

QuickScan Effecten Verlagen Energiebelasting Elektrisch Varen

Team SPB/EICB
Niels Kreukniet, Daan Siebenheller, Martin Quispel en Khalid Tachi

Maart 2026

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, DGLM

Inhoudsopgave

Begrippenlijst 3
Samenvatting 4
1. Inleiding 9
2. Berekeningen van de TCO voor de binnenvaart 11
2.1 TCO Tool binnen SYNERGETICS 11
2.2 Aanpak in deze opdracht 11
2.3 Specificatie toegepaste belastingtarieven 14
2.4 Resultaten TCO berekeningen 15
2.5 Gevoeligheidsanalyse 34
2.6 Interpretatie van de resultaten 34
2.7 Blik op TCO's van andere duurzame oplossingen 35
3. Kwalitatieve analyse: Waterbouw en Zeevaart 40
3.1 Zeevaart 40
3.2 Waterbouw 40
4. Kwantitatieve effecten elektrisch varen binnenvaart 41
4.1 Beredenering binnenvaart o.b.v. TCO berekeningen 41
4.2 Door de sector verbruikte elektriciteit 2030-2035 48
4.3 De kosten van interventie voor de overheid 51
5. Conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek 56
5.1. Conclusies voor binnenvaart (vracht- en personenvervoer) 56
5.1.1 Effect op het aantal volledig batterij-elektrische schepen in het jaar 2035 56
5.1.2 Effect op hoeveelheid elektrische energie voor voortstuwing van schepen 57
5.1.3 Kosten voor de overheid voor de maatregelen 58
5.2 Conclusie waterbouw 58
5.3 Conclusies zeevaart 59
Bijlage A Kwalitatief onderzoek zeevaart 60
1. Inleiding en onderzoekskader 61
2. Beleids- en regelgevingscontext 61
3. Segmentatie van de zeevaartvloot in Nederlandse havens 64
4. Kwalitatieve TCO-analyse: batterij-elektrisch versus diesel 65
4.4 Effect van de belastingverlaging op de TCO 66
4.5 Gecombineerd effect: EB-verlaging + subsidieregeling 71
5. Conclusies 73
6. Excel model 74
7. Bronnen en referenties 77
Bijlage B TCO Grafieken 78
Bijlage C Uitleg kosten tabel 23 87
Bijlage D Beperkingen onderzoek en aanbevelingen voor vervolgonderzoek 89

Begrippenlijst

Bunkeren: aan boord nemen van een vloeibare brandstof voor de voortstuwing. Elektrisch varende schepen zullen een batterij laden of verwisselen.

Capex: capital expenditure, oftewel investeringskosten in kaptiaal zoals motoren, batterijen e.d.

CCR: Centrale Commissie voor de Rijnvaart.

CCNR: engelstalige afkorting voor de CCR. Vaak gelinkt aan door deze instantie ingestelde uitstootnormen voor motoren in de binnenvaart CCNR1 en CCNR2.

EB: energiebelasting op elektriciteit.

EU-ETS2: European Union Emissions Trading System 2

HVO: hydrotreated vegetable oil, duurzame, synthetische diesel gemaakt van hernieuwbare grondstoffen. Kan direct gebruikt worden in veel dieselmotoren om duurzaam te varen.
IenW: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

kWh: Eenheid van vermogen(energie) gebruik uitgesproken als Kilo Watt Uur.

MWh: Eenheid van vermogen(energie) gebruik uitgesproken als Mega Watt Uur.

NRMM Stage V: “Stage V” is de gangbare aanduiding van de norm voor verbrandingsmotoren, die voldoen aan de non-road mobile machinery (NRMM) Verordening (EU) 2016/1628. Deze is van toepassing op verbrandingsmotoren in nieuwe binnenvaartschepen en voor het vervangen van motoren in bestaande binnenvaartschepen

Opex: operational expenditure, oftewel terugkerende kosten voor de bedrijfsvoering zoals onderhoud en brandstof.

RED-III: Renewable Energy Directive III. RED-III is de derde versie van de Europese richtlijn voor hernieuwbare energie. De herziene richtlijn heeft als doel om de energietransitie te versnellen, zodat Europa minder afhankelijk wordt van het buitenland en de Europese klimaatdoelen dichterbij komen.

SYNERGETICS: door EU programma Horizon Europe gesubsidieerd internationaal onderzoeksproject gericht op het retrofitten van bestaande schepen om emissies te reduceren.

TCO: Total Cost of Ownership, oftewel alle kosten horende bij het eigendom en exploitatie van het betreffende voorstuwingsysteem (energie, onderhoud, productiviteitsverlies, kapitaalkosten, etc.).

Verlaagd Tarief (VT): het eventueel in te voeren verlaagde tarief in de energiebelasting op elektriciteit, bedoeld voor voortstuwing van schepen, waarbij in deze Quick-Scan het belastingtarief fictief verlaagd wordt naar €0,0005 per kWh.

Samenvatting

Achtergrond en inleiding
Het gebruik van fossiele diesel in de scheepvaart is in Nederland vrijgesteld van accijns op grond van internationale verdragen. Scheepseigenaren die elektriciteit gebruiken voor de voortstuwing van hun schepen betalen in Nederland echter wel energiebelasting (hierna EB). Er is dus geen gelijk speelveld tussen fossiele diesel en elektriciteit als energie. Het overschakelen op elektrisch varen wordt echter gezien als een kansrijke manier om bij te dragen aan maatschappelijke doelstellingen. Het gaat dan vooral om het reduceren van emissies om de opwarming van de aarde te beperken, de luchtkwaliteit te verbeteren en stikstof depositie te beperken. Daarnaast leidt elektrisch varen ook tot circa 50% reductie in het energieverbruik en is er minder geluidsoverlast.

Onderzoeksvraag
Gezien deze gunstige effecten voor de maatschappij is het wenselijk dat er meer elektrisch varende schepen in de markt komen. Elektrisch varen is voor de binnenvaartondernemer echter nog veel duurder dan varen op diesel. Daarbij zijn de klanten over het algemeen niet bereid de meerprijs te betalen voor elektrisch varen ten opzichte van het varen met fossiele diesel. Aangezien belasting op elektriciteit de economische haalbaarheid van elektrisch varen negatief beïnvloedt, is het nodig om beter inzicht te krijgen in het effecten van een eventuele verlaging van deze energiebelasting voor de scheepvaart in Nederland. Het gaat om een beleidsoptie om een verlaagd belastingtarief in te voeren. Het eventueel toepassen van een verlaagd tarief zou een positief effect kunnen hebben op het aantal schepen dat overschakelt op (batterij) elektrische aandrijving. Hierbij gaat het om het gebruik van elektriciteit afkomstig van de wal.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft daarom het Expertise- en InnovatieCentrum Binnenvaart de opdracht gegeven een QuickScan uit te voeren om meer inzicht te krijgen in de effecten voor de periode 2030-2035. De centrale onderzoeksvraag is de volgende:

“*Wat is het verwachte effect van een verlaging van de energiebelasting op het aantal extra schepen dat batterij-elektrisch gaat varen en om hoeveelheid geleverde elektriciteit gaat het ten opzichte van de baseline zonder aanpassing van de energiebelasting?* “

Voor de hoogte van het verlaagde tarief is uitgegaan van het minimumtarief voor elektriciteit uit de richtlijn energiebelastingen (€ 0,0005 per kWh). Dit komt overeen met een afname van 99% van het gangbare belastingtarief. Deze verlaging zou neerkomen opeen afname van de energiekosten voor de binnenvaartondernemer van € 0,039 per kWh als er elektrisch gevaren wordt.

Uitvoering van het Quick-Scan onderzoek en de beperkingen
Voor de waterbouw en zeevaart is het effect op kwalitatieve wijze geduid. Voor de vrachtvaart en passagiersvaart in de binnenvaart zijn er wel kwantitatieve effect schattingen gemaakt. Vanwege de beperkte doorlooptijd en budget is alleen voor de binnenvaart een diepgaandere analyse gemaakt voor 4 type binnenschepen. De resultaten zijn vervolgens geëxtrapoleerd op de rest van de vloot. De vergelijking is daarbij alleen gemaakt tussen enerzijds volledig elektrisch varen met batterijen en anderzijds het varen op fossiele diesel. Denkbare tussenoplossingen zoals hybride schepen zijn niet meegenomen vanwege de complexiteit gezien het beperkte budget en de korte doorlooptijd voor deze opdracht. Ook is er geen uitgebreide vergelijking gemaakt met varen op HVO, dat in bepaalde scenario's op termijn goedkoper zou kunnen worden dan fossiele diesel, noch met andere alternatieven zoals methanol of waterstof.

De eventuele verlaging van het energiebelastingtarief is primair bedoeld voor elektriciteit ten behoeve van de voortstuwing van schepen. Er was echter te weinig data beschikbaar om betrouwbaar onderscheid te maken tussen energieverbruik voor voortstuwing en verbruik voor andere doeleinden, zoals overslag en conditionering van lading en elektriciteit voor de hotelfunctie van het schip. Met in het geval van schepen actief in de waterbouw lijkt een aanzienlijk deel van de energie voor andere functies dan voortstuwing te worden gebruikt. Hierbij moet worden opgemerkt dat schepen in de huidige situatie ook accijnsvrije gasolie kunnen inzetten voor dergelijke niet-voortstuwingsfuncties.

Voor de kwantitatieve analyse voor de binnenvaart heeft het EICB een kostenmodel toegepast dat recent is ontwikkeld in Europees project SYNERGETICS. Dit model is ingezet voor het doorrekenen van de ‘Total Cost of Ownership’ voor aandrijving systemen van 4 scheepstypen. Daarbij zijn er, voor

ieder type schip, verschillende varianten doorgerekend ten aanzien van de belastingtarieven op elektriciteit (met of zonder eventueel verlaagd tarief) en eventuele subsidies voor de periode 2030 - 2035. Ook combinaties van maatregelen zijn doorgerekend om de synergie-effecten te duiden. Voor de volledig elektrische schepen zijn twee configuraties toegepast voor de aandrijving systemen: (1) varen met een vaste, aan boord geïnstalleerde batterij waarbij (snel)laden via een walverbinding nodig is, en (2) varen met gecontaineriseerde batterijen die relatief snel verwisseld kunnen worden bij containerterminals, in een 'pay-per-use' model. De berekeningen zijn gemaakt voor het basisscenario (zonder verlaagd tarief en zonder subsidie) en voor 4 varianten: een verlaagd tarief, al dan niet gecombineerd met twee denkbare subsidie regelingen voor de kapitaalinvesteringen voor de overschakeling naar volledig elektrisch varen.

Van de twee doorgerekende elektrische configuraties blijkt de variant met verwisselbare batterijcontainers in een pay-per-use-model (ook wel aangeduid als energy-as-a-service) het meest kansrijk op basis van de kostenberekeningen.

Ter referentie heeft EICB ook een kort overzicht gegeven van de kostenbandbreedte voor andere duurzame alternatieven, zoals HVO (hernieuwbare diesel), groene methanol en waterstof (zie paragraaf 2.7). Met name HVO en methanol lijken voor de periode 2030–2035 een competitief alternatief voor volledig elektrisch varen. Er is echter niet kwantitatief geanalyseerd in hoeverre deze onderlinge concurrentie tussen duurzame alternatieven het aantal schepen dat elektrisch gaat varen beïnvloedt; hiervoor zou aanvullend onderzoek nodig zijn. De kwantitatieve analyse is beperkt tot een directe vergelijking tussen varen op fossiele diesel enerzijds en volledig batterij-elektrisch varen anderzijds. Wel is er in de duiding van de kans dat een schip overstapt op elektrisch varen rekening gehouden met deze alternatieve opties. Dit heeft geleid tot uitkomsten voor een 'laag scenario', 'midden scenario' en 'hoog scenario'.

Er is gewerkt met een kostenbandbreedte per techniek. Wanneer er een kans bestaat dat elektrisch varen een lagere kostprijs heeft dan varen op diesel, zijn er kansberekeningen toegepast om in te schatten hoeveel schepen de overstap naar volledig elektrisch varen maken (laag, midden, hoog). Op basis van het aantal overstappende schepen per scenario en hun energieverbruik is vervolgens de vraag naar elektriciteit afgeleid, inclusief de daarbij behorende afdracht van energiebelasting. Hierbij is rekening gehouden met de efficiëntiewinst bij elektrisch varen.

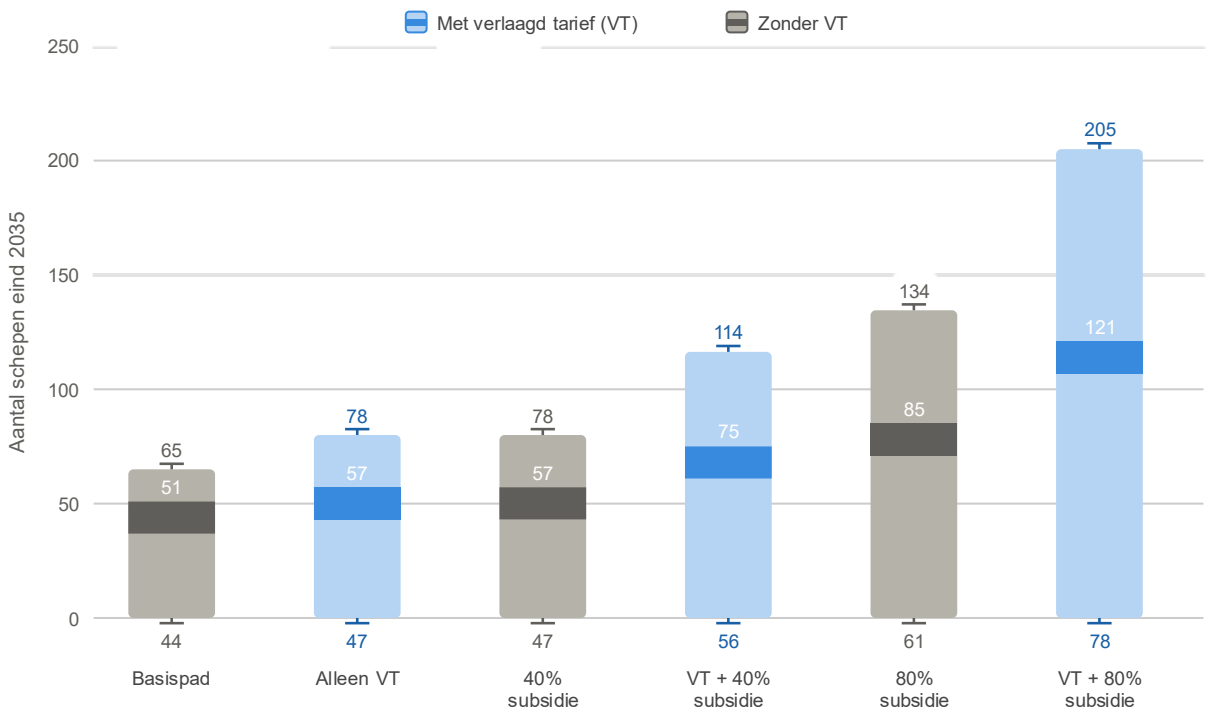
Resultaten van de Quick-Scan

Binnenvaart: aantal extra schepen en extra vraag naar elektriciteit

Het EICB schat in dat eind 2029 reeds circa 30 schepen elektrisch varen, voortkomend uit subsidieregelingen in de periode tot 2030. In het basispad — zonder verlaagd tarief en zonder subsidieregelingen vanaf 2030 — duiden de modeluitkomsten op 44 tot 65 schepen die eind 2035 volledig elektrisch varen. De autonome groei wordt dus ingeschat op 14 tot 35 extra elektrische schepen in de periode 2030–2035, afhankelijk van het scenario (laag - hoog).

Wanneer vervolgens alleen het verlaagde belastingtarief op elektriciteit wordt toegepast in de prognose, dan groeit dit aantal naar een bandbreedte (laag – hoog scenario) van 47 (+3) tot 78 (+13) schepen in 2035. Dit zijn dus 3 tot 13 schepen meer ten opzichte van de autonome groei in het basispad.

Wordt het verlaagde belastingtarief gecombineerd met subsidie op kapitaalinvesteringen, dan is een duidelijk **synergie-effect** zichtbaar. Het aantal elektrische schepen loopt dan op naar een bandbreedte van 56 (+12) en 114 (+39) schepen in geval van een 40% subsidie op de kapitaalinvestering met een maximum van € 750.000 per schip. Bij een ruimere subsidie van 80% zonder absolute maximum per schip stijgt dit verder naar 78 (+34) en 205 (+140) volledig elektrisch varende schepen in het jaar 2035.



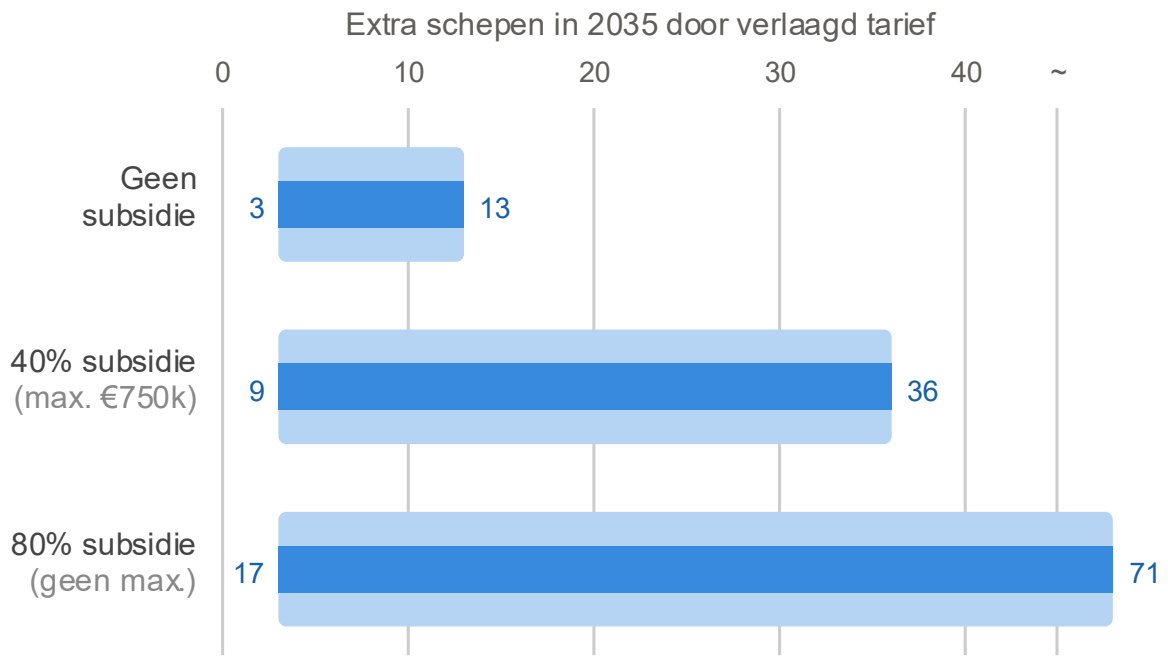
Figuur 1: *Geschat aantal volledig batterij-elektrische schepen eind 2035 per beleidsscenario. De lichte balk toont de bandbreedte tussen het lage en hoge scenario. De donkere balk binnen elke staaf geeft het midden scenario weer. Blauwe staven betreffen scenario's mét verlaagd tarief (VT) op de energiebelasting; grijze staven scenario's zonder VT. De getallen boven en onder elke staaf geven respectievelijk het hoge en lage scenario weer.*

Het extra effect van het verlaagde belastingtarief kan als volgt worden geïsoleerd per subsidieniveau:

- 3 tot 13 schepen extra in 2035 bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 9 tot 36 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met daarbij een maximum van € 750.000 subsidie per schip
- 17 tot 71 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 80% op de kapitaalinvesteringen

Samengevat geeft de volgende tabel en figuur de kernresultaten weer:

Situatie	**Subsidie op kapitaalinvesteringen**	**Extra schepen in 2035 bij verlaagd tarief**
Zonder subsidie	Geen	3 tot 13
Met subsidie	40% en max. € 750.000 per schip	9 tot 36
Met subsidie	80%	17 tot 71



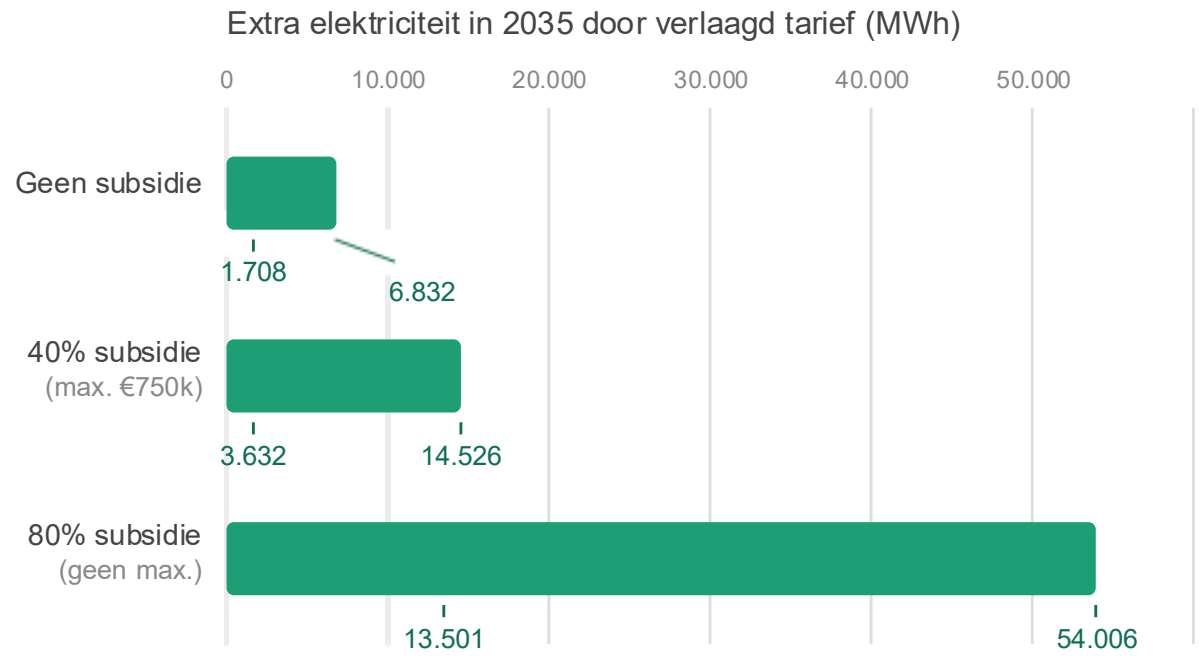
Figuur 2: *Extra aantal schepen in 2035 uitsluitend toe te schrijven aan het verlaagde belastingtarief, per subsidieniveau.*

De conclusie is dat het verlaagde belastingtarief op zichzelf al leidt tot meer elektrische schepen, maar dat het effect nadrukkelijk groter wordt in combinatie met subsidie. Er is een duidelijke synergie tussen beide maatregelen: het gecombineerde effect is steeds aanzienlijk groter dan de som van de afzonderlijke effecten.

De uitleg waarom deze synergie plaatsvindt is als volgt: door het combineren van maatregelen ontstaat er een grotere reductie in de Total Cost of Ownership van elektrisch varende schepen. De subsidie op de kapitaalinvesteringen in per definitie begrensd en daarmee ook de impact. Het verlagen van de energiebelasting (EB) vormt een toevoeging voor een deel van de schepen waar dit het verschil maakt om onder de kostprijs van varen op diesel te duiken. Juist voor schepen die relatief veel energie gebruiken weegt de VT-maatregel op de EB zwaar door in de totale TCO.
Met alleen CAPEX-subsidie of alleen EB-verlaging wordt het kantelpunt in de periode 2030–2035 voor een deel van de schepen niet bereikt, terwijl dit in combinatie juist wel het geval is (synergie) doordat de totale TCO voor elektrisch varen dan effectief wordt verlaagd.

De vraag naar elektriciteit neemt logischerwijs ook toe naarmate meer schepen elektrisch gaan varen. De extra elektriciteitsvraag in het jaar 2035 als gevolg van het verlaagde belastingtarief is als volgt:

- 1708 tot 6832 MWh extra bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 3632 tot 14526 MWh extra bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met een maximum van 750.000 euro per schip
- 13501 tot 54006 MWh extra bij een situatie met een subsidie van 80% op kapitaalinvesteringen



Figuur 3: *Extra elektriciteitsvraag in 2035 (MWh) toe te schrijven aan het verlaagde belastingtarief, per subsidieniveau*

Ook hier is het synergie-effect duidelijk zichtbaar: de extra elektriciteitsvraag bij de combinatie van verlaagd tarief en 80%-subsidie is een veelvoud van het effect bij alleen een verlaagd tarief.

Alle uitkomsten uit deze verkenning wijzen in dezelfde richting: invoering van een verlaagd belastingtarief van €0,0005 per kWh leidt tot een aantal extra batterij-elektrische schepen in de periode 2030–2035. **Het effect wordt aanzienlijk versterkt wanneer het verlaagde tarief wordt gecombineerd met subsidie op kapitaalinvesteringen. Deze synergie waarbij het gecombineerde effect steeds groter is dan de som van de afzonderlijke maatregelen vormt een van de belangrijkste bevindingen van deze QuickScan.**

Effecten in de waterbouwsector

De waterbouwsector kenmerkt zich door een klant gedreven beweging richting duurzamer werken en varen. De meerkosten voor elektrische operatie worden veelal gedragen door de opdrachtgever. De kwalitatieve verkenning, onder meer op basis van gesprekken met marktpartijen, duidt erop dat invoering van een verlaagd belastingtarief geen extra elektrische schepen en ook geen extra vraag naar elektriciteit zal opleveren. Hierbij wordt opgemerkt dat in de waterbouw relatief veel energie wordt gebruikt voor het aandrijven van werktuigen in plaats van voor de voortstuwing van schepen. Voor deze sector zou met name een kwantitatieve kostenvergelijking met andere duurzame alternatieven relevant zijn, zoals HVO, methanol en waterstof.

Effecten in de zeevaart

Ook voor de zeevaart is een kwalitatieve verkenning uitgevoerd (zie Bijlage A). Hieruit blijkt dat een verlaagd belastingtarief op elektriciteit voor de meeste zeescheepstypen onvoldoende gewicht in de schaal legt om elektrisch varen concurrerend te maken met fossiele brandstof. Offshore Support Vessels vormen hierop een uitzondering: voor dit segment schepen zijn er in de periode 2030–2035 scenario's denkbaar waarin een verlaagd tarief elektrisch varen kostencompetitief maakt, wat tot extra elektrische schepen kan leiden. Eventuele subsidies op de elektrificatie van zeeschepen zouden daarbij een aanvullend en synergetisch effect hebben.

1. Inleiding

Varen met behulp van een elektrische aandrijving is al langere tijd technisch mogelijk. Het laatste decennium zijn in de Nederlandse scheepvaartsector verdere stappen gezet op weg naar operationele inpassing van elektrisch varen, zowel met vaste batterijen als met verwisselbare batterijcontainers. Inmiddels varen in de Nederlandse binnenwateren meerdere elektrische schepen: een aantal veren, rondvaartboten en sinds enkele jaren ook de eerste vrachtschepen die volledig elektrisch varen op verwisselbare batterijen.

Om de energietransitie in de scheepvaart te ondersteunen heeft de Rijksoverheid de afgelopen jaren meerdere subsidieregelingen opengesteld waarmee scheepseigenaren financiële steun krijgen bij de benodigde investeringen om duurzamer te gaan varen. Dat is nodig, want er is in de komende jaren nog een onrendabele top. Het is daarbij — gezien de lange technische en economische levensduur van binnenvaartschepen — onwenselijk als investeringen zouden worden uitgesteld of dat verkeerde investeringen worden gedaan ('stranded assets').

De binnenvaart is van oudsher gewend dat brandstof voor de voortstuwing is vrijgesteld van accijns. Scheepseigenaren die elektriciteit gebruiken voor de voortstuwing betalen echter wel energiebelasting (EB)[1]. Er is dus sprake van een ongelijk speelveld. Het kabinet streeft naar een fiscaal stelsel waarin vervuiling wordt belast en duurzame alternatieven niet fiscaal worden benadeeld. Nederland heeft binnen de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) reeds uitgesproken de accijnsvrijstelling op diesel op termijn gezamenlijk met andere lidstaten te willen afschaffen. Omdat die afschaffing niet op korte termijn wordt verwacht, verkennen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het ministerie van Financiën intussen welke mogelijkheden er zijn voor een aanpassing van de energiebelasting ten behoeve van elektrisch aangedreven schepen.

Het kabinet zet zich in voor een fiscaal systeem dat vervuilende activiteiten belast en duurzame alternatieven niet nadelig behandelt. Nederland heeft binnen de Centrale Commissie voor de Rijnvaart (CCR) aangegeven zich te willen inzetten voor het gezamenlijk afschaffen van de accijnsvrijstelling op diesel met andere lidstaten. Aangezien deze afschaffing op korte termijn niet wordt voorzien, onderzoeken het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en het ministerie van Financiën welke relevante vragen en overwegingen spelen bij een eventuele aanpassing van de energiebelasting voor elektrisch aangedreven schepen. Hierbij wordt onder andere gekeken naar uitvoeringstechnische aspecten en Europese regelgeving. De Kamer zal over de resultaten van deze Quick-Scan worden geïnformeerd.

Een aanpassing van de energiebelasting voor elektrisch varen is waarschijnlijk pas vanaf 2030 mogelijk. Daarom richt het onderzoek zich op de periode 2030-2035.

Om het effect van de energiebelasting op de transitie naar elektrisch varen beter te begrijpen, is het EICB verzocht een analyse uit te voeren van het verwachte resultaat van een verlaging van de energiebelasting. Daarbij wordt onderzocht hoeveel extra schepen batterij-elektrisch zouden kunnen gaan varen en welke hoeveelheid elektriciteit geleverd zou worden in vergelijking met een situatie zonder deze aanpassing. Het volledig afschaffen van de energiebelasting op elektriciteit die gebruikt wordt voor de voortstuwing van schepen wordt als weinig haalbaar beschouwd vanwege de bepalingen van de Energy Taxation Directive (ETD). Het doorvoeren van een verlaagd tarief op het minimum-tariefniveau van de ETD (van €0,0005 per kWh[2].) is kansrijker en wordt hier verder als de te onderzoeken maatregel doorgerekend.

Het onderzoek richt zich op het analyseren van de impact van een mogelijke tariefverlaging op het aantal elektrische schepen. Het Ministerie wenst een onderbouwde schatting te ontvangen van het extra aantal elektrisch aangedreven schepen dat naar verwachting in bedrijf zal worden genomen,

[1] Huidige tarieven van de energiebelasting op elektriciteit, die ook voor schepen gelden, zijn te zien op https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/energiebelasting/energiebelasting

[2] Gesprekken met stakeholders uit het vrachtvervoer (binnenvaart) wijzen op een huidig gemiddeld tarief per kWh van €0,04.

evenals het bijbehorende energieverbruik als gevolg van de invoering van een verlaagd tarief. Deze verkenning betreft de periode 2030-2035.

Het EICB voert een onderzoek uit dat in het eerste kwartaal van 2026 klaar moet zijn. Door de korte tijd is gekozen voor een QuickScan om snel een eerste inschatting van de effecten te maken met een vereenvoudigde aanpak.

Voor deze opdracht wordt de scheepvaart onderverdeeld in drie categorieën: commerciële binnenvaart (voor vracht- en passagiersvervoer), de Nederlandse waterbouwsector, en zeegaande Nederlandse schepen of zeevaart. Pleziervaart valt buiten de scope.

Het EICB heeft voor de binnenvaart de zogenaamde "Total Costs of Ownership" berekend voor verschillende aandrijfsystemen. Hierbij werd gekeken naar het verschil tussen het gebruik van fossiele diesel als brandstof en twee volledig elektrische alternatieven. De elektrische opties zijn:

- Schepen met een vaste batterij aan boord die via walstroom opgeladen moet worden.
- Schepen die werken met gemakkelijk verwisselbare (gecontaineriseerde) batterijen, bijvoorbeeld bij containerterminals.

Als referentie is de Total Cost of Ownership (TCO) van duurzame alternatieven zoals HVO (hernieuwbare diesel), groene methanol en waterstof opgenomen. Vanwege beperkte tijd en budget is echter geen diepgaande analyse gemaakt van de concurrentieverhoudingen tussen batterij-elektrisch varen en andere duurzame opties als HVO, methanol en waterstof. De focus ligt op het vergelijken van de TCO van diesel met elektrische alternatieven, waarbij verschillende kostenniveaus zijn meegenomen. Deze TCO-berekeningen zijn voor de periode 2030-2035 opgesteld en worden weergegeven in grafieken.

Eerst is uitgegaan van een basispad, wat staat voor een scenario zonder verlaging van de energiebelasting (EB) en zonder subsidies. Daarna zijn de effecten doorgerekend van een lager EB-tarief. De verschillende subsidieregelingen zijn afzonderlijk geanalyseerd, evenals hun gecombineerde impact met een mogelijke verlaging van de EB. Vervolgens zijn de resultaten vergeleken, waardoor het effect van een lagere EB zichtbaar werd in situaties met én zonder subsidies. In deze analyse zijn twee soorten subsidieregelingen meegenomen.

Elektrisch varen wordt aantrekkelijker wanneer de totale eigendomskosten (TCO) ervan die van diesel kunnen evenaren of overtreffen. Dit betekent dat ondernemers in een bepaald jaar mogelijk goedkoper uit zijn met elektrische voortstuwing dan met diesel, zodra het zogeheten break-evenpunt bereikt is. Alleen wanneer dit punt zichtbaar wordt, worden schattingen gemaakt van hoeveel schepen van diesel naar volledig elektrisch zullen overstappen. Op basis van deze aantallen wordt vervolgens berekend hoeveel extra elektriciteit nodig zal zijn voor deze nieuw elektrische schepen.

Daarnaast onderzoekt het rapport ook wat de kosten voor de overheid zijn als ze maatregelen nemen zoals belastingverlaging op elektriciteit of subsidie op de eerste investeringen om schepen geschikt te maken voor batterij-elektrische aandrijving.

Voor waterbouw en zeeschepen heeft het EICB geen data om berekeningen te maken. Daarom zijn deze sectoren kwalitatief behandeld via gesprekken met experts, stakeholders en bestaande kennis. De effectbeschrijving richt zich op hoeveel schepen elektrisch kunnen varen als gevolg van belastingverlaging op elektriciteit.

De onderzoeksmethode en resultaten worden in de volgende hoofdstukken besproken, gevolgd door conclusies in het laatste hoofdstuk. Vanwege het beperkte budget en tijd is de betrouwbaarheid van het onderzoek beperkt. EICB adviseert daarom een uitgebreider vervolgonderzoek en meer kwantitatieve analyses om de informatietekorten te verminderen en de betrouwbaarheid te vergroten.

2. Berekeningen van de TCO voor de binnenvaart

Voor de binnenvaart (vrachtvervoer en personenvervoer) beschikt EICB over voldoende kwantitatieve informatie om de concurrentiepositie van volledig elektrisch varen ten opzichte van fossiele diesel door te rekenen voor verschillende scheepstypen en beleidssituaties in de periode 2030–2035. De berekeningen zijn grotendeels gebaseerd op het Total Cost of Ownership (TCO) model dat EICB samen met partners heeft ontwikkeld in het Europese project SYNERGETICS (zie paragraaf 2.1). Dit is aangevuld met onderzoek voor deze opdracht op het gebied van subsidies en energiebelasting (zie paragrafen 2.2 en 2.3).

2.1 TCO Tool binnen SYNERGETICS

Om de effecten van het verlaagde tarief in kaart te brengen is inzicht nodig in de totale kosten voor de scheepseigenaar. Hiervoor heeft EICB een TCO-tool (Total Cost of Ownership) ontwikkeld in samenwerking met partners binnen het Europese Horizon Europe-project SYNERGETICS. De tool berekent de totale kosten van het voortstuwingssysteem van een schip over een standaard afschrijvingsperiode van 20 jaar.

De kengetallen voor energiegebruik en kosten in de tool zijn het resultaat van meerdere jaren onderzoekswerk, bestaande uit interviews met marktpartijen, workshops, resultaten uit eerdere Europese projecten en uitgebreid deskresearch. Een belangrijke bron voor de energieprijsscenario's is de World Energy Outlook 2024 van de International Energy Agency (IEA) [3]. De tool en de achterliggende data (kostendata, vaarprofielen, scheepstypen) zijn meermaals gedeeld met partijen uit het werkveld in Nederland, de buurlanden en overige EU-lidstaten. Alle aannames en rekenmethoden zijn op basis van deze feedback gevalideerd. Er is met bandbreedtes gewerkt om inzicht te geven in de onzekerheden ten aanzien van de kostenfactoren.
De tool is openbaar beschikbaar via de website van SYNERGETICS: synergetics-project.eu/dstool.

Gebruikers kunnen voor verschillende scheepstypen de kosten en emissies van verduurzamingsopties laten doorrekenen en vergelijken met een dieselreferentie. De tool biedt per energiedrager bandbreedtes tussen een hoog en een laag prijspeil. Voor een gedetailleerde beschrijving van de opbouw, aannames en rekenmethoden wordt verwezen naar SYNERGETICS-deliverables[4] D4.5 en D5.1.

2.2 Aanpak in deze opdracht

Voor deze opdracht is de SYNERGETICS-tool op een aantal punten aangepast en is een selectie gemaakt. Hieronder worden de aanpassingen beknopt uiteengezet.

Energiebelasting als variabele

De tool is aangepast om het effect van een verlaging van de energiebelasting op elektriciteit apart te kunnen analyseren. Hiervoor is de elektriciteitsprijs inclusief energiebelasting als basisprijs gehanteerd. Vervolgens is berekend welk bedrag in mindering wordt gebracht wanneer de energiebelasting wordt verlaagd tot het minimumtarief. Er is gerekend met een basistarief van €0,0397 per kWh en een verlaagd tarief van €0,0005 per kWh — een daling van 99%. De elektriciteitsprijzen in het basispad-scenario zijn dus verlaagd met het verschil van €0,0392 per kWh om de variant met een verlaagd tarief te simuleren. De onderbouwing van het basistarief is opgenomen in paragraaf 2.3.

[3] https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024 (Op moment dat hiervan gebruik werd gemaakt was de versie van 2025 nog niet beschikbaar.)
[4] Te vinden via de downloadtab op www.synergetics-project.eu of direct via https://www.synergetics-project.eu/wp-content/uploads/2026/01/SYNERGETICS_D5.1_Decision-Support-Tool-for-Vessel-Owners_FINAL.pdf De huidige versies D4.5 en D5.1 zijn in afwachting van goedkeuring door de Europese subsidieverstrekker.

Keuze prijsscenario

De tool hanteert drie brandstofprijsscenario's op basis van de World Energy Outlook 2024 van de IEA: het Stated Policies Scenario (STEPS), het Announced Pledges Scenario (APS) en het Net Zero Emissions Scenario (NZE). Gezien de omvang en tijdlijn van deze opdracht is gekozen voor één scenario: STEPS.

STEPS is gebaseerd op vastgelegd beleid en weegt bestaande CO_2-beprijzing mee, waaronder maatregelen als RED III en ETS2 die direct relevant zijn voor de Nederlandse binnenvaartsector. De overige scenario's gaan uit van ambitieuzere aannames: APS veronderstelt dat alle nationale klimaatdoelen worden gehaald, NZE gaat uit van een beperking van de mondiale opwarming tot 1,5°C in 2050, met navenant zwaardere CO_2-beprijzing en lagere prijzen voor hernieuwbare energie. Aangezien de periode 2030–2035 zich in de nabije toekomst bevindt en gelet op de huidige stand van het internationale klimaatbeleid, is STEPS het meest realistische scenario voor deze opdracht.

Uit de beschikbare scheepstypen in de tool gebaseerd op de CCR studies[5] is een selectie gemaakt van vier typen die representatief zijn voor het overgrote deel van de Nederlandse vloot. Het doorrekenen van alle beschikbare scheepstypen was binnen de doorlooptijd van deze opdracht niet haalbaar. De vier doorgerekende scheepstypen zijn:

- *Motor vessels liquid cargo (L ≥ 110 m) (Motorvrachtschepen voor vloeibare lading (L ≥ 110 m)): een schip van 110 m of langer, bestemd voor het vervoer van goederen in vaste tanks en gebouwd om zelfstandig onder eigen voortstuwing te kunnen varen.*

- *Motor vessels dry cargo (80 m ≤ L < 110 m) (Motorvrachtschepen voor droge lading (80 m ≤ L < 110 m)): een schip tussen de 80 m of 110 m, bestemd voor het vervoer van droge goederen en containers en gebouwd om zelfstandig onder eigen voortstuwing te kunnen varen.*

- *Motor vessels (L < 80 m) (Motorvrachtschepen (L < 80 m)): een motorvrachtschip kleiner dan 80 m en langer dan 19 m, bestemd voor het vervoeren van alle soorten goederen en gebouwd om zelfstandig onder eigen voortstuwing te kunnen varen.*

- *Day trip and small cabin vessels (Dagtocht- en kleine hutschepen): een passagiersschip voor dagtochten evenals een passagiersschip met passagiershutten voor overnachting, maar korter dan 86 m."*

Subsidiescenario's

De tool kan subsidies meenemen als percentage op de investeringskosten voor de gekozen verduurzamingsoptie[6]. Voor de periode 2030–2035 is nog niet duidelijk of er subsidieregelingen beschikbaar zullen zijn en hoe die er precies uitzien. Op het moment van schrijven is de Tijdelijke Subsidieregeling Elektrificatie Binnenvaartschepen 2023–2027 (TSEB)[7] beschikbaar, met een maximaal subsidiepercentage van 40–60% tot een maximum van €750.000 per schip. Daarnaast werkt het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan een bredere subsidieregeling voor scheepseigenaren die naar verwachting eind 2026 van start gaat.

[5] Specifiek Edition 2, RQ C, P14. Link: https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/Deliverable_RQ_C_Edition2.pdf

[6] Investeringssubsidie (capex subsidie) komt regelmatig voor, subsidie op operationele kosten (opex, denk aan brandstofkosten, onderhoud e.d.) zag EICB in de praktijk nog nooit voor de Nederlandse binnenvaart. OPEX subsidie is soms mogelijk via EU fondsen zoals Horizon Europe of het Innovation Fund, die zijn echter moeilijk bereikbaar voor ondernemers en vallen voor een groot deel buiten de invloedsfeer van opdrachtgever. Zij zijn hierom buiten beschouwing gelaten.

[7] https://www.eicb.nl/subsidieregeling-elektrificatie-binnenvaartschepen/

Gelet op de onzekere toekomst is gekozen voor twee model-subsidieregelingen die worden meegenomen in de TCO berekening.

1. 40% subsidie op investeringskosten tot een maximaal subsidiebedrag van €750.000 per schip;
2. 80% subsidie op investeringskosten zonder een maximaal subsidiebedrag per schip.

Het eerste scenario is relatief behoudend en in lijn met eerdere regelingen zoals de TSEB en de Subsidieregeling Verduurzaming Binnenvaartschepen[8], zij het met een flink hoger maximumbedrag per schip een stap die al relevant is gebleken bij de uitvoering van de TSEB.
Het tweede scenario is bewust ruim opgezet om de effecten van een aanzienlijk hogere investeringssubsidie te verkennen. Door beide scenario's zowel met als zonder verlaagd belastingtarief door te rekenen, ontstaat inzicht in de afzonderlijke effecten van subsidie en belastingverlaging én in het synergie-effect van de combinatie.

Tabel 1 geeft een overzicht van de invoerwaarden in de TCO-tool voor het scheepstype motorschip droge lading (80–110 m). Voor zowel de dieselbrandstofprijs als de elektriciteitsprijs is het STEPS-prijsscenario aangehouden. Het verlaagde belastingtarief van €0,0005 per kWh is als beleidsvariant ontvangen van de opdrachtgever. Het basistarief voor de energiebelasting berust op aannames die in paragraaf 2.3 worden toegelicht.

Als referentie dient een dieselmotor. De tool onderscheidt vier motortypen: ongereguleerd (geïnstalleerd vóór 2003), CCR1 (2003–2007), CCR2 (2008–2021) en Stage V (vanaf 2021/2022). Voor bestaande schepen gaat het basispad uit van een revisie van de huidige motor; bij nieuwbouw en motorvervanging is een Stage V-motor de wettelijke norm. De elektrische alternatieven worden steeds vergeleken met het relevante basispad. Voor dit scheepstype betekent dit dat bestaande schepen worden vergeleken op basis van een CCR1-motor (het aannemelijke gemiddelde binnen deze groep), terwijl nieuwbouw wordt vergeleken op basis van een Stage V-motor.

Voor het scheepstype motorschip droge lading (80–110 m) is gerekend met een gemiddeld verbruik van 135 ton fossiele diesel per jaar. Na overgaan op elektrisch varen komt dit overeen met een verbruik van circa 720 MWh elektriciteit per jaar. Bij het huidige belastingtarief zou dit voor dit schip een jaarlijks belastingbedrag betekenen van circa € 28.502.

De autonomie geeft aan hoeveel dagen een schip zelfstandig kan opereren voordat het opnieuw energie aan boord moet nemen. EICB heeft voor alle scheepstypen een autonomie van één dag gehanteerd. Dit sluit aan bij de huidige praktijk van elektrisch varen (het ZES-concept met wisselbare batterijcontainers en snelladen aan de wal) en bij de verwachting dat er in de periode 2030–2035 een beginnend netwerk van laad- en wissellocaties beschikbaar is.

Een hogere autonomie-eis leidt tot hogere kosten voor de elektrische alternatieven, doordat meer batterijcapaciteit aan boord nodig is. De benodigde autonomie kan daarmee een beperkende factor zijn voor elektrisch varen.

Dit is een relevant verschil met diesel, dat dankzij de hoge energiedichtheid een autonomie van meerdere weken oplevert voor de binnenvaartondernemer. Daardoor is er ook de mogelijkheid voor de ondernemer om diesel te bunkeren op de locatie waar de diesel tegen de laagste kosten kan worden verkregen.

[8] Hier was 40-60 procent subsidie beschikbaar voor aanschaf van een Stage V motor tot een maximum van €400.000. Later zijn aan dit basisbeginsel aanpassingen gedaan. Regeling is afgelopen. Link: https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/srvb

Tabel 1 *Data behorende bij het scheepstype MS 80-110 meter*

Invoerwaarden Motorschip droge lading 80 m < L < 110 m

Parameter	Waarde
Brandstofprijs diesel [€/kg]	STEPS-prijzen
Brandstofprijs elektriciteit [€/kWh]	STEPS-prijzen
Huidig belastingtarief [€/kWh]	0,0396801
Nieuw belastingtarief [€/kWh]	0,0005
Referentiemotor	CCR1 en Stage V
Brandstofverbruik [ton/jaar]	135
Autonomie [dagen]	1
Vermogen [kW]	750
Afschrijftermijn [jaren]	20
Rentepercentage [%]	6
Jaarlijkse omzet [€]	366.000
Jaarlijkse winst [€]	14.000
Jaarlijkse kapitaalkosten [€]	62.000
Personeelskosten [€]	170.000
Verzekeringskosten [€]	30.000
Max gewicht [ton]	2.000
Max capaciteit [%]	60

TCO = Downtime + Bunkertime + Payload + OPEX + CAPEX + Maintenance

De overige parameters (zie Tabel 1) zijn overgenomen uit achterliggend onderzoek en gangbaar voor het betreffende scheepstype. De maximale capaciteit (60%) geeft aan welk deel van de tijd het schip de laadcapaciteit volledig benut — schepen varen regelmatig leeg of deels geladen. Dit is relevant omdat bij elektrisch varen met verwisselbare batterijcontainers een deel van de laadruimte moet worden opgeofferd, wat de inkomsten beïnvloedt.

2.3 Specificatie toegepaste belastingtarieven

De energiebelasting op elektriciteit kent een degressieve staffel: het tarief per kWh daalt naarmate de jaarlijkse afname stijgt. De belastingplichtige afnemer is hierbij niet de individuele schipper, maar de partij die het laad- of wisselpunt exploiteert. Fiscaal zijn er diverse mogelijkheden om tot een tariefstelling te komen, afhankelijk van de contractuele en organisatorische inrichting. Dit fiscale landschap is in dit onderzoek grotendeels buiten beschouwing gelaten. Om toch inzicht te geven in de gevoeligheid van de resultaten voor het gehanteerde belastingtarief is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (zie paragraaf 2.5).

Tabel 2 *Tarieven 2030-2035 energiebelasting op elektriciteit in euro per kWh (Bron: Ministerie van Financiën)*

Schijven energiebelasting elektriciteit op basis van de afzet per jaar	Tarief 2030- 2035 (euro per kWh), prijspeil 2026, niet geïndexeerd
0 - 2.900 kWh	0,07731
2.900-10.000 kWh	0,07731
10.000 - 50.000 kWh	0,07348
50.000 - 10.000.000 kWh	0,03920
>= 10.000.000 kWh particulier	0,00367
>= 10.000.000 kWh zakelijk	0,00298

Voor de TCO-berekening is een basistarief voor de energiebelasting per kWh bepaald aan de hand van een voorbeeldlocatie die representatief is voor laad- en wissellocaties in de periode 2030–2035. EICB verwacht dat elektrisch varen zich in deze periode nog in een opstartfase bevindt. Enerzijds zullen er te weinig elektrische schepen varen om zeer grootschalige locaties (>10 miljoen kWh/jaar) rendabel te maken. Anderzijds zijn zeer kleine locaties (<50.000 kWh/jaar) niet levensvatbaar vanwege de hoge vaste kosten voor de aanleg van laad- of wisselinfrastructuur — bij 50.000 kWh/jaar en een laadcapaciteit van 1 MWh zou de bezettingsgraad slechts 0,6% bedragen. Stakeholders met ervaring in elektrisch varen bevestigen deze inschatting. De verwachting is daarom dat het overgrote deel van de locaties in de periode 2030–2035 tussen 50.000 en 10 miljoen kWh per jaar zal leveren.

De voorbeeldlocatie is als volgt gedefinieerd: vijf middelgrote schepen die gemiddeld om de dag twee batterijcontainers van 2 MWh wisselen, resulterend in een gemiddelde dagvraag van 10.000 kWh ofwel 3,65 miljoen kWh per jaar. Deze omvang is ook bereikbaar met een groter aantal kleinere schepen — bijvoorbeeld een tiental rondvaartboten dat dagelijks laadt. De opslagcapaciteit per batterijcontainer kan in de loop van de periode 2030–2035 toenemen (bijvoorbeeld naar 5 MWh), wat tot een hogere afzet per locatie zou kunnen leiden. Omdat die ontwikkeling onzeker is, wordt voor de berekening uitgegaan van 3,65 miljoen kWh per jaar.

$$Gemiddelde\ afname\ voorbeeldlocatie: \frac{5\ middelgrote\ schepen}{2\ dagen} * 4\ MW = 10.000\ kWh\ per\ dag$$

De jaarlijkse energiebelasting voor de voorbeeldlocatie (3,65 miljoen kWh) is als volgt berekend over de staffels:

- eerste 10.000 kWh × €0,07731;
- volgende 40.000 kWh × €0,07348;
- resterende 3,60 miljoen kWh × €0,03920.

Dit resulteert in een totaalbedrag van €144.832 per jaar, ofwel een gewogen gemiddeld tarief van €0,0397 per kWh. Dit gemiddelde tarief is gehanteerd als basistarief in alle TCO-berekeningen.

$$Belastingtarief\ per\ kWh: \frac{(10.000 * €\ 0,07731) + (40.000 * €0,07348) + (3,6\ MLN * €0,03920)}{3,65\ MLN} = €\ 0,0396801.$$

In het basisscenario betalen alle afnemers op de voorbeeldlocatie het gewogen gemiddelde tarief van €0,0396801 per kWh. Dit is een conservatieve aanname: doordat al het elektriciteitsverbruik op de locatie gezamenlijk door de staffels loopt, resulteert het laagst mogelijke gemiddelde tarief. Zou per eindgebruiker afzonderlijk worden afgerekend, dan ligt het gemiddelde tarief hoger — en daarmee ook het effect van een eventuele verlaging. Omgekeerd kan het tarief lager uitvallen wanneer een locatie deels gebruikmaakt van lokaal opgewekte elektriciteit (bijvoorbeeld zonne-energie), waarover geen energiebelasting verschuldigd is.

De gevoeligheidsanalyse in paragraaf 2.5 toont aan dat variatie in de locatieomvang (van 1 tot 10 miljoen kWh/jaar) slechts marginale verschillen oplevert in de TCO-uitkomsten (0,2–0,8%). Het gehanteerde basistarief wordt daarmee als robuust beschouwd.

2.4 Resultaten TCO berekeningen

De TCO's zijn berekend voor drie aandrijfopties: fossiele diesel, elektrisch met vaste batterijen en elektrisch met verwisselbare batterijcontainers. Voor een vergelijking met overige duurzame alternatieven (HVO, methanol, waterstof) wordt verwezen naar paragraaf 2.7.

Rekenmethode

De SYNERGETICS-tool berekent de TCO over een afschrijvingsperiode van 20 jaar. Hierin zijn alle relevante kosten voor het voortstuwingssysteem opgenomen, inclusief inkomstenderving als gevolg van bunkertijd, ombouwtijd en verlies van laadruimte door energieopslag aan boord. Standaard presenteert de tool de TCO als gemiddelde dagkosten over de volledige 20-jaarsperiode. Voor deze opdracht is daar echter van afgeweken: omdat juist het omslagpunt tussen diesel en elektrisch

relevant is, is de TCO per jaar apart berekend voor de jaren 2030 tot en met 2035, op basis van de energieprijzen in die jaren. De kapitaalkosten zijn wel over de volledige afschrijfperiode berekend en teruggerekend naar gemiddelde dagkosten. Er is geen inflatie-indexatie of discontovoet toegepast. Deze jaarbenadering[9] is nodig omdat de dieselprijs in het STEPS-scenario start op een relatief laag niveau maar sterk oploopt door toenemende CO_2-beprijzing. Een 20-jaarsgemiddelde kan daardoor verhullen dat diesel in de eerste jaren nog goedkoper is dan elektrisch varen, terwijl het omslagpunt later in de periode valt.

Bandbreedtes

Per techniek is gerekend met een hoog en een laag prijspeil, waartussen een bandbreedte wordt getoond. Deze bandbreedtes weerspiegelen de onzekerheden in toekomstige kostenfactoren en de variatie tussen scheepsconfiguraties binnen hetzelfde scheepstype. Elke grafiek toont dus drie bandbreedtes (diesel, elektrisch vast, elektrisch verwisselbaar) die over de jaren 2030–2035 naar elkaar toe kunnen bewegen, elkaar kunnen overlappen of kruisen.

Doorgerekende scenario's

De TCO's zijn voor elk scheepstype doorgerekend in zes beleidssituaties:

1. Basispad (geen VT, geen subsidie);
2. Verlaagd tarief (VT), geen subsidie;
3. 40%-subsidie op capex (max. €750.000), geen VT;
4. VT + 40%-subsidie op capex (max. €750.000);
5. 80%-subsidie op capex (zonder maximum), geen VT;
6. VT + 80%-subsidie op capex (zonder maximum).

Voor scheepstypen waar zowel motorrevisie (bestaande schepen) als een nieuwe Stage V-motor (nieuwbouw/vervanging) relevant is, zijn alle zes situaties voor beide dieselreferenties doorgerekend resulterend in maximaal twaalf grafieken per scheepstype. Aanvullend is per scheepstype een overzichtsgrafiek opgesteld die alle snijpunten samenvat.

Interpretatie van snijpunten

De grafieken tonen per techniek een bandbreedte tussen het lage en hoge prijspeil. Wanneer de bandbreedte van een elektrische optie die van diesel begint te kruisen, ontstaat een snijpunt: het moment waarop elektrisch varen voor het eerst kostencompetitief kán zijn met diesel. Per elektrische optie (vast en verwisselbaar) zijn er vier mogelijke snijpunten met diesel (laag × laag, laag × hoog, hoog × laag, hoog × hoog), dus acht in totaal. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4

Situatie	Min vast	Max vast	Min verwissel	Max verwissel
Min diesel	-	-	-	-
max diesel	-	-	-	-

Figuur 4 *Snijpunttabel van een situatie, ter verduidelijking. Waar nu streepjes staan, kunnen jaartallen worden genoteerd als het betreffende snijpunt optreedt.*

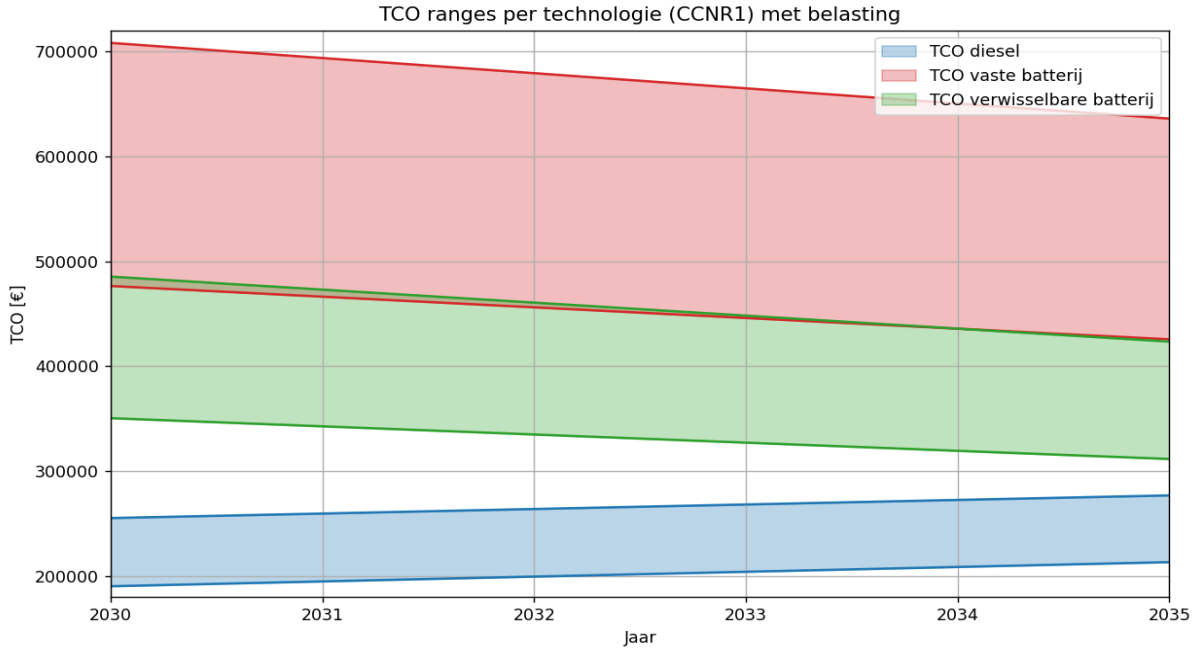
Hieronder worden de resultaten per scheepstype gepresenteerd. Voor het eerste scheepstype (motorschip 80–110 m) zijn alle grafieken opgenomen; voor de overige scheepstypen is met het oog op de leesbaarheid alleen de overzichtsgrafiek getoond. De volledige grafieken per beleidssituatie zijn opgenomen in Bijlage B. In alle grafieken geeft de horizontale as de jaren 2030–2035 weer (tevens het startjaar van de investering) en de verticale as de berekende TCO per jaar in euro's.

[9] Word dit niet gedaan, dan wegen alle operationele kosten (o.a. brandstofkosten) over ieder jaar in de twintigjarige afschrijvingsperiode mee. Dit terwijl de scheepseigenaar op het beslismoment geen inzicht in toekomstige prijspeilen heeft, zeker niet in prijspeilen die meer dan 5 jaar in de toekomst liggen. Met de huidige aanpak is dicht bij de realiteit gebleven en overweegt de scheepseigenaar op het beslismoment de informatie die hij of zij op dat moment kan overzien.

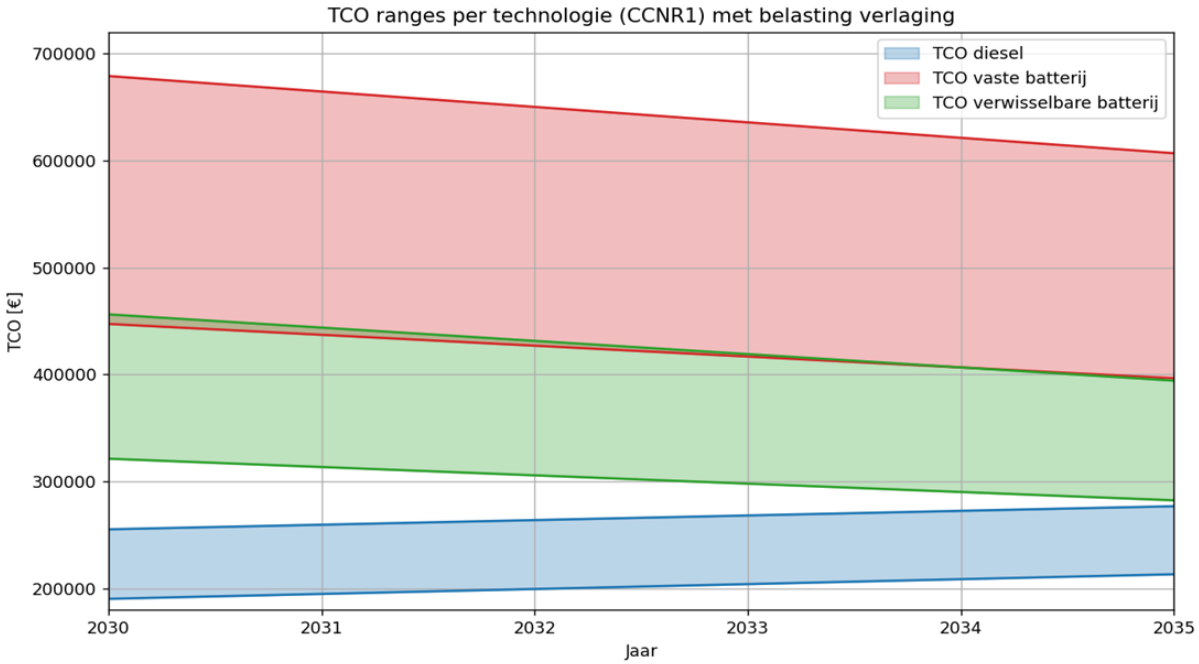
2.4.1 Motorschip 80 – 110 meter

Dit veelvoorkomende scheepstype vervoert droge bulk, containers en stukgoed. Een deel vaart in vaste lijndiensten, maar de meerderheid opereert met wisselende klanten. Omdat deze schepen vrijwel continu in bedrijf zijn, is het verlies van omzet door extra bunkertijd meegerekend in de TCO. Zie Tabel 1 voor de ingevoerde parameters.

Omdat een aanzienlijk deel van deze groep nog vaart met relatief oude dieselmotoren, is de dieselreferentie tweemaal doorgerekend: op basis van revisie van een bestaande CCR1-motor (representatief voor bestaande schepen) en op basis van een nieuwe Stage V-motor (relevant voor nieuwbouw en motorvervanging). Hieronder worden eerst de grafieken voor de CCR1-casus gepresenteerd, gevolgd door de Stage V-casus.

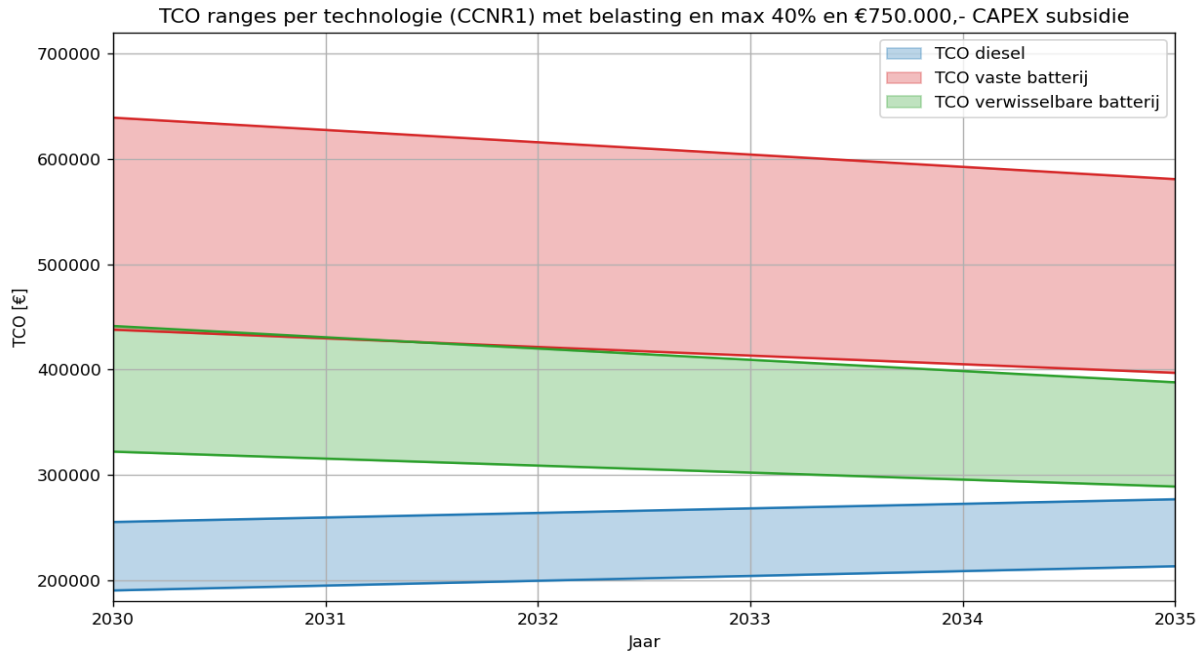


Figuur 5 *MS 80-110m Geen VT, CCR1*

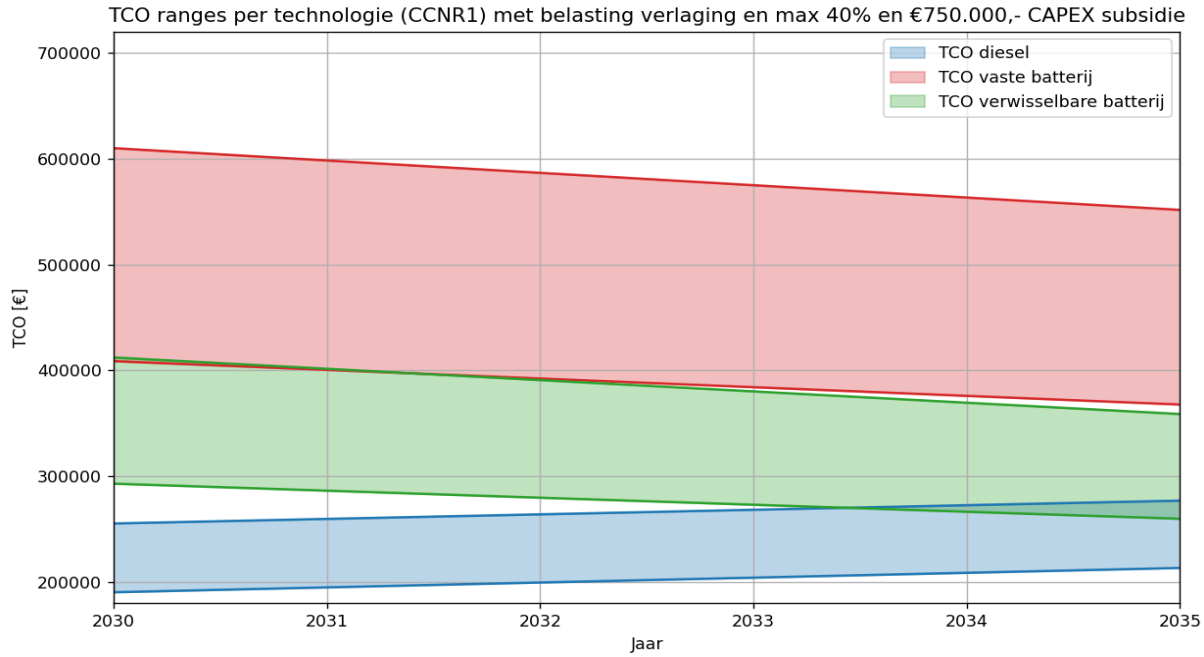


Figuur 6 *MS 80-110m VT, CCR1*

Het vergelijken van Figuur 2 (zonder VT) en Figuur 3 (met VT) toont dat de elektrische TCO's licht dalen door het verlaagde tarief, in de orde van enkele tienduizenden euro's per jaar. Het eerste snijpunt — verwisselbaar-laag-prijspeil met diesel-hoog-prijspeil — wordt net niet bereikt binnen de doorgerekende periode, maar zal naar verwachting kort na 2035 optreden. Dit betekent dat er voor het eerst situaties kúnnen ontstaan waarin varen op een verwisselbare batterij goedkoper is dan diesel, zij het alleen in de meest gunstige prijscombinatie (diesel op zijn duurst, elektrisch op zijn goedkoopst). De waardering van snijpunten in termen van overstappende schepen wordt uitgewerkt in paragraaf 4.1.3.



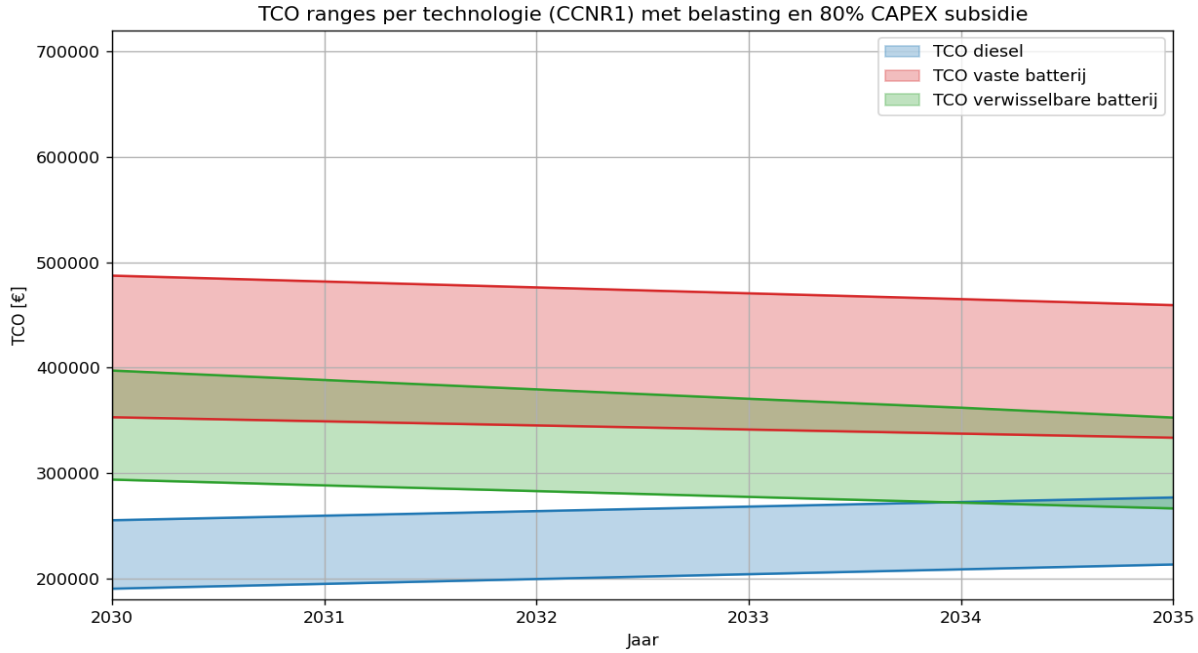
Figuur 7 *MS 80-110m Geen VT & 40% subsidie, CCR1*



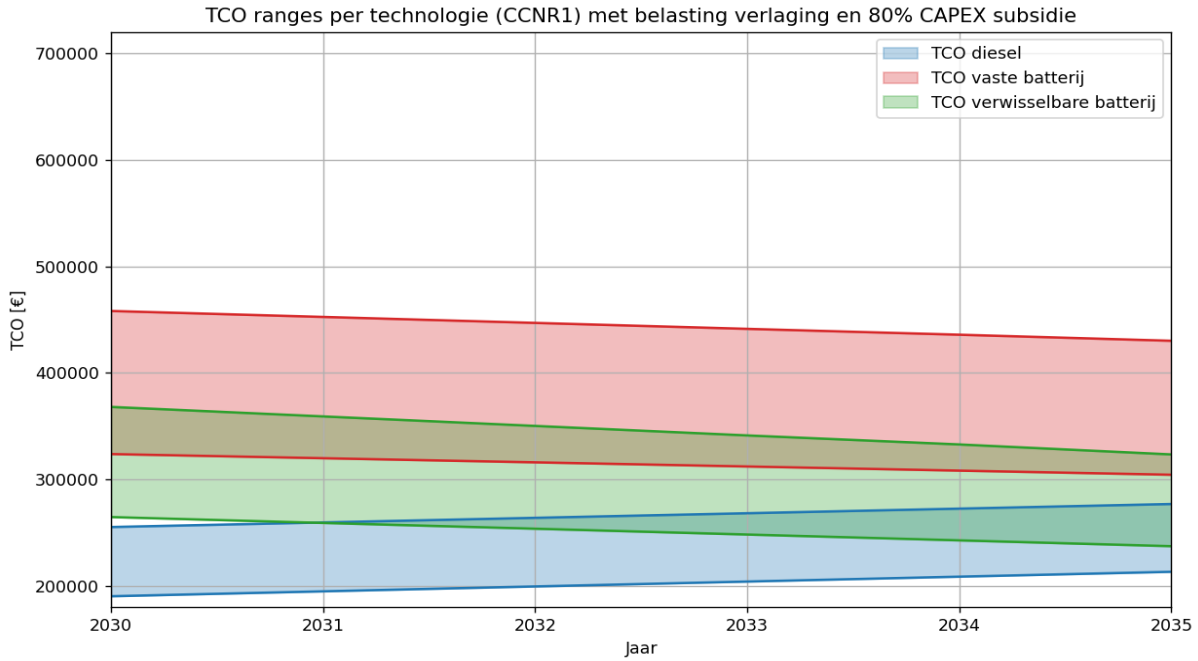
Figuur 8 *MS 80-110m VT & 40% subsidie, CCR1*

Bovenstaande figuren tonen het effect van een 40%-subsidie (max. €750.000) op de capex, met en zonder verlaagd tarief. De subsidie versmalt de prijsbandbreedte en drukt de elektrische TCO's omlaag, maar levert zonder VT nog geen snijpunt op. Mét verlaagd tarief treedt halverwege 2033 voor het eerst een snijpunt op: verwisselbaar-laag-prijspeil kruist diesel-hoog-prijspeil. Vanaf dat moment kán varen op een verwisselbare batterij over de volledige afschrijfperiode goedkoper zijn dan

diesel — al geldt dit alleen in de meest gunstige prijscombinatie en is het voor de individuele scheepseigenaar dus nog geen zekerheid. Het is wel de eerste keer dat deze mogelijkheid zich voordoet.

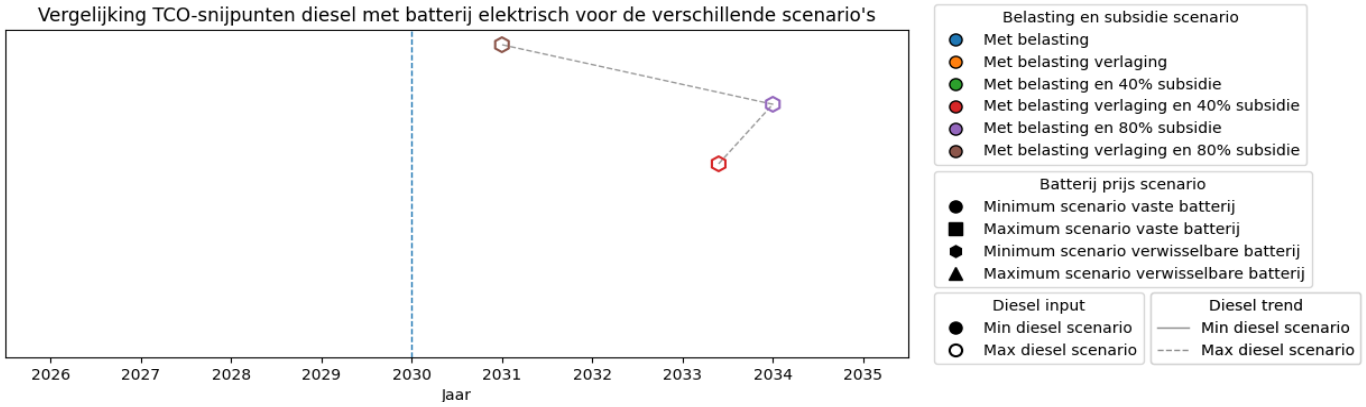


Figuur 9 *MS 80-110m Geen VT & 80% subsidie, CCR1*



Figuur 10 *MS 80-110m VT & 80% subsidie, CCR1*

Bovenstaande figuren tonen het effect van een 80%-subsidie (zonder maximum) op de capex. Deze ruimere regeling leidt tot een significante versmalling van de kostenbandbreedte en een duidelijke TCO-daling voor de elektrische opties. Zonder VT treedt laat in 2033 het bekende snijpunt op (verwisselbaar-laag-prijspeil met diesel-hoog-prijspeil). Mét verlaagd tarief verschuift dit snijpunt circa drie jaar naar voren — een aanzienlijke versnelling. Het blijft echter bij dit ene snijpunt; de eerder geplaatste kanttekeningen over de gunstigste prijscombinatie gelden onverminderd.



Figuur 11 *MS 80-110m, CCR1, overzichtsgrafiek*

Om het verloop van snijpunten tussen de verschillende prijs scenario's die uit de TCO grafieken zijn gekomen inzichtelijker te maken zijn in figuur 8 de snijpunten per jaar en per scenario geplot[10]. Om dit verloop goed te interpreteren wordt hieronder eenmalig in detail beschreven hoe dit type grafiek stap voor stap gelezen moet worden met het droge lading motorschip van 80 – 110 meter als voorbeeld.

In de TCO grafieken voor een droge lading motorschip van 80 – 110 meter (figuur 2 t/m 7) zijn drie snijpunten waar te nemen. Dit is terug te zien in figuur 8 aangezien hier ook drie notaties in de overzichtsgrafiek te zien zijn. Elke notatie in de grafiek staat dus voor een snijpunt die is waar te nemen in de TCO grafieken van het bijbehorende scheepstype. Vervolgens is de grafiek opgebouwd in horizontale lagen van onder naar boven, die overeenkomen met de situaties van belasting en subsidie (zes in totaal, zie legenda grafiek). Er is ook onderscheid gemaakt tussen de TCO scenario's door elk scenario kenmerken met een eigen kleurcode. De verticale as heeft dus geen waarde maar wordt alleen gebruikt ter verduidelijking om onderscheid te maken tussen de verschillende TCO scenario's.

Elke notatie (wat dus een snijpunt is) die in de grafiek is geplot heeft naast een kleur ook een vorm (zie legenda grafiek: rond, vierkant, hexagoon en driehoek). De vorm van de notatie geeft aan welk type snijpunt het is voor elektrisch varen (bijvoorbeeld vaste batterij prijspeil-hoog, verwisselbare batterij prijspeil-laag, ect.). Het laatste stukje informatie dat de notaties geven in figuur 8 zit in het verschil tussen open en gevulde notatie. Gevulde notaties betekenen dat het snijpunt heeft plaatsgevonden met het diesel-laag-prijspeil en een lege notaties is een snijpunt met diesel-hoog-prijspeil). De horizontale plaatsing in de overzichtsgrafiek duidt op het jaartal wanneer de snijpunten optreden. De lijn tussen de notaties laat het verloop per type snijpunt zien ter verduidelijking.

De grafiek is dus een samenvatting van de informatie over de snijpunten in de TCO grafieken per scheepstype en bevat de volgende informatie: de hoeveelheid snijpunten die zijn waargenomen per scheepstype, welk type snijpunten er zijn waargenomen, met welk dieselprijs scenario deze snijpunten hebben plaatst gevonden, in welk jaar het snijpunt plaatsvind en wat het verloop van het snijpunt is over de verschillende scenario's. Door het volgen van de lijn die de snijpunten verbindt kan je van onder naar boven uitlezen wat het verloop per snijpunt is tussen de verschillende prijs scenario's

In het geval van figuur 8 is er per situatie steeds maar één snijpunt opgetreden: dat van verwisselbaar-laag-prijspeil met diesel-hoog-prijspeil. Kijken in de legenda leert dat dit een open (niet-ingekleurde) hexagoon moet zijn. Afhankelijk van in welke situatie het snijpunt voorkomt heeft deze open hexagoon een kleur en is hij van boven naar beneden geplot. Hier treden de kleuren rood, paars en bruin op in de drie bovenste vlakken van de overzichtsgrafiek. Dit snijpunt is, zoals reeds bekend, dus alleen voorgekomen in de situaties verlaagd tarief (VT) + 40% subsidie, geen VT + 80% subsidie en VT + 80% subsidie. De bijbehorende conclusies zijn al getrokken bij de figuren 3-8, maar

[10] Omdat de tool uitkomsten ook vóór 2030 kan laten zien worden die hier getoond. Dit kan hoogstens gezien worden als interessant, maar niet per sé relevant- omdat het niet volgens de verwachtingen is dat vóór 2030 een verlaagd tarief van de energiebelasting kan worden ingevoerd.

in het algemeen is duidelijk dat een verlaagd tarief op zijn minst enig effect heeft op de TCO van elektrisch varen, wel treden snijpunten pas op wanneer subsidies worden ingezet.

Tabel 3 en 4 geven voor batterij elektrisch varen met een vaste en verwisselbare batterij weer wat de jaarlijkse belasting kosten zijn voor een droge lading motorschip van 80 – 110 meter met een CCR1 motor en hoeveel procent dit is ten opzichte van de totale TCO behorend bij dat jaar voor de drie verschillende doorgerekende prijs scenario's. Zoals deze tabellen weergeven is relatief gezien is de belasting kosten voor verwisselbare batterijen een groter deel van de TCO dan voor vaste batterijen wat komt omdat de TCO voor verwisselbare batterijen wat lager liggen terwijl de belasting gelijk is aan die van vaste batterijen. Ook wordt naarmate meer CAPEX subsidie gegeven wordt de belasting kosten bijdrage relatief gezien hoger voor zowel vaste batterijen als verwisselbare batterijen.

Voor dit scheepstype ligt de belasting kosten bijdrage in het basis pad op €29552,- per jaar wat neerkomt op tussen de 3,6% en 4,0% voor vaste batterijen en tussen de 5,0% en 5,7% van de TCO. Dit geeft dus aan de belasting kosten een merkbare bijdrage levert binnen de TCO en het verlagen van dit bedrag geeft dus zoals in de bovenstaande grafieken ook al naar boven kwam een positief effect op de business case van de schipper voor het batterij elektrisch varen.

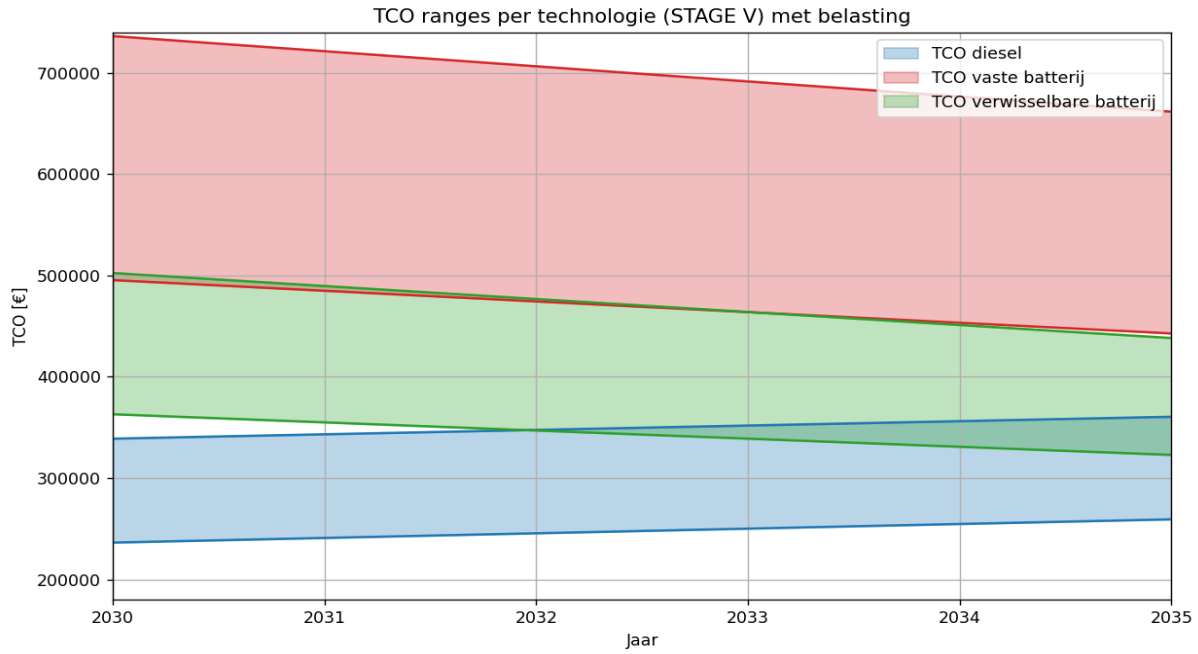
Tabel 3: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een vaste batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario' s per jaar.*

Batterij elektrisch met vaste batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	29552	3,6	3,9	4,9
2031	29552	3,6	4,0	5,0
2032	29552	3,7	4,0	5,1
2033	29552	3,8	4,1	5,1
2034	29552	3,9	4,2	5,2
2035	29552	4,0	4,3	5,2

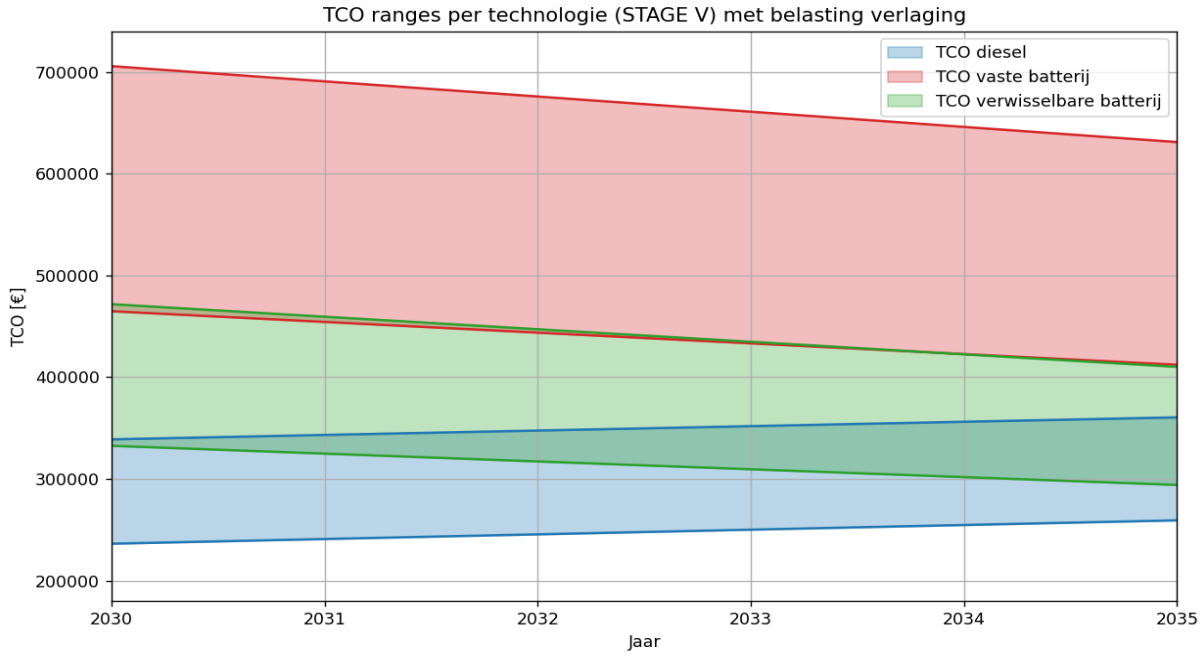
Tabel 4: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een verwisselbare batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met verwisselbare batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	29552	5,0	5,5	6,0
2031	29552	5,1	5,6	6,1
2032	29552	5,3	5,7	6,3
2033	29552	5,4	5,9	6,4
2034	29552	5,5	6,0	6,5
2035	29552	5,7	6,2	6,7

Hieronder volgen dezelfde grafieken plus overzichtsgrafiek voor dat deel van dit scheepstype dat moet kiezen tussen een nieuw aan te schaffen Stage V dieselmotor of een andere techniek.

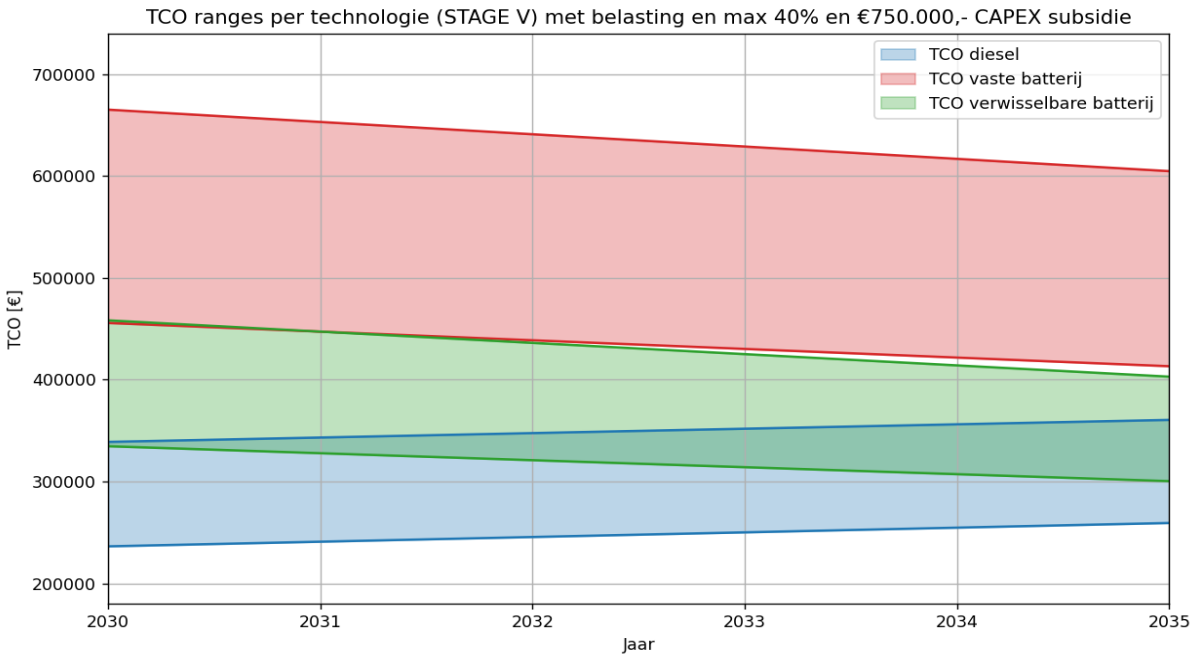


Figuur 12 *MS 80-110m, geen VT, Stage V*

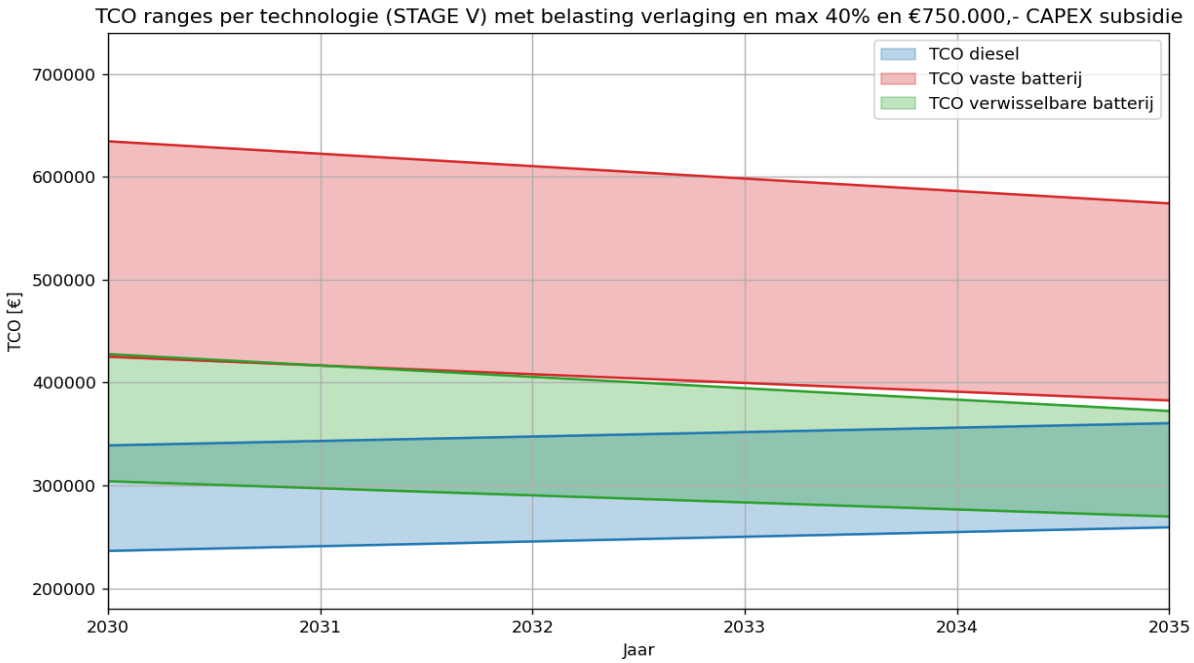


Figuur 13 *MS 80-110m, VT, Stage V*

In de twee bovenstaande grafieken wordt meteen duidelijk dat de TCO van diesel naar boven is verschoven. Dit is komt doordat de aanschaf van een nieuwe Stage V motor duurder is dan het reviseren van de bestaande motor. Het levert hier direct het bekende snijpunt diesel-hoog-prijspeil met verwisselbaar-laag-prijspeil op. Zonder fictief verlaagd tarief in 2032, met fictief verlaagd tarief al voor 2030. In dat laatste geval kan aan het toenemende overlappen van de diesel en verwisselbare bandbreedten ook worden afgelezen dat het steeds waarschijnlijker wordt naarmate de tijd vordert dat varen op een verwisselbare batterij kan wedijveren met varen op diesel.

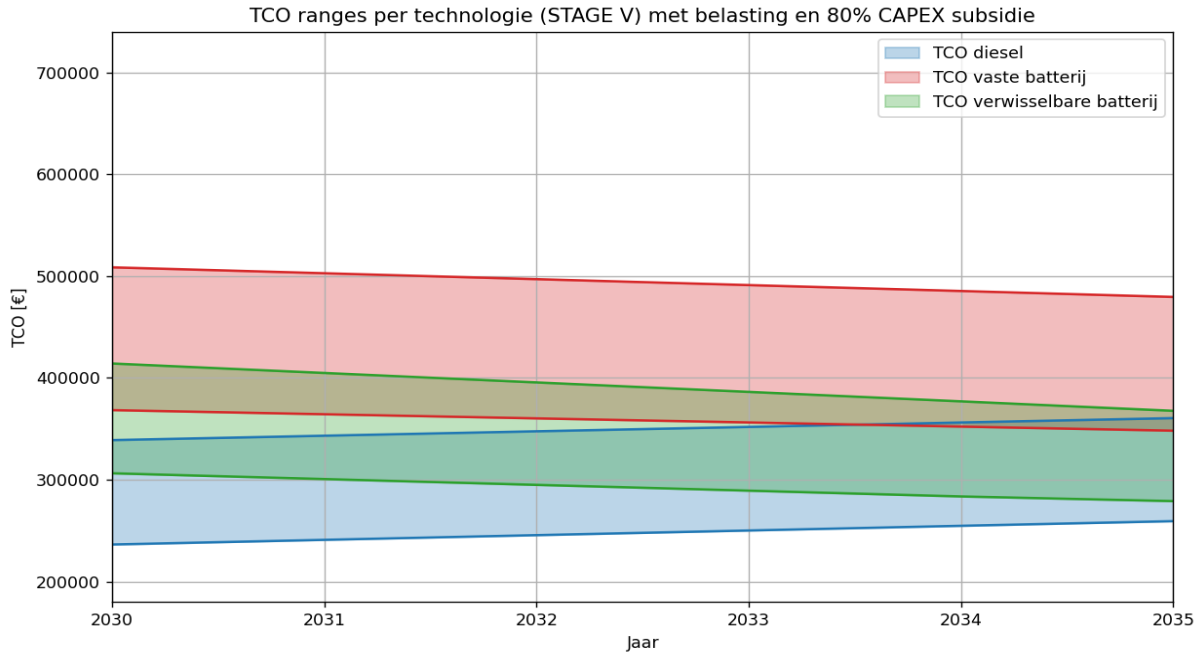


Figuur 14 MS 80-110m, geen VT & 40% subsidie, Stage V

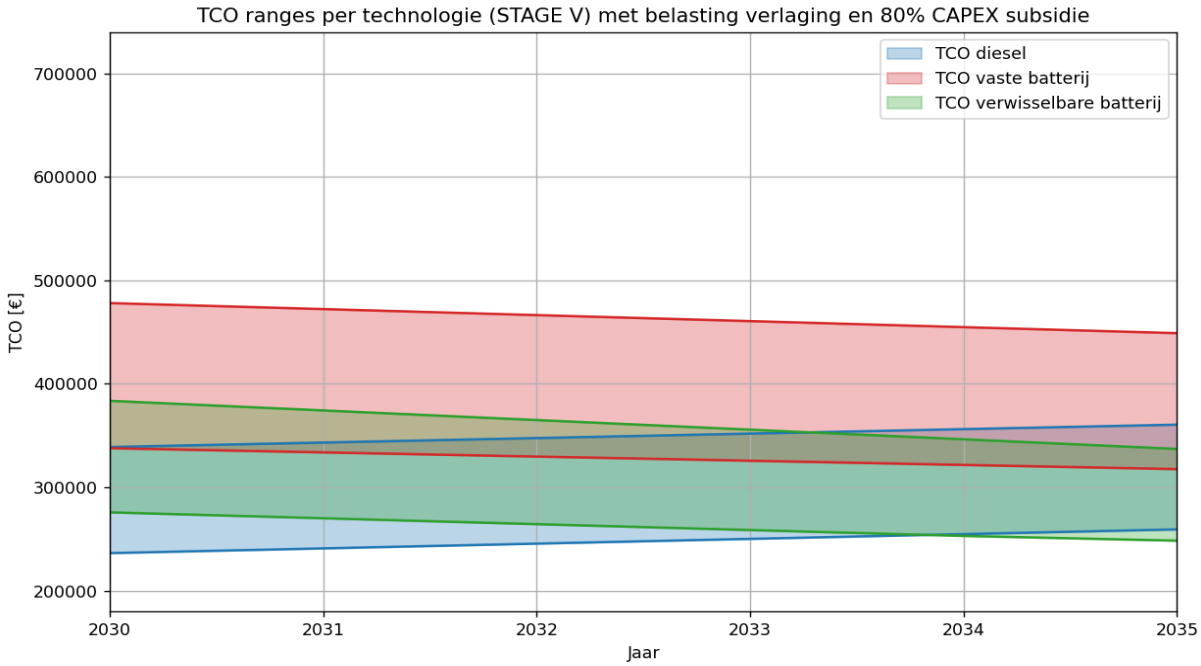


Figuur 15 MS 80-110m, VT & 40% subsidie, Stage V

De situatie bij een subsidie van 40% op de capex van elektrisch varen tot een maximum van €750.000 is soortgelijk aan figuur 11 met daarin het verlaagd belastingtarief scenario, maar dan met een smallere prijs bandbreedte voor de elektrische oplossingen. Zowel met als zonder fictief verlaagd tarief treedt bij deze subsidieregeling het diesel-hoog-prijspeil en verwisselbaar-laag-prijspeil al voor 2030 op. Het eventueel invoeren van een verlaagd tarief levert bijna het begin van een volledige doorkruising van die beide bandbreedten op en zou daarmee een duidelijk waarneembaar positief effect hebben.

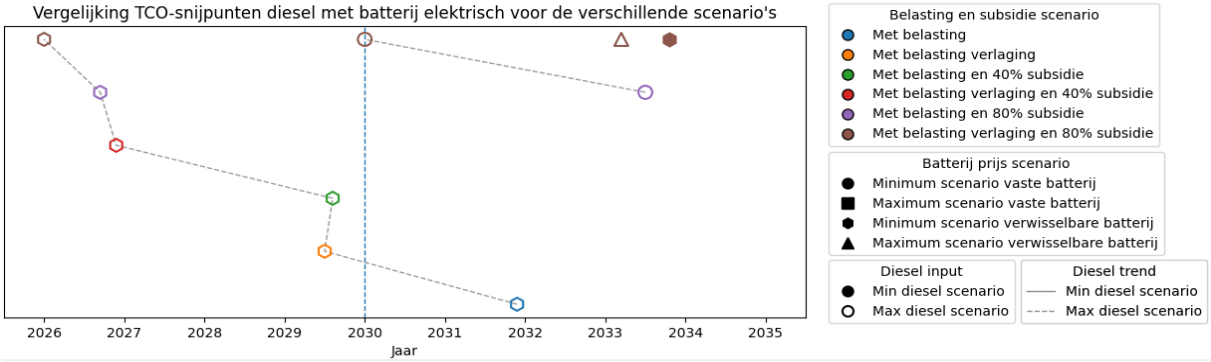


Figuur 16 MS 80-110m, geen VT & 80% subsidie, Stage V



Figuur 17 *MS 80-110m, VT & 80% subsidie, Stage V*

De situatie met de subsidie van 80% op de capex zonder maximumbedrag levert een duidelijke verbetering op in de concurrentiepositie van volledig batterij-elektrisch varen. Zonder fictief verlaagd tarief is al voor 2030 het bekend diesel-hoog-prijspeil en verwisselbaar-laag-prijspeil snijpunt te zien, maar nu voegt zich daar in 2033 ook het snijpunt diesel-hoog-prijspeil en vast-laag-prijspeil bij. Mét het fictief verlaagde belastingtarief treden diezelfde snijpunten in of voor 2030 op, maar ontstaan er nog een flink aantal extra snijpunten. Diesel-hoog-prijspeil snijdt nu namelijk ook met verwisselbaar-hoog-prijspeil (vroeg in 2033) en diesel-laag-prijspeil snijdt verwisselbaar-laag-prijspeil (laat in 2033). Voor de verwisselbare batterij oplossing is het zo dat de prijs bandbreedte de dieselprijs bandbreedte volledig begint te doorkruisen vanaf eind 2033, maar ook varen met vaste batterijen geeft dus scenario's waarin het voordeliger kan zijn dan varen op diesel. De kans dat vooral een verwisselbare batterij een betere keuze is dan een dieselmotor neemt daarmee steeds meer vaste vorm aan-hoewel volledige zekerheid pas bestaat als diesel in haar laagste prijspeil duurder is dan verwisselbaar in haar hoogste prijspeil.



Figuur 18 *MS 80-110m, Stage V, overzichtsgrafiek*

Wederom geeft de overzichtsgrafiek alle snijpunten weer die in bovenstaande zes grafieken zijn opgetreden. Ten opzichte van de overzichtsgrafiek in het diesel-CCR1 geval (figuur 9) valt op dat er meer snijpunten zijn, dat er snijpunten zijn die optreden in alle situaties wat betreft belasting-subsidie combinaties en dat er ook snijpunten zijn van de vaste batterij: vast-laag-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil (cirkels). Verwisselbaar snijdt nu in drie verschillende snijpunten: laag-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil (open hexagonen- alle situaties), hoog-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil (open driehoek- VT & 80% subsidie) en laag-prijspeil & laag-prijspeil-diesel (ingekleurde hexagoon- VT & 80% subsidie).

Zoals gezegd is de Stage V motor als uitgangspunt voor de diesel TCO een stuk duurder dan het reviseren van een bestaande motor. Dat is duidelijk te zien door de vele extra snijpunten ten opzichte van een bestaand schip dat doorvaart met een revisie van de bestaande motor. Ook is zichtbaar dat de stap van een situatie (met of zonder subsidie) zonder verlaagd tarief naar een verlaagd tarief in alle gevallen of meer snijpunten oplevert of bestaande snijpunten een aantal jaren eerder doet optreden. In de overzichtsgrafiek is dit te zien door de trendlijnen te volgen.

Tabel 5 en 6 geven voor batterij elektrisch varen met een vaste en verwisselbare batterij weer wat de jaarlijkse belasting kosten zijn voor een droge lading motorschip van 80 – 110 meter met een Stage V motor en hoeveel procent dit is ten opzichte van de totale TCO behorend bij dat jaar voor de drie verschillende doorgerekende prijs scenario's. Voor dit scheepstype ligt de belasting kosten bijdrage in het basis pad op €30959,- per jaar wat neerkomt op tussen de 3,6% en 4,0% voor vaste batterijen en tussen de 5,0% en 5,7% van de TCO.

Tabel 5: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een vaste batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met vaste batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	30959	3,6	3,9	5,0
2031	30959	3,7	4,0	5,0
2032	30959	3,7	4,1	5,1
2033	30959	3,8	4,2	5,1
2034	30959	3,9	4,2	5,2
2035	30959	4,0	4,3	5,3

Tabel 6: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een verwisselbare batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met verwisselbare batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	30959	5,0	5,5	6,0
2031	30959	5,1	5,6	6,1
2032	30959	5,3	5,7	6,3
2033	30959	5,4	5,9	6,4
2034	30959	5,5	6,0	6,5
2035	30959	5,7	6,2	6,7

2.4.2. Motorschip onder de 80 meter

Dit scheepstype is relatief klein maar komt veelvuldig voor in de Nederlandse vaarwateren. Het betreft overwegend oudere schepen met kleine motorvermogens; nieuwbouw is zeldzaam. De dieselreferentie is daarom uitsluitend berekend op basis van een ongereguleerde motor (CCR0, bouwjaar vóór 2000). De schepen varen doorgaans in dagvaart met twee tot drie bemanningsleden en liggen 's nachts en in het weekend stil. Bunkertijdverlies is daarom niet meegerekend: de aanname is dat deze schepen het laden van batterijen kunnen inpassen in de ligduur in overnachtingshavens, bijvoorbeeld door 's nachts een vaste batterij op te laden via een walinstallatie. Zie Tabel 7 voor de ingevoerde parameters.
Ondanks de geringe afmetingen is deze groep relevant: de schepen kunnen klein vaarwater bevaren dat voor grotere schepen ontoegankelijk is en bedienen daarmee meer watergebonden locaties in Nederland. Ze vervoeren voornamelijk laagwaardige droge bulk (zand, grind, agribulk) en in mindere mate stukgoed of containers.

Tabel 7: *Ingevoerde parameters voor motorschepen onder de 80 meter lengte*

Invoerwaarden motorschip droge lading L< 80 m

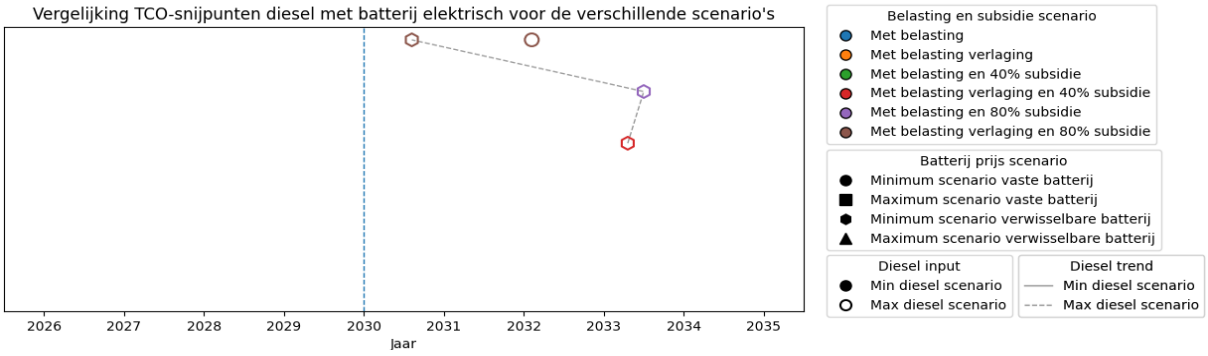
Parameter	Waarde
Brandstofprijs diesel [€/kg]	STEPS-prijzen
Brandstofprijs elektriciteit [€/kWh]	STEPS-prijzen
Huidig belastingtarief [€/kWh]	0,0396801
Nieuw belastingtarief [€/kWh]	0,0005
Referentiemotor	Ongereguleerd (CCR0)
Brandstofverbruik [ton/jaar]	68
Autonomie [dagen]	1
Vermogen [kW]	400
Afschrijftermijn [jaren]	20
Rentepercentage [%]	6
Jaarlijkse omzet [€]	200.000
Jaarlijkse winst [€]	9.000
Jaarlijkse kapitaalkosten [€]	19.000
Personeelskosten [€]	125.000
Verzekeringskosten [€]	12.000
Max gewicht [ton]	985
Max capaciteit [%]	60

TCO = Downtime + Bunkertime + Payload + OPEX + CAPEX + Maintenance

Voor het scheepstype motorschip droge lading met lengte kleiner dan 80 meter is gerekend met een gemiddeld verbruik van 68 ton fossiele diesel per jaar. Na overgaan op elektrisch varen komt dit overeen met een verbruik van circa 362 MWh elektriciteit per jaar. Bij het huidige belastingtarief zou dit voor dit schip een jaarlijks belastingbedrag betekenen van € 14.357.

De bandbreedte grafieken per situatie kunnen worden ingezien in

Bijlage B TCO Grafieken (Figuur 39 tot Figuur 44). Hieronder wordt alleen de overzichtsgrafiek opgenomen.



Figuur 19 *Overzichtsgrafiek MS <80m*

Bij dit scheepstype zijn veel overeenkomsten met de overzichtsgrafiek van de motorschepen tussen de 80 en de 110 meter lengte in vergelijk met een dieselcasus op basis van revisie van een bestaande motor te zien. Zonder subsidie en/of verlaagd tarief treden er geen snijpunten op. De snijpunten die optreden zijn drie maal verwisselbaar-laag-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil (de lege hexagonen) in de situaties VT + 40% subsidie, geen VT + 80% subsidie en VT + 80% subsidie. Hier valt vooral op dat het invoeren van het verlaagd tarief in de situatie met 80% subsidie dit snijpunt zo'n drie jaar eerder laat optreden. Daarnaast komt in dat geval ook het snijpunt vast-laag-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil voor.

Al met al lijkt het onlogisch binnen deze groep een grote hoeveelheid overstappers binnen de periode 2030-2035 te verwachten. Het is wel aannemelijk dat er in de scenario's met veel subsidie een aantal jaar ná 2035 nog meer snijpunten gaan optreden.

Tabel 8 en 9 geven voor batterij elektrisch varen met een vaste en verwisselbare batterij weer wat de jaarlijkse belasting kosten zijn voor een droge lading motorschip van kleiner dan 80 meter met een ongereguleerde motor en hoeveel procent dit is ten opzichte van de totale TCO behorend bij dat jaar voor de drie verschillende doorgerekende prijs scenario's. Voor dit scheepstype ligt de belasting kosten bijdrage in het basis pad op €14176,- per jaar wat neerkomt op tussen de 3,7% en 4,1% voor vaste batterijen en tussen de 4,9% en 5,5% van de TCO.

Tabel 8: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een vaste batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met vaste batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	14176	3,7	4,3	5,3
2031	14176	3,7	4,4	5,3
2032	14176	3,8	4,5	5,4
2033	14176	3,9	4,6	5,5
2034	14176	4,0	4,7	5,5
2035	14176	4,1	4,7	5,6

Tabel 9: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een verwisselbare batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met verwisselbare batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)

2030	14176	4,9	5,4	6,0
2031	14176	5,0	5,5	6,2
2032	14176	5,1	5,7	6,3
2033	14176	5,3	5,8	6,4
2034	14176	5,4	5,9	6,6
2035	14176	5,5	6,1	6,8

2.4.3. Kleine rondvaartboten

Dit scheepstype is actief in het toeristisch passagiersvervoer en biedt doorgaans korte rondvaarten aan vanaf een vaste locatie. De schepen varen overwegend overdag en liggen 's nachts en tussen rondvaarten door aangemeerd. Bunkertijdverlies is daarom niet meegerekend in de TCO. Zie Tabel 10 voor de ingevoerde parameters.

Naast de business case spelen bij dit segment ook klantvoorkeuren een rol: toeristen en dagjesmensen ervaren de meerkosten van duurzamer vervoer doorgaans niet als een groot obstakel. Daarnaast biedt elektrisch varen voor deze groep het voordeel van een stiller en compacter aandrijfsysteem — aantrekkelijk voor passagierscomfort en in natuurgebieden waar geluidsnormen gelden[11].

Voor dit scheepstype is gerekend met een gemiddeld verbruik van 45 ton fossiele diesel per jaar. Na overgaan op elektrisch varen komt dit overeen met een verbruik van circa 239 MWh elektriciteit per jaar. Bij het huidige belastingtarief zou dit voor dit schip een jaarlijks belastingbedrag betekenen van € 9.500.

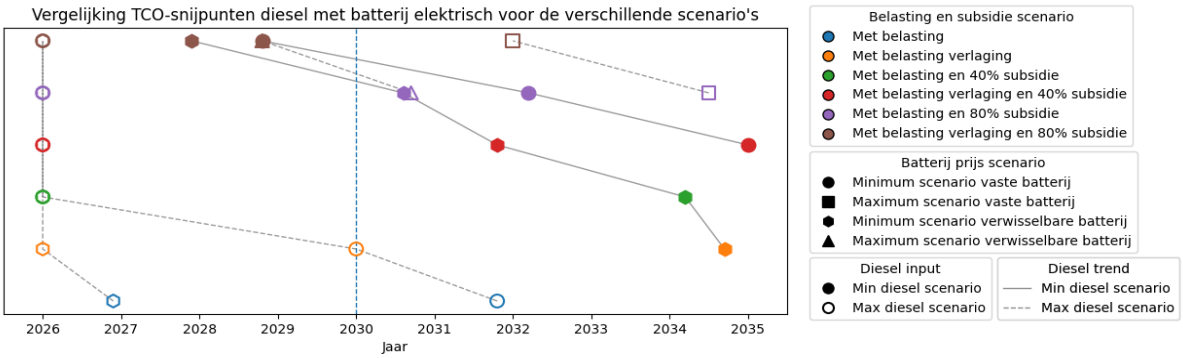
[11] Bron: SYNERGETICS D2.2 en D2.3 zie de download tab van synergetics-project.eu.

Tabel 10: *Ingevoerde parameters voor kleine rondvaartboten*

Invoerwaarden kleine rondvaartboten

Parameter	Waarde
Brandstofprijs diesel [€/kg]	STEPS-prijzen
Brandstofprijs elektriciteit [€/kWh]	STEPS-prijzen
Huidig belastingtarief [€/kWh]	0,0396801
Nieuw belastingtarief [€/kWh]	0,0005
Referentiemotor	Stage V
Brandstofverbruik [ton/jaar]	45
Autonomie [dagen]	1
Vermogen [kW]	500
Afschrijftermijn [jaren]	20
Rentepercentage [%]	6
Jaarlijkse omzet [€]	257.000
Jaarlijkse winst [€]	16.000
Jaarlijkse kapitaalkosten [€]	39.000
Personeelskosten [€]	165.000
Verzekeringskosten [€]	20.000
Max gewicht [ton]	1.450
Max capaciteit [%]	60

TCO = Downtime + Bunkertime + Payload + OPEX + CAPEX + Maintenance



Figuur 20 *Overzichtsgrafiek kleine rondvaartboten*

In deze overzichtsgrafiek is een afwijkend beeld ten opzichte van de eerdere scheepstypen te zien. Er zijn namelijk veel meer snijpunten opgetreden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de snijpunten die geplot zijn vóór 2030 slechts als interessant moeten worden beschouwd, maar niet als heel relevant voor dit onderzoek. Zoals eerder besproken is een verlaagd tarief in de energiebelasting niet realistisch te verwachten voor 2030. Dit onderscheid is met de stippellijn op dat jaartal duidelijk gemarkeerd. De grafieken met bandbreedten per situatie van belasting dan wel subsidie zijn opgenomen in

Bijlage B TCO Grafieken (Figuur 45 tot en met Figuur 50).

Zonder een verlaag tarief (VT) zijn direct twee snijpunten te zien: van zowel vaste als verwisselbare batterijen snijdt het prijspeil-laag het diesel-hoog-prijspeil, waar verwisselbaar al voor 2030 snijdt en vast in 2031. Wordt dan het VT ingevoerd dan treden de beide besproken snijpunten eerder op én snijdt verwisselbaar-laag-prijspeil ook diesel-laag-prijspeil in 2034. Bij een subsidie op capex van 40% tot een maximum van €750.000 treden zonder VT al dezelfde drie snijpunten op, maar allen significant eerder. Wordt dan het VT ingevoerd, dan is een versterkt effect te zien, en blijkt dat voor vaste batterijen ook het snijpunt vast-laag-prijspeil met diesel-laag-prijspeil bereikt wordt. Het versterkte effect is te zien doordat de eerder benoemde snijpunten eerder optreden en doordat vooral de bandbreedten diesel en verwisselbaar hun doorkruising echt zijn begonnen.

Bij een subsidie van 80% op capex (zonder maximumbedrag) is in 2030 direct sprake van significante overlap tussen de bandbreedten van beide elektrische varianten en die van diesel. Alle hiervoor benoemde snijpunten treden nog eerder op en de snijpunten verwisselbaar-hoog-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil én vast-hoog-prijspeil & diesel-hoog-prijspeil verschijnen nu ook. Met het invoeren van het VT naast de 80% capex subsidie treden alle eerder behaalde snijpunten nog eerder op.

Hieruit blijkt ten eerste dat deze typen kleine schepen misschien wel het makkelijkst tot elektrificeren zijn te bewegen van de schepen waarvan de TCO is berekend. Daarnaast zijn duidelijke effecten van de subsidieregelingen zichtbaar. Het effect van de invoering van een verlaagd tarief, ten opzichte van dezelfde situatie zonder VT, is telkens ook duidelijk positief zichtbaar. Over het algemeen treden snijpunten enkele jaren eerder op met een verlaagd tarief.

Tabel 11 en 12 geven voor batterij elektrisch varen met een vaste en verwisselbare batterij weer wat de jaarlijkse belasting kosten zijn voor een droge lading motorschip van 80 – 110 meter met een Stage V motor en hoeveel procent dit is ten opzichte van de totale TCO behorend bij dat jaar voor de drie verschillende doorgerekende prijs scenario's. Voor dit scheepstype ligt de belasting kosten bijdrage in het basis pad op €10320,- per jaar wat neerkomt op tussen de 3,0% en 3.4% voor vaste batterijen en tussen de 3.8% en 4,4% van de TCO.

Tabel 11: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een vaste batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met vaste batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	10320	3,0	3,7	4,7
2031	10320	3,1	3,7	4,7
2032	10320	3,2	3,8	4,8
2033	10320	3,2	3,9	4,9
2034	10320	3,3	4,0	4,9
2035	10320	3,4	4,1	5,0

Tabel 12: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een verwisselbare batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met *verwisselbare* batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	10320	3,8	4,5	5,4
2031	10320	3,9	4,6	5,5
2032	10320	4,1	4,7	5,6
2033	10320	4,2	4,8	5,8
2034	10320	4,3	5,0	5,9
2035	10320	4,4	5,1	6,0

2.4.4. Motortankschepen >110 meter

Dit scheepstype vervoert natte bulk (olie, diesel, benzine, chemicaliën). Het betreft overwegend schepen die intensief varen, vaak 24/7 in lijndienst. Bunkertijdverlies is daarom meegerekend in de TCO. De benodigde vermogens zijn relatief hoog: niet alleen vanwege het grote ladinggewicht, maar ook omdat veel soorten vloeibare lading op temperatuur moeten worden gehouden. Zie Tabel 13 voor de ingevoerde parameters.

De tankvaart kenmerkt zich door relatief grote bedrijven met vaak meerdere schepen in eigendom — op het oog gunstige uitgangspunten voor verduurzaming. Voor elektrificatie liggen er echter specifieke belemmeringen. De ADN-regelgeving voor het vervoer van gevaarlijke stoffen vormt een extra hindernis, de benodigde batterijcapaciteit is door de hoge energiebehoefte in sommige gevallen te groot voor installatie aan boord, en veel klanten staan afwijzend tegenover elektrische schepen. Het is daarom aannemelijk dat voor deze groep andere alternatieven zoals HVO, groene methanol of waterstof meer voor de hand liggen dan volledige elektrificatie.

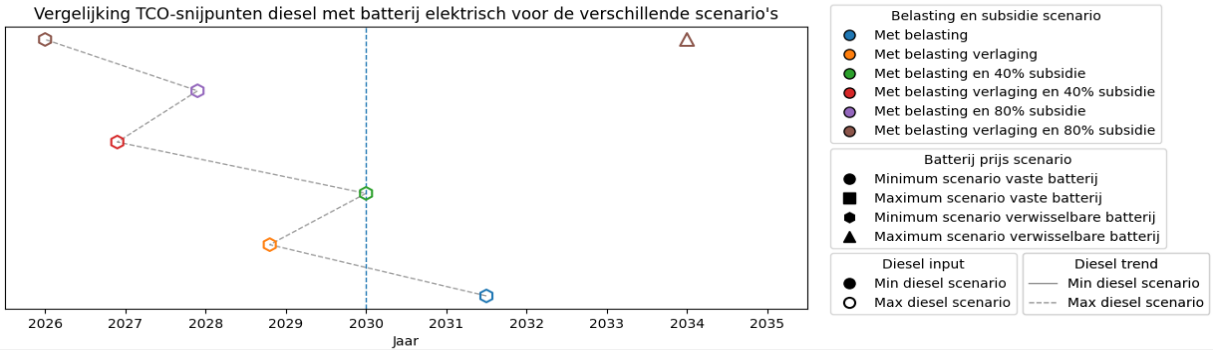
Voor dit scheepstype is gerekend met een gemiddeld verbruik van 350 ton fossiele diesel per jaar. Na overgaan op elektrisch varen komt dit overeen met een verbruik van circa 1862 MWh elektriciteit per jaar. Bij het huidige belastingtarief zou dit voor dit schip een jaarlijks belastingbedrag betekenen van € 73.896.

Tabel 13: *Ingevoerde parameters voor tankschepen langer dan 110 meter.*

Invoerwaarden motorschip tanker L > 110 m

Parameter	Waarde
Brandstofprijs diesel [€/kg]	STEPS-prijzen
Brandstofprijs elektriciteit [€/kWh]	STEPS-prijzen
Huidig belastingtarief [€/kWh]	0,0396801
Nieuw belastingtarief [€/kWh]	0,0005
Referentiemotor	Stage V
Brandstofverbruik [ton/jaar]	350
Autonomie [dagen]	1
Vermogen [kW]	2.346
Afschrijftermijn [jaren]	20
Rentepercentage [%]	6
Jaarlijkse omzet [€]	1.560.000
Jaarlijkse winst [€]	65.000
Jaarlijkse kapitaalkosten [€]	600.000
Personeelskosten [€]	610.000
Verzekeringskosten [€]	140.000
Max volume [m³]	3.977
Max capaciteit [%]	60

TCO = Downtime + Bunkertime + Payload + OPEX + CAPEX + Maintenance



Figuur 21 *Overzichtsgrafiek Tankschepen >110m*

Zoals bij de vorige besproken scheepstypen laat de overzichtsgrafiek alle voorgekomen snijpunten op de bandbreedtegrafieken (zie

Bijlage B TCO Grafieken en specifiek Figuur 51 t/m Figuur 56) voor dit type zien. In alle situaties komen één of meer snijpunten voor, maar het betreft vrijwel uitsluitend alleen het snijpunt van het verwisselbaar-prijspeil-laag & diesel-hoog-prijspeil. Pas bij een combinatie van 80% capex subsidie en invoering van een verlaagd tarief in de energiebelasting treedt een tweede snijpunt op: verwisselbaar-prijspeil-hoog & diesel-prijspeil-hoog. Het beeld op de bandbreedtegrafieken (voor alle situaties) wijst er wel op dat in de verdere toekomst volledige doorkruising van de bandbreedten van diesel en de verwisselbare batterij op kunnen gaan treden. Echter is zover niet door de TCO tool doorgerekend, dus dat blijft een verwachting.

Het is hierbij het benoemen waard dat het bunkertijdverlies en ook het laadverlies een significante rol speelt in de reden waarom er nagenoeg geen snijpunten behaald worden voor dit type schip. Zoals eerder benoemd is de energiebehoefte groot wat resulteert in grote systemen die een lange laadtijd hebben. In het uitzonderlijke geval dat deze kosten vermeden zouden kunnen worden voor bijvoorbeeld een kleinere tanker die zijn lading niet op temperatuur hoeft te houden, geen problemen zal ondervinden met de ADN regelgeving en die regelmatig aan wal komt, zou een overstap wel voordelig kunnen zijn. Dit gebeurt echter weinig en zal dus een uitzonderlijke situatie zijn.

Tabel 14 en 15 geven voor batterij elektrisch varen met een vaste en verwisselbare batterij weer wat de jaarlijkse belasting kosten zijn voor een droge lading motorschip van 80 – 110 meter met een Stage V motor en hoeveel procent dit is ten opzichte van de totale TCO behorend bij dat jaar voor de drie verschillende doorgerekende prijs scenario's. Voor dit scheepstype ligt de belasting kosten bijdrage in het basis pad op €80264,- per jaar wat neerkomt op tussen de 2,6% en 2,8% voor vaste batterijen en tussen de 4,7% en 5.2% van de TCO.

Tabel 14: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een vaste batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met vaste batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	80264	2,6	2,7	3,2
2031	80264	2,6	2,7	3,2
2032	80264	2,7	2,7	3,2
2033	80264	2,7	2,8	3,3
2034	80264	2,8	2,8	3,3
2035	80264	2,8	2,9	3,3

Tabel 15: *Belasting kosten voor batterij elektrisch varen met een verwisselbare batterij ten opzichte van de totale TCO kosten voor de 3 verschillende prijs scenario's per jaar.*

Batterij elektrisch met verwisselbare batterij	Belasting kosten [€]	Percentage van TCO (basis pad)	Percentage van TCO (40%/€750.000 subsidie scenario)	Percentage van TCO (80% subsidie scenario)
2030	80264	4,7	4,9	5,2
2031	80264	4,8	5,0	5,3
2032	80264	4,9	5,1	5,4
2033	80264	5,0	5,2	5,5
2034	80264	5,1	5,3	5,6
2035	80264	5,2	5,4	5,7

2.5 Gevoeligheidsanalyse

In paragraaf 2.3 is het basistarief voor de energiebelasting bepaald op €0,0397 per kWh, behorend bij een voorbeeldlocatie met een afzet van 3,65 miljoen kWh per jaar. Om te toetsen hoe gevoelig de TCO-resultaten zijn voor dit tarief, zijn twee alternatieve locatieomvangen doorgerekend:

- **Kleinere locatie (1 miljoen kWh/jaar):** gemiddeld tarief €0,0410 (+3,2% t.o.v. basisaanname);
- **Grotere locatie (10 miljoen kWh/jaar):** gemiddeld tarief €0,0394 (−0,8% t.o.v. basisaanname).

De impact op de TCO-uitkomsten is in beide gevallen zeer beperkt: de verschillen per scheepstype en beleidssituatie schommelen tussen 0,2% en 0,8%. Dit valt ruim binnen de onzekerheidsmarges die inherent zijn aan TCO-berekeningen op basis van toekomstige energieprijzen. De snijpunten en bandbreedtes in de gepresenteerde grafieken zouden niet waarneembaar verschuiven. Het gehanteerde basistarief wordt daarmee als robuust beschouwd.

Extremere scenario's

Locaties met een afzet ver onder de 50.000 kWh/jaar zouden in de hoogste belastingstaffel vallen, met een navenant hoger gemiddeld tarief en daarmee een groter effect van het verlaagde tarief. EICB acht dergelijke kleine locaties echter niet realistisch: vanuit commercieel oogpunt is het niet aannemelijk dat wordt geïnvesteerd in laadinfrastructuur met een zeer lage bezettingsgraad. Omgekeerd zijn zeer grote locaties (een veelvoud van 10 miljoen kWh/jaar) wel denkbaar, maar pas nadat elektrisch varen de opschaalfase voorbij is — naar verwachting niet in de periode 2030–2035.

Fiscale kanttekening

Het is niet met zekerheid te zeggen of een laadlocatie de totale afzet aan alle eindgebruikers gezamenlijk door de staffels mag laten lopen. Moet per klant of per laadbeurt worden afgerekend, dan ligt het effectieve tarief hoger — en is het effect van een verlaging navenant groter. De fiscale behandeling valt buiten de scope van deze opdracht, maar het gehanteerde tarief vormt in dat opzicht een conservatieve aanname: in de meeste alternatieve fiscale scenario's zou het effect van het verlaagde tarief groter uitvallen dan hier berekend.

2.6 Interpretatie van de resultaten

De TCO-berekeningen voor vier scheepstypen in zes beleidssituaties laten een consistent beeld zien. Door de toenemende CO_2-beprijzing in het STEPS-scenario stijgt de dieselprijs over de periode 2030–2035 sterk, waardoor de bandbreedtes van diesel en de elektrische alternatieven naar elkaar toe bewegen. Het moment waarop zij elkaar kruisen — het snijpunt — markeert het punt waarop elektrisch varen voor het eerst kostencompetitief kán worden met diesel.

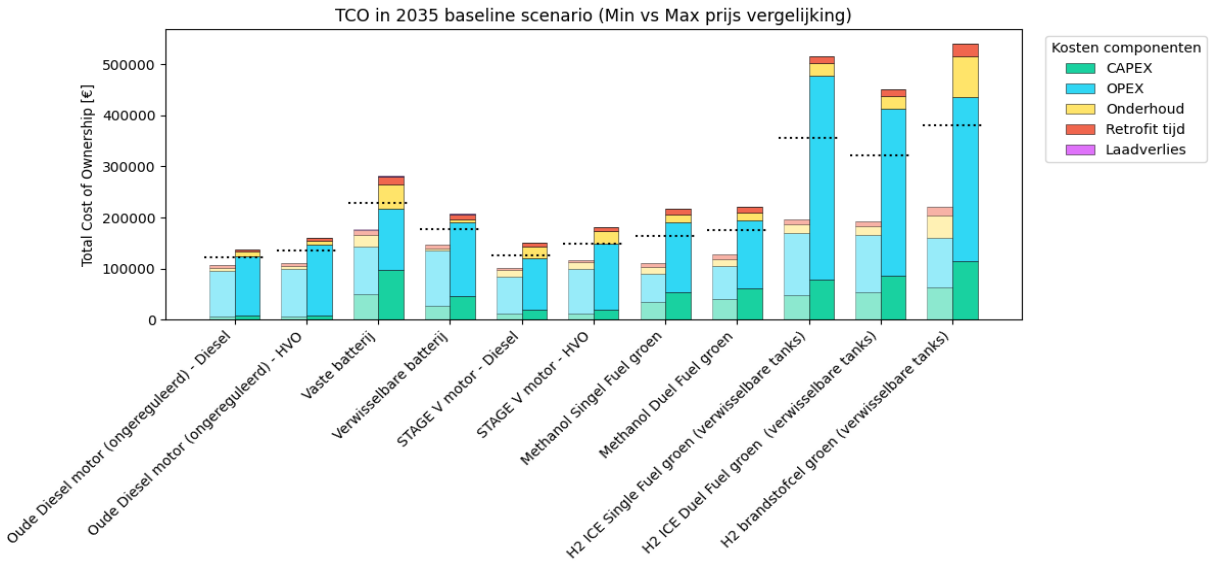
Drie hoofdbevindingen komen naar voren:

1. **Het verlaagde tarief verbetert de business case significant.** In vrijwel alle scheepstypen leidt invoering van het VT tot meer snijpunten en/of tot het eerder optreden van bestaande snijpunten. Dit geldt ongeacht het subsidieniveau.
2. **Subsidies versterken het effect.** Zowel de 40%- als de 80%-subsidieregeling drukt de elektrische TCO's omlaag en versnelt de doorkruising met diesel. Het effect is het sterkst bij de 80%-subsidie.
3. **De combinatie levert een synergie-effect op.** Het gecombineerde effect van het verlaagde tarief en subsidie is steeds groter dan de som van de afzonderlijke maatregelen. Dit sluit aan bij bevindingen uit SYNERGETICS en PLATINA4Action, waar naar voren kwam dat naast de kapitaalkosten (capex) juist de operationele energiekosten (opex) een doorslaggevende rol spelen in de business case voor duurzame voortstuwing.

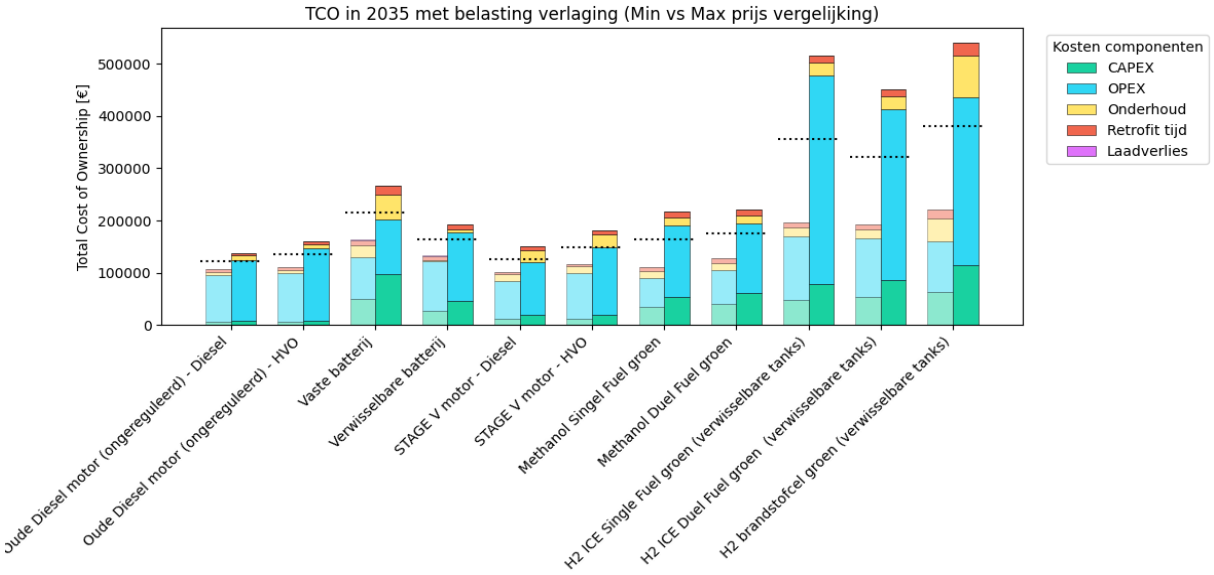
De vertaling van deze TCO-resultaten naar het verwachte aantal overstappende schepen en de bijbehorende kosten voor de overheid volgt in hoofdstuk 4.

2.7 Blik op TCO's van andere duurzame oplossingen

Hoewel deze verkenning zich richt op de keuze tussen elektrisch varen en fossiele diesel, heeft een scheepseigenaar in de praktijk meer opties. Met name HVO (hernieuwbare diesel) is zeer relevant: het kan als drop-in worden toegepast in de bestaande dieselmotor, zonder extra kapitaalkosten. Er zijn scenario's waarin HVO al op korte termijn goedkoper kan worden dan fossiele diesel én dan elektrisch varen. Methanol en waterstof vergen daarentegen flinke investeringen in opslag, brandstofleidingen en een aangepaste motor of brandstofcel, en stuiten bovendien op respectievelijk juridische hordes en een vroeg technologisch ontwikkelingsstadium. De vergelijking met HVO is daarom het meest relevant voor de vraag hoeveel scheepseigenaren daadwerkelijk voor een elektrische oplossing zullen kiezen.
Een uitgebreide concurrentieanalyse tussen elektrisch varen en deze alternatieven valt buiten de scope van deze opdracht, maar de benodigde data is voorhanden in de SYNERGETICS-tool. Ter referentie zijn hieronder per scheepstype staafdiagrammen opgenomen die de TCO van de belangrijkste duurzame alternatieven vergelijken voor 2030 en 2035. Hierin zijn uitsluitend groene varianten meegenomen (dus groene waterstof, geen grijze) en alleen technologieën die op dit moment aandacht krijgen binnen de sector. Hybride oplossingen (batterij met range extender) en blends (zoals HVO30) zijn niet meegenomen maar zouden in vervolgonderzoek relevant kunnen zijn. Per technologie toont de linkerkolom het lage prijspeil en de rechterkolom het hoge prijspeil; de stippellijn geeft het gemiddelde weer. De meest relevante grafieken zijn die van 2035, met en zonder verlaagd tarief.

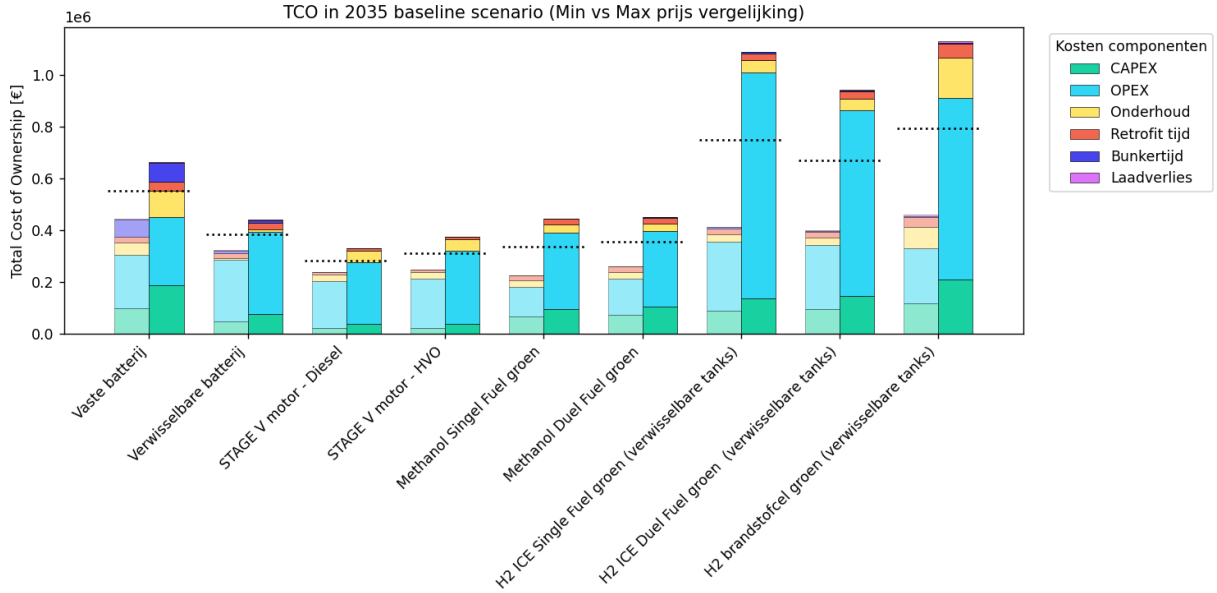


Figuur 22 *Motorschip <80m TCO per techniek: baseline (geen VT) in 2035*

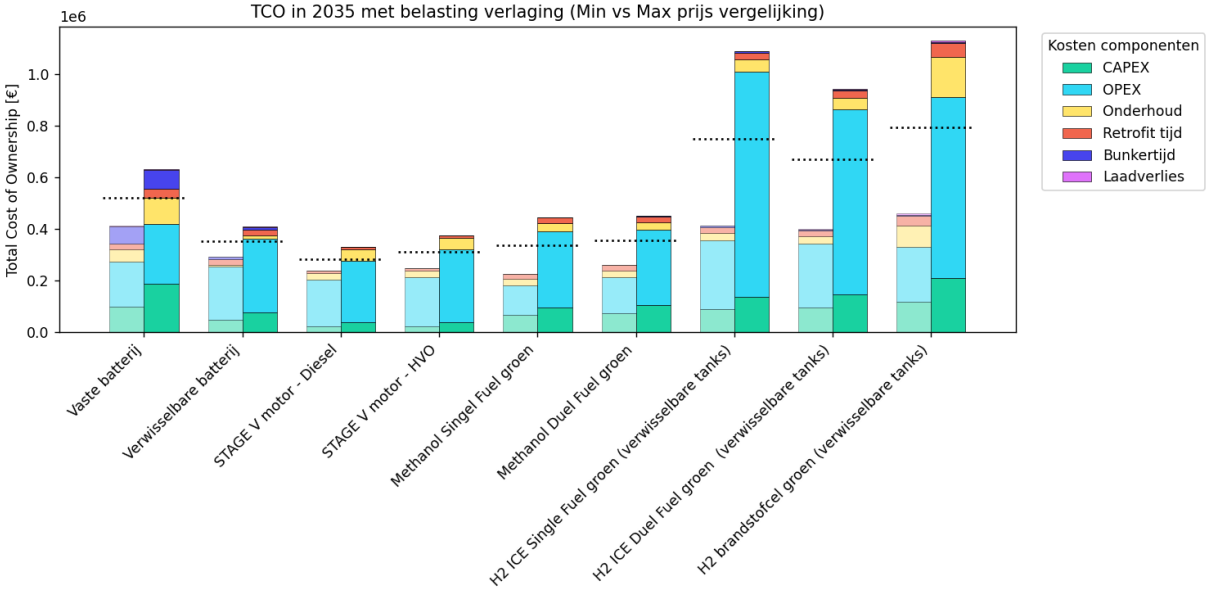


Figuur 23 *Motorschip <80m TCO per techniek: Verlaagd tarief (VT) in 2035*

oor het kleine motorschip (<80 m) is het beeld eenduidig: het effect van het verlaagde tarief is in de grafieken nauwelijks waarneembaar en de elektrische opties blijven duurder dan diesel. HVO en methanol bevinden zich in dezelfde prijsrange als diesel of zijn goedkoper. Waterstof is fors duurder dan alle overige opties.

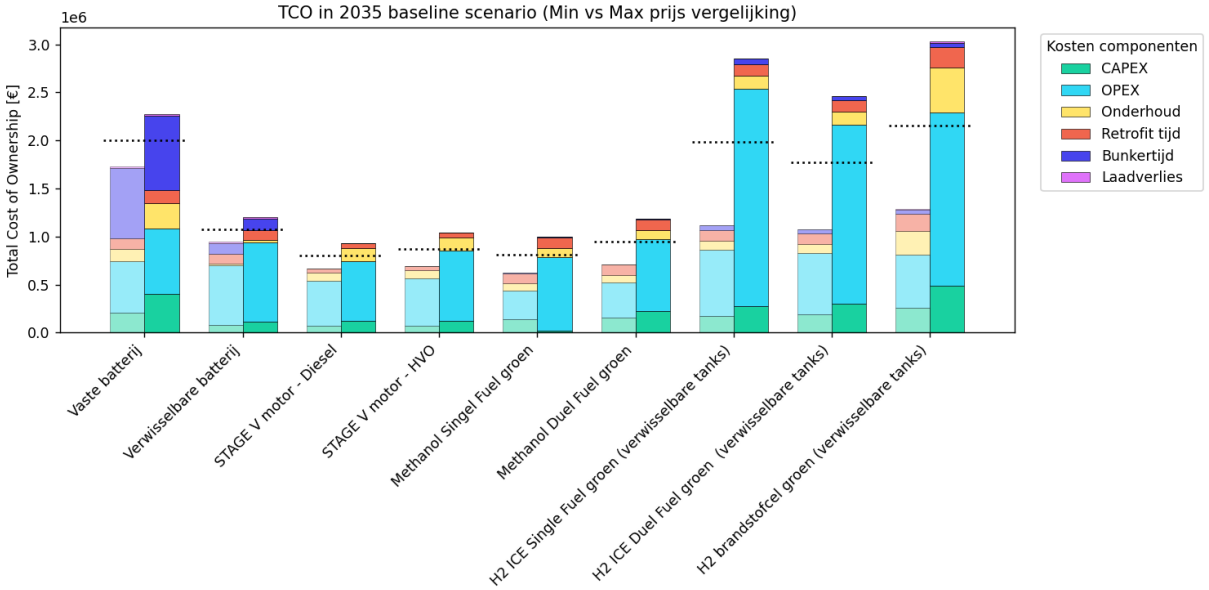


Figuur 24 *Motorschip 80-110m (met een STAGE V motor) TCO per techniek: baseline (geen VT) in 2035*

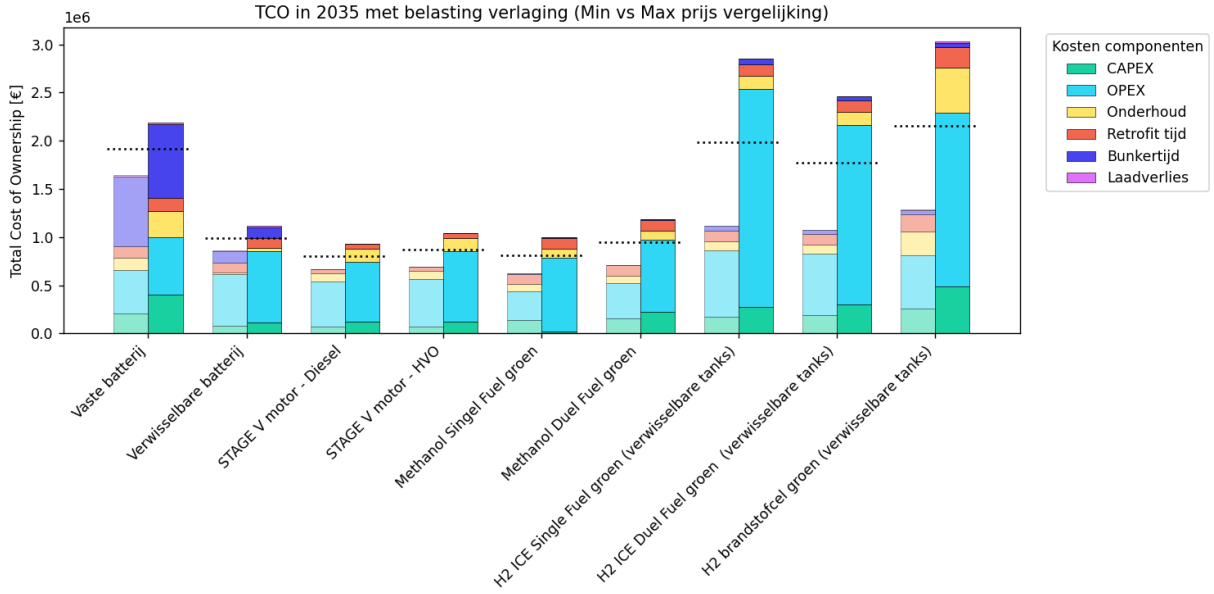


Figuur 25 *Motorschip 80-110m (met een STAGE V motor) TCO per techniek: Verlaagd tarief (VT) in 2035*

Voor het middelgrote motorschip (80–110 m, Stage V) is het beeld vergelijkbaar: HVO en methanol zijn relevante concurrenten voor elektrisch varen en waterstof is ook hier aanzienlijk duurder dan de overige opties.

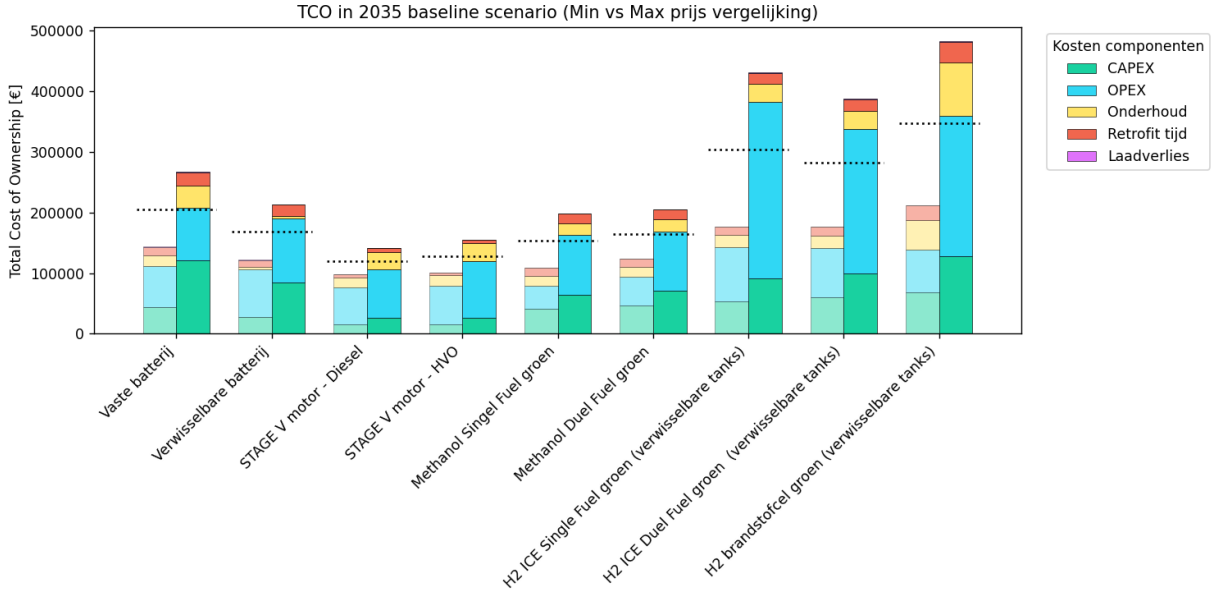


Figuur 26 *Motortankschip >110m TCO per techniek: baseline (geen VT) in 2035*

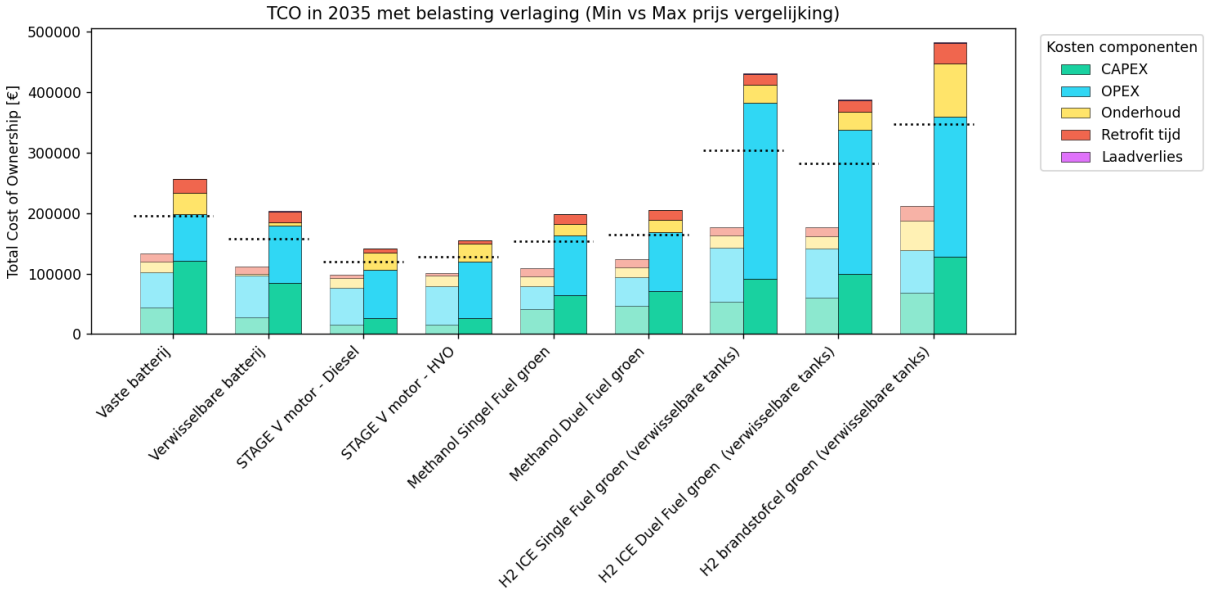


Figuur 27 *Motortankschip >110m TCO per techniek: Verlaagd tarief (VT) in 2035*

Voor de tankvaart (>110 m) is het beeld vergelijkbaar, met één opvallend verschil: varen met een vaste batterij is voor dit scheepstype geen realistische optie. Door de hoge energiebehoefte en de beperkte ruimte aan boord moet zeer frequent worden geladen, wat tot aanzienlijk omzetverlies leidt door bunkertijd.



Figuur 28 *Kleine rondvaartboot TCO per techniek: baseline (geen VT) in 2035*



Figuur 29 *Kleine rondvaartboot TCO per techniek: Verlaagd tarief (VT) in 2035*

Voor kleine rondvaartboten is het beeld vergelijkbaar met kleine motorschepen, met twee nuances: varen met een verwisselbare batterij kan in dit segment al concurreren met methanol, en elektrisch varen biedt het extra voordeel van lagere geluidsemissies — relevant voor passagierscomfort en toeristische locaties. Daarnaast kunnen de risico's van opslag en bunkering van methanol en waterstof in een toeristische omgeving een extra belemmering vormen, hoewel professioneel gebruik veilig is.

Conclusie alternatievenanalyse

Uit deze vergelijking blijkt dat ernaast elektrisch varen andere competitieve duurzame opties bestaan, met name HVO en in mindere mate methanol. HVO springt eruit als meest laagdrempelige optie: het kan als drop-in worden toegepast in bestaande motoren en infrastructuur, zonder extra investeringen. Methanol vergt daarentegen nieuwe motoren en aparte infrastructuur, en de regelgeving is momenteel nog niet op orde.

De implicatie is dat niet elke scheepseigenaar die van fossiele diesel af wil automatisch voor elektrisch varen zal kiezen. Zelfs bij een combinatie van 80%-subsidie en verlaagd tarief blijven er voor de tankvaart andere opties in dezelfde prijsklasse beschikbaar. Voor motorvrachtschepen geldt dit in mindere mate, en voor kleine rondvaartboten komt elektrisch varen bij hoge subsidie en verlaagd tarief wel duidelijk als goedkoopste optie naar voren.

3. Kwalitatieve analyse: Waterbouw en Zeevaart

3.1 Zeevaart

De resultaten en conclusies van het kwalitatieve onderdeel zeevaart zijn opgenomen in

3.2 Waterbouw

De waterbouwsector omvat naar schatting 150 tot 200 werkschepen met zelfstandige voortstuwing, deels actief op binnenwateren en deels zeegaand. Toegankelijke bronnen met exacte aantallen ontbreken; de schatting is gebaseerd op eerder onderzoek en stakeholdergesprekken.
Enkele schepen in deze sector maken al gebruik van elektriciteit, voornamelijk voor werkzaamheden (baggeren, kraangebruik) en in een enkel geval ook voor voortstuwing. EICB heeft gesprekken gevoerd met twee scheepseigenaren die elektrisch actief zijn of willen worden, en met de brancheverenigingVereniging van Waterbouwers.
Uit deze gesprekken komen drie kenmerken naar voren die het verwachte effect van een verlaagd tarief in deze sector minimaal maken:

1. **Klantgedreven verduurzaming.** Opdrachtgevers — met name Rijkswaterstaat, gemeenten en havenbedrijven — sturen via aanbestedingen steeds nadrukkelijker op emissiereductie. De sector beweegt daardoor al zelfstandig richting elektrificatie.

2. **Elektriciteitslevering via derden.** Werkschepen opereren vaak langere tijd op één locatie en krijgen elektriciteit geleverd via de opdrachtgever of partners (bijvoorbeeld een nabijgelegen zonnepark). Het is daardoor onduidelijk welk EB-tarief feitelijk wordt betaald — ook voor de betrokken partijen zelf.

3. **Werkverbruik versus voortstuwing.** Een groot deel van het energieverbruik in deze sector betreft werktuigen (kranen, baggerinstallaties) en niet de voortstuwing van het schip.

Op grond van deze bevindingen worden vanuit de waterbouwsector geen extra overstappende schepen verwacht als gevolg van een eventueel verlaagd belastingtarief op elektriciteit.

4. Kwantitatieve effecten elektrisch varen binnenvaart

In de voorgaande hoofdstukken zijn de effecten van het verlaagde tarief kwantitatief (TCO-berekeningen, hoofdstuk 2) en kwalitatief (waterbouw en zeevaart, hoofdstuk 3) in kaart gebracht. In dit hoofdstuk worden de TCO-resultaten vertaald naar een beredeneerde inschatting van het aantal schepen dat de overstap naar elektrisch varen maakt. De uitkomsten zijn gebaseerd op aannames die hieronder worden uiteengezet. Er is steeds gewerkt met drie scenario's: een laag, midden en hoog scenario.

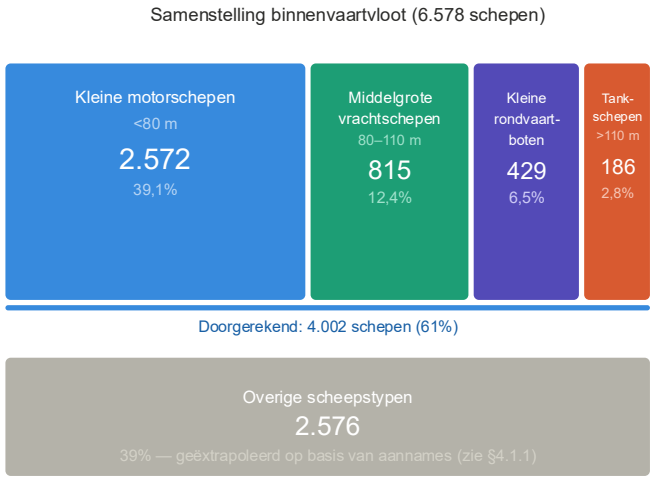
4.1 Beredenering binnenvaart o.b.v. TCO berekeningen

4.1.1. Scheepstypen

Voor de algemene binnenvaartvloot (dus uitgezonderd waterbouw en zeevaart) is inzicht ontstaan door de hierboven gepresenteerde TCO berekeningen. De vloot bestaat uit méér dan de vier scheepstypen die zijn doorgerekend[12] maar de doorgerekende scheepstypen geven wel een algemeen beeld.

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**6 (zie volgende pagina) is af te lezen hoeveel schepen er in de binnenvaartvloot per scheepstype zijn (het betreft schepen die in Nederland bunkeren).

In totaal zijn er 6.578 relevante binnenschepen geïdentificeerd in de tabel, waarvan een aanzienlijk deel grofweg overeenkomt met scheepstypen die zijn doorgerekend. Dit betrof namelijk kleine motorschepen (2.572), kleine rondvaartboten (429), grote tankschepen (186) en middelgrote vrachtschepen (815). Op deze manier bekeken vertegenwoordigt dit deel van de vloot 4002 schepen, wat al een groot deel van de sector is (61%).



Figuur 30: *Samenstelling van de relevante binnenvaartvloot*

[12] Binnen de omvang en tijdlijn van de opdracht was het doorrekenen van meerdere types niet uitvoerbaar.

Tabel 16: *Algemene data voor de binnenvaartvloot. Bron: EICB in opdracht Globale Marktanalyse i.o.v. Ministerie van IenW 2025.*

	Aantal schepen	Totaal verbruik (m3)	Gemiddeld vermogen (kW)	Gemiddeld verbruik (m3)	CO2 emissie totaal WTW (kilo ton)	CO2 emissie totaal TTW (kilo ton)	NOx emissie TTW(ton)	PM emissie TTW (ton)
Motorvrachtschepen								
Totaal	**3655**	**545315**	**839**	**149**	**1888**	**1443**	**19499**	**434**
t/m 86 meter	2572	202302	532	79	700	535	7234	161
>86 t/m 110 meter	815	243625	1421	299	843	645	8711	194
>110 meter	193	95375	2562	494	330	252	3410	76
onbekende lengte	75	4014		54	14	11	144	3
Motortankschepen								
Totaal	**1464**	**396608**	**1398**	**271**	**1373**	**1049**	**14181**	**315**
t/m 86 meter	628	101054	736	161	350	267	3613	80
>86 t/m 110 meter	631	216156	1689	343	748	572	7729	172
>110 meter	186	75490	2863	406	261	200	2699	60
onbekende lengte	19	3909		206	14	10	140	3
Duwboten								
Totaal	**348**	**84846**	**960**	**244**	**294**	**225**	**3034**	**67**
0-500 kW	74	5909	296	80	20	16	211	5
>500 - 2000 kW	101	24206	956	240	84	64	866	19
>2000 kW	19	42403	3497	2232	147	112	1516	34
onbekend vermogen	154	12329		80	43	33	441	10
Hotelschepen (riviercruise)	**550**	**102393**	**851**	**186**	**354**	**271**	**3661**	**81**
Rondvaartboten	**429**	**19327**	**301**	**45**	**67**	**51**	**691**	**15**
Veerboten (Waddenzee)	**12**	**7368**	**3664**	**614**	**26**	**19**	**263**	**6**
Veerponten	**120**	**7692**	**367**	**64**	**27**	**20**	**275**	**6**

Echter konden met de volgende aannames méér scheepstypen worden benaderd:

1. Motorvrachtschepen =>110 meter én van onbekende lengte hebben een soortgelijke TCO als middelgrote motorvrachtschepen.
2. Álle motortankschepen ondervinden grote problemen bij een overstap naar elektrisch varen op grond van de ADN regelgeving en zij ervaren weerstand bij klanten die lijken aan te sturen op andere verduurzamende opties. Hierom wegen alle tankschepen gelijk en is hen een zeer lage kans op een overstap naar elektrisch varen t/m 2035 toegedicht.
3. Duwboten met zeer hoge vermogens hebben een specifiek profiel waar elektrisch varen niet direct bij lijkt te passen. Andere / kleinere type duwboten lijken wel in staat stappen te zetten, zoals te zien is met de Kotug E-pusher in de Zaanstreek. Dit zijn echter uitzonderingen. De sector heeft als inschatting een zeer kleine kans toegedicht gekregen om een overstap naar elektrisch varen te maken per schip.
4. Hotelschepen lijken op motorvrachtschepen, maar verbruiken relatief meer brandstof door het hotelverbruik. Dit laatste komt overeen met motortankschepen. Bovendien verbruiken deze schepen veel elektriciteit aan boord voor de voorzieningen van de passagiers. Ook liggen de hotelschepen doorgaans op vaste locaties aan de kade waar mogelijkheden denkbaar kunnen zijn voor bijladen of wisselen van batterijen. Daarbij zijn klanten van deze sector, toeristen, meer geneigd geld over te hebben voor een duurzame reis (vakantie). Daarnaast is elektrisch varen merkbaar stiller, wat tot meer reisgemak kan leiden. Vanwege deze redenen is deze sector een kans toegedicht om de overstap naar elektrisch te maken per schip die dubbel zo hoog is als bij tankvaart.
5. Veerboten op de Waddenzee zijn niet apart meegerekend. Een deel van deze 12 schepen heeft recent geïnvesteerd in een aandrijving op aardgas/biogas en EICB verwacht niet dat die voor 2035 hun aandrijflijn of het volledige schip gaan vervangen. Wel weegt de aanbesteding voor veervervoer vanaf Harlingen naar twee Waddeneilanden mee[13]. Er wordt aangenomen dat de aanbesteding tot succesvolle elektrificatie van de veren zal leiden, maar pas na de onderzoeksperiode.
6. Veerponten verdienen aandacht. De sector heeft al laten zien een voortrekkersrol op zich te kunnen nemen. De sector wordt gespiegeld aan kleine rondvaartboten (die komen van de doorgerekende scheepstypen het meest overeen wat betreft verbruik en operationeel profiel). Veerponten worden geacht per schip dezelfde kans op een overstap naar elektrisch varen te hebben als kleine rondvaartboten.
7. De rondvaartboten worden volledig en dekkend vertegenwoordigd geacht door de doorgerekende kleine rondvaartboten.

Door deze serie aannames te doen kwam een methode voorhanden om voor elk scheepstype een inschatting te maken van het aantal overstappende schepen met en zonder fictief verlaagd tarief in de energiebelasting. Het doen van deze aannames is binnen de kaders van de opdracht noodzakelijk om tot een werkbare uitvoering te komen. Wel is het zo dat meer tijd en inzet in de toekomst kan leiden tot een inschatting waarbij minder aannames nodig zijn, bijvoorbeeld omdat van meer type schepen de TCO doorgerekend kan worden.

4.1.2. Van vloot naar beslismomenten per jaar

Het is uit tabel 16 bekend hoeveel schepen er per type zijn in de Nederlandse vloot. Er is aangenomen dat voor een gemiddeld schip een levensduur van 10 tot 30 jaar[14] van toepassing is voor de aandrijflijn dan wel hoofdmotor. Dit betekent dat een scheepseigenaar gemiddeld 20 jaar zal beslissen hoe er verder gegaan wordt. Hierbij kan de keuze bestaan uit a) het reviseren van de bestaande motor, b) het vervangen van de motor of -aandrijflijn, of c) het vervangen van het schip door een nieuwbouwschip. Schepen die zich nog niet op dat kruispunt of keuzemoment bevinden zullen in het algemeen doorvaren met de bestaande aandrijflijn, behoudens onverwachte defecten.

Dit uitgangspunt van ééns in de 20 jaar per schip een investeringsbeslissing is vertaald naar één op de twintig per jaar voor de gehele vloot. Concreet heeft per scheepstype dus gemiddeld 5% van het totaal aantal schepen per jaar een degelijke keuzemoment. Van ruim 6.500 schepen in de vloot zal dus gemiddeld circa 325 schepen een beslissing nemen, waarbij de keuze voor investeren in een

[13] https://open.overheid.nl/documenten/a62311db-f2df-4b47-8c3f-bd4b79530f85/file
[14] Dit blijkt uit een ruime hoeveelheid stakeholdergesprekken voor eerder onderzoek, maar toch blijft het bij een benadering van een gemiddelde van vele honderden (duizenden) individuele gevallen.

batterij-elektrische aandrijflijn een overweging kan zijn, dan wel via retrofit of nieuwbouw van een schip.

Het is overigens niet helemaal duidelijk of Nederland voldoende capaciteit op de scheepswerven heeft om dit aantal per jaar te ontvangen.[15] De indicatie is echter wel dat dit aantal realistisch is. Er zijn wel eens jaren geweest (bijvoorbeeld 2008, 2009) dat er circa 300 - 400 compleet nieuwe en grote binnenschepen jaarlijks werden toegevoegd aan de West-Europese markt.
In dit onderzoek wordt geen rekening gehouden met een eventueel maximum aantal schepen dat per jaar geholpen kan worden door de maakindustrie. Omdat de uiteindelijke inschatting van extra elektrische schepen per jaar vele malen lager ligt lijkt dit hier ook niet direct relevant. Wel kan het nuttig zijn dit onderwerp aan nader onderzoek te onderwerpen- vooral als de Nederlandse vloot in een serieuze opschaalfase wat betreft verduurzaming komt in de komende decennia, is capaciteit op de werven relevant. Bovendien kan dit nieuwe werkgelegenheid en expertise opleveren met mogelijke exportkansen voor Nederlandse bedrijven in de maritieme toeleveranciers sector. Dit aspect is ook relevant om mee te nemen in de besluitvorming.

4.1.3. Van TCO bandbreedten naar overstappende schepen

Zoals bekend zijn per techniek (diesel en elektrisch verwisselbaar of -vast) bandbreedten beschikbaar tussen het hoge en lage prijspeil per techniek. Er is al getoond dat het doorkruisen van bandbreedten gepaard gaat met het optreden van snijpunten tussen prijspeilen van diesel en de elektrische opties. Om een inschatting te geven van de effecten van veranderende TCO's door invoering van het verlaagd tarief is per snijpunt een waardering in percentage overstappende schepen ingeschat.

Zoals nog bekend zijn er 8 type snijpunten: elke elektrische optie heeft er vier met diesel. Door deze snijpunten te waarderen met een percentage schepen dat naar elektrisch varen gaat bewegen en dit te vermenigvuldigen met het aantal schepen van het betreffende scheepstype dat per jaar op een keuzemoment staat kan een schatting worden geven van overstappende schepen in de jaren 2030 t/m 2035 per jaar.

Die vier snijpunten en de beredenering staan hieronder uiteengezet. Voor de percentages, die berusten op een inschatting, is gewerkt met een hoog, midden en laag scenario. Hiervan lijkt het midden scenario het meest realistisch, de overige scenario's worden weergegeven om een bandbreedte bij de schatting te leveren.

- Max-diesel & Min elektrisch: bandbreedten beginnen te kruisen, afwezigheid van andere snijpunten laat wel zien dat er nog maar een kleine kans is dat op dit moment de TCO voor elektrisch varen al voordeliger is dan die van diesel.
    - Verwachte overstappers: visionairs (evt. met externe financiering uit filantropisch oogpunt), partijen met veel schepen die voor een enkel schip dit risico kunnen nemen.
    - Overstappers in scenario Laag: 1%, middel: 2%, hoog: 4%.
- Max-diesel & Max-elektrisch: de kruising van de bandbreedten vordert verder, de kansen dat elektrisch voordeliger is nemen toe. Toch is er nog een zeer groot risico dat dit nog niet het geval is
    - Verwachte overstappers: zelfde groepen, maar nu een grotere omvang.
    - Overstappers in scenario Laag: 2,5%, middel: 5%, hoog: 10%.
- Min-diesel & Min-elektrisch: verdergaande overlap van de bandbreedten. Elektrisch wordt steeds realistischer als goedkopere optie, maar nog verre van een gegarandeerd lagere TCO.
    - Verwachte overstappers: naast bovenstaande groepen voegen ook de eerste middelgrote en enkele kleine ondernemers zich bij de overstappers.
    - Overstappers in scenario Laag: 5%, middel: 10%, hoog: 20%.
- Min-diesel & Max-elektrisch: volledige doorkruising. Elektrisch varen vrijwel altijd goedkoper.
    - Verwachte overstappers: volledige vloot, voor zover geschikt voor elektrisch varen. Andere opties zoals HVO, en in mindere mate Methanol en Waterstof staan ook tot de beschikking van wie van fossiele diesel weg wil bewegen.
    - Overstappers in scenario Laag: 25%, middel: 50%, hoog: 75%.

[15] Het lijkt er echter wel op, een recente studie van de CCR (https://inland-navigation-market.org/wp-content/uploads/2026/03/Report_Shipbuilding-in-inland-navigation_en.pdf) liet zien dat in 2021 nog 130 nieuwe binnenvaartschepen zijn afgebouwd in Nederland. Aangezien een ombouw van een bestaand schip (retrofit) minder tijd zal vergen dan nieuwbouw, lijkt er voldoende capaciteit te zijn.

- Merk op: dit type snijpunt is niet opgetreden in de TCO berekeningen, waardoor deze vooral theoretisch van aard is.

Hierbij is belangrijk op te merken dat infrastructuur (de beschikbaarheid van de benodigde laad- of wissellocaties) wordt geacht afdoende te zijn voor de relevante scheepstypen en geen belemmering te vormen voor een eventuele overstap naar elektrisch varen. Dit is een aanname binnen deze verkenning.

Tabel 17: *Snijpunten uit TCO berekening en waardering, gemiddeld scenario*

%	Min vast	Max vast	Min verwissel	Max verwissel
Min diesel	10%	50%	10%	50%
max diesel	2%	5%	2%	5%

Snijpunten van de verschillende type elektrisch varen worden bij elkaar opgeteld. Verschijnt een nieuw snijpunt, dan gaat het daarbij behorende percentage gelden in het jaar waarin het verschijnt. Is er in een gegeven jaar geen snijpunt, dan stapt niemand (0%) over. Bij scheepstypen waarvoor wat TCO betreft zowel een diesel-casus op basis van een bestaande oudere motor en een casus op basis van een nieuw aan te schaffen Stage V motor is doorgerekend wegen de snijpunten afkomstig uit beide TCO's even zwaar mee (50% per diesel-casus).

4.1.4. Elektrische schepen op 31-12-2029

De onderzoeksperiode beslaat de jaren 2030-2035, maar het is relevant een inschatting te maken van het aantal schepen aan de start van deze periode. Door te berekenen hoeveel elektrische schepen er al verwacht worden per 31 december 2029 wordt dubbeltelling voorkomen.

Deze inschatting is gebaseerd op drie bronnen. Ten eerste is in SYNERGETICS onderzoek gedaan naar projecten van partijen die als doel hebben elektrisch te gaan varen en zijn deze in kaart gebracht[16]. De onderzoeksresultaten uit SYNERGETICS zijn dus gehanteerd. Ten tweede is EICB als uitvoerder betrokken bij de Tijdelijke Subsidieregeling Elektrificatie Binnenvaartschepen (TSEB). Met deze subsidieregeling krijgen scheepseigenaren subsidie voor de stap naar elektrisch varen. De informatie uit SYNERGETICS en via de TSEB overlappen elkaar. Gecorrigeerd zijn er totaal 18 schepen geïdentificeerd die elektrisch varen (een enkeling) of waarvoor plannen liggen dit in de nabije toekomst te gaan doen (de meerderheid). Echter, uit onderzoek[17] blijkt dat de plannen voor overgaan op elektrisch varen niet altijd slagen. Voor dit onderzoek is de slagingskans van deze initiatieven ingeschat op 50%.

Ten derde is een inschatting gemaakt van overstappende schepen waarvan de intenties nu nog niet bekend zijn. De TSEB loopt nog tot en met 2027. Daarnaast wordt in de komende periode gewerkt aan openstelling van een andere subsidieregeling (Vroege Opschaling Energietransitie Binnenvaartschepen) die ook subsidie zal geven voor de overstap naar (o.a.) elektrisch varen. EICB verwacht dat t/m 31-12-2029 zo'n 21 schepen op grond van deze regelingen of uit eigen beweging zonder subsidie nog (om)gebouwd zullen worden. Dat brengt de schatting voor een startaantal elektrisch varende schepen op 31-12-2029 op 30 schepen. Dit is dus het totaal aantal volledig elektrisch varende schepen.

Deze schatting berust op de voortgang van de huidige TSEB, de openstelling van de regeling Vroege Opschaling Energietransitie Binnenvaartschepen met ruimte voor meer subsidie per schip (zoals nu verwacht) en de voortgang van initiatieven zoals ZES.

[16] Synergetics deliverable D2.1 presenteert de uitkomsten, de bijbehorende Pilot Database geeft ze in weer in een Excel bestand. Beide documenten zijn te downloaden op de downloadtab van synergetics-project.eu

[17] Zie de voetnoot hier direct boven.

4.1.5. Beredeneerde effecten

Per situatie van fictief verlaagd tarief, dan wel zonder, zijn de snijpunten per scheepstype bepaald en is berekend wat het aantal extra schepen is dat verwacht wordt over te gaan naar elektrisch varen. Dit is gedaan voor de periode 2030-2035. Tabel 18 geeft weer hoeveel schepen er verwacht worden in het jaar 2035.

Tabel 18: *Overzicht uitkomsten inschatting aantal elektrische schepen zonder zeevaart en waterbouw*

Elektrische schepen 2035	31-12-2029	2035 midden scenario	2035 laag scenario	2035 hoog scenario
Basispad (geen VT, geen subsidie))	30	**51**	44	65
Verlaagd tarief (VT, geen subsidie)	30	**57**	47	78
Geen VT, 40% subsidie	30	**57**	47	78
VT +40% subsidie	30	**75**	56	114
Geen VT, 80% subsidie	30	**85**	61	134
VT +80% subsidie	30	**121**	78	205

De uitkomsten hiervan in 2035 zijn hierboven (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) weergegeven. Uit deze analyse blijkt wat het effect is van het eventueel te verlagen belastingtarief op elektriciteit, eventueel in combinatie met een subsidieregeling op het aantal (extra) elektrische schepen. Telkens wordt het midden scenario besproken. Maar in de tabel zijn ook de uitkomsten bij de lage en hoge scenario's getoond.

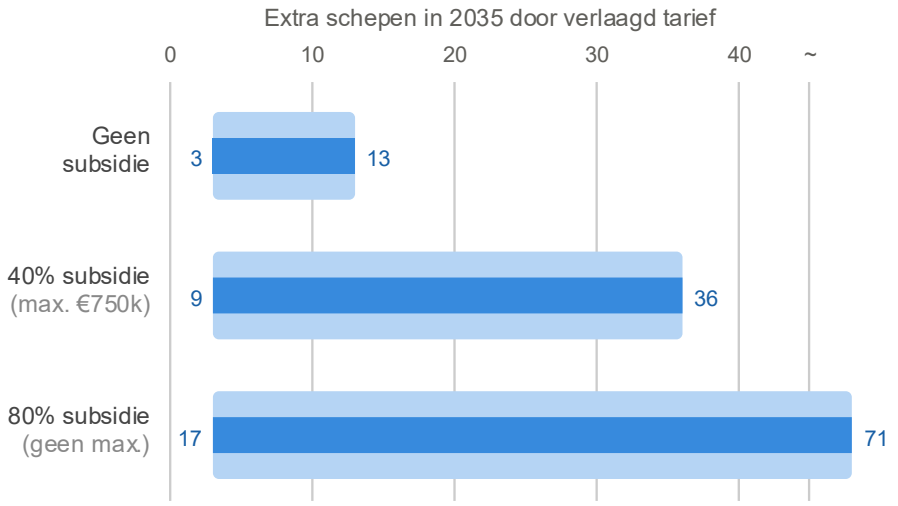
In het basispad is te zien dat er al een redelijke stijging van het aantal elektrisch varende schepen verwacht kan worden zonder extra overheidsingrijpen. Volgens met middenscenario komen er dan 21 schepen bij in de periode 2030-2035 (van 30 schepen naar 51 schepen). Het betreft hier vooral wat kleine rondvaart schepen, middelgrote vrachtschepen, de riviercruise en een enkele tanker die de overstap zouden maken. Wordt ten opzichte van het basispad een verlaagd tarief ingevoerd, dan levert dat naar verwachting in het midden scenario, 6 extra schepen op die elektrisch gaan varen. Relatief gezien is dit een toename van 13% (laag: 6%, hoog: 20%). Het effect is significant.

Wordt aanvullend een subsidie ingezet voor de periode 2030-2035 van 40% met een maximaal bedrag van €750.000 op de initiële kapitaaluitgave voor de elektrificatie van het schip, dan levert dit extra schepen op. Dit is te zien in het midden scenario: 18 extra schepen ten opzichte van een scenario met alleen een verlaagd belastingtarief op elektriciteit (van 57 schepen naar 75 schepen). Dit is een verhoging van 32% (laag: 19%, hoog: 46%). Hierbij kan ook worden opgemerkt dat alléén het invoeren van een verlaagd energiebelasting tarief in alle scenario's een soortgelijk effect heeft als het invoeren van de 40% subsidie op de capex. Hier betreft het de reeds genoemde scheepstypen, maar ook zijn er meer rondvaartboten die de overstap maken en een enkele veerpont.

Kiest de overheid voor een verdergaande subsidie van 80% op de investeringskosten van de stap naar elektrisch varen, dan neemt het aantal schepen verder toe. Als dit wordt gecombineerd met een verlaagde belastingtarief op elektriciteit dan levert dat een extra stijging van 36 schepen op, oftewel 41% (laag: 28%, hoog: 52%). Bijna alle scheepstypen kennen in deze situaties overstappers, vooral de kleine rondvaart en in latere jaren de motorvrachtschepen dragen veel aan het totaalcijfer bij.

Concluderend kunnen we kijken naar het extra effect van het verlaagde belastingtarief. Het gaat dan om de volgende effecten van een verlaagd belastingtarief op elektriciteit:

- 3 tot 13 schepen extra in 2035 bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 9 tot 36 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met daarbij een maximum van 750.000 euro subsidie per schip
- 17 tot 71 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 80% op de kapitaalinvesteringen



Figuur 31 *Extra aantal schepen in 2035 uitsluitend toe te schrijven aan het verlaagde belastingtarief, per subsidieniveau*

Waarom ontstaat deze synergie?
De combinatie van een verlaagd belastingtarief en een subsidie op kapitaalinvesteringen levert een effect op dat groter is dan de som van de afzonderlijke maatregelen. Dit is niet vanzelfsprekend: in een eenvoudig lineair TCO-model zou elke euro overheidsgeld, ongeacht of die via de CAPEX- of OPEX-zijde wordt besteed, hetzelfde aantal extra schepen over het omslagpunt trekken. Twee specifieke kenmerken van de beleidsconfiguratie en de vloot verklaren waarom dit in de doorgerekende situatie niet opgaat.

Mechanisme 1: de subsidie is gemaximeerd op €750.000 per schip.
In het 40%-scenario geldt een absolute bovengrens van €750.000 subsidie per schip. Voor grotere schepen waarvoor de CAPEX voor elektrificatie typisch tussen €1,5 en €3 miljoen ligt — motorvrachtschepen 80–110 m, tankers, hotelschepen — overschrijdt 40% van die investeringskosten ruim de cap. Voor deze categorie schepen bestaat een "extra euro subsidie" boven de €750.000 in dit regime niet: aanvullende subsidie-euro's ketsen af tegen het plafond en komen niet bij het schip terecht. Het verlaagde tarief kent daarentegen geen individuele cap en grijpt aan op de jaarlijkse operationele energiekosten, jaar na jaar over de afschrijvingsperiode. De VT kan daarmee TCO-reductie opleveren voor schepen waar een verdubbeling van alleen de subsidie wiskundig niet kán uitkomen. Dit zijn precies de scheepstypen in het middensegment en zwaarder die zonder combinatie van maatregelen het omslagpunt in de periode 2030–2035 niet halen.

Mechanisme 2: de vloot is heterogeen in CAPEX/OPEX-verhouding.
De doorgerekende scheepstypen verschillen aanzienlijk in de relatieve verhouding tussen investeringskosten en energiekosten. Een kleine rondvaartboot heeft relatief lage CAPEX en een matig jaarverbruik; een motorvrachtschip 80–110 m heeft zowel hoge CAPEX als hoog verbruik; een tankschip heeft zeer hoge CAPEX en zeer hoog verbruik door onder meer temperatuurhandhaving van de lading. Voor een schip met hoge CAPEX en relatief lage OPEX werkt subsidie op investeringskosten aanzienlijk beter dan een OPEX-verlaging; voor een schip met lage CAPEX en hoge OPEX geldt het omgekeerde. Eén enkel instrument — hoe royaal ook gedoteerd — bedient daardoor altijd optimaal slechts één deel van de vloot. De combinatie van beide instrumenten bereikt een bredere doorsnede van scheepstypen dan een verdubbeling van één instrument.

Verder laat Tabel 18 het effect in het middenscenario concreet zien. Het verlaagde tarief op zichzelf levert 6 extra schepen op ten opzichte van het basispad; de 40%-subsidie op zichzelf levert eveneens 6 extra schepen op. Een lineaire optelling zou 12 extra schepen doen verwachten, maar de combinatie levert 24 extra schepen op. De 12 schepen boven de lineaire som zijn de empirische uitdrukking van de twee hierboven beschreven mechanismen: schepen die in de individuele scenario's het omslagpunt niet halen, maar onder de combinatie wél.
Nuance bij het 80%-scenario. In de ruimere 80%-variant vervalt de cap op de subsidie. Het absolute synergie-effect is daar groter (+30 schepen bovenop de lineaire som in het middenscenario), maar relatief zwakker: omdat de subsidie onbegrensd kan doorschalen met de investeringskosten, speelt het cap-mechanisme daar niet meer. Een substantieel deel van het verschil tussen "alleen 80% subsidie" en "VT + 80% subsidie" is daar toe te schrijven aan het feit dat er in het gecombineerde scenario meer overheidsgeld wordt ingezet, eerder dan aan een structureel synergie-effect. In het 40%-scenario, dat dichter bij historische en voorzienbare subsidieregelingen ligt, gaat de synergie-redenering in strikte zin wel op.

4.2 Door de sector verbruikte elektriciteit 2030-2035

Voor de scheepstypen waarvoor de TCO is doorgerekend hanteerde EICB de verbruiksgegevens in tonnen diesel per jaar uit eerder onderzoek (zie o.a. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De verbruikswaarden zijn omgerekend naar de calorische energiebehoefte uit diesel. Vervolgens is rekening gehouden met de efficiëntie winst van elektrisch varen. Deze is ongeveer een factor 2. Elektrisch varen zorgt namelijk voor een halvering van de benodigde calorische energie, omdat er veel minder energie verloren gaat aan warmte bij een elektrische aandrijving in vergelijking met het gebruik van verbrandingsmotoren. Uitgaande van het gemiddelde verbruik van schepen in m3 diesel per jaar is per scheepstype de omrekening gemaakt naar behoefte aan kWh elektriciteit per jaar. Per scheepstype leverde dat onderstaande gegevens op.

Tabel 19: *Verbruik van elektriciteit per scheepstype per jaar. O.b.v. eerder onderzoek, EICB.*

Type	kWh verbruik per jaar
Kleine rondvaartboten	222.564
Motorschip <80m	355.203
Motorschip 80-110m	1.633.472
Tankschip >110m	2.008.018

Door per situatie, per jaar, te bekijken welke schepen overstappen en die te vermenigvuldigen met het respectievelijke elektriciteitsverbruik per jaar (en dat te cumuleren over de jaren heen) is het totaalverbruik aan elektriciteit in kWh per jaar berekend voor de periode 2030-2035. Hierbij zijn voor andere dan de hierboven genoemde scheepstypen inschattingen gemaakt door ze te koppelen aan type schepen waarvoor wel verbruiksgegevens beschikbaar zijn. Zie voor details de aannames zoals gepresenteerd in paragraaf 4.1.1. Scheepstypen. Hierbij is gekozen voor de gebruiksgegevens zoals beschikbaar in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, omdat die cijfers het dichtst bij de situatie in Nederland komen. De tool uit Synergetics werk met Europese gemiddelde waarden.

Daarbij is rekening gehouden met de inschatting van 30 varende elektrische schepen op 31-12-2029. Ook deze groep schepen verbruikt gedurende de onderzoeksperiode (2030-2035) elektriciteit, maar de exacte samenstelling van deze groep is niet bekend. Kijkend naar de bronnen die gebruikt zijn om de schatting te maken lijkt het logisch dat de eerste schepen kleine tot middelgrote schepen zullen zijn. Daarom zijn deze 30 schepen vermenigvuldigd met de mediaan van het verbruik per jaar van de kleine rondvaartboten, het motorschip kleiner dan 80 meter en het middelgrote motorschip.

In een tabel uiteengezet in megawattuur per jaar leveren deze berekeningen het volgende beeld op in het midden scenario, het hoge scenario en het lage scenario. Het gaat hier om de vraag naar elektriciteit voor de voortstuwing van schepen. De reguliere vraag naar elektriciteit voor walstroom (hotelgebruik) is buiten beschouwing gelaten.

Tabel 20: *Elektriciteitsbehoefte per jaar in het midden scenario*

Elektriciteitsbehoefte MWh/jaar	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Basispad, geen subsidie	30.738	34.769	38.801	42.832	46.863	50.894
Verlaagd tarief, geen subsidie	33.177	37.208	41.239	45.270	49.790	54.310
40% subsidie	33.177	37.208	41.239	45.270	49.790	54.310
VT + 40% subsidie	33.177	37.697	42.217	48.506	54.795	61.573
80% subsidie	33.665	38.185	43.194	49.972	57.587	65.201
VT + 80% subsidie	35.923	43.538	52.085	63.978	78.092	90.204

Tabel 21: *Elektriciteitsbehoefte per jaar in het hoge scenario.*

Elektriciteitsbehoefte MWh/jaar	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Basispad, geen subsidie	30.860	37.452	44.044	50.636	57.228	63.820
Verlaagd tarief, geen subsidie	35.737	42.329	48.921	55.513	63.083	70.652
40% subsidie	35.737	42.329	48.921	55.513	63.083	70.652
VT + 40% subsidie	35.737	43.307	50.876	61.984	73.092	85.178
80% subsidie	36.715	44.284	52.831	64.917	78.675	92.434
VT + 80% subsidie	41.231	54.989	70.613	92.929	119.685	146.440

Tabel 22: *Elektriciteitsbehoefte per jaar in het lage scenario.*

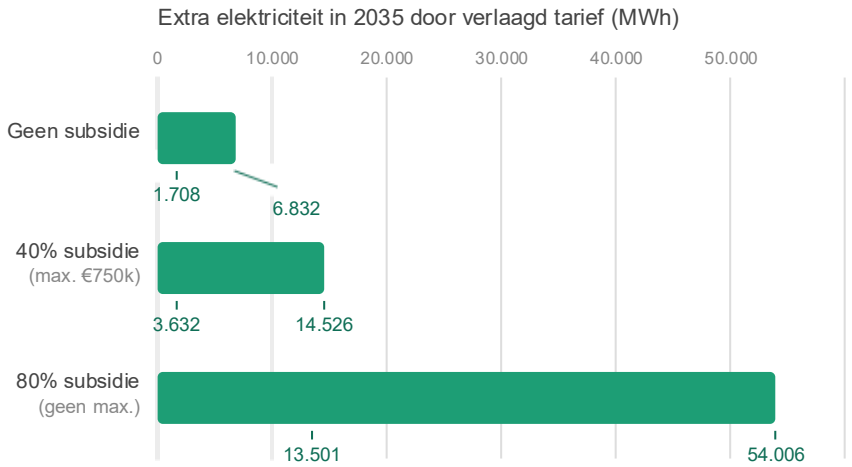
Elektriciteitsbehoefte MWh/jaar	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Basispad, geen subsidie	30.677	33.428	36.179	38.930	41.681	44.431
Verlaagd tarief, geen subsidie	31.896	34.647	37.398	40.149	43.144	46.139
40% subsidie	31.896	34.647	37.398	40.149	43.144	46.139
VT + 40% subsidie	31.896	34.892	37.887	41.767	45.647	49.771
80% subsidie	32.141	35.136	38.376	42.500	47.042	51.585
VT + 80% subsidie	33.270	37.812	42.821	49.503	57.295	65.086

Te zien is in deze tabellen (Tabel 20, Tabel 21, Tabel 22) dat de behoefte aan elektriciteit vanuit de sector over de jaren flink kan groeien als naast een verlaagd tarief ook subsidies worden ingezet. In het midden scenario stijgt de energievraag naar elektriciteit in MWh uit de sector ten opzichte van het basisscenario bij het invoeren van het verlaagd tarief relatief weinig met 3 tot 4 MWh per jaar, oplopend van 2030 tot 2035. Wordt er veel subsidie verstrekt en een verlaagd tarief ingevoerd, dan kan de elektriciteitsvraag uit de sector bijna verdubbelen. In het lage en hoge scenario zijn de effecten respectievelijk significant kleiner en groter.

De absolute toename van de elektriciteitsvraag is, met name in het middenscenario, gematigd. Dit heeft drie oorzaken: de 30 schepen die al vóór 2030 elektrisch varen wegen zwaar mee in het totaal, de extra overstappers betreffen voornamelijk kleinere schepen met een relatief laag energieverbruik, en veel van hen maken de overstap pas in de tweede helft van de periode 2030–2035.

Concluderend kunnen we de toename van de vraag naar elektriciteit aangegeven als gevolg van het eventueel te verlagen belastingtarief:

- 1708 tot 6832 MWh extra in 2035 bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 3632 tot 14526 MWh extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met een maximum van 750.000 euro per schip
- 13501 tot 54006 MWh extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 80% op kapitaalinvesteringen



Figuur 32 *Extra elektriciteitsvraag in 2035 (MWh) toe te schrijven aan het verlaagde belastingtarief, per subsidieniveau*

4.3 De kosten van interventie voor de overheid

Bovenstaand (paragraaf 4.1.5. Beredeneerde effecten en paragraaf 4.2 Door de sector verbruikte elektriciteit 2030-2035) is een inschatting gegeven van de effecten van het verlaagde tarief, dan wel twee type subsidieregelingen en combinaties daarvan. Het is ook relevant om te bekijken wat de kosten zijn van deze types van overheidsinterventies in de binnenvaart.

Over de vier scheepstypen waarvoor de TCO is doorgerekend komt naar voren dat de gemiddelde derving van elektriciteitsbelasting per schip gemiddeld ongeveer €30.000 per jaar is bij invoering van het verlaagd tarief. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** op de volgende pagina worden de aantallen schepen in 2035 en de opbrengsten van de energiebelasting getoond. Die is berekend door telkens de betaalde belasting per kWh (regulier tarief of verlaagd tarief) te vermenigvuldigen met het aantal schepen dat in het gegeven jaar binnen de onderzoeksperiode elektrisch vaart. De tabel betreft de inkomsten opgeteld over de jaren 2030-2035. Een voorbeeldberekening van hoe deze getallen tot stand zijn gekomen is te vinden in bijlage C.

In dezelfde tabel is ook een inschatting van kosten voor de overheid van de verschillende subsidieregelingen opgenomen. Dit is berekend op basis van de TCO kostenverschillen meegewogen voor de verschillende subsidieregelingen. Hiervoor is gebruik gemaakt van een gemiddelde gewogen tussen kosten in het hoge- en lage prijsstellingsscenario per elektrische techniek.

De subsidiekosten en belastingopbrengsten die worden gepresenteerd in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de cumulatieve bedragen, dat wil zeggen, het totaal voor de periode 2030 - 2035.

Tabel 23: *Kosten voor de overheid van interventies in de periode 2030-2035: inschatting van subsidie uitgaven en opbrengsten energiebelasting elektriciteit per situatie. Aantal schepen in 2035 is toegevoegd ter referentie.*

Opbrengst EB of kosten subsidie totalen over periode 2030-2035		2030-2035 midden scenario	2030-2035 laag scenario	2030-2035 hoog scenario
Basispad (geen VT, geen subsidie)	**Belasting opbrengst**	**€9,7 MLN**	€8,9 MLN	€11,3 MLN
	Subsidiekosten	**0**	0	0
	# Schepen 2035	**51**	44	65
Verlaagd tarief (VT), geen subsidie	**Belasting opbrengst**	**€0,13 MLN**	€0,12 MLN	€0,18 MLN
	Subsidiekosten	**0**	0	0
	# Schepen 2035	**57**	47	78
Geen VT, 40% subsidie	**Belasting opbrengst**	**€10,4 MLN**	€9,3 MLN	€12,5 MLN
	Subsidiekosten	**€12,9 MLN**	€7,9 MLN	€23 MLN
	# Schepen 2035	**57**	47	78
VT +40% subsidie	**Belasting opbrengst**	**€0,14 MLN**	€0,12 MLN	€0,18 MLN
	Subsidiekosten	**€16.2 MLN**	€9 MLN	€29.5 MLN
	# Schepen 2035	**75**	56	114
Geen VT, 80% subsidie	**Belasting opbrengst**	**€11,4 MLN**	€9,8 MLN	€14,7 MLN
	Subsidiekosten	**€52 MLN**	€30 MLN	€96 MLN
	# Schepen 2035	**85**	61	134
VT +80% subsidie	**Belasting opbrengst**	**€0,18 MLN**	€0,14 MLN	€0,26 MLN
	Subsidiekosten	**€179 MLN**	€97.7 MLN	€342MLN
	# Schepen 2035	**121**	78	205

Kosten en opbrengsten overheid per scenario, 2030–2035 (€ mln)

Middenscenario (bandbreedte laag–hoog tussen haakjes)

Scenario	EB-opbrengst	Subsidiekosten	Schepen
Basispad Geen VT, geen subsidie	€ 9,7 (8,9 – 11,3)	—	51 (44 – 65)
Alleen VT VT, geen subsidie	€ 0,13 (0,12 – 0,18)	—	57 (47 – 78)
40% subsidie Geen VT, 40% subsidie	€ 10,4 (9,3 – 12,5)	€ 12,9 (7,9 – 23)	57 (47 – 78)
VT + 40% subsidie Verlaagd tarief + 40% subsidie	€ 0,14 (0,12 – 0,18)	€ 16,2 (9 – 29,5)	75 (56 – 114)
80% subsidie Geen VT, 80% subsidie	€ 11,4 (9,8 – 14,7)	€ 52 (30 – 96)	85 (61 – 134)
VT + 80% subsidie Verlaagd tarief + 80% subsidie	€ 0,18 (0,14 – 0,26)	€ 179 (97,7 – 342)	121 (78 – 205)

Legenda

- Scenario's met verlaagd tarief (VT)
- Scenario's zonder VT
- EB-opbrengst op regulier tarief
- Sterk verlaagde opbrengst of kosten subsidie

Alle bedragen in € miljoen, totalen over de periode 2030–2035. Aantal schepen betreft stand eind 2035. Bandbreedtes (laag–hoog scenario) tussen haakjes.

Figuur 33 *Overzicht kosten voor de overheid per beleidsscenario, 2030–2035*

De zuiverste vergelijkingen kunnen worden gemaakt tussen de situaties waarin alleen de status van het EB tarief zou veranderen. In de onderstaande tekst worden de uitkomsten voor het midden scenario besproken, waarbij de lezer die van het hoge- en lage scenario telkens zelf kan aflezen en beoordelen aan de hand van de uitkomsten gepresenteerd in Tabel 23.

Als referentie dient het basispad, waarbij het belastingtarief op elektriciteit niet wordt verlaagd en er ook geen subsidie wordt verstrekt. Als er vervolgens wel met een verlaging van het belastingtarief wordt gerekend, dan stijgt het aantal elektrische schepen van 51 in het basispad naar 57 bij invoering van een verlaagd belastingtarief (midden scenario). Dit is een verschil van zes schepen op een omvang van 21 extra schepen ten opzichte van het aantal schepen in 2030. Dit betekent dus een relatieve toename van 28%. De totale opbrengst van de energiebelasting is zonder verlaagd tarief €9,7 miljoen. Bij invoering van het verlaagd tarief valt dit terug naar afgerond €130.000. Een verschil van meer dan €9,5 miljoen. Dit duidt op een kostenpost van meer dan een miljoen euro per schip, immers de invoering van het VT levert netto zes extra schepen op in het midden scenario. Echter, bij invoering van het VT ontvangen álle schepen de lastenverlichting, dus ook de 30 schepen die op 31-12-2029 al elektrisch voeren en de schepen die ook zonder VT de overstap hadden gemaakt. Deze schepen zullen dus concurrerender worden ten opzichte van varen met diesel en de kans dat zij kunnen en zullen blijven varen op elektriciteit neemt daarmee toe. De lastenverlichting valt dus toe aan meer schepen, en de robuustheid van elektrisch varen wordt groter, maar levert onder aan de streep “maar” zes elektrische schepen extra op (in het midden scenario).

Vervolgens zijn de situaties met 40% subsidie op investeringskosten, met of zonder verlaagd tarief bekeken. Hierbij is de subsidie per schip begrensd op maximaal €750.000. Het eerste dat opvalt is dat het vertrekken van 40% subsidie zonder verlaagd tarief 57 schepen oplevert tegen een geschatte benodigde subsidiepot van bijna €13 miljoen (27 extra schepen t.o.v. 31-12-2029) in de periode 2030-2035. Ook hier dus zes extra schepen als gevolg van subsidie. Dit terwijl hierboven kon worden

gelezen dat alléén het verlaagd tarief invoeren ook totaal 57 schepen oplevert in 2035 bij €9.5 miljoen aan misgelopen belastinginkomsten in diezelfde periode.
Nu de combinatie, **het synergetische effect**: wordt naast het verstrekken van 40% subsidie ook het verlaagde belastingtarief toegepast, dan levert dat 75 overstappende schepen op (45 extra t.o.v. 31-12-2029). Dat betekent **geen 12 (6 plus 6), maar 24 extra schepen** ten opzichte van het basispad.

En, ten opzichte van een scenario met alleen 40% subsidie zonder VT gaat het om een stijging van 66% van het aantal extra schepen in het midden scenario. Hierbij wordt de misgelopen belasting op grofweg €10.2 miljoen geschat (10,4 – 0,14 miljoen euro belastingopbrengsten) en de benodigde subsidiepot op €16 miljoen in de periode 2030-2035.

Ten derde zijn er de varianten die uitgaan van 80% subsidie op investeringskosten zonder begrenzing op de subsidie per schip. De subsidie kan dus ook groter zijn dan €750.000 hetgeen gunstig is voor grotere schepen met een groter energieverbruik. Wordt alleen deze subsidie ingevoerd, dan levert dat in totaal eind 2035 in totaal 85 elektrische schepen op in het midden scenario. Dit zijn er 34 meer dan in het basispad. De geschatte benodigde subsidiepot komt dan op €52 miljoen uit voor de periode 2030-2035. Zonder verlaagd tarief worden belastingopbrengsten in dit scenario geschat op €11,4 miljoen over de periode 2030-2035. Wordt daarbij ook het verlaagd tarief ingevoerd, dan wordt het aantal elektrische schepen eind 2035 geschat op 121. In dat geval is de benodigde subsidiepot opgelopen tot €179 miljoen en vallen de belastinginkomsten terug naar zo'n €180.000 (een terugval van meer dan €11,2 miljoen over de periode 2030-2035). De forse toename in de benodigde uitgaven aan subsidies komen voornamelijk doordat er niet alleen méér schepen overstappen door het verlaagde tarief, maar dat die extra overstappers naar verwachting juist grotere schepen zijn wiens investeringskosten fors hoger liggen dan die van kleinere schepen. De reductie van emissies, zoals CO2, zal dus ook navenant hoger zijn.

Bovenstaande getallen en uitleg van de tabel zien enkel op de onderzoeksperiode 2030-2035. Dit is relevant op te merken bij het interpreteren van het effect op belastinginkomsten bij de eventuele invoering van het verlaagde belastingtarief op elektriciteit. Er is enkel rekening gehouden met de periode 2030-2035. Er is niet gerekend met de energieprijzen in 2036 (of daarna) met of zonder een eventueel verlaagd tarief.

Tabel 24: *Inschatting opbrengst belasting per jaar in miljoenen euro's. Inschatting bandbreedte laag – hoog scenario*.

Opbrengst EB €MLN	2030	2031	2032	2033	2034	2035	Som 2030-2035
Basispad	€1,2 - €1,2	€1,3 - €1,5	€1,4 - €1,7	€1,5 - €2,0	€1,7 -€2,3	€1,8 - €2,5	€8,9 - €11,3
Verlaagd tarief	€0,016 - €0,018	€0,017 - €0,021	€0,019 - €0,024	€0,020 - €0,028	€0,022 - €0,032	€0,023 - €0,035	€0,12 - €0,18
40% subsidie	€1,3 - €1,4	€1,4 - €1,7	€1,5 - €1,9	€1,6 - €2,2	€1,7 - €2,5	€1,8 - €2,8	€9,3 - €12,5
VT + 40% subsidie	€0,016 - €0,018	€0,017 - €0,022	€0,019 - €0,025	€0,021 - €0,031	€0,023 - €0,037	€0,025 - €0,043	€0,12 - €0,18
80% subsidie	€1,3 - €1,5	€1,4 - €1,8	€1,5 - €2,1	€1,7 - €2,6	€1,9 - €3,1	€2,1 - €3,7	€9,8 - €14,7
VT + 80% subsidie	€0,017 - €0,021	€0,019 - €0,027	€0,021 - €0,035	€0,025 - €0,046	€0,029 - €0,060	€0,033 - €0,073	€0,14 - €0,26

In Tabel 24 zijn de belastingopbrengsten die in Tabel 23 te zien zijn uitgesplitst per jaar. Dit is gedaan ter verduidelijking en om meer inzicht te geven in het verloop. De kostenbandbreedte die in Tabel 24 is weergegeven is de bandbreedte tussen het laag scenario en het hoog scenario die in Tabel 23 gepresenteerd is. Het middel scenario zal dus ergens in deze bandbreedte liggen.

Uitgaande van het aangenomen basispad als basis-belastingsituatie, wordt bij invoering van het verlaagd tarief een opbrengst die per jaar oploopt van grofweg 1,2 miljoen euro in 2030 naar 1,8 tot 2,5 miljoen euro in 2035 feitelijk ingeruild voor een opbrengst van enkele tienduizenden euro's per jaar. Namelijk 16.000 a 18.000 euro oplopend tot 23.000 a 35.000 euro bij invoering van het verlaagd tarief per jaar. Worden daarnaast subsidies ingezet dan lopen de belastingopbrengsten onder verlaagd tarief nog enigszins op, maar zij blijven ver onder de €100.000 per jaar. Zo beschouwd leveren de subsidieregelingen, doordat zij zorgen voor extra schepen t.o.v. een situatie met alleen een verlaagd tarief, nog enkele tienduizenden euro's extra belastinginkomsten per jaar op. Worden subsidieregelingen ingevoerd zonder combinatie met een verlaagd tarief, dan lopen belastinginkomsten (en als tegenhanger de lastenverzwaring voor de sector) op ten opzichte van het basispad.

Bij een subsidie van 40% op de capex stijgen de EB inkomsten met enkele honderdduizenden euro's per jaar. Bij een subsidie van 80% op de capex is die stijging nog iets hoger en kan deze stijging oplopen van enkele honderdduizenden euro's tot grofweg een miljoen euro per jaar.

Hieruit is duidelijk geworden dat een invoering van het verlaagd tarief zal leiden tot minder belastinginkomsten. Verdere besluitvorming voor 2035 en verder over het belastingtarief op elektriciteit zou met de ontwikkeling van de dieselprijs rekening kunnen houden: deze kan door het ETS2 en internationale besluiten over de accijnsvrijstelling stijgen waardoor er ruimte ontstaat om het belastingtarief op elektriciteit weer te verhogen.

5. Conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Deze QuickScan is uitgevoerd met een beperkte doorlooptijd en budget. Voor de binnenvaart zijn kwantitatieve analyses uitgevoerd op basis van vier scheepstypen. De waterbouw en zeevaart zijn kwalitatief beoordeeld. Een uitgebreide concurrentieanalyse met andere duurzame alternatieven zoals HVO is niet uitgevoerd (zie voor beperkingen en aanbevelingen bijlage D). Desondanks levert de analyse een aantal consistente bevindingen op die relevant zijn voor de beleidsvorming.

Het doel van deze opdracht is:

Het in kaart brengen van het verwachte effect van een verlaging van de energiebelasting op het aantal extra schepen dat batterij-elektrisch gaat varen en de hoeveelheid geleverde elektriciteit ten opzichte van de baseline zonder aanpassing van de energiebelasting.

In dit afsluitende hoofdstuk worden de conclusies geformuleerd ten aanzien van het aantal extra schepen en de hoeveelheid elektriciteit. Vervolgens worden de beperkingen aangeven van dit onderzoek en de daaruit volgende aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

5.1. Conclusies voor binnenvaart (vracht- en personenvervoer)

Wat betreft vracht- en passagiersvervoer over de binnenwateren is een aantal 'kwantitatieve kostenberekeningen gemaakt met- en zonder verlaagd tarief in de energiebelasting op elektriciteit. Hieruit blijkt dat de doorrekening met een verlaagd belastingtarief ertoe leidt dat er scheepseigenaren iets eerder zullen overwegen om vol-elektrisch te gaan varen. De analyse toonde dit aan door middel van het vergelijk van de bandbreedtes van totale kosten. In dit vergelijk is te zien dat een volledig elektrisch varend schip reeds in de periode 2030-2035 op kosten concurrerend kan worden in vergelijking met varen op diesel. Het eventueel invoeren van een verlaagd belastingtarief op elektriciteit voor de voortstuwing van schepen draagt dus significant bij aan het eerder kostencompetitief maken van elektrisch varen. Met name elektrisch varen op een verwisselbare batterij zal competitief zijn in het geval van nieuwbouw schepen. Het varen met vaste batterijen en laden vanaf de wal zal wat meer tijd nodig hebben om competitief te worden met varen op fossiele diesel.

Daarbij is in de scenario's een aantal subsidie situaties meegerekend, zowel met- als zonder fictief ingevoerd verlaagd belastingtarief voor varen op elektriciteit. Een relatief gangbare subsidie van 40% op de initiële investeringskosten (capex) benodigd om elektrisch te gaan varen met daarbij een absoluut maximum van €750.000 per schip maakt elektrisch varen significant eerder kostencompetitief met diesel. Dit is in vergelijking met een scenario zonder subsidie. Een zeer ruime subsidie van 80% op de initiële investeringskosten zonder absoluut maximumbedrag per schip leidt vanzelfsprekend tot het nog eerder bereiken van situaties waarin elektrisch varen aantrekkelijker kan zijn varen op diesel.

5.1.1 Effect op het aantal volledig batterij-elektrische schepen in het jaar 2035

Gebruikmakend van de uitkomsten van de TCO berekeningen is de schatting gemaakt van het aantal extra elektrische schepen. Dit is gedaan voor de periode 2030-2035, voor zowel retrofit van bestaande schepen als nieuwbouw schepen die vol elektrisch gaan varen. EICB schat in vanaf eind 2029 er reeds 30 schepen elektrisch varen. In een basispad zonder verlaagd tarief of subsidies varen er eind 2035 naar schatting 44 tot 65 schepen volledig elektrisch.

In een scenario met **alleen de eventuele invoering van het verlaagd tarief**, dan is de verwachting dat eind 2035 tussen **47 en 78 schepen** volledig elektrisch varen.

Bij het invoeren van subsidies in combinatie met een verlaagd tarief lopen de verwachtingen verder op. Op basis van de kostenvergelijkingen is de inschatting dat er dan circa **56 tot 114 schepen** volledig elektrisch varen eind 2035 in het scenario met een **combinatie van verlaagd tarief en 40% subsidie met een begrenzing op 750.000 euro per schip**.

Bij een **onbegrensde subsidie van 80% in combinatie met het verlaagde belastingtarief** loopt dit verder op naar een verwachting die ligt tussen **78 en 205 schepen** die eind 2035 elektrisch varen.

Voor dit laatste scenario is er relatief veel subsidie nodig per schip. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is daarnaast nog apart het effect op het aantal schepen van een verlaagd tarief in een scenario met het verstrekken van subsidies weergegeven.

Ten opzichte van beide subsidie scenario's is een significante toename zichtbaar van het aantal schepen na invoering van een verlaagd tarief.

Kijkend naar het extra effect van het verlaagde belastingtarief dan gaat het om de volgende effecten van een verlaagd belastingtarief op elektriciteit:

- 3 tot 13 schepen extra in 2035 bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 9 tot 36 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met daarbij een maximum van 750.000 euro subsidie per schip
- 17 tot 71 schepen extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 80% op de kapitaalinvesteringen

Synergie tussen verlaagd tarief en CAPEX-subsidie

De combinatie van een verlaagd belastingtarief en een subsidie op kapitaalinvesteringen levert consistent een effect op dat groter is dan de som van de afzonderlijke maatregelen. Twee mechanismen verklaren waarom deze synergie meer behelst dan alleen "meer overheidsgeld".
Ten eerste is de 40%-subsidie gemaximeerd op €750.000 per schip. Voor grotere schepen met een CAPEX in de orde van €1,5 tot €3 miljoen bestaat een "extra euro subsidie" boven die cap in dit regime niet — aanvullende subsidie ketst af tegen het plafond. Het verlaagde tarief kent daarentegen geen individuele cap en grijpt aan op de operationele energiekosten, jaar na jaar. Voor een deel van de vloot — met name motorvrachtschepen 80–110 m, tankers en hotelschepen — kan de combinatie van beide instrumenten daardoor TCO-reductie bereiken die een verdubbeling van alleen de subsidie niet kan leveren.

Ten tweede verschillen scheepstypen onderling aanzienlijk in hun CAPEX/OPEX-verhouding. Kleine rondvaartboten hebben een lage CAPEX en een matig verbruik; grote vrachtschepen en tankers hebben beide hoog. Eén instrument — hoe royaal ook gedoteerd — bedient altijd optimaal slechts één deel van de vloot. De combinatie dekt een bredere doorsnede dan een verdubbeling van één instrument.

Uit tabel 18 volgt dit: het verlaagde tarief op zichzelf en de 40%-subsidie op zichzelf leveren elk 6 extra schepen op ten opzichte van het basispad (middenscenario); de combinatie levert 24 extra schepen. De 12 schepen boven de lineaire som zijn de uitdrukking van de hierboven beschreven mechanismen.

In de ruimere 80%-variant zonder cap wordt het synergie-effect absoluut groter maar relatief zwakker: daar speelt het cap-mechanisme niet meer, en is een substantieel deel van het verschil toe te schrijven aan meer overheidsgeld. In het 40%-scenario, dat aansluit bij historische en voorzienbare subsidieregelingen, gaat het synergie-argument in strikte zin wel op.

5.1.2 Effect op hoeveelheid elektrische energie voor voortstuwing van schepen

De vraag naar elektrische energie uit deze sector stijgt naar schatting significant bij het verstrekken van subsidies, al dan niet in combinatie met de invoering van een verlaagd belastingtarief op elektriciteit. De stijging is aanzienlijk te noemen, maar in het midden scenario niet extreem. Dit komt doordat de schepen die de overstap maken vooral kleinere schepen betreffen die een relatief laag energiegebruik hebben. Deze groep schepen die de overstap maakt als gevolg van de maatregelen nemen relatief weinig extra elektriciteit af. Niettemin is de stijging significant en kan die, bij combinatie met subsidies, flink oplopen.

Hiermee is duidelijk geworden dat alle uitkomsten uit deze verkenning wijzen naar een significant aantal extra elektrische schepen na eventuele invoering van een verlaagd tarief op de energiebelasting van €0,0005 voor elektrisch varen vanaf 2030 t/m 2035. Dit heeft te maken met de aard van deze maatregel. Deze maatregel richt zich op de energiekosten voor het exploiteren van het schip, de zogenaamde opex (operational expenditures). Juist deze energiekosten maken een groot deel uit van de totale kosten. De energiebelasting voor elektriciteit vormt een significant percentage in deze operationele kosten voor een volledig elektrisch varend schip. Dit terwijl er geen accijns is op fossiele diesel. Het verlagen van de energiebelasting maatregel kan dus een effectieve werking hebben. Er is een synergie te zien als deze wordt gecombineerd met subsidies op de kapitaalinvestering (capital expenditures) die nodig zijn voor het aanpassen van een schip om op batterijen te kunnen gaan varen.

Het verschil als gevolg van het eventueel te verlagen belastingtarief is als volgt:
- 1708 tot 6832 MWh extra in 2035 bij een situatie zonder subsidie op kapitaalinvesteringen
- 3632 tot 14526 MWh extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 40% op kapitaalinvesteringen met een maximum van 750.000 euro per schip
- 13501 tot 54006 MWh extra in 2035 bij een situatie met een subsidie van 80% op kapitaalinvesteringen

5.1.3 Kosten voor de overheid voor de maatregelen

Ook is gevraagd de kosten voor de overheid van de interventies in te schatten. Er zijn twee type interventies meegenomen in het onderzoek: invoering van het verlaagd belastingtarief om de energiekosten te drukken en twee denkbare type subsidieregelingen die gericht zijn op het verlagen van de investering barrière. Juist ook de combinatie van deze maatregelen is geanalyseerd, vanwege het synergetische effect. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de totale kosten voor de overheid binnen de onderzoeksperiode 2030-2035 gepresenteerd. Hieruit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Het eventueel invoeren van het verlaagd tarief zou leiden tot een aanzienlijke daling van belastinginkomsten (één tot enkele miljoenen euro's per jaar) tegenover het basispad. Dit is logisch want het verlaagde tarief is € 0,0005 per kWh elektriciteit terwijl er is rekening gehouden met een tarief € 0,0397 per kWh elektriciteit in het basispad. Relatief uitgedrukt per kWh betekent dit een reductie van 98,7% van het belastingtarief. Echter, in een situatie zonder verlaagd tarief zorgen eventuele subsidieregelingen (de extra elektrisch varende schepen die zij opleveren) voor significant méér belastinginkomsten. De variant met 80% subsidie op kapitaalinvestering leidt tot een toename van 16 tot 48% in het jaar 2035 ten opzichte van het basispad, afhankelijk van het scenario (laag – hoog).

Opgemerkt wordt dat geen rekening is gehouden met maatschappelijke baten die kunnen worden gekoppeld aan het aantal elektrisch varende schepen in plaats van schepen die varen op diesel. Voor de besluitvorming zijn er aanvullende aspecten die een rol spelen en gekwantificeerd zouden kunnen worden, maar in deze verkenning niet zijn onderzocht:
- Milieu effecten: de maatschappelijke baten door het besparen van luchtvervuilende emissies (NOx (link met stikstofdepositie/N2000 gebieden), fijnstof (Schone Lucht Akkoord, Air Quality Directive) en ook de CO2 emissie besparingen (Urgenda);
- Een meer competitieve binnenvaart, zowel op milieuprestatie als bedrijfseconomisch, resulterend in een betere modal split qua vervoersaandeel binnenvaart en minder wegvervoer (minder overheidsuitgaven en maatschappelijke kosten voortkomend uit congestie, geluidsoverlast en schade aan infrastructuur);
- Kansen voor maritieme cluster voor realiseren werkgelegenheid, know-how en export kansen in elektrische binnenschepen, vooral in geval van retrofit en nieuwbouw/afbouw, met bijbehorende welvaartseffecten voor Nederland en effecten inkomsten voor overheid.

5.2 Conclusie waterbouw

Het effect op het aantal elektrisch varende schepen in de waterbouw is kwalitatief beoordeeld door middel van deskresearch, op basis van bestaande kennis en via drie gesprekken met belangrijke marktpartijen in de waterbouw. Hieruit bleek dat deze sector bestaat uit ongeveer 150-200 aangedreven schepen. Vanuit de eisen van opdrachtgevers en vergunningen voor

bouwwerkzaamheden heeft de sector een voortrekkersrol op het gebied van elektrisch varen en- of werken in plaats van gebruik van dieselmotoren.

Deze sector werkt namelijk hoofdzakelijk voor publieke partijen. Deze overheden contracteren marktpartijen door middel van aanbestedingen. In die aanbestedingen is al enkele jaren opgenomen dat duurzamere oplossingen de voorkeur genieten bij de selectie van marktpartijen die een aanbod doen. Het omlaag brengen van de energiekosten voor elektriciteit door middel van een verlaagd belastingtarief zal naar verwachting geen merkbaar effect hebben. De waterbouw sector wordt namelijk toch al door klanten bewogen om elektrisch te werken en varen en de klant betaald voor de meerkosten.

Daarnaast is opgemerkt dat deze partijen de elektriciteit regelmatig geleverd krijgen via de klant of andere partners. Vaak betaalt de klant direct de kosten voor elektriciteit. Om bovenstaande redenen wordt aangenomen dat een invoering van het verlaagd tarief in deze sector niet tot extra elektrische schepen zal leiden. Wel is het zo dat de waterbouw en haar opdrachtgevers mee zouden profiteren van een eventueel verlaagd energiebelasting tarief op elektriciteit. Cijfers, zoals verbruik en aantallen schepen zijn niet beschikbaar en konden niet worden vastgesteld gezien het beperkte budget en doorlooptijd van deze opdracht.

Een effect van elektrische schepen uit deze sector op de misgelopen belasting per jaar was binnen de beperkte tijd niet kwantitatief te schatten. Hiernaast speelt bij deze sector dat een groot deel van de energiebehoefte aan boord zal toekomen aan werkverbruik (bijvoorbeeld voor de kraan van een kraanschip).

5.3 Conclusies zeevaart

Zie hiervoor de conclusies binnen

Bijlage A Kwalitatief onderzoek zeevaart.

BIJLAGE ZEEVAART

Effect van verlaging van de energiebelasting en subsidies op batterij-elektrisch varen in de zeevaart

Analyse van het verwachte effect op het aantal batterij-elektrische zeeschepen en de geleverde elektriciteit bij Nederlandse havens

1. Inleiding en onderzoekskader

1.1 Aanleiding

De Nederlandse overheid onderzoekt de mogelijkheid om de energiebelasting op elektriciteit voor de zeevaart te verlagen naar het minimumtarief uit de Europese Richtlijn Energiebelastingen (ETD), zijnde € 0,0005 per kWh. Deze maatregel beoogt de transitie naar batterij-elektrisch varen in de zeevaart te versnellen door de operationele kosten van elektrische voortstuwing en hotellading te verlagen. Het voorliggende rapport analyseert het verwachte effect van deze belastingverlaging op het aantal zeeschepen dat overgaat op (deels) batterij-elektrische voortstuwing en de hoeveelheid geleverde elektriciteit bij Nederlandse havens in de periode 2030–2035.

De analyse richt zich op zeeschepen die Nederlandse havens aandoen en maakt onderscheid tussen schepen onder en boven de 5.000 GT, en tussen verschillende toepassingen van elektriciteit aan boord: *voortstuwing, operationele werkzaamheden* (kranen, pompen, koeling lading) *en de hotelfunctie.*

1.2 Onderzoeksvragen

Dit rapport beantwoordt de volgende vragen:

1. Hoe beïnvloedt een verlaging van de energiebelasting de Total Cost of Ownership (TCO) van batterij-elektrisch varen ten opzichte van conventioneel (diesel) varen?
2. Wat is het verwachte gedragseffect van de TCO-verlaging op de adoptie van batterij-elektrische voortstuwing door reders, uitgesplitst naar scheepstype en toepassingscategorie?

1.3 Afbakening en methodologische kanttekeningen

De zeevaart verschilt fundamenteel van de binnenvaart wat betreft de haalbaarheid van batterij-elektrisch varen. Zeeschepen opereren op langere routes, hebben een hoger energieverbruik en worden sterker beïnvloed door internationale concurrentieverhoudingen. Het kwantitatieve effect van de energiebelastingverlaging is daardoor met minder zekerheid vast te stellen dan voor de binnenvaart. Het rapport werkt daarom met bandbreedtes en scenario's waar harde cijfers ontbreken.

Voor de ontwikkeling van de brandstofprijzen en elektriciteitsprijzen in de periode 2030–2035 wordt, in lijn met de analyse voor de binnenvaart, uitgegaan van de World Energy Outlook 2025 van het Internationaal Energieagentschap (IEA). Hierbij worden drie scenario's gehanteerd: het Stated Policies Scenario (STEPS), dat uitgaat van het huidige en aangekondigde beleid; het Announced Pledges Scenario (APS), dat de volledige realisatie van nationale klimaatbeloften veronderstelt; en het Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE), dat het pad beschrijft naar netto-nul uitstoot in 2050. Deze scenario's bepalen de bandbreedte van de verwachte brandstoffenprijzen, de elektriciteitsprijs en de EU ETS CO_2-prijs, die tezamen de TCO-vergelijking tussen diesel en batterij-elektrisch varen vormgeven.

De kwalitatieve analyse is uitgevoerd voor de periode 2030–2035 en houdt rekening met het aangekondigd internationaal en Europees beleid: de herziene Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED III), FuelEU Maritime en het EU Emissiehandelssysteem voor de zeevaart (EU ETS).

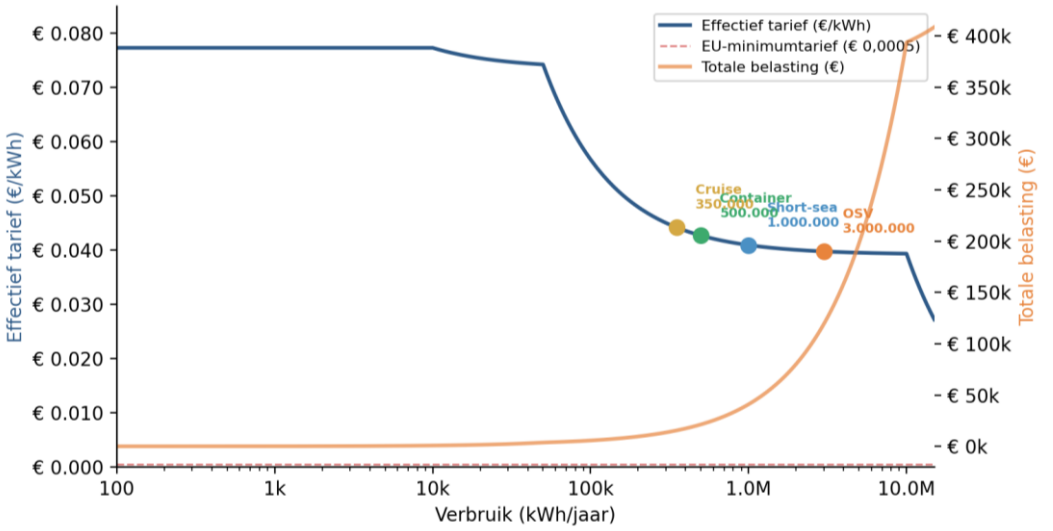
2. Beleids- en regelgevingscontext

2.1 Energiebelasting op elektriciteit: huidige situatie

De Nederlandse energiebelasting op elektriciteit is opgebouwd als degressief staffelsysteem: hoe hoger het verbruik, hoe lager het tarief per kWh. Voor de zeevaart zijn twee regimes van belang:

Regulier tarief: Elektriciteit die via een reguliere aansluiting wordt geleverd aan een zeeschip valt onder het normale staffelsysteem. Op basis van de verwachte tariefsontwikkeling voor de periode 2030–2035 variëren de tarieven van € 0,07731/kWh (schijf 1–2, tot 10.000 kWh) tot € 0,00298/kWh (schijf 5, boven 10.000.000 kWh). Voor de meeste havenaansluitingen met hoog elektriciteitsverbruik voor het laden van scheepsbatterijen zal het effectieve gemiddelde tarief zich bewegen in de range € 0,04–€ 0,08 per kWh, aanzienlijk hoger dan het EU-minimumtarief. Dit effectieve tarief is het gewogen gemiddelde over alle schijven, berekend op basis van de staffelstructuur. Bij een jaarverbruik van 350.000–3.000.000 kWh varieert het gewogen gemiddelde van circa € 0,040 tot € 0,044 per kWh; bij lagere verbruiken (<

50.000 kWh) stijgt het effectieve tarief richting € 0,07–€ 0,08 per kWh doordat een groter aandeel in de hogere schijven 1–3 valt.



Figuur 34: *Energiebelasting Elektriciteit (Staffeltarief 2030–2035) Effectief tarief & totale belastingdruk als functie van verbruik*

Aansluitingstype	Tarief (2030–2035)	Effect verlaging energiebelasting
Reguliere aansluiting (batterijladen)	€ 0,04–€ 0,08/kWh (afhankelijk van verbruik)	Wel effect: verlaging mogelijk

Het verschil tussen het reguliere tarief en het EU-minimumtarief is dus aanzienlijk, met name voor aansluitingen in de lagere schijven. Onderstaande tabel toont de verwachte tariefschijven voor elektriciteit in de periode 2030–2035, en ook de besparing bij verlaging naar het EU-minimumtarief:

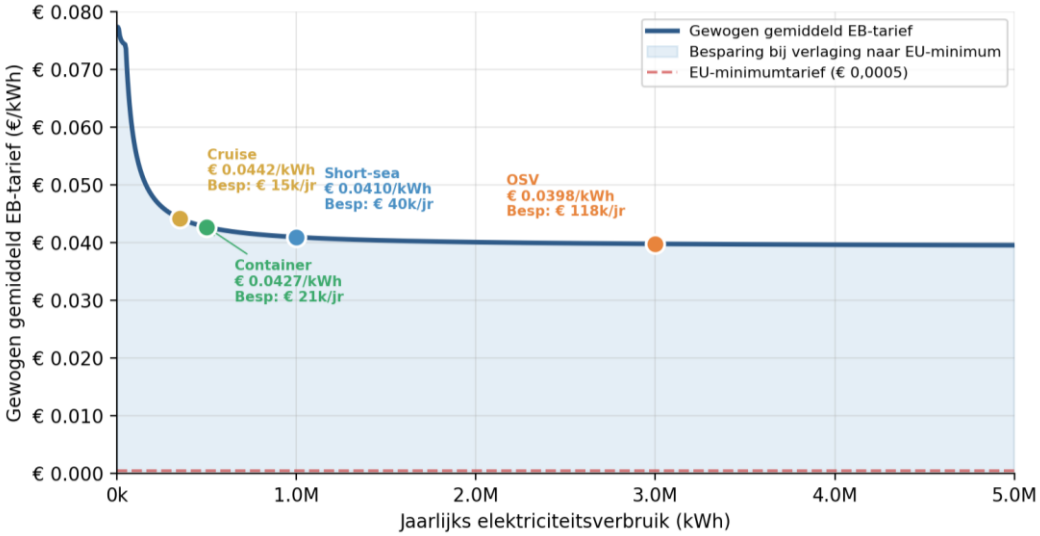
Tabel 1: Verwachte energiebelasting elektriciteit 2030–2035 en besparing bij verlaging naar EU-minimumtarief. Tarieven volgens opgave opdrachtgever.

Schijf	Verbruik (kWh/jaar)	EB-tarief 2030–2035[18]	Besparing t.o.v. € 0,0005/kWh
Schijf 1	0 – 2.900	€ 0,07731	**€ 0,07681**
Schijf 2	2.900 – 10.000	€ 0,07731	**€ 0,07681**
Schijf 3	10.000 – 50.000	€ 0,07348	**€ 0,07298**
Schijf 4	50.000 – 10.000.000	€ 0,03920	**€ 0,03870**
Schijf 5	> 10.000.000	€ 0,00298	€ 0,00248
Minimumtarief ETD	Alle verbruik	**€ 0,0005**	–

De fictieve verlaging waarmee in dit onderzoek wordt gerekend heeft betrekking op elektriciteit die via reguliere aansluitingen wordt geleverd voor het laden van scheepsbatterijen ten behoeve van

[18] De gehanteerde EB-tarieven zijn nominale waarden voor de periode 2030–2035, aangeleverd door de opdrachtgever, en zijn niet geïndexeerd voor inflatie. In de praktijk worden de tarieven jaarlijks vastgesteld in het Belastingplan.

voortstuwing en operationele werkzaamheden aan boord. Het betreft dus niet de elektriciteit voor de hotelfunctie via walstroom, die buiten de scope van deze analyse valt.



Figuur 35 *Gewogen gemiddeld EB-tarief en besparing als continue functie van verbruik*

2.2 EU-beleidskader 2030–2035

2.2.1 FuelEU Maritime

FuelEU Maritime (Verordening (EU) 2023/1805) schrijft voor dat zeeschepen boven de 5.000 GT die EU-havens aandoen, de broeikasgasintensiteit van hun energieverbruik stapsgewijs moeten verlagen: 2% reductie vanaf 2025, oplopend naar 6% vanaf 2030 en 14,5% vanaf 2035, gemeten op well-to-wake basis.

Elektriciteit uit het net wordt onder FuelEU als zero-emissie beschouwd voor de berekening van de GHG-intensiteit, ongeacht de stroommix. Dit maakt batterij-elektrische voortstuwing bijzonder aantrekkelijk voor compliance.

2.2.2 EU ETS Maritime

Sinds 2024 valt de zeevaart onder het EU Emissiehandelssysteem (ETS 1). Zeeschepen boven 5.000 GT moeten emissierechten inleveren voor hun CO_2-uitstoot: 40% van de geverifieerde emissies in 2024, 70% in 2025 en 100% vanaf 2026. De EU ETS-prijs (circa € 50–80 per ton CO_2 in de periode 2025–2026, met verwachtingen van € 80–150 in 2030–2035 onder het STEPS-scenario van de IEA) verhoogt de operationele kosten van fossiele brandstoffen en vergroot daarmee het relatieve voordeel van elektrische voortstuwing.

2.2.3 RED III en AFIR

De herziene Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED III) verhoogt het aandeel hernieuwbare energie in transport en versterkt de incentives voor groene elektriciteit. De Verordening Alternatieve Brandstoffen Infrastructuur (AFIR) stelt eisen aan de beschikbaarheid van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen in TEN-T-zeehavens, wat een randvoorwaarde vormt voor het laden van scheepsbatterijen.

2.2.4 Biobrandstoffen als alternatieve compliance-route

Naast elektrificatie kunnen reders aan de FuelEU Maritime GHG-intensiteitseisen voldoen door het bijmengen van biobrandstoffen in conventionele scheepsbrandstof. De twee meest gangbare opties zijn FAME (Fatty Acid Methyl Esters, op basis van plantaardige oliën of afvalvetten) en HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), die als drop-in brandstoffen zonder ingrijpende aanpassingen aan de bestaande motorinstallatie kunnen worden toegepast.

Het bijmengen van biobrandstoffen verlaagt de well-to-wake GHG-intensiteit van de energiemix aan boord en kan, afhankelijk van het mengpercentage en de grondstofroute, voldoende reductie opleveren om aan de FuelEU-doelstellingen te voldoen met name in de periode 2025–2034 waarin de reductie-eisen nog relatief laag zijn (2% in 2025, 6% in 2030). Biobrandstoffen die voldoen aan de duurzaamheidscriteria van de Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED III) komen in aanmerking voor gunstigere emissiefactoren in de FuelEU-berekening.

De kosten van biobrandstofbijmenging vertalen zich in een “bio premium” bovenop de reguliere brandstofprijs: voor FAME ligt deze premium momenteel rond €200–400 per ton boven diesel (ULSVO), voor HVO rond €400–800 per ton, afhankelijk van de grondstof en de beschikbaarheid. Dit “bio premium” vormt het directe alternatief waartegen de meerkosten van batterij-elektrisch opereren en varen moeten worden afgewogen.

Zolang het “bio premium” lager is dan de totale meerkosten van elektrificatie (CAPEX-aflossing, elektriciteitskosten inclusief energiebelasting, en laadinfrastructuur), zullen reders kiezen voor bijmenging boven batterij-investering.

De energiebelastingverlaging op elektriciteit verlaagt de operationele kosten van batterij-elektrisch varen en verkleint daarmee het kostenverschil met de biobrandstofroute. Naarmate het “bio premium” stijgt door toenemende vraag naar biobrandstoffen vanuit meerdere sectoren en schaarste aan duurzame grondstoffen en de batterijkosten dalen, verschuift het omslagpunt in de richting van elektrificatie. De energiebelastingverlaging kan dit omslagpunt versnellen.

2.2.5 Tijdelijke subsidieregeling batterij-elektrisch varen zeehavens 2026–2029

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft een concept-subsidieregeling opgesteld gericht op het stimuleren van batterij-elektrisch varen in de zeevaart: de Tijdelijke subsidieregeling batterij-elektrisch varen zeehavens 2026–2029. Het primaire doel van de regeling is het realiseren van een reductie van de stikstofdepositie in overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Het totale budget bedraagt circa € 13,6 miljoen, verdeeld over twee tenderrondes.

Subsidiabele activiteiten: De regeling subsidieert de aanschaf en installatie van batterijpakketten op zeeschepen (vast of verwisselbaar) en de aanschaf en installatie van laadinfrastructuur aan de wal. Het batterijpakket dient ten minste gebruikt te kunnen worden voor aandrijving van het schip op een deel van de reis. Het schip moet na afronding kwalificeren als ‘schoon zeeschip’ (ten minste 25% van de energie uit elektriciteit).

Subsidiabel: batterijpakket (aanschaf + installatie), laadinfrastructuur aan de wal (max € 1.000.000 per project), bijbehorende installatie-werkzaamheden (kabels, EMS, frequentieomvormer).

Niet subsidiabel: aanpassing van de aandrijflijn zelf (expliciet uitgesloten in Art. 3 toelichting), batterij-lease (eigenaarschap vereist), kabels van het algemene distributienet.

Subsidie-intensiteit: ten hoogste 40% van de subsidiabele kosten, tot een maximum van € 3.000.000 per aanvrager. De subsidie wordt verdeeld op basis van rangschikking, waarbij de berekende stikstofdepositiereductie (mol/hectare/jaar/euro) het zwaarst weegt (40 van 100 punten).

De subsidieregeling is relevant voor de TCO-analyse omdat zij de netto-CAPEX van het batterijpakket en de aansluitinstallatie met tot 40% kan verlagen. In paragraaf 4.5 wordt het gecombineerde effect van de energiebelastingverlaging en de subsidieregeling per casus doorgerekend.

3. Segmentatie van de zeevaartvloot in Nederlandse havens

3.1 Scheepstypen en GT-categorisering

Voor de analyse wordt de vloot die Nederlandse havens aandoet ingedeeld in twee hoofdcategorieën op basis van bruto tonnage (GT), aansluitend bij de toepassingsgrens van FuelEU Maritime en EU ETS:

Schepen < 5.000 GT: Deze categorie omvat short-sea-vrachtschepen, feederdiensten, kleine tankers, offshore-ondersteuningsschepen en kustwachtvaartuigen. Deze schepen vallen niet onder FuelEU Maritime en EU ETS Maritime, maar zijn technisch het meest geschikt voor

batterij-elektrische of hybride voortstuwing vanwege hun kortere vaarprofiel en frequent havenbezoek.

Schepen ≥ 5.000 GT: Hieronder vallen de grotere containerschepen, bulkcarriers, tankers, ro-ro-schepen, cruiseschepen en overige vrachtschepen. Deze schepen vallen wel onder FuelEU Maritime en EU ETS Maritime.

4. Kwalitatieve TCO-analyse: batterij-elektrisch versus diesel

4.1 Methodologisch kader

De Total Cost of Ownership (TCO) omvat CAPEX, OPEX en energiekosten over de economische levensduur. Een cruciale asymmetrie is dat scheepsbrandstof (MGO) is vrijgesteld van energiebelasting, terwijl elektriciteit dat niet is. De verlaging verkleint deze asymmetrie. Tegelijkertijd vormt het biopremium op FAME/HVO het directe alternatief waartegen de meerkosten van elektrificatie moeten worden afgewogen (zie paragraaf 2.2.4). De analyse onderscheidt drie scenario's: (1) baseline zonder maatregelen, (2) alleen EB-verlaging, en (3) EB-verlaging in combinatie met de Tijdelijke subsidieregeling batterij-elektrisch varen zeehavens (zie paragraaf 2.2.5). In paragraaf 4.4 worden de casussen onder scenario 1 en 2 uitgewerkt; in paragraaf 4.5 wordt het gecombineerde effect van scenario 3 gepresenteerd.

4.2 CAPEX-componenten

De kapitaalkosten van batterij-elektrische voortstuwing worden gedomineerd door het batterijsysteem. Huidige batterijkosten (2025) liggen rond €100–130 per kWh op systeemniveau voor maritieme toepassingen. Projecties voor 2030 wijzen op een daling naar €60–80 per kWh[19], mede door schaalvergroting en technologische vooruitgang in batterijtechnologie. Naast het batterijsysteem zijn kosten gemoeid met elektrische aandrijflijnen, power managementsystemen, en eventuele laad-/wisselinfrastructuur aan boord.

Voor conventionele dieselschepen is de CAPEX lager, maar deze stijgt door de noodzaak van emissie reducerende technologieën (scrubbers, SCR-systemen).[20].

[19] https://www.sustainable-ships.org/stories/2025/htd-power-barge-offshore-construction-vessel
[20] https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=3608&context=all_dissertations FEASIBILITY OF ONSHORE POWER SUPPLY FOR PORT ELECTRIFICATION A BUSINESS CASE FOR PORTS ATTI ABBAS SHAH (2025)

4.3 OPEX en energiekosten

De energiekosten vormen het hart van de TCO-vergelijking en het aangrijpingspunt van de energiebelastingverlaging. Voor de analyse worden drie scenario's onderscheiden:

Tabel 3: TCO-componenten vergelijking diesel versus batterij-elektrisch. EU ETS-kosten berekend bij CO_2-prijs € 80–150/ton en emissiefactor 3,206 kg CO_2/ton diesel.

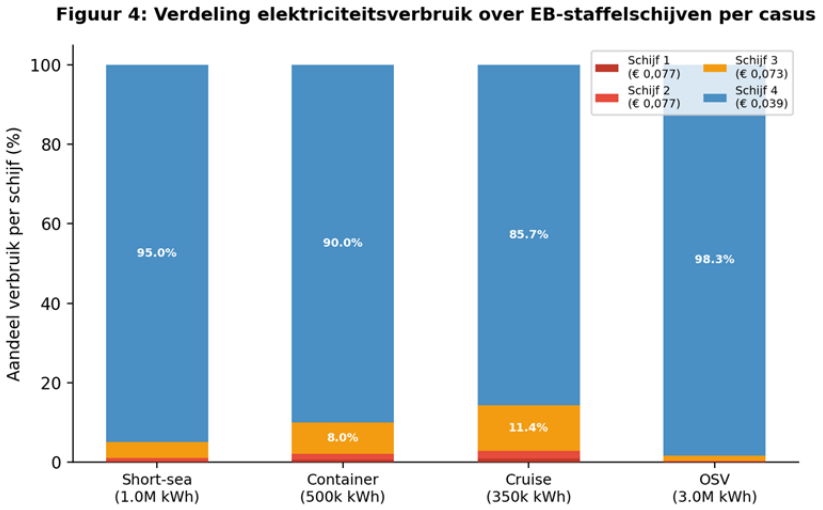
Kostencomponent	Diesel	Elektriciteit (huidig)[21]	Elektriciteit (met EB verlaagd)
Brandstof-/energieprijs	€ 600–900/ton	€ 0,08–0,15/kWh	€ 0,06–0,12/kWh
Energiebelasting	-	€ 0,003–0,077/kWh	**€ 0,0005/kWh**
EU ETS (2030–2035)	€ 20–45/ton MGO*	-	-
FuelEU-compliance	Potentieel boete	Surplus verhandelbaar	Surplus verhandelbaar
Onderhoud motor/BES	Hoog (bewegende delen)	Laag (minder slijtage)	Laag (minder slijtage)

Een asymmetrie is dat scheepsbrandstof op dit moment is vrijgesteld van energiebelasting en accijns, terwijl elektriciteit dat niet is. De verlaging van de energiebelasting op elektriciteit naar het EU-minimumtarief verkleint deze asymmetrie en verbetert de concurrentiepositie van elektrische varen en of opereren.

4.4 Effect van de belastingverlaging op de TCO

Het effect van de energiebelastingverlaging op de TCO is afhankelijk van het verbruiksvolume en de van toepassing zijnde schijf. Voor verschillende representatieve casussen kan het effect als volgt worden gekwantificeerd, op basis van aannames voor het elektriciteitsverbruik (kWh) dat een schip jaarlijks nodig heeft voor het laden van batterijen en het opereren van hybride systemen. Deze aannames zijn richtinggevend en gebaseerd op beschikbare literatuur en marktinformatie, maar zijn binnen het bestek van deze opdracht onvoldoende gevalideerd.

[21] De energieprijzen in de kolommen 'Elektriciteit' zijn inclusief energiebelasting. Het verschil tussen de kolommen 'huidig' en 'EB naar EU-minimum' wordt volledig verklaard door de verlaging van de EB-component: de onderliggende elektriciteitsprijs (commodity + netkosten) blijft ongewijzigd.



Figuur 36: *Verdeling elektriciteitsverbruik over EB-staffelschijven per casus.*

De casussen dienen daarom primair als kwalitatieve analyse van het effect van de energiebelastingverlaging op de businesscase per scheepssegment, en niet als exacte kwantitatieve voorspelling van kosten en besparingen voor individuele schepen.

4.4.1 Casus 1: Klein short-sea-vrachtschip (< 5.000 GT)

Een klein short-sea-vrachtschip met batterij-elektrische deelvoortstuwing op een route als bijvoorbeeld IJmuiden–Newcastle of Rotterdam–Harwich verbruikt naar schatting 5.000–20.000 kWh per havenbezoek voor het laden van scheepsbatterijen (afhankelijk van route en batterijcapaciteit).

Bij een representatief jaarlijks verbruik van 1.000.000 kWh per aansluiting is de EB-last als volgt opgebouwd over de staffelschijven:

Schijf	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)
Schijf 1 (0–2.900)	2.900	€ 0,07731	€ 224
Schijf 2 (2.900–10.000)	7.100	€ 0,07731	€ 549
Schijf 3 (10.000–50.000)	40.000	€ 0,07348	€ 2939
Schijf 4 (50.000–10.000.000)	950.000	€ 0,03920	€ 37240
Totaal	1.000.000	€ 0.0410 gew.gem.	€ 40952
Verlaagd (EU-minimum)	1.000.000	€ 0,0005	€ 500
Besparing			€ 40452/jaar

CAPEX-componenten aan boord

De investering in batterij-elektrische deelvoortstuwing voor een short-sea-vrachtschip omvat drie hoofdcomponenten:

Aansluitinstallatie aan boord: Om de batterij in de haven te kunnen laden is een scheepsboordaansluiting (shore connection system) vereist, bestaande uit onder anderen een transformator, schakelinstallatie, kabelmanagement en aansturingselektronica. Voor een vermogensklasse van 1–5 MW bedragen de kosten naar schatting €150.000–400.000, afhankelijk van het aansluitvermogen en de vereiste redundantie.

Vaste batterij: Een batterijsysteem van 5–20 MWh op maritiem systeemniveau (inclusief batterijtakken, BMS, koeling, brandbescherming en marinisering) kost bij de verwachte prijzen voor 2030 circa €60–

80 per kWh, ofwel €300.000–1.600.000. De levensduur bedraagt naar verwachting 8–12 jaar of 3.000–5.000 cycli.

Elektrische aandrijflijn: De (deel-)elektrische aandrijflijn omvat elektromotoren, frequentieomvormers, power managementsysteem en bijbehorende bekabeling. Voor een hybride configuratie met een elektrisch vermogen van 2–6 MW bedragen de meerkosten ten opzichte van een conventionele dieselmechanische aandrijflijn naar schatting €400.000–1.200.000.

Component	Eenmalig (€)	Levensduur	Annuïteit (6%) (€/jr)	Subsidiabel
Aansluitinstallatie	€ 275.000	20 jaar	€ 23.976/jr	Ja
Vaste batterij	€ 950.000	10 jaar	€ 129.075/jr	Ja
Elektrische aandrijflijn	€ 800.000	20 jaar	€ 69.748/jr	Nee
Totaal	€ 2.025.000		€ 222.798/jr	

De EB-besparing van € 40.452 per jaar dekt hiervan circa 18% van de geannualiseerde CAPEX-meerkosten. De energiebelastingverlaging rechtvaardigt op zichzelf de meerinvestering niet.

De businesscase wordt primair gedreven door de cumulatie van vermeden brandstofkosten, EU ETS-kosten, FuelEU-compliance-voordelen en lagere onderhoudskosten. De energiebelastingverlaging fungeert als aanvullende factor die de terugverdientijd verkort en het omslagpunt ten opzichte van de biobrandstofroute dichterbij brengt, maar is op zichzelf onvoldoende als investeringsmotief.

4.4.2 Casus 2: Middelgroot containerschip (≥ 5.000 GT)

Een middelgroot containerschip (5.000–15.000 GT) dat regelmatig Rotterdam of Amsterdam aandoet, zou batterij-elektrische energie kunnen benutten voor deeltrajecten zoals havenmanoeuvres en het varen binnen zero-emissiezones.

Bij een representatief jaarlijks verbruik van 500.000 kWh is de EB-last als volgt opgebouwd:

Schijf	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)
Schijf 1 (0–2.900)	2.900	€ 0,07731	€ 224
Schijf 2 (2.900–10.000)	7.100	€ 0,07731	€ 549
Schijf 3 (10.000–50.000)	40.000	€ 0,07348	€ 2939
Schijf 4 (50.000–10.000.000)	450.000	€ 0,03920	€ 17640
Totaal	500.000	€ 0.0427 gew.gem.	€ 21352
Verlaagd (EU-minimum)	500.000	€ 0,0005	€ 250
Besparing			€ 21102/jaar

CAPEX-componenten aan boord (meerkosten t.o.v. dieselreferentie)

Component	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel
Hybride batterijsysteem	€ 460.000	€ 62.499/jr	Ja
Hybride elektrische aandrijf-/operatielijn	€ 1.250.000	€ 108.981/jr	Nee
Totaal meerkosten	€ 1.710.000	€ 171.480/jr	

De EB-besparing van € 21.102 per jaar dekt circa 12% van de geannualiseerde CAPEX-meerkosten. De energiebelastingverlaging rechtvaardigt op zichzelf de meerinvestering in een hybride batterijsysteem niet. De businesscase wordt primair gedreven door de vermeden EU ETS-kosten op fossiel opereren in de haven, het FuelEU-compliance-surplus dat verhandelbaar is in het poolingsysteem, en de vermeden FuelEU-boetes bij non-compliance.

4.4.3 Casus 3: Groot cruiseschip (≥ 5.000 GT)

Een groot cruiseschip (30.000–150.000 GT) dat Nederlandse havens aandoet, heeft een hoog elektriciteitsverbruik in de haven voor de hotelfunctie (HVAC, verlichting, catering, entertainment): typisch 5–12 MW continu gedurende het havenverblijf.

Bij een representatief jaarlijks verbruik van 350.000 kWh voor het batterijsysteem is de EB-last als volgt:

Schijf	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)
Schijf 1 (0–2.900)	2.900	€ 0,07731	€ 224
Schijf 2 (2.900–10.000)	7.100	€ 0,07731	€ 549
Schijf 3 (10.000–50.000)	40.000	€ 0,07348	€ 2939
Schijf 4 (50.000–10.000.000)	300.000	€ 0,03920	€ 11760
Totaal	350.000	€ 0.0442 gew.gem.	€ 15472
Verlaagd (EU-minimum)	350.000	€ 0,0005	€ 175
Besparing			€ 15297/jaar

CAPEX-componenten aan boord (meerkosten t.o.v. dieselreferentie)

Component	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel
Hybride batterijsysteem	€ 950.000	€ 129.075/jr	Ja
Hybride elektrische operatielijn	€ 650.000	€ 56.670/jr	Nee
Totaal meerkosten	€ 1.600.000	€ 185.745/jr	

De EB-besparing van € 15.297 per jaar dekt circa 8% van de geannualiseerde CAPEX-meerkosten. De energiebelastingverlaging rechtvaardigt op zichzelf de meerinvestering in een hybride batterijsysteem voor cruiseschepen niet. De businesscase wordt gedreven door de vermeden FuelEU-boetes, de marketingwaarde van emissievrij havenaanlopen en de operationele voordelen van geluidsarm manoeuvreren.

4.4.4 Casus 4: Offshore-ondersteuningsschip (< 5.000 GT)

Offshore support vessels (OSV's) opereren vanuit Nederlandse havens (met name Den Helder, IJmuiden en Scheveningen) in de Noordzee ter ondersteuning van offshore wind- en olie/gasinstallaties. OSV's kenmerken zich door intensieve operationele profielen met hoge piekbelastingen tijdens dynamisch positioneren (DP-operaties), kraanwerk en transitvaart.

Bij een representatief jaarlijks verbruik van 3.000.000 kWh is de EB-last als volgt:

Schijf	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)
Schijf 1 (0–2.900)	2.900	€ 0,07731	€ 224
Schijf 2 (2.900–10.000)	7.100	€ 0,07731	€ 549
Schijf 3 (10.000–50.000)	40.000	€ 0,07348	€ 2939
Schijf 4 (50.000–10.000.000)	2.950.000	€ 0,03920	€ 115640
Totaal	3.000.000	€ 0.0398 gew.gem.	€ 119352
Verlaagd (EU-minimum)	3.000.000	€ 0,0005	€ 1500
Besparing			€ 117852/jaar

CAPEX-componenten aan boord

Component	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel
Aansluitinstallatie aan boord	€ 200.000	€ 17.437/jr	Ja
Hybride batterijsysteem	€ 490.000	€ 66.575/jr	Ja
Hybride elektrische aandrijf-/operatielijn	€ 500.000	€ 43.592/jr	Nee
Totaal meerkosten	€ 1.190.000	€ 127.604/jr	

De EB-besparing van € 117.852 per jaar dekt circa 92% van de geannualiseerde CAPEX-meerkosten — aanzienlijk meer dan bij de andere casussen. Dit wordt verklaard door het hoge elektriciteitsverbruik in combinatie met de relatief lage integratiekosten (bestaande diesel-elektrische architectuur). Voor OSV's met een hoog verbruik kan de energiebelastingverlaging de meerinvestering nagenoeg volledig dekken.

Anders dan bij de segmenten ≥ 5.000 GT is er voor OSV's geen compliance-verplichting die de transitie afdwingt. De energiebelastingverlaging vervult hier een andere rol: niet als aanvulling op compliance-druk, maar als directe economische prikkel die de investeringsbeslissing kan kantelen in het voordeel van batterij-elektrische configuraties.

Overzicht vier casussen:

Casus	EB-dekking CAPEX	Primaire driver
Short-sea (< 5.000 GT)	18%	Cumulatie van factoren
Container (≥ 5.000 GT)	12%	Compliance (FuelEU/ETS)
Cruise (≥ 5.000 GT)	8%	Compliance + imago
OSV (< 5.000 GT)	92%	EB-verlaging + operationeel

De OSV-casus is het segment waar de EB-verlaging de meeste directe impact heeft.

4.5 Gecombineerd effect: EB-verlaging + subsidieregeling

De Tijdelijke subsidieregeling batterij-elektrisch varen zeehavens 2026–2029 (zie paragraaf 2.2.5) biedt een aanvullend instrument dat in combinatie met de energiebelastingverlaging de businesscase voor batterij-elektrisch varen significant versterkt. De subsidie verlaagt de netto-CAPEX van het batterijpakket en de aansluitinstallatie met tot 40%, maar is niet van toepassing op de elektrische aandrijflijn.

4.5.1 Methodiek

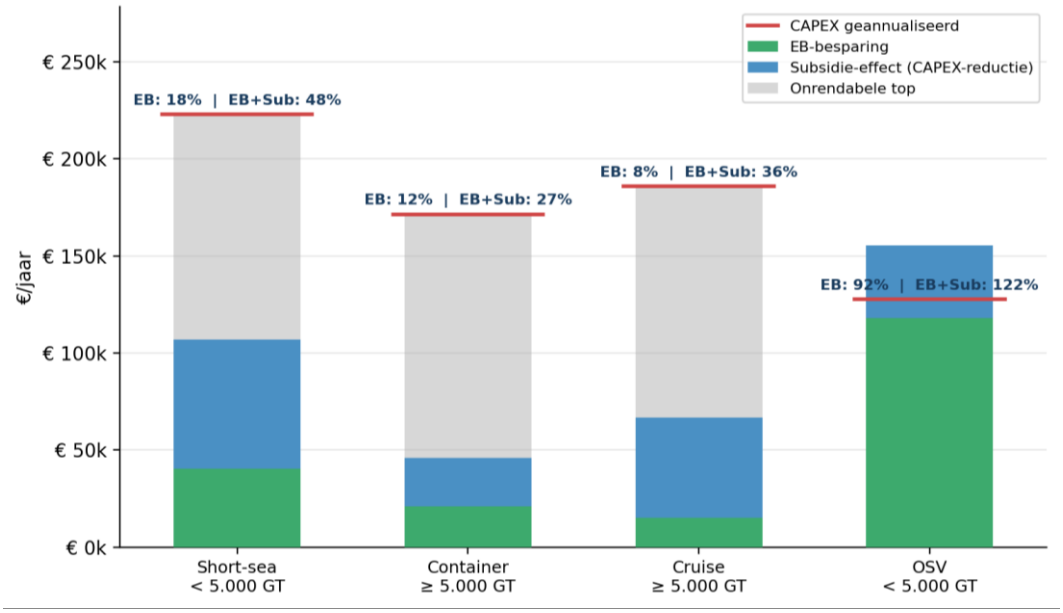
Voor de berekening van het gecombineerde effect worden drie scenario's vergeleken: (1) de baseline zonder maatregelen, (2) alleen de EB-verlaging naar € 0,0005/kWh, en (3) de EB-verlaging in combinatie met 40% subsidie op subsidiabele kosten.

De subsidie verlaagt de eenmalige CAPEX van de subsidiabele componenten (batterijpakket, aansluitinstallatie en laadinfrastructuur), wat doorwerkt in lagere geannualiseerde kapitaallasten. De EB-verlaging verlaagt de jaarlijkse operationele kosten. Samen vormen zij de totale besparing ten opzichte van de baseline.

4.5.2 Resultaten per casus

	CAPEX geann. (bruto)	Dekking: alleen EB	Dekking: EB + Subsidie	Subsidie-bedrag
Casus 1: Short-sea	€ 223k/jr	18%	48%	€ 490k
Casus 2: Container	€ 171k/jr	12%	27%	€ 184k
Casus 3: Cruise	€ 186k/jr	8%	36%	€ 380k
Casus 4: OSV	€ 128k/jr	92%	122%	€ 276k

Tabel 8: Gecombineerd effect EB-verlaging + subsidie op dekking CAPEX-meerkosten. Berekening op basis van midpointwaarden per casus.



Figuur 37: *Geannualiseerde CAPEX-meerkosten versus EB-besparing en subsidie-effect per casus*

4.5.3 Analyse per segment

Casus 1 – Short-sea (< 5.000 GT): De subsidie van circa € 490.000 (40% van batterijpakket + aansluitinstallatie) verlaagt de geannualiseerde CAPEX van € 223.000 naar € 156.000 per jaar. Samen met de EB-besparing van € 40.452 per jaar stijgt de dekking van 18% naar 48%. De businesscase verbetert aanzienlijk maar vereist nog steeds aanvullende opbrengsten uit brandstofbesparing en EU ETS-vermijding om volledig sluitend te worden.

Casus 2 – Container (≥ 5.000 GT): De subsidie bedraagt circa € 184.000 (alleen het batterijsysteem is subsidiabel, de aandrijflijn niet). De dekking stijgt van 12% naar 27%. Het segment blijft compliance-gedreven, maar de combinatie van EB-verlaging en subsidie maakt de hybride batterijoptie financieel aantrekkelijker ten opzichte van de biobrandstofroute.

Casus 3 – Cruise (≥ 5.000 GT): De subsidie van circa € 380.000 op het batterijsysteem heeft een relatief groot effect: de dekking springt van 8% naar 36%. Dit komt doordat de subsidiabele kosten (batterij) een groter aandeel hebben in de totale CAPEX dan bij containerschepen.

Casus 4 – OSV (< 5.000 GT): De combinatie van EB-verlaging en subsidie resulteert in een dekking van 122% — de besparing overtreft de CAPEX-meerkosten. De subsidie van circa € 276.000 (batterij + aansluitinstallatie) complementeert de reeds sterke EB-besparing van € 117.852 per jaar. Voor dit segment is de businesscase volledig sluitend zonder aanvullende opbrengsten.

Het is van belang op te merken dat de subsidieregeling een beperkt budget heeft (€ 13,6 miljoen over 2026–2029) en via een tenderprocedure wordt verdeeld op basis van stikstofdepositiereductie. Niet alle aanvragen zullen worden gehonoreerd. De bovenstaande berekeningen gaan uit van toekenning van de maximale subsidie-intensiteit (40%).

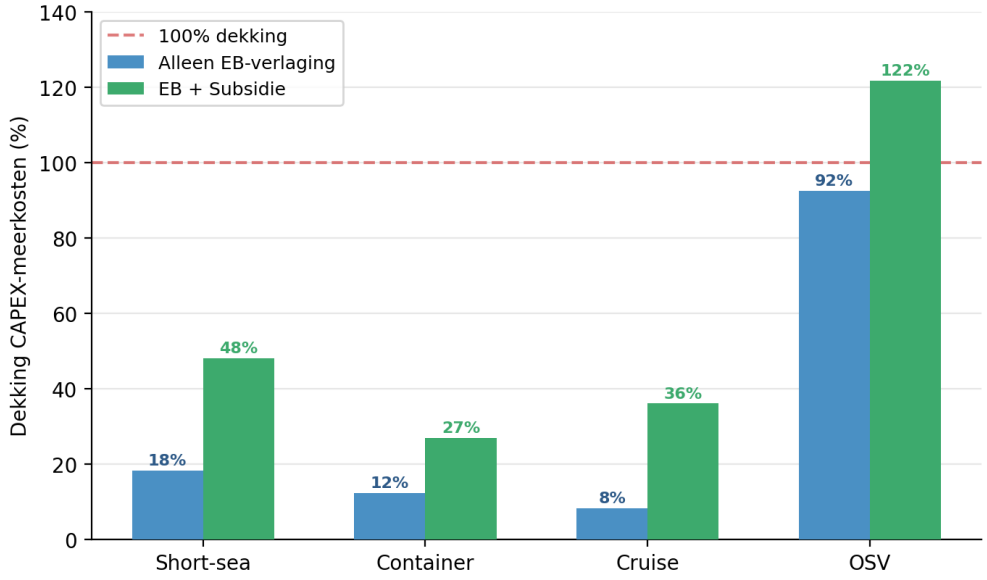
5. Conclusies

5.1 Samenvattend overzicht

Tabel 8: Samenvattend overzicht – effect energiebelastingverlaging per casus.

Casus	CAPEX geann.	EB-besparing	Dekking: EB	Dekking: EB+Sub	Primaire driver
1. Short-sea	€ 223k/jr	€ 40k/jr	18%	48%	Cumulatie
2. Container	€ 171k/jr	€ 21k/jr	12%	27%	Compliance
3. Cruise	€ 186k/jr	€ 15k/jr	8%	36%	Compl.+imago
4. OSV	€ 128k/jr	€ 118k/jr	92%	122%	EB+sub+oper.

Figuur 3: Dekkingspercentage CAPEX-meerkosten per scenario



Figuur 38: *Dekkingspercentage CAPEX-meerkosten: alleen EB-verlaging versus EB + subsidie*

5.2 Hoofdconclusies

1. **De energiebelastingverlaging rechtvaardigt op zichzelf de meerinvestering niet** voor het merendeel van de segmenten. De EB-besparing dekt in casussen 1–3 slechts 3–40% van de CAPEX-meerkosten. De businesscase wordt primair gedreven door EU ETS, FuelEU-compliance en vermeden brandstofkosten.
2. **De combinatie van EB-verlaging en subsidieregeling versterkt de businesscase aanzienlijk:** de dekking stijgt naar 31–47% voor de segmenten container, cruise en short-sea. Dit brengt de investering aanzienlijk dichter bij het omslagpunt, met name in combinatie met de overige operationele besparingen.
3. **Het OSV-segment vormt de uitzondering:** hier dekt de EB-besparing 19–95% van de meerkosten dankzij hoog verbruik en lage integratiekosten. De EB-verlaging fungeert als directe economische prikkel bij afwezigheid van compliance-verplichtingen.
4. **De subsidieregeling compenseert een belangrijk beperkend element:** de hoge CAPEX van het batterijpakket is de grootste barrière voor adoptie. De subsidie van 40% op het batterijpakket verlaagt de annualiseerde kapitaallasten aanzienlijk. Het feit dat de aandrijflijn

niet subsidiabel is beperkt het effect voor schepen met hoge aandrijflijnkosten (met name short-sea en container).

5. **Het biopremium op FAME/HVO is het relevante alternatief** waartegen de meerkosten van elektrificatie moeten worden afgewogen. De EB-verlaging verkleint het kostenverschil en versnelt het omslagpunt.
6. **De maatregel creëert een gelijk fiscaal speelveld** tussen fossiele scheepsbrandstoffen (vrijgesteld van EB) en elektriciteit. Dit level playing field is een belangrijk beleidsargument.
7. **De beleidswaarde ligt in het voorkomen van carbon leakage** en behoud van concurrentiepositie van Nederlandse havens ten opzichte van buurlanden.
8. **De onzekerheid is aanzienlijk,** bepaald door batterij-technologische ontwikkeling, EU ETS-prijzen, biobrandstofbeschikbaarheid en de IEA WEO 2025 STEPS/APS/NZE-scenario's.

6. Excel model

TCO-Analyse Batterij-Elektrisch Varen — Zeevaart

Gemeenschappelijke Aannames		
Discontovoet (WACC)	6,0%	*Annuïteitsfactor*
Levensduur batterij (jaren)	10	
Levensduur installaties (jaren)	20	
EB-tarief schijf 1-2 (€/kWh)	€ 0,07731	*0–10.000 kWh*
EB-tarief schijf 3 (€/kWh)	€ 0,07348	*10.000–50.000 kWh*
EB-tarief schijf 4 (€/kWh)	€ 0,03920	*50.000–10.000.000 kWh*
EB-tarief schijf 5 (€/kWh)	€ 0,00298	*> 10.000.000 kWh*
EB-tarief verlaagd (€/kWh)	€ 0,00050	*EU minimumtarief*
Schijfgrens 1→2 (kWh)	2.900	
Schijfgrens 2→3 (kWh)	10.000	
Schijfgrens 3→4 (kWh)	50.000	
Schijfgrens 4→5 (kWh)	10.000.000	
MGO-prijs (€/ton)	750	*IEA WEO 2025 STEPS*
EU ETS CO_2-prijs (€/ton)	120	*STEPS 2030-2035*
Batterijkosten 2030 (€/kWh)	70	*LFP maritiem*
Subsidie-intensiteit (%)	40%	*Art. 4 lid 3 regeling*
Subsidie max per aanvrager (€)	3.000.000	*Art. 4 lid 3*
Subsidie max laadinfra (€/project)	1.000.000	*Art. 4 lid 4*
Annuïteitsfactor batterij	**0,13587**	
Annuïteitsfactor installaties	**0,08718**	

Casus 1: Klein short-sea-vrachtschip (< 5.000 GT)

Batterij-elektrische deelvoortstuwing, route bijv. IJmuiden–Newcastle

CAPEX-componenten	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel?	
Aansluitinstallatie aan boord	275.000	23.976	Ja	*Shore connection 1-5 MW*
Vaste batterij (systeemniveau)	950.000	129.075	Ja	*5-20 MWh × €60-80/kWh*
Elektrische aandrijflijn	800.000	69.748	Nee	*Niet subsidiabel (Art.3)*
Totaal CAPEX bruto	**2.025.000**	**222.798**		
VARIANT: Met subsidie (40%)				
Subsidiabele kosten	1.225.000			
Subsidie (40%, max €3M)	**490.000**			
Netto CAPEX na subsidie	**1.535.000**			
Geannualiseerde netto CAPEX (€/jr)	**156.223**			

Energieverbruik	Waarde	
Jaarlijks elektriciteitsverbruik (kWh)	1.000.000	*Range: 500,000 – 2,000,000*

EB-Staffelberekening (gewogen tarief)	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)	
Schijf 1 (0–2.900 kWh)	2.900	€ 0,07731	224	
Schijf 2 (2.900–10.000 kWh)	7.100	€ 0,07731	549	
Schijf 3 (10.000–50.000 kWh)	40.000	€ 0,07348	2.939	
Schijf 4 (50.000–10.000.000 kWh)	950.000	€ 0,03920	37.240	
Schijf 5 (> 10.000.000 kWh)	0	€ 0,00298	0	
Totale EB huidig (€)			**40.952**	
Gewogen gemiddeld EB-tarief (€/kWh)	**€ 0,04095**			*Cumulatief over alle schijven*
Totale EB na verlaging (€)			500	
EB-besparing per jaar (€)			**40.452**	

Resultaat	Zonder maatregelen	Alleen EB-verlaging	EB + Subsidie	
Geannualiseerde CAPEX (€/jr)	222.798	222.798	156.223	
EB-kosten per jaar (€)	40.952	500	500	
EB-besparing (€/jr)	–	**40.452**	**40.452**	
Subsidie-effect op CAPEX (€/jr)	–	–	**66.575**	
Totale besparing vs. baseline (€/jr)	–	**40.452**	**107.028**	
Dekking van CAPEX-meerkosten	–	**18,2%**	**48,0%**	

Casus 2: Middengroot containerschip (≥ 5.000 GT)

Hybride batterij bovenop verplichte walstroominvestering

CAPEX-componenten	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel?	
Hybride batterijsysteem	460.000	62.499	Ja	*2-10 MWh × €60-80/kWh*
Hybride elektrische aandrijf-/operatielijn	1.250.000	108.981	Nee	*Niet subsidiabel*
Totaal CAPEX bruto	**1.710.000**	**171.480**		
VARIANT: Met subsidie (40%)				
Subsidiabele kosten	460.000			
Subsidie (40%, max €3M)	184.000			
Netto CAPEX na subsidie	**1.526.000**			
Geannualiseerde netto CAPEX (€/jr)	**146.480**			

Energieverbruik	Waarde			
Jaarlijks elektriciteitsverbruik (kWh)	500.000			*Range: 200,000 – 800,000*

EB-Staffelberekening (gewogen tarief)	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)	
Schijf 1 (0–2.900 kWh)	2.900	€ 0,07731	224	
Schijf 2 (2.900–10.000 kWh)	7.100	€ 0,07731	549	
Schijf 3 (10.000–50.000 kWh)	40.000	€ 0,07348	2.939	
Schijf 4 (50.000–10.000.000 kWh)	450.000	€ 0,03920	17.640	
Schijf 5 (> 10.000.000 kWh)	0	€ 0,00298	0	
Totale EB huidig (€)			**21.352**	
Gewogen gemiddeld EB-tarief (€/kWh)	**€ 0,04270**			*Cumulatief over alle schijven*
Totale EB na verlaging (€)			250	
EB-besparing per jaar (€)			**21.102**	

Resultaat	Zonder maatregelen	Alleen EB-verlaging	EB + Subsidie	
Geannualiseerde CAPEX (€/jr)	171.480	171.480	146.480	
EB-kosten per jaar (€)	21.352	250	250	
EB-besparing (€/jr)	–	**21.102**	**21.102**	
Subsidie-effect op CAPEX (€/jr)	–	–	**25.000**	
Totale besparing vs. baseline (€/jr)	–	**21.102**	**46.102**	
Dekking van CAPEX-meerkosten	–	**12,3%**	**26,9%**	

Casus 3: Groot cruiseschip (≥ 5.000 GT)

Hybride batterij voor manoeuvres/piekscheren, hotel via walstroom

CAPEX-componenten	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel?	
Hybride batterijsysteem	950.000	129.075	Ja	*5-20 MWh × €60-80/kWh*
Hybride elektrische operatielijn	650.000	56.670	Nee	*Niet subsidiabel*
Totaal CAPEX bruto	**1.600.000**	**185.745**		
VARIANT: Met subsidie (40%)				
Subsidiabele kosten	950.000			
Subsidie (40%, max €3M)	380.000			
Netto CAPEX na subsidie	**1.220.000**			
Geannualiseerde netto CAPEX (€/jr)	**134.115**			

Energieverbruik	Waarde			
Jaarlijks elektriciteitsverbruik (kWh)	350.000			*Range: 200,000 – 500,000*

EB-Staffelberekening (gewogen tarief)	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)	
Schijf 1 (0–2.900 kWh)	2.900	€ 0,07731	224	
Schijf 2 (2.900–10.000 kWh)	7.100	€ 0,07731	549	
Schijf 3 (10.000–50.000 kWh)	40.000	€ 0,07348	2.939	
Schijf 4 (50.000–10.000.000 kWh)	300.000	€ 0,03920	11.760	
Schijf 5 (> 10.000.000 kWh)	0	€ 0,00298	0	
Totale EB huidig (€)			**15.472**	
Gewogen gemiddeld EB-tarief (€/kWh)	**€ 0,04421**			*Cumulatief over alle schijven*
Totale EB na verlaging (€)			175	
EB-besparing per jaar (€)			**15.297**	

Resultaat	Zonder maatregelen	Alleen EB-verlaging	EB + Subsidie	
Geannualiseerde CAPEX (€/jr)	185.745	185.745	134.115	
EB-kosten per jaar (€)	15.472	175	175	
EB-besparing (€/jr)	–	**15.297**	**15.297**	
Subsidie-effect op CAPEX (€/jr)	–	–	**51.630**	
Totale besparing vs. baseline (€/jr)	–	**15.297**	**66.927**	
Dekking van CAPEX-meerkosten	–	**8,2%**	**36,0%**	

Casus 4: Offshore-ondersteuningsschip (< 5.000 GT)

Hybride batterij voor DP-operaties, emissievrij in haven

CAPEX-componenten	Eenmalig (€)	Geannualiseerd (€/jr)	Subsidiabel?	
Aansluitinstallatie aan boord	200.000	17.437	Ja	*Shore connection 0,5-3 MW*
Hybride batterijsysteem	490.000	66.575	Ja	*3-10 MWh LFP*
Hybride elektrische aandrijf-/operatielijn	500.000	43.592	Nee	*Niet subsidiabel*
Totaal CAPEX bruto	**1.190.000**	**127.604**		
VARIANT: Met subsidie (40%)				
Subsidiabele kosten	690.000			
Subsidie (40%, max €3M)	**276.000**			
Netto CAPEX na subsidie	**914.000**			
Geannualiseerde netto CAPEX (€/jr)	**90.105**			

Energieverbruik	Waarde			
Jaarlijks elektriciteitsverbruik (kWh)	3.000.000			*Range: 1,000,000 – 5,000,000*

EB-Staffelberekening (gewogen tarief)	kWh in schijf	Tarief (€/kWh)	EB-bedrag (€)	
Schijf 1 (0–2.900 kWh)	2.900	€ 0,07731	224	
Schijf 2 (2.900–10.000 kWh)	7.100	€ 0,07731	549	
Schijf 3 (10.000–50.000 kWh)	40.000	€ 0,07348	2.939	
Schijf 4 (50.000–10.000.000 kWh)	2.950.000	€ 0,03920	115.640	
Schijf 5 (> 10.000.000 kWh)	0	€ 0,00298	0	
Totale EB huidig (€)			**119.352**	
Gewogen gemiddeld EB-tarief (€/kWh)	**€ 0,03978**			*Cumulatief over alle schijven*
Totale EB na verlaging (€)			1.500	
EB-besparing per jaar (€)			**117.852**	

Resultaat	Zonder maatregelen	Alleen EB-verlaging	EB + Subsidie	
Geannualiseerde CAPEX (€/jr)	127.604	127.604	90.105	
EB-kosten per jaar (€)	119.352	1.500	1.500	
EB-besparing (€/jr)	–	**117.852**	**117.852**	
Subsidie-effect op CAPEX (€/jr)	–	–	**37.500**	
Totale besparing vs. baseline (€/jr)	–	**117.852**	**155.352**	
Dekking van CAPEX-meerkosten	–	**92,4%**	**121,7%**	

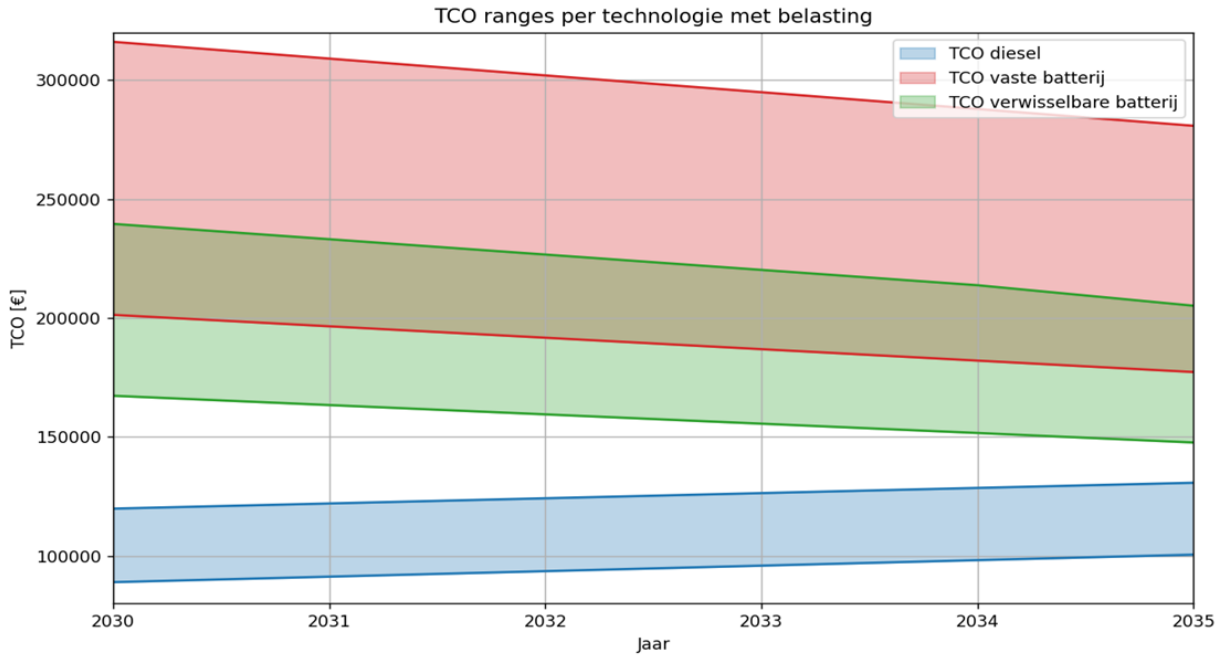
Samenvatting TCO-Analyse — Drie Scenario's

	Short-sea < 5.000 GT	Container ≥ 5.000 GT	Cruise ≥ 5.000 GT	OSV < 5.000 GT
CAPEX bruto geann. (€/jr)	222.798	171.480	185.745	127.604
Gewogen gem. EB-tarief (€/kWh)	**€ 0,04095**	**€ 0,04270**	**€ 0,04421**	**€ 0,03978**
EB-besparing (€/jr)	**40.452**	**21.102**	**15.297**	**117.852**
Dekking: alleen EB-verlaging	**18,2%**	**12,3%**	**8,2%**	**92,4%**
Dekking: EB + Subsidie	**48,0%**	**26,9%**	**36,0%**	**121,7%**
Primaire driver	**Cumulatie factoren**	**Compliance (FuelEU/ETS)**	**Compliance + imago**	**EB + subsidie + oper.**

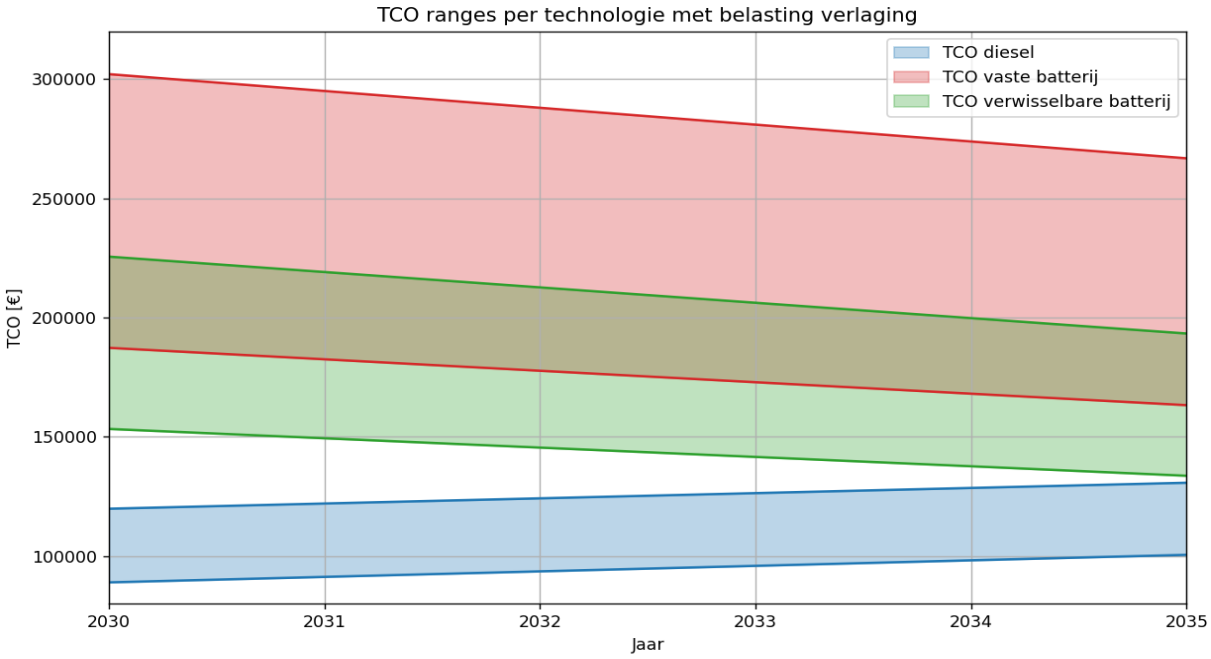
7. Bronnen en referenties

- Richtlijn 2003/96/EG (Europese Richtlijn Energiebelastingen)
- Verordening (EU) 2023/1805 (FuelEU Maritime)
- Richtlijn 2003/87/EG, gewijzigd door Richtlijn (EU) 2023/959 (EU ETS Maritime)
- Richtlijn (EU) 2023/2413 (RED III)
- Verordening (EU) 2023/1804 (AFIR)
- Belastingplan 2021–2026, Ministerie van Financiën
- IEA World Energy Outlook 2025 (STEPS/APS/NZE-scenario's)
- Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (2024)
- CE Delft: Diverse studies naar batterij-elektrisch varen
- Voortgangsrapportage Implementatie bronmaatregelen Onderdeel van de structurele aanpak voor het realiseren van stikstofreductie Rapportage 2025,1
- Witteveen&Bos/Panteia: Walstroom en batterijen Kansen en belemmeringen bij de inzet batterijen ter ondersteuning van een walstroominstallatie, first- en lastmile vervoer en het opladen kade-apparatuur.
- WMU: Feasibility of onshore power supply for port electrification: a business case for ports
- RVO: ROADMAP Brandstoftransitie in de Zeevaart (2024)

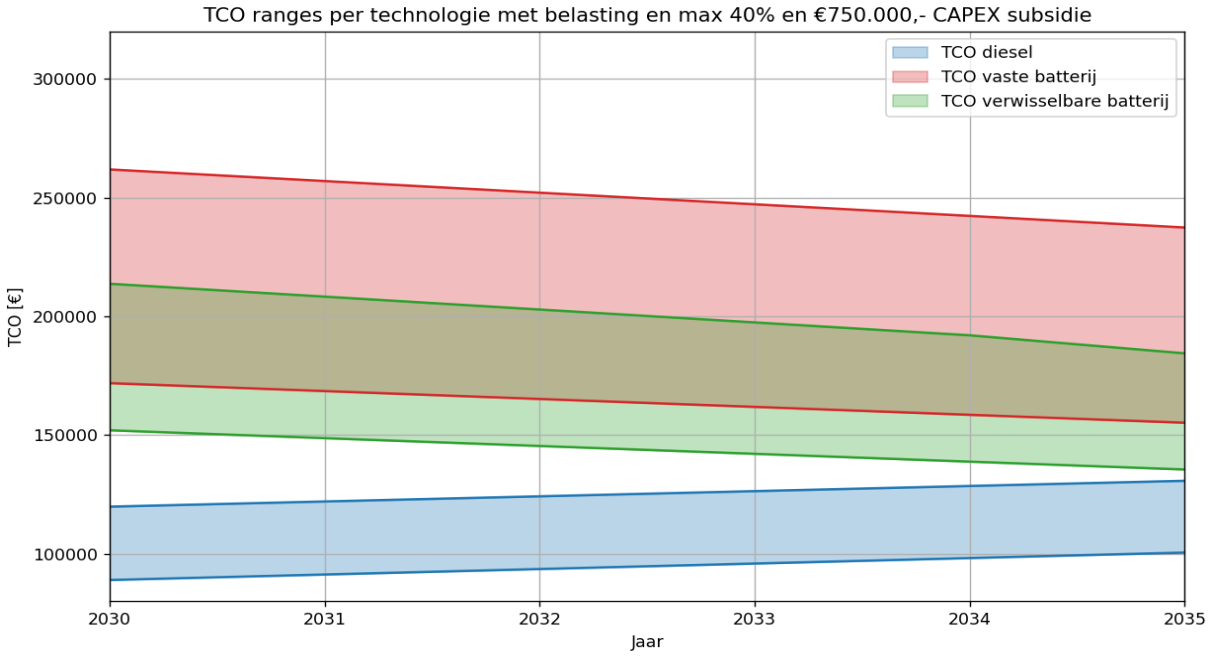
Bijlage B TCO Grafieken



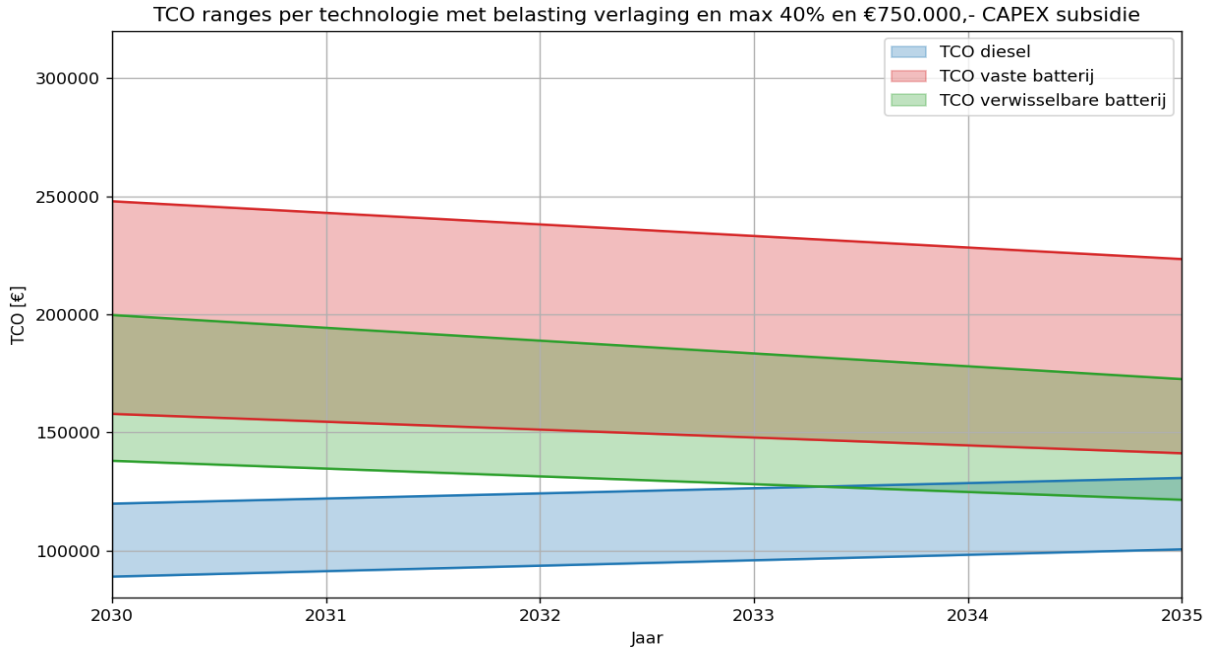
Figuur 39 MS <80 meter, geen VT



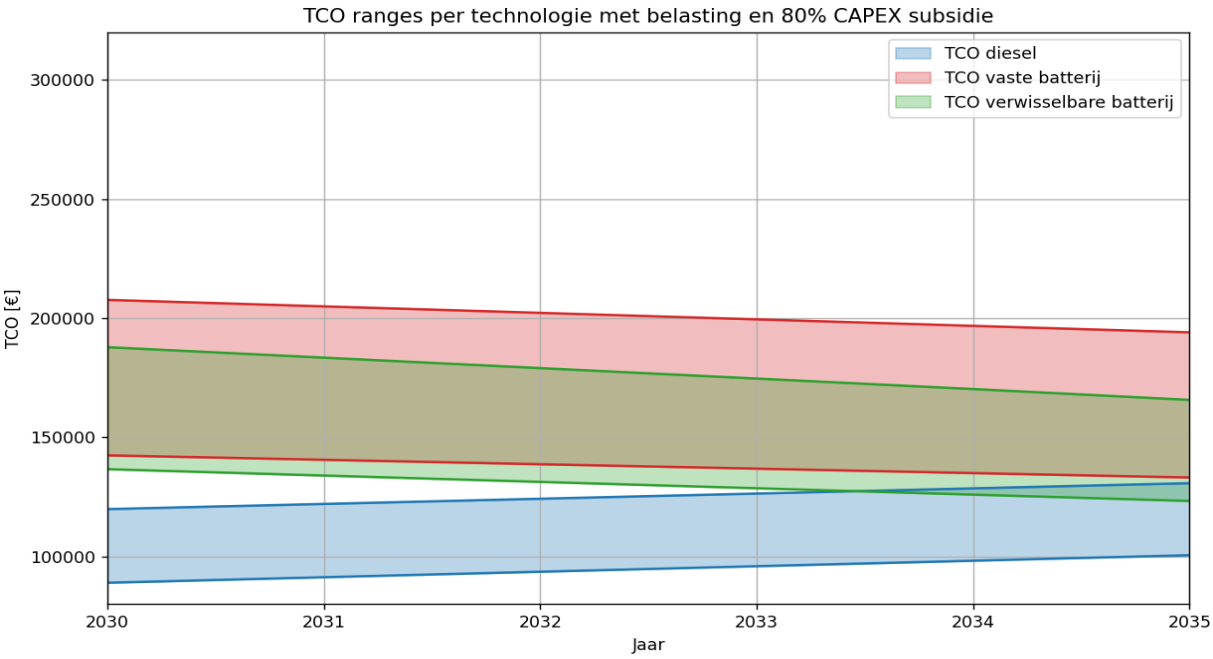
Figuur 40 MS <80 meter, VT



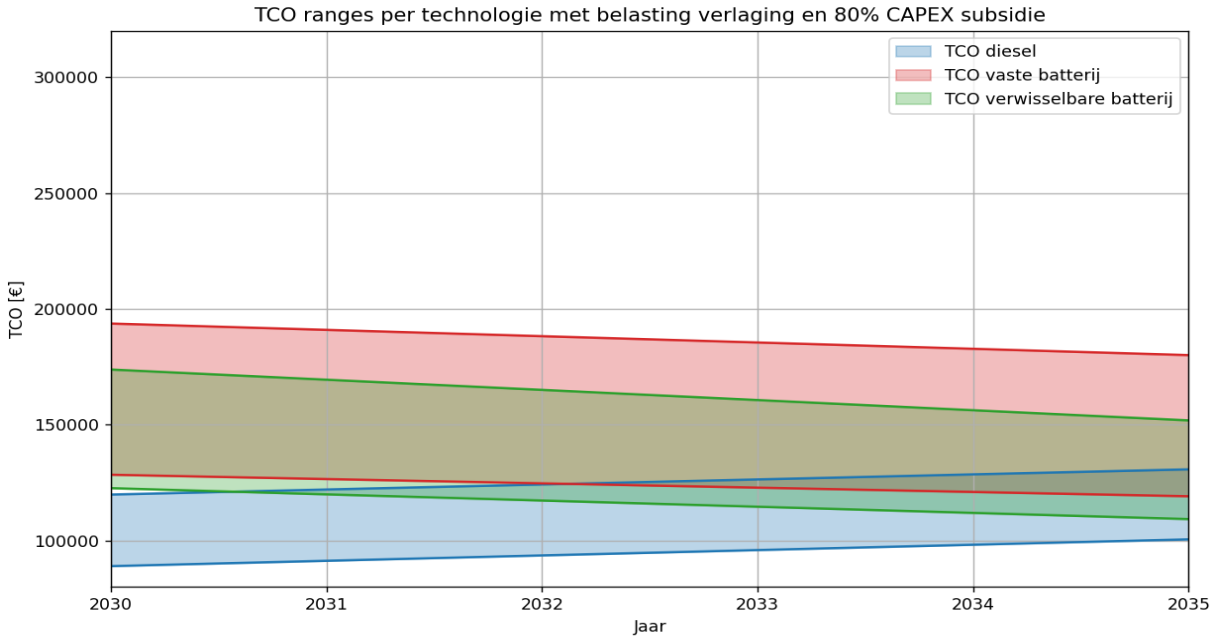
Figuur 41 MS <80 meter, geen VT & Subsidie 40%



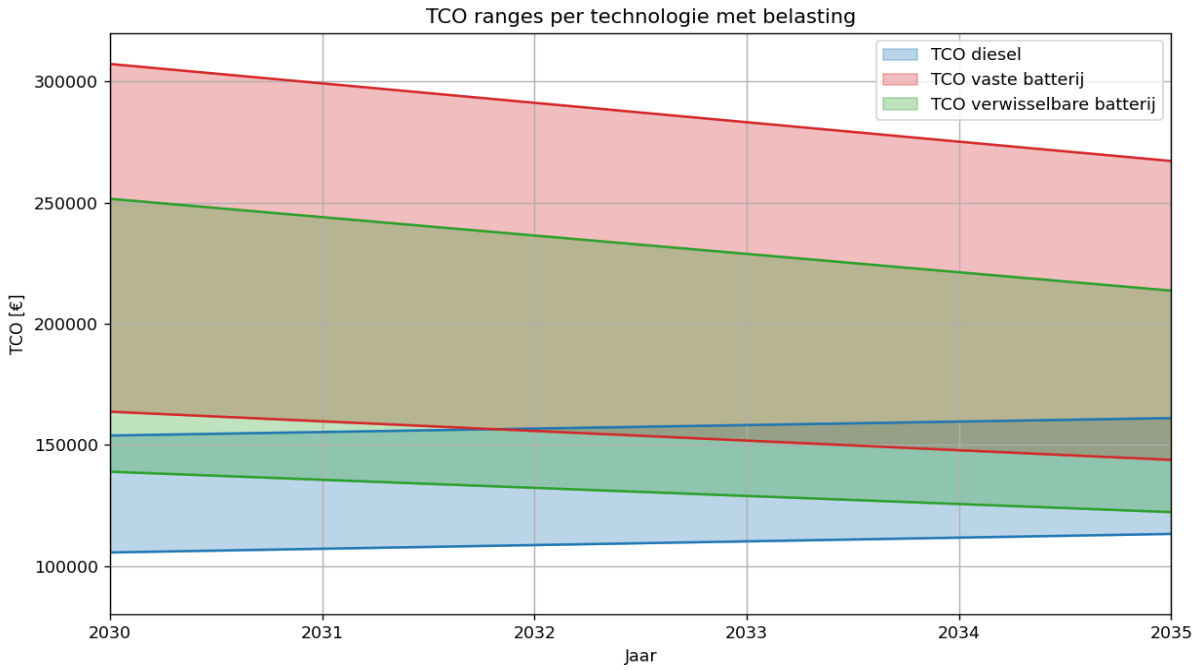
Figuur 42 MS <80 meter, VT & Subsidie 40%



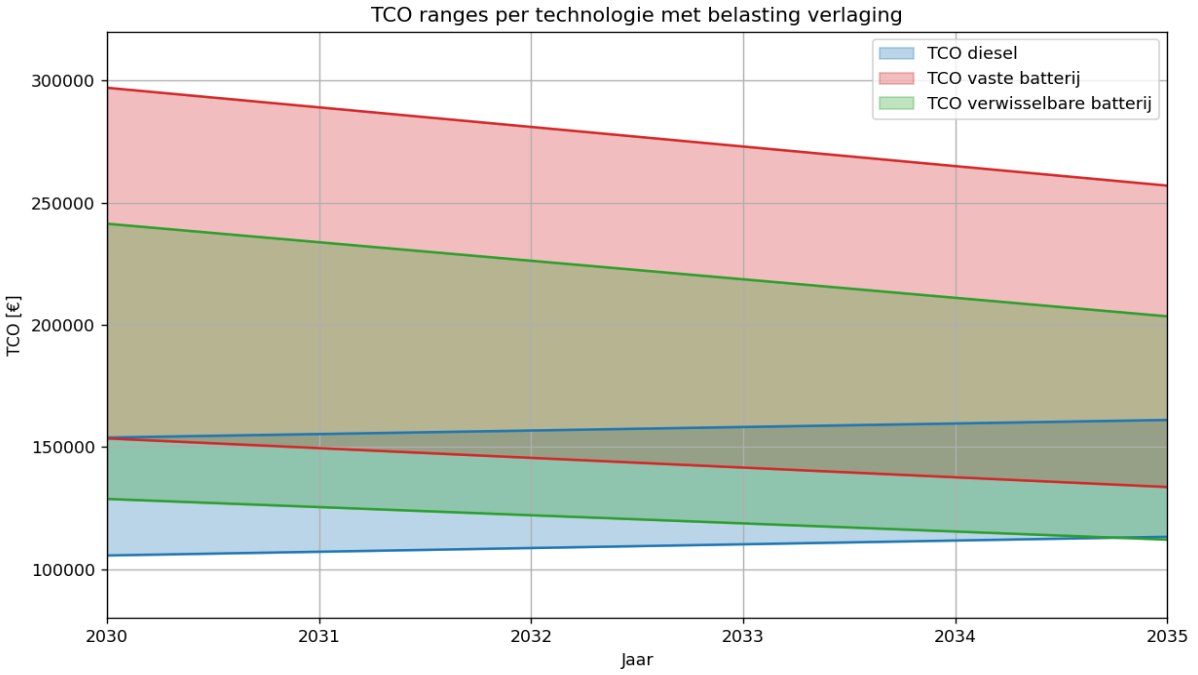
Figuur 43 MS <80 meter, VT & Subsidie 80%



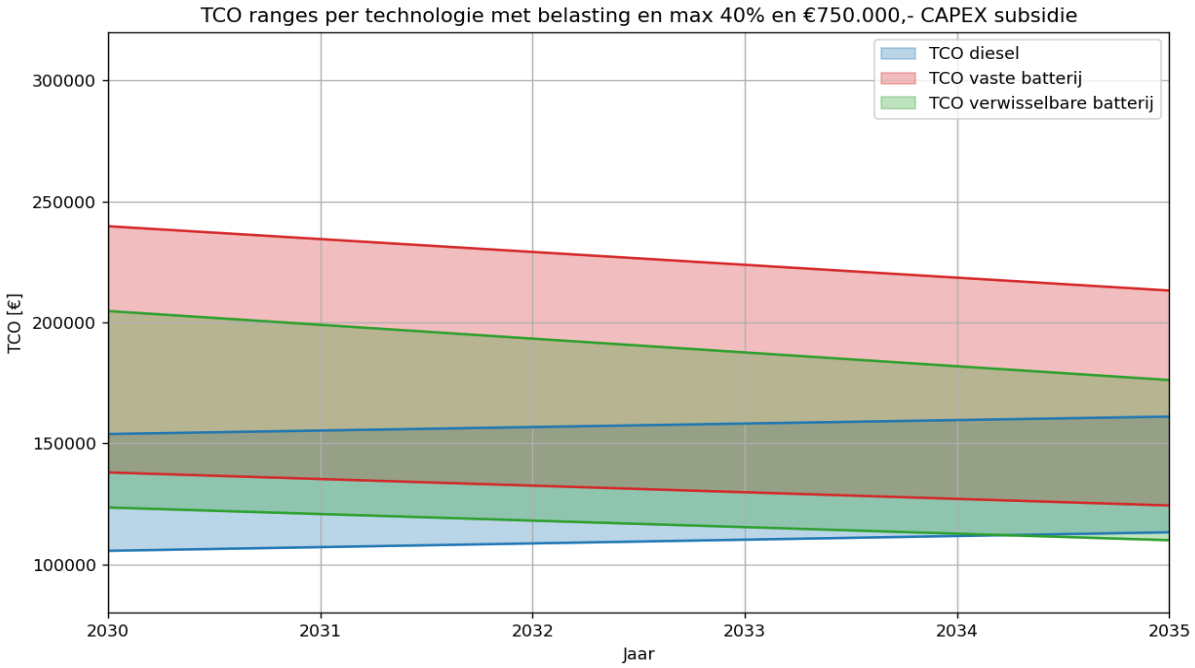
Figuur 44 MS <80 meter, geen VT & Subsidie 80%



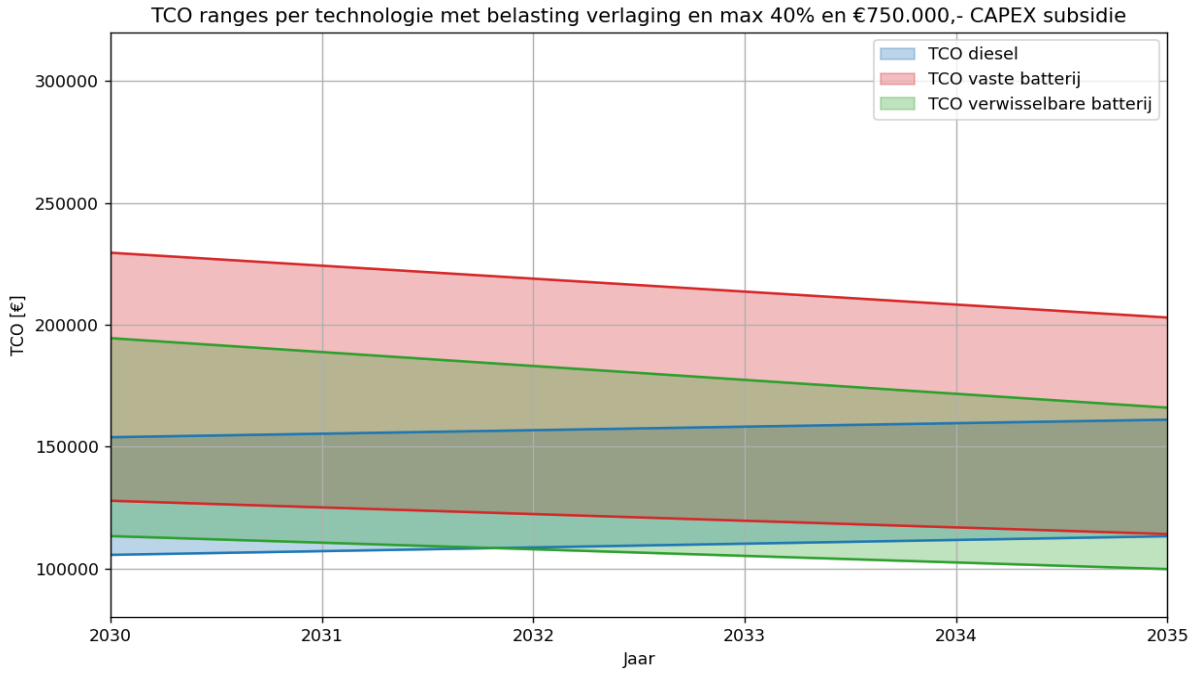
Figuur 45 Kleine Rondvaartboten, geen VT



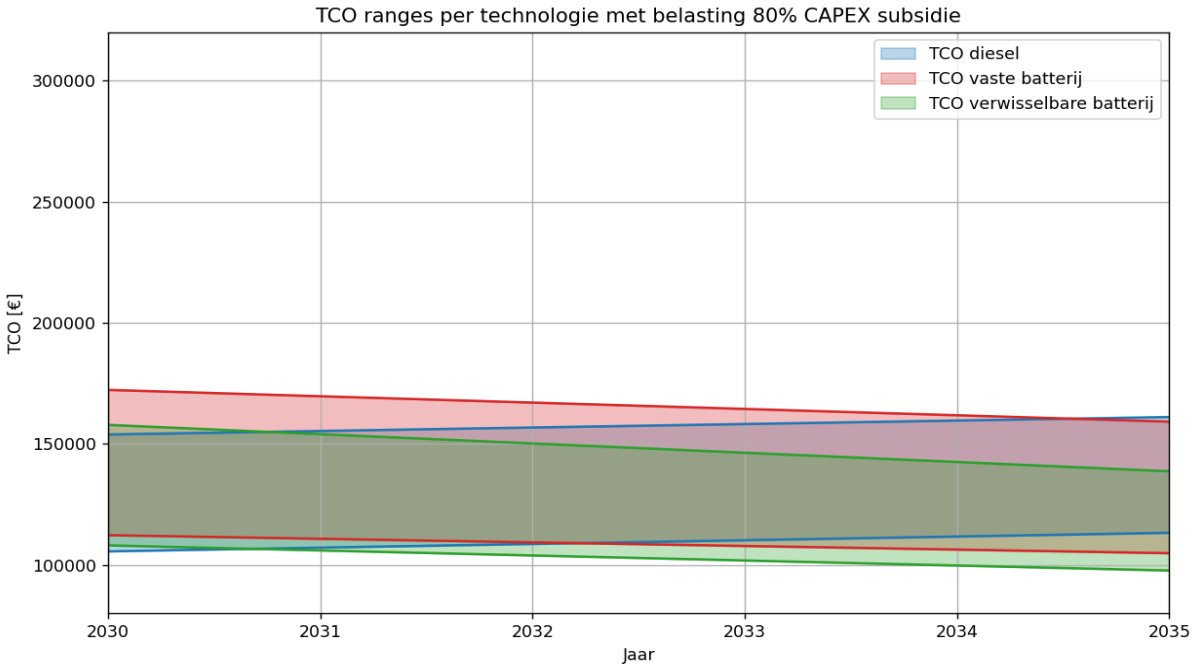
Figuur 46 Kleine Rondvaartboten, VT



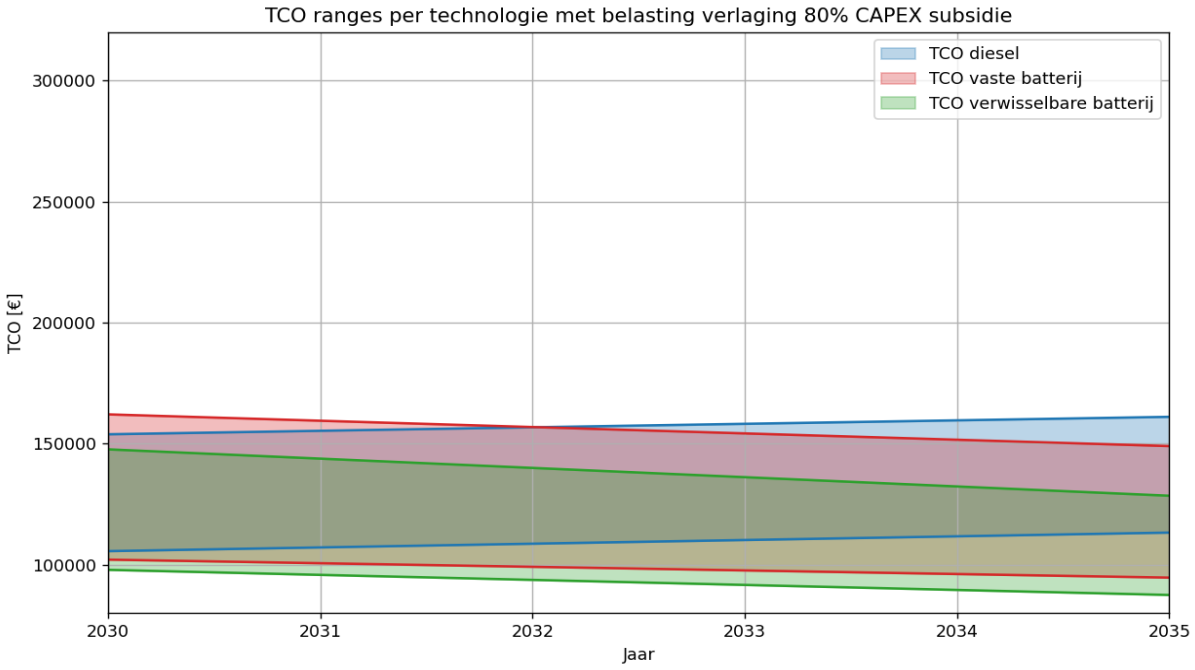
Figuur 47 Kleine Rondvaartboten, geen VT & Subsidie 40%



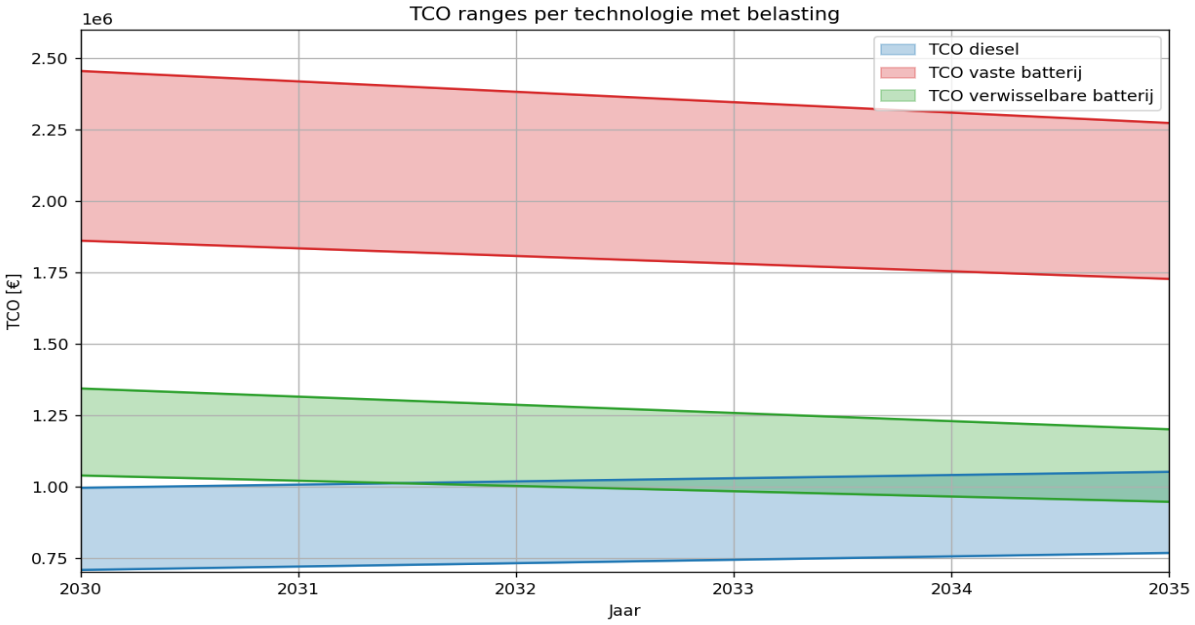
Figuur 48 Kleine Rondvaartboten, VT & Subsidie 40%



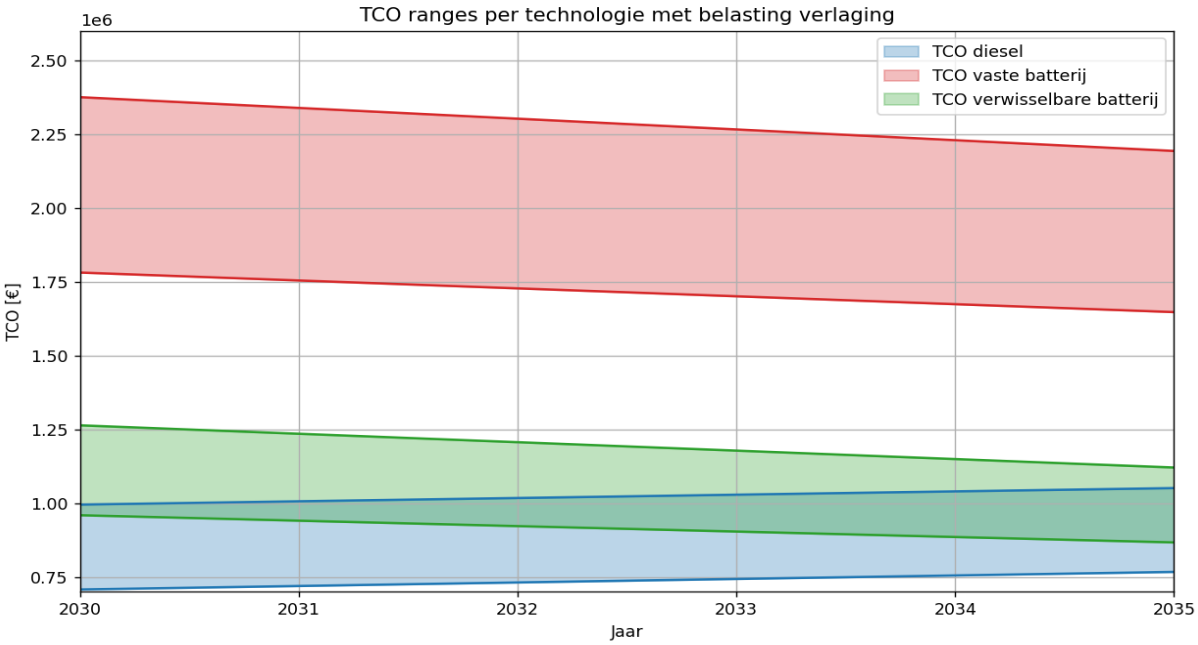
Figuur 49 Kleine rondvaartboten, geen VT & Subsidie 80%



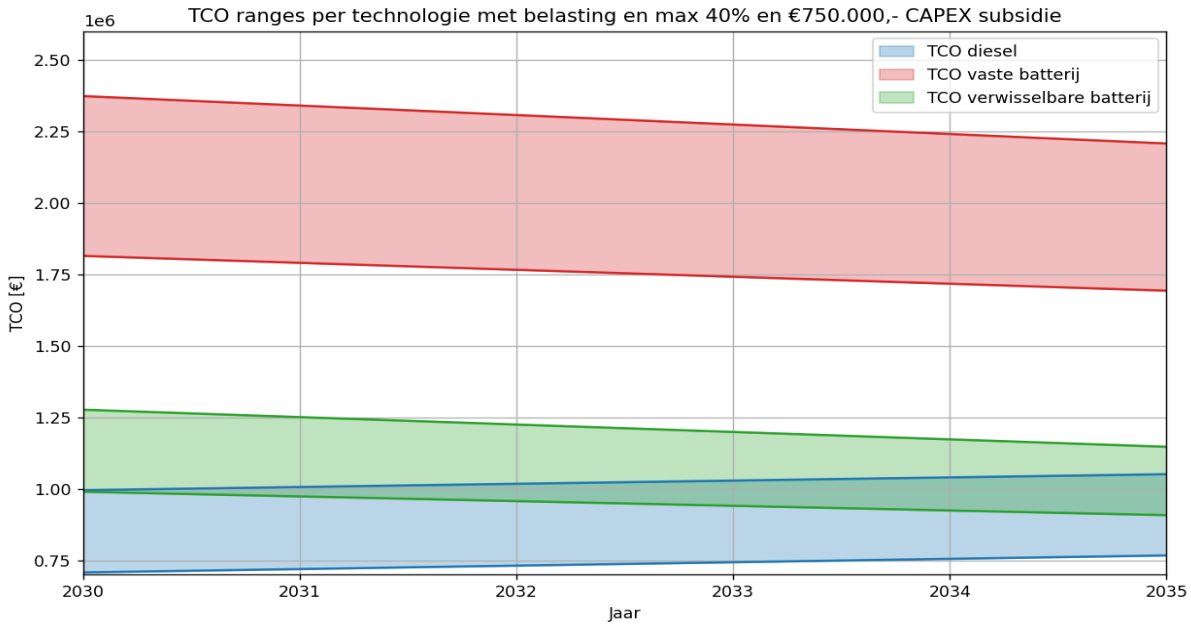
Figuur 50 Kleine Rondvaartboten, VT & Subsidie 80%



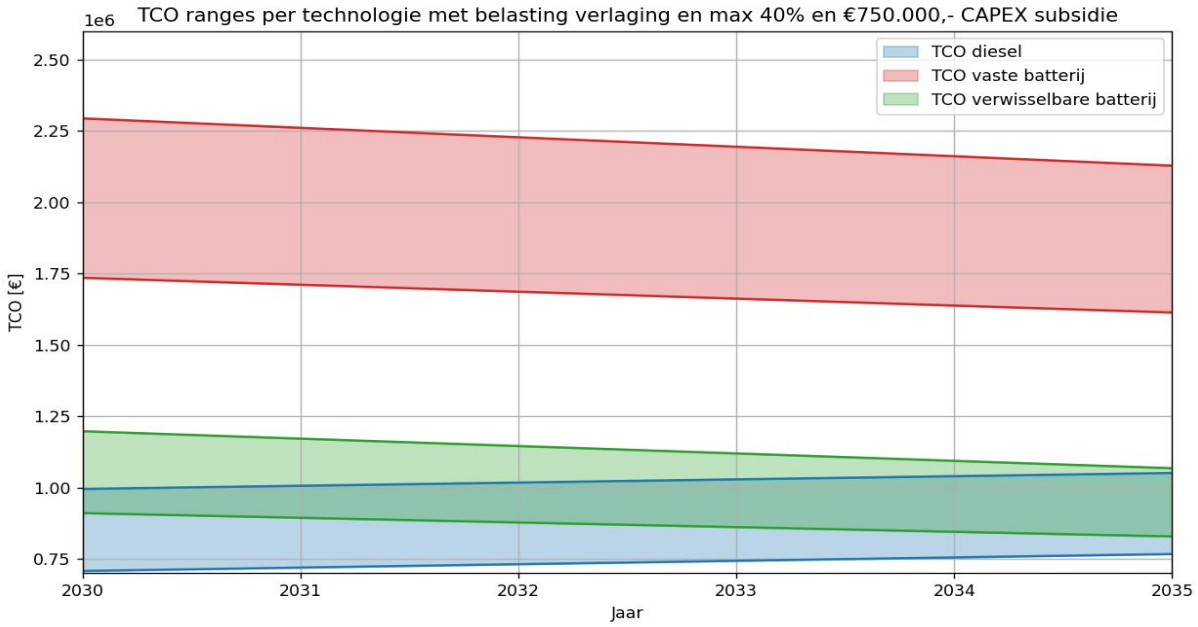
Figuur 51 Tankschepen >110m, geen VT



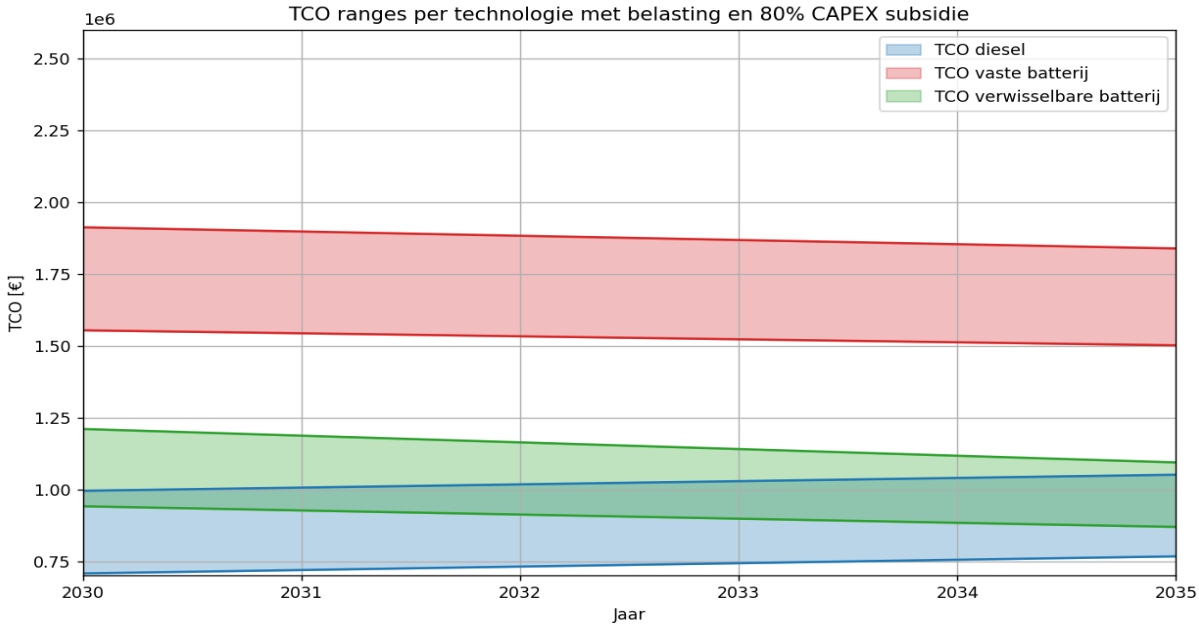
Figuur 52 Tankschepen >110m, VT



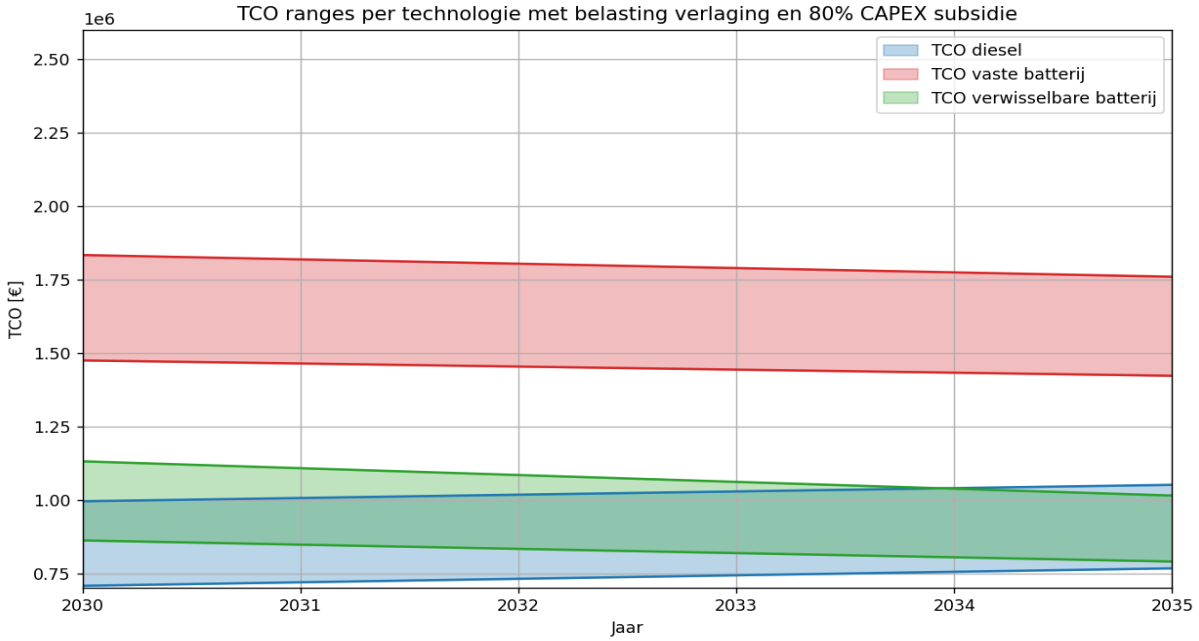
Figuur 53 Tankschepen >110m, geen VT & 40% subsidie



Figuur 54 Tankschepen >110m, VT & 40% subsidie



Figuur 55 Tankschepen >110m, geen VT & 80% subsidie



Figuur 56 Tankschepen >110m, VT & 80% subsidie

Bijlage C Uitleg kosten tabel 23

Ter illustratie van hoe de kosten in tabel 23 tot stand zijn gekomen wordt hier stap voor stap een voorbeeld berekening uitgewerkt voor de kosten in het basispad voor het midden scenario.

Stap 1:

Om te bepalen wat de belasting opbrengst is zal het totale elektriciteitsverbruik berekent moeten worden per scheepstype. Om dit te doen wordt eerst voor alle scheepstype apart die meegenomen zijn in de analyse uitgesplitst wat het elektriciteitsverbruik is voor 1 schip. Dit wordt gedaan aan de hand van het jaarlijkse gemiddelde brandstof verbruik dat in tabel 16 te vinden is. Tabel 16 geeft het jaarlijkse diesel verbruik aan, echter is dit niet gelijk aan het verbruik in elektriciteit. Dit zal dus eerst omgerekend moeten worden naar elektriciteitsverbruik. Dit kan gedaan worden doormiddel van de efficiëntie en energie dichtheid (ook wel Lower Heating Value (LHV) genoemd) van diesel en batterijen. De formule hiervoor is:

$$Verbruik\ elektriciteit\ \left[\frac{kWh}{jaar}\right] = \frac{verbruik_{diesel}\ \left[\frac{kg}{jaar}\right] * dichtheid_{diesel} * LHV_{diesel}\ \left[\frac{MJ}{kg}\right] * efficientie_{diesel}\ [\%]}{3.6\ \left[\frac{MJ}{kWh}\right] * efficientie_{electro\ motor}\ [\%]}$$

Als de bovenstaande formule wordt ingevuld gebruikmakende van het brandstof verbruik in tabel 16, een dichtheid van 845 kg/m^3 voor diesel, een LHV van 43,1 MJ/kg voor diesel, een efficiëntie van 0,4 voor een diesel motor en een efficiëntie van 0,9 voor een elektro motor komen daar de in tabel 25 beschreven verbruiken per jaar uit voor de verschillende scheepstypen.

Tabel 25: *Diesel en elektriciteitsverbruik per jaar per schip voor de verschillende scheepstypen*

	Ms < 80m	Ms 80-110m (CCNR1)	Ms 80-110m (Stage V)	MTs >110m	Kleine rondvaartboot	Duwboot <500kW
Verbruik diesel (m3)	79	336	336	272	45	80
Verbruik elektriciteit (kWh)	355.203	1.587.859	1.663.472	1.345.332	222.564	359.699

Stap 2:

Nu dat het verbruik bekent is kan berekent worden hoeveel belasting één schip betaald per jaar gebruikmakende van het belastingtarief binnen het basispad (€0,039680). Dit wordt gedaan door het belastingtarief te vermenigvuldigen met het elektriciteitsverbruik. Dit geeft de in tabel 26 beschreven kosten.

Tabel 26: *Belasting opbrengsten per jaar voor één schip per scheepstype.*

	Ms < 80m	Ms 80-110m (CCNR1)	Ms 80-110m (Stage V)	MTs >110m	Kleine rondvaartboot	Duwboot <500kW
Belasting (€)	€ 14.094	€ 63.006	€ 66.007	€ 53.383	€ 8.831	€ 14.273

Stap 3:

Met de kosten per schip kan vervolgens de totale belasting opbrengst per jaar berekent worden door te bepalen hoeveel schepen er belastingplichtig zijn dat jaar. De bepaling van de

hoeveelheid schepen is uitgelegd in hoofdstuk 4. Hierin is beschreven dat er 30 schepen zullen zijn in 2030 die varen op elektriciteit als basis en aan de hand van de hoeveelheid snijpunten in de TCO grafieken hoeveel schepen er per jaar bij komen. Voor de 30 schepen is een gemiddeld belastingtarief gebruikt wat uitkomt op een tarief van €33.976,50. De belasting opbrengst voor de schepen die erbij komen vanaf 2030 wordt berekend aan de hand van de getallen die in tabel 26 te vinden zijn. Tabel 27 geeft de hoeveelheid schepen in het midden scenario per jaar.

Tabel 27: *aantal schepen die op elektriciteit varen per jaar in het midden scenario van het basispad*

	Ms < 80m	Ms 80-110m (CCNR1)	Ms 80-110m (Stage V)	MTs >110m	Kleine rondvaartboot	Duwboot <500kW
Voor 2030	30	30	30	30	30	30
2030	0	0	0	0,73	0,55	0,35
2031	0	0,25	0,25	1,83	1,10	0,35
2032	0	0,25	0,25	1,83	1,10	0,35
2033	0	0,25	0,25	1,83	1,10	0,35
2034	0	0,25	0,25	1,83	1,10	0,35
2035	0	0,25	0,25	1,83	1,10	0,35

Tabel 28 geeft vervolgens aan hoeveel belasting dit per jaar opbrengt.

Tabel 28, belasting opbrengsten per jaar voor het midden scenario in het basispad

	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Belasting opbrengst voor 2030 [€]	1.019.295,00	1.019.295,00	1.019.295,00	1.019.295,00	1.019.295,00	1.019.295,00
Belasting opbrengst extra schepen [€]	€ 173.943,28	347.886,56	521.829,83	695.773,11	892.379,11	1.088.985,11
Totale belasting opbrengst [€]	1.193.238,28	1.367.181,56	1.541.124,83	1.715.068,11	1.911.674,11	2.108.280,11

De totale belasting opbrengst over de periode 2030-2035 voor het midden scenario in het basispad kan dan vervolgens bepaald worden door de onderste rij in tabel 28 bij elkaar op te tellen. In het reken voorbeeld van hierboven komt dit uit op 9,8 miljoen euro.

Bijlage D Beperkingen onderzoek en aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Deze verkenning is uitgevoerd met een beperkte doorlooptijd en budget., Dit heeft geleid tot een aantal vereenvoudigde aannames. De resultaten zijn daarmee eerste-orde schattingen. Hieronder worden de belangrijkste beperkingen benoemd, elk met een aanbeveling voor vervolgonderzoek.

Scope van de vergelijking

- De analyse vergelijkt uitsluitend volledig elektrisch varen met fossiele diesel. Een uitgebreide kwantitatieve vergelijkende analyse met HVO — dat als drop-in in bestaande motoren kan worden toegepast en op korte termijn concurrerend kan worden met diesel — ontbreekt. Een dergelijke analyse kan leiden tot een bijstelling van de kans inschatting voor het verwachte aantal elektrische schepen in laag, midden, hoog scenario en kan de bandbreedte dus beïnvloeden.
- Hybride oplossingen (batterij met range extender op diesel of HVO) zijn helemaal niet meegenomen, maar bieden flexibiliteit die in een ontwikkelende markt aantrekkelijk is, zeker zolang de laad- en wisselinfrastructuur nog in ontwikkeling is.

Sectorale dekking

- Waterbouw en zeevaart zijn uitsluitend kwalitatief behandeld. Met meer tijd en data (vaarprofielen, energiebehoeften, vlootomvang) kunnen ook deze sectoren kwantitatief worden doorgerekend in de TCO-tool.
- Veren zijn benaderd via de TCO-berekeningen, maar maken mogelijk — net als de waterbouw — een klantgedreven verduurzamingsbeweging door. Stakeholderconsultaties kunnen uitwijzen of een EB-verlaging daar nog een aanvullend effect heeft.

Methodologische vereenvoudigingen

- De TCO's zijn berekend voor vier scheepstypen; de overige zijn benaderd via extrapolatie. Het doorrekenen van alle scheepstypen zou de effectschattingen specifieker en betrouwbaarder maken.
- Alle uitkomsten zijn gebaseerd op het IEA STEPS-scenario. Met meer tijd en budget kunnen ook het APS- en NZE-scenario worden doorgerekend of eventuele specifieke scenario's worden opgesteld en doorgerekend.
- Het fiscale basistarief is bepaald op basis van een voorbeeldlocatie waarbij alle afzet per jaar gezamenlijk door de staffels loopt. Hoewel de gevoeligheidsanalyse (§2.5) laat zien dat dit robuust is, zou overleg met fiscalisten meer zekerheid bieden over de werkelijke tariefstelling per locatie.

Infrastructuur en technologie

- Er is aangenomen dat laadinfrastructuur beschikbaar is voor een autonomie van het één dag. Het is onzeker of dit fijnmazige netwerk er in de periode 2030–2035 daadwerkelijk zal zijn. Een scenarioanalyse voor infrastructuurbeschikbaarheid verdient aandacht in vervolgonderzoek. Tevens kunnen gunstigere autonomie-eisen (bijvoorbeeld 12 uur) worden onderzocht. Ook dit aspect kan de kans inschatting ten aanzien van het aantal schepen beïnvloeden.
- Er is gerekend met de huidige stand van de techniek (2 MWh per batterijcontainer, 1 MWh laadsnelheid voor vaste batterijen). Prognoses wijzen op een mogelijke toename naar 5 MWh per container en 3 MWh laadsnelheid, wat de concurrentiepositie van elektrisch varen zou verbeteren en daarmee het aantal elektrisch varende schepen kan verhogen.

Overige aspecten

- Er was onvoldoende data beschikbaar om onderscheid te maken tussen elektriciteitsverbruik voor voortstuwing en voor andere doeleinden (overslag, conditionering, hotelfunctie). Nader onderzoek kan dit aandeel in kaart brengen.
- Bredere sociaaleconomische effecten — zoals emissiebesparing, modal shift, werkgelegenheid en exportkansen voor de maritieme toeleveringssector — zijn niet gekwantificeerd, maar zijn relevant voor de politieke en bestuurlijke besluitvorming.