

28 APRIL 2026 - EINDRAPPORT

Studie infrastructuur alternatieve energiedragers binnenvaart – eindrapport



INHOUDSTAFEL - Algemeen

I.	Managementsamenvatting	2
II.	As-Is analyse	19
III.	Beredeneerde scenario's	52
IV.	Uitwerking simulatiemodel	82
V.	Locatiekeuze en ruimtebeslag	114
VI.	Business case	188
	Bijlagen	197

I. Managementsamenvatting



INHOUDSTAFEL – I. Managementsamenvatting

Inleiding	4
1 As-Is analyse	5
2 Beredeneerde scenario's	7
3 Uitwerking simulatiemodel	9
4 Locatiekeuze en ruimtebeslag	12
5 Business case	17

Management samenvatting

Inleiding

Om aan de Europese, nationale en regionale doelstellingen te voldoen zal ook de binnenvaart-sector moeten verduurzamen. Om zero-emissie binnenvaart te bereiken tegen 2050, zijn er voldoende duurzame technologieën, brandstoffen en bunker- en laadlocaties nodig.

In de Green Deal Binnenvaart Vlaanderen zijn verschillende doelstellingen opgenomen, waaronder het doel: 'Het versnellen van de beschikbaarheid van infrastructuur om duurzame alternatieve brandstoffen/energiedragers op te slaan en te bunkeren voor alle betrokken binnenvaartactoren'. Om infrastructuur te versnellen, is inzicht nodig in de marktbehoefte. Daarom heeft de Green Deal Binnenvaart Vlaanderen aan The New Drive, Buck Consultants International en Enersangi gevraagd om een studie uit te voeren naar de toekomstige vraag naar en infrastructuur voor alternatieve brandstoffen en energiedragers voor de Vlaamse binnenvaart. De uitkomsten hiervan staan omschreven in dit rapport.



1 As-is analyse

De as-is analyse brengt de huidige situatie van de binnenvaart in Vlaanderen en de invloed van omliggende regio's daarop in beeld. Deze analyse vormt de baseline voor het rekenmodel waarmee de toekomstige energiemix onder verschillende scenario's wordt geprognosticeerd.

Goederenstromen over water

In 2024 vonden in Vlaanderen bijna 96.000 binnenvaartreizen plaats, goed voor 67,7 miljoen ton goederen. In totaal voeren 3.820 verschillende schepen over de Vlaamse wateren. Het logistieke systeem is sterk geconcentreerd rond Antwerpen en het Albertkanaal. De belangrijkste vervoerde goederen zijn delfstoffen en bouwmaterialen, allerhande goederen, petroleumproducten en nijverheidsproducten. Ongeveer 34% van alle reizen betreft leegvaart.

Ongeveer 30% van het binnenlands vervoer vindt plaats tussen Vlaanderen en Wallonië. Vanuit Wallonië gaan grote goederenstromen richting Antwerpen, terwijl Luik en Henegouwen belangrijke logistieke regio's zijn. Ook Nederland heeft grote invloed op Vlaanderen. De dominante internationale stroom is die tussen Antwerpen en Rotterdam, met vooral chemische producten, aangevuld met ruwe mineralen en bouwmaterialen.

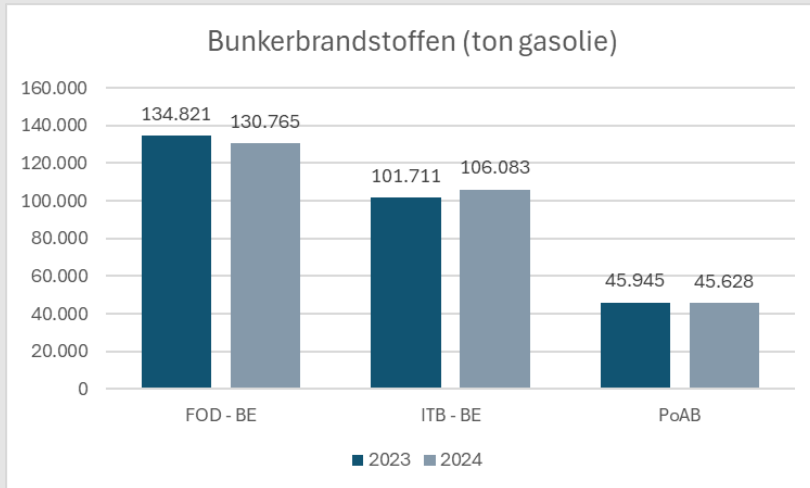
Vloot

De Vlaamse binnenvaart wordt gedomineerd door middelgrote schepen, met name de M8 (Groot Rijnschip), M6 (Rijn-Herne Schip) en M2 (Kempenaar). Deze verzorgen samen ongeveer 70% van het vervoerd ladingsgewicht. Het grootste deel bestaat uit motorvrachtschepen en de rest door duwstellen en koppelverbanden. De vloot bestaat uit zowel relatief jonge schepen als een substantieel ouder segment, met veel bouwjaar in 2000-2010 en daarnaast nog veel schepen uit de jaren '50-'60.

Scheepscategorie	Aantal schepen	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)
Motorvrachtschip (M)	1	87.844	59.849.584
	2	2.733	1.780.547
Duwstel (B)	3	1.003	1.958.749
	4	71	306.989
	5	61	375.629
Koppelverband (C)	2	3.659	2.767.279
	3	317	673.803
	4	2	12.232
Totaal		95.690	67.724.812

Energieverbruik

Gebruik van gasolie is momenteel dominant in de binnenvaart in Vlaanderen. Tegelijk lopen er demonstratieprojecten met hybride aandrijvingen, methanoltoepassingen en waterstof-elektrische concepten, zoals de H2 barge 1. Voor deze studie is aangenomen dat in 2024 in Vlaanderen circa 106.083 ton gasolie is gebunkerd. Omgerekend naar het verbruik dat direct samenhangt met binnenvaart op Vlaamse waterwegen komt dit neer op circa 28.858 m³ gasolie. In de scope van de studie wordt dus een duurzaam alternatief gezocht voor ongeveer 28.858 m³ gasolie – of 27% van totaal gebunkerde gasolie.



Infrastructuur

Bunkeren van brandstoffen gebeurt momenteel in de Port of Antwerp-Bruges via ship-to-ship bunkering. Langs de Vlaamse waterwegen vindt ook ship-to-ship bunkering plaats en daarnaast ook beperkt truck-to-ship bunkering. Binnenvaartschepen bunkeren nagenoeg niet in North Sea Port, maar bij een bunkerstation in Vlissingen en achterin in de Van Cittershaven. Voor elektriciteit voor voortstuwing en waterstof is de infrastructuur momenteel nagenoeg onbestaande.

Beleid en consequenties voor de vloot

De verduurzaming van de binnenvaart wordt in toenemende mate gestuurd door Europese kaders zoals CCR Roadmap, ETS2, REDIII, Stage V en AFIR. Vooral REDIII, Stage V en AFIR zetten druk op de verduurzaming van zowel vloot als infrastructuur. Vlaanderen voert daarbij een actiever beleid dan Wallonië, met aandacht voor modal shift, emissievrije havens, walstroom, laadpunten, retrofit en stimulering van elektrische en waterstofvaartuigen. Een belangrijk aandachtspunt zijn de CCR2-motoren. Deze worden op lange termijn niet meer rendabel geacht door strengere emissie-eisen, beleidsdruk en beperkingen op fossiele technologie. Zonder ingrijpen zal daardoor een groot deel van de vloot vóór 2040 technologisch achterhaald zijn.

2 Beredeneerde scenario's

Voor deze studie zijn 4 beredeneerde scenario's uitgewerkt o.b.v. trendanalyse en expertsessies. De scenario's laten zien hoe de vloot, vaarbewegingen en gebruik van energiedragers zich in Vlaanderen ontwikkelen in verschillende omstandigheden. De scenario's dienen als basis voor het rekenmodel voor de Vlaamse binnenvaart richting 2050.

Vertrekpunt van de scenario's

De CCR-scenario's zijn gebruikt als vertrekpunt, maar zijn aangepast omdat ze onvoldoende aansluiten op de Vlaamse binnenvaart. De verschillen in vlootsamenstelling, de actualiteit van RED III en ETS2, en het ontbreken van een duidelijke redenatielijin maken dat nieuwe, beter toepasbare scenario's nodig zijn voor deze studie.

Opbouw van de scenario's

De scenario's zijn opgebouwd uit context, variabelen en consequenties. Deze worden vertaald naar het rekenmodel, waarin wordt gemodelleerd op vlootsamenstelling, type motoren, brandstoffengebruik en kilometers per scheepstype door Vlaanderen. De output bestaat uit brandstoffenmix en verbruik in 2024–2050, en de vertaling daarvan naar emissies en infrastructuurvereisten.

De vier scenario's

De studie werkt met vier scenario's: Scenario 0 Baseline, Scenario 1 Laag en traag, Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur en Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur. Scenario's 2 en 3 bestaan uit een A- en een B-variant, respectievelijk met en zonder modal shift.



Scenario 0 Baseline



Scenario 1 Laag en traag



Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift

Kern per scenario

- In scenario 0 'Baseline' worden ETS2, RED III en Stage V geïmplementeerd, het aandeel vervoerd volume over water blijft gehandhaafd en de brandstoffenmix voldoet aan normen, maar er is geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050.
- Scenario 1 'Laag en traag' gaat uit van economische en geopolitieke onzekerheid, beperkte investeringen en vertraagde innovatie. RED III wordt vertraagd, er treedt een reversed modal shift op, vervoersvolumes nemen af en ook hier is geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050.
- In scenario 2 'Duurzaam met bestaande infrastructuur' wordt ingezet op verduurzaming via bestaande infrastructuur, bestaande aandrijving en bestaande brandstoffendistributie, met name via biobrandstoffen, e-fuels en RFNBO. Het logistieke volume blijft stabiel, met relatief meer korte afstanden en kleinere schepen.
- Scenario 3 'Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur' zet in op nieuwe technologie en nieuwe infrastructuur, zoals elektrische aandrijving, e-methanol, e-ammoniak en waterstof. In dit scenario verschuift de logistiek naar relatief meer grotere afstanden met grotere scheepsklassen.

Scenario 0 Baseline

Korte samenvatting:

- Startpunt is beschikbare data van 2023 en 2024
- ETS en RED-III zijn besloten regelgeving en worden geïmplementeerd, Stage V wordt doorgevoerd in vloot
- Ontwikkeling in afgelopen decennium tot 2024 trekt zich door naar 2050
- Vervoersvolume over water: blijft gehandhaafd
- Brandstoffenmix: voldoet aan normen (o.a. RED III, Stage V)
- Geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050



Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift

Korte samenvatting:

- ETS 2 en RED III geïmplementeerd in 2030
- Green deal / Fit for 55 doelstelling gehaald in 2050
- Nadruk op duurzaam via bestaande infrastructuur, aandrijving en brandstoffendistributie: biobrandstoffen, E-fuels, RFNBO
- Vloot en vervoersbewegingen: relatief meer korte afstanden met kleinere schepen
- A: modal shift neemt toe en daardoor groeit vloot
- B: geen modal shift, waardoor vloot en vervoersvolume gelijk blijven aan as-is scenario



Scenario 1 Laag en traag

Korte samenvatting:

- Huidige beleidsregels en wetgeving blijven
- ETS2 wordt geïmplementeerd, RED III wordt vertraagd, Stage V wordt doorgevoerd
- Reversed modal shift: vloot en vervoersvolumes nemen af
- Brandstoffenmix: fossiel neemt gradueel iets af en biobrandstoffen nemen iets toe
- Geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift

Korte samenvatting:

- ETS 2 en RED III geïmplementeerd in 2030
- Green Deal / Fit for 55 doelstelling wordt gehaald
- Nadruk komt op nieuwe technologie en nieuwe infrastructuur: toepassing elektrische aandrijving; gebruik van e-methanol en e-ammoniak; waterstof
- Vloot en vervoersbewegingen: relatief meer grotere afstanden met grotere scheepsklassen
- A: modal shift neemt toe en daardoor stijgt vloot en vervoersvolume
- B: geen modal shift, waardoor vloot en vervoersvolume gelijk blijven



3 Uitwerking simulatiemodel

Via een simulatiemodel zijn de 4 scenario's doorgerekend die hiervoor zijn beschreven. Het model laat per scenario zien wat het effect is op logistieke activiteiten, energiemix en emissies, en vormt de brug naar de locatiekeuze voor bunker- en laadinfrastructuur.

Werking van het simulatiemodel

Het model simuleert de ingroei van alternatieve energiedragers in de vloot en de impact daarvan op gevaren kilometers, vervoerde tonnages en energievraag. Daarbij is gekozen voor een top-down methode: per scenario is op basis van expertsessies een energiemix per scheepstype in 2050 bepaald, waarna de ingroei met S-curves is gemodelleerd. Het basisjaar is 2024. Voor alle scenario's is bovendien een transitie naar Stage V-motoren verondersteld.

Uitkomsten scenario 0 'Baseline'

Scenario 0 Baseline laat een nagenoeg gelijkblijvende vloot actief op de Vlaamse wateren zien, met een verschuiving van kleine naar grote schepen. Het vervoerd ladingsgewicht stijgt met circa 24%, terwijl de energievraag beperkt toeneemt. In 2050 vaart nog een deel van de vloot op diesel, naast HVO en elektriciteit.

Uitkomsten scenario 1 'Laag en traag'

In Scenario 1 Laag en traag daalt de omvang van de vloot met circa 12% naar ongeveer 3.200 schepen. Er is sprake van reversed modal shift, dalende vervoersvolumes en minder gevaren kilometers. In 2050 vaart nog 80% van de schepen op diesel en 20% op HVO. De energievraag daalt met 28%. Ook in dit scenario nemen de NOx en PM emissies sterk af, vooral door de verdere penetratie van Stage V-motoren.

Uitkomsten scenario 2 'Duurzaam met bestaande infrastructuur'

- In Scenario 2a *met modal shift* groeit de vloot naar circa 4.200 schepen. Vooral het aantal kleinere schepen neemt toe, onder meer voor circulaire vervoersstromen. Het vervoerd ladingsgewicht stijgt met circa 53% en de energievraag met 38%. In 2050 vaart het gros van de schepen op HVO, aangevuld met elektriciteit. Er is geen diesel meer in 2050, waardoor CO2-emissies worden geëlimineerd.
- In Scenario 2b *zonder modal shift* stijgt de omvang van de vloot licht naar circa 3.800 schepen. Ook hier groeit het aandeel kleinere schepen. Het vervoerd ladingsgewicht stijgt met circa 24% en de energievraag met 11%. In 2050 vaart eveneens het gros van de schepen op HVO, aangevuld met elektriciteit. Ook hier worden de CO2-emissies geëlimineerd.

Uitkomsten scenario 3 'Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur'

- In Scenario 3a *met modal shift* groeit de vloot naar circa 4.100 schepen. De consolidatie richting grotere schepen zet door. Het vervoerd ladingsgewicht stijgt met circa 59% en de energievraag met 37%. In 2050 vaart circa 80% van de schepen op elektriciteit; de rest op HVO en waterstof, waarbij waterstof vooral wordt ingezet bij grotere bulk- en tankschepen. CO2-emissies worden geëlimineerd en ook de emissies van NOX en PM dalen zeer sterk.
- In Scenario 3b *zonder modal shift* blijft de vloot nagenoeg gelijk op circa 3.600 schepen. Door de verdere verschuiving naar grotere schepen nemen gevaren kilometers licht af, terwijl vervoerd ladingsgewicht met circa 24% stijgt. Ook hier vaart in 2050 circa 80% van de schepen op elektriciteit, aangevuld met HVO en waterstof. De energievraag stijgt licht met 3% en de emissies dalen zeer sterk.

Scenario	0	1	2a	2b	3a	3b
Omvang vloot [aantal schepen]	-1%	-12%	+16%	+8%	+13%	-1%
Gevaren kilometers [kilometers]	-4%	-23%	+35%	+16%	+25%	-4%
Vervoerd gewicht [tonnen]	+24%	-14%	+53%	+24%	+60%	+24%
Vervoersprestatie [tonkilometers]	+22%	-15%	+53%	+24%	+58%	+22%
Energievraag [kWh]	+3%	-28%	+38%	+11%	+37%	+3%
CO2 emissies [kg]	-53%	-45%	-100%	-100%	-100%	-100%
NOX emissies [kg]	-71%	-74%	-57%	-66%	-94%	-94%
PM emissies [g]	-93%	-94%	-90%	-92%	-99%	-99%

Brug naar locatiekeuze

Als brug naar de volgende fase van het onderzoek wordt de energievraag per energiedrager toegedeeld aan het Vlaamse waterwegennetwerk. Daarvoor is het netwerk verdeeld in negen corridors. Op basis van gevaren tonkilometers per corridor in het basisjaar is een verdeelsleutel opgesteld. Bijna de helft van de tonkilometers in Vlaanderen, circa 47%, wordt afgelegd op het Albertkanaal en de zijkanalen. Daarnaast hebben ook de Bovenschelde, de Schelde tussen Antwerpen en Gent, en de Benedenschelde en omgeving Antwerpen een belangrijk aandeel. Deze corridorbenadering vormt de basis voor de verdere locatiekeuze van bunker- en laadinfrastructuur.

CORRIDOR	Kilometers	Tonkilometers	Aandeel kilometers	Aandeel tonkilometers
Albertkanaal	2.709.125	2.170.159.230	42,2%	46,9%
Bovenschelde	827.940	543.853.937	12,9%	11,8%
Schelde Antwerpen-Gent	844.077	504.573.534	13,1%	10,9%
Antwerpen Benedenschelde	528.364	476.510.450	8,2%	10,3%
Kanaal Gent-Terneuzen	474.840	331.456.566	7,4%	7,2%
Schelde-Brussel-Charleroi	358.716	282.128.703	5,6%	6,1%
Leie	354.013	181.618.897	5,5%	3,9%
Gent-Brugge-Duinkerken	236.092	99.809.109	3,7%	2,2%
Leuven Dijle Nete	76.864	31.262.009	1,2%	0,7%
Dender	11.208	2.504.286	0,2%	0,1%

4 Locatiekeuze en ruimtebeslag

Hier volgt een locatiestrategie voor locaties met aanbod van alternatieve energiedragers voor de binnenvaart. Scenario 0 Baseline is hierbij als vertrekpunt genomen.

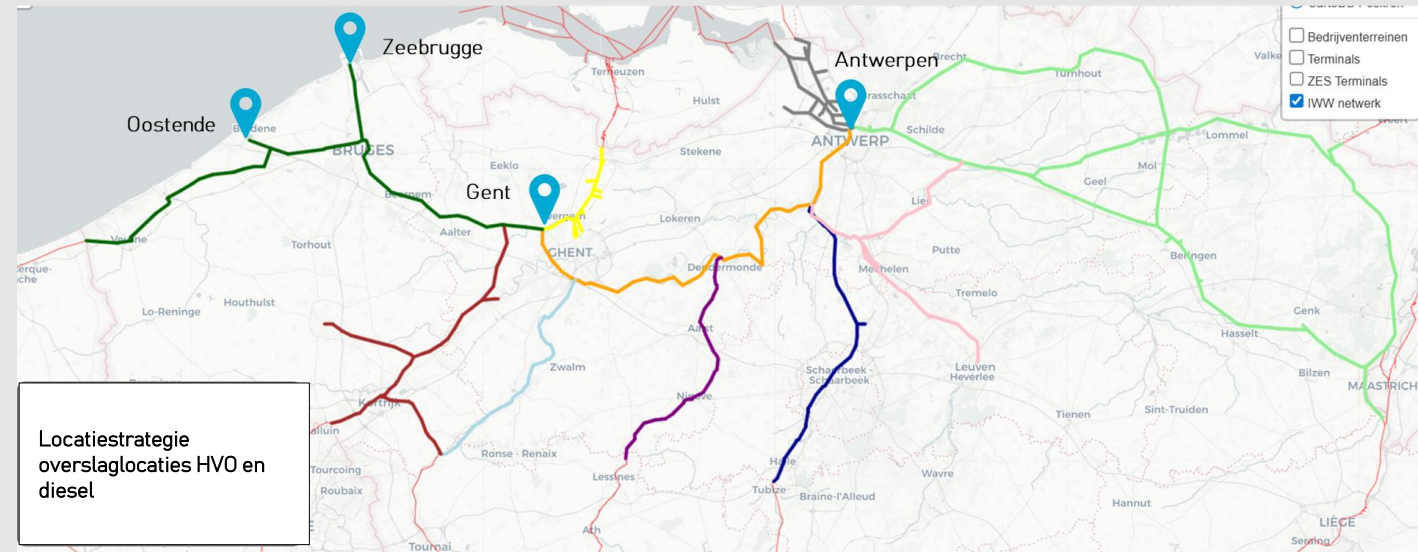
Drie typen locaties

In de locatiestrategie worden drie typen locaties onderscheiden.

- Ten eerste overslaglocaties vloeibare brandstoffen voor diesel of HVO naar bunkerscheepen die containerscheepen en natte- en droge bulkscheepen bunkeren (ship-to-ship bunkering).
- Ten tweede wisselstations in container terminals voor elektrische container- en droge bulkscheepen, die later eventueel kunnen worden uitgebreid met waterstofcontainers.
- Ten derde laadpunten bij publieke ligplaatsen en bij de klant voor kleine schepen die gedurende de nacht laden.
- Truck-to-ship wordt buiten beschouwing gelaten.
- Waterstof maakt geen deel uit van het basisscenario en methanol evenmin; als methanol wel opkomt, kan deze worden toegevoegd aan de strategie voor overslaglocaties vloeibare brandstoffen.

Locatiestrategie voor overslaglocaties vloeibare brandstoffen

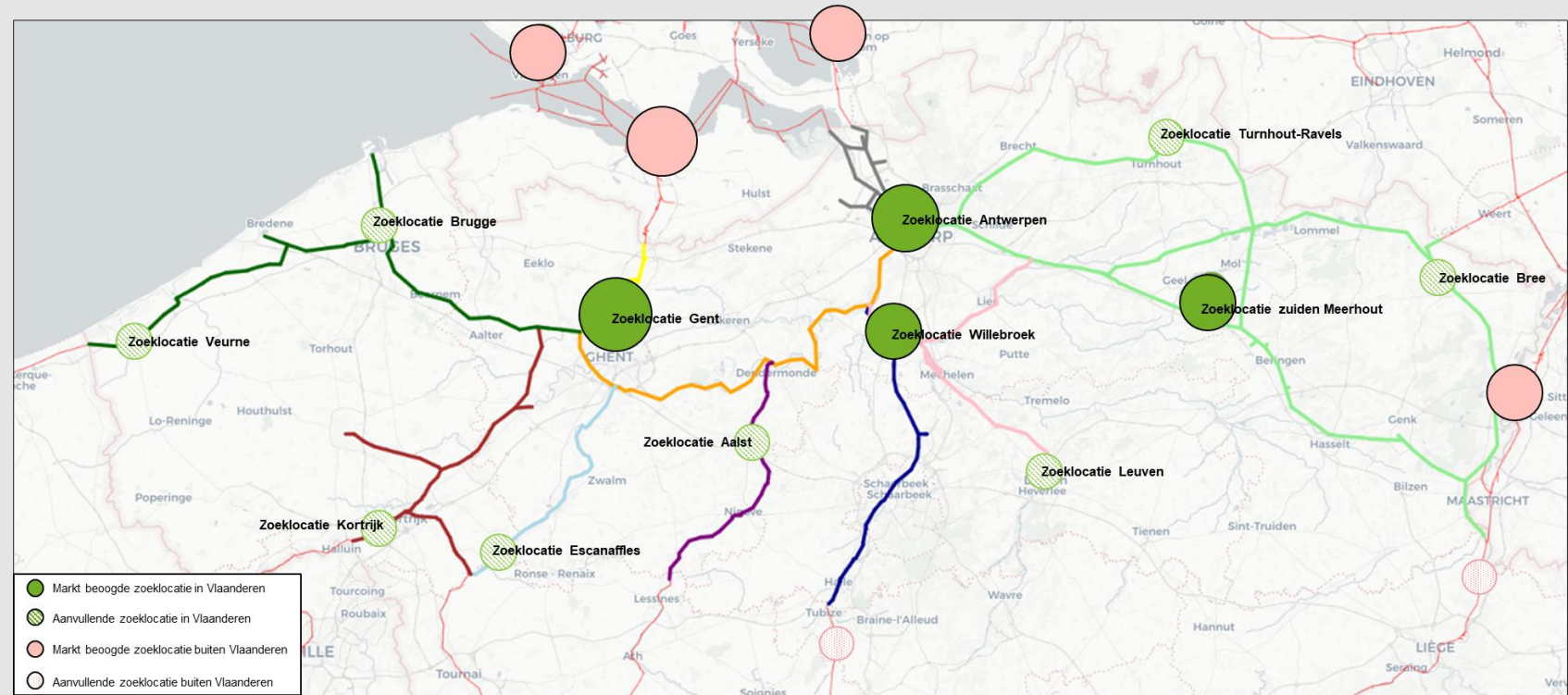
Voor vloeibare brandstoffen blijft het huidige bunkerpatroon het uitgangspunt. De logische locatie voor overslaglocaties ligt in en rond de zeehavens, waar voorzieningen aanwezig zijn en de doelgroep nabij is. De actieradius van binnenvaartschepen op diesel of HVO is zodanig groot dat een beperkt aantal overslaglocaties in de zeehavens toereikend is. Conclusie is dan ook dat de huidige vier bunkerlocaties in de zeehavens Antwerpen, Zeebrugge, Gent en Oostende ook in 2050 volstaan voor bunkering van de nieuwe vloeibare brandstoffenmix. In functie van behoefte kunnen huidige bunkerlocaties uitgebreid worden met een aantal tanks en extra blendcapaciteit. In de andere scenario's verandert deze locatiestrategie niet; alleen het volume van diesel en HVO wijzigt.



Locatiestrategie voor batterij wisselstations

Voor wisselstations geldt als uitgangspunt een dekkend netwerk met een wisselstation per circa 50 km. Wisselstations worden bij voorkeur gerealiseerd bij bestaande containerterminals, omdat daar tijdens laden en lossen een batterijcontainer kan worden gewisseld en al voorzieningen aanwezig zijn. In Scenario Baseline varen in 2050 volgens het onderzoek c.a. 629 schepen met een wisselcontainer. Daarom is op iedere corridor een dekkend netwerk van wisselstations nodig. Bestaande geplande locaties door marktpartijen vormen daarbij een belangrijk vertrekpunt, aangevuld met extra zoeklocaties waar nodig.

In Scenario Duurzaam met bestaande infrastructuur en Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur ontstaat een grotere behoefte, maar die kan vooral worden opgevangen door bestaande zoeklocaties uit te breiden.



De vraag bepaalt de opzet van een batterij wisselstation. Deze zijn in drie type wisselstations ingedeeld: compact, standaard en groot, zie de bovenste tabel rechts.

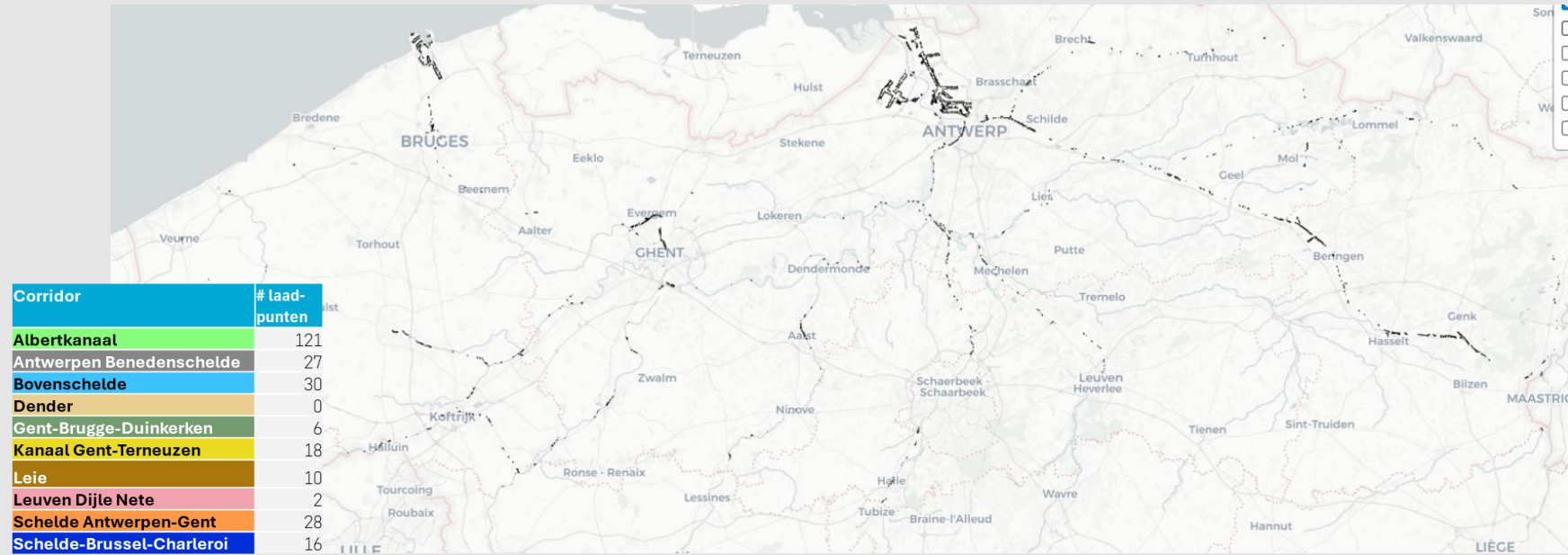
De tabel hieronder geeft een indicatief overzicht van de benodigde type wisselstations in 2025 bij Scenario 0 'Baseline'.

	Compact wisselstation	Standaard wisselstation	Groot wisselstation (hub)
Locatietype	kleinere binnenhavens / kades	<ul style="list-style-type: none"> Reguliere locaties Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Alphen a/d Rijn en Alblasserdam in Nederland 	<ul style="list-style-type: none"> Grote havenlocaties Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Moerdijk en Waalhaven in Nederland
Batterijcontainer opslagcapaciteit	4 – 6	8 – 12	12 – 20
Ligplaatsen voor batterijwissel	1	1 – 2	2
Kenmerken inrichting	1 batterijcontainerlader	Meerdere laders Regelmatig wisselen	Meer opslag + schaalbaarheid Expansieruimte Zwaardere netaansluiting
Oppervlak totaal	± 2.000 – 3.000 m ²	± 3.500 – 5.000 m ²	± 4.000 – 8.000 m ²
Oppervlak specificatie	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500 m² Containeropslag: ~600–800 m² Rij- en werkruimte: ~1.000 m² Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500–1000 m² Containeropslag: ~ 1200–1600 m² Rij- en werkruimte: ~1500–2500 m² Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500–1000 m² Containeropslag: ~1800–2400 m² Rij- en werkruimte: ~2000–4000 m² Technieken: ~150 m²

Dekkend netwerk	Aantal containerwisselingen per dag / locatie			Type Wisselstation		
	2,6 MWh batterij	4 MWh batterij	6 MWh batterij	2,6 MWh batterij	4 MWh batterij	6 MWh batterij
Antwerpen	32,2	21,0	14,0	Groot wisselstation + standaard wisselstation	2x standaard wisselstation of groot + compact wisselstation	Groot wisselstation
Ghent	9,1	5,9	4,0	Standaard wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Meerhout	10,3	6,7	4,5	Standaard wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Bree	1,7	1,1	0,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Terneuzen	2,6	1,7	1,1	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Willebroek	4,5	2,9	1,9	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Bosshuut	3,4	2,2	1,5	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Kortrijk	6,3	4,1	2,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Brugge	0,4	0,3	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Veurne	0,4	0,3	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Leuven	0,4	0,2	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Turnhout	1,7	1,1	0,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Totaal per dag	73,1	47,5	31,7			

Laadpunten bij ligplaatsen

Voor kleine elektrische schepen met een geïntegreerd batterijpakket geldt dat zij in principe iedere nacht moeten kunnen laden. Daarom wordt uitgegaan van één laadpunt per schip bij een ligplaats. De voorkeur gaat uit naar laden bij de klant; aanvullend moeten voorzieningen komen bij publieke ligplaatsen. In Scenario Baseline zijn er in 2050 256 schepen met een geïntegreerd batterijpakket. Voor deze schepen is een dekkend netwerk van laadpunten bij ligplaatsen nodig, verspreid over de corridors. Het rapport benadrukt dat er momenteel nog geen bestaande laadpunten zijn, maar dat de uitrol van laadpunten in het verlengde kan plaatsvinden van de uitrol van walstroom. In Scenario Duurzaam met bestaande infrastructuur is de vraag iets hoger, en in Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur fors hoger.



Ingroei van energiedragers en locaties richting 2050

In Scenario 0 Baseline moet de overslagcapaciteit voor HVO al op korte termijn meegroeien. De grootste toename van de vraag ligt tussen 2030 en 2035; na 2040 vlakt de groei af en moet de overslagcapaciteit volledig ontwikkeld zijn. Voor elektriciteit moet richting 2035 ongeveer een derde van de wissellocaties en laadpunten bij ligplaatsen gereed zijn, waarna tussen 2035 en 2045 een snelle verdere uitrol nodig is. Waterstof speelt in dit scenario geen rol.

Scenario 1 Laag en traag kent de traagste ingroei. De behoefte aan HVO neemt tussen 2025 en 2050 gradueel toe, waardoor overslagcapaciteit wel nodig is maar minder snel hoeft op te schalen. Voor elektriciteit en waterstof ontstaat in dit scenario geen noemenswaardige uitrologpave.

In Scenario 2a en 2b Duurzaam met bestaande infrastructuur ligt de nadruk op een sterke groei van HVO tussen 2025 en 2035, waardoor overslagcapaciteit snel beschikbaar moet zijn. Daarna groeit de vraag verder, maar rustiger. Voor elektriciteit moet richting 2035 ongeveer een kwart van de wissellocaties en laadpunten gereed zijn, met een snelle uitrol tussen 2035 en 2045.

In 2b is de timing vergelijkbaar, maar ligt het benodigde aanbod iets lager door minder modal shift. Waterstof speelt in beide varianten geen rol.

In Scenario 3a en 3b Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur moet de uitrol het vroegst op gang komen. De vraag naar HVO groeit gestaag, maar vooral elektriciteit vraagt al richting 2030 om snelle realisatie van wissellocaties. Daarnaast ontstaat vanaf 2030 ook vraag naar waterstof, met een duidelijke opschaling na 2040. In 3b blijft de uitrolvolgorde gelijk aan 3a, maar ligt het totale benodigde aanbod iets lager doordat de modal shift beperkter is.

5 Business case: total cost of ownership – TCO

Voor de business case van verschillende aandrijfliijnen en bijhorende infrastructuur is gekeken naar de totale kosten over de levensduur van schepen, de investeringen in infrastructuur en de prijs en beschikbaarheid van brandstoffen en energiedragers.

TCO-analyse van een containerschip

De TCO-analyse geeft een inschatting van alle kosten per type aandrijflijn, inclusief afschrijving, vervangings- en onderhoudskosten, operationele kost van brandstof of energie, en ook de kost voor infrastructuur en handling. Alle kosten zijn in een cashflowmodel over 20 jaar gezet en verdisconteerd met 5% per jaar. Als vertrekpunt is één referentie containerschip genomen, dat is doorgerekend voor retrofit naar Stage V op gasolie, HVO, waterstof, batterij-elektrisch, LBM, bio-methanol en ammoniak.

Belangrijkste conclusies uit de TCO-analyse

De TCO-analyse laat zien dat gasolie door de vrijstelling van accijns het goedkoopst blijft, nu en in de toekomst. Zelfs met invoer van ETS2 vanaf 2030 is er financieel geen incentive voor de energietransitie.

	Stage V gasolie	12% bijmeng. REDIII	HVO	H2 ICE hoog	H2 ICE laag	H2 FC hoog	H2 FC toek omst laag	Elektrisch hoog	Elektrisch laag	Elektrisch toek omst	LBM ICE	Bio-methanol ICE	Bio-methanol FC	NH3 ICE
Kapitaalskost+afschrijving (k€)	412	412	412	824	824	3.295	3.295	2.059	2.059	2.059	618	618	3.089	824
Kosten brandstof (k€)	7.808	9.839	30.602	30.717	21.239	20.975	16.141	6.135	6.135	6.135	19.346	32.082	27.092	25.616
Kosten Emissie (k€)	2.964	2.703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Onderhoud (k€)	3.031	3.031	3.031	2.058	2.058	2.058	2.058	1.290	1.290	1.290	4.546	3.031	3.031	3.031
Kosten laadinfra (k€)								2.159	2.159	2.159				
Kosten containerwissel (k€)				181	181	181	181	452	301	301				
Batterijkosten (k€)								16.059	8.993	5.081				
Overige (k€)	1.178	1.255	1.255	4.114	4.114	3.127	3.127				3.869	1.088	918	2.535
Totaal	15.393	17.240	35.299	37.893	28.415	29.635	24.801	28.154	20.937	17.025	28.379	36.818	34.129	32.005

Door de lage gasolie prijs, is ETS2 niet het geschikte instrument om de energietransitie in binnenvaart in te zetten. De ETS2 prijs moet vanaf 2030 hoger zijn dan 130 €/ton of 350 €/ton om respectievelijk elektrisch varen en HVO competitief te maken.

Elektrisch varen wordt in toekomst pas competitief wanneer ook REDIII-verplichtingen worden meegerekend, bijvoorbeeld via verplichte bijmeng van FAME/HVO of elektrische aandrijving. De kernboodschap is dan ook dat REDIII verplichting een belangrijker sturend instrument is dan ETS2.

5 Business case: decarbonisatie keuze is afhankelijk van het type schip en het logistiek profiel

Uit deze studie blijkt dat containerschepen het makkelijkst te decarboniseren zijn; in een container terminal kan een batterij container geswapd worden tijdens het laden en lossen. Natte bulk- en tankschepen zijn daarentegen het moeilijkst te decarboniseren, onder meer door langeafstandsvaart en de impact van elektrificatie op het logistiek profiel. Op korte en middellange termijn zal voor deze schepen gasolie aangerijkt worden met biobrandstoffen volgens wettelijke REDIII verplichtingen.

€ per vermeden ton CO₂

Klein containerschip / klein droge bulk

- 12.714 m³ gasolie
- 34.306 ton CO₂

Groot containerschip / droge bulk

- 10.548 m³ gasolie
- 28.461 ton CO₂

- 62.767 ton CO₂ @ 20 jaar

- 29 €/ton vermeden CO₂ vs gasolie incl ETS2 vanaf 2030

- Of ETS2 moet vanaf 2027 > 130 €/ton CO₂ bedragen om elektrisch varen competitief te maken in toekomst

Klein nat bulkschip / tank

- 985 m³ gasolie
- 2.658 ton CO₂

Groot nat bulkschip / tank

- 4610 m³ gasolie
- 12.440 ton CO₂

Beperkte vloot
Vaste laadinfrastructuur opportunistisch
HVO: ~ 350 €/ton vermeden CO₂

Lange afstandsvloot lastiger te elektrificeren zonder impact op logistiek profiel
HVO: ~ 350 €/ton vermeden CO₂

II. As-is analyse



INHOUDSTAFEL – II. As Is-analyse

1	Inleiding	21
2	Logistiek	22
3	Energie	38
4	Infrastructuur	42
5	Beleid	43



Bron foto's: unsplash.com

Inleiding

Doel

Het doel van de as-is analyse is om een beeld te krijgen van de huidige situatie in de binnenvaart van Vlaanderen en de invloeden van omliggende regio's hierop. Dit beeld dient als baseline voor het rekenmodel waarmee de toekomstige energiemix wordt geprognostiseerd o.b.v. verschillende scenario's.

Leeswijzer

- Hoofdstuk 1 geeft het logistieke beeld weer. Hier worden huidige stand van en ontwikkeling in vaarbewegingen, vervoersvolumes, vlootomvang en ladingen omschreven in Vlaanderen. Aanvullend wordt een beeld geschetst van vervoersvolumes in omliggende regio's omdat deze onlosmakelijk van invloed zijn op de logistieke trends op de Vlaamse vaarwegen.
- Hoofdstuk 2 geeft een beeld van het energieverbruik. Hier wordt de huidige stand en ontwikkeling in brandstoffenverbruik en aandrijving gegeven.
- Hoofdstuk 3 geeft een beeld van de bunkerinfrastructuur. Het bevat een overzicht van bunkerlocaties in Vlaanderen en in omliggende regio's. Ook bevat dit hoofdstuk het huidige aanbod van (alternatieve) brandstoffen.
- Hoofdstuk 4 gaat over wetgeving en beleidsregels met impact op de vraag naar alternatieve energiedragers vanuit de commerciële binnenvaart. Het hoofdstuk geeft een overzicht van huidige en toekomstige wetgeving en nationale en Europese beleidsregels die gelden voor Vlaanderen, en omringende regio's.

1. Logistiek – Methode

- Voor de analyse van de binnenvaartactiviteiten in Vlaanderen hebben we van de Vlaamse Waterweg bestanden ontvangen met alle gemaakte binnenvaartreizen in Vlaanderen¹ in 2023 en 2024. Deze zijn per kwartaal opgeleverd en bieden onder andere informatie over de herkomst en bestemming van de reis, de vervoerde goederen, het vervoerd ladingsgewicht, het gebruikte schip, de dimensies van het schip, en informatie over schepen die in koppverband gevaren hebben.
- Voor dit onderzoek worden de resultaten van de analyse op het reizenbestand van 2024 getoond. De methode is ook toegepast op het bestand van 2023, en dat bood vergelijkbare resultaten.
- Om tot de analyse te komen, zijn de volgende stappen uitgevoerd:
 - De kwartaalbestanden zijn samengevoegd tot één jaarbestand met alle reizen.
 - De herkomst en bestemming zijn per reis uiteengezet in elk vier kolommen, namelijk het land, de routenaam, de vaarwegsectie, en de UNLOCODE naam. Deze zijn geharmoniseerd tot één kolom voor de herkomst en één van de bestemming, in het standaard UNLOCODE format bestaande uit een vijfletterige code. Zie in onderstaande tabel een voorbeeld, met in marineblauw de originele kolommen, en in donkerblauw de geconverteerde.

LaRoSe - Land	LaRoSe - Routenaam V1	LaRoSe - Vaarwegsectie	UN Locode Naam	LaRoSe - Land.1	LaRoSe - Routenaam V1.1	LaRoSe - Vaarwegsectie.1	UNLOCODE - herkomst	UNLOCODE - bestemming
België	Albertkanaal	02034	MEERHOUT	Nederland	Nederland	RTM	BEMEH	NLRTM

- Met behulp van het ENI-nummer is het bestand verrijkt met informatie over de schepen waarmee de reizen zijn uitgevoerd. Toegevoegde gegevens zijn onder andere het scheepstype, de laatst bekende motor, het bouwjaar van het schip, de naam van het schip, en de nationaliteit van het schip.

¹ uitgezonderd vervoer over de Schelde-Rijnverbinding en de Zeeschelde

1. Logistiek – Methode

- Alle reizen zijn doorgerekend met het BIVAS-model (Binnenvaart Analyse Systeem) om inzicht te verkrijgen in de gevaren routes/kilometers per reis. Ook is het hiermee mogelijk om te zien welke vaarwegen het drukst bevaren worden. Dit model is ontwikkeld voor het Nederlandse vaarwegennetwerk, maar bevat ook de Belgische en Franse vaarwegen, en is daarmee goed toepasbaar voor de Vlaamse binnenvaart.
- Om het reizenbestand geschikt te maken voor invoer in het BIVAS-model, dienen een aantal stappen te worden uitgevoerd. Dit zijn onder meer:
 - Het toevoegen van BIVAS-nodes. BIVAS kent een eigen set aan nodes, waarnaar elke herkomst en bestemming dient te worden omgezet. Hiervoor is een koppeltabel opgesteld van UNLOCODE naar BIVAS-node. Deze is gebouwd met behulp van de Nederlandse binnenvaartreizenbestanden voor 2023 en 2024, die enerzijds de UNLOCODEs en anderzijds de BIVAS nodes bevatten van elke reis. De codes in het Vlaamse bestand die niet in het Nederlandse bestand zitten, zijn gekoppeld aan een node met een nearest spatial join analysis. De coördinaten van de UNLOCODEs zijn verzameld via de UNECE website. Waar deze onbraken, zijn ze opgezocht m.b.v. de naam in een geocoding tool.
 - Sommige schepen zijn meerdere keren genoemd in het reizenbestand, als ze meerdere typen goederen meenemen op hun reis, of onderweg meerdere locaties aandoen. Omdat het BIVAS-model per reis om één regel vraagt, zijn alle reizen die verspreid zijn over meerdere regels samengevoegd tot één regel per reis. Deze regel bevat de eerst genoemde herkomst en laatst genoemde bestemming van de reis. Een snelle analyse toont aan dat dit qua route in de meeste gevallen het meest logisch is. De vervoerde ladingsgewichten van elke regel zijn bij elkaar opgeteld. De nieuwe regel heeft als goederengroep de groep toegekend gekregen met het hoogste tonnage.

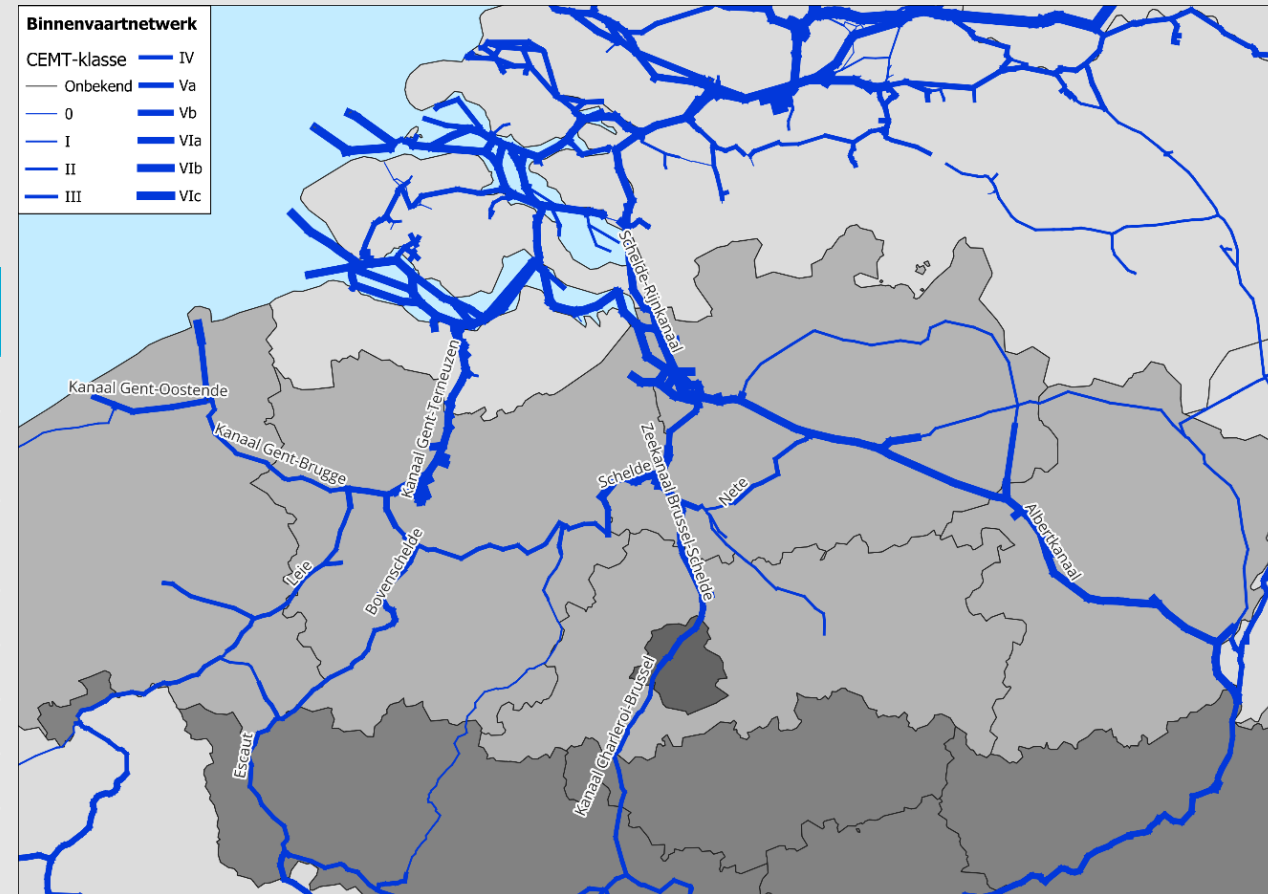
1. Logistiek – Methode

- Daarnaast hebben sommige schepen in koppelverband gevaren, of met behulp van een duw- of sleepboot. Deze zijn te identificeren met behulp van het Eristat Voyage Number. Voor het BIVAS-model is één voyage per regel vereist, en zijn voyages met meerdere schepen samengevoegd tot één regel. Hierbij zijn de tonnages van elk schip bij elkaar opgeteld, en is wederom de goederengroep met het hoogste tonnage ingevuld. Bij voyages met meerdere schepen is niet bekend of deze in een lange (achter elkaar) of wijde (naast elkaar) formatie gevaren hebben. Voor het model is aangenomen dat ze achter elkaar hebben gevaren, omdat dit tot minder restricties op de vaarwegen leidt. Voor het bepalen van het scheepstype zijn de lengtes van de schepen bij elkaar opgeteld, en is voor de breedte die van het breedste schip genomen.
- Het scheepstype is toegekend op basis van de typen schepen in de voyage en de dimensies van de scheepsformatie. Het BIVAS-model gebruikt de classificatie van de binnenvaartvloot zoals opgesteld door Rijkswaterstaat in de Richtlijnen Vaarwegen. De schepen zijn ingedeeld op basis van CEMT-klasse (I – VIc) en type schip (motorvrachtschip, duwstel, koppelverband). Een volledig overzicht van alle scheepstypen is te vinden in Bijlage A. Voordat de scheepstypen zijn toegekend, is eerst de volgende categorisering gemaakt:
 - Reizen met één schip – Motorvrachtschip (M)
 - Reizen met meerdere schepen, waaronder een duw-/sleepboot – Duwstel (B)
 - Overige reizen met meerdere schepen – Koppelverband (C)
- Na deze categorisering zijn de scheepstypen toegekend op basis van de dimensies (lengte/breedte) van het schip (indien één schip) of de formatie (indien meerdere schepen).
- Bij reizen met een diepgang van meer dan 4,5 meter is de diepgang aangepast afhankelijk van de maatgevende diepgang van het toegekende scheepstype.

1. Logistiek – Methode

- Het binnenvaartnetwerk in Vlaanderen karakteriseert zich door enkele grotere vaarwegen met CEMT-klasse Va/VIb.
- De vaarwegen zijn in onderstaande tabel samengevat, inclusief informatie over de lengte, de ligging, en de CEMT-klasse.
- Op de kaart rechts is het binnenvaartnetwerk gevisualiseerd.

Vaarweg	Lengte (km)	Waar	CEMT-klasse
Albertkanaal	129,5	Antwerpen – Luik	VIb
(Boven)-Zeeschelde	350 (gehele Schelde)	Gent – Westerschelde (NL)	VIb
Zeekanaal Brussel-Schelde	27,5	Brussel – Boven-Zeeschelde	VIb
Ringvaart om Gent	21,6	Gent	Va
Haut-Escaut (Boven-Schelde)	185	Gent – Escaut (FR)	Va
Kanaal Gent-Terneuzen	32	Gent – Terneuzen (NL)	Va
Kanaal Gent-Oostende	99	Gent – Brugge – Oostende	Va
Schelde-Rijnkanaal	33,5	Antwerpen – Volkerak (NL)	VIb



1. Logistiek – Resultaten

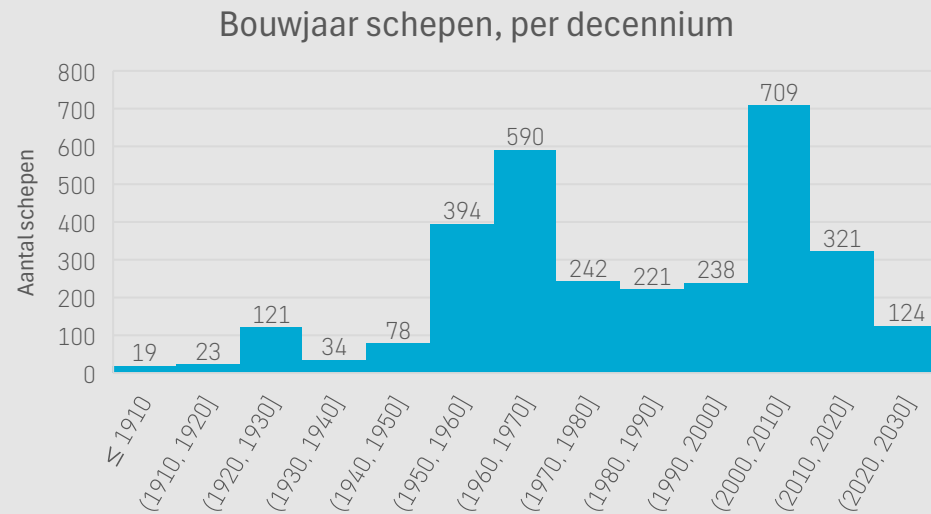
- In 2024 hebben er bijna 96.000 binnenvaartreizen plaatsgevonden in Vlaanderen. Hiervan waren er bijna 88.000 met één schip (92%), en een kleine 8.000 (8%) met twee of meer schepen (Koppelverbanden of Duwstellen). De tabel linksonder toont een volledig overzicht van het aantal reizen per scheepscategorie en aantal schepen in de formatie.
- De schepen vervoerden in totaal 67,7 miljoen ton aan goederen. Daarvan is het leeuwendeel (59,8 miljoen ton) door motorvrachtschepen uitgevoerd, en de rest door duwstellen en koppelverbanden.
- De scheepstypen die het meest voorkwamen op de Vlaamse waterwegen zijn middelgrote motorvrachtschepen, zoals de M8 (Groot Rijnschip), de M6 (Rijn-Herne Schip) en de M2 (Kempenaar). De tabel rechtsonder toont de top 5 met meest voorkomende scheepstypen. Deze verzorgen samen al 70% van het vervoerd ladingsgewicht. Het volledige overzicht is te vinden in Bijlage B.

Scheepscategorie	Aantal schepen	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)
Motorvrachtschip (M)	1	87.844	59.849.584
Duwstel (B)	2	2.733	1.780.547
	3	1.003	1.958.749
	4	71	306.989
	5	61	375.629
	Koppelverband (C)	2	3.659
	3	317	673.803
	4	2	12.232
	Totaal	95.690	67.724.812

Scheepstype	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)
M8	26.553	26.501.822
M6	17.189	11.518.475
M2	12.011	2.847.605
M5	8.217	5.075.945
M3	5.227	1.651.753
Anders	26.493	20.129.212

1. Logistiek - Resultaten

- In 2024 voeren er 3.820 verschillende schepen over de Vlaamse wateren (zie tabel rechtsonder). Hiervan zijn er 506 schepen zijn afkomstig uit België zelf. Een groot gedeelte van de 53 schepen onder Luxemburgse vlag zijn waarschijnlijk ook afkomstig uit België.
- Qua nationaliteit van de schepen komt de grootste groep uit Nederland, 1.670 schepen of 44% van het totaal. Zij waren samen goed voor bijna 47.000 reizen, wat gelijk staat aan zo'n 49% van alle trips.
- Onderstaand histogram toont uit welk decennium de schepen komen, indien bekend. De meeste zijn gebouwd in de periode 2000-2010. Daarmee zijn ze nu zo'n 15-25 jaar oud. Ook komt een significant aantal uit de jaren '50-'60 van de vorige eeuw.
- Verder verschilt de gemiddelde capaciteit van de gebouwde schepen aanzienlijk over de jaren heen. Waar deze voor schepen in de jaren '50-60 rond de 1.000 ton lag, is dit voor schepen gebouwd in recente decennia zo'n 2.500 tot 3.000 ton.



Nationaliteit schip	Aantal schepen	Aantal reizen
België	506	19.446
Duitsland	605	13.555
Frankrijk	80	1.608
Luxemburg	53	1.183
Nederland	1.670	46.806
Zwitserland	150	2.658
Andere landen	18	156
Onbekend	738	10.278
Totaal	3.820	95.690

1. Logistiek - Resultaten

- De goederen die het meest worden vervoerd, zijn delfstoffen en bouwmaterialen (zie tabel rechts). Dit betrof in 2024 zo'n 26,3 miljoen ton, wat gelijk staat aan bijna 40% van alle vervoerde goederen.
- Daarna volgen allerhande goederen (7,6 miljoen ton), petroleumproducten, en nijverheidsproducten (beide 6,9 miljoen ton).
- Een kleine 33.000 reizen, zo'n 34% van het totaal, betreft leegvaart zonder vervoerd ladingsgewicht.
- Gemiddeld wordt er per reis zo'n 700 ton aan goederen vervoerd, inclusief leegvaart. Exclusief leegvaart komt dit getal op 1.074 ton gemiddeld. Het gemiddelde tonnage ligt het hoogst bij de vaste brandstoffen, met 2.400 ton per reis.

Goederengroep	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)	Ton per reis
0 - Landbouwproducten	4.960	4.069.406	820
1 - Voedingswaren en veevoeders	4.315	3.345.636	775
2 - Vaste brandstoffen	461	1.106.668	2.401
3 - Petroleumproducten	6.227	6.927.217	1.112
4 - Ertsen	2.498	3.232.282	1.294
5 - Metaalproducten	3.519	4.035.674	1.147
6 - Delfstoffen en bouwmaterialen	18.615	26.292.324	1.412
7 - Meststoffen	2.575	4.169.372	1.619
8 - Nijverheidsproducten	8.494	6.923.047	815
9 - Allerhande goederen	11.389	7.610.588	668
10 - Leegvaart	32.622	0	0
Onbekend	15	12.598	840
Totaal	95.690	67.724.812	708

1. Logistiek - Resultaten

- Onderstaande tabel laat op landelijk niveau zien hoe de stromen lopen. Buurlanden Nederland, Frankrijk en Duitsland worden los getoond, de overige landen zijn gegroepeerd op één regel.
- Het meeste vervoer met herkomst/bestemming België vindt binnenlands plaats (29.7 miljoen ton). Met andere woorden, 74% van het vervoer met herkomst in België heeft ook een bestemming in België. De grootste internationale stroom loopt vanuit Nederland naar België (16.8 miljoen ton), en vice versa (7.5 miljoen ton).
- Wat verder opvalt is dat het aandeel lege reizen hoger ligt voor reizen vanuit België dan reizen naar België.

Land herkomst	Land bestemming	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)	Aantal lege reizen	Ton per reis	% lege reizen	Kilometers per reis
Totaal		69.418	52.728.577	22.073	759,6	31,8	133
België	België	48.228	29.679.257	18.534	615,4	38,4	89
Nederland		14.800	16.812.852	2.883	1136,0	19,5	166
Frankrijk		4.106	2.511.801	468	611,7	11,4	437
Duitsland		1.897	2.778.222	129	1464,5	6,8	525
Overige landen		387	946.445	59	2445,6	15,2	1.020
		Totaal	68.487	39.939.304	27.714	583,2	40,5
België	België	48.228	29.679.257	18.534	615,4	38,4	89
	Nederland	15.109	7.515.306	7.389	497,4	48,9	181
	Frankrijk	3.872	1.751.699	1.397	452,4	36,1	486
	Duitsland	1.073	745.217	318	694,5	29,6	562
	Overige landen	205	247.825	76	1208,9	37,1	1.051
	Doorvoer (herkomst & bestemming buiten België)		6.013	4.736.188	1.162	787,7	19,3

1. Logistiek - Resultaten

- Onderstaande tabel toont de tien herkomst-bestemming paren met het hoogste vervoerd ladingsgewicht in 2024.
- De grootste stromen lopen op één na allemaal van/naar Antwerpen. De tiende loopt van Breskens in Zeeuws-Vlaanderen naar Brussel, en passeert daarbij onderweg ook Antwerpen.
- De bestemmingen waar veel vervoer naartoe gaat, liggen veelal aan het Albertkanaal. Dit geldt voor Ham, Geel, en Meerhout. Ook ligt een aantal bestemmingen in het verlengde van het Albertkanaal vanuit Antwerpen gezien, zoals Wandre en Sclessin, beide gelegen aan de Maas nabij Luik. Andere bestemmingen zijn Brussel en Izegem, gelegen nabij Roeselare in West-Vlaanderen. Vanuit Meerhout en Lixhe gaat er juist relatief veel vervoer naar Antwerpen toe.
- Deze grotere stromen betreffen vooral petroleumproducten, die vanuit de Antwerpse raffinaderijen naar het achterland worden vervoerd. Tussen Meerhout en Antwerpen vindt vooral vervoer van allerhande goederen in containers plaats, bijvoorbeeld vanuit het Europese distributiecentrum van Nike.

Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
Antwerpen	BEANR	Ham	BEHAW	519	896.636	3 - Petroleumproducten
Antwerpen	BEANR	Wandre	BEWND	374	829.136	3 - Petroleumproducten
Meerhout	BEMEH	Antwerpen	BEANR	535	822.441	9 - Allerhande goederen
Lixhe	BELIX	Antwerpen	BEANR	230	655.447	7 - Meststoffen
Antwerpen	BEANR	Bruxelles (Brussel)	BEBRU	475	646.027	3 - Petroleumproducten
Antwerpen	BEANR	Geel	BEGEL	368	599.457	8 - Nijverheidsproducten
Antwerpen	BEANR	Meerhout	BEMEH	567	596.135	9 - Allerhande goederen
Breskens	NLBRS	Bruxelles (Brussel)	BEBRU	282	548.690	6 - Delfstoffen en bouwmaterialen
Antwerpen	BEANR	Sclessin	BESSN	225	504.317	3 - Petroleumproducten
Antwerpen	BEANR	Izegem	BEIZG	347	494.302	3 - Petroleumproducten

1. Logistiek - Resultaten

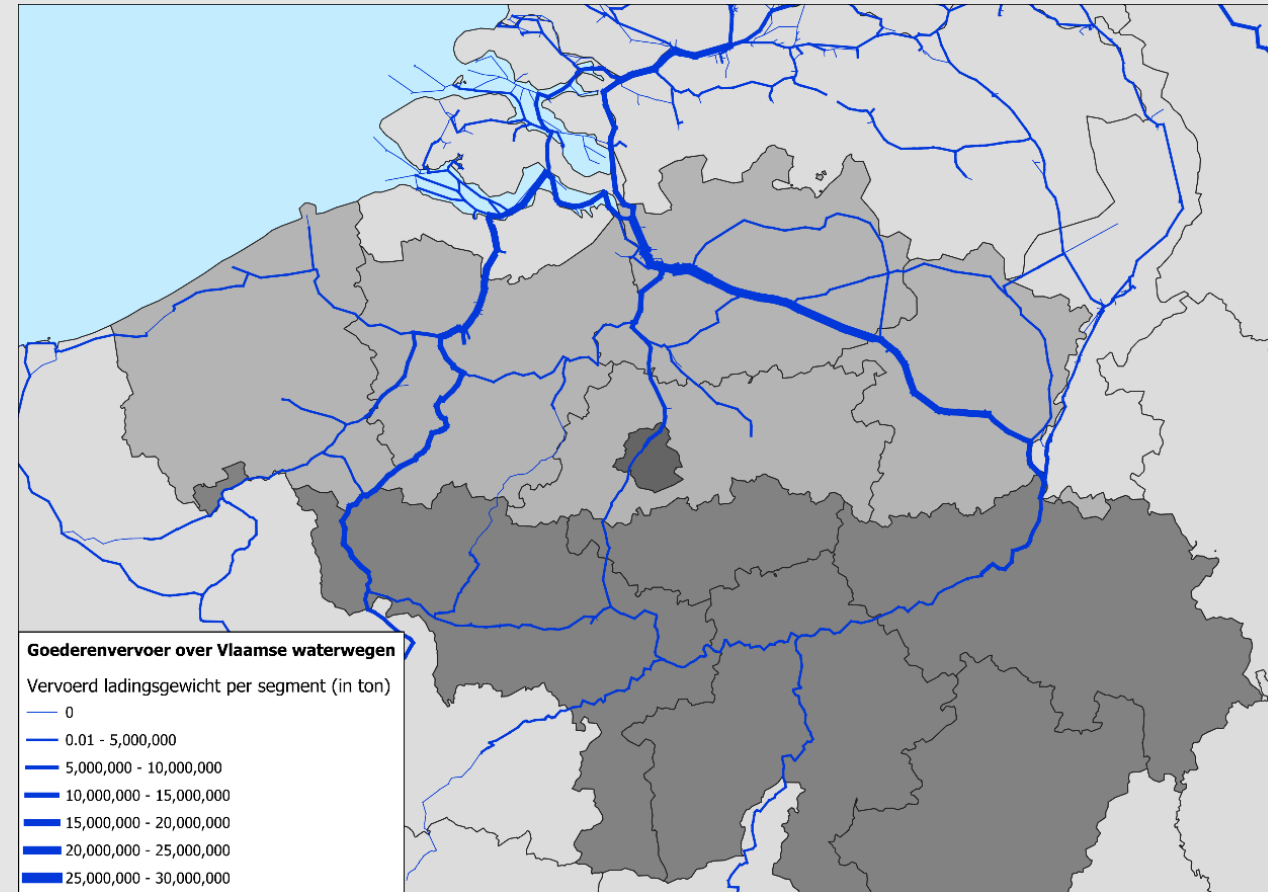
- Onderstaande tabel toont de tien herkomst-bestemming paren met de meeste binnenvaartreizen in 2024.
- De meeste reizen vinden plaats binnen (de haven van) Antwerpen, zo'n 650. Dit betreft vooral leegvaart. Mogelijk ligt dit aantal in werkelijkheid nog hoger omdat niet alle reizen geregistreerd worden.
- De rest van de top 10 bestaat ook uit trips van/naar Antwerpen. Het meeste verkeer loopt van/naar Genk. Dit waren bijna 600 reizen in beide richtingen, waarbij opvalt dat het vervoerd gewicht van Antwerpen naar Genk hoger ligt dan vice versa.
- Overige locaties waar veel vervoer naartoe gaat en/of vandaan komt, liggen onder meer aan het Albertkanaal. Dit geldt voor Ham en Meerhout. Bij laatstgenoemde is het Europese distributiecentrum van Nike gevestigd, wat de grote stroom in allerhande goederen (containers) verklaart.
- De grotere stromen betreffen veelal petroleumproducten, die vanuit de Antwerpse raffinaderijen naar de industrie in het achterland, en allerhande goederen, wat doorgaans containers betreft.

Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
Antwerpen	BEANR	Antwerpen	BEANR	647	164.383	10 - Leegvaart
Antwerpen	BEANR	Genk	BEGNK	599	343.901	9 - Allerhande goederen
Genk	BEGNK	Antwerpen	BEANR	597	201.195	9 - Allerhande goederen
Brussel	BEBRU	Antwerpen	BEANR	589	212.502	3 - Petroleumproducten
Antwerpen	BEANR	Meerhout	BEMEH	567	596.135	9 - Allerhande goederen
Ham	BEHAW	Antwerpen	BEANR	559	462.642	8 - Nijverheidsproducten
Meerhout	BEMEH	Antwerpen	BEANR	535	822.441	9 - Allerhande goederen
Willebroek	BEWLB	Antwerpen	BEANR	524	433.139	9 - Allerhande goederen
Antwerpen	BEANR	Ham	BEHAW	519	896.636	3 - Petroleumproducten
Antwerpen	BEANR	Willebroek	BEWLB	515	253.107	9 - Allerhande goederen

1. Logistiek - Resultaten

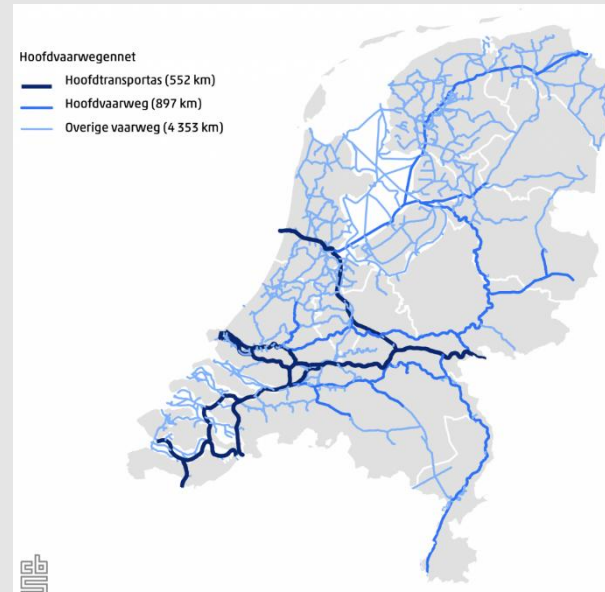
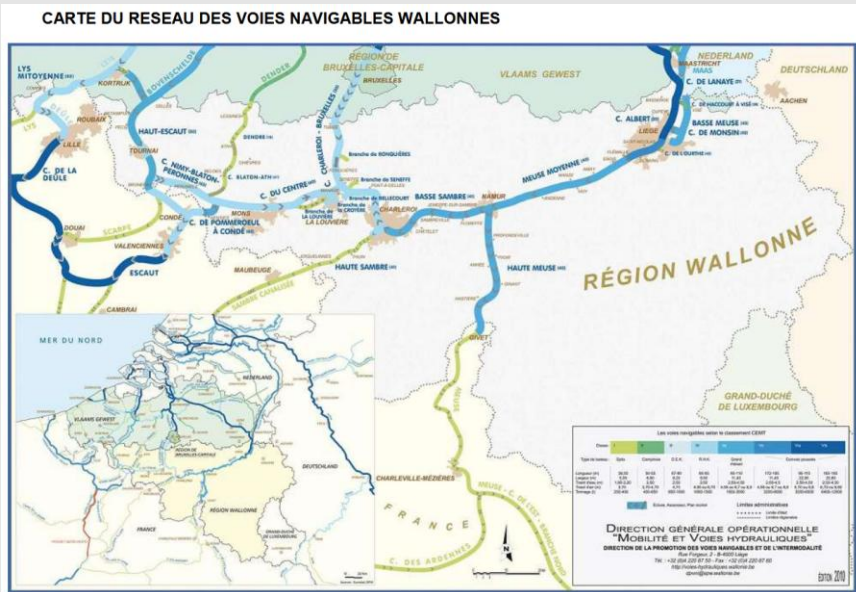
- Het BIVAS model heeft uitgerekend voor elke reis over welke vaarweg(en) deze volgens het model zou hebben plaatsgevonden.
- De intensiteiten per vaarwegsegment zijn op de kaart rechts gevisualiseerd.
- De segmenten met de hoogste vervoerde tonnages liggen allen op het Albertkanaal (zie onderstaande tabel). Over deze segmenten wordt zo'n 25 miljoen ton vervoerd.
- Andere voorname stromen zijn o.a. die door de Volkeraksluizen (18 miljoen ton) en door de Westbekesluis bij Gent (16,5 miljoen ton).

Segment	CEMT-klasse	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)
Merksem <-> Schoten	Vlb	29.381	26.174.736
Schoten <-> Wijnegem	Vlb	28.325	25.282.633
Massenhoven <-> Wijnegem	Vlb	27.211	24.991.318
Massenhoven <-> Grobbendonk	Vlb	26.995	24.683.946
Herentals <-> Grobbendonk	Vlb	25.879	23.700.561
Antwerpen <-> Merksem	Vlc	28.189	22.846.853



1. Logistiek

- Naast de situatie in Vlaanderen, zoals besproken in de sheets hiervoor, kijken we ook kort naar de binnenvaartactiviteiten in Wallonië en Nederland.
- Er is hierbij gefocust op de in- en uitgaande stromen vanuit Nederland/Wallonië naar Vlaanderen en vice versa.
- Naast de vervoerde stromen is er ook gekeken naar de voornaamste goederengroepen.



1. Logistiek – situatie in Wallonië

- Ongeveer 30% van het binnenlandsvervoer wordt tussen Vlaanderen en Wallonië vervoerd.
- Hiervan gaat 18% van Wallonië naar Vlaanderen (5,4 miljoen ton) en 12% van Vlaanderen naar Wallonië (3,5 miljoen ton)
- Vanuit Wallonië wordt het meeste naar Antwerpen vervoerd (2,4 miljoen ton)
- Vanuit Henegouwen wordt het grootste volume goederen naar Vlaanderen vervoerd (1,2 miljoen ton). Hiervan gaat 0,8 miljoen ton naar Antwerpen
- Antwerpen is ook de belangrijkste herkomst van goederen die per binnenvaart naar Wallonië worden vervoerd
- Luik is de belangrijkste bestemming met vlak daarachter Henegouwen

Provincie van lossen\laden	Luik	Namen	Henegouwen	Waals-Brabant	Totaal Wallonië
Vlaams-Brabant	1.516	0	14.956	0	16.474
West-Vlaanderen	71.372	12.690	74.114	0	158.176
Oost-Vlaanderen	92.306	325.500	1.260.981	16.618	1.695.405
Antwerpen	654.263	805.560	839.656	112.524	2.412.003
Limburg	345.803	511.930	290.368	0	1.148.101
Totaal Vlaanderen	1.165.260	1.655.680	2.480.075	129.142	

Goederenstromen van Wallonië naar Vlaanderen in 2024, in tonnen

Provincie van laden\lossen	Luik	Namen	Henegouwen	Waals-Brabant	Totaal Wallonië
Vlaams-Brabant	2.000	0	39.848	0	41.848
West-Vlaanderen	0	0	32.443	0	32.443
Oost-Vlaanderen	15.697	12.796	808.945	0	837.438
Antwerpen	1.440.729	243.453	513.595	0	2.197.777
Limburg	69.815	209.006	131.945	0	410.766
Onbekend	0	740	0	0	740
Totaal Vlaanderen	1.528.241	465.995	1.526.776	0	

Goederenstromen van Vlaanderen naar Wallonië in 2024, in tonnen

1. Logistiek – situatie in Nederland

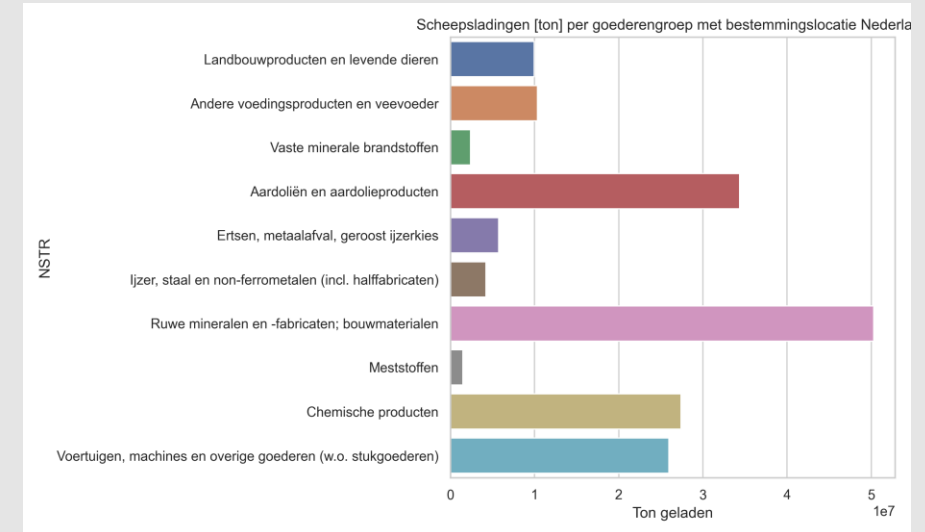
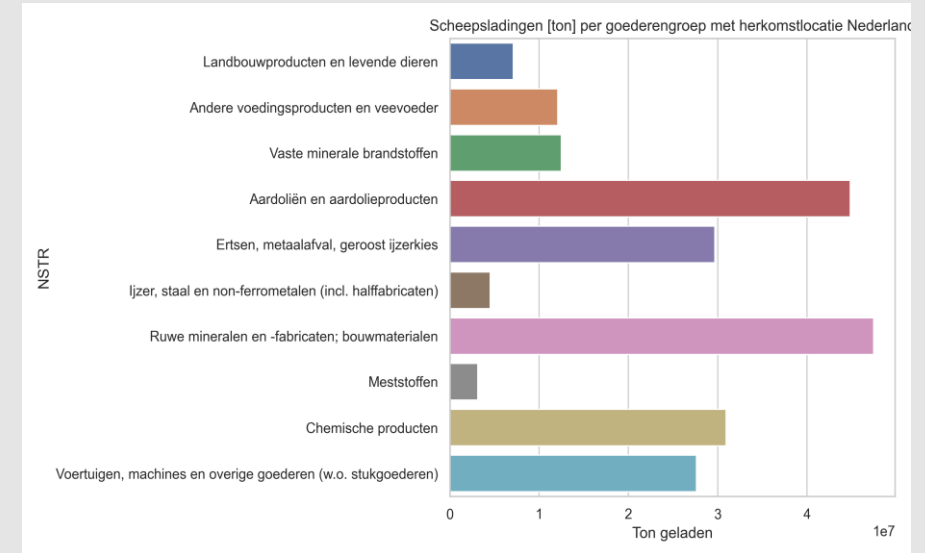
- De grootste stromen vanuit Nederland gaan naar Duitsland (na Nederland zelf), dit betreft ca. 57 miljoen ton. De voornaamste goederengroep zijn ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen, dit bedraagt zo'n 24 miljoen ton.
- De grootste stromen naar Nederland zijn vanuit België (na Nederland zelf), dit betreft ca. 34 miljoen ton. De voornaamste goederengroep zijn chemische producten, dit bedraagt zo'n 10 miljoen ton.

Herkomst: NL

Bestemming	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
NL	109.196.514	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
DE	56.865.607	4 - Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies
BE	48.324.134	3 - Aardoliën en aardolieproducten
FR	2.679.302	3 - Aardoliën en aardolieproducten

Bestemming: NL

Bestemming	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
NL	109.196.514	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
BE	34.150.392	8 - Chemische producten
DE	23.925.242	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
FR	4.059.517	0 - Landbouwproducten en levende dieren

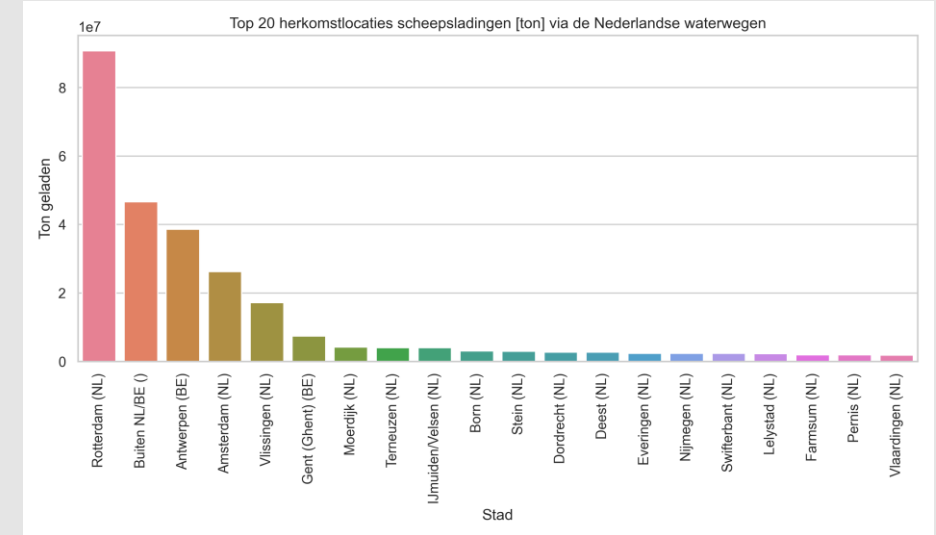


1. Logistiek – van en naar Nederland (1/2)

- De grootste stroom vanuit Nederland naar België loopt tussen Antwerpen en Rotterdam. Deze bedroeg in 2024 ruim 14 miljoen ton, waarvan het grootste aandeel voor chemische producten is.
- Andere grote exporteurs naar België zijn Vlissingen, Amsterdam, en Terneuzen/Everingen.
- De meeste stromen vanuit Nederland naar België gaan richting Antwerpen en Gent.
- De meest vervoerde goederengroepen bestaan uit aardoliën en aardolieproducten.

Top 5 herkomst NL -> bestemming BE

	Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
1.	Rotterdam	NLRTM	Antwerpen	BEANR	14.104.464	8 - Chemische producten
			Gent	BEGNE	2.456.244	3 - Aardoliën en aardolieproducten
2.	Vlissingen	NLVI	Antwerpen	BEANR	3.388.059	3 - Aardoliën en aardolieproducten
			Gent	BEGNE	1.196.391	3 - Aardoliën en aardolieproducten
3.	Amsterdam	NLAMS	Antwerpen	BEANR	2.140.801	3 - Aardoliën en aardolieproducten
			Gent	BEGNE	493.292	3 - Aardoliën en aardolieproducten
4.	Terneuzen	NLTNZ	Antwerpen	BEANR	1.053.351	3 - Aardoliën en aardolieproducten
			Gent	BEGNE	184.868	2 - Vaste minerale brandstoffen
5.	Everingen	NLEVG	Gent	BEGNE	528.181	4 - Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies
			Zelzate	BEZEL	248.062	4 - Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies

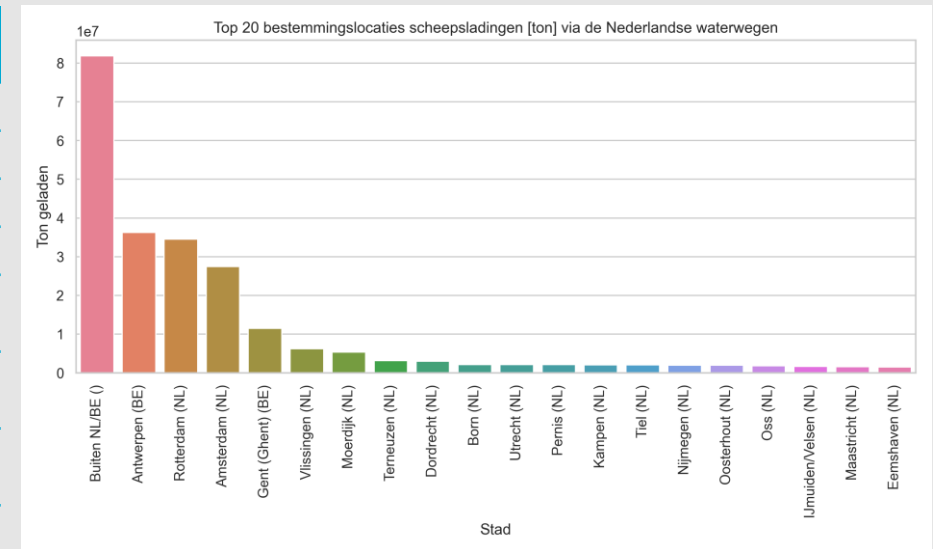


1. Logistiek – van en naar Nederland (2/2)

- De grootste stroom vanuit België naar Nederland loopt ook tussen Antwerpen en Rotterdam. Deze bedraagt zo'n 8 miljoen ton, en ook hier is de grootste goederengroep de chemische producten.
- De meest vervoerde goederengroepen bestaan uit ruwe mineralen en -fabricaten of bouwmaterialen.
- De stromen vanuit Lixhe en Engis naar IJmuiden/Velsen betreffen waarschijnlijk aan de staalfabriek van Tata Steel.
- Een overzicht van alle vervoerde goederen voor deze top 10 is te vinden in Bijlage B.

Top 5 herkomst BE -> bestemming NL

	Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Vervoerd gewicht (t)	Voornaamste goederengroep
1.	Antwerpen	BEANR	Rotterdam	NLRTM	8.406.663	8 - Chemische producten
			Amsterdam	NLAMS	4.672.866	3 - Aardoliën en aardolieproducten
2.	Gent	BEGNE	Rotterdam	NLRTM	555.973	8 - Chemische producten
			Vlissingen	NLVLI	304.265	8 - Chemische producten
3.	Lixhe	BELIX	IJmuiden/Velsen	NLIJM	190.897	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
			Stein	NLSTI	122.285	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
4.	Engis	BEENG	IJmuiden/Velsen	NLIJM	130.668	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
			Arnhem	NLARN	114.120	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
5.	Antoing	BEATO	Rotterdam	NLRTM	134.317	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
			Maassluis	NLMSS	118.736	6 - Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen



2. Energie – bunkerbrandstoffen voor binnenvaart

Bronnen voor hoeveelheid bunkerbrandstoffen voor binnenvaart:

- FOD – accijnzen (R209); scope België; via BRAFCO; geen feedback van FOD
- ITB; scope België
- PoA; scope haven
- North Sea Port; scope haven
- De Wit Bunkering; leverancier bunkerbrandstoffen (confidentieel)
- Vans Bunkers; leverancier bunkerbrandstoffen (confidentieel)
- Roose; leverancier bunkerbrandstoffen; geen data van bedrijf

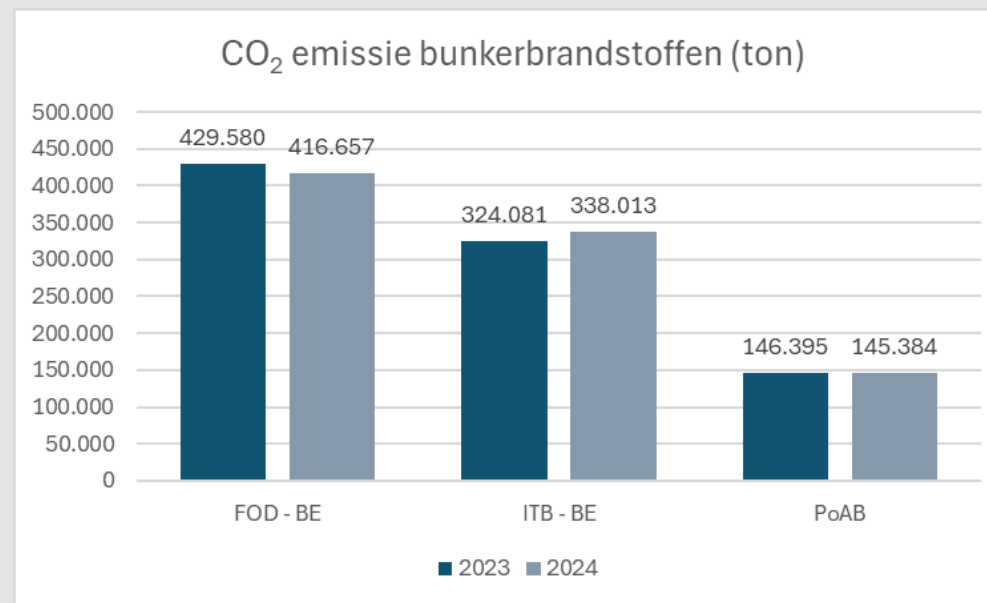
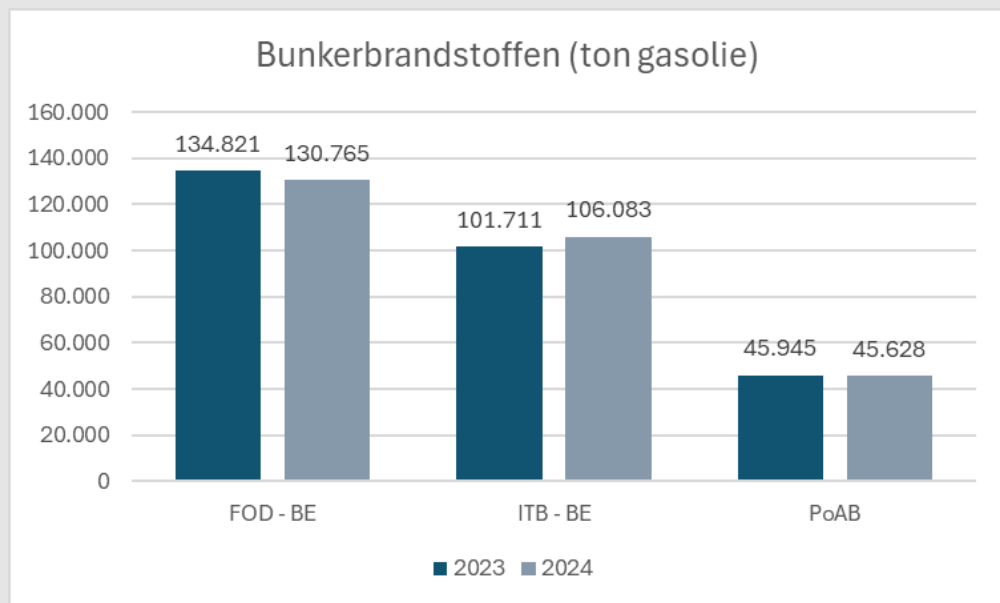
Bunkerinfrastructuur voor binnenvaart:

- PoA: Bunkeren gebeurt voornamelijk gelijktijdig met de laad/losoperaties of wanneer (tijdelijk) aangemeerd, dus de bunkerpunten zijn verspreid over de hele haven. Dit wordt ship-to-ship bunkering genoemd. De leveranciers van bunkerbrandstoffen hebben hiervoor een bunkerschip.
- North Sea Port: Binnenvaartschepen bunkeren nagenoeg niet in North Sea Port. Binnenvaartschepen gaan over het algemeen naar een bunkerstation. Bunkerstations liggen over het algemeen op of nabij een vaarroute. Voor North Sea Port is dat de binnenhaven Vlissingen en achterin in de Van Cittershaven.
- Langsheen de binnenvaartwegen in Vlaanderen: regelmatig truck-to-ship bunkering.

Historiek betreffende hoeveelheid bunkerbrandstoffen voor binnenvaart:

- Quasi constante hoeveelheid bunkerbrandstoffen voor binnenvaart in periode 2019 – 2024.
- Binnenvaart minder geïmpacteerd door bv corona dan zeevaart.

2. Energie – bunkerbrandstoffen voor binnenvaart



Op basis van input bunkerbrandstoffen voor binnenvaart lijken de cijfers van ITB mogelijke grootorde voor Vlaanderen; dat is de assumptie voor deze studie. Dus 106.083 ton gasolie in 2024 of 124.804 m³ gasolie in 2024 in Vlaanderen.

Op basis van binnenvaartactiviteiten (cfr punt-punt bewegingen), is totale hoeveelheid brandstoffen gebunkerd in Vlaanderen voor binnenvaart (Vlaanderen, België en buitenland) herleid naar hoeveelheid brandstoffen nodig voor binnenvaart specifiek op Vlaamse waterwegen. Dat is assumptie en scope voor deze studie. Van 124.804 m³ gasolie gebunkerd in 2024 in Vlaanderen wordt 28.585 m³ gasolie gebruikt voor binnenvaart specifiek op Vlaamse waterwegen. In de scope van deze studie wordt een duurzaam alternatief gezocht voor 28.858 m³ gasolie. De rest van de brandstoffen wordt verbruikt op buitenlandse of Waalse waterwegen – hetzij op korte, hetzij op lange afstandstrajecten.

2. Energie – bunkerbrandstoffen voor binnenvaart

Extra duiding bij de assumpties en scope van deze studie.

Van 124.804 m³ gasolie gebunkerd in 2024 in Vlaanderen wordt 28.858 m³ gasolie gebruikt voor binnenvaart specifiek op Vlaamse waterwegen. In de scope van deze studie wordt een duurzaam alternatief gezocht voor 28.858 m³ gasolie. De rest van de brandstoffen wordt verbruikt op buitenlandse of Waalse waterwegen – hetzij op korte, hetzij op lange afstandstrajecten.

- Trafiek die Antwerpen of Gent verlaat over Nederlands vaarwater (Schelderoute) om opnieuw in Gent of Antwerpen terecht te komen. Specifiek op dit traject weten we dat er aanzienlijke stromen zijn.
 - Opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Vlaamse waterwegen
 - Niet opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Nederlandse waterwegen
- Situatie waarbij lading tussen Zeebrugge en Antwerpen en vice versa wordt verscheept via estuaire vaart en dus inherent over NL grens. Deze volumes zijn inherent verbonden aan Vlaamse haven en goederentrafiek.
 - Opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Vlaamse waterwegen
 - Niet opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Nederlandse waterwegen
- Traject richting Duitsland bvb. niet mee opnemen in de studie, enkel het verbruik van brandstoffen op Vlaamse waterwegen.
- Trafiek over het korte traject naar/van Rotterdam (vanuit Gent of Antwerpen).
 - Opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Vlaamse waterwegen
 - Niet opgenomen in scope van deze studie: het verbruik van brandstoffen op Nederlandse waterwegen

2. Energie – alternatieve brandstoffen en alternatieve aandrijving

- Alternatieve brandstoffen op korte termijn (cfr REDIII tegen 2030): gebruik van **FAME/HVO** voor binnenvaart
 - FAME/HVO nu voornamelijk naar wegtransport (huidige verplichtingen en doelstellingen cfr REDII)
 - Vanaf 2027 ook REDIII verplichting voor binnenvaart.
 - Blending limitatie 7% van FAME in fossiele gasolie.
 - Geen blending limitatie van HVO in fossiele gasolie.
 - Competitie voor gebruik HVO – wegtransport/maritime/luchtvaart/binnenvaart om REDIII doelstelling te halen
 - 29% hernieuwbare energie in EU
 - 23 à 24% hernieuwbare energie in BE omwille van herberekening voor groot aandeel maritiem transport
 - 29% hernieuwbare energie voor binnenvaart onder REDIII verplichting – net als voor wegtransport
 - om FuelEU Maritime doelstelling (-6% in 2030) te halen
 - om ReFuelEU Aviation doelstelling (6% SAF in 2030) te halen
 - Gezien de energie densiteit van deze vloeibare brandstoffen, blijven vloeibare brandstoffen voorlopig meest geschikt voor lange afstandstrajecten (bv laden en bunkeren in Vlaanderen en dan 5 dagen varen naar Basel).
- > Inzetbaar in conventionele dieselmotoren
- **E-fuels**: nog in ontwikkeling; beschikbaarheid beperkt; hoge kost.
 - E-fuels (elektro-brandstoffen) zijn synthetische, vloeibare of gasvormige brandstoffen geproduceerd met groene stroom, water en afgevangen CO₂. Ze fungeren als alternatief voor fossiele brandstoffen omdat ze bij verbranding netto geen extra CO₂ uitstoten.
 - Een drop-in e-fuel is bijvoorbeeld synthetische diesel/gasolie. Aangezien deze drop-in e-fuel dezelfde of gelijkaardige samenstelling heeft als fossiele diesel/gasolie, kan deze drop-in e-fuel gebruikt worden op huidige verbrandingsmotoren en in huidige infrastructuur.
 - Andere e-fuels zoals e-methanol en waterstof zijn significant verschillend van fossiele diesel/gasolie. Voor deze e-fuels zijn aangepaste motoren nodig; eventueel verbruik in fuelcells voor elektrische aandrijving.

2. Energie – alternatieve brandstoffen en alternatieve aandrijving

- **Groene (blauwe) waterstof:** beperkte beschikbaarheid, hoge kost en complexiteit op vlak van techniek en logistiek. Diverse importterminals voor ammoniak (precursor voor waterstof) in onderzoek momenteel, ook in Antwerpse haven. Doorbraak voor wegvervoer blijft uit tot op heden.
 - > Inzetbaar in aangepaste verbrandingsmotoren en eventueel in fuelcells voor elektrische aandrijving
 - > technologisch voornamelijk readiness op gasvormige waterstof; ontwikkelingen voor vloeibare waterstof staan nog niet voldoende ver voor adoptie in binnenvaart/transportsector.
- **Elektriciteit** als energie-input. Batterijen ondergaan een spectaculaire ontwikkeling op vlak van kost en prestaties, gedreven door groei in wegvervoer (personenvervoer, trucks).
 - > uiteraard enkel voor elektrische voortstuwing.

Meer info over de voortstuwingstechnologie: [cognauship-factsheets-verduurzamingstechnieken.pdf](#)

Ook eerdere studies onder de Green Deal Binnenvaart bestudeerden alternatieve brandstoffen/energiebronnen en aandrijving.

2. Energie – aandrijving en ontwikkeling

- Klassieke aandrijving is dominant (CCR1-CCR2-STAGE V- Gemariniseerde EURO VI vrachtwagendieselmotoren)
- Experimenten met hybride aandrijvingen (TIPES-B eind 2025) en vervolgproject Eco Power Shaft (EPS)
- ReMeth project: ombouw naar dual-fuel methanol-HVO genset en elektrische voortstuwing. In de vaart 2026.
- De H2 barge 1: waterstof-fuel cell elektrisch containerschip dat tussen Rotterdam en Meerhout vaart.
- MS Den Bosch Max Groen: containervaart met batterijen
- Buiten scope maar informatief:
 - Sleepboten PoAB: "Volta" (batterij-elektrisch), "Hydrotug" (diesel/waterstof) en "Methatug" (methanol gedreven)
 - Batterij-elektrische veerboten "Raveel ontmoet Ensor" (Oostende) en "Op Stroom" (Kruikebeke-Hoboken)
 - Waterstofveerboot Hydroville (dual fuel diesel-waterstofmotor)



3. Infrastructuur

Huidig aanbod alternatieve energiedragers

Infrastructuur voor elektriciteit voor voortstuwing en waterstof is nagenoeg onbestaande maar er zijn interessante ontwikkelingen

- Sleepboot VOLTA in de haven van Antwerpen laadt via een laadarm. (2 uur laadtijd – 1,5 MW voeding, 2,8 MWh batterijcapaciteit)
- Duitsland stimuleert elektrische vaart via "Förderrichtlinie Elektromobilität des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur"
Geen directe acties voor infrastructuur.
- Geen aanwijzingen van infrastructuur voor elektriciteit gevonden in (Noord-) Frankrijk
- Wisselstations voor batterijcontainers in Nederland voor elektrische vaart. (6 locaties tot op heden)
- Planning van een multimodale laadhub in North Sea Port Gent (Elektrische vracht en schepen)
- Planning voor een wisselstation voor batterijcontainers in PoAB Antwerpen

- Waterstoftankstation van CMB Tech (Kattendijkdok)
- Duitsland/Nederland: RH₂INE: Systeem van verwisselbare waterstofcontainers. Geen structurele infrastructuur.
- Geen aanwijzingen van infrastructuur voor waterstof gevonden in (Noord-) Frankrijk

4. Beleid

De CCR Roadmap en Europese wet- en regelgeving

- De Roadmap naar een emissievrije binnenvaart werd in 2022 gepubliceerd door de CCR als aanvulling op de Mannheim Verklaring van 2018. Deze roadmap omschrijft:
 - Een tijdslijn en ambitie voor de overgang naar een nagenoeg emissievrije binnenvaart tegen 2050;
 - Technologische routes (zoals batterij-elektrisch, waterstof, methanol, biobrandstoffen);
 - Aanbevelingen voor beleidskaders, financiering en stimulansen;
 - Doelstellingen zoals 35% reductie van CO₂ en luchtverontreinigende stoffen tegen 2035.
- Hoewel de roadmap richtinggevend werkt voor lidstaten, is deze juridisch niet bindend. De aanbevelingen kunnen door individuele staten en regio's worden opgevolgd, maar het is aan de nationale of regionale overheden om deze om te zetten in formele wet- of regelgeving.
- Toch wordt de binnenvaart de komende jaren wel onderworpen aan een groeiend pakket aan Europese regelgeving. Deze regelgeving richt zich op infrastructuur, emissies, brandstoffen en financiële prikkels. Sommige verplichtingen gelden algemeen voor de hele sector, andere zijn specifiek afhankelijk van motortype, scheepsgrootte of vaargebied. De belangrijkste 3 richtlijnen en verplichtingen zijn ETS2, REDIII, de Stage V emissienorm en de AFIR.

4. Beleid

ETS2 – Emission Trading System 2

- Onderdeel van Fit For 55: doelstelling = 55% minder CO₂-uitstoot in 2030 t.o.v. 1990
- Scope: wegtransport, gebouwen en niet-energie intensieve industrie
- Binnenvaart: niet in scope in Vlaanderen; opt-in in Nederland. Mogelijks wordt binnenvaart vanaf 2030 opgenomen in ETS2 in Vlaanderen.
- Vanaf 1/1/2024: monitoring en rapportering; vanaf 1/1/2025: monitoring, rapportering en verificatie
- Vanaf 1/1/2028 (1 jaar uitgesteld): inleveren van emissierechten door gereguleerde entiteiten (erkende entrepouhouders)

AFIR – Verplichte laadinfrastructuur (Europees verplicht vanaf 2025)

- Belangrijkste doelstelling: laadinfrastructuur netwerk langs TEN-T netwerk.
- De AFIR-verordening verplicht lidstaten om walstroom en infrastructuur voor alternatieve brandstoffen te voorzien in alle TEN-T-havens. Deze verplichting geldt voor alle scheepstypes, maar is vooral relevant voor schepen die langere tijd stilliggen in havens of regelmatig dezelfde routes varen. Vlaanderen, Nederland en Frankrijk zijn actief bezig met de uitrol. Er zijn wel verschillen in de voortgang op zowel internationaal en regionaal niveau. Vlaanderen legt sterk de nadruk op walstroom, Nederland focust breder ook op waterstofinfrastructuur, en Frankrijk zit nog in een inhaalbeweging.
- Er is geen harde verplichting qua brandstofinfra naar binnenvaart; maar wel verplichting om marktontwikkeling te analyseren, om plannen van infrastructuur op te maken en om maatregelen te voorzien om uitrol te stimuleren. Deze studie kadert perfect in dit objectief.

4. Beleid

RED II/III – Bijmengverplichtingen en duurzame brandstoffen (Europees, doelen zijn verplicht, invulling in nationale wetgeving zelf in te vullen; REDIII in voege in België vanaf 2027)

- Minstens 29% hernieuwbare energie in alle transport (weg, maritiem, binnenvaart, luchtvaart, trein) in de EU in 2030
- De RED II-richtlijn legt bijmengverplichtingen op voor hernieuwbare brandstoffen, van toepassing op alle brandstofleveranciers naar wegtransport. De RED III richtlijn verhoogt de ambities van de sinds 2021 in werking gestelde RED II.
- REDII focust op wegtransport; terwijl REDIII relevant is voor alle transport.
- Door het groot bunkervolume naar maritime, cap van maritime fuels op 13% van Member State's gross final energy consumption of energy. Voor België betekent dit voor RED III een doelstelling van 23 à 23,9% hernieuwbare energie in alle transport in 2030.
- 1. Schepen met conventionele dieselmotoren worden geconfronteerd met hogere brandstofprijzen – door de bijmenging van oa FAME en HVO. In Nederland werd de afgelopen jaren een opt-in voorzien voor de binnenvaart onder het oude RED II systeem (HBE), waardoor hernieuwbare brandstoffen geleverd aan binnenvaart ook konden meetellen aan de wegtransport doelstelling. Dit leidde tot een (kunstmatig) competitieve prijszetting van brandstoffen zoals HVO voor de binnenvaart. Aangezien de binnenvaart ook een doelstelling opgelegd krijgt in de nieuwe RED (III), wordt een herstelling verwacht van de werkelijke prijs voor HVO.
- Bij berekening wordt rekening gehouden met multiplier effect (2.4 voor HVO; 4 voor batterij elektrisch).

Stage V emissienorm

- Stage V is een Europese emissienorm (Verordening EU 2016/1628) die sinds 2019–2020 geldt voor alle nieuwe motoren in niet-weggebonden toepassingen, waaronder de binnenvaart. Deze norm stelt strenge limieten aan de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x), fijnstof (PM) en roetdeeltjes (PN). Om daaraan te voldoen, zijn moderne dieselmotoren vaak uitgerust met nabehandelingssystemen zoals SCR (katalytische reductie) en DPF (roetfilter). Gemariniseerde EURO VI vrachtwgendieselmotoren
- Voor de binnenvaart betekent dit dat:
 - Nieuwe schepen enkel motoren mogen gebruiken die aan Stage V voldoen;
 - CCR1- en CCR2-motoren niet langer zijn toegestaan voor nieuwbouw of vervanging;
 - Stage V de technische standaard is geworden voor duurzame vlootvernieuwing.
 - De CCR erkent Stage V als gelijkwaardig aan haar eigen CCR Stage V, waardoor deze norm ook geldt voor de Rijnvaart.

4. Beleid

België: Vlaanderen versus Wallonië

De Europese regelgeving wordt op verschillende manieren geïmplementeerd door de lidstaten. Voor België geldt dat er wezenlijke verschillen zijn tussen Vlaanderen en Wallonië.

Vlaamse beleidskader – VEKP 2021–2030

- Vlaanderen legt in het VEKP de nadruk op:
 - Modal shift van vrachtvervoer van weg naar water
 - Emissievrije havens met walstroom en laadpunten
 - Subsidies voor retrofit of vervanging van vervuilende motoren
 - Vlaanderen past daarbij een gefaseerde benadering toe: eerst de grotere schepen en havenclusters, vervolgens kleinere vaartuigen op secundaire waterwegen.

Vlaamse Mobiliteitsvisie 2040

- Overstap naar emissievrije schepen: stimuleren van elektrische en waterstofvaartuigen en de bijhorende infrastructuur.
- Technologische innovatie: digitalisering en automatisering om efficiëntie en brandstofbesparing te verhogen.
- Samenwerking met de sector: afspraken via onder meer de Green Deal Binnenvaart om duurzame praktijken te bevorderen.
- Multimodaal transport versterken: combineren van scheepvaart met spoor en weg om uitstoot te verminderen.
- Milieubelasting beperken: verminderen van geluid, watervervuiling en optimaliseren van vaarwegen voor zuiniger varen.

4. Beleid

In tegenstelling tot Vlaanderen, kent Wallonië momenteel een meer bescheiden beleidsaanpak rond binnenvaartverduurzaming. De nadruk ligt er voornamelijk op infrastructuuronderhoud, bevaarbaarheid en logistieke connectiviteit, eerder dan op vergroening van de vloot. Kenmerkende aspecten zijn:

- Beperkte financiële ondersteuning voor retrofit of alternatieve aandrijving. Structurele investeringsprogramma's voor vergroening ontbreken
- Geen specifiek klimaatplan voor binnenvaart vergelijkbaar met het Vlaamse VEKP
- Minder betrokkenheid bij Europese innovatietrajecten zoals CCR-roadmaps of NAIADES III-pilots
- Hoofdfocus op Seine-Scheldeprojecten en verbetering van capaciteit, eerder dan emissiereductie of alternatieve brandstoffen.

Beleidsterrein	Vlaanderen	Wallonië
Strategisch klimaatplan	VEKP 2021–2030 met duidelijke CO ₂ -doelstellingen	Geen specifiek binnenvaartplan
Subsidies vergroening	Via VLAIO en MOW voor retrofit, innovaties	Beperkt tot algemene infrastructuurinvesteringen
Walstroominfrastructuur	Versneld uitgerold in havens	Nauwelijks initiatieven buiten enkele hoofdlocaties
Internationale samenwerking	Actief in CCR, NAIADES III	Beperkte tot geen deelname
Milieudifferentiatie beleid	In voorbereiding (haventarieven, toegang)	Niet aangekondigd

4. Beleid

Internationale verschillen

Ook internationaal zijn er grote verschillen in implementatie van de EU regelgeving in nationaal beleid en in uitvoering. RED III: stimulans in België vnl. op geavanceerde biobrandstoffen zoals HVO/biomethaan (multiplier x2,4) en elektrificatie (multiplier x4). Frankrijk heeft ondertussen ook een voorstel, maar nog onduidelijk hoe binnenvaart hier gevat zit. In NL is er hoge inzet op duurzame (bio)brandstoffen met hoge ketenemissiereductie (vanwege target op GHG ipv share renewable).

Onderdeel	België (Vlaanderen)	Nederland	Frankrijk
ETS2	Volgt EU-verplichtingen In 2028: blijft opt-out binnenvaart	Volgt EU-verplichtingen In 2028: opt-in binnenvaart	Volgt EU-verplichtingen
AFIR-uitrol	Focus op walstroom, in TEN-T havens	Ook focus op waterstof, bredere dekking	Start met TEN-T havens
RED III	Actieve stimulans voor HVO & bio-LNG (multiplier 2,4) en elektrificatie (multiplier 4)	Hoge inzet op biobrandstoffen met hoge ketenemissie-reductie (target op GHG reductie ipv share renewable)	Trage implementatie
Subsidies	Geen structurele steun voor verduurzamen van binnenvaartsector	Landelijke innovatiefondsen en pilots	Regio's voeren beleid verschillend uit
CCR-integratie	Gebaseerd op vaargebied & vaarprofiel	Strikte toepassing op hele vloot	Minder strikt buiten Rijngebied

5. Consequenties beleid

CCR motoren

De regelgeving leidt op lange termijn tot veranderingen in de binnenvaart met name op het gebied van motoren. CCR2-motoren zijn ontwikkeld onder eerdere generaties van emissie-eisen en halen niet de vereiste reducties in NO_x, PM en CO₂ die nu en in de toekomst gelden en worden op termijn niet meer rendabel. Dit heeft meerdere oorzaken in Europees beleid:

- Economische druk via ETS2: Vanaf 2030 (opt-in binnenvaart in België nog uit te klaren) moeten binnenvaartoperators betalen voor hun uitstoot via het ETS2-systeem. CCR2-motoren stoten iets meer CO₂ uit dan modernere motoren en substantieel meer dan alternatieve systemen, met dus meer impact op exploitatiekost.
- Beperkte subsidiemogelijkheden: Steunprogramma's in Vlaanderen, Nederland en Europa zijn gericht op vergroening en innovatie. CCR2-motoren komen niet meer in aanmerking voor investeringssubsidies, terwijl zero-emissie of retrofit-projecten wel worden ondersteund.
- Infrastructuur en regelgeving beperken fossiel gebruik: In steeds meer havens wordt de toegang voor vervuilende motoren beperkt of worden hogere havengelden opgelegd. Vlaanderen overweegt differentiatie in tariefstructuren op basis van milieuprestaties.
- Verbod op nieuwe installatie: CCR2-motoren mogen niet meer worden ingebouwd op nieuwe schepen en worden niet erkend onder de huidige Europese richtlijnen voor nieuwe vaartuigen.

Volgens het ITB-rapport zal zonder ingrijpen een groot deel van de vloot technologisch achterhaald zijn vóór 2040. Actieve ondersteuning en beleidsgerichte uitfasering zijn nodig om congestie, kapitaalverlies en marktverstoring te voorkomen.

5. Consequenties beleid

Verschillen tussen landen

Wanneer een land, bijvoorbeeld Nederland, sneller overgaat tot de implementatie van Europese verplichtingen rond hernieuwbare brandstoffen (zoals verhoogde bijmengverplichtingen van biobrandstoffen of e-fuels), kan dit tijdelijk de prijs en beschikbaarheid van fossiele brandstoffen beïnvloeden op die markt. Concreet betekent dit dat bedrijven in reactie daarop brandstoffen kunnen gaan afnemen in buurlanden waar deze verplichtingen nog niet van kracht zijn; bijvoorbeeld in België of Frankrijk. Dit leidt tot grensoverschrijdende verplaatsing van vraag en kan de binnenlandse markt tijdelijk onder druk zetten.

Bronnen betreffende beleid

1. Europese Commissie (2021). Sustainable and Smart Mobility Strategy
2. Richtlijn (EU) 2023/959 – ETS2
3. Verordening (EU) 2023/1804 – AFIR
4. Richtlijn (EU) 2023/2413 – RED III
5. CCR (2018). Mannheim Verklaring: Europese NRMM-regelgeving (EU) 2016/1628
6. CCR (2022). Roadmap to Zero-Emission Inland Navigation
7. Vlaamse Overheid. VEKP 2021–2030
8. ITB (2022). Deliverable 2 – Segmentatie Belgische binnenvaartvloot
9. Europese Commissie (2021). EU Mobility Strategy / NAIADES III
10. SPW Mobilité et Infrastructures. Plan stratégique des voies hydrauliques
11. Verordening (EU) 2016/1628:

III. Beredeneerde scenario's



INHOUDSTAFEL – III. Beredeneerde scenario's

1	Introductie	54
2	Analyse opbouw CCR-scenario's	55
3	Opbouw scenario's voor deze studie	60
4	Vier scenario's voor binnenvaart en bunkering en hun context	64

1 Introductie

Doel van dit deelrapport

Om een beeld te kunnen vormen van de noodzaak aan alternatieve bunkerlocaties langs de Vlaamse waterwegen richting 2050, is zicht nodig op de behoefte aan alternatieve brandstoffen vanuit de binnenvaart die over de waterwegen vaart.

Deze wordt geprognoseerd via een rekenmodel dat als vertrekpunt de huidige (stand 2023/24) brandstoffenbehoefte en binnenvaartbewegingen neemt.

Vervolgens wordt hier een verandering aangebracht in behoefte aan brandstofvolume per type brandstof.

De verandering in het rekenmodel wordt gebaseerd op beredeneerde scenario's. Deze memo gaat over de opzet van de beredeneerde scenario's.

Leeswijzer

- CCR heeft eerder al groeiscenario's uitgewerkt van de brandstoffenmix richting 2050. Deze wordt als vertrekpunt genomen. In **hoofdstuk 2** staat een analyse van de opbouw.
- **Hoofdstuk 3** toont de manier hoe scenario's worden opgebouwd. Dit is de basis voor de opbouw van scenario's voor deze studie. Hiervoor is de analyse van de CCR-scenario's als vertrekpunt genomen.
- Een uitwerking van de beredeneerde scenario's staat in **hoofdstuk 4**. Hiervoor zijn de CCR-scenario's als vertrekpunt genomen. Op basis van nieuwe ontwikkelingen en inzichten zijn deze verder aangevuld en aangescherpt.

2 Analyse opbouw scenario's CCR

Dit hoofdstuk bevat een analyse van de CCR-scenario's als input voor de bereedeneerde scenario's voor deze studie.

Paragraaf 2.1 tot en met 2.3 bevatten een analyse van de CCR scenario's.

Paragraaf 2.4 gevat de conclusies en gevolgen voor de scenario's voor deze studie.

2.1 Analyse scenario's CCR

Hieronder zijn de drie CCR-scenario's samengevat, die gebruikt zijn voor de prognose van de brandstoffenmix richting 2050. In scenario 1 wordt het huidige gebruik voortgezet met minimale beleidsinterventie. Inmiddels is RED-III geïntroduceerd waardoor dit scenario er anders uit gaat zien. Scenario 2 kent een behoudende vorm van groei van vraag naar duurzamere alternatieven. Scenario 3 gaat uit van een grote ontwikkeling van clean tech waardoor de behoefte aan duurzame brandstoffen sterk groeit.

1 Business-as-usual scenario

Uitgangspunten

- Conventionele diesel (EN 590)
- Overgrote meerderheid van schepen is uitgerust met "CCR 2 of lager"-motoren
- Meer dan 95% in 2050 op fossiele brandstoffen
- Lichte algemene toename van biobrandstof door bijmenging (van 0% in 2015 lineair stijgend tot 7% in 2050)
- Behoud van het huidige wetskader, bestaande wetgeving en interventiemaatregelen

2 Conservatief traject

Uitgangspunten

- Uitgangspunt bestaande biobrandstoffen en bestaande aandrijving
- HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) als hoofdalternatief voor fossiele diesel.
- Beperkte toepassing van bio-LNG (LBM).
- Geen grootschalige inzet van waterstof of batterij-elektrisch varen in de eerste fase

3 Innovatief traject

Uitgangspunten

- Uitgangspunt elektrificatie en RFNBO; minimaal biobrandstoffen
- Brandstoffen en technieken die nu in de kinderschoenen staan (lage TRL) en aanzienlijk duurder zijn
- Elektrische voortstuwingen met behulp van batterijen en MeOH- en waterstofbrandstofcellen
- Verhouding HVO is kleiner

2.2 Variabelen binnen de CCR scenario's

De afbeelding hieronder toont een overzicht van de verschillende *variabelen* die in de drie CCR-scenario's zijn gebruikt.

Technologisch en brandstof

- Technologisch en brandstof
- Soort voortstuwingstechnologie:
- ICE (verbrandingsmotoren), FC (brandstofcellen), batterij-elektrisch
- 11 typen brandstoffen
- Technologisch Rijpheidsniveau (TRL):
- Alleen technologieën met $TRL \geq 5$ worden in de scenario's opgenomen
- Brandstofmix per jaartal
- Beschikbaarheid en prijs van alternatieve brandstoffen

Schepen

- 17 categorieën (sk-klasse indeling)
- Leeftijd en vervangingsvraag
- Nieuwbouw vs. retrofit
- Scheepstype en vermogen

Emissie parameters

- CO₂, NO_x, fijnstof (PM10)
- Emissie-intensiteit (kt per tonkilometer)

Logistiek

- Vervoersvolume en transport prestatie (tonkilometers per jaar)

Beleid en regelgeving

- Huidige en verwachte wetgeving
- Subsidies en stimuleringen
- Certificering en toelatingsprocedures

Economisch

- Investeringskosten per technologie
- Operationele kosten
- Beschikbaarheid van kapitaal

2.3 Consequenties per scenario

Hieronder staat een uitwerking van de consequenties per scenario. In de linker kolom zijn de onderwerpen weergegeven waarvoor per scenario verschillende consequenties gelden. In de drie rechter kolommen zijn de consequenties per scenario weergegeven. Deze consequenties vormen de input voor de rekenkundige modellering van de brandstofbehoefte

Categorie	BAU (Business-as-usual)	Conservatief Transitietraject	Innovatief Transitietraject
Voortstuwings technologie	ICE met CCR2 of lager / Stage V	ICE met Stage V + HVO / LBM	Brandstofcellen (H ₂ FC, MeOH FC), batterijen, H ₂ -ICE
Energiedragers	Fossiele diesel, max. 7% biobrandstof in 2050	HVO, bio-LNG, deels diesel	Groene waterstof, groene methanol, batterijen
Vlootstrategie	Huidige vloot, beperkte vervanging	Retrofit dominant, beperkte nieuwbouw	Nieuwbouw belangrijk, volledige systeemomslag
Technologierijpheid (TRL)	Alleen TRL 9 (rijpe tech)	TRL 7-9 (rijpe tot commercieel toepasbare tech)	TRL 5-8/9 (in ontwikkeling tot net toepasbaar)
Emissiereductie 2035	CO ₂ : -14%, PM: -63%, NO _x : -57%	Mogelijk doelstellingen te bereiken indien aandeel HVO groot genoeg is.	
Emissiereductie 2050	CO ₂ : -22%, PM: -83%, NO _x : -76%	CO ₂ : -91%, PM: -91%, NO _x : -90%	CO ₂ : -91%, PM: -98%, NO _x : -94%
Mate van innovatie	Geen, status quo	Beperkt, kostenefficiënt en risicomijdend	Hoog, technologische versnelling
Investering nodig	Laag	Matig (voor HVO-inzet en retrofits)	Hoog (nieuwe schepen, of dure retrofit, infrastructuur)
Infrastructuurvereisten	Behoud huidige dieselinfrastructuur	Aanpassing voor HVO en LBM	Nieuwe infrastructuur voor H ₂ , methanol, laadsystemen
Beleidsinterventie	Geen (bestaand beleid)	Matige stimulansen, technologie steun	Sterke beleidsinterventie, subsidies, regulering

2.4 Conclusies toepasbaarheid CCR scenario's

Conclusies

- Conclusie over de **vergelijkbaarheid**: CCR scenario's gaan over de Rijnvaart, de vlootsamenstelling is anders dan die van de Belgische vloot.
- Conclusie over de **actualiteit**: de CCR scenario's reflecteren niet meer de huidige omstandigheden:
 - RED-III is besloten en daarmee is business-as-usual scenario en conservatief traject grotendeels achterhaald.
 - Gezien RED-III en ETS2 is business-as-usual niet langer een optie.
 - De TRL-niveaus en de kostprijs van nieuwe technieken, zoals waterstof en batterij elektrisch, zijn in de loop van de tijd verbeterd. Hier is in dit onderzoek rekening mee gehouden.
- Conclusie over de **context**: de scenario's zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op variatie in technologische ontwikkelingen en deels op beleidsontwikkelingen, maar dat is beperkt.
- Conclusie over de **consequenties**: een logische redenering die leidt tot een logische conclusie over brandstoffengebruik ontbreekt

Hoe zijn de scenario's dan wel gebruikt in deze studie

- Scenario's in deze studie zijn aangepast naar
 - Meer relevante scenario's voor Vlaamse binnenvaart
 - Scenario's die meer inzichten verschaffen en beleidskeuzes mogelijk maken
 - Scenario's met een logische redenering
 - Scenario's met/zonder groei van de vloot; met/zonder modal shift
- Cijfers uit CCR studie (oa betreffende specifieke verbruiken, kosten etc) worden in deze studie gebruikt
- Waar opportuun, worden de cijfers aangepast rekening houdend met specificiteiten van Vlaamse binnenvaart en met laatste ontwikkelingen technologie.

3 Opbouw beredeneerde scenario's

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe de scenario's zijn opgebouwd.

In 3.1 en 3.2 wordt een overzicht gegeven van de opbouw

3.3 toont de manier waarop de beredeneerde scenario's worden vertaalt naar de rekenkundige modellering.

3.1 Redenatie scenario's gebaseerd op 3 parameters

Er zijn drie belangrijke parameters die een beredeneerd scenario vormgeven, met name:

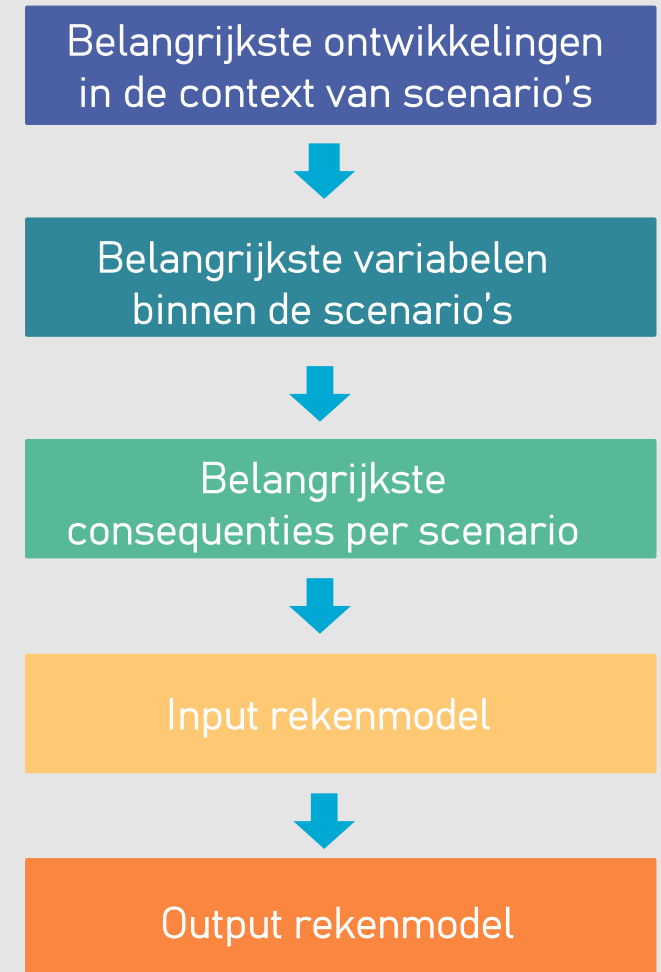
1. **Context:** belangrijke (inter)nationale ontwikkelingen die de binnenvaart en bunkerbehoefte raken. Deze hebben impact op de variabelen (2).
2. **Variabelen:** elementen binnen de binnenvaart, die invloed hebben op binnenvaart en bunkerbehoefte. Deze leiden tot consequenties (3).
3. **Consequenties:** de gevolgen voor de ontwikkeling van de binnenvaartsector en de keuzes in technologie en duurzaamheid.

Daarnaast zijn er twee onderdelen voor het simulatie rekenmodel:

- a. **Input rekenmodel:** aspecten waarop wordt gemodelleerd.
- b. **Output rekenmodel:** variabelen die als uitkomst uit het model komen.

Op de volgende pagina is de opbouw van beredeneerde scenario's visueel weergegeven.

Op de pagina daarna volgt de manier waarop de beredeneerde scenario's worden vertaalt naar de rekenkundige modellering.



3.2 Inhoudelijke opbouw scenario's

Belangrijkste ontwikkelingen in de context van scenario's

1 Politiek

- Duurzaamheidspolitiek
- Economische politiek
- Geopolitieke situatie

2 Innovatie

- Innovatie in aandrijving (oa motoren, batterijen) en brandstoffen (oa advanced bio, synthetische) voor binnenvaart
- Innovatie en verduurzaming van wegtransport, zeevaart en luchtvaart

3 Economie

- Ontwikkelingen nationale handel
- Ontwikkelingen internationale handel



Belangrijkste variabelen binnen de scenario's

1 Beleid en regelgeving

- Wetgeving
- Certificering en toelatingsprocedures
- Subsidies en stimuleringen

2 Technologie

- Beschikbare technologie
- Beschikbare brandstoffen (incl grondstoffen en hernieuwbare energie)

3 Kosten

- Investeringskosten
- Operationele kosten
- Beschikbaarheid van kapitaal

4 Logistiek

- Vervoersvolume (groei / krimp)
- Aandeel binnenvaart
- Vlootstrategie



Belangrijkste consequenties per scenario

1 Voortstuwingstechnologie

- Verbrandingsmotor
- Brandstofcellen
- Batterijen

2 Energiedragers

- Diesel/gasolie
- LNG, LBM
- Biobrandstof (FAME, HVO, bio-methanol)
- Synthetische brandstoffen (oa e-diesel, e-NH3)
- Elektriciteit
- Waterstof

3 Vlootstrategie

- Omvang vloot
- Type schepen
- Snelheid vervanging
- Retrofit/ nieuwbouw

3.3 Vertaling beredeneerde scenario's naar rekenmodel

Consequenties	Scenario A	Redenatie
Voortstuwings-technologie:	Bijv. ICE met CCR2 of lager / Stage V	Bijv. huidige vloot bijna volledig verbrandingsmotor. Beperkte technologische ontwikkeling en beperkte beleidsinzet zorgt voor blijvend aandeel ICE.
Energiedragers:	Bijv. Fossiele diesel, max. 7% biobrandstof in 2050	Bijv. Huidig gebruik is 99,5% fossiele diesel. RED-3 vereist bijmenging biobrandstof.
Vlootstrategie:	Bijv. Huidige vloot, beperkte vervanging	Bijv. beperkte ontwikkeling economie en logistiek

Input voor rekenkundig modelleren

Input rekenmodel

Aspecten waarop wordt gemodelleerd:

- Vlootsamenstelling (omvang verdeelt in sloopstypen)
- Type motoren per sloopstype
- Brandstoffengebruik per motortype
- Kilometers per sloopstype door Vlaanderen

Output rekenmodel





Uitkomst model: 2024 - 2050

- Brandstoffenmix en verbruik
- Vertaald naar emissies
- Vertaald naar infrastructuur vereisten

4 Uitwerking scenario's

In dit hoofdstuk volgt een uitwerking van de beredeneerde scenario's die in deze studie worden toegepast. Paragraaf 4.1 geeft een overzicht van de belangrijkste scenario's voor de binnenvaart en bunkering richting 2050. In paragraaf 4.2 tot en met 4.5 staat een uitwerking van de context, de variabelen en de consequenties per scenario. De laatste paragraaf 4.6 geeft een samenvatting van de consequenties van alle scenario's.

4.1 Vier belangrijkste scenario's

-  Scenario 0 Baseline
-  Scenario 1 Laag en traag
-  Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur
A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift
-  Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur
A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift

4.2 Uitwerking Scenario 0 Baseline

Scenario 0 Baseline

Korte samenvatting:

- Startpunt is beschikbare data van 2023 en 2024
- ETS en RED-III zijn besloten regelgeving en worden geïmplementeerd, Stage V wordt doorgevoerd in vloot
- Ontwikkeling in afgelopen decennium tot 2024 trekt zich door naar 2050
- Vervoersvolume over water: blijft gehandhaafd
- Brandstoffenmix: voldoet aan normen (o.a. RED III, Stage V)
- Geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050



Context Scenario 0 Baseline

- In dit scenario trekt het baseline scenario van de afgelopen jaren tot 2024, zich door naar 2050. Hierdoor zijn de besluiten in regelgeving die de politiek reeds heeft gemaakt, sturend.
- Besloten en gepubliceerde regelgeving ETS2, RED III en de Stage V emissienorm worden geïmplementeerd. Te bespreken: ambitie RED III na 2030.
- ETS2 is gericht op CO2 reductie in wegtransport, gebouw verwarming/koeling en niet-energie intensieve industrie. Vanaf 1/1/2028 zal een EUA2 prijs toegekend worden aan het verbruik van commerciële fossiele standaardbrandstoffen in deze sectoren. Initieel zit binnenvaart in België/Vlaanderen niet in de scope van ETS2. Het wordt verwacht dat binnenvaart echter later (post 2030) wel wordt opgenomen in de scope van ETS2. Door de EUA2 prijs wordt het gebruik van fossiele brandstoffen in wegtransport, gebouwen en niet-energie intensieve industrie duurder; later ook voor binnenvaart. Dit maakt duidelijk dat business as usual zoals vandaag niet langer een optie is. Zeevaart en luchtvaart maken deel uit van de scope ETS1, waar een EUA1 prijs wordt gehanteerd. In periode 2028-2030 heeft binnenvaart een concurrentievoordeel tov wegvervoer; dit vervalt als binnenvaart ook wordt opgenomen in ETS2 scope.
- Stage V emissienorm eist dat nieuwe schepen enkel motoren mogen gebruiken die aan Stage V voldoen; CCR1- en CCR2-motoren niet langer zijn toegestaan voor nieuwbouw of vervanging. De kosten voor ombouw CCR2 naar Stage V worden mee in rekening gebracht.
- Door ETS2 nemen de kosten voor fossielebrandstoffen toe, daarnaast neemt op termijn de efficiency en energiedichtnergiedichtheid van batterijen toe, waardoor de competitiviteit van batterij-elektrische vaart groter wordt.
- De belangrijkste doelstelling van REDIII is dat minstens 29% hernieuwbare energie (of 14.5% reductie in GHG intensiteit) gebruikt moet worden in transport in EU in 2030. Deze doelstelling is in België/Vlaanderen nog niet gealloceerd/verdeeld aan de diverse segmenten (wegvervoer, binnenvaart, scheepvaart en luchtvaart). Bij berekeningen wordt rekening gehouden met multipliers (oa 2.4 voor HVO en 4 voor batterij elektrische aandrijving).

Variabelen Scenario 0 Baseline

1 Technologie

- Mate van innovatie
- Beschikbare brandstoffen
- Snelheid vervanging motoren

2 Kosten

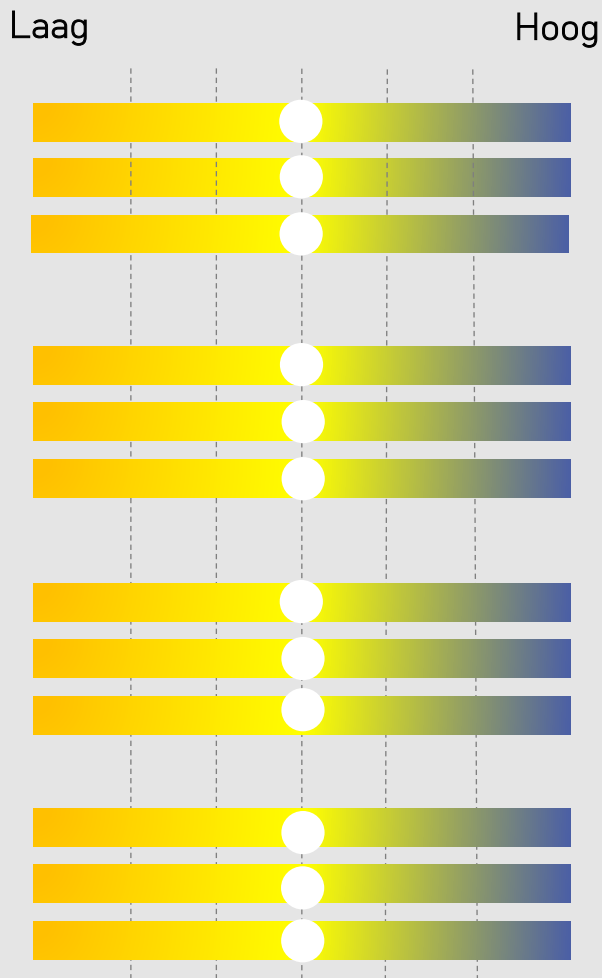
- Investeringskosten: motor, schip
- Operationele kosten: brandstof, personeel, onderhoud
- Beschikbaarheid van kapitaal

3 Beleid en regelgeving

- Wetgeving
- Certificering en toelatingsprocedures
- Subsidies en stimuleringen

4 Logistiek

- Vervoersvolume (groei / krimp)
- Aandeel binnenvaart
- Verandering scheepstypen



- Gemiddelde innovatieontwikkeling
- Enkel inzet van TRL-9 (rijpe tech)
- Beschikbaarheid brandstoffen blijft gelijk

- Investeringskosten blijven beperkt
- Operationele kosten blijven beperkt. Aandeel bio/synthetisch drijft de kosten op
- Prijs nieuwe brandstoffen (H2, e-fuels) blijven hoog t.o.v. fossiel.

- Bestaand beleid zet door
- ETS2 wordt geïmplementeerd
- RED-III wordt geïmplementeerd

- Aandeel binnenvaart blijft gelijk
- Gemiddeld vervangingscyclus van schepen en motoren
- Gemiddelde groei van volume

Consequenties Scenario 0 Baseline

Consequenties	Baseline	Redenatie
Voortstuwingstechnologie	ICE met Stage V, beperkt elektrisch.	<ul style="list-style-type: none"> • Stage V emissienorm geïmplementeerd. • Beperkte vervanging vloot en motoren, groot aandeel scheepsrevisie, beperkt aandeel nieuw. • Regelgeving laat verbrandingsmotoren toe.
Energiedragers	<p>Fossiele diesel 47,5%, max. 52,5% hernieuwbare energie in 2050.</p> <p>Daarvan zijn biobrandstoffen richting 2040 dominant; richting 2050 wordt elektrische aandrijving dominant.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ETS2 en RED III geïmplementeerd richting 2030. • Biobrandstoffen zijn dropins, huidige systeem in schepen blijft gehandhaafd, daarom dominant tot 2040. Richting 2050 zijn alle scheepsmotoren afgeschreven; bij vernieuwing vervangen door batterij-elektrisch systeem, deze wordt competitief. Daarom dominant richting 2050 • Vloeibare brandstoffen met hoge energiedichtheid gaan grotendeels naar luchtvaartsector en industrie. • Verlaging van kosten en verhoging van energiedichtheid van batterijen, samen met het inherent hoge rendement van elektrische voortstuwing verhogen de competitiviteit van batterij-elektrische vaart. • Bulkschepen klein: fossiel / elektrisch • Bulkschepen groot: fossiel / bio-fuels / elektrisch • Containerschepen klein: elektrisch • Containerschepen groot: fossiel / bio-fuels / elektrisch
Vlootstrategie	Huidige vlootsamenstelling en omvang blijft gelijk.	<ul style="list-style-type: none"> • Huidige prognose is groei vervoer met stabilisatie vloot. • Modal split blijft gelijk, tenzij er verlies aan competitiviteit is.

4.3 Uitwerking Scenario 1 Laag en traag

Scenario 1 Laag en traag

Korte samenvatting:

- Huidige beleidsregels en wetgeving blijven
- ETS2 wordt geïmplementeerd, RED III wordt vertraagd, Stage V wordt doorgevoerd
- Reversed modal shift: vloot en vervoersvolumes nemen af
- Brandstoffenmix: fossiel neemt gradueel iets af en biobrandstoffen nemen iets toe
- Geen klimaat neutrale binnenvaart in 2050



Context Scenario 1 Laag en traag

- In dit scenario blijft de onzekerheid als gevolg van de Geopolitieke en Natuurincidenten (zoals extreme hoog- en laagwaterniveau's) voortgaan. Hiervoor worden strategische/langetermijninvesteringen vooruit geschoven en alleen de noodzakelijke investeringen gedaan.
- **Economie:** internationale handel staat onder druk en de economie van Vlaanderen en Europa stagneert. Bedrijven en sectoren hebben een lage groei. Focus ligt op kritieke grondstoffen en meer regionale ontwikkeling van industrie in plaats van import van goederen.
- **Innovatie:** Investeringen in innovatie en technologische ontwikkelingen zijn door de blijvende onzekerheid laag. Hierdoor vertragen de technologische transitie en komen innovaties later dan gepland op de markt.
- **Politiek:** De wereld kenmerkt zich door kleinere en grotere internationale incidenten en conflicten. Internationale samenwerking is moeizaam. Wel versterkt de samenwerking in Europa. Europe en ook Vlaanderen zijn gericht op stabiliteit in de regio. Prioriteit ligt daarom minder op het bereiken van de doelstellingen voor klimaat en duurzaamheid. Maatregelen worden eerder uitgesteld, waardoor doelen later worden bereikt.
- **Logistiek:** De ontwikkeling in vervoersvolumes neemt af. De binnenvaart blijft in Europa wel van belang maar er treedt een reversed modal shift op van water- naar wegtransport. Investeringen worden uitgesteld, waardoor de binnenvaartvloot verouderd. Alleen hoognodige vervangingen worden uitgevoerd. Het aantal vervoersbewegingen neemt af.

Variabelen Scenario 1 Laag en traag

1 Technologie

- Mate van innovatie
- Beschikbare brandstoffen
- Snelheid vervanging motoren

2 Kosten

- Investeringskosten: motor, schip
- Operationele kosten: brandstof, personeel, onderhoud
- Beschikbaarheid van kapitaal

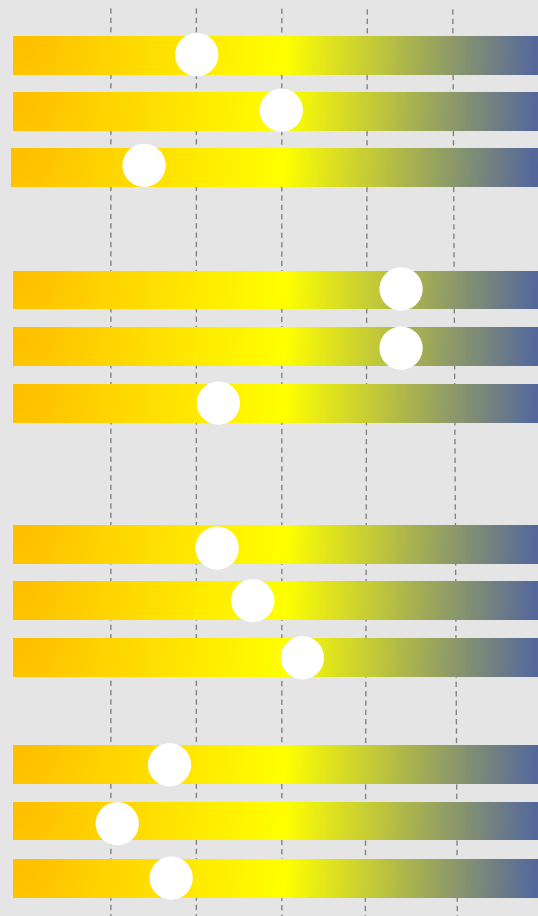
3 Beleid en regelgeving

- Wetgeving
- Certificering en toelatingsprocedures
- Subsidies en stimuleringen

4 Logistiek

- Vervoersvolume (groei / krimp)
- Aandeel binnenvaart
- Verandering sloopstypen

Laag Hoog



- Vertraagde innovatieontwikkeling
- Verlate inzet van TRL-9 (rijpe tech)
- Beschikbaarheid brandstoffen blijft gelijk

- Investeringskosten worden hoger door beperkte beschikbaarheid materialen
- Operationele kosten stijgen
- Beperkte toegang kapitaal

- Verduurzamingsdoelstellingen worden naar achter geschoven
- ETS2 wordt geïmplementeerd, RED III wordt vertraagd.

- Negatieve ontwikkeling vervoer
- Reversed modal shift
- Vertraagde vervangingscyclus van schepen en motoren

Consequenties Scenario 1 Laag en traag

Consequenties	Onzekerheid regeert	Redenatie
Voortstuwingstechnologie	ICE met Stage V.	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte vervanging vloot en motoren, groot aandeel scheepsrevisie, beperkt aandeel nieuw. • Regelgeving laat verbrandingsmotoren toe.
Energiedragers	Fossiele diesel 80%, max. 20% biobrandstof in 2050, nagenoeg geen aandeel elektrisch.	<p>ETS 2 geïmplementeerd, RED III vertraagd, door economische neergang geen investeringen in nieuwe systemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bulkschepen klein: fossiel / biobrandstof • Bulkschepen groot: fossiel / biobrandstof • Containerschepen klein: fossiel / biobrandstof • Containerschepen groot: fossiel / biobrandstof
Vlootstrategie	Krimp vloot, handhaving huidige samenstelling, beperkte vervanging.	<ul style="list-style-type: none"> • Vervoersvolumes nemen af. • Modal shift neemt af.

4.4 Uitwerking Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart
B zonder modal shift

Korte samenvatting:

- ETS 2 en RED III geïmplementeerd in 2030
- Green deal / Fit for 55 doelstelling gehaald in 2050
- Nadruk op duurzaam via bestaande infrastructuur, aandrijving en brandstoffendistributie: biobrandstoffen, E-fuels, RFNBO
- Vloot en vervoersbewegingen: relatief meer korte afstanden met kleinere schepen
- A: modal shift neemt toe en daardoor groeit vloot
- B: geen modal shift, waardoor vloot en vervoersvolume gelijk blijven aan as-is scenario



Context Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

- In dit scenario wordt extra ingezet op **verduurzaming** en bereiken van de klimaatdoelstellingen die in de EU en nationaal zijn afgesproken: in 2050 is de economie van de EU en Vlaanderen dan ook klimaatneutraal.
- **Economie:** De economie kent een gemiddelde groei. De nadruk ligt niet op waardevermeerdering maar op vergroening, circulariteit en brede welvaart. Sectoren in clean tech en schone grondstoffen kennen een forse groei.
- **Innovatie:** De grootste investeringen gaan naar innovaties die verdere verduurzaming mogelijk maken; en worden gesubsidieerd. Schone technologie en duurzame aandrijvingsvormen vinden versneld hun weg naar de markt.
- **Politiek:** Duurzame industrie staat hoog op de agenda. Internationaal worden de krachten gebundeld om de technologieontwikkeling te versnellen waarmee snel tot reductie van schadelijke emissies gekomen kan worden. Zo ligt in het EU-beleid de nadruk op ondersteuning van de productie van duurzame brandstoffen (blauw, circulair eg. UCO en hernieuwbaar eg. RFNBO en bio adv.). ETS 2 en RED III zijn geïmplementeerd in 2050 en in 2050 zijn de doelen voor Fit for 55 en Green Deal behaald.
- **Logistiek:** Het logistiek volume blijft in dit scenario in totaal stabiel, waarbij fossiele stoffen zoals kolen/erts vervoer afnemen en nieuwe duurzame stromen toenemen. Kenmerkend zijn de kleinere regionale en nationale vervoersstromen die op gang komen door de circulaire economie. De nadruk ligt op schoon transport, gecombineerd met slim en efficiënt vervoer waarbij gebruik wordt gemaakt van alle modaliteiten. Hierdoor zal er een groter aandeel via de binnenvaart worden vervoerd.
- In dit scenario zijn er twee varianten mogelijk: A de modal shift van wegvervoer naar water neemt extra toe vanwege duurzaamheid; en B de modal split blijft gelijk omdat de alternatieve transportmogelijkheden even duurzaam zijn.

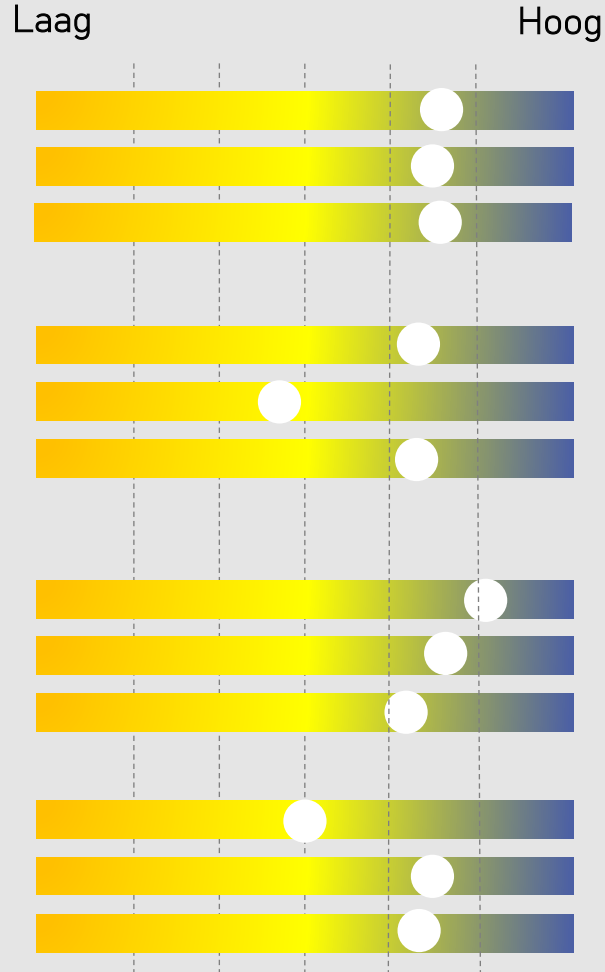
Variabelen Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur

- 1 Technologie**
- Mate van innovatie
 - Beschikbare brandstoffen
 - Snelheid vervanging motoren

- 2 Kosten**
- Investeringskosten: motor, schip
 - Operationele kosten: brandstof, personeel, onderhoud
 - Beschikbaarheid van kapitaal

- 3 Beleid en regelgeving**
- Wetgeving
 - Certificering en toelatingsprocedures
 - Subsidies en stimuleringen

- 4 Logistiek**
- Vervoersvolume (groei / krimp)
 - Aandeel binnenvaart
 - Verandering scheepstypen



- Versnelde technologische ontwikkelingen
- Versnelde inzet TRL-9
- Beschikbaarheid nieuwe brandstoffen gaat versneld groeien

- Investeringskosten voor nieuwe aandrijving blijven hoog, tenzij bestaande motoren.
- Operationele kosten bij drop-in's stijgen t.o.v. fossiel, en bij nieuwe aandrijving nog steeds hoog
- Goede toegang tot kapitaal

- Strengere regelgeving verduurzaming
- Extra beleidsinterventies voor klimaatdoelstellingen
- Extra subsidies voor vergroening

- Vervoersvolume blijft stabiel
- Aandeel binnenvaart groeit
- Aandeel kleinere schepen groeit

Consequenties	Duurzaam voorop	Redenatie
Voortstuwingstechnologie	Huidige aandrijving blijft gehandhaafd, ingroei elektrisch voor kortere afstanden, en eventueel gebruik nieuwe brandstoffen (methanol, H2)	<ul style="list-style-type: none"> • Huidig systeem blijft gehandhaafd • Groeiende korte afstandsbewegingen zorgt voor groei kleinere schepen, met relatief groter aandeel elektrisch • Zwaardere en langere afstanden met eventueel andere ZE energiedragers
Energiedragers	0% fossiele diesel, 85% biobrandstof/ synthetische brandstof in 2050, 15% elektrisch	<p>Bio- en synthetische brandstoffen worden door regulering beschikbaar gesteld voor de binnenvaart. Innovatie en kostprijsverlaging in duurzame brandstoffen vereist: meer geavanceerde biobrandstoffen en ontwikkeling van synthetische brandstoffen (e-diesel). Ontwikkeling van elektrificatie blijft zich langzaam door ontwikkelen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bulkschepen klein: Biobrandstof/ synthetisch • Bulkschepen groot: Biobrandstof/ synthetisch • Containerschepen klein: Elektrisch • Containerschepen groot: Biobrandstof/ synthetisch
Vlootstrategie	Matige groei vloot, weinig vervanging, wel meer kleinere schepen	Weinig vervanging nodig vanwege handhaving bestaande infra en gebruik van drop in's

4.5 Uitwerking Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart

B zonder modal shift

Korte samenvatting:

- ETS 2 en RED III geïmplementeerd in 2030
- Green Deal / Fit for 55 doelstelling wordt gehaald
- Nadruk komt op nieuwe technologie en nieuwe infrastructuur: toepassing elektrische aandrijving; gebruik van e-methanol en e-ammoniak; waterstof
- Vloot en vervoersbewegingen: relatief meer grotere afstanden met grotere scheepsklassen
- A: modal shift neemt toe en daardoor stijgt vloot en vervoersvolume
- B: geen modal shift, waardoor vloot en vervoersvolume gelijk blijven



Context Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

- In dit scenario is het **innovatief vermogen wereldwijd hoog** en de technologische ontwikkeling gaat snel in Europa en in Vlaanderen. Dit betekent dat er nieuwe technologieën beschikbaar komen voor implementatie. ETS 2 en RED III zijn geïmplementeerd, de doelen voor Fit for 55 zijn behaald in 2030 en in 2050 zijn de doelen voor Green Deal behaald doordat innovatie de duurzame alternatieven concurrerend heeft gemaakt.
- **Economie:** de economie kent een hoge groei en door wereldwijde samenwerking is er een grote brede technologie ontwikkeling. Deze snelle innovaties zijn niet alleen gericht op verduurzaming, maar breder ook ten behoeve van welvaartsontwikkeling. Industriële groei organiseert schaalgrootte in beschikbaarheid nieuwe technologie en duurzame brandstoffen. Nadruk komt op nieuwe infrastructuur en elektrificatie. De kosten hiervoor zijn competitiever geworden t.o.v. met fossiele aandrijving.
- **Innovatie:** Hoge investeringen in innovaties, waardoor technologische ontwikkelingen versneld ingevoerd worden. Ook hier vinden schone technologie en duurzame aandrijvingsvormen vinden versneld hun weg naar de markt. Dalende prijzen van batterijen en verhoogde energiedichtheid zijn mogelijk aanjagers.
- **Politiek:** Innovatie staat in Europa en Vlaanderen hoog op de agenda. Door hierin Europees samen op te trekken, wordt financiering van nieuwe toepassingen van nieuwe technologieën mogelijk gemaakt. Hierdoor groeit de kennisontwikkeling en de economie en worden klimaatdoelstellingen gehaald. ETS 2 wordt doorgevoerd en hierdoor worden fossiele grondstoffen op den duur te duur waardoor een alternatief moet komen.
- **Logistiek:** Door groei economie groeit het vervoersvolume maar door innovatie neemt ook efficiency toe. Vervoer van fossiele stoffen (kolen/erts) neemt af, vervoer van containers en (inter)nationale circulaire stromen nemen toe, waardoor aandeel grote(re) schepen in vloot toeneemt. Ook groeit aandeel binnenvaart in zijn totaliteit.
- In dit scenario zijn er twee varianten mogelijk: A de modal shift van wegvervoer naar water neemt extra toe vanwege duurzaamheid; en B de modal split blijft gelijk omdat de alternatieve transportmogelijkheden even concurrerend en duurzaam zijn.

Variabelen Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

1 Technologie

- Mate van innovatie
- Beschikbare brandstoffen
- Snelheid vervanging motoren

2 Kosten

- Investeringskosten: motor, schip
- Operationele kosten: brandstof, personeel, onderhoud
- Beschikbaarheid van kapitaal

3 Beleid en regelgeving

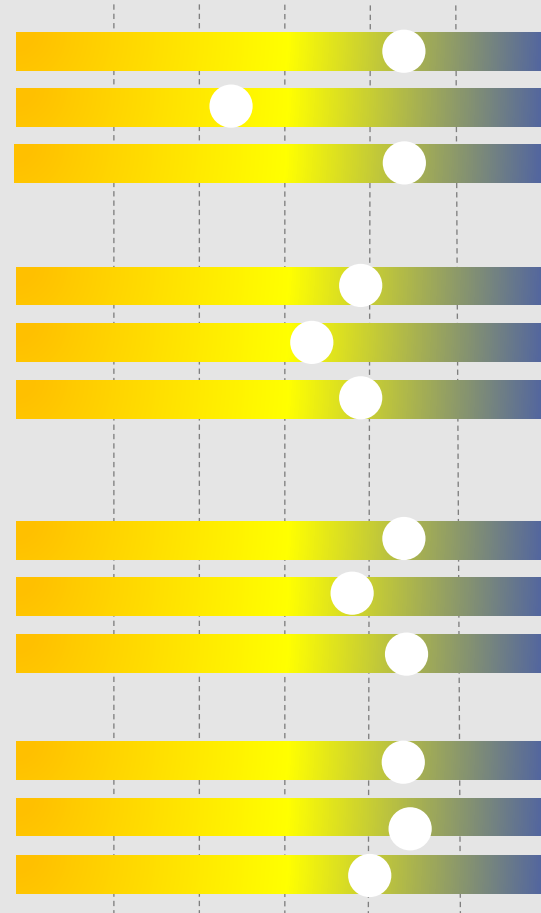
- Wetgeving
- Certificering en toelatingsprocedures
- Subsidies en stimuleringen

4 Logistiek

- Vervoersvolume (groei / krimp)
- Aandeel binnenvaart
- Verandering scheepstypen

Laag

Hoog



- Versnelde technologische ontwikkelingen
- E-fuels, biobrandstoffen en waterstof grotendeels naar industrie en luchtvaart, groene stroom wel goed beschikbaar
- Snelle vervanging door groei

- Investeringskosten E-fuels en bio schone aandrijving gelijk t.o.v. fossiel, elektrisch hoger
- Operationele kosten vergelijkbaar aan fossiel, Bio/synthetisch duurder, batterij-elektrisch goedkoper
- Goede toegang tot kapitaal

- Strenge(re) regelgeving gericht op innovatie
- Enkele nieuwe beleidsinterventies
- Subsidies voor innovatieve groene tech

- Aandeel binnenvaart groeit
- Versnelde vervangingscyclus om innovatie door te voeren
- Aandeel grote(re) schepen groeit

Consequenties Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur

Consequenties	Sterke innovatie	Redenatie
Voortstuwingsstechnologie	Versnelde vernieuwing vloot, groei elektrisch en implementatie nieuwe brandstoffen (methanol, H2)	Nieuwe technologieën komen beschikbaar en worden concurrerend.
Energiedragers	0% fossiele diesel in 2050, max. 10% biobrandstof in 2050, verder mix aan nieuwe energiedragers elektrisch (80%), H2 (5% voor lange afstand containervaart), methanol (5% voor lange afstand containervaart)	RED III en ETS 2 aangevuld met strengere regels en subsidie maken renewables competitief. <ul style="list-style-type: none"> • Bulkschepen klein: elektrisch • Bulkschepen groot: elektrisch / biofuels • Containerschepen klein: elektrisch • Containerschepen groot: elektrisch/ biofuels, tot slot beperkt waterstof en methanol op een beperkt aantal vaste trajecten (dicht bij productie)
Vlootstrategie	Groei van vloot, versnelde vervanging, groei ook opgevangen door hogere vaarfrequentie en meer grote schepen	Vervoersvolume groeit m.n. (inter)nationaal, deze wordt deels opgevangen door hogere vloot groeit m.n. grotere schepen,

IV. Uitwerking simulatiemodel

INHOUDSTAFEL – IV. Uitwerking simulatiemodel

1	Inleiding	84
2	Logistiek	5
3	Energie	21
4	Infrastructuur	25
5	Beleid	27



Bron foto: unsplash.com

1. Inleiding

- Dit hoofdstuk beschrijft het simulatiemodel dat is opgezet voor het doorrekenen van de verschillende transitie scenario's. Hiermee kan per scenario worden gesimuleerd wat het effect is van de uitgangspunten op de logistieke activiteiten, de energiemix, en emissies.
- Eerst wordt de **werking van het model** toegelicht. We gaan in op de opbouw van het model, de onderscheiden dimensies en de gehanteerde variabelen. Ook wordt het model door middel van formules wiskundig uiteengezet.
- Daarna worden de **invoerparameters per scenario** bepaald, wat in essentie een doorvertaling is van de uitgangspunten in elk scenario. Zoals aangehaald in de scenario-analyse gaan we uit van vier scenario's. Scenario 2 en 3 kennen een A en een B-variant, respectievelijk met en zonder modal shift.
- Vervolgens worden de **resultaten per scenario** getoond. Eerst de uitkomsten voor logistiek (aantal schepen, vervoerde tonnen, etc.), en dan de uitkomsten voor energie (energievraag, emissies, etc.). Ook worden deze beknopt toegelicht.
- Aan het eind volgen enkele slides die een brug slaan naar de volgende fase van dit onderzoek, namelijk de **locatiekeuze**.

2. Werking model

Het rekenmodel simuleert de effecten van ingroei van alternatieve energiedragers in de vloot, en laat zien wat de impact is op gevaren kilometers, vervoerde tonnages, en energievraag per energiedrager. Dit doet model per scenario, waarbij in elk scenario een andere energiemix en adoptiecurves worden verondersteld. Ook zijn er verschillen in de algemene verwachte groei van de vervoerde volumes.

De ingroei van alternatieve energiedragers zou men idealiter bottom-up simuleren, door per schip te bepalen wanneer deze wordt uitgefaseerd, en wat dan de kans is op een keuze voor een andere energiedrager, dan wel op een nieuw schip, dan wel met een retrofit-oplossing. Voor deze aanpak ontbreekt echter de data om de kans fatsoenlijk in te schatten. Daarom is gekozen voor een top-down methode, waar we door middel van expertsessies per scenario een inschatting hebben gemaakt van de energiemix voor elk scheepstype in 2050, en met behulp van S-curves laten zien hoe de ingroei vanaf het basisjaar tot aan 2050 voor alternatieve energiedragers verloopt.

We maken onderscheid naar scheepstype om zo verschillen in de overstap naar een alternatieve energiedrager te kunnen afvangen. Zo is het voor kleinere schepen gemakkelijker om te elektrificeren dan voor grotere schepen, gezien de hoeveelheid batterijen die meegenomen dient te worden op een schip, en het resulterende bereik in kilometers. Ook varen grotere schepen vaak langere afstanden.

Voor de prognoses van de binnenvaart tot aan 2050 weten we alleen de verwachte groei in vervoerde tonnages. Het is niet bekend hoe zich dit exact manifesteert – in de vorm van hogere beladingsgraad (meer tonnen per reis), hogere benuttingsgraad (meer kilometers per schip), of de inzet van meer (grotere) schepen. Daarom is ervoor gekozen om de groei in vervoerde tonnages evenredig over deze drie opties te verdelen. In de gevoeligheidsanalyses zullen we bekijken wat het effect is als één van de drie een hoger aandeel heeft in het vangen van de groei in vervoerd gewicht.

2. Werking model

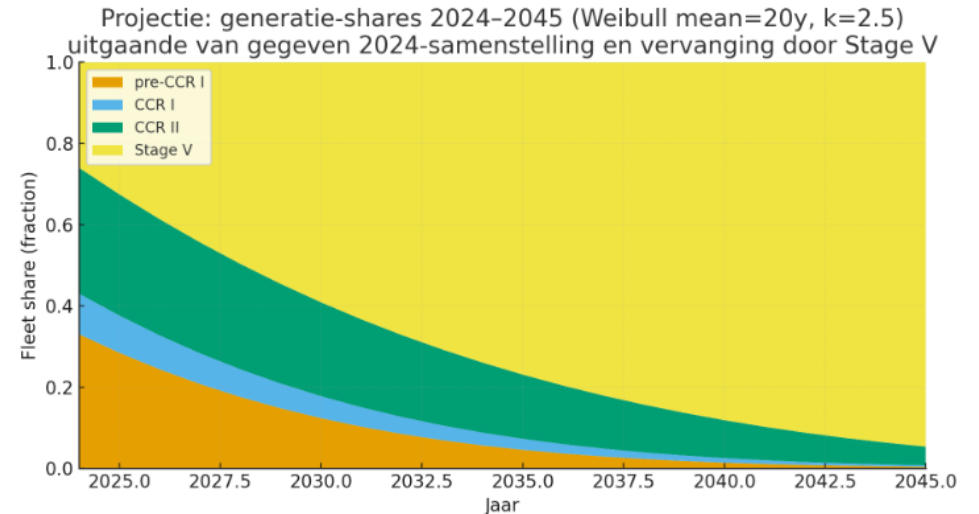
Gegevens voor het basisjaar van het model zijn bepaald op basis van analyses op gerealiseerde data over 2024. Het betreft de volgende parameters:

1. Aantal schepen per scheepstype
2. Gevaren kilometers per scheepstype
3. Vervoerd ladingsgewicht per scheepstype
4. Aantal kilometers per reis

Deze gegevens zijn ook gebruikt om de energievraag en emissies (CO₂, NO_x, PM) in het basisjaar te berekenen.

Stage V-transitie

- Voor de uitfasering van oude motoren is een Weibull verdeling verondersteld, zie rechts. Deze is gebaseerd op de samenstelling van de vloot in het basisjaar, en gaat uit van een transitie naar Stage V-motoren, ongeacht het scenario.
- Daarmee zullen in alle scenario's de verwachte emissies afnemen, *ceteris paribus*.



3. Onderdelen model

Per scheepstype, energiedrager, jaar bepaalt het model de volgende variabelen:

- Aantal schepen
- Gevaren kilometers
- Vervoerd ladingsgewicht
- Vervoersprestatie
- Energievraag
- Brandstofverbruik
- CO2 emissies
- NOX emissies
- PM emissies

Dit gebeurt voor elk scenario. De onderscheiden scheepstypen, energiedragers en overige dimensies worden op de volgende pagina uiteengezet.

Onderscheiden dimensies in model





Categorie	Scheepstypen	Grootte
Bulkschepen klein	Droge bulk en container	CEMT-klasse I-IV
Bulkschepen groot	Droge bulk en container	CEMT-klasse V-VI
Tankschepen klein	Natte bulk	CEMT-klasse I-IV
Tankschepen groot	Natte bulk	CEMT-klasse V-VI

Brandstof*	Zichtjaren	Motorenklassen
Diesel (gasolie)	2024	Stage V
HVO	2025	CCR II
Elektriciteit	2030	CCR I
Waterstof	2035	
	2040	Pre-CCR I
	2045	
	2050	

*Methanol: Is een vloeibare brandstof. In deze studie naar infrastructuurbehoeften is methanol niet apart opgenomen, omdat het van zelfde/gelijkaardige infrastructuur gebruik kan maken als diesel/HVO.

Scenario's

- Het model simuleert de uitkomsten voor de scenario's zoals uiteengezet in Hoofdstuk 2. Aangezien scenario's 2 en 3 een A- en B-variant bevatten, gaat het hier om zes scenario's in totaal.

	Scenario 0 Baseline
	Scenario 1 Laag en traag
	Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart B zonder modal shift
	Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur A met modal shift en daardoor groei vervoer binnenvaart B zonder modal shift

- In Bijlage C worden de onderdelen van het model één-voor-één door middel van formules toegelicht.

Invoerparameters per scenario

- Het model bevat een set aan invoerparameters die voor elk scenario anders is. Door middel van deze parameters wordt gesimuleerd hoe de eigenschappen van een scenario doorvertalen in de verschillende onderdelen van het model, zoals het aantal schepen en de energievraag.
- De invoerparameters voor elk van de zes scenario's worden rechts weergegeven.

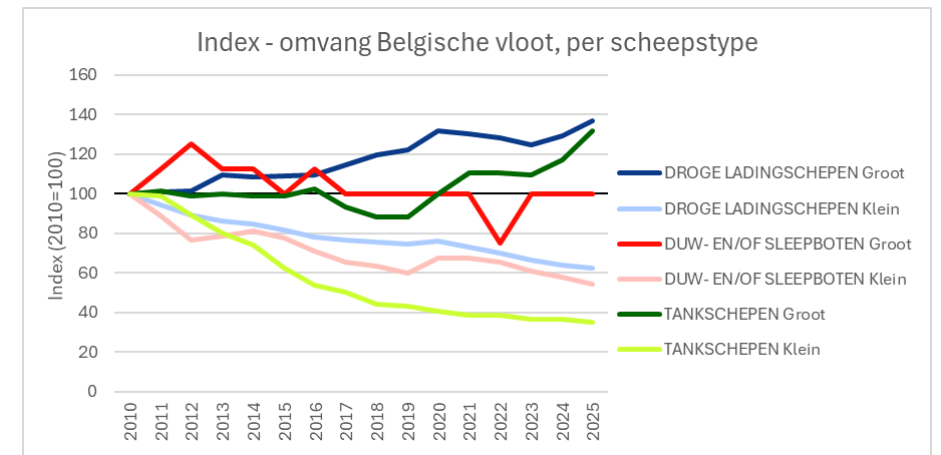
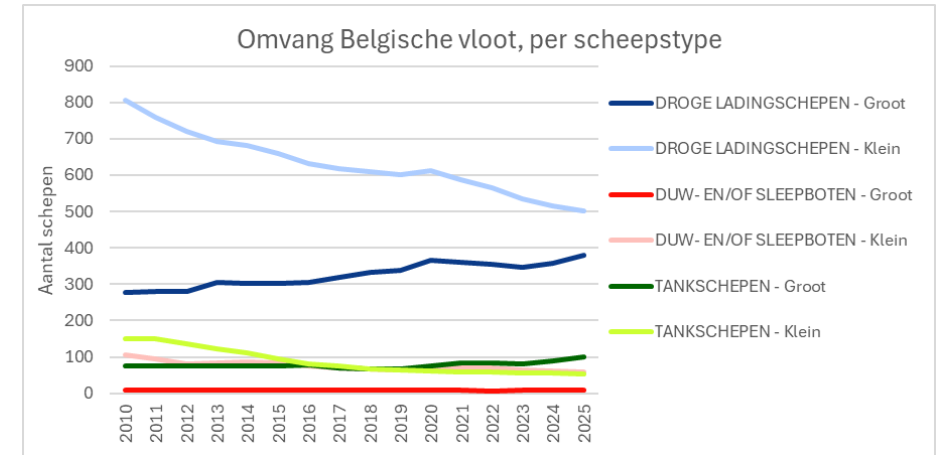
		Kleine schepen	Grote schepen	Aandeel binnenvaart	Energiemix
	Scenario 0	Krimp	Groei	Blijft gelijk	Max. 47,5% diesel, rest HVO/elektriciteit
	Scenario 1	Krimp	Lichte groei	Krimpt	Diesel dominant, deel op HVO
	Scenario 2a	Groei	Groei	Groeit	HVO dominant, kleine schepen deels op elektriciteit
	Scenario 2b	Groei	Groei	Blijft gelijk	
	Scenario 3a	Lichte groei	Groei	Groeit	Elektriciteit dominant, grote schepen deels op HVO/waterstof
	Scenario 3b	Krimp	Groei	Blijft gelijk	

	Scenario	0	1	2a	2b	3a	3b
Groei vervoerd ladingsgewicht p/j	Bulkschepen klein	-2,0%	-3,0%	2,0%	1,0%	0,5%	-2,0%
	Bulkschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
	Tankschepen klein	-3,0%	-4,0%	1,6%	0,8%	0,0%	-3,0%
	Tankschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
Verdeling groei (som=1)	Hogere beladingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Hogere benuttingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Meer schepen	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Alternatieve brandstoffen	% bulk klein 2050						
	Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	25%	20%	75%	75%	0%	0%
	Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	98%	100%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	2%	0%
	% bulk groot 2050						
	Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	30%	20%	95%	95%	20%	20%
	Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%
	% tank klein 2050						
	Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	20%	20%	75%	75%	0%	0%
	Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	100%	100%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	% tank groot 2050						
	Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	35%	20%	95%	95%	20%	20%
	Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%
S-curves							
r HVO	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	
t0 HVO	2032	2035	2032	2032	2032	2032	
r Elektriciteit	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	
t0 Elektriciteit	2037	2040	2037	2037	2035	2035	
r Waterstof	0	0	0	0	0,3	0,3	
t0 Waterstof	0	0	0	0	2038	2038	

Toelichting parameters

- Het basis scenario gaat uit van een krimp van het aantal kleine bulk-/tankschepen. Dit is een continuering van een trend die al een aantal jaar gaande is, wat blijkt uit de grafieken rechts.
- Het aantal kleine droge ladingschepen geregistreerd in België is tussen 2010 en 2025 met bijna 40% afgenomen, het aantal kleine tankschepen met 65%. Tegelijk is het aantal grote droge lading- en tankschepen allebei met zo'n 35% gegroeid in dezelfde periode. De verwachting vanuit de sector is dat deze trend zich zal blijven doorzetten de komende jaren. Het model werkt ook met buitenlandse schepen actief op de Vlaamse wateren, waarvoor dezelfde trend is aangenomen.
- Tegelijk is de prognose van het Federaal Planbureau* dat de binnenvaartsector wel zal blijven groeien de komende jaren, in termen van vervoerd ladingsgewicht. Dit zal in toenemende mate door grote schepen gaan gebeuren. Een extrapolatie van de langetermijn vooruitzichten van het FPL toont dat het tussen 2024 en 2050 om een groei van 23% zal gaan. Daarmee blijft het aandeel van de binnenvaart in de totale vervoersmix ongeveer gelijk.
- In het basisscenario en scenario's zonder verwachte (reverse) modal shift (0, 2b, 3b) is vastgehouden aan dit percentage, en zijn de parameters voor verwachte groei per scheepstype zo gekozen dat op totaalniveau de groei tussen 2024 en 2050 rond de 23% ligt. In scenario's met (reverse) modal shift (1, 2a, 3a) is van dat percentage afgeweken.

* Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2040 (2022), FPL. [Link](#)



Scenario 0 – uitkomsten logistiek



Scenario 0
Baseline

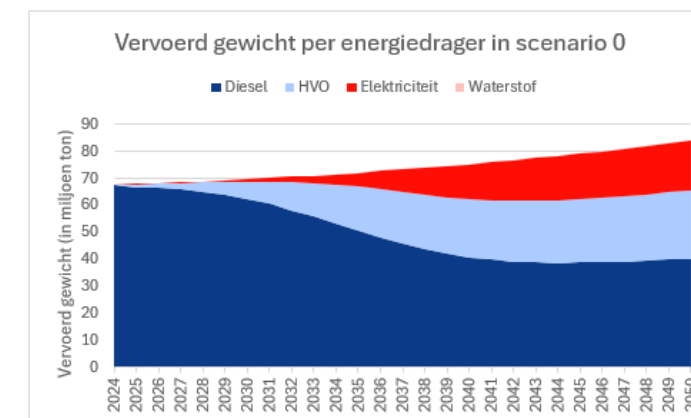
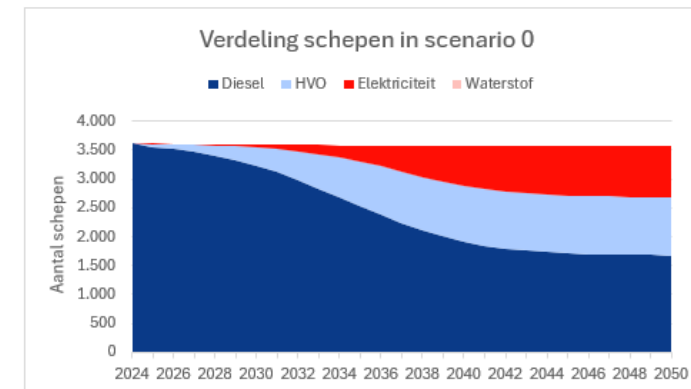
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.549	3.234	2.533	1.920	1.713	1.674	1.674
HVO	0	57	310	769	964	1.000	1.010	1.010	
Elektriciteit	0	8	53	281	691	857	885	885	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	3.618	3.614	3.597	3.583	3.575	3.570	3.569	3.569	-1%

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	98%	90%	71%	54%	48%	47%
HVO	0%	2%	9%	21%	27%	28%	28%	28%
Elektriciteit	0%	0%	1%	8%	19%	24%	25%	25%
Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	5.998.672	5.408.223	4.203.554	3.170.472	2.827.524	2.773.385	2.773.385
HVO	0	95.504	512.715	1.267.464	1.587.561	1.653.807	1.681.199	1.681.199	
Elektriciteit	0	13.056	89.110	470.283	1.142.458	1.405.932	1.446.808	1.446.808	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	6.130.135	6.107.232	6.010.048	5.941.301	5.900.492	5.887.263	5.901.393	5.901.393	-4%

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	66.729.520	62.476.671	50.708.081	40.788.223	38.770.201	40.302.637	40.302.637
HVO	0	1.119.795	6.277.611	16.268.279	21.427.679	23.528.075	25.251.130	25.251.130	
Elektriciteit	0	132.525	935.252	5.135.215	13.051.907	16.887.521	18.347.258	18.347.258	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	67.724.812	67.981.840	69.689.535	72.111.575	75.267.808	79.185.797	83.901.026	83.901.026	+24%

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.529.417.849	4.228.012.303	3.419.486.227	2.739.212.768	2.595.635.164	2.692.273.915	2.692.273.915
HVO	0	76.058.121	425.382.627	1.099.985.528	1.446.004.703	1.584.974.250	1.698.434.204	1.698.434.204	
Elektriciteit	0	9.049.349	63.670.222	348.565.538	883.430.031	1.140.015.359	1.235.525.332	1.235.525.332	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	4.599.759.545	4.614.525.319	4.717.065.152	4.868.037.294	5.068.647.502	5.320.624.773	5.626.233.451	5.626.233.451	+22%



Scenario 0 – uitkomsten energie



Scenario 0
Baseline

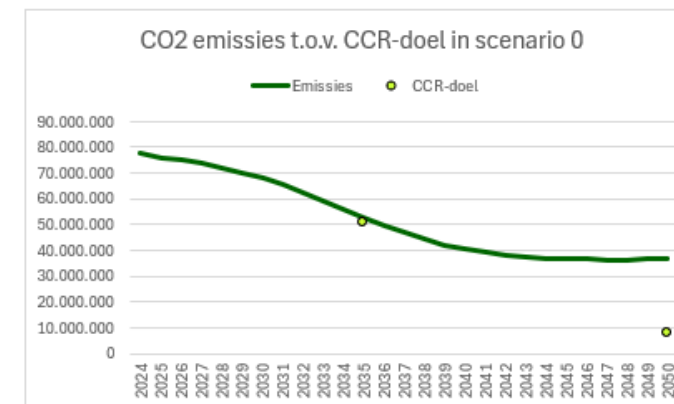
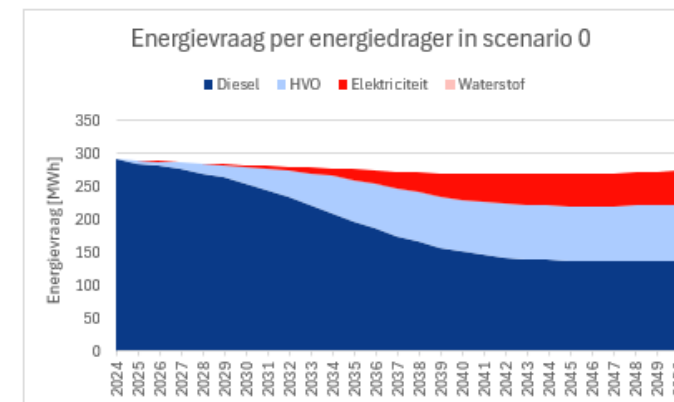
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		291.897	285.025	255.071	197.797	151.448	137.399	136.742
HVO		0	4.714	25.275	62.682	79.070	83.218	85.676	
Elektriciteit		0	445	3.027	16.020	39.252	48.974	51.332	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		291.897	290.183	283.373	276.498	269.771	269.591	273.750	-6%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [l]		28.857.863	28.178.398	25.217.131	19.554.796	14.972.635	13.583.674	13.518.745
HVO [l]		0	495.394	2.656.024	6.586.971	8.309.175	8.745.060	9.003.328	
Elektriciteit [kWh]		0	264.966	1.803.067	9.543.703	23.384.002	29.175.520	30.580.056	
Waterstof [kg]		0	0	0	0	0	0	0	

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		77.866.519	76.033.136	68.042.814	52.764.263	40.400.323	36.652.520	36.477.325
HVO		0	0	0	0	0	0	0	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		77.866.519	76.033.136	68.042.814	52.764.263	40.400.323	36.652.520	36.477.325	-53%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		759.697.709	696.257.384	461.811.039	279.267.890	178.503.663	144.873.911	136.525.890
HVO		0	11.515.760	45.760.329	88.499.741	93.195.592	87.745.389	85.540.203	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		759.697.709	707.773.145	507.571.367	367.767.631	271.699.255	232.619.299	222.066.093	-71%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		25.278.889	22.338.125	11.839.985	5.338.877	2.425.062	1.409.869	1.035.857
HVO		0	369.462	1.173.211	1.691.885	1.266.109	853.912	649.016	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		25.278.889	22.707.587	13.013.196	7.030.762	3.691.172	2.263.781	1.684.873	-93%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 0 – toelichting uitkomsten



Scenario 0
Baseline

- In scenario 0, het basis scenario, zal de omvang van het aantal schepen actief op Vlaamse wateren nagenoeg gelijk blijven, rond de 3.600 schepen. Wel zal binnen deze vloot een stevige verschuiving van kleine naar grote schepen plaatsvinden, een trend die al een aantal jaar plaatsvindt. Dat leidt er mede toe dat het aantal gevaren kilometers, ondanks een groei in het vervoerd gewicht van 24%, licht afneemt met 4%. Grote schepen kunnen immers meer vervoeren, waardoor er minder trips benodigd zijn.
- De projectie is dat in 2050 nog 47% van de schepen op diesel zal varen. De rest wordt ingevuld door HVO en elektriciteit, met aandelen van respectievelijk 28% en 25%. De energiemix per scheepstype wijkt licht af van deze aandelen. Zo is bij kleine schepen het aandeel elektriciteit iets groter, omdat zij makkelijker kunnen elektrificeren, gezien de verwachte actieradius en de kosten.
- Het vervoerd ladingsgewicht zal, zoals eerder genoemd, met zo'n 24% toenemen tussen 2024 en 2050, van 67,7 miljoen ton naar 83,9 miljoen ton. De vervoersprestatie stijgt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 5,6 miljard tonkilometers.
- De energievraag daalt licht met 6% over de gehele periode en gaat richting de 274.000 MWh. Hoewel er meer wordt vervoerd, zal dit meer gebeuren met grotere schepen, die per ton gezien zuiniger zijn dan kleine schepen. Verder treden er algemene verbeteringen in de motorefficiëntie op, waardoor deze zuiniger worden en minder verbruiken, en vaart een gedeelte van de vloot op elektriciteit, wat een hoger motorrendement kent dan vloeibare brandstoffen.
- De CO2 emissies nemen met zo'n 53% af tussen 2024 en 2050, van 77,8 miljoen kg naar 36,5 miljoen kg.
- Emissies van NOX nemen met 72% af, van 759.000 kg naar 222.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt ook een aanzienlijk gedeelte van HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen sterk af, met 93%. In 2050 zal er nog zo'n 1.700 kg worden uitgestoten.

Note: het berekende brandstofverbruik van 28.858 m³ diesel in het basisjaar is ongeveer een kwart van wat er volgens de officiële cijfers in 2024 in Vlaanderen gebunkerd is. Dit heeft verschillende oorzaken:

- Het berekende brandstofverbruik beschouwt alleen kilometers gevaren op de Vlaamse waterwegen – wat de gevraagde focus van deze opdracht is. Bij vloeibare brandstoffen is het goed mogelijk dat een schip bijvoorbeeld in Antwerpen bunkert, via Nederland en Duitsland naar Baselvaart en weer terug. Maar, het is dan niet te zeggen of dit schip dan weer in Antwerpen terugkomt om te bunkeren, of dat deze ergens in Duitsland of Nederland gaat tanken. Bij gebruik van elektriciteit is dit helemaal ongewis, omdat daar het bereik van schepen lager zal komen te liggen, wat de kans op laden in het buitenland nog groter maakt.
- Verder is het brandstofverbruik bepaald op basis van gemeten data op de Vlaamse waterwegen zoals geregistreerd door De Vlaamse Waterweg. In deze cijfers ontbreken reizen van/naar Antwerpen die rechtstreeks Nederland in/uitgaan via de Schelde-Rijnverbinding, omdat daar geen opvolging van het scheepvaartverkeer wordt gedaan. Een vergelijking van Vlaamse data en Nederlandse data laat zien dat hierdoor zo'n 50-60 miljoen ton aan vervoerde goederen ontbreekt in de Vlaamse data. Dit betreft uitsluitend internationaal verkeer, aangezien het bij vaart dieper Vlaanderen in wel geregistreerd zou worden.
- Daarnaast zijn de scenario's met de ingroei van alternatieve energiedragers opgesteld voor de situatie op de Vlaamse waterwegen. Deze zijn niet zomaar toe te passen op buitenlandse waterwegen, omdat daar de omstandigheden anders kunnen zijn, door onder meer wetgeving, hydrologie (stroming) of economische omstandigheden. Zo zijn de omstandigheden in Vlaanderen relatief gunstig om te elektrificeren, vooral voor kleinere schepen, omdat de gevaren afstanden relatief laag zijn, en dit op rustige vaarwegen/kanalen gebeurt. Op de Rijn daarentegen ligt dit anders, aangezien daar het verbruik stroomopwaarts aanzienlijk hoger ligt, en de afgelegde kilometers hoger zijn. Het is niet realistisch om de opgestelde scenario's ook daar toe te passen en te stellen dat bijvoorbeeld 80% van de schepen elektrisch kan gaan varen.
- Het driekwart van de gebunkerde brandstoffen verbruikt in het buitenland kent dus een ander profiel en zal ook een andere ontwikkeling volgen dan uitgewerkt in de vier scenario's van deze studie. Deze kunnen we daarom niet zomaar op dezelfde manier beschouwen als het binnenlands verbruik. We adviseren om nader onderzoek te doen naar de te verwachten trends in Nederland, Frankrijk en Duitsland op het gebied van de ingroei van alternatieve energiedragers. Dat kan vervolgens weer vertaald worden naar het verwachte effect op de bunker-/laadvraag in Vlaanderen.

Scenario 1 – uitkomsten logistiek



Scenario 1
Laag en traag

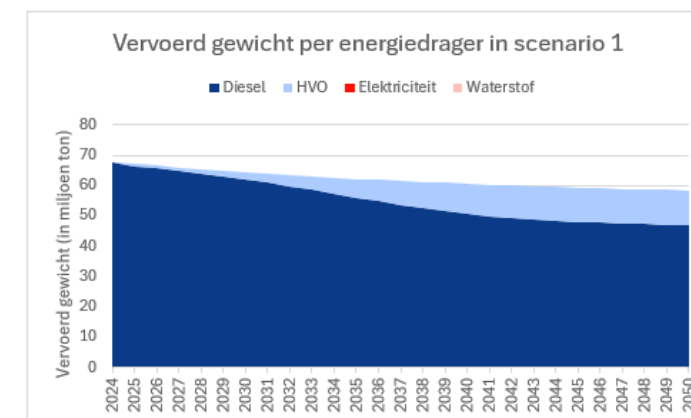
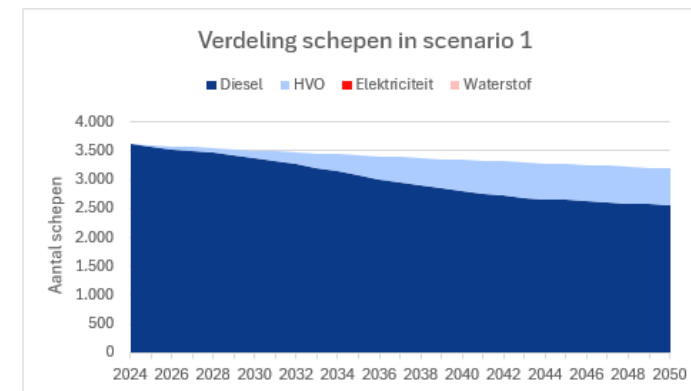
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.565	3.381	3.082	2.798	2.647	2.560	-29%
HVO	0	34	128	342	547	623	640		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	3.618	3.599	3.509	3.424	3.345	3.270	3.200	-12%	

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	99%	96%	90%	84%	81%	80%
HVO	0%	1%	4%	10%	16%	19%	20%	
Elektriciteit	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	6.001.116	5.516.370	4.886.716	4.323.074	3.996.660	3.787.291	-38%
HVO	0	57.467	208.887	542.968	845.068	940.626	946.823		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	6.130.135	6.058.582	5.725.256	5.429.684	5.168.142	4.937.286	4.734.113	-23%	

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	66.464.264	62.015.954	55.981.468	50.635.195	47.995.711	46.735.343	-31%
HVO	0	636.462	2.348.338	6.220.163	9.898.094	11.295.938	11.683.836		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	67.724.812	67.100.726	64.364.292	62.201.632	60.533.289	59.291.650	58.419.178	-14%	

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.511.807.047	4.199.222.715	3.781.551.221	3.412.766.550	3.228.202.339	3.137.530.888	-32%
HVO	0	43.205.086	159.010.599	420.172.358	667.122.656	759.767.349	784.382.722		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	4.599.759.545	4.555.012.133	4.358.233.314	4.201.723.579	4.079.889.206	3.987.969.687	3.921.913.610	-15%	



Scenario 1 – uitkomsten energie



Scenario 1
Laag en traag

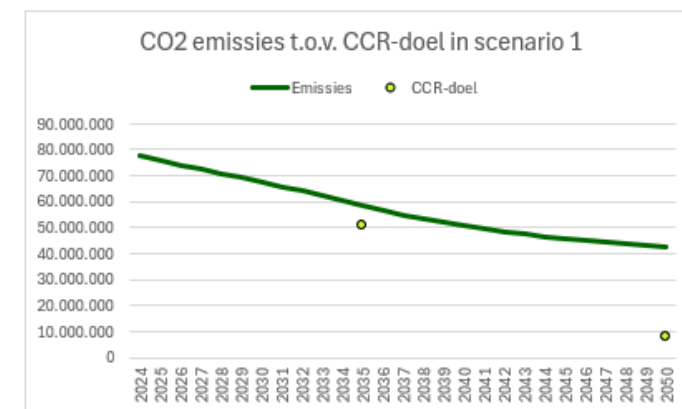
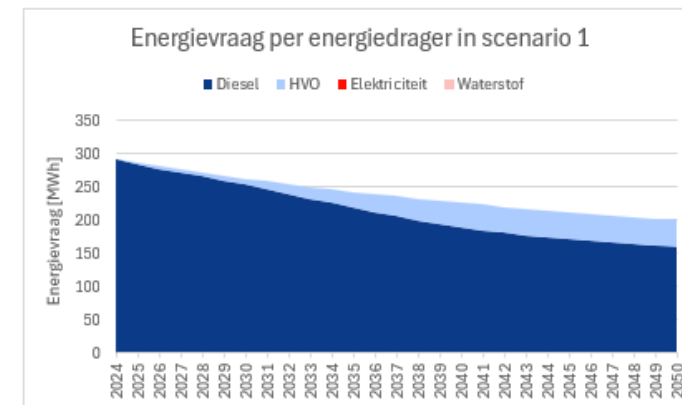
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		291.897	283.940	253.487	218.984	189.628	172.163	160.658
HVO		0	2.719	9.599	24.332	37.068	40.519	40.164	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		291.897	286.659	263.086	243.316	226.696	212.682	200.822	-31%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [l]		28.857.863	28.071.221	25.060.505	21.649.458	18.747.167	17.020.538	15.883.125
HVO [l]		0	285.731	1.008.692	2.556.913	3.895.347	4.257.990	4.220.728	
Elektriciteit [kWh]		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof [kg]		0	0	0	0	0	0	0	

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		77.866.519	75.743.943	67.620.194	58.416.245	50.585.056	45.926.134	42.857.077
HVO		0	0	0	0	0	0	0	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		77.866.519	75.743.943	67.620.194	58.416.245	50.585.056	45.926.134	42.857.077	-45%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		759.697.709	693.609.158	458.942.695	309.182.398	223.503.605	181.529.091	160.403.774
HVO		0	6.642.005	17.378.634	34.353.600	43.690.161	42.723.430	40.100.944	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		759.697.709	700.251.162	476.321.329	343.535.998	267.193.766	224.252.521	200.504.718	-74%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		25.278.889	22.253.162	11.766.446	5.910.765	3.036.409	1.766.586	1.217.025
HVO		0	213.096	445.556	656.752	593.553	415.772	304.256	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		25.278.889	22.466.258	12.212.002	6.567.517	3.629.962	2.182.358	1.521.281	-94%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 1 – toelichting uitkomsten



Scenario 1
Laag en traag

- In scenario 1, het laag en traag scenario, zal de omvang van de vloot met zo'n 12% dalen tussen 2024 en 2050, naar 3200 schepen. Net als in scenario 0 zal binnen deze vloot een verdere verschuiving van kleine naar grote schepen plaatsvinden. Dat leidt er mede toe dat het aantal gevaren kilometers nog harder daalt, met 23%.
- De projectie is dat in 2050 nog 80% van de schepen op diesel zal varen. De overige 20% wordt ingevuld door HVO, bij duurzaam bewuste klanten die bereid zijn de meerprijs te betalen.
- In dit scenario zal de binnenvaart krimpen door ongunstige omstandigheden en een reverse modal shift. Het vervoerd ladingsgewicht zal, zoals eerder genoemd, met zo'n 14% afnemen tussen 2024 en 2050, van 67,7 miljoen ton naar 58,4 miljoen ton. De vervoersprestatie daalt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 3,9 miljard tonkilometers.
- De energievraag daalt met 31% over de gehele periode en gaat richting de 201.000 MWh. Ondanks een gebrek aan investeringen worden er nog steeds algemene verbeteringen in de motorefficiëntie verwacht, waardoor deze zuiniger worden en minder verbruiken.
- De CO2 emissies nemen met zo'n 45% af tussen 2024 en 2050, van 77,8 miljoen kg naar 42,9 miljoen kg. Dit omdat de transitie naar Stage V-motoren wel doorzet.
- Emissies van NOX nemen met 79% af, van 759.000 kg naar 160.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt ook een gedeelte (20%) van HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen sterk af, met 94%. In 2050 zal er nog zo'n 1.500 kg worden uitgestoten.

Scenario 2a – uitkomsten logistiek



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
A met modal shift

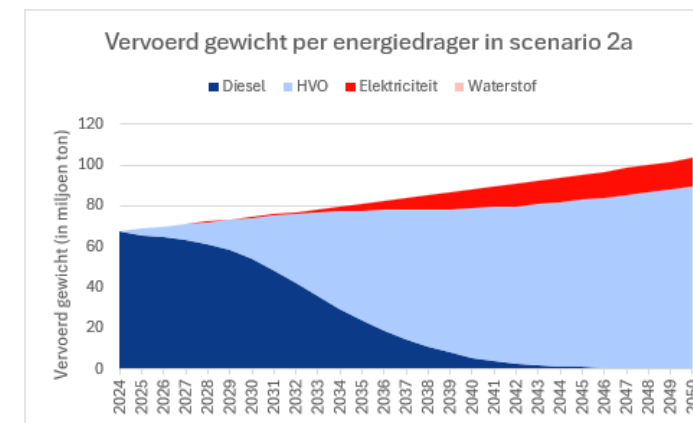
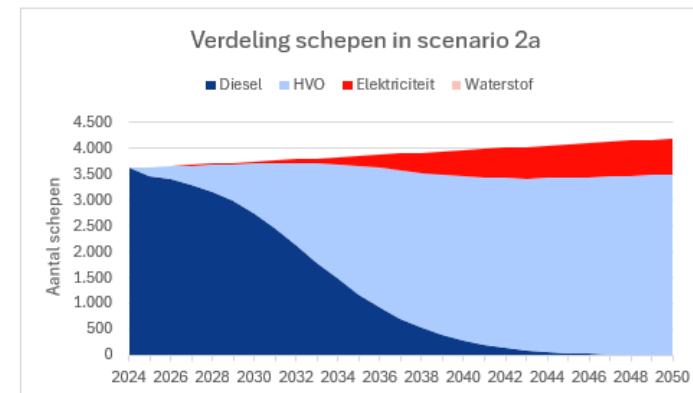
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.459	2.739	1.183	281	45	0	-100%
HVO	0	174	970	2.473	3.179	3.384	3.500		
Elektriciteit	0	5	35	197	503	649	697		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	3.618	3.639	3.744	3.852	3.964	4.079	4.197	+16%	

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	95%	73%	31%	7%	1%	0%
HVO	0%	5%	26%	64%	80%	83%	83%	
Elektriciteit	0%	0%	1%	5%	13%	16%	17%	
Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	5.899.566	4.827.163	2.177.622	541.692	90.044	0	-100%
HVO	0	293.195	1.678.655	4.405.623	5.832.079	6.392.207	6.806.832		
Elektriciteit	0	8.872	66.359	382.232	1.009.196	1.343.917	1.489.871		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	6.130.135	6.201.633	6.572.176	6.965.477	7.382.967	7.826.168	8.296.702	+35%	

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	65.320.867	53.961.042	23.649.586	5.698.209	956.302	0	-100%
HVO	0	3.433.086	20.098.953	53.944.229	73.034.744	81.878.385	89.190.842		
Elektriciteit	0	72.957	561.277	3.325.886	9.034.543	12.379.465	14.122.915		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	67.724.812	68.826.909	74.621.271	80.919.701	87.767.496	95.214.152	103.313.757	+53%	

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.437.508.034	3.670.438.940	1.615.011.584	390.869.875	65.701.621	0	-100%
HVO	0	232.417.161	1.361.205.537	3.654.799.272	4.950.143.230	5.551.733.674	6.049.953.949		
Elektriciteit	0	5.065.326	38.980.485	231.048.187	627.804.652	860.481.556	981.936.648		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	4.599.759.545	4.674.990.521	5.070.624.963	5.500.859.044	5.968.817.757	6.477.916.852	7.031.890.598	+53%	



Scenario 2a – uitkomsten energie



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
A met modal shift

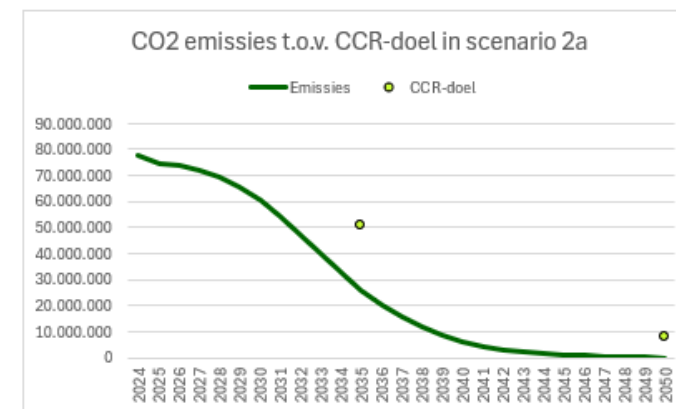
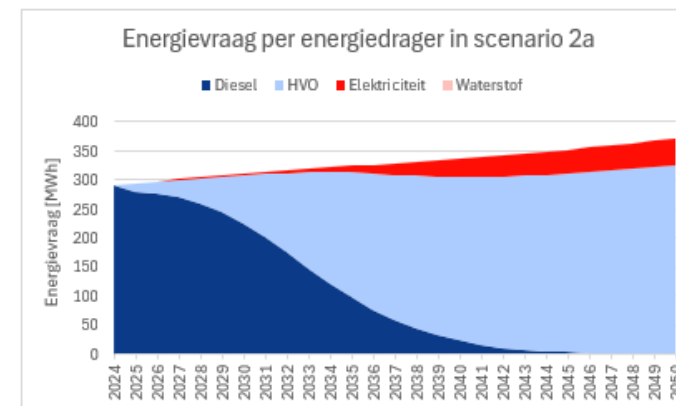
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	291.897	280.173	225.995	98.046	23.431	3.841	0	-100%
HVO	0	14.454	82.241	214.456	282.006	306.957	324.520		
Elektriciteit	0	266	2.010	11.678	31.094	41.740	46.627		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		291.897	294.893	310.245	324.181	336.532	352.538	371.148	+27%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [t]	28.857.863	27.698.802	22.342.562	9.693.161	2.316.502	379.712	0	-100%
HVO [l]	0	1.518.885	8.642.349	22.536.406	29.634.957	32.256.950	34.102.597		
Elektriciteit [kWh]	0	158.631	1.197.294	6.957.174	18.523.749	24.866.152	27.777.468		
Waterstof [kg]	0	0	0	0	0	0	0		

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	77.866.519	74.739.051	60.286.431	26.154.838	6.250.566	1.024.568	0	-100%
HVO	0	0	0	0	0	0	0		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		77.866.519	74.739.051	60.286.431	26.154.838	6.250.566	1.024.568	0	-100%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	759.697.709	684.407.078	409.167.965	138.430.938	27.617.329	4.049.742	0	-100%
HVO	0	35.307.488	148.898.048	302.789.584	332.385.246	323.656.841	324.007.183		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		759.697.709	719.714.566	558.066.012	441.220.522	360.002.575	327.706.583	324.007.183	-57%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	25.278.889	21.957.930	10.490.314	2.646.440	375.195	39.411	0	-100%
HVO	0	1.132.775	3.817.472	5.788.551	4.515.622	3.149.731	2.458.326		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		25.278.889	23.090.705	14.307.786	8.434.991	4.890.817	3.189.142	2.458.326	-90%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 2a – toelichting uitkomsten



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
A met modal shift

- In scenario 2a, het scenario 'Duurzaam met bestaande infrastructuur, met modal shift', zal de omvang van het aantal schepen actief op Vlaamse wateren stijgen, naar zo'n 4.200 schepen. De groei is het hoogst bij de kleinere schepen, die meer worden ingezet voor circulaire vervoersstromen, veelal op regionaal/nationaal niveau. Daarmee zal het aantal gevaren kilometers ook toenemen, met zo'n 35% richting 2050.
- De projectie is dat in 2050 het gros van de schepen op HVO zal varen (83%). De rest wordt ingevuld door elektriciteit. Net als in het basis scenario ligt het aandeel van elektriciteit bij kleine schepen hoger dan bij grote schepen, omdat elektrificatie voor hen beter geschikt is.
- In dit scenario zal er een modal shift vanaf de weg optreden, wat er toe leidt dat het vervoerd ladingsgewicht met zo'n 53% toeneemt tussen 2024 en 2050, van 67,7 miljoen ton naar 103,3 miljoen ton. De vervoersprestatie stijgt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 7 miljard tonkilometers.
- De energievraag stijgt met 27% over de gehele periode en gaat richting de 371.000 MWh. De stijging van het aantal gevaren kilometers en vervoerde tonnen wordt deels gecompenseerd door wederom algemene verbeteringen in de motorefficiëntie en gedeeltelijke elektrificatie van de vloot.
- Aangezien geen schip meer op diesel zal varen in 2050, worden alle CO2 emissies geëlimineerd.
- Emissies van NOX nemen met 57% af, van 759.000 kg naar 324.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt dit uitsluitend door HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen sterk af, met 90%. In 2050 zal er nog zo'n 2.500 kg worden uitgestoten.

Scenario 2b – uitkomsten logistiek



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
B zonder modal shift

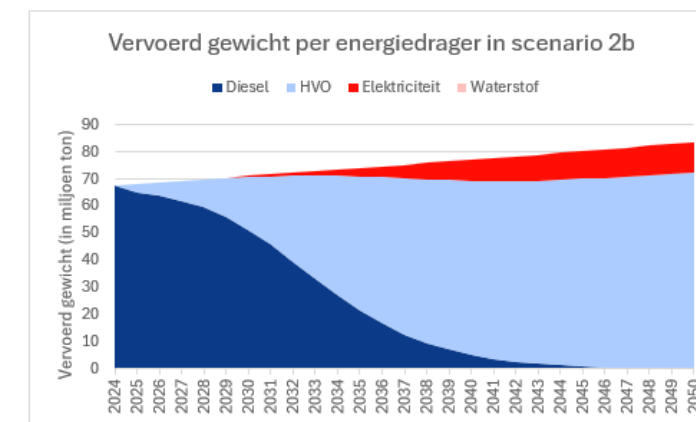
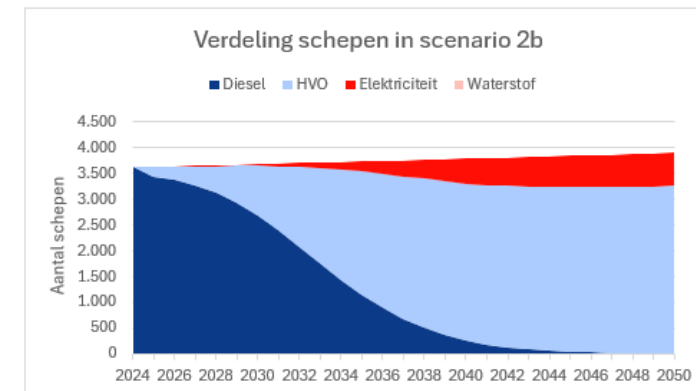
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.450	2.692	1.145	268	42	0	-100%
HVO	0	174	954	2.398	3.041	3.192	3.255		
Elektriciteit	0	5	35	190	479	608	643		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	3.618	3.628	3.681	3.734	3.788	3.842	3.898	+8%	

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	95%	73%	31%	7%	1%	0%
HVO	0%	5%	26%	64%	80%	83%	84%	
Elektriciteit	0%	0%	1%	5%	13%	16%	16%	
Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	5.865.582	4.661.823	2.040.522	491.976	79.303	0	-100%
HVO	0	291.538	1.622.462	4.138.712	5.324.715	5.671.648	5.868.935		
Elektriciteit	0	8.817	63.909	356.752	912.795	1.177.919	1.265.386		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	6.130.135	6.165.937	6.348.194	6.535.986	6.729.485	6.928.869	7.134.321	+16%	

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	64.797.440	51.401.136	21.590.711	4.974.757	799.014	0	-100%
HVO	0	3.406.122	19.168.603	49.447.255	64.334.646	69.301.120	72.524.304		
Elektriciteit	0	72.298	531.518	3.009.374	7.810.027	10.222.955	11.139.829		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	67.724.812	68.275.861	71.101.257	74.047.340	77.119.430	80.323.090	83.664.133	+24%	

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.401.772.559	3.495.458.465	1.473.737.163	341.020.811	54.848.856	0	-100%
HVO	0	230.583.017	1.297.900.289	3.348.707.878	4.357.772.813	4.695.100.411	4.914.434.279		
Elektriciteit	0	5.019.457	36.907.345	208.994.464	542.468.546	710.168.478	773.973.119		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal	4.599.759.545	4.637.375.033	4.830.266.099	5.031.439.505	5.241.262.170	5.460.117.745	5.688.407.398	+24%	



Scenario 2b – uitkomsten energie



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
B zonder modal shift

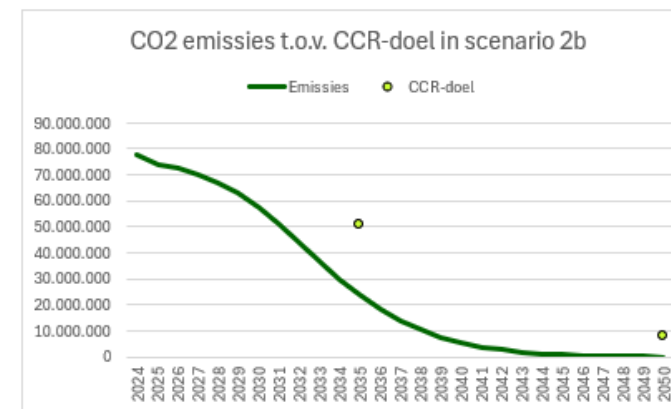
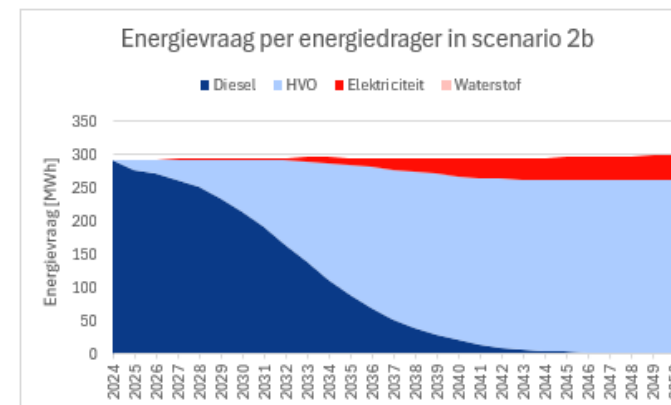
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		291.897	277.869	214.995	89.297	20.388	3.195	0
HVO		0	14.337	78.337	196.131	247.587	258.666	262.440	
Elektriciteit		0	264	1.902	10.551	26.821	34.371	36.651	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		291.897	292.470	295.233	295.979	294.795	296.233	299.091	+2%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [t]		28.857.863	27.470.962	21.255.056	8.828.183	2.015.620	315.894	0
HVO [t]		0	1.506.646	8.232.123	20.610.669	26.017.920	27.182.257	27.578.862	
Elektriciteit [kWh]		0	157.177	1.132.859	6.285.488	15.978.026	20.476.171	21.834.206	
Waterstof [kg]		0	0	0	0	0	0	0	

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		77.866.519	74.124.275	57.352.038	23.820.888	5.438.703	852.370	0
HVO		0	0	0	0	0	0	0	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		77.866.519	74.124.275	57.352.038	23.820.888	5.438.703	852.370	0	-100%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		759.697.709	678.777.392	389.252.042	126.077.929	24.030.215	3.369.105	0
HVO		0	35.023.005	141.830.314	276.916.200	291.816.618	272.738.854	262.025.482	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		759.697.709	713.800.397	531.082.355	402.994.129	315.846.832	276.107.959	262.025.482	-66%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		25.278.889	21.777.312	9.979.706	2.410.283	326.463	32.787	0
HVO		0	1.123.648	3.636.268	5.293.919	3.964.476	2.654.212	1.988.055	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		25.278.889	22.900.960	13.615.974	7.704.202	4.290.939	2.686.999	1.988.055	-92%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 2b – toelichting uitkomsten



Scenario 2 Duurzaam met
bestaande infrastructuur
B zonder modal shift

- In scenario 2b, het scenario 'Duurzaam met bestaande infrastructuur, zonder modal shift', zal de omvang van het aantal schepen actief op Vlaamse wateren licht stijgen, naar zo'n 3.800 schepen. De groei is het hoogst bij de kleinere schepen, die meer worden ingezet voor circulaire vervoersstromen, veelal op regionaal/nationaal niveau. Daarmee zal het aantal gevaren kilometers ook toenemen, met zo'n 16% richting 2050.
- De projectie is dat in 2050 het gros van de schepen op HVO zal varen (84%). De rest wordt ingevuld door elektriciteit. Net als in het basis scenario ligt het aandeel van elektriciteit bij kleine schepen hoger dan bij grote schepen, omdat elektrificatie voor hen beter geschikt is.
- In dit scenario zal er geen modal shift optreden en is de verwachte groei van het vervoerd ladingsgewicht gelijk aan dat in het basis scenario, namelijk zo'n 24% tussen 2024 en 2050. Dit betreft een stijging van 67,7 miljoen ton naar 84 miljoen ton. De vervoersprestatie stijgt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 5,7 miljard tonkilometers.
- De energievraag stijgt met 2% over de gehele periode en gaat richting de 300.000 MWh. De stijging van het aantal gevaren kilometers en vervoerde tonnen wordt nagenoeg volledig gecompenseerd door wederom algemene verbeteringen in de motorefficiëntie en gedeeltelijke elektrificatie van de vloot.
- Aangezien geen schip meer op diesel zal varen in 2050, worden alle CO2 emissies geëlimineerd.
- Emissies van NOX nemen met 66% af, van 759.000 kg naar 262.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt dit uitsluitend door HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen sterk af, met 92%. In 2050 zal er nog zo'n 2.000 kg worden uitgestoten.

Scenario 3a – uitkomsten logistiek



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur
A met modal shift

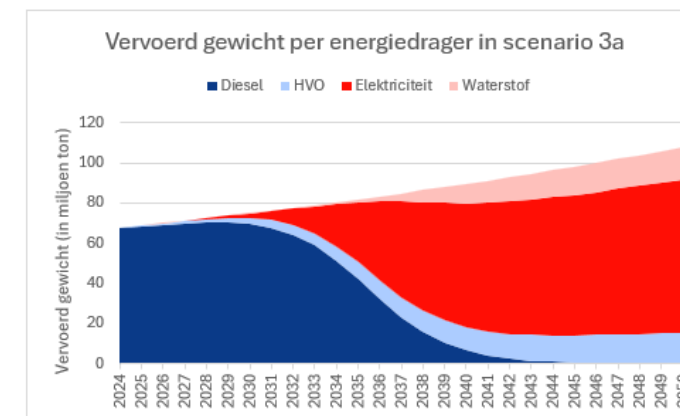
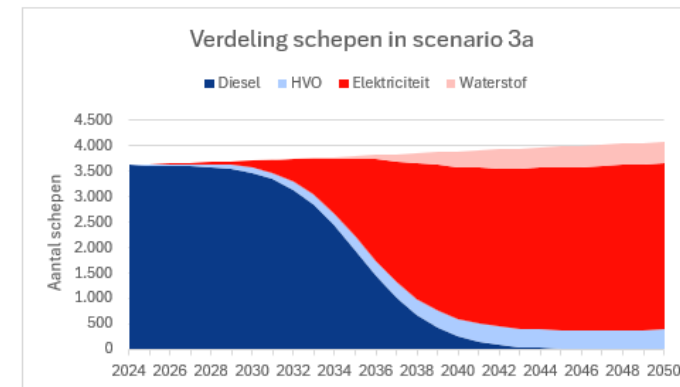
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.609	3.468	1.945	254	16	0	-100%
HVO	0	18	102	263	342	369	387		
Elektriciteit	0	7	143	1.539	2.989	3.191	3.261		
Waterstof	0	0	3	54	304	404	426		
Totaal	3.618	3.634	3.716	3.801	3.889	3.980	4.075	+13%	

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	99%	93%	51%	7%	0%	0%
HVO	0%	0%	3%	7%	9%	9%	9%	
Elektriciteit	0%	0%	4%	40%	77%	80%	80%	
Waterstof	0%	0%	0%	1%	8%	10%	10%	
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	6.140.186	6.023.619	3.433.964	451.360	28.996	0	-100%
HVO	0	26.759	157.136	422.942	574.140	645.248	704.469		
Elektriciteit	0	12.798	253.913	2.771.662	5.472.475	5.944.963	6.188.681		
Waterstof	0	220	4.723	88.421	516.273	713.580	781.207		
Totaal	6.130.135	6.179.963	6.439.391	6.716.989	7.014.249	7.332.786	7.674.357	+25%	

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	68.258.716	69.347.236	42.078.257	6.475.083	459.394	0	-100%
HVO	0	479.144	2.931.870	8.222.889	11.631.464	13.621.219	15.496.176		
Elektriciteit	0	127.710	2.635.297	29.966.258	61.730.995	70.073.385	76.333.809		
Waterstof	0	3.629	81.400	1.592.706	9.719.820	14.041.272	16.065.669		
Totaal	67.724.812	68.869.198	74.995.802	81.860.110	89.557.363	98.195.270	107.895.654	+59%	

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.635.397.313	4.705.148.101	2.848.213.413	435.294.038	30.783.580	0	-100%
HVO	0	31.765.575	194.372.882	545.149.271	771.126.048	903.039.990	1.027.343.173		
Elektriciteit	0	8.734.489	179.967.534	2.043.378.702	4.203.152.578	4.764.172.977	5.182.316.499		
Waterstof	0	241.448	5.413.682	105.896.899	646.090.091	933.121.639	1.067.422.980		
Totaal	4.599.759.545	4.676.138.826	5.084.902.199	5.542.638.285	6.055.662.754	6.631.118.185	7.277.082.651	+58%	



Scenario 3a – uitkomsten energie



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur
A met modal shift

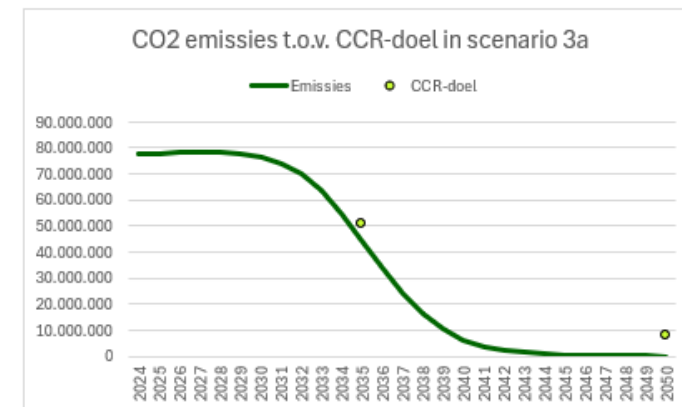
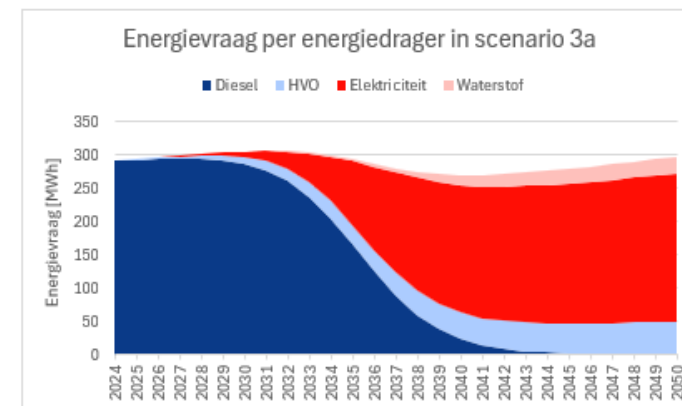
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	291.897	292.205	286.560	166.444	23.905	1.614	0	-100%
HVO	0	1.791	10.629	28.902	39.625	44.958	49.534		
Elektriciteit	0	432	8.669	95.784	191.632	211.172	223.223		
Waterstof	0	6	138	2.636	15.721	22.188	24.793		
Totaal		291.897	294.434	305.996	293.766	270.883	279.931	297.550	+2%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [l]	28.857.863	28.888.291	28.330.197	16.455.138	2.363.338	159.523	0	-100%
HVO [l]	0	188.204	1.116.929	3.037.237	4.163.992	4.724.446	5.205.317		
Elektriciteit [kWh]	0	257.471	5.164.638	57.061.670	114.161.800	125.802.283	132.981.126		
Waterstof [kg]	0	347	7.614	145.643	868.659	1.225.991	1.369.962		

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	77.866.519	77.948.622	76.442.731	44.400.527	6.376.941	430.438	0	-100%
HVO	0	0	0	0	0	0	0		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		77.866.519	77.948.622	76.442.731	44.400.527	6.376.941	430.438	0	-100%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	759.697.709	713.798.047	518.821.832	235.000.753	28.175.697	1.701.361	0	-100%
HVO	0	4.374.933	19.243.435	40.807.033	46.703.272	47.403.714	49.455.471		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		759.697.709	718.172.979	538.065.267	275.807.786	74.878.969	49.105.075	49.455.471	-93%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	25.278.889	22.900.885	13.301.637	4.492.604	382.781	16.557	0	-100%
HVO	0	140.362	493.366	780.125	634.488	461.319	375.231		
Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0		
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0		
Totaal		25.278.889	23.041.246	13.795.003	5.272.729	1.017.269	477.876	375.231	-99%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 3a – toelichting uitkomsten



Scenario 3 Sterke innovatie
met nieuwe infrastructuur
A met modal shift

- In scenario 3a, het scenario 'Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur, met modal shift', zal de omvang van het aantal schepen actief op Vlaamse wateren stijgen, naar zo'n 4.100 schepen. De consolidatie richting grotere schepen zet net als in het basis scenario door; de hoeveelheid kleine schepen blijft nagenoeg gelijk. Daarmee zal het aantal gevaren kilometers ook toenemen, met zo'n 25% richting 2050.
- De projectie is dat in 2050 het gros van de schepen op elektriciteit zal varen (80%). De rest wordt ingevuld door HVO en waterstof/methanol. Laatstgenoemde zal vooral worden ingezet bij grotere containerschepen.
- In dit scenario zal er een modal shift vanaf de weg optreden, wat er toe leidt dat het vervoerd ladingsgewicht met zo'n 59% toeneemt tussen 2024 en 2050, van 67,7 miljoen ton naar 107,9 miljoen ton. De vervoersprestatie stijgt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 7,3 miljard tonkilometers.
- Ondanks de modal shift blijft de energievraag nagenoeg gelijk, en ligt deze zo'n 2% hoger in 2050 (298.000 MWh) dan in 2024. De stijging van het aantal gevaren kilometers en vervoerde tonnen wordt gecompenseerd door wederom algemene verbeteringen in de motorefficiëntie en verregaande elektrificatie van de vloot.
- Aangezien geen schip meer op diesel zal varen in 2050, worden alle CO2 emissies geëlimineerd.
- Emissies van NOX nemen met 93% af, van 759.000 kg naar 49.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt dit uitsluitend door het geringe aandeel HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen zeer sterk af, met 99%. In 2050 zal er nog zo'n 0.375 kg worden uitgestoten.

Scenario 3b – uitkomsten logistiek



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur B zonder modal shift

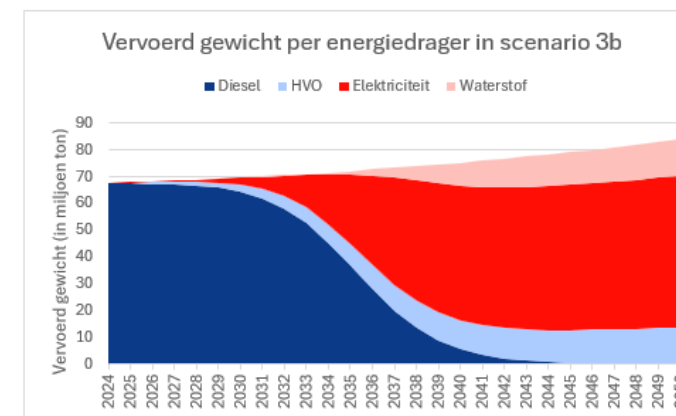
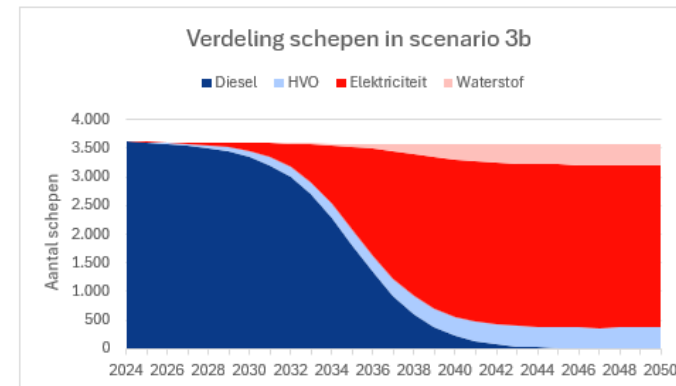
Omvang vloot [aantal schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	3.618	3.588	3.354	1.822	231	14	0	-100%
HVO	0	18	101	258	333	357	371		
Elektriciteit	0	7	140	1.456	2.744	2.845	2.828		
Waterstof	0	0	3	48	267	353	371		
Totaal	3.618	3.614	3.597	3.583	3.575	3.570	3.569	-1%	

Verdeling vloot [% schepen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	100%	99%	93%	51%	6%	0%	0%
HVO	0%	0%	3%	7%	9%	10%	10%	
Elektriciteit	0%	0%	4%	41%	77%	80%	79%	
Waterstof	0%	0%	0%	1%	7%	10%	10%	
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Gevaren kilometers [kilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	6.130.135	6.067.570	5.614.012	3.018.236	379.539	23.836	0	-100%
HVO	0	26.672	154.092	408.044	544.961	602.552	647.219		
Elektriciteit	0	12.800	237.888	2.439.705	4.540.104	4.663.949	4.606.955		
Waterstof	0	191	4.057	75.315	435.888	596.925	647.219		
Totaal	6.130.135	6.107.232	6.010.048	5.941.301	5.900.492	5.887.263	5.901.393	-4%	

Vervoerd gewicht [tonnen]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	67.724.812	67.374.667	64.333.453	36.964.510	5.537.523	385.086	0	-100%
HVO	0	476.806	2.847.099	7.792.267	10.756.111	12.291.883	13.646.099		
Elektriciteit	0	126.960	2.434.022	25.916.535	50.370.882	54.331.738	56.608.829		
Waterstof	0	3.407	74.960	1.438.264	8.603.292	12.177.089	13.646.099		
Totaal	67.724.812	67.981.840	69.689.535	72.111.575	75.267.808	79.185.797	83.901.026	+24%	

Vervoersprestatie [tonkilometers]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	4.599.759.545	4.574.005.853	4.357.380.344	2.494.263.782	370.848.814	25.705.158	0	-100%
HVO	0	31.610.621	188.752.848	516.600.480	713.093.167	814.909.568	904.689.406		
Elektriciteit	0	8.682.995	165.962.342	1.761.821.092	3.414.336.847	3.672.710.896	3.816.854.638		
Waterstof	0	225.850	4.969.618	95.351.939	570.368.673	807.299.152	904.689.406		
Totaal	4.599.759.545	4.614.525.319	4.717.065.152	4.868.037.294	5.068.647.502	5.320.624.773	5.626.233.451	+22%	



Scenario 3b – uitkomsten energie



Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur
B zonder modal shift

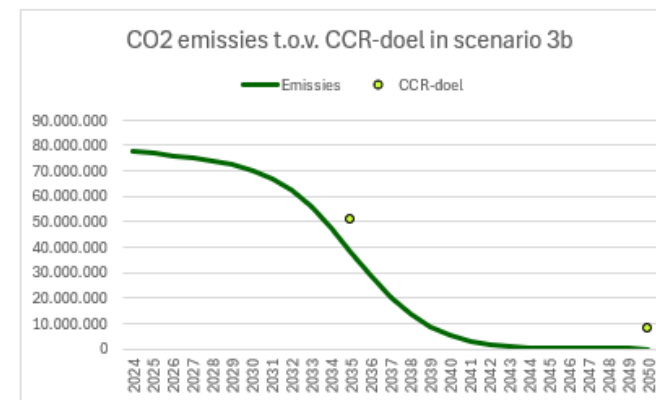
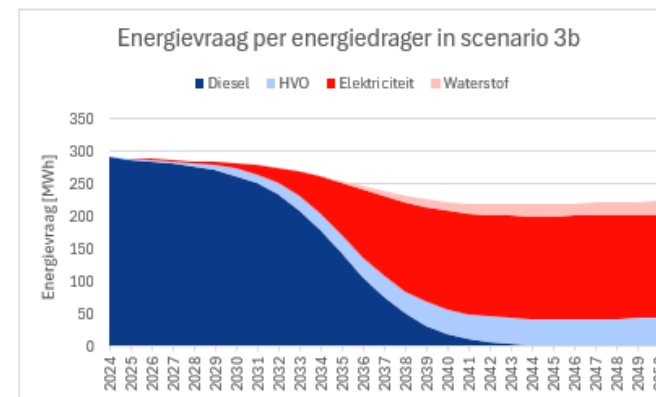
Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		291.897	287.964	263.363	143.743	20.009	1.323	0
HVO		0	1.782	10.321	27.389	36.643	40.570	43.620	
Elektriciteit		0	430	7.942	81.508	152.675	158.734	159.474	
Waterstof		0	6	125	2.340	13.699	18.970	20.789	
Totaal		291.897	290.181	281.751	254.980	223.026	219.598	223.883	-23%

Brandstofverbruik	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel [l]		28.857.863	28.468.972	26.036.881	14.210.893	1.978.157	130.806	0
HVO [l]		0	187.286	1.084.634	2.878.181	3.850.621	4.263.373	4.583.858	
Elektriciteit [kWh]		0	255.922	4.731.243	48.556.889	90.953.569	94.563.210	95.003.956	
Waterstof [kg]		0	319	6.881	129.286	756.966	1.048.219	1.148.685	

CO2 emissies [kg]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		77.866.519	76.817.185	70.254.727	38.344.933	5.337.617	352.951	0
HVO		0	0	0	0	0	0	0	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		77.866.519	76.817.185	70.254.727	38.344.933	5.337.617	352.951	0	-100%

NOX emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		759.697.709	703.437.147	476.823.438	202.950.023	23.583.578	1.395.087	0
HVO		0	4.353.592	18.687.036	38.670.019	43.188.509	42.777.442	43.551.018	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		759.697.709	707.790.739	495.510.474	241.620.042	66.772.087	44.172.529	43.551.018	-94%

PM emissies [g]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel		25.278.889	22.568.475	12.224.876	3.879.878	320.395	13.577	0
HVO		0	139.677	479.101	739.270	586.738	416.297	330.433	
Elektriciteit		0	0	0	0	0	0	0	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		25.278.889	22.708.152	12.703.977	4.619.148	907.133	429.874	330.433	-99%



CCR-doelen: -35% in 2035 en -90% in 2050, t.o.v. 2015. Worden hier t.o.v. 2024 weergegeven.

Scenario 3b – toelichting uitkomsten



Scenario 3 Sterke innovatie
met nieuwe infrastructuur
B zonder modal shift

- In scenario 3b, het scenario 'Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur, zonder modal shift', zal de omvang van het aantal schepen actief op Vlaamse wateren nagenoeg gelijk blijven, naar zo'n 3.600 schepen. De consolidatie richting grotere schepen zet net als in het basis scenario door. Daarmee zal het aantal gevaren kilometers licht afnemen omdat grote schepen meer kunnen vervoeren, met zo'n 4% richting 2050.
- De projectie is dat in 2050 het gros van de schepen op elektriciteit zal varen (80%). De rest wordt ingevuld door HVO en waterstof/methanol. Laatstgenoemde zal vooral worden ingezet bij grotere containerschepen.
- In dit scenario zal er geen modal shift optreden en is de verwachte groei van het vervoerd ladingsgewicht gelijk aan dat in het basis scenario, namelijk zo'n 24% tussen 2024 en 2050. Dit betreft een stijging van 67,7 miljoen ton naar 84 miljoen ton. De vervoersprestatie stijgt met grofweg hetzelfde percentage van 4,6 miljard tonkilometers naar 5,6 miljard tonkilometers.
- De energievraag daalt met 23% over de gehele periode en gaat richting de 224.000 MWh. Verregaande elektrificatie van de vloot, algemene verbeteringen in de motorefficiëntie, en de verschuiving richting grote schepen leiden tot een hoger rendement en daarmee daling van de energievraag, ondanks de stijging van het aantal gevaren kilometers en vervoerde tonnen.
- Aangezien geen schip meer op diesel zal varen in 2050, worden alle CO2 emissies geëlimineerd.
- Emissies van NOX nemen met 93% af, van 759.000 kg naar 44.000 kg. In 2024 is dit allemaal ten gevolge van de verbranding van diesel; in 2050 komt dit uitsluitend door het geringe aandeel HVO.
- De emissies van fijnstof (PM) nemen zeer sterk af, met 99%. In 2050 zal er nog zo'n 0.330 kg worden uitgestoten.

Samenvatting resultaten

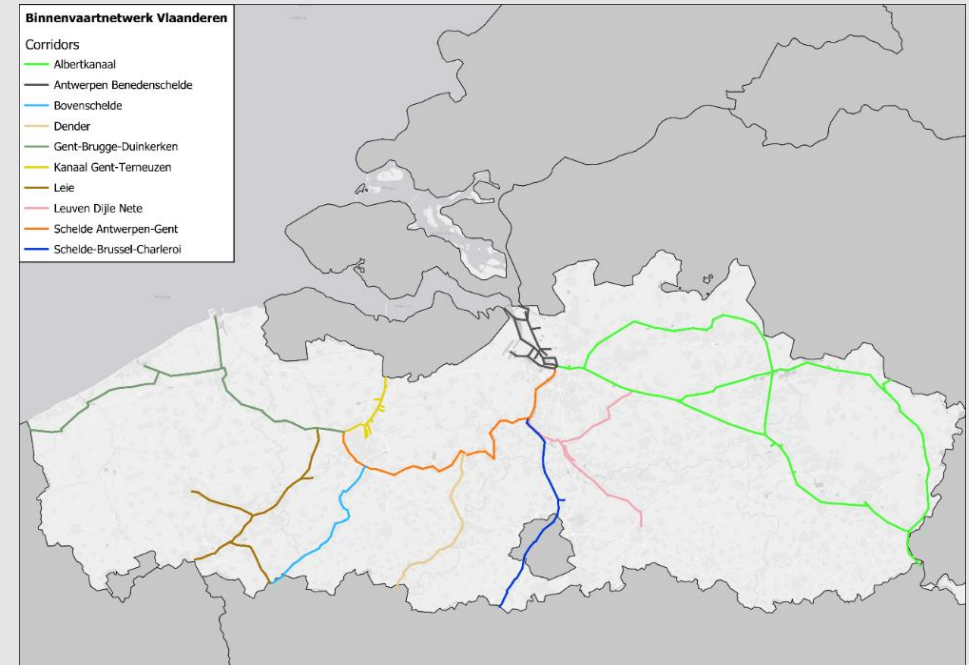
- In de tabel rechts staan een overzicht van de relatieve verschillen per scenario tussen 2050 en 2024.
- In scenario's 2a en 3a neemt de omvang van de vloot toe door een modal shift vanaf de weg. Dit leidt ook tot de hoogste stijging van het aantal gevaren kilometers, vervoerd ladingsgewicht en de vervoersprestatie.
- Ook in scenario 2b neemt de vloot in omvang toe. Dit komt vooral door kleine schepen die worden ingezet in de circulaire economie, bijvoorbeeld voor het vervoer van afvalstromen.
- In scenario 0, het basis scenario, wordt er meer vervoerd in 2050, maar wordt dit vaker gedaan door grote schepen. Mede daarom blijft het aantal gevaren kilometers en de energievraag nagenoeg gelijk.
- Scenario 1 is het meest negatieve scenario. Alleen noodzakelijke investeringen worden gedaan en er is weinig innovatie. Daardoor krimpt de binnenvaart in alle beschouwde opzichten.
- Voor alle scenario's geldt dat de emissies van CO2, NOX en PM sterk dalen richting 2050. Dit komt deels door de transitie naar alternatieve brandstoffen, en deels door de verdere penetratie van Stage V motoren in de sector.

Scenario	0	1	2a	2b	3a	3b
Omvang vloot [aantal schepen]	-1%	-12%	+16%	+8%	+13%	-1%
Gevaren kilometers [kilometers]	-4%	-23%	+35%	+16%	+25%	-4%
Vervoerd gewicht [tonnen]	+24%	-14%	+53%	+24%	+60%	+24%
Vervoersprestatie [tonkilometers]	+22%	-15%	+53%	+24%	+58%	+22%
Energievraag [kWh]	+3%	-28%	+38%	+11%	+37%	+3%
CO2 emissies [kg]	-53%	-45%	-100%	-100%	-100%	-100%
NOX emissies [kg]	-71%	-74%	-57%	-66%	-94%	-94%
PM emissies [g]	-93%	-94%	-90%	-92%	-99%	-99%

Uitvoer rekenmodel – verschil 2050 t.o.v. 2024

Naar locatiekeuze

- Om locaties te kunnen bepalen voor bunker-/laadinfrastructuur voor (alternatieve) energiedragers, dient de berekende energievraag per energiedrager uit de simulaties toegedeeld te worden op het Vlaamse waterwegennetwerk.
- Hiervoor is het netwerk in negen corridors verdeeld, met splitsingen bij kruisingen en grotere plaatsen. De verdeling is rechts op een kaart weergegeven. Over het algemeen is het beeld dat schepen maar één corridor gebruiken, bijvoorbeeld om vanuit Gent naar Oostende te varen.
- Vanzelfsprekend liggen deze negen corridors niet in isolatie en kunnen schepen twee of meer corridors doorkruisen. Het is dan lastiger te zeggen waar de energievraag precies zal landen. Schepen die tussen Antwerpen en Brussel opereren bijvoorbeeld zullen in de Antwerpse haven varen, deels over de Schelde richting Gent, en verder over het Zeekanaal Brussel-Schelde langs Willebroek.
- Een corridor bestaat over het algemeen uit een grotere vaarweg en zijn zijtakken. Een voorbeeld is het Albertkanaal (in lichtgroen) en de zijkanalen zoals het Kanaal Bocholt-Herenthals. Het ligt in de lijn der verwachting dat schepen op deze zijkanalen ook op het Albertkanaal actief zijn, en daar zullen bunkeren.



Energievraag per vaarweg

Om de energievraag per corridor te bepalen, is een verdeelsleutel opgesteld op basis van de gevaren tonkilometers per corridor in het basisjaar. Hiervoor is per reis bekeken welke corridors worden aangedaan en hoeveel kilometers daaroverheen worden gevaren. Dat is vervolgens voor alle reizen bij elkaar opgeteld, waarna aandelen per corridor berekend kunnen worden. Het resultaat is te zien in onderstaande tabel. Ter referentie zijn ook de gevaren kilometers en het aandeel in het totaal weergegeven.

CORRIDOR	Kilometers	Tonkilometers	Aandeel kilometers	Aandeel tonkilometers
Albertkanaal	2.709.125	2.170.159.230	42,2%	46,9%
Bovenschelde	827.940	543.853.937	12,9%	11,8%
Schelde Antwerpen-Gent	844.077	504.573.534	13,1%	10,9%
Antwerpen Benedenschelde	528.364	476.510.450	8,2%	10,3%
Kanaal Gent-Terneuzen	474.840	331.456.566	7,4%	7,2%
Schelde-Brussel-Charleroi	358.716	282.128.703	5,6%	6,1%
Leie	354.013	181.618.897	5,5%	3,9%
Gent-Brugge-Duinkerken	236.092	99.809.109	3,7%	2,2%
Leuven Dijle Nete	76.864	31.262.009	1,2%	0,7%
Dender	11.208	2.504.286	0,2%	0,1%

Bijna de helft (47%) van de tonkilometers in Vlaanderen wordt afgelegd op het Albertkanaal en zijkanalen. In 2024 betrof dit zo'n 2,2 miljard tonkilometer. Er werd ook veel gevaren op de Bovenschelde, de Schelde tussen Antwerpen en Gent, en op de Benedenschelde en rond Antwerpen. Voor elk van deze lag het aandeel rond de 10-12%.

IV. Locatiekeuze en ruimtebeslag



INHOUDSTAFEL – IV. Locatiekeuze en ruimtebeslag

1	Introductie	115
2	Uitgangspunten	117
3	Locatie selectiemodel	130
4	Locatiestrategie Overslaglocaties vloeibare brandstoffen	134
5	Locatiestrategie wisselstations en laadpunten ligplaatsen	140
6	Ingroei locaties door de jaren heen	181

1. Introductie

Doel van dit deelrapport

- Dit deelrapport bevat een locatiestrategie voor locaties met aanbod van alternatieve energiedragers voor de binnenvaart.
- Het locatie-aanbod in deze locatiestrategie is gebaseerd op de behoefte aan alternatieve energiedragers in 2050 die voort komt uit het prognosemodel uit de voorgaande fase van deze studie.
- Dit inzicht kan als vertrekpunt worden gebruikt voor de verdere uitwerking van de uitrolstrategie van aanbod van alternatieve energiedragers langs de vaarwegen in Vlaanderen.
- De strategie benoemt niet alleen locaties, maar toont ook de voorwaarden voor verschillende type locaties en laat zien hoe tot een locatiekeuze kan worden gekomen. Hiermee kan de opdrachtgever zelfstandig aan de slag met een nadere uitwerking, samen met stakeholders.

Leeswijzer

- De uitgangspunten voor het inplannen van een locatie staan omschreven in **hoofdstuk 2**.
- **Hoofdstuk 3** toont het model waarmee tot de juiste locatie gevonden kan worden.
- De locatiestrategie voor overslaglocaties voor vloeibare brandstoffen is te vinden in **hoofdstuk 4**.
- **Hoofdstuk 5** bevat de locatiestrategie voor batterijwisselstations en voor laadpunten bij ligplaatsen.
- In **hoofdstuk 6** zijn tot slot de richtlijnen te vinden voor ingroei van locaties door de jaren heen.



2. Uitgangspunten

- In dit hoofdstuk staan de uitgangspunten samengevat die gehanteerd zijn bij de locatiestrategie.
- Ook zijn hierbij de voorbehouden genoemd die in acht genomen dienen te worden bij de verdere uitwerking van een uitrolstrategie van bunkerlocaties en wisselstations voor de binnenvaart in Vlaanderen

2.1 Behoeftte alternatieve energiedragers

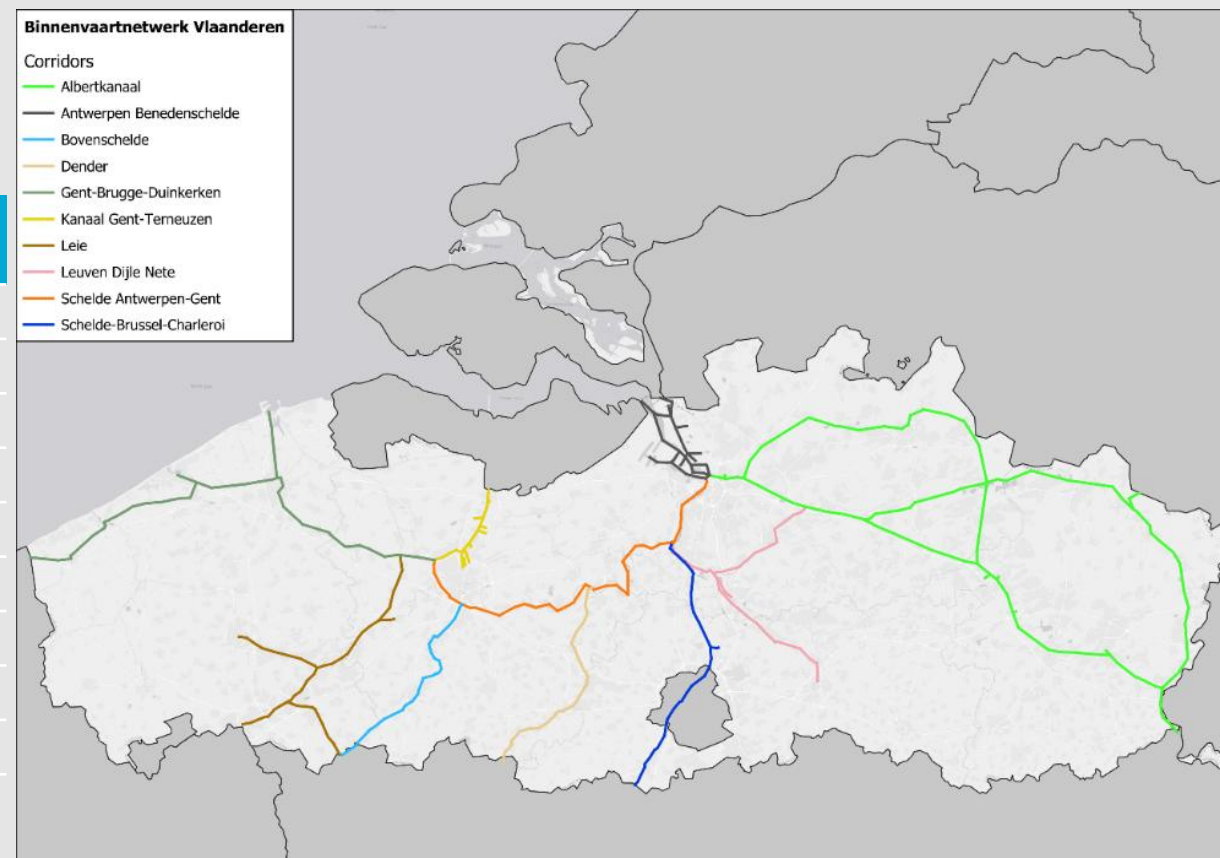
- In de voorgaande fase van deze studie is een prognose gemaakt van de behoefte aan alternatieve energiedragers richting 2050 in vier scenario's: Scenario 0 Baseline; Scenario 1 Laag en traag; Scenario 2 Duurzaam met bestaande infrastructuur; en Scenario 3 Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur. Scenario Baseline is als vertrekpunt genomen voor deze locatiestrategie. Daarnaast wordt in deze strategie steeds aangegeven wat verandert als één van de andere scenario's optreden.
- In Scenario Baseline daalt de behoefte aan diesel en stijgt de behoefte aan alternatieve energiedragers, maar de totale behoefte blijft ongeveer gelijk, zie onderstaande figuur. Dit geldt overigens ook voor de scenario's 2 en 3.
- De energiebehoefte is in de voorgaande analyse ook voor alle scenario's verdeeld over verschillende type alternatieve energiedragers (diesel, HVO, elektriciteit, waterstof). Voor deze locatiestrategie is de verdeling van de energiebehoefte over verschillende energiedragers in 2050 uit het basisscenario als vertrekpunt genomen. Aanvullend geven we aan op welke onderdelen de locatiestrategie gaat veranderen in het geval van de andere scenario's.
- De energiebehoefte is in deze analyse ook verdeeld over de Vlaamse vaarwegen op basis van het aantal vaarbewegingen van verschillende type schepen per vaarweg. Zie kaart volgende pagina. Ook is er een logische clustering gemaakt van vaarwegen –corridor genoemd- zodat er per corridor onderzocht kan worden welke locaties er nodig zijn met aanbod van alternatieve energiedragers.

Per jaar		2024	2030	2035	2040	2045	2050
Totale energievraag [MWh] - per brandstof in scenario Baseline	Diesel	291.897	255.071	197.797	151.448	137.398	136.742
	HVO	0	25.275	62.682	79.070	83.218	85.676
	Elektriciteit	0	3.027	16.020	39.252	48.974	51.332
	Waterstof	0	0	0	0	0	0
	Totaal	291.897	283.373	276.498	269.770	269.591	273.750

2.1 Behoefted alternatieve energiedragers

Tabel onder en figuur rechts:
verdeling gevaren kilometers per vaarweg

Corridor	Kilometers	Tonkilometers	Km - % totaal	Tkm - % totaal
Albertkanaal	2.709.125	2.170.159.230	42,2%	46,9%
Bovenschedde	827.940	543.853.937	12,9%	11,8%
Schedde Antwerpen-Gent	844.077	504.573.534	13,1%	10,9%
Antwerpen Benedenschedde	528.364	476.510.450	8,2%	10,3%
Kanaal Gent-Terneuzen	474.840	331.456.566	7,4%	7,2%
Schedde-Brussel-Charleroi	358.716	282.128.703	5,6%	6,1%
Leie	354.013	181.618.897	5,5%	3,9%
Gent-Brugge-Duinkerken	236.092	99.809.109	3,7%	2,2%
Leuven Dijle Nete	76.864	31.262.009	1,2%	0,7%
Dender	11.208	2.504.286	0,2%	0,1%



Aandachtspunten

- De verdeling van energiebehoefte per energiedrager is voor deze studie gedaan o.b.v. vaarbewegingen in kilometers op de Vlaamse vaarwegen. In de praktijk kan de behoefte afwijken omdat:
 - Over verschillende vaar tracés een verschillende samenstelling van type schepen varen met verschillende soorten behoefte aan energiedragers. Dit vraagt om een verdiepende studie in het vervolg
 - Er enkel rekening is gehouden met energievraag vanuit de vaarbewegingen op de Vlaamse waterwegen in lijn met de opdracht, en niet met de energiebehoefte die in Vlaanderen veroorzaakt kan worden door vaarbewegingen die over de grens gaan. Ter toelichting:
 - Momenteel worden bunkerschepen gevuld in de zeehavens Antwerpen, Zeebrugge, Gent en Oostende; vandaaruit wordt er varend op de binnenvaarwegen gebunkerd en ook deze bunkerschepen bunkeren in de zeehavens.
 - Uit een sanity check is de totale energiebehoefte vanuit het huidige bunkergedrag afgezet tegen de energievraag die voort komt uit onze berekeningen o.b.v. vaarbewegingen op de Vlaamse vaarwegen.
 - Hieruit blijkt dat bijna 22% van de totale energiebehoefte naar vaarbewegingen op de Vlaamse vaarwegen gaat.
 - Het grootste verschil is te vinden in bunkering in haven Antwerpen (zie kaart volgende pag.). De aanname is dat het grootste deel van de schepen die verantwoordelijk is voor de overige 78% bunkerbehoefte vaart vanuit Antwerpen direct richting Nederland.
 - Aanname is dat deze behoefte met name vanuit grote binnenvaartschepen komen en gericht is op vloeibare brandstoffen. Deze behoefte kan in de zeehavens bij de bestaande bunkerlocaties worden ingevuld. Ook dit vraagt om een verdiepende studie in het vervolg.
- Deze locatiestrategie moet dus beschouwd worden als indicatief. Het is vooral een methodiek om tijdig tot voldoende locaties op de juiste plek te komen.

2.2 Behoeftelocaties met aanbod alternatieve energiedragers

- We hanteren drie verschillende type locaties:
 1. **Overslaglocaties vloeibare brandstoffen** (ofwel: Jetty's) voor diesel of HVO naar bunkerschepen die containerschepen en natte- en droge bulkschepen varende bunkeren in de zeehavens of op de vaarwegen. Als een dergelijke bunkerstrategie niet toereikend is dan komen de vaste brandstof bunkerpunten aan wal in beeld.
 2. **Wisselstations** voor elektrische container- en droge bulkschepen, deze locaties kunnen uitgebreid worden met waterstofcontainers
 3. **Laadpunten publieke ligplaatsen en bij klant** voor opladen gedurende de nacht door kleine bulkschepen (die niet volcontinu varen)

Aanvullende beschouwing:

- Aangezien truck-to-ship momenteel al zeer incidenteel plaats vindt, wordt deze bunkeroptie in deze studie buiten beschouwing gelaten.
- Waterstof is geen onderdeel van het basisscenario en wordt zodanig niet meegenomen in de basis locatiestrategie die volgt in hoofdstuk 4. Wel worden deze beschouwd in de veranderingen die in de basislocatiestrategie gaan plaatsvinden bij verschillende scenario's in hoofdstuk 6.
- Methanol is geen onderdeel van de scenario's. In het geval dat methanol toch zijn intrede doet, dan kan deze vloeibare brandstof worden toegevoegd aan de locatiestrategie voor "Overslaglocaties vloeibare brandstoffen"

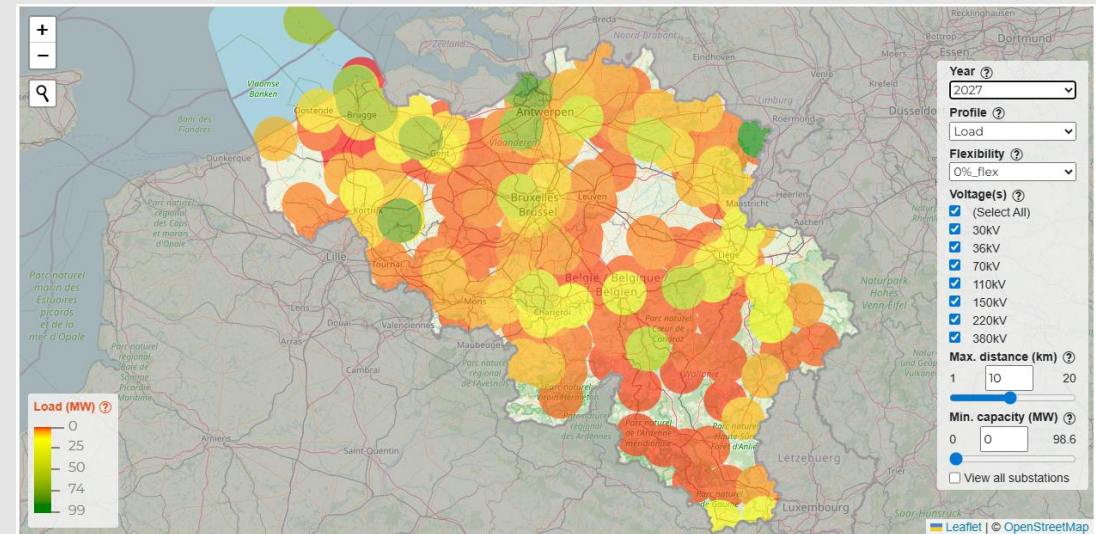
Uitgangspunten overslaglocaties vloeibare brandstoffen

- **Locatievoorkeur:** van oudsher ontstaan deze locaties in landen die aan zee grenzen, op de logische locatie in en rond een zeehaven. Toch ontstaan bunkerlocaties in dit soort landen soms ook op vrij willekeurige plekken in de vorm van bunkerstations, waar een ondernemer het geschikt acht om er één te exploiteren.
 - In Vlaanderen zijn alle overslaglocaties gesitueerd in de zeehavens Antwerpen, Zeebrugge, Gent en Oostende. Vanuit de raffinaderijen of brandstoffendepots (tank terminals zeehavens) loopt een pijplijn met een Jetty waar bunkerscheperen bevoorrad worden die vervolgens in de zeehavens en op de Vlaamse vaarwegen ship-to-ship andere binnenvaartscheperen belevet.
 - In Vlaanderen zijn naast deze logische locaties geen "willekeurige" bunkerlocaties ontstaan in het Vlaamse binnenland.
 - Voor aanbod van de mix van HVO en diesel uit Scenario baseline hanteren wij hetzelfde principe waarbij de logische locatie van een zeehaven de voorkeur geniet vanwege voorzieningen en nabijheid van de doelgroep.
- **Actieradius:** de actieradius van een binnenvaartschip is tussen de 3000 en 8000 kilometer op diesel of HVO. Dit betekent dat de energiebehoefte op de Vlaamse vaarwegen met bunkering van ship-to-ship in de zeehavens en op de vaarwegen volledig kan worden gedekt. Een beperkt aantal overslaglocaties in de zeehavens is hiervoor toereikend.
- **Minimale en maximale behoefte:**
 - Er is geen logisch minimaal of maximaal volume aan energiedrager te bepalen voor realisatie van een overslaglocatie in de zeehaven of een vast bunkerpunt langs een vaarweg.
 - Het minimale volume hangt sterk af van de individuele business case van de desbetreffende onderneming, het maximale volume van de beschikbare ruimte.
 - Om deze reden hanteren we in deze strategie de actieradius als uitgangspunt in combinatie met de bereikbaarheid van een bunkerlocatie voor een vaartracé.

Uitgangspunten wisselstations voor mobiele energietoepassingen

- **Locatievoorkeur:** Wisselstations voor mobiele energietoepassingen (zoals batterij-/ H2 containers) worden bij voorkeur gerealiseerd bij bestaande containerterminals omdat een batterijcontainer dan gewisseld kan worden tijdens lossen / laden en er al voorzieningen aanwezig zijn (kade, infra) om een wisselstation aan toe te voegen. Aan wisselstations kan ruimte toegevoegd worden voor waterstofcontainers in het geval dat de waterstofeconomie ontstaat. Aangezien er in het basisscenario geen behoefte zal ontstaan aan waterstof, zal hier in de basis locatiestrategie geen voorziening voor hoeven komen.
- **Actieradius:** Elektrische schepen met batterijcontainer hebben momenteel op kanalen een actieradius van tussen de 15 en de 270 km, voor schepen met waterstofcontainer geldt momenteel een actieradius van tussen de 90 - 1550 km op kanalen.*
- **Netcapaciteit:**
 - op het moment dat een wisselstation wordt gerealiseerd dan dient de netcapaciteit toereikend te zijn. Locaties zonder netcapaciteit vallen in dit geval af. Mogelijk is netcongestie op korte termijn dus een showstopper.
 - Voor deze locatiestrategie is het zichtjaar 2050. Omdat er geen zicht is op de netcapaciteit in 2050, wordt de bestaande netcongestie niet als uitgangspunt voor locatieselectie gehanteerd.

*Bron: Roadmap clean energy hubs binnenvaart Nederland, 2024.



Uitgangspunten wisselstations

- **Dekkend netwerk wisselstations:** Voor de uitrolstrategie wordt als uitgangspunt genomen van een wisselstation voor elektrische batterijcontainers per c.a. 50 km*.
- Minimale en maximale behoefte:
 - Minimum behoefte: als er één containerschip is dat op een batterijcontainer vaart, dan is dit al voldoende om een batterij wisselstation voor te realiseren.
 - In het totaal varen er volgens Scenario Baseline 629 schepen in 2050 met een batterijcontainer (zie onderstaande tabel). Hierbij is ervanuit gegaan dat
 - Elektrische grote bulk- en containerschepen en grote tankschepen uitsluitend een systeem gebruiken met een wisselbare batterijcontainer
 - Kleine bulk- en containerschepen en kleine tankschepen voor 50% gebruik maken van een wisselbare batterijcontainer en voor 50% wordt er gebruik gemaakt van een laadpunt bij een ligplaats (zie volgende pagina)
- We hanteren geen maximum behoefte per wisselstation, omdat we ervan uit gaan dat een station strategisch uitgebreid kan worden.

* Dit is in lijn met de strategie zoals deze door marktpartijen (zoals Zero emission Services) is ingezet

	Scheepstype	Aantal elektrische schepen in 2050	#schepen wisselcontainer
#schepen wisselcontainer 2050 in Scenario Baseline	Bulkschepen klein	477	238,5
	Bulkschepen groot	247	247
	Tankschepen klein	35	17,5
	Tankschepen groot	126	126
	Totaal	885	629

Uitgangspunten laadpunten ligplaatsen

- **Locatievoorkeur:**
 - Elektrische kleine bulk- en containerschepen en elektrische kleine tankschepen maken van één van deze twee systemen gebruik: geïntegreerd batterijpakket of een batterij wisselsysteem. We gaan ervanuit dat 50% van de elektrische kleine schepen een geïntegreerd batterijpakket heeft.
 - De schepen met een geïntegreerd batterijsysteem laden op de locatie waar het schip overnacht. Dit is aan de kade bij de klant waar het schip laad of lost of op publieke ligplaatsen die gefaciliteerd worden door de publieke vaarwegbeheerder.
 - De voorkeur gaat uit naar een laadoplossing bij de klant, dit is de meest logische plek om te laden. Aanvullend moeten er voorzieningen komen bij publieke ligplaatsen.
- **Actieradius:** de gemiddelde actieradius van een klein elektrisch schip met geïntegreerde batterij is momenteel 270km.
- **Laadbehoefte:** Een klein schip vaart gemiddeld 5 dagen in de week. (*) Een klein schip heeft een batterij capaciteit van c.a. 5.000 – 6.000 kWh. (**) De gemiddelde vaarsnelheid is c.a. 15 km p/u. Een klein bulkschip vaart gemiddeld 10 tot 12 uur per dag. Dit betekent dat een klein schip gemiddeld 150 tot 180 km per dag vaart.
 - Conclusie 1: een elektrisch klein schip moet in staat zijn om iedere nacht te kunnen laden.
 - Conclusie 2: voor ieder elektrisch schip moet er een laadpunt bij een ligplaats komen.
 - Conclusie 3: het laadpunt moet ten minste een vermogen hebben van 500kW
- **Netcapaciteit:** hier geldt hetzelfde uitgangspunt als voor de netcapaciteit bij wisselstations.

(*) Wanneer langzaam wordt opgeladen op een lager vermogen en in dalmomenten, dan kan dit resulteren in lagere laadkosten

(**) Met de huidige technologie weegt 5.000 kWh 33 ton en past ruim in een 20 voet container. Over 10 tot 15 jaar weegt dit naar alle waarschijnlijkheid minder dan de helft.

Uitgangspunten laadpunten ligplaatsen

- **Dekkend netwerk laadlocaties:**
 - In het totaal varen er volgens Scenario Baseline 256 schepen in 2050 met een geïntegreerd batterijsysteem (zie onderstaande tabel).
 - Hierbij is ervanuit gegaan dat kleine bulk- en containerschepen en kleine tankschepen voor 50% systeem hebben met een wisselbare batterijcontainer en de andere 50% heeft een geïntegreerd batterijpakket.
 - Reden hiervoor is dat 1) kleine schepen die momenteel worden omgebouwd vaak geen ruimte hebben voor inbouw van een wisselbare batterijcontainer; 2) er waarschijnlijk altijd scheepstypen zijn waarbij een geïntegreerde batterij passender is dan een systeem met een wisselbare batterijcontainer; en 3) er de kans bestaat dat er een gedeeltelijk hybride vloot ontstaat die gebruik maken van een geïntegreerd batterijsysteem.
 - Voor al deze schepen zal een laadpunt moeten komen bij de ligplaats, verspreid over de vaarwegen.

	Scheepstype	Aantal elektrische schepen in 2050	#schepen geïntegreerd pakket
#schepen geïntegreerd batterijpakket 2050 in Scenario Baseline	Bulkschepen klein	477	238,5
	Bulkschepen groot	247	0
	Tankschepen klein	35	17,5
	Tankschepen groot	126	0
	Totaal	885	256

2.3 Kansen voor alternatieve locatieontwikkeling

Overslaglocaties vloeibare brandstoffen

- In 2.1 staat beargumenteerd dat voor deze studie het huidige bunkerpatroon overgenomen. Er bestaat een kans dat menging van vloeibare energiedragers in de zeehaven niet gedaan kan worden. Daarnaast bestaat er een mogelijkheid dat realisatie van een vast bunkerpunt met vloeibare energiedragers langs de vaarwegen een goedkoper model kan opleveren dan het belevaren van binnenvaartschepen via een bunkerschip dat vanuit de zeehavens naar de vaarwegen vaart. Of dit daadwerkelijk zo is, is nu niet duidelijk. Aangeraden wordt daarom om hiernaar een verdiepende studie uit te voeren om dit uit te zoeken.
- Verder geldt dat de markt zelf kansen kan gaan zien voor realisatie van bunkerpunten voor vloeibare brandstoffen langs de vaarwegen. Aanbeveling is om deze kansen positief te faciliteren omdat dit het netwerk van aanbod fijnmaziger maakt.
- Typische locaties waar strategisch een bunkerpunt kan landen, zijn vaarwegen met hogere CEMT klasse met veel vaarverkeer, zoals de corridors:

- Albertkanaal
- Schelde-Antwerpen-Gent
- Bovenschelde
- Antwerpen Benedenschelde
- Kanaal Gent - Terneuzen

Corridor	Kilometers	Tonkilometers	Km - % totaal	Tkm - % totaal
Albertkanaal	2.709.125	2.170.159.230	42,2%	46,9%
Bovenschelde	827.940	543.853.937	12,9%	11,8%
Schelde Antwerpen-Gent	844.077	504.573.534	13,1%	10,9%
Antwerpen Benedenschelde	528.364	476.510.450	8,2%	10,3%
Kanaal Gent-Terneuzen	474.840	331.456.566	7,4%	7,2%

- Typische locaties zijn locaties op industrieterreinen aan het water met een bestaande kade of ligplaatsen

2.3 Kansen voor alternatieve locatieontwikkeling

Wisselstations

- In H4 zijn wisselstations ingepland aanvullend op bekende geplande locaties die zijn gepubliceerd en o.b.v. spreiding (50 km). Hierdoor kan het zijn dat er geschikte locaties zijn die nu niet zijn gemarkeerd omdat deze niet passen binnen de spreiding. Eén van die locaties is de binnenhaven Genk: dit is een bestemming locatie waar al geschikte ruimte is voor een wisselstation en er is ruimte op het energienet voor een juiste aansluiting. Deze locatie is nu niet geselecteerd omdat er al een locatie wordt geambieerd door een marktpartij ten zuiden van Meerhout (hierover is door de marktpartij publiekelijk gecommuniceerd). In het geval dat deze locatie niet doorgaat, dan wordt binnenhaven Genk een logische locatie. Aanbeveling is om flexibel met deze strategie om te gaan en mee te bewegen met de markt.
- Bij wisselstations zijn meekoppelkansen voor trucks. De huidige locatievoorkeur –dit is een bedrijventerrein met een overslaglocatie– is meestal ook goed bereikbaar per truck. Aanbeveling is om locaties die zowel voor binnenvaartschip als voor truck bereikbaar zijn de voorkeur te geven, maar wel mits de locatie ook de voorkeur betreft voor het schip. Truckladen moet als meekoppelkans worden gezien, niet als sturend element. Reden hiervoor is dat het voor binnenvaart moeilijker is om een locatie gerealiseerd te krijgen dan voor wegtransport.

2.3 Kansen voor alternatieve locatieontwikkeling

Laadpunten bij ligplaatsen

- In 2.2 staat beargumenteerd dat er 1 laadpunt nodig is per schip om voor 10 uur op te laden gedurende de nacht. Dit maakt de bezettingsgraad per laadpunt echter laag. Aanbeveling is om te onderzoeken hoe de bezettingsgraad verhoogd kan worden en het aantal benodigde laadpunten naar beneden kan worden gehaald. Bijvoorbeeld door meerdere schepen op één punt te laten laden, door bestaande walstroompunten met een grote aansluiting in de zeehavens mede te benutten voor binnenvaartschepen en door batterij containerschepen kort te laten bijladen gedurende de vaart als dit uit komt.
- Een belangrijke meekoppelkans is het benutten van de strategische locaties in de uitrolstrategie van walstroom die nu gaande is. De walstroompunten moeten dan wel sterk worden uitgebreid voor wat betreft elektrische infrastructuur en zwaar vermogen.
- In de toekomst kunnen er concepten geïntroduceerd worden die het aantal benodigde laadpunten kan reduceren. Denk aan een concept voor een varende of drijvende powerbank. Dergelijke concepten zijn echter nog niet in zicht. Aanbeveling is om de marktontwikkelingen te blijven volgen.

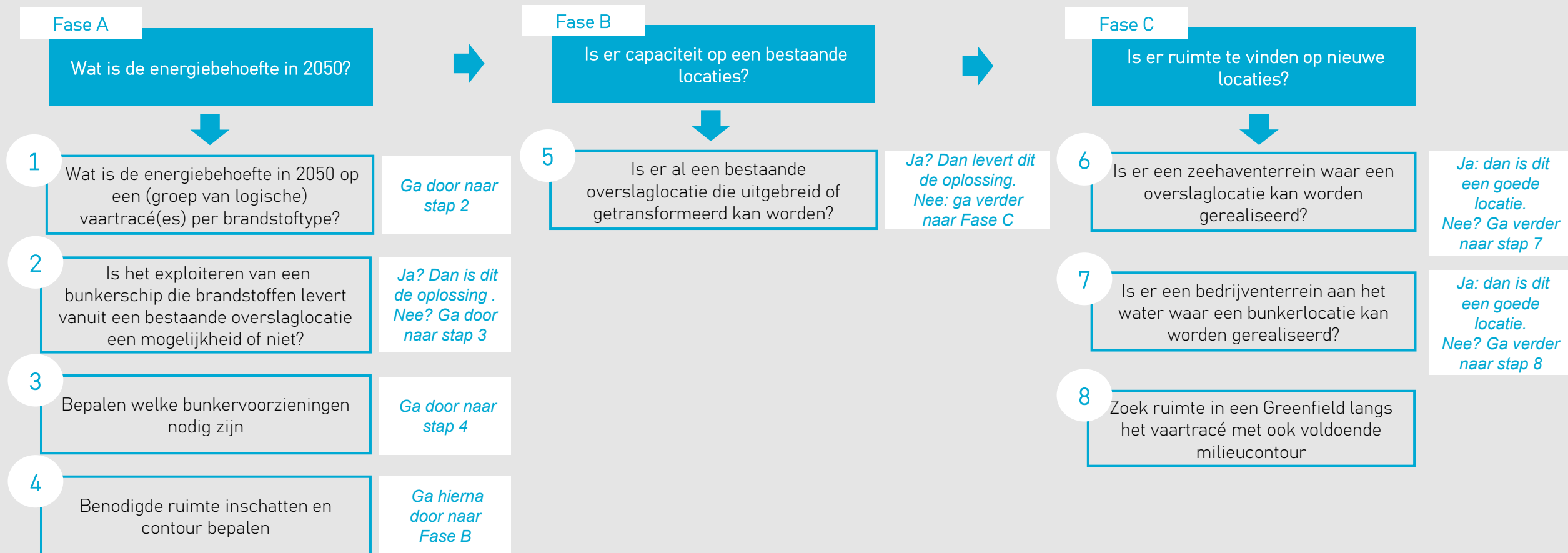


3. Locatie selectiemodel

- Dit hoofdstuk bevat het locatie selectie model dat voor deze studie wordt gehanteerd om tot een locatiekeuze en -strategie te komen. Deze is gebaseerd op de uitgangspunten in hoofdstuk 2.

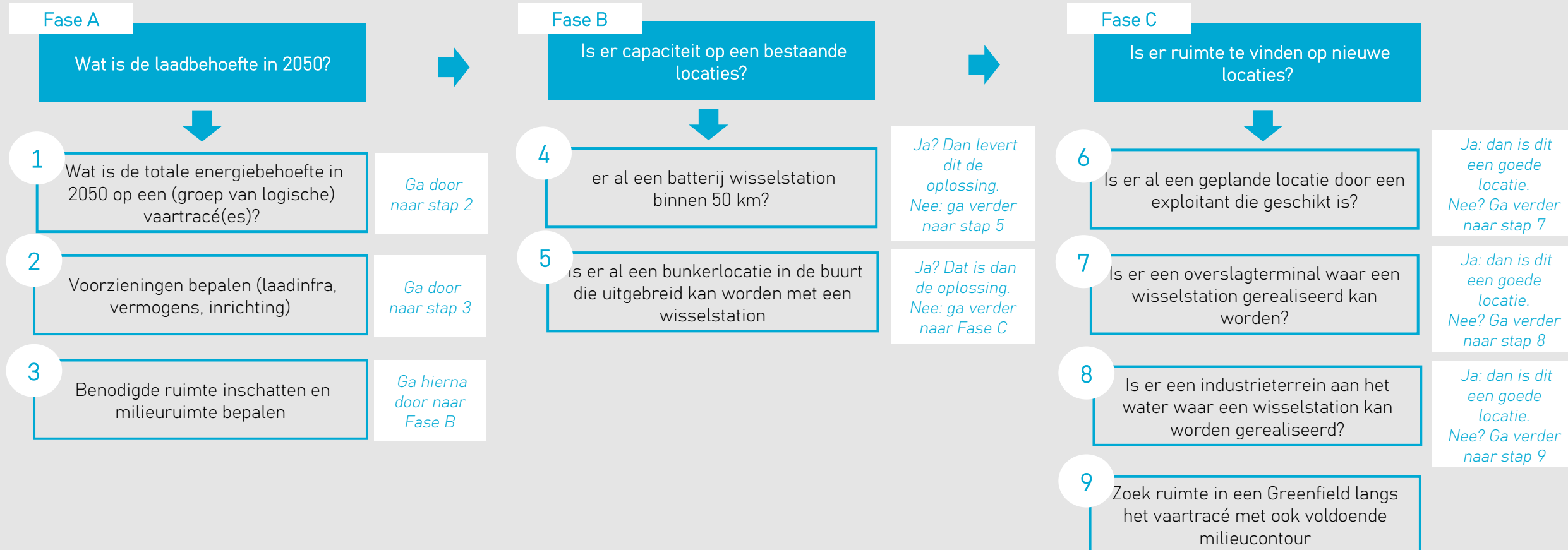
3.1 Selectietool overslaglocaties vloeibare brandstoffen

Hieronder staan de stappen die doorlopen moeten worden om te komen tot een locatie voor vloeibare brandstoffen



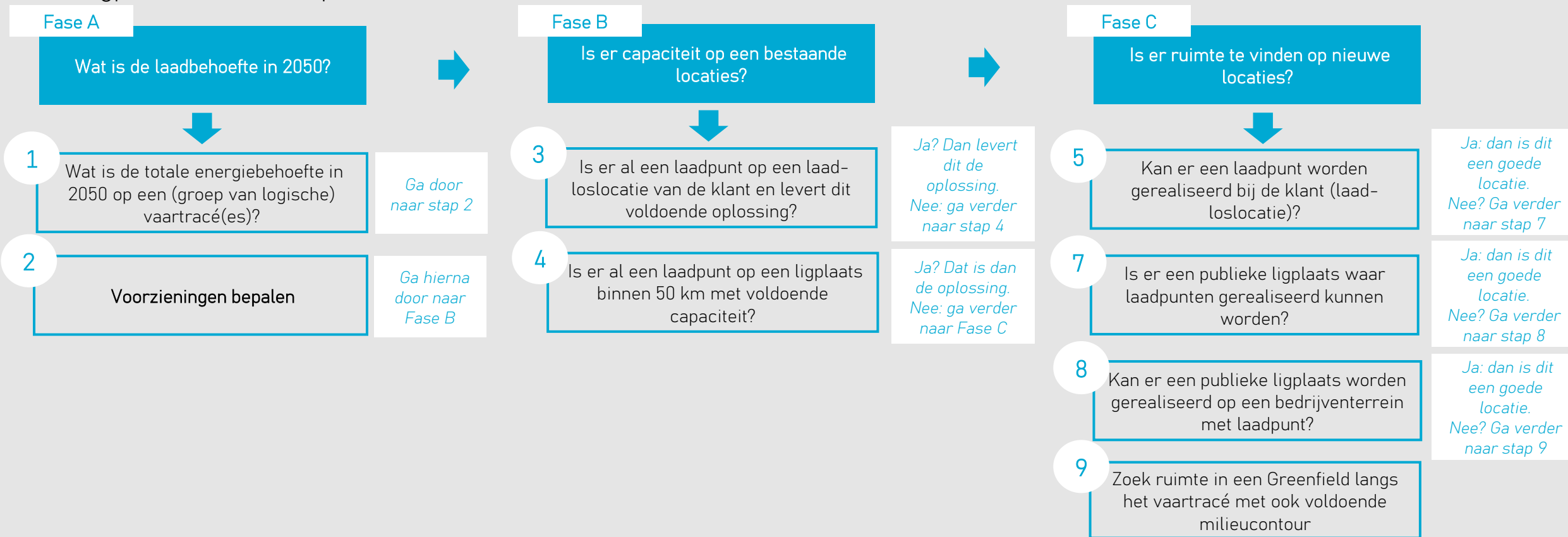
3.2 Selectietool wisselstations

Het onderstaande schema geeft de stappen weer die doorlopen moeten worden per vaarweg(cluster) waar een potentiële behoefte is aan wisselstations.



3.3 Selectietool laadpunten ligplaatsen

Het onderstaande schema geeft de stappen weer die doorlopen moeten worden per vaarweg(cluster) waar een potentiële behoefte is aan ligplaatsen met laadpunten.





4. Locatiestrategie overslaglocaties

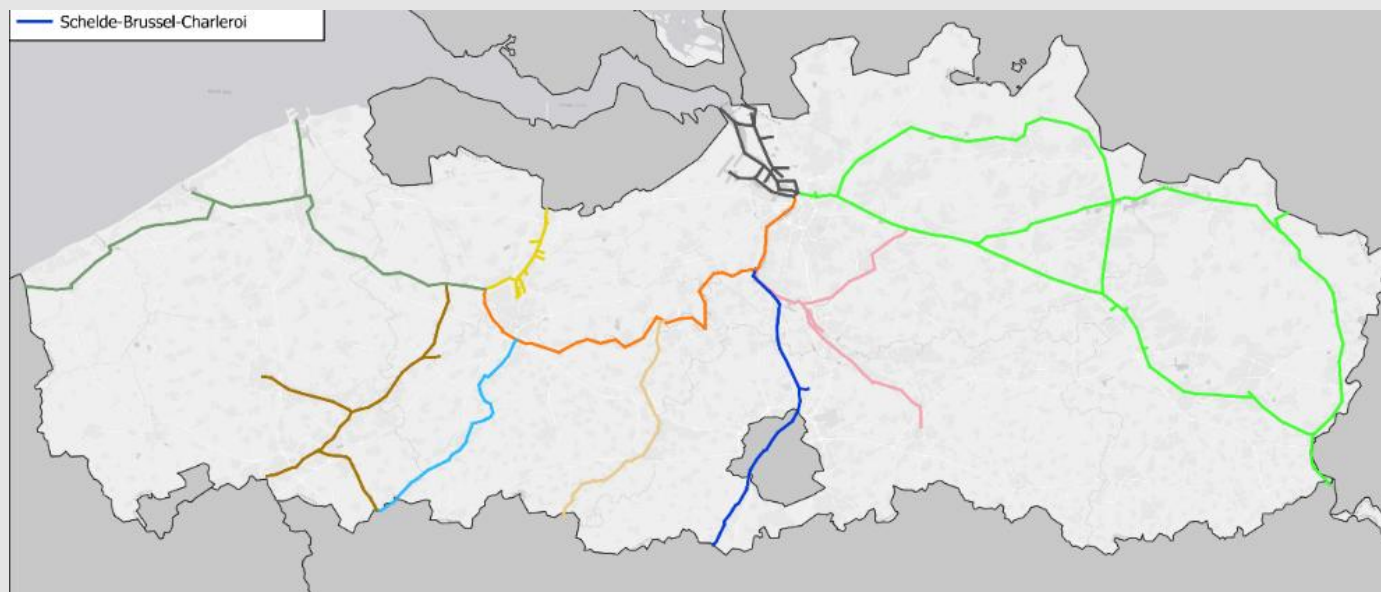
- Dit hoofdstuk bevat een locatiestrategie voor vloeibare energiedragers HVO en diesel.

4.1 Energiebehoefte

- De onderstaande tabel toont per corridor (logische bundel vaartracés) de totale jaarlijkse energievraag in kWh voor HVO en diesel in 2050. Dit is de prognose voor Scenario Baseline. De energie is verdeeld over de verschillende vloeibare energiedragers.

Conclusie: voor de behoefte aan HVO en diesel geldt dat er in het basisscenario in 2050 in overslaglocaties moet worden voorzien.

Corridor	Energievraag per jaar in kWh	
	Diesel	HVO
Albertkanaal	24.467.282,32	15.536.109,17
Antwerpen Benedenschelde	5.372.378,00	3.411.324,97
Bovenschelde	6.131.636,63	3.893.435,11
Dender	28.234,37	17.928,11
Gent-Brugge-Duinkerken	1.125.289,62	714.530,62
Kanaal Gent-Terneuzen	3.736.979,88	2.372.888,28
Leie	2.047.647,36	1.300.204,60
Leuven Dijle Nete	352.460,95	223.803,85
Schelde Antwerpen-Gent	5.688.772,94	3.612.227,81
Schelde-Brussel-Charleroi	3.180.837	2.019.751
Totalen	52.131.519,00	33.102.204,00



4.1 Energiebehoefte

- De veranderingen in vlootomvang en -samenstelling en veranderingen in vaarintensiteit richting 2050 zijn licht (zie tabellen rechts boven en -midden)
- Het verbruik van schepen wordt iets efficiënter
- Hierdoor komt de totale energievraag in 2050 iets lager uit als in referentiejaar 2024 maar het verschil is beperkt (zie tabel rechts onder)
- De energievraag op bunkerpunten (diesel, HVO, waterstof) neemt in 2050 met bijna 22% af t.o.v. het referentiejaar deze energievraag wordt voorzien op de batterijwisselstations.

Conclusie: het aantal locaties en ruimtebeslag naar bunkerstations met een mix van vloeibare brandstoffen in 2050 blijft hetzelfde of neemt iets af t.o.v. de situatie in referentiejaar 2024

Omvang vloot - per scheepstype	Aantal schepen	2024	2030	2035	2040	2045	2050
	Bulkschepen klein	1.905	1.830	1.769	1.710	1.654	1.599
Bulkschepen groot	1.038	1.080	1.116	1.154	1.192	1.232	
Tankschepen klein	152	143	136	129	123	117	
Tankschepen groot	523	544	562	581	601	621	
Totaal		3.618	3.597	3.583	3.575	3.570	3.569

Gevaren kilometers gemiddeld	Kilometers per schip	2024	2030	2035	2040	2045	2050
	Bulkschepen klein	1.847	1.855	1.861	1.867	1.873	1.880
Bulkschepen groot	1.483	1.498	1.510	1.523	1.535	1.548	
Tankschepen klein	2.073	2.081	2.088	2.095	2.102	2.109	
Tankschepen groot	1.447	1.462	1.474	1.486	1.499	1.511	

Totale energievraag [MWh] - per brandstof	Per jaar	2024	2030	2035	2040	2045	2050
	Diesel	291.897	255.071	197.797	151.448	137.399	136.742
HVO	0	25.275	62.682	79.070	83.217	85.676	
Elektriciteit	0	3.027	16.020	39.252	48.974	51.332	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	
Totaal		291.897	283.373	276.498	269.770	269.591	273.750

4.2 Voorzieningen en ruimtevraag overslaglocaties

- Hier volgt indicatieve kenmerken, inrichting en oppervlak van de overslaglocaties. Deze wordt in de locatieselectie gebruikt als uitgangspunt.

	<i>Diesel overslag</i>	<i>HVO overslag</i>
Locatietype	Overslag raffinaderij/tankopslag naar bunkerschip	Overslag productieplant/tankopslag naar binnenvaartschip
Ligplaatsen voor overslag	<ul style="list-style-type: none">1 - 2 bunkerschepen	<ul style="list-style-type: none">1 - 2 bunkerschepen
Kenmerken inrichting	<ul style="list-style-type: none">TankopslagJetty met vulinstallatieLocatie op perceel terrein	<ul style="list-style-type: none">TankopslagJetty met vulinstallatieLocatie op perceel terrein

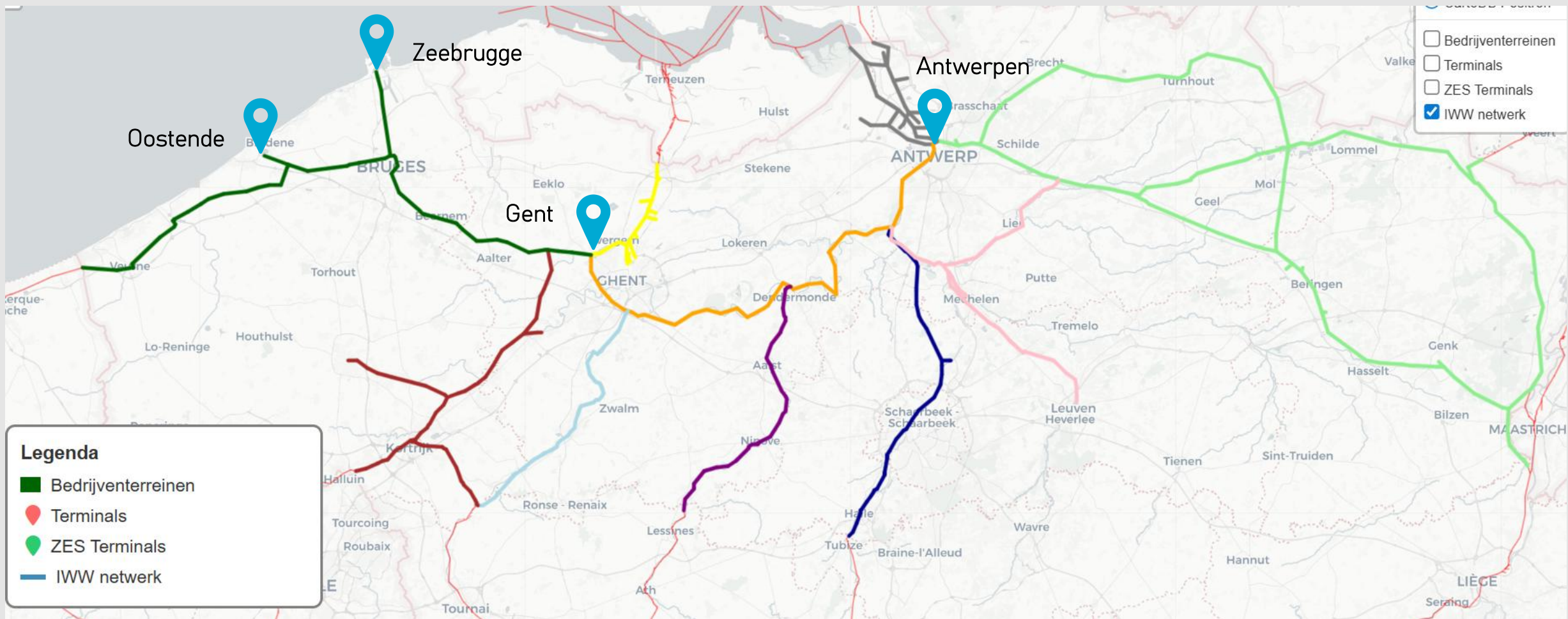
- Milieuruimte: Er zijn geen nieuwe richtlijnen van toepassing vermits dit volledig met bestaande infrastructuur gebeurt. Momenteel zijn de overslaglocaties voorzien in industrieel gebied in de zeehavens, waar al rekening wordt gehouden met milieucontouren voor zware industrie.

4.3 Selectie overslaglocaties

- Momenteel worden alle vaar tracés van brandstof voorzien vanuit de bestaande bunkerlocaties in de zeehaven, waar men ter plekke bunkert of vanwaar een varende bunkerschip kan worden beleverd.

Conclusie: de huidige vier bunkerlocaties in de zeehavens Antwerpen, Zeebrugge, Gent en Oostende volstaan in 2050 voor bunkering van de nieuwe vloeibare brandstoffenmix (diesel, HVO in het geval van Scenario Baseline)

- Bestaande bunkerlocaties zullen gelijk het aanbod aan brandstoffenmix verbreden o.b.v. marktvraag en druk vanuit regelgeving
 - Bestaande bunkerlocaties worden bevoorrad door bestaande nabijgelegen raffinaderijen
 - In de toekomst zal HVO productie in de havens ontstaan, deze kunnen ook de bunkerlocaties kunnen beleveren
 - Hierdoor zal er geen alternatieve ruimte nodig zijn of aanlevering van energiedragers vanuit een andere locatie.
- Op de volgende pagina staat de locatiestrategie 2050 voor overslaglocaties voor HVO en diesel weergegeven.
- In Scenario Laag en traag zal meer vraag naar diesel zijn en minder naar HVO. In Scenario Duurzaam met bestaande infrastructuur zal meer vraag naar HVO zijn en minder naar diesel. In Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur zal minder vraag zijn naar diesel. In alle drie de gevallen blijft deze locatiestrategie ongewijzigd. Enkel het volume van aanbod van de brandstoffen zal wijzigen.
- Tot slot: mocht er toch een scenario ontstaan waarin vraag komt naar waterstof (= niet in Scenario Baseline), dan kan ammoniak in de haven worden geïmporteerd en omgezet naar waterstof, waardoor ook dit aanbod vanuit de haven aan de bunkerlocatie kan worden beleverd.



Figuur: Locatiestrategie overslaglocaties HVO en diesel



5. Locatiestrategie wisselstations en laadpunten ligplaatsen

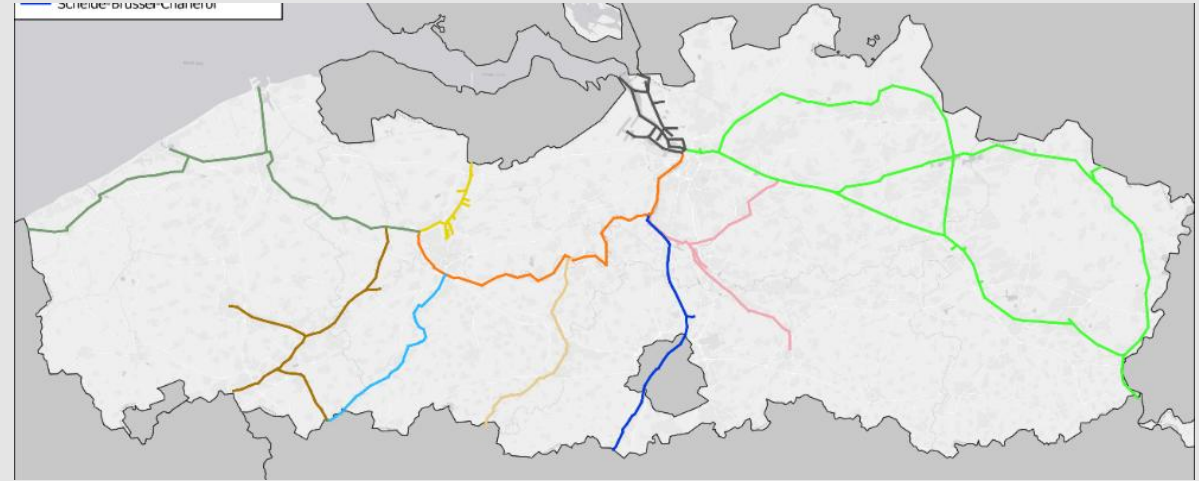
- Dit hoofdstuk bevat een locatiestrategie voor batterijwisselstations en een voor laadpunten bij ligplaatsen. De strategieën worden opgebouwd met behulp van locatiescans per tracé.
- Daarbij is [via dit kaartlagenmodel](#) steeds gezocht naar potentiële locaties.
- De locatiescans geven zoeklocaties die potentieel geschikt zijn en die verder kunnen worden verkend. Ook demonstreren deze scans de methodiek die publieke en private partijen gezamenlijk kunnen hanteren om op zoek te gaan naar geschikte locaties voor een dekkend netwerk van wisselstations van batterijcontainers en van laadpunten bij ligplaatsen.

5.1 Energiebehoefte

Wisselstations

- De tabel rechts toont dat er een in 2050 in Scenario Baseline 628 schepen met wisselcontainer varen.
- De onderstaande tabel toont per corridor (logische bundel vaartracés) de totale jaarlijkse energievraag in MWh in 2050 in het Scenario Baseline

Corridor	Energievraag per jaar in MWh	
	Elektriciteit	Waterstof
Albertkanaal	24.092	0
Antwerpen Benedenschelde	5.290	0
Bovenschedde	6.038	0
Dender	28	0
Gent-Brugge-Duinkerken	1.108	0
Kanaal Gent-Terneuzen	3.680	0
Leie	2.016	0
Leuven Dijle Nete	347	0
Schelde Antwerpen-Gent	5.602	0
Schelde-Brussel-Charleroi	3.132	0
Totalen	51.332	0,00



#schepen met wisselcontainer 2050 in Scenario Baseline	Scheepstype	#schepen wisselcontainer
	Bulkschepen klein	240
	Bulkschepen groot	246
	Tankschepen klein	18
	Tankschepen groot	124
	Totaal	628

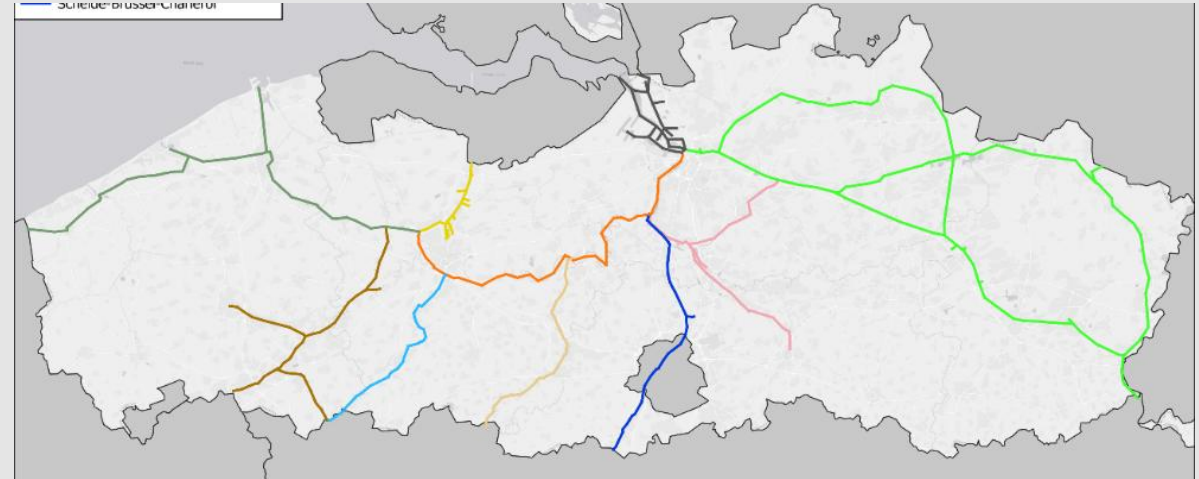
Conclusie: op iedere corridor moet een dekkend netwerk komen van wisselstations in 2050 (dit geldt ook voor Scenario 'Duurzaam met bestaande infrastructuur en Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur).

5.1 Energiebehoefte

Laadpunten ligplaatsen

- De onderstaande tabel rechts toont dat er een in 2050 in Scenario baseline 256 schepen zijn met een geïntegreerd batterijpakket.
- De onderstaande tabel toont de verdeling van deze schepen over de corridors

Corridor	Aantal schepen geïntegreerd pakket
Albertkanaal	121
Antwerpen Benedenschelde	27
Bovenschelde	30
Dender	0
Gent-Brugge-Duinkerken	6
Kanaal Gent-Terneuzen	18
Leie	10
Leuven Dijle Nete	2
Schelde Antwerpen-Gent	28
Schelde-Brussel-Charleroi	16
Totalen	257



#schepen geïntegreerd batterijpakket 2050 in Scenario Baseline	Scheepstype	#schepen geïntegreerd pakket
	Bulkschepen klein	240
	Bulkschepen groot	0
	Tankschepen klein	17
	Tankschepen groot	0
	Totaal	257

Conclusie: in 2050 moet er een dekkend netwerk zijn voor laadpunten bij ligplaatsen (dit geldt ook voor Scenario 'Duurzaam met bestaande infrastructuur en Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur).

5.2 Voorzieningen en ruimtevraag

Wisselstations

- Hier volgt indicatieve kenmerken, inrichting en oppervlak van verschillende type wisselstations. Deze wordt in de locatieselectie gebruikt als uitgangspunt.

	<i>Compact wisselstation</i>	<i>Standaard wisselstation</i>	<i>Groot wisselstation (hub)</i>
Locatietype	kleinere binnenhavens / kades	<ul style="list-style-type: none"> Reguliere locaties Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Alphen a/d Rijn en Alblasterdam in Nederland 	<ul style="list-style-type: none"> Grote havenlocaties Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Moerdijk en Waalhaven in Nederland
Batterijcontainer opslagcapaciteit	4 – 6	8 – 12	12 – 20
Ligplaatsen voor batterijwissel	1	1 – 2	2
Kenmerken inrichting	1 batterijcontainerlader	Meerdere laders Regelmatig wisselen	Meer opslag + schaalbaarheid Expansieruimte Zwaardere netaansluiting
Oppervlak totaal	± 2.000 – 3.000 m ²	± 3.500 – 5.000 m ²	± 4.000 – 8.000 m ²
Oppervlak specificatie	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500 m² Containeropslag: ~600–800 m² Rij- en werkruimte: ~1.000 m² Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500–1000 m² Containeropslag: ~ 1200–1600 m² Rij- en werkruimte: ~1500–2500 m² Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> Kadezone + kraan: ~500–1000 m² Containeropslag: ~1800–2400 m² Rij- en werkruimte: ~2000–4000 m² Technieken: ~150 m²

- Milieuruimte: Overslag en stapelen veroorzaakt geluid. De afstand tot geluidsgevoelige objecten –dit zijn woningen– die hierdoor gehanteerd moet worden ligt tussen de 600 en de 1200 meter, zie verdere toelichting in de bijlage.

5.2 Voorzieningen en ruimtevraag

Ligplaatsen met laadvoorzieningen

Type laadlocaties

- Hier volgt indicatieve kenmerken, inrichting en oppervlak van twee type laadlocaties bij ligplaatsen. Deze wordt in de locatieselectie gebruikt als uitgangspunt.
- Milieuruimte: Laadpunten veroorzaken een zeer beperkte hinder naar de omgeving, er hoeft slechts uiterst beperkt rekening gehouden te worden met afstanden tot gevoelige objecten. Zie verder de toelichting in de bijlage.

	<i>Laadlocatie kade klant</i>	<i>Laadlocatie ligplaats</i>
Locatietype	Kade klant privaat	Publieke ligplaats
Ligplaatsen laden over nacht	1 – 2	4 – 8
Kenmerken inrichting	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande kade • 1 tot 2 laadpunten van 750 kW elk • Transformator • Hoogspanningscel • Omvormerskast • Hekwerk • Veiligheid voorzieningen • Laadvoorziening aan de kade 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande kade • Meerdere laadpunten van 750 kW elk • Transformator • Hoogspanningscel • Omvormerskast • Hekwerk • Veiligheid voorzieningen • Laadvoorziening aan de kade
Extra oppervlak t.o.v. bestaande inrichting	+/- 40 – 80 m ²	+/- 75 – 200 m ²

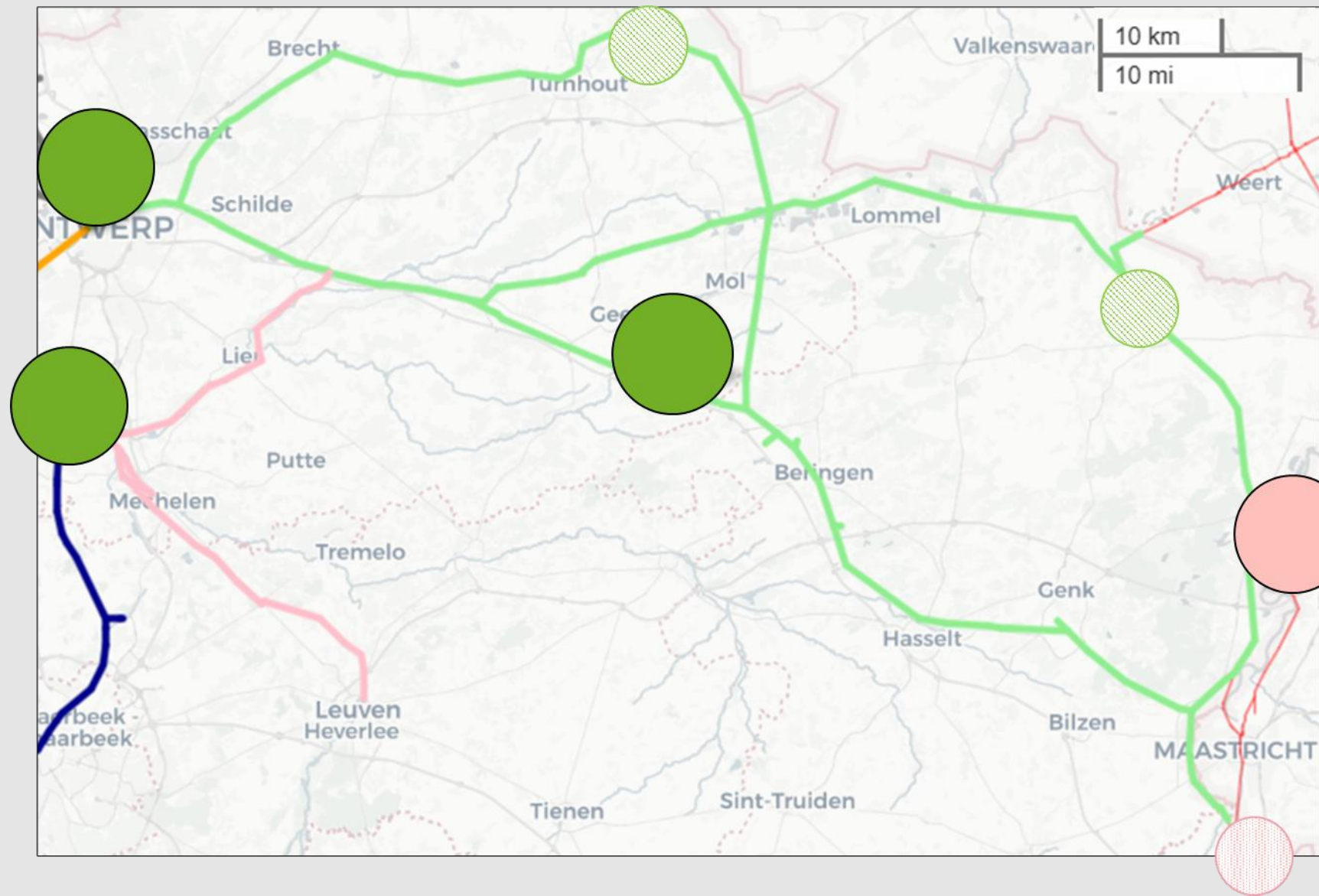
5.3 Locatiestrategie

5.3.1 Wisselstations

- Volgens Scenario Baseline zal in 2050 over alle corridors een dekkend netwerk moeten komen. Uitgangspunt hiervoor
 - Om de c.a. 50 km is er een wisselstation
 - Deze zit niet in de buurt van een sluis, zodat de doorgang niet gestemd kan worden
 - In zeehavens in een groot wisselstation passend, op alle andere locaties is een standaard wisselstation logisch
- Momenteel zijn er nog geen bestaande wisselstations gerealiseerd, dit betekent dat voor alle energiebehoefte nieuwe locaties moeten komen. Momenteel zijn er wel al geplande locaties voor wisselstations door een marktpartij die meegenomen kunnen worden in de locatiestrategie.
 - Zowel in Scenario Duurzaam met bestaande infrastructuur als in Scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur' ontstaat een grotere behoefte aan wisselstations. Wanneer één van deze twee scenario's zich voor doet, kunnen wissellocaties uit deze strategie worden uitgebreid naar grote(re) stations. Er hoeven niet perse nieuwe locaties bij.
 - Volgens Scenario Baseline zal er geen behoefte zijn aan locaties voor het wisselen van containers met gasvormige waterstof. In het scenario 'Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur' ontstaat wel behoefte aan waterstof. Wanneer dit scenario zich voor gaat doen, dan kunnen de wissellocaties worden uitgebreid met voorzieningen voor een waterstofcontainerwisselstation. Momenteel is er al één locatie voor overslag van gasvormige H2 in de haven Antwerpen.
 - In Scenario Laag en Traag is de behoefte aan wisselstations aanzienlijk lager, in dit geval zal slechts op beperkte corridors een dekking nodig zijn
- Hierna volgt een locatiescan voor wisselstations per corridor, waarbij de stappen vanuit het locatie-selectiemodel zijn aangehouden. Hieruit komen steeds zoeklocaties die potentieel geschikt zijn.

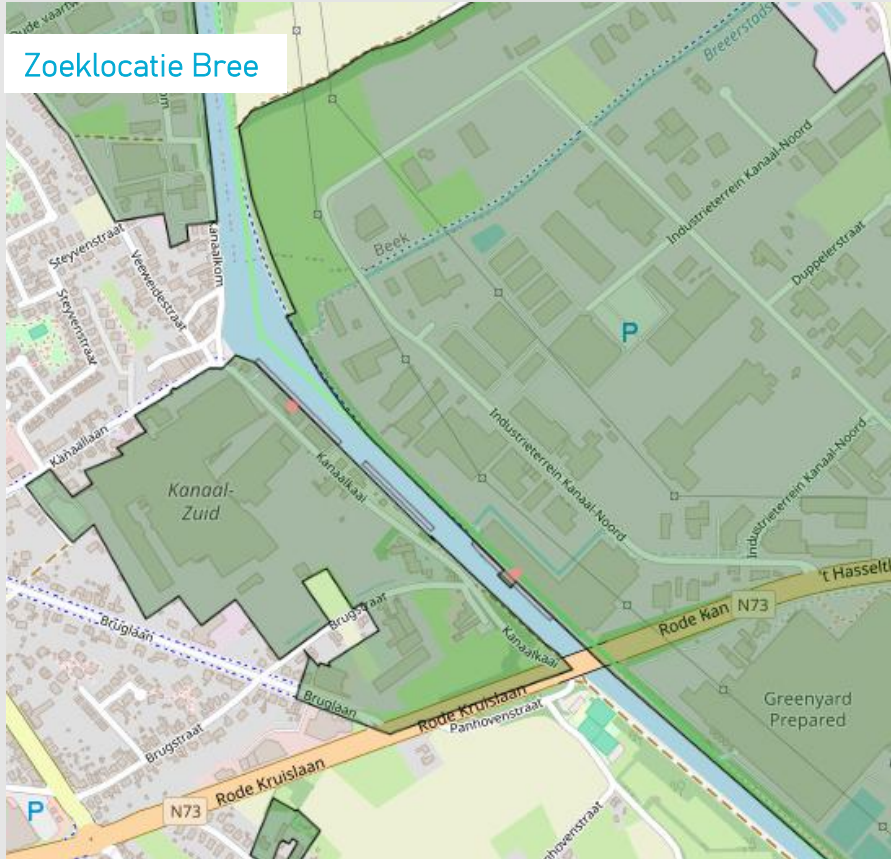
Corridor Albertkanaal

- De groen gekleurde vaarwegen zijn samen de Albertkanaal corridor.
- Momenteel wordt 2 wisselstations langs het kanaal beoogd door een marktpartij: in zeehaven Antwerpen en ten zuiden van Meerhout. Zie de groene bollen.
- De roze bol geeft een beoogde zoeklocatie van een marktpartij die weliswaar buiten Vlaanderen valt, maar wel onderdeel is het dekkende netwerk.
- Voor een dekkend netwerk tussen Antwerpen en Luik zijn op deze corridor mogelijk nog wisselstations nodig nabij Turnhout en nabij Bree (zie groen-gearceerde bollen).
- Daarnaast is er een locatie nodig richting Eijsden, zie de roze-gearceerde bol. Dit valt buiten Vlaanderen.



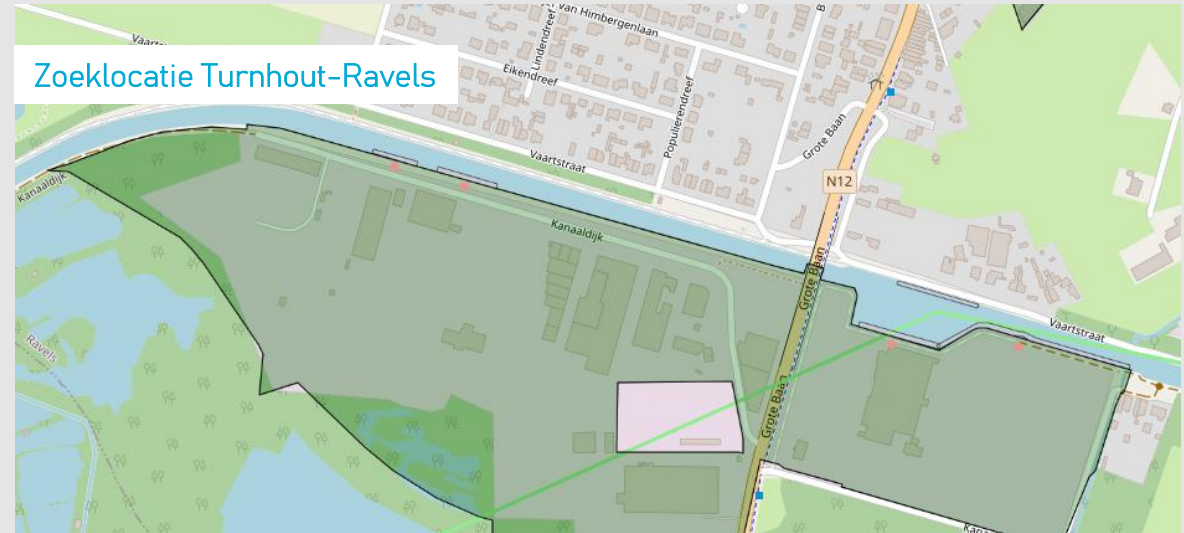
- Zoeklocatie Bree: ten oosten van Bree zijn twee terminals gelegen op bedrijventerreinen met daarnaast ook ligplaatsen, zie rode stippen kaart hierboven. Hier zijn mogelijk kansen voor een wisselstation.

Zoeklocatie Bree



- Zoeklocatie Turnhout-Ravels: ten noorden van Turnhout en ten zuiden van Ravels zijn vier bestaande terminals met ligplaatsen, gelegen op bedrijventerreinen. Hier liggen mogelijk kansen. Zie de rode stippen op de kaart hieronder.

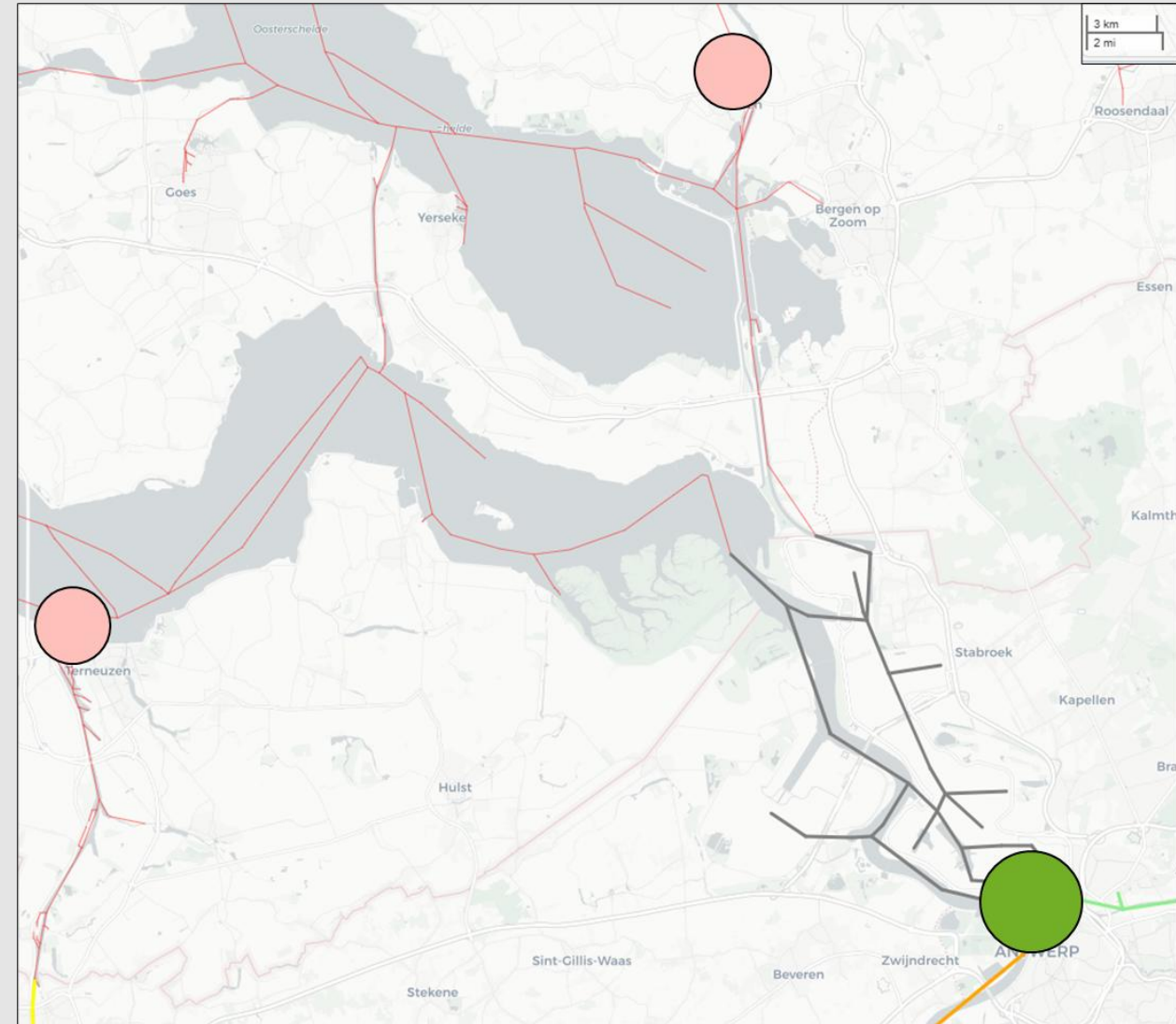
Zoeklocatie Turnhout-Ravels



Let op: binnenhaven Genk is in potentie ook een geschikte locatie voor een wisselstation, aangezien het een bestemming locatie is waar al geschikte ruimte is voor een wisselstation en er is ruimte op het energienet voor een juiste aansluiting. Deze locatie is nu niet geselecteerd omdat er al een locatie wordt geambieerd door een marktpartij ten zuiden van Meerhout.

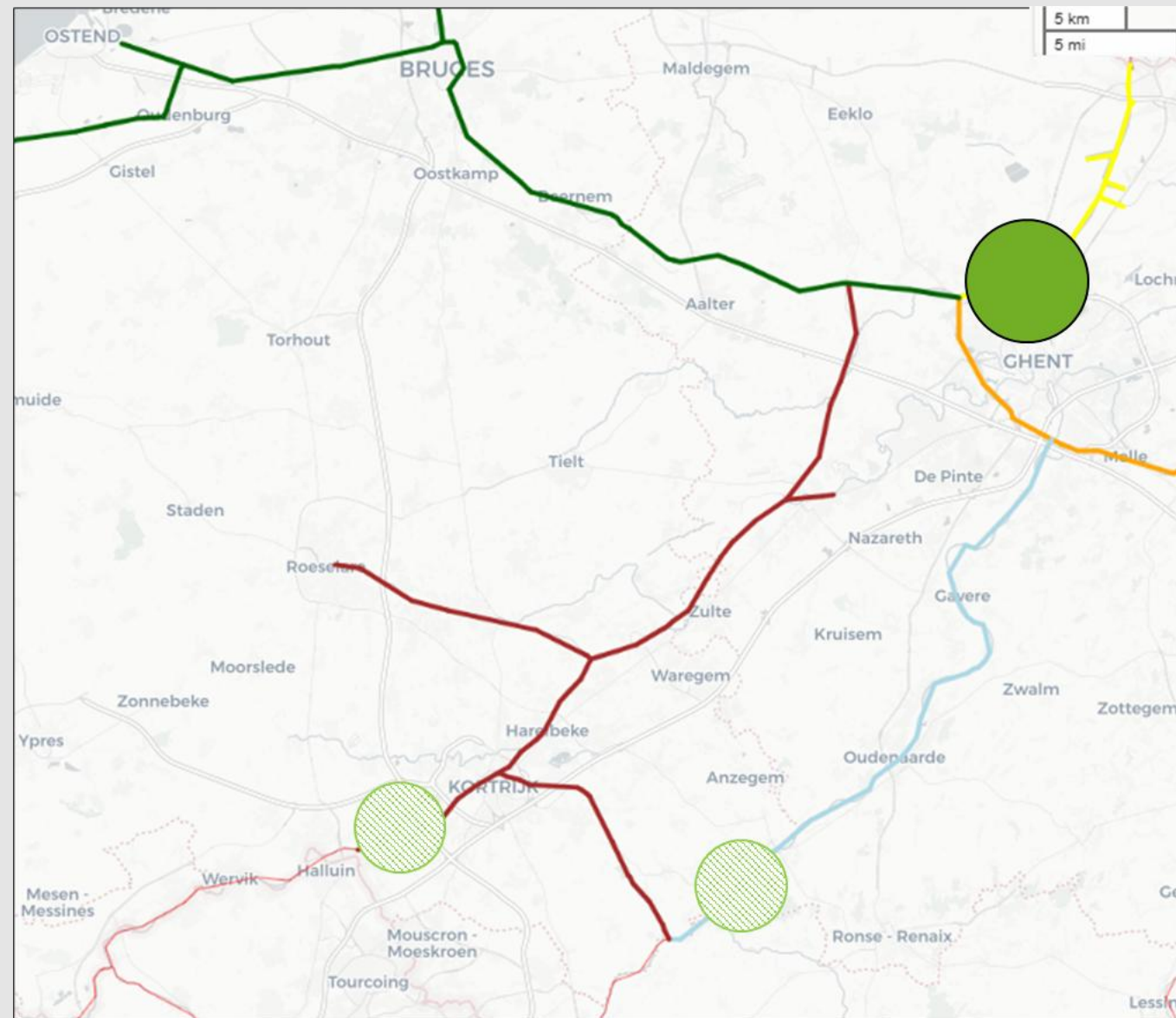
Corridor Antwerpen Benedenschelde

- De grijs gekleurde vaarwegen zijn samen de corridor 'Antwerpen Benedenschelde'.
- In Antwerpen is een wisselstation geambieerd door de markt, zie de groene bol.
- Daarnaast worden door de markt wissellocaties gewenst buiten Vlaanderen, in de buurt van Tholen en Terneuzen. Zie de roze bollen.
- Deze locaties leveren tezamen een dekkend netwerk voor deze corridor.

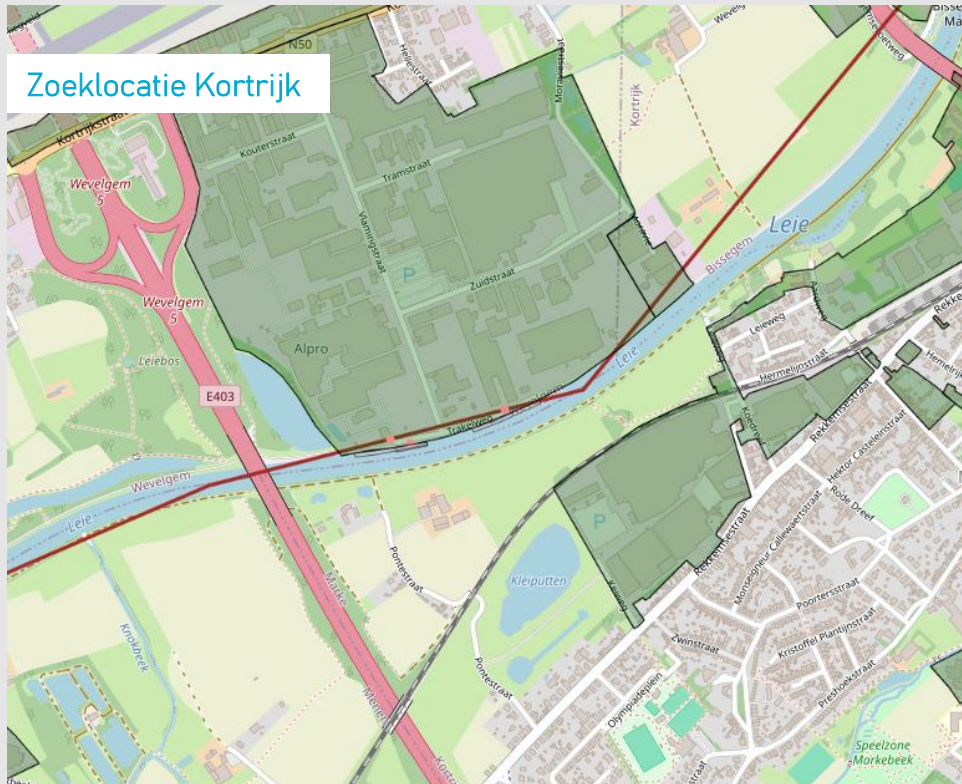


Corridor Bovenschelde en corridor Leie

- De blauwe corridor op de kaart rechts is de Bovenschelde corridor. De roodbruine vaarwegen zijn de corridor Leie.
- In Gent is een wisselstation reeds gepland, zie de groene cirkel.
- Voor een dekkend netwerk op de Bovenschelde corridor richting Tournai en Mons is een locatie nodig nabij Bossuit, waar de Leie en de Bovenschelde samenkomen. Zie de groen gearceerde bol.
- Voor het vaarverkeer over de corridor Leie richting Lille is ook nog een extra wissellocatie nodig nabij Kortrijk.



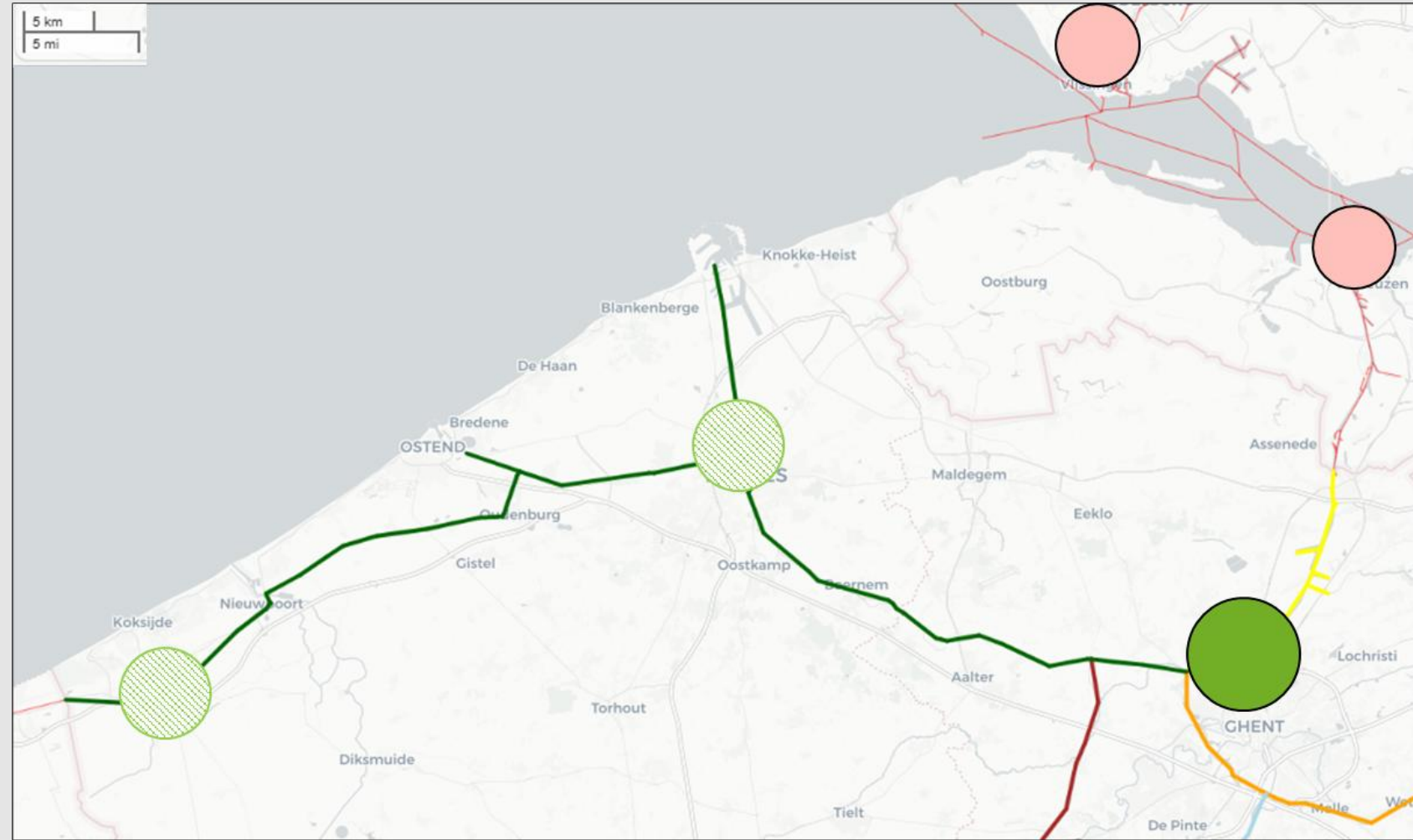
- Zoeklocatie Kortrijk: ten zuidwesten van Kortrijk zijn drie terminals gevestigd met ligplaatsen, deze zijn gesitueerd op een bedrijventerrein. Mogelijk zijn deze locaties geschikt voor een wisselstation.

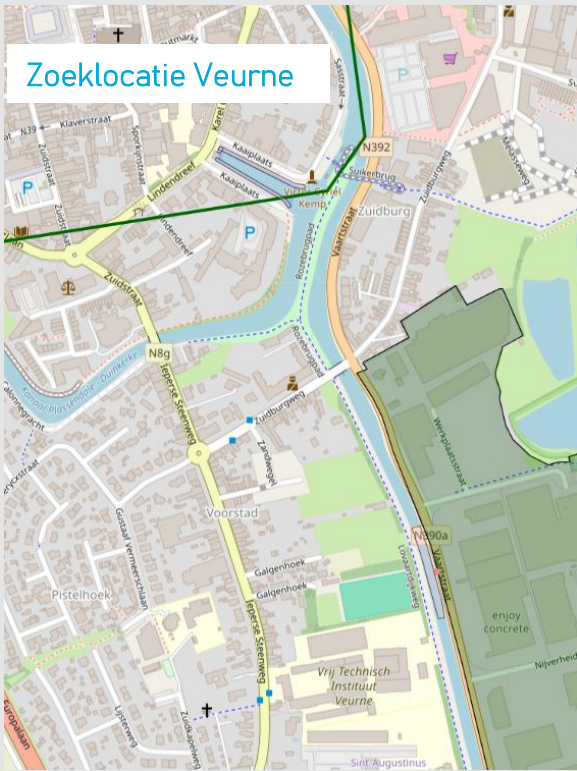


- Zoeklocatie Escanaffles: ten noorden van Escanaffles zijn twee terminals met ligplaatsen, zie de rode stippen op de kaart rechts. Mogelijk zijn dit potentiële locaties voor een wisselstation.

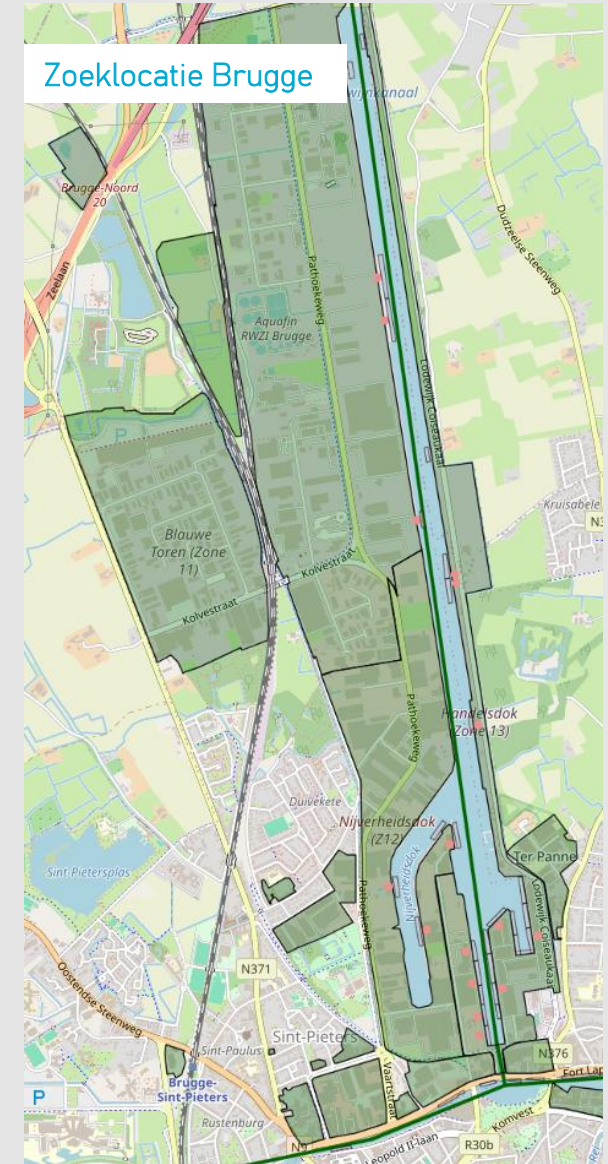
Corridor Gent-Brugge-Duinkerken en corridor Kanaal Gent-Terneuzen

- De donkergroene vaarwegen vormen samen de corridor Gent-Brugge-Duinkerken. Het gele tracé is de corridor Kanaal Gent-Terneuzen.
- Momenteel worden er wisselstations door de markt beoogd in de Nederlandse havens Vlissingen en Terneuzen (zie roze bollen) en in de Vlaamse haven Gent (zie groene bol). Deze leveren een dekkend netwerk voor corridor Kanaal Gent-Terneuzen.
- Voor een dekkend netwerk voor de corridor Gent-Brugge-Duinkerken zijn twee extra wisselstations nodig: één bij Brugge en één bij Veurne





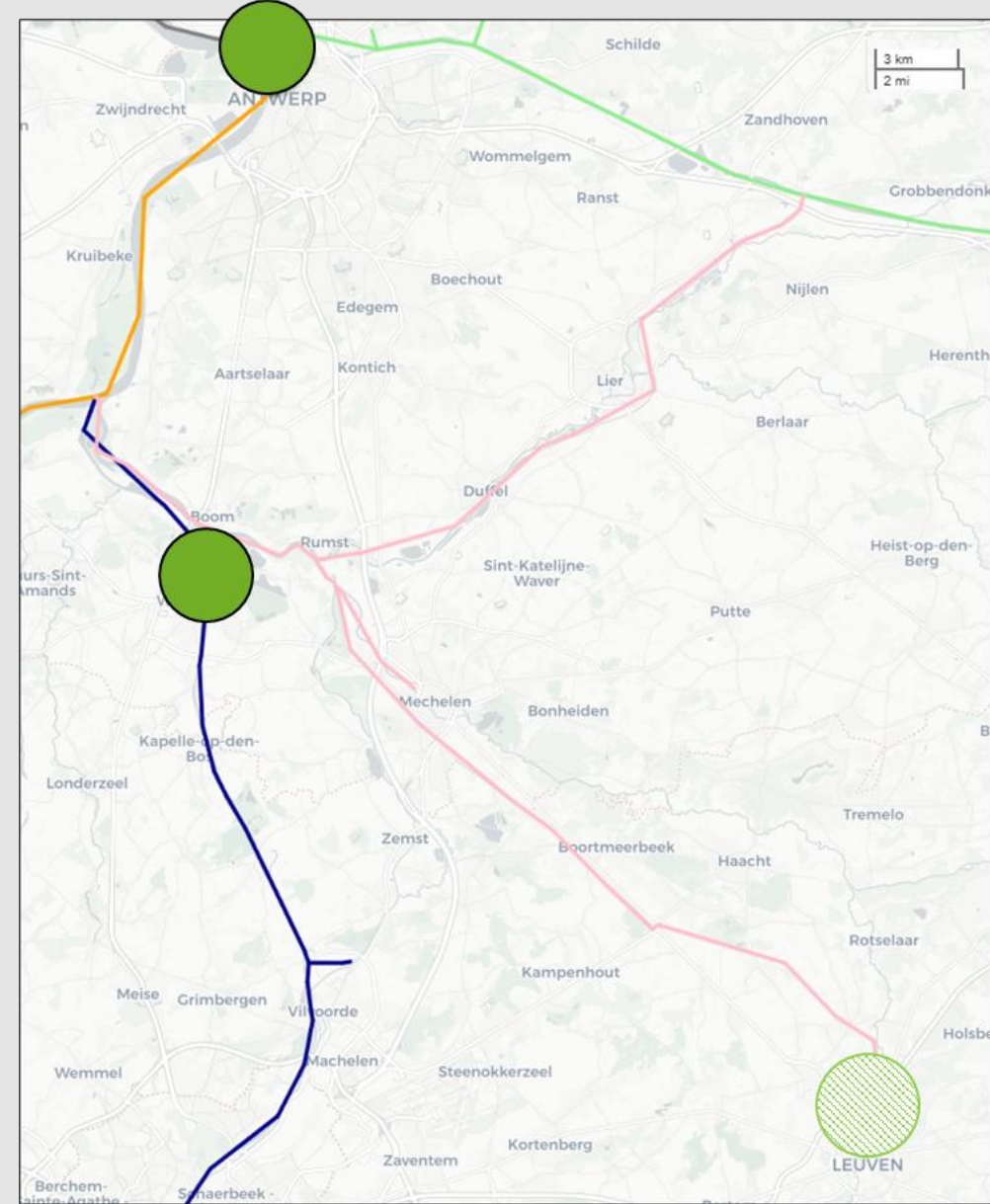
- Zoeklocatie Veurne: aan de zuidkant van Veurne is een bestaande terminal met een ligplaats, gelegen op een bedrijventerrein. Zie de rode stip op de linkerkaart. Deze locatie biedt mogelijk goede ruimte voor een wisselstation. De locatie is echter niet direct gelegen aan de doorgaande vaarroute richting Duinkerke.
- Een alternatief is een geschikte locatie in Duinkerke, dit valt buiten het Vlaams grondgebied.



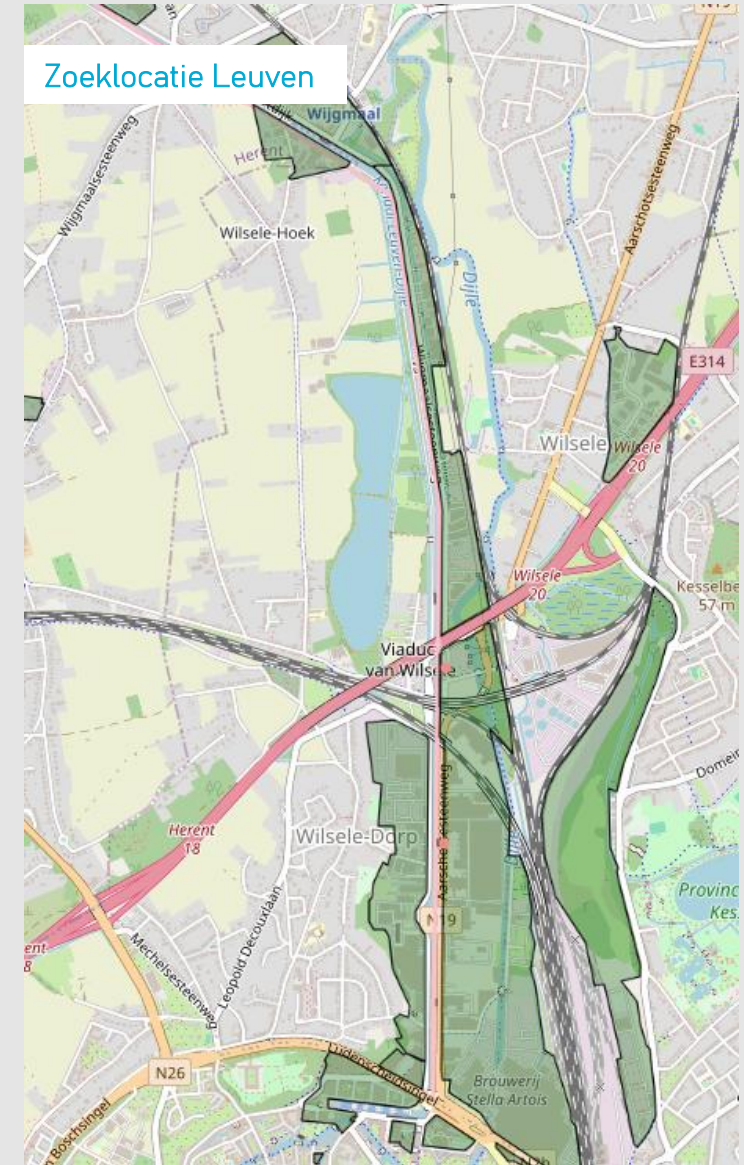
- Zoeklocatie Brugge: aan de zuidkant van de zeehaven Brugge zijn diverse terminal- en kadelocaties waar mogelijk een geschikte locatie is te vinden voor een wisselstation voor de binnenvaart en die ook kunnen dienen voor de verbinding naar zeehaven Oostende. Zie de rode punten op de kaart rechts.

Corridor Leuven Dijle Nete

- De roze vaarwegen op de kaart rechts vormen samen de corridor Leuven Dijle Nete. Deze vaarwegen leveren een waterverbinding naar Leuven.
- Bij de groene cirkels bij haven Antwerpen en Willebroek zijn al wisselstations gepland.
- Voor een dekkend netwerk op deze corridor is nog een wisselstation nodig nabij Leuven, die de groene gearceerde bol.

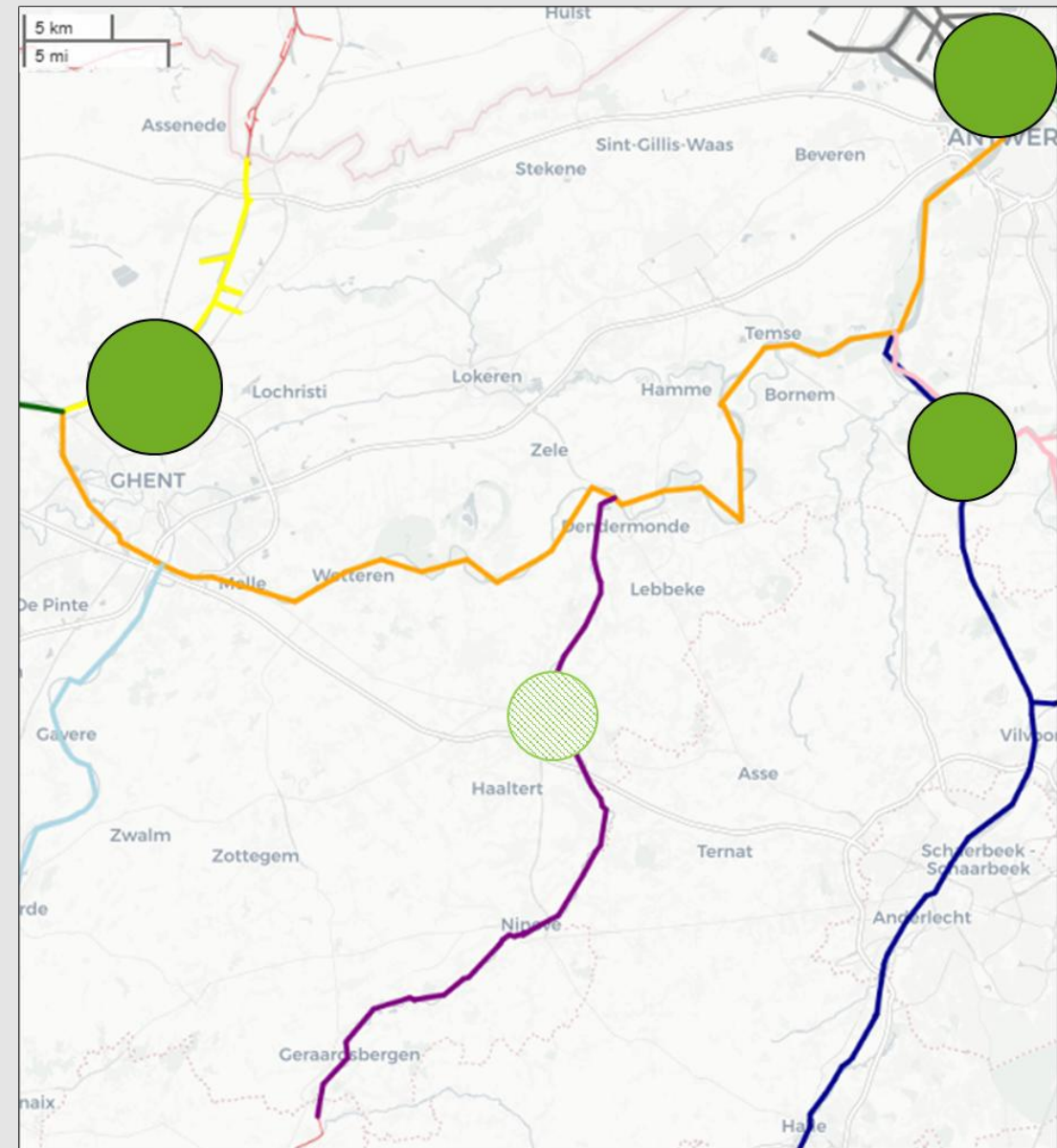


- Zoeklocatie Leuven: Ten noorden van de stad Leuven zijn drie terminallocaties met ligplaatsen, gelegen op grotere bedrijventerreinen. Zie de rode stippen op kaart rechts. Mogelijk biedt een van deze drie locaties geschikte ruimte voor een wisselstation.

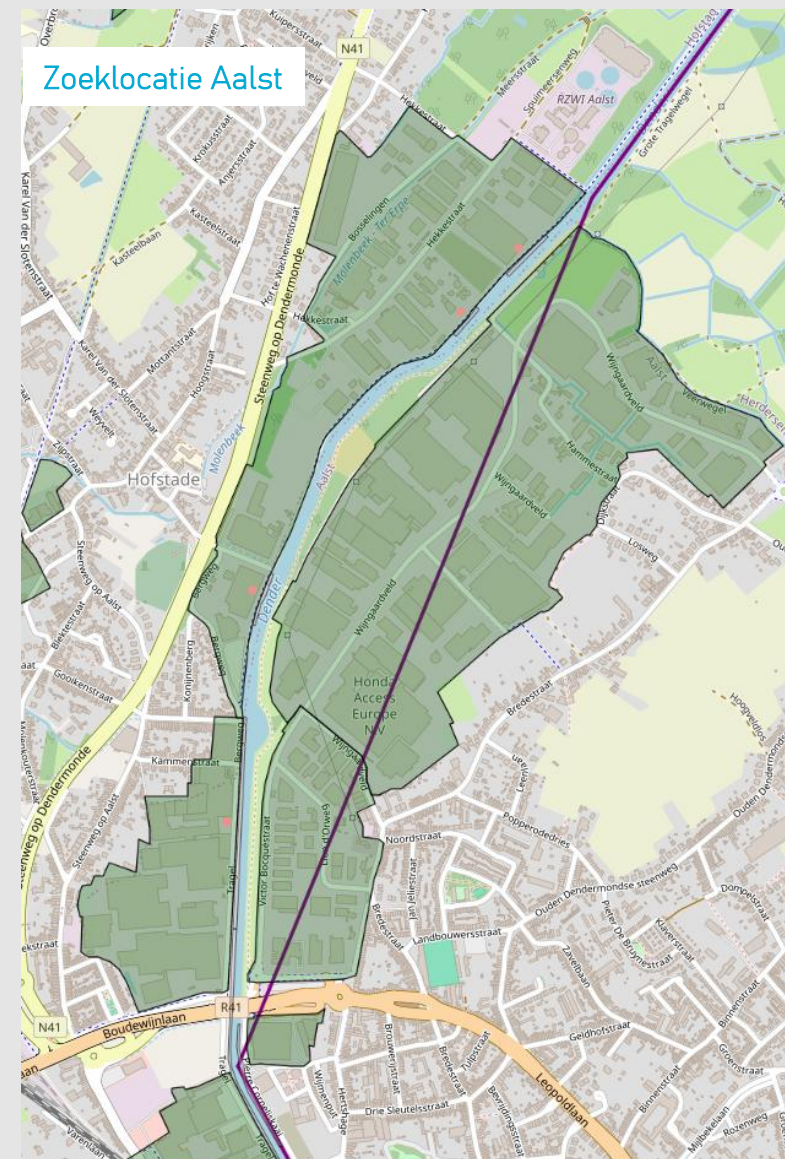


Corridor Schelde Antwerpen-Gent en corridor Dender

- De oranje corridor op de kaart rechts is de corridor Schelde Antwerpen Gent. De paars gekleurde vaarweg is corridor Dender.
- In haven Gent, haven Antwerpen en Willebroek is al een wisselstation gepland, zie de drie groene cirkels.
- Voor een dekkend netwerk voor deze corridors tussen Gent, Antwerpen en Charleroi is een aanvullende locatie nodig ten hoogte van Aalst, zie de groen gearceerde bol.

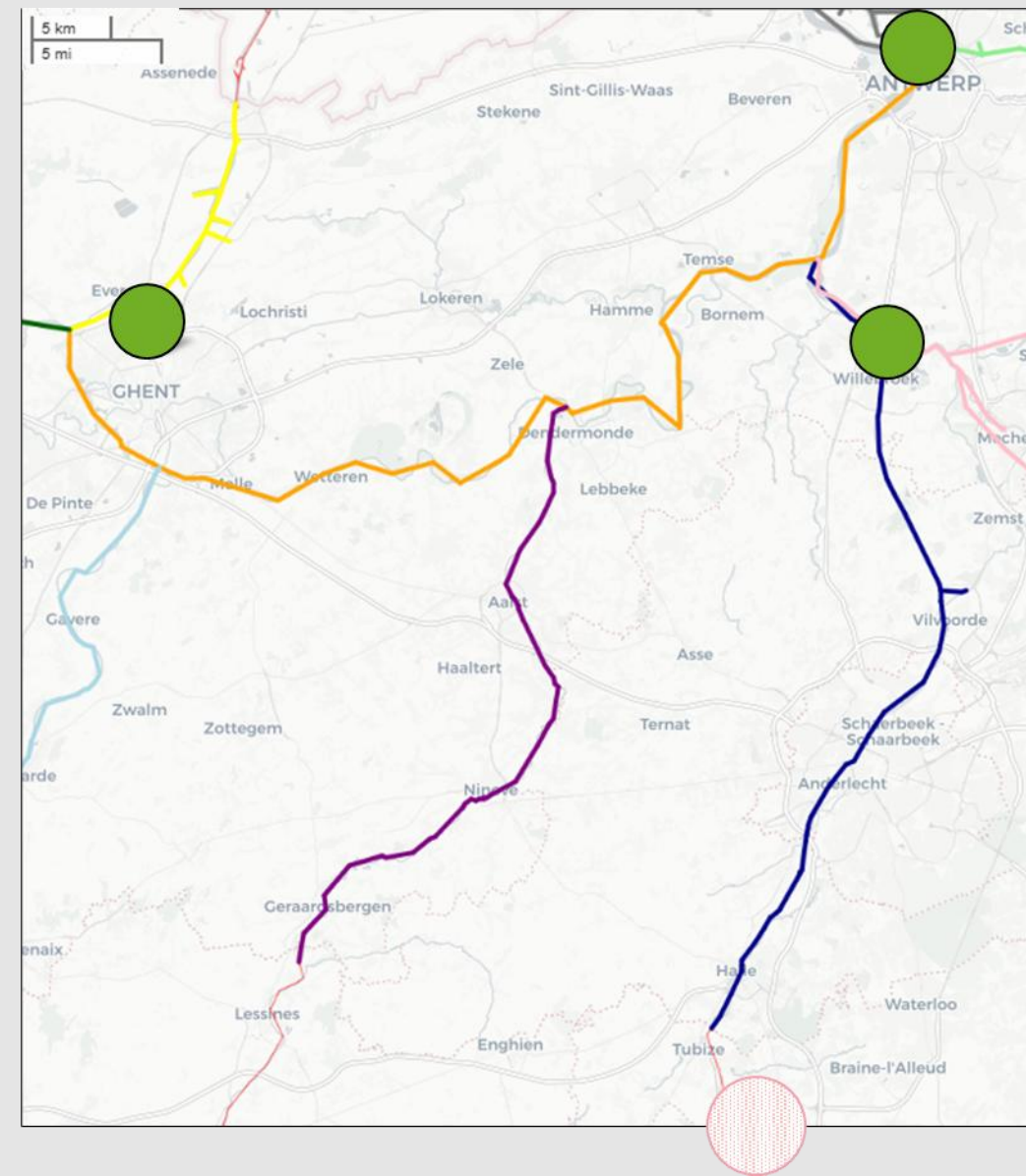


- Zoeklocatie Aalst: Aan de noordkant van Aalst liggen grotere bedrijventerreinen waarop vier terminals zijn gevestigd. Zie de rode stippen op de kaart rechts. Mogelijk biedt een van deze locaties geschikte ruimte voor een wisselstation.

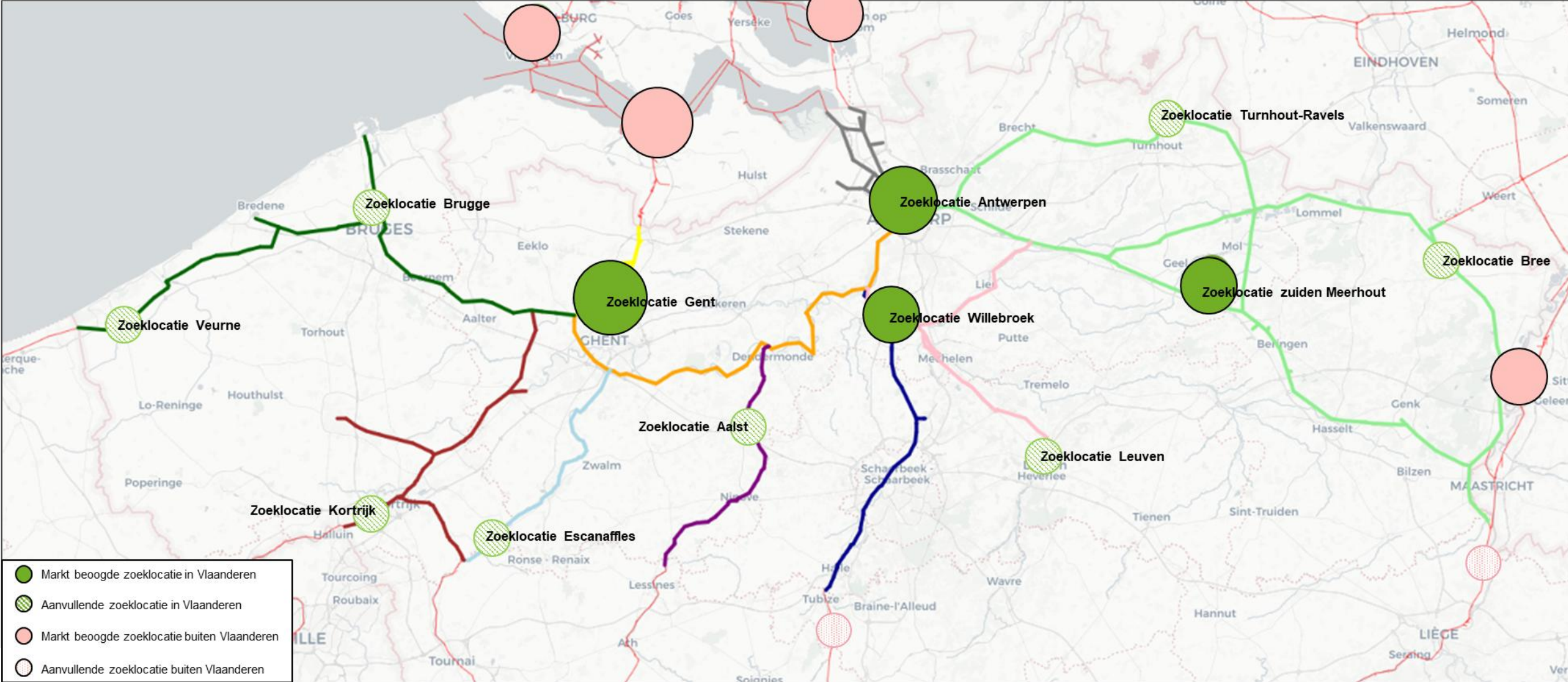


Corridor Schelde-Brussel-Charleroi

- Het donkerblauwe vaartracé is de corridor Schelde-Brussel-Charleroi. Deze verbindt Antwerpen en Gent met Brussel en gaat richting Charleroi.
- In Willebroek is al een wisselstation gepland, deze zorgt voor een dekkend netwerk van de corridor.
- Voor vaarverkeer richting Charleroi zou een extra wisselstation nodig zijn onder Tubize, zie de roze gearceerde bol. Dit valt buiten de Vlaamse vaarwegen.



Totaaloverzicht zoeklocaties dekkend netwerk wisselstations



Indicatie omvang batterij wisselstations per wissellocatie

De tabel hieronder is de energievraag per corridor in scenario 0 Baseline in 2050 omgerekend naar een indicatief aantal batterijen dat per dag en per jaar gewisseld en dus opgeladen moet gaan worden. Hierbij is uitgegaan van 6 vaardagen in de week. De tabel toont 3 opties: omvang batterijwissels bij batterijen van 2,6 MWh, bij 4MWh en bij 6 MWh (mogelijk realistisch in 2050).

Corridor	Energievraag per jaar in		Batterijen per jaar			Batterijen per dag		
	Elektriciteit	Waterstof	2.6 MWh	4 MWh	6 MWh	2.6 MWh	4 MWh	6 MWh
Albertkanaal	24.092	0	10.296	6692	4461	34	22	15
Antwerpen Benedenschelde	5.290	0	2.261	1469	980	8	5	3
Bovenschedde	6.038	0	2.580	1677	1118	9	6	4
Dender	28	0	12	8	5	0	0	0
Gent-Brugge- Duinkerken	1.108	0	474	308	205	2	1	1
Kanaal Gent- Terneuzen	3.680	0	1.573	1022	681	5	3	2
Leie	2.016	0	862	560	373	3	2	1
Leuven Dijle Nete	347	0	148	96	64	0	0	0
Schelde Antwerpen- Gent	5.602	0	2.394	1556	1037	8	5	3
Schelde-Brussel- Charleroi	3.132	0	1.338	870	580	4	3	2
Totalen	51.332	0,00	21.937	14259	9506	73	48	32

De onderstaande tabel geeft een verdeling weer van de energievraag over de benodigde wissellocaties in 2050 bij scenario 0 Baseline. Ook toont deze de verdeling van het aantal batterijen die geladen dienen te worden per dag. Hiervoor zijn logische aannames gedaan voor verdeling van de energievraag uit de tabel op de voorgaande pagina. In de drie rechter kolommen is aangegeven wat de omvang zal zijn van de wisselstations bij een dergelijke energievraag.

Dekkend netwerk	Aantal containerwisselingen per dag / locatie			Type Wisselstation		
	2,6 MWh batterij	4 MWh batterij	6 MWh batterij	2,6 MWh batterij	4 MWh batterij	6 MWh batterij
Antwerpen	32,2	21,0	14,0	Grootwisselstation + standaard wisselstation	2x standaard wisselstation of groot + compact wisselstation	Groot wisselstation
Ghent	9,1	5,9	4,0	Standaard wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Meerhout	10,3	6,7	4,5	Standaard wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Bree	1,7	1,1	0,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Terneuzen	2,6	1,7	1,1	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Willebroek	4,5	2,9	1,9	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Boschuit	3,4	2,2	1,5	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Kortrijk	6,3	4,1	2,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Brugge	0,4	0,3	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Veurne	0,4	0,3	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Leuven	0,4	0,2	0,2	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Turnhout	1,7	1,1	0,7	Compact wisselstation	Compact wisselstation	Compact wisselstation
Totaal per dag	73,1	47,5	31,7			

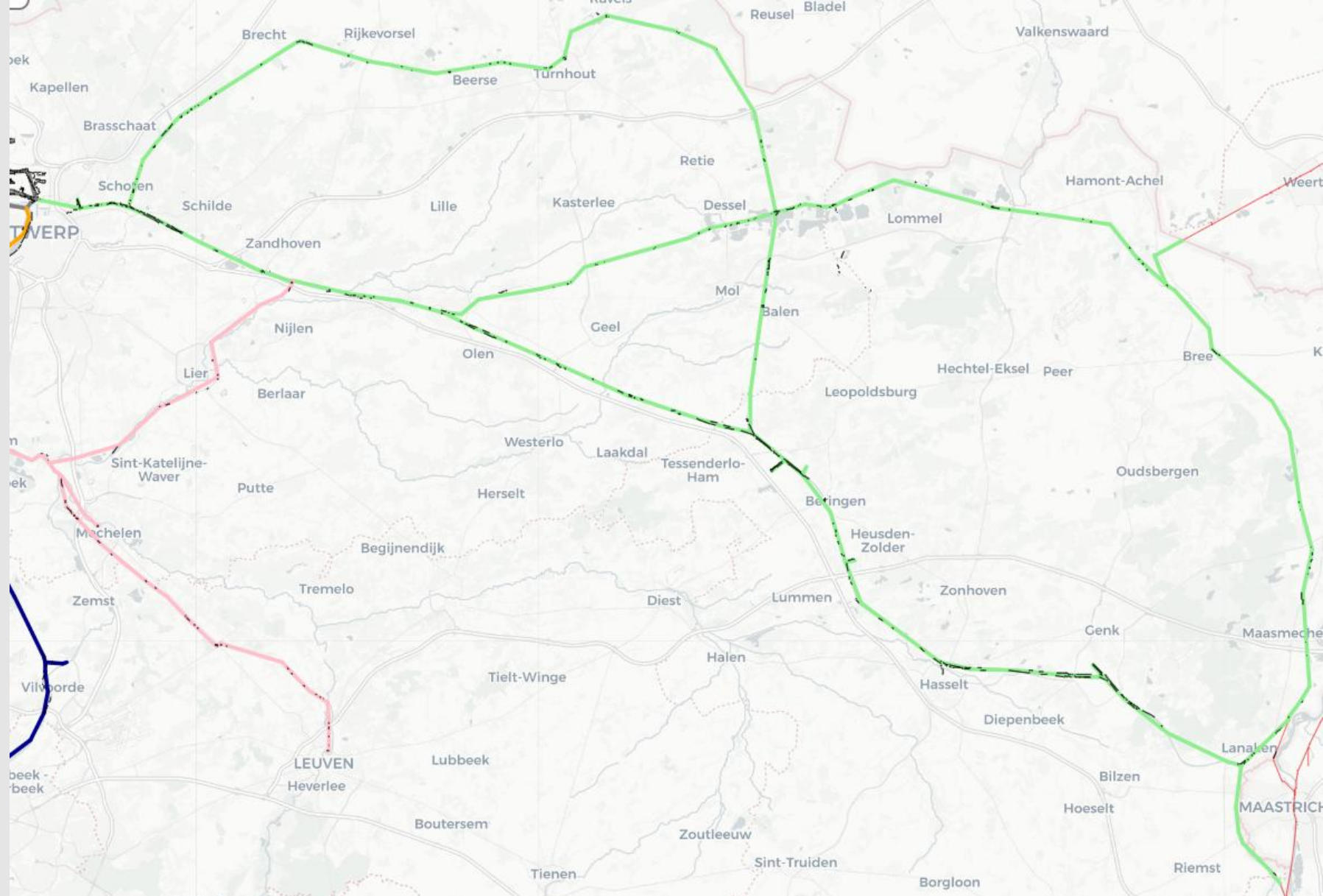
5.3.2 Ligplaatsen met laadvoorzieningen

- Volgens Scenario Baseline zal in 2050 op alle corridors behalve Dender laadpunten bij ligplaatsen moeten komen. Uitgangspunt is dat voor ieder schip met een geïntegreerd batterijpakket of een schip met batterijcontainer, maar waar omwille van praktische beperkingen de container niet kan gewisseld worden (zoals ontbreken van kraan) dat over een corridor vaart, er een laadpunt aanwezig moeten zijn bij een ligplaats.
- De rechter tabel toont aan hoeveel schepen er varen over de verschillende corridors in 2050 met een geïntegreerd batterijpakket in Scenario Baseline. Hiervoor zullen per corridor voldoende laadpunten gerealiseerd moeten worden.
- Momenteel zijn er nog geen bestaande laadpunten. Wel is er een strategie voor uitrol van walstroom bij ligplaatsen. Aanbeveling is om de uitrol van laadpunten in het verlengde gaan verlopen van de uitrol van walstroom.
 - In Scenario Duurzaam met bestaande infrastructuur zal de vraag naar laadpunten iets hoger zijn. In scenario Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur is de vraag fors hoger. Als deze scenario's zich voordoen dan zal het aantal laadpunten opgeschaald moeten worden.
 - In Scenario Laag en Traag is de behoefte aan laadpunten aanzienlijk lager, in dit geval zal slechts op beperkte locaties verspreid over de corridors een laadpunt nodig zijn.
- Hierna volgt een locatiescan per corridor, waarbij de stappen vanuit het locatie-selectiemodel zijn aangehouden.

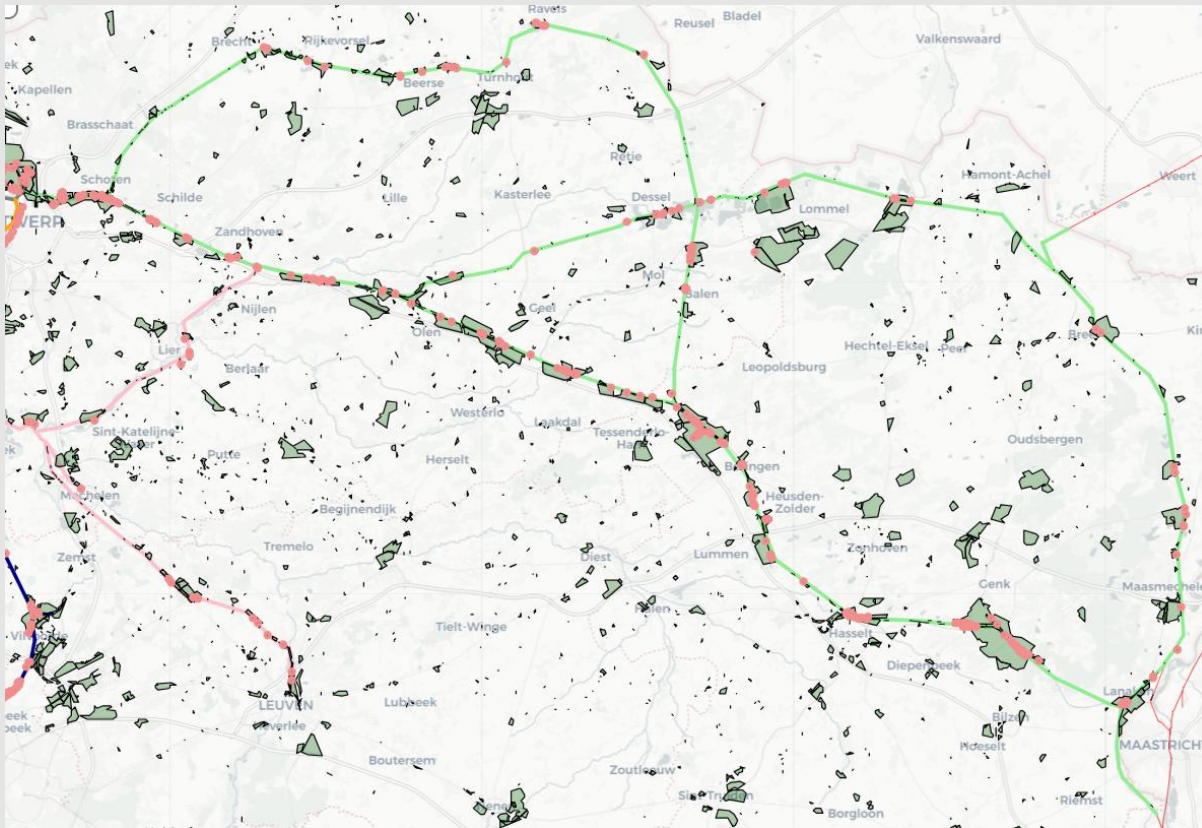
Corridor	Aantal schepen geïntegreerd pakket
Albertkanaal	121
Antwerpen Benedenschelde	27
Bovenschelde	30
Dender	0
Gent-Brugge-Duinkerken	6
Kanaal Gent-Terneuzen	18
Leie	10
Leuven Dijle Nete	2
Schelde Antwerpen-Gent	28
Schelde-Brussel-Charleroi	16
Totalen	257

Corridor Albertkanaal

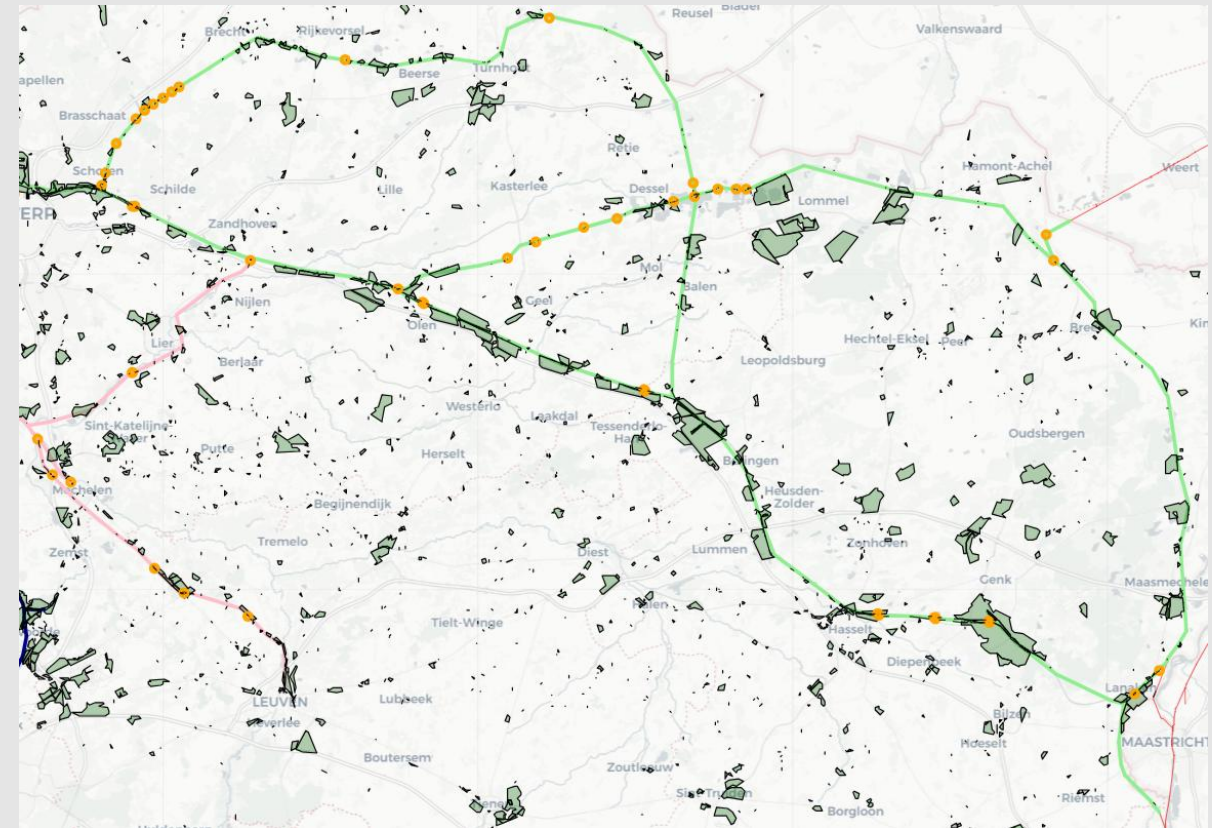
- Op het Albertkanaal varen in 2050 volgens Scenario Baseline 121 schepen met een geïntegreerd batterijpakket. In 2050 zullen voor deze schepen **121 laadpunten** moeten zijn.
- Aan het Albertkanaal zijn 447 ligplaatsen gevestigd (zie kaart rechts).
- De laadpunten zullen verspreid over het kanaal aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden.



- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart onder de rode punten) zijn goed geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.



- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart onder de oranje punten) zijn juist niet zo goed geschikt.



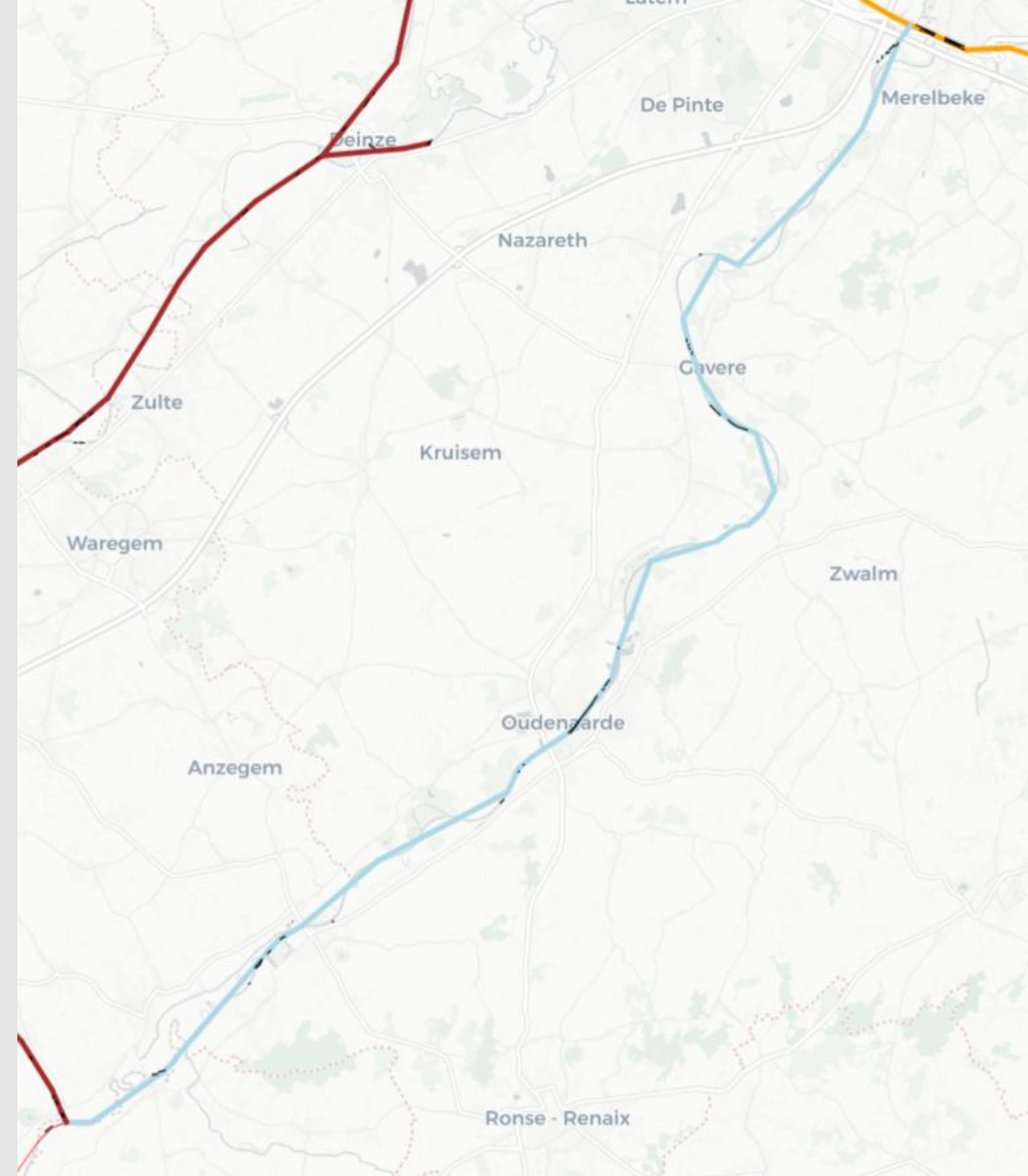
Corridor Antwerpen Benedenschelde

- Op de corridor Antwerpen Benedenschelde varen in 2050 volgens Scenario Baseline 30 schepen met een geïntegreerd batterijpakket. In 2050 zullen voor deze schepen **27 laadpunten** moeten zijn.
- Aan deze corridor liggen 789 ligplaatsen (zie kaart rechts boven). Een belangrijk deel ligt in de havenbekkens (blauw gearceerd).
- De laadpunten zullen verspreid over het kanaal aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden
- Hierbij moet samen met het havenbedrijf nader onderzocht worden of een ligplaats voor de binnenvaart en voor een overnachtingsplaats benut kan worden en niet in de weg ligt van zeescheepvaart

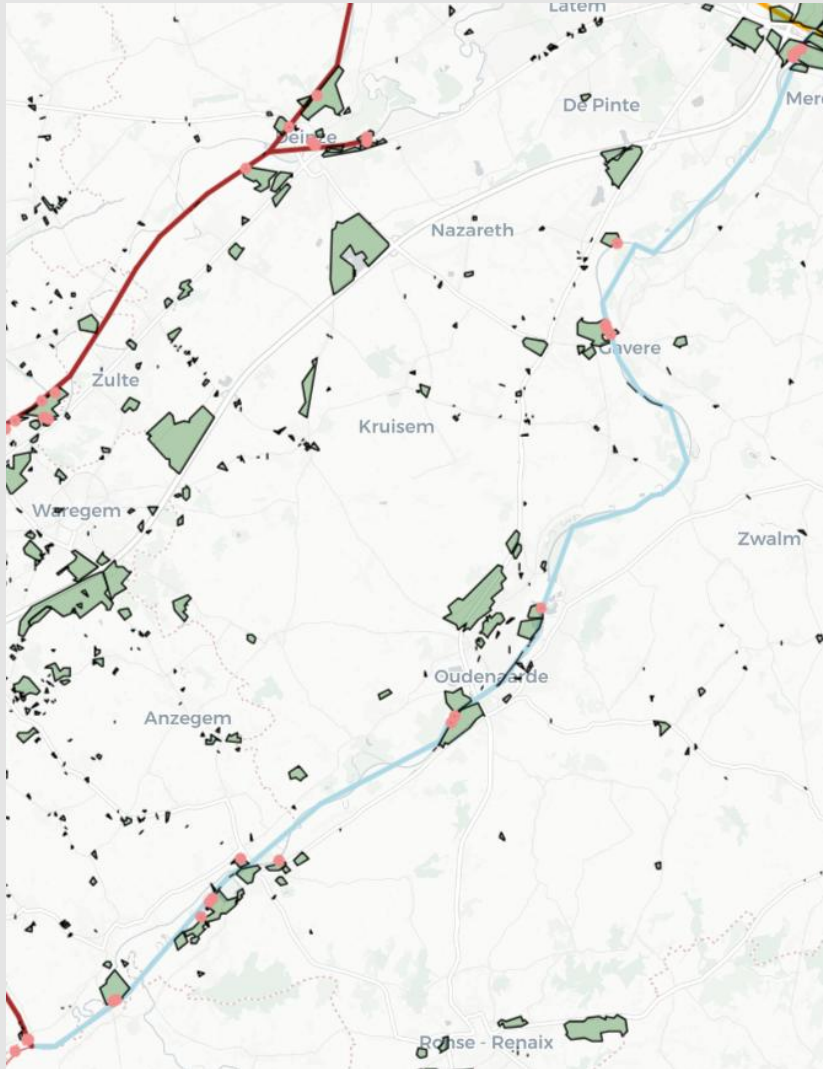


Corridor Bovenschelde

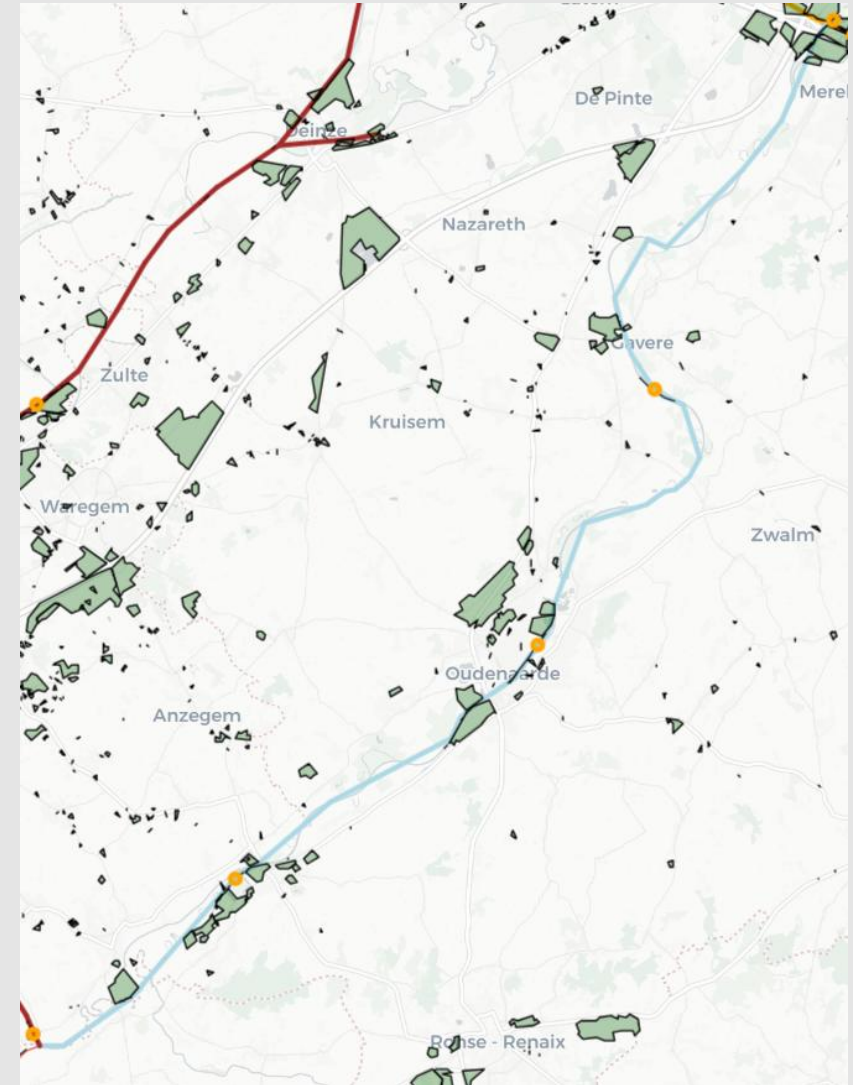
- Op de Corridor Bovenschelde zijn **30 laadpunten** nodig volgens Scenario Baseline.
- Deze corridor heeft 37 ligplaatsen (zie kaart rechts onder).
- Aangezien hier 4 sluizen zijn waar bij voorkeur geen laadpunt wordt gerealiseerd, zal er bij nagenoeg alle een laadpunt gerealiseerd moeten worden.



- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart rechts de rode punten) zijn goed geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.

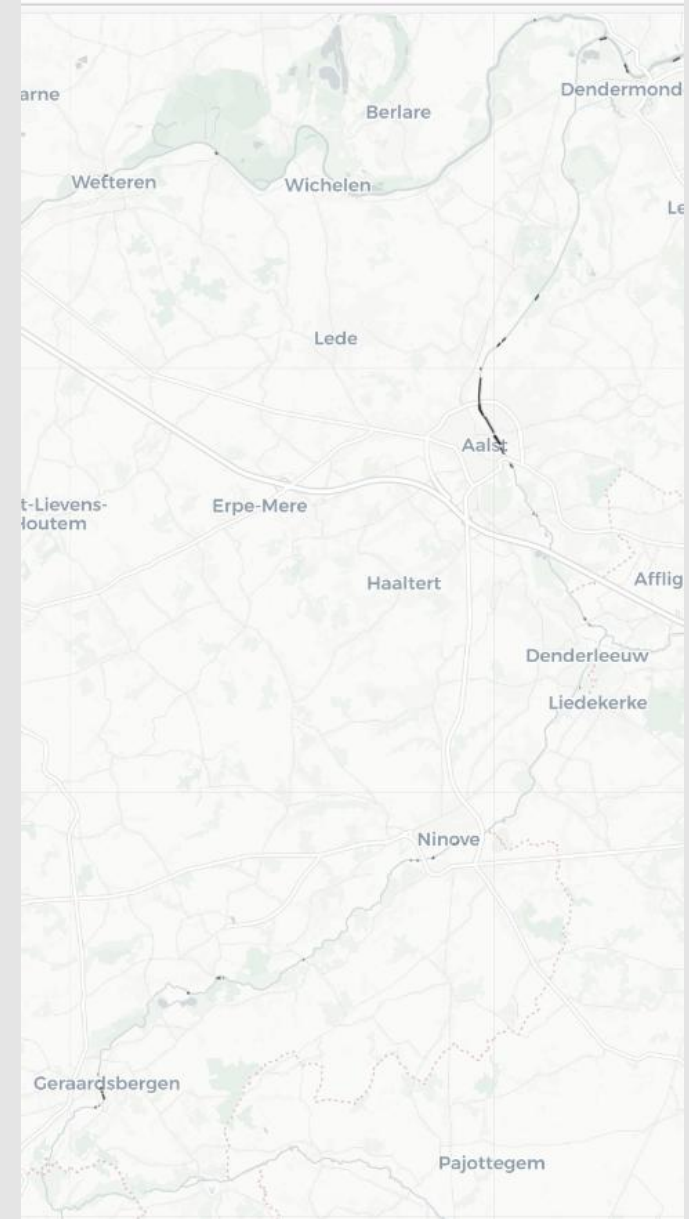
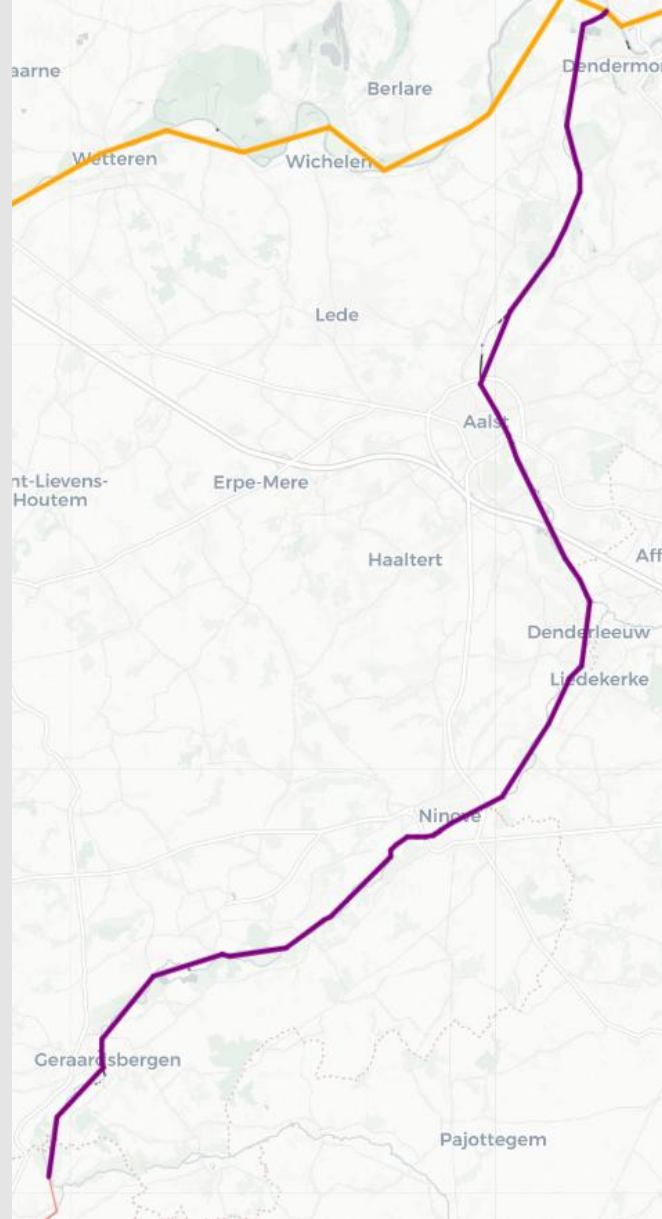


- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart rechts de oranje punten) zijn juist niet geschikt.



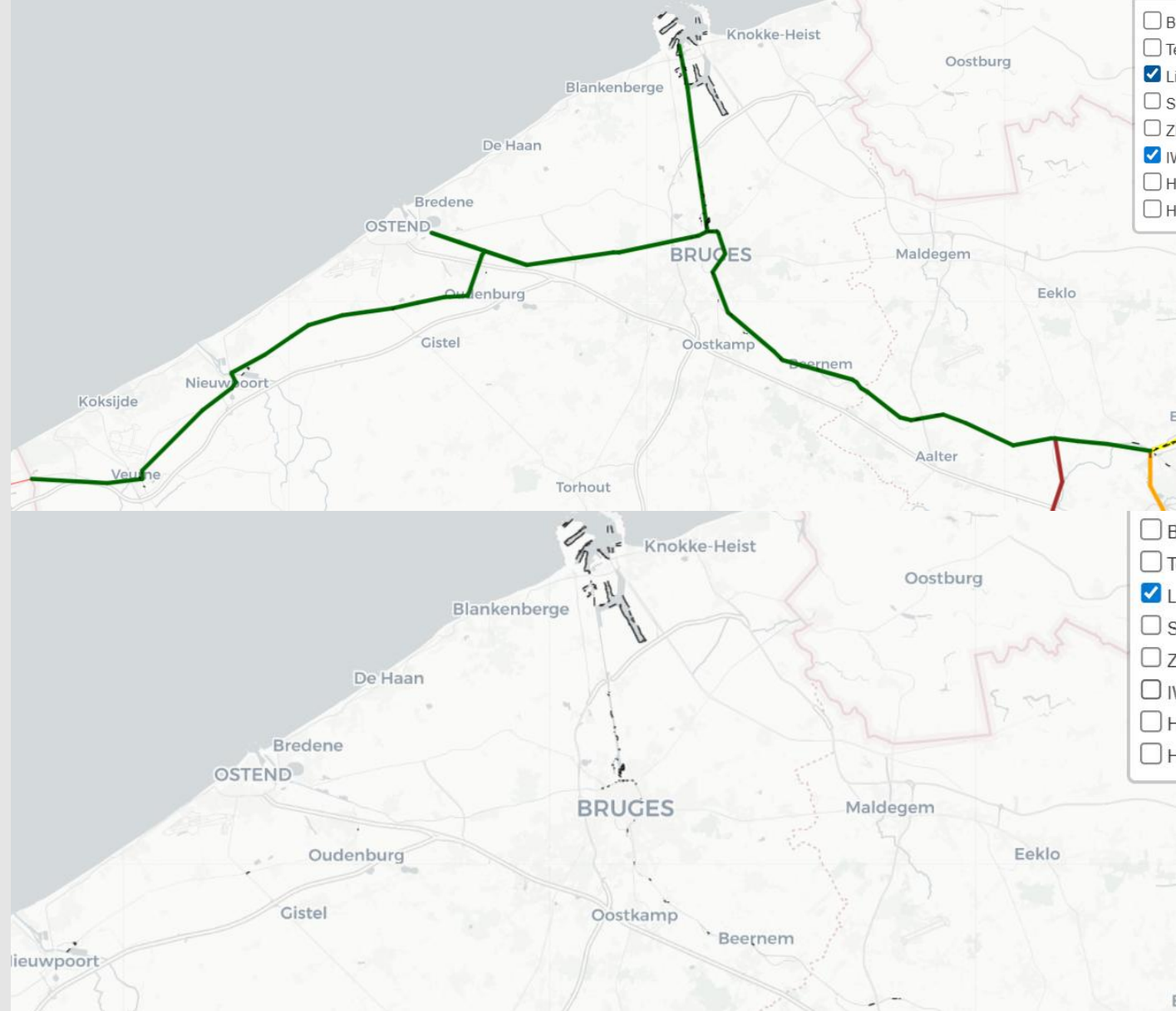
Corridor Dender

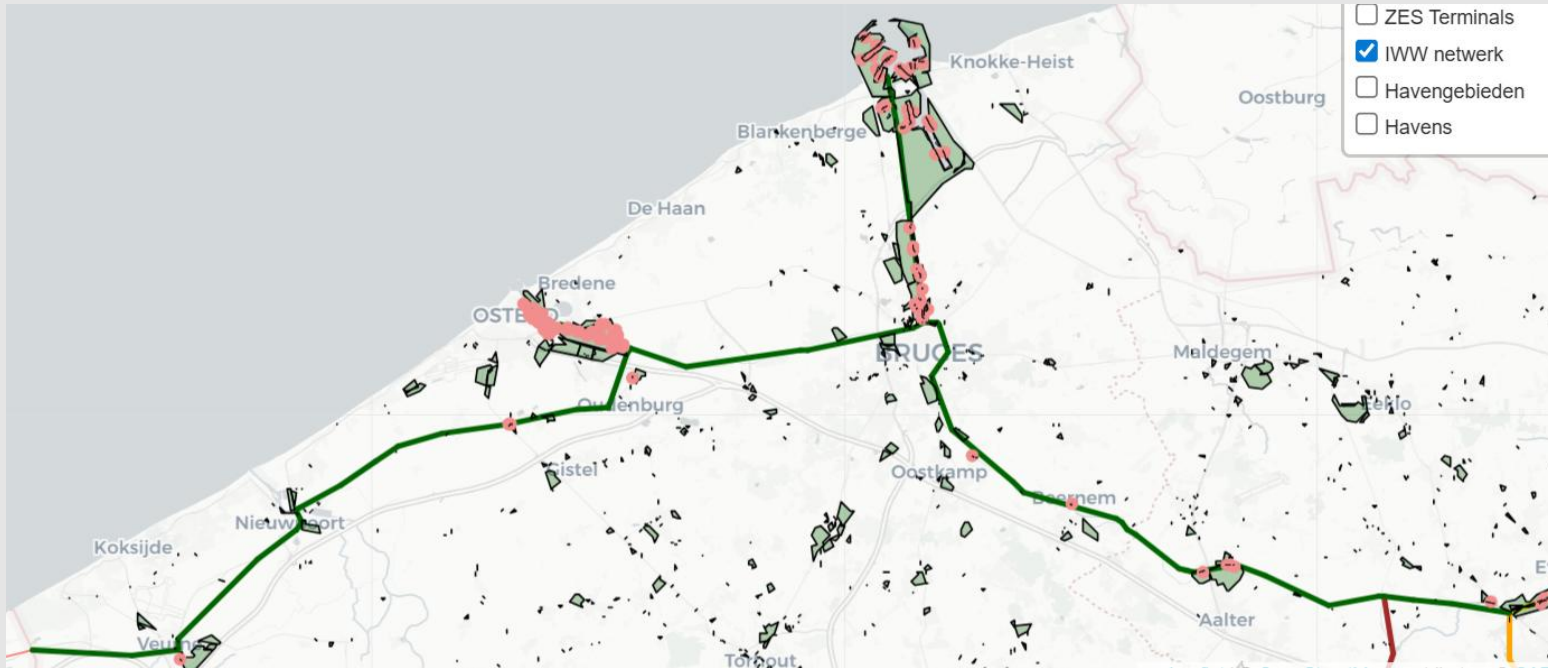
- Op Corridor Dender zijn **0 laadpunten** nodig volgens Scenario Baseline.
- Mocht de situatie zich toch voordoen dat er batterij-geïntegreerde schepen varen richting 2050, dan zijn er voldoende ligplaatsen aanwezig die met een laadpunt uitgerust kunnen worden.
- Langs deze corridor zijn namelijk 38 ligplaatsen, verspreid over de corridor. Zie de kaart rechts.



Corridor Gent-Brugge-Duinkerken

- Op de corridor Gent-Brugge-Duinkerken varen in 2050 c.a. 6 schepen met geïntegreerd batterijpakket, hiervoor zijn **6 laadpunten** nodig.
- Aan dit kanaal en in de havens zijn in totaal 171 ligplaatsen (zie kaarten rechts), dit zijn er voldoende voor het aantal benodigde laadpunten.
- De laadpunten zullen verspreid over het kanaal aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden.





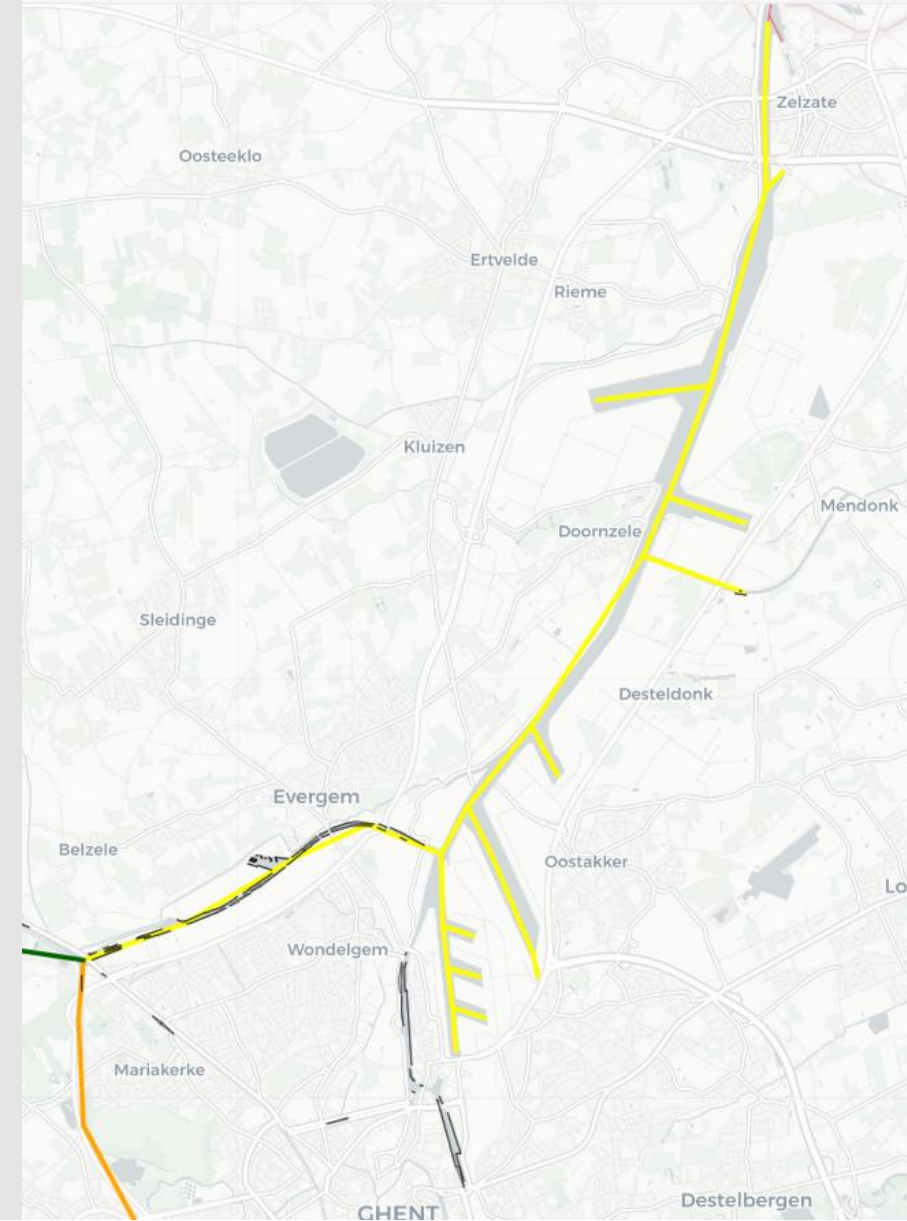
- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart onder de oranje punten) zijn juist niet zo goed geschikt.

- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart boven de rode punten) zijn goed geschikt, omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.



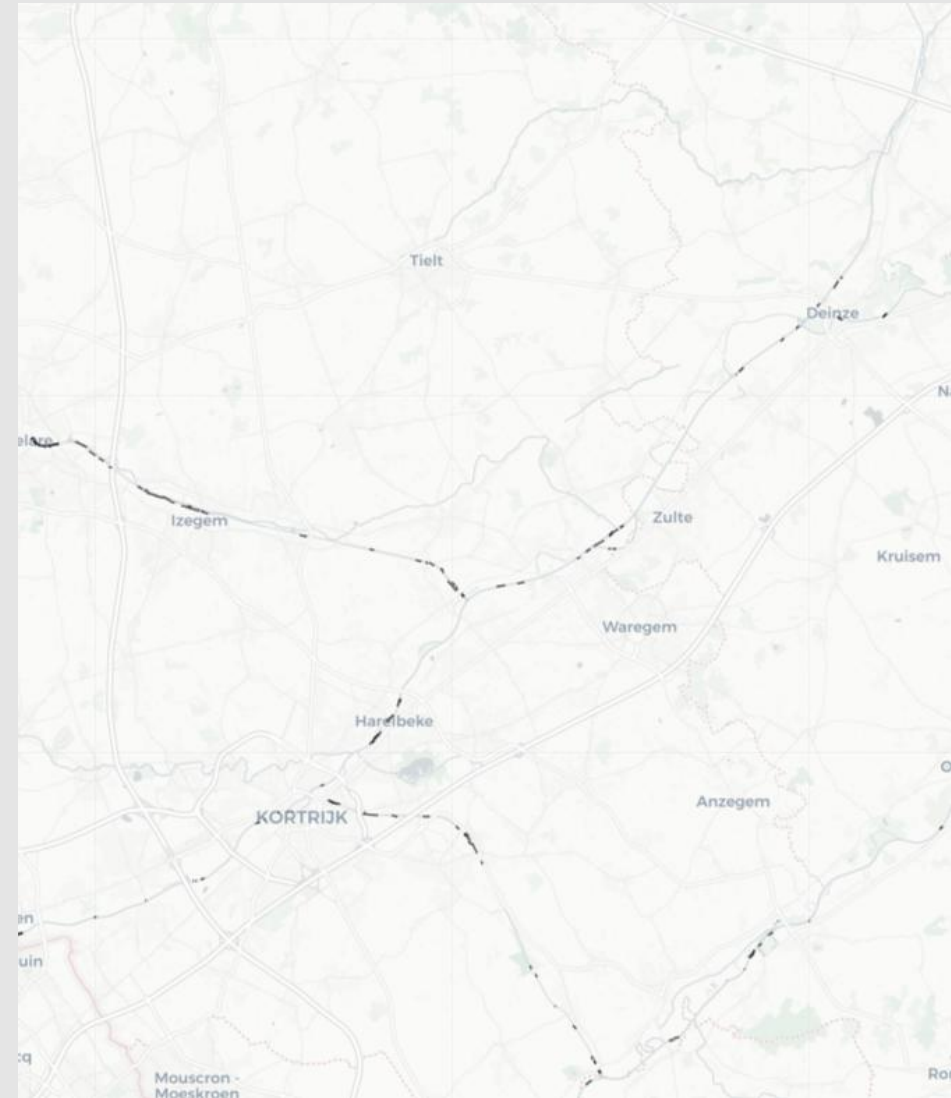
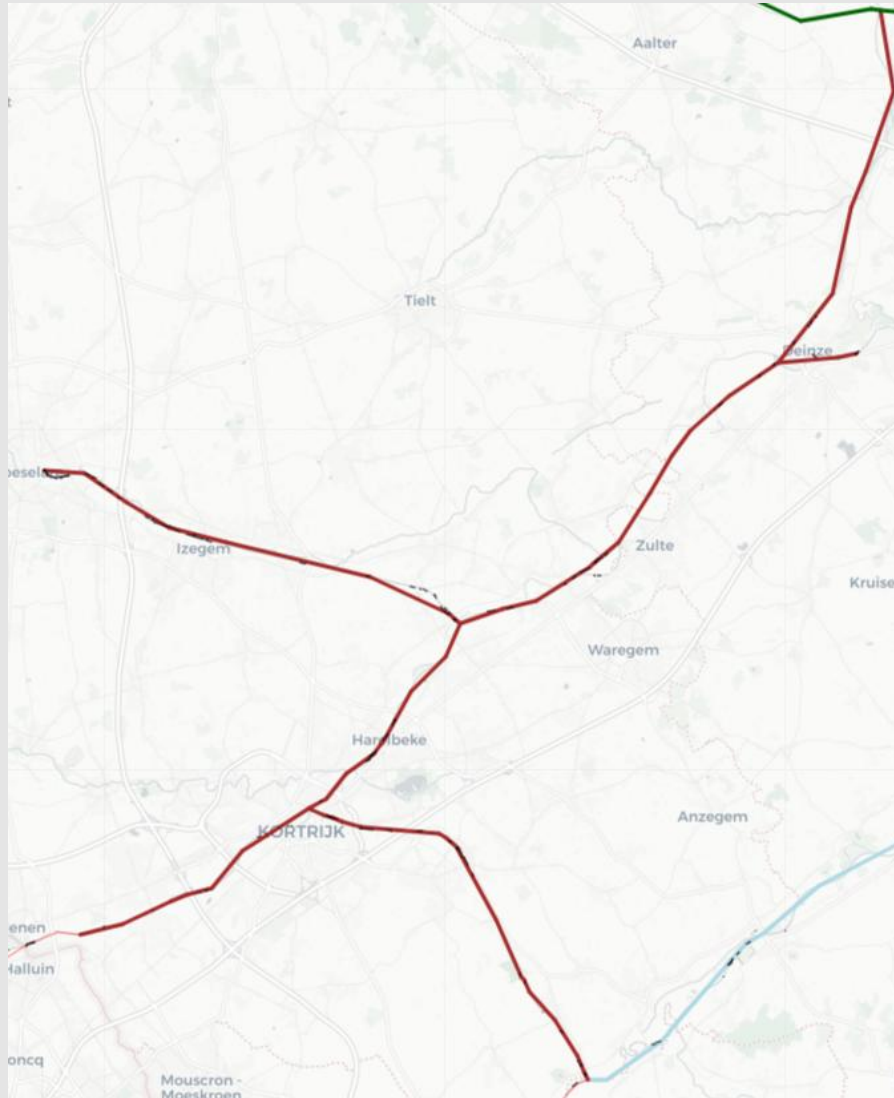
Corridor Kanaal Gent-Terneuzen

- Op Kanaal Gent-Terneuzen (geel) varen in 2050 c.a. 18 schepen met geïntegreerd batterijpakket, hiervoor zijn **18 laadpunten** nodig.
- Aan dit kanaal zijn 68 ligplaatsen (zie kaart rechts), met name in de haven van Gent, maar voldoende voor het aantal benodigde laadpunten.
- De laadpunten zullen verspreid over het kanaal aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden,
- Hierbij moet goed gekeken worden of een ligplaats voor de binnenvaart en voor een overnachtingsplaats benut kan worden en niet in de weg ligt van de havenactiviteiten in de haven Gent.

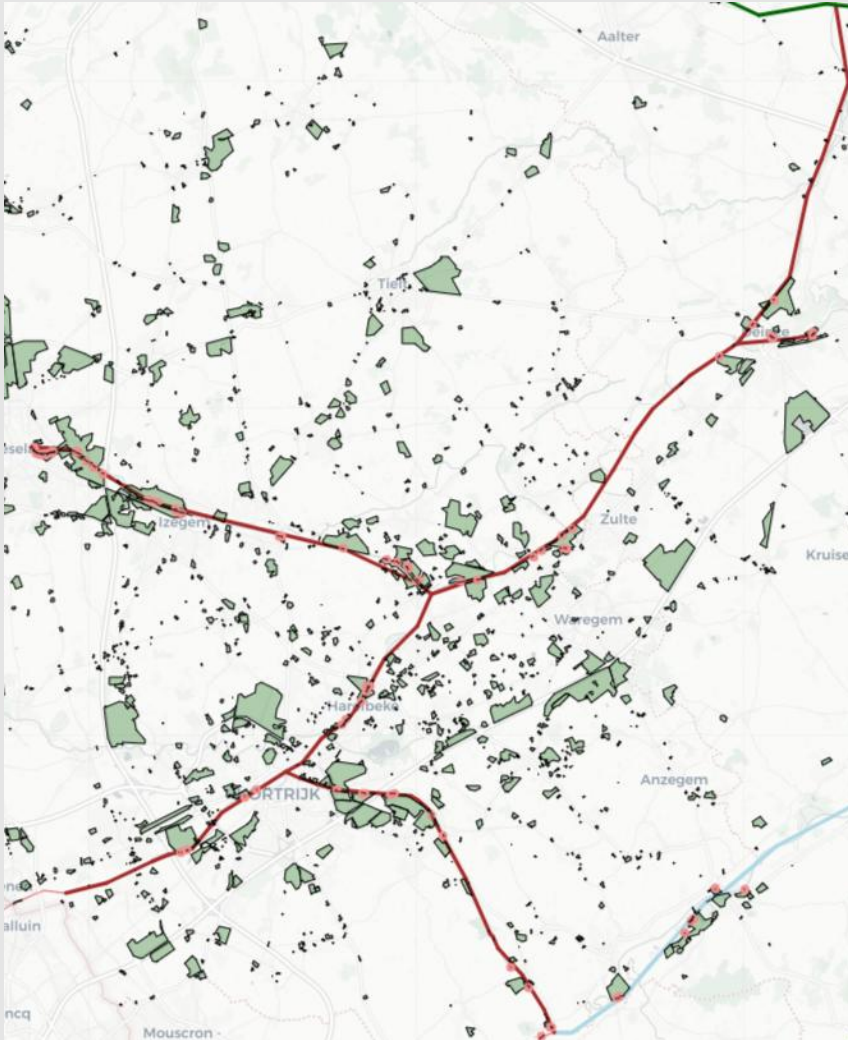


Corridor Leie

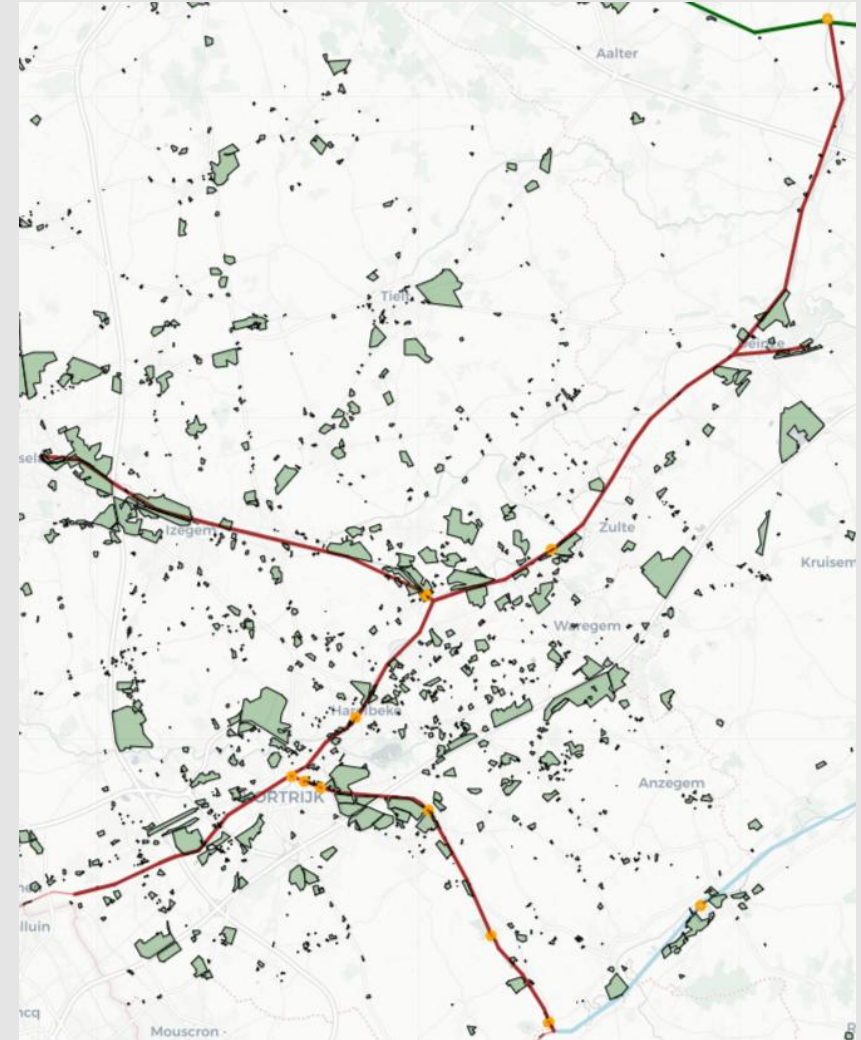
- Op de Leie corridor zijn **10 laadpunten** nodig volgens Scenario Baseline.
- Op deze corridor zijn 114 ligplaatsen aanwezig (zie kaarten rechts), dit zijn ruim voldoende ligplaatsen voor het aantal benodigde laadpunten.
- De laadpunten zullen verspreid over de corridor aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden



- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart rechts de rode punten) zijn goed geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.

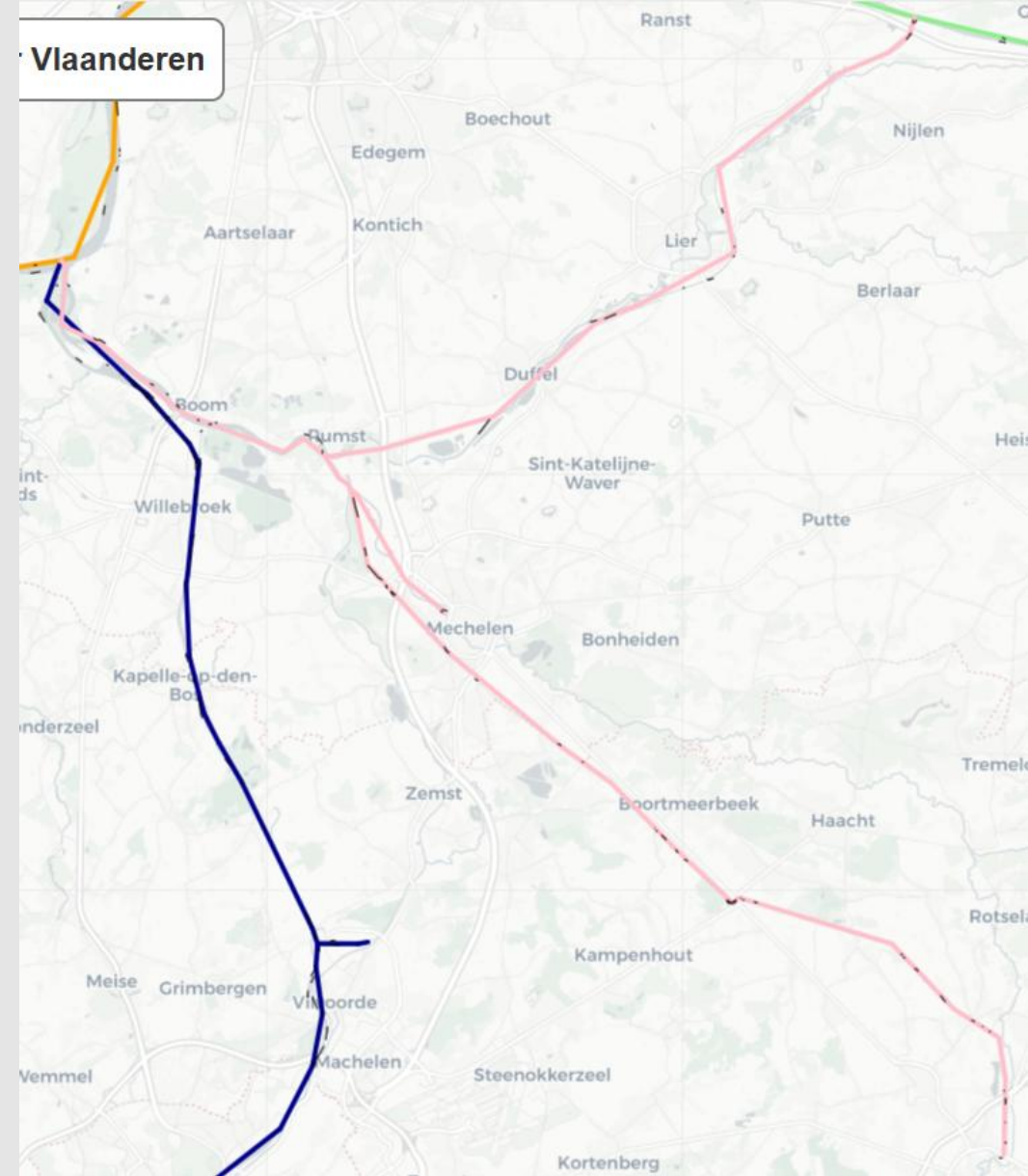


- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart rechts de oranje punten) zijn juist niet geschikt.

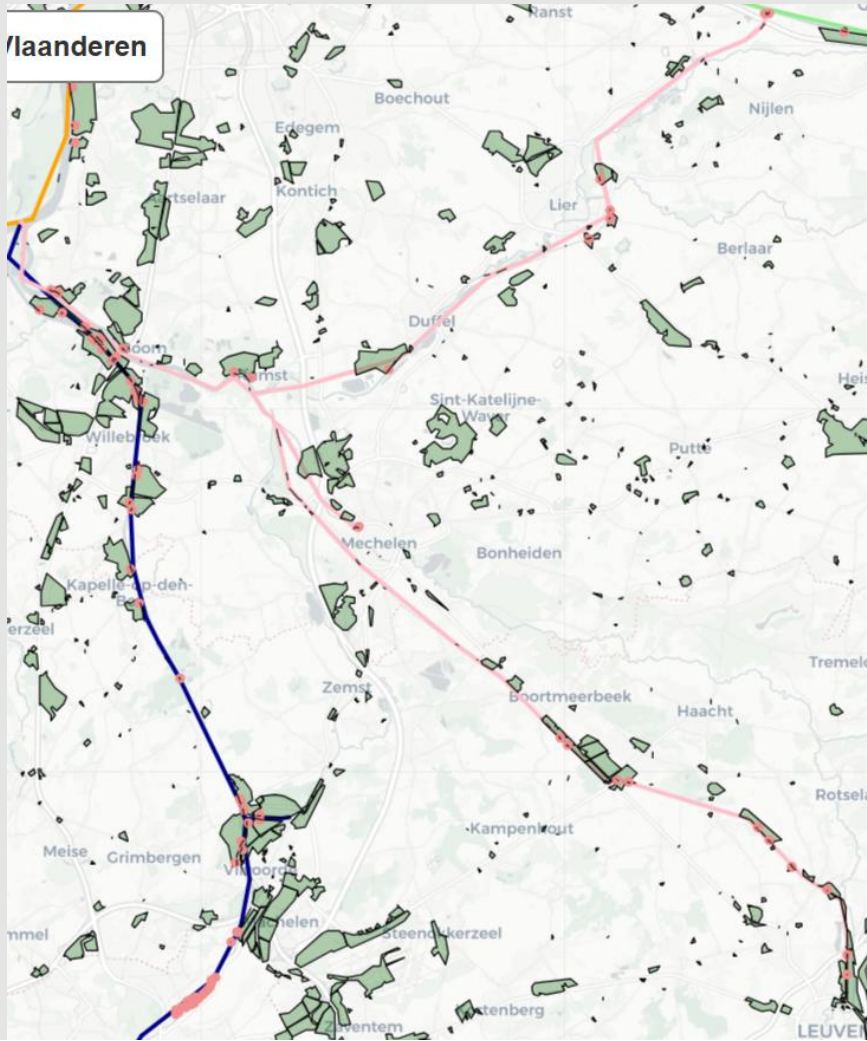


Corridor Leuven Dijle Nete

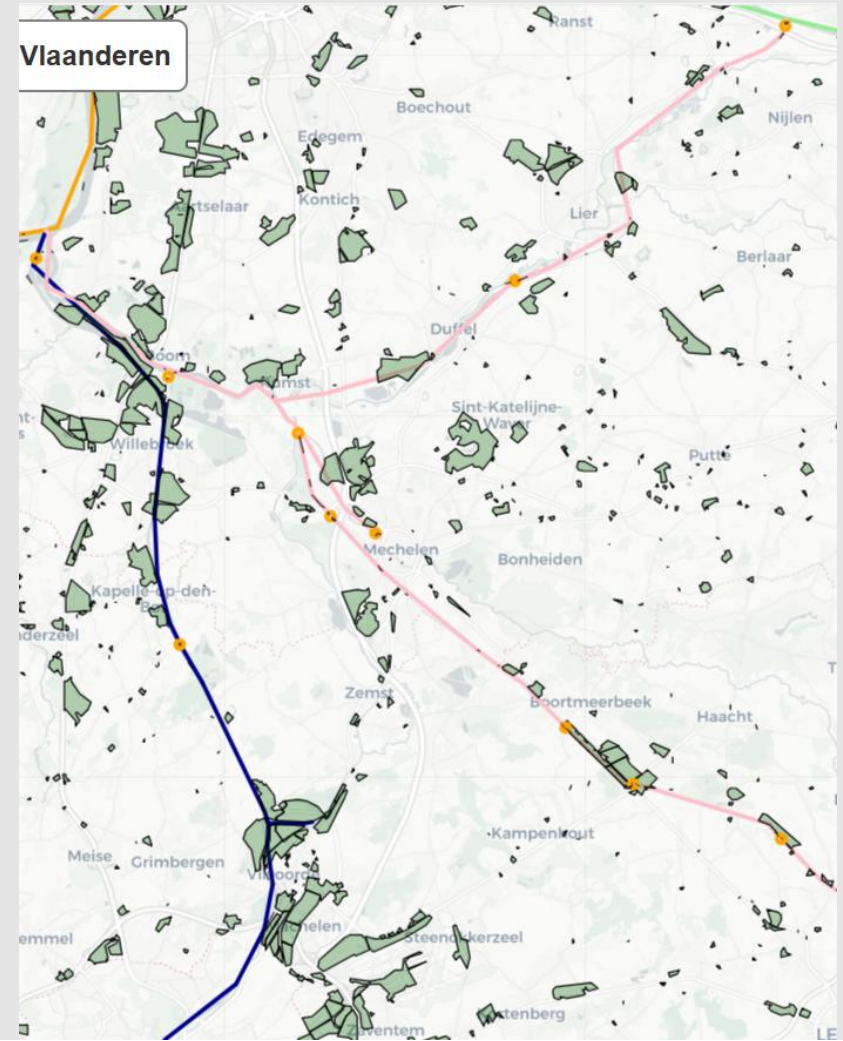
- Op Corridor Leuven Dijle Nete zijn **2 laadpunten** nodig volgens Scenario Baseline.
- Op deze corridor zijn 66 ligplaatsen aanwezig (zie kaarten rechts), dit zijn ruim voldoende ligplaatsen voor het aantal benodigde laadpunten.
- De laadpunten zullen verspreid over de corridor aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden



- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart rechts de rode punten) zijn goed geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.

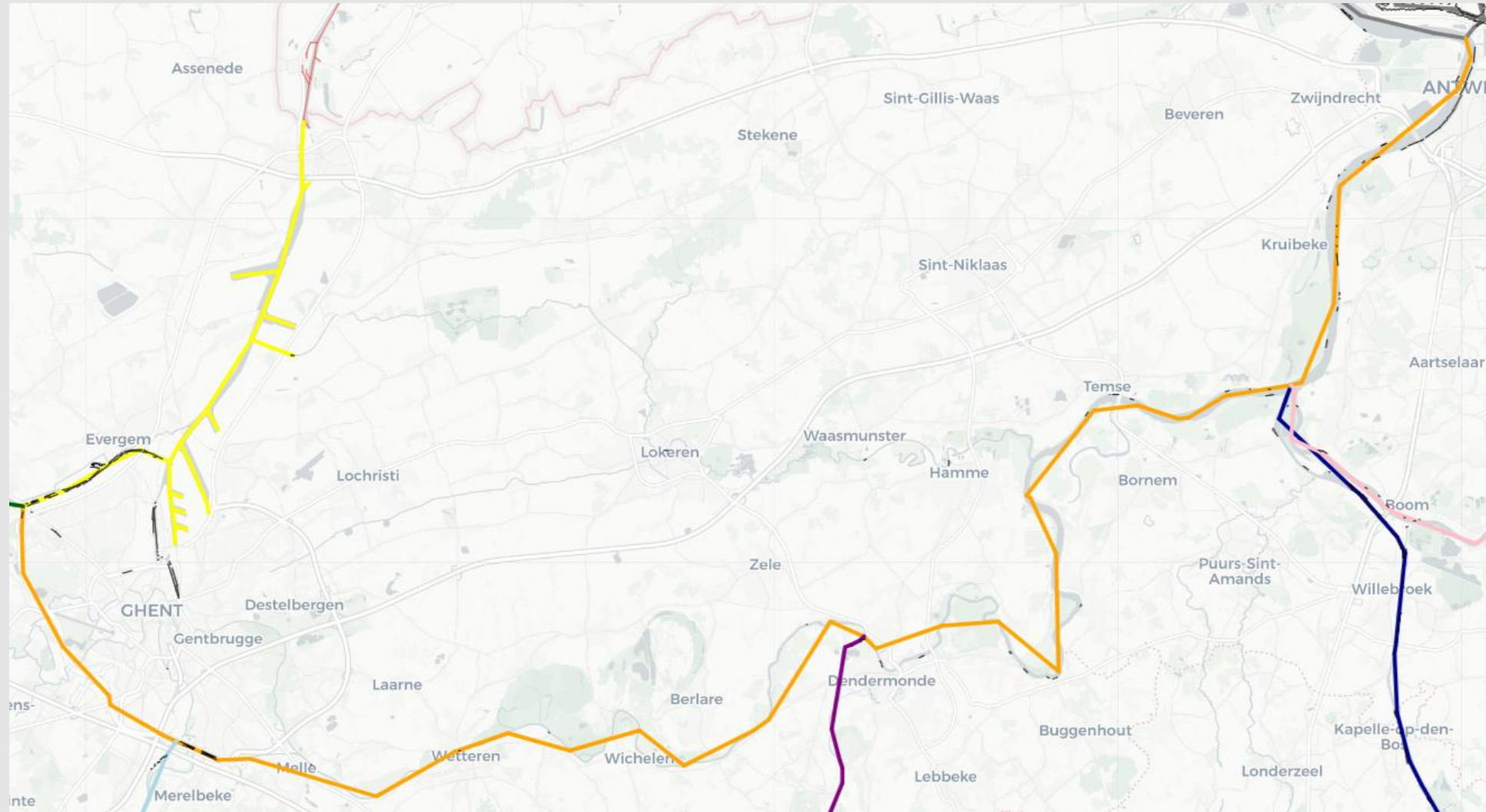


- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart rechts de oranje punten) zijn juist niet geschikt.

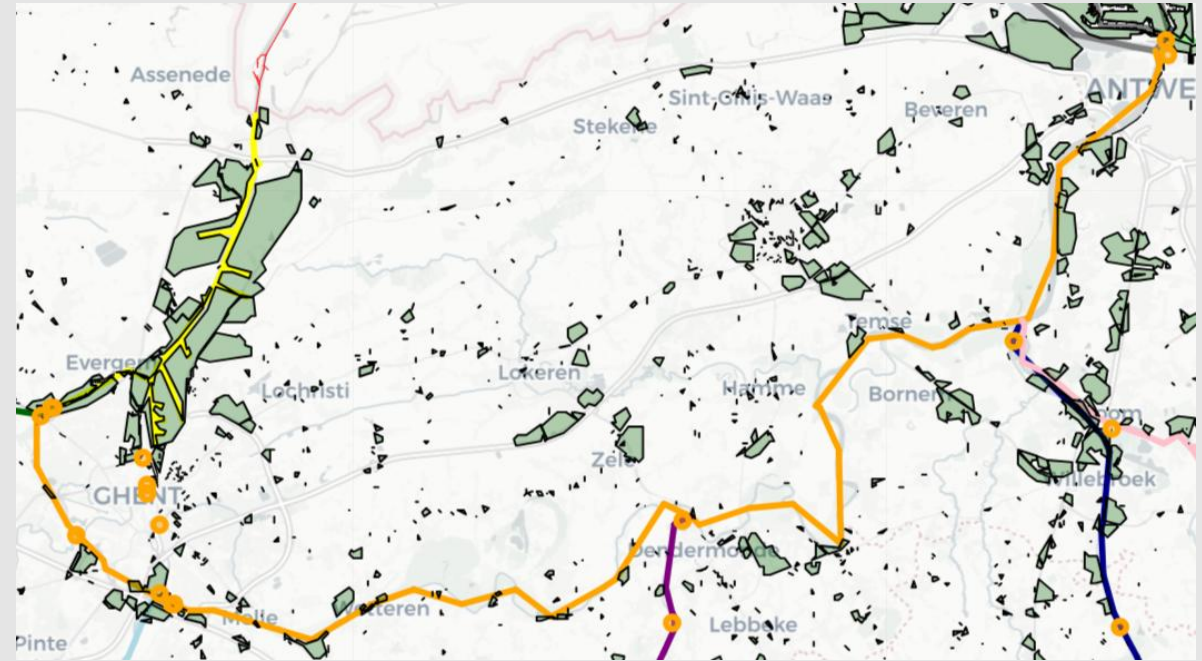
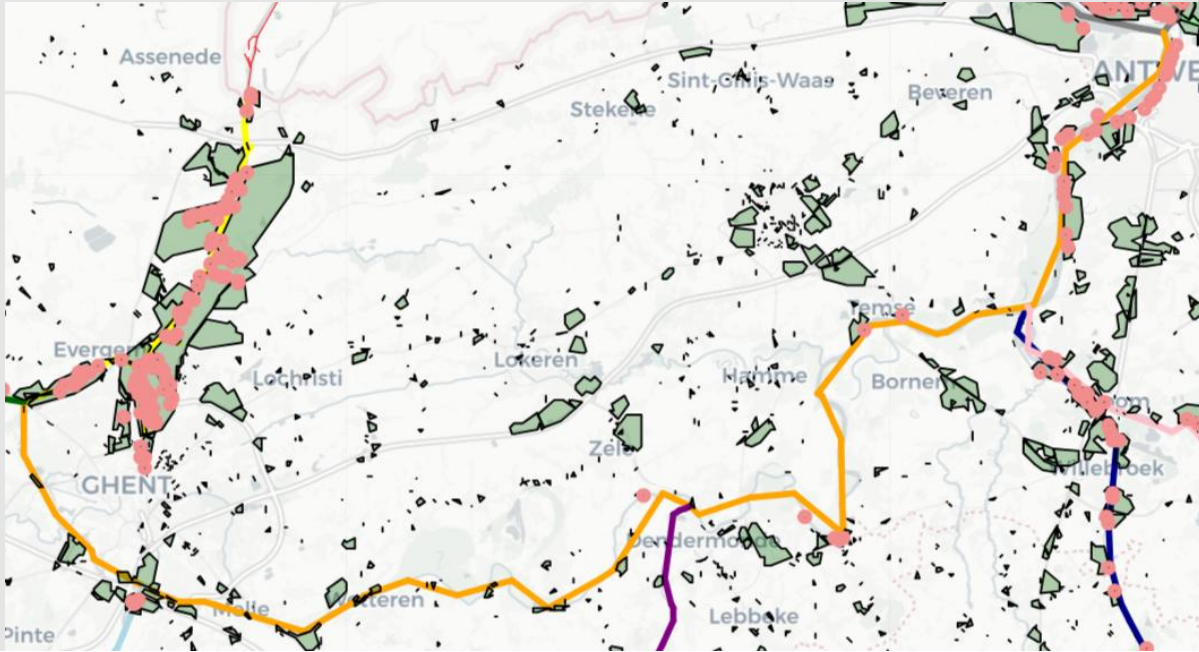


Corridor Schelde Antwerpen Gent

- Op de Corridor Schelde Antwerpen-Gent zijn slechts **28 laadpunten** nodig.
- Deze corridor heeft 70 ligplaatsen (zie kaart rechts).
- De laadpunten zullen verspreid over de corridor aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden



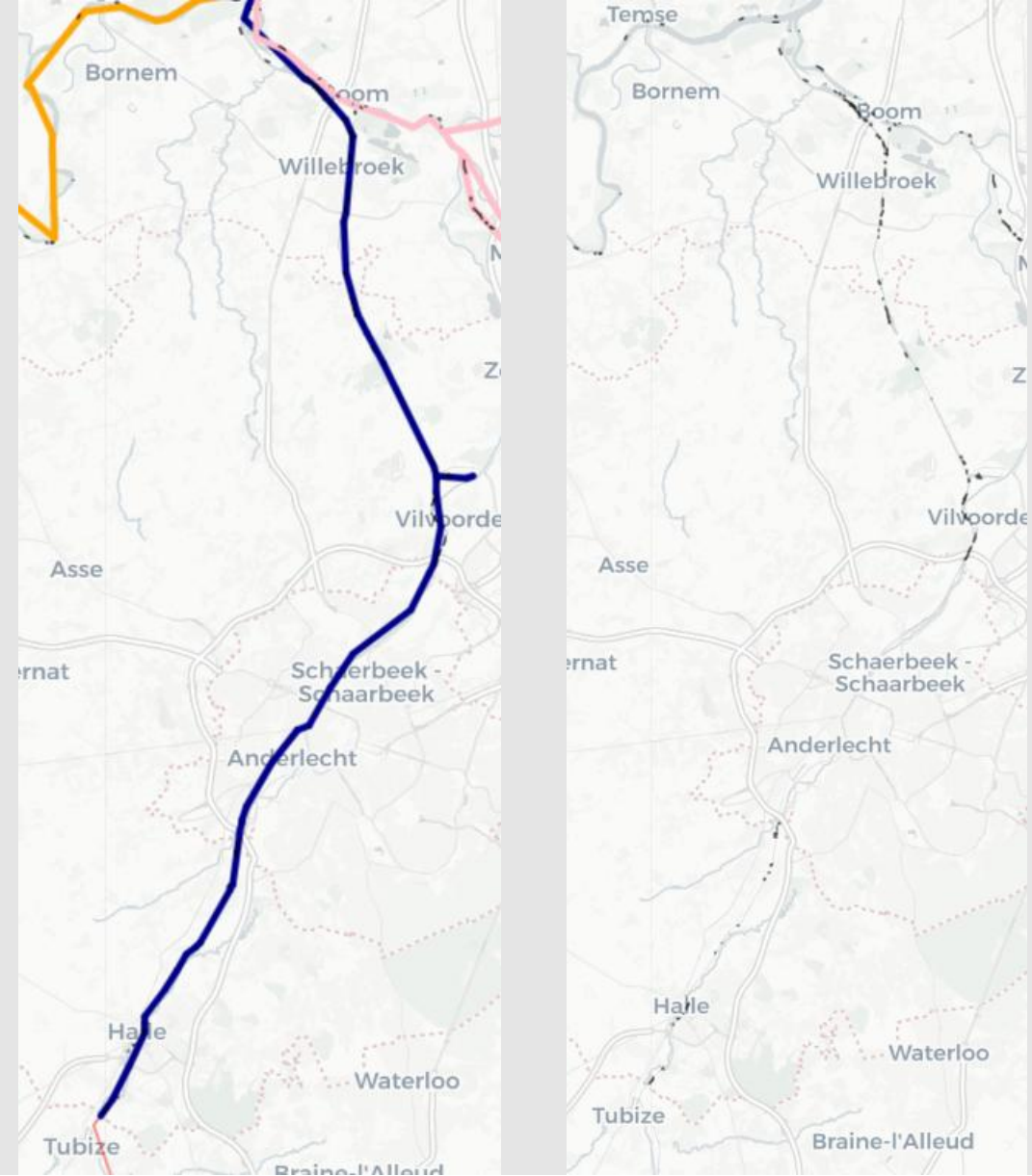
- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart onder de rode punten) zijn juist wel geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.



- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart boven de oranje punten) zijn niet geschikt.

Corridor Schelde-Brussel-Charleroi

- Op de corridor Schelde-Brussel-Charleroi varen in 2050 16 schepen met geïntegreerd batterijpakket, hiervoor zijn dan ook **16 laadpunten** nodig
- Langs deze corridor zijn 80 ligplaatsen, geconcentreerd ten noorden, in het midden en ten zuiden van de corridor. Zie de kaart rechts.
- De laadpunten zullen verspreid over de corridor aan deze ligplaatsen gerealiseerd moeten worden.

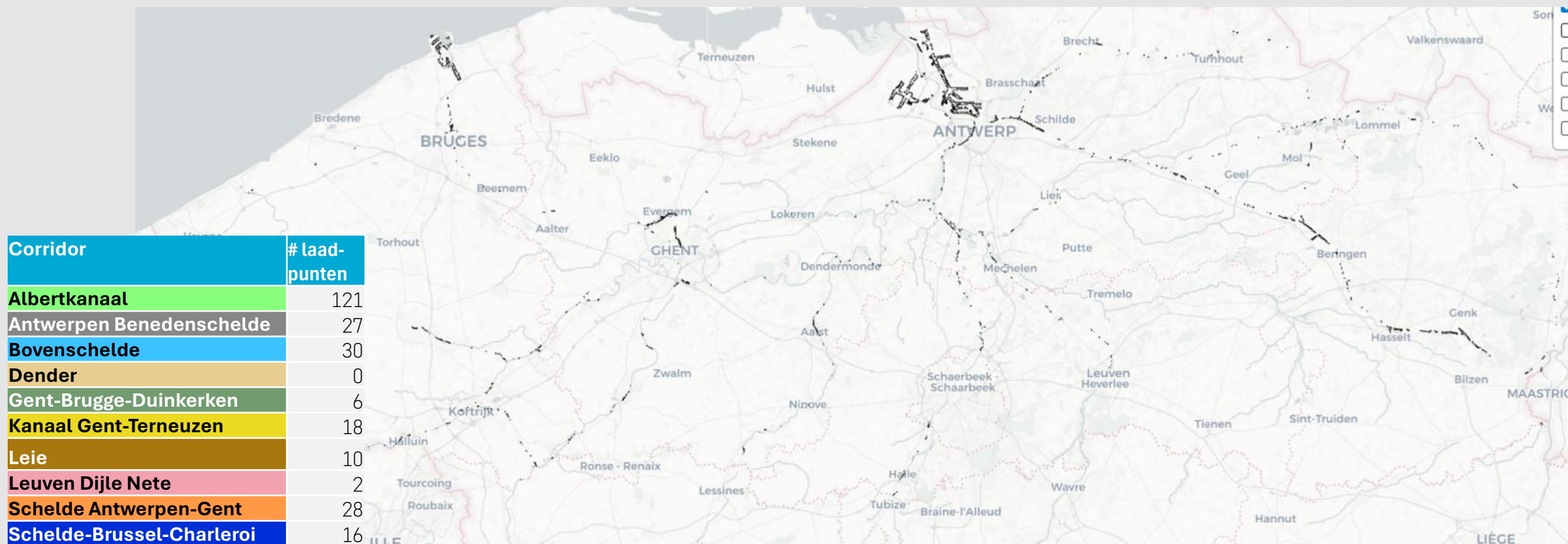


- De ligplaatsen bij een terminal (zie kaart rechts de rode punten) zijn goed geschikt omdat hier vaak ook de private opdrachtgevers van de schepen gevestigd zitten.

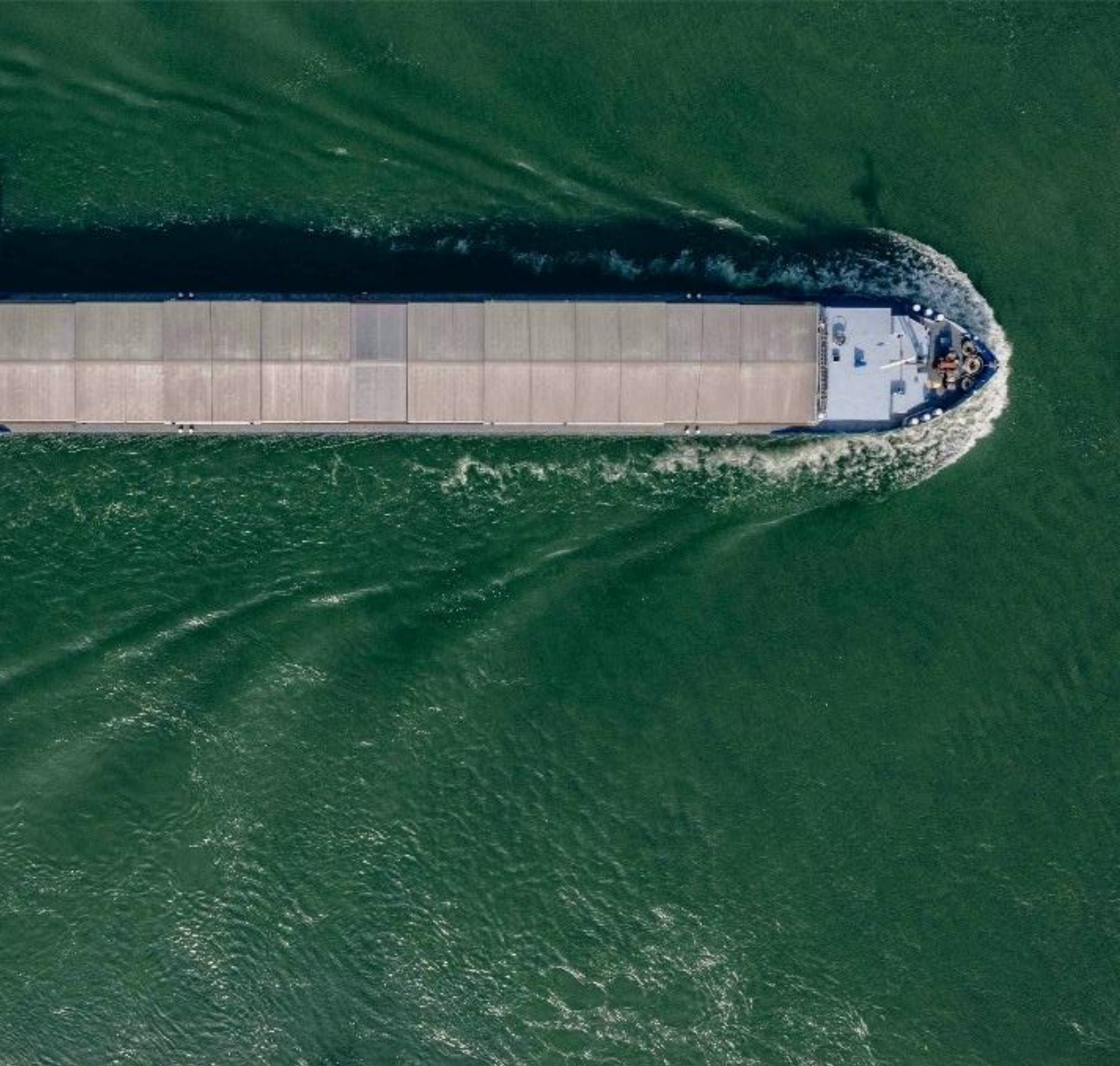


- De ligplaatsen die dienen als tijdelijke ligplaats voor een sluis (zie kaart rechts de oranje punten) zijn juist niet geschikt.

Totaaloverzicht zoeklocaties dekkend netwerk laadpunten bij ligplaatsen



- Per corridor zijn er voldoende ligplaatsen om te kunnen uitrusten met het benodigde aantal laadpunten.



6. Ingroei locaties door de jaren heen

- Dit hoofdstuk geeft een beschouwing op de uitrolstrategie van locaties met alternatieve brandstoffen door de jaren heen, richting 2050.
- Hierna volgt per scenario een korte omschrijving van de ingroei van alternatieve energiedragers. Op basis daarvan wordt steeds aangegeven wat dit betekent voor de groei van locaties door de jaren heen.

Ingroei scenario 0 Baseline

HVO

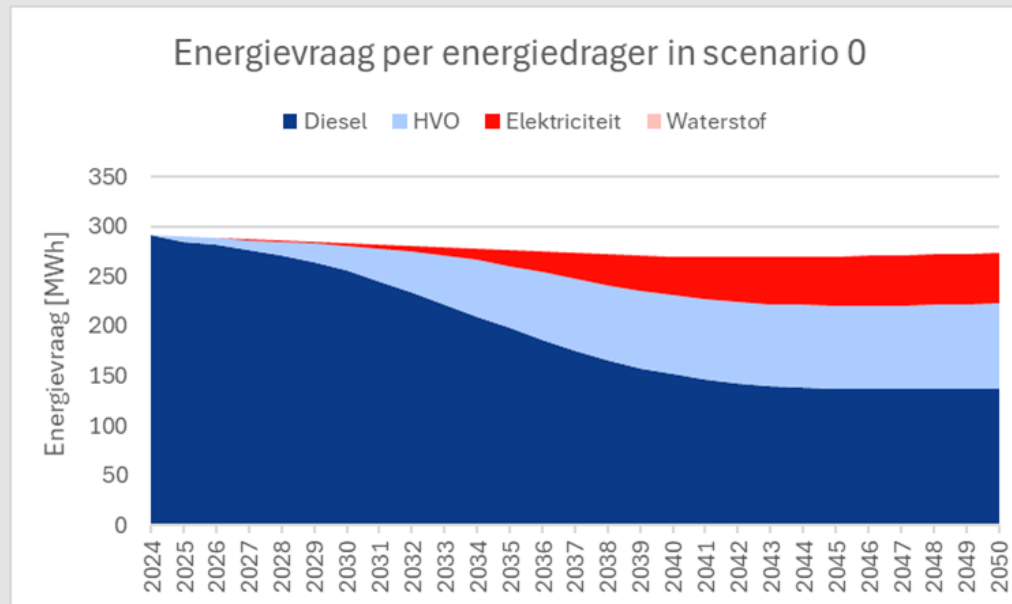
- Tussen 2025 en 2030 neemt de behoefte flink toe, overslagcapaciteit moet hiervoor op korte termijn gereed zijn
- Tussen 2030 en 2035 is de grootste toename van de vraag, aanbod moet in deze periode meegroeien
- Na 2040 is er beperkte groei, overslagcapaciteit moet dan volledig ontwikkeld zijn

Elektriciteit

- Richting 2035 neemt de behoefte toe, c.a. 1/3^e van de wissellocaties en laadpunten bij ligplaatsen uit de uitrolstrategie moet dan gereed zijn.
- Tussen 2035 en 2045 neemt de vraag fors toe wat vraagt om een snelle uitrol in die periode. In 2045 moet het netwerk nagenoeg gereed zijn.

Waterstof

- In dit scenario is geen vraag naar waterstof



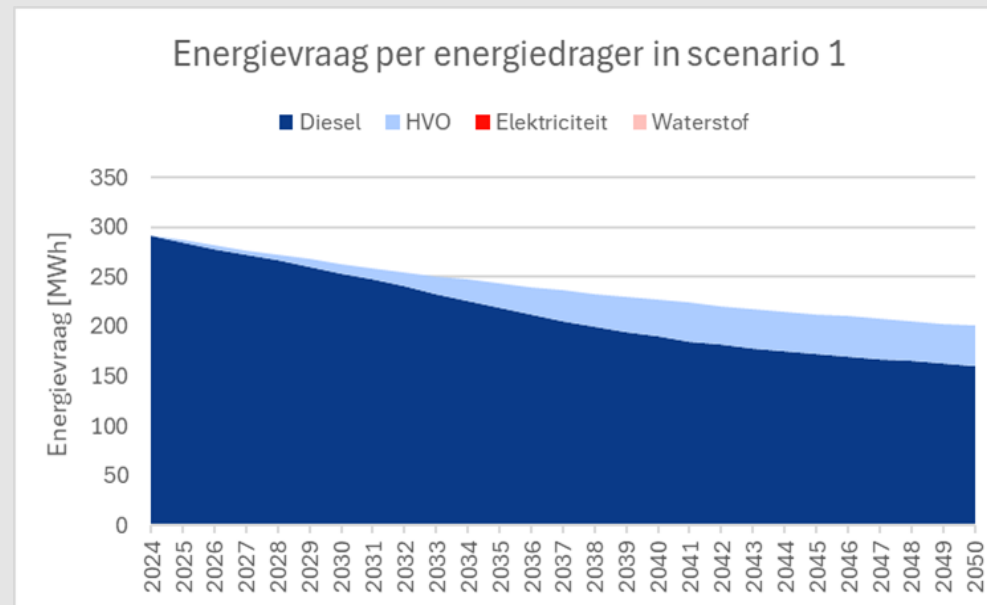
Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
Energievraag [MWh]								
Diesel	291.897	285.025	255.071	197.797	151.448	137.399	136.742	-53%
HVO	0	4.714	25.275	62.682	79.070	83.218	85.676	
Elektriciteit	0	444	3.027	16.020	39.252	48.974	51.332	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	291.897	290.183	283.373	276.498	269.771	269.591	273.750	-6%

Ingroei scenario 1 Laag en traag

- HVO**
- Tussen 2025 en 2050 neemt de behoefte gradueel toe, overslagcapaciteit moet hiervoor op korte termijn gereed zijn

- Elektriciteit**
- In dit scenario is geen vraag naar waterstof

- Waterstof**
- In dit scenario is geen vraag naar waterstof



Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	291.897	283.940	253.487	218.984	189.628	172.163	160.658	-45%
	HVO	0	2.719	9.599	24.332	37.068	40.519	40.164	
	Elektriciteit	0	0	0	0	0	0	0	
	Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	
	Totaal	291.897	286.659	263.086	243.316	226.696	212.682	200.822	-31%

Ingroei scenario 2a Duurzaam met bestaande infrastructuur – Extra modal shift

HVO

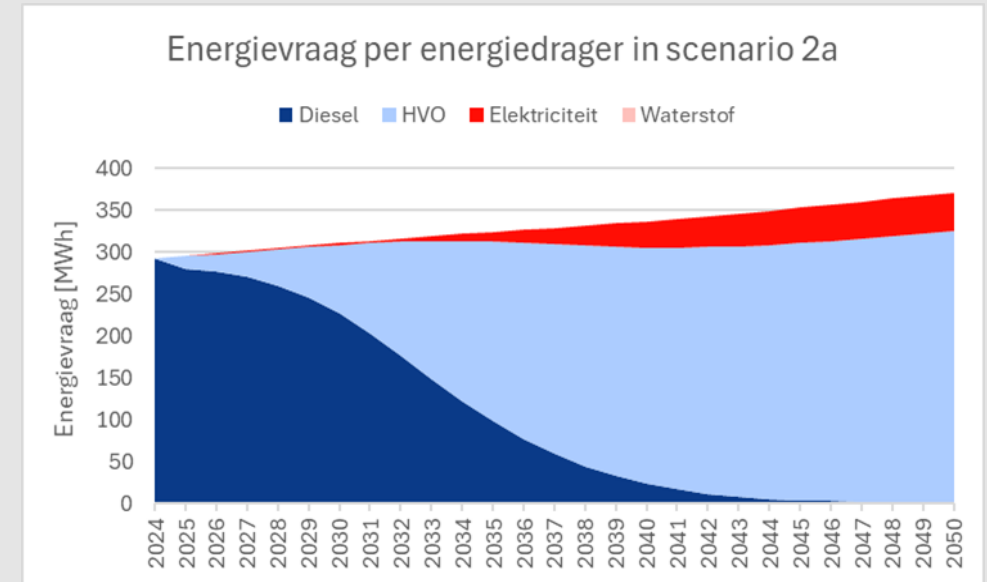
- Zeer grote toename behoefte HVO tussen 2025 en 2035: overslagcapaciteit moet hiervoor op korte termijn gereed zijn
- Na 2035 gestage groei: aanbod moet meegroeien

Elektriciteit

- Richting 2035 neemt de behoefte toe, c.a. 1/4e van de wissellocaties en laadpunten bij ligplaatsen uit de uitrolstrategie moet dan gereed zijn.
- Tussen 2035 en 2045 neemt de vraag snel toe, dit vraagt om een snelle uitrol in die periode.
- Na 2045 groeit de vraag iets minder hard, uitrol van het netwerk beweegt mee.

Waterstof

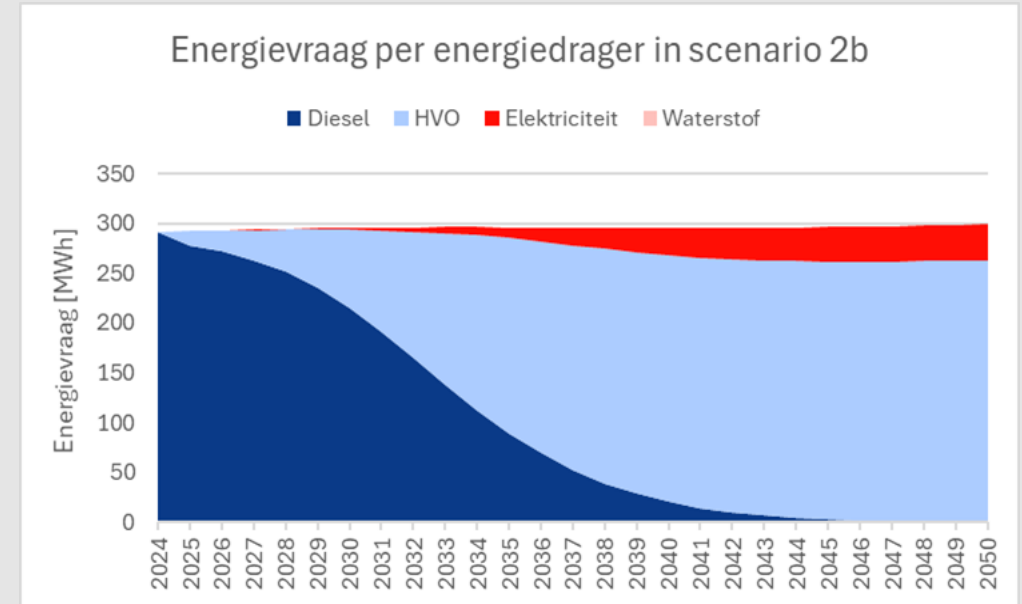
- In dit scenario is geen vraag naar waterstof



Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
Energievraag [MWh]								
Diesel	291.897	280.173	225.995	98.046	23.431	3.841	0	-100%
HVO	0	14.154	82.241	214.456	282.006	306.957	324.520	
Elektriciteit	0	266	2.010	11.678	31.094	41.740	46.627	
Waterstof	0	0	0	0	0	0	0	
Totaal	291.897	294.893	310.245	324.181	336.532	352.538	371.148	+27%

Ingroei scenario 2b Duurzaam met bestaande infrastructuur – Modal shift blijft gelijk

- De timing en snelheid waarmee het netwerk van locaties moet worden uitgerold is vergelijkbaar met scenario 2a, het aanbod ligt iets lager door minder modal shift.



Energievraag [MWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
Diesel		291.897	277.869	214.995	89.297	20.338	3.195	0	-100%
HVO		0	14.337	78.337	196.131	247.587	258.666	262.440	
Elektriciteit		0	264	1.902	10.551	26.821	34.371	36.651	
Waterstof		0	0	0	0	0	0	0	
Totaal		291.897	292.470	295.233	295.979	294.795	296.233	299.091	+2%

Ingroei scenario 3a Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur – Extra modal shift

HVO

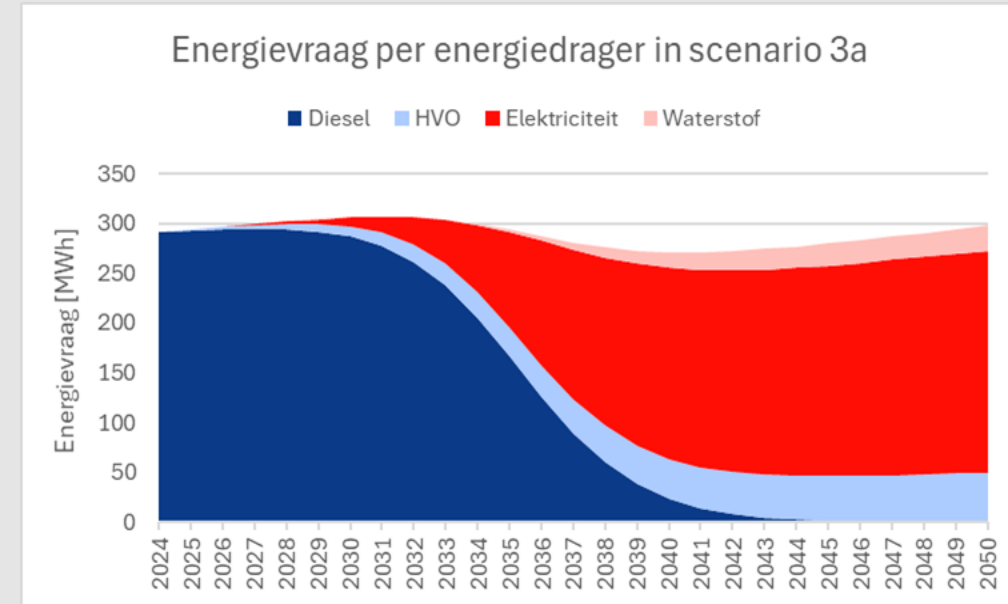
- Vraag naar HVO groeit tussen 2025 en 2050 vrij constant, overslagcapaciteit moet meegroeien

Elektriciteit

- Richting 2030 forse groei behoefte, c.a. 1/4e van de wissellocaties moeten op korte termijn gereed zijn.
- Tussen 2030 en 2040 verdere snelle groei verwacht, uitrol moet meegroeien.
- Na 2040 vlakt groei van de vraag iets af, uitrol groeit mee.

Waterstof

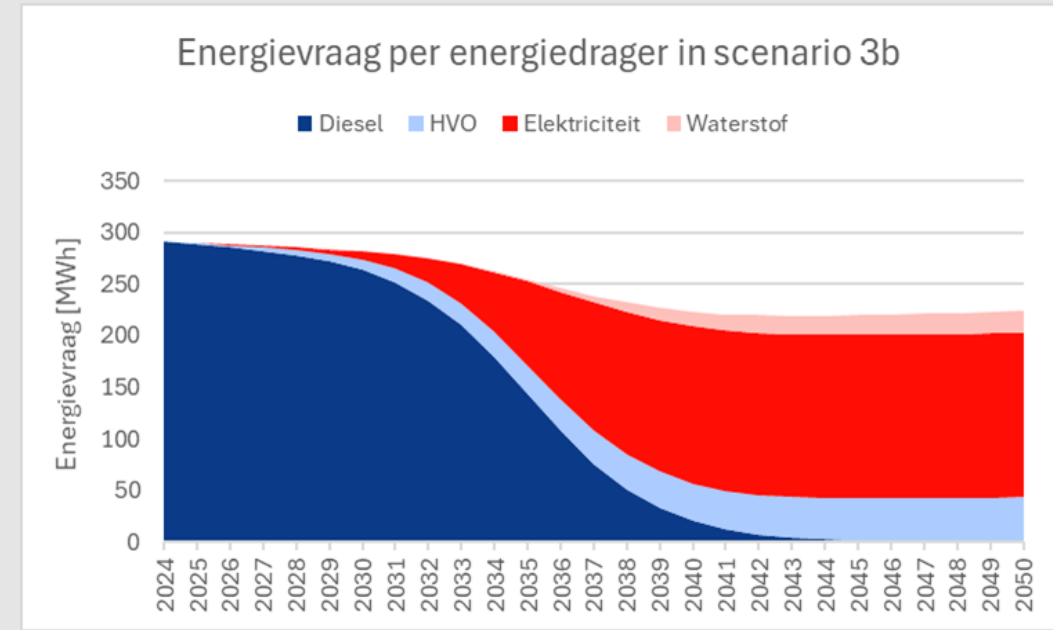
- Tussen 2030 en 2040 eerste groei, overslagcapaciteit moet hiervoor gereed zijn
- Na 2040 forse groei, dit vraagt om opschaling in overslagcapaciteit.



Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
Energievraag [MWh]								
Diesel	291.897	292.205	286.560	166.444	23.905	1.614	0	-100%
HVO	0	1.791	10.629	28.902	39.625	44.958	49.534	
Elektriciteit	0	432	8.669	95.784	191.632	211.172	223.223	
Waterstof	0	6	138	2.636	15.721	22.188	24.793	
Totaal	291.897	294.434	305.996	293.766	270.883	279.931	297.550	+2%

Ingroei scenario 3b Sterke innovatie met nieuwe infrastructuur – Modal shift blijft gelijk

- De timing en snelheid waarmee het netwerk van locaties moet worden uitgerold is vergelijkbaar met scenario 3a, het aanbod ligt iets lager door minder modal shift.



Energievraag [kWh]	Jaar	2024	2025	2030	2035	2040	2045	2050	% 2050 t.o.v. 2024
	Diesel	291.897	287.964	263.363	143.743	20.009	1.323	0	-100%
	HVO	0	1.782	10.321	27.389	36.643	40.570	43.620	
	Elektriciteit	0	430	7.942	81.508	152.675	158.734	159.474	
	Waterstof	0	6	125	2.340	13.699	18.970	20.789	
	Totaal	291.897	290.181	281.751	254.980	223.026	219.598	223.883	-23%

V. Business case



INHOUDSTAFEL – V. Business case

1	TCO analyse	189
2	Decarbonisatie optie is afhankelijk van scheepstype en logistiek profiel	197
3	Infrastructuurkosten	203
4	Beschikbaarheid van energie	211
5	Key messages	213

1. TCO analyse

Inleiding:

Technologisch zijn er tal van opties mogelijk om tot vergroening van de binnenvaart te komen. Welke technologieën finaal door de sector weerhouden zullen worden, zal bepaald worden door de economische haalbaarheid en de praktische werkbaarheid. In dit hoofdstuk wordt voor diverse technologieën een TCO-berekening over 20 jaar gemaakt.

Aanpak:

- Vertrekpunt Letitia – 4021 MWh aan de as op jaarbasis
- Zelfde schip – retrofit naar Stage V met gasolie; 400 k€ ICE; 38% rendement; 497 €/m³ gasolie (dec 2025); incl ETS2 vanaf 2030 (van 60 naar 130 €/ton CO₂)
- Zelfde schip – retrofit naar Stage V met HVO; 400 k€ ICE; 38% rendement; 1829 €/m³ HVO (dec 2025)
- Zelfde schip – retrofit naar ICE met waterstof; 800 k€; 38% rendement; van 9€/kg in 2027, naar 6€/kg in 2035 naar 5 €/kg H₂ in 2045 *
- Zelfde schip – retrofit naar ICE met waterstof; 800 k€; 38% rendement; van 9€/kg in 2027, naar 3,5 €/kg in 2035 naar 3,25€/kg H₂ in 2045 *
- Zelfde schip – retrofit naar fuel cell met waterstof; 3200 k€; 50% rendement; van 9€/kg in 2027, naar 6€/kg in 2035 naar 5 €/kg H₂ in 2045 *
- Zelfde schip – retrofit naar fuel cell met waterstof; 3200 k€; 50% rendement; van 9€/kg in 2027, naar 3,5 €/kg in 2035 naar 3,25 €/kg H₂ in 2045 *
- Zelfde schip – retrofit naar batterij elektrisch; 2000 k€; 84% rendement; van 118 naar 95 €/MWh; batterij 300 €/kWh
- Zelfde schip – retrofit naar batterij elektrisch; 2000 k€; 84% rendement; van 118 naar 95 €/MWh; batterij 168 €/kWh
- Zelfde schip – retrofit naar batterij elektrisch; 2000 k€; 84% rendement; van 118 naar 95 €/MWh; batterij 95 €/kWh
- Zelfde schip – retrofit naar ICE met LBM; 600 k€; 38% rendement; 61 €/MWh LNG + 60€/MWh premium bio; 283 €/m³
- Zelfde schip – retrofit naar ICE met bio-methanol; 600 k€; 38% rendement; 885 €/m³ (prijs fossiele methanol x 1,5)
- Zelfde schip – retrofit naar fuel cell met bio-methanol; 3000 k€; 45% rendement; 885 €/m³ (prijs fossiele methanol x 1,5)
- Zelfde schip – retrofit naar ICE met ammoniak; 800 k€; 38% rendement; 0,85 €/kg of 572 €/m³

Assumpties:

		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
Prijs CO ₂ - EUA2	EUR/ton		50	55	60	65	65	80	95	110	120	125	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Prijs CO ₂ - EUA2 binnenvaart	EUR/ton				60	65	65	80	95	110	120	125	130	130	130	130	130	130	130	130	130
H ₂ - best-case scenario	EUR/kg	9	8,3125	7,625	6,9375	6,25	5,5625	4,875	4,1875	3,5	3,475	3,45	3,425	3,4	3,375	3,35	3,325	3,3	3,275	3,25	3,25
H ₂ - conservatief/realistisch	EUR/kg	9	8,63	8,25	7,88	7,50	7,13	6,75	6,38	6	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5	5
Elektriciteit: commodity + non-commodity (volume)	EUR/MWh el	118	113	111	98	96	96	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

* Zodra beschikbaar – update H₂ prijzen adhv Maersk Mc-Kinney Moller Center; * Fuel Cost Camet de PoAB.

Prijs CO₂ in ETS2: data Veyt; CO₂ prijs meer onder controle na aanpassing van market stabilisation reserve; uitstel ETS2 van 2027 naar 2028 (besluit nov 2025)

1. TCO analyse

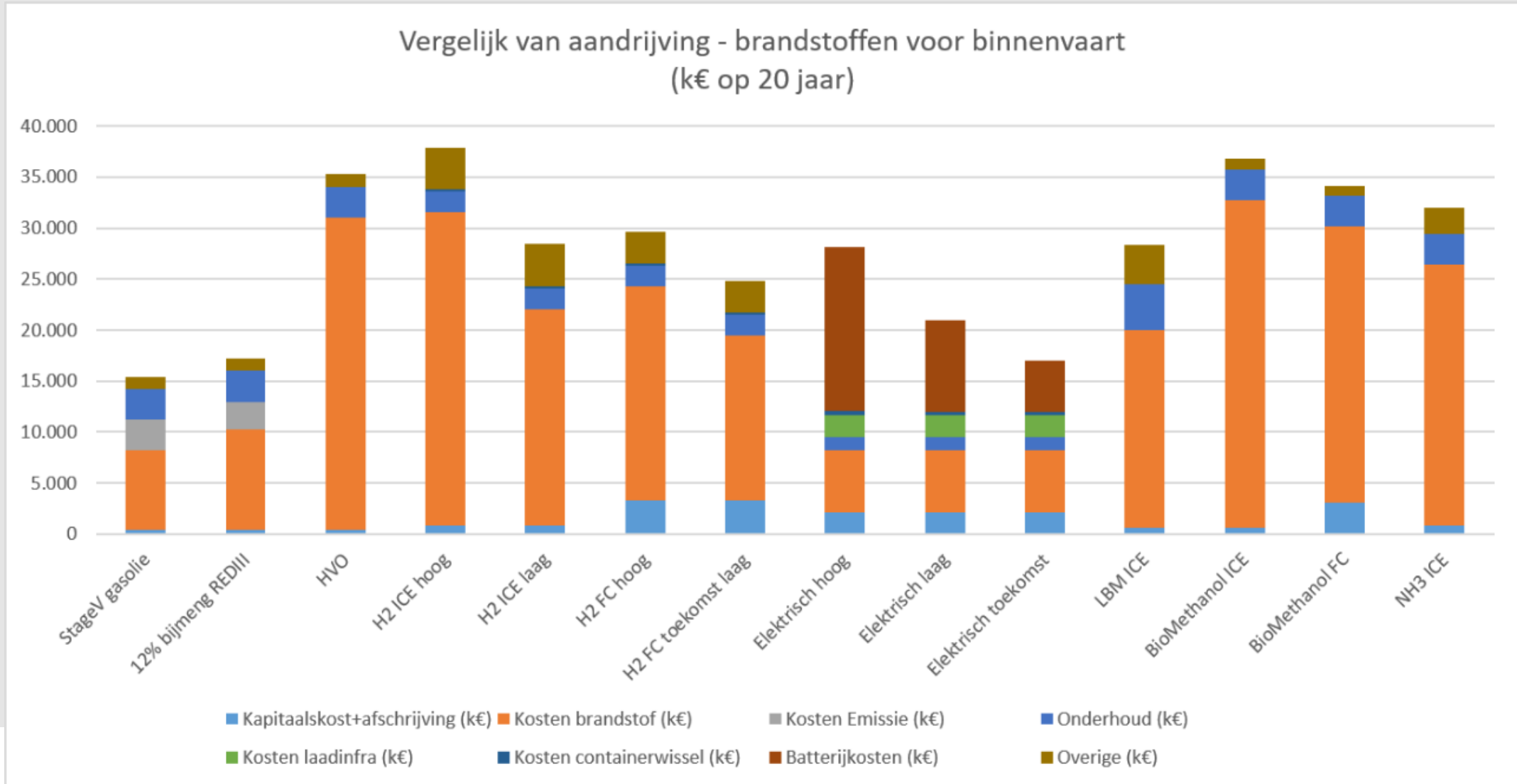
Toelichting bij elektriciteitsprijs:

- Daling in elektriciteitsprijs is een combinatie van diverse factoren:
 1. Cal forecasts voor commodity gas / commodity elektriciteit. Er werd daling in gasprijs voorzien door hogere beschikbaarheid van LNG in Qatar en US. De situatie is mogelijks anders door oorlog Midden-Oosten. Marginale elektriciteitsprijs wordt bepaald door marginale gasprijs. Ook meer productie van hernieuwbare elektriciteit.
--> Grootste impact zit in forecast commodity kost elektriciteit.
 2. Kleine toename in bijdrage voor Garanties van Oorsprong (+1 €/MWh vs 2027)
 3. Geleidelijke afname in bijdrage voor Bijdrage Groene stroom (-1 €/MWh vs 2027)
 4. Beperkte toename in capaciteitstarief (+0.6 €/MWh vs 2027)
 5. Toename in Distributie en Transmissie (+2 €/MWh vs 2027)
 6. Afname in Bijzonder accijns (-7 €/MWh vs 2027)
-->Beperkte impact op non-commodity kost (-5 €/MWh vs 2027)
- Er is geen rekening gehouden met type elektriciteitscontract (vast tarief (hedging voor zekerheid), variabel tarief, dag/nacht, flexibel tarief – inspelen op day ahead). Het type energiecontract wordt best afgestemd op bedrijfsbeleid, op type assets en op eigen prijszetting.

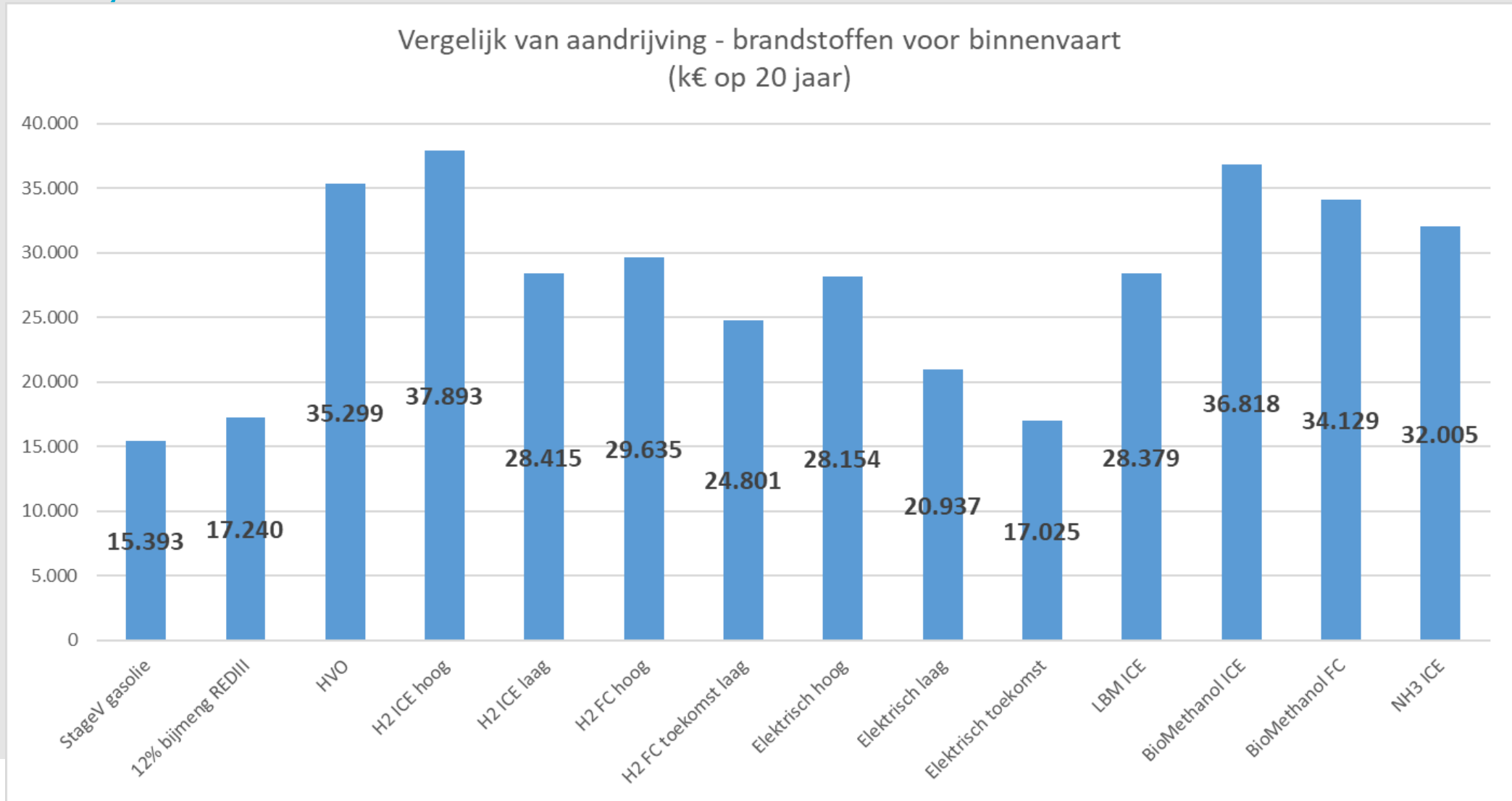
1. TCO analyse

k€ over 20 jaar	Verdisconteerd	Opmerkingen
StageV gasolie	15.393	ETS2 vanaf 2030; blijft goedkoop door vrijstelling accijns gasolie
StageV gasolie + REDIII	17.240	ETS2 vanaf 2030; verplichte bijmeng en/of CO2 reductie door REDIII verplichting; bijmeng FAME/HVO
HVO	35.299	Prijs van diesel vervangen door prijs HVO en CO2 op nul gezet; beschikbaarheid HVO kritisch - competitie zeevaart en luchtvaart
H2 ICE hoog	37.893	Hoge H2 prijs (9 naar 5 €/kg) - import overzees; conversie naar ammoniak voor transport; beschikbaarheid OK
H2 ICE laag	28.415	Lage H2 prijs (9 naar 3,25 €/kg) - best case scenario
H2 FC hoog	29.635	Hoge H2 prijs (9 naar 5 €/kg) - import overzees; conversie naar ammoniak voor transport; beschikbaarheid OK
H2 FC laag	24.801	Lage H2 prijs (9 naar 3,25 €/kg) - best case scenario
Elektrisch hoog	25.695	Met prijs batterijpakketten 1e generatie
Elektrisch laag	18.478	Met prijs batterijpakketten van een stationair opslagproject van 2024 (confidentieel)
Elektrisch toekomst	14.566	Met de prijs van batterijpakketten die we volgens huidige trends kunnen verwachten in 2035
LBM ICE	28.379	BioLNG = prijs LNG (61€/MWh + 60€/MWh premium)
BioMethanol ICE	36.818	Bio-methanol: ongeveer 1,5x fossiele methanolprijs; 885 €/m3
BioMethanol FC	34.129	Bio-methanol: ongeveer 1,5x fossiele methanolprijs; 885 €/m3
NH3 ICE	32.005	Op basis van Platts ammonia prijzen; 0,85 €/kg

1. TCO analyse



1. TCO analyse



1. TCO analyse

	StageV gasolie	12% bijmenging RED III	HVO	H2 ICE hoog	H2 ICE laag	H2 FC hoog	H2 FC toekomst laag	Elektrisch hoog	Elektrisch laag	Elektrisch toekomst	LBM ICE	BioMethanol ICE	BioMethanol FC	NH3 ICE
Kapitaalskost+afschrijving (k€)	412	412	412	824	824	3.295	3.295	2.059	2.059	2.059	618	618	3.089	824
Kosten brandstof (k€)	7.808	9.839	30.602	30.717	21.239	20.975	16.141	6.135	6.135	6.135	19.346	32.082	27.092	25.616
Kosten Emissie (k€)	2.964	2.703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Onderhoud (k€)	3.031	3.031	3.031	2.058	2.058	2.058	2.058	1.290	1.290	1.290	4.546	3.031	3.031	3.031
Kosten laadinfra (k€)								2.159	2.159	2.159				
Kosten containerwissel (k€)				181	181	181	181	452	301	301				
Batterijkosten (k€)								16.059	8.993	5.081				
Overige (k€)	1.178	1.255	1.255	4.114	4.114	3.127	3.127				3.869	1.088	918	2.535
Totaal	15.393	17.240	35.299	37.893	28.415	29.635	24.801	28.154	20.937	17.025	28.379	36.818	34.129	32.005

1. TCO analyse

Bevindingen:

- Voorlopig ziet op het vlak van elektrificatie het werken met verwisselbare containers er het aantrekkelijkst uit, omwille van dubbel gebruik van de infrastructuur: op het moment dat er geen schepen van geladen containers moeten voorzien worden, is de gehele installatie, inclusief de containers, actief als stationaire batterij wat een bijkomende inkomstenstroom genereert. Op termijn kan dit aangevuld worden met laadpunten waar de batterijen op het schip geladen worden.
- Ook voor waterstof wordt gerekend met een scenario van gasvormige waterstof die eveneens met verwisselbare containers aan boord wordt gebracht.
- Voor HVO wordt bestaande infrastructuur benut.
- In TCO hebben we geen rekening gehouden met multipliers bij REDIII implementatie:
 1. Multipliers dienen als extra stimulans voor REDIII implementatie; multipliers blijven wellicht niet in toekomst (ongekend post 2030).
 2. Multipliers helpen om REDIII vereisten van brandstofleveranciers te halen (% GJ hernieuwbare energie), maar uiteraard blijf je bepaalde energiecontent nodig hebben – zonder multipliers in realiteit. Multipliers zijn meer relevant voor een geheel volume brandstoffen van brandstofleveranciers; niet voor 1 bepaald schip (zoals beschouwd in TCO analyse)
 3. Op basis van multipliers bij REDIII implementatie: wellicht eerst maximaal blenden van FAME, daarna aanvullen met nodige HVO.

2. Decarbonisatie optie is afhankelijk van scheepstype en logistiek profiel

Brandstoffen/energiebronnen in model:

- Gasolie (huidige fossiele brandstof)
- HVO (representatief voor alle alternatieve vloeibare brandstoffen, zoals FAME (gelimiteerd tot 7%), e-fuels, e-methanol) *
- Elektriciteit
- Waterstof

Huidige bunkerinfrastructuur voor gasolie / vloeibare brandstoffen:

- Ship-to-ship; merendeel van bunkeractiviteiten in Port of Antwerp
- Truck-to-ship; regelmatig
- Bunkerstation: merendeel van bunkeractiviteiten in North Sea Port; Reinland Van Cittershaven, Zeeland Bunkering Terneuzen

Mogelijke laadinfrastructuur voor elektriciteit en waterstof:

- Containers met batterij/H2 rack - swap in containerterminal → klein en groot containerschip → Opportuniteit om laadactiviteit van NL naar North Sea Port te trekken
- Mobiel laadpunt: elektriciteit van laadschip naar schip; niet voor H2 → klein en groot bulkschip
- Vast laadpunt: elektriciteit/H2 van kade naar schip → klein bulkschip → Opportuniteit om laadactiviteit van NL naar North Sea Port te trekken

Scenario	0	1	2a	2b	3a	3b
Bulkschepen klein	-2,0%	-3,0%	2,0%	1,0%	0,5%	-2,0%
Bulkschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
Tankschepen klein	-3,0%	-4,0%	1,6%	0,8%	0,0%	-3,0%
Tankschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
Hogere beladingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Hogere benuttingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Meer schepen	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
% bulk klein 2050						
Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
HVO	25%	20%	75%	75%	0%	0%
Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	98%	100%
Waterstof	0%	0%	0%	0%	2%	0%
% bulk groot 2050						
Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
HVO	30%	20%	95%	95%	20%	20%
Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%
% tank klein 2050						
Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
HVO	20%	20%	75%	75%	0%	0%
Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	100%	100%
Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%
% tank groot 2050						
Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
HVO	35%	20%	95%	95%	20%	20%
Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%

*Methanol: Is een vloeibare brandstof. In deze studie naar infrastructuurbehoeften is methanol niet apart opgenomen, omdat het van zelfde/gelijkaardige infrastructuur gebruik kan maken als diesel/HVO.

2. Decarbonisatie optie is afhankelijk van scheepstype en logistiek profiel

Klein containerschip

Dagelijkse swap van batterijcontainer / H2 container in containerterminal

Groot containerschip

Dagelijkse swap van batterijcontainer / H2 container in containerterminal

Klein nat bulkschip

Dagelijkse laden batterij / H2 trailer aan kade;
vaste laadinfra
Opportunistisch – waar hoge bezetting van ligplaats

Groot nat bulkschip

Voorlopig HVO (7% FAME)
Alternatief: swap batterijcontainer / H2; laden aan kade; mobiel laden van batterij

2. Logistiek profiel klein containerschip (nationale vaart; 60-110 TEU)

Kenmerken zijn:

- Vaste vaarroutes in België/Vlaanderen tussen een aantal terminals – vaak in opdracht van grote logistieke dienstverleners
- Weekschema: van maandag tot en met vrijdag
- Vaartijd per dag: 10 à 12 uur (meestal overdag, beperkt 's nachts)
- Wachtijd terminal: 1 à 3 uur afhankelijk van congestie en kraanbeschikbaarheid
- Ligtijd aan kade: 4 à 8 uur per terminal (laden/lossen met één kraan).
- Overslag: 20 à 40 containers/uur bij één mobiele kraan
- Bunkereren: 1 × per week; vaak ship-to-ship, in haven van Antwerpen of onderweg; of in bunkerstation in Reinland Van Cittershaven of Zeeland Bunkering Terneuzen
- Crew: 2 à 3 personen, vaak gecombineerd met familiebedrijf.

Berekening:

- Klein schip – verbruik 10 m³ gasolie per week ~ 100 MWh gasolie ~ 45 MWh elektriciteit → 10 MWh batterij

Laadinfrastructuur voor klein containerschip:

- Dagelijkse swap van batterijcontainer / H2 container in containerterminal
- Kraaninfrastructuur aanwezig in containerterminal
- Geen impact op logistiek profiel; geen tijdverlies voor laden (Ligtijd aan kade: 4 à 8 uur per terminal)

Laadinfrastructuur te voorzien in containerterminal / haven:

- Opladen van batterijen / vullen van H2 containers

2. Logistiek profiel groot containerschip (internationale vaart; 150–300 TEU)

Kenmerken zijn:

- Internationale vaart, vaak grensoverschrijdend (BE–NL–DE–FR).
- Operationeel patroon: continue vaart met ploegendienst (A/B-systeem).
- Vaartijd per dag: 14 à 18 uur (vaak 24-uurs operatie, twee schippers). Schippers hebben steeds meer behoefte aan vrije tijd. 24 uur services zijn er steeds minder
- Wachttijd terminal: 2 à 6 uur bij congestie in zeehavens
- Ligtijd aan kade: 8 à 12 uur (grotere overslagvolumes).
- Overslag: 40 à 80 containers/uur bij grotere terminals.
- Bunkeren: 2 à 3 × per week, vaak bij passage Antwerpen.
- Crew: 4 à 6 personen

Nota: Containerschepen zijn steeds vaker multifunctioneel. Dit zijn vaak schepen met meerdere bakken in het ruim die ook voor droge bulk ingezet kunnen worden. Droge bulk schepen en containervervoer wordt dan flexibel afgewisseld afhankelijk van de vraag.

Berekening:

- Groot schip – verbruik 30 m³ gasolie per week ~ 300 MWh gasolie ~ 135 MWh elektriciteit → 30 MWh batterij

Laadinfrastructuur voor groot containerschip:

- Dagelijkse swap van batterijcontainer / H2 container in containerterminal
- Kraaninfrastructuur aanwezig in containerterminal
- Geen impact op logistiek profiel; geen tijdverlies voor laden (Ligtijd aan kade: 8 à 12 uur per terminal)

Laadinfrastructuur te voorzien in containerterminal / haven:

- Opladen van batterijen / vullen van H2 containers

2. Logistiek profiel klein nat bulkschip (nationale vaart; 500–1000 ton)

Kenmerken zijn:

- Operationeel patroon: vaste contractroutes tussen depots en distributielocaties (bv. Gent – Brussel).
- Vaartijd per dag: 8 à 10 uur (veiligheidsbeperkingen bij nachtvaart in stedelijk gebied).
- Wachttijd terminal: meestal beperkt (vaste slots, veiligheidsprotocol)
- Ligtijd aan kade: 4 à 6 uur (afhankelijk van pomp- en leidingcapaciteit).
- Overslag: 80 à 150 ton/uur.
- Bunkereren: elke 4 à 5 dagen, vaak bij raffinaderijen of bunkerstations (bv. Antwerpen-Noord, Gent) of ship-to-ship.
- Crew: 2 à 3 personen (kapitein en matroos, soms gezin).

Berekening:

- Klein schip – verbruik 10 m³ gasolie per week ~ 100 MWh gasolie ~ 45 MWh elektriciteit → 3-10 MWh batterij

De capaciteit van de laadinfrastructuur kan verdeeld worden over de aanwezige schepen naarmate de behoefte van elk schip.

Laadinfrastructuur voor klein nat bulkschip: indien 1,5 MW beschikbaar

- Dagelijks laden van batterij tijdens nacht – vaste laadinfra mogelijk
- Ofwel 1 laadpunt in gebruik – 1.5 MW; laadtijd ong 2-4h
- Ofwel 2 laadpunten in gebruik – 0.75 MW; laadtijd ong 4-8h
- Geen impact op logistiek profiel; geen tijdverlies voor laden (Ligtijd aan kade: nacht)

Laadinfrastructuur te voorzien in aanmeerplaatsen/nachtplaatsen voor meerdere schepen

- Maximale bezetting; 0,75 MW; laadtijd ong 4-8h. Minder schepen aanwezig: meer vermogen per schip beschikbaar.

2. Logistiek profiel groot nat bulkschip (internationale vaart; 2000-4000 ton)

Kenmerken zijn:

- Internationale vaart, vaak grensoverschrijdend (BE-NL-DE-FR).
- Operationeel patroon: langeafstandsroutes (bv. Antwerpen – Bazel / Antwerpen – Straatsburg).
- Wachtijd terminal: 4 à 12 uur (veiligheidskeuringen, wachtrij bij terminals).
- Vaartijd per dag: 16 à 20 uur (continue rotatie, vaak 24-uurs bemanning).
- Ligtijd aan kade: 10 à 18 uur (veiligheidsinspecties, ontgassen, monstername).
- Overslag: 200 à 400 ton/uur bij moderne installaties.
- Bunkereren: 1-2 × per week, vaak gecombineerd met wachttijd bij sluis of terminal, ship-to-ship.
- Crew: 5 à 7 personen met ploegendienst en ADR-gecertificeerd personeel.

Berekening:

- Groot schip – verbruik 30 m³ gasolie per week ~ 300 MWh gasolie ~ 135 MWh elektriciteit → (maximum) 30 MWh batterij; 7,1 ton H₂ per week

Laadinfrastructuur voor groot nat bulkschip:

- Initieel wellicht HVO
- Dagelijks laden van batterij – vast laadpunt niet mogelijk → te veel impact op logistiek profiel en autonomie
- Dagelijks laden van batterij – mobiel laadpunt (ship-to-ship) → tijdens ligtijd aan kade (10-18 uur) of terminal (4-12 uur); niet mogelijk voor H₂
- Laadschip (40 MWh): 50 €/MWh batterijkost en operationele kost
- Geen impact op logistiek profiel; geen tijdverlies voor laden (ligtijd aan kade of terminal)

Laadinfrastructuur te voorzien in terminal / haven:

- Opladen van batterijen

3. Infrastructuurkosten

We beperken ons tot de brandstoffen die meegenomen worden in de locatiestrategie.

Vloeibare brandstoffen

Diesel EN590 en HVO-100 (FAME als meer goedkope optie; maar blending gelimiteerd tot 7%)

Geen extra infrastructuur nodig. Alles om diesel en HVO-100 te bunkeren bestaat in het havengebied.

Nota: Mogelijks wel "extra blending" capaciteit te voorzien voor nabije toekomst en transitieperiode. In deze fase zal FAME/HVO geblend worden met fossiele diesel, in context van REDIII.

Qua accijsregelgeving is het niet toegelaten om te blenden naar/in schip. Er moet dus voorafgaand in tank geblend worden.

Bijkomende investeringen en ruimtebeslag zijn zeer beperkt, enkel extra blend capaciteit.



3. Infrastructuurkosten

Elektriciteit: 5 situaties:

- 3 groottes van containerwisselstations:

	Compact wisselstation	Standaard wisselstation	Groot wisselstation (hub)
Locatietype	kleinere binnenhavens / kades	<ul style="list-style-type: none"> • Reguliere locaties • Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Alphen a/d Rijn en Alblasserdam in Nederland 	<ul style="list-style-type: none"> • Grote havenlocaties • Lijkt het profiel van bestaande wisselstations in Moerdijk en Waalhaven in Nederland
Batterijcontainer opslagcapaciteit	4 – 6	8 – 12	12 – 20
Ligplaatsen voor batterijwissel	1	1 – 2	2
Kenmerken inrichting	1 batterijcontainerlader	Meerdere laders Regelmatig wisselen	Meer opslag + schaalbaarheid Expansieruimte Zwaardere netaansluiting
Oppervlak totaal	± 2.000 – 3.000 m ²	± 3.500 – 5.000 m ²	± 4.000 – 8.000 m ²
Oppervlak specificatie	<ul style="list-style-type: none"> • Kadegone + reachstacker: ~500 m² • Containeropslag: ~600–800 m² • Rij- en werkruimte: ~1.000 m² • Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> • Kadegone + kraan: ~500-1000 m² • Containeropslag: ~1200-1600 m² • Rij- en werkruimte: ~1500-2500 m² • Technieken: ~100 m² 	<ul style="list-style-type: none"> • Kadegone + kraan: ~500-1000 m² • Containeropslag: ~1800–2400 m² • Rij- en werkruimte: ~2000-4000 m² • Technieken: ~150 m²

- 2 groottes van laadeenheden voor het laden van batterijen aan boord van het schip:

	Laadlocatie kade klant	Laadlocatie ligplaats
Locatietype	Kade klant privaat	Publieke ligplaats
Ligplaatsen laden over nacht	1 – 2	4 – 8
Kenmerken inrichting	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande kade • 1 – 2 laadkast van 1,5 MW charger • Transformator • Hoogspanningscel • Omvormerskast • Hekwerk • Veiligheid voorzieningen • Laadvoorziening aan de kade 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande kade • Meerdere 1,5 MW chargers • Transformator • Hoogspanningscel • Omvormerskast • Hekwerk • Veiligheid voorzieningen • Laadvoorziening aan de kade
Extra oppervlak t.o.v. bestaande inrichting	+/- 40 – 80 m ²	+/- 75 – 200 m ²

3. Infrastructuurkosten

Batterijcontainer wisselstation

- Compact wisselstation: 4 à 6 containers, 4 MW laadvermogen, 4 à 6 h om te laden: 5,9 (*) mio EUR
- Standaard wisselstation: 8 à 12 containers, 8 MW laadvermogen, 4 à 6 h om te laden: 8,8 (*) mio EUR
- Groot wisselstation: 12 à 20 containers, 15 MW laadvermogen, 4 à 6 h om te laden: 15,0 (*) mio EUR

(*) uitgangspunt dat er een containerkraan beschikbaar is exclusief ruimtebeslag

Investering is meegenomen in TCO-berekening!

Laadpunten aan een aanlegplaats:

- Klein: 2 laadpunten van elk 750 kW; overnacht laden; 3,5 mio EUR
- Groot: 4 laadpunten van elk 750 kW; overnacht laden: 5,5 mio EUR

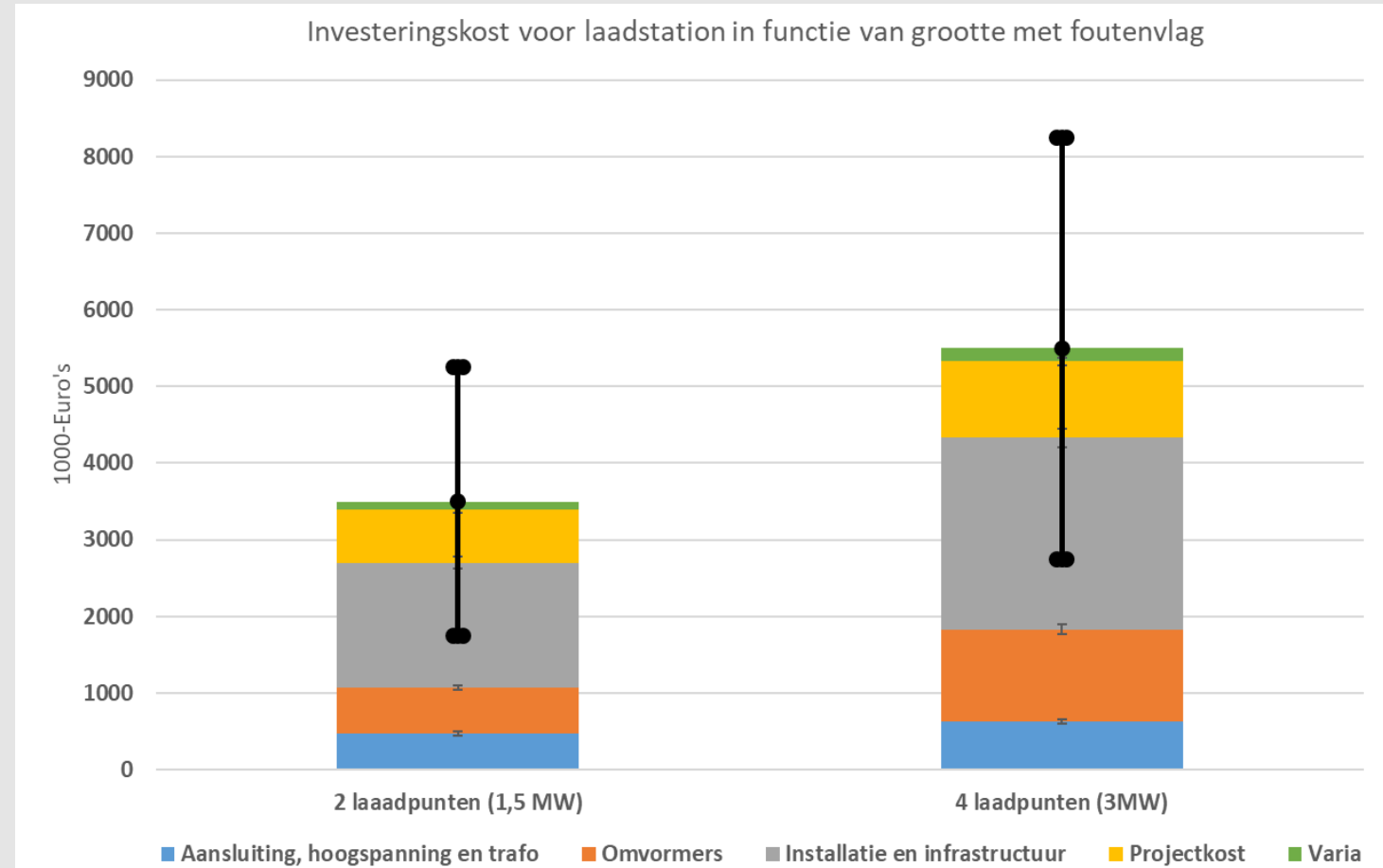
Nauwkeurigheid: +/- 50%.



MCS-stekker: standaard voor laden van vermogens tot 3,75 MW

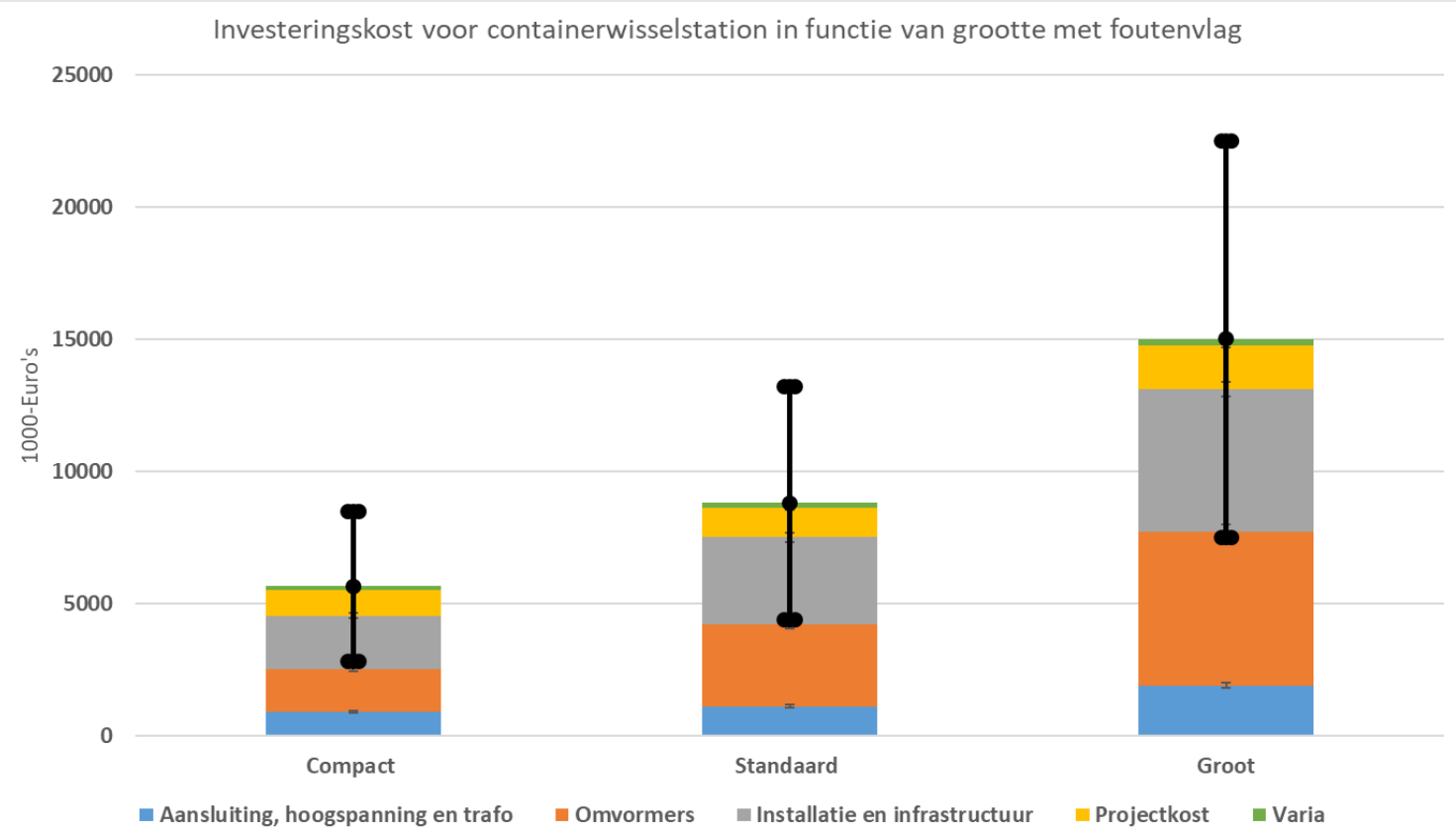
3. Infrastructuurkosten detail – vaste laadpunten

1000-EUR	2 laadpunten (1.5MW)	4 laadpunten (3MW)
Omvormers	600	1200
Aansluiting, hoogspanning en trafo	450	650
Installatie en infrastructuur	1650	2500
Projectkost	700	1000
Varia	100	150
Totaal	3500	5500



3. Infrastructuurkosten detail - Containerwisselstations

1000-EUR	Compact (4 MW)	Standaard (8 MW)	Groot (15 MW)
Omvormers	1600	3100	5800
Aansluiting, hoogspanning en trafo	900	1100	1900
Installatie en infrastructuur	2040	3300	5400
Projectkost	950	1100	1650
Varia	160	200	250
Totaal	5650	8800	15000



3. Infrastructuurkosten

- Standaard wisselstation: 8,8 mio EUR x 11 = 88 mio EUR
- Groot wisselstation: 15,0 mio EUR x 2 = 30 mio EUR
- Laadpunten: +/-1,5 mio EUR x 256 = 384 mio EUR
- Totaal: 500 mio EUR; door privé investeringen, verrekend in de TCO
(cfr wisselstation; niet vaste laadpunten).



MCS-stekker: standaard voor laden van vermogens tot 3,75 MW

3. Infrastructuurkosten

Inclusief:

- Hoogspanningsaansluiting (Ruwe raming, kost kan sterk oplopen. Belangrijk element bij locatiekeuze)
- Schakelpost hoogspanning en transformator(en)
- Inverters
- Infrastructuurkosten
- Installatiewerken
- Projectontwikkeling (studie en ontwerp, vergunningen, eventueel bodemonderzoek, project- en stakeholdermanagement...) Daarin wel een zeker schaalvoordeel omwille van herhaling meegenomen.
- Mitigerende maatregelen naar de omgeving (geluidsschermen,...)
- Varia (verlichting, omheining, beveiliging,...)

Exclusief: de kost van de grond en de batterijcontainers zelf met hun eigen brandbeveiliging.

Nabeschuwing bij elektrisch varen

Het laden van schepen aan een kade – via vaste laadpunten – vergt een enorme infrastructuurkost die deze wijze van energieoverdracht sterk bemoeilijkt, ondanks het potentieel op langere termijn. Zonder containerkraan is het wisselen van een batterijcontainer geen evidentie.

In onze visie zal elektrische vaart zich eerst ontwikkelen via containerwissel en bij vaartuigen met een hybride aandrijving. De benuttingsgraad van de vaste laadinfrastructuur heeft een aanzienlijk impact op de kost van energie, die daarbij gemakkelijk kan verdubbelen of verdrievoudigen. Bij containerwissel geldt dit niet. Als de containers niet nodig zijn voor de vaart, worden ze ingezet als stationaire batterij voor het leveren van diensten aan het elektriciteitsnet en genereert de infrastructuur op die wijze inkomsten. Dit ligt moeilijker bij vaste laadinfrastructuur voor schepen.

We sluiten daarbij niet uit dat vaste laadinfrastructuur toch gebouwd wordt, als aan een aantal voorwaarden voldaan wordt:

- Een trafiek die voor gegarandeerde afname zorgt (hoge bezetting van ligplaats 's nachts)
- Beschikbaarheid van elektrische infrastructuur (e.g. in combinatie met industrie en/of een laadplein voor logistiek op land)
- De leercurves hebben de kost voor de elektrificatie van schepen en laadinfrastructuur voldoende doen dalen

Daarbij willen we wel opmerken dat een belangrijk deel van de investering voor vaste laadinfrastructuur in onderdelen en componenten zit die hun leercurve doorlopen hebben. Enkel de omvormers zijn nog volop in ontwikkeling en kunnen nog substantieel in prijs dalen, maar dit maakt ongeveer 20% van de investering uit.

Wat betreft de batterijtechnologie zelf worden de komende 5 tot 10 jaar nog substantiële verbeteringen op vlak van prestatie (energiedichtheid, levensduur) en kostprijs verwacht.

4. Beschikbaarheid van brandstoffen en energiedragers voor de binnenvaart in Vlaanderen

Beschikbaarheid van brandstoffen en energiedragers – op basis van **totaal bunkervolume in Vlaanderen** (scope groter dan deze studie):

Brandstof/energiedrager – bunkering in Vlaanderen	ton	m ³	TWh	Beschikbaar in België	% voor binnenvaart	Bron beschikbaarheid
Gasolie 10 ppm	106.083	124.804	1,267	8.680.000 ton	1,2%	Jaarlijks rapport Energia; verbruik BE in 2023
HVO	103.672	132.913	1,267	~318.000 ton voor wegtransport	33%	Jaarlijks rapport Energia; verbruik BE in 2023
Groene H2 – fuel cell	28.731	1.212	0,957	~400.000 ton via SMR	7,2%	Publieke informatie; ie-net H2
Groene H2 – ICE	37.417	1.578	1,246	~400.000 ton via SMR	9,4%	Publieke informatie; ie-net H2
Elektriciteit			0,670	~90 TWh productie/consumptie	0,74%	Energyville – Paths 2050

Betreffende HVO zal er zeker concurrentie zijn met andere sectoren die ook REDIII verplichtingen hebben, zoals wegtransport, maritiem en luchtvaart.

- Op korte en langere termijn zal elektrificatie van wegtransport meer uitgerold worden.
- Maritiem en luchtvaart zijn moeilijker te elektrificeren transport. Op korte termijn zullen deze segmenten ook HVO nodig hebben om aan wettelijke verplichtingen te kunnen voldoen.

Elektriciteit: 0.67 TWh bedraagt slechts 0.74% van huidige Belgische elektriciteitsproductie. Voor realisatie van energietransitie zal elektriciteitsproductie in België moeten verdubbelen (Energyville, Paths 2050); ong 180 TWh productie.

Ter vergelijking: ongeveer 8 TWh in 2030 voor elektrificatie van wegtransport; ongeveer 26 TWh in 2050 voor elektrificatie van wegtransport (Energyville 2025).

4. Beschikbaarheid van brandstoffen en energiedragers voor de binnenvaart in Vlaanderen

Beschikbaarheid van brandstoffen en energiedragers – op basis van brandstofverbruik binnenvaart op Vlaamse vaarwegen (scope van deze studie):

Brandstof/energiedrager – verbruik op Vlaamse Waterwegen; deze studie	ton	m ³	TWh	Beschikbaar in België	% voor binnenvaart	Bron beschikbaarheid
Gasolie 10 ppm	28.858	33.951	0,345	8.680.000 ton	0,3%	Jaarlijks rapport Energia; verbruik BE in 2023
HVO	28.202	36.157	0,345	~318.000 ton voor wegtransport	8,9%	Jaarlijks rapport Energia; verbruik BE in 2023
Groene H2 – fuel cell	7.816	330	0,260	~400.000 ton via SMR	2,0%	Publieke informatie; ie-net H2
Groene H2 – ICE	10.179	429	0,339	~400.000 ton via SMR	2,5%	Publieke informatie; ie-net H2
Elektriciteit			0,182	~90 TWh productie/consumptie	0,20%	Energyville – Paths 2050

Betreffende HVO zal er zeker concurrentie zijn met andere sectoren die ook REDIII verplichtingen hebben, zoals wegtransport, maritiem en luchtvaart.

- Op korte en langere termijn zal elektrificatie van wegtransport meer uitgerold worden.
- Maritiem en luchtvaart zijn moeilijker te elektrificeren transport. Op korte termijn zullen deze segmenten ook HVO nodig hebben om aan wettelijke verplichtingen te kunnen voldoen.

Elektriciteit: 0.18 TWh bedraagt slechts 0.2% van huidige Belgische elektriciteitsproductie. Voor realisatie van energietransitie zal elektriciteitsproductie in België moeten verdubbelen (Energyville, Paths 2050); ong 180 TWh productie.

Ter vergelijking: ongeveer 8 TWh in 2030 voor elektrificatie van wegtransport; ongeveer 26 TWh in 2050 voor elektrificatie van wegtransport (Energyville 2025).

5. Key messages

- Gasolie (Stage V), incl ETS2 vanaf 2030, excl REDIII verplichtingen:
 - Door vrijstelling accijns blijft gasolie het goedkoopst, nu en in de toekomst.
 - Op basis van TCO wordt energietransitie niet ingezet.
- Gasolie (Stage V), incl ETS2 vanaf 2030, incl REDIII verplichtingen – 12% bijmeng FAME/HVO in 2027:
 - TCO = 17.240 k€ op 20 jaar
 - Vanaf deze wettelijke REDIII verplichting wordt elektrisch toekomst competitief (TCO = 17.025 k€ op 20 jaar)
 - Energietransitie wordt gestimuleerd door wettelijke verplichtingen REDIII (opleggen van bijmeng, CO2 reductie)
- ETS2 is niet het geschikt instrument om energietransitie in binnenvaart in te zetten.
 - ETS2 prijs moet vanaf 2027 hoger zijn dan 130 €/t om elektrisch varen in toekomst competitief te maken; er wordt lagere ETS2 prijs verwacht.
 - ETS2 prijs moet hoger zijn dan 350 €/ton om HVO competitief te maken.
- Containerschepen zijn makkelijkst te decarboniseren:
 - Swap van batterijcontainers in container terminal.
- Natte bulk / tankschepen zijn moeilijkst te decarboniseren:
 - Vervoer van fossiele brandstoffen / chemicaliën; niet altijd drive om te decarboniseren.
 - Vervoer lange afstand, elektrificatie te veel impact op logistiek profiel
 - Op korte – middellange termijn gasolie + bijmeng volgens wettelijke verplichting REDIII

€ per vermeden ton CO₂

Klein containerschip / klein droge bulk

- 12.714 m³ gasolie
- 34.306 ton CO₂

Groot containerschip / droge bulk

- 10.548 m³ gasolie
- 28.461 ton CO₂

- 62.767 ton CO₂ @ 20 jaar

- 29 €/ton vermeden CO₂ vs gasolie incl ETS2 vanaf 2030

- Of ETS2 moet vanaf 2027 > 130 €/ton CO₂ bedragen om elektrisch varen competitief te maken in toekomst

Klein nat bulkschip / tank

- 985 m³ gasolie
- 2.658 ton CO₂

Groot nat bulkschip / tank

- 4610 m³ gasolie
- 12.440 ton CO₂

Beperkte vloot

Vaste laadinfrastructuur opportunistisch

HVO: ~ 350 €/ton vermeden CO₂

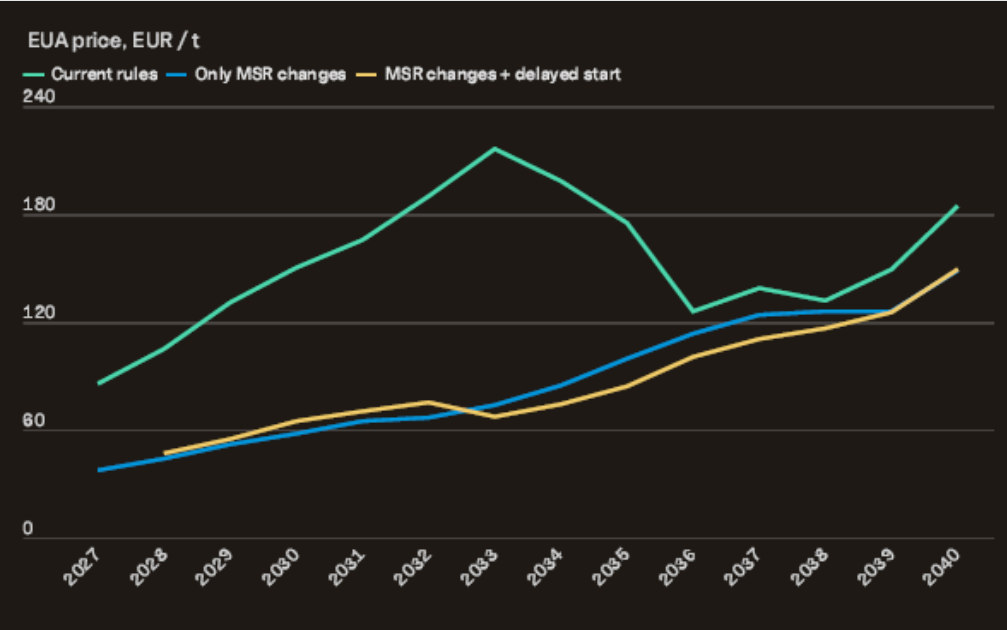
Lange afstandsvloot lastiger te elektrificeren zonder impact op logistiek profiel

HVO: ~ 350 €/ton vermeden CO₂

Bronnen

EUA2 prijs – forecast door Veyt (interview nov 2025)

- aanpassing MSR (market stabilisation reserve) op 21/10/2025
- uitstel EU ETS2 – van 2027 naar 2028 – besloten in nov 2025



Bijlagen



INHOUDSTAFEL – Bijlagen

1	Bijlage A – Classificatie binnenvaartvloot	218
2	Bijlage B – Detailresultaten logistiek	219
3	Bijlage C – opzet rekenmodel	223
4	Bijlage D – afstanden alternatieve energiedragers	233

Bijlage B – detailresultaten logistiek

Herkomst	Bestemming	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totaal
BEANR	BEHAW	8.330	5.500	0	432.040	1.912	0	161.018	127.960	85.403	74.473	896.636
BEANR	BEWND	0	0	0	678.619	0	0	0	0	126.637	23.880	829.136
BEMEH	BEANR	0	0	0	0	0	0	2.103	2.300	0	818.038	822.441
BELIX	BEANR	0	0	9.150	0	117.522	114	29.581	485.730	10.550	2.800	655.447
BEANR	BEBRU	11.281	1.005	0	479.199	2.800	7.067	44.044	0	5.698	94.933	646.027
BEANR	BEGEL	0	0	0	22.504	1	7.025	3.750	14.070	546.624	5.483	599.457
BEANR	BEMEH	0	0	0	0	0	0	20.250	0	494	575.391	596.135
NLBRS	BEBRU	0	0	0	0	0	2.870	544.220	0	0	1.600	548.690
BEANR	BESSN	0	0	0	470.948	0	0	0	0	2.528	30.841	504.317
BEANR	BEIZG	1.945	112.532	0	344.158	0	0	17.226	0	2.996	15.445	494.302

Bijlage B – detailresultaten logistiek

Scheepstype	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)	Scheepstype	Aantal reizen	Vervoerd gewicht (t)
M8	26.553	26.501.822	C2l	619	299.151
M6	17.189	11.518.475	BI	428	153.107
M2	12.011	2.847.605	M12	292	770.411
M5	8.217	5.075.945	BO4	201	41.200
M3	5.227	1.651.753	BII-4	132	682.618
M1	4.204	613.967	M11	104	166.924
M4	3.440	1.570.750	BO3	95	14.858
M7	3.156	2.693.537	BO1	86	4.950
M9	3.121	4.590.647	BII-2B	64	7.198
M0	2.649	61.426	BO2	28	1.680
C3l	2.102	2.748.007	C1b	16	255
BII-1	1.831	1.557.554	C3b	4	130
M10	1.681	1.786.322	C4	2	12.232
C1l	1.233	393.539	C2b	2	0
BII-2L	1.003	1.958.749			
			Grand Total	95.690	67.724.812

Bijlage B – detailresultaten logistiek

Top 5 herkomsten NL en daarbij voor elk top 2 bestemmingen BE
O.b.v. Nederlandse data

Top 5 herkomst NL -> bestemming BE

	Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Vervoerd gewicht (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Onbekend
1.	Rotterdam	NLRTM	Antwerpen	BEANR	14.104.464	72.308	21.172	40.649	6.073.193	6.105	20.263	391.995	3.800	6.357.717	1.084.144	33.119
			Gent	BEGNE	2.456.244	35.053	214.650	203.787	752.645	364.498	9.518	85.294		742.883	32.419	15.497
2.	Vlissingen	NLVI	Antwerpen	BEANR	3.388.059	5.400		52.832	1.914.204	2.550	2.000	399.669	74.608	691.958	195.454	49.384
			Gent	BEGNE	1.196.391	3.626		52.717	787.663	87.069		31.812		208.311	19.201	5.992
3.	Amsterdam	NLAMS	Antwerpen	BEANR	2.140.801	19.410	44.598		1.601.616	1.100	29.979	55.104		236.368	152.125	500
			Gent	BEGNE	493.292	3.000	92.048	31.805	270.020			5.200		89.464	1.755	0
4.	Terneuzen	NLTNZ	Antwerpen	BEANR	1.053.351	8.350	15.785	5.136	491.350	2.800	7.500	65.499	60.956	247.890	148.084	0
			Gent	BEGNE	184.868	0		79.385	27.728	33.300		0	10.001	29.344	5.110	0
5.	Everingen	NLEVG	Gent	BEGNE	528.181	2.372		18.190	44.412	272.980		124.100		64.126		2.000
			Zelzate	BEZEL	248.062			21.230	480	219.150					7.202	

NSTR code	Hoofdstuk
0	Landbouwproducten en levende dieren
1	Andere voedingsproducten en veevoeder
2	Vaste minerale brandstoffen
3	Aardoliën en aardolieproducten
4	Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies
5	Ijzer, staal en non-ferrometalen (incl. halffabricaten)
6	Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
7	Meststoffen
8	Chemische producten
9	Voertuigen, machines en overige goederen (w.o. stukgoederen)

Bijlage B – detailresultaten logistiek

Top 5 herkomsten BE en daarbij voor elk top 2 bestemmingen NL
O.b.v. Nederlandse data

Top 5 herkomst BE → bestemming NL

NSTR code	Hoofdstuk
0	Landbouwproducten en levende dieren
1	Andere voedingsproducten en veevoeder
2	Vaste minerale brandstoffen
3	Aardoliën en aardolieproducten
4	Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies
5	Ijzer, staal en non-ferrometalen (incl. halffabricaten)
6	Ruwe mineralen en -fabricaten; bouwmaterialen
7	Meststoffen
8	Chemische producten
9	Voertuigen, machines en overige goederen (w.o. stukgoederen)

	Herkomst	UNLOCODE herk.	Bestemming	UNLOCODE best.	Vervoerd gewicht (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Onbekend
1.	Antwerpen	BEANR	Rotterdam	NLRMT	8.406.663	18.241	57.351	31.687	2.799.671	5.501	13.171	58.137	0	4.390.297	897.278	135.330
			Amsterdam	NLAMS	4.672.866	9.400	11.160	2.800	3.745.625	500	5.987	43.369	1.850	414.824	435.050	2.302
2.	Gent	BEGNE	Rotterdam	NLRMT	555.973	3.530	59.906	15.255	93.475	3.000	5.050	21.680		331.679	17.867	4.531
			Vlissingen	NLVLI	304.265	0			125.871	3.010		5.280		147.693	21.411	1.000
3.	Lixhe	BELIX	IJmuiden/Velsen	NLIJM	190.897							189.893		1.004		
			Stein	NLSTI	122.285	0		20.650					95.935	5.700		
4.	Engis	BEENG	IJmuiden/Velsen	NLIJM	130.668							128.710				1.958
			Arnhem	NLARN	114.120						1.560	1.600	23.208			
5.	Antoing	BEATO	Rotterdam	NLRMT	134.317							134.317				
			Maassluis	NLMST	118.736								118.736			

Bijlage C – opzet rekenmodel

Deze bijlage toont de formules waaruit het rekenmodel is opgebouwd.

C.1. Aantal schepen

$$Aantal\ schepen_{s,j} = Aantal\ schepen_{s,j-1} * (1 + g_s)^{\alpha_s}$$

$$Aantal\ schepen_{s,e,j} = Aantal\ schepen_{s,j} * Aandeel\ energiedrager_{s,j}$$

$$Aandeel\ energiedrager_{s,j} = \frac{L_{s,e}}{1 + e^{-r(j-t_0)}}$$

$$Aantal\ schepen_{s,j_0} = \text{uit analyse}$$

g_s, α_s, L, r, t_0 = invoerparameters scenario

s = scheepstype e = energiedrager

j = jaar j_0 = basisjaar

C.2. Gevaren kilometers

Gevaren kilometers $_{s,e,j} = \text{Aantal schepen}_{s,e,j} * \text{Kilometers per schip}_{s,j}$

Kilometers per schip $_{s,j} = \text{Aantal schepen}_{s,j-1} * (1 + g_s)^{\alpha_u}$

Kilometers per schip $_{s,j_0} = \text{uit analyse}$

$g_s, \alpha_u = \text{invoerparameters scenario}$

$s = \text{scheepstype}$ $e = \text{energiedrager}$

$j = \text{jaar}$ $j_0 = \text{basisjaar}$

C.3. Vervoerd ladingsgewicht

Vervoerd gewicht $_{s,e,j} = \text{Tonnen per km}_{s,j} * \text{Gevaren kilometers}_{s,e,j}$

Tonnen per km $_{s,j} = \text{Tonnen per km}_{s,j-1} * (1 + g_s)^{\alpha_l}$

Tonnen per km $_{s,j0} = \text{uit analyse}$

$g_s, \alpha_l = \text{invoerparameters scenario}$

$s = \text{scheepstype}$ $e = \text{energiedrager}$

$j = \text{jaar}$ $j0 = \text{basisjaar}$

C.4. Vervoersprestatie

$Tonkilometers_{s,e,j} = Vervoerd\ gewicht_{s,e,j} * Gemiddeld\ km_{s,j}$

$Gemiddeld\ km_{s,j} =$ uit analyse

$g_s, \alpha_l =$ invoerparameters scenario

$s =$ scheepstype $e =$ energiedrager

$j =$ jaar $j0 =$ basisjaar

C.5. Energievraag

$$Energievraag_{s,e,j} = Tonkilometers_{s,e,j} * Energievraag\ per\ tkm_{s,j}$$

$$Energievraag\ per\ tkm_{s,j} = Energievraag\ per\ tkm_{s,2011} * (1 - eff * \frac{j-2011}{jn-2011})$$

$Energievraag\ per\ tkm_{s,2011}$ = externe bron

$eff = 15\%$ (verbetering efficiëntie motor ri horizon jaar)

s = scheepstype e = energiedrager

j = jaar jn = horizon jaar

C.6. Brandstofverbruik

$$\text{Brandstofverbruik}_{s,e,j} = \text{Energievraag}_{s,e,j} * \text{Verbruik per kWh}_{s,j}$$

s = scheepstype e = energiedrager

j = jaar jn = horizon jaar

C.7. Emissies CO2

$$CO2\ emissies_{s,e,j} = Tonkilometers_{s,e,j} * CO2\ emissies\ per\ tkm_{s,e,j}$$

$$CO2\ emissies\ per\ tkm_{s,e,j} = \frac{Energievraag\ per\ tkm_{s,e,j}}{rendement_j} * emissiefactor_e$$

$emissiefactor_e = \text{constante}$

$s = \text{scheepstype}$ $e = \text{energiedrager}$

$j = \text{jaar}$ $jn = \text{horizon jaar}$

C.8. Emissies NOX/PM

$$Emissies_{st,s,e,j} = Tonkilometers_{s,e,j} * Emissies\ per\ tkm_{st,s,e,j}$$

$$Emissies\ per\ tkm_{st,s,e,j} = Energievraag\ per\ tkm_{s,e,j} * Emissiefactor_{st,e}$$

$$Emissiefactor_{st,e} = \sum Aandeel\ motorenklasse * Emissiefactor\ motorenklasse_{st,e}$$

Aandeel motorenklasse = geschat m.b.v. Weibull curve

*Emissiefactor motorenklasse*_{st,e} = constante

s = scheepstype *e* = energiedrager *st* = stof

j = jaar *jn* = horizon jaar

C.9. Invoerparameters per scenario

- Enkele variabelen komen als invoerparameters terug die verschillen per scenario. Deze zijn hieronder weergegeven. Ter referentie is rechts het volledige overzicht met invoerparameters te zien.

g_s = groei vervoerd ladingsgewicht

α_l = alpha hogere beladingsgraad

α_u = alpha hogere benuttingsgraad

α_s = alpha meer schepen

L = % sloopstypen 2050

r = helling S – curve

t_0 = inflection point S – curve

	Scenario	0	1	2a	2b	3a	3b
Groei vervoerd ladingsgewicht p/j	Bulkschepen klein	-2,0%	-3,0%	2,0%	1,0%	0,5%	-2,0%
	Bulkschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
	Tankschepen klein	-3,0%	-4,0%	1,6%	0,8%	0,0%	-3,0%
	Tankschepen groot	2,0%	0,5%	1,4%	0,7%	2,5%	2,0%
Verdeling groei (som=1)	Hogere beladingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Hogere benuttingsgraad	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Meer schepen	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Alternatieve brandstoffen	% bulk klein 2050						
	Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	25%	20%	75%	75%	0%	0%
	Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	98%	100%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	2%	0%
	% bulk groot 2050						
	Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	30%	20%	95%	95%	20%	20%
	Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%
	% tank klein 2050						
	Diesel	50%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	20%	20%	75%	75%	0%	0%
	Elektriciteit	30%	0%	25%	25%	100%	100%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	% tank groot 2050						
	Diesel	45%	80%	0%	0%	0%	0%
	HVO	35%	20%	95%	95%	20%	20%
	Elektriciteit	20%	0%	5%	5%	60%	60%
	Waterstof	0%	0%	0%	0%	20%	20%
	S-curves						
	r HVO	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
	t0 HVO	2032	2035	2032	2032	2032	2032
	r Elektriciteit	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6
	t0 Elektriciteit	2037	2040	2037	2037	2035	2035
	r Waterstof	0	0	0	0	0,3	0,3
	t0 Waterstof	0	0	0	0	2038	2038

Bijlage D – Afstanden locaties alternatieve energiedragers

- Afstanden zijn niet relevant voor overslaglocaties, aangezien deze in de zeehavens zijn gevestigd, deze zijn al ingericht op activiteiten met milieucontour.
- Afstanden zijn ook niet relevant voor laadpunten bij ligplaatsen, deze hebben zeer beperkte impact op veiligheid en geen impact op geluid en geur.
- Geluid is de bepalende factor voor afstanden tussen wisselstations en gevoelige objecten: in dit geval zijn dit woningen. Veiligheidsafstanden zijn beperkt
- Hierna volgen de vuistregels voor afstanden die gehanteerd moeten o.b.v. WERKDIA:
 - Afstanden tot bewoning: overdag 45 dB(A), 's nachts 40 dB(A)
 - Mits mitigerende maatregelen kunnen de afstanden korter. (geluidsschermen, dempers,...)
 - Container neerzetten: met dempers slechts Lw van 112. Reduceert de afstanden tot 631 meter (45 dB(A) en 1122 meter (40 dB(A)). Een matig geluidsscherm (- 8 dB) halveert de afstanden ruim.

Worst case waarden	Geluidsvermogen	Geluidsdruk	Afstand tot waarden in Vlareem zonder geluidsscherm		Afstand tot waarden in Vlareem met geluidsscherm (- 8 dB)	
	Lw (dB(A))	Lp 1 meter dB(A)	45 dB(A) meter	40 dB(A) meter	45 dB(A) meter	40 dB(A) meter
Rail Mounted Gantry	105	94	282	501	112	200
Rubber Tyre Gantry	110	99	501	891	200	355
Container neerzetten	118	107	1259	2239	501	891
Reach stacker	113	102	708	1259	282	501
Container kraan	118	107	1259	2239	501	891
Straddle carrier	110	99	501	891	200	355