

› VERKENNING EMISSIES STILLIGGENDE ZEESCHEPEN

TNO 2023 P10786



› COLOFON

Project: Verkenning emissies stilliggende zeeschepen

Projectnummer TNO: 060.54346

Rapportnummer: TNO 2023 P10786

Opdrachtgever: Topsector logistiek

Datum: 23 mei 2023

Aantal pagina's: 46

Auteurs: Jorrit Harmsen, Ruben Fransen, René Koch

Projectleider: Sylvie Poels

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO. Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

Het auteursrecht van dit TNO rapport bevindt zich bij TNO.

Communicatie en verspreiding verloopt in samenspraak tussen TNO en Connekt.

TNO innovation
for life

› INHOUD

- › Inleiding
 - › Aanleiding
 - › Doel
 - › Methodiek
- › Conclusies en aanbevelingen
- › Plan van aanpak
- › Bijlage
 - › Emissieberekeningen in Poseidon model
 - › Huidige emissies volgens Poseidon
 - › Vergelijking met andere bronnen
 - › Resultaten interviews
 - › Vergelijking interviews met uitkomsten Poseidon
 - › Conclusies vergelijking
 - › Verwachte impact van de gevonden afwijking
 - › Referenties

› INLEIDING

AANLEIDING

- › De transitie naar klimaatneutraal en schoon vervoer is één van de belangrijkste uitdagingen voor de zeevaart op dit moment. Een onderdeel van deze transitie is het reduceren van emissies in de havengebieden. Hiervoor wordt gewerkt aan verschillende oplossingen, zoals bijvoorbeeld het gebruik van walstroom voor stilliggende schepen aan de kade.
- › Om gerichte maatregelen te nemen voor het reduceren van scheepvaartemissies in de havengebieden is inzicht in de omvang en samenstelling van deze emissies gewenst. Hierbij is het belangrijk onderscheid te kunnen maken naar verschillen tussen schepen (scheepstype, omvang) en activiteiten in de haven (zoals laden, lossen, bunkeren, afmeren, wachten).
- › De huidige emissieramingen van stilliggende schepen zijn vastgesteld op basis van emissiekengetallen uit het POSEIDON-model van TNO. Deze kengetallen worden gebruikt in de nationale Emissieregistratie maar ook door Havenbedrijf Rotterdam in hun Haven Emissie Service Platform (HESP).
- › HESP laat in specifieke gevallen voor emissies van stilliggende schepen onrealistische resultaten zien. Connekt heeft, in samenspraak met Havenbedrijf Rotterdam, aan TNO gevraagd om de huidige kengetallen te toetsen en advies te geven voor verbetering. Hierin heeft TNO samengewerkt met Districon.

› INLEIDING

DOEL

- › Een verbeterd inzicht in het energieverbruik en emissies van stilliggende schepen dient een aantal doelen:
 - › Havenbedrijf Rotterdam heeft behoefte aan beter inzicht in de emissies van stilliggende schepen ten opzichte van andere emissies in de havens. Ook het Havenbedrijf van Amsterdam en andere Europese havens hebben dezelfde vraag.
 - › Inzicht in energieverbruik aan de kade is van belang voor de uitrol van walstroom voor zeeschepen.
 - › Nieuwe inzichten kunnen ook ingebracht worden in de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de nationale Emissieregistratie voor de onderbouwing van nieuw beleid.

In de nationale Emissieregistratie worden de emissies van stilliggende schepen gerapporteerd. De emissies van stilliggende zeescheepvaart (in de haven en buitengaats) is substantieel. In het zichtjaar 2019 was deze bron verantwoordelijk voor ruim 14 kton NO_x, waarvan 11 in havengebieden. Dit laatste is vergelijkbaar met de totale landelijke uitstoot van bouwmachines.

› INLEIDING

METHODIEK

In dit onderzoek zijn drie onderdelen nader uitgewerkt:

- › Review van de huidige emissiefactoren voor stilliggende zeeschepen, gericht op de opbouw, de gehanteerde bronnen, de aannames en de robuustheid van de uitkomsten.
- › Verkenning van mogelijke “witte vlekken” in de huidige berekeningswijze:
 - › Literatuurscan naar andere methodieken voor emissies van stilliggende schepen.
 - › Interviews met scheepseigenaren uit verschillende segmenten.
- › Plan van aanpak voor invulling van deze “witte vlekken”.

› CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

SAMENWERKEN AAN VERBETERDE EMISSIEBEREKENINGEN

- De huidige methodiek is gebaseerd op een te beperkt aantal verouderde metingen. De modelparameters nemen lineair toe met de omvang van het schip. Voor grote en nieuwere schepen leidt dit tot een forse afwijking ten opzichte van de praktijk.
 - ***Aanbeveling: Update en verbeter de huidige modelparameters.***
- In het huidige model worden voor stilliggende schepen alleen het scheepstype en de omvang van het schip gebruikt voor de emissieberekening. Uit interviews blijkt dat er meer factoren zijn die de emissies beïnvloeden.
 - ***Aanbeveling: Voeg additionele modelparameters toe.***
- In de huidige werkwijze zijn TNO en MARIN verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de methodiek en het uitvoeren van de berekeningen. Er is een brede vraag naar verbetering en standaardisatie. Bij overheden, havenbedrijven, kennisinstellingen en maritieme bedrijven is, versnipperd, veel kennis en informatie aanwezig,
 - ***Aanbeveling: Versterk de samenwerking tussen stakeholders***

PLAN VAN AANPAK

AANPAK OP DRIE HOOFDLIJNEN

Doel	Vergroten nauwkeurigheid huidige modelparameters	Vergroten nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Vergroten van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Aanpak	<p>Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vervangen berekende waarden door primaire data • Toevoegen met gegevens uit MRV • Verifiëren en aanvullen met praktijkdata 	<p>Toevoegen van additionele modelparameters</p> <p>Modeleren van energieverbruik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ten behoeve van lading • bij langdurig verblijf • bij afwijkende scheepsconfiguratie • bij stilliggen op zee 	<p>Versterken van governance organisatie en methodiek:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uniformeren aanpak berekenen van emissies • Vergroten toegankelijkheid en transparantie van aanpak en uitkomsten • Verken de mogelijkheid om informatie (uitkomsten en data) te delen tussen partijen
Resultaat	Waardes van modelparameters liggen dichterbij de werkelijkheid	Methodiek bootst werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

PLAN VAN AANPAK

VERBETEREN MODELPARAMETERS: PRIMAIRE DATA

Verhogen nauwkeurigheid huidige modelparameters	Verhogen nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Verhogen van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model <ul style="list-style-type: none">Vervangen berekende waarden door primaire dataToevoegen met gegevens uit IHSVVerifiëren en aanvullen met praktijkdata	Toevoegen van additionele modelparameters <ul style="list-style-type: none">Moderner van energieverbruik<ul style="list-style-type: none">t.b.v. ladingbij langdurig verblijfbij afwezige schepenregistratiebij stilleggen op zee	Versterken van governance organisatie en methodiek: <ul style="list-style-type: none">Uniformeren aanpak berekenen van emissiesVerhogen transparantie en traceerbaarheid van aanpak en uitkomstenVerken de mogelijkheid om informatie (tools) en data te delen tussen partijen
Waardes van modelparameters liggen dichterbij de werkelijkheid	Methodiek boost werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

Achtergrond:

In het huidige model wordt de inzet van hulpmotoren en boilers aan de kade afgeleid uit het scheepstype en de omvang van het schip (draagvermogen in GT).

In de IHS registratie is data beschikbaar over het aantal en vermogen van hulpmotoren en boilers.

Het is nog niet bekend voor welk aandeel van de schepen deze data ingevuld is.

De primaire data kan mogelijk direct worden toegepast als basis voor de emissiefactor en kan worden gebruikt voor het herleiden van functies voor overige schepen.

Voorstel te betrekken actoren:

- *Ontsluiten van de data: Havenbedrijven, dataleveranciers, TNO*
- *Data-analyse: TNO*

Te nemen stappen:

1. Toegang verkrijgen tot alle relevante datavelden uit mondiale scheepsdatabases.
 - › Inventariseren huidige voorwaarden voor gebruik van scheepsdata.
 - › Verkennen wat beschikbaar is in alternatieve databases
 - › Overgaan tot acquisitie
2. Implementeren van de data (over hulpmotoren en boilers) in de berekenmethodiek
3. Herleiden van nieuwe factoren voor de schepen zonder data (bijvoorbeeld d.m.v. interpolatie).
 - › Verwacht resultaat :
 - › Betere schatting van het vermogen en de emissie van de hulpmotoren en boilers.

PLAN VAN AANPAK

VERBETEREN MODELPARAMETERS: MRV & AIS

Vergroten nauwkeurigheid huidige modelparameters	Vergroten nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Vergroten van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model <ul style="list-style-type: none">Vervangen berekende waarden door primaire dataToevoegen met gegevens uit MRVVerifiëren en aanvullen met praktijkdata	Toevoegen van additionele modelparameters <ul style="list-style-type: none">Modelleren van energieverbruik<ul style="list-style-type: none">t.b.v. ladingbij langdurig verblijfbij afwezende schepenregistratiebij stilleggen op zee	Versterken van governance organisatie en methodiek: <ul style="list-style-type: none">Uniformeren aanpak berekenen van emissiesVergroten toegankelijkheid en transparantie van aanpak en uitkomstenWerkten de mogelijkheid om informatie (toekomstige en data) te delen tussen partijen
Waarden van modelparameters liggen dichterbij de werkelijkheid	Methodiek boost werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

Achtergrond:

Brandstofverbruik van stilliggende schepen in Europa wordt gerapporteerd in MRV. De data is geaccrediteerd voor vracht- en passagiersschepen die groter zijn dan 5000 GT.

Uit deze data kan een factor per uur of per dag worden herleid als deze wordt gekoppeld aan het aantal uren dat schepen stilliggen in Europese havens. Dit kan worden gedaan met AIS.

De analyse van MRV moet leiden tot functies die kunnen worden toegepast op geregistreerde gegevens uit IHS, bijvoorbeeld op het geïnstalleerd vermogen of een niet-lineaire functie op het gewicht.

Voorstel te betrekken actoren:

- *Ontsluiten data: dataleverancier (zoals PortXchange)*
- *Data-analyse: TNO, dataleverancier, mogelijk MARIN*

Te nemen stappen:

1. MRV data bruikbaar maken door combineren met AIS data
 - › Ontsluiten AIS gegevens voor schepen met havenbezoeken in Nederland. Deze AIS data nodig op Europees niveau voor (in ieder geval) één vol zichtjaar waarvoor MRV data gerapporteerd is (2018 t/m 2021).
 - › Herleiden bezoeken aan Europese havens uit deze AIS data in combinatie met specifieke geofences/ havenpolygoenen (mogelijk via World Port Index)
2. Herleiden gemiddelde emissie per uur havenbezoek per individueel schip.
3. Onderzoeken toepasbaarheid en representativiteit uitkomsten
4. Onderzoeken onderliggende verklarende factoren.
5. Toepassen van de emissiefactoren per individueel schip ofwel per scheepstype.

Verwacht resultaat:

- › Nauwkeurigere inschatting van het energieverbruik voor schepen die vallen onder MRV, met name voor grotere schepen.

PLAN VAN AANPAK

VERBETEREN MODELPARAMETERS: PRAKTIJKDATA

Verhogen nauwkeurigheid huidige modelparameters	Verhogen nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Verhogen van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model <ul style="list-style-type: none">Vervangen berekende waarden door primaire dataToevoegen met gegevens uit MRVWettelijk en aanvullen met praktijkdata	Toevoegen van additionele modelparameters Modelleren van energieverbruik <ul style="list-style-type: none">t.b.v. ladingbij langdurig verblijfbij afwezende schepenconfiguratiebij stilleggen op zee	Versterken van governance organisatie en methodiek: <ul style="list-style-type: none">Uniformeren aanpak berekenen van emissiesVerhogen transparantie en traceerbaarheid van aanpak en uitkomstenWerkzet de mogelijkheid om informatie (uitkomsten en data) te delen tussen partijen
Waardes van modelparameters liggen dichterbij de werkelijkheid	Methodiek boost werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

Achtergrond:

MRV geldt alleen voor grotere vracht- en passagiersschepen (meer dan 5000 GT). Europa breed vallen hiermee ongeveer 20% van de scheepsemissies niet onder MRV (Transport & Environment, 2022).

Daarnaast geeft de MRV methodiek een globaal inzicht voor de gemiddelde emissies voor het stilliggen in Europa, wat kan afwijken van de situatie in de Nederlandse havens.

De analyse met MRV wordt daarom aangevuld met praktijkdata.

Voorstel te betrekken actoren

- *Analyse en data verzameling* : TNO

Te nemen stappen:

1. Aanvullen en verifiëren MRV analyse met praktijkdata energieverbruik van reders en andere bronnen (brancheverenigingen, data uit researchprojecten).
 - › Identificeren ontbrekende schepen en outliers
 - › Contacteren rederijen of andere actoren
 - › Verwerken praktijkdata in emissiefactoren
2. Op korte termijn kunnen bovenstaande stappen op ad hoc basis gebeuren. Voor de langere termijn dient een continue verbeterproces opgezet te worden om dit structureel op te pakken.

Verwacht resultaat:

- › Korte termijn: Nauwkeurigere inschatting voor kleine schepen en schepen die worden ingezet voor de waterbouw
- › Lange termijn: Periodieke verificatie op basis van praktijkgegevens.

PLAN VAN AANPAK

TOEVOEGEN VAN ADDITIONELE MODELPARAMETERS

Vergroten nauwkeurigheid huidige modelparameters	Vergroten nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Vergroten van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model <ul style="list-style-type: none">Vervangen berekende waarden door primaire dataToevoegen met gegevens uit AISVerifiëren en aanvullen met praktijkdata	Toevoegen van additionele modelparameters Modelleren van energieverbruik <ul style="list-style-type: none">t.b.v. ladingbij langdurig verblijfbij afwijkende scheepsconfiguratiebij stilliggen op zee	Versterken van governance organisatie en methodiek: <ul style="list-style-type: none">Uniformeren aanpak berekenen van emissiesVergroten transparantie en traceerbaarheid van aanpak en uitkomstenVerken de mogelijkheid om informatie (algoritmen en data) te delen tussen partijen
Waardes van modelparameters liggen dichtbij de werkelijkheid	Methodiek boost werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

Achtergrond:

In het huidige model worden twee parameters gebruikt voor de berekening van emissies: de omvang van het schip (GT) en het scheepstype. Uit interviews komt naar voren dat er meer factoren aanwezig zijn die de emissies beïnvloeden die gerelateerd zijn aan het schip, de lading en de aard van het bezoek.

Voorstel te betrekken actoren

- Ontsluiten data: Havenbedrijven, Kennisinstellingen, reders
- Data analyse: kennisinstellingen

Voorstel te nemen stappen:

1. Modeleren van energieverbruik t.b.v. lading voor drie segmenten
 - › Energieverbruik door reefers (containers) en koelgeneratoren (RoPax): herleiden aantal reefers en energieverbruik op basis van handelspatronen
 - › Energieverbruik door passagiers op cruiseschepen
 - › Energieverbruik voor het verwarmen en lossen van natte bulk: herleiden aard visit (laden of lossen) (bijvoorbeeld uit AIS, handelspatronen of havendata).
2. Modeleren van energieverbruik bij langdurig verblijf (herleiden uit informatie reders of literatuur)
3. Modeleren van energieverbruik bij afwijkende scheepsconfiguratie (diesel-elektrische aandrijving of gebruik van asgeneratoren)
4. Modeleren van energieverbruik stilliggen op zee (ankeren of gaande houden)
5. Omzetten van bovenstaande parameters naar algemene emissiefactoren

Verwacht resultaat:

- › De emissiefactoren houden meer rekening met specifieke omstandigheden.
- › Er zullen minder extreme uitschieters in de data zijn.

PLAN VAN AANPAK

VERSTERKEN VAN GOVERNANCE

Vergroten nauwkeurigheid huidige modelparameters	Vergroten nauwkeurigheid energieverbruik specifieke omstandigheden	Vergroten van eigenaarschap en draagvlak voor emissieberekening
Updaten en verbeteren van de huidige parameters in het model <ul style="list-style-type: none">Vervangen berekende waarden door primaire dataToevoegen met gegevens uit MIVVerifiëren en aanvullen met praktijkdata	Toevoegen van additionele modelparameters <ul style="list-style-type: none">Modelleren van energieverbruik<ul style="list-style-type: none">t.b.v. ladingbij langdurig verblijfbij afwezende schipperregistratiebij stilleggen op zee	Versterken van governance organisatie en methodiek: <ul style="list-style-type: none">Uniformeren aanpak berekenen van emissiesVergroten toegankelijkheid en transparantie van aanpak en uitkomstenVerken de mogelijkheid om informatie (uitkomsten en data) te delen tussen partijen
Waardes van modelparameters liggen dichtbij de werkelijkheid	Methodiek bootst werkelijk energieverbruik beter na	Randvoorwaarden voor samenwerking geborgd

Achtergrond:

Er zijn veel partijen momenteel actief met scheepvaartemissies. Bij de partijen is veel kennis, maar deze is wel versnipperd.

Met deze actie wordt een samenwerking opgezet tussen kennisinstellingen, havenbedrijven, overheden, reders en hun brancheorganisaties. Dit wordt gedaan voor modellering van brandstofverbruik en emissies van zee- en binnenvaartschepen, omdat veel partijen bij beide onderdelen betrokken zijn en voor een deel dezelfde analysemethoden worden toegepast.

Voorstel te betrekken actoren

- *Uniformeren methodiek: Kennisinstellingen, havenbedrijven, rederijen*
- *Borging transparantie en samenwerking: Taakgroep Verkeer en vervoer*

Voorstel te nemen stappen:

1. Uniformeren aanpak voor het berekenen van emissies
 - › Uitwisselen van informatie over het gebruik van verschillende methodieken (emissiefactoren, verwerking en analyse van AIS, etc.). Hierbij wordt stakeholders gevraagd om openheid over hun methodes en aannames.
 - › Herleiden van een “best practice”
2. Vergroten toegankelijkheid en transparantie van aanpak en uitkomsten
 - › Afstemmen methodiek, uitkomsten en ontwikkelagenda met stakeholders en de Taakgroep Verkeer en Vervoer van de emissieregistratie
 - › Publiceren hiervan op periodieke basis
3. Verken de mogelijkheid om informatie (uitkomsten en data) te delen tussen partijen

Verwacht resultaat:

- › Gedragen emissiecijfers die worden erkend door alle ketenpartners.
- › Uniformiteit tussen de uitkomsten van verschillende tools en analyses.

PLAN VAN AANPAK TIJDSPAD

	2023								2024											
	mei	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec	Jan	feb	mar	apr	mei	juni	juli	aug	sep	okt	nov	dec
VERBETEREN MODELPARAMETERS: PRIMAIRE DATA																				
1. Toegang verkrijgen tot alle relevante datavelden uit mondiale scheepsdatabases.	■	■																		
2. Implementeren van de data (over hulpmotoren en boilers) in de berekenmethodiek			■	■																
3. Herleiden van nieuwe factoren voor de schepen zonder data (bijvoorbeeld d.m.v. interpolatie).			■	■	■															
VERBETEREN MODELPARAMETERS: MRV & AIS																				
1. MRV data bruikbaar maken door combineren met AIS data	■	■	■	■																
2. Herleiden gemiddelde emissie per uur havenbezoek per individueel schip.			■	■	■	■														
3. Onderzoeken toepasbaarheid en representativiteit uitkomsten			■	■	■	■														
4. Onderzoeken onderliggende verklarende factoren.				■	■	■	■													
5. Toepassen van de emissiefactoren per individueel schip ofwel per scheepstype.								X												
VERBETEREN MODELPARAMETERS: PRAKTIJKDATA																				
1. Aanvullen en verifiëren MRV analyse met praktijkdata energieverbruik van reders en andere bronnen (brancheverenigingen, data uit researchprojecten).	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	X									
2. Op korte termijn kunnen bovenstaande stappen op ad hoc basis gebeuren. Voor de langere termijn dient een continue verbeterproces opgezet te worden om dit structureel op te pakken.																				
TOEVOEGEN VAN ADDITIONELE MODELPARAMETERS																				
1. Modeleren van energieverbruik t.b.v. lading voor drie segmenten				■	■	■	■													
2. Modeleren van energieverbruik bij langdurig verblijf (herleiden uit informatie reders of literatuur)	■	■	■	■																
3. Modeleren van energieverbruik bij afwijkende scheepsconfiguratie (diesel-elektrische aandrijving of gebruik van asgeneratoren)			■	■	■															
4. Modeleren van energieverbruik stilliggen op zee (ankeren of gaande houden)									■	■										
5. Omzetten van bovenstaande parameters naar algemene emissiefactoren	■	■	■	■	■	■	■			X	X									
VERSTERKEN VAN GOVERNANCE																				
1. Uniformeren aanpak voor het berekenen van emissies	■	■	■	■	■	■	■			X	■									
2. Vergroten toegankelijkheid en transparantie van aanpak en uitkomsten	■	■	■	■	■	■	■			X										
3. Verken de mogelijkheid om informatie (uitkomsten en data) te delen tussen partijen	■	■	■	■	■	■	■													

Organisatie lead:
 Havenbedrijf
 TNO
 Dataleverancier
X Deliverable

› **PLAN VAN AANPAK**

TOELICHTING TIJDSPAD EN AFHANKELIJKHEDEN

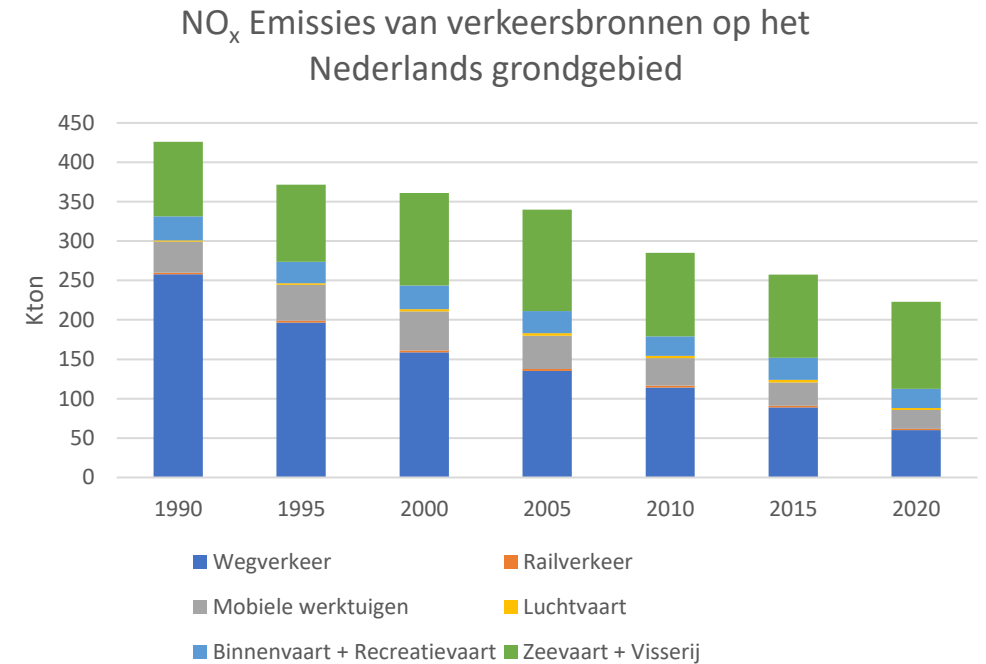
- › In het gestelde tijdspad wordt in de eerste maanden informatie opgehaald rondom scheepsdata en AIS.
 - › Hierbij is er een grote afhankelijk ofwel van partners met deze data ofwel van financiering om de data in te kunnen kopen.
 - › Ook is voorhand nog niet vast te stellen wat de kwaliteit van de data is.
- › Ook voor het ophalen van praktijkdata is medewerking van rederijen noodzakelijk
 - › Het verkrijgen van deze data is een kritieke randvoorwaarde voor de vervolganalyses.
- › Veel van de vervolganalyses grijpen op elkaar in en kunnen goed parallel uitgevoerd worden.
- › De aanpak en resultaten zullen breed gedeeld en bediscussieerd worden
 - › Deze stap is belangrijk om te komen tot een geüniformeerde aanpak.
 - › Hiervoor is medewerking nodig van verschillende partners.

BIJLAGE

EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

ACHTERGROND HUIDIGE MODEL

- › Stikstofemissies van verkeersbronnen zijn belangrijk in de totale uitstoot op het Nederlands grondgebied. Van oudsher werd uitstoot door verkeer gedomineerd door het wegverkeer (met name dieservoertuigen). Door de ingroei van steeds schonere voertuigen als gevolg van Europese wetgeving, is dit aandeel steeds kleiner geworden.
- › Het aandeel van emissies door de zeevaart is hierdoor toegenomen en wordt het steeds relevanter om goed inzicht te hebben in de scheepvaartemissies en de onderliggende variabelen.
- › Jaarlijks worden de emissies van alle relevante Nederlandse bronnen berekend in de nationale emissieregistratie. De taakgroep Verkeer en Vervoer is verantwoordelijk voor het vaststellen van de emissiecijfers voor mobiele bronnen in Nederland.
- › De emissies voor zeevaart worden berekend door TNO en MARIN.



Figuur 1.

EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

EMISSIES VAN SCHEPEN OP HOOFDLIJNEN

De berekeningen gebruiken de volgende factoren:

- › Eigenschappen van de reis, waarbij vier verschillende statussen worden onderscheiden:
 - › Varen op open zee (Afstand en snelheid)
 - › Manoeuvreren in de haven (Afstand en snelheid)
 - › Stilliggen aan de kade (duur verblijf, activiteiten tijdens stilliggen)
 - › Buitengaats voor anker liggen (duur verblijf)
- › Scheepspecifieke eigenschappen
 - › Type schip (ladingtype, operatie en omvang)
 - › Eigenschappen van het voortstuwingsstelsel aan boord
 - Aantal motoren aan boord, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen hoofdmotoren (Main engines), hulpmotoren (auxilliary engines) en boilers
 - Eigenschappen motoren (Toerental (low speed, medium/high speed) leeftijd en vermogen)
 - Type brandstof dat wordt gebruikt (bijv. MGO, HFO of LNG)

Tabel 1.

Status \ Motortype	Main engine	Auxilliary engine	Boilers
Varen op open zee	X	X	
Manoeuvreren in de haven	X	X	
Stilliggen anker		X	
Stilliggen aan de kade		X	X

› EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

BEREKENING EMISSIES OP HOOFDLIJNEN

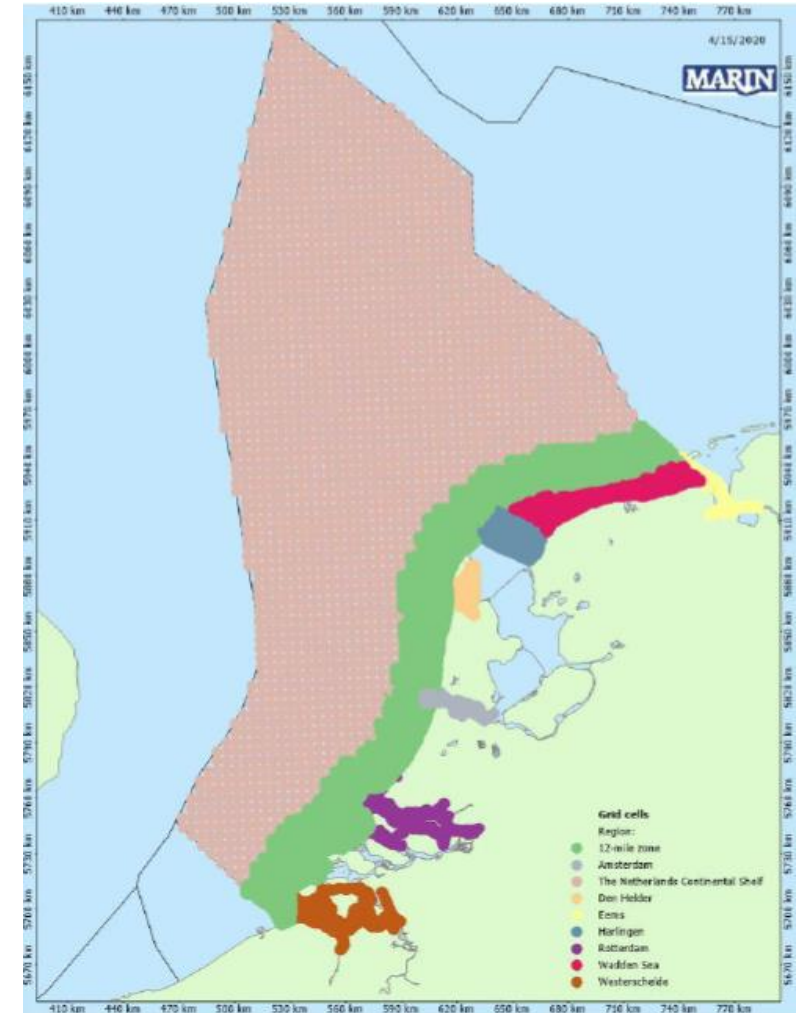
In hoofdlijnen worden in het Poseidon model de berekeningen gedaan op basis van de volgende bronnen:

- › Met behulp van AIS/MMSI worden gegevens verzameld voor alle reizen per jaar met zeevaartschepen op het Nederlands continentaal plat. Hierbij wordt vastgesteld waar het schip zich bevindt en met welke snelheid deze voer. Op basis van de locatie en snelheid wordt vastgesteld in welke reisstatus een schip zich bevindt.
- › Deze reisdata wordt gekoppeld aan een IHS scheepsdatabase met de technische karakteristieken van deze schepen. In deze database wordt per schip informatie gegeven over onder meer:
 - › Het sloopstypc (er wordt onderscheid gemaakt in 11 categorieën)
 - › De omvang van het schip (Gross tonnage)
 - › Bouwjaar van het schip en eigenschappen van de hoofdmotor(en) (aantal, geïnstalleerd vermogen, motor type)
 - › Type brandstof waarop wordt gevaren
 - › De service speed van het schip
- › Op basis van de gecombineerde informatie wordt een berekening gemaakt van de inzet van verschillende motoren tezamen met het brandstofverbruik dat hierbij hoort. Hiervoor worden aannames gemaakt over de inzet van de verschillende motoren per onderdeel van de reis en de fractie van het vermogen dat wordt ingezet.
- › Op basis van emissiefactoren wordt aan de hand van de motorinzet, het toerental, de duur van de inzet en de leeftijd van de motor de emissies berekend.

EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

POSEIDON EMISSIEDOMEIN

- › De emissies worden berekend voor het Nederlands grondgebied. Hier wordt onderscheid gemaakt naar het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en binnenwater (NL).
- › NL
 - › Interne wateren - donkerblauw in figuur rechts
 - › Uitsplitsing naar havenregio's: Amsterdam, Den Haag, Eems, Harlingen, Rotterdam, Wadden, Westerschelde.
- › NCP
 - › 12 mijls-zone + Nederlandse Exclusieve Economische Zone.
 - › Afgekaderde deel van de Noordzee in figuur rechts inclusief 12- en 24-mijlszone.



Figuur 2: Verdeling gebieden in Poseidon.

EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

BEREKENING EMISSIES STILLIGGENDE SCHEPEN

Tabel 2.

- › Er is geen beschikbare data over het type en geïnstalleerd vermogen van de hulpmotor of van de boiler.
- › In het model wordt daarom het brandstofverbruik bepaald op basis van de ligduur van het schip (bepaald aan de hand van AIS) en een emissiefactor gebaseerd op het scheepstype en de omvang van het schip (Gross Tonnage). Hierbij is per scheepstype een verdeling verondersteld tussen het gebruik van hulpmotoren (AUX) en boilers.
- › Voor alle scheepstypen wordt uitgegaan van een lineair verband tussen de omvang van het schip en de emissies per uur. Het is onduidelijk waarom gekozen is voor dit uitgangspunt.
- › Het brandstofverbruik wordt gekoppeld aan een emissiefactor. De NO_x- en PM-emissiefactoren zijn onder andere afhankelijk van het bouwjaar van het schip.

Scheepstype (zoals gekenmerkt in Poseidon)	Brandstofverbruik (kg / GT.uur)	Verdeling brandstofverbruik naar type motor	
		AUX	Boiler
Bulk carrier	2,4	90%	10%
Container schip	6.0	70%	30%
General Cargo	6,1	90%	10%
Passenger <=30000 GT	8,9	70%	30%
Passenger > 30000 GT	32,4	70%	30%
RoRo Cargo	6,1	70%	30%
Oil Tanker	19,3	20%	80%
Other Tanker	14,5	50%	50%
Reefer	19,6	90%	10%
Other	9,2	100%	0%
Tug/ Supply	15,6	100%	0%

EMISSIEBEREKENINGEN IN POSEIDON MODEL

ONDERLIGGENDE DATA EN WAARDERING HIERVAN

Tabel 3.

- › De betreffende emissiefactoren zijn gebaseerd op drie enquêtes:
 - › Enquête in 2003 met 89 schepen van verschillende scheepstypen in Rotterdam
 - › Enquête in 2012 met 175 schepen van verschillende scheepstypen uitgevoerd in 5 zeehavens in Nederland, Duitsland en België
 - › Enquête in 2013 met 20 olietankers in Rotterdam
- › Wat opvalt uit de rapporten over de emissiefactoren:
 - › De sample size waarop de emissie-factoren zijn gebaseerd is voor sommige scheepstypen erg laag (<10 schepen).
 - › De gevonden correlatie tussen de omvang van het schip en het brandstofverbruik is soms laag ($r^2 < 0,25$). Toch is de uitkomst wel als factor gebruikt.
 - › Voor sommige scheepstypen wordt de waarde uit 2003 en voor andere die uit 2012/2013 gebruikt. Het is niet duidelijk waarom welke gevonden waarde als uitgangspunt dient.

EMS shiptype	Type in Maritime Connector	Remark	Number
Bulk carrier	BULK CARRIER		13
Chem.+Gas tanker	CHEMICAL TANKER		1
	LPG TANKER		1
	OIL/CHEMICAL TANKER		21
Container ship	CONTAINER SHIP		66
General Dry Cargo	CARGO		11
	GENERAL CARGO		4
Oil tanker, crude	CRUDE OIL TANKER		5
	OIL PRODUCTS TANKER	crude	3
Passenger	PASSENGERS SHIP	ferry	1
	RO-RO/PASSENGER SHIP	ferries	2
Reefer	REEFER		6
RoRo Cargo / Vehicle	RO-RO CARGO		5
	RO-RO/PASSENGER SHIP	Vehicle carriers	8
	VEHICLES CARRIER		8
Tug/Supply	ANCHOR HANDLING VESSEL		15
	MULTI PURPOSE OFFSHORE VESSEL		2
	OFFSHORE SUPPLY SHIP		1
	TUG/SUPPLY VESSEL		2
Grand Total			175

› HUIDIGE EMISSIES VOLGENS POSEIDON

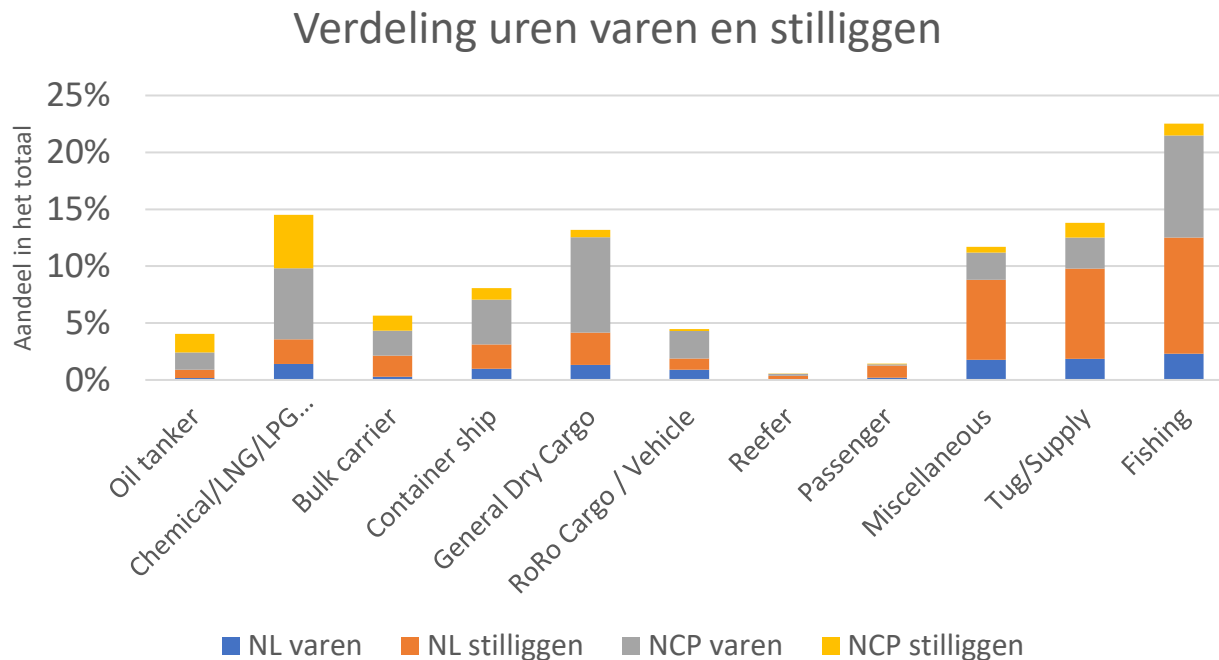
INLEIDING

- › Op de volgende slides staan de huidige resultaten uit het Poseidon model voor de nationale emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl) voor het jaar 2019. Voor 2019 is gekozen omdat dit het laatste jaar is die beschikbaar was die niet wordt beïnvloedt door de effecten van de Corona pandemie (verwacht wordt dat in de jaren 2020 en 2021 stilliggedrag kan afwijken van andere jaren).
- › Deze cijfers tonen de bijdrage van verschillende scheidstypen aan de totale emissies voor stilliggende schepen en de opbouw hiervan naar verschillende grootteklassen.
- › In dit gedeelte wordt inzicht gegeven in:
 - › Het aantal uur dat verschillende scheidstypen stilliggen en varen op Nederlands grondgebied
 - › De totale NO_x en CO₂-uitstoot van schepen in Nederland en het aandeel van stilliggen hierin
 - › Detailinformatie over de emissies van stilliggende schepen uit het model.

› HUIDIGE EMISSIES VOLGENS POSEIDON

HUIDIGE UITKOMSTEN POSEIDON – AANTAL UREN

- › In deze slide staat een overzicht van de verdeling van het aantal uur dat door verschillende scheepstypen in Nederland heeft doorgebracht onderverdeeld naar het type activiteit. Het totaal bedroeg op jaarbasis ca. 10 miljoen uren. Ongeveer 50% van deze tijd wordt stil gelegen, waarbij stilliggen in de haven het grootste aandeel heeft (37% van het totaal).



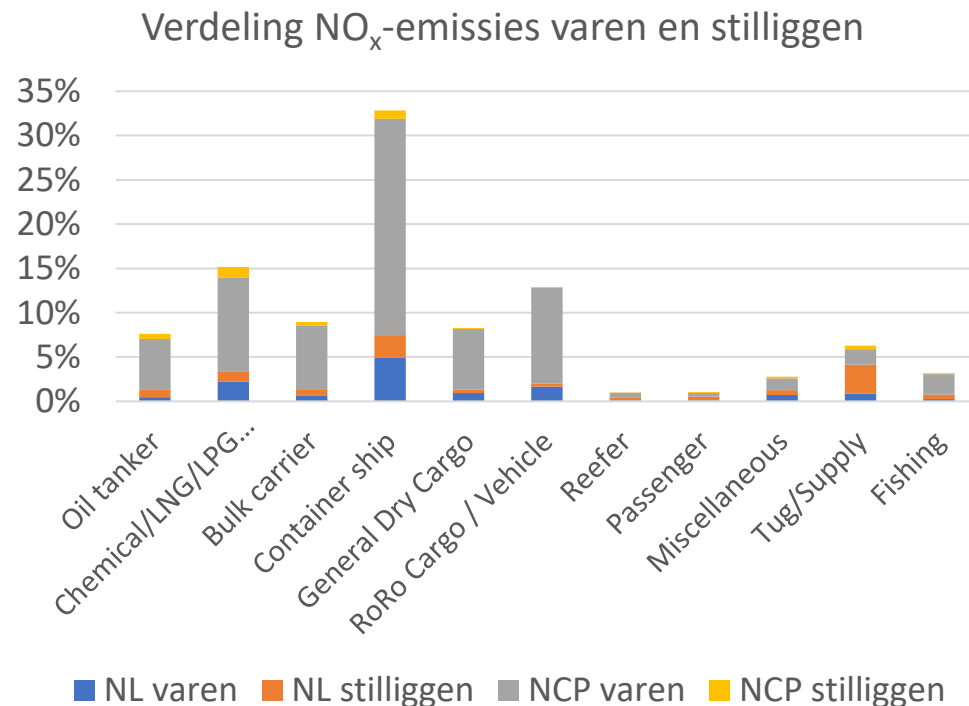
De meeste stilliguren worden gemaakt door visserijschepen, sleepboten en supply schepen en overige schepen (veelal waterbouw gerelateerd). Daarnaast valt op dat chemicaliën- en producttankers relatief veel tijd buitengaats stilliggen.

Figuur 3.

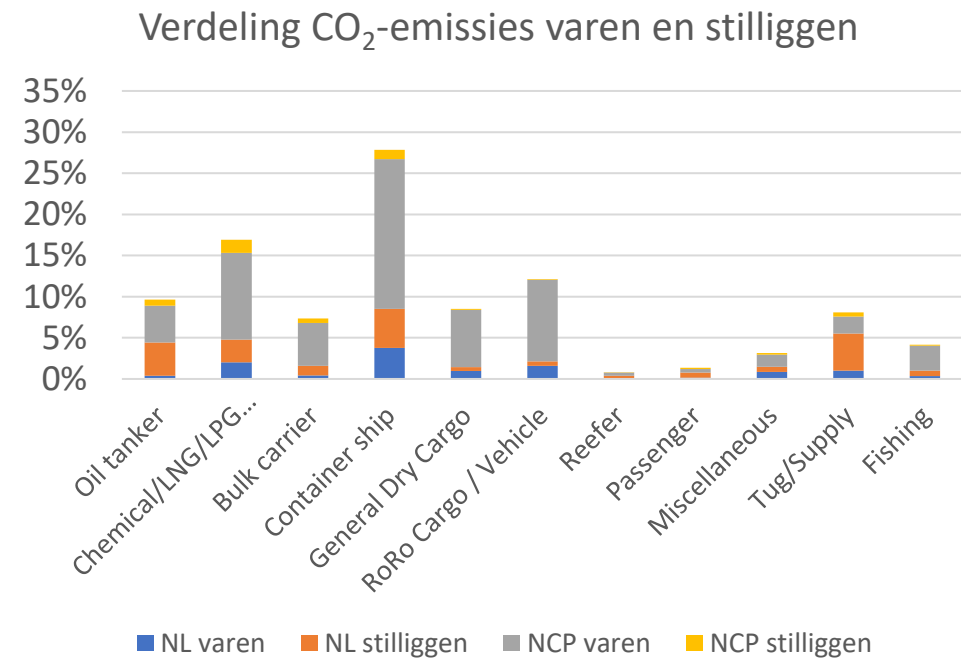
› HUIDIGE EMISSIES VOLGENS POSEIDON

HUIDIGE UITKOMSTEN POSEIDON NO_x

- › Totaal stootte de zeescheepvaart op Nederlands grondgebied 106 kton NO_x uit. Hiervan is ca. 16 kton NO_x afkomstig van stilliggende schepen (11,6 kton aan de kade en 4,4 kton buitengaats).
- › De totale uitstoot van CO₂ bedroeg 5,5 mton, waarvan 1,4 mton door stilliggen (1,1 mton aan de kade en 0,3 buitengaats).



Figuur 4.



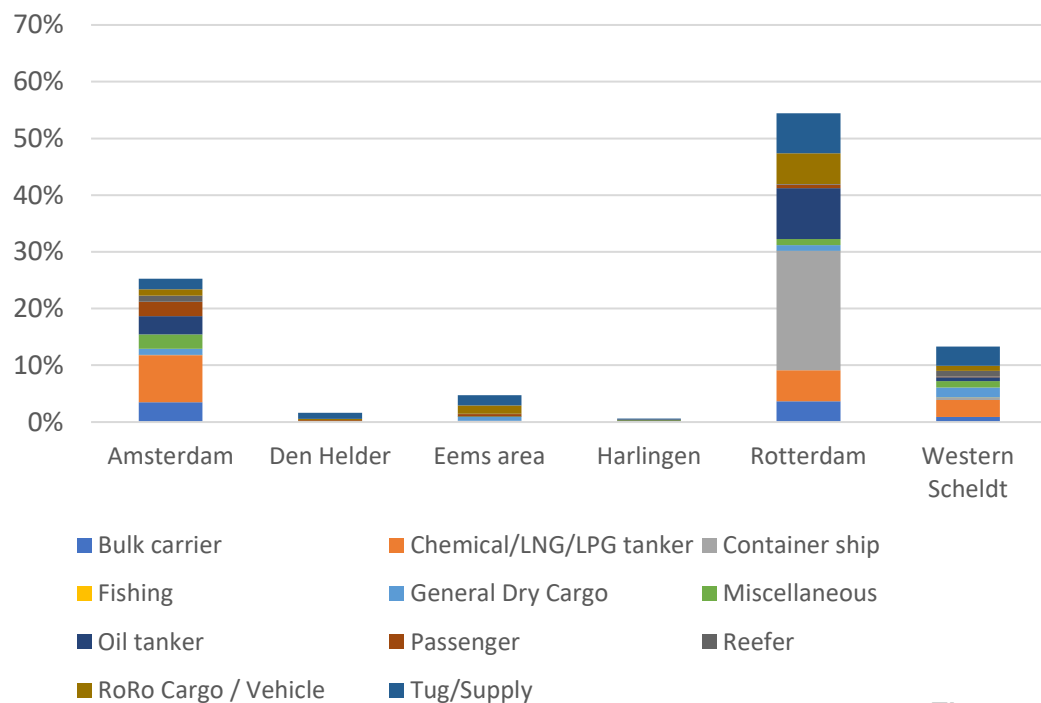
Figuur 5.

› HUIDIGE EMISSIES VOLGENS POSEIDON

HUIDIGE UITKOMSTEN POSEIDON STILLIGGEN IN HAVENGEBIEDEN

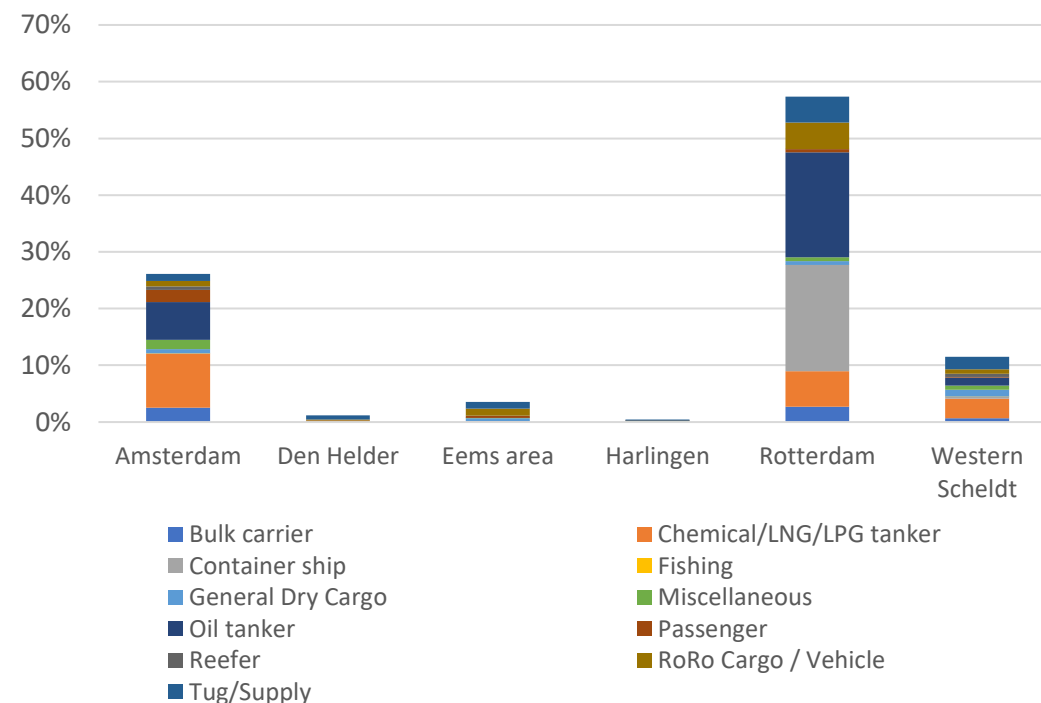
› De volgende figuur geeft een verdeling van de van de hoeveelheid NO_x en CO₂ van stilliggende schepen over de verschillende scheepstypen in de gedefinieerde havengebieden.

Verdeling van NO_x t.g.v. stilliggen in havengebieden



Figuur 6.

Verdeling van CO₂ t.g.v. stilliggen in havengebieden

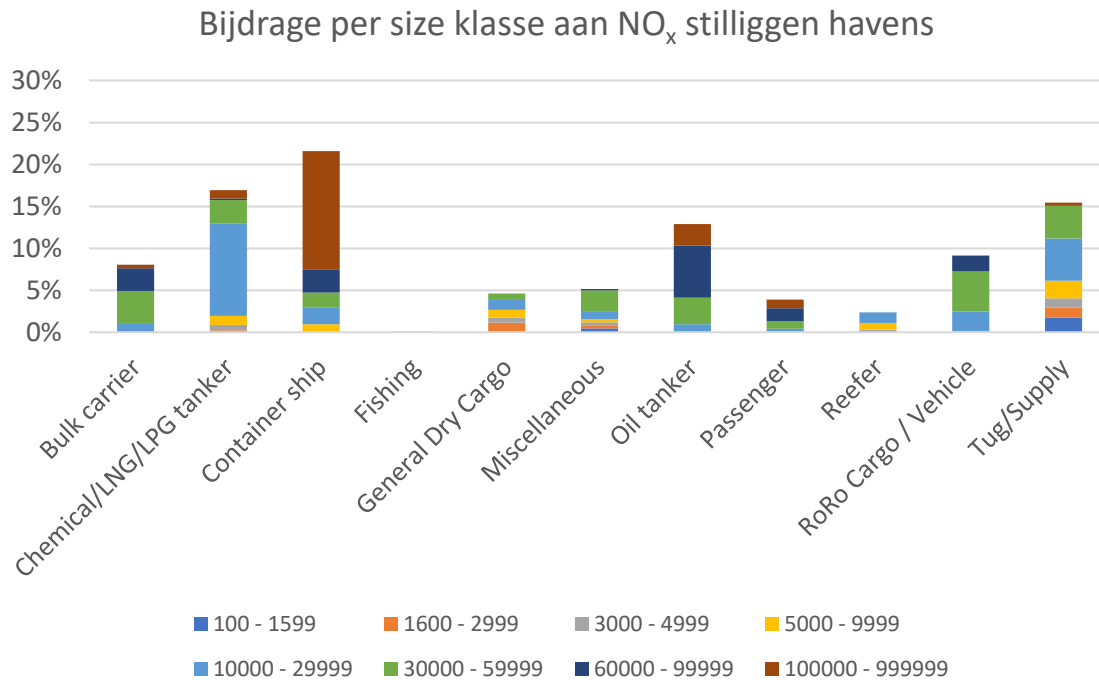


Figuur 7.

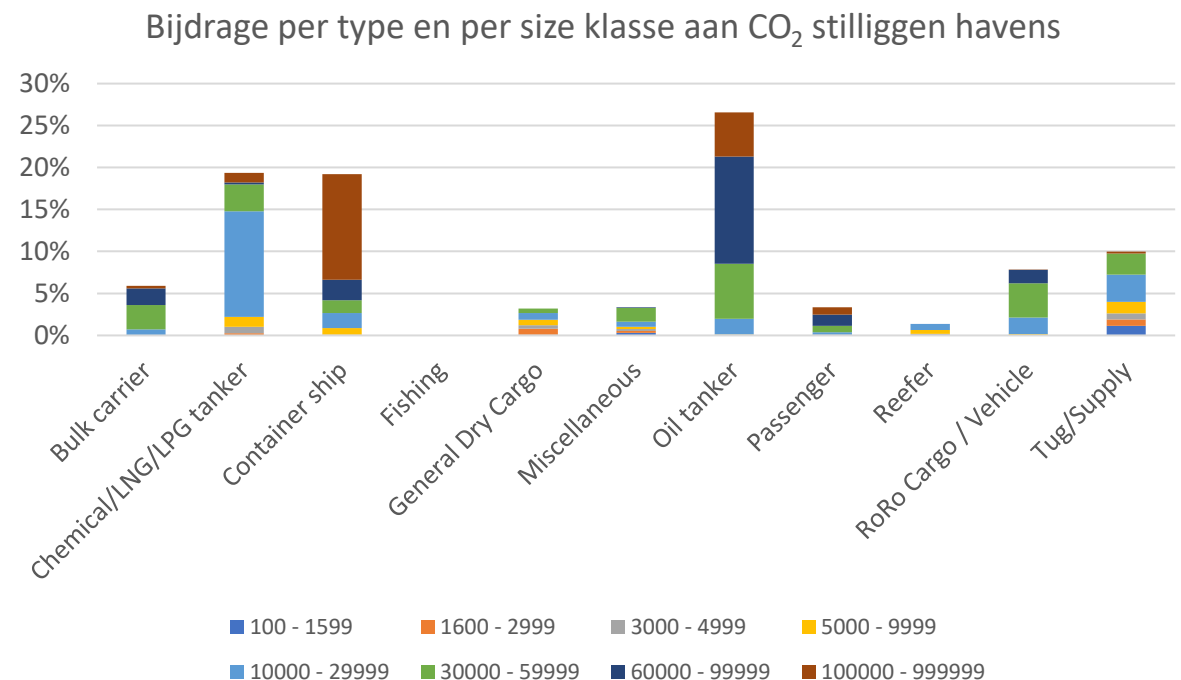
HUIDIGE EMISSIES VOLGENS ER/POSEIDON

HUIDIGE UITKOMSTEN POSEIDON NO_x EN CO₂

De bijdrage per size klasse in stilliggen havens per gedefinieerde haven levert de volgende figuren op. Opvallend is het verschil in uitstoot tussen NO_x en CO₂ voor containers en olie tankers.



Figuur 8.



Figuur 9.

› VERGELIJKING MET ANDERE BRONNEN

INLEIDING

De methodiek en uitkomsten van Poseidon zijn vergeleken met een aantal andere methoden om emissies en brandstofverbruik van stilliggende schepen in de haven in te schatten. Vier alternatieve bronnen zijn gevonden.

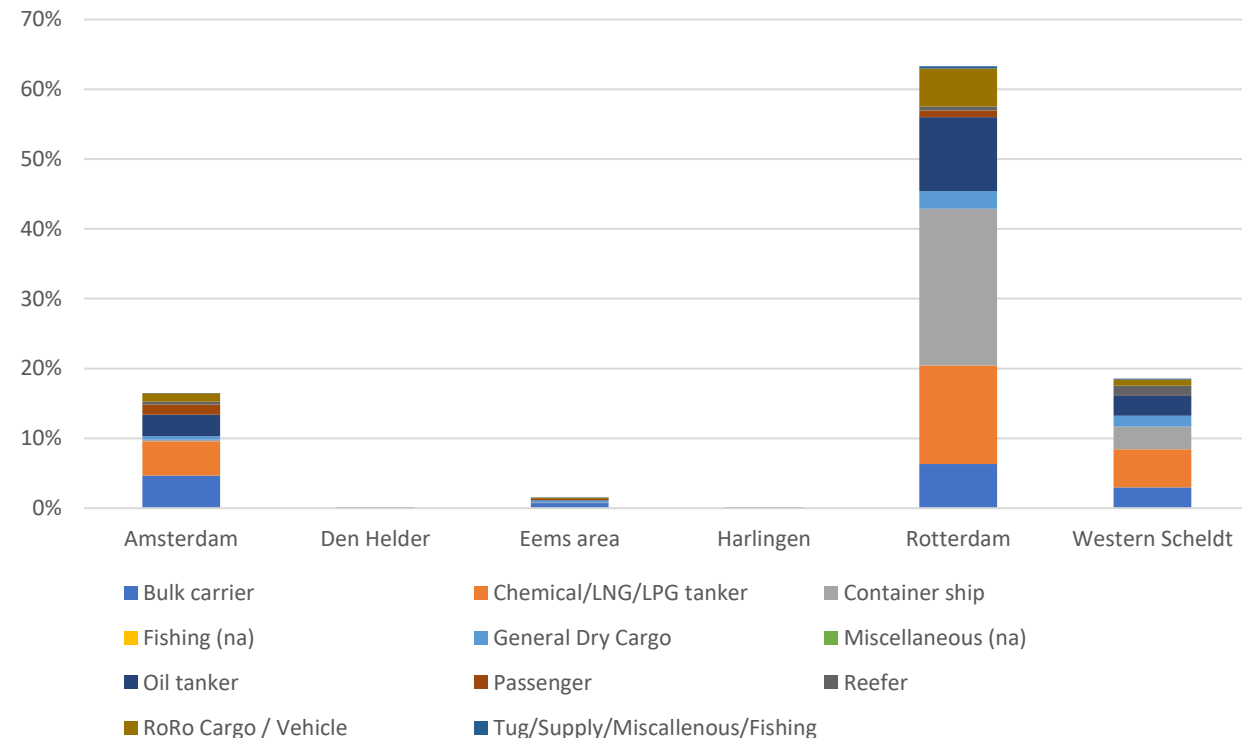
- › MRV en AIS: In MRV wordt door vracht- en passagiersschepen (groter dan 5.000 GT) gerapporteerd wat de GHG-emissies zijn. Hier wordt apart gerapporteerd wat de emissies aan de kade in EU-havens. Er is echter geen informatie beschikbaar over de tijd die de schepen doorbrengen in de havens. Vanuit een studie door Stolz e.a. (2021) is hiervoor een methodiek opgesteld waarbij gebruik wordt gemaakt van AIS.
- › IMO 4th GHG study: In deze studie wordt op vergelijkbare wijze als Poseidon een inschatting gemaakt van het brandstofverbruik van schepen tijdens verschillende fases van de reis. Data van brandstofverbruik van stilliggende schepen is vooral afkomstig vanuit onderzoek in Amerikaanse havens (Vessel Boarding Program (VBP)).
- › SCIPPER: in dit project is gekeken naar emissiefactoren van schepen. Dit is echter op een zeer generiek niveau gedaan (algemene kengetallen per scheepstype), waardoor dit niet vergelijkbaar is.
- › SCIPPER/ MOSES: In deze projecten is een update gemaakt van het *Ship Traffic Assessment Model* (STEAM). Voor de emissies van stilliggende schepen in dit model is een vergelijkbare aanpak gebruikt als Poseidon, waardoor vergelijking niet relevant is.

› VERGELIJKING MET ANDERE BRONNEN

ANALYSE UIT MRV EN AIS

- › In MRV wordt door vracht- en passagiersschepen (groter dan 5000 GT) gerapporteerd wat de GHG-emissies zijn. Hier wordt apart gerapporteerd wat de emissies aan de kade in EU-havens. Er is echter geen informatie beschikbaar over de tijd die de schepen doorbrengen in de havens. Hierdoor kunnen niet direct uit MRV gemiddelde emissies herleid worden.
- › De gemiddelde tijd die schepen door hebben gebracht in Europese havens kan wel herleid worden door gebruik te maken van AIS. Hierbij wordt per schip een inschatting gemaakt van het stilliggen in de diverse Europese havens (vastgesteld uit de database van de World Port index).
- › Dit is reeds toegepast in een studie door Stolz e.a. (2021). Op basis van de databestanden uit deze studie is een overzicht gemaakt van het energieverbruik in Nederlandse havens.
- › De resultaten uit de analyse zijn op een zelfde wijze gepresenteerd als de analyse met de resultaten met Poseidon.

Verdeling kWh AUX engines per type per gebied in 2018 volgens Stolz e.a. (2021)



Figuur 10.

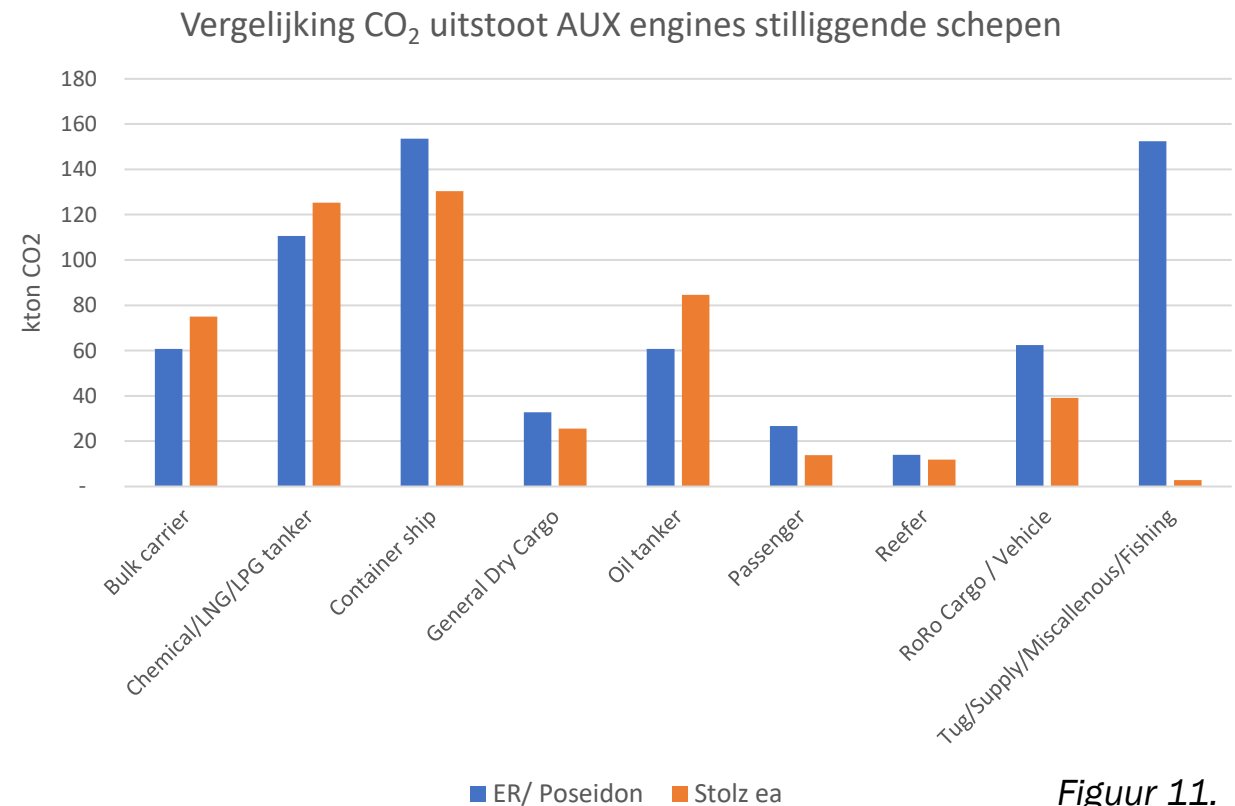
› VERGELIJKING MET ANDERE BRONNEN

VERGELIJKING ER/POSEIDON EN ANALYSE UIT MRV EN AIS

In bijgaand figuur staat een vergelijking van de uitkomsten uit ER/Poseidon en Stolz e.a. Dit is een ruwe indicatieve vergelijking, omdat de bronnen niet 1-op-1 aansluiten:

- › Er worden verschillende jaren met elkaar vergeleken (2018/ 2019) en in Stolz zitten alleen schepen groter dan 5000 GT).
- › Er wordt alleen gekeken naar het vermogen van hulpmotoren, waarbij voor beide (iets) andere verhoudingen worden gebruikt per scheepstype (het totale verbruik in de havens volgens Stolz e.a. is niet meer terug te herleiden vanuit de beschikbare data).

Opvallend is met name dat de categorie “overige” (tug/supply/fishing/misc.) bij Stolz e.a. veel kleiner is dan de verdeling volgens Poseidon. Dit komt hoogstwaarschijnlijk doordat schepen die worden ingezet in offshore, kustlijnzorg en visserij zijn uitgesloten van MRV.



Figuur 11.

› VERGELIJKING MET ANDERE BRONNEN

4TH IMO GHG STUDY

Tabel 4.

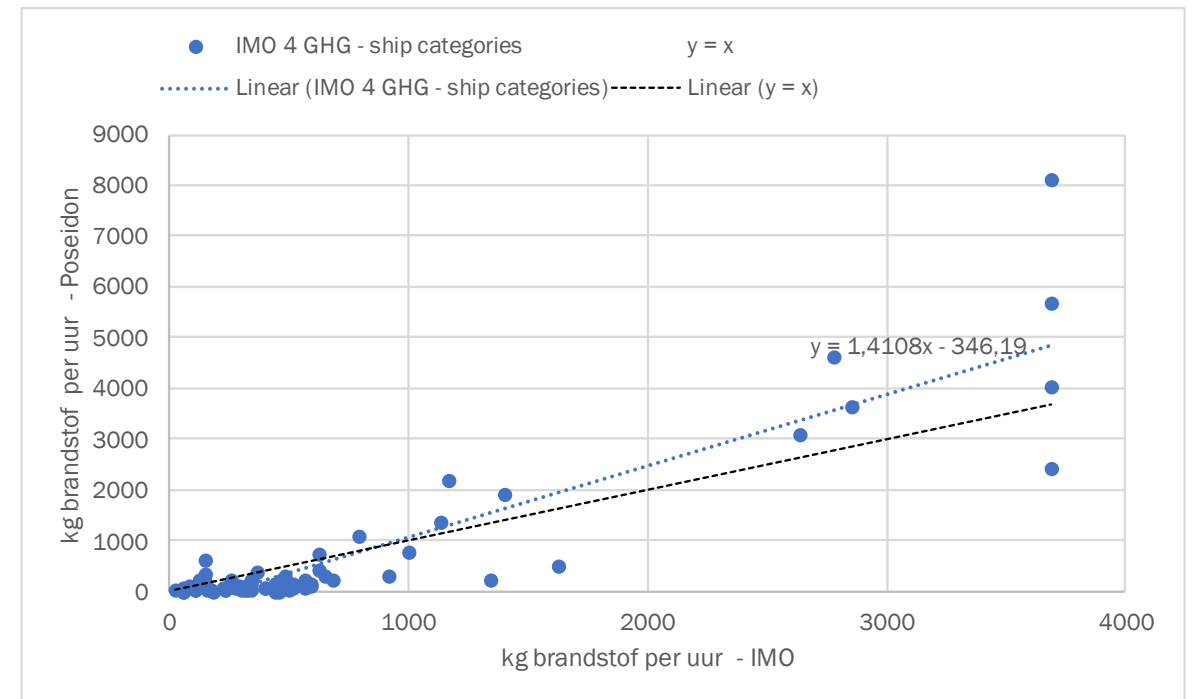
- › IMO 4th GHG study: In deze studie wordt op vergelijkbare wijze als Poseidon een inschatting gemaakt van het brandstofverbruik van schepen tijdens verschillende fases van de reis. Data van brandstofverbruik van stilliggende schepen is vooral afkomstig vanuit onderzoek in Amerikaanse havens (Vessel Boarding Program (VBP)) voor een substantieel aantal schepen.
- › De data bron geeft aparte energievraag voor boilers en hulpmotoren. Voor verschillende onderdelen van de reis
- › Ten opzichte van het Poseidon model is er voor stilliggende emissies minder sprake van een lineair verband tussen scheepsgrootte en brandstofgebruik, maar is gebruik gemaakt van staffels.
- › Een voorbeeld is gegeven in de tabel hiernaast.

Ship Type	Size	Unit	Auxiliary Boiler Power Output (kW)				Auxiliary Engine Power Output (kW)			
			At berth	Anchored	Manoeuvring	Sea	At berth	Anchored	Manoeuvring	Sea
Bulk carrier	0-9,999	dwt	70	70	60	0	110	180	500	190
	10,000-34,999		70	70	60	0	110	180	500	190
	35,000-59,999		130	130	120	0	150	250	680	260
	60,000-99,999		260	260	240	0	240	400	1,100	410
	100,000-199,999		260	260	240	0	240	400	1,100	410
	200,000-+		260	260	240	0	240	400	1,100	410
Chemical tanker	0-4,999	dwt	670	160	130	0	110	170	190	200
	5,000-9,999		670	160	130	0	330	490	560	580
	10,000-19,999		1,000	240	200	0	330	490	560	580
	20,000-39,999		1,350	320	270	0	790	550	900	660
	40,000-+		1,350	320	270	0	790	550	900	660
Container	0-999	TEU	250	250	240	0	370	450	790	410
	1,000-1,999		340	340	310	0	820	910	1,750	900
	2,000-2,999		460	450	430	0	610	910	1,900	920
	3,000-4,999		480	480	430	0	1,100	1,350	2,500	1,400
	5,000-7,999		590	580	550	0	1,100	1,400	2,800	1,450
	8,000-11,999		620	620	540	0	1,150	1,600	2,900	1,800
	12,000-14,499		630	630	630	0	1,300	1,800	3,250	2,050
	14,500-19,999		630	630	630	0	1,400	1,950	3,600	2,300
	20,000-+		700	700	700	0	1,400	1,950	3,600	2,300
General cargo	0-4,999	dwt	0	0	0	0	90	50	180	60
	5,000-9,999		110	110	100	0	240	130	490	180
	10,000-19,999		150	150	130	0	720	370	1,450	520
	20,000-+		150	150	130	0	720	370	1,450	520

› VERGELIJKING MET ANDERE BRONNEN

VERGELIJKING POSEIDON EN 4TH IMO GHG STUDY

- › In de IMO 4th GHG studie wordt een vergelijkbare aanpak voor het berekenen van stillig-emissies beschreven. Hier wordt gebruik gemaakt stapsgewijze energievraag per scheepsgroete, hierdoor groeit de energievraag beperkt mee met de maat van het schip ten opzichte van van het lineair toenemend brandstofverbruik met het formaat van het schip in Poseidon.
- › In het figuur staan per categorie uit IMO 4 GHG tabel 17, het brandstofverbruik per gemiddeld formaat schip uit de categorie uitgezet tegen de brandstofverbruik op basis van de Poseidon factoren.
- › Aan de puntenwolk en de trendlijn is te zien dat voor laag brandstofverbruik bij IMO (tot 1000 kg/uur) IMO een hogere waarde inschat dan Poseidon, bij hogere brandstofverbruik, grotere schepen, schat Poseidon een hogere verbruik in (blauwe punten $> y=x$).
- › De vraag is in hoeverre deze gemiddelde schepen verdeeld zijn over de vloot en hoe zwaar elke 'blauwe punt' zou moeten wegen op basis van het aantal schepen wat in operatie wordt gebruikt.



Figuur 12.

› RESULTATEN INTERVIEWS

INTRODUCTIE

- › Door Districon en TNO zijn interviews gehouden met scheepseigenaren van verschillende deelmarkten.
- › In de gesprekken zijn de volgende elementen besproken:
 - › Beschrijving van de vloot en de kenmerken van de schepen (type, aantallen, verschillen binnen klassen)
 - › Beschrijving processen en activiteiten tijdens het stilliggen in de haven (duur, aard, benodigde energiebronnen).
 - › Inzicht in het gebruik van verschillende motoren tijdens het stilliggen in de haven (type motor die wordt gebruikt, belasting en duur van deze activiteit).
 - › Databronnen die beschikbaar zijn voor de verschillende activiteiten.

Tabel 5.

Segment	Aantal partijen
Dry cargo/ General cargo	2
Containers	1
Chemical/ Product tankers	2
Cruise	1
RoRo en RoPax	2
Waterbouw (overig)	2

› RESULTATEN INTERVIEWS

DRY BULK/ GENERAL CARGO

- › Duur proces: Bezoeken zijn over het algemeen kort (maximaal twee dagen), maar hangt samen met type lading die moet worden overgeslagen. Verschilt ook per terminal en met weersomstandigheden
- › Belangrijkste activiteiten:
 - › Laden en lossen: kost het schip in de meeste gevallen geen energie. Bij sommige schepen zijn er kranen aan boord. Die worden vaak niet gebruikt in Nederlandse havens.
 - › Hotelaccommodatie op de generator die aan boord is; walstroom kan dat oplossen.
 - › Luiken bedienen; hiervoor heb je een krachtstroom installatie; dit gebeurt nu door de hoofdmotor aan te zetten en luiken te openen dan wel te sluiten.
 - › Ballast water tribuut: Bij het lossen wordt continu ballast water ingenomen om stabiel te blijven. Bij het laden is dit andersom. Dit is een semi continue proces op de hulpmotor dat wordt gedaan door de schipper
 - › Heaters/ boiler om stookolie op temperatuur te houden.
- › Data over het energieverbruik tijdens het stilliggen wordt bijgehouden door de bemanning. Dit wordt gebruikt als basis voor de registratie in MRV.

› RESULTATEN INTERVIEWS

CONTAINER

- › Duur proces: evenals bij dry bulk/ general cargo schepen zijn bezoeken over het algemeen kort (tot max 3 dagen). De lengte van een havenbezoek hangt af van het aantal containers dat gelost en geladen moet worden en de equipment die aan de kade wordt ingezet (aantal kranen).
- › Belangrijkste activiteiten:
 - › Laden en lossen; kost het schip in de meeste gevallen geen energie.
 - › Hotelaccommodatie op de generator die aan boord is.
 - › Energieverbruik van reefer containers aan boord: 1 reefer heeft een gemiddeld verbruik van 2,75 kW (DNV, 2021). Als bovengrens voor benodigde capaciteit wordt 5 kW aangehouden. Het aandeel van reefers per schip verschilt sterk per verbinding (meer op noord/zuid dan op oost/west verbindingen) en van seizoenen.
 - › Ballast water/ pompen: Bij het lossen wordt continu ballast water ingenomen om stabiel te blijven. Bij het laden is dit andersom. Dit is een semi continue proces op de hulpmotor dat wordt gedaan door de schipper. Richtgetal is een verbruik van 800 kW voor short sea schepen (3000-4000 TEU) en 1500 kW voor grotere schepen.
 - › Heaters/ boiler om stookolie op temperatuur te houden.
- › Data over energieverbruik is bij de partij beschikbaar.

› RESULTATEN INTERVIEWS

CHEMICAL/ PRODUCT TANKERS

- › Chemicaliëntankers kennen een relatief lang havenbezoek (tot wel 10 dagen) met een opeenvolging van lossen en laden van de verschillende ladingbatches aan verschillende terminals, tussendoor wachten op beschikbaarheid van een ligplaats (Lay-by) en noodzakelijke bewerkingen van tank (bv ontgassen, reinigen, spoelen etc.). Deze laatste worden soms tussendoor op zee uitgevoerd.
- › Belangrijkste activiteiten:
 - › Boilers worden gebruikt voor het verwarmen van lading voor en tijdens het losproces. Dit is afhankelijk van de eisen voor de verschillende ladingbatches.
 - › Boilers worden ook gebruikt voor het pompen van lading. Voor beladen van het schip worden pompen op de wal gebruikt, lossen van het schip gebeurt veelal met de pompen aan boord van het schip. Schepen met een beperkt aantal tanks hebben een centrale pump room met 2 of 3 pompen voor het hele schip. Andere schepen hebben meerdere kleinere tanks. Deze tanks hebben elk hun eigen pomp. Deze pompen worden elektrisch of hydraulisch aangedreven, de energie komt dus van de hulpmotoren.
 - › Bij een discharge wordt ook energie verbruikt voor het 'Inert Gas System' (IGS). Tijdens discharge wordt de leegkomende ruimte in de tanks gevuld met de uitlaatgassen van het IGS, om explosierisico te voorkomen.

› RESULTATEN INTERVIEWS

CRUISE

- › De geïnterviewde cruisereeder kent drie typen visits: Port-call van 8 uur waarbij passagiers een excursie maken, turn-arounds van 8 uur met passagierswissel, overnight van ca. 32 uur. Er is geen verschil in het energievermogen tussen de verschillende typen port visits.
- › Belangrijkste activiteiten:
 - › Hotelgebruik. Energieverbruik vanuit het hotelbedrijf tijdens het stilliggen aan de kade is voor een voorbeeldschip ca. 6 MW. Dit wordt opgewekt vanuit één van de 4 hoofdmotoren.
 - › Een grote energieverbruiker is de airconditioning aan boord. De laatste jaren zijn hier grote stappen in gezet in energiereductie met intelligente luchtbehandeling.
 - › Gebruik van boilers is verwaarloosbaar. De warmtebehoefte wordt grotendeels gedekt door restwarmte-terugwinning vanuit de motoren.

› RESULTATEN INTERVIEWS

RORO EN ROPAX

- › Verblijftijd van deze schepen is ongeveer 5 tot 12 uur in Nederlandse havens.
- › Diverse schepen maken reeds al gebruik van walstroom. De walstroom wordt in de praktijk vrijwel gelijktijdig met het aanmeren aangesloten. Tijdens het lossen van het schip is de energievraag vanuit hotelsystemen (hutten en keukens) laag, en ook de reefers worden dan losgekoppeld. Tijdens het beladen van het schip neemt de energievraag toe, door het aansluiten van reefers en de oplopende vraag van het hotelbedrijf. Incidenteel, bij hoge energievraag, wordt er vroegtijdig overgeschakeld op de hulpmotoren.
- › De vermogensvraag vanuit reefers kan sterk verschillen tussen verschillende lijndiensten, maar kan een substantieel deel van de lading behelzen (tot 50%)

› RESULTATEN INTERVIEWS

WATERBOUW

- › Waterbouw bestaat uit een grote verscheidenheid aan schepen die worden ingezet voor kustlijnbewaking of voor de offshore.
 - › Sleephoppers/ cutterzuigers: energieverbruik is vooral nodig voor het hotelbedrijf (hydrauliek, licht, kraangebruik, etc.). Deze wordt geleverd vanuit de generator set. In de regel betreft dit 10% van het geïnstalleerd vermogen aan boord. Bij een grote hopper is ongeveer 1,2 MW vermogen nodig, als de bemanning aan boord is. Bij langer stilliggen (zonder bemanning) neemt dit sterk af tot ca. 0,2 MW.
 - › Jack-up schepen en andere (grote) offshore installatie schepen: Dit zijn schepen met meerdere hoofdmotoren (4 motoren in het geval van de jack-up), waarvan er minimaal 1 draait per kant van het schip (dus ook minimaal 2 in aan de kade). In de haven draaien 2x4,5Mw op lage belasting (10%). De twee motoren draaien voornamelijk voor DP2 (dynamisch positioneren).

RESULTATEN INTERVIEWS

SAMENVATTING VAN DE UITKOMSTEN

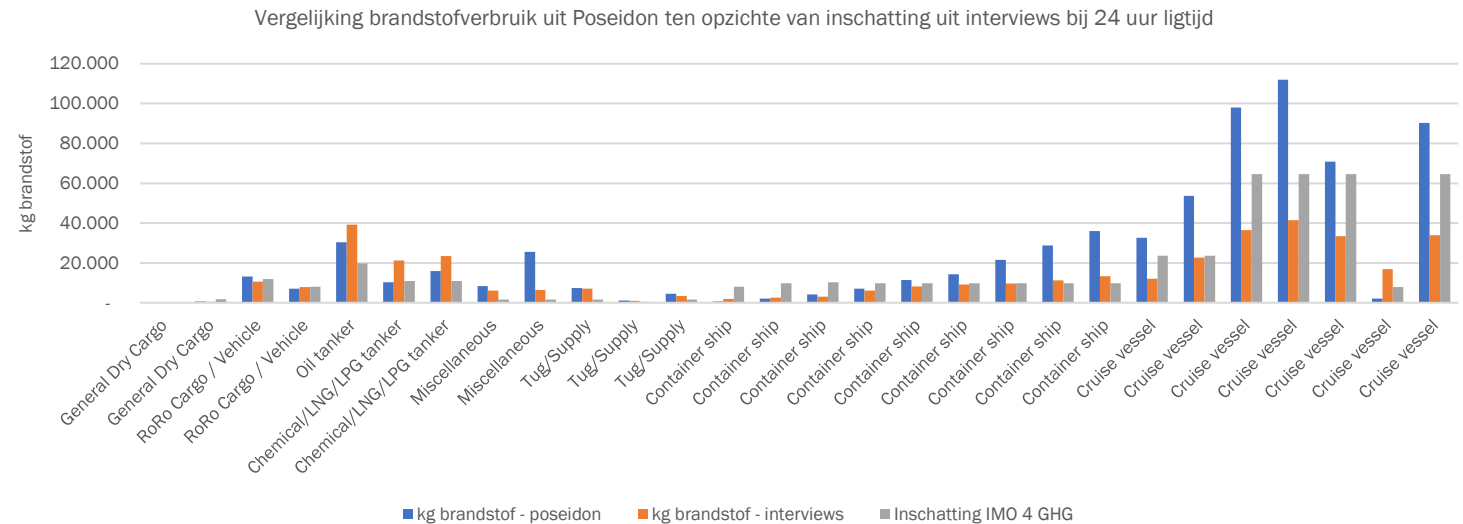
Tabel 6.

Segment	Voornaamste activiteit energieverbruik aan de kade	Energiebron	Onderscheid binnen klassen
Dry cargo/ General cargo	Hotelbedrijf Temperatuur houden brandstof Laad/ losproces - Ballast - Bedienen luiken	Hulpmotor Boiler Hulpmotor Hulp-/ hoofdmotor	
Containers	Hotelload Ballast Reefers Temperatuur houden brandstof	Hulpmotor Hulpmotor Hulp-/ hoofdmotor Boiler	Het energieverbruik van reefers kan sterk verschillen tussen lijndiensten en tussen seizoenen
Chemical/ Product tankers	Laad/ losproces - Verwarmen lading bij lossen - Gebruik pompen bij lossen - Inert Gas System	Boiler	De boiler wordt voornamelijk gebruikt voor het lossen en niet bij het laden van lading
Passenger/ cruise	Hotelfunctie - Airconditioning	Hoofdmotor	
RoRo / RoPax	Laad/ losproces - Aansluiten reefers bij laden - Toenemende vraag hotelbedrijf bij laden	Hulpmotor	Het energieverbruik van reefers kan sterk verschillen tussen lijndiensten
Waterbouw (overig)	hotelbedrijf	Hulpmotor voor de kleinere schepen Hoofdmotor voor grote offshore installatieschepen	

› VERGELIJKING INTERVIEWS MET UITKOMSTEN POSEIDON

- › Uit interviews is data opgehaald van 22 verschillende schepen in 7 verschillende scheepscategorieën. Aanvullend is uit een studie uitgevoerd door DNV voor Port of Rotterdam data verkregen van 9 schepen uit één categorie.
- › De inschatting van het brandstofverbruik vanuit de interviews (en de studie) is vergeleken met de modelberekening volgens Poseidon voor een periode van 24 uur stilliggen. Een zelfde vergelijking is gemaakt met de brandstofberekening uit de IMO 4th GHG studie.
- › De gehouden steekproef voor deze vergelijking is klein, maar geeft wel een gevoel bij hoe deze vergelijking werkt en wat mogelijke uitkomsten zijn. Idealiter zou je een dergelijke vergelijking maken op zo'n groot mogelijke dataset met bij voorkeur meerdere tientallen schepen per categorie.
- › Op de volgende slide staan de bevindingen uit deze vergelijking.

› VERGELIJKING INTERVIEWS MET UITKOMSTEN POSEIDON



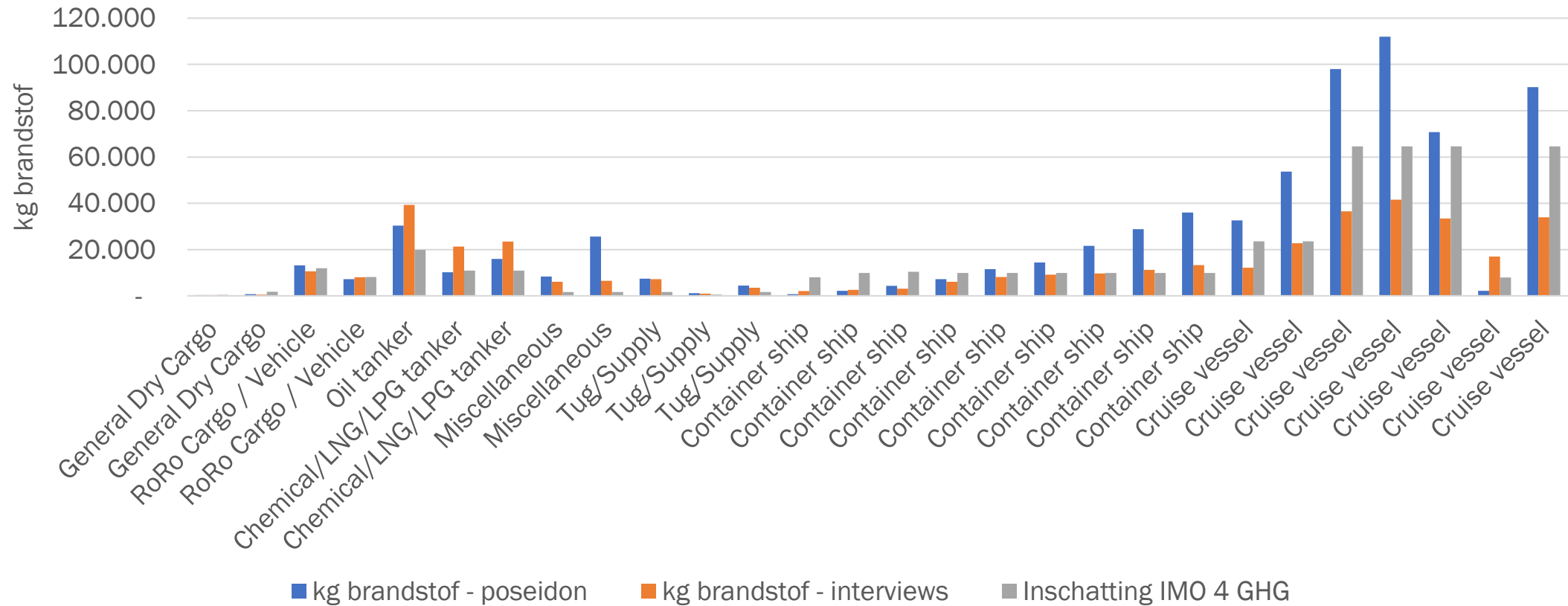
Bevindingen:

- › Poseidon maakt over- en onderschattingen ten opzichte van praktijkdata.
- › Bij tankers lijken relatief grotere onderschattingen te zitten. Deze zit ook in de IMO GHG methode. Vraag is wel of de interview data voor lossende schepen betreft (dit zou niet representatief voor het gemiddelde van de klasse kunnen zijn).
- › Bij containerschepen is er een grote overschatting voor grote schepen door de veronderstelde lineaire groei op GT in Poseidon. IMO GHG schat dit verbruik veel beter in (maar juist niet goed voor kleinere schepen).
- › Beide berekenmethodes overschatten het verbruik voor de grotere cruise schepen. Bij Poseidon is deze afwijking (veel) groter.
- › In de categorie Miscellaneous (specifiek offshore schip) komt een overschatting tot factor 4 voor.

Figuur 13.

VERGELIJKING INTERVIEWS MET UITKOMSTEN POSEIDON

Vergelijking brandstofverbruik uit Poseidon ten opzichte van inschatting uit interviews bij 24 uur ligtijd



Figuur 13.

› CONCLUSIES VERGELIJKING

- › In het huidige model wordt het brandstofverbruik van stilliggende schepen bepaald aan de hand van het scheepstype (11 klassen) en de omvang van het schip (draagvermogen in GT). De brandstoffactoren die hiervoor worden gebruikt zijn gebaseerd op enquêtes uit 2003 en 2012/2013. De sample size waarop de emissiefactoren per scheepstype is soms beperkt en de correlatie tussen scheepsgrootte en brandstofverbruik is laag.
- › Onderzoek naar emissies van stilliggende schepen is beperkt. Er zijn twee alternatieve rekenmethoden gevonden, maar deze zijn niet direct toepasbaar voor de Nederlandse situatie:
 - › Stolz ea (2022) gebruikt data uit MRV (verplichte registratie van de totale CO₂-uitstoot voor het stilliggen in havens in Europa per schip) in combinatie met AIS-data (aantal uren dat schepen stilliggen in Europese havens). De uitkomsten van de studie zijn niet één op één toepasbaar, maar de onderzoeksmethode lijkt zeer goed om toe te passen.
 - › Starcrest heeft een meetprogramma voor energiegebruik van stilliggende schepen uitgevoerd in Amerikaanse havens en hieruit kengetallen opgesteld. Deze worden onder meer gebruikt in de IMO 4th GHG study. De methodiek van de aanpak is echter niet geheel duidelijk en het is de vraag of de Amerikaanse data ook 1-op-1 toepasbaar is in de Europese context.
- › Uit interviews komt naar voren dat er een grote verscheidenheid is in het energieverbruik aan de kade. Verschillen zitten in het verbruik dat nodig is voor het op temperatuur houden van lading (koelen door reebers of verwarmen van olie of chemicaliën), hotelfunctie van het schip (met name ook in het geval van passagiers aan boord) en het bedienen van equipment tijdens de overslag (pompen voor lading of ballast, luiken, kranen).
- › Vergelijking tussen voorbeeldschepen die verkregen zijn uit interviews en het Poseidon model laten afwijkingen zien. In de categorie tankers lijken onderschattingen te zitten (energieverbruik van lading) terwijl de emissies bij grotere containerschepen en passagiersschepen worden overschat (mede door het gebruik van lineaire functies in het model).

› VERWACHTE IMPACT VAN DE GEVONDEN AFWIJKING

- › Er zijn een aantal opwaartse en neerwaartse factoren gevonden die invloed hebben de CO₂-emissies (en naar verwachting een vergelijkbaar effect op de NO_x-emissies).
- › Opwaartse factoren:
 - › Het aantal stilliguren waarop de emissies zijn gebaseerd, zijn hoger volgens de methode die Havenbedrijf Rotterdam gebruikt dan de uren die in de emissieregistratie worden gebruikt. Mogelijk komt dit door de dekking van AIS en de wijze waarop wordt omgegaan met langdurig stilliggende schepen. De afwijking kan tot 30% hogere emissies leiden.
 - › Het energieverbruik voor importerende tankers wordt onderschat. Per schip kan de afwijking 100% hogere emissies betreffen.
- › Neerwaartse factoren:
 - › In het model wordt uitgegaan van lineaire emissiefactoren. Uit de vergelijking met andere bronnen is een grote afwijking te zien bij grotere schepen. De gevonden afwijking is groot (tot 50% lagere emissies). Dit lijkt met name te gelden voor de containerschepen.
 - › Specifiek voor passagiers- en cruiseschepen wordt een tweetal emissiefactoren gebruikt die een zeer grote afwijking laten zien met de cijfers uit de praktijk. Deze kunnen voor een individueel schip tot 60% lager zijn.
 - › Voor schepen die langdurig stil aan de kade liggen worden de emissies waarschijnlijk overschat. HESP geeft aan dat 30% van de emissies van stilliggende schepen komt door schepen die langer dan 72 uur aan dezelfde kade liggen.
- › Over het algemeen laten de cijfers uit de MRV analyse (Stolz 2021) ongeveer 15% lagere emissies voor de Auxilliary engines zien voor stilliggende schepen. Dit kan gezien worden als een eerste indicatie van de tegen elkaar inwerkende effecten.

› REFERENTIES

- › CE Delft e.a. (2020), Fourth IMO GHG Study 2020.
- › DNV (2022), Assessment of the Power Demand of Container Vessels Berthed at Maasvlakte Terminals.
- › EPA (2022), Ports Emissions Inventory Guidance: Methodologies for Estimating Port-Related and Goods Movement Mobile Source Emissions.
- › European Commission (2022), Third Annual Report from the European Commission on CO₂ Emissions from Maritime Transport (period 2018-2020)
- › MARIN & TNO (2021), Sea Shipping Emissions 2019: Netherlands Continental Shelf, 12-Mile Zone and Port Areas.
- › Stolz, B., M. Held, G. Georges, K. Boulouchos (2021), The CO₂ reduction potential of shore-side electricity in Europe.
- › TNO (2013a), International survey of fuel consumption of seagoing vessels at berth.
- › TNO (2013b), Survey of fuel consumption of seagoing tankers at berth in Rotterdam.
- › TNO & Rijkswaterstaat (2003), EMS-protocol Verbrandingsemissies door stilliggende zeeschepen in havens.
- › Transport & Environment (2022), Climate Impacts of Exemptions to EU's Shipping Proposals.