



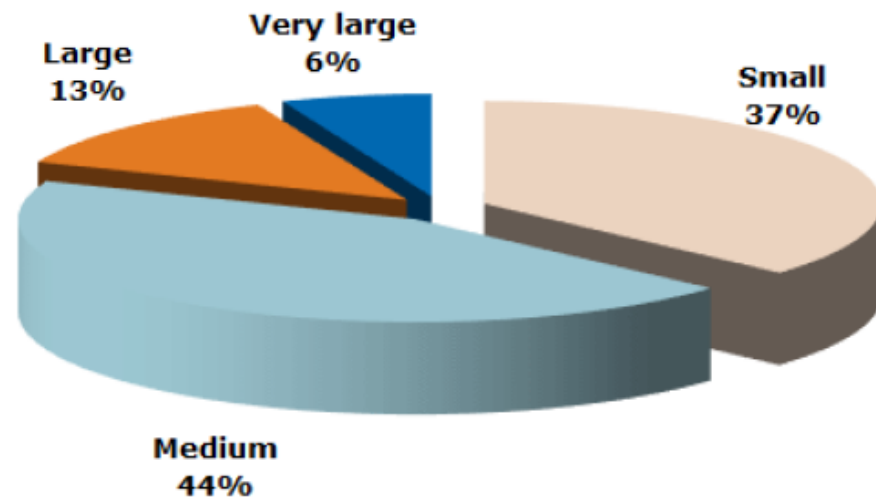
HVILKE LØSNINGER HAR POTENSIAL TIL Å MØTE SKIPSFARTENS KLIMAUTFORDRINGER?

Anders Valland

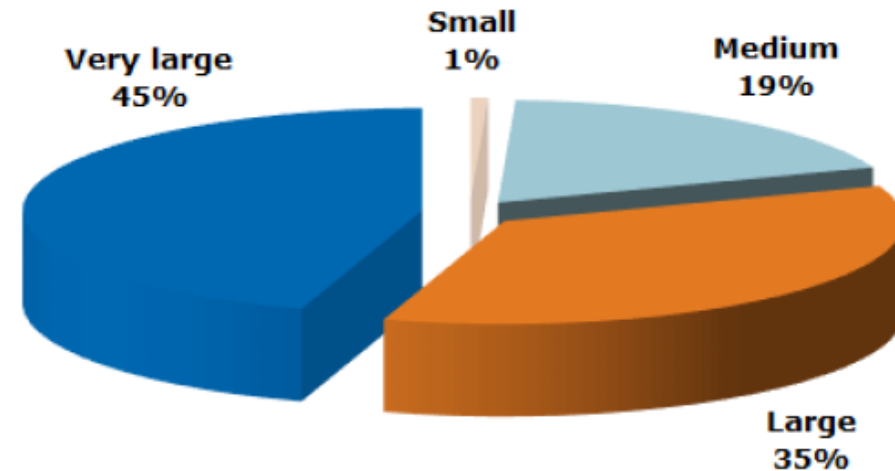
Maritime Energy Systems, E&T, SINTEF Ocean

Verdensflåten

Graph 1 - World fleet : total number of ships, by size

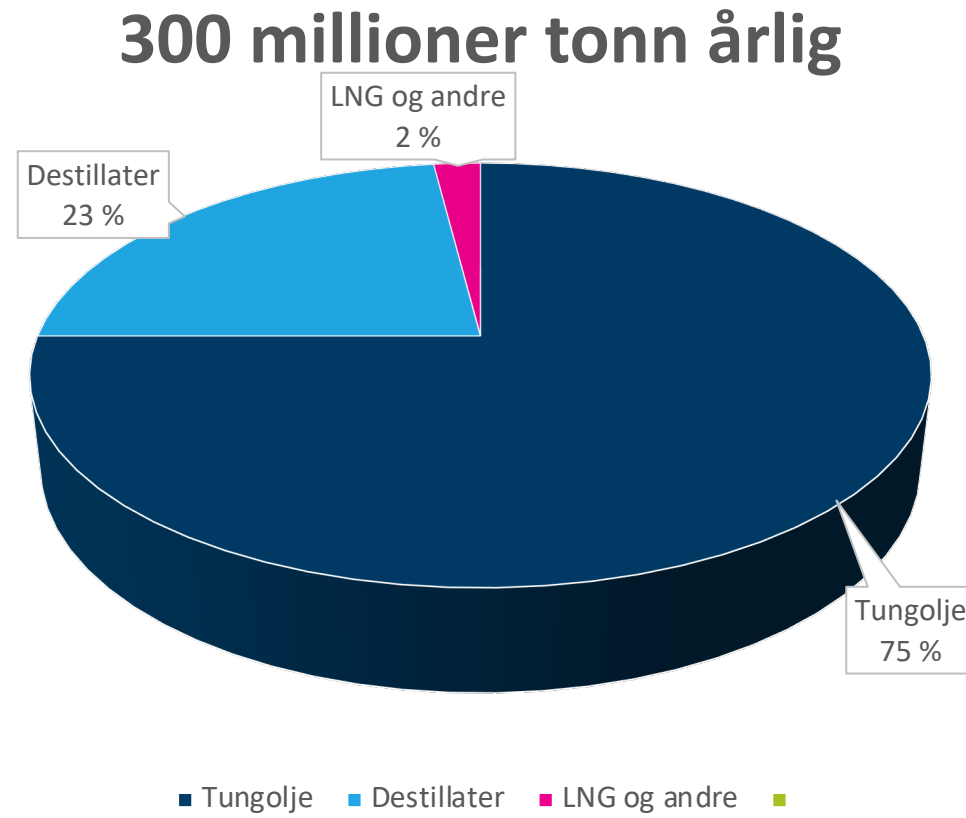


Graph 2 - World fleet : gross tonnage, by size



- De små og mellomstore fartøy utgjør det største antallet – samtidig utgjør de lite i tonnasje, som har betydning for energibruk

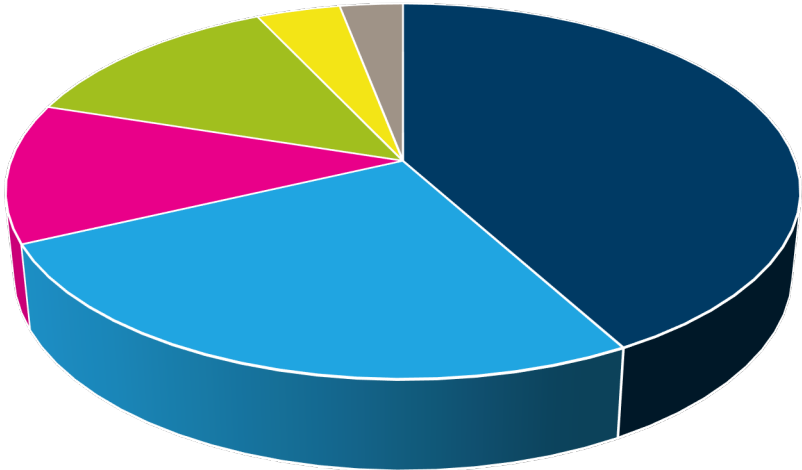
Makrotall – drivstoff



Global flåte – Størrelse og forbruk

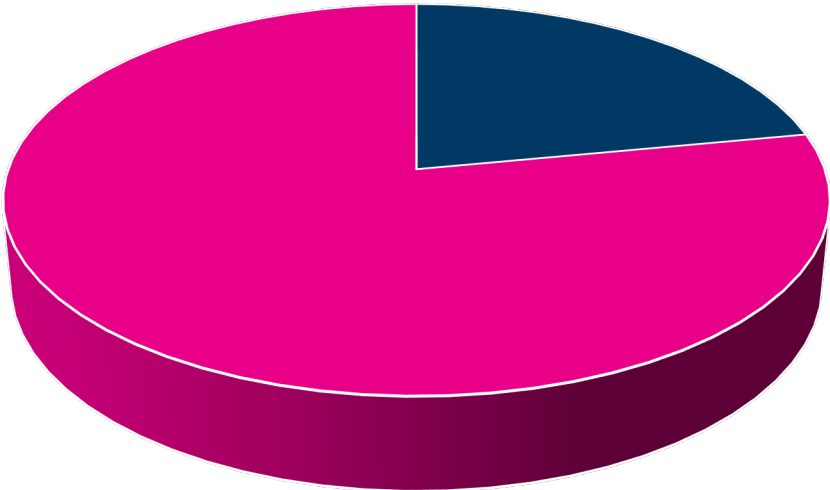
30% av verdensflåten bruker 78% av drivstoffet

% vessels vs. installed power



- <1800 kW
- 1800-3500 kW
- 3500-8500 kW
- 8500-1500 kW
- 15000-30000 kW
- >30000 kW

% vessels vs. fuel use



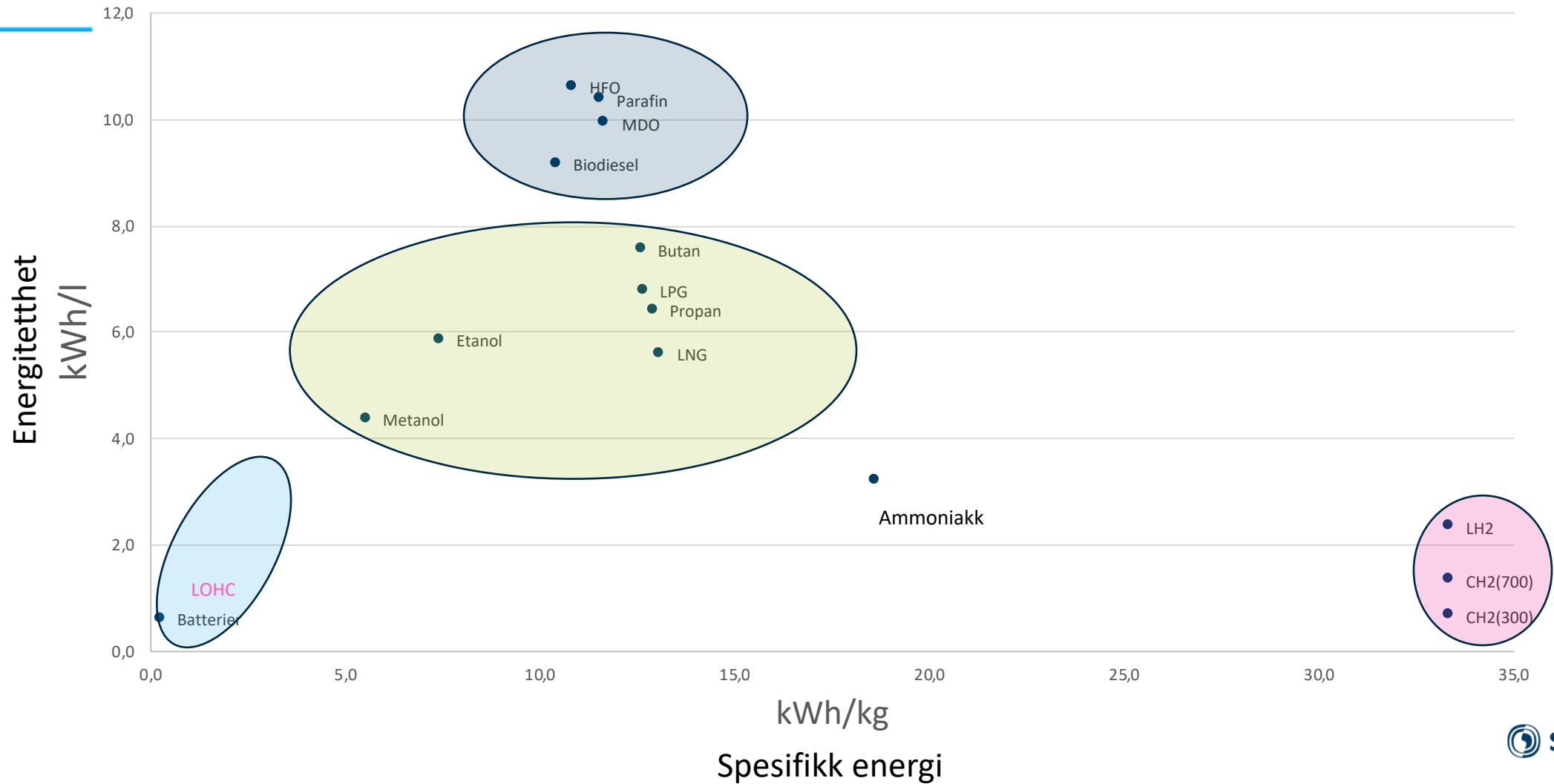
- <3500 kW
- >3500 kW

Vår utfordring: Hvordan redusere utslippene fra de store fartøyene?

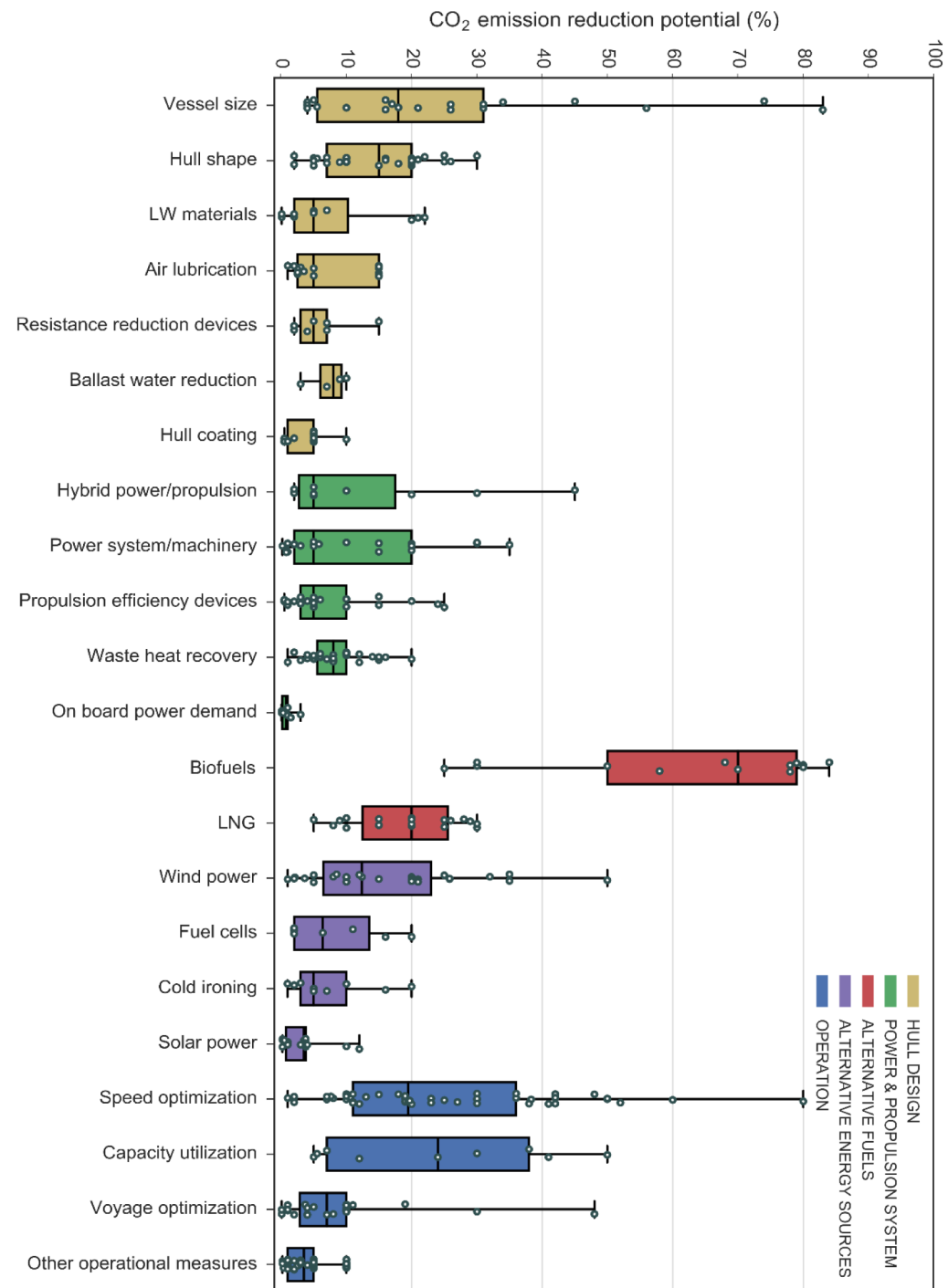


Store fartøy = 78% utslipp

Hvilke alternativer har vi?



State-of-the-art teknologier, tiltak og potensial for reduksjon av klimagassutslipp fra global shipping



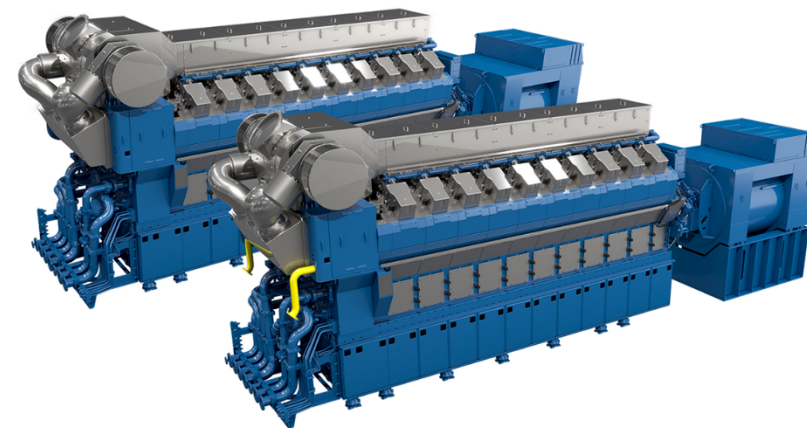
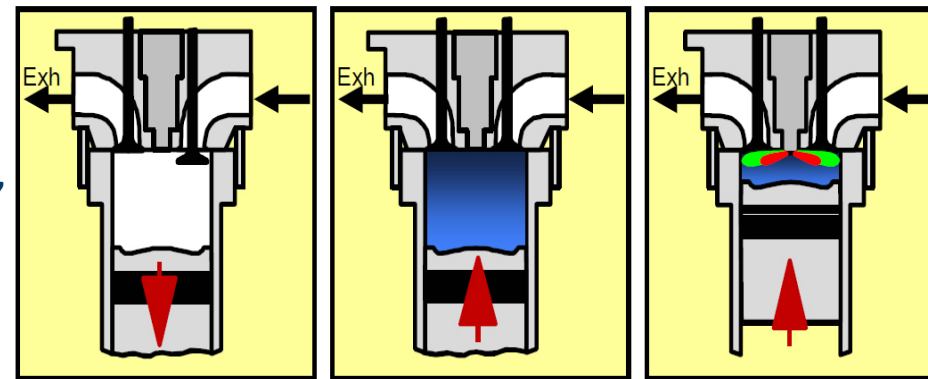
Literature review by
Evert A. Bouman,
Elizabeth Lindstad,
Agathe Riolland,
Anders H. Strømman,
**Transportation Research
Part D, 2017**

Hva kan erstatte fossile drivstoff i maritim transport?

- Batterier
 - Veldig lav energitetthet
 - Høy vekt
 - Større batterikapasitet -> høy lade-effekt
 - Batteribytte -> krever veldig mange batterier
- Hydrogen
 - Store energitap i verdikjede
 - Veldig lav energitetthet
 - Sikkerhetsutfordringer
 - Ingen infrastruktur eller verdikjede
- Ammoniakk
 - Akseptabel energitetthet
 - Akutt giftig, ubehagelig fra < 10 ppm
 - Begrenset tilgjengelighet
- Biogass
 - Drop-in erstatning for naturgass
 - Utfordrende tilgang på råstoff
 - Begrenset produksjon og høy pris
- Biodiesel
 - Bedre enn fossilt på NOx og partikler
 - 1- and 2. generasjon kontroversielt, usikker GHG-effekt
 - 3.generasjon veldig lav tilgjengelighet
- Syntetiske drivstoff (generelt)
 - Lovende forbrenningsegenskaper
 - Tilgjengelighet
- Vind – seil....
- GENERELT: KOSTNAD!

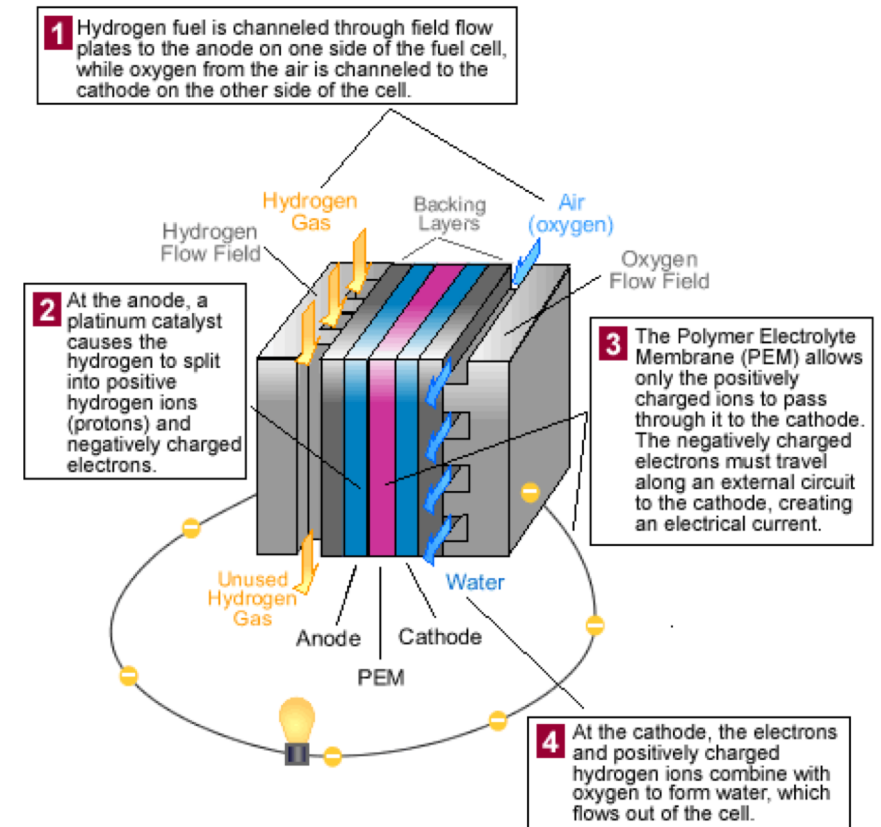
Gassmotorens bidrag

- Bruk av LNG kutter lokale forurensinger med 90% eller bedre (NO_x, CO, HC, partikler)
- Metan-slipp kan elimineres fullstendig ved bruk av riktig prosess
- LNG i seg selv gir CO₂-reduksjon på ca. 25%
- Overgangsteknologi til biogass – potensiale for langt større utslippsreduksjoner
- Utfordring med tilgang på biogass
 - Verdikjede eksisterer – fullt kompatibel med LNG
 - Ikke nok biomateriale tilgjengelig
 - Innblanding?
- Hydrogen, ammoniakk, LOHC er alternativer



Brenselcellens bidrag

- Null lokale utslipp
- Globalt utslippsnivå avhengig av produksjonsmetode
- Store prosess-tap i kjeden
 - 75-80% i dag
 - Dersom alle mål oppnås: 40-50% i fremtiden
- Store utfordringer med tilgang på hydrogen
 - Verdikjede er ikke-eksisterende – ingen forbrukere, ingen leverandører, ingen infrastruktur
 - Starter prosjekter uten "grønn" hydrogen
- Flere prosjekter på gang – i Norge
 - Pilot-E, Fiskerstrand H2-ferge
 - Pilot-E, Kystruten
 - Er relevant for flere initiativ mot EU, samt SFI-søknader



Hvordan kan utfordringen løses?

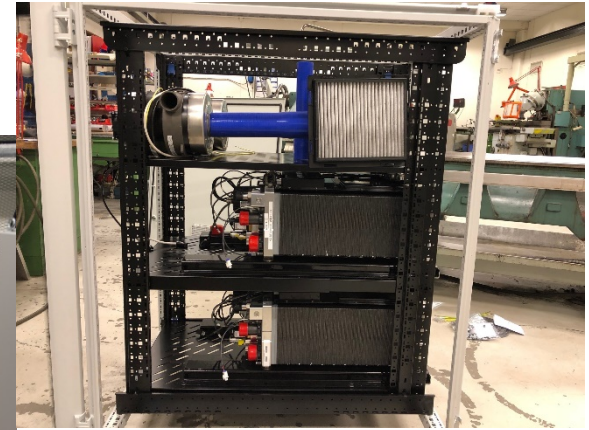
- Elektrifisering der mulig
- Nullutslipps drivstoff der mulig
- Lavutslippsløsninger for de store fartøyene
 - LT LNG gir 20% reduksjon av GHG
 - HT LNG gir 30% reduksjon av GHG
 - HT LBG kan gi 50 – 90% reduksjon av GHG

| Technology | Potential GHG reduction | % of large & very large vessels to meet 50% * |
|-----------------------------|-------------------------|---|
| Lean burn SI gas engine | 20% | 120% |
| High pressure gas engine | 25% | 85% |
| High pressure biogas engine | 50-90% | 45% @ 50 30% @ 90 |

* If all small vessels are zero emission

Norges (og kanskje verdens) ledende maritime hybride maskinerilab

- Det mest komplette maritime hybrid laboratorium
- Kombinerer batterier, brenselceller, forbrenningsmotorer og state-of-the-art elektrisk distribusjon og kontroll
- Utvikle, teste og validere kontrollstrategier
- Optimering av virkningsgrad, pålitelighet og levetid for maritime brenselceller og batterier
- Opplæring av personell, verifikasjon av konsepter





Teknologi for et bedre samfunn