Welkom!

Kennisnetwerk schoner varen

26 november 2013

Hier wordt geïnvesteerd in uw toekomst. Dit project wordt mede mogelijk gemaakt door het Europees fonds voor Regionale Ontwikkeling van de Europese Unie.

±13.00

Welkom

Voorzitter, Maarten Voster

1.Business case elektrisch varen

TNO, Ruud Verbeek

2.Milieuprestatie indicator

TU Delft, Klaas Visser

±14.30

Pauze

±15.00

3. Netwerkbeheerder

Liander, Mark Jurjus

4. Elektrische rondvaart

Blue Boat, Vincent Galjon

5. Accu's

M2Power, Dirk van Gogswaardt

6. Elektrische vracht op de grachten

Mokum Mariteam, Willem Post

Samenvatting

±16.30

Borrel

Website Operatie Boeggolf

http://www.innovatie.waternet.nl/projecten/operatie-boeggolf/

Business case elektrisch varen:

Schone aandrijving voor de Amsterdamse rondvaart

Amsterdam 26 november 2013

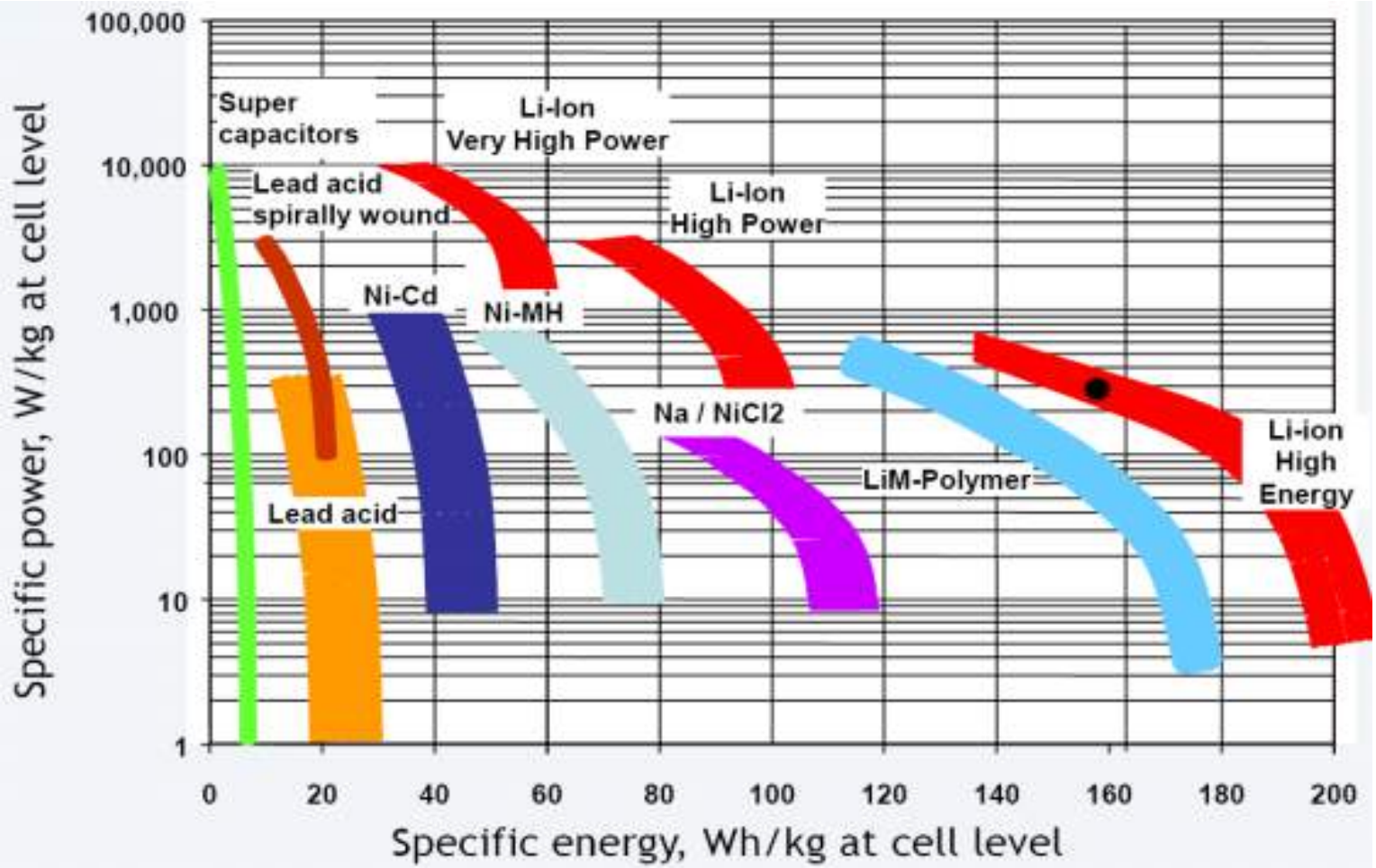
Ruud Verbeek, Pim van Mensch

Hier wordt geïnvesteerd in uw toekomst.
Dit project wordt mede mogelijk gemaakt door het Europees fonds voor Regionale Ontwikkeling van de Europese Unie.

Inhoud

- Vergelijking accu technologie
- Aandrijflijn configuraties
- Business case berekening
- Conclusies

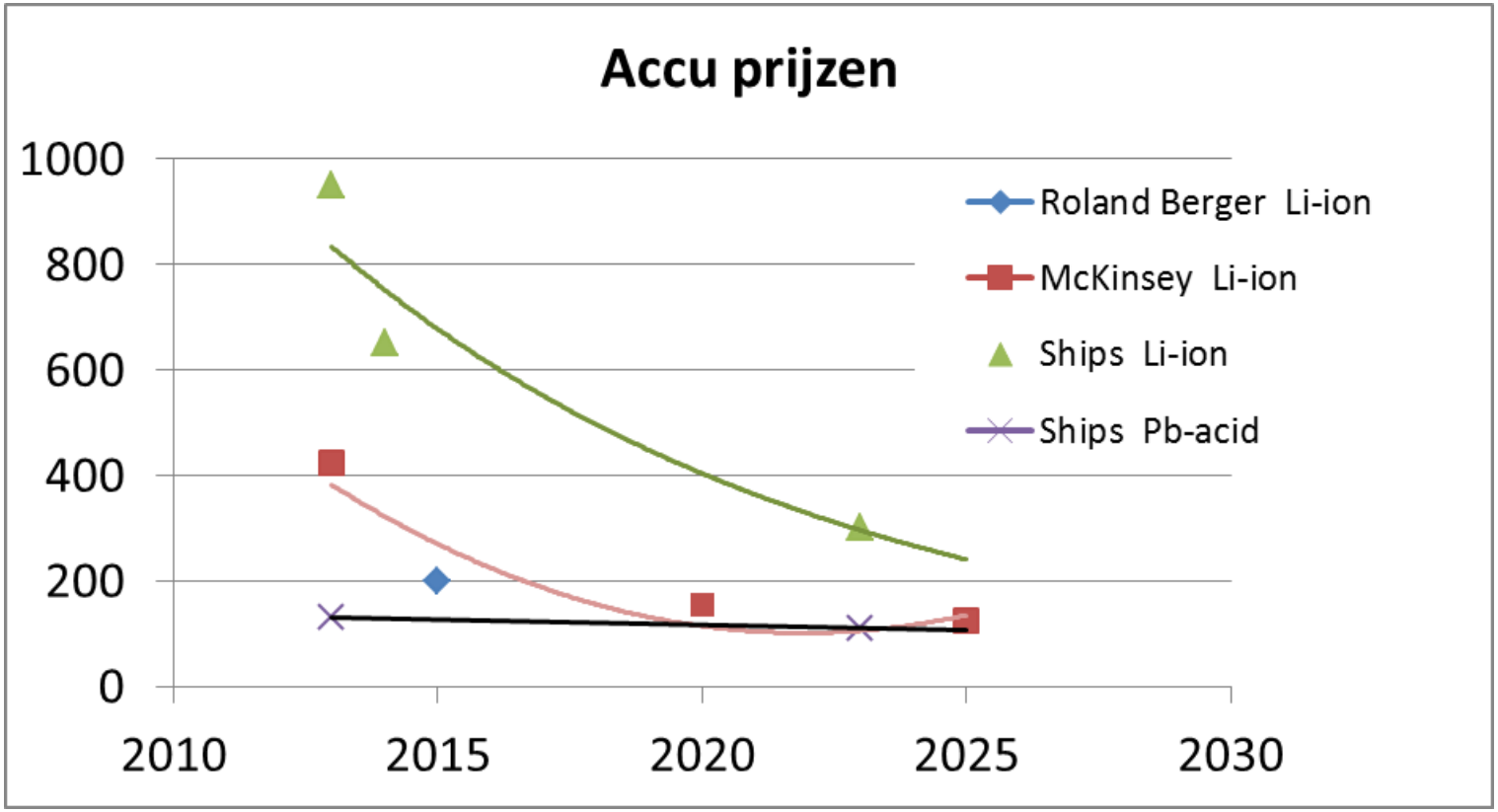
Accu opties


Super capacitors
Li-Ion Very High Power
Lead acid spirally wound
Li-Ion High Power
Ni-Cd
Ni-MH
Na / NiCl2
LiM-Polymer
Li-ion High Energy
Lead acid
100,000
10,000
1,000
100
10
1
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Specific power, W/kg at cell level
Specific energy, Wh/kg at cell level

Vergelijking accu's

		Li - ion		Lood-zuur
		high power	high energy	
Max ontlading (aanbevolen)		80%	80%	80%
Aanbevolen minimum laadtijd	uur	1.2	2.5	10
massa / opslagcapaciteit	kg/kWh	11	5	25 - 35
Levensduur	cycli	6000	3000	1500
Levensduur bij 300 cycli /jaar	jaar	20	10	5
Prijsindicatie: 2013	EUR/kWh	700 - 1000		130
Prijsindicatie: 2023	EUR/kWh	300		130

Sterke prijsdaling verwacht voor Li-ion accu's



Inhoud

- Vergelijking accu technologie
- Aandrijflijn configuraties
- Business case berekening
- Conclusies

Energiebehoefte ca 20m rondvaartboot

- Aandrijfvermogen,
  - gemiddeld 5-10 kW bij max 7 km/h:
  - max elektrisch vermogen: 40 tot 60 kW
- Huishoudelijk verbruik / verwarming: 5^{+} kW → efficientere verwarming gewenst: stoelverwarming, warmtepomp …..
- Verbruik bij 10 vaaruren: 50-100 kW (in de winter wat hoger)

Affabriek schone dieselmotoren voor maritiem pas leverbaar vanaf 2017*

Maritiem

Maritiem				
Year	Stage	Power kW	NOx g/kWh	PM g/kWh
2003	CCR 1	75 – 130	9.2	0.70
		37 – 75	9.2	0.85
2007	CCR 2	75 – 130	6.0	0.3
		37 – 75	7.0	0.4
		18 - 37	8.0	0.8
2017*	Stage 4(b)	>75 kW	1.2	0.02

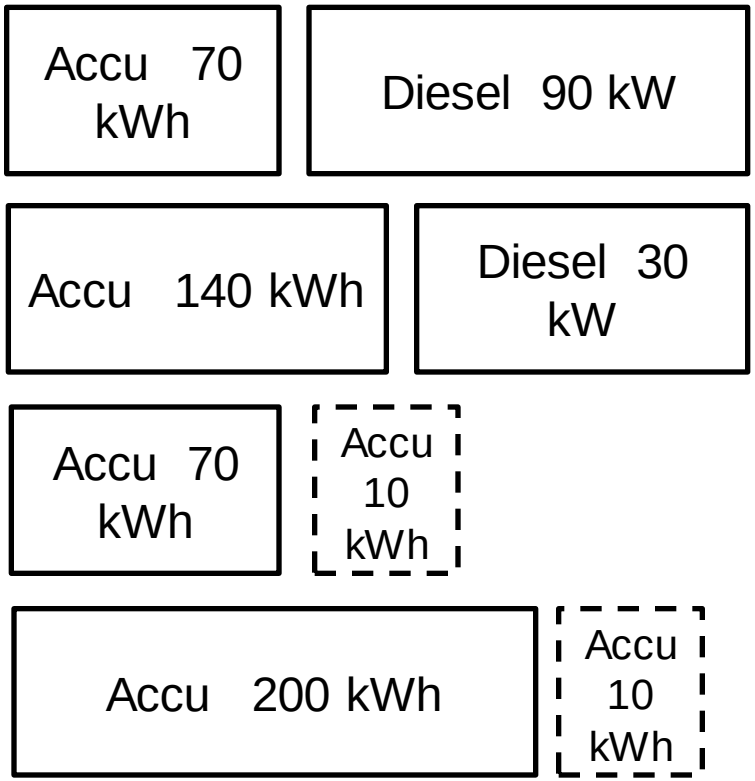
Non-road

(bijv. Generator sets en bouwmachines)

Non-Road				
Year	Stage	Power kW	NOx g/kWh	PM g/kWh
2006	III A	130 - 560	4.0*	0.2
2007		75 - 130	4.0*	0.3
2008		37 - 75	4.7*	0.4
2007		19 - 37	7.5*	0.6
2011	III B	130 - 560	2.0	0,025
2012		56 - 130	3,3	0,025
2013		37 – 56	4.7*	0.025
2014	IV	56 - 560	0.4	0,025
		< 56	not implemented	

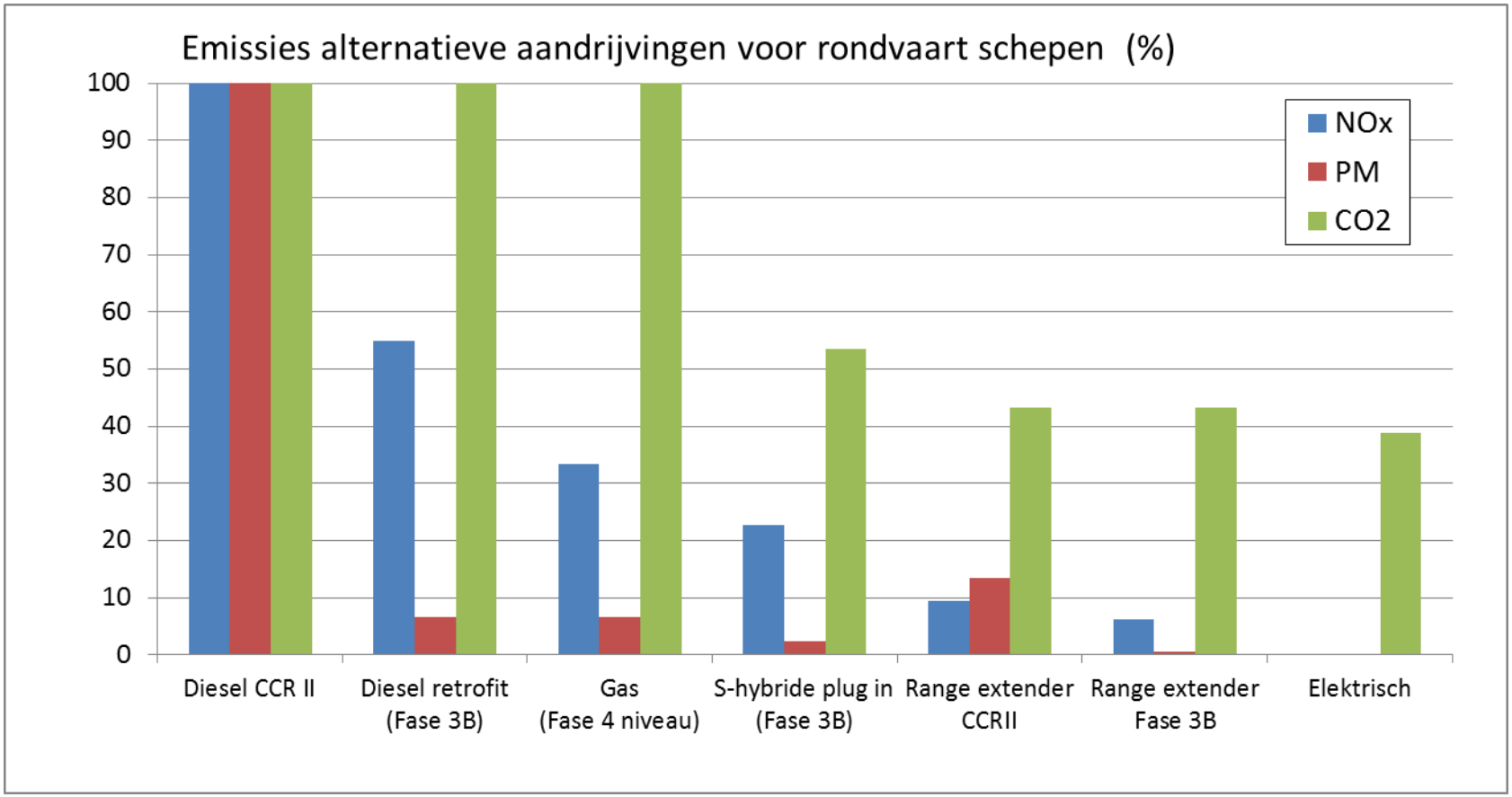
* Geplande datum, mogelijk enkele jaren later

Aandrijflijnconfiguraties rondvaart



Type	Zero emissie range
Plug in hybrid	4 uur
Range extender	8 uur
Overdag bijladen	12 uur
Volledig elektrisch	12 uur

Grote emissiereductie met alternatieve aandrijflijn configuraties



NOx en PM: ‘tank to propeller’ CO2: ‘well to propeller’

Investeringkosten

k-EUR	Diesel (kW)	Accu (kWh)	Pb-H_2SO_4	L-ion	
Jaar			2013	2013	2023
Diesel Fase IIIB referentie	90	-	55	55	28
Plug-in diesel Fase IIIB	90	70	125 - 140	180 - 195	115
Range extender CCRII	30	140	110	220	105
Elektrisch, overdag bijladen	-	70	70 - 100	135	65
Elektrisch, 's nachts laden	-	200	80 - 120	220 - 260	110

Kosten i.v.m. ombouwtijd: 50 – 100 k-EUR

Onderstreepte getallen gebruikt in Business case berekening

Inhoud

- Vergelijking accu technologie
- Aandrijflijn configuraties
- Business case berekening
- Conclusies

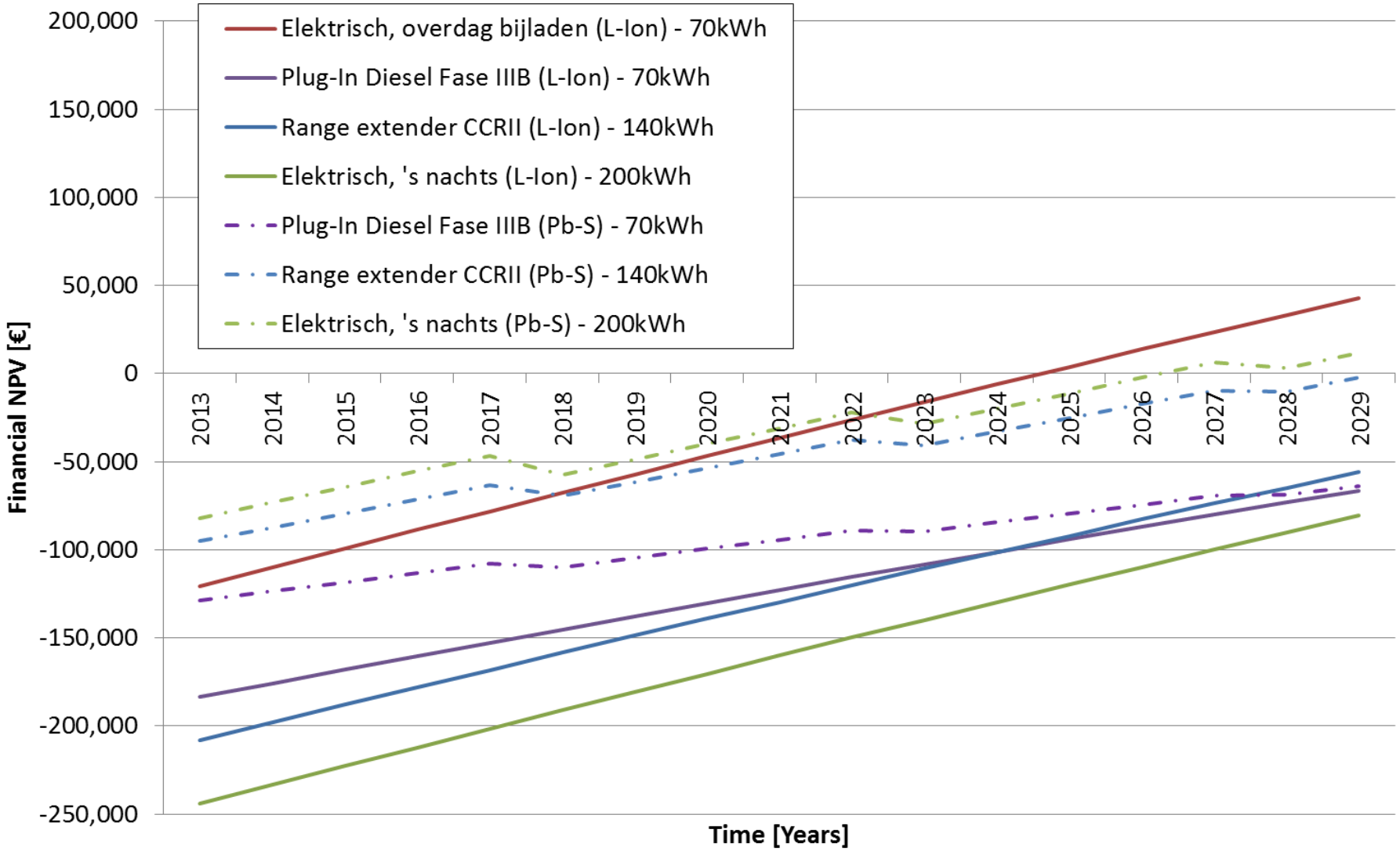
Aannamen business case berekening

- Bedrijfstijd: 3000 uur per jaar
- Brandstofprijs: € 1.05/liter, 4% prijsstijging per jaar
- Electrisciteitprijs: € 0.12/kWh, 2% prijsstijging per jaar
- Rentevoet: 5%
- Kosten ombouwtijd: 50.000 €

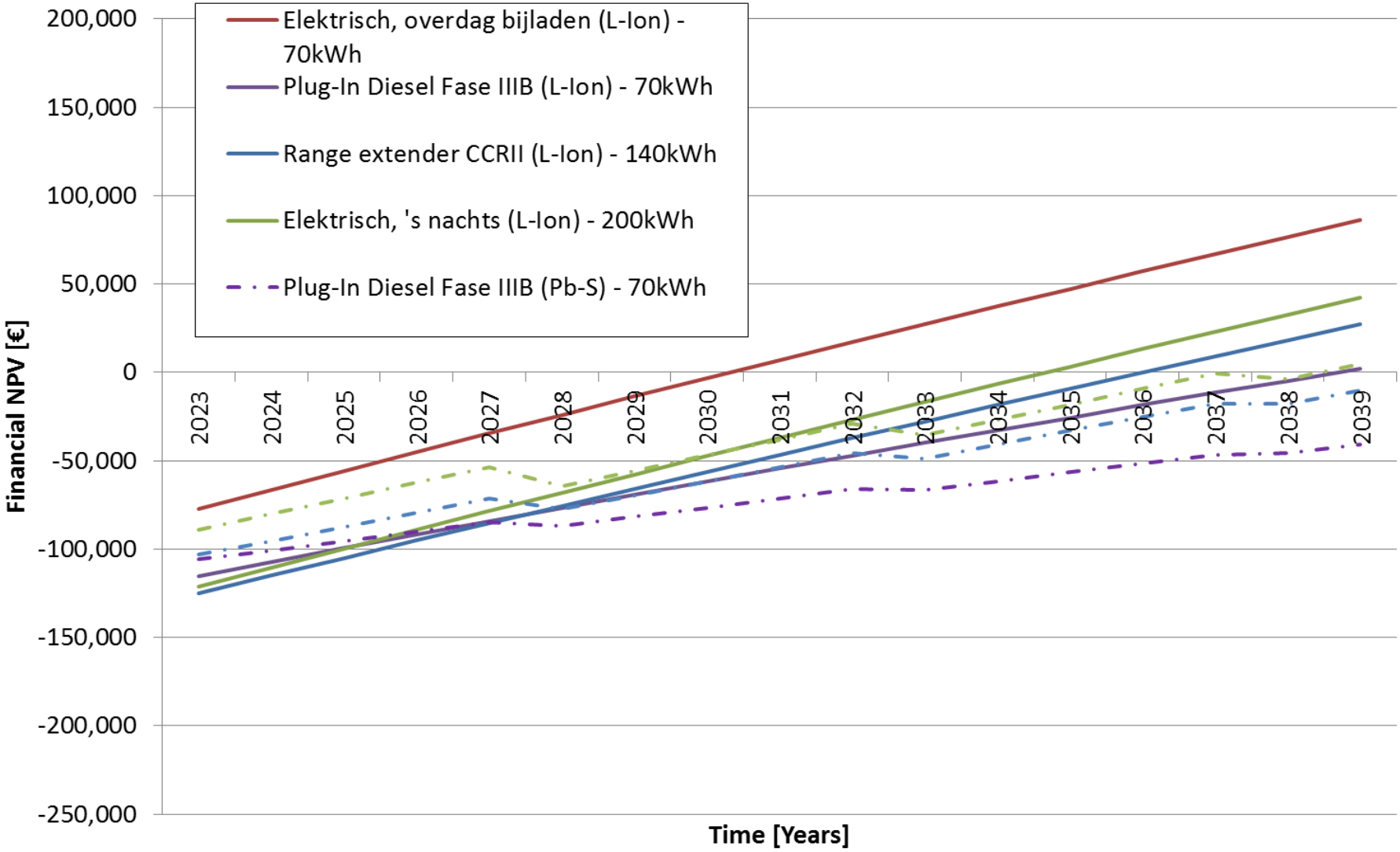
- Accukosten:

€ /kWh	2013	2023
Li-ion	950	300
Pb-S:	130	130

Financial Business Cases, relative to new diesel engine



Financial Business Cases, relative to new diesel engine



Inhoud

- Vergelijking accu technologie
- Aandrijflijn configuraties
- Business case berekening
- Conclusies

Conclusies hybride elektrische aandrijving

- Investeringskosten liggen in de range van 80-140 k-EUR met Pb-S accu en 140-260 k-EUR met Li-ion accu
- Bepalende factoren zijn accu-grootte, aandrijfvermogen en ombouwtijd.

Voor het financieel rendement, over een termijn van 15 jaar, geldt:

- Elektrisch met overdag bijladen: Li-ion verdient zich na ±11 jaar terug
- Elektrisch met ‘s nachts laden en met range extender:
  - Pb-S verdient zich na 13 - 15 jaar terug, ondanks vervanging accu’s
  - Li-ion verdient zich in ca 15 jaar terug indien de prijs daalt tot ca 500 EUR/kWh
- Indien de prijs in de toekomst van Li-ion tot ca 300 EUR/kWh daalt dan is Li-ion meestal gunstiger dan Pb-S

Contact

TNO Sustainable Transport and Logistics

Ruud Verbeek
ruud.verbeek@tno.nl
Phone: 08886 68394

Pim van Mensch
pim.vanmensch@tno.nl
088 866 33 20

MILIEUPRESTATIES in de Gracht

Opzet voor Milieu Prestatie Indicatoren voor het programma BOEGGOLF van Waternet Amsterdam

Ir. K. Visser, 3ME TU Delft

Milieuprestaties in de Gracht

A. (Internationale) ontwikkelingen
B. Uitwerking MPI brainstorm dec 2012
C. Technologie en brandstoffen
D. Indexen en Operationeel Profiel
E. Emission Control Area's
F. Conclusies voor de Amsterdamse situatie
G. Algemene conclusies en aanbevelingen

B. Uitwerking van MPI-brainstormsessie met Boeggolf-partners

Conclusies bijeenkomst december 2012 met partners en daarvoor met TNO:

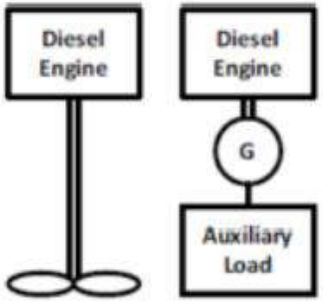
Milieuprestaties zijn samenstel van *ontwerp*, *vaargedrag* en *onderhoud*.

Specifieke Amsterdamse observaties:

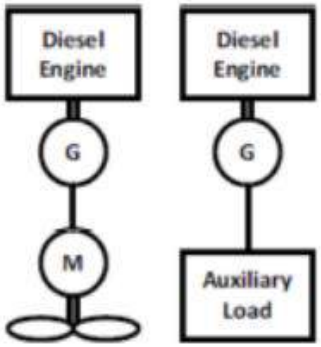
- Veel deellast varen
- Op specifieke locaties intensief manoeuvreergedrag (en daarmee niet-stationair energiegebruik)
- Vanaf 2025 zero-emissie-eis voor alle 5 segmenten pleziervaartuigen

C. Technologie en brandstoffen

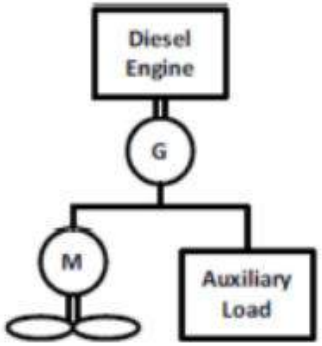
Direct Drive



Electric Drive

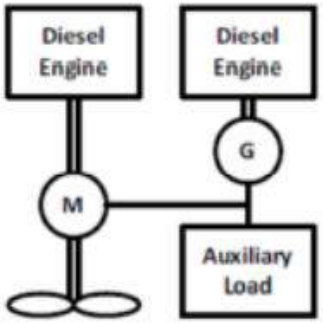


All Electric Ship (AES)

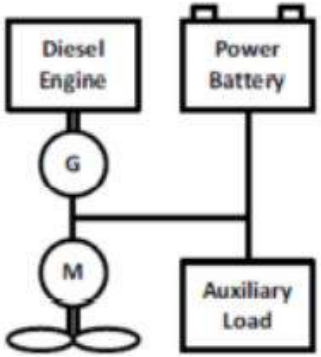


TREND NAAR COMPLEXERE VOORTSTUWINGSCONCEPTEN

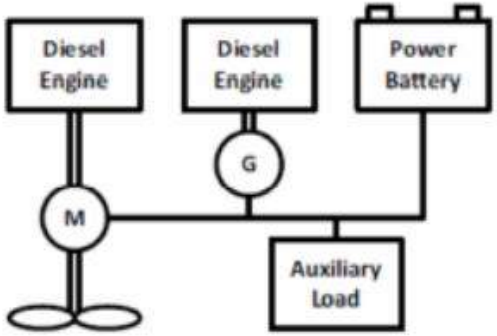
Hybrid Drive



Hybrid with energy storage



AES with energy storage



C. Technologie en brandstoffen

Bij fossiele brandstoffen shift naar gas?

- Geen zwavelemissie
- (bijna) geen roet
- Kwart minder CO2
- 80-90% minder NOx

Foto: Greenstream
KNVTS schip van het jaar 2013

C. Raakvlakken met situatie in Amsterdam

- Emissie-eisen gemeente Amsterdam vereisen drastische configuratie-wijzigingen naar elektrische grids en opwekking en transport van elektrische energie: All-electric propulsion, voorzieningen voor elektrische energie-opslag aan boord, infrastructuur voor walaansluitingen
- Interimsituatie tot 2025: low-powered gasengines voor laden batterijen en batterijen voor voortstuwing en energie-opwekking en opvangen vermogenswisselingen voortstuwing?

D. Indexen en Operationeel Profiel

Brandstof

$$I = \frac{\text{Energie}}{\text{Gewicht}\xi \quad \text{Afstand}} = \frac{E}{W \times d}$$

$$\frac{\textbf{Prijs (kosten)}}{\textbf{Prestatie (baten)}}$$

Afstand (aktieradius)

Energie Index

(nuttige) Lading

D. Alternatieve Formulering

Energie en afstand per tijdseenheid

Brandstofverbruik

$$I = \frac{\text{Vermogen}}{\text{Gewicht}^{\xi} \quad \text{snelheid}} = \frac{P}{W^{\times} v}$$

$$\frac{\textbf{Prijs (kosten)}}{\textbf{Prestatie (baten)}}$$

Snelheid

Index

(nuttige) Lading

D. Indexen en Operationeel Profiel

1. Overall Energy Index is total energy flow ("what you ultimately pay") divided by mobility power (weight and speed: “what you get”).

2. Overall Transport Index is prime mover power (“what you pay”) divided by mobility power (weight and speed)

3. Overall Fuel Index is total fuel flow divided by mobility power (mass and speed, tonmiles for instance).

4. Overall Emission Index is emission flow (NOx, SO2, PM) divided by mobility power (weight and speed).

Rendementen zijn de inverse van de indexen.

D. Energy Conversion Index

$$\varepsilon_{EC} = \frac{\text{Weight} \times \text{speed}}{\text{Energy flow}} = \frac{W \cdot v}{\Phi_E} = \frac{1}{ECI}$$

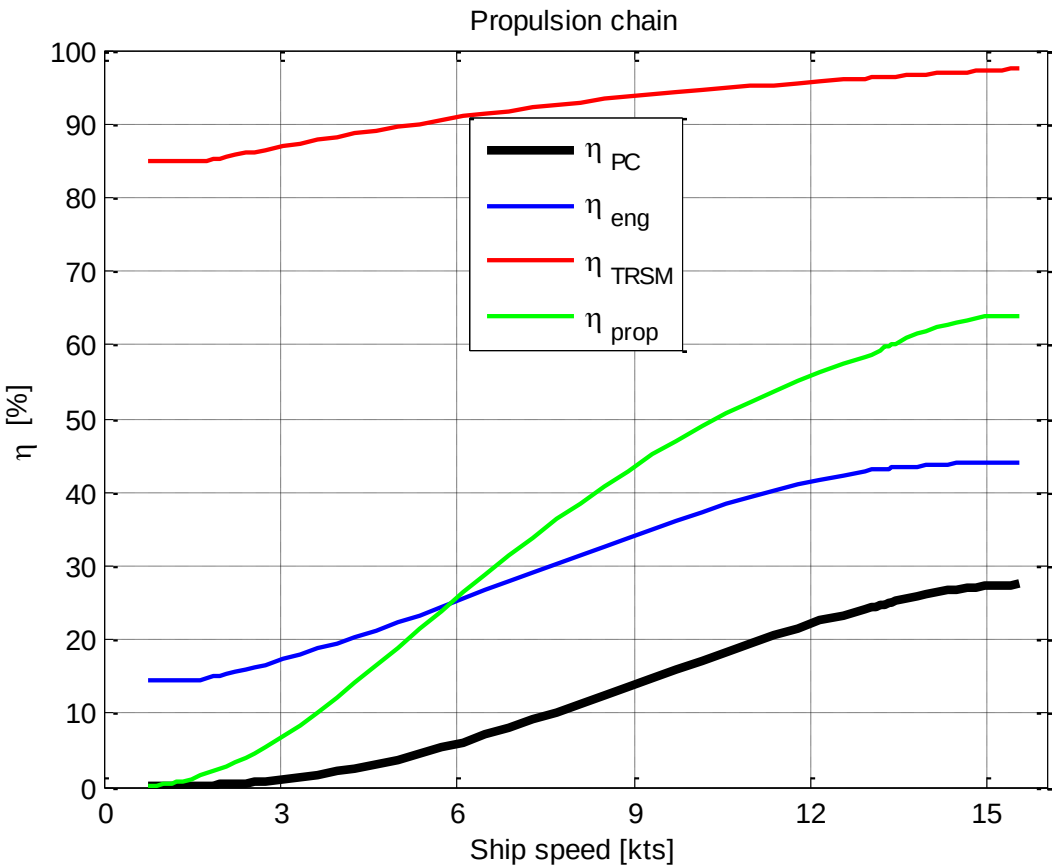
$$\Phi_{E,Aux} \rightarrow P_{Aux} \rightarrow P_{elec} \overset{def}{=} U \times I \times \cos f$$

$$\eta_{Aux} = \frac{P_{Aux}}{\Phi_{E,Aux}} \qquad \eta_{elec} = \frac{P_{elec}}{P_{Aux}}$$

$$\Phi_{E,Main} \rightarrow P_{Main} \rightarrow P_D \overset{def}{=} M_D \cdot \omega_p \rightarrow P_E \overset{def}{=} R \times v \rightarrow P_M \overset{def}{=} W \cdot v$$

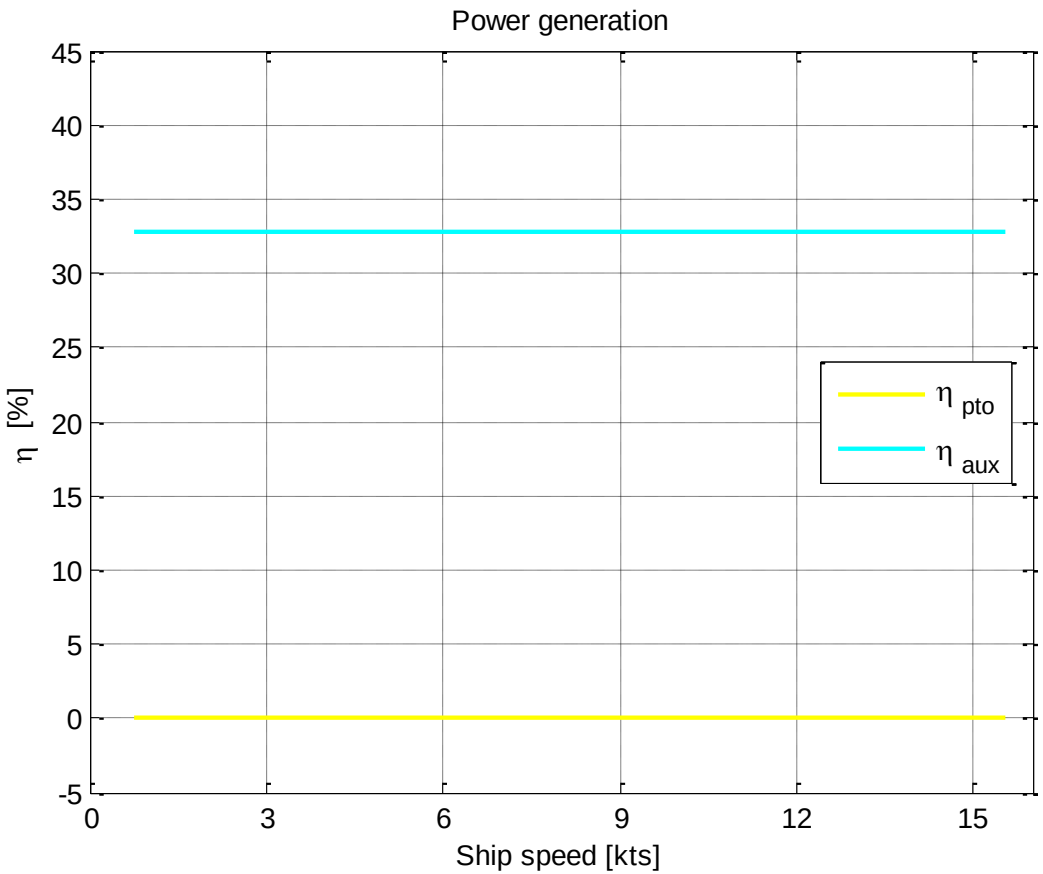
$$\eta_{Main} = \frac{P_{Main}}{\Phi_{E,Main}} \qquad \eta_{TRM} = \frac{M_D \cdot \omega_P}{P_{Main}} \qquad \eta_D = \frac{R \cdot v}{M_D \cdot \omega_P} \qquad \frac{W}{R} = \frac{\varepsilon_T}{\eta_{TRM} \cdot \eta_D}$$

D. Voorbeeld deelrendementen in de voortstuwing



Source: ADEPT benchmark containership Man. Mode without PTO

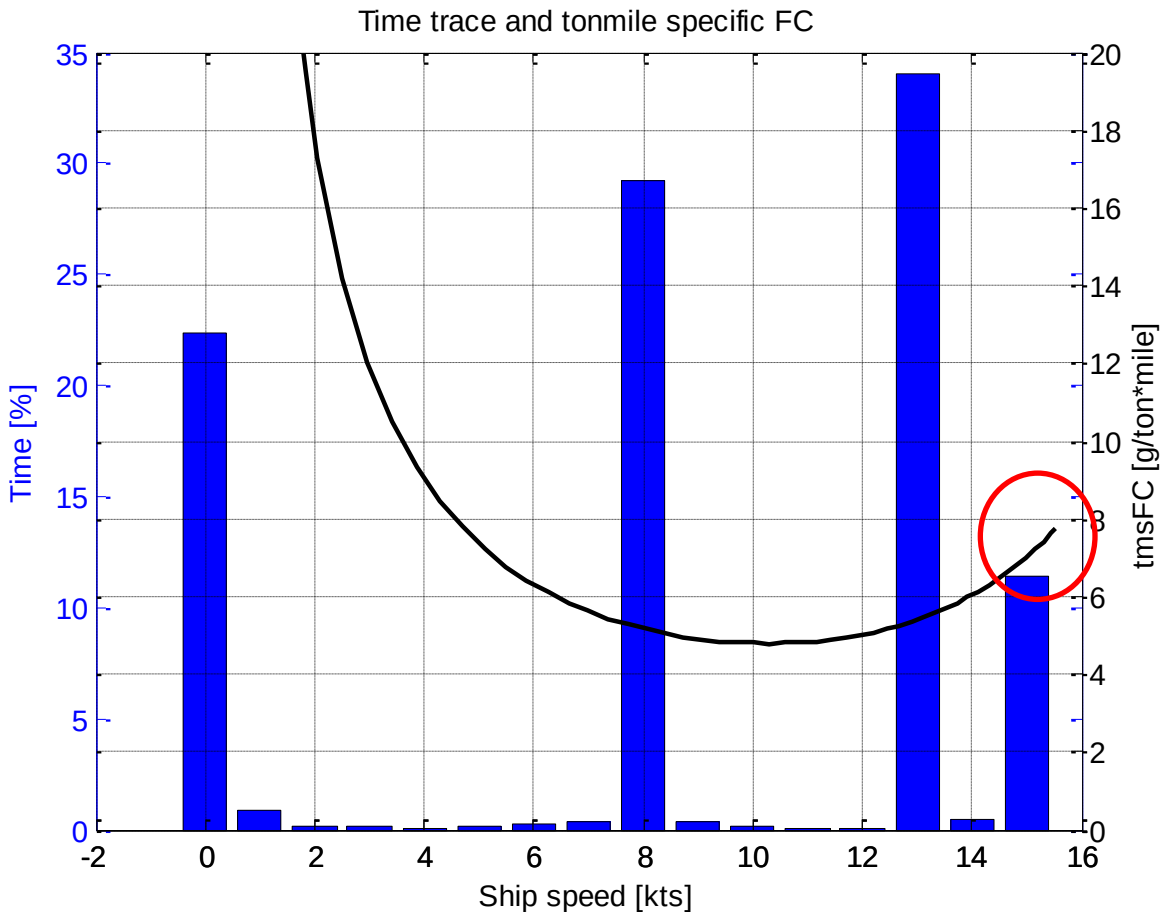
D. Voorbeeld deelrendementen hulpwerktuigen



Source: ADEPT benchmark containership Man. Mode without PTO

D. Brandstof index (g/tm) vs snelheid

Source: ADEPT benchmark containership Man. Mode without PTO



Energy Efficiency Design Index (EEDI)

Design for Service!

D. Raakvlakken met situatie in Amsterdam

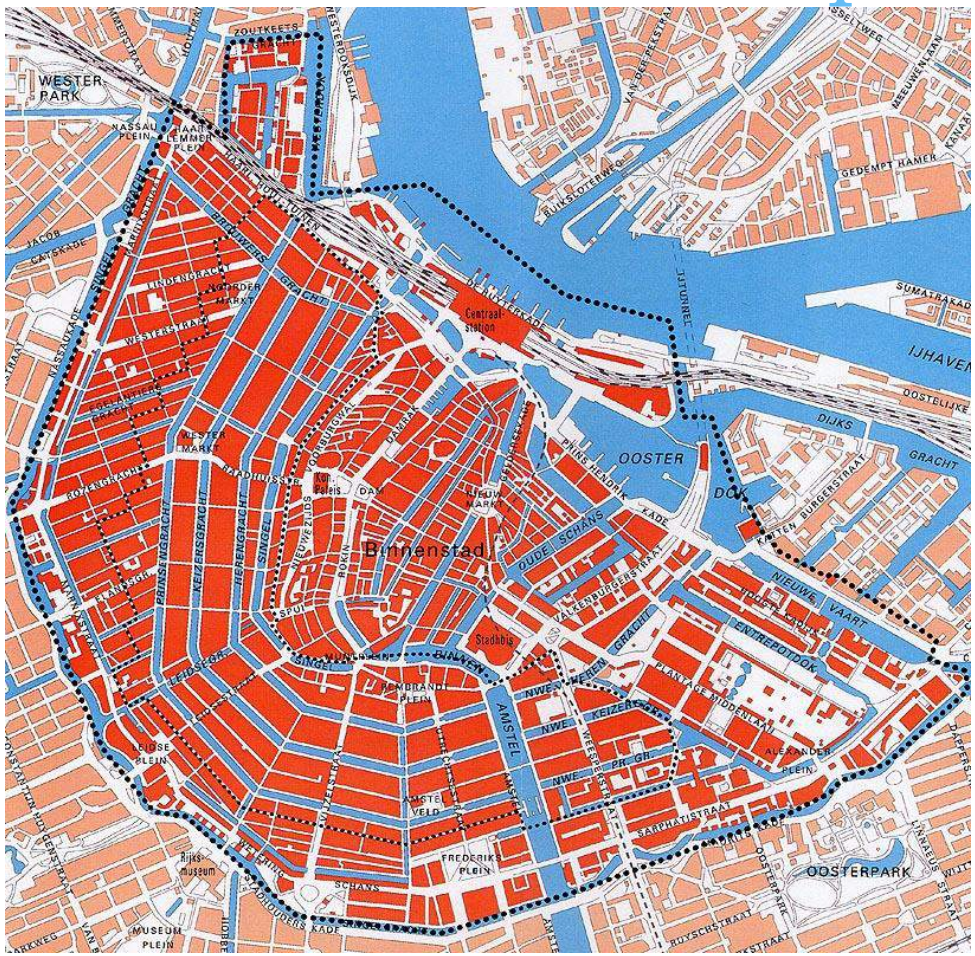
- Alle energie-omzettingen in beschouwing nemen (dus ook ventilatie, verwarming, koeling, kombuis, apparatuur), dus in normering uitgaan van Voorstuwing en Hulpwerktuigen. Het technische ontwerp als uitgangspunt voor het scheepsontwerp?

- Volledige vaarprofiel in beschouwing nemen, dus niet alleen in het ontwerppunt, maar ook deellast en stilliggend, dus niet uit gaan van point value maar van mean value.

- Verhouding tussen Fuel Index en Energy Index geeft de mate aan waarin gebruik gemaakt wordt van andere energie dan energie uit fossiele brandstoffen. FI/ECI = 0 is de emissieloze situatie.

E. Emission Control Areas

E. Emission Control Areas: ook in Amsterdamse “chokepoints” ?



F. Opzet Milieu Factoren voor de Amsterdamse situatie

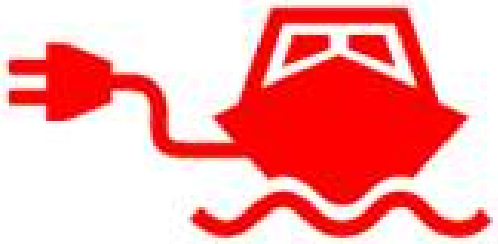
a. Milieufactoren moeten rekening houden met drastische verschuiving naar elektrische grids
b. (Gas)motoren voor de interimsituatie naar 2025?
c. Alle energie-omzettingen in beschouwing nemen: voortstuwing en hulpsystemen
d. Operationeel profiel in beschouwing, dus ook deellast en stilliggen. Het technische ontwerp als uitgangspunt voor het scheepsontwerp?
e. Verhouding aangeven tussen Fuel Index en Energy Index (Amsterdamse Grachten Energie Index?). FI/EI=0 is het emissieloze doel.
f. Voor Amsterdamse chokepoints een Emissie Controle Gebied?

G. Algemene conclusies

- De transportindex kan zeer adequaat gedefinieerd worden in een dimensieloos kental
- De transportindex kan gebruikt worden om totaal verschillende transportmodes met elkaar te vergelijken
- Met de energie conversie index wordt de volledige keten van energie-omzettingen beschreven. De index-benadering leent zich voor energie, brandstof en emissies.
- De index-benadering leent zich zowel voor 1 operationeel punt (pointdesign) als voor een gebruiksprofiel (mean value).

Elektrisch varen

Mark Jurjus



Agenda

- Even voorstellen
- Wie is Liander?
- Wat betekend elektrisch varen voor u?
- Vragen?

Even voorstellen

- Mark Jurjus
- Key Accountmanager

Gemeente Amsterdam

CNG Net

provincie GELDERLAND

TATA STEEL

ProRail

Vitens

Amsterdam Airport Schiphol

Wie is Liander?

Beheer van elektriciteits- en gas netwerken

Beheer van elektriciteits- en gas netwerken

Oplossingen voor complexe energie infrastructuren

Wie is Liander?

Liander

- elektriciteit en gas
- elektriciteit
- gas

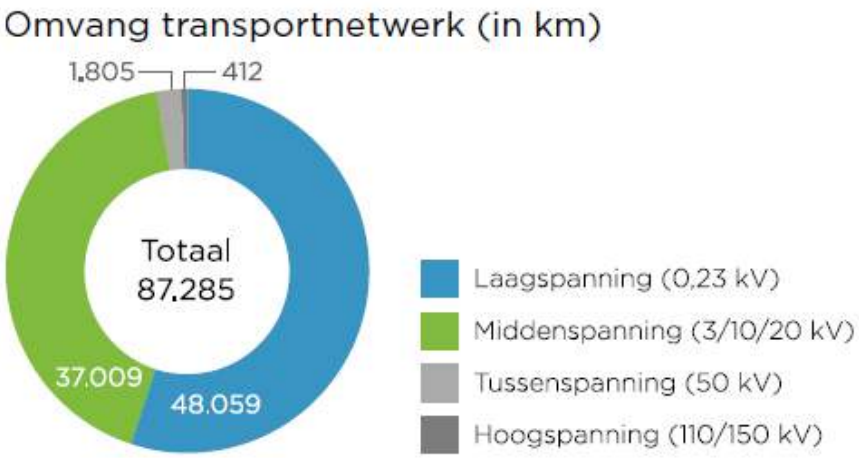
Endinet

- elektriciteit en gas
- gas

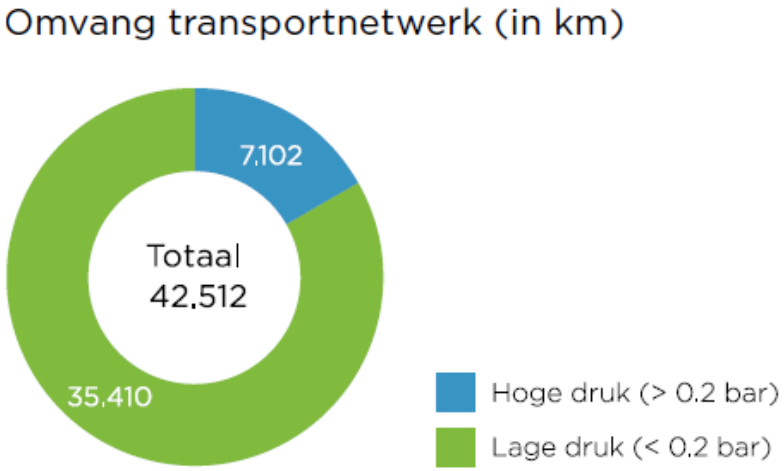
Klanten	
miljoen	Marktaandeel %
3,4	37%

Wie is Liander?

Elektriciteit



Gas



Investeringen 2013: ca. € 497.000.000,=

Wat betekend elektrisch varen voor u?

Varen in Amsterdam 2.0

beleidskader voor het varen en afmeren in en door Amsterdam, voor passagiersvervoer en pleziervaart

- Schoon wordt gewoon
  Ook de komende jaren zal er bij het binnenhavengeld een milieutarief gelden ter stimulering van uitstootvrij varen. Op den duur zal, ook door de aangescherpte voorwaarden die elders in deze nota zijn aangekondigd, het aantal schone vaartuigen naar verwachting sterk oplopen: schoon wordt gewoon. Het perspectief is dat de stimuleringskorting dan stapsgewijs wordt afgebouwd. Jaarlijks wordt bij de voorstellen voor de tarieven voor het binnenhavengeld deze beweging in kaart gebracht.

Wat betekend elektrisch varen voor u?

- Hoeveel elektrische boten gaan er komen?
- Hoeveel vermogen is benodigd om te laden?
- Wat is het laadgedrag?
  - Overdag varen en ‘s nachts laden
  - Bij elke opstapplaats kort bijladen
- 1 ‘kleine’ aansluiting per laadpunt of 1 ‘grote’ aansluiting met meerdere laadpunten

Wat betekend elektrisch varen voor u?

- Aarding is uw verantwoording
- Waar komt de aansluiting in?
- Realiseren aansluiting duurt maximaal 18 weken
- Transportbeperking maximaal 1 jaar

Vragen ?

Contactgegevens

- Mark Jurjus
  mark.jurjus@alliander.com
  06-11910409
  www.liander.nl

  www.aansluitingen.nl

ELEKTRISCH VAREN IN DE AMSTERDAM GRACHTEN

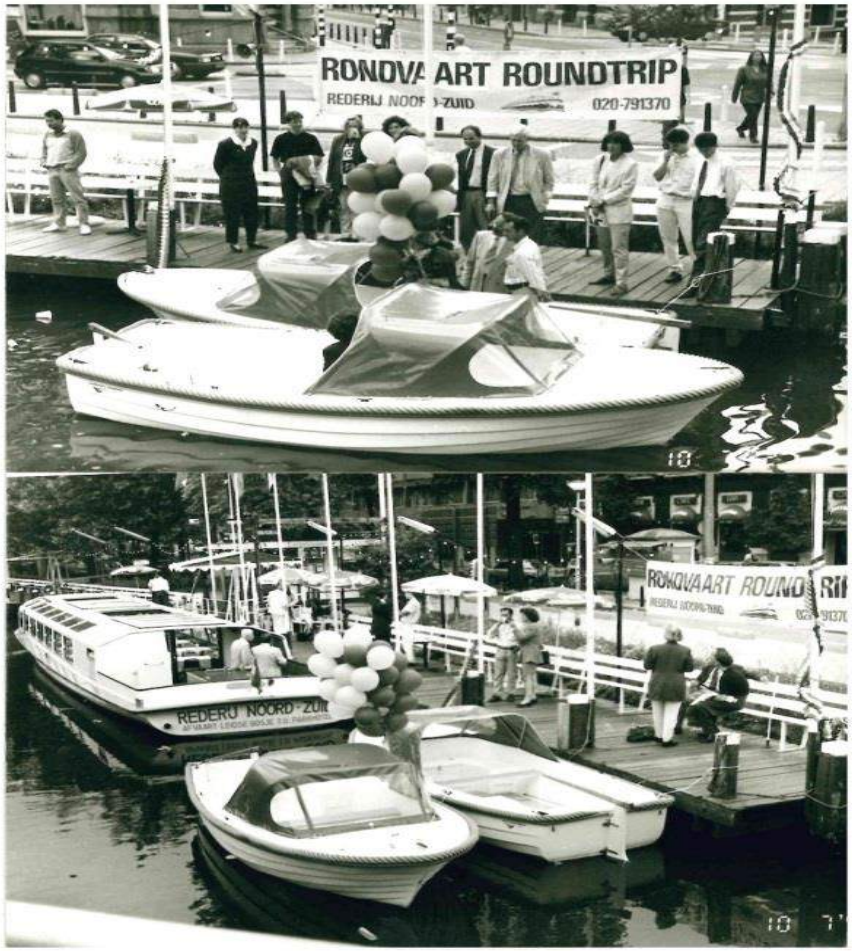
De spanning tussen theorie en praktijk

GESCHIEDENIS 1991

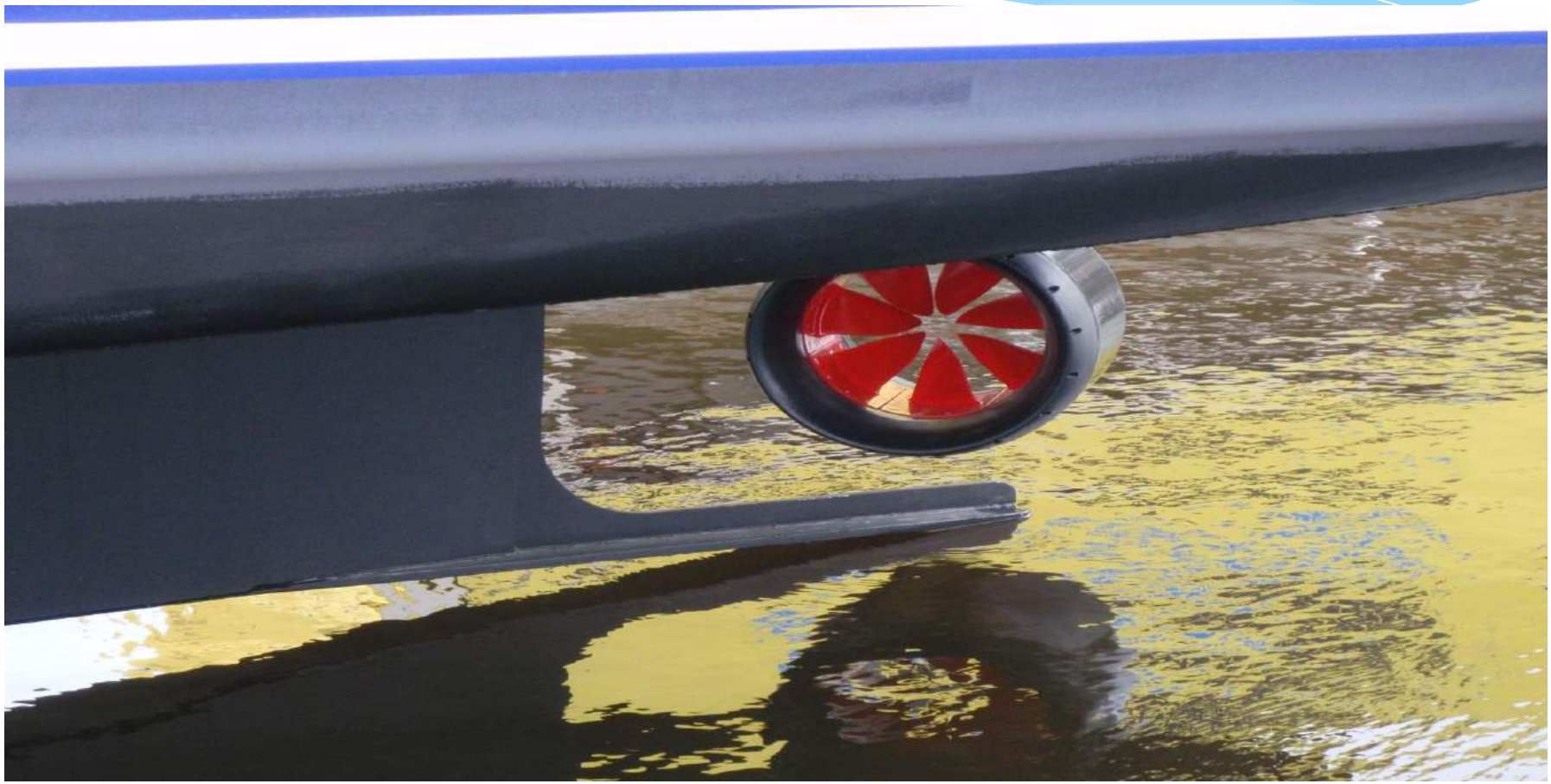
SOUVENIR
RONDVAART
SEIZOEN
1991

REDERIJ
Noord - Zuid
Stadhouders
kade 25
AMSTERDAM
Tel. 6791370

GESCHIEDENIS 1992



VOITH inline Thruster



VOITH inline thruster

VOITH inline Thruster

POD 50000

POD 50000

POD 50000

M2POWER™
LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Agenda

Introduction

Lithium batteries
- State-of-art
- Price modelling
- Future developments

M2POWER™
LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Introduction

Lithium Expertise

-First PHEV in mainland Europe (2007)
Knowledge of tech from very first commercialisation

Consulting

-High Tech Automotive Systems (HTAS), 2010-2011
-Senternovem
-V2G studies
-Jachtbouw Nederland

M2POWER™
LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Introduction

Products

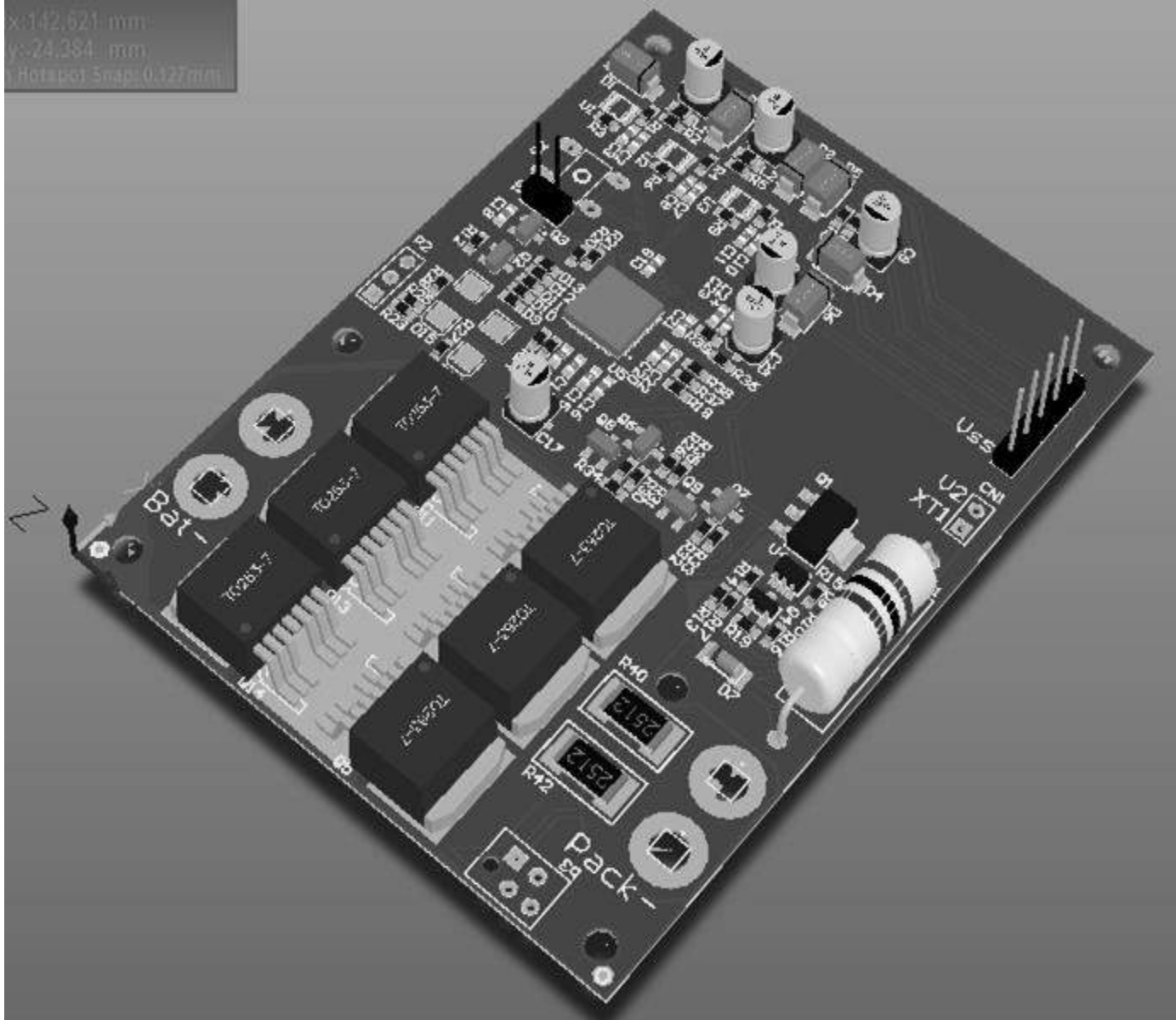
Most innovative and cost effective in Lithium-Ion battery on market to date

R&D

-Design of battery management system

-Cell selection

-European Space Agency

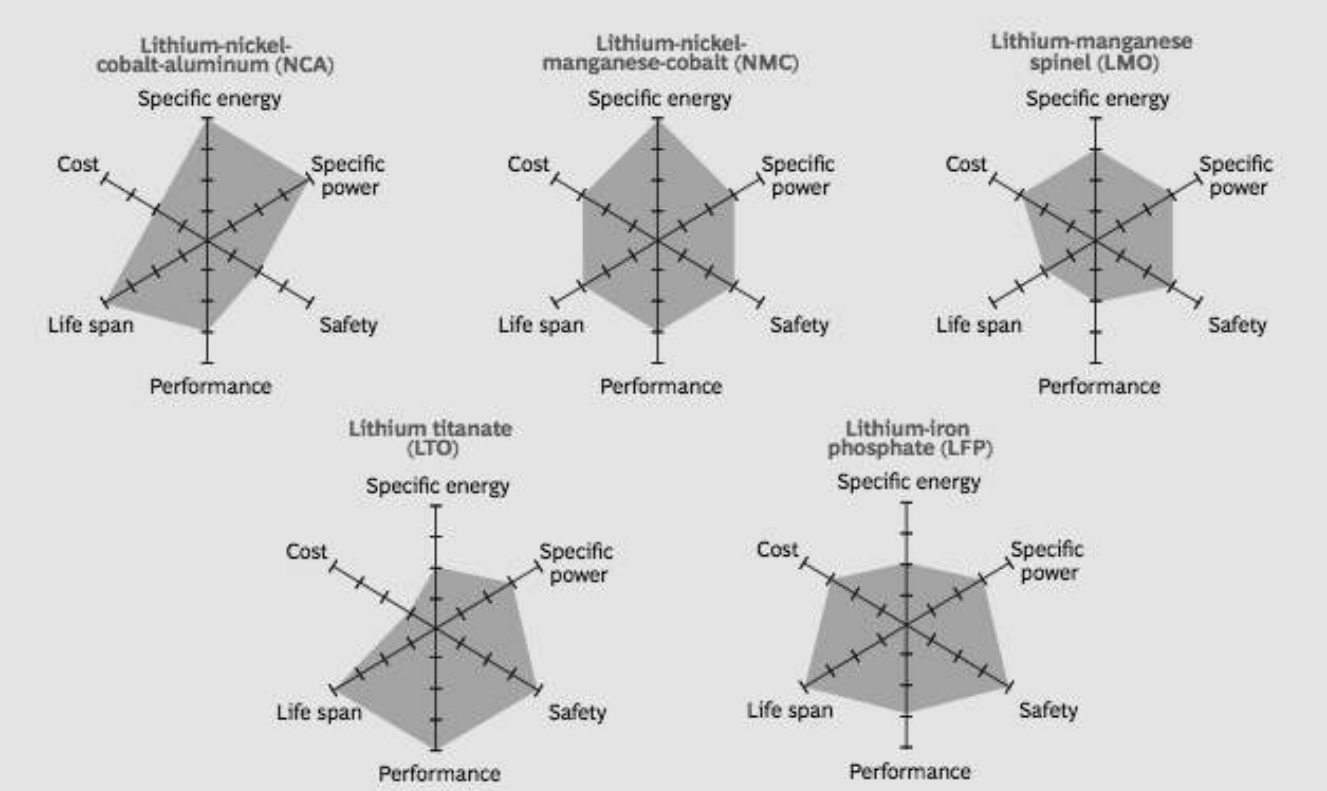


M2POWER™ LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Current state of art

Lithium-ion family has 5 members

Most commonly used; Li-NMC & LiFePO4



Source: BCG research.
Note: The farther the colored shape extends along a given axis, the better the performance along that dimension.

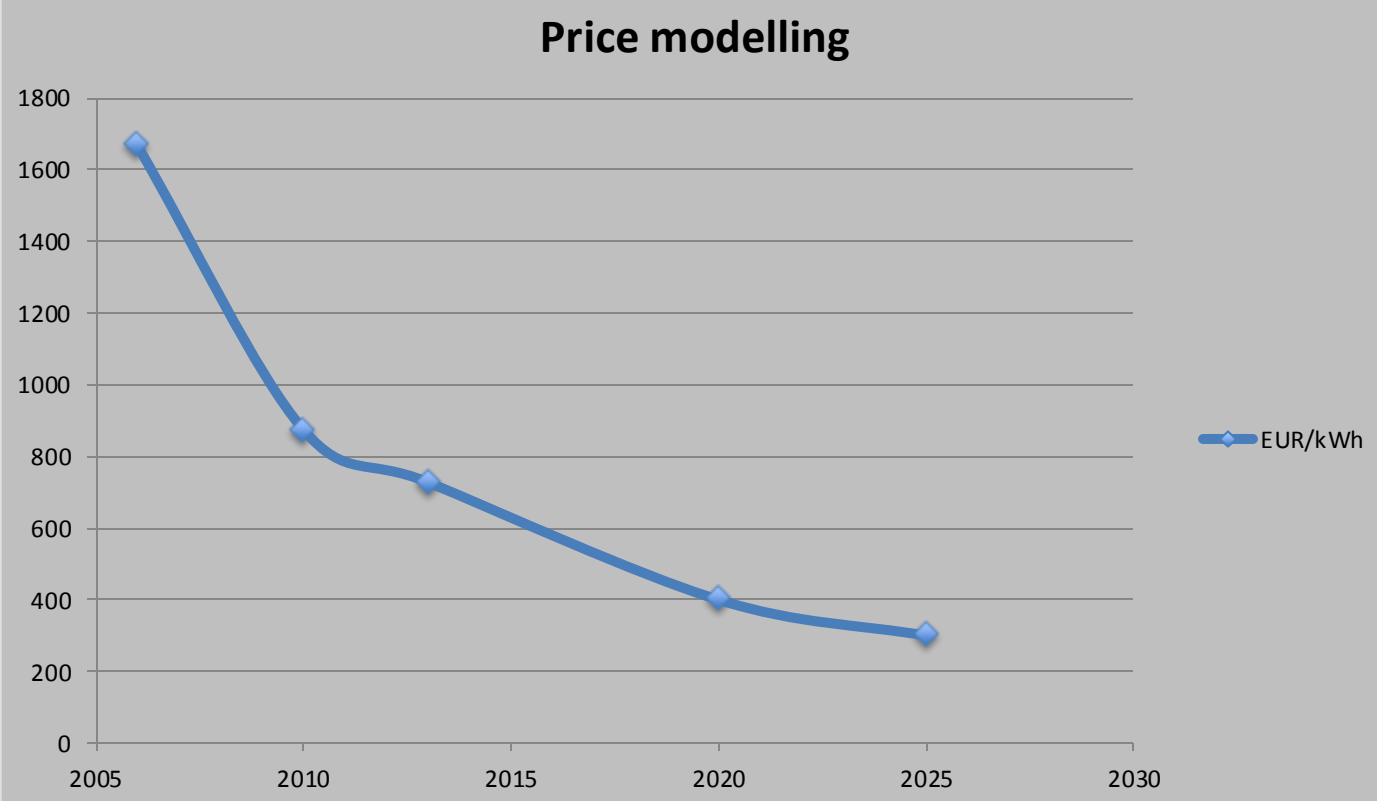
M2POWER™ LITHIUM ENERGY SYSTEMS

M2 Power Pricing

Historic

Current

Projection



M2POWER™ LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Cost Modeling

Current and projected cost of advanced Lithium-Ion battery

USD/kWh at high volume production for automotive sector

	2011-2012							2020					
	DB	BCG	McKinsey	Roland Berger	Element Energy/Axion	CE Delft		DB	BCG	McKinsey	Roland Berger	Element Energy/Axion	CE Delft
USD/kWh	600	1100	600	750	800	585		350	400	200	265	400	312

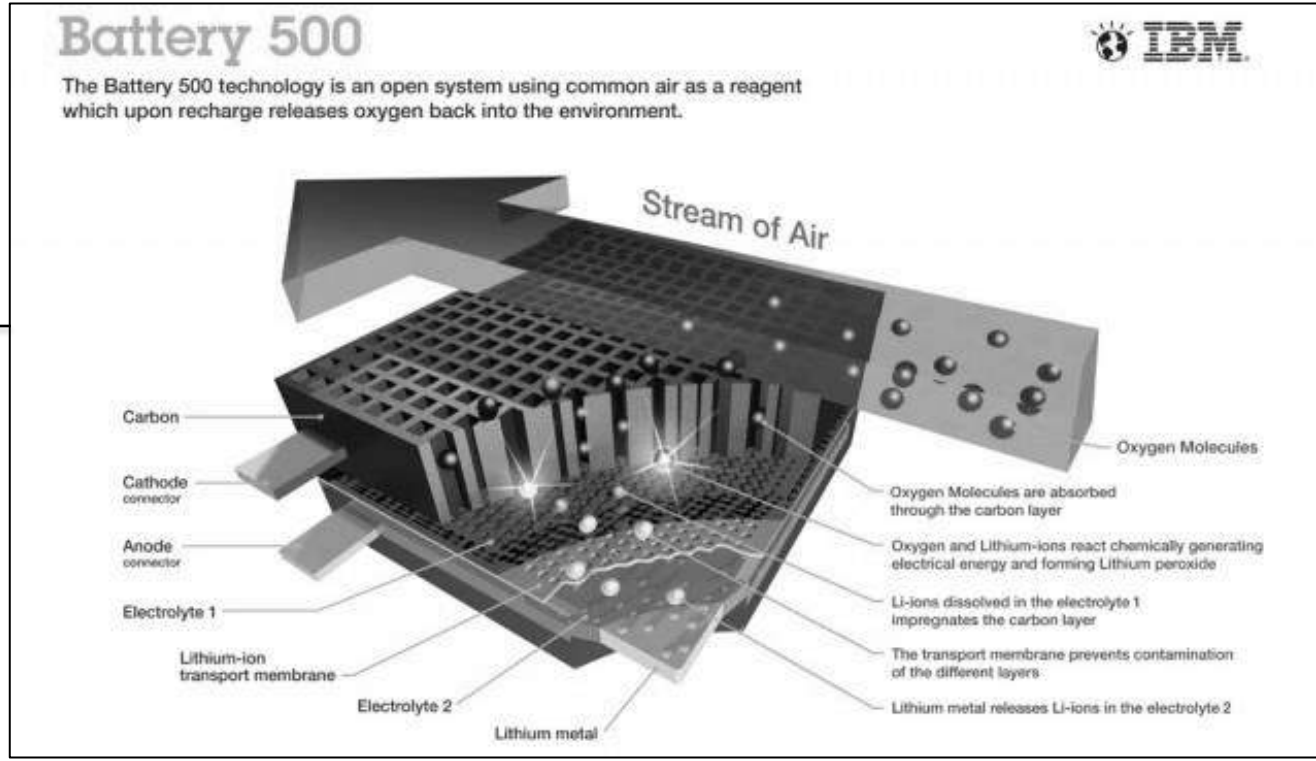
M2POWER™ LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Future developments

NiFe (target 2020)
+Stationary battery
+Very long cyclelife
-Unfavorable charge retention
-weight

Li Air (target 2030)
+500-1000Wh/kg
+10-15 times better energy density
-very early phase

Li S (target 2020)
+High energy density
+Low cost
-Cycling currently 150-200

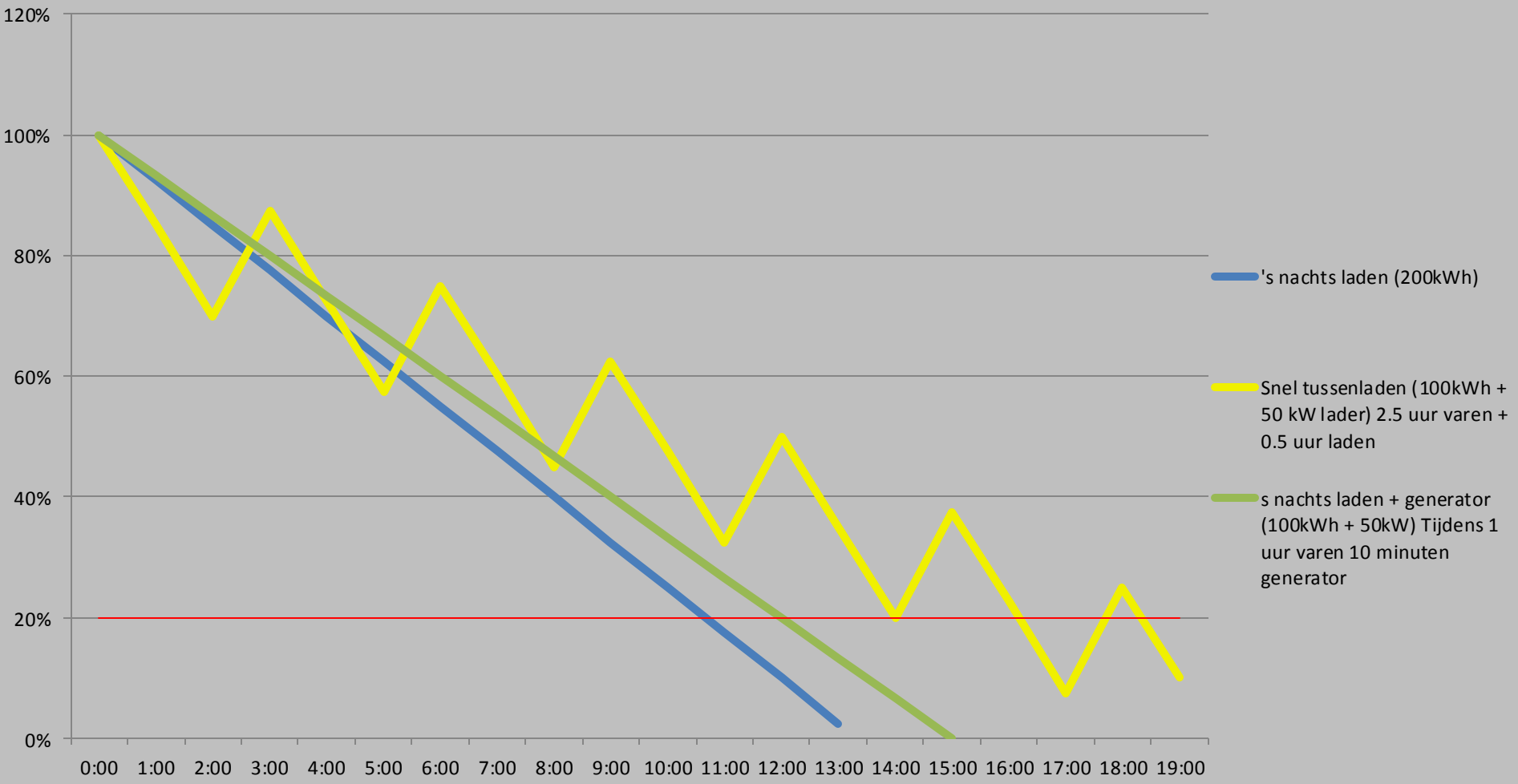


M2POWER™ LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Scenario 1
Accu 200 kWh
Verbruik 15 kW
‘s nacht laden

Scenario 2
Accu 100 kWh
Verbruik 15 kW
Laden 50 kW
30 min laden na 2.5 uur varen

Scenario 3
Accu 100 kWh
Verbruik 15kW
Generator 50kW
10 minuten per uur



M2POWER™
LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Thank you for your attention

M2 Power
ESA - European Space Innovation Centre
Kapteynstraat 1
2201 BB Noordwijk
Nederland

T +31(0)20 82 01 145
F +31(0)84 83 13 470
E info@m2power.eu

M2POWER™
LITHIUM ENERGY SYSTEMS

Mokum Mariteam

Vracht door de Gracht op elektrische kracht

City Supplier

City Supplier

- Start ontwerp in 2007
- Gebouwd in 2010
- Afmetingen conform maximale afmetingen rondvaartschepen. 20 x 4,25 mtr
- Rompvorm tbv stabiliteit
- Standplaats Foodcenter Westermarktkanaal

City Supplier

- Vaargebieden:
- Grachten Amsterdam 75%
- IJ tussen Oranjesluizen en Westelijk Havengebied 20%
- Noordzeekanaal en Buitenkanaal 2,5%
- IJmeer 2,5%

City Supplier

- Aandrijving Siemens electromotor 55 kW.
- Boegschroef van 5,5 kW.
- Gemiddeld verbruik grachten 20 Amp bij 6 km/uur.
- Gemiddeld verbruik IJ 80 Amp bij 11 km/uur.
- Romp geen stroomlijn: Platte bodem, ronde boeg en platte spiegel.
- Schroef is aangepast vwb de spoed. Lager toerental bij gebruik in de grachten.

City Supplier

- Hydraulische autolaadkraan aan boord
- Lengte mast 15 meter
- Net naast de boot 3,5 ton
- Op 15 meter 750 kg.
- Load sensing device voor energiebesparing
- Silencer

City Supplier

- Vaart volledig op accu’s.
- Minimaal 12 uur op een lading.
- Laadtijd 10 uur.
- Lood accu’s met totale capaciteit 360 Ah.
- Gewicht accu’s ca. 6 ton.
- Alle energie vanaf het accupakket.

City Supplier

- Als stand by is er een noodgenerator aan boord. Verplichting SI op het IJ.
- Begin 2014 2 stuks inbouw generatoren voor meer laadruim.
- Gebruik alleen op het IJ bij nood.
- Cascade geschakeld.

Reden keuze

- Loodaccu’s zijn goedkoper, zwaarder en hebben relatief minder capaciteit.
- Gewicht van 6 ton is deel van stabiliteit.
- Capaciteit voldoende voor volle vaardag.
- Goedkopere aanschaf bepalend.
- Levensduur geschat op 10 jaar.
- Na 10 jaar alternatieve toepassingen voorhanden.

onderhoud

- Accu pakket wordt 4x per jaar gecontroleerd.
- Tot nu toe geen storingen of problemen.
- Iedere avond aan de lader.

Vragen

- ?