

2020

Rapportage inventarisatiestudie validatie van effecten
van duurzame maritieme oplossingen



Arnold de Bruijn

Netherlands Maritime Technology

17-7-2020

Inhoudsopgave

Achtergrond inventarisatiestudie	2
Belang.....	2
Doelstelling.....	2
Conclusies en aanbevelingen	3
Toelichting op enquêteresultaten.....	4
Verkenning drijfveren voor toepassing duurzame oplossingen.....	4
Impact duurzame maritieme oplossingen.....	11
Categorie 1a: alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren.....	12
Categorie 1b: brandstoffen met een andere energieomzetter	14
Categorie 1c: hernieuwbare energiebronnen.....	16
Categorie 2: energie-efficiëntie en filter-systemen	18
Categorie 3: optimalisatie van operatie van het schip.....	20
Potentiële validatiecasussen	22

Achtergrond inventarisatiestudie

Klimaatverandering tegengaan vraagt om wereldwijde reductie van uitstoot van broeikasgassen. Voor de scheepvaart zijn stevige doelstellingen vastgesteld door IMO en in de NL Green Deal. De afspraken betekenen dat de vervoersprestatie per zeeschip zodanig zal moet verbeteren, dat de CO₂-uitstoot per tonkilometer wordt gereduceerd van gemiddeld 40% in 2030 naar gemiddeld 70% in 2050 ten opzichte van 2008.

Belang

Om de transitie naar emissieloze scheepvaart te versnellen, is het noodzakelijk om de effecten van beschikbare duurzame maritieme oplossingen objectief te kunnen beoordelen en valideren. Met valideren wordt bedoeld een onafhankelijke toetsing van de prestatieclaim (%emissiereductie) van de ontwikkelaar, gegeven de toepassing op een schip in bepaalde operationele condities. Op basis hiervan kan worden vastgesteld of een toepassing van deze oplossingen effectief is voor bepaalde scheepstypen onder bepaalde operationele condities. Dit is van belang voor de (MKB) ontwikkelaars die in deze scheepstechnieken investeren, maar ook voor de werven die daarmee beter kunnen onderbouwen hoeveel duurzamer het geïntegreerde scheepsontwerp zal zijn. Ook helpt het reders/scheepseigenaren te kiezen voor de best passende (retrofit) oplossing voor hun vloot.

Maar deze beoordeling en validatie is ook complex en duur. Daarom is Artikel 23.4 (Acties kennisinstellingen) opgenomen in de Nederlandse Green Deal: “De onafhankelijke kennisinstellingen (MARIN, TNO) werken, in nauwe samenwerking met NMT, aan de beoordeling en validatie van de effecten van duurzame maritieme oplossingen. In het kader van de Green Deal is de overheid bereid deze beoordeling en validatie te ondersteunen met een bijdrage van € 1 miljoen op jaarbasis.

Momenteel wordt er hard gewerkt om de regeling vorm te geven die deze validaties mogelijk maakt. De Nederlandse Green Deal en de validatieregeling richten zich daarbij voornamelijk op reductie van CO₂-emissies.

Doelstelling

Deze enquête bevat enkele vragen aan alle partijen in de maritieme keten (ontwikkelaar, werf, reder, bank, etc.) om een goed beeld te krijgen welke afwegingen worden gemaakt voor de toepassing van duurzame maritieme oplossingen en welke hindernissen genomen moeten worden om de marktintroductie te versnellen. Daarnaast willen we een indruk krijgen van de impact op emissiereductie die deze oplossingen zullen hebben, welke concrete validatievragen er op ons af komen en bepalen hoe we de inzichten van de validatie het beste transparant kunnen delen met alle belanghebbenden.

Conclusies en aanbevelingen

Er zijn vele duurzame maritieme oplossingen beschikbaar, maar er is niet één enkele zero-emission technologie die als universele oplossing op alle schepen toegepast zou kunnen worden. De toepassing van waterstof met brandstofcellen wordt door de meerderheid van de betrokken stakeholders aangewezen als meest veelbelovende technologie, maar deze is momenteel nog niet ver genoeg ontwikkeld voor de grotere vermogens, nog onvoldoende beschikbaar of economisch haalbaar. Dit is in de enquêteresultaten te zien door een hoge score op maatschappelijke impact en lagere scores op technische en economische impact.

De eerste stappen in emissiereductie moeten worden gezocht in een combinatie van verschillende technieken, toegepast op hetzelfde schip. Uit de enquêteresultaten blijkt dat vooral de oplossingen die zich lenen voor retrofit van bestaande schepen op korte termijn goed scoren. Voorbeelden hiervan zijn:

- Alle alternatieve brandstoffen die in bestaande verbrandingsmotoren kunnen worden toegepast, voornamelijk bio-diesel, GTL en additieven
- Toepassing van wind assist systemen
- Energie efficiëntie aan boord vergroten door energieverlies aan boord zoveel mogelijk te beperken mbv waste-heat recovery of accu's om een piek aan vermogensvraag weer op te kunnen vangen
- Gebruik van decision support systemen waarmee de operationele inzet geoptimaliseerd kan worden voor de laagste emissies tijdens de route.

Het ligt voor de hand om deze oplossingen als eerste te laten valideren, zodat onzekerheden bij het opstellen van een businessmodel en de daaruit volgende risico's tot een minimum worden beperkt. Dit helpt banken te overtuigen dat financiering van schepen met gevalideerde duurzame maritieme oplossingen een goede keuze is en bijdraagt aan een toekomstbestendige vloot.

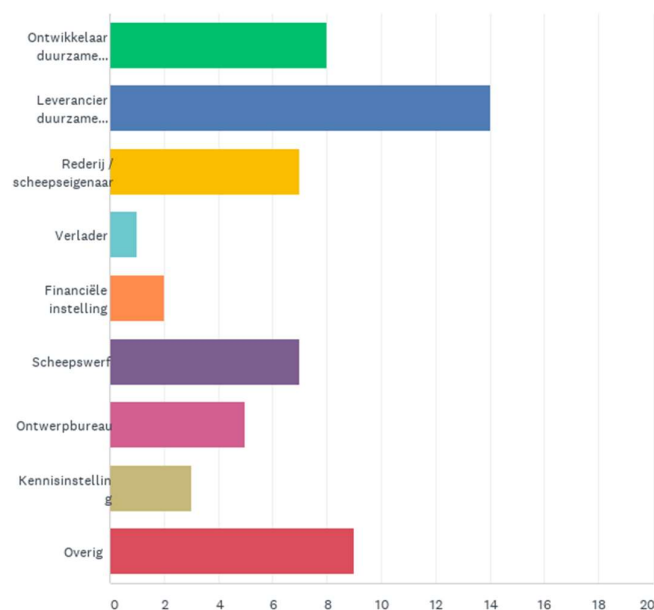
Het verdient ook aanbeveling om technologie zoals carbon-capture en waterstof met brandstofcellen te valideren, omdat deze in potentie de grootste bijdrage aan het versnellen van de energietransitie en het behalen van emissiereductie doelstellingen kunnen hebben. Echter hiervoor zijn nog investeringen in de infrastructuur en opschaling van de technologie (hogere vermogens en beschikbaarheid) nodig.

Toelichting op enquêteresultaten

Totaal hebben 56 respondenten de enquête ingevuld. Gemiddeld genomen hebben zij 22 minuten tijd besteed aan het beantwoorden van de vragen. Alle detailantwoorden beslaan totaal 444 pagina's aan informatie. In de volgende paragrafen geven we per vraag inzicht in de antwoorden, zoveel als mogelijk visueel, met aandacht voor de overeenkomsten en enkele bijzonderheden.

Verkenning drijfveren voor toepassing duurzame oplossingen

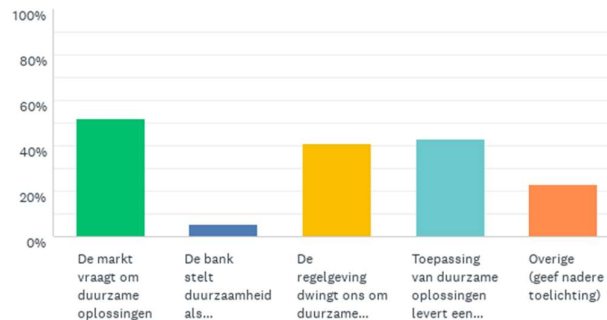
V1 1. Tot welke groep behoort u?



Het aantal respondenten is mooi verdeeld over de verschillende stakeholdergroepen. Het grootste deel is ofwel ontwikkelaar, ofwel leverancier, van duurzame maritieme technologie; totaal 22. De scheepswerven en ontwerpbureaus integreren deze technologie tot duurzame oplossingen aan boord van nieuwe en bestaande schepen. Zij vertegenwoordigen met 12 respondenten de tweede groep. De eindgebruikers, rederij/scheepseigenaren en verladers zijn ook goed vertegenwoordigd met 8 respondenten.

In de categorie overige vallen enkele bedrijven die zicht niet herkenden in eerdergenoemde categorieën, omdat de enquête anoniem is uitgevoerd is niet met zekerheid vast te stellen wie dit zijn geweest. Wel hebben we uit de antwoorden kunnen afleiden dat in deze groep een aantal maritieme bedrijven zit die zelf geen duurzame technologie ontwikkelen of leveren, maar wel onderdeel zijn van de hele keten die betrokken is bij de realisatie van scheepsbouwprojecten. De antwoorden van deze groep wijken nauwelijks af van de andere stakeholdergroepen, daarmee hebben we voldoende vertrouwen om deze antwoorden mee te nemen in de resultaten van de enquête.

V2 2. Wat zijn voor u de belangrijkste redenen voor toepassing van een duurzame maritieme oplossing? (max 2 antwoorden toegestaan)



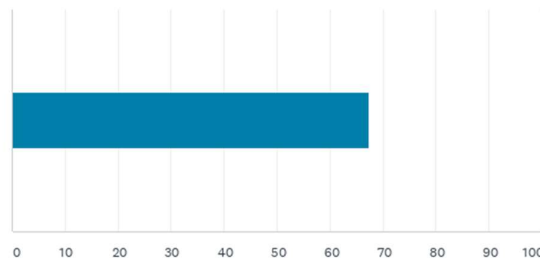
Wanneer naar de belangrijkste redenen voor toepassing van een duurzame maritieme oplossing wordt gevraagd dan valt vooral op dat 23% van de respondenten in nadere toelichting aangeeft zelf te kiezen voor duurzame oplossingen, voornamelijk gemotiveerd vanuit maatschappelijk perspectief of de overtuiging dat het onze verantwoordelijkheid is om ook de toekomstige generaties een gezonde leefomgeving te geven. Zij zijn intrinsiek gemotiveerd om verduurzaming van de scheepvaart te versnellen en daar zelf een steentje aan bij te dragen.

Verder valt op dat slechts een klein deel (3 respondenten) aangeeft dat de bank eisen stelt aan duurzaamheid als voorwaarde voor de financiering. Daarmee is niet gezegd dat financiering makkelijk te verkrijgen is, maar bij aanvraag van financiering van een maritiem project is bijdrage aan duurzaamheid blijkbaar zelden een harde voorwaarde.

De overige opties (markt vraag, regelgeving, commercieel voordeel) werden redelijk gelijkwaardig gescoord. Dit wordt ondersteund door het feit dat in 1 van de "overige" reacties werd benoemd dat alle opties van toepassing zijn. Welke categorie doorslaggevend is hangt waarschijnlijk van de specifieke duurzame oplossing af.

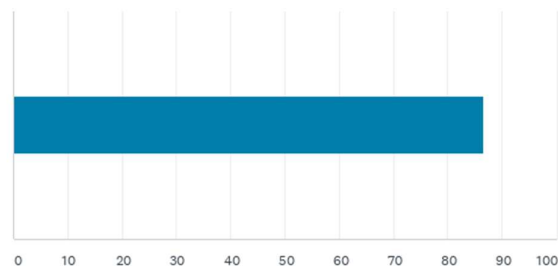
Op de vraag of het vandaag al mogelijk is om een emissieloos schip te maken lopen de meningen sterk uiteen, variërend van niet mogelijk (0) tot wel mogelijk (100). Het merendeel van de reacties ligt echter boven de 50%, gemiddeld 67%.

V3 3. Het is vandaag al mogelijk om een emissieloos schip te maken (ongeacht kosten of grootte van schip)

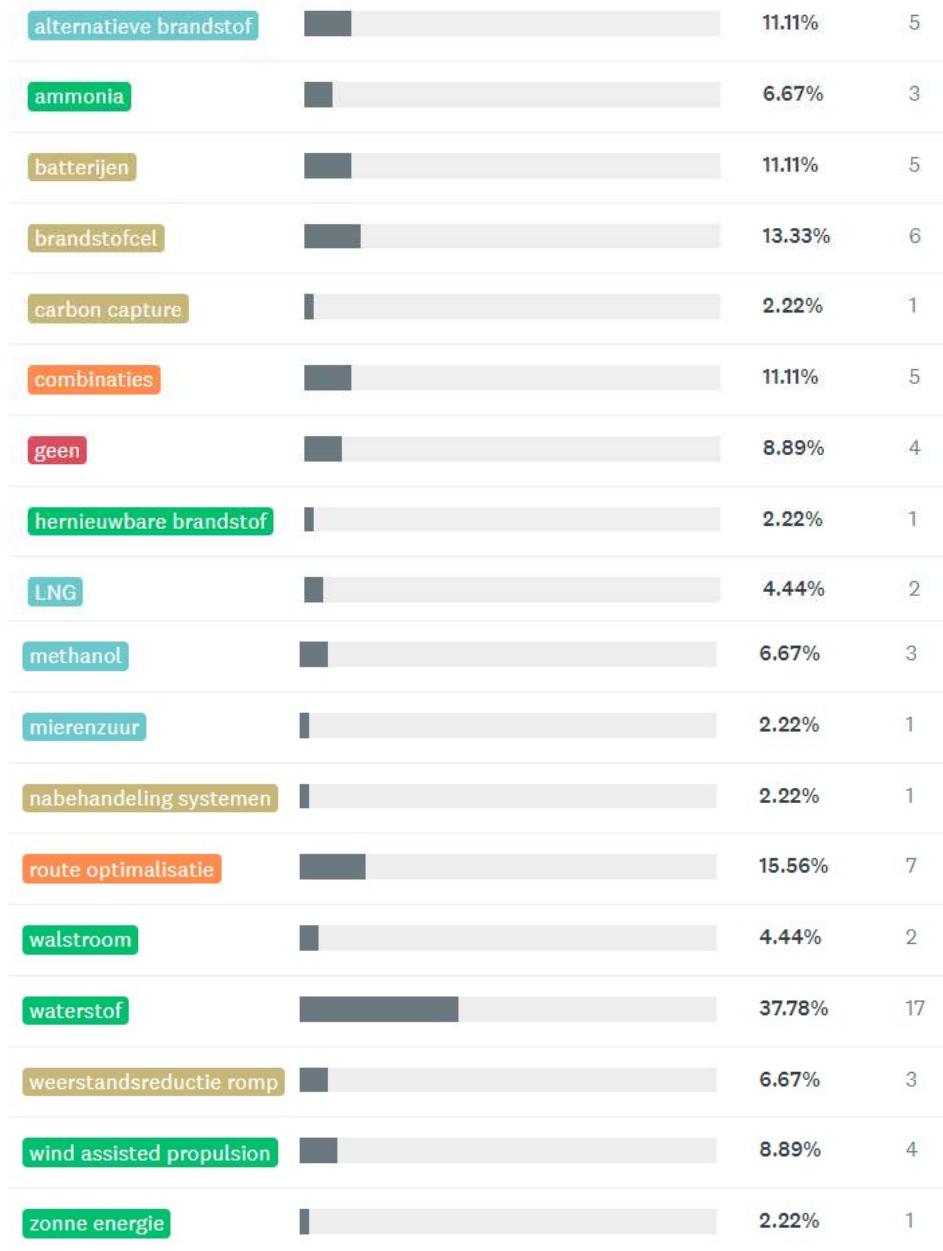


Wanneer we de vraag omdraaien blijkt dat de spreiding in antwoorden lager is. Bijna alle respondenten zijn van mening dat de doelstellingen in emissiereductie alleen gehaald kunnen worden wanneer meerdere oplossingen op het schip tegelijk worden toegepast.

V4 4. Er is niet 1 oplossing die voor alle schepen toepasbaar is. Het behalen van de doelstellingen in emissiereductie is alleen mogelijk als meerdere oplossingen parallel worden toegepast.



De respondenten geven dan ook een heel divers antwoord op de vraag welke oplossingen zij veelbelovend vinden. Ingedeeld in categorieën (kleuren) worden de alternatieve (blauw) en hernieuwbare (groen) brandstoffen vaak genoemd. Waterstof in combinatie met brandstofcellen scoort het hoogst. Deze technologie is in potentie emissieloos van “tank to propeller”.



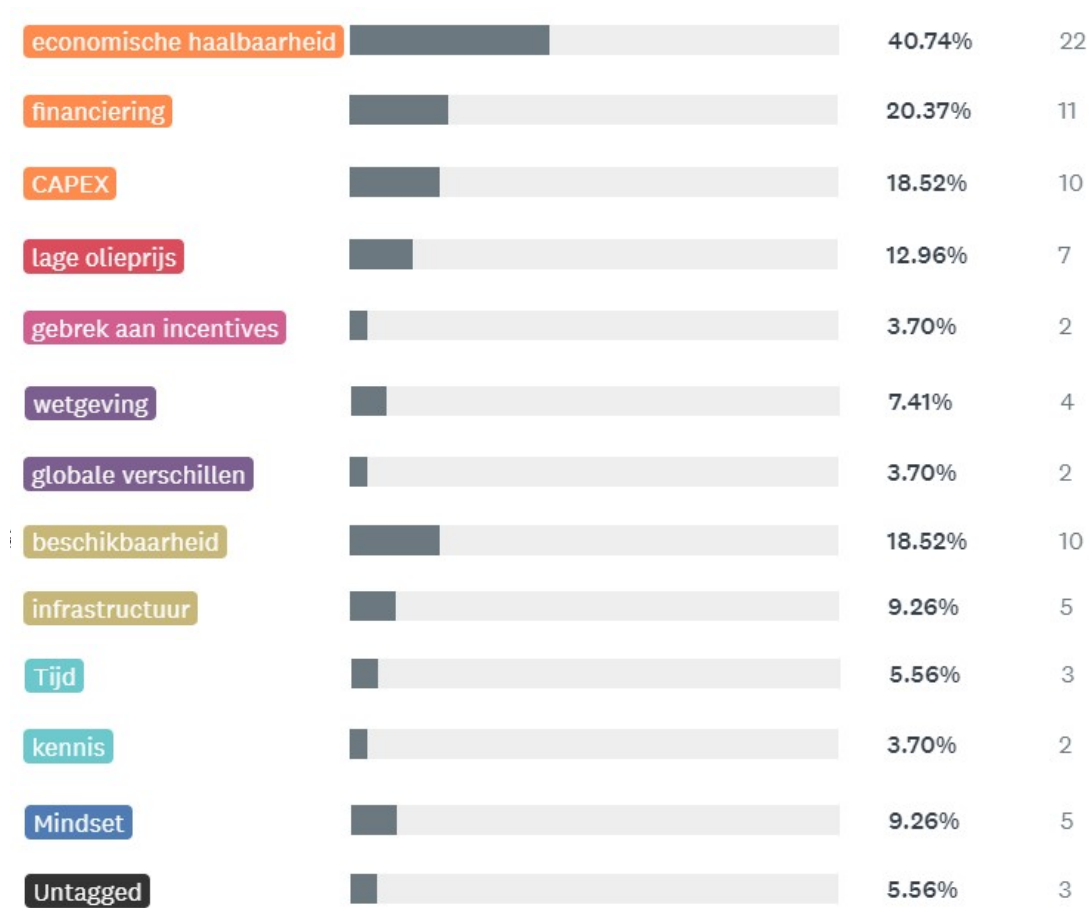
Naast de brandstoffen worden diverse componenten/systemen benoemd, welke vrijwel altijd samengaan met de toepassing van alternatieve brandstoffen. Ook in de beantwoording van deze vraag komt steeds naar voren dat er combinaties van technieken nodig zullen zijn om de ambities ten aanzien van emissiereducties te halen.

Gelukkig wordt er ook al veel geëxperimenteerd met duurzame technieken: onderstaande tabel laat zien welke duurzame maritieme oplossingen al worden toegepast door de respondenten.

Active Front End, asgenerator, ventifoil, zonnepanelen, batterijen
Batterijen
Batterijen, LNG, hybride en nabehandeling zijn gebruikelijke commerciële producten.
Biobrandstof - incidentieel Weer routing/fleet monitoring - Continue Anti-fouling/Asgeneratoren
Combinatie van: 1. hydrodynamische verbeteringen romp en voorstuwers, + optimaliseren voor lage snelheden 2. hybride MK-systemen incl E-motor en batterijen 3. toepassen hulp-windvoortstuwung: suction sails 4. alternatieve brandstoffen: (bio)LNG 5. toepassen SCR, scrubbers, roetfilters, asgeneratoren ed in ontwerpen
Data monitoring
DeNOx en SCR
efficiency verbetering, peak shaving, energie terug winning en opslag
alle genoemde technieken die direct op de motoren of de integratie daarvan van toepassing zijn in meer of mindere mate.
GTL
GTL als brandstof. Het is maar goed dat we een nieuw duurzaam schip laten bouwen.
Het gebruik van Tier 3 motoren icm een SCR en het gebruik van batterijen als voortstuwung en peakshaving.
Het installeren van batterij pakketten en het gebruik maken van SCR installaties.
HVO, Hull vane, siliconen antifouling, batterijen, hybride aandrijving, waste heat recovery
hybrid
Hybride voortstuwung, peakshaving d.m.v. batterijen, hoog rendement PM motoren
Hydrodynamische verbeteringen
In Praktijk: Uitlaatgassen behandeling systemen, Hybride oplossingen/Batterijen In Theorie: Hernieuwbare brandstoffen (H2, NH3 CH3OH), Flettner rotoren leverancier van fleet monitoring systeem.
LNG, led lighting, additieven,
on board monitoring tools
Schepen volledig op batterijen. Hybride systemen. SCR installaties
SCR, walstroom
Scrubbers, duel fuel, ship design etc.
Slow steaming.
Super hoge efficiëntie in onze UPS'en. Minder stroom verbruik en dus minder brandstof verbruik.
Verbetering operations: Voyage optimisation (monitoring en routing), hydrostatische verbeteringen Reductiesystemen: walstroom, SCR, Scrubber, Nieuwe energiebronnen: GTL, HVO
Walstroom
weerstandverlaging, LNG,
Wij hebben een speciale flexibele motorsteun voor de nieuwe stage 5 motoren, welke WEL trillingen isoleren op lage toeren.
Wij hebben onafhankelijke ladingtanks ontwikkeld voor chemicaliën tankers. Er vaart nu één schip hiermee rond.
Zonnepanelen

Opvallend hierbij is de grote diversiteit aan oplossingen, blijkbaar wordt voor iedere toepassing, scheepsgrootte, -type en operationeel profiel een andere keuze gemaakt. Ook valt op dat de eerder benoemde meest belovende technologie (waterstof met brandstofcellen) nog niet wordt toegepast.

Maar wat houdt dan de toepassing van duurzame oplossingen zoal tegen? Deze reacties kunnen worden ingedeeld in de volgende categorieën:



De belangrijkste oorzaak voor vertraging in de verduurzaming van scheepvaart lijkt te liggen in financieel economische sfeer. Een duurzame oplossing is vaak duurder in aanschaf (CAPEX) dan de conventionele technologie, en de lage olieprijs komt in de business case van de rederij en verlader veel sneller positief uit. Uit de reacties blijkt dat de scheepvaart wel degelijk wil verduurzamen, maar dit alleen kunnen als terugverdiertijden kort zijn, want de marges zijn laag en financiering is steeds moeilijker voorhanden. Soms is het juist de beschikbaarheid van de technologie zelf, of de benodigde infrastructuur, die een drempel opwerpt om te investeren in duurzame technologie. Investerings in technologie en infrastructuur moeten dan gelijk oplopen om de verduurzaming door te kunnen zetten, niet alleen in tijd, maar ook qua geografische locatie. Wetgeving en voornamelijk wereldwijde verschillen worden als drempel ervaren. Scheepvaart is internationaal, dus een internationaal kader is een noodzakelijke randvoorwaarde. Verder valt op dat een aantal respondenten benadrukt dat er tijd nodig is om de transitie naar duurzame technologie door te zetten, maar ook dat de mindset er moet zijn om nu in actie te komen.

Wat zou er moeten veranderen om de toepassing van reeds beschikbare duurzame oplossingen te versnellen? De antwoorden op deze vraag wijzen vooral in de richting van incentives vanuit de overheid en banken.

- Steun door subsidies, waarmee de ontwikkeling van duurzame technologie kan worden doorgezet totdat deze breder beschikbaar is en goedkoper wordt.
- Duurzame toepassingen financiering gemakkelijker te maken. Duurzaamheid moet beloond worden
- Vervuilende technieken zijn nog steeds het goedkoopst: CO2 beprijzing wordt voorgesteld als middel om de vervuiler te laten betalen en duurzamere oplossingen aantrekkelijker te maken.
- Dwang door meer stringente regelgeving, maar alleen als deze wereldwijd gelijkloidend zijn.

De antwoorden op alle voorgaande vragen bij elkaar leiden tot de conclusie dat het op dit moment te vroeg is om in 1 technologie te investeren. Het is nog niet duidelijk genoeg welke technologie passend is voor welk schip en met welke operationele inzetbaarheid. Het vooraf inschatten of de risico's/kosten en baten wel in balans zijn blijkt weerbarstig, waardoor het maken van de juiste keuze geen gemakkelijke is. De onafhankelijke validatie van de prestatie/effecten van duurzame oplossingen moet deze onzekerheden verkleinen en daarmee de marktintroductie een positieve impuls gaan geven.

Impact duurzame maritieme oplossingen

Uit een eerste inventarisatie is een lijst met duurzame oplossingen gekomen die een bijdrage kunnen leveren aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. Deze lijst is in te delen in 3 oplossingsrichtingen:

1. Het gebruik van alternatieve energiebronnen, welke weer op te splitsen valt in 3 subcategorieën:
 - 1a. alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren.
 - 1b. alternatieve brandstoffen met andere energieomzetters
 - 1c. hernieuwbare energiebronnen
2. Vergroten van de energie-efficiëntie van bestaande schepen en toepassing van systemen die schadelijke emissies reduceren
3. Systemen waarmee de operatie van het schip geoptimaliseerd kan worden op minimale emissies.

Alle respondenten zijn gevraagd om aan te geven welke duurzame maritieme oplossingen zij kennen. Vervolgens is voor alle deze oplossingen, inclusief de door respondenten aangedragen alternatieven, gevraagd de maatschappelijke, technische en economische impact in te schatten. De uitslagen hiervan zullen per categorie worden behandeld.

Met de **maatschappelijke impact** wordt bedoeld, de mate waarin deze oplossingen bijdragen aan de reductie van schadelijke emissies. Daarbij wordt voornamelijk gekeken naar de reductie van CO₂-emissies, reductie van andere emissies worden beschouwd als positieve bijvangst.

Bij de inschatting van de **technische impact** van de verschillende duurzame maritieme oplossingen is het belangrijkste onderscheid of deze toepasbaar zijn met relatief kleine aanpassingen, of juist zo ingrijpen op het hele scheepsontwerp dat zelfs een verbouwing van bestaande schepen heel veel aanpassingen vraagt of misschien enkel mogelijk zijn op nieuwe schepen.

Bij de inschatting van de **economische impact** van de verschillende duurzame maritieme oplossingen is het belangrijk om naar de verhouding van kosten en baten te kijken. Kost deze oplossing alleen geld en pas je het toe als investering in een schoner milieu, groener imago of is het een “license to operate”? Of is er een business case te maken en verdient de duurzame oplossing zichzelf terug door besparing op operationele kosten?

Deze 3 aspecten zijn samengevoegd tot een totale impact volgens de formule:

$$\text{Totale impact} = \text{gemiddelde (Mi)} \times (5 - \text{gemiddelde (Ti)}) \times \text{gemiddeld (Ei)}$$

Hierbij is:

Mi = Maatschappelijke impact schaal 1-5 (hoger is beter)

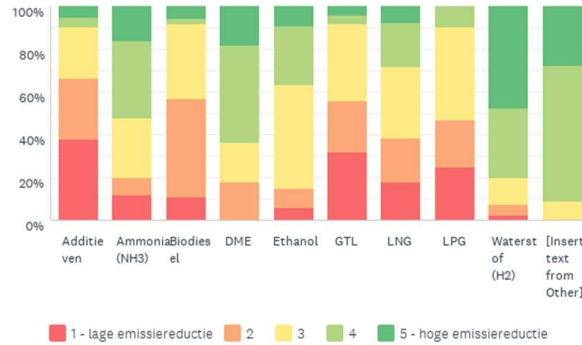
Ti = Technische impact schaal 1-4 (lager is beter)

Ei = Economische impact schaal 1-5 (hoger is beter)

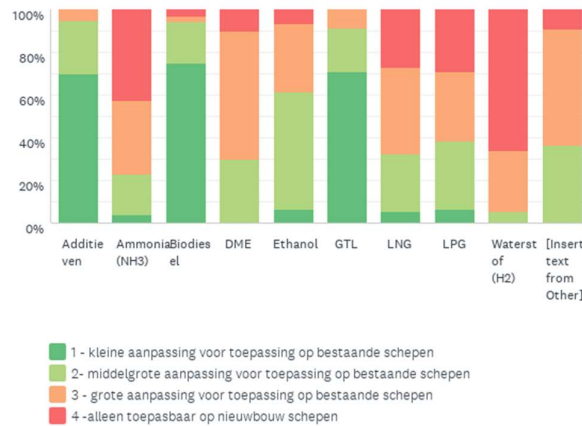
In alle grafieken is de kleurenschaal gebruikt van groen naar rood: Meer groen betekent een positiever impact. Meer rood betekent een minder positieve impact.

Categorie 1a: alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren

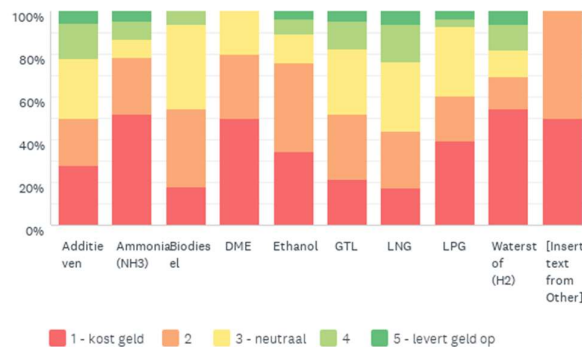
V15 1a. Hoe groot schat u de bijdrage aan emissiereductie in van de toepassing van alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren?

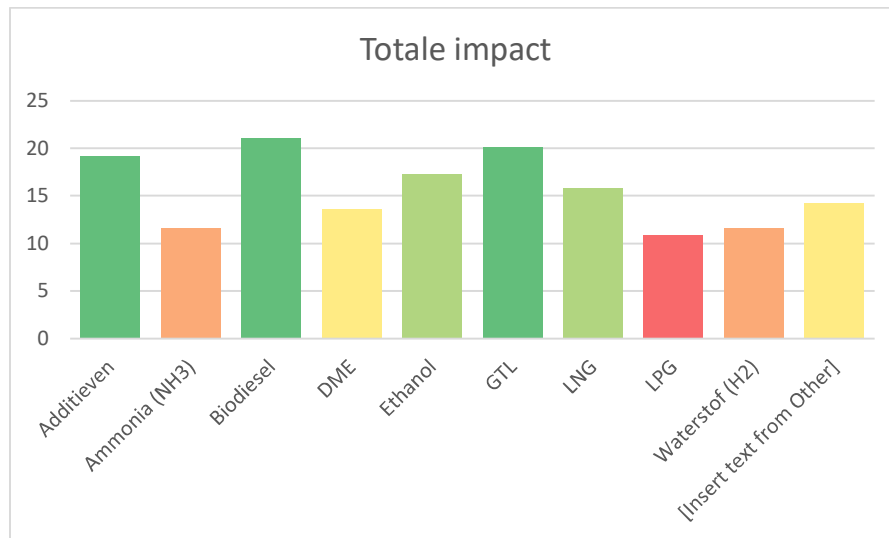


V20 1a. Hoe groot schat u de de technische impact in van de toepassing van alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren?



V25 1a. Hoe groot schat u op dit moment de economische impact in van de toepassing van alternatieve brandstoffen in bestaande verbrandingsmotoren?





De berekende totale impact score geeft binnen deze categorie aan dat het gebruik van additieven, biodiesel en GTL momenteel het meest interessant zijn. Waterstof en Ammonia geven in potentie een grotere bijdrage aan emissiereducties, maar de technische impact is veel groter omdat er aanvullende componenten aan boord nodig zijn en de brandstof neemt meer ruimte in aan boord wanneer dezelfde autonomie wordt gevraagd.

De laatste kolom representeert de score van alle door respondenten handmatig ingevoerde alternatieven. Dit waren:

7x Methanol

Methanol en dan vooral Bio-Methanol en ook synthetische Methanol op basis van wind-energie; ook Bio-LNG en Liquefied Synthetic Methane als opvolgers van LNG via stap voor stap bijmengen 2x kernenergie (hoort eigenlijk in andere categorie 1b)

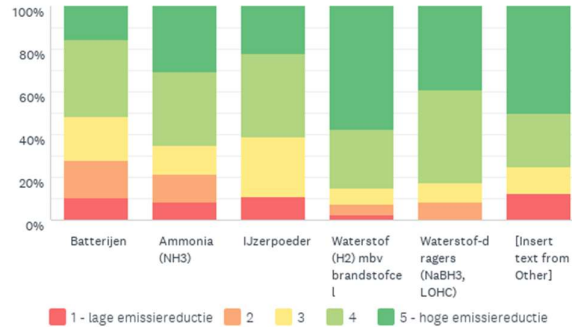
elektrisch (hoort meer in categorie 2)

zonne-wind energie /elektrisch (categorie 1c)

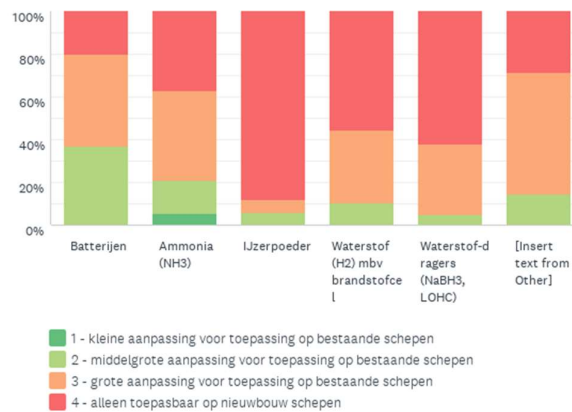
Wanneer uit de laatste kolom alleen de scores van Methanol worden meegenomen veranderd de berekende totaal impact nauwelijks.

Categorie 1b: brandstoffen met een andere energieomzetter

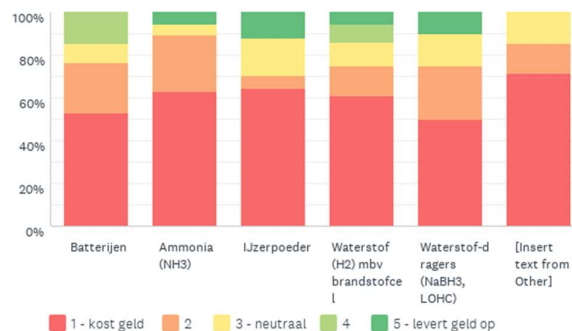
V16 1b. Hoe groot schat u de bijdrage aan emissiereductie in van de toepassing van brandstoffen met een andere energieomzetter?

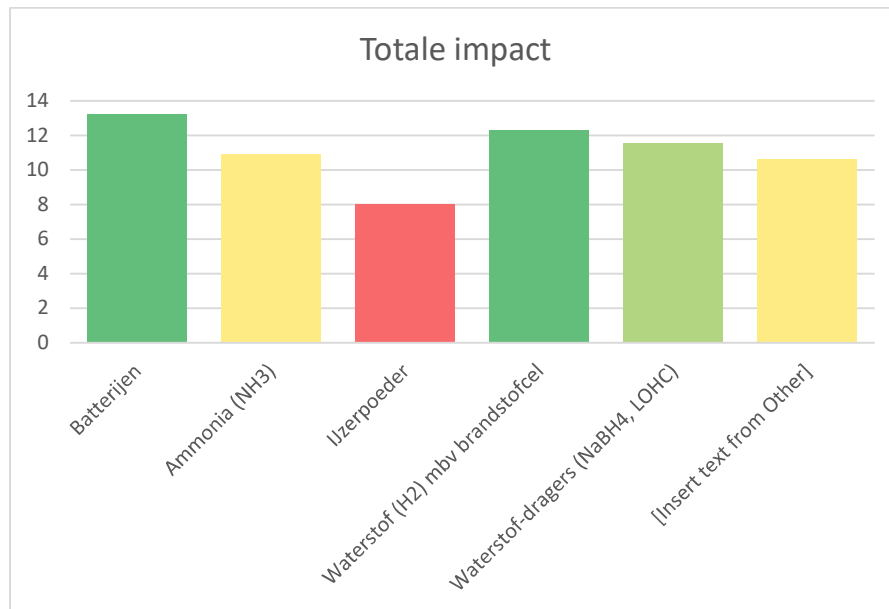


V21 1b. Hoe groot schat u de technische impact in van de toepassing van brandstoffen met een andere energieomzetter?



V26 1b. Hoe groot schat u op dit moment de economische impact in van de toepassing van brandstoffen met een andere energieomzetter?





De berekende totale impact score geeft binnen deze categorie aan dat het gebruik van batterijen en waterstof icm brandstofcellen het meest interessant zijn. Een brandstof als waterstofdrager behoort ook tot de potentiële technieken, maar daarvoor zijn extra componenten aan boord nodig die de waterstof uit de brandstof kunnen halen voordat deze in de brandstofcel kan worden omgezet naar elektrische energie. Al deze componenten, en ook de brandstof zelf, nemen meer ruimte in beslag en hebben daarom een grote invloed op de indeling en draagvermogen van hen het scheepsontwerp. Voor alle technieken in deze lijst geldt dat ze geschikt zijn voor retrofit, maar alleen met een ingrijpende verbouwing.

De laatste kolom representeert de score van alle door respondenten handmatig ingevoerde alternatieven. Dit waren:

3x Methanol

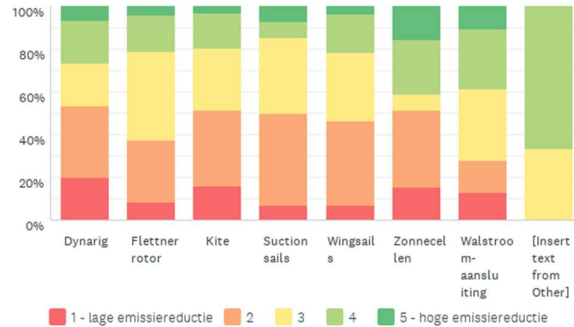
3x Mierenzuur

supercapacitors

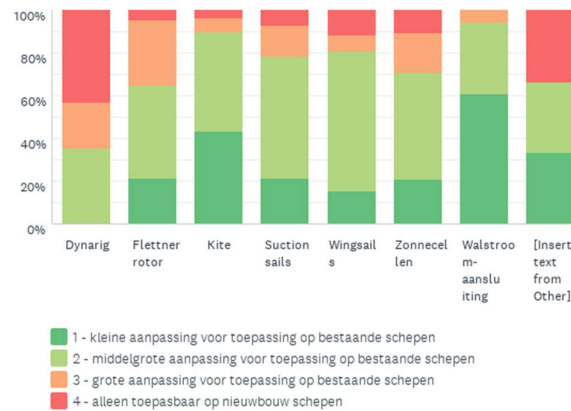
In deze categorie heeft het weinig zin om enkel de de scores van Methanol of Mierenzuur te bekijken, omdat dan slechts 2 respondenten hierbij een impact-score hebben ingevuld. Daardoor is er onvoldoende basis om te vergelijken met de andere duurzame maritieme oplossingen. Wel is het belangrijk te onderkennen dat Methanol en Mierenzuur worden meegenomen in de validatie, maar voordat er validatietesten worden opgestart zal eerst beter moeten worden ingeschat wat de potentiële impact zal zijn.

Categorie 1c: hernieuwbare energiebronnen

V17 1c. Hoe groot schat u de bijdrage aan emissiereductie in van de toepassing van hernieuwbare energiebronnen?

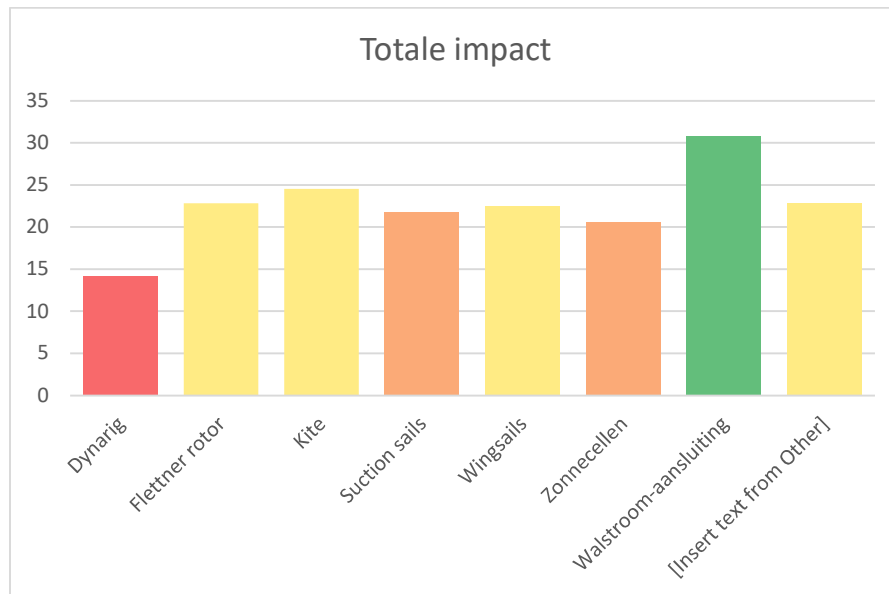


V22 1c. Hoe groot schat u de de technische impact in van de toepassing van hernieuwbare energiebronnen?



V27 1c. Hoe groot schat u op dit moment de economische impact in van de toepassing van hernieuwbare energiebronnen?





De berekende totale impact score geeft binnen deze categorie aan dat het gebruik van walstroom het meest interessant is, maar uiteraard alleen bruikbaar tijdens havenbedrijf. Ook worden diverse vormen van windvoortstuwing min of meer gelijkwaardig beoordeeld. De verschillen zijn subjectief, maar te klein om een duidelijke keuze te kunnen maken. Een validatie zou hier antwoord op moeten kunnen geven.

De laatste kolom representeert de score van alle door respondenten handmatig ingevoerde alternatieven. Dit waren:

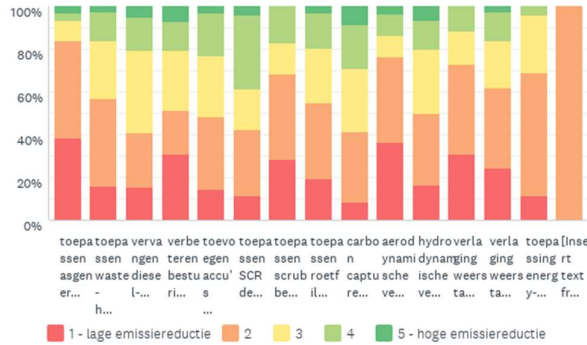
2x Ventifoil

Vliegwiel

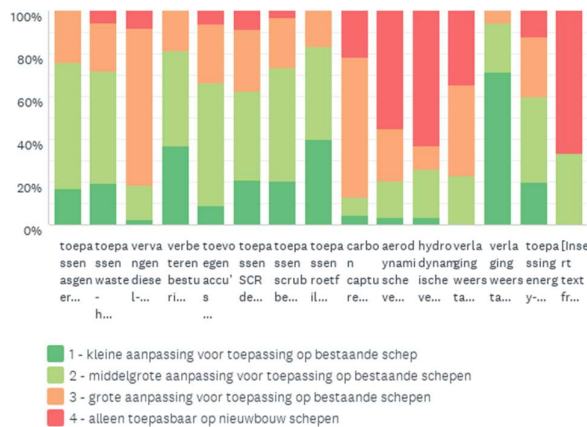
Voor de grootste schepen gebruik maken van een mini kernreactor aan boord als toegepast wordt bij de grote marine schepen.

Categorie 2: energie-efficiëntie en filter-systemen

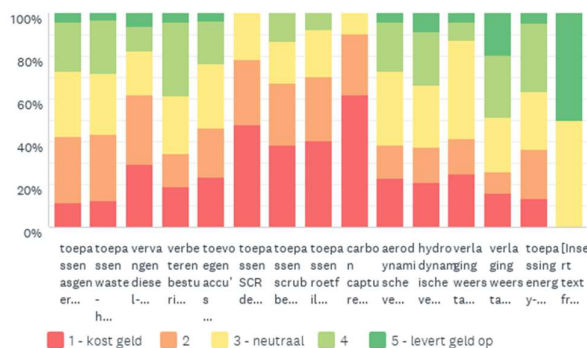
V18 2. Hoe groot schat u de bijdrage aan emissiereductie in van de energie-efficiëntie van bestaande schepen en toepassing van systemen die schadelijke emissies reduceren?

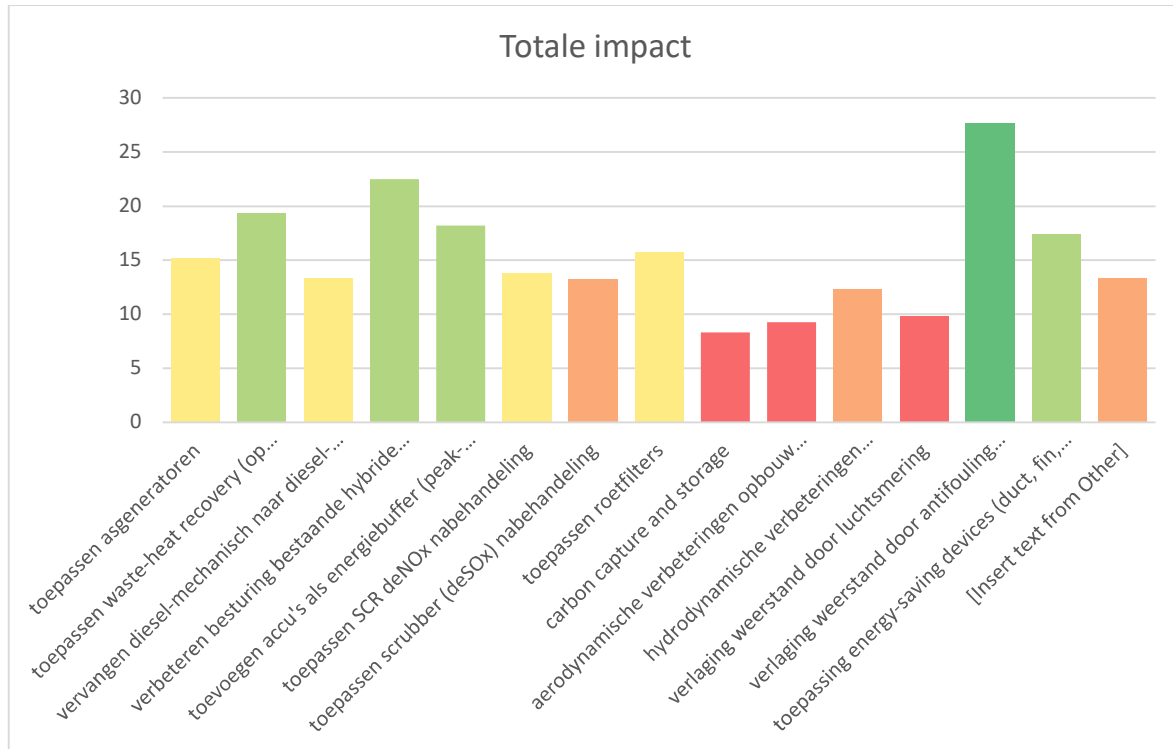


V23 2. Hoe groot schat u de de technische impact in van de toepassing van het vergroten van de energie-efficiëntie van bestaande schepen en toepassing van systemen die schadelijke emissies reduceren?



V28 2. Hoe groot schat u op dit moment de economische impact in van de toepassing van het vergroten van de energie-efficiëntie van bestaande schepen en toepassing van systemen die schadelijke emissies reduceren?





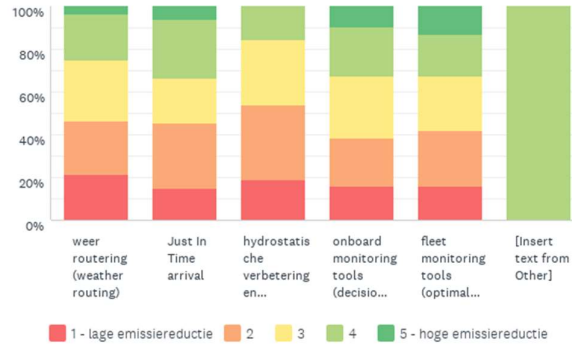
De berekende totale impact score geeft binnen deze categorie aan dat het gebruik van technieken om de scheepsweerstand te reduceren of verliezen van energie aan boord zoveel mogelijk te beperken door waste-heat recovery of accu's om een piek aan vermogensvraag weer op te kunnen vangen. Een aantal van deze technieken wordt al breed toegepast, omdat ze slechts een kleine aanpassing vragen. Maar een technologie als carbon capture kan in potentie ook worden ingezet om een synthetische brandstof te maken met een veel kortere CO₂ cyclus, daarmee bijna CO₂ neutraal zijn. Echter is deze technologie nog in ontwikkeling en op dit moment nog niet economisch haalbaar omdat er ook investeringen in infrastructuur benodigd zijn en de logistieke keten om de synthetische brandstof te maken nog niet is gesloten. Validatie van deze technologie kan bijdragen om deze investeringen in gang te zetten.

De laatste kolom representeert de score van alle door respondenten handmatig ingevoerde alternatieven. Dit waren:

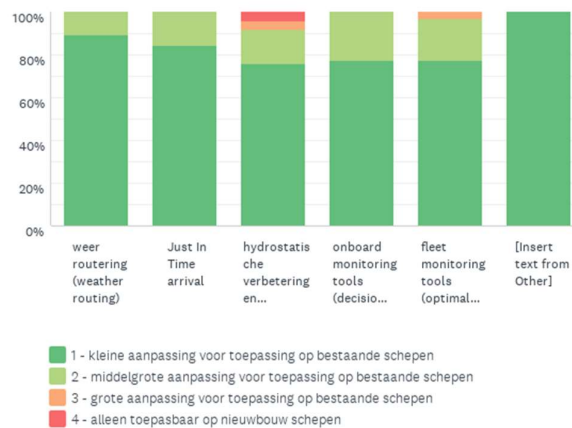
gebruik duurzamere systemen aan boord, zoals LED verlichting

Categorie 3: optimalisatie van operatie van het schip

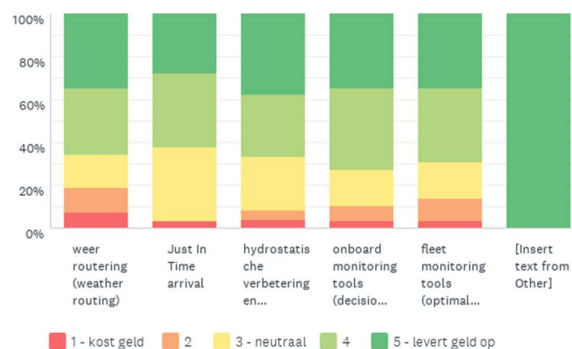
V19 3. Hoe groot schat u de bijdrage aan emissiereductie in van de verschillende wijzen waarmee de operatie van het schip geoptimaliseerd kan worden op minimale emissies?

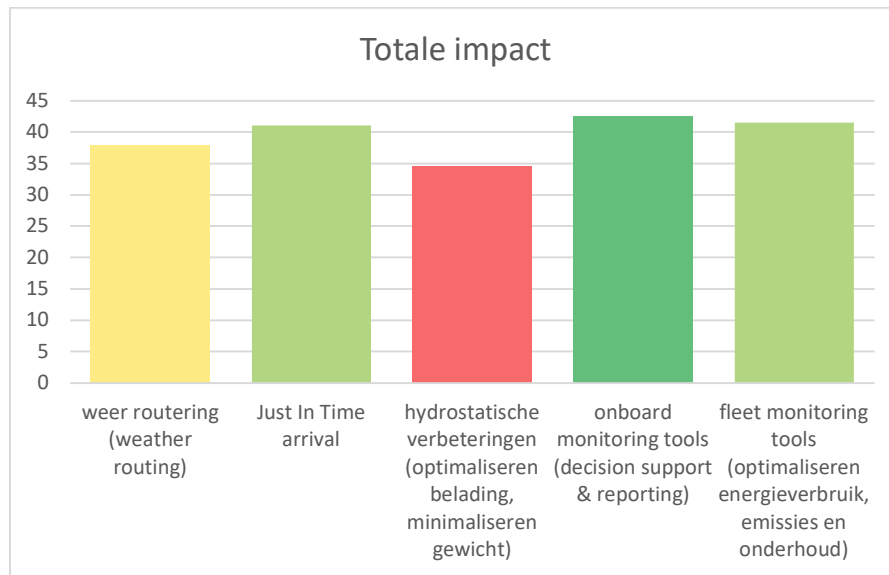


V24 3. Hoe groot schat u de de technische impact in van de verschillende wijzen waarmee de operatie van het schip geoptimaliseerd kan worden op minimale emissies?



V29 3. Hoe groot schat u op dit moment de economische impact in van de verschillende wijzen waarmee de operatie van het schip geoptimaliseerd kan worden op minimale emissies?





De berekende totale impact score geeft binnen deze categorie aan dat het gebruik van monitoring systemen (aan boord of aan de wal) goed kunnen bijdragen aan het optimaliseren van energieverbruik reduceren van emissies.

De laatste kolom is in deze grafiek weggelaten omdat de handmatig ingevoerde alternatieven sterk afwaken van deze categorie en moeilijk te vergelijken zijn. Dit waren:

Bocht indicator van DMC

valt een beetje onder fleet monitoring maar Digital twin en simulatie modellen kunnen ook een grote rol spelen

Potentiële validatiecasussen

In de vorige paragrafen is per categorie steeds aangegeven welke duurzame maritieme oplossingen de grootste potentie hebben om bij te dragen aan het versnellen van de energietransitie en het behalen van emissiereductie doelstellingen. De grootste impact kan worden gemaakt als we ons eerst richten op de transitie-brandstoffen, omdat deze met een relatief kleine aanpassing op het schip de bestaande vloot al duurzamer kunnen maken. Daarna zijn alle groen gemarkeerde oplossingen aan de beurt omdat deze in potentie de grootste impact op de korte/middellange termijn kunnen realiseren. Technologie zoals carbon-capture en waterstof met brandstofcellen zijn op de lange termijn het meest interessant maar vragen nog investeringen in de infrastructuur en opschaling van de technologie (hogere vermogens en beschikbaarheid)