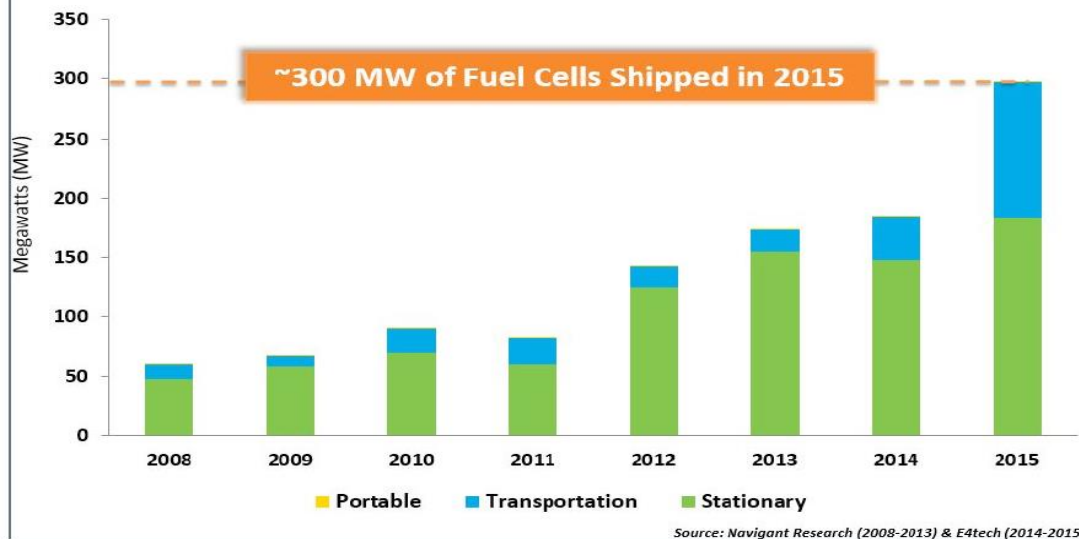


Bränsleceller - en utblick

Workshop Energimyndigheten 2016-10-14 Bengt Ridell



Megawatts of Fuel Cells Shipped Worldwide by Application



Leveranser av bränsleceller per användningsområde

Figure 1. Megawatts of Fuel Cells Shipped in 2015, by Application

- Leveranserna av bilar ökar ca 100 kWe per fordon
- Stationära: stora bränsleceller för biogas i USA, CHP i Korea, småskalig kraftvärme i Japan, reservkraft främst telekom och datorhallar
- Portabla stort antal med ökningen har avtagit

Fuel Cell Systems Shipped Worldwide by Application

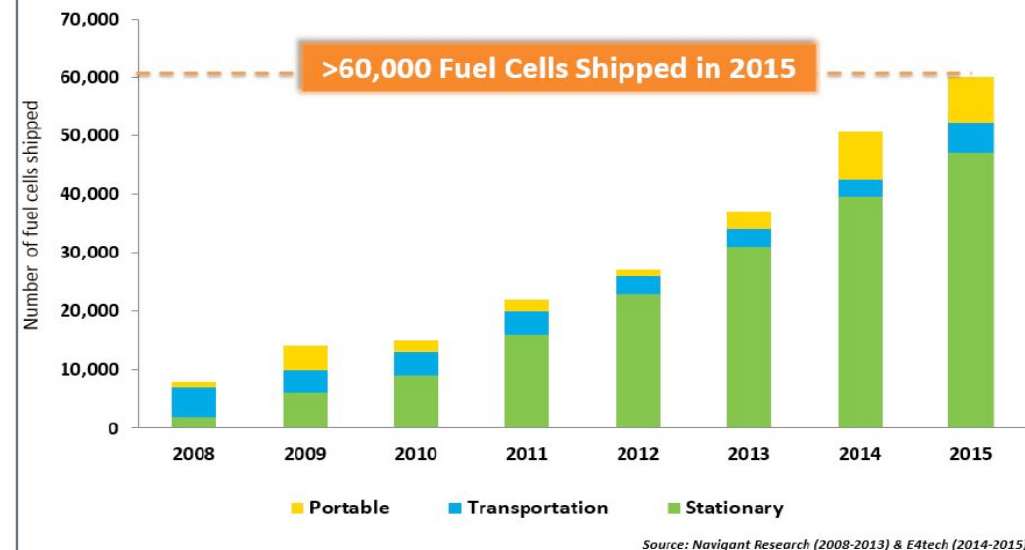


Figure 2. Fuel Cell Systems Shipped Globally, by Application

Megawatts of Fuel Cells Shipped Worldwide by Region of Manufacture

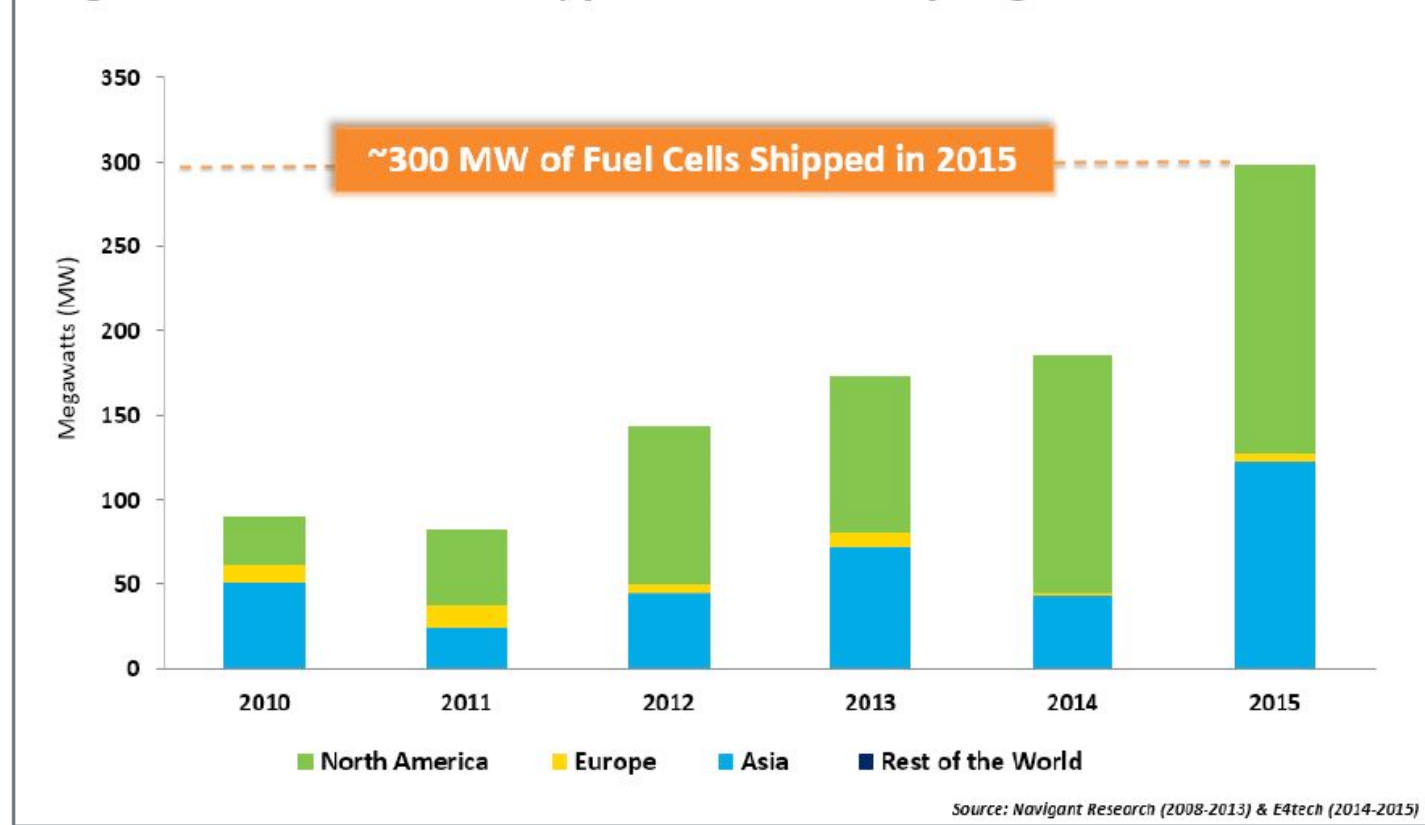


Figure 3. MW of Fuel Cells Shipped Globally, by Region of Manufacture

- Nordamerika: Ballard PEFC bränsleceller, FCE MCFC till biogas och Doosan PAFC till USA och Korea
- Asien, småskalig kraftvärme Japan och bilar Hyundai, Toyota och Honda
- Europa, mindre leveranser av stackar, EU projekt och Tyskland, Asiatiska och Nordamerikanska leverantörer tar över marknaden i Europa
- RoW i princip noll



- Honda Clarity 2017 – leasing i Japan på väg till USA bränslecellen nu under huven
- Hyundai FCX i35 – den första “massproducerade” FCV
- Toyota Mirai – Säljs på 8 olika ställen i Kalifornien och nu även i flera länder 30000 skall tillverkas år 2020. Leasingkostnaden har gått ner till under 400 USD per månad
- Daimler, idag Fcell B-Klass det kommer en ny FCV annonserad till slutet av 2017 men just nu hårdatsatsar Daimler på batteribilar
- Ford har tidigare byggt och testat ca 300 FCV men just nu inget officiellt på gång
- Daimler – Ford – Nissan- Renault samarbetar om bränslecellstekniken för personbilar
- GM: Opel Hydrogen4 en miniSUV tillverkad i 170 ex 2008 – 2010
General Motors är det företaget som har flest patent för FCV.
GM har inlett samarbete med Honda om bränsleceller



Mercedes GLC F-Cell

Hydrogen powered

Bilen kommer att lanseras
som Plug-in FCV

Mer praktisk familjebil än
Toyota Mirai och Honda Clarity

Bilen presenterade i juni 2016.
Vätgasbilen kommer att ha
plug-in möjligheter det gör den något
mindre beroende av utbyggnaden av
vätgasinfrastrukturen.

Först leveranserna är annonserade till
slutet av 2017



Tung lastbil med bränslecell

- Four Class 8 fuel cell hybrid electric trucks based on pre-commercial model Tyrano
- Specifications
 - 320 kW electric motor
 - Direct drive w/ two-speed rear end
 - Parallel hybrid system with 33 kW PEM fuel cell
 - 130 kWh battery pack (Lithium Iron Phosphate)
 - 20kg hydrogen storage
 - Level 2 Charger (8 hrs)
- Performance
 - 60 mph top speed (65,000 lbs)
 - Extended range: 200 miles
 - Refuel time: 10-15 min. H₂ @ 6,250 psi



Tyrano

6250 psi = 430 bar

Zero Emission Trucks

What are the differences?

	Balqon	TransPower	US Hybrid	Vision
Transmission	Automatic (dual mode)	Automated Manual Transmission	Automatic	Direct Drive two-speed rear end
Battery Pack/ Fuel Storage	380 kWh LiFePO ₄	269 kWh LiFePO ₄	300 kWh Li-ion (NCA)	130 kWh LiFePO ₄ / 20 kg H ₂
Charger	160 kW FC; DC-DC FC with 500 kWh energy storage unit	Two 70 kW on-board Inverter-Charger Units (ICU)	120 kW FC; 6.6 kW on-board Level 2 charger (backup)	Level 2 charger
Recharge/ Refuel Time	3 hrs (160 kW) 1 hr (DC-DC FC)	4 hrs (70 kW ICU)	3 hrs (120 kW FC)	8 hrs (Level 2)/ 10-15 min H ₂
Range	100-150 miles	70-100 miles	100 miles	200 miles

Demonstrationsprojekt för tunga bränslecellsfordon i Kalifornien och Texas

Recent and on-going demonstrations for FCEVs include transit buses, shuttle buses, delivery vehicles, refuse trucks and drayage trucks. Fuel cells have also successfully penetrated the forklift category, and the lessons learned there should be transferrable to the on-road market. Overall, fuel cells are a promising approach to enable zero and near-zero emissions from the heaviest vehicle classes, including line haul trucks.

Based on this assessment, ARB believes that fuel cell technology will assist California in reaching its climate change, air quality, and petroleum dependence reduction goals.

Table ES- 1: Summary of FCEV Deployments and Technology Readiness

Type of Vehicle	Technical Readiness	Numbers Deployed
Transit Bus	Early commercial	>20 active (>300 deployed worldwide)
Shuttle Bus		< 5
Delivery Vehicles	Demonstration	>35
Refuse Truck	Demonstration	<5
Drayage truck	Demonstration	~ 10

Port of Houston, Texas testar 3 st Drayage class 8 Navistar trucks 200 mile range

Bränsleceller för tunga fordon

- Intresset för bränslecellsdrift av tunga vägfordon har vaknat speciellt i Kalifornien och nu även Texas.
- Räckviddsförlängare, hybriddrift för eldrivna tunga lastbilar.
- De avgörande möjliga fördelarna är främst
 - Räckvidd, testfordonen i USA har fördubblat räckvidd jfr med elfordonen
 - Väsentligt snabbare tankning/laddning vilket förkortar restid för längre sträckor

World's first battery and fuel cell operated electric commercial vehicle in the 7.5-12 t weight class



Features:

Based on 7.5 t duty vehicle of Smith Electric Vehicles
Combination of HyRange®-Extender of Proton Motor
with a battery-electric power train

Battery capacity: 80 kWh (2x40 kWh)

Doubled range for city operation

Fuel cell system:

HyRange® 8

8.4 kW power, 1.7 kW auxiliary supply consumption

50-110 V voltage

180 kg weight

Durability: > 10,000 operation hours

Start/Stop cycles: > 15,000

H₂ consumption: 0.6 kg/h at nominal power

Max. electrical system efficiency: 51%

Source: www.proton-motor.com



20

Renault Kangoo med fuel cell
range extender byggda Symbio
fuel cells

18 olika användare i Frankrike
bland annat La Poste, DHL,
Crédit Agricole Sud Rhône-
Alpes, Schneider Electric,

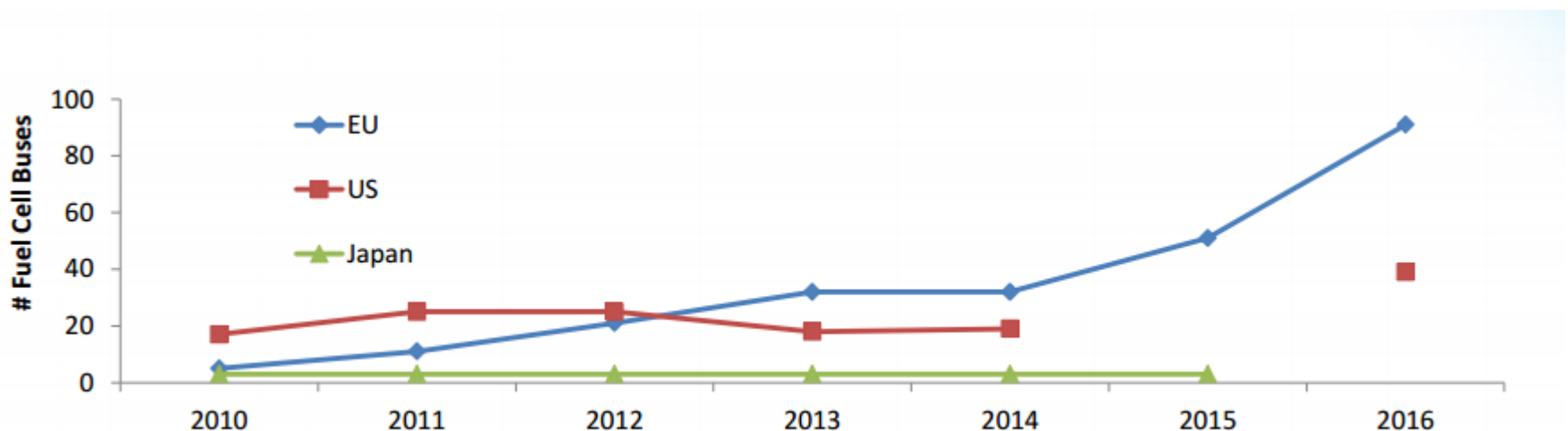


Bränslecellsbussar

Leveranser av bränslecellsdrivna bussar är fortfarande i regel projektorienterade.

Under 2015 beställdes enligt US Fuel Cell Market report 371 bussar varav, 333 till Kina, 22 Europa, 1 Japan, 3 Brasilien och 12 USA.

Konkurrensen från batteribussar kan bli svår i många fall.



Stationära bränsleceller 2015



Från US DOE Fuel Cell Market Review 2015 total försäljning 2000 MUSD

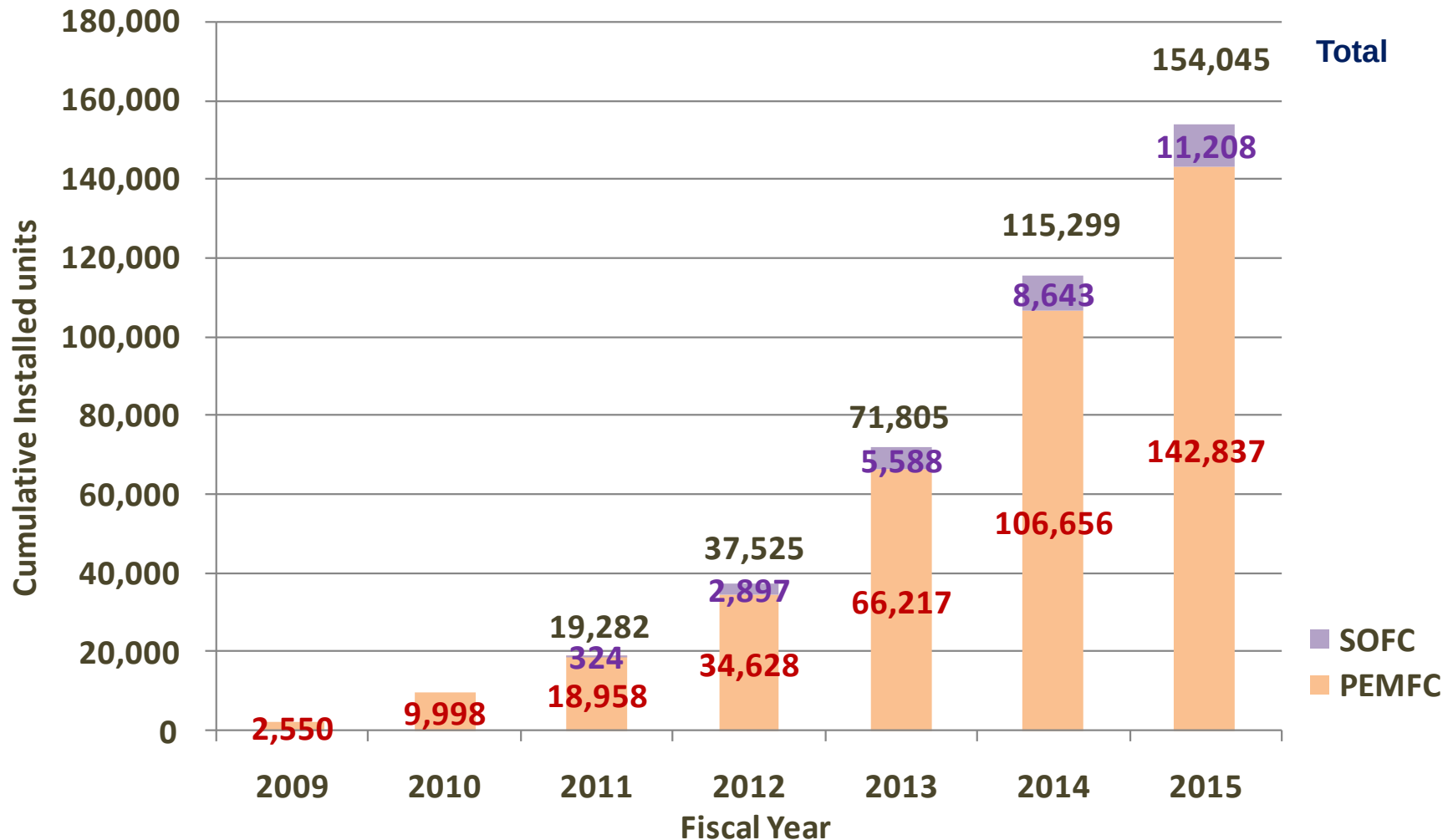
- | | |
|---|--------------------------|
| • Doosan, (fd UTC Power) 400 kWe PAFC | 47 MW |
| • Fuel Cell Energy MCFC | 57 MW |
| • Bloom Energy SOFC | 5,2 MW |
| • Japan Ene-Farm Toshiba, Panasonic och AISIN | ~35 MW |
| | |
| • Ballard | försäljning 2015 56 MUSD |
| • Plug Power | 103 MUSD |

Större användningsområden idag

- Reservkraft: telekom och datorhallar
- Biogas: vattenreningsanläggningar och rötning av jordbruksavfall, bryggeriavfall mm
- Kraftvärme från microCHP upp till 10-tals MWe

ENE-FARM: Market Overview

- Accumulated volume: more than 150,000 units, achieved within 7 years.



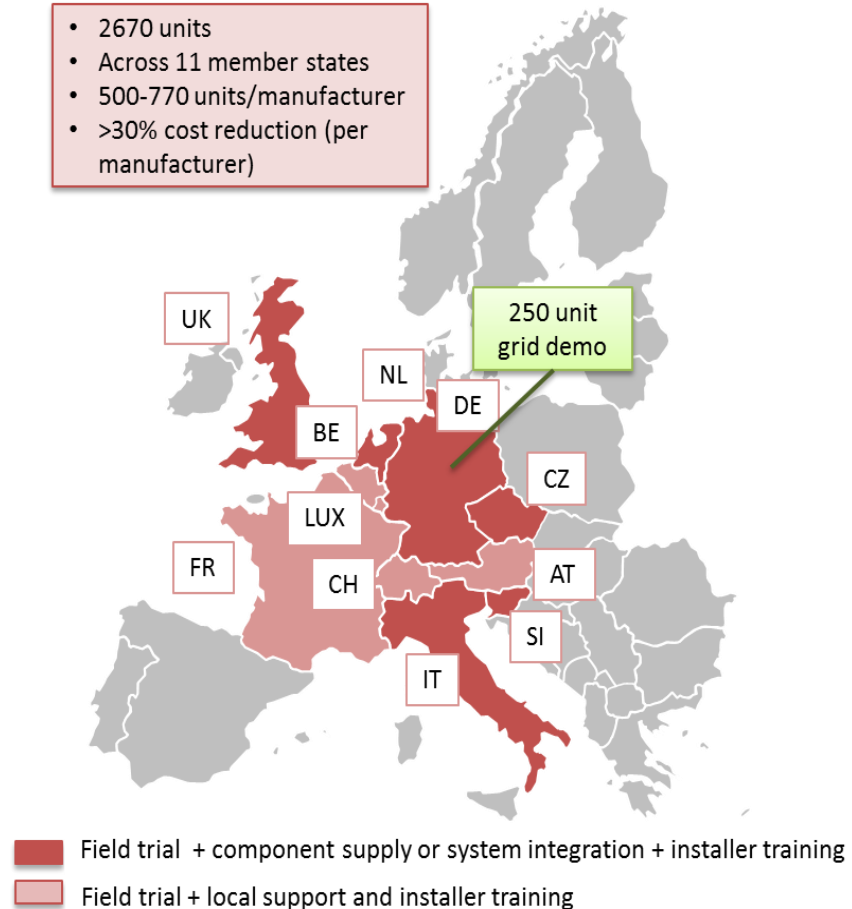
Source: Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry

PACE European project FCHJU2

- ❑ PACE is a further **European** funded project for fuel cells – successor of ene.field
- ❑ Target: Installation of min. 500 fuel cell systems per manufacturer, 2,670 fc systems
- ❑ Four manufacturers: Bosch, SolidPower (BlueGen), Vaillant und Viessmann inkl. HEXIS sowie BDR Thermea (as a partner without fc systems)
- ❑ Time frame
 - 06.2016: Start of the project
 - 12.2018: Last installation
 - 02.2021: End of the project
- ❑ Grant for the whole project: 34 Mio. €
- ❑ Deployment of 750 Viessmann fuel cell systems
 - 600 Vitovalor 300-P
 - 150 Vitovalor 300-S

PACE Demonstration project

- 2670 units
- Across 11 member states
- 500-770 units/manufacturer
- >30% cost reduction (per manufacturer)



Status?

Bränsleceller är fortfarande kraftigt subventionerade speciellt i USA och Asien. US tax credit systemet är ännu inte beslutat för 2017...

Antalet FCV bilar kommer att öka de kommer att bli allt vanligare på vägarna. Prognosen är 35000 bilar på vägarna 2020 främst i Kalifornien och Japan.

Utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas är ett nyckelproblem men den börjar komma i delar av USA, Japan och Tyskland enstaka tankstationer i övriga länder även Skandinavien.

Drivkrafter är luftkvalité, lokala emissioner och ljud
Klimatfrågan minskning av användning av fossila bränslen

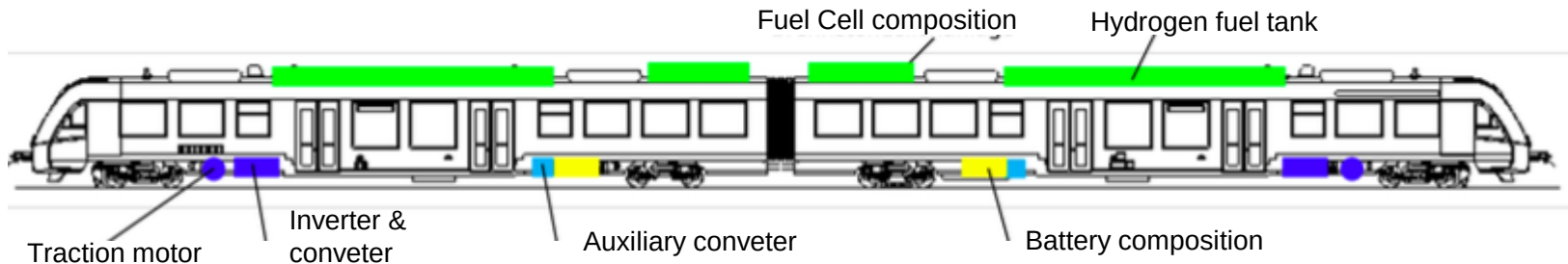
Utvecklingsfrågor som har focus är kostnader t.ex mängden platina och volymtillverkning samt livslängd mekanismer bakom degradering,

Bränsleceller för tåg ersätter dieseldrivna tåg

Another Highlight is the Alstom Fuel Cell Train

Alstom presented the first fuel cell train at the InnoTrans in Berlin at September 20th 2016

The Coradia **iLint** train is powered by the Ballard PEMFC Velocity-9SSL and fueled by H₂.



The iLint is the emission free version of the regional train Coradia and shall replace the diesel traction on non-electrified railway lines.



<http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/brochure2014/Coradia%20iLint%20-%20Product%20sheet%20-%20English.pdf?epslanguage=en-GB>

Tack för att ni lyssnade !

bengt.ridell@sweco.se

