



UiT Noregs arktiske universitet

Ladeteknologi for maritime fartøy

Bjarte Hoff

*Førsteamanuensis
Institutt for elektroteknologi*

Bakgrunn



- UiT sin deltaking i utviklinga av GMV Zero

Behov for lading

Vessel	Battery capacity	Charging power	Charging solution
Karoline (Hybrid)	195 kWh	44 kW	63 A plug 400 V
Angelsen Senior (Hybrid)	270 kWh	50 kW 850 kW gen.	125 A 3~ 230 V
GMV Zero	350 kWh	2 x 87 kW	2 x 125 A plug 400 V
MF Folgefonn (Hybrid)	1000 kWh	1 MW	Inductive + NG3 plug
MF Ampere	1040 kWh	1.2 MW	ST.Pantograf Cavotec plug
MF Future of the Fjords	1800 kWh	2.1 MW	Cavotec plug
Color Hybrid	5000 kWh	7 MW	NG3 plug



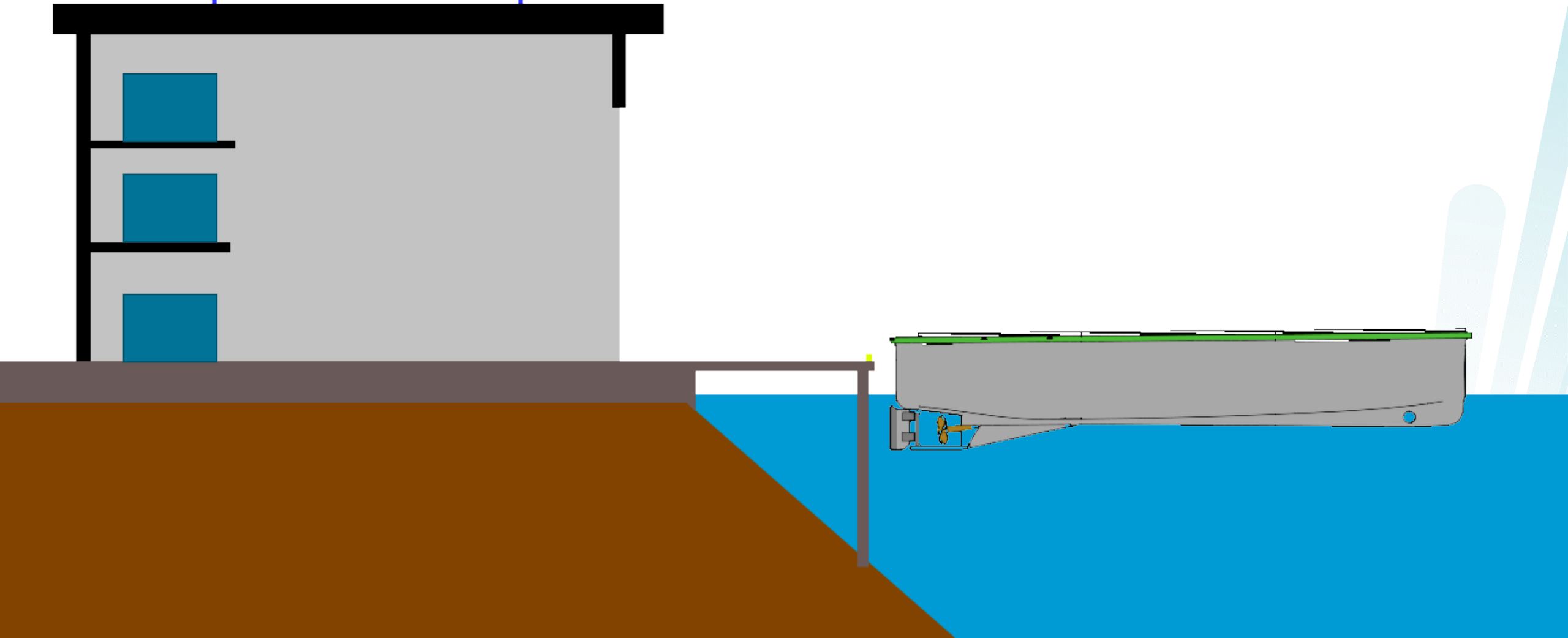
Photo: Angelsen Senior, Marin design AS



Photo: GMV Zero, Grovfjord Mekaniske Verksted

Potensiale i hyllevare -> spesialutvikla?

Etablert Industri AS



Eksisterende ladeløysingar

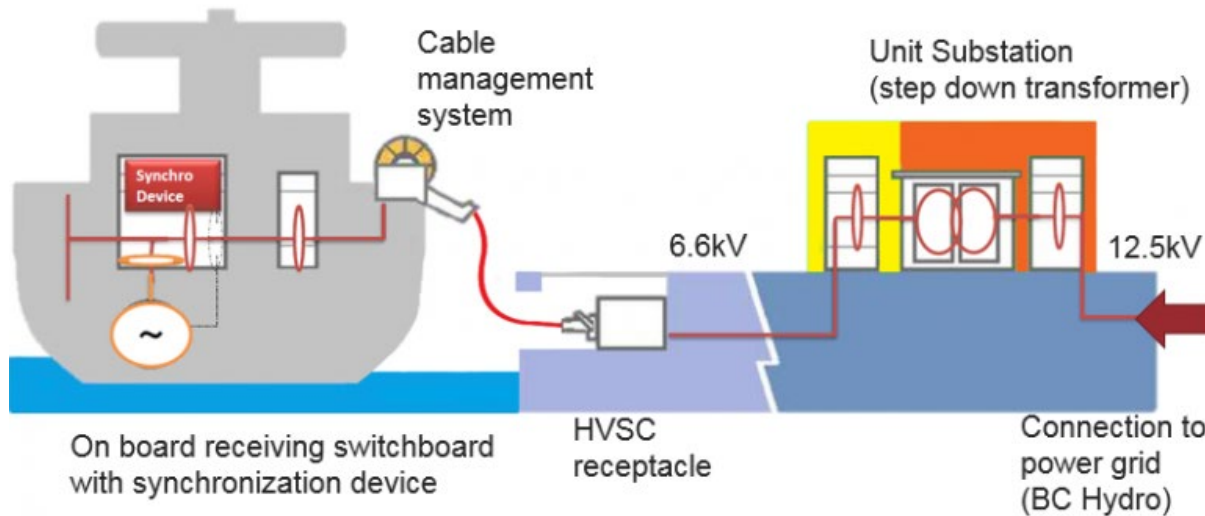
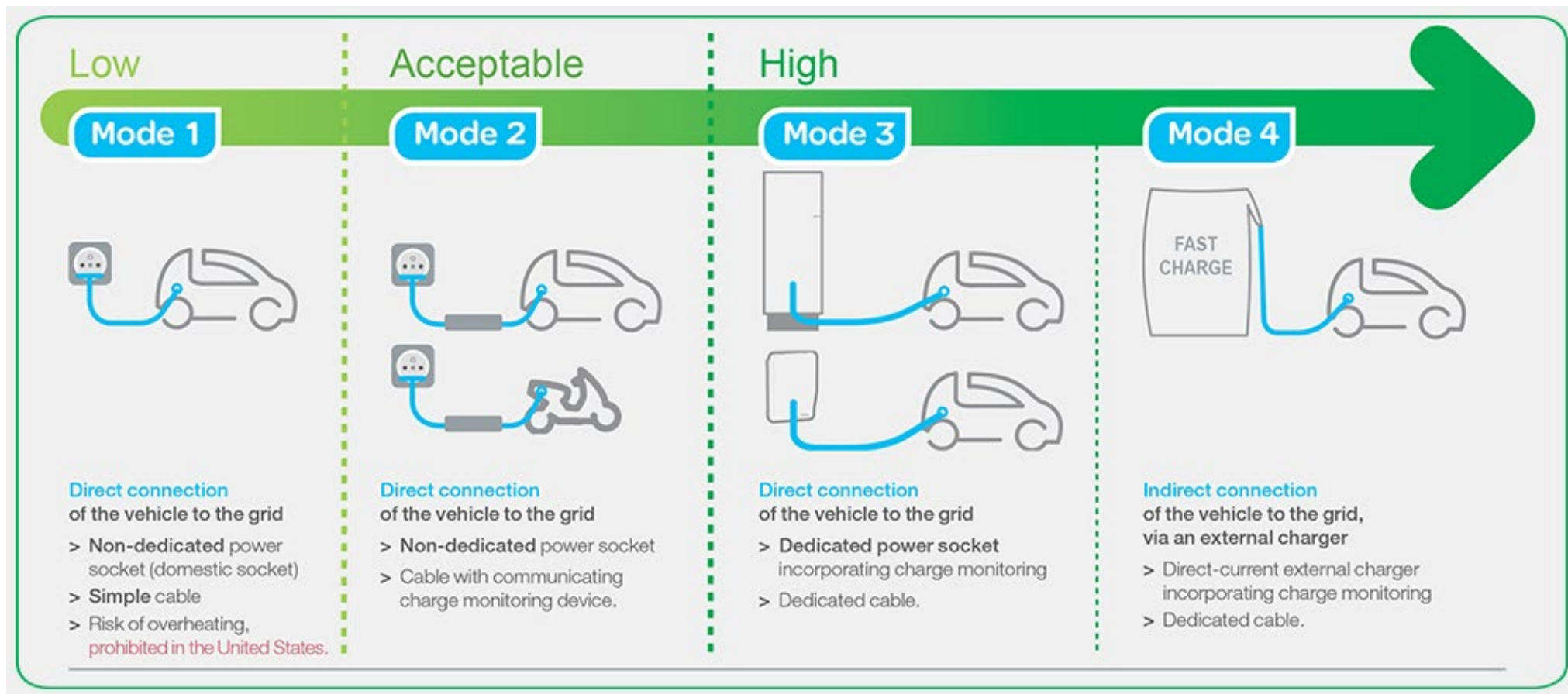


Image provided by Cavotec



- Større fartøy har betre utvikla ladeløysingar og internasjonale standardar
- Det er ikkje sjølvstøtt at desse vil vera gunstig på mindre fartøy?

Lademodus for elbilar



- I dag tilsvare lading av små fartøy modus 1 -> Rom for utvikling?
- Modus 2 bør vera eit minimum

Strategisk satsing



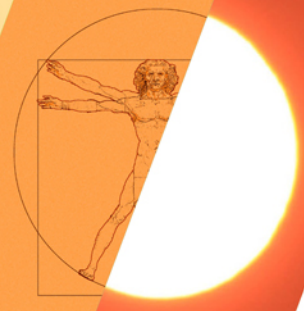
Ladeteknologi

for elektrifisert framdrift av
maritime fartøy og luftfart

- Eit-årig prosjekt finansiert av ARC – Arctic Center for Sustainable Energy
- Hovudmål: Identifisera framtidige forskings- og utviklingsmogelegheiter
- Besøk prosjektet si nettside for meir informasjon:
<https://site.uit.no/ladeteknologi/> eller <http://www.ladeteknologi.no>



ARCTIC CENTRE FOR
SUSTAINABLE ENERGY



Stor interesse for elbåt hos studentane

Søkte én til to – ansatte ni personer



LADING PÅ HJERNEN: BAK FRA VENSTRE: SURAJ TIMILSINA, JONAS NYSTAD, SIMON FJELLSTRÖM JENSEN, SHAMRAIZ KHAN, ABDALLA ALAAELDIN MAHMOUD ABDELLATIF. FORAN FRA VENSTRE: JEEWAN YOUSUF ADEEL. IKKE TIL STEDE: HAFEEZ ABOLADE OMOSANYA OG HENRIK FJELD NILSEN. FOTO: PRIVAT

UiT i Narvik søkte i utgangspunktet én til to forskningsassistenter til prosjekt. Etter stor interesse endte de opp med å tilsette hele ni.

Internasjonale standardar for landtilkopling

NEK IEC/ISO/IEEE 80005-1:2018 - High voltage

- For supply over 1 MVA with a voltage of 6,6 kV or 111 kV AC

NEK IEC PAS 80005-3:2014 - Low voltage

- For supply up to 1 MVA with 400 V AC three-phase.
The system uses a 350 A plug, where several plugs are paralleled for higher current levels.

NEK IEC/IEEE 8005-2:2016 - Communication

- Ethernet based on
MODBUS TCP and optical fiber.



Landstrømsforum

- Jobbar blant anna med standardisering for mindre fartøy
- Foreløpig kravspesifikasjon:
 - Løsningen må kunne håndteres manuelt av en av skipenes mannskap. Kabelverrsnitt er derfor begrenset til 3 x 50 mm², tilsvarende ca. 125A.
 - To kabler kan parallellkobles for å levere høyere effekt (ca. 170 kVA ved 400V, 250 kVA ved 690V)
 - Standardisere på en 250A plugg slik at løsningen er mer robust, og tillater noe økning av strøm over 125A i framtiden. Slike plugger bør ikke belastes med merkestrøm over lengre tid.
 - Løsningen må ikke kreve assistanse fra personell i havnen ved tilkobling.
 - Løsningen må ikke kreve elektroteknisk fagpersonell i havnen.
 - Løsningen skal være basert på lett tilgjengelig og standardisert materiell i.h.h.t. krav fra nettselskaper.
 - Løsningen må kunne levere 400V og 690V 50 Hz, og 440V og 690V 60 Hz med flyttbar omformer i havnen.
 - Løsningen skal ikke benytte unødvendig kompliserende teknologi.
 - Løsningen må være robust og sikker i bruk.

Bruk av standard henta frå elbil?

SAE J1772 IEC Type 2

- AC lading
- 44 kW
- 63 A, 400 V

CHAdeMO

- DC hurtiglading
- 400 kW (versjon 2)
- 350-400 A, 1 kV

CCS

- DC hurtiglading
- 350 kW (versjon 2)
- 500 A, 1 kV



Photo: Paul Sladen

Eksempel på bruk av CHAdeMO



RAICHO-I

- Bygd av Tokyo University of Marine Science and Technology
- Ladar til 80% på 30 minuttar ved bruk av CHAdeMO
- Inneheld eit 18 kWh batteri og ein 25 kW motor

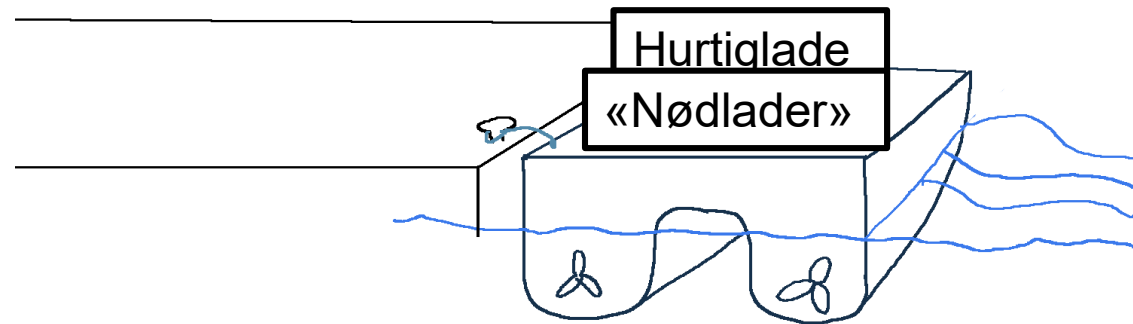
Ladestasjon på båt eller land?

Ladeutstyr om bord:

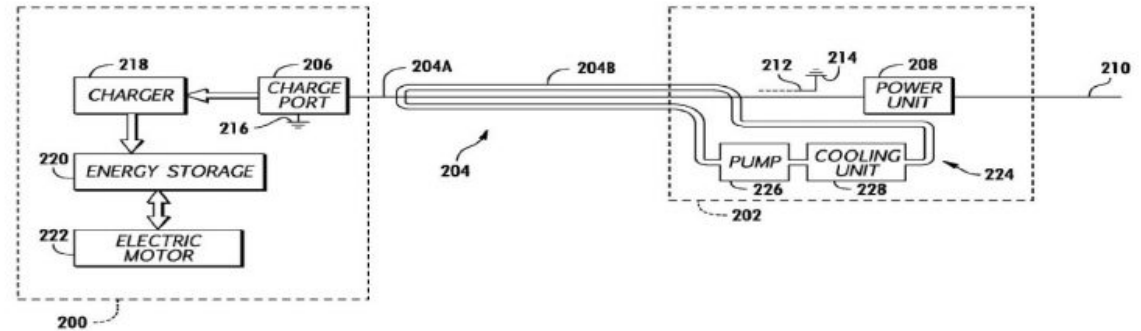
- Alt ladeutstyr er plassert på båten
- Vanlig AC stikkontakt på land
- Ingen intelligens

Ladestasjon på land:

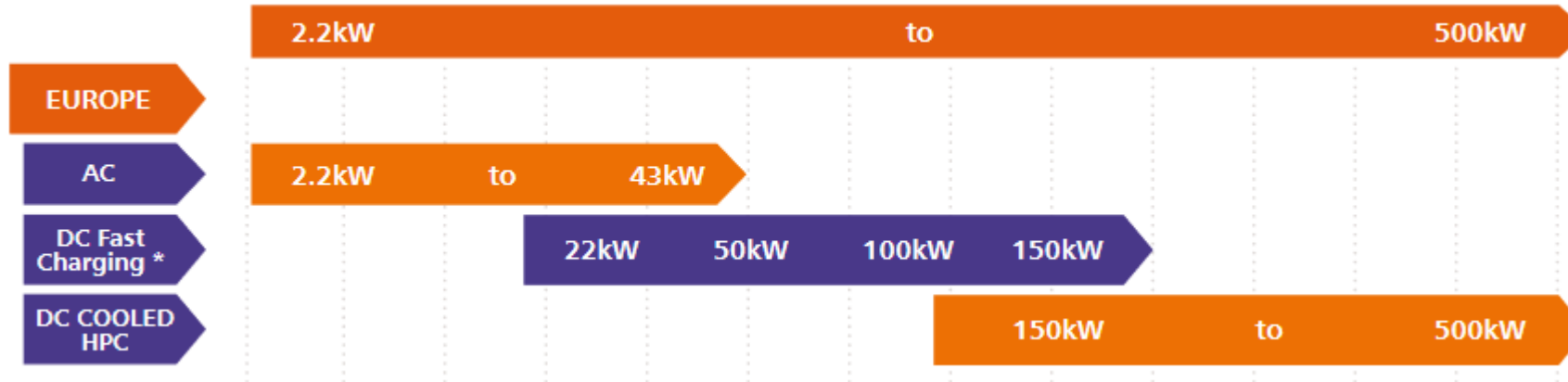
- Ein liten «nødlader» på båten
- Lading med DC-kabel
- Redusert vekt og volum på fartøyet
- Enklare integrasjon med smartnett



Vannkjølte kablar



Patent US9,701,210B2 – Tesla Motors



Illustrasjon: Cannon ITT portfolio

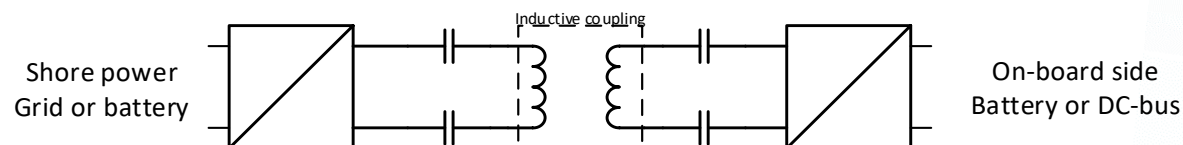
- Gir tynnare og meir handterbare kablar, men større effekttap
- Allereie i bruk for elbil ladestasjonar med effekt på 350 kW eller meir
- Vanlig i større sveiseapparat

Induktiv (trådløs) lading

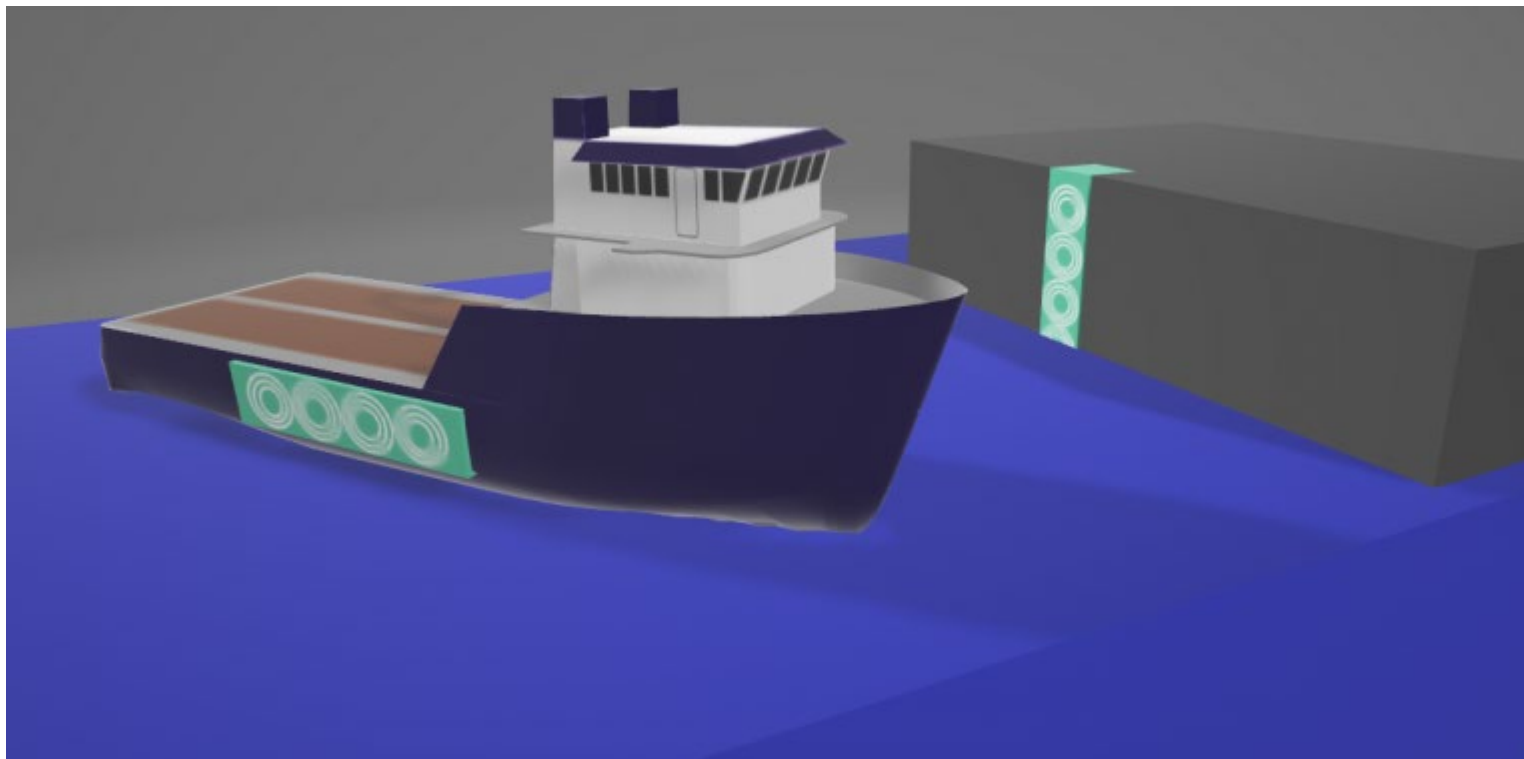
- Allereie demonstrert for 1 MW på ferjer
- Kva med enklare løysingar for mindre fartøy?



[G. Guidi, J. A. Suul, F. Jensen and I. Sørnø, "Wireless Charging for Ships: High-Power Inductive Charging for Battery Electric and Plug-In Hybrid Vessels," in *IEEE Electrification Magazine*, vol. 5, no. 3, pp. 22-32, Sept. 2017.](#)



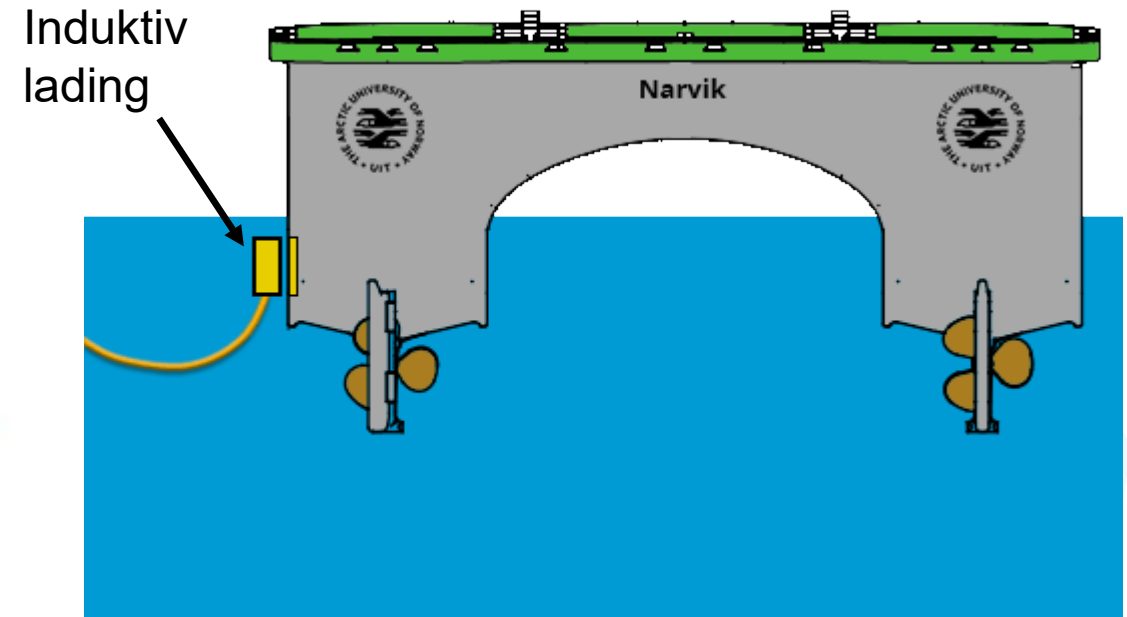
Induktiv (trådløs) lading



Illustrasjon: Henrik Fjeld Nilsen

- Mindre fartøy har større bevegelser ved kai enn f.eks. ferjer
- Utfordrande å posisjonera sende- og mottakarspole
- Fleire spolar i ei stripe kan vera ei løysing

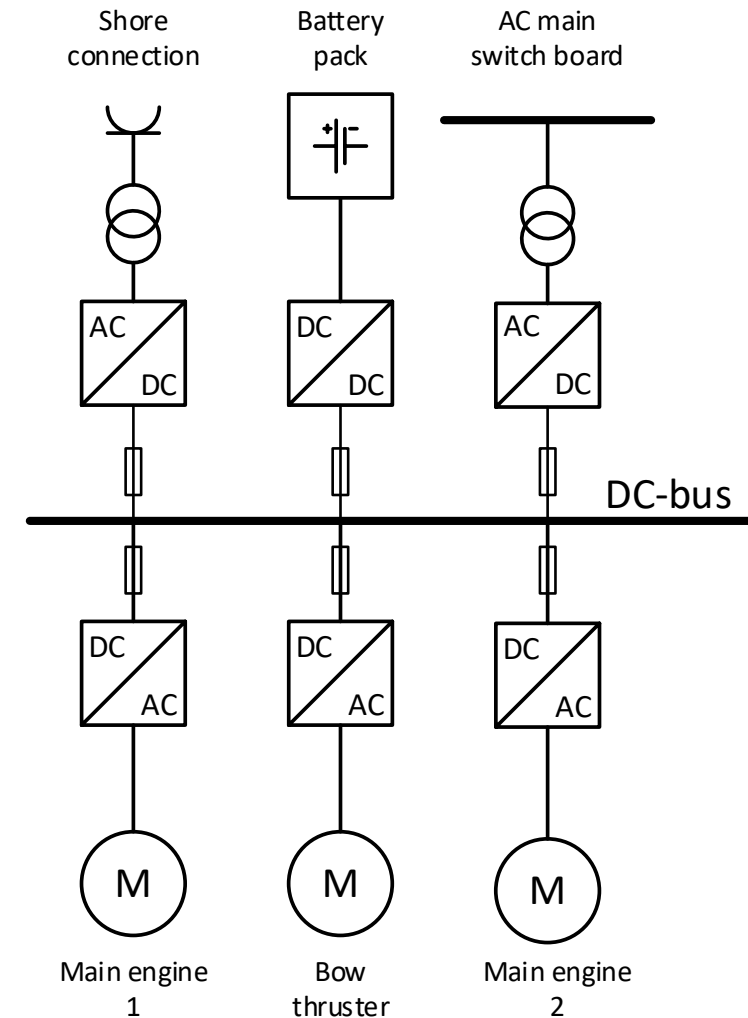
Flytande ladepunkt



- Flytande ladepunkt kombinert med induktiv lading
 - Uavhengig av flo og fjøra
 - Unngår kompliserte og store system for posisjonering på kai

Stort potensial for utvikling

- Kabel eller trådløst?
- Flytande ladepunkt, eller kaimontert?
- Ladar om bord eller på land?
- Nettovervaking og feildeteksjon
- Lading med DC i staden for AC?
- Galvanisk skilje?
- Bytta ut den store tunge 50 Hz transformatoren med meir moderne kompakte løysingar?





UiT Noregs arktiske universitet

Takk for merksemda

Bjarte Hoff

*Førsteamanuensis
Institutt for elektroteknologi*