



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

CoVadem data en verduurzaming binnenvaart

Wytze de Boer, Moritz Krijgsman

Nijmegen, 28 dec 2018

1. Covadem data t.b.v. analyses, een ontwikkelproces
 1. Operationele analyse
 2. Ontwikkelen reis-simulatiemodel binnenvaart, voorbeeld
 3. Voorbeeld uit “transitie emissieloze binnenvaart”
2. Transitie emissieloze binnenvaart
 1. Gebruik Covadem data
 2. Scenario ontwikkeling voortstuwingsopties en realiseren proefopstelling
3. Vragen, discussie

Werkende weg worden de volgende concrete toepassingen gebruikt;

1. De analyse van het vaarprofiel vooraf aan ontwerp van een nieuw schip.
2. Doorrekenen scenario's t.b.v. analyse transportvolume, transport kosten;
er is een reissimulatie programma bij “zeevaart”, de “ombouw, doorontwikkeling” naar een versie voor de binnenvaart.
3. Impact op energie verbruik bij toepassing van andere energiedragers in een schip op een specifieke vaarweg.

Wat als: “slanker schip”, “voller schip”, welk volume waterstof om ...

1. Met CoVadem data is er veel bekend over met name de diepgang -, waterdiepte - en kielspeling verdeling van een bestaand schip.
2. Bij het ontwerp van een nieuw schip zijn eerste vragen (vanuit “MARIN bril”):
 - a. vaargebied?
 - b. maatgevende diepgangen?
 - c. maatgevende waterdieptes?
3. Hoe bepaal je uit vaarprofiel meest “relevante condities” om in combinatie met verwachtingen keuzes te maken voor “design condities”

Dat wordt bij MARIN dan gebruikt voor;

1. een eerste performance inschatting met empirische tools (snel te realiseren, lage kosten).
2. Desgewenst inzet van gedetailleerdere CFD tools voor integraal ontwerp van het onderwaterschip inclusief schroef/schroeven, appendages,....

1.1.2 Voorbeeld analyse over 2 ½ jaar, 110m schip



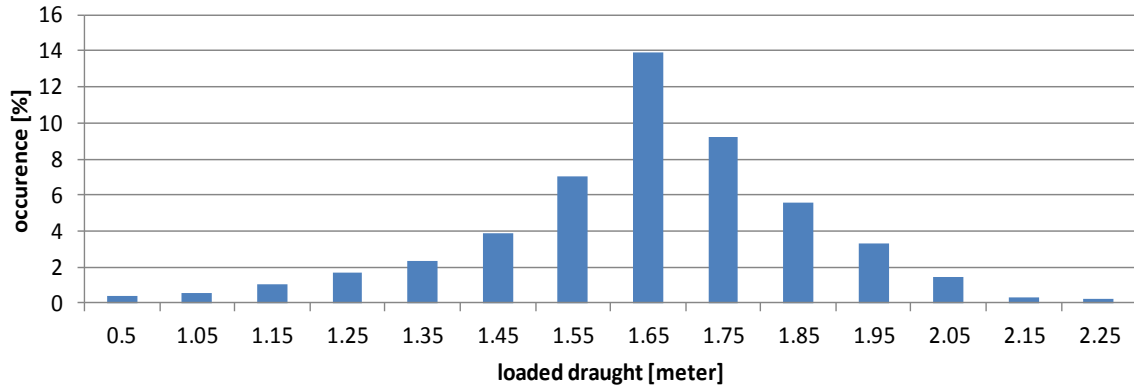
Ontwerpdiepgang
2.75 m

Analyse

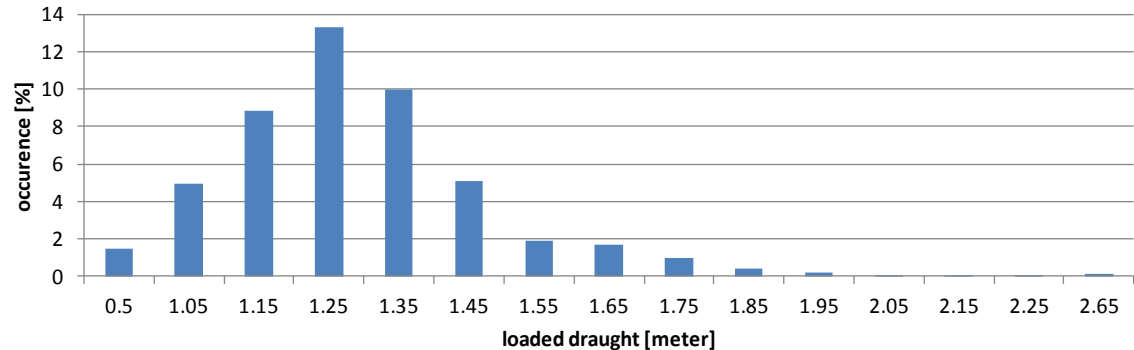
- diepgang,
- kielspeling
(z.o.z.)

Ook mogelijk : trim,
snelheid over de
grond, ...

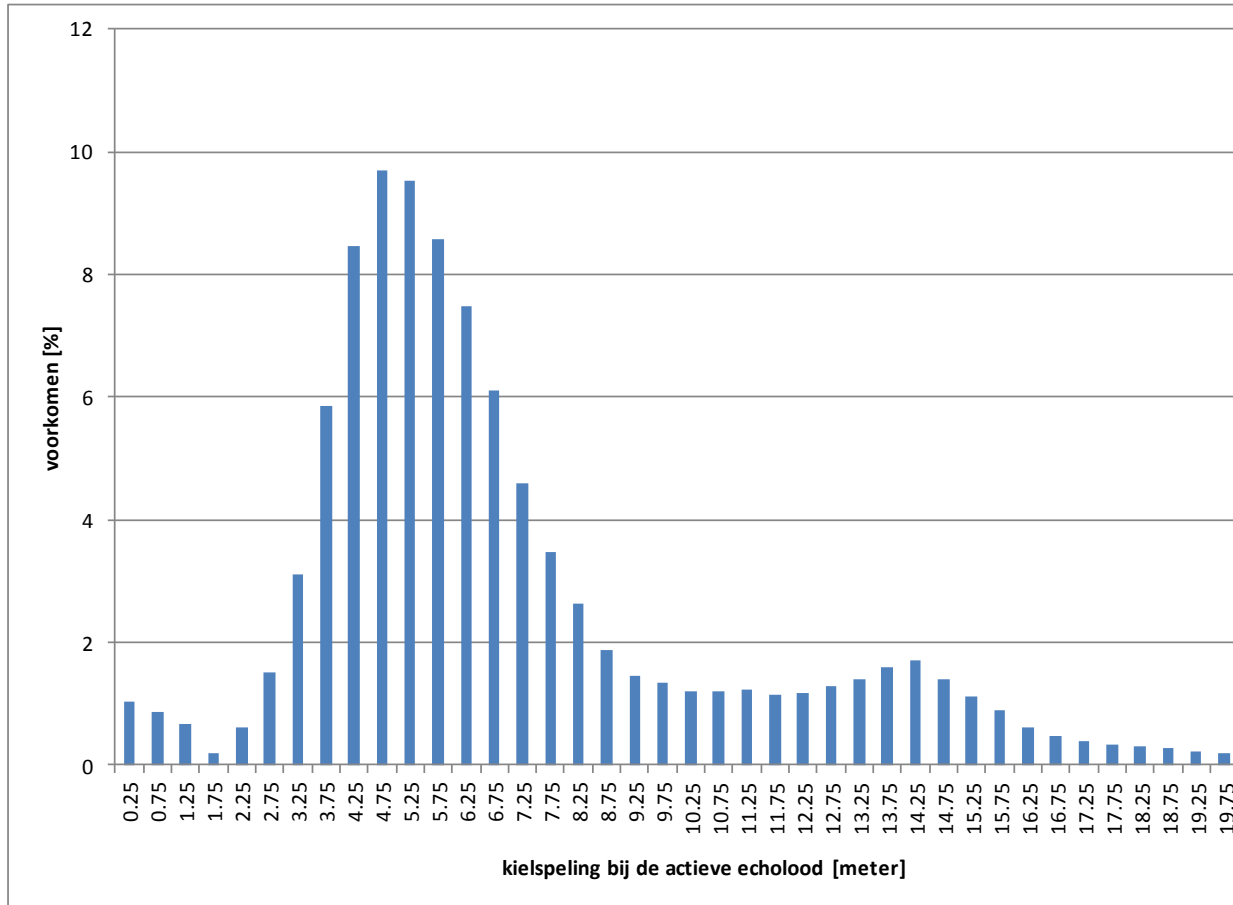
Distribution of loaded draught for upstream trips only



Distribution of loaded draught for downstream trips only



1.1.3 Voorbeeld vervolg: kielspeling



- Zeevaart: er is “Safe Trans”, is een binnenvaartversie te ontwikkelen?
- Safe Trans: Een softwareapplicatie voor zware lading transporten en offshore- operaties.
- De module reis simulaties: op basis van scheepskenmerken en een uitgebreide weer- en golvendatabase inschattingen maken van de duur van een transport, het brandstofverbruik en bepalen ontwerpwaardes.

Deze module is startpunt voor binnenvaart versie.

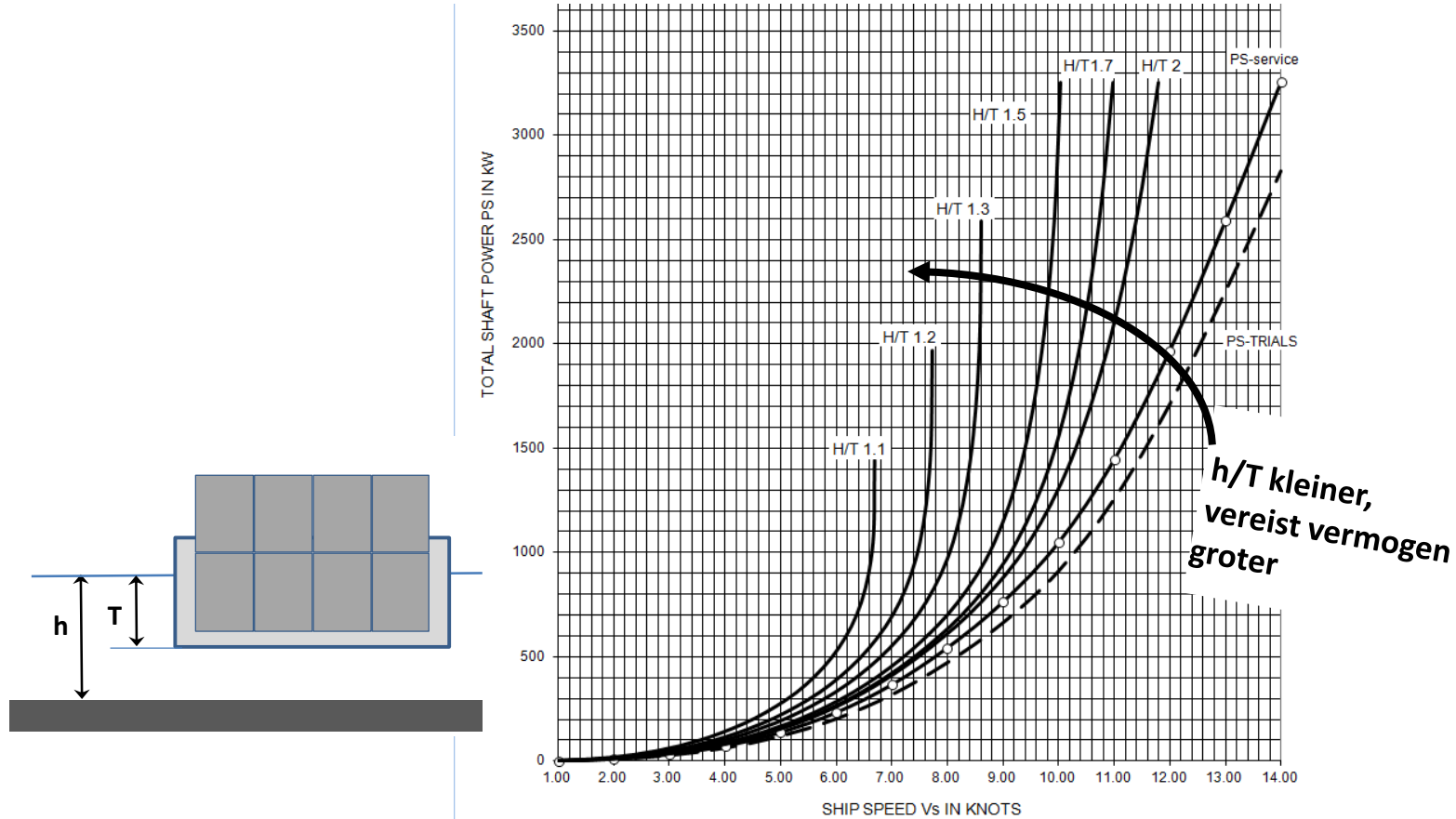
Doel: “Beta versie van reis-simulatiemodel voor binnenvaart” voor het simuleren van een reis:

- Focus op effect van variabele bodem en stroom op vermogen aan de schroefas.

Nodig:

- gegevens bodemligging (CoVadem),
- Stroomsnelheden,
- snelheid – vermogen verband inclusief effect van waterdiepte .

1.2.3 Snelheid – vermogen als functie van kielspeling



- Vraag van Veerhaven
- Discussie met Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, resultaat verkennend onderzoek transitie emissieloze binnenvaart

1. Brandstofverbruik en omloopsnelheid van een duwstel bij verschillende diepgangen? Effect op kosten per ton lading?
2. Effect van langzamer of sneller varen op brandstofverbruik?

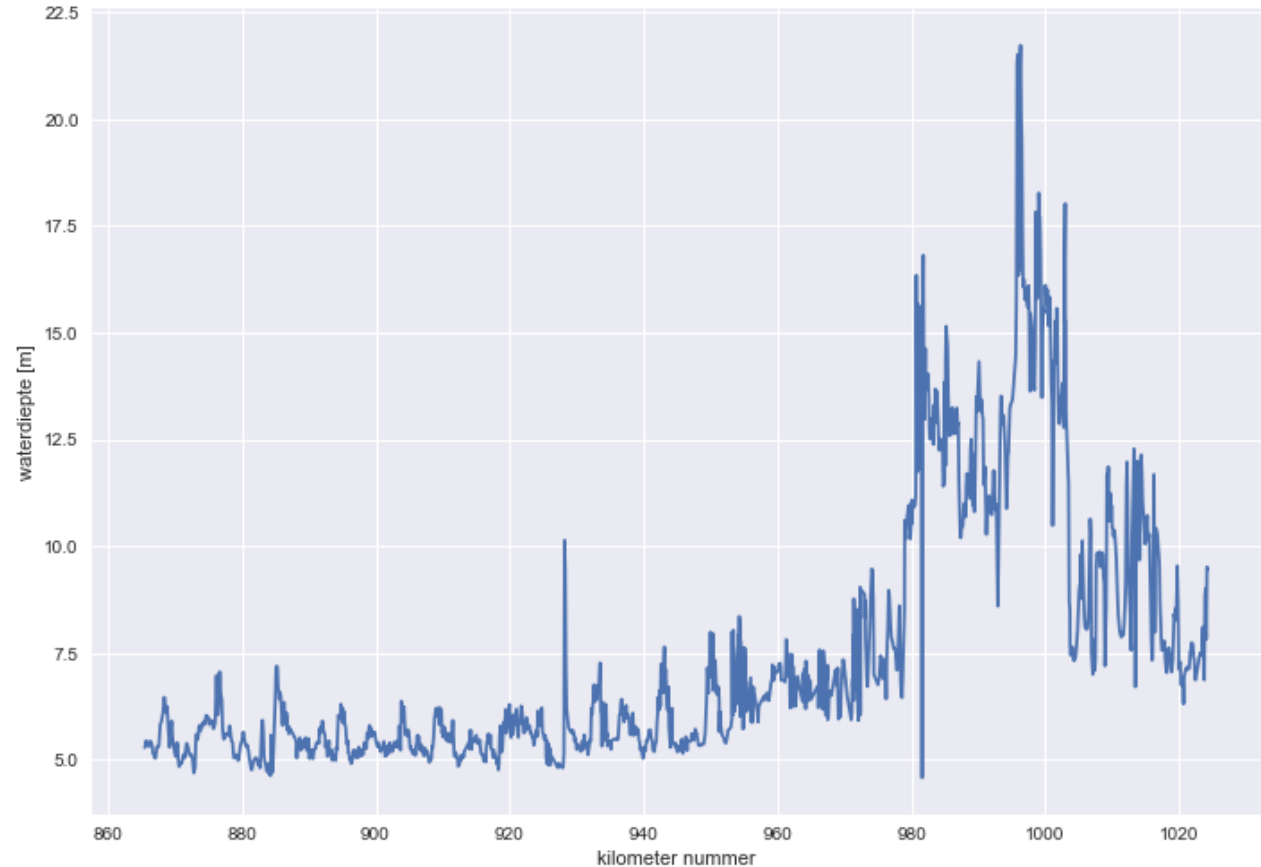
1. Het verzamelen van de vereiste invoer.
2. Toevoegen van het effect van verhang en beperkte vaarwegbreedte.
3. Vergelijken “speed – power” met ware grootte meting.

Beslispunt “go/nogo”: is het model goed genoeg voor de onderzoeksvraag van Veerhaven?

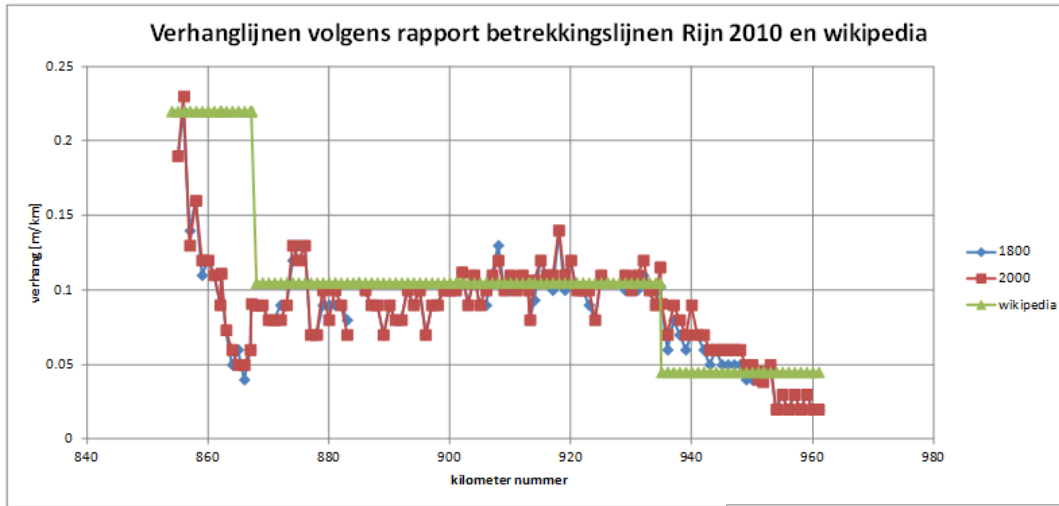
4. Uitvoeren van simulatieberekeningen voor de verschillende scenario's.

1.2.7 Waterdiepte resultaat in NL

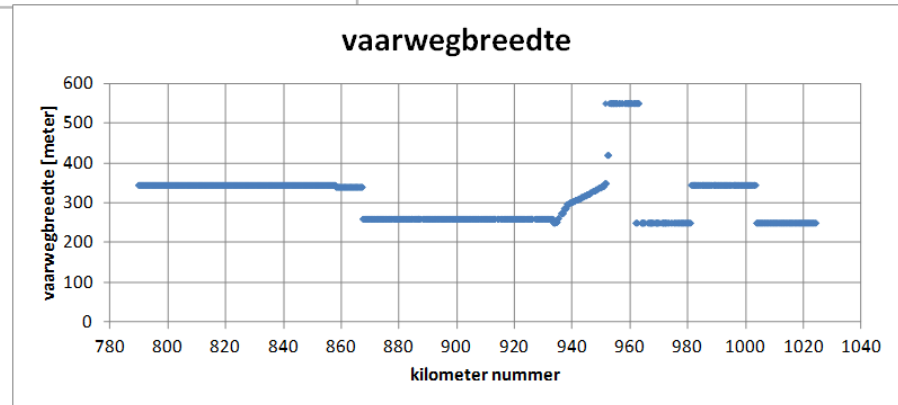
- CoVadem gegevens van vaarten bij afgesproken pegel Ruhrort
- Berekenen snelheid door het water
- Berekenen “squat” (dynamische inzinking)
- Controle berekening bij “harde laag” Nijmegen



1.2.8 Andere relevante data o.a. verhang en vaarwegbreedte



Eerste schematisaties
(intussen verfijnd)



1.2.9 Vergelijk verloop brandstofverbruik simulatie - praktijk

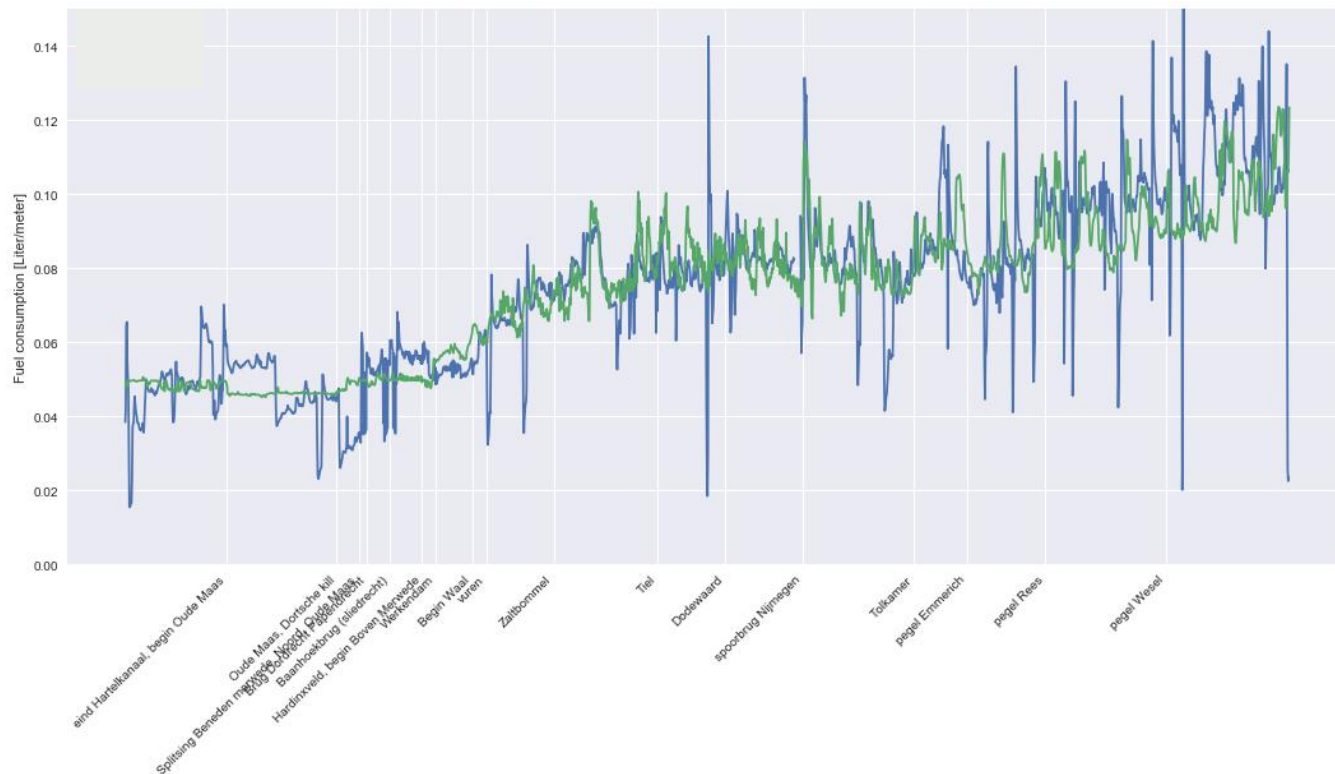


Vergelijking trend in brandstofverbruik per km,

brandstofverbruik schip (blauw)

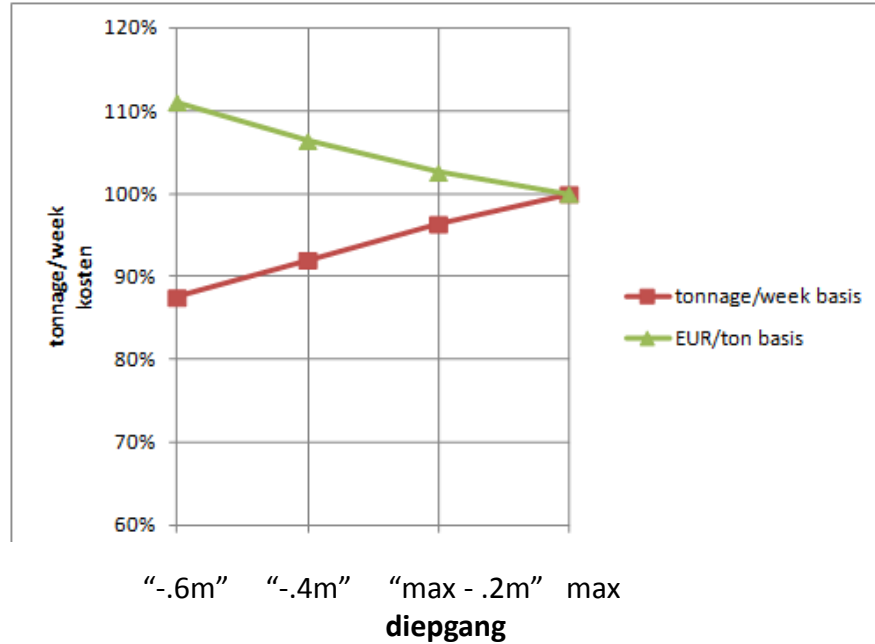
en

brandstofverbruik in simulatie (groen)



1.2.10 Brandstofkosten/ton in % als functie van diepgang

- Horizontaal: diepgang diepgang is in stappen van .2m verkleind.
- Vertikaal: brandstofkosten in % t.o.v. situatie met max diepgang bij die pegel.
- **Conclusie:** kleinere diepgang geeft op dit traject meer brandstofkosten per ton.



1.2.11 Extra sommen: wat als vlakke bodem op hele traject?



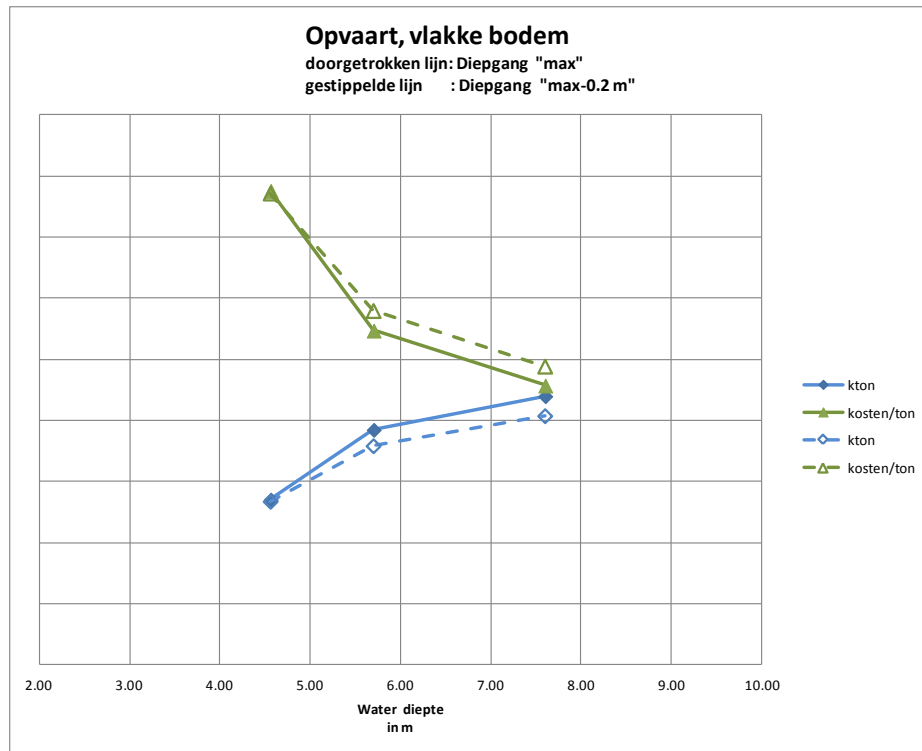
Voor meer inzicht, op zich niet direct relevant voor praktijk.

Horizontaal:

- diepgang

Vertikaal:

- transportprestatie per week
- kosten per ton



2. Transitie emissieloze binnenvaart

Gezamenlijk vooronderzoek ministerie I&W en MARIN.

Vragen van Ministerie

- Uit portfolio MARIN: opties voor vermogensreductie (romp, schroef, roer, appendages,....)
- ***Impact op vermogensbehoefte en “bunker”-infrastructuur***
- ***Scenario’s energiedrager(s) en voortstuwingsconfiguraties***
- Hoe verder?

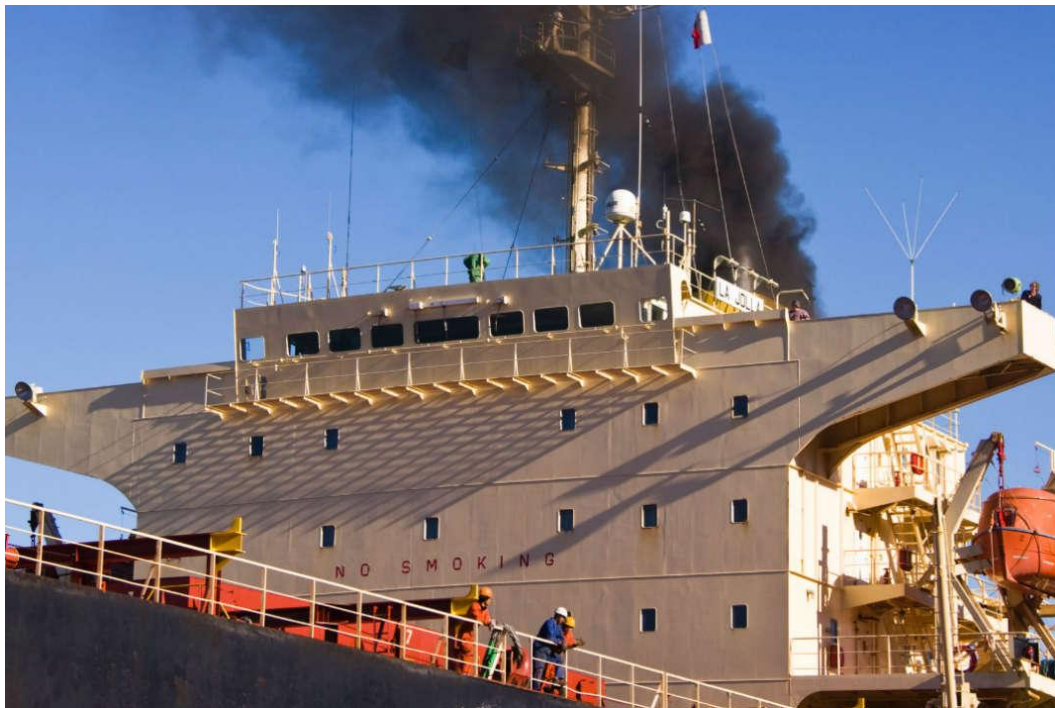
2.1.1 Voorbeeld reissimulaties “accuwissel” infrastructuur



Voorbeeld tripsimulaties: een slank 110m motorschip, vermogen aan de schroefas 700kW voor een “bergvaart” van Europoort naar Iffesheim, met resp. 2 “accupacks” (links) of 4 “accupacks” (rechts)

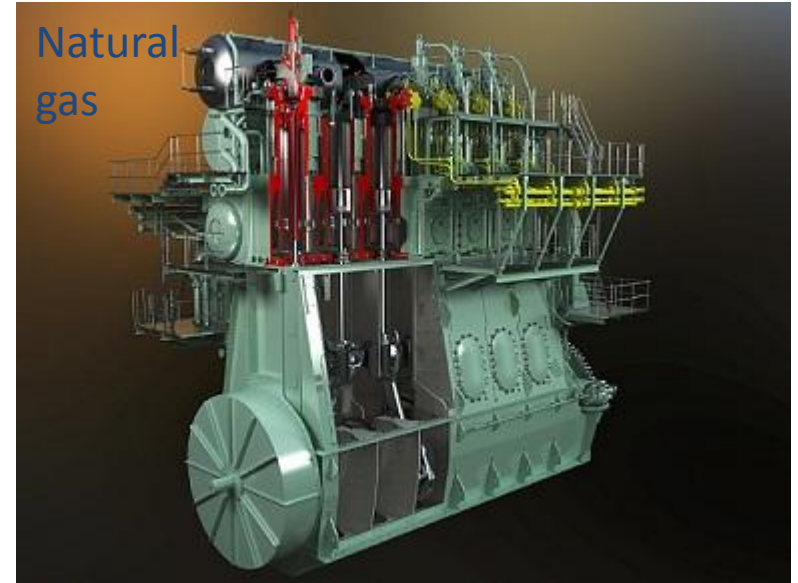
Accupack: 20' container 1.5 mWh

Rode stippen: oplaadpunten



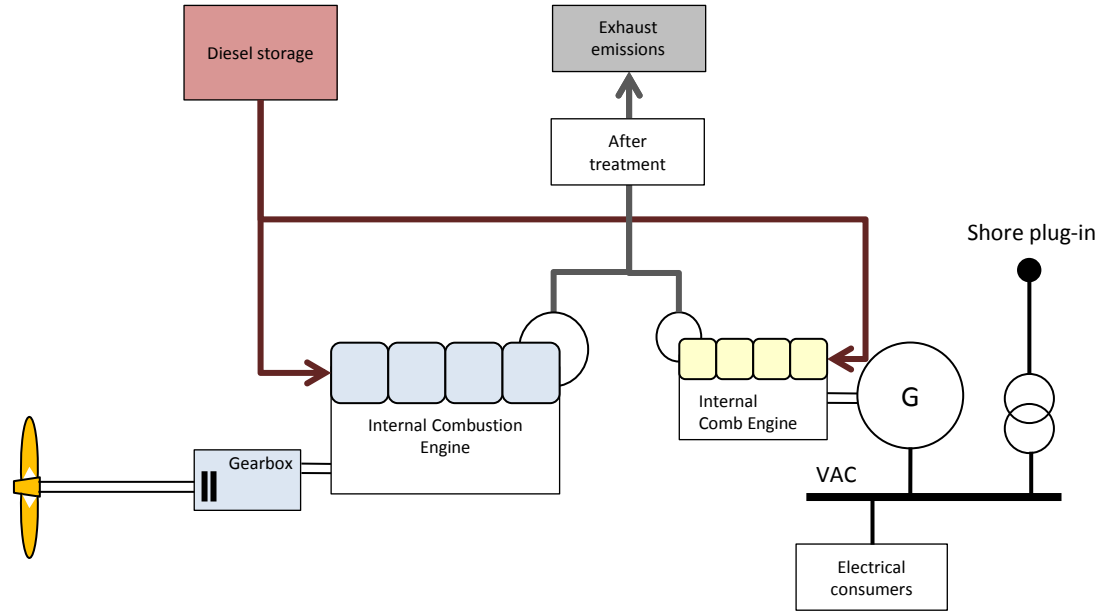
2.3 Energie transitie scheepvaart

Power conversie



2.2.1 Energie transitie in de scheepvaart

Vertrekpunt in meeste gevallen
diesel direct

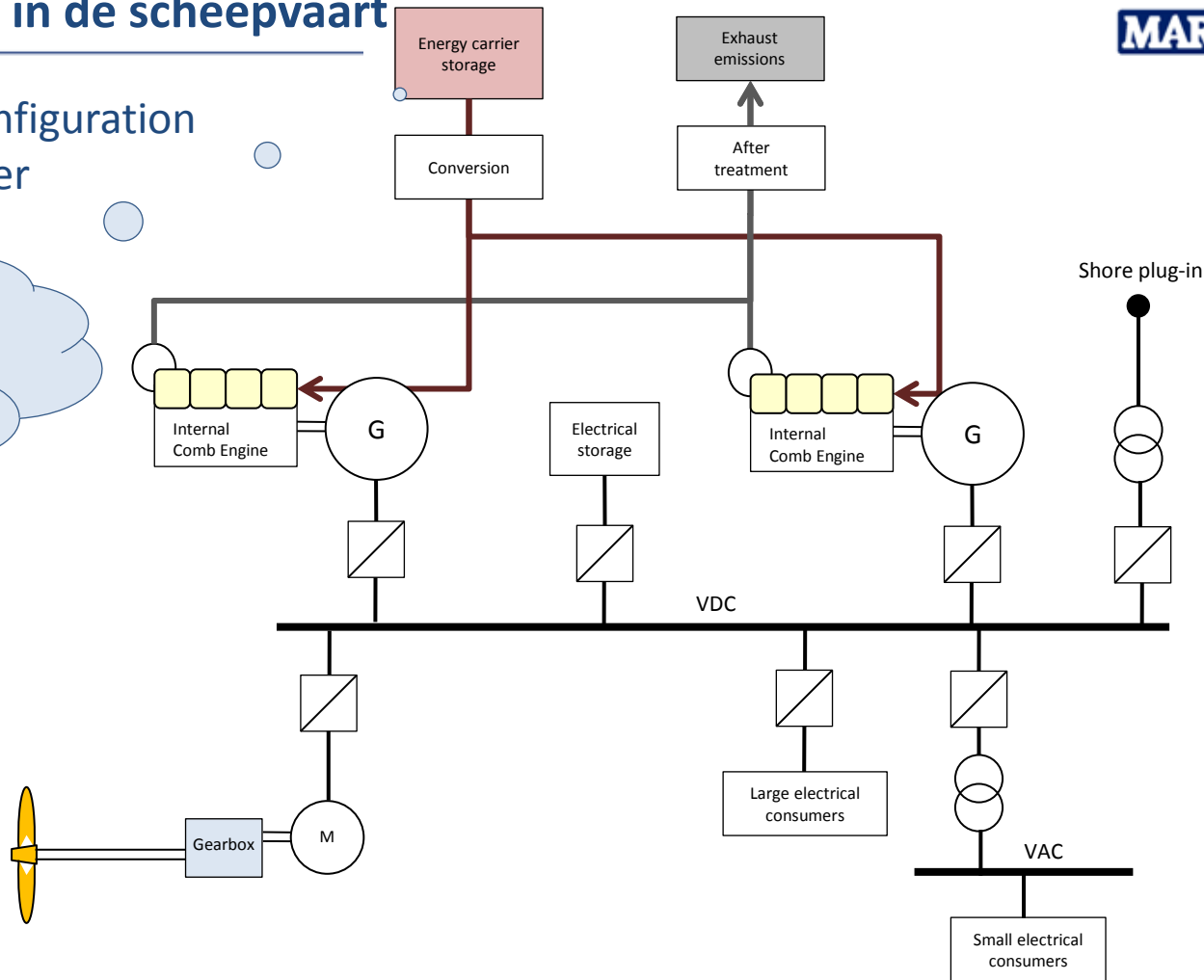


2.2.2 Energy transitie in de scheepvaart

Propulsion and power configuration

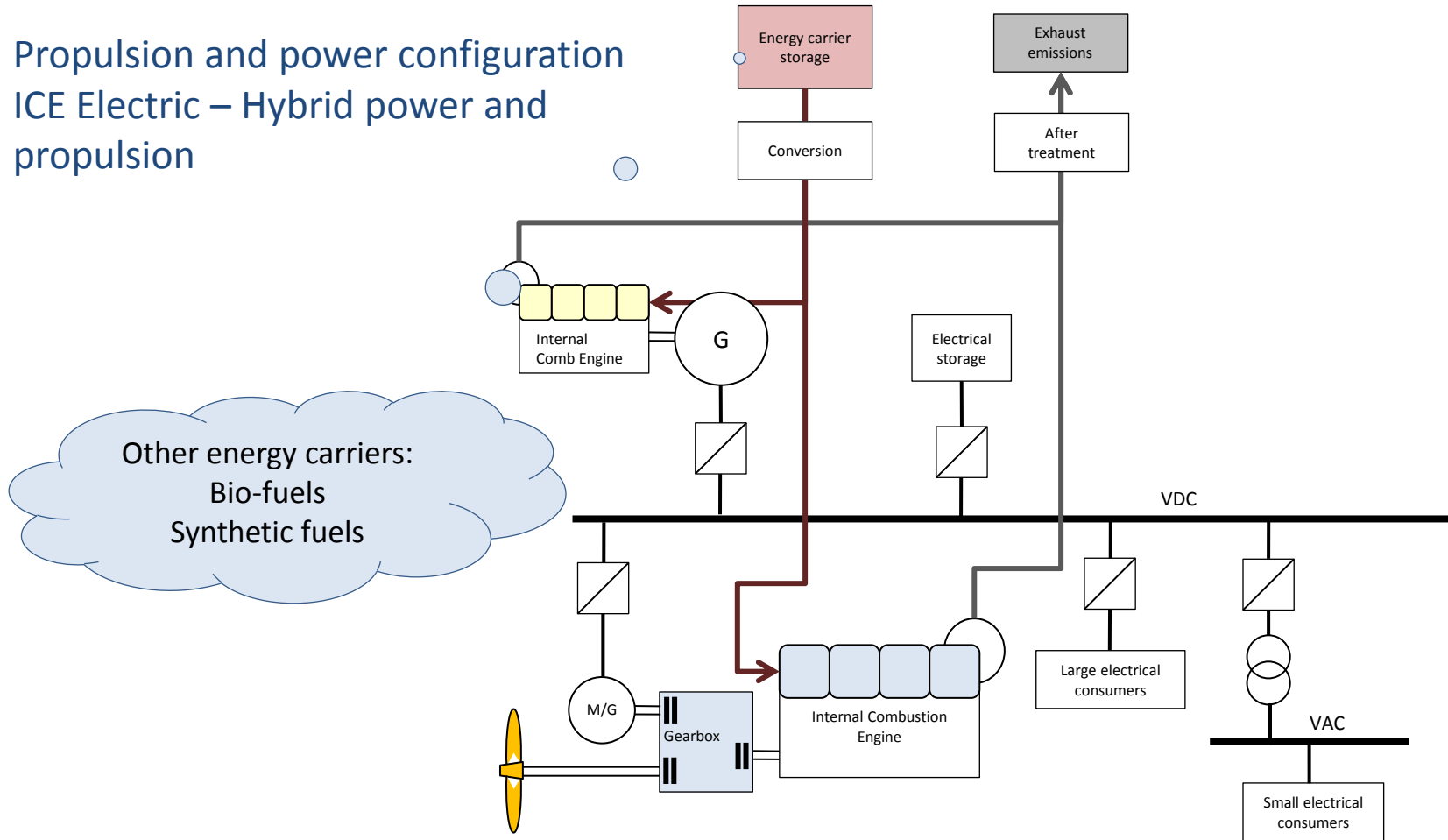
ICE Electric – Hybrid power

Other energy carriers:
Bio-fuels
Synthetic fuels



2.2.3 Energy transitie in de scheepvaart

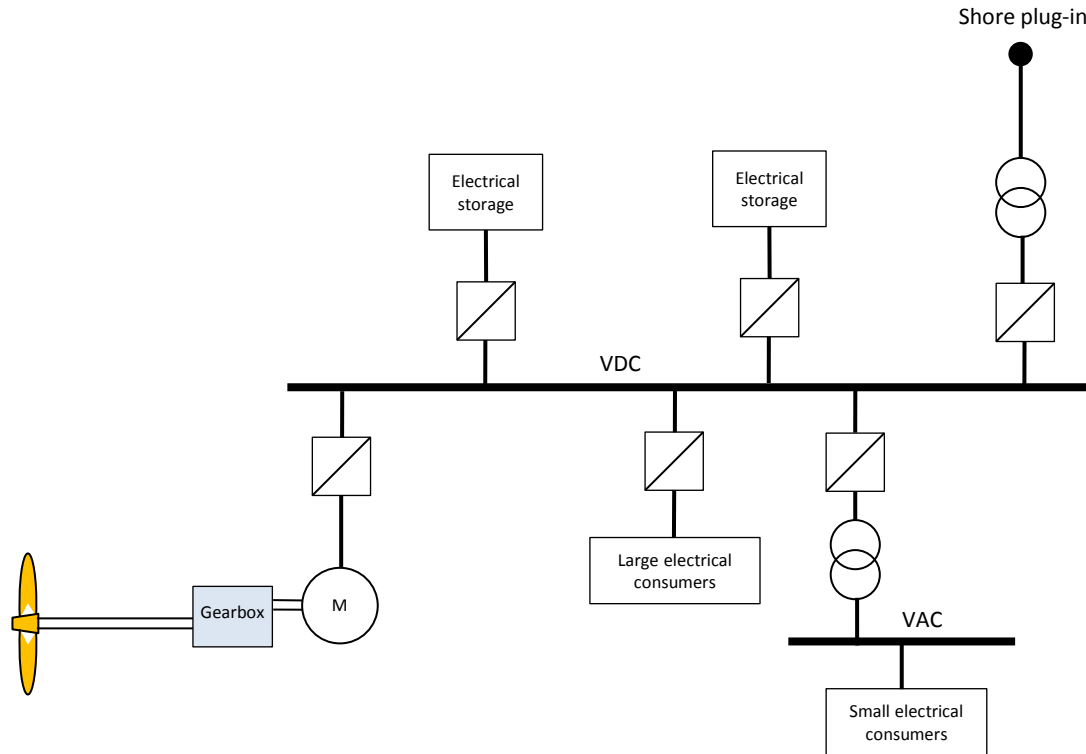
Propulsion and power configuration
ICE Electric – Hybrid power and propulsion



2.2.4 Energy transitie in de scheepvaart

Propulsion and power configuration

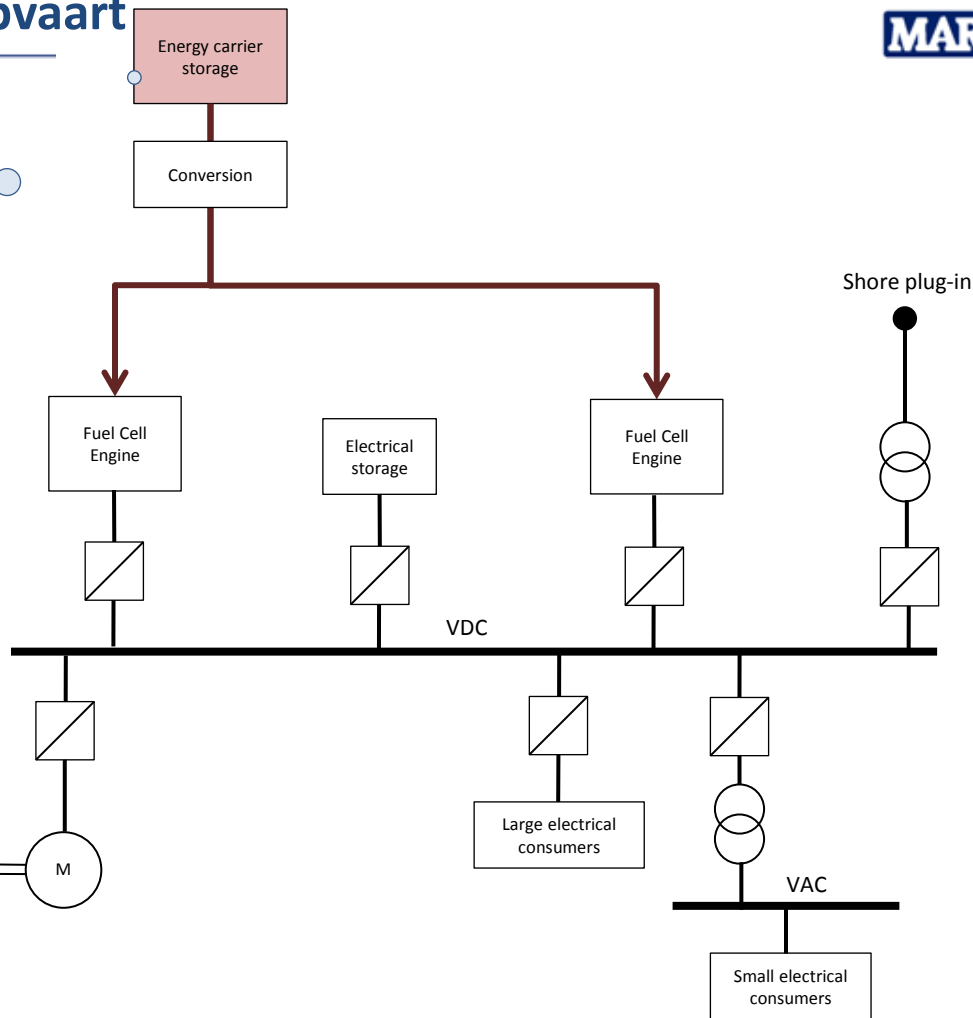
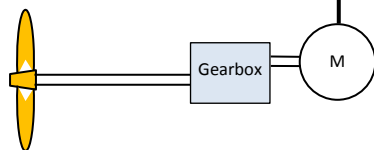
Battery Electric



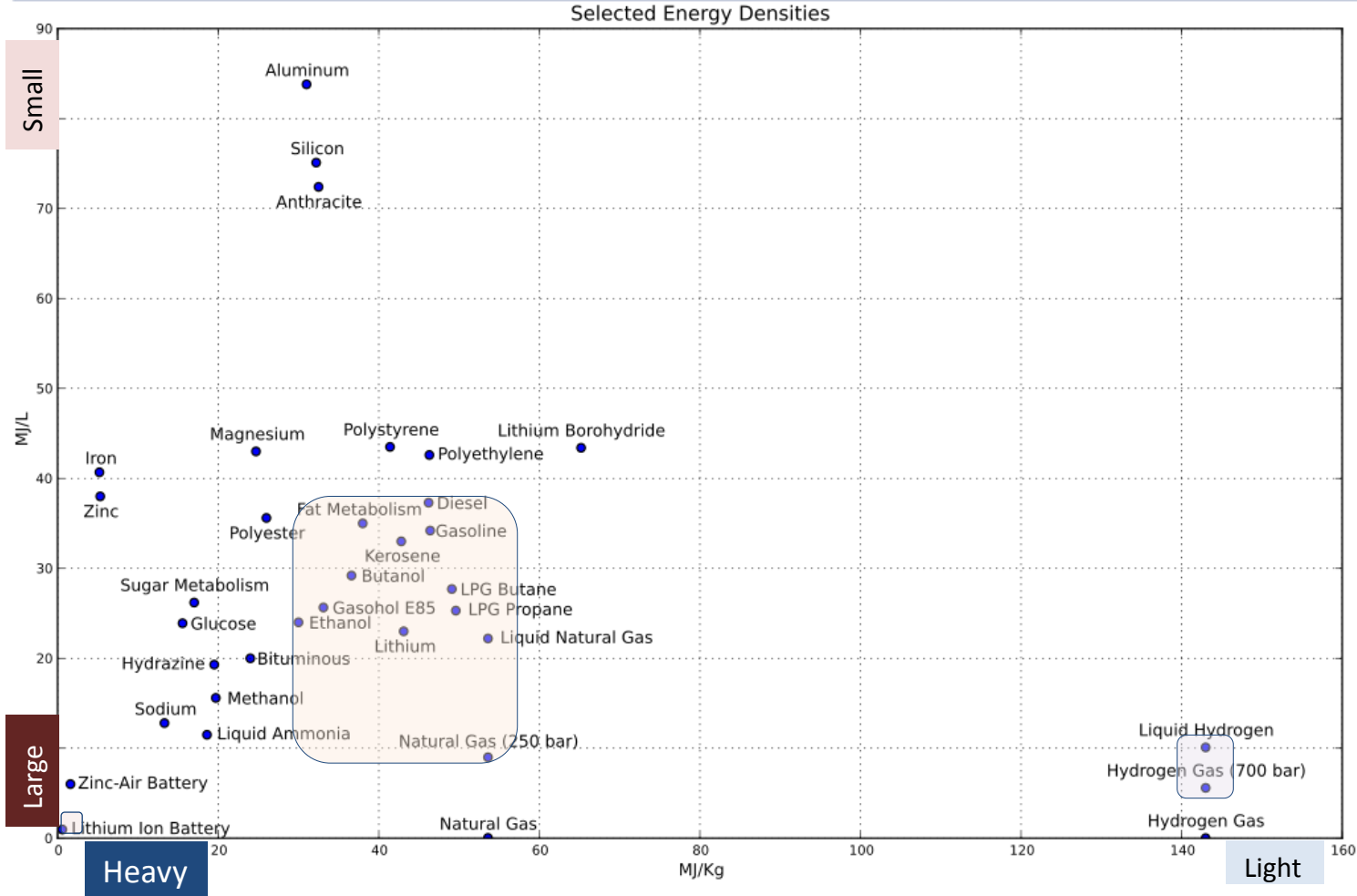
2.2.5 Energy transitie in de scheepvaart

Propulsion and power configuration Hybrid Fuel Cell Electric

Hydrogen carriers:
Pure CH_2 or LH_2
Liquids like LOHC or DME
Solids like NaBH_4



Energy carriers – Net Energy Density



WIKIPEDIA
De vrije encyclopedie

Energy carriers – GROSS Energy Density for shipping

700 bar H₂
Net: 4,7 MJ/ltr
142 MJ/kg

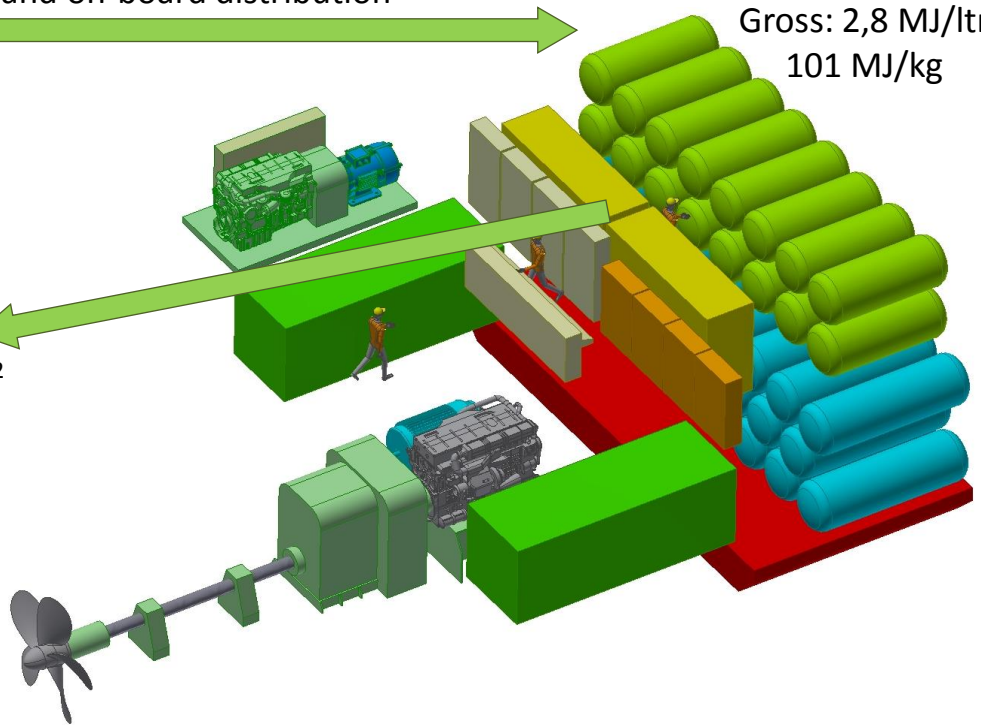
Containment and on-board distribution

700 bar H₂
Gross: 2,8 MJ/ltr
101 MJ/kg



Physical conversion
700 bar H₂ → 10-5 bar H₂

Power conversion
5 bar H₂ → kW_{DC} → kW and kW



Energy carriers and conversions being investigated for marine applications

Carrier	State of matter	Energy conversion	Pre-treatment	Power system configuration
Diesel (after treatment)	Liquid	Internal Combustion Engine	None	ICE Direct
Diesel (after treatment)	Liquid	Internal Combustion Engine	None	ICE Electric
Diesel (after treatment)	Liquid	Internal Combustion Engine	None	Hybrid ICE Electric
Natural gas	Compressed	Internal Combustion Engine	Expansion	ICE Electric
Natural gas	Compressed	Fuel Cell Engine	Dehydrogenation	Hybrid Fuel Cell Electric
Natural gas	Liquid	Internal Combustion Engine	Evaporation	ICE Electric
Li-NMC battery	7 kWh module	None	None	Battery Electric
Hydrogen H ₂	Compressed	Fuel Cell Engine	Expansion	Hybrid Fuel Cell Electric
Hydrogen H ₂	Liquid	Fuel Cell Engine	Evaporation	Hybrid Fuel Cell Electric
LOHC	Liquid	Fuel Cell Engine	Dehydrogenation	Hybrid Fuel Cell Electric
NaBH ₄	Solid	Fuel Cell Engine	Dehydrogenation	Hybrid Fuel Cell Electric
Synthetic methanol	Liquid	Internal Combustion Engine	None	ICE Electric
Synthetic methanol	Liquid	Internal Combustion Engine	None	Hybrid ICE Electric
Synthetic methanol	Liquid	Fuel Cell Engine	Dehydrogenation	Hybrid Fuel Cell Electric
Synthetic ammonia	Liquid	Internal Combustion Engine	Evaporation	ICE Electric
Synthetic ammonia	Liquid	Internal Combustion Engine	Evaporation	Hybrid ICE Electric
Synthetic ammonia	Liquid	Fuel Cell Engine	Dehydrogenation	Hybrid Fuel Cell Electric
DiMethylEther	Liquid	Internal Combustion Engine	None	ICE Electric
DiMethylEther	Liquid	Internal Combustion Engine	None	Hybrid ICE Electric

- In 2019 vanuit Ministerie I&W geen concrete follow up met MARIN
- MARIN bouwt Zero Emissie Laboratorium
- Opbouwen concrete ervaring en verbeteren van de meest levensvatbare opties

Thank you!



w.d.boer@marin.nl

www.marin.nl