ontwikkeling rond de verschoning en verduurzaming van de binnenvaart zorgen de vermeden emissies van CO₂, NO_x en fijnstof in totaal een baat op van € 269,7 miljoen euro (ongedisconteerd). Daarbij geldt dat de meeste baten het gevolg zijn van minder luchtvervuiling (NO_x, fijnstof).
- De baat die ontstaat als gevolg van modal shift levert in totaal € 114,8 miljoen (ongedisconteerd) op.
- In totaal is dit een baat van € 384,5 miljoen (ongedisconteerd).

4.3.6 Economische analyse ontwikkelpad 2

Overzicht kosten en baten

Onderstaande tabel toont de investerings- en instandhoudingskosten van alle maatregelen in de periode van 2021 t/m 2050. De tabel bevat kosten in miljoenen euro's, exclusief BTW.



Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-144,1	-353,0	2.831,2	2.334,0
Effecten overheid	-114,0	-742,6	148,0	-708,3
Externe effecten			384,6	384,6
Saldo	-258,1	-1.095,7	3.364,1	2.010,3

Tabel 9 Saldo van ongedisconteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden (miljoen euro)⁶⁸

Zichtbaar is dat de investeringen in totaal 258,1 miljoen euro omvatten. De instandhoudingskosten (incl. sluisstewards) bedragen over de periode 2023 t/m 2050 in totaal 1.095,7 miljoen euro. De baten bedragen 3.364,1 miljoen euro.

Overzicht gediscoteerde kosten en baten

In Bijlage 10 wordt een toelichting gegeven op de werkwijze om de kosten en baten te disconteren.

Onderstaande tabel toont het saldo van kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpad 1. Alle genoemde kosten zijn exclusief BTW. Uit de tabel blijkt dat ontwikkelpad 2 een positief saldo oplevert van € 1.064,9 miljoen euro. Dat komt overeen met een baten-kostenratio van 2,59. Elke geïnvesteerde euro leidt dus tot een rendement van € 2,59 euro.

Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-119,3	-211,8	1.709,7	1.378,6
Effecten overheid	-111,3	-573,9	94	-591,3
Externe effecten			277,7	277,7
Saldo	-230,6	-785,7	2.081,2	1.064,9

Tabel 10 Saldo van gediscoteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden⁶⁹

4.4 Ontwikkelpad 3

4.4.1 Kosten binnenvaartondernemingen

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

In ontwikkelpad 3 kan een binnenvaartschip niet alleen sluizen en bruggen autonoom varend passeren, maar behoort ook autonoom aan- en afmeren tot de mogelijkheden. Hiertoe zijn zowel investeringen benodigd aan de walzijde (sluizen incl. voorhavens, wachtplaatsen bij beweegbare bruggen) als aan boord van het schip. Meer informatie over deze systemen is terug te vinden in paragraaf 3.3 van dit rapport. We gaan uit van de investeringskosten zoals daar zijn vermeld: per schip gemiddeld € 1.000.000. Ook wordt jaarlijks 10% van de investeringskosten als instandhoudingskosten voor de technologieën besteed (€ 100.000).

⁶⁸ Getallen kunnen achter de komma afwijken (met ± 0,1 of 0,2) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.

⁶⁹ Getallen kunnen achter de komma afwijken (met ± 0,1 of 0,2) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.



Uitkomsten

Investeringskosten

In totaal maken 36 schepen gebruik van ontwikkelpad 3. Evenals bij ontwikkelpad 1 en 2 gaan we er van uit dat binnenvaartondernemers over een periode van acht jaar de benodigde aanpassingen aan hun schepen gaan doen. Dat betekent dat er in de periode van 2023 tot 2030 gemiddeld 4 à 5 schepen per jaar geschikt gemaakt worden voor smart shipping in dit ontwikkelpad. De jaarlijkse investeringskosten vanuit de binnenvaart voor smart shipping technologieën conform ontwikkelpad 3 bedragen daarmee € 9 miljoen per jaar; in totaal komt dit neer op € 72 miljoen over de gehele periode.

Er blijven 558 schepen hangen in ontwikkelpad 2 en 104 schepen in ontwikkelpad 1. De kosten per jaar voor ontwikkelpad 2 bedragen 14,0 miljoen euro; die voor ontwikkelpad 1: 1,3 miljoen euro. De totale kosten voor ontwikkelpad 1 bedragen 10,4 miljoen euro in de periode 2023-2030; voor ontwikkelpad 2 gaat het om 111,6 miljoen euro. De totale investeringen vanuit de binnenvaart bedragen in dit scenario € 24,3 miljoen euro per jaar in de periode 2023-2030; in totaal € 194,4 miljoen euro voor de gehele periode.

Instandhoudingskosten

Bij het berekenen van de instandhoudingskosten moet rekening gehouden worden met het bovengenoemde opnamepad. Jaarlijks besteden binnenvaartondernemingen 10% van de initiële investering in smart shipping technologieën aan zaken zoals onderhoud, updates van software, hardware en firmware, enzovoorts. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 36 schepen neer op € 3,6 miljoen per jaar.

558 schepen blijven 'hangen' in ontwikkelpad 2. Ook voor deze schepen moeten we instandhoudingskosten rekenen. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 558 schepen neer op € 11,2 miljoen per jaar.

104 schepen blijven 'hangen' in ontwikkelpad 2. Ook voor deze schepen moeten we instandhoudingskosten rekenen. Na de volledige opname (2030) komt dit voor 104 schepen neer op € 1,0 miljoen per jaar.

De totale **instandhoudingskosten** bedragen daarmee € 15,8 miljoen bij volledige opname.

Echter, tot 2030 moeten we rekening houden met de ingroei, die start vanaf 2023.

- In 2023 rekenen we reeds 12,5% van de uiteindelijke kosten mee: € 2,0 miljoen
- In 2024 gaat het om 25% van de uiteindelijke kosten; € 4,0 miljoen;
- ...
- In 2029 gaat het om 87,5% van de uiteindelijke kosten; € 13,8 miljoen
- In 2030 gaat het om 100% van de uiteindelijke kosten; € 15,8 miljoen.

In totaal komt dit neer op € 387,1 miljoen aan instandhoudingskosten in de periode 2023-2050.



4.4.2 Kosten overheid

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

Voor een volledige benutting van alle smart shipping toepassingen onder ontwikkelpad 3 zijn extra maatregelen nodig op de schepen, maar ook aan de walkant. Het gaat daarbij om 24 uren bediening voor continuvaart, faciliteiten voor automatisch afmeren en formatieplekken voor konvooien. Wij veronderstellen dat de hiervoor benodigde uitgaven door de overheid worden gedaan. Qua kosten wordt uitgegaan van de kosten van ontwikkelpad 2 als basis. Additioneel moeten in ontwikkelpad 3 de volgende uitgaven aan landzijde worden gedaan.

24 uren bediening van sluizen en bruggen (op specifieke trajecten)

Investeringskosten

- Ook bruggen en sluizen die geen 24/7 bediening kennen, moeten naar 24/7. We gaan ervan uit dat om dit te realiseren de bruggen en sluizen zonder afstandsbediening worden aangesloten op een bedieningscentrale. Op deze manier kan met efficiënte inzet van middelen (personeel) toch 24 uren bediening aangeboden worden.
- In Noord-Holland (Ringvaart Haarlemmermeerpolder), Overijssel (incl. Drents deel van de vaarweg Almelo – Coevorden), Gelderland (vaarweg Nijkerk en Oude IJssel) zijn in totaal ca. 50 lokaal bediende objecten die nog niet 24/7 bediend worden. Hiervoor moeten bedieningscentrales worden opgericht (één per provincie) waarop de objecten moeten worden aangesloten. In overige provincies is de centrale bediening reeds gecentraliseerd. Er is gerekend met € 100.000 per object dat aangesloten moet worden op de centrales. In totaal kost dit € 5,0 miljoen. Tegenover de kosten om een bedieningscentrale in te richten staan daarmee ook baten omdat het centraliseren een besparing oplevert (meer bruggen per bedienaar). We veronderstellen dat de meerkosten voor het centraliseren in balans zijn met de besparingen op personeel.⁷⁰ De meerkosten betreffen dan alleen de kosten die per centrale gemoeid zijn met de extra bediening bij de invoering van 24/7 bediening.

4.4.3 Kosten overheid

Beschrijving maatregelen - uitgangspunten en aannames

Voor een volledige benutting van alle smart shipping toepassingen onder ontwikkelpad 3 zijn extra maatregelen nodig op de schepen, maar ook aan de walkant. Het gaat daarbij om 24 uren bediening voor continuvaart, faciliteiten voor automatisch afmeren en formatieplekken voor konvooien. Wij veronderstellen dat de hiervoor benodigde uitgaven door de overheid worden gedaan. Qua kosten wordt uitgegaan van de kosten van ontwikkelpad 2 als basis. Additioneel moeten in ontwikkelpad 3 de volgende uitgaven aan landzijde worden gedaan.

24 uren bediening van sluizen en bruggen (op specifieke trajecten)

Investeringskosten

- Ook bruggen en sluizen die geen 24/7 bediening kennen, moeten naar 24/7. We gaan ervan uit dat om dit te realiseren de bruggen en sluizen zonder afstandsbediening worden aangesloten op een bedieningscentrale. Op deze manier kan met efficiënte inzet van middelen (personeel) toch 24 uren bediening aangeboden worden.



- In Noord-Holland (Ringvaart Haarlemmermeerpolder), Overijssel (incl. Drents deel van de vaarweg Almelo – Coevorden), Gelderland (vaarweg Nijkerk en Oude IJssel) zijn in totaal ca. 50 lokaal bediende objecten die nog niet 24/7 bediend worden. Hiervoor moeten bedienencentrales worden opgericht (één per provincie) waarop de objecten moeten worden aangesloten. In overige provincies is de centrale bediening reeds gecentraliseerd. Er is gerekend met € 100.000 per object dat aangesloten moet worden op de centrales. In totaal kost dit € 5,0 miljoen. Tegenover de kosten om een bedieningscentrale in te richten staan daarmee ook baten omdat het centraliseren een besparing oplevert (meer bruggen per bedienaar). We veronderstellen dat de meerkosten voor het centraliseren in balans zijn met de besparingen op personeel⁷¹. De meerkosten betreffen dan alleen de kosten die per centrale gemoeid zijn met de extra bediening bij de invoering van 24/7 bediening.
- Er moeten verder naar schatting drie aanvullende bedieningscentrales gerealiseerd worden (Noord-Holland Zuid, Overijssel en Gelderland) à € 2,3 miljoen per stuk (€ 1,8 miljoen bouwwerkzaamheden, € 0,5 miljoen voorbereidingskosten). De totale kosten hiervoor bedragen € 6,9 miljoen.
- Voor aansluiting is het verder noodzakelijk om glasvezelverbinding aan te leggen tussen de drie centrales en de 50 objecten die daarop aangesloten worden. Dit kost 1,2 miljoen euro per centrale.⁷² Bij drie centrales gaat het dus om € 3,6 miljoen.
- De totale investeringskosten komen daarmee uit op € 15,5 miljoen.

Instandhoudingskosten

- Extra bediening is aan de orde voor 5 bestaande bedienencentrales (Zuid-Holland, Flevoland, Groningen, Utrecht, Friesland)⁷³ en drie extra bedieningscentrales. Stel dat in deze resterende 8 bedieningstra 2 fulltime-medewerkers extra nodig zijn per week. In totaal zijn er dan 16 mensen x € 80.000,- (incl. werkplek, werkgeverslasten en overhead) nodig, afgerond € 1,5 miljoen per jaar.
- Hier komt nog de aanvullende bediening op de RWS objecten bij in het IJsselmeergebied en continuering van de 24/7 bediening in Noord-Brabant en Limburg na 2024. Hier is aanvullend € 2,0 miljoen voor nodig per jaar.
- Daarmee komen de totale kosten voor extra bediening in 2023 op 1,5 miljoen en vanaf 2024 op € 3,5 miljoen per jaar.

Plekken geschikt voor automatisch afmeren

- Op sommige plaatsen moeten autonome schepen zelfstandig kunnen afmeren. Veelal kunnen hier spudpalen voor worden gebruikt. Voor 90 sluisen op het onderliggende vaarwegennet wordt ervan uitgegaan dat hiervoor een andere methode wordt gebruikt, bijvoorbeeld een automatisch meersysteem dat gebaseerd is op magnetische krachten. Hiervoor zijn metalen platen aan de walzijde nodig, zodat een schip zich dan aan deze platen kan vastzetten. Dergelijke platen zijn 80 cm breed, beslaan aan weerszijden van een sluis de gehele lengte en zijn tussen de 15 en 20 mm dik.⁷⁴ We gaan hier uit van een dikte van 20 mm.
- Uitgaande van een dichtheid van 8 ton per m³ en een staalprijs van ongeveer € 2.200 per ton⁷⁵ voor stalen platen zijn per sluis dan de materiaalkosten ongeveer € 62.000 per sluis.

⁷² Zie bladzijde 17 van het Decisio rapport: <https://www.icentrale.nl/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2019/01/Conceptrapport-MKBA-iCentrale-versie-1-december-2017.pdf>

⁷³ In Zeeland wordt reeds 24/7 bediening aangeboden op het Kanaal door Walcheren.

⁷⁴ Interview Mampay, 23-04-2021

⁷⁵ <https://www.onlinestaal.nl/nl/metalen/staal-platen/staalplaat-warm-dik/wgw-plaat-6000-x-2000>



- Vervolgens dienen de platen over de gehele lengte aan de sluis verankerd te worden. Uitgaande van een sluis van 110 meter en verankering om de twee meter⁷⁶ zijn aan beide zijden in totaal 110 bevestigingen nodig. Per verankering schatten we een bedrag in van € 1.000. Kosten voor verankering bedragen dan € 110.000 per sluis.
- Naast materiaal, en bevestiging is er ook sprake van vervoerskosten, kraanwerk, ingenieursdiensten, aanbestedingskosten, etc. We schatten deze post in op € 50.000 per sluis. De totale kosten per sluis worden daarmee ingeschat op € 222.000. Voor 90 sluisen kunnen dan de investeringskosten worden ingeschat op ca. € 20,0 miljoen. De instandhoudingskosten zijn becijferd op 5% van de initiële investering per jaar (harde infrastructuur). Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 28,0 miljoen.

Infrastructurele aanpassingen voor andere scheepvaartformules

- Het gaat hier om formatieplekken voor konvoeien bij de overgangen tussen hoofd- en vaarwegennet. Ook hier moeten de schepen automatisch kunnen aan- en afmeren. Het gaat hierbij om de volgende locaties:

1. Zaan	6. Rijn-Schie	11. ZW-vaart	16. NH-kanaal	21. Merwedekanaal Vianen
2. Kostverlorenvaart	7. Kanaal Almelo – de Haandrik	12. Wessemerweert	17. NH-kanaal	22. Merwedekanaal Gorinchem incl. Linge.
3. Ringvaart	8. PM-kanaal	13. Bosscheveld	18. Ijsselkop	23. Randmeren
4. Amstel	9. Wilhelminakanaal	14. Hoge Vaart	19. Ijsselmonding	
5. Gouwe	10. Mark/Dintel	15. Lage Vaart	20. Vaarweg Oss	

Voor deze 23 locaties wordt uitgegaan van kosten per locatie in dezelfde orde van grootte als bij de sluisen. De totale investeringskosten worden daarmee ingeschat als 5,1 miljoen euro. De instandhoudingskosten zijn becijferd op 5% van de initiële investering per jaar (harde infrastructuur). Over de gehele periode (2023-2050) gaat het om € 7,2 miljoen.

Stewards op sluisen

- Kosten voor de inzet van stewards zijn gelijk aan die bij ontwikkelpad 2. Er is dus geen sprake van meerkosten.
- In ontwikkelpad 2 betaalde de binnenvaart het uurloon van de sluisstewards (€ 20 per uur). In dit ontwikkelpad streven we kostendekking na. Het kostendekkingspercentage in ontwikkelpad 2 bedraagt 33,6%. De kosten moeten dus met bijna een factor drie verhoogd worden om kostendekking na te streven. Doen we dit, dan zal echter een deel van de schepen door de hogere kosten geen gebruik kunnen maken van de service. De uitkomst is dat bij verdrievoudiging van de kosten, het kostendekkingspercentage op 70% uitkomt.⁷⁷
- Er is ook gekeken naar alternatieve retributiestrategieën. Het blijkt dat er in totaal **13 schepen** (bijna 2% van de schepen in OP2) zijn waarvoor geldt dat (1) zij in zowel ontwikkelpad 2 als ontwikkelpad 3 een businesscase hebben en (2) ontwikkelpad 2 gunstiger uitpakt dan ontwikkelpad 3. Voor deze schepen zou een andere keuze in ontwikkelpad 2 kunnen leiden tot het gunstiger worden voor ontwikkelpad 3.

⁷⁶ Voor een nauwkeurigere schatting is een sterkteberekening nodig. In eerste instantie is verondersteld dat de onderlinge afstand tussen de bevestigingen niet te groot mag zijn. Bij afmeren precies tussen twee bevestigingen in kunnen door buiging grote krachten ontstaan in de stalen plaat de verankering.

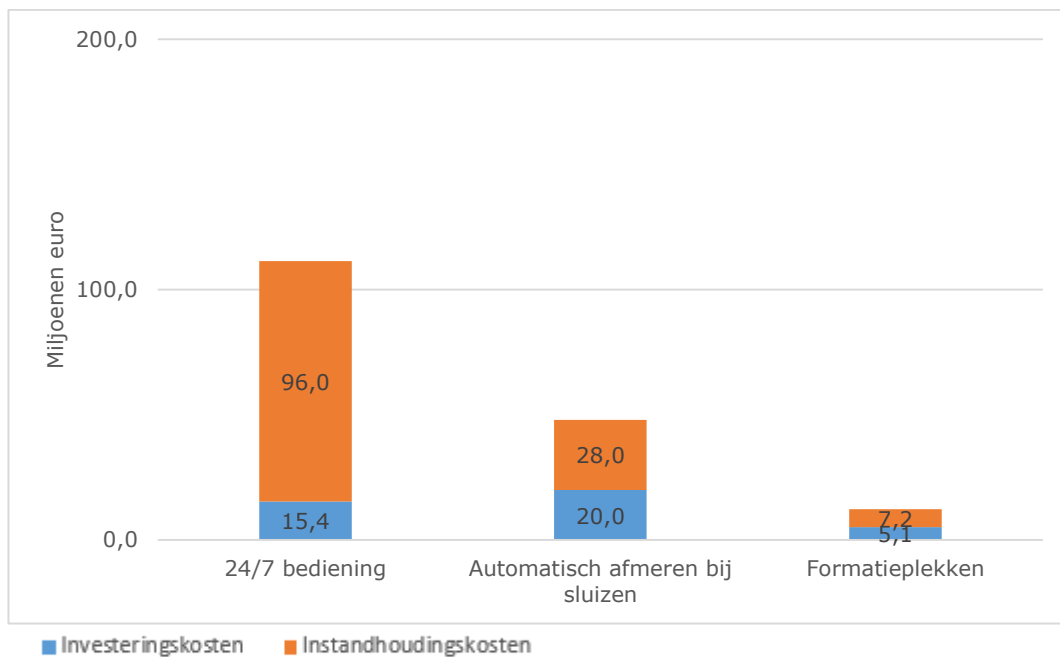
⁷⁷ Dit bedrag is tot stand gekomen door de totale kosten te delen voor sluisstewards te delen door het aantal sluisen dat door alle schepen in OP2 wordt aangedaan. Hiermee wordt kostendekkendheid beoogd. Doordat dit een significant hogere kostprijs geeft dan de €20 per uur uit OP2, verslechtert de businesscase en neemt het aantal schepen af. Daardoor komen we uiteindelijk uit op ongeveer 70% kostendekking voor de service.



Uitkomsten

Ten opzichte van ontwikkelpad 2 bedragen de benodigde additionele uitgaven voor ontwikkelpad 3: € 171,7 miljoen. Daarvan bedragen de additionele investeringen: € 40,5 miljoen. De additionele instandhoudingskosten t/m 2050 zijn € 131,2 miljoen. Genoemde bedragen zijn niet gediscoteerd. Onderstaande figuur toont de verdeling van de kosten naar te nemen maatregel door de overheid.

Figuur 4-6 Investerings en instandhoudingskosten ontwikkelpad 3



4.4.4 Baten binnenvaartondernemingen

Als gevolg van de smart shipping toepassingen die in dit ontwikkelpad worden toegepast, zullen de transportkosten dalen. Wij verwachten een daling van de transportkosten met 9,0%. De baten worden voornamelijk veroorzaakt door de 24/7 bediening; deze treft alle schepen. Additioneel leidt dit tot een extra baat van 3,0 miljoen ten opzichte het referentiescenario (en ook ontwikkelpaden 1 en 2).

Dit komt overeen met een daling van de transportkosten met € 93,1 miljoen bij een volledige uptake.

- In 2023 wordt slechts 12,5% van de 93,1 miljoen euro gerealiseerd als baat.
- In 2024 wordt 25,0% van de 93,1 miljoen gerealiseerd als baat.
- ...
- In 2029 wordt het om 87,5% van de 93,1 miljoen euro.
- In 2030 om 100% van de 93,1 miljoen euro.

Na 2030 blijft de baat telkens 93,1 miljoen bedragen.

In totaal bedraagt de baat vanaf 2023 t/m 2050 € 2.280,3 miljoen euro. Houden we rekening met de veronderstelde groei van de transportvolumes conform het WLO Laag scenario, dan kom je op € 2.405,3 miljoen uit. In Bijlage 6 staat een toelichting bij de economische groeiscenario's en zijn de jaar-op-jaar groeicijfers van de volumes weergegeven.

Bovengenoemde getallen representeren het saldo van kosten en baten voor binnenvaartondernemingen. De baten ontstaan uit besparingen op personeel en



brandstof (€ 2.950,5 miljoen), daar tegenover staan investeringskosten (€ 387,1 miljoen; zie §4.4.1) en instandhoudingskosten (€ 158,0 miljoen; zie §4.4.1).

4.4.5 Baten aan de scheepsbouwzijde

Beschrijving baten - uitgangspunten en aannames

Voor de batenbepaling aan de scheepsbouwzijde is dezelfde methodiek gevolgd als onder ontwikkelpaden 1 en 2. Voor het bepalen van de baten voor de scheepsbouwindustrie zijn de volgende uitgangspunten en aannames gehanteerd:

- Het totaal aantal schepen waarop een systeem geïnstalleerd wordt, bedraagt 698 schepen. Op 36 worden alle benodigde systemen geïnstalleerd zodat deze eindniveau 3 bereiken. 558 schepen blijven op eindniveau 2 en 104 schepen op eindniveau 1.
- Systemen worden gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd.
- Wij veronderstellen dat elk jaar bij 12,5% van de schepen een systeem geïnstalleerd wordt.
- De omzet per werkzame persoon bedraagt € 360.000,-.⁷⁸

Uitkomsten

1. Toenemende vraag naar smart shipping systemen en onderhoud

In ontwikkelpad 3 zullen op 36 schepen de benodigde systemen geïnstalleerd worden. Deze schepen kunnen dan (i) autonoom over de rechte stukken varen, (ii) autonoom bruggen en sluisen passeren en (iii) autonoom aan- en afmeren.⁷⁹ De systemen zullen gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd worden. Dit betekent dat op jaarbasis 4 tot 5 schepen met een smart shipping systeem worden uitgerust. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 1.000.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 4,5 miljoen (4 tot 5 schepen * € 1.000.000,-).

Een groot aantal schepen dat is uitgerust met een systeem om autonoom op rechte stukken te kunnen varen en autonoom bruggen en sluisen te passeren zal niet worden uitgerust met een systeem om autonoom aan- of af te meren. Deze schepen 'blijven hangen' in ontwikkelpad 2. Wel zullen de benodigde systemen om autonoom op rechte stukken te kunnen varen en om autonoom bruggen en sluisen te passeren geïnstalleerd moeten worden. Uit de berekeningen komt naar voren dat 558 schepen 'blijven hangen.' Uitgaande dat het systeem gedurende een periode van 8 jaar geïnstalleerd wordt, zal het systeem op circa 70 schepen per jaar geïnstalleerd worden. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 200.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 14,- miljoen (70 schepen * € 200.000,-).

Een aantal schepen dat is uitgerust met een systeem om autonoom op rechte stukken te kunnen varen zal niet worden uitgerust met een systeem om autonoom bruggen en sluisen te kunnen passeren noch met een systeem om autonoom aan- of af te meren. Deze schepen 'blijven hangen' in ontwikkelpad 1. Wel zal het benodigde systeem om autonoom op rechte stukken geïnstalleerd moeten worden. Uit de berekeningen komt dat 104 schepen 'blijven hangen.' Uitgaande dat het systeem gedurende een periode

⁷⁸ Zie Bijlage 2, formule 3

⁷⁹ Uit de modelberekeningen komt naar voren dat de 36 schepen niet omgebouwd zullen worden, maar dat zij van een innovatief duwbakstelsel gebruik maken. De kosten voor zo'n stelsel zijn niet meegenomen in de werkgelegenheidseffecten, omdat er sprake is van een verschuiving.



van 8 jaar geïnstalleerd wordt, zal het systeem op ongeveer 13 schepen per jaar geïnstalleerd worden. Zoals beschreven in hoofdstuk 3 schatten wij de aanschafkosten op € 100.000,- per schip. De jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie komt dan uit op € 1,3 miljoen (13 schepen * € 100.000,-).

De totale jaarlijkse omzet voor de scheepsbouwindustrie bedraagt € 19,8 miljoen. Om het aantal benodigde FTE te berekenen maken we gebruik van de omzet per werkzame persoon. Deze is geschat op € 360.000,- per persoon per jaar. Wij voorzien daardoor een impuls voor de scheepsbouwsector ontstaan van circa 55 FTE nodig.⁸⁰

De geplaatste systemen zullen onderhouden moeten worden en hiervoor zijn werknemers nodig. In de periode waarin de systemen geplaatst worden (2023 - 2030), zal het aantal benodigde werknemers toenemen van 5 FTE in 2023 tot 44 in 2030. Vanaf 2030 zal de vraag naar onderhoud constant zijn en zijn 44 FTE nodig om de systemen te onderhouden.

2. Vraag naar ander type banen

Net als onder ontwikkelpaden 1 en 2 zal de extra vraag aan smart shipping systemen ook leiden tot een vraag naar personeel met een andere achtergrond. Er ontstaat een beperkte vraag naar andere kennis en kunde.

3. Toename werkgelegenheid in R&D fase als gevolg van smart shipping toepassingen

Net als onder ontwikkelpaden 1 en 2 zullen de smart shipping toepassingen voornamelijk leiden tot productinnovatie. De verwachte impact op de werkgelegenheid is dan ook (zeer) beperkt.

Onderstaande tabel vat samen wat de drie effecten aan de scheepsbouwzijde voor de binnenvaartsector betekenen (en dus niet voor de gehele maatschappij) door de richting van het effect te benoemen en de tijdslijn van het effect.

Effect	Effect op werkgelegenheid	Tijdslijn
Toename werkgelegenheid door toename vraag smart shipping toepassingen	Circa 55 FTE	Tijdelijk
FTE als gevolg van onderhoud	2023- 2030: circa 5 –44 Vanaf 2030: circa 44	Tijdelijk Langere termijn
Vraag naar ander type banen	Blijft gelijk (0)	Langere termijn
Toename werkgelegenheid in R&D fase a.g.v. smart shipping toepassingen	Toename (+)	Tijdelijk

Tabel 11 Effecten scheepsbouwzijde

4.4.6 Externe effecten

Beschrijving baten

- De berekende besparing op CO₂ bedraagt 18.901 ton. Dit is ongeveer 1,0% van de totale emissie van de Nederlandse binnenvaart. Tevens is berekend dat de emissie

⁸⁰ $Werkgelegenheid = ((104 \text{ schepen}) / 8 \text{ jaar}) * 100.000 \text{ euro}) + ((558 \text{ schepen}) / 8 \text{ jaar}) * 200.000 \text{ euro}) + ((36 \text{ schepen}) / 8 \text{ jaar}) * 1.000.000 \text{ euro}) / 360.000 \text{ euro} = 55 \text{ FTE}$



van luchtvervuilende stoffen zoals stikstofoxiden en fijnstof, daalt met respectievelijk 252 en 282 ton per jaar.

- Daarnaast treedt een modal shift effect op. Als de transportkosten in de binnenvaart met 9,0% dalen, zal naar verwachting het volume met 3,0% toenemen⁸¹. Dit komt overeen 9,0 miljoen ton in het basisjaar. Dit volume hoeft niet meer over de weg vervoerd te worden. Dit komt naar verwachting overeen met 2.060 miljoen tonkilometer.

Uitkomsten

- Rekening houdend met een autonome ontwikkeling rond de verschoning en verduurzaming van de binnenvaart zorgen de vermeden emissies van CO₂, NO_x en fijnstof in totaal een baat op van € 385,0 miljoen euro (ongedisconteerd). Daarbij geldt dat de meeste baten het gevolg zijn van minder luchtvervuiling (NO_x, fijnstof).
- De baat die ontstaat als gevolg van modal shift levert in totaal € 124,5 miljoen (ongedisconteerd) op.
- In totaal is dit een baat van € 509,5 miljoen (ongedisconteerd).

4.4.7 Economische analyse ontwikkelpad 3

Overzicht kosten en baten

Onderstaande tabel toont de investerings- en instandhoudingskosten van alle maatregelen in de periode van 2021 t/m 2050. De tabel bevat kosten in miljoenen euro's, exclusief BTW.

Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-158,0	-387,1	2.950,5	2.405,4
Effecten overheid	-154,6	-873,8	284	-744,1
Externe effecten			509,5	509,5
Saldo	-312,6	-1.260,9	3.744,3	2.170,8

Tabel 12 Saldo van ongedisconteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden (miljoen euro) ⁸²

Zichtbaar is dat de investeringen in totaal 312,6 miljoen euro omvatten. De instandhoudingskosten (incl. sluisstewards) bedragen over de periode 2023 t/m 2050 in totaal 1.260,9 miljoen euro. De baten bedragen 3.744,3 miljoen euro.

Overzicht gediscoteerde kosten en baten

In bijlage 10 wordt een toelichting gegeven op de werkwijze om de kosten en baten te disconteren.

Onderstaande tabel toont het saldo van kosten en opbrengsten voor smart shipping ontwikkelpad 3. Alle genoemde kosten zijn exclusief BTW. De baten komen in belangrijke mate voort uit een reductie van personeelskosten. Uit de tabel blijkt dat ontwikkelpad 3 een positief saldo oplevert van 1.132,0 miljoen euro. De baten-kostenratio bedraagt 2,43.

⁸¹ Modal shift potentie binnenlandse continentale ladingsstromen. Panteia, 2019.

⁸² Getallen kunnen achter de komma afwijken (met ± 0,1 of 0,2) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.



Maatregelen	Investeringskosten	Instandhoudingskosten	Baten	Totaal
Effecten binnenvaart-ondernemingen	-130,8	-232,2	1.782,7	1.419,8
Effecten overheid	-150,9	-674,9	170	-656,1
Externe effecten			368,3	368,3
Saldo	-281,6	-907,1	2.320,8	1.132,0

Tabel 13 Saldo van gediscoteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden⁸³

⁸³ Getallen kunnen achter de komma afwijken (met $\pm 0,1$ of $0,2$) van de getallen die eerder genoemd zijn als gevolg van afrondingsverschillen.



5 Conclusies en observaties

Ten aanzien van de onderzoeksvragen kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Daarnaast hebben wij een aantal observaties.

5.1 Conclusies

Smart shipping kan significante baten opleveren voor de maatschappij als geheel. Als gevolg van smart shipping toepassingen wordt de binnenvaartsector minder arbeidsintensief en neemt het aantal personen aan boord af. Dit leidt voor de schippers (en waarschijnlijk ook voor de verladers) tot lagere kosten om lading te vervoeren. Bovendien is er minder brandstof nodig om lading te vervoeren, wat leidt tot minder emissies van broeikasgassen en andere luchtvervuilende stoffen.

Kosten worden gemaakt in de transporteconomie en de overheidseconomie. De baten vallen in belangrijke mate in de binnenvaartsector bij de schipper door efficiencyverbetering. Daarnaast zijn er modal shift effecten vanuit het wegvervoer naar de binnenvaart. Ook de maatschappij kent baten, doordat de CO₂-emissie en de hoeveelheid luchtvervuiling door de binnenvaart afneemt. Tot slot levert smart shipping in de scheepsbouwindustrie een beperkte toename van de werkgelegenheid op, met name in ontwikkelpad 2.

De maatregelen van **ontwikkelpad 1** zorgen ervoor dat 463 schepen overgaan tot het gebruik van smart shipping toepassingen. Dit zijn met name motorschepen groter dan 86 meter die kunnen besparen op de personeelskosten van een stuurman. Binnen de motorschepen is dit ontwikkelpad interessanter voor de motorvrachtschepen dan voor de motortankschepen door hun semi-continue exploitatie, waardoor een stuurman niet verplicht is en hier dus niet op bespaard kan worden.

De aanvullende maatregelen van **ontwikkelpad 2** zorgen ervoor dat 396 schepen die reeds in ontwikkelpad 1 geïnvesteerd hadden (ofwel 86%) dit ook in ontwikkelpad 2 doen. De overige 67 schepen blijven in ontwikkelpad 1. Daarnaast gaan 291 nieuwe schepen over tot investering in ontwikkelpad 2. In totaal hebben dan 754 (463+291) schepen in smart shipping geïnvesteerd. De maatregelen van ontwikkelpad 2 maken smart shipping nu ook interessanter voor kleinere schepen met een lengte tussen de 55 en 70 meter. We zien nu het aantal motortankschepen toenemen. Deze schepen kunnen besparen op de personeelskosten van een matroos. Voor de hele kleine schepen, met een lengte kleiner dan 55 meter is de investering niet interessant. Enerzijds omdat op deze schepen geen besparing van personeelskosten mogelijk is en anderzijds omdat de investeringen relatief hoog zijn in relatie tot de omzet.

De maatregelen van **ontwikkelpad 3** hebben een beperkt effect. Slechts 24 schepen van ontwikkelpad 2 stappen over naar ontwikkelpad 3 en 12 nieuwe schepen stromen in ontwikkelpad 3 in. Dit zijn dus 36 schepen. Daarnaast zorgt de verhoging van de loonkosten van de sluisstewards ook voor een verslechtering van de businesscase van diverse schepen. Als wordt gekozen voor inzet op ontwikkelpad 3, zullen ten opzichte van ontwikkelpad 2 37 schepen (die in OP2 zich naar ontwikkelpad 2 ontwikkelden) zich beperken tot ontwikkelpad 1. Voor 68 schepen is smart shipping niet meer interessant. Dit komt door de hogere kosten voor de sluisstewards. In totaal hebben dan 698 (754+12-68) schepen in smart shipping geïnvesteerd.



Concluderend geldt dat binnen de transporteconomie het vooral ondernemers van grotere schepen zijn die baat kunnen hebben bij smart shipping. Grote schepen kennen relatief grotere baten, doordat sneller (stuurman vs. matroos) relatief gezien duurder personeel vervangen kan worden door smart shipping systemen. Bovendien varen deze schepen gemiddeld gezien meer uren, waardoor de meerkosten van smart shipping over meer uren verdeeld kunnen worden en relatief minder zwaar doortellen in de operationele kosten.

De baten zijn gebaseerd op besparingen op personeel en op brandstofbesparingen. De baten zitten vooral in de mogelijke besparing op een stuurman of een matroos. Voor de man/vrouw bedrijven zijn smart shipping oplossingen qua business case daarom niet interessant. Bij dergelijke bedrijven is de factor arbeid minder relevant, omdat er altijd twee personen op het schip aanwezig zijn.

Gegeven de uitkomst dat vooral de grotere schepen baat kunnen hebben bij smart shipping zijn de toepassingen vooral interessant op de hoofdvaarwegen en de grotere aftakkingen daarvan.

Smart shipping gaat niet leiden tot een betere business case voor kleine vaartuigen en kleine laad- en loskaden. In dergelijke situaties vormen wacht- en venstertijden door laden en lossen een groot aandeel in de tijd (soms maakt wachten driekwart van de tijd uit). Smart shipping toepassingen verbeteren hier de business case niet en brengen naar verhouding veel te hoge kosten met zich mee. Door venstertijden (veelal van 7 uur tot 18 uur) blijven de baten van 24/7 bediening zeer beperkt. Schepen kleiner dan 55 meter kennen door de alleen vaartregeling eigenlijk geen positieve business case voor smart shipping systemen.

In tabel 14 is het saldo van de gediscoteerde kosten en opbrengsten per ontwikkelpad samengevat. Uit deze tabel kan worden geconcludeerd dat alle ontwikkelpaden vanuit een maatschappelijk economisch perspectief haalbaar zijn.

Type effecten	Effecten (MILJOEN EUR)		
	Ontwikkelpad 1	Ontwikkelpad 2	Ontwikkelpad 3
Effecten binnenvaartondernemer (saldo kosten en baten)	841,1	1.378,6	1.419,8
Effecten overheid (saldo kosten en baten)	-94,9	-591,3	-656,1
Externe effecten	177,2	277,7	368,3
Saldo van totale kosten en baten	923,3	1.064,9	1.132,0

Tabel 14 Saldo van gediscoteerde kosten en opbrengsten voor de smart shipping ontwikkelpaden (miljoen euro)

De maatregelen van **ontwikkelpad 1** zijn effectief, zowel vanuit perspectief van de binnenvaartondernemingen (saldo van baten en kosten is positief) als vanuit maatschappelijk perspectief (totale saldo baten en kosten is positief). De maatregelen van **ontwikkelpad 2** vragen een forse extra investering aan de zijde van de overheid. Van ontwikkelpad 1 naar ontwikkelpad 2 is de investering in stewards op de sluizen van het onderliggende vaarwegennet om het afmeren van autonoom varende schepen mogelijk te maken een dominante kostenpost als gevolg van de jaarlijkse loonkosten a € 15,7 miljoen. Hier tegenover staan substantiële baten. Verder geldt dat het rendement van **ontwikkelpad 3** ten opzichte van ontwikkelpad 2 nauwelijks verschilt. Er worden



veel kosten gemaakt voor aanpassingen aan sluisen, maar de baten die hieruit voortvloeien (sneller schutten van 36 schepen die daar gebruik van kunnen maken), zijn beperkt. De meeste extra economische baten in dit scenario vloeien voort uit het 24/7 bedienen van sluisen en beweegbare bruggen. Hier profiteert de gehele vloot van, met een jaarlijkse baat van € 3,0 miljoen. Daar staat tegenover dat het een jaarlijkse investering van € 3,5 miljoen vraagt van de overheid en de investering daarmee dus niet rendabel is.

Maatschappelijke baten door een hogere veiligheid kunnen ook een rol van belang spelen, in deze studie is dit effect echter niet nader gekwantificeerd. Bij de huidige kennis omtrent de werking van smart shipping technieken is nog onzeker in hoeverre de veiligheid toe- dan wel afneemt. We kunnen veronderstellen dat Smart Shipping wordt toegestaan als aangenomen kan worden dat de nautische veiligheid niet verslechterd. Bovendien geldt dat doordat er personeel bespaard kan worden, er minder arbeidsongevallen in de binnenvaart zullen plaatsvinden. Uit gegevens van de Inspectie SZW blijkt dat er op jaarbasis in Nederland circa 11 arbeidsongevallen plaatsvinden. Doordat de meeste van deze ongevallen plaatsvinden tijdens het stilliggen, is onduidelijk wat de precieze impact van Smart Shipping gaat zijn. Een gedeelte van de ongevallen vindt plaats tijdens het aanmeren, en daarbij helpen systemen om automatisch aan te meren zeer zeker. Het gaat hierbij om circa één ongeval per jaar, dat gezien de krachten die er op dat moment spelen wel vaak leidt tot zwaar lichamelijk letsel of zelfs het overlijden.

Voor de omvang van de investeringen die nodig zijn om de ontwikkelpaden te realiseren kijken we naar de ongedisconteerde kosten zoals genoemd in hoofdstuk 4.

- **Ontwikkelpad 1** vraagt van de overheid om een totale uitgave van **114,2 miljoen euro**, bestaande uit 33 miljoen euro investeringen en 81,2 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050.
- De totale uitgaven voor **ontwikkelpad 1 en 2** voor de overheid bedragen **856,8 miljoen euro**, bestaande uit 114,2 miljoen euro investeringen en 742,6 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050. Ten opzichte van ontwikkelpad 1 bedragen de benodigde additionele uitgaven voor ontwikkelpad 2: € 742,6 miljoen.
- De totale uitgaven voor **ontwikkelpad 1, 2 en 3** voor de overheid bedragen **1.024,4 miljoen euro**, bestaande uit 154,6 miljoen euro investeringen en 873,8 miljoen euro instandhoudingskosten t/m 2050. Ten opzichte van ontwikkelpad 2 bedragen de benodigde additionele uitgaven voor ontwikkelpad 3: € 167,6 miljoen.

5.1.1 Introductie van smart shipping

Hoe kan de introductie van smart shipping plaatsvinden?

Smart shipping in de binnenvaart valt of staat met het data-aanbod en de communicatiesystemen (mobiele stabiele betrouwbare breedbandige verbinding) om deze data aan boord van het schip te gebruiken. Daarbij moet gedacht worden aan het mogelijk maken van de toepassingen zoals onder ontwikkelpad 1 of 2.

Op basis van onze analyse (combinatie van effecten op niveau binnenvaartonderneming en maatschappelijk niveau) komt ontwikkelpad 2 als meest gunstige optie uit de bus. Bij ontwikkelpad 2 gaat het meeste aantal schepen over op smart shipping. Ontwikkelpad 2 biedt een goede combinatie van noodzakelijke verbeterde informatievoorziening en een systeem dat het digitale contact tussen schip en wal borgt, waardoor smart shipping, en de voordelen daarvan, gerealiseerd kunnen worden.



Ontwikkelpad 3 lijkt behoudens de 24/7 bediening van kunstwerken weinig additionele voordelen te bieden tegenover de vrij aanzienlijke investeringen die daarvoor nodig zijn voor alle deeleconomieën. Er profiteert slechts een relatief klein aantal schepen en er worden relatief veel kosten gemaakt voor aanpassingen aan sluizen, terwijl de baten beperkt zijn in omvang.

Tevens is het belangrijk dat de ontwikkeling van smart shipping vergemakkelijkt wordt op het gebied van regelgeving en bij voorkeur internationaal geharmoniseerde regelgeving. Smart shipping toepassingen zouden meer een regel moeten worden dan dat het nu valt onder de uitzonderingen. In dit geval wordt ook de bereidwilligheid van banken om mee te investeren in technieken groter.

Wat mogen we verwachten van het aanpassingsvermogen van de binnenvaart?

Binnenvaartondernemers stappen mogelijk over indien er in elk geval een positieve business case is. Dit betekent dat het vooral gaat om motorvrachtschepen. Deze groep heeft echter een beperkte investeringsruimte en minder goede economische vooruitzichten.

Rederijen bieden meer kansen voor de uptake van smart shipping dan de kleine scheepvaartbedrijven. Rederijen hebben de grootste moeite om geschikt personeel te vinden om de schepen te bemannen. Rederijen kennen doorgaans ook een veiligheidscultuur en zijn bezig met het reduceren van emissies. Bij dit type bedrijven is de bereidheid om te experimenteren met smart shipping groter. Door de wijzigende marktomstandigheden – minder spotmarkt, meer vaste contracten – krijgen rederijen t.o.v. particulieren een betere concurrentiepositie. De kleine scheepvaartbedrijven worden geëxploiteerd als éénmanszaak of V.O.F. en hebben nauwelijks personeel in dienst. De bedrijven worden gerund door de schipper/eigenaar en in veel gevallen zijn/haar partner. Bij dit type bedrijven is besparing op arbeidskosten geen drijfveer om over te gaan tot Smart Shipping.

5.1.2 Impact van Smart Shipping op goederenstromen

Hoe heeft Smart Shipping invloed op de verdeling van goederenstromen over de modaliteiten, en hoe over de verdeling van goederen binnen de modaliteit binnenvaart?

De verdeling van de goederen binnen de modaliteit binnenvaart zal zich kunnen wijzigen in het voordeel van de grotere motorvrachtschepen en de rederijen. Dit zal dan vooral betrekking hebben op de volgende goederensoorten: bouwmaterialen, agribulk, containers en vloeibare bulk.

De verdeling van de goederenstromen over de modaliteiten wordt bij de volgende vraag beantwoord.

Is het waarschijnlijk dat er modal shift optreedt als gevolg van Smart Shipping?

Naar verwachting zal er een geringe modal shift optreden, daar de exploitatiekosten voor de binnenvaart zullen dalen (en dus de concurrentiepositie zal toenemen).

In OP1 verschuift er 5,4 mln ton per jaar van de weg naar de binnenvaart (+1,8%); in OP 2 gaat het om 8,4 mln ton per jaar (+2,8%) en in OP3 om 9,0 mln ton per jaar (+3,0%).

Van belang is wel om op te merken dat, indien de binnenvaart niet meer gebruik gaat maken van smart shipping, de kansen op een reverse modal shift toenemen daar met name in het wegvervoer het autonoom rijden sterk in opkomst is. Het zal hierbij in eerste instantie gaan om goederensoorten waarbij het kostprijsmodel voor intermodaal



vervoer maar weinig verschilt dan dat voor wegvervoer. Denk daarbij aan het vervoer van containers en het vervoer met kleine schepen.

5.1.3 Impact van Smart Shipping op sterkte Nederlandse scheepsbouwsector

De impact – in termen van additionele opdrachten en/of werkgelegenheid – van smart shipping voor de scheepsbouwsector zal naar verwachting slechts beperkt zijn. Dit vanwege de volgende redenen:

- De geprognostiseerde impuls naar nieuwbouw schepen als gevolg van smart shipping is relatief beperkt (zie hoofdstuk 4).
- Veel van de systemen worden vooralsnog toegepast op bestaande schepen.
- De ontwikkelingen van nieuwbouwconcepten lijkt nog niet aanstaande.

5.2 Observaties

Uit bovenstaande paragraaf blijkt dat er vanuit een deel van de binnenvaartondernemingen (positieve business cases) en vanuit maatschappelijk perspectief (uitkomsten van de economische analyse) groen licht is voor de introductie van smart shipping. Uitgangspunt hierbij is dat een aantal randvoorwaarden worden ingevuld. Daarnaast is het ook verstandig om de introductie van smart shipping te koppelen aan een aantal belangrijke maatschappelijke thema's. Dit leidt tot de volgende observaties.

Observatie 1: de technische basis voor smart shipping moet op orde zijn en blijven

Het is belangrijk om de **technische basis** op orde te brengen en te houden. Dat geldt zowel voor **communicatie-infrastructuur** om **digitale informatie** uit te wisselen, als de kwaliteit en kwantiteit van deze informatie. Op een te groot gedeelte van het Nederlandse vaarwegennet is de dekking van mobiel internet onvoldoende. De huidige informatievoorziening via www.vaarweginformatie.nl is onvoldoende om verregaande Smart Shipping systemen mogelijk te maken. Een omissie is dat alle hydro-gegevens ontbreken en via andere bronnen geraadpleegd moeten worden. Voor Rijkswaterstaat zijn deze nog wel gecentraliseerd beschikbaar⁸⁴, maar op het onderliggende vaarwegennet, waar de 21 Nederlandse waterschappen verantwoordelijk zijn voor het waterbeheer, is er sprake van enorme versnippering. De inzet moet zijn om de kerngegevens van Nederlandse vaarwegen (bodemprofielen, lodingen), bruggen en sluizen (correcte afmetingen en bedieningstijden, m.n. een aandachtspunt op onderliggend vaarwegennet) gecentraliseerd, accuraat en actueel aan te bieden. Voor hydro-gegevens geldt daarnaast dat het wenselijk is om bij iedere brug waarbij onderdoorvaart⁸⁵ mogelijk is het waterpeil te meten.

Observatie 2: een passend juridisch raamwerk is nodig om duidelijkheid te verschaffen aan de stakeholders

De **bemanningsregelgeving** moet de flexibiliteit bieden om met minder personeel te kunnen varen. Er moeten duidelijke, aan smart shipping gerelateerde voorwaarden opgesteld worden waarmee met gereduceerde bemanning gevaren kan worden. Hier wordt al hard aan gewerkt. Een ander punt is dat vanuit het

⁸⁴ Waterinfo.rws.nl en waterberichtgeving.rws.nl

⁸⁵ Bruggen die zodanig laag zijn dat een opening noodzakelijk is, kunnen uitgesloten worden.



Binnenvaartpolitiereglement (BPR) een schip verplicht is om, zodra het is gemeerd en totdat het aan de beurt is om uit te varen, geen gebruik [te] maken van zijn mechanische middelen tot voortbeweging. Hiertoe is het niet mogelijk om een zelfvarend schip met behulp van Dynamic Positioning Systems in een sluis te laten liggen en met behulp van de schroeven, zijn positie zeker te stellen. Dit maakt dat in ontwikkelpaden 2 en 3 relatief kostbare maatregelen vanuit overheidszijde genomen moeten worden om sluisen te passeren. Het is te overwegen om te onderzoeken, bijvoorbeeld met kennisinstellingen zoals Technische Universiteiten en MARIN, onder welke voorwaarden deze verplichting (of het verbod) kan komen te vervallen voor autonoom varende schepen.

Observatie 3: koppel smart shipping aan veiligheid en vergroening

Een interessante optie is om te onderzoeken wat Smart Shipping toepassingen kunnen betekenen op het gebied van **veiligheid**. Voor de binnenvaartondernemer is veiligheid geen onderdeel van de business case – verzekeringskosten zijn maar een zeer beperkt onderdeel van de totale kostensom – , maar vanuit een maatschappelijk perspectief kan een verhoogde veiligheid een grote bate met zich meebrengen door minder slachtoffers, gewonden, materiele schade en niet-beschikbaarheid van vaarwegen volgend op ongeval. De verwachting dat smart shipping bijdraagt aan een betere veiligheid moet verder onderzocht en onderbouwd worden.

Daarnaast moet gezocht kunnen worden naar mogelijke meekoppelkansen in de **vergroeningsdiscussie**. De binnenvaart sector zal hoe dan ook een vergroeningslag moeten maken, gezien de gestelde klimaatdoelstellingen voor 2050. Wanneer door de ondernemer geïnvesteerd wordt om te vergroenen zou ook de installatie van smart shipping technologieën gepromoot kunnen worden, bijvoorbeeld door een subsidieprogramma. Hetzelfde geldt voor object-specifieke maatregelen die de vereiste communicatie tussen de smart shipping toepassingen op schepen en de objecten (bruggen, sluisen, ligplaatsen) mogelijk moeten maken of fysieke maatregelen. Vaak zijn de benodigde specificaties daarvoor nog niet in detail bekend, omdat de smart shipping toepassingen voor op de schepen nog in ontwikkeling zijn. Mogelijk liggen er ook koppelkansen door maatregelen te realiseren binnen het kader van voorgenomen werkzaamheden op het gebied van beheer en onderhoud van vaarwegen en kunstwerken.

Observatie 4: versnelling van een samenwerking met een gezamenlijke agenda

Deze studie toont aan dat meerdere partijen betrokken zijn bij de introductie van smart shipping, met eigen belangen. De introductie van smart shipping verbindt de betrokken partijen en creëert ook een afhankelijkheid. Daarom is het zaak dat de betrokken partijen een **gemeenschappelijk plan** trekken en dit vertalen in een **gezamenlijke agenda**. Een agenda die de te nemen stappen benoemen, met de verantwoordelijke partijen en geplaatst in tijd. Op deze manier het proces van introductie van smart shipping gestuurd en gemonitord worden vanuit een organisatie waarin de samenwerking tussen betrokken partijen gewaarborgd is. Dit gebeurt al, maar hoe sneller dit gaat, des te beter dit is.

Observatie 5: kennis van smart shipping draagt bij aan het behouden van de sterke positie van de Nederlandse scheepsbouwsector

Indien deze kennis niet in Nederland aanwezig is, zullen de klanten moeten uitwijken naar buitenlandse werven, met het risico dat dan ook ander werk in het buitenland wordt uitgevoerd.



Observatie 6: internationale en regionale samenwerking kan verder worden uitgebouwd om de positieve effecten van smart shipping te vergroten

Smart shipping stopt niet bij de grens. Er is al samenwerking met Vlaanderen; deze dient ook bestendig te worden met Duitsland (WSV), de Centrale Rijnvaartcommissie, Oostenrijk (viadonau), Frankrijk (VNF) en Wallonië (Voies Hydrauliques Wallonie). Uniforme standaarden dienen gehanteerd te worden ten aanzien van digitale informatievoorziening aan de binnenvaart, ten aanzien van nautische kenmerken van de vaarweg en de in de vaarweg gelegen kunstwerken, maar ook ten aanzien van hydrogegevens. Een follow-up project voor RIS-Comex zou kunnen helpen om een Pan-Europese standaard voor Smart Shipping mogelijk te maken.

Regionalisering is eveneens belangrijk. Het aantal vaarwegbeheerders in Nederland, is groter dan het aantal vaarwegbeheerders in de omliggende Europese landen samen. Deze versnippering maakt het lastig om tot een uniforme aanpak te komen, en investeringen te faseren en te prioriteren. Een **nationaal subsidieprogramma** voor vaarwegbeheerders en waterschappen om vooral de **digitale informatie** over vaarwegen en de in deze vaarweg gelegen kunstwerken actueel en accuraat beschikbaar te hebben, kan helpen.



Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht betrokken partijen

Overzicht interviews

Voor deze studie is met de volgende partijen gesproken:

- Sensor Maritime
- Shipping Technology
- Captain AI
- CoVadem
- Nederland Maritiem Land (NMT)
- IHC
- Lloyd's Register
- BLN Schuttevaer

Overzicht deelnemers EffectenArena

- Rijkswaterstaat
- Shipping Technology
- Nederland Maritiem Land (NMT)
- Koninklijke BLN-Schuttevaer
- Havenbedrijf Rotterdam
- Provincie Zuid-Holland
- Provincie Noord-Holland



Realisatie-economie

Nederland staat bekend als een land met veel maritieme bedrijvigheid⁸⁶. Zo zijn er veel maritieme georiënteerde bedrijven gevestigd rondom de grote Nederlandse zeehavens (havens van Rotterdam, Amsterdam, Groningen Seaport en North Sea Port). Ook bevinden zich op lokaal en regionaal niveau veel bedrijven die zich richten op de maritieme sector. Denk aan nautische bedrijvigheid (waaronder reparatie en onderhoud van binnenvaartschepen) in Limburg en de unieke positie van de Nederlandse scheeps- en jachtbouwers. In deze laatste twee categorieën, scheepswerven en grote jachtbouwers, bevinden zich de grootste werven van Nederland. De grote scheepswerven (14 werven) behaalden in 2018 een omzet van 2.4 miljard euro. Daarnaast waren de grote jachtbouwers in 2018 en 2019 goed voor respectievelijk 1.1 en 1.3 miljard euro omzet. Hoewel de omzet de afgelopen jaren (vanaf 2016) substantieel is toegenomen (bijna 50% stijging), blijft de toegevoegde waarde van de grote jachtbouwers relatief constant.

Ook vanuit economisch oogpunt spelen de maritieme sectoren een omvangrijke en belangrijke rol. Vanaf 2014 becijfert Ecorys jaarlijks de economische omvang van het maritieme cluster in Nederland, welke wordt vastgelegd in de Maritieme Monitor. Hierbij wordt stevast teruggekeken naar het afgelopen jaar. Zo wordt er in de Maritieme Monitor van 2019 teruggekeken naar het jaar 2018. In 2018 waren ruim 16.000 bedrijven actief in het Nederlandse maritieme cluster. Deze waren samen goed voor grofweg 170.000 werkzame personen. Met een directe bijdrage van circa 2,0% voor de Nederlandse werkgelegenheid en 2,5% van het Nederlandse BBP leverde het maritieme cluster een substantiële bijdrage aan de Nederlandse economie⁸⁷.

In deze studie wordt ingegaan op de effecten op de scheepsbouwsector. Startpunt van deze analyse is het in kaart brengen van de scheepsbouwsector en deze van een duidelijke en relevante afbakening voorzien. Vervolgens wordt de structuur van deze economie, het economisch belang en geografische spreiding van de realisatie-economie worden beschreven.

De omvang van de scheepsbouwsector

Met de scheepsbouwsector wordt (in lijn met de uitvraag) de bedrijvigheid bedoeld waarmee de realisatie van de scheepsproductiemiddelen tot stand komt. Concreet gaat het hier dus om scheepsbouwers en haar toeleveranciers die leveren aan de Nederlandse- en internationale markt. In deze studie zal voor de realisatie-economie specifiek worden gekeken naar de afbakening van een tweetal maritieme sectoren:

- Scheepsbouw: de Nederlandse scheepsbouwsector bestaat uit nieuwbouw- en scheepsreparatiewerven (incl. de superjachtbouw voor schepen >24 meter).
- Maritieme toeleveranciers⁸⁸: deze toeleverende bedrijven leveren producten en/of (technische) diensten aan de maritieme sector in den brede.

⁸⁶ In lijn met de Maritieme Monitor worden de volgende sectoren als zijnde maritiem afgebakend: zeevaart, scheepsbouw, offshore (waaronder zon- en windenergie), binnenvaart, waterbouw, havens (op- en overslag), marine (Commando Zee strijdkrachten), visserij, maritieme dienstverlening, jachtbouw/ watersportindustrie, maritieme toeleveranciers.

⁸⁷ Ecorys (2020), Maritieme Monitor 2019

⁸⁸ In deze sector worden alleen de bedrijven meegenomen die direct zijn gelieerd aan de toeleverende industrie. Bunkeringsbedrijven en schoonmakers worden hierin niet meegenomen. Schoonmakers zijn een indirect effect van maritieme bedrijvigheid en worden in Maritieme Monitor onder indirecte effecten geschaard.



Voor de afbakening van de scheepsbouwsector (werven) wordt een definitie gehanteerd op basis van een drietal SBI sectoren (in lijn met de sectorafbakening van het CBS)⁸⁹:

- SBI 3011: Bouw van schepen en drijvend materieel (geen sport- en recreatievaartuigen)
- SBI 3315: Reparatie van schepen
- SBI 3012: Scheepsbouw (recreatieschepen)

Maritieme toeleveranciers zijn toeleverende bedrijven in den brede. Zo leveren zij producten en diensten aan werven, rederijen en maritieme dienstverleners. Daarbij kan het gaan om interieurbouw, elektrotechnische installaties, maar ook ingenieursdiensten en veiligheidsanalyses. Door de diversiteit (en diffuusheid) van deze sector, valt deze niet door middel van de door het CBS vastgestelde SBI sectoren te definiëren. Vandaar dat gebruik wordt gemaakt van bedrijfslijsten vanuit brancheorganisatie NMT⁹⁰ aangevuld met desk research (zie Figuur 1). Deze afbakening van de sectoren is in lijn met die in de Maritieme Monitor.

In Tabel 1 wordt de economische betekenis voor de gehele sector nader in kaart gebracht. Gezamenlijk zijn beide sectoren goed voor circa 14.500 werkzame personen, wat gelijk is aan 20% van de (directe) maritieme werkgelegenheid in Nederland. Het betreft hier dus een overkoepelend beeld van de economische omvang van de scheepsbouw en maritieme toeleveranciers in Nederland. Voor deze sectoren is het nadrukkelijk van belang om de (meer)waarde, kansen en uitdagingen voor de binnenvaart en specifiek voor smart shipping in kaart te brengen. In de volgende paragrafen worden de (voor de binnenvaart) relevante onderdelen van deze sectoren nader beschreven.

Sector	Scheepsbouw	Maritieme toeleveranciers
Bedrijven (in aantal)	2.350	665
Werkgelegenheid (in werkzame personen (wzp))	13.794	17.665
Omzet (in mln. €)	€ 4.349	€ 6.380
Export (in mln. €)	€ 2.773	€ 2.488
Toegevoegde waarde (in mln. €)	€ 918	€ 1.791

Tabel A 1 Economische betekenis van scheepsbouw en maritieme toeleveranciers in 2018

Bron: Maritieme Monitor 2019 (cijfers gaan over 2018)

Scheepsbouw

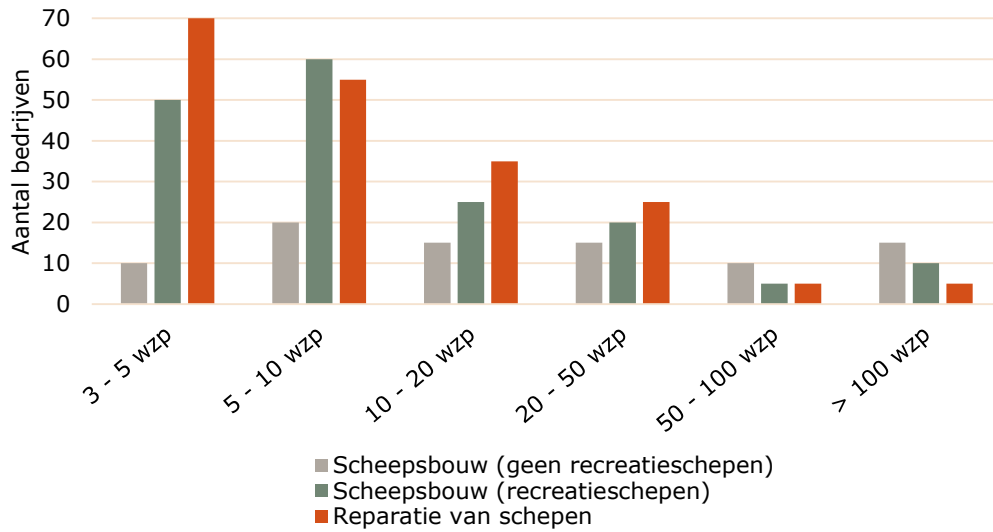
In totaal zijn er in Nederland ruim 2.350 bedrijven actief in de scheepsbouwsector met een totale werkgelegenheid van bijna 14.000 werkzame personen. Uitgesplitst naar deelsectoren zijn er in de categorie "Bouw van sport- en recreatievaartuigen" circa 710 bedrijven ingeschreven. In de "Bouw van schepen en drijvend materiaal" zijn er 455 bedrijven actief, waarvan eveneens de 15 superjachtbouwers. Ten slotte de "Reparatie van schepen" bevat 1.080 bedrijven (zie Figuren 1 en 2).

⁸⁹ Een SBI (Standaard Bedrijfsindeling) is een indeling van economische activiteiten die door het CBS wordt gebruikt om bedrijfseenheden in te delen naar hun hoofdactiviteit. Voor de

⁹⁰ Deze bedrijfslijsten worden deels gevormd door ledenlijsten van NMT en aanvullend onderzoek van Ecorys in het kader van de Maritieme Monitor

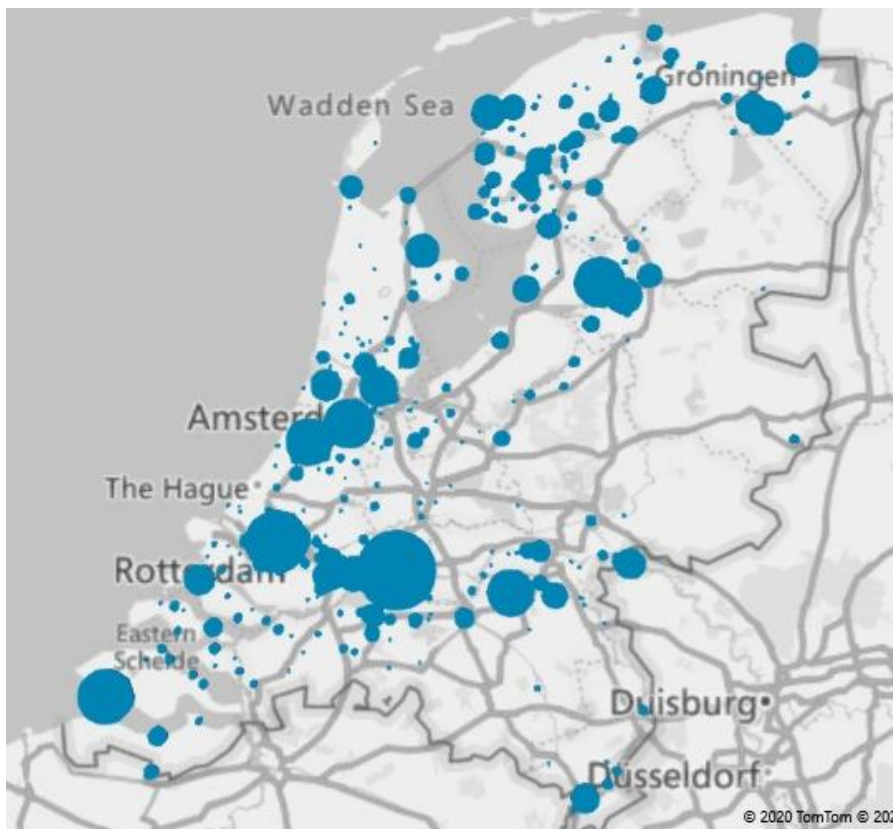


Figuur A 1 Aantal bedrijven in de scheepsbouw, ingedeeld naar aantal werkzame personen (WPZ)



Bron: CBS (2020) (bewerkt door Ecorys)

Figuur A 2 Scheepsbouw in Nederland (gemeten in aantal bedrijven)



Bron: Maritieme Monitor (2019) (bewerkt door Ecorys)

Uit CBS-cijfers blijkt dat het aantal kleine bedrijven, met slechts één werkzaam persoon (WPZ), substantieel is. Het betreft hier veelal (oud-)medewerkers van bestaande werven die zich als zzp'er in de scheepsbouw of -reparatie registeren. De gehele sector behaalde in 2018 een omzet en toegevoegde waarde van respectievelijk €4.349 miljoen



en €918 miljoen. Hieruit zijn een aantal scheepsbouw specifieke kentallen te ontlenen (zie formule 1 en 2):

$$\text{Omzet p. wzp} = \frac{€ 4.349 \text{ mln.}}{13.794 \text{ wzp}} = € 315.282 \quad (1)$$

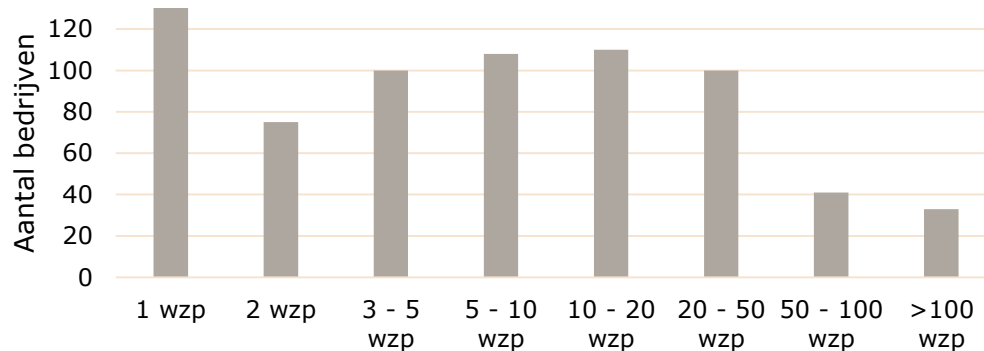
$$\text{Toegevoegde waarde p. wzp} = \frac{€ 918 \text{ mln.}}{13.794 \text{ wzp}} = € 66.550 \quad (2)$$

In het vervolg van deze studie wordt ingeschat welk deel van de scheepsbouwsector relevant is voor de binnenvaart. Deze uitgangspositie speelt een rol bij het bepalen van de economische effecten.

Maritieme toeleveranciers

Nederland beschikt over een diffuus economisch landschap van toeleverende bedrijven aan de maritieme industrie. Zo bevat de sector maritieme toeleveranciers bijna 900 bedrijven variërend van vervaardiging van machines, apparaten, elektrische apparatuur tot dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie.

Figuur A 3 Aantal toeleverende bedrijven (in aantal bedrijven)



Bron: CBS (2020) (bewerkt door Ecorys)

Deze sector is in totaal goed voor 17.665 werkzame personen, bijna 6.400 miljoen euro omzet en 1.800 miljoen euro toegevoegde waarde. Op basis van deze statistieken zijn een aantal economische kentallen te ontlenen die in deze studie kunnen worden gebruikt (zie formule 3 en 4):

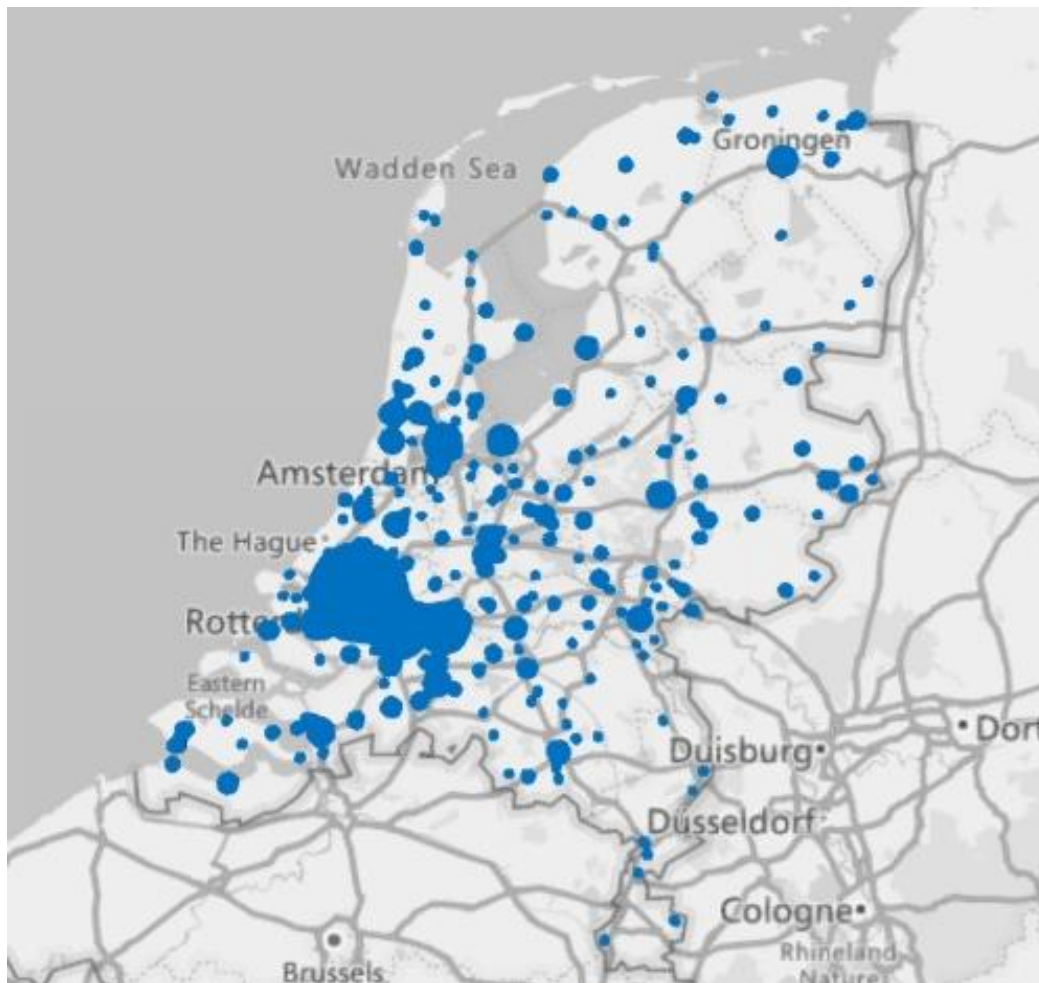
$$\text{Omzet p. wzp} = \frac{€ 6.380 \text{ mln.}}{17.665 \text{ wzp}} = € 361.166 \quad (3)$$

$$\text{Toegevoegde waarde p. wzp} = \frac{€ 1.791 \text{ mln.}}{17.665 \text{ wzp}} = € 101.387 \quad (4)$$

Een deel van de Nederlandse maritieme toeleveranciers levert specifiek aan de scheepsbouwers actief in het binnenvaartsegment. Wel lijken deze bedrijven zich over het algemeen in de nabijheid van de bedrijven in de scheepsbouwsector te vestigen (vergelijk figuren 2 en 4). In het kader van deze studie wordt er daarom vanuit gegaan dat de omvang van de toeleverende industrie aan de hand van de werkgelegenheidsontwikkeling in de scheepsbouw zal worden bepaald.



Figuur A 4 Maritieme toeleveranciers in Nederland (gemeten in aantal bedrijven)



Bron: Maritieme Monitor (2019) (bewerkt door Ecorys)

Smart shipping initiatieven in de scheepsbouwsector

Een deel van de werven en toeleverende bedrijven houdt zich op dit moment bezig met de ontwikkeling van smart shipping technologieën. Om een beeld te krijgen van partijen die zich hier momenteel mee bezig houden is op basis van een openbaar bronnenonderzoek in beeld gebracht welke technologieën op dit moment ontwikkeld, getest en verkocht worden. In de analyse is naar een aantal aspecten gekeken, namelijk:

- De producten die ontwikkeld worden, inclusief een korte beschrijving van het product.
- De link met de eerder beschreven vaartaken. Op welke aspecten van het varen zien de ontwikkelingen? Varen op rechte vaarweg, passeren bruggen / sluisen, aanleggen aan kades etc.
- Het beoogde automatiseringsniveau conform de indeling gemaakt door de CCR.
- De ontwikkelfase waarin de technologie zich bevindt. Gaat het om een idee op de tekentafel, worden er op dit moment testen uitgevoerd of is de technologie reeds operationeel op een binnenvaartschip?
- Hoe ontwikkelt deze economie zich wanneer het niet mogelijk wordt gemaakt om autonoom te varen?



De uitkomsten van deze analyse zijn opgenomen in de tabel hieronder. Per initiatief is bepaald op welk niveau van automatisering de technologie zit en op welke vaartaak het initiatief van toepassing is. Daarnaast worden ook kansen geïdentificeerd op basis van de vaartaken en de automatiseringsniveaus. Het is belangrijk te vermelden dat de informatie opgenomen in de tabel een overzicht van voornamelijk commerciële partijen en projecten betreft en waarvoor de informatie grotendeels is gebaseerd op de websites van deze partijen. Met sommige partijen is gesproken in interviews (deze zijn aangegeven met een asterix (*)).

De tabel onderscheidt de Nederlandse en buitenlandse initiatieven. Er zijn ongetwijfeld meer initiatieven, projecten en partijen die bezig zijn met smart shipping (in binnenvaart). De gepresenteerde lijst geeft daarmee een beeld van wat er speelt, maar het is geen uitputtend overzicht. Deze lijst laat echter wel zien dat technologieën en technologieën in ontwikkeling zijn en dat de scheepsbouwsector bezig is met smart shipping.

Vooraf toeleveranciers zijn actief in de ontwikkeling van smart shipping technologieën. Opvallend aan de geïdentificeerde technologieën is dat zij zich of op niveau 0 en 1 bevinden of zich richten op niveaus 4 en 5. Er zijn slechts enkele technologieën die als eindresultaat 2 of 3 aangeven. Technologieën die zich richten op de niveaus 0 en 1 worden vaak op grotere schaal toegepast wat betekent dat de technologie is uitontwikkeld. De technologieën die verregaande automatiseringsniveaus nastreven, zijn allemaal nog in testfasen en worden nog niet op grote schaal verkocht. Enkele technologieën worden wel aan boord van een schip getest, maar de opname van smart shipping technieken vanuit de markt is tot op heden minimaal. In Bijlage 5 zal nader worden ingegaan op de redenen waarom deze technologieën nog niet van de grond komen.



Naam bedrijf / project	Beschrijving activiteiten (korte beschrijving van de relevante techniek)	Link met vaartaak	Mate van automatisering	Ontwikkelniveau
Nederlandse partijen				
Shipping Technology* ⁹¹	Black Box Pro, verzamelt data en slaat de data op in de Cloud	Varen op rechte stukken (interview)	1	Toepassing aan boord van een schip
	Collision Detection Static System (in ontwikkeling)	Bruggen en sluisen	2	Onbekend
	Collision Detection Dynamic System (in ontwikkeling)	Andere schepen of bewegende objecten	2	Onbekend
	Semi-autonomous (in ontwikkeling)	Alle taken	3	Testen in de binnen omgeving
Sensor Maritime * ⁹²	Bridgescout: detecteert of er voldoende doorvaarthoogte is en informeert de kapitein ⁹³	Bruggen	1	Brede toepassing aan boord
	FLIR Marine: warmtebeeldcamera's zijn ontwikkeld om de veiligheid aan boord en het bewustzijn van de omgeving te vergroten ⁹⁴	Veiligheidsaspecten	1	Brede toepassing aan boord
Captain AI * ⁹⁵	Captain AI ontwikkelt 's werelds eerste veilige en volledig autonome scheepvaart oplossing, gebruikmakend van zeer betrouwbare simulaties, innovatieve sensoren en de nieuwste deep-learning technieken. Door gebruik te maken van simulatiesoftware en Artificial Intelligence (AI), kan Captain AI aan miljoenen gecompliceerde situaties worden onderworpen. Hierdoor leert de software zichzelf om de juiste beslissing te nemen.	Route, rechte stukken varen en veiligheid.	5	Testen aan boord van een schip ⁹⁶

⁹¹ <https://shippingtechnology.com/products/>

⁹² <https://www.sensormaritime.com/>

⁹³ <https://www.sensormaritime.com/bridgescout/>

⁹⁴ <https://www.sensormaritime.com/flir-marine/>

⁹⁵ <https://www.captainai.com/>

⁹⁶ <https://www.captainai.com/news/captain-ais-autopilot-successfully-tested-in-the-port-of-rotterdam/>



Naam bedrijf / project	Beschrijving activiteiten (korte beschrijving van de relevante techniek)	Link met vaartaak	Mate van automatisering	Ontwikkelniveau
Marinminds⁹⁷	Bieden een "virtual crew" aan jachtbezitters. Via een app kan de kapitein vragen stellen aan de virtual assistent. De app verzorgt ook routes en kan remote technische problemen verhelpen.	-	0	Brede toepassing aan boord
	Zijn ook bezig met testen van een USV (Unmanned Surface Vehicle) die peilwerkzaamheden kan uitvoeren ⁹⁸	Gehele keten	4 – 5	Testen aan boord van een schip
Roboat (AMS & MIT)⁹⁹	Ontwikkelt eerste vloot van autonome bootjes voor de stad Amsterdam. Zal worden gebruikt voor afvalverzameling en transport van (kleine) goederen.	Gehele keten	5	Testen in de binnen omgeving (prototype is buiten getest)
CoVadem * ¹⁰⁰	CoVadem brengt actuele waterdiepten in kaart door een 'varend meetnet' van schepen te combineren met slimme Big-Data technieken. Ze verzamelen diepte-informatie van verschillende schepen, die ze daarna centraal verwerken, analyseren en verrijken. Abonnees van CoVadem hebben op die manier direct toegang tot de meest actuele dieptegegevens en waterstandvoorspellingen.	Varen rechte stukken	1	Brede toepassing aan boord
JIP Autonomous Shipping¹⁰¹	Bestudeert de voorwaarden om veilig te kunnen varen. Belangrijkste focus is het onderzoeken of het mogelijk is om dit met bestaande technologie te doen.	Gehele keten	4 – 5	Testen aan boord van een schip ¹⁰²
Deep B.V.¹⁰³	Een bedrijf dat in Hydrografie en Geofysica is gespecialiseerd; willen autonoom varen inzetten voor bodemsurveying. Kunnen bestaande schepen uitrusten met benodigde functies	Gehele keten	4 – 5	Testen aan boord van een schip (waarbij crew nog aanwezig is in testfase)

⁹⁷ <https://www.marinminds.com/>

⁹⁸ <https://smashnederland.nl/nieuws/marinminds-test-autonoom-meetvaartuig/>

⁹⁹ <http://roboat.org/>

¹⁰⁰ <https://www.covadem.org/>

¹⁰¹ <https://autonomousshipping.nl/partners/>

¹⁰² <http://autonomousshipping.nl/download/154/>

¹⁰³ <https://www.deepbv.nl/nieuws/>



Naam bedrijf / project	Beschrijving activiteiten (korte beschrijving van de relevante techniek)	Link met vaartaak	Mate van automatisering	Ontwikkelniveau
Demcon Unmanned Systems¹⁰⁴	Ontwikkelt en levert onbemande en autonoom varende, vliegende en rijdende systemen. In de eigen technologie ontwikkeling wordt gefocust op oplossingen die verder gaande autonome functionaliteiten voor varende, vliegende en rijdende systemen.	Gehele keten	4 – 5	Testen met prototype in buitenomgeving
Mampaey¹⁰⁵	Het "intelligent Dock Locking System (iDL) is een geautomatiseerd magnetisch afmeersysteem. Robots met magneten maken connectie met de wand van het schip en houden het schip op zijn plaats. Hierdoor kunnen de operaties sneller en veiliger gedaan worden. Het kan gebruikt worden op verschillende typen schepen, terminals en havens. Door de automatisering is er de constante mogelijkheid tot real-time monitoren. Het systeem is bestand tegen slechte weersomstandigheden en sterke stromingen door passerende schepen.	Afmeren	5	Toepassing aan boord van een schip
KOTUG¹⁰⁶	Hebben een test gedaan in 2018 met op afstand bestuurbare tugboat. Samenwerking tussen meerdere partijen die allemaal een deel hebben bijgedragen:	Andere sector	5	Testen met prototype in buitenomgeving
Aquatic Drones¹⁰⁷	Produceren autonome varende drones voor inspectie en monitoring	Andere sector		Brede toepassing aan boord (techniek is reeds meerdere malen verkocht)
Buitenlandse partijen				
Trelleborg	Automatisch af- en aanmeren met behulp van vacuümsystemen ¹⁰⁸	Aan- en afmeren	5	Toepassing aan boord van een schip
Cavotec	Automatisch af- en aanmeren met behulp van vacuümsystemen ¹⁰⁹	Aan- en afmeren	5	Toepassing aan boord van een schip

¹⁰⁴ <https://www.demcon.nl/unmanned/>

¹⁰⁵ <https://mampaey.com/berthing-mooring-overview/the-intelligent-docklocking-system/>

¹⁰⁶ <https://www.kotug.com/newsmedia/minister-water-management-cora-van-nieuwenhuizen-visits-rt-borkum>

¹⁰⁷ <https://www.aquaticdrones.eu/>

¹⁰⁸ [https://www.trelleborg.com/marine-and-infrastructure/~media/marine--systems/resources/brochures/downloads/dmbrochure.pdf?la=en](https://www.trelleborg.com/marine-and-infrastructure/~/media/marine--systems/resources/brochures/downloads/dmbrochure.pdf?la=en)

¹⁰⁹ <https://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/automated-mooring>



Naam bedrijf / project	Beschrijving activiteiten (korte beschrijving van de relevante techniek)	Link met vaartaak	Mate van automatisering	Ontwikkelniveau
Mac Gregor	Robotarm die de afmeerlijnen grijpt en om de meerpalen knoopt aan de kant. ¹¹⁰	Aan- en afmeren	5	Toepassing aan boord van een schip
Seafar	Seafar ondersteunt en stuurt geautomatiseerde schepen aan vanuit een Shore Control Center. De schepen zijn geïntegreerd met het Seafar Control System en worden bediend door een gecertificeerd kapitein. ¹¹¹	Remote varen	4-5	Testen met prototype in buitenomgeving
Rolls Royce & Svitzer	Op afstand bedienbare tugboat. Kan aan- en afmeren, 360 graden draaien en weer naar een andere locatie varen.	Remote varen	4-5	Testen met prototype in buitenomgeving
Kongsberg¹¹²	Ontwikkelt systemen voor autonoom varende schepen. Kongsberg is betrokken als toeleverancier in verschillende projecten die zich vooral richten op geïntegreerde sensor technologie en het vermijden van aanvaringen door middel van automatisering.	Gehele keten	4-5	Testen met prototype in buitenomgeving

Tabel A.2 Bestaande projecten en initiatieven realisatie-economie

¹¹⁰ <https://www.macgregor.com/intelligent-solutions/automated-mooring-system/>

¹¹¹ <https://seafar.eu/nl/>

¹¹² <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-shipping/>



Bijlage 3 **Achtergrond transporteconomie**

In grote lijnen kan de binnenvaart opgedeeld worden in een drietal deelmarkten, drie vormen van ondernemerschap en een drietal contractvormen.

Deelmarkten	Ondernemerschap	Contractvormen
Droge ladingschepen Beunschepen Vloeibare lading	<ul style="list-style-type: none">• Familiebedrijf• Coöperatie• Rederij	<ul style="list-style-type: none">• Spotmarkt• Timecharter• Vast contract

Droge ladingschepen

Een eerste belangrijke markt is de markt van drogeladingschepen. Dit is een weinig gespecialiseerde markt met een grote diversiteit aan sloopstypen. De markt omvat binnen Nederland circa 3.100 schepen, waarvan circa 60% groter dan 1500 ton (middelgrote- en grote schepen) en 40% schepen kleiner dan 1500 ton (kleine schepen). Hieronder enkele kenmerken van de vloot:

- De middelgrote en grote binnenvaartschepen zijn relatief gezien jong en kennen nog een hoge boekwaarde. Ze kenmerken zich dan ook door hoge kapitaallasten en meerjarige verplichtingen ten aanzien van aflossingen en rentebepalingen. Deze markt laat zich sterk drijven door liquiditeitsproblemen.
- De kleinere schepen daarentegen zijn veelal ouder en veelal financieel afgeschreven. Eigenaren op deze schepen kennen dan ook weinig zware financiële lasten. Wel zijn deze schepen, uitzonderingen daargelaten, verouderd en zijn er grote investeringen nodig om installaties en voortstuwing up-to-date te houden. Veel schepen zijn bijvoorbeeld nog niet uitgerust met een CCR-2 motor, waardoor per 20205 de toegang tot de Rotterdamse haven ontzegd kan worden. In een groot aantal gevallen zijn de benodigde investeringen van dusdanige omvang, dan eigenaren besluiten het te exploiteren tot het afgekeurd wordt, waarna sloop volgt. De verdiensten zijn, door zowel de concurrentie met grote schepen (liquiditeitsgedreven), kleinere schepen (opvaren van het schip tot de sloop) als de vrachtwagen, te gering om grootschalige vernieuwing mogelijk te maken.

Binnen de drogeladingmarkt zijn een drietal ondernemerschapsvormen gangbaar. Het merendeel van de bedrijven (90%) betreft familiebedrijven, ondernemingen die geleid worden door een echtpaar (via een V.O.F. of een eenmanszaak). Een aanzienlijk deel (ongeveer 15%) daarvan is aangesloten bij coöperaties. De overige 10% betreft schepen die in rederijvorm worden uitgebaat. Ten aanzien van de financiële prestaties geldt dat:

- rederijen doorgaans de meest stabiele resultaten boeken,
- coöperaties waarbij familiebedrijven zijn aangesloten iets minder stabiel
- en de overige familiebedrijven het minst stabiel.

Een belangrijk onderscheid hierbij is ook nog de contractvorm welke gekozen wordt. Circa de helft tot zestig procent van de drogelading wordt verhandeld via de spotmarkt. Daartoe onderhandelen binnenvaartschippers (circa 2.500 bedrijven) met circa 250 bevrachters, die weer diensten verlenen aan verladers. Binnenvaartbedrijven betalen bevrachters een provisie voor hun diensten (5%). Hierbij wordt op basis van individuele reizen een contract en bijbehorende voorwaarden onderhandeld. De prijzen in deze markt zijn zeer volatiel en hangen sterk samen met het ladingaanbod, de waterstanden en seizoensinvloeden. In de winter en herfst is deze markt doorgaans sterker dan in de

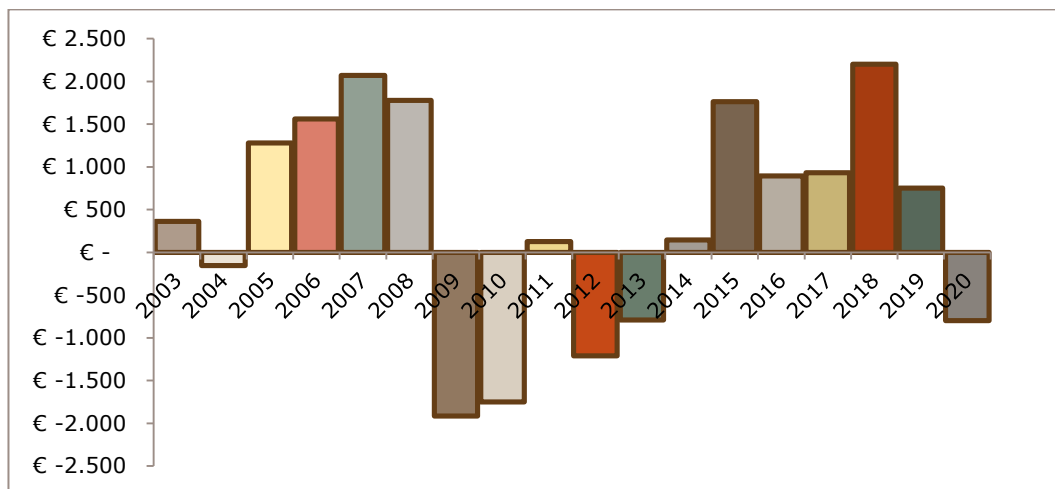


lente en zomer. De markt kenmerkt zich door een relatief hoge benuttingsgraad van het schip, doordat binnenvaartoperators gestimuleerd worden de leegvaart zo veel mogelijk te beperken.

Een andere vorm betreft de vaste contracten. Deze worden doorgaans direct afgesloten tussen binnenvaartoperators en verladers en kennen veelal een vaste overeengekomen prijs. Het volume dat via de contracten wordt afgewikkeld is doorgaans een 'minimaal' productieniveau, waarbij pieken in productie bij de verlader worden afgevangen via de spotmarkt. De contractprijs wordt vaak vastgezet voor één jaar, net als de contractverplichting. Er kan, eventueel, gewerkt worden met clausules voor de gasoliekosten en laagwatertoeslagen. Binnenvaartoperators die met deze contractvorm werken kennen doorgaans een stabiel inkomens, al geldt dat in crisissituaties ook vaak het volume terugloopt en contracten éézijdig opgezegd kunnen worden.

Een laatste contractvorm betreft de timecharters. Deze vorm is gangbaar bij containeroperators. Hierbij wordt tegen een vaste dagprijs het schip verhuurd. Variabele kosten, zoals gasolie en havengelden, worden buiten de dagprijs om behandeld en direct in rekening gebracht bij de partij die het schip inhuurt. Timecharters worden ook doorgaans voor een jaar afgesloten, maar langjarige contracten zijn zeker in de containermarkt niet ongewoon. Ook in de veevoedermarkten zijn timecharters mogelijk. Enkele logistieke dienstverleners in de drogeladingsector werken ook met timecharters. Via deze wijze huren zij schepen voor (veelal) een jaar in tegen een vaste prijs per dag. Het bevrachtingskantoor zorgt vervolgens voor de vracht in het schip. Deze contractvorm genereert doorgaans ook stabiele inkomensposities.

Figuur A 5 Operationeel resultaat per reis



Bovenstaande figuur toont de ontwikkeling van het resultaat per reis dat drogeladingvaart-ondernemers hebben gerealiseerd in de spotmarkt. In 2018 kon de binnenvaartsector nog profiteren van grote goederenstromen en een grote vraag naar transport, onder andere door langdurige lage waterstanden op de Rijn. Sindsdien is de vraag naar vervoer sterk teruggelopen, terwijl de capaciteit op de binnenvaartmarkt juist is toegenomen. Ook in de crisisjaren (2009-2013 en ook 2020) hebben binnenvaartondernemingen in hoge mate moeten toeleggen. Dit heeft de vermogenspositie van de bedrijven sterk verzwakt. Geconcludeerd kan worden dat er weinig investeringsruimte is. Dit geldt vooral voor ondernemers die actief zijn in de spotmarkt, maar is zeker niet beperkt daartoe. De afwezigheid van investeringsruimte geldt ook voor alle scheepsgrootten, hoewel aard en omvang hiervan verschilt wel

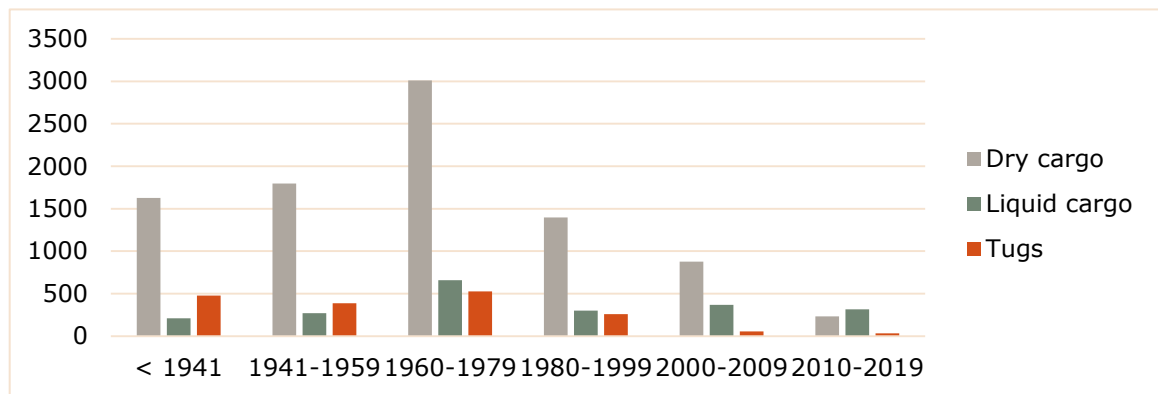


verschillen laten zien die afhangen van de scheepsgrootte. Ondernemers met kleinere schepen hebben beperkte vaste lasten maar onvoldoende verdienvermogen, terwijl dit voor grote schepen juist andersom geldt. Er zijn enkele partijen die wel enige investeringsruimte hebben, veelal betreft dit rederijen met stabielere inkomstenposities.

Leeftijdsstructuur van de vloot en nieuwbouw

De West-Europese markt kenmerkt zich door een relatief oude vloot. De helft van de actieve vloot in Duitsland, Nederland en België en 80% van de Franse vloot werd meer dan 50 jaar geleden gebouwd. 15% van de Europese vloot is meer dan 75 jaar geleden gebouwd, vooral in Nederland. Zwitserland is het land met de nieuwste vloot (87% van de vloot is in de afgelopen 35 jaar gebouwd), wat te verklaren is door het grote aandeel cruiseschepen. De Luxemburgse vloot is ook redelijk modern (65% van de vloot is in de afgelopen 35 jaar gebouwd), dankzij het grote aandeel moderne tankschepen.

Figuur A 6 Bouwjaarverdeling West-Europese vloot



Oude schepen bevatten niet de benodigde techniek waarop smart shipping systemen aangesloten kunnen worden. Wanneer deze groep toch smart shipping systemen zou willen gebruiken, zijn de kosten hoog. Vraag is of dit nog tot een positieve business case zou kunnen leiden of dat de kosten niet terug verdiend kunnen worden^{113 114}.

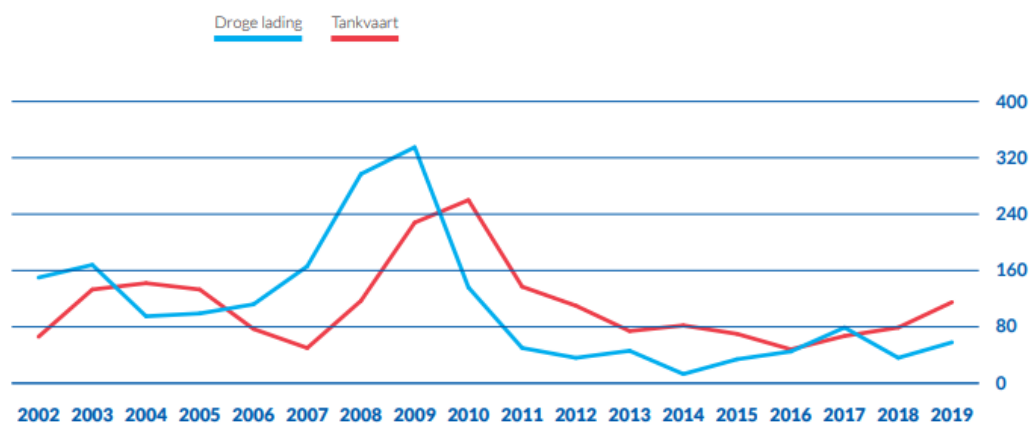
Een deel van de vloot is juist heel nieuw. Tussen 2006 en 2010 zijn relatief veel nieuwe binnenvaartschepen op de markt gekomen en heeft dus een nieuwbouwgolf plaatsgevonden. Onderstaande figuur laat zien dat in die periode meer dan 800 nieuwe binnenvaartschepen zijn opgeleverd. Een dergelijk aantal staat gelijk aan circa 10% van de gehele Nederlandse binnenvaartvloot (8.000 schepen). Vanuit technisch perspectief zijn deze schepen geschikt om smart shipping systemen te installeren.

¹¹³ Onderzoek uitrustingsniveau v.w.b. ICT van de Nederlandse binnenvaartvloot (actief in beroepsgoederenvervoer), Bureau Telematica Binnenvaart (BTB), 2017

¹¹⁴ Automated Navigation. Proposal from the Group of volunteers for updating the international definition of automation levels in inland navigation (Resolution 2018-II-16). CCNR, 2020



Figuur A 7 Ingebruikname nieuwe binnenvaartschepen



Bron: Marktobservatie binnenvaart 2020 (https://www.ccr-zkr.org/files/documents/om/om20_II_nl.pdf)

Een belangrijk aandachtspunt bij de nieuwbouwschepen is dat deze schepen in de overgrote meerderheid schepen van CEMT-klasse V of groter bevatten.



Initiatieven die smart shipping kunnen ondersteunen

Corridorgerichte bediening (CBB)

De visie "Scheepvaartverkeersmanagement 2025" geeft aan dat een "corridorgerichte bediening en begeleiding (CBB)" van de scheepvaart een belangrijke bijdrage kan leveren aan een betere benutting. Met CBB wil RWS voor de scheepvaart toegesneden informatie over het huidige en verwachte gebruik van de infrastructuur beschikbaar stellen. De schipper kan met deze informatie een reis van A naar B in samenwerking met de partners in de logistieke keten effectiever en efficiënter afstemmen en plannen. Voor RWS betekent CBB dat objecten (sluizen en bruggen) effectief en in een onderlinge samenhang worden benut. Randvoorwaarden hierbij zijn dat dit wordt gerealiseerd met lagere exploitatiekosten en een minimaal gelijkblijvend veiligheidsniveau.

De nieuwe informatiediensten bieden ondersteuning aan verkeersleiders, sluismeesters en brugwachters, zodat zij hun taak kunnen uitoefenen bij sluis- en brugplanning, het assisteren van de navigatie bij sluizen en bruggen, en verkeersposten. Als bedrijfsdienst wordt ondersteuning gegeven aan sluisplanning en brugplanning. Als informatiedienst wordt strategische verkeersinformatie, informatie over sluisplanning, brugplanning en ligplaatsgebruik opgebouwd en geleverd. Reis- en ladinggegevens worden gecombineerd met actuele positie informatie van schepen. Dit verbetert ten opzichte van de huidige informatiesystemen de kwaliteit van de prognoses van de aankomsttijden van vaartuigen bij sluizen, bruggen en verkeersposten, waardoor de dienstverlening aan de binnenvaart sterk verbetert.

RIS-Comex

RIS COMEX is een door CEF gefinancierd project dat gericht is op de definitie, specificatie, uitvoering en duurzame werking van de RIS-diensten op de belangrijkste binnenvaartcorridors in Europa. RIS COMEX is in de loop van 2016 van start gegaan en zal tot eind 2020 duren. Het projectgebied bestrijkt in totaal 13 verschillende Europese landen, waarbij 14 partners hun krachten hebben gebundeld onder de coördinatie van de Oostenrijkse viadonau met het gemeenschappelijke doel om de RIS-diensten van de corridor te realiseren. Bovendien heeft Polen zich in de loop van 2018 bij het project aangesloten als samenwerkingspartner.

Het RIS COMEX-project is gericht op de implementatie en exploitatie van grensoverschrijdende River Information Services op basis van operationele uitwisseling van RIS-gegevens. Deze op RIS gebaseerde Corridor (informatie)diensten maken verkeersbeheer door de autoriteiten en vervoersbeheer door de logistieke sector mogelijk. Zij maken gebruik van de beschikbare nationale infrastructuur en diensten.

De belangrijkste doelstellingen van RIS COMEX zijn:

- Ontwikkeling van een algemeen Corridor RIS-beheersconcept (uitgaande van de resultaten van het CoRISMA) in een dialoog tussen RIS-aanbieders en logistieke gebruikers (bv. verladers, schippers, scheeps- en vlootexploitanten, terminalexploitanten) om de relevantie van de ten uitvoer gelegde diensten te garanderen.
- De uitvoering en permanente exploitatie van geselecteerde onderdelen van het algemene concept, die zorgen voor een betere kwaliteit en beschikbaarheid van vaarweg-, verkeers- en vervoersinformatiediensten, wat vooral leidt tot een aanzienlijke toename van de efficiëntie in de binnenvaart en ook rechtstreeks



bijdraagt tot het gebruik van de algemene voordelen van RIS, d.w.z. een grotere veiligheid, efficiëntie en milieuvriendelijkheid van de binnenvaart als vervoerswijze.

- Gedefinieerde en overeengekomen operationele regelingen (juridisch, organisatorisch, financieel, technisch, kwaliteit) om een duurzame verdere ontwikkeling, uitvoering en exploitatie van de infrastructuur en diensten voor geharmoniseerde RIS te garanderen, maken een corridorbeheer na afloop van het project mogelijk.
- Harmonisatie van gegevensuitwisselingsconcepten voor RIS-gegevens door de coöperatieve ontwikkeling en specificatie van RIS-corridordiensten, waarbij de opkomst van verschillende gegevensuitwisselingsconcepten wordt vermeden.
- vooruitgang bij de harmonisatie van vervoersinformatiediensten op Europees en/of corridorniveau op basis van bestaande oplossingen en concepten (bv. IVS90, imagine, ERI-agent, R2D2).
- RIS COMEX, het platform dat openbare en particuliere actoren op het gebied van RIS-corridorbeheer samenbrengt, zal de dialoog tussen aanbieders van River Information Services en logistieke gebruikers (bv. verladers, scheeps- en vlootexploitanten, terminalexploitanten) vergemakkelijken.
- RIS COMEX zal geharmoniseerde River Information Services ontwikkelen voor opname in het DINA-initiatief en zal RIS een stap verder brengen in de integratie met andere vervoerswijzen.

Op basis van deze doelstellingen is het project specifiek gericht op:

- **Betere planning van het vervoer over de binnenwateren (grotere betrouwbaarheid van de transporttijden)**
- **Vermindering van de wacht- en reistijden**
- **Verhoging van de efficiëntie bij de uitvoering van binnenvaarttransporten**
- **Optimaal gebruik van de infrastructuur (verhoogde benutting van de capaciteit)**
- **Vermindering van administratieve belemmeringen**

Blauwe Golf Verbindend

Het begrip Blauwe Golf doelt op een vlotte doorvaart voor schepen, met weinig oponthoud voor het wegverkeer door openstaande bruggen. In bredere zin gaat Blauwe Golf over alle voorzieningen die een betere doorstroming en reistijdwinst opleveren voor verkeer over het water en ook op de weg daar waar water en wegen elkaar kruisen.

Die tijdswinst is te behalen door een betere informatie-uitwisseling tussen vaarwegbeheerders, de scheepvaart en het wegverkeer. Vooral informatie over openingstijden van sluizen en bruggen en de beschikbaarheid van ligplaatsen in de haven zorgt voor snellere doorstroming.

Blauwe Golf Verbindend omvat vier innovatieve regionale projecten op het gebied van informatie-uitwisseling, ieder met een eigen focus. Het gemeenschappelijke doel is om vervoer over water aantrekkelijker te maken voor verladers en vervoerders en de verkeershinder als gevolg van brugopeningen te verminderen. Schippers komen vlotter en soepeler op de plaats van bestemming door de vaarsnelheid op de nieuwe informatie aan te passen.

Door slim geplande brugopeningen vermindert het oponthoud voor het wegverkeer. Informatie over het tijdstip dat een brug opengaat, bevordert de doorstroom voor het



wegverkeer omdat automobilisten hun reisgedrag flexibel kunnen aanpassen. Bijvoorbeeld door later te vertrekken of een andere route te kiezen.

Schippers en automobilisten kunnen via realtime informatie anticiperen op de opening van de brug

In Zuid-Holland zijn data uit verschillende informatiesystemen samengebracht in een database. Op die manier komt veel reisinformatie bij elkaar en die gegevens worden in realtime doorgegeven aan reizigers op het water en op de weg. Bijvoorbeeld, de informatie van een brugoperator die aangeeft dat een bepaalde brug over tien minuten opengaat en ongeveer vijf minuten open blijft. Dat is ook van belang voor ambulances, bussen en ander lokaal wegverkeer. Navigatiesystemen of apps kunnen deze informatie gebruiken en weggebruikers informeren over een alternatieve route of de vertraging.

Sneller vaarpad door gecoördineerde brugopeningen zorgt voor grote tijdswinst.

Noord-Holland heeft in 2014 het concept Vaarpadplan getest op de Westelijke Staande Mastroute Deze route wordt vooral gebruikt door de recreatievaart. Op een vaartraject dat normaal gemiddeld zo'n negen uur in beslag neemt – het traject tussen de A9 en A44 dat onder andere door Haarlem loopt - werden de brugopeningen op elkaar afgestemd. Rekening houdend met de de gemiddelde

snelheid die de schepen varen, gaan de bruggen op vaste tijden open. Zo ontstaat er een open vaarpad en kunnen de schepen met staande mast in konvooi het traject dat gemiddeld zo'n negen uur in beslag neemt nu in de helft van de tijd afleggen. De aangepaste openingstijden van de bruggen op de A9 (Zijkanaal C) en de A44 (Kaagbrug) zorgen voor de grootste tijdswinst.

Brug Management Systeem berekent het ideale moment voor de brugopening

De adviesapplicatie BMS - het Brug Management Systeem - geeft brugwachters advies over het beste moment om de brug te openen. Aan de hand van actuele informatie over de situatie op de weg, het openbaar vervoer en over de openingstijden van nabijgelegen bruggen berekent het BMS het ideale tijdstip. De brugopeningstijden zijn inmiddels beschikbaar voor de Nationaal Dataportaal Wegverkeer en daarmee voor navigatie- en verkeersinformatiesystemen.

Binnenschippers zien via BLIS waar vrije ligplaatsen zijn in de haven.

Het Binnenvaart Ligplaats Informatie Systeem (BLIS) is een informatievoorziening voor binnenvaartschippers. De schipper kan op de website de actuele bezetting zien van de openbare binnenvaart ligplaatsen in de haven van Rotterdam. Een kaart geeft precies aan waar er een vrije plaats is, hij hoeft dus niet te zoeken. Minder onnodige vaarbewegingen zorgen voor lagere brandstofkosten, minder uitstoot en een betere doorstroming in de haven.

Inmiddels is er een prototype ontwikkeld door RWS en Bolesian dat aan de hand van scenario's de werking demonstreert van voorspelmodellen voor de beschikbaarheid van ligplaatsen voor de binnenvaart. De voorspelmodellen zijn ontwikkeld op basis van historische data van de bezetting van ligplaatsen in combinatie met vakkennis van binnenvaartexperts over het gedrag van de binnenvaartbewegingen onder verschillende omstandigheden.



In deze bijlage wordt nader ingegaan op de knelpunten en kansen voor smart shipping als we kijken naar de transporteconomie, de scheepsbouw en haar toeleveranciers (realisatie-economie) alsmede de overheidseconomie (infrastructuur) langs de volgende invalshoeken.

- Technisch
- Juridisch
- Financieel
- Organisatie/cultuur

De informatie in deze bijlage is gebaseerd op interviews met experts en stakeholders vanuit de bovengenoemde deeleconomieën (zie bijlage 1).

Technisch

We gaan hier in op belemmeringen op technisch vlak voor het gebruik en de implementatie van de smart shipping toepassingen. Dit kunnen technische moeilijkheden zijn in de toepassing van de technieken. Voor de techniek is het belangrijk om onderscheid te maken tussen bestaande schepen en nieuwbouwschepen.

Aanpassing van bestaande schepen

- smart shipping applicaties kunnen op bestaande schepen toegepast worden. Dit concept van nieuwe applicaties of toepassingen op bestaande schepen implementeren noemen we "retrofitting". Uit interviews met verschillende technologieontwikkelaars is gebleken dat het op de meeste schepen die gebouwd zijn na 1980 mogelijk is om smart shipping applicaties toe te passen. Schepen van voor 1980 hebben vaak te ouderwetse technologieën aan boord, waardoor het niet mogelijk is om smart shipping applicaties te installeren. Het betreft voornamelijk de motoren die niet te oud kunnen zijn.
- Over het algemeen geldt dat hoe ouder het schip en de techniek op het schip, hoe lastiger het is om het schip te digitaliseren, omdat alles non-digitaal gebouwd is. smart shipping applicaties kunnen dus niet op alle bestaande schepen toegepast worden. Daarom zou, in het scenario waarin de gehele vloot volledig autonoom vaart, een deel van de vloot uiteindelijk vernieuwd moeten worden. Dit is een grote inspanning, waarmee jaren gemoeid zullen zijn.

Nieuwbouw

- Uit interviews blijkt dat er vanuit technologisch oogpunt geen beletsel is om schepen te bouwen die autonoom kunnen varen. Er zijn als zodanig geen knelpunten. Er zijn proeven met speciale vaartuigen geweest en nog steeds gaande vanuit verschillende onderzoeksprogramma's, maar een commercieel schip dat direct voor een klant gebouwd werd, blijft nog uit.
- Uit interviews met scheepsbouwers blijkt dat er voor toepassing een "eerste gebruiker" nodig is, en klanten zijn vaak niet geneigd om als eerste iets te willen en ervoor te betalen. Er is weinig ruimte voor de scheepsbouwer om grootschalige innovatie door te voeren, omdat het te duur is om een schip te bouwen als prototype wanneer er geen afnemer is. Hier liggen kansen voor de overheid om de ontwikkelen onderzoeksprogramma's tot een volgende testfase te brengen door middel van (innovatie)subsidies.



- Een ander aspect binnen de scheepsnieuwbouw is de vergroeningsopgave waar de binnenvaartsector momenteel voor aan de lat staat¹¹⁵. Het is op dit moment nog onbekend welke hoe deze vergroening gerealiseerd gaat worden, omdat er veel discussie is over de beste technologieën. Er zijn voorstanders van zowel elektrische aandrijving via batterijen als ook de toepassing van waterstof of synthetische brandstof. De investeringen om te vergroenen zijn hoog¹¹⁶, wat er voor kan zorgen dat veel ondernemers geen financiële middelen meer hebben om ook nog in smart shipping te investeren.
- Aan de andere kant kan de vergroeningsopgave ook als kans gezien worden voor smart shipping, voornamelijk wanneer schepen kiezen voor elektrificatie. Smart shipping toepassen op een elektromotor is eenvoudiger dan op een dieselmotor. Daarnaast zou er door minder bemanning als gevolg van autonoom varen minder bemanning aan boord zijn, wat meer ruimte laat voor energieopslag (zoals batterijen of waterstof). Hierdoor wordt het operationeel bereik vergroot en de business case versterkt.

Betrouwbare en actuele vaarwegdata

- Smart shipping toepassingen dienen voorzien te worden van de juiste data over de omgeving. Deels kan die data vanuit het schip zelf verzameld worden. Voor een ander deel zijn de toepassingen afhankelijk van data die van elders komt. Daarbij valt te denken aan digitale kaarten, informatie over opening van sluisen en bruggen, beschikbaarheid van ligplaatsen, waterstanden, brughoogtes etc. Op dit moment is er geen centraal informatiepunt van alle vaarwegen en andere infrastructuur. Technologie-ontwikkelaars moeten dus steeds data van verschillende partijen betrekken om hun systemen van data te voorzien. De veelheid aan databronnen maken het ontwikkelen, beheren en updaten van smart shipping technologieën duurder.
- Bij de toepassing van smart shipping technieken is up-to-date en accurate vaarweginformatie een voorwaarde. Het onvoldoende beschikbaar zijn (geen data, verouderde data, of onjuiste data) van data kan dan een knelpunt betekenen. Dit uit zich in onveiligheid (niet zeker of een brugpassage wel te maken is, niet zeker of de waterdiepte voldoende is) en een slechtere business case (achter moeten laten van lading, omvaarroutes). Met realtime, actuele en betrouwbare vaarweginformatie kunnen door binnenvaartondernemers baten gerealiseerd worden. Deze baten komen bijvoorbeeld voort uit efficiëntere belading van schepen¹¹⁷ of door het efficiënter kunnen plannen van de reis. Vooral voor rivieren met sterk variërende waterstanden geldt daarnaast dat actueel inzicht in de bodemligging en betrouwbare waterstandsvoorspellingen nodig zijn, zodat met optimale beladingsgraden gevaren kan worden. Binnenvaartondernemingen willen per brug inzicht in de actuele (en voorspelde) waterstand en hoogtegegevens van de brug, zodat optimale (container)belading mogelijk is. Data kan beschikbaar gesteld worden via private of publieke partijen. Voor een publieke partij moet daarvoor een business case bestaan. Zonder tussenkomst van private partijen zijn de inkomsten van private partijen afhankelijk van de bereidheid van binnenvaartondernemers om hiervoor te betalen, wat dan weer op de business case van de binnenvaartondernemer drukt om smart shipping toepassingen te gaan gebruiken. Het inwinnen van vaarweginformatie kan worden meegenomen bij de grootschalige V&R opgave van Rijkswaterstaat. Op deze manier kan met beperkte

¹¹⁵ <https://maritimetechnology.nl/media/Position-Paper-NMT-Green-Deal.pdf>

¹¹⁶ Ecorys & EICB 2020

¹¹⁷ Dit kan als een extra baat worden meegenomen in de kosten-baten analyse bij de afweging van actuele vaarweginformatie.



meerkosten een groot aantal voor smart shipping noodzakelijke sensoren aangebracht worden.

Cybersecurity

- Een laatste technologisch knelpunt dat kan worden genoemd, is de cybersecurity van (gedeeltelijk) autonome schepen. De vraag is op dit moment nog in hoeverre schepen die dergelijke toepassingen aan boord hebben, zich kunnen wapenen tegen hackers. Er zijn in het verleden aanvallen van hackers op terminals in havens¹¹⁸ en op zeevaart operators¹¹⁹ geweest. Omdat hier de veiligheid in het geding kan zijn, dient dit risico te worden onderzocht en ingeperkt tot een acceptabel niveau.

par. 1

Juridisch

Bij de juridische invalshoek wordt gekeken in hoeverre de toepassing van smart shipping knelpunten ondervindt vanuit wet- en regelgeving of dat deze juist ontbreekt.

- Juridisch bestaat er nog geen regelgeving die vermindering van bemanning mogelijk maakt bij ondersteuning op het gebied van nautische taken¹²⁰. Het TASCs-initiatief biedt hier wel handvatten voor, maar is nog niets meer dan een voorstel vanuit de sector. Om smart shipping mogelijk te maken zijn kapitaalinvesteringen in schepen benodigd die terugverdiend dienen te worden vanuit een positieve business case. Baten kunnen daarbij bestaan uit kostenreducties door de inzet van minder personeel en door efficiënter varen. Daarnaast kunnen schepen beter worden benut door deze langer te laten varen (24/7) op trajecten waar dit eerst niet mogelijk was. Mogelijk kunnen ook veiligheidsbaten worden gerealiseerd, wat zich kan uiten in lagere verzekeringspremies. Op dit moment is echter nog niet duidelijk of met smart shipping toepassingen uitgeruste schepen veiliger zijn. De eerder genoemde voordelen kunnen echter nog niet worden gerealiseerd vanwege de afwezigheid van op smart shipping toegesneden bemanningsregelgeving en een gebrek aan incentives vanuit scheepsverzekeraars.
- Opmerkelijk is dat zowel in de gesprekken met werven als de gesprekken met toeleveranciers naar voren kwam dat men niet weet of (semi)autonome binnenvaartschepen vanuit veiligheidsoogpunt zijn toegestaan. De veiligheid van een schip wordt vastgesteld door een classificatiebureau. Dit duidt op een gebrek aan kennis hierover. Schepen met gevaarlijke stoffen varen onder verplichte klasse en moeten dus aan de eisen neergelegd door een classificatiebureau voldoen. Daarnaast worden nieuwbouwschepen door een klasse bureau gecertificeerd. Nadat het schip is afgebouwd, houdt het classificatiebureau geen toezicht meer op het schip, tenzij het schip gevaarlijke stoffen vervoert en bijgevolg onder klasse staat.
- Op dit moment zijn er nog geen autonoom varende binnenvaartschepen. Het is ook niet mogelijk om een aanvraag te doen om met een autonoom schip te mogen varen. Classificatiebureaus hebben dus nog geen ervaring met het keuren van dergelijke schepen. In de zeescheepvaart hebben zij dat wel en voor zeeschepen zijn dan ook protocollen opgesteld. Uit een interview met een classificatiebureau bleek dat op basis van de zeevaartprotocollen ook protocollen voor de binnenvaart ontwikkeld zijn. Dit classificatiebureau zag geen beperkingen voor de ontwikkeling en bouw van een autonoom varend schip: wanneer aan de eisen voldaan wordt en de veiligheid

¹¹⁸ <https://www.maritiemnederland.com/nieuws/maersk-gehackt-problemen-op-terminals-duren-voort>

¹¹⁹ <https://www.nieuwsbladtransport.nl/scheepvaart/2020/09/29/cma-cgm-bevestigt-cyberaanval-met-ransomware-ragnar-locker/>

¹²⁰ Uit de CBRB nieuwsbrief van februari 2020: "De opdracht is om de onderzoeksresultaten uit 2019 te analyseren en te kijken hoe hier op Europees niveau stappen kunnen worden gezet om tot nieuwe wetgeving te komen. De CESNI werkgroep moet haar advies in de zomer van 2020 uitbrengen." (We gaan nog na bij CBRB of er vanuit CESNI al extra stappen zijn).



voldoende aangetoond kan worden zijn autonoom varende schepen vanuit het perspectief van de classificatiebureaus goed mogelijk.

- Een voordeel voor binnenvaartondernemingen bij de invoering van smart shipping is een mogelijke besparing op personeelskosten. Dergelijke besparingen kunnen ook worden gerealiseerd bij aanpassingen in de regelgeving door het terugschroeven van bemanningseisen. De Europese sociale partners in de binnenvaart bereiden momenteel een voorstel voor een geharmoniseerde Europese bemanningsregeling¹²¹. Een eventuele versoepeling van bemanningseisen is daarmee geen stimulans voor de invoering van smart shipping.

par. 2

Financieel

Hierbij wordt in ogenschouw genomen in hoeverre er op financieel vlak een belemmering is voor de toepassing. Dit kan het kostenaspect zijn in de breedste zin, zoals onder meer de investerings-, operationele en onderhoudskosten van de toepassing. Hierbij kan eveneens gekeken worden naar de terugverdientijd van de toepassing en de bijkomende financiële kosten ten opzichte van de baten.

- Op financieel vlak wordt er gekeken naar hindernissen m.b.t. de huidige business case van gedeeltelijk automatisch of volledig autonoom varen. Zo wordt rekening gehouden met het kostenaspect in de breedste zin, zoals onder meer de investerings-, operationele en onderhoudskosten van de toepassing. Ook de mate waarin efficiencyvoordelen behaald kunnen bijvoorbeeld, bijvoorbeeld door 24-uurs vaart, spelen een rol. Ook de terugverdientijd en de ratio van (financiële) kosten en baten spelen hierbij een belangrijke rol. De kostencomponent is sterk afhankelijk van de ontwikkeling en opname van de technologie. De binnenvaartonderneming zal waarschijnlijk niet tot actie overgaan als er geen gunstige business case is. De kosten en effecten van smart shipping voor de verschillende economieën komen in hoofdstuk 4 en bijbehorende bijlages uitgebreid aan bod. Hieronder worden kort de verwachte baten en kosten voor binnenvaartondernemers opgesomd:

Baten:	Kosten:
<ul style="list-style-type: none"> • Lagere brandstofkosten • Korte wachttijden • Varen met minder personeel • Lagere operationele kosten • Hogere veiligheid 	<ul style="list-style-type: none"> • Bij bestaande schepen moet retro-fit plaatsvinden • Voor nieuwbouwschepen zullen er deels nog nieuwe concepten moeten komen en deze moeten worden uitgerold. De systemen zullen uiteindelijk extra geld kosten ten opzichte van de reguliere scheeps prijs

- Onderzoek van Panteia toont aan dat de binnenvaart, met uitzondering van het segment hele kleine schepen (< 500 ton) en de containerbinnenvaart, op dit moment voornamelijk met zichzelf concurreert. Een groot gedeelte van de binnenvaartmarkt kan een kostenverhoging doorvoeren zonder dat dit impact zal hebben op de vervoerde volumes ten opzichte van de volumes bij de andere modaliteiten. Zo kan bijvoorbeeld 85% van het bestaande bouwmaterialenvolume met kleine schepen kosteneffectief met een duurder nieuwbouwschip van

¹²¹ <https://www.nautilusint.org/nl/nieuws-achtergrondinfo/achtergrondnieuws/tascs-op-weg-naar-een-nieuw-instrument-voor-personeelsbezetting-op-het-europese-waterwegennet/>



vergelijkbare afmetingen uitgevoerd kan worden. Het vervoer per vrachtwagen is nog altijd duurder (Panteia, 2016). De hogere prijzen kunnen dus doorberekend worden aan de verlader. Dat kan echter alleen als concurrentie binnen de binnenvaartsector beperkt is. Als het goedkoper is om met een oude afgeschreven roestbak te varen dan met een nieuw schip, zal men de roestbak blijven inzetten en blijft het nieuwe schip werkloos aan de kant liggen. In een markt met structurele reservecapaciteit, zoals de binnenvaart, tenderen prijzen altijd naar het niveau van de laagste aanbieder.

- Met betrekking tot de concurrentiepositie van de binnenvaartsector ten opzichte van andere modaliteiten wordt voor de toekomst verwacht dat de binnenvaartsector in toenemende mate te maken zal krijgen met concurrentie van het wegvervoer. Dit komt doordat de levensduur van vrachtwagens (6-10 jaar) aanzienlijk korter is dan die van binnenvaartschepen (ordegrootte 50 jaar). Hierdoor vernieuwen vrachtwagens zich sneller dan binnenvaartschepen¹²². Dit uit zich dan ook in de toepassing van maatregelen gericht op zowel verschoning van het vervoer, als op maatregelen gericht op rij/vaartaakondersteunende systemen. In beide gevallen geldt dat producenten van vrachtwagens sneller innoveren, mede veroorzaakt door de schaal van de markt voor vrachtwagens vergeleken met die van binnenvaartschepen. De kosten van innovaties kunnen over meer units worden gespreid. Daarnaast is er sprake van meer aanbieders en een grotere concurrentie tussen producenten. Innovaties in vrachtwagen leiden daardoor tot minder kostenverhoging voor transportondernemers dan het geval is bij binnenvaartschepen. Hierdoor neemt de concurrentiepositie van het wegvervoer naar de toekomst toe.
- Als gevolg van smart shipping kan de benutting van het Nederlandse vaarwegennetwerk worden geoptimaliseerd, doordat kleinere autonome schepen kunnen worden ingezet voor goederentransport. Een just-in-time concept kan gerealiseerd worden door het creëren van zogenaamde 'transportbanden' tussen verschillende locaties, uitgevoerd met kleine autonome schepen. Op grote vaarwegen kunnen deze autonome schepen in konvooi varen, op kleine vaarwegen varen ze zelfstandig. Voordelen worden voornamelijk verwacht bij kleinere containerschepen, waarbij mogelijk 24-uurs operaties haalbaar worden, iets wat nu lastig is vanuit bemanningsoogpunt. Ook zijn er combinaties denkbaar waarbij semi-autonoom wordt gevaren – zo kan eerst de stap naar 18-uurs vaart gemaakt worden om deze vervolgens op te hogen naar een 24-uurs vaart. Mede hierdoor kunnen de kosten per uur voor een slim schip mogelijk lager uitvallen dan die van een traditioneel schip. Hier wordt rekening mee gehouden in de modellen die in hoofdstuk 4 gebruikt zijn.
- De beschikbare ruimte voor binnenvaartondernemers om te investeren in smart shipping is zeer beperkt. Veel binnenvaartondernemingen hebben weinig tot geen reserves. Op middellange termijn zijn de vooruitzichten niet hoopgevend. Daarnaast geldt ook de vergroeningsopgave, die de beschikbare investeringsruimte verder verkleint. Hoge investeringskosten, gerelateerd aan onzekerheden rondom de business case vormen een aanzienlijk knelpunt bij de invoering van smart shipping.
- De verwachting is dat er de komende decennia een aantal voorlopers zullen komen die technieken uitproberen en dat een aantal grotere rederijen volgen ($\pm 10-15\%$ van de vloot). Voor de grote groep 'zelfstandig ondernemers' in de binnenvaart, rest het uitfaseren van de bestaande kleinere en verouderde vloot. Vanaf dat moment, kan – geïnitieerd door verladers en vooruitstrevende binnenvaartondernemers – smart shipping op hogere niveaus worden uitgerold voor kleinere schepen.

¹²² Kostenontwikkelingen in het wegvervoer 2019-2020, Panteia, 2019



Randvoorwaarde hierbij is wel dat verladers hun vestigingen langs klein vaarwater behouden.

- Ook aan de zijde van scheepsbouwers en toeleveranciers speelt voor de ontwikkeling van de business case de schaalgrootte een belangrijke rol voor de nieuwbouw van binnenvaartschepen. Momenteel zijn slechts een aantal schepen uitgerust met 'slimme' systemen – vooral vanwege de wensen van de klant – waardoor de software en producten een hoog 'custom-made' gehalte hebben. De kosten van deze toepassingen blijven daardoor onverminderd hoog. Voor scheepsbouwers (en tevens toeleveranciers) vormt een bredere opschaling en tegelijkertijd standaardiseren van systemen daardoor een blijvend knelpunt.
- Als de toeleverancier er in slaagt om de technologie aan een scheepswerf te verkopen, ligt er een kans voor zowel de werf als de toeleverancier in de vorm van verbintenis met het schip. Zij blijven nu levenslang betrokken bij slimme schepen, door het onderhoud van de schepen, het verzamelen van relevante informatie hiervoor, het doen van fysieke aanpassingen en het updaten van systemen. Daarnaast kan de scheepswerf hierdoor ook de prestatie van het schip blijven monitoren en hiervan leren voor nieuwe schepen. Naast de werf heeft ook de klant baat bij het hebben van meer data over het schip, om meer inzicht te krijgen in haar operationele prestaties.

par. 3

Organisatie/cultuur

Bij deze categorie wordt bepaald of de wijze waarop de sector of bedrijven zijn georganiseerd en de cultuur binnen de sector een belemmering voor de toepassing van smart shipping kan vormen.

- Een knelpunt vanuit het gezichtsveld van de transporteconomie, is de organisatiestructuur van de binnenvaart. Het feit dat veel (kleine) schepen in man-vrouw operatie geëxploiteerd worden kan als een belemmering werken voor de invoering van smart shipping en de opname door de vloot. Hierdoor is er voor deze ondernemingen, vanuit bemanningsbeperking, geen 'trigger' om met smart shipping aan de slag te gaan. Voor grotere rederijen speelt dit wel een rol.
- Een groot knelpunt voor toeleveranciers is de vaak voorkomende weerstand en gebrek aan interesse in nieuwe technologieën en concepten vanuit de markt, zoals (gedeeltelijk) autonoom varen. Hierin moet de toeleverancier zowel de klant als de werf overtuigen. Met betrekking tot de klant, gaat het om het aan de man krijgen van het product. De sector is over het algemeen conservatief en kiest voor producten, merken en leveranciers die men al lang kent. Scheepswerven hebben vaak decennialange relaties opgebouwd met partijen die technologieën aan boord verzorgen. We zien in de analyse van initiatieven rondom autonoom varen dat er voornamelijk nieuwe partijen op de markt komen die dergelijke technologie aanbieden. Dit betekent dat werven naar andere leveranciers moeten overstappen om de autonome vaartechnieken aan boord te krijgen. Vanuit de conservatieve achtergrond van de sector kan dit een knelpunt zijn.
- Het bouwen van schepen die automatisch of autonoom varen vraagt om ander type skills en kennis van werknemers ten opzichte van reguliere scheepsbouw. Het zal een uitdaging zijn voor de scheepsbouwsector om deze mensen aan te trekken en te behouden. Door de reeds ingezette trend van digitalisering en automatisering van allerlei (transport)sectoren zal er vraag ontstaan naar deze kennis (bijvoorbeeld op het gebied van Artificial Intelligence) en skills –. Er bestaat dus een kans dat er krapte zal zijn op de arbeidsmarkt met betrekking tot geschikte personen. Echter, er bestaan reeds een aantal organisaties (bijvoorbeeld MARIN, TU Delft, TNO, TKI Dinalog, SMASH!), waaruit de belangstelling voor autonoom varen blijkt. Dit zou



kunnen betekenen dat de aanwas van de juiste opgeleide mensen toeneemt. Binnen de TU Delft is er binnen de relevante opleidingen aandacht voor autonoom varen, wat onder meer blijkt uit proeven met autonoom varen.

- Bij het gebruik van smart shipping toepassingen is een belangrijke randvoorwaarde dat het hier gaat om veilige toepassingen. Dat kan gaan om beveiliging tegen eventuele cyberaanvallen, zie hiervoor onder "juridisch". Er is ook het aspect van veiligheid waar het gaat om het voorkomen van aanvaringen met kunstwerken, andere vrachtschepen of recreatievaart of grondingen. Voor een deel worden dergelijke ongevallen in de huidige situatie veroorzaakt door menselijk falen. Smart shipping toepassingen zullen in staat zijn een deel van het falen door menselijk handelen te mitigeren. Aan de andere kant kunnen door de toepassing van smart shipping weer andere risico's hun intrede doen. Toepassing van smart shipping maatregelen zal pas plaats kunnen vinden wanneer de veiligheid niet in het geding is. Of er daarmee echter sprake zal zijn van een significante verhoging van de veiligheid is met de huidige stand van de kennis niet te zeggen. Nader onderzoek is hiervoor nodig.



Bijlage 6 WLO scenario's

	Scenario Laag	Scenario Hoog
Economische groei 2015-2050	1% per jaar (NL) 3% per jaar (wereld)	2% per jaar (NL) 4% per jaar (wereld)
Concurrentiepositie Nederland in HLH havenrange en HLH	Blijft behouden	Blijft behouden
Logistieke organisatie	Beperkte schaalvergroting, consolidatie	Sterke schaalvergroting, enconsolidatie
Mondiaal klimaatbeleid	Rond 2030 wordt duidelijk dat er geen mondiaal klimaatakkoord komt. Opwarming van de aarde loopt op tot 3,5- 4 °C na 2100.	Rond 2025 wordt een mondiaal klimaatakkoord afgesloten. Opwarming van de aarde loopt op tot 2,5-3 °C na 2100.
Afname broeikasgasemissies ten opzichte van 1990	2030 – 30% 2050 – 45%	2030 – 40% 2050 – 65%
ETS-prijs van een ton CO ₂	2030 – € 15 2050 – € 40	2030 – € 40 2050 – € 160
Ontwikkeling CO ₂ -arme	Traag	Snel
Olie-, kolen-, en gasprijs	Hoog	Laag
Biomassaprijs	Laag	Hoog

Tabel A 3 WLO Scenario's

Bron: CPB, PBL

	Laag		Hoog	
	Volume	Groei cijfer (YoY)	Volume	Groei cijfer (YoY)
2020	294,0	1,00	294,0	1,00
2021	294,9	1,00	299,7	1,02
2022	295,7	1,01	305,5	1,04
2023	296,6	1,01	311,4	1,06
2024	297,5	1,01	317,4	1,08
2025	298,3	1,01	323,6	1,10
2026	299,2	1,02	329,8	1,12
2027	300,1	1,02	336,2	1,14
2028	301,0	1,02	342,7	1,17
2029	301,9	1,03	349,3	1,19
2030	302,7	1,03	356,1	1,21
2031	303,6	1,03	356,2	1,21
2032	304,5	1,04	356,4	1,21
2033	305,4	1,04	356,6	1,21
2034	306,3	1,04	356,8	1,21
2035	307,2	1,04	356,9	1,21
2036	308,1	1,05	357,1	1,21
2037	309,0	1,05	357,3	1,22
2038	309,9	1,05	357,5	1,22
2039	310,8	1,06	357,6	1,22
2040	311,7	1,06	357,8	1,22



2041	312,6	1,06	358,9	1,22
2042	313,6	1,07	360,0	1,22
2043	314,5	1,07	361,1	1,23
2044	315,4	1,07	362,2	1,23
2045	316,3	1,08	363,4	1,24
2046	317,3	1,08	364,5	1,24
2047	318,2	1,08	365,6	1,24
2048	319,1	1,09	366,7	1,25
2049	320,1	1,09	367,9	1,25
2050	321,0	1,09	369,0	1,26

Tabel A 4 Scenario cijfers



Bijlage 7 Illustratie ontwikkelpaden met drie representatieve reizen

Voor de drie ontwikkelpaden zijn kwalitatief de effecten voor de transporteconomie nagegaan aan de hand van de volgende drie representatieve reizen:

- Amsterdam-Eindhoven
- Rotterdam Heerenveen
- Amsterdam Maastricht

	Ontwikkelpad 1	Ontwikkelpad 2	Ontwikkelpad 3
<p>Amsterdam – Eindhoven</p> <p>De route van Amsterdam naar Eindhoven gaat via het Amsterdam – Rijnkanaal, de Waal, het kanaal van Sint-Andries, de Maas, het Maximakanaal, de Zuid-Willemsvaart, het Wilhelminakanaal en het Beatrixkanaal. Onderweg moeten de volgende sluisen gepasseerd worden: Prinses Irenesluizen (Wijk bij Duurstede), Prins Bernhardsluizen (Tiel), Sluis Sint Andries, Sluis Empel, Sluis Hintham, Sluis Schijndel, en Sluizen 4-6. De totale afstand bedraagt 162 km; een schip doet hier ongeveer 18 uur over.</p> <p>In dit ontwikkelpad wordt een motorschip ingezet. Dit motorschip heeft een lengte van 63 meter, en een breedte van 6,6 meter. De maximaal toegestane diepgang bedraagt 1,90 meter. De minimale bemanning bedraagt 1 schipper en 1 matroos.</p> <p>De bedieningstijden op deze route zijn (op dit moment 24/7) in de toekomst mogelijk (weer) beperkt. Schepen kunnen vanaf Veghel tot Eindhoven slechts passeren tussen 6 uur in de ochtend en 22 uur in de avond.</p>	<p>Op het vaartraject vanaf de Amsterdamse haven tot Veghel, zijn de vaarwegen relatief eenvoudig te bevaren. Weliswaar zijn het Amsterdam – Rijnkanaal, de Waal en de Maas druk bevaren vaarwegen, maar er is voldoende ruimte beschikbaar. Ook de vaarwegen in Noord-Brabant zijn relatief eenvoudig te bevaren.</p> <p>Met behulp van smart shipping systemen kunnen de vaartaken op het Amsterdam – Rijnkanaal, de Waal en de Maas vereenvoudigd worden. Wel dient opgemerkt te worden dat er door het drukke scheepvaartverkeer rekening gehouden moet worden met ander scheepvaartverkeer. Hierdoor is niet het gehele traject autonoom te bevaren, en is oplettendheid van een mens noodzakelijk. De technieken in dit ontwikkelpad voorzien nog niet in schip-schip interactie zonder menselijke tussenkomst.</p> <p>Vanaf het invaren van het Maximakanaal wordt het varen vereenvoudigd. De verkeersintensiteiten zijn geringer waardoor minder schepen ontmoet (uit andere richting) of opgelopen (uit dezelfde richting) moeten worden. Vanaf dit moment is het mogelijk om dit schip met afstandsbediening (remote) te besturen. In sluisen dient een matroos (of een standby-steward op de sluis) het schip vast te maken.</p> <p>In duwbakconcept, kan hier met een duwboot (incl. bemanning) gevaren worden tot Sluis Hintham, met vier bakken. Daarna dienen bakken ontkoppeld te worden en bakken met afstandsbediening naar Eindhoven te varen. Voor elke passage van een beweegbare brug of sluis is menselijke interventie nodig.</p>	<p>In ontwikkelpad 2 wordt er ook informatie vanuit bruggen en sluisen gedeeld. Dit is voor de grote sluisen op de route – sluisen waar meerdere schepen tegelijkertijd gesluisd moeten worden omwille van de vlotheid van het verkeer – niet een reden om al tot autonome bediening over te gaan. Dat komt doordat het proces in de sluisen complex is, met toewijzing van een positie in de sluis door de sluismeester. Deze informatie wordt in dit scenario (nog) niet gedeeld.</p> <p>Op kleinere vaarwegen met minder verkeer is het mogelijk om sluisen en bruggen autonoom varend te passeren. Wel vereist dit dat op sluisen schepen vastgemaakt worden door op de sluis aanwezige stewards. Sluisen en bruggen geven op basis van eenvoudige signalen door wat de actuele toestand van het object is. Hiervoor moet de 'verkeerssein' functie van het object gedigitaliseerd worden. Daarnaast is het noodzakelijk om de informatie over vaarwegen en sluisen op 5 cm nauwkeurig beschikbaar te hebben.</p> <p>Schepen kunnen hier zelfstandig andere schepen ontmoeten en oplopen. Dit vereist wel dat een autonoom schip genoeg kennis heeft van vaarwegprofielen (breedte en diepte). Hiertoe dienen digitale vaarwegkaarten verder uitgebreid te worden.</p>	<p>Ontwikkelpad 3 is hetzelfde als ontwikkelpad 2, met het enige verschil dat de stewards op sluisen 4-5-6 (+mogelijk ook Hintham, Empel en Schijndel) niet meer nodig zijn doordat automatisch afgemeerd kan worden. Ook kan het autonome schip 24/7 doorvaren doordat bedieningstijden uitgebreid worden.</p>



<p>Rotterdam – Heerenveen De route van Rotterdam naar Heerenveen loopt via de zeer druk bevaren rivieren Nieuwe Maas, Lek, het Lekkanaal, het Amsterdam – Rijnkanaal, de vaarweg door Lemmer – Delfzijl via het IJssel- en Markermeer, vervolgens het Prinses Margrietkanaal en tot slot de vaarweg naar Heerenveen. Onderweg moeten een viertal sluisen passeert worden: de Prinses Beatrixsluisen, Oranjesluisen, Houtribsluisen en de Prinses Margrietsluis. Vaarwegintensiteiten zijn druk – zeker tot Amsterdam -. Op het IJssel- en Markermeer en het Prinses Margrietsluis is het verkeersbeeld rustiger. Op de laatste 13 km naar Heerenveen is het zeer rustig. Bovendien geldt dat in de zomer, het IJssel- en Markermeer, alsmede de diverse meren in Fryslân, zeer druk bevaren worden de recreatievaart. Dit maakt dat oplettendheid benodigd is. In dit ontwikkelpad zetten we een schip in van 86 meter lengte en 9,5 meter breedte (CEMT-klasse IV). De diepgang bedraagt 2,75 meter. De minimale bemanning bedraagt 1 schipper en één volmatroos. Behoudens de brug bij Terherne in de zijtak, is op dit vaartraject 24/7 bediening aanwezig.</p>	<p>Met behulp van smart shipping systemen wordt het eenvoudig om te varen vanuit Rotterdam naar het Prinses Margrietkanaal. Een piloot kan hier ondersteunen en met uitzondering van het invaren van sluisen, vaarwegkruisingen en oploophoeuvres, is het mogelijk om deels automatisch te varen. Menselijk ingrijpen is nodig op de uitgezonderde punten.</p> <p>Het varen over de Lek verdient speciale aandacht vanwege getijdstromingen. Bij schepen met een grote diepgang (> 3,0 meter) betekent dit dat tijdens laagwater niet gevaren worden. Ook het IJssel- en Markermeer verdienen grote aandacht, vooral tijdens oversteken met slecht weer (harde wind → hoge golven). Zelfs in de huidige situatie is er hier aanvullende kennis vereist in de vorm van een 'steviger' vaarbewijs.</p> <p>De laatste 13 km naar Heerenveen kunnen in dit ontwikkelpad met behulp van afstandsbediening afgelegd worden. Overwogen kan worden om buiten het watertoerismeseizoen ook op het Prinses Margrietkanaal m.b.v. afstandsbediening te gaan varen.</p>	<p>De sluisen op deze kanalen zijn te groot en kennen te hoge intensiteiten om autonoom varende schepen toe te staan. Vanaf de Prinses Margrietsluis kunnen de laatste kilometers naar Heerenveen volledig autonoom worden afgelegd – zeker in het winterseizoen.</p> <p>Als gevolg van de smart shipping maatregelen is het mogelijk om slechts met één schipper aan boord te varen van Rotterdam naar Lemmer. Wel dienen hiertoe in de sluis stewards aanwezig te zijn die assisteren bij het vastmaken van schepen.</p>	<p>In dit scenario is 24/7 bediening mogelijk, waardoor het laatste stukje naar Heerenveen probleemloos gepasseerd kan worden.</p>
<p>Amsterdam – Maastricht De route van Amsterdam naar Maastricht loopt via het Amsterdam-Rijnkanaal, de Waal, het Maas-Waalkanaal, de Maas, het lateraalkanaal Linne – Buggenum en het Julianakanaal. Op deze vaarwegen kan gevaren worden met motorschepen van 135 meter lengte en 11,45 meter breedte, bij een maximale diepgang van 3,0 meter. Op deze schepen is een minimale bemanning benodigd bestaande uit 1 schipper, 1 stuurman en 1 matroos. Onderweg moeten de sluisen te Wijk bij Duurstede, Tiel, Weurt, Sambeek, Belfeld, Heel, Maasbracht en Born gepasseerd te worden. Op dit gehele traject is reeds 24/7 bediening aanwezig.</p>	<p>Als gevolg van de vaartaakondersteuning op rechte trajecten, kan volstaan worden met reductie van de bemanning met één stuurman. De kapitein (schipper) blijft verantwoordelijk voor de communicatie met het andere scheepvaartverkeer, de matroos assisteert bij het aan- en afmeren in sluisen.</p> <p>Aandachtspunten zijn de diepgang op de Waal. Deze kan tijdens laagwater gering worden, waardoor omgevaren moet worden, of de nautische taken van de schipper op dit traject flink verzwakt worden.</p> <p>Als gevolg van de verkeersdrukke op alle genoemde vaarwegen, lijkt afstandsbediening van het schip niet mogelijk.</p>	<p>Het digitaal beschikbaar stellen van de status van beweegbare bruggen en sluisen, maakt dat dit schip in dit scenario over de genoemde vaarwegen met afstandsbediening kan varen – zeker op het rustigere Betuwepand van het ARK, het Maas-Waalkanaal en de Maas. Mogelijk is het te druk voor afstandsbediening op de Waal.</p>	<p>Geen verschillen t.o.v. vorig scenario.</p>



Achtergrond inschatting baten smart shipping voor transporteconomie

Gebruikte databronnen

Reizenbestanden binnenvaart

Panteia heeft een zeer gedetailleerd overzicht van de volumes die in de binnenvaart vervoerd worden. Wij kennen letterlijk elke reis, inclusief herkomst, bestemming en de vervoerde hoeveelheid goederen. Deze gegevens zijn zeer waardevol om de impact van smart shipping te kunnen schatten. Voor elke reis wordt vervolgens met de Strategische Routeplanner doorgerekend wat de transportkosten (via onderstaande kostentool) zijn in de uitgangssituatie en in de smart shipping scenario's. Het gebruik van de reizenbestanden van BIVAS heeft grote voordelen. Zo beschikken wij vanuit BIVAS over economische groeiscenario's. Ook kunnen wij het onderscheid maken naar schepen onder Nederlandse vlag, en schepen die onder andere vlaggen varen.

Kostentool binnenvaart van Panteia

Deze kostentool voor de binnenvaart is in 2017 ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat. De Kostentool binnenvaart geeft per type binnenvaartschip een actueel inzicht in de binnenvaartkosten per eenheid (kosten per kilometer en kosten per uur) én in de kostenopbouw (arbeidskosten, kapitaallasten, verzekeringskosten, etc.) per type binnenvaartschip. Deze kostenkengetallen zijn toepasbaar voor MKBA's en binnenvaartmodellen.

Speciaal voor dit project is een nadere uitsplitsing gemaakt van de arbeidskosten naar functie aan boord: kapitein, schipper, stuurman, volmatroos, matroos, lichtmatroos, machinist. De smart shipping maatregelen in de ontwikkelpaden hebben telkens een ander aangrijpingspunt, waardoor vanuit de regeling bemanningssterkte binnenvaart verplichte bemanning kan komen te vervallen doordat de nautische taken van het desbetreffende bemanningslid overgenomen kunnen worden door de techniek. Dit leidt tot kostenbesparingen.

Modellering

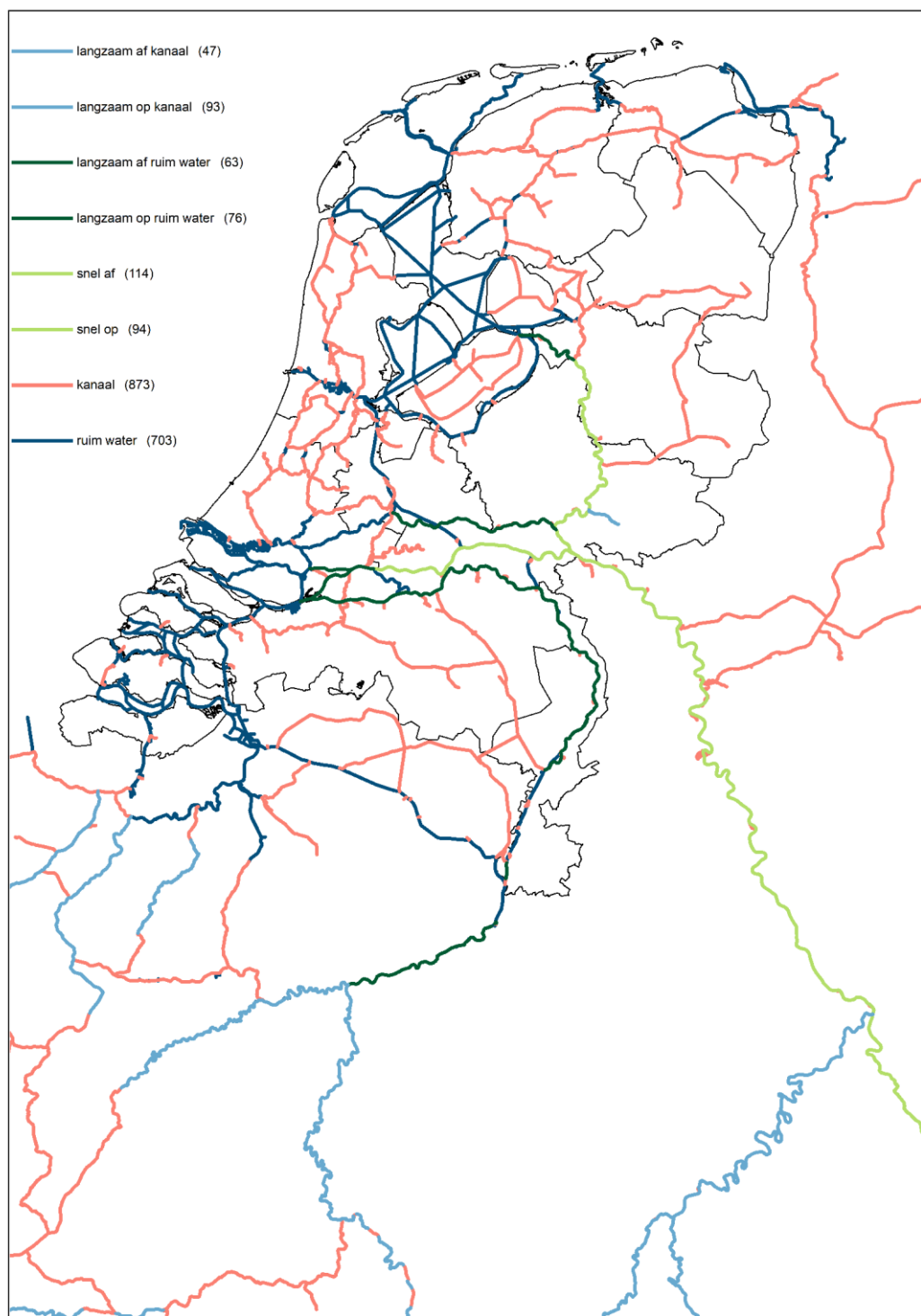
In het Project Blauwe Golf Twentekanalen heeft Panteia een routeplanner voor de binnenvaart opgeleverd. Deze routeplanner onderscheidt zich ten opzichte van reeds bestaande ECDIS-routeplanner door een strategische component. Op basis van de kostentool en een energie-model, wordt namelijk voor elke reis een kostprijs berekend. Door verschillende kostenstructuren per smart shipping scenario te definiëren, wordt inzicht verkregen in het transportkosteneffect van smart shipping. Aanvullend biedt de kostentool inzicht in het energieverbruik en de emissies.

De kostentool werkt zeer efficiënt en kan binnen enkele uren een geheel BIVAS-reizenbestand verwerken tot bruikbare inzichten. Zo krijgen we een echt representatief beeld van de effecten op de Nederlandse binnenvaart.

Onderstaande figuur toont de indeling van het netwerk, naar vaarwegtypen. Voor de als kanaal aangeduide vaarwegtypen is verondersteld dat smart shipping toepassingen het mogelijk maken om deze trajecten hetzij met behulp van afstandsbediening, hetzij volledig autonoom, te bevaren.



Figuur A 8 Indeling van het Nederlandse vaarwegennet naar typologie.



Investerings in smart shipping toepassingen voor een binnenvaartschip

Om een inschatting te kunnen maken van de benodigde smart shipping toepassingen in bestaande binnenvaartschepen zijn een drietal stappen gezet. Eerst wordt de relatie tussen de ontwikkelpaden (beschreven in hoofdstuk 3) en de technologische aspecten beschreven. Vanuit een technologische invalshoek wordt dus gekeken welke systemen nodig zijn om de vaartaken (deels) autonoom uit te voeren in het desbetreffende ontwikkelpad. Vervolgens wordt in de tweede stap aangegeven welke concrete systemen nodig zijn. door middel van een aantal concrete voorbeelden worden de investeringskosten in kaart gebracht. Ten slotte worden de verzamelde gegevens samengebracht om te komen tot de totaalkosten per ontwikkelpad.

Ontwikkelpad 1

In ontwikkelpad 1 worden twee vaartaken "smart" gemaakt, namelijk (1) autonoom varen op rechte stukken vaarweg (mits weinig verkeer en/of complexiteit van de vaarweg) en (2) het remote door bruggen en sluisen varen op de kleinere vaarwegen (de schipper blijft verantwoordelijk voor de communicatie tijdens het varen).

Om te voorzien in bovenstaande vaartaken zijn diverse vaartaakondersteunende systemen nodig. Allereerst moet een systeem zorgen voor controle over het schip zelf. Een schip moet immers, op sommige stukken vaarweg, op afstand bestuurbaar zijn. Daarnaast moet een systeem geïnstalleerd worden die het mogelijk maakt om een schip remote door bruggen en sluisen te kunnen manoeuvreren. Aangezien de schipper nog steeds voorziet in de communicatie met andere schepen en assistentie verleent bij het aan- en afmeren in sluisen, hoeft het systeem geen communicatie tussen het schip en de wal en/of kade te faciliteren (zie hoofdstuk 3). Er zijn een aantal systemen nodig om deze vaartaken autonoom te kunnen uitvoeren. Een aantal voorbeelden hiervan zijn als volgt:

- Sensoren;
- Systeem waarmee data van sensoren wordt samengebracht (genaamd sensor fusion);
- Camera's;
- Detectie van obstakels en het vermijden van de obstakels;
- Dynamisch positioneringssysteem (Dynamic Positioning System)^{123 124};
- Routeplanner die met de autopilot is gesynchroniseerd;
- Op afstand bedienbaar systeem waarmee schip remote door bruggen en sluisen kan varen.

Om de kosten van bovenstaande in te kunnen schatten, hanteren we een aantal concrete voorbeelden om te komen tot een kostenraming. Hierbij dient expliciet de kanttekening te worden gemaakt dat dergelijke systemen veelal nog niet (of alleen in een pilotfase) commercieel beschikbaar zijn voor binnenvaartschepen en daarom slechts ter indicatie worden gebruikt in deze studie.

¹²³ <https://www.offshore-mag.com/rigs-vessels/article/>

¹²⁴ <https://www.rhmarine.com/defence-safety-security/rhodium/integrated-bridge/dynamic-positioning/>



Voorbeeld 1 – Autopilot

Er is een product op de markt gebracht met een tweetal smart shipping functionaliteiten. Zo wordt alle data van het schip verzameld (denk aan data vanuit sensoren, radar, riverpilot, GPS en eventueel camera's), waarna deze gegevens de **dagelijkse operatie van het schip** inzichtelijk maken. Daarnaast worden er momenteel meerdere applicaties ontwikkeld met als doel **vaartakondersteuning** (e.g. detectie van obstakels). De aanschafprijs van een dergelijk systeem is circa €100.000,- en de maandelijkse bijdrage voor systeeminformatie is €250 (€3.000 per jaar). Dit systeem is 'custom-made' voor één specifiek schip. [1]

Daarnaast worden veel van de momenteel bestaande autopilot systemen op de markt vooral toegepast op visserij-schepen, jachten en zeilschepen tot 25 meter. Deze autopilots zijn gestandaardiseerd voor verschillende type schepen, op basis van aandrijving en gewicht in tonnen. Deze stuurautomaten zijn gestandaardiseerd waardoor de kosten een stuk lager liggen (tussen de €1.500 – €4.000). [2]

[1] Anonieme partij

[2] Raymarine (2020), Catalogus & Prijslijst

Naast het samenbrengen van informatie en het omzetten van vaartaak ondersteunende applicaties in de vorm van een autopilot, dient het schip (op sommige stukken vaarweg) op afstand bestuurbaar te zijn. Hiervoor is, naast een autopilot (zie voorbeeld 1), eveneens een dynamisch positioneringssysteem nodig (voorbeeld 2).

Voorbeeld 2 – Dynamic Positioning System

Het Dynamic Positioning System is een systeem dat de **positie en koers van een schip automatisch beheerst** en deze koers nauwkeurig kan uitzetten. Dergelijke systemen worden al veelvuldig gebruikt op offshore- en marine schepen en luxe jachten. Volgens RH Marine (2017) is het installeren van dergelijke systemen, vooral door de grote verscheidenheid van vaarbewegingen, complex voor multifunctionele binnenvaartschepen. [3] [4]

[3] <https://www.offshore-mag.com/rigs-vessels/article>

[4] <https://www.rhmarine.com/defence-safety-security/rhodium/integrated-bridge/dynamic-positioning/>

Waar volledige controle over het schip de randvoorwaarden zijn om autonoom varen mogelijk te maken, dient een schip ook veilig van A naar B te kunnen varen. Hiervoor zijn geavanceerde routeplanners nodig (voorbeeld 3).



Voorbeelden van **geavanceerde routeplanners** zijn de producten van Captain AI en Periskal. De Captain AI software berekent de optimale route gebaseerd op historische AIS data. De routeplanner software wordt eveneens geïntegreerd met detectie van obstakels en vormt daarmee een van de bouwstenen voor een autopilot. De software wordt getest op drie schepen in de Haven van Rotterdam en is dus nog niet commercieel verkrijgbaar. [5]

De geavanceerde navigatiesoftware van Periskal (2020) wordt gebruikt door ruim 6.000 binnenvaartschepen in Europa. Het systeem biedt de mogelijkheid om een reisplan op te stellen en beschikt tevens over de mogelijkheid om actuele vaarweginformatie, ligplaatsen, informatie over bruggen en sluizen weer te geven. De kosten van deze routeplanner bedragen circa €995. Ondanks dat deze routeplanner geavanceerd is, wordt er geen contact gelegd met een toekomstige autopilot en moet de route dus nog wel worden gevaren door de schipper. [6]

[5] <https://www.captainai.com/technology/>

[6] <http://www.periskal.com/nl/binnenvaart/producten>

Ten slotte moet het schip eveneens beschikken over een op afstand bedienbaar systeem waarmee remote door bruggen en sluizen kan worden varen. Sommige systemen faciliteren door middel van de autopilot wellicht al de mogelijkheid om autonoom varen mogelijk te maken. In het eerste ontwikkelpad van deze studie wordt er echter vanuit gegaan dat een schipper het schip op afstand bestuurt.

In het project SciPPPer wordt een systeem ontwikkeld dat de kapitein **assisteert bij het binnenvaren van sluizen** door het gebruik van automatische controle. Het SciPPPer systeem zal in staat zijn om elk binnenvaartschip automatisch sluisen in en uit te laten varen. De enige vereiste is dat het schip een 360° boegschroef heeft. Vrijwel alle schepen hebben zo'n systeem. De kapitein kan kiezen waar het schip in de sluis kolk moet komen te liggen. Het systeem doet de rest: aan de sensorzijde werkt het systeem met zeer nauwkeurige GNSS- en laserscanners. De kapitein hoeft alleen het systeem in de gaten te houden.

SciPPPer wordt gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken van Duitsland en loopt tot november 2021. Daarna wordt het pas gecommercialiseerd. Het is mogelijk dat sommige onderdelen eerder op de markt komen. Goedkeuringsprocedures ontbreken nog voor dergelijke systemen. Er zijn dus nog geen kosten te verbinden aan dit systeem. [7]

[7] e-mailcommunicatie met Argonics (onderdeel van het SciPPPer project)

Bovenstaande voorbeelden laten zien dat er veel gaande is op de markt met betrekking tot smart shipping technologieën. Echter, er is nog geen integraal systeem dat alle functionaliteiten zoals in ontwikkelpad 1 beschreven omvat. Daarnaast zijn de meeste genoemde systemen *custom-made*, wat het inschatten van kosten moeilijker maakt. De Black Box lijkt het meest omvattende systeem (zodra alle apps ontwikkeld zijn) en daarom wordt de orde grootte van deze technologie gebruikt voor de kostenschattning van ontwikkelpad 1. De totaalkosten van ontwikkelpad 1 zijn dus in de orde grootte van €100.000.



Vanwege de onzekerheid omtrent deze prijs, gebruiken we een betrouwbaarheidsinterval. Wanneer het systeem breed wordt toegepast in de sector en een zekere mate van standaardisatie mogelijk wordt, kunnen de kosten met maximaal 20% dalen. Wanneer het systeem niet verder gestandaardiseerd kan worden, kunnen de kosten stijgen met maximaal 20%. Het betrouwbaarheidsinterval is dus -20% tot +20%.¹²⁵

Ontwikkelpad 2

In ontwikkelpad 2 staat het "smart: maken van één extra vaartaak centraal, namelijk dat een binnenvaartschip sluisen en bruggen (grotendeels) autonoom varend kan passeren. De systemen die een dergelijke handeling faciliteren voorzien in de communicatie tussen het schip en de wal (in dit geval sluisen en bruggen). Echter, deze systemen zijn niet in staat om een schip volledig autonoom af te laten meren.

In aanvulling op de systemen benoemd in ontwikkelpad 1 is er een systeem nodig dat het digitale contact tussen wal en schip borgt.

Voorbeeld 5 – Digitaal contact tussen wal en schip (op afstand bedienbaar schip)

Een ander voorbeeld van een bedrijf dat technologie voor op **afstand bedienbare schepen** ontwikkelt is Seafar. Zij bieden een traject naar volledig autonoom varen aan met drie stappen: (1) integratie van het Seafar systeem in het schip, (2) bediening op afstand en (3) volledige automatisering. Hierbij wordt de navigatie getransformeerd met command & control software, versterkt door de nieuwste AI-technologie. Hierdoor kan een operator een volledig geautomatiseerd schip beheren. Operators monitoren meerdere schepen waarbij Seafar's servergebaseerde commando- en controlesoftware taken, padtracering en kritieke scheepsfuncties afhandelt. Seafar's hardware en softwarecomponenten kunnen worden geïntegreerd op schepen tot 135 meter voor sloop- en binnenvaart. [8]

[8] <https://seafar.eu/nl/>

Bovengenoemde systemen zijn nog in ontwikkelings- of testfase. Op dit moment zijn dergelijke systemen nog niet commercieel beschikbaar. Op basis van openbare informatie is een inschatting gemaakt van de mogelijke aanschafkosten van dergelijke systemen. Omdat de benodigde hardware en software in lijn ligt met de benodigde hardware en software in ontwikkelpad 1, veronderstellen we dat de aanschafkosten voor een systeem dat automatisch passeren van bruggen en sluisen mogelijk maakt vergelijkbaar zijn aan de aanschafkosten van een systeem dat autonoom varen op rechten stukken en het remote passeren van bruggen en sluisen mogelijk maakt.

Het bovenstaande systeem heeft een vergelijkbare kostenstructuur als het systeem benodigd in ontwikkelpad 1. Vandaar dat een ordegrrootte van €100.000 wordt verondersteld. Deze kosten zijn additioneel op de kosten uit ontwikkelpad 1. Door onzekerheid rondom het definitief (uit-)ontwikkelde systeem en de bijkomende prijs worden deze kosten als uitgangspunt gezien. Door middel van een betrouwbaarheidsinterval wordt de bovengrens ingeschat op +50%.

Ontwikkelpad 3

In ontwikkelpad 3 kan een binnenvaartschip niet alleen sluisen en bruggen autonoom varend passeren, maar behoort ook autonoom afmeren tot de mogelijkheden. In aanvulling op de systemen in ontwikkelpad 2 is er een systeem nodig waarbij digitaal

¹²⁵ Schattingen gebaseerd op expert judgement.



afgemeerd kan worden (i.e. docking systemen). Een aantal partijen zijn volop bezig met de commerciële ontwikkeling van dergelijke systemen (zie voorbeelden 6 en 7).

Voorbeeld 6 – Digitaal contact tussen wal en schip (op afstand bedienbaar schip)

Rolls-Royce en het Deense Svitzer hebben in 2017 samen een op **afstand bedienbare sleepboot** gepresenteerd. De kapitein – gepositioneerd in de *remote base* in het hoofdkwartier van Svitzer – heeft het schip succesvol aangemeerd aan de kade, weer afgemeerd, 360° gedraaid en vervolgens naar het hoofdkwartier gestuurd, waar hij het schip weer heeft aangemeerd. [9]

Het schip is onder andere uitgerust met een aantal sensoren, die verschillende data input combineren met geavanceerde software, zodat de kapitein inzicht heeft in het schip en de omgeving van het schip. De data wordt betrouwbaar en veilig verstuurd naar een *Remote Operating Centre* (ROC), van waaruit de kapitein het schip bestuurt.

[9] <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases>

Voorbeeld 7 – Autonoom aan- en afmeren (docking systemen)

Het "intelligent Dock Locking System (iDL) is een **geautomatiseerd magnetisch afmeersysteem**. Robots met magneten maken connectie met de wand van het schip en houden het schip op zijn plaats. Hierdoor kunnen de operaties sneller en veiliger gedaan worden. Het systeem kan gebruikt worden op verschillende typen schepen, terminals en havens. Door de automatisering is er de constante mogelijkheid tot real-time monitoren. Het systeem is bestand tegen slechte weersomstandigheden en sterke stromingen door passerende schepen. [10]

[10] <https://mampaey.com/berthing-mooring-overview/the-intelligent-docklocking-system>

In een onderzoek uitgevoerd door de Universiteit van Antwerpen wordt de business case van een volledig autonoom onbemand binnenvaartschip vergeleken met die van een conventioneel binnenvaartschip. De kapitaalwaarde van een autonoom binnenvaartschip wordt geschat op €5.9 miljoen, terwijl een conventioneel binnenvaartschip een kapitaalwaarde heeft van €2.0 miljoen.

Onderdeel van deze inschatting betreft de benodigde uitrusting aan boord van het schip. Kosten voor een automooring unit worden in deze studie ingeschat op circa €450.000. Verberghet en van Hassel (2019) gaan er van uit dat er 4 automooring units nodig zijn op een binnenvaartschip. In deze prijs zitten tevens de software, levering, training en inbedrijfstelling inbegrepen. Wel komen hier nog jaarlijkse abonnementskosten bij (à €2.500). Het systeem zal tussen de 20 en 25 jaar meegaan als er regelmatig onderhoud wordt gepleegd (in lijn met de richtlijnen van de aanbieder van het systeem).¹²⁶

Voor de toepassingen onder ontwikkelpad 3 worden diverse systemen gebruikt, die een schip laten aan- en afmeren met behulp van magneten (voorbeelden 6 en 7) of vacuüm systemen. Wij gaan er in deze kostenschattingen vanuit dat de benodigde infrastructuur voor automatisch aan- en afmeren aan boord van het schip is. Voorbeelden van genoemde commerciële partijen laten zien dat de kosten een vergelijkbaar systeem rond de € 2000.000 zijn.¹²⁷ In deze studie wordt er, in lijn met Verberghet en van Hassel

¹²⁶ Bijvoorbeeld Trelleborg, Cavotec, MacGregor en Mampaey

¹²⁷ Op basis van een gesprek met Mampaey, die een schatting voor diverse vergelijkbare systemen hebben afgegeven.



(2019) en het gesprek van Mampay, vanuit gegaan dat er 4 automooring units nodig zijn op een binnenvaartschip. Dit zijn de kosten voor de apparatuur aan boord van het schip. De kosten die van toepassing worden geacht op ontwikkelpad 3 zijn gelijk aan circa €800.000. Deze zijn additioneel op de kosten uit ontwikkelpad 1 en 2.

Ook in ontwikkelpad 3 worden de prijzen met een zekere mate van onzekerheid omgeven. Afhankelijk van de mate van standaardisatie en opname door de markt kunnen de kosten met 20% afnemen of stijgen. In ontwikkelpad 3 wordt zodoende een betrouwbaarheidsinterval tussen -20% en +20% gehanteerd.

Overzicht van investeringskosten voor een binnenvaartschip

De totale investeringskosten per binnenvaartschip om alle ontwikkelpaden door te maken zijn gelijk aan circa €1.000.000. In de onderstaande tabel worden de kosten en het betreffende betrouwbaarheidsinterval per ontwikkelpad weergegeven.

Ontwikkelpaden	Investeringskosten	Betrouwbaarheidsinterval
Ontwikkelpad 1	€ 100.000	- 20% t/m + 20%
Ontwikkelpad 2	€ 100.000	+ 50%
Ontwikkelpad 3	€ 800.000	- 20% t/m + 20%
Totaal	€ 1.000.000	

Tabel A 5 Kostenoverzicht van smart shipping toepassingen in de realisatie-economie



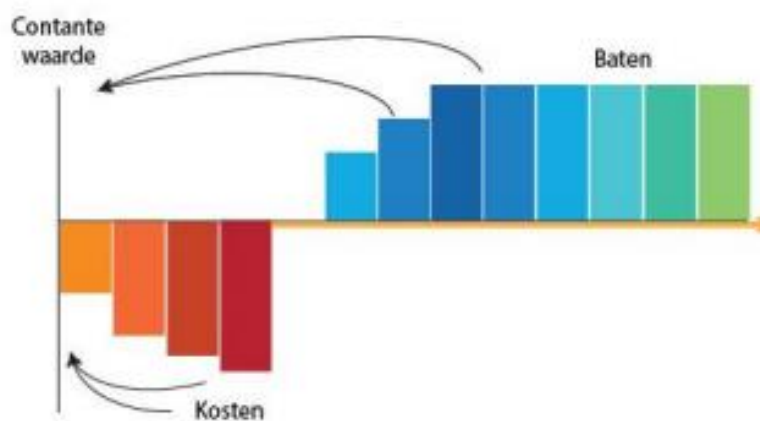
Toelichting op de economische analyse

Disconteren van toekomstige kosten en baten

De kosten van een maatregel gaan in de regel in de tijd voor de baten uit. Om de kosten en baten goed te kunnen vergelijken, worden de verwachte kosten en baten in een economische analyse teruggerekend naar een gekozen basisjaar. Het terugrekenen van toekomstige kosten en baten naar het basisjaar wordt ook wel disconteren genoemd. De onderstaande figuur geeft schematisch weer hoe het proces van disconteren werkt.

De effecten van een maatregel worden teruggerekend met een vast percentage per jaar. Een ander woord voor dit percentage is de discontovoet. De discontovoet kan worden geïnterpreteerd als een rendementseis die vanuit maatschappelijk oogpunt aan een publieke investering of aan een publieke maatregel moet worden gesteld.

Figuur A 9 Schematische weergave werking van discontering



Toekomstige kosten en baten worden in de economische analyse gewaardeerd door deze te disconteren. Hierbij speelt de discontovoet een rol. Een economische analyse bestaat uit verschillende hoofdaspecten, zoals investeringskosten, natuureffecten en reistijdwinst. Op al deze aspecten kan de discontovoet verschillen. De volgende tabel geeft een overzicht.

	Hoogte discontovoet	Toelichting
Standaard-discontovoet	2,25%	Geldt voor alle typen beleidswijzigingen, en voor alle typen kosten en baten, behoudens de twee uitzonderingen hieronder.
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,60%	Geldt alleen voor kosten die (grotendeels) onafhankelijk zijn van het gebruik en een verzonken karakter hebben. Dit is van toepassing op de investeringskosten en instandhoudingskosten van de overheid.
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,90%	Geldt alleen voor baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik en waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie. Dit is van toepassing op de transportkostenbaten en de overheidsbaten.

Tabel A 6 Overzichtstabel discontovoet per 1 januari 2021

Bron: Steunpunt Economische Expertise RWS (<https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>).



Onderstaande tabel geeft aan welke discontovoet op welke kosten en baten is toegepast.

Bedragen in miljoenen €	Wijze van disconteren
Kosten overheidseconomie	Vaste, verzonken kosten
Baten overheidseconomie	Sterk niet-lineair verlopende baten
Veiligheidsbaten	Standaard discontovoet
Investerings transporteconomie	Standaard discontovoet
Baten transporteconomie	Sterk niet-lineair verlopende baten
Baten emissies	Standaard discontovoet
Baten modal shift	Standaard discontovoet
Baten realisatie-economie	Sterk niet-lineair verlopende baten

Tabel A 7 Type discontovoet per type kosten en baten

Groei van het goederenvervoer over water

Toekomstverkenningen of prognoses voor het goederenvervoer geven inzicht in de mogelijke knelpunten, bijvoorbeeld op de weg, het spoor, bij sluizen, havens of terminals. Referentieprognoses vormen een ijkpunt om inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen, zoals het invoeren van heffingen, aanleggen van (vaar-) wegen of openen van terminals.

De prognoses die in deze studie gebruikt zijn, zijn gemaakt met het strategische goederenvervoermodel BasGoed. Deze worden vanaf 2021 door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gebruikt als referentie. Deze referentieprognoses bevatten al het beleid en ontwikkelingen die op basis van de huidige besluiten en inzichten zullen plaatsvinden.

BasGoed maakt gebruik van de WLO omgevingsscenario's voor de toekomstjaren. Voor BasGoed is de ontwikkeling van de economische sectoren leidend. De relatie tussen de ontwikkeling van de economie en van het goederenvervoer is groot. Als economische indicatoren zoals bruto binnenlands product een groei laat zien, dan groeit het goederenvervoer mee.

De WLO scenario's bevatten beschrijvingen van de economische ontwikkelingen. Deze zijn als volgt meegenomen:

- Economische groei is uitgesplitst naar 83 sectoren
- Transitie naar een duurzame energiezuinige toekomst
 - Kolenverbruik daalt tot 2050 met 70%
 - Olieverbruik daalt met 5% tot 10%
 - Aardgasverbruik daalt met 45% tot 55%
 - Biomassa neemt in omvang toe met 260% tot 380%
 - Waterstof speelt geen rol van betekenis
- Sluiting kolencentrales, kolen vervangen door biomassa
- Afvlakking gebruik en verwerking van erts
- Dematerialisatie (bijvoorbeeld van fysieke naar digitale krant)

BasGoed neemt de huidige ontwikkelingen met betrekking tot Corona niet mee in de prognoses. Dat betekent dat, zeker voor de eerste jaren na 2020, de prognoses te optimistisch zullen zijn. Daarom hebben wij er voor gekozen om uit te gaan van de prognoses gebaseerd op het WLO-laag scenario (gemiddeld 1% groei per jaar naar 2050 toe). Voor de binnenvaart betekent dat een groei van de ladingvolumes met uiteindelijk 9,1%. Deze groei beïnvloedt zowel de transportkostenbaten en de modal shift baten.



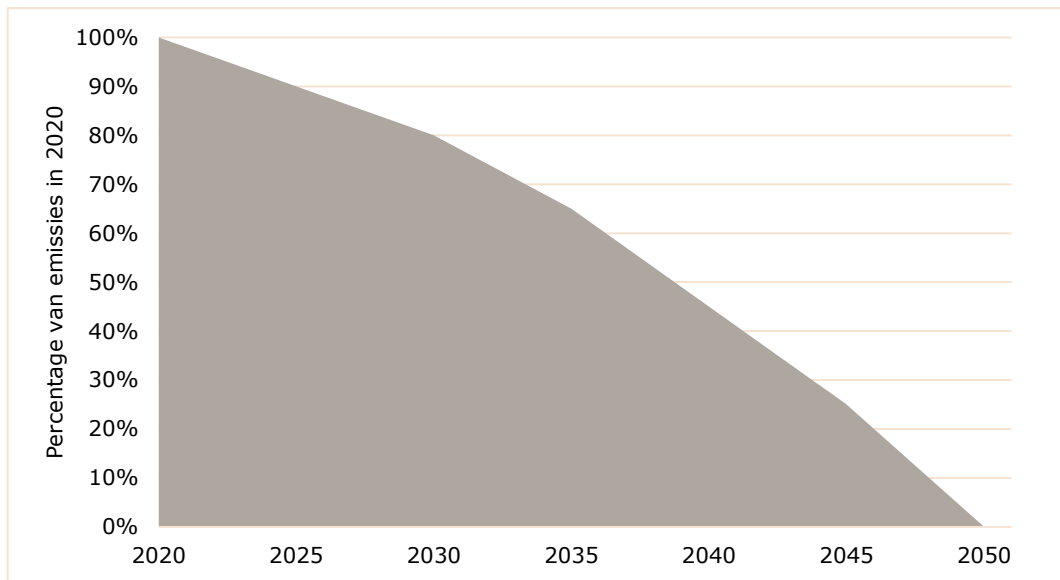
Werkwijze bij emissiebaten

In de binnenvaart vindt emissiereductie plaats. Dat komt door de introductie van schonere scheepsmotoren (Stage V i.p.v. CCNR 2), alternatieve aandrijflijnen (diesel-elektrisch, batterij-elektrisch, waterstof) en alternatieve brandstoffen (HVO, GTL, LNG). De binnenvaart heeft zich daarnaast geconformeerd aan een aantal doelstellingen met betrekking tot de uitstoot van broeikasgassen en luchtvervuilende stoffen.

- de Declaration of Nijmegen. Hiermee verklaart de sector de komende jaren alles uit de kast te halen om sneller te vergroenen. Het doel is concurrerend blijven met weg- en spoorvervoer, en 20 procent minder CO₂-uitstoot in 2030.
- de Verklaring van Mannheim een nieuwe dimensie aan de Akte toegevoegd. We gaan schoner varen: 35% minder broeikasgassen en verontreiniging in 2035, volledig klimaatneutraal in 2050.

Deze uitgangspunten zijn verwerkt in een 'uitgroeipad' voor emissies. Dit ziet er als volgt uit, over de jaren:

Figuur A 10 Emissiereductie binnenvaart – ontwikkelpad naar 2050 toe



Wij rapporteren over de volgende emissies:

- Koolstofdioxide (CO₂)
- Stikstofoxiden (NO_x)
- Fijnstof

Het op geld zetten van emissies

Voor het moneteriseren van emissiebaten is gebruik gemaakt van de Kentallen Leefomgeving van Rijkswaterstaat¹²⁸. Daarbij zijn de volgende waarden gebruikt:

	<i>Prijs per ton tot 2030</i>	<i>Prijs per ton na 2030</i>
Koolstofdioxide	€ 48	€ 80
Stikstofoxiden	€ 34.700	
Fijnstof ¹²⁹	€ 62.050	

Tabel A 8 Monetarisering emissies

¹²⁸ <https://www.rwseconomie.nl/kengetallen/kengetallen-leefomgeving>

¹²⁹ Hierbij is de voor de binnenvaart aangenomen dat 50% van de fijnstof bestaat uit ultrafijnstof en 50% uit



Belastingen

Doordat een gedeelte (aanne: 10%)¹³⁰ van de personeelskosten ten goede komt aan de overheid in de vorm van inkomstenbelasting, wordt dit gedeelte niet meegenomen in de economische analyse.

Alle bedragen zijn exclusief BTW.

¹³⁰ Deze aanname is gebaseerd op de hoeveelheid inkomstenbelasting die een fulltime werkende volmatroos betaald. Voor het salaris van de volmatroos verwijzen wij naar de loontabellen binnenvaart.



Bijlage 11 Detailinformatie over de verdeling naar schepen

In onderstaande tabellen is het aantal schepen per ontwikkelpad weergegevens als percentage van het **totaal aantal schepen**.

		Ontwikkelpad 1					
		CEMT I	CEMT II	CEMT III	CEMT IV	CEMT V	CEMT VI
Motor	Motorvrachtschip	0%	0%	0%	11%	52%	56%
Tanker	Motortankschip	0%	0%	0%	4%	28%	6%
Barge	Duwstel	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Couple	Koppelverband	0%	0%	0%	88%	55%	42%

		Ontwikkelpad 2					
		CEMT I	CEMT II	CEMT III	CEMT IV	CEMT V	CEMT VI
Motor	Motorvrachtschip	7%	2%	2%	7%	61%	81%
Tanker	Motortankschip	0%	0%	0%	8%	70%	7%
Barge	Duwstel	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Couple	Koppelverband	0%	0%	0%	50%	86%	83%

		Ontwikkelpad 3					
		CEMT I	CEMT II	CEMT III	CEMT IV	CEMT V	CEMT VI
Motor	Motorvrachtschip	0%	0%	0%	2%	6%	3%
Tanker	Motortankschip	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Barge	Duwstel	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Couple	Koppelverband	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel A 9 Verdeling type schepen per ontwikkelpad



Illustratie van het model aan de hand van casussen¹³¹

Schip 697

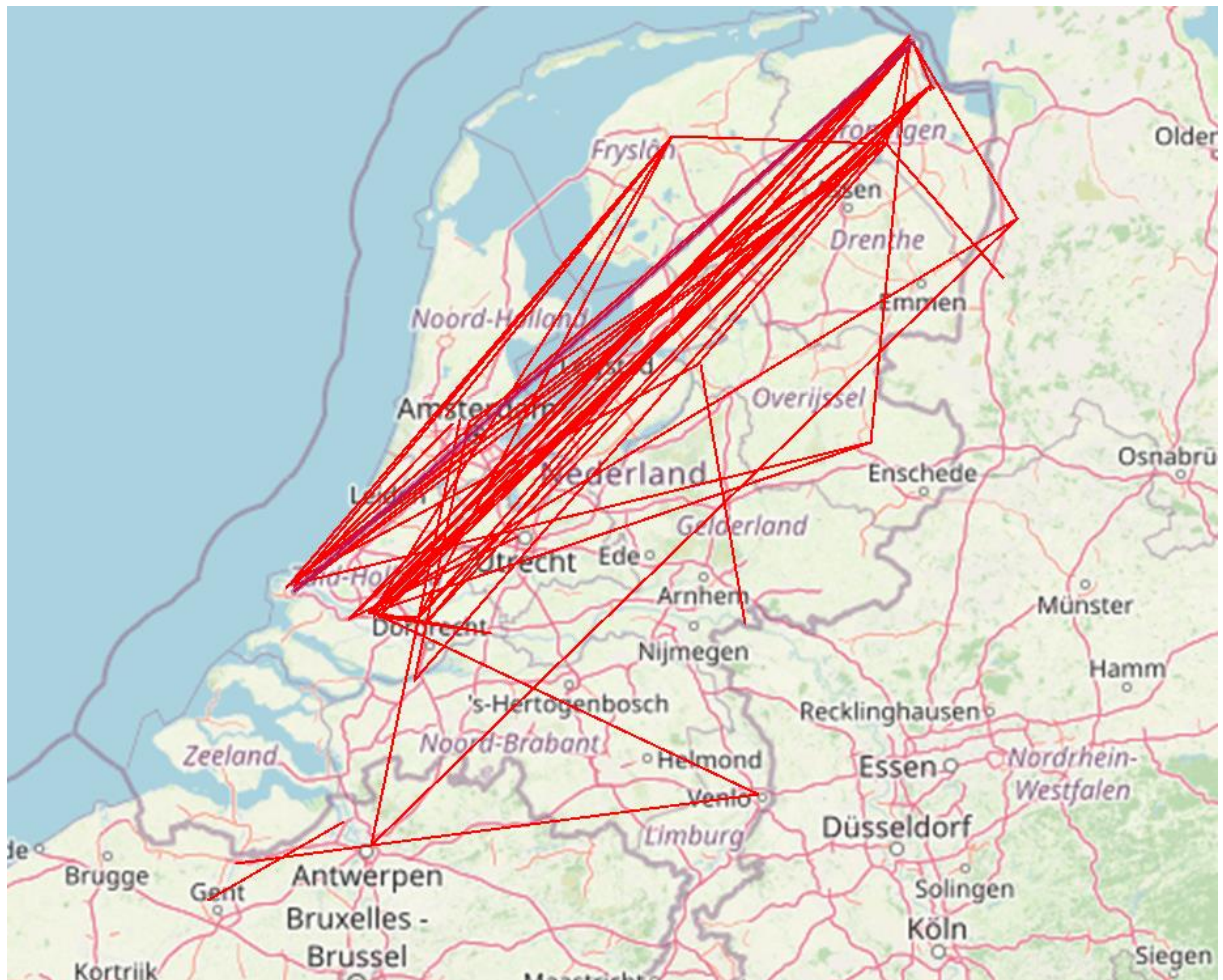
Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 697 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 85 meter lengte, 10 meter breedte. Het schip meet 1600 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse IV.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met containers tussen Rotterdam en Noord-Nederland. Het heeft 109 reizen gemaakt en daarbij in totaal 53.000 ton goederen en 5.220 TEU vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 11 Reizen 2019 binnenvaartschip 697



Het schip heeft in 2019 in totaal 27.562 kilometer gevaren – waarvan 10.754 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 2.404 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 113 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 597 sluisen moeten passeren,

¹³¹ De afmetingen en tonnages van de schepen in de casussen zijn afgerond op resp. gehele meters en honderdtallen gewicht.



waarvan 578 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 4.295 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een **continue (B)** exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 425.000; bij een dagvaart-exploitatie (max. 14 uur per dag) zou dit 454.000 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 516.000.

Gegeven de exploitatiewijze in continue modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over 2 schippers, 1 matroos en 1 lichtmatroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 298.000 euro, waarvan € 198.000 aan kapiteins/schippers en € 100.000 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat alleen ontwikkelpad 2 haalbaar is voor dit schip. Dat betekent dat dit schip zich uiteindelijk kan ontwikkelen tot een zelfvarende duwbakcombinatie. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat geen business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 stijgen de exploitatiekosten naar € 428.985 per jaar, een stijging van ordegrrootte € 4.000 per jaar. Deze verandering is ingegeven doordat:

- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 10.754 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 1.344 uren.
- Deze kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 578 keer een sluis en 4.295 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 454 uur benodigd.
- In totaal resulteert 890 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van € 15.441.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 634 op jaarbasis.
- Om deze besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 16.075 te besparen.
- In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van kosten en baten op jaarbasis.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringsen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		15.441	15.441
Besparing brandstof		634	634
Totalen	-20.000	16.075	-3.925

Tabel A 10 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1

Conclusie: de uitkomst van de business case is negatief.



Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan **autonoom** worden gevaren op kanalen –er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 10.754 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 1.344 uren.
- Het schip vaart in totaal 2404 uur. Hierbij horen personeelskosten à € 122.272. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 1354/2404^e deel van deze kosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 65.046.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 47.270.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 578 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 3.853 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 634 op jaarbasis.
- De totale besparing bedraagt dan € 112.951 als gevolg van de investeringen.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. Het rendement is dus € 69.098 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Bovendien is de investering gunstig. Het rendement van 69.098 is groter dan de 10% van de initiële investering (€ 20.000) en daarmee zal men besluiten naar dit ontwikkelpad over te stappen.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-3.853		-3.853
Besparing personeel		112.317	112.317
Besparing brandstof		634	634
Totalen	-43.853	112.951	69.098

Tabel A 11 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 3.853; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 578 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 144,5 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 109 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 54.5 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 199 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 8% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 35.186 meer omzet boeken.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 634 op jaarbasis.
- De totale besparing bedraagt daarmee € 151.990.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de



investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 151.990 te besparen. Daarmee is er geen business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-100.00		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		116.170	116.170
Besparing brandstof		634	634
Efficiency baat sluizen		35.186	35.186
Totalen	-200.000	151.990	-48.010

Tabel A 12 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3



Schip 1398

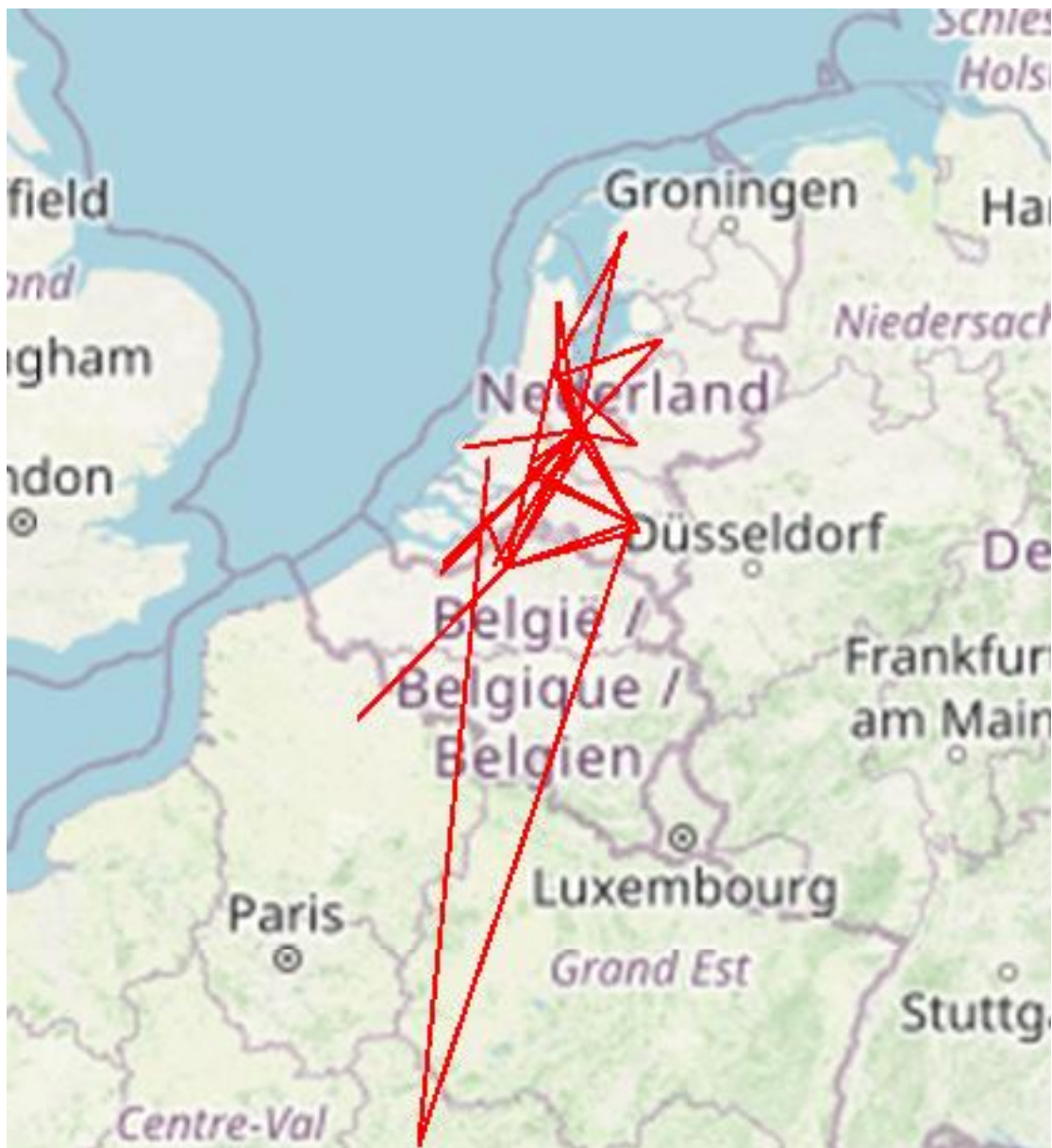
Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 1398 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 39 meter lengte, 5 meter breedte. Het schip meet 400 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse I.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met landbouwproducten in voornamelijk West-Nederland. Het heeft 40 reizen gemaakt en daarbij in totaal 2.300 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 12 Reizen 2019 binnenvaartschip 1398



Het schip heeft in 2019 in totaal 3.977 kilometer gevaren – waarvan 699 kilometer op kanalen – en heeft daar naar schatting 510 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 5 m³ aan brandstof verstoofd. Het schip heeft 184 sluisen moeten passeren, waarvan



101 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 309 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 28.875; bij een continue-exploitatie zou dit € 43.933 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 34.356.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over minimaal een schipper en een matroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 19.797 euro, waarvan € 12.067 aan kapiteins/schippers en € 7.731 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat alle ontwikkelpaden niet haalbaar zijn voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat geen business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 stijgen de exploitatiekosten naar € 48.071 per jaar, een stijging van ordegrrootte € 20.000 per jaar. Deze stijging is ingegeven doordat:

- Er in algemene zin een stuurman bespaard kan worden. Gegeven de dagvaartexploitatie van dit schip in de referentiesituatie; is deze stuurman niet nodig.
- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 699 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 87 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 101 keer een sluis en 309 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 56.42 uur benodigd.
- In totaal resulteert 31 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 777.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 27 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 804 te besparen.
- Daarmee is er geen business case. Ook is er onvoldoende perspectief; het rendement van de investering is negatief.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		777	777
Besparing brandstof		27	27
Totalen	-20.000	804	-19.196

Tabel A 13 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1



Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er ook geen business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 699 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 87 uren.
- Het schip vaart in totaal 510 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 87/510^e deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 1.741.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 3.866.
- Wel moet er betaald worden om sluzen te passeren. In totaal gaat het om 101 sluzen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 673 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 27 op jaarbasis.
- De totale besparing bedraagt dan € 5.634 als gevolg van de investeringen.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €40.673 aan jaarlijkse kosten om € 5.634 te besparen. Daarmee is er geen business case. Ook is er onvoldoende perspectief; het rendement van de investering is negatief.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-673		-673
Besparing personeel		5.607	5.607
Besparing brandstof		27	27
Totalen	-40.673	5.634	-35.039

Tabel A 14 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er ook geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Uit ontwikkelpad 2 konden we halen dat er een besparing van € 5.634 te realiseren was. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 673; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 101 sluzen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 25 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 40 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 20 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 45.25 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 9% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 2.562 meer omzet boeken.
- De totale besparing bedraagt daarmee € 8.869.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de



investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 8.869 te besparen. Daarmee is er geen business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-100.000
Onderhoudskosten	-100.000		-100.000
Besparing personeel		6.280	6.280
Besparing brandstof		27	27
Efficiency baat sluizen		2.562	2.562
Totalen	-200.000	8.869	-191.131

Tabel A 15 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 228

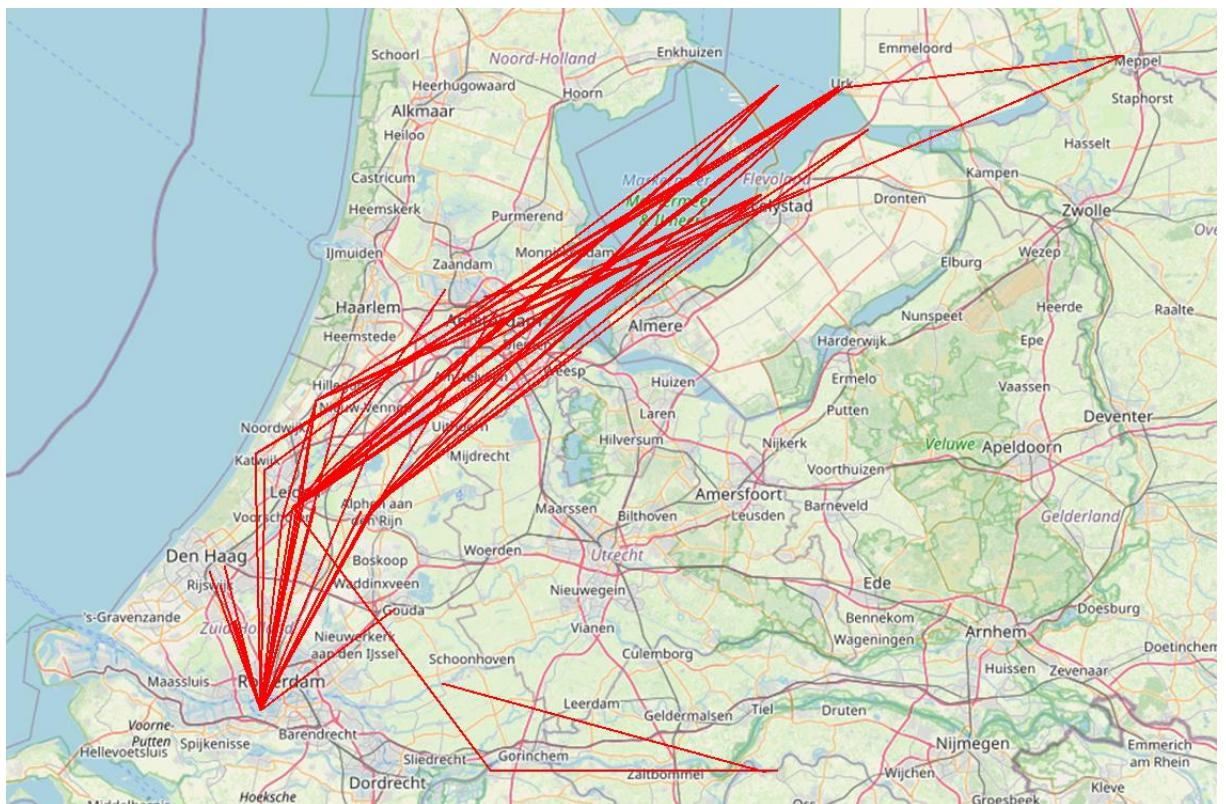
Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 8228 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 55 meter lengte, 7 meter breedte. Het schip meet 600 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse III.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk gevaren met metaalertsen en delfstoffen. Het heeft 225 reizen gemaakt en daarbij in totaal 62.986 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 13 Reizen 2019 binnenvaartschip 228



Het schip heeft in 2019 in totaal 13.544 kilometer gevaren – waarvan 6.670 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 1.348 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 28 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 2924 sluizen moeten passeren,



waarvan 353 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 5.594 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 221.000; bij een continue-exploitatie zou dit € 302.981 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 278.594.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over een schipper en een matroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 133.044 euro, waarvan € 81.090 aan kapiteins/schippers en € 51.954 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat alleen ontwikkelpad 2 haalbaar is voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat geen business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 stijgen de exploitatiekosten naar € 235.487 per jaar, een stijging van ordegrrootte € 14.500 per jaar. Deze verandering is ingegeven doordat:

- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 13.544 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 1.348 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 353 keer een sluis en 5.594 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 525 uur benodigd.
- In totaal resulteert 309 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 5.365.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 157 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 5.522 te besparen.
- Daarmee is er geen business case. Ook is er onvoldoende perspectief; het rendement van de investering is negatief.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		5.365	5.365
Besparing brandstof		157	157
Totalen	-20.000	5.522	-14.478

Tabel A 16 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1

Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van



remote control. Het schip vaart 13.544 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 834 uren.

- Het schip vaart in totaal 1.348 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 834/1.348 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 19.731.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 25.977.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 353 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip €2.353 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 157 op jaarbasis.
- De totale besparing bedraagt dan € 45.865 als gevolg van de investeringen.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €40.000 aan jaarlijkse kosten om € 45.865 te besparen. Het rendement is dus € 3.512 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-2.353		-2.353
Besparing personeel		45.708	45.708
Besparing brandstof		157	157
Totalen	-42.353	45.865	3.512

Tabel A 17 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Uit ontwikkelpad 2 konden we halen dat er een besparing van € 45.865 te realiseren was. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 2.353; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 353 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 88 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 225 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 112.5 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 201 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 15% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 32.912 meer omzet boeken.
- De totale besparing bedraagt daarmee € 81.130.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 81.130 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		48.061	48.061
Besparing brandstof		157	157
Efficiency baat sluisen		32.912	32.912
Totalen	-200.000	81.130	-118.870

Tabel A 18 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 527

Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 8527 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 62 meter lengte, 7 meter breedte. Het schip meet 600 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse II.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met metaalertsen, delfstoffen, zand en grind. Het heeft 260 reizen gemaakt en daarbij in totaal 103.942 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.



Figuur A 14 Reizen 2019 binnenvaartschip 527



Het schip heeft in 2019 in totaal 20.192 kilometer gevaren – waarvan 1.491 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 1.883 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 39 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 416 sluzen moeten passeren, waarvan 158 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 436 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 348.217; bij een continue-exploitatie zou dit € 520.592 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 486.483.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over 1 schipper en 1 matroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 221.000 euro, waarvan € 134.697 aan kapiteins/schippers en € 86.303 aan (licht)matrozen.



Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat alleen ontwikkelpad 2 haalbaar is voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat geen business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 stijgen de exploitatiekosten naar € 365.846 per jaar, een stijging van ordegrrootte € 18.000 per jaar. Deze stijging is ingegeven doordat:

- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 1.491 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 186 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 158 keer een sluis en 436 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 63 uur benodigd.
- In totaal resulteert 124 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 2.146.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 225 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 2.371 te besparen.
- Daarmee is er geen business case. Ook is er onvoldoende perspectief; het rendement van de investering is negatief.

	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		2.146	2.146
Besparing brandstof		225	225
Totalen	-20.000	2.371	-17.629

Tabel A 19 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1

Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 1.491 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 186 uren.
- Het schip vaart in totaal 1.993 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 186/1.883 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 3.249.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 43.152.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 158 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 1.053 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 225 op jaarbasis.
- De totale besparing bedraagt dan € 46.626 als gevolg van de investeringen.



- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. Het rendement is € 5.573 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-1.053		-1.053
Besparing personeel		46.401	46.401
Besparing brandstof		225	225
Totalen	-41.053	46.626	5.573

Tabel A 20 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Uit ontwikkelpad 2 konden we halen dat er een besparing van € 46.626 te realiseren was. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 1.053; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden. Dit brengt de totale besparing op €46.626.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 158 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 40 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 260 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 130 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 170 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 9% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 31.345 meer omzet boeken.
- De totale besparing bedraagt daarmee € 79.024.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 79.024 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		47.454	47.454
Besparing brandstof		225	225
Efficiency baat sluizen		31.345	31.345
Totalen	-200.000	79.024	-120.976

Tabel A 21 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 1298

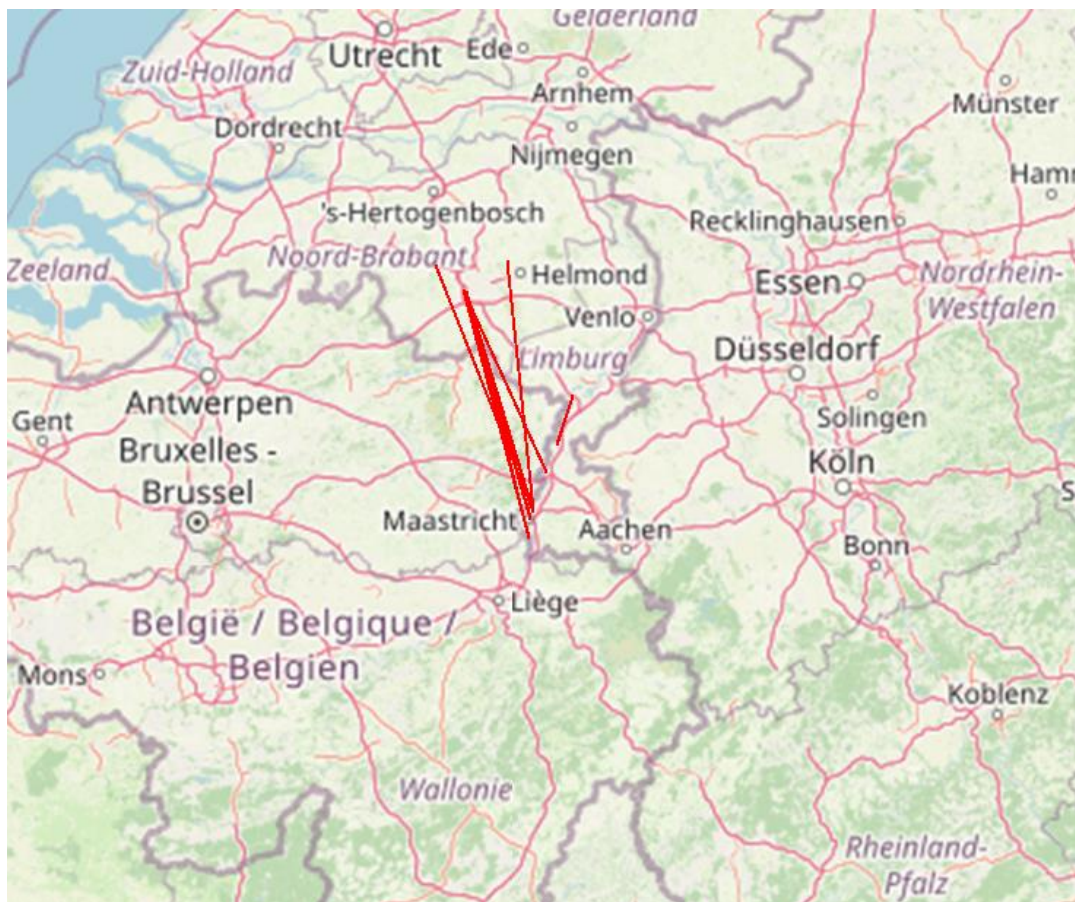
Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 81298 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 53 meter lengte, 6 meter breedte. Het schip meet 500 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse II.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met overige niet-metaalhoudende minerale producten. Het heeft 153 reizen gemaakt en daarbij in totaal 27.610 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 15 Reizen 2019 binnenvaartschip 1298



Het schip heeft in 2019 in totaal 17.064 kilometer gevaren – waarvan 9.563 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 2.150 uren voor gemaakt. Gedurende die uren



is 30 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 1.368 sluzen moeten passeren, waarvan 1.063 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 1.059 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 174.442; bij een continue-exploitatie zou dit € 248.625 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 219.715.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over 1 schipper. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 124.801 euro, waarvan € 76.066 aan kapiteins/schippers en € 48.735 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat alleen ontwikkelpad 2 haalbaar is voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat geen business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 stijgen de exploitatiekosten naar € 178.141 per jaar, een stijging van ordegrrootte € 4.000 per jaar. Deze verandering is ingegeven doordat:

- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 9.563 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 1.195 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluzen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 1.063 keer een sluis en 1.059 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 265 uur benodigd.
- In totaal resulteert 265 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 16.135.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 167 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 16.302 te besparen.
- Daarmee is er geen business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		16.135	16.135
Besparing brandstof		167	167
Totalen	-20.000	16.302	-3.698

Tabel A 22 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1

Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 9.563 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 1.195 uren.



- Het schip vaart in totaal 2.150 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 1.195/2.150 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 26.114.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 24.368.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 1.063 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 7.087 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 167 op jaarbasis.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €47.087 aan jaarlijkse kosten om € 50.648 te besparen. Het rendement is dus € 3.561 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-7.087		-7.087
Besparing personeel		50.482	50.482
Besparing brandstof		167	167
Totalen	-47.087	50.648	3.561

Tabel A 23 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 7.087; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden. Dit brengt de totale besparing op €50.648.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 1.063 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 266 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 153 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 76.5 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 342 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 16% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 27.796 meer omzet boeken.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 85.504 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		57.569	50.569
Besparing brandstof		167	167
Efficiency baat afmeren		27.796	27.796
Totalen	-200.000	85.504	-114.496

Tabel A 24 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 1601

Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 1601 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 110 meter lengte, 11 meter breedte. Het schip meet 3100 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse Va.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 64 reizen gemaakt en daarbij in totaal 77.611 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.



Figuur A 16 Reizen 2019 binnenvaartschip 1601



Het schip heeft in 2019 in totaal 23.394 kilometer gevaren – waarvan 882 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 1.913 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 229 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 280 sluizen moeten passeren, waarvan 61 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 311 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een continue (B) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 485.912; bij een dagvaart-exploitatie (max. 14 uur per dag) zou dit € 487.781 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 522.890.

Gegeven de exploitatiewijze in continue modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over 2 schippers, 1 stuurman, 1 matroos en 1 lichtmatroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 307.008 euro, waarvan € 159.211 aan kapiteins/schippers, 68.290 aan stuurmannen en € 79.507 aan (licht)matrozen.



Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat ontwikkelpaden 1 en 2 haalbaar zijn voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat een positieve business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 zakken de exploitatiekosten naar € 435.059 per jaar, een besparing van ordegrrootte € 50.000 per jaar. Deze besparing is ingegeven doordat:

- Er in algemene zin een stuurman bespaard kan worden. Gegeven de continue exploitatie van dit schip in de referentiesituatie; is deze stuurman niet nodig. Dit bespaart € 68.290.
- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 882 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 110 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 61 keer een sluis en 311 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 37 uur benodigd.
- In totaal resulteert ongeveer 75 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 1.287.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 1.276 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 70.853 te besparen.
- Daarmee is er een positieve business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		69.577	69.577
Besparing brandstof		1.276	1.276
Totalen	-20.000	70.853	50.853

Tabel A 25 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1

Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er ook een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 882 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 110 uren.
- Het schip vaart in totaal 1.913 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 110/1.913 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 6.381.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 39.754.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 61 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 407 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 1.276 op jaarbasis.



- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. Het rendement is € 75.294 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-407		-407
Besparing personeel		114.425	114.425
Besparing brandstof		1.276	1.276
Totalen	-40.407	115.701	75.294

Tabel A 26 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 407; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 61 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdswinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 15 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 64 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 32 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdswinst van 47 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 2% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 12.002 meer omzet boeken.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 128.110 te besparen. Daarmee is er geen business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		113.832	113.832
Besparing brandstof		1.276	1.276
Efficiency baat afmeren		12.002	12.002
Totalen	-200.000	128.110	-71.890

Tabel A 27 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 1695

Beschrijving van het schip

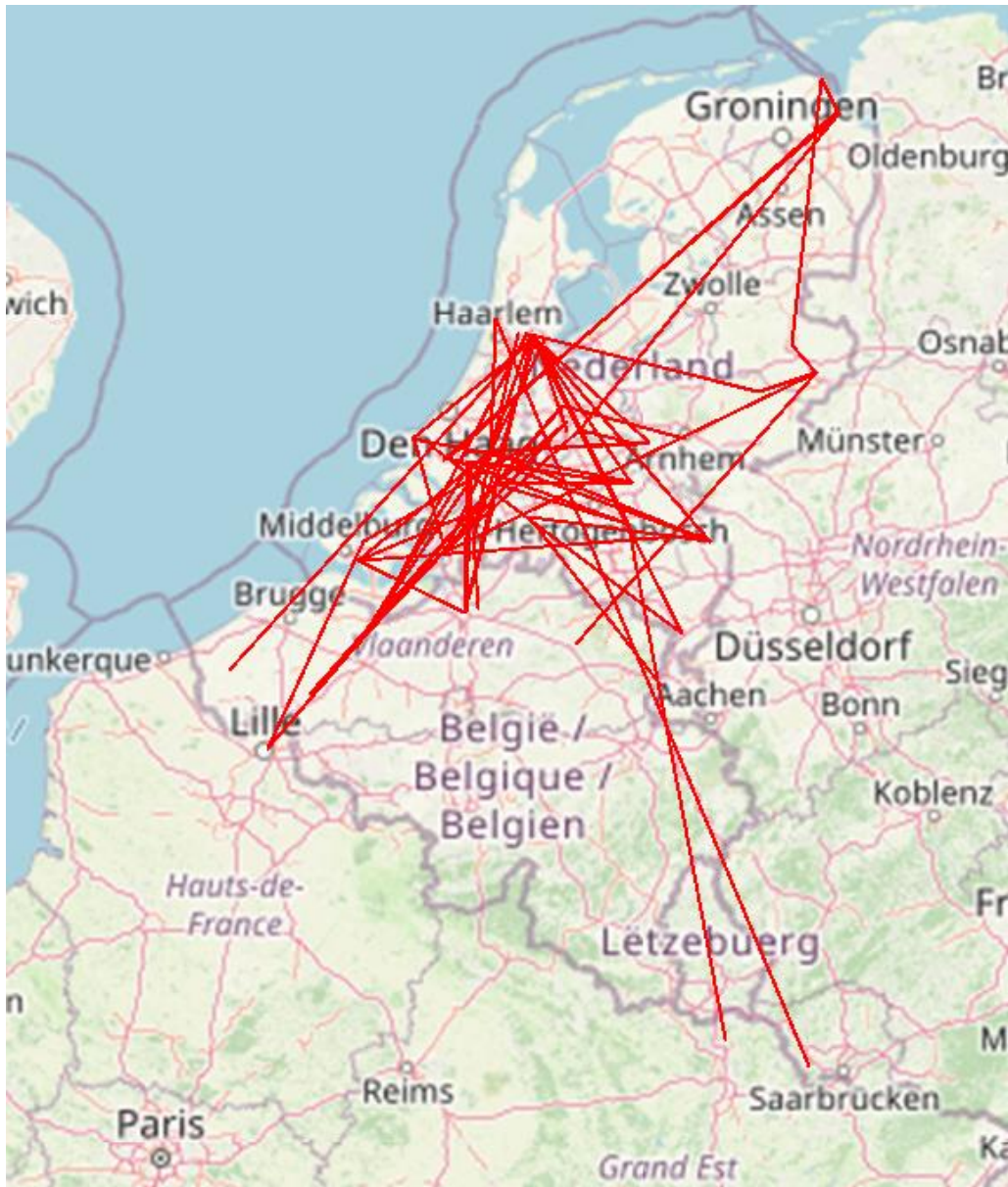
Het schip met nummer 1695 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 105 meter lengte, 10 meter breedte. Het schip meet 2100 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse IV.



Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met o.a. metaalertsen, landbouwproducten en steenkool. Het heeft 80 reizen gemaakt en daarbij in totaal 58.843 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 17 Reizen 2019 binnenvaartschip 1695



Het schip heeft in 2019 in totaal 11.797 kilometer gevaren – waarvan 1.724 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 1.074 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 74 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 297 sluisen moeten passeren, waarvan 151 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 571 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze



exploitatiewijze € 242.409; bij een continue exploitatie zou dit € 276.840 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 284.344.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over een schipper, een stuurman en een matroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 100.517 euro, waarvan € 46.164 aan kapiteins/schippers, € 38.285 aan een stuurman en € 16.068 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat ontwikkelpaden 1 en 2 haalbaar zijn voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat een positieve business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 zakken de exploitatiekosten naar € 221.235 per jaar, een besparing van ordegrrootte € 20.000 per jaar. Deze besparing is ingegeven doordat:

- Er in algemene zin een stuurman bespaard kan worden. Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. De besparing voor de stuurman bedraagt € 38.285.
- Het schip vaart 11.797 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 216 uren. De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aannee: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aannee: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 151 keer een sluis en 571 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 73 uur benodigd.
- In totaal resulteert 143 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 2.476.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 412 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 41.173 te besparen.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringsen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		40.761	40.761
Besparing brandstof		412	412
Totalen	-20.000	41.173	21.173

Tabel A 28 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1



Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 1.724 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 216 uren.
- Het schip vaart in totaal 11.797 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 216/1.074 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 5.726.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 8.034.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 151 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 1.007 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 412 op jaarbasis.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €41.007 aan jaarlijkse kosten om € 52.457 te besparen. Het rendement is dus € 11.450 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er geen business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-1.007		-1.007
Besparing personeel		52.045	52.045
Besparing brandstof		412	412
Totalen	-41.007	52.457	11.450

Tabel A 29 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 1.007; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 151 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 38 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 80 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 38 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 78 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 7% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 17.549 meer omzet boeken.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 71.013 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-10.000
Onderhoudskosten	-100.000		-10.000
Besparing personeel		53.052	53.052
Besparing brandstof		412	412
Efficiency baat afmeren		17.549	17.549
Totalen	-200.000	71.013	-128.987

Tabel A 30 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 2044

Beschrijving van het schip

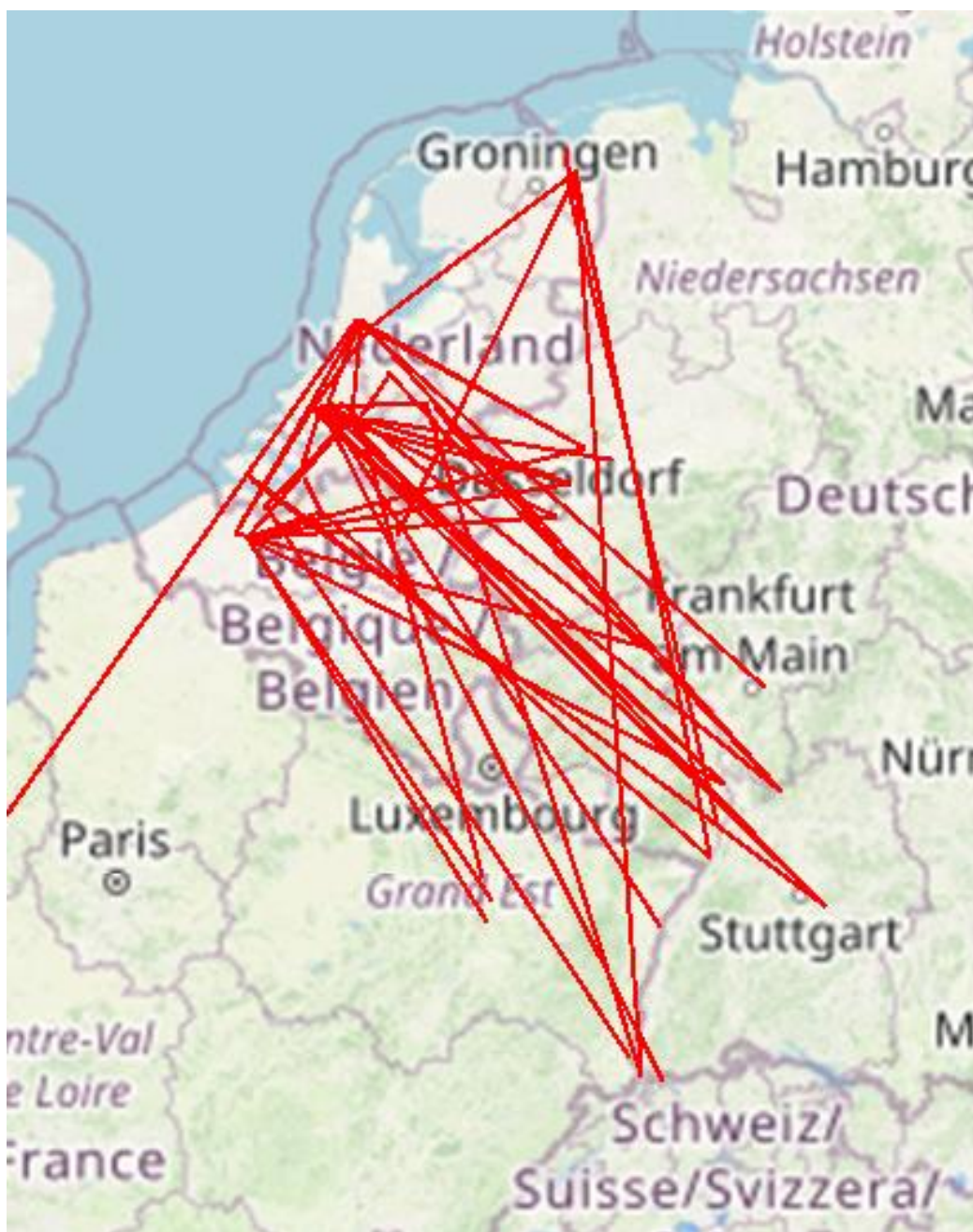
Het schip met nummer 2044 uit onze database is een **motorvrachtschip** met de volgende afmetingen: 105 meter lengte, 11 meter breedte. Het schip meet 2.300 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse Va.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk binnenlands gevaren met o.a. metaalertsen en steenkool. Het heeft 57 reizen gemaakt en daarbij in totaal 68.063 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.



Figuur A 18 Reizen 2019 binnenvaartschip 2044



Het schip heeft in 2019 in totaal 24.729 kilometer gevaren – waarvan 586 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 2.164 uren voor gemaakt. Gedurende die uren is 200 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 489 sluzen moeten passeren, waarvan 42 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 198 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 390.502; bij een continue-exploitatie zou dit € 421.781 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 429.631.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over een schipper, een stuurman en een matroos. De totale uitgaven aan



bemanning bedragen € 156.701 euro, waarvan € 71.967 aan kapiteins/schippers, 59.685 aan stuurmannen en € 25.049 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat ontwikkelpaden 1 en 2 haalbaar zijn voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat een positieve business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 zakken de exploitatiekosten naar € 348.842 per jaar, een besparing van ordegrrootte € 40.000 per jaar. Deze besparing is ingegeven doordat:

- Er in algemene zin een stuurman bespaard kan worden. Dat komt overeen met €59.685.
- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 586 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 73 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanneame: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanneame: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 489 keer een sluis en 198 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 24 uur benodigd.
- In totaal resulteert 50 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 863.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 1.111 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		60.548	60.548
Besparing brandstof		1.111	1.111
Totalen	-20.000	61.659	41.659

Tabel A 31 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1



Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er ook een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 586 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 73 uren.
- Het schip vaart in totaal 2.164 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 73/2.164 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 384
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 12.525.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 42 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 280 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 1.111 op jaarbasis.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. Het rendement is dus € 33.425 per jaar en daarmee is de investering positief.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-280		-280
Besparing personeel		72.594	72.594
Besparing brandstof		1.111	1.111
Totalen	-40.280	73.705	33.425

Tabel A 32 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 280; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 42 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdwinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 11 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 57 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 28.5 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdwinst van 39 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 2% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 7.038 meer omzet boeken.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 1.111 op jaarbasis.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 81.022 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-100.000
Onderhoudskosten	-100.000		-100.000
Besparing personeel		72.874	72.874
Besparing brandstof		1.111	1.111
Efficiency baat afmeren		7.038	7.038
Totalen	-200.000	81.022	-118.978

Tabel A 33 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

Schip 3520

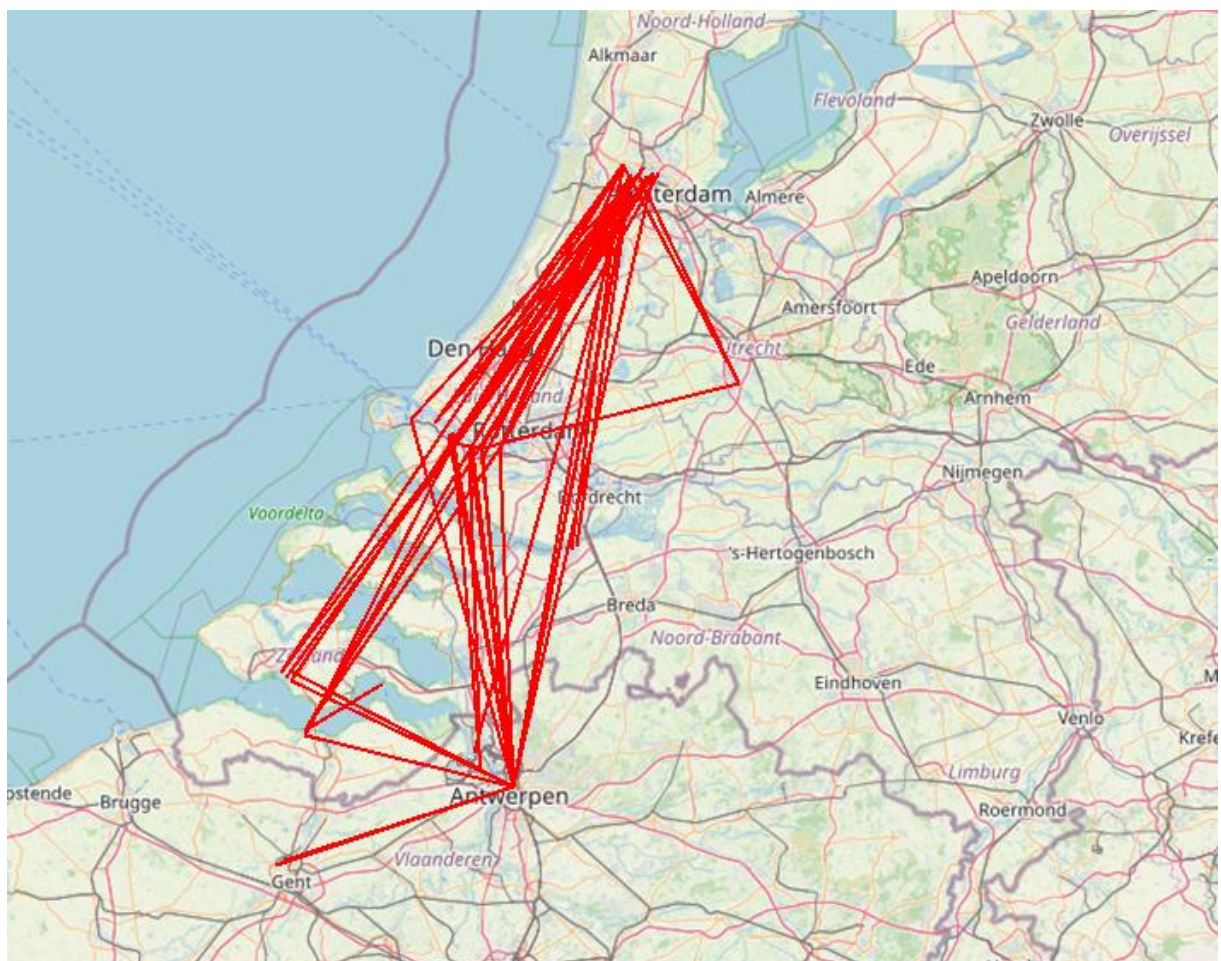
Beschrijving van het schip

Het schip met nummer 83520 uit onze database is een **tanker** met de volgende afmetingen: 135 meter lengte, 18 meter breedte. Het schip meet 8.700 ton en behoort daarmee tot CEMT-klasse VI.

Beschrijving van de inzet

Het schip heeft in 2019 voornamelijk gevaren met cokes en geraffineerde aardolieproducten. Het heeft 84 reizen gemaakt en daarbij in totaal 214.690 ton goederen vervoerd. Onderstaande figuur toont het reizenpatroon op de kaart.

Figuur A 19 Reizen 2019 binnenvaartschip 3520



Het schip heeft in 2019 in totaal 11.121 kilometer gevaren – waarvan 1.984 kilometer op kanalen - en heeft daar naar schatting 884 uren voor gemaakt. Gedurende die uren



is 133 m³ aan brandstof verstoekt. Het schip heeft 210 sluisen moeten passeren, waarvan 52 stuks in Nederland (en de rest in het buitenland) en heeft 1.002 maal een beweegbare brug waarvan een opening vereist is moeten passeren op een kanaal.

Beschrijving van de exploitatie in de basissituatie

Gegeven de inzet van het schip, blijkt dat een dagvaart (A1) exploitatiewijze voor dit schip het meest optimaal is. De totale exploitatiekosten voor dit schip bedragen bij deze exploitatiewijze € 548.196; bij een continue-exploitatie zou dit € 571.585 zijn en bij een semi-continue exploitatie € 668.787.

Gegeven de exploitatiewijze in dagvaart modus, moet een schip van deze afmetingen beschikken over 1 schipper, 1 stuurman en 1 matroos. De totale uitgaven aan bemanning bedragen € 76.833 euro, waarvan € 36.574 aan kapiteins/schippers, 28.806 aan stuurmannen en € 11.453 aan (licht)matrozen.

Kansen voor Smart Shipping

Uit onze analyse blijkt dat ontwikkelpaden 1 en 2 haalbaar zijn voor dit schip. We behandelen hieronder per ontwikkelpad de overwegingen voor dit schip. We vereisen daarbij een 10% rendement op de investering (over 10 jaar berekend) om een bedrijf over te laten stappen.

Ontwikkelpad 1:

In ontwikkelpad 1 ontstaat een positieve business case voor dit schip. Met ontwikkelpad 1 zakken de exploitatiekosten naar € 535.913 per jaar, een besparing van ordegrrootte € 13.000 per jaar. Deze besparing is ingegeven doordat:

- Er in algemene zin een stuurman bespaard kan worden. Dat komt overeen met € 28.806 per jaar.
- Er op kanalen met remote control gevaren kan worden. Het schip vaart 1.984 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 248 uren.
- De kosten moeten echter wel gemaakt worden bij het in- en uitvaren van sluisen (aanne: 10 minuten) en het passeren van beweegbare bruggen (aanne: 5 minuten). Het schip passeert op jaarbasis 52 keer een sluis en 1.002 keer een beweegbare brug. Hiertoe is 92 uur benodigd.
- In totaal resulteert 156 uur per jaar waarvoor een besparing mogelijk is. Het gemiddelde uurloon van een kapitein wordt verondersteld € 17,35 te zijn. Dit betekent een besparing van ongeveer € 2.703.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 773 op jaarbasis.
- Om besparingen te realiseren, moeten investeringen op het schip gedaan worden. Deze investeringen bedragen ordegrrootte € 100.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €20.000 aan jaarlijkse kosten om € 32.282 te besparen.
- Daarmee is er een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-10.000		-10.000
Onderhoudskosten	-10.000		-10.000
Besparing personeel		31.509	31.509
Besparing brandstof		773	773
Totalen	-20.000	32.282	12.282

Tabel A 34 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 1



Ontwikkelpad 2:

In ontwikkelpad 2 is er ook een business case. Deze is als volgt opgebouwd:

- Met de investeringen uit ontwikkelpad 2 kan autonoom worden gevaren op kanalen – er is dan geen bemanning meer aan boord en er is ook geen sprake van remote control. Het schip vaart 1.984 kilometer op kanalen met een gemiddelde snelheid van 8 km per uur. Dit komt overeen met 248 uren.
- Het schip vaart in totaal 884 uur. De overige kosten worden gemaakt tijdens het laden/lossen van het schip. In totaal kan er 248/884 deel van de personeelskosten bespaard worden door autonome vaart. Dat komt overeen met € 6.429.
- Aanvullend geldt ook dat er geen matrozen meer nodig zijn voor nautische taken. Onze aanname is dat hierbij 50% van de taakstelling komt te vervallen. Dit levert een besparing op van € 12.525.
- Wel moet er betaald worden om sluisen te passeren. In totaal gaat het om 52 sluisen op kanalen in Nederland die elk 20 minuten inspanning vragen van een sluissteward die daarvoor € 20 per uur ontvangt. In totaal betaalt dit schip € 347 voor deze service.
- Bovendien is er een besparing mogelijk van 2% op het brandstofverbruik. Dit komt overeen met € 773 op jaarbasis.
- De investeringen zelf bedragen € 200.000. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten.
- Er is een business case.

	Kosten	Baten	Saldo
Investeringen (afschrijving in 10 jaar)	-20.000		-20.000
Onderhoudskosten	-20.000		-20.000
Sluisstewards	-347		-347
Besparing personeel		40.962	40.962
Besparing brandstof		773	773
Totalen	-40.347	41.734	1.387

Tabel A 35 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 2

Ontwikkelpad 3:

Voor ontwikkelpad 3 is er geen business case.

- Aanvullend ten opzichte van ontwikkelpad 2 geldt dat hier de sluisvertraging sterk verminderd kan worden, doordat met slimme systemen gewerkt wordt. Doordat het schip autonoom kan afmeren, wordt een aanvullende besparing gerealiseerd van € 347; er hoeft immers niet meer voor de sluisstewards betaald te worden.
- Bovendien gaat het sluisproces een stuk sneller. De aanname is dat dit voor de 52 sluisen die het schip aandoet in totaal 10 minuten tijdswinst opleveren bij het schutten en eveneens 10 minuten bij het afmeren in de voorhaven indien er niet direct geschut kan worden (50% van de gevallen, aanname). In totaal bespaart het schip 13 uur aan tijd daarmee.
- Ook moet een schip aan- en afmeren bij de laad-/loslocaties; twee maal minimaal op een reis. Dit schip heeft 84 reizen gemaakt waarbij wij aannemen dat er bij zowel het laden als het lossen telkens een kwartier tijdverlies is door het afmeren. Het schip bespaart hier 42 uur. In totaal realiseert het automatisch aan- en afmeren dus een tijdswinst van 55 uur. Gegeven de exploitatie van het schip, geldt dat dit 6% van de totale tijd is. Het schip kan hierdoor € 34.107 meer omzet boeken.
- Om deze besparing te realiseren, moet in totaal € 1.000.000 geïnvesteerd worden. Wij schrijven deze in 10 jaar af en voorzien bovendien jaarlijks 10% van de investering als onderhoudskosten. In totaal zijn er dus €200.000 aan jaarlijkse kosten om € 76.188 te besparen. Daarmee is er geen business case.



	Kosten	Baten	Saldo
Investerings (afschrijving in 10 jaar)	-100.000		-100.000
Onderhoudskosten	-100.000		-100.000
Besparing personeel		41.309	41.309
Besparing brandstof		773	773
Efficiency baat afmeren		34.107	34.107
Totalen	-200.000	76.188	-123.812

Tabel A 36 Kosten, baten en saldo ontwikkelpad 3

