



# LUND UNIVERSITY

Fuel Cell Seminar 2012 – konferensbevakning

Ridell, Bengt; Andersson, Martin

2013

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Ridell, B., & Andersson, M. (2013). *Fuel Cell Seminar 2012 – konferensbevakning*. Elforsk.  
[http://www.elforsk.se/Programomraden/EI--Varme/Rapporter/?download=report&rid=13\\_28\\_](http://www.elforsk.se/Programomraden/EI--Varme/Rapporter/?download=report&rid=13_28_)

*Total number of authors:*

2

## General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00



# Fuel Cell Seminar 2012

Konferensbevakning

Elforsk rapport 13:28



Bengt Ridell och Martin Andersson

Mars 2012

# **Fuel Cell Seminar 2012**

Konferensbevakning

Elforsk rapport 13.28

## Förord

För att hålla Energimyndigheten, Elforsks intressenter och övriga bränslecells-intressenter uppdaterade på vad som sker inom bränslecellsområdet, har projektet Teknikbevakning av bränslecellsområdet (Elforsk projektnummer 25097) genomförts under 2012. Målet med projektet har varit att samla in och sprida information bland Elforsks intressenter, landets forskare och näringsliv om den senaste utvecklingen inom bränslecellsområdet.

I huvudsak har utvecklingen följts med utgångspunkt från IEA Implementing Agreement on Advanced Fuel Cells med ett delprojekt för varje annex, men också genom bevakning av intressanta konferenser och aktiviteter inom området. Denna rapport är en av ett tiotal delrapporter som tas fram inom projektet. Rapportens huvudsakliga slutsatser presenteras i en syntesrapport för hela teknikbevakningsprojektet (Elforsk rapport 13:30). Samtliga rapporter finns publicerade och fritt nedladdningsbara på Elforsks webbplats för bränslecellsbevakningen på adressen [www.branslecell.se](http://www.branslecell.se). Projektet har till största delen finansierats av Energimyndigheten. Volvo och Vätgas Sverige har bidragit med egeninsatser.

Styrgruppen för projektet, som också deltagit aktivt i projektgenomförandet, har bestått av följande ledamöter: Bernt Gustafsson och Greger Ledung Energimyndigheten, Göran Lindbergh KTH, Bengt Ridell Grontmij AB, Eva Fontes och Emelie Wennstam Intertek Semko, Mohsen Assadi och Bengt Sundén LTH, Hans Pohl, Erik Wiberg Vätgas Sverige och Bertil Wahlund Elforsk AB. Elforsk framför ett stort tack till styrgruppen för värdefulla insatser.

Stockholm mars 2013

Bertil Wahlund

Programområde El- och värmeproduktion

Elforsk AB

## Sammanfattning

Detta år arrangerades Fuel Cell Seminar den 5-8 september 2012 i Mohegan Sun Casino i Connecticut. Flera av de stora amerikanska bränslecellsföretagen har sin tillverkning i närheten, till exempel Fuel Cell Energy, UTC Power, Plug Power, Proton OnSite och Delphi.

För första gången på fem år så ökade antalet deltagare på konferensen och det var nu totalt 1 055 betalande besökare. Det var ett antal deltagare från Sverige, exempelvis: Grontmij, LTH Lund, SAAB i Huskvarna, Sandvik och Impact Coatings Linköping. Sandvik hade en monter i utställningen. Nästa år kommer Fuel Cell Seminar att arrangeras i en stat som har ett stort program för bränsleceller, Ohio, Columbus, den 24-27 oktober 2013.

Konferensen hölls endast ett par dagar efter orkanen Sandys härjningar på USAs ostkust och vid flera tillfällen visades exempel på att trots omfattande strömväbrott så fungerade bränslecellerna.

Den storskaliga utvinningen av skiffergas i USA utgör helt nya förutsättningar för energimarknaden i USA. Nu finns det kända naturgasfyndigheter som kan täcka behovet i USA mer än 100 år. Detta är bra för bränslecellsindustrin, men kanske inte för utsläppen av växthusgaser och den lokala miljön.

Det var flera sessioner som var helt inriktade på infrastruktur, produktion och lagring av vätgas. Det var också en större uppslutning från transportsidan än tidigare. Flera huvudtalare nämnde att bränslecellsdrivna fordon kommer att behövas eftersom batteribilarna inte kommer att få tillräcklig räckvidd. Överenskommelsen mellan biltillverkarna att ha färdiga serietillverkade bränslecellsbilar framme 2015 bekräftades av industrin. Enligt flera huvudtalare så är vätgasinfrastrukturen enbart en ekonomisk fråga, eftersom tekniken finns färdig idag och det kommer att finnas möjligheter att ha en million bränslecellsbilar på vägarna år 2020.

Från SECA-programmet kan nämnas att LG från Korea har tagit över majoriteten av Rolls Royces bränslecellsbolag.

Leveranserna av stationära bränsleceller fördubblades från 2010 till 2011. Under 2011 skeppades 81 MWe, enligt Fuel Cell Today, och prognosen för 2012 är 180 MWe, vilket är en kraftig ökning. Under konferensen annonserades en mycket stor order till Fuel Cell Energy från Korea. Kontraktet är på 181 MUSD och omfattar 121,8 MWe MCFC som skall leveras fram till och med 2016.

Bloom Energy stora SOFC upp till multi-MW anläggningar nämndes vid flera tillfällen men de höll inga egna presentationer. På PEFC-sidan försätter succén med bränsleceller som ersättning för batterisystem, särskilt i applikationer för gaffeltruckar och telekomanläggningar. Det nämndes att mer än 4 000 gaffeltruckar med bränsleceller är beställda.

Japans imponerande program ENE-farm för småskalig kraftvärme har ökat kraftigt efter tsunamin som drabbade Fukushima, och mer än 40 000 bränsleceller är sålda varav 800 SOFC.

## Summary

This year Fuel Cell Seminar was arranged September 5-8, 2012 in the Mohegan Sun Casino in Connecticut. Several of the major U.S. fuel cell companies have their production nearby for instance Fuel Cell Energy, UTC Power, Plug Power, Proton OnSite and Delphi.

For the first time in five years the number of participants at the conference increased, there were now a total of 1,055 paying visitors. Next year, the Fuel Cell Seminar will be arranged in Columbus, Ohio, 24-27 October 2013 a state that has a large program for fuel cells. There were a number of participants from Sweden, for example: Grontmij, LTH Lund, SAAB Huskvarna, Sandvik and Impact Coatings Linköping. Sandvik had a booth in the exhibition.

The conference was held only a few days after the great storm Sandy. The ravages on the U.S. east coast and on several occasions showed examples where despite extensive power outages but all the fuel cells installations could be kept in operation.

The large-scale extraction of shale gas in the U.S. gives completely new conditions for the energy market in the USA. Now there are known natural gas deposits that can cover demand in the United States more than 100 years. This is good for the fuel cell industry, but perhaps not for greenhouse gas emissions and the local environment.

There were several sessions that were completely focused on hydrogen: infrastructure, production and storage of hydrogen. There was also a greater commitment from the transport side and the automotive industry than before. Several keynote speakers mentioned that fuel cell vehicles will be needed because the battery cars will not have enough range. There is an agreement between the car manufacturers that they will have industrial production of fuel cell vehicles in 2015. According to several keynote speakers the hydrogen infrastructure is simply an economic matter the technology is ready today and that there are opportunities to have a million fuel cell cars on the road by 2020.

From SECA program it can be mentioned that the LG from Korea has taken over the majority of Rolls Royce's fuel cell companies.

Deliveries of stationary fuel cells doubled from 2010 to 2011. In 2011, 81 MW fuel cells were shipped, according to Fuel Cell Today. The conference announced a very large order for Fuel Cell Energy from Korea. The contract is for 181 million USD and covers 121.8 MWe MCFC to be delivered until 2016.

Bloom Energy large SOFC up to multi-MW plants was mentioned on several occasions, but they held no own presentations. The success of PEFC continues for fuel cells as a replacement for battery systems specifically for forklifts and telecom facilities. It was mentioned that more than 4,000 forklifts with fuel cells are on order.

Japan's impressive program ENE-Farm small-scale CHP has increased sharply following the tsunami that hit Fukushima, more than 40,000 fuel cells are sold including 800 SOFC.

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Sammanfattande intryck och nyheter från konferensen.....	1
<b>2</b>	<b>Plenary sessions</b>	<b>3</b>
2.1	Connecticut .....	3
2.2	Proton OnSite .....	3
2.3	Naturgas som skiffergas i USA ett nytt stort genombrott.....	4
2.4	Plug Power vätgasinfrastuktur .....	5
2.5	Honda .....	5
<b>3</b>	<b>Högtemperaturbränsleceller SOFC och MCFC</b>	<b>6</b>
3.1	SECA-programmet SOFC USA .....	6
3.2	Topsoe fuel cells .....	7
3.3	HT Ceramix .....	8
3.4	Fuel Cell Energy MCFC .....	8
<b>4</b>	<b>Lågtemperaturbränsleceller PEFC och PAFC</b>	<b>10</b>
4.1	UTC Power PAFC .....	10
4.2	Ballard PEFC.....	11
4.3	Hydrogenics .....	12
4.4	Serenergy HT-PEM .....	12
<b>5</b>	<b>Transportsidan och vätgas som fordonsbränsle</b>	<b>14</b>
5.1	Vätgas .....	14
5.2	Kalifornien CaFCP.....	14
5.3	Gaffeltruckar .....	15
<b>6</b>	<b>Övrigt</b>	<b>16</b>
6.1	Bränslen .....	16
6.2	NASA.....	16
6.3	Ultra Electronics military portable power .....	16
6.4	Fuel Cells 2000 .....	17
6.5	Noriko Behling Fuel Cells - Current Technology Challenges and Future Research Needs .....	17
<b>7</b>	<b>Vanliga förkortningar och uttryck</b>	<b>19</b>

# 1 Inledning

Detta år arrangerades Fuel Cell Seminar den 5-8 september 2012 på ett nytt ställe Mohegan Sun Casino i Connecticut. Flera av de stora amerikanska bränslecellsföretagen har sin tillverkning i närheten till exempel Fuel Cell Energy, UTC Power, Plug Power. Proton OnSite och Delphi.

Det kan ha varit en orsak till att för första gången på 5 år så ökade antalet deltagare på konferensen det var nu totalt 1055 betalande besökare. Även nästa år kommer Fuel Cell Seminar att arrangeras i en stat som har ett stort program för bränsleceller. Det blir i Columbus, Ohio den 24-27 oktober 2013.

Det var ett antal deltagare från Sverige till exempel: Grontmij, LTH Lund, SAAB i Huskvarna, Sandvik och Impact Coatings Linköping. Sandvik hade en monter i utställningen. De kände att det nu fick en bättre respons än vid tidigare tillfällen mer tekniska frågor och bra kontakter.

Huvudsponsor denna gång var UTC Power dels har de sin tillverkning i närheten men också en bränslecell i huset en PAFC av samma typ som Vattenfall och Sydkraft har använt i Sverige, en ONSI PC25 som varit i drift i mer än 90000 timmar med originalstacken.

Konferensen hölls endast ett par dagar efter orkanen Sandys härjningar på USAs ostkust och vid flera tillfällen visades exempel på att trots omfattande strömvabrott så fungerade bränslecellerna.

## 1.1 Sammanfattande intryck och nyheter från konferensen

Konferensen hade större fokus på vätgas än tidigare konferenser det var flera sessioner som var helt inriktade på infrastruktur, produktion och lagring av vätgas. En orsak till detta kan vara Proton OnSite som tillverkar PEFC elektrolysörer var en av konferensens huvudsponsorer. Det var också en större upplutning från transportsidan än tidigare.

Flera huvudtalare nämnde att bränslecellsdrivna fordon kommer att behövas behövs eftersom batteribilarna inte kommer att få tillräcklig räckvidd. Överenskommelsen mellan biltillverkarna att ha färdiga serietillverkade bränslecellsbilar framme 2015 bekräftades av industrin. Toyota hade en stor utställning och flera olika tillverkare var med i Ride & Drive. Som kuriosa kan nämnas att ett universitet hade installerat bränsleceller på ett T-Ford chassi.

Naturgasen har kommit tillbaka, den storskaliga utvinningen av skiffergas i USA utgör helt nya förutsättningar för energimarknaden i USA. För bara några år sedan så planerades LNG importterminaler i USA. Nu finns det kända



naturgasfyndigheter som kan täcka behovet i USA mer än 100 år. Skiffergas utvinns idag i 32 delstater i USA. Detta är bra för bränslecellsindustrin men kanske inte för utsläppen av växthusgaser och den lokala miljön.

Enligt flera huvudtalare så är vätgasinfrastrukturen enbart en ekonomisk fråga tekniken finns färdig idag och att det finns möjligheter att ha en million bränslecellsbilar på vägarna år 2020.

USA känner pressen från Europa och Asien att de inte får komma efter i utvecklingen av kommersiell teknik inom vätgas- och bränslecellsområdet. Länder som Japan, Korea och Tyskland kan till och med vara före USA. Från SECA programmet kan nämnas att LG från Korea har tagit över majoriteten av Rolls Royces bränslecellsbolag.

Budgeten för SECA programmet har halverats från föregående år och är nu 25 MUSD. Det är kanske inte så dramatiskt eftersom en del bolag har lämnat programmet bland annat Siemens-Westinghouse och General Electric.

Den föreslagna budgeten till kongressen för vätgas och bränsleceller är för nästa år i samma storleksordning som tidigare 104 MUSD för US Hydrogen program och 25 MUSD för SECA programmet.

En del andra speciella punkter att nämna,

- Leveranserna av stationära bränsleceller fördubblades från 2010 till 2011. Under 2011 skeppades 81 MWe, enligt Fuel Cell Today. Ökningen fortsätter prognosen för 2012 är 180 MWe.
- Idag ges inte så stora löften om framtiden som tidigare men volymerna av sålda och levererade bränsleceller ökar kraftigt.
- UTC Power PAFC och MCFC från Fuel Cell Energy kan idag i USA leverera bränsleceller med kommersiella garantier och så att kunderna på grund av olika subventionssystem har en rimligt kort återbetalningstid.
- Under konferensen annonserades en mycket stor order till Fuel Cell Energy från Korea. Kontraktet är på 181 MUSD och omfattar 121,8 MWe MCFC som skall leveras fram till och med 2016.
- Bloom Energy stora SOFC upp till multi-MW anläggningar nämndes vid flera tillfällen men de höll inga egna presentationer.
- På PEFC sidan försätter succén med gaffeltruckar det nämndes att mer än 4000 gaffeltruckar med bränsleceller är beställda.
- Tax credit systemet för bränslecellsinvesteringar i USA fortsätter 3000 USD/kWe eller högst 30%. Det finns ett förslag att höja den siffran till 50% av investeringen.
- Japans imponerande program ENE-farm för småskalig kraftvärme nu mer 40000 bränsleceller sålda varav 800 SOFC
- En hel session tillägnades Borohydride fuel cells
- Proton Onsite planerar att ha en 2MWe PEM elektrolysör färdig år 2015

## 2 Plenary sessions

Det fanns flera politiker, senatorn och kongressmän från Connecticut och CEOs bland talarna i de olika plenary sessions. De var naturligtvis alla positiva till bränsleceller och den växande industrin i Connecticut. Det nämndes att de stöd för bränsleceller som finns idag kommer att finnas kvar och eventuellt utökas. Det viktigaste federala stödet för bränsleceller är tax credit systemet på 3000 USD/kWe eller högst 30 % vid köp av bränslecellssystem

Det nämndes att bränsleceller kan ha en lysande framtid. Leveranserna har ökat betydligt men alla måste fortfarande kämpa inget är självklart. Det var många teatraliska fraser som 3C, commitment, cooperation and continuity och CEO från Fuel Cell Energy sa "do or die". Alla var överens om att branschen tidigare har lovat för mycket och levererat för lite. Det var en optimistisk men försiktig ton från de flesta talarna. På transportsidan var infrastrukturen för vätgas det stora ämnet i plenum.

Stormen Sandy som drog fram över Nordöstra USA bara dagarna för Fuel Cell Seminar nämndes vid flera tillfällen 2000 hem totalförstördes och 50000 hem fick stora skador. Det betonades att de byggnader som hade bränsleceller kunde undvika strömavbrott.

### 2.1 Connecticut

Connecticut och nordöstra USA är ett centrum för bränsleceller i USA. Flera stora industrier i branschen finns här till exempel UTC Power, Fuel Cell Energy och Proton Onsite. Bränslecells- och vätgasindustrin i Connecticut omsätter 600 MUSD och det finns 12 MW installerade i Connecticut.

De lokala politikerna senatorn och en kongressledamot från Connecticut höll inspirerande framförande om bränslecellernas framtid. Speciellt tryckte de på att bränslecellsfordon kommer att bli ett bra och nödvändigt komplement till batteribilar. Det gäller att agera fort enligt Bob Walker "if you have control you are not going fast enough" citerade han Formel1 föraren Schumacher.

### 2.2 Proton OnSite

Tom Sullivan VD för Proton OnSite var konferensens ordförande. Tom är en riktig entreprenör som började med att sälja överskottstimmer i Nordamerika det företaget har nu 280 försäljningsställen och är introducerat på NYSE. 2008 köpte han Proton OnSite som tillverkar elektrolysörer. Det är inte alls lika lönsamt som han uttryckte det men han vill göra en stor insats för framtiden och tror på vätgas och solenergi som framtidens fordonsbränsle. Det kan bli 2 millioner FCV i USA inom 10 år och Proton OnSite utvecklar nu en 2 MWe PEFC elektrolysör som skall finnas färdig för marknaden 2015.

### 2.3 Naturgas som skiffergas i USA ett nytt stort genombrott



En större paneldiskussion om naturgasen i USA hölls i plenum.

För bara några år sedan var naturgasen på väg att ta slut i USA och det planerades LNG terminaler i flera hamnar för att kunna importera naturgas. Nu har den storskaliga utvinningen av skiffergas eller Shale gas påbörjats. Naturgaspriserna har sjunkit kraftigt från 13 USD/MMBTU till idag ca 3,5 USD/MMBTU. Priset är numera helt frikopplat från oljepriset. Fyndigheterna av naturgas i USA sägs täcka mer än 100 års behov i USA och kan nu öppna för export till exempelvis Japan.

Det utvinns idag skiffergas i 32 delstater i USA. De största fyndigheterna finns i nordöstra USA. Det talades inte så mycket om miljökonsekvenserna av denna utvinning. Den lokala miljön kan påverkas väsentligt med föroreningar av mark och vatten. Det betyder naturligtvis också att USA:s möjligheter att kraftigt minska utsläpp av växthusgaser försämras.

Det är förstås positivt för bränsleceller eftersom dagens huvudbränsle naturgas blir billigare och det blir också billigare att tillverka vätgas från naturgas. Bränslecellerna använder med fördel naturgas som bränsle och då för sin storlek med hög verkningsgrad.

En vanlig bedömning i USA är att elpriset kommer att öka snabbare än naturgaspriset och därmed ökar den så kallade spark-spreaden vilket är gynnsamt för den stationära bränslecellsmarknaden.

## 2.4 Plug Power vätgasinfrastruktur

Plug Power hade en presentation i plenum där de diskuterade den kommande infrastrukturen för vätgas. Det har idag levererat 2800 bränsleceller och det finns 4000 gaffeltruckar i drift eller beställda i Nordamerika. De använder betydande mängder vätgas och en infrastruktur för bränslecellsfordon skulle kunna börja med gaffeltruckar.

Ett förslag till vätgasinfrastruktur framtagna av NREL presenterades. Med en kombinerad vätgasinfrastruktur för industrin och transporter skulle ett framtida pris vid tankstället kunna hamna kring 7 USD/kg. Det fanns flera idéer att kombinera flytande och trycksatt vätgas samt olika produktionsmetoder. De mest intressanta är kanske att det tas fram konkreta planer för en vätgasinfrastruktur i samarbete mellan DOE/NREL och den privata industrin.

## 2.5 Honda

Honda presenterade sina CNG och FCV bilar. Det kan speciellt nämnas att i södra Kalifornien går det att leasa en bränslecellsbil Honda Clarity för 600 USD/månad inklusive allt underhåll och försäkringar. De goda tillgången på naturgas i USA kommer att underlätta införandet av bränslecells-bilar i USA.

Det finns nu 25 vätgasmackar i södra Kalifornien i drift eller under uppförande.

## 3 Högtemperaturbränsleceller SOFC och MCFC

I USA så styrs utvecklingen av SOFC till stor del av SECA programmet som finansieras av DOE avdelning för Fossil Energy. Det finns dock ett viktigt undantag och det är Bloom Energy som tillverkar stora SOFC de är inte finansierade via SECA programmet.

### 3.1 SECA-programmet SOFC USA

Programmet var tidigare helt inriktat på att utveckla stora bränsleceller för användning av kolgas som bränsle. Bränslecellen skulle då vara en komponent i stora rena högeffektiva kolkraftverk. Nu när utvinningen av skiffergas har ökat så har även SECA programmet anpassat sig och lagt till naturgas som ett prioriterat bränsle i programmet.

SECA har även uppdaterat och skärpt en del av de tidigare måltalen nu är de,

- 140 USD/kWe Stack (from \$175/kWe)
- 600 USD/kWe SOFC Power Block (from \$750/kWe)

Degradation rate har förändrats väsentligt till

- 0.2%/1,000 timmar för 40,000 hrs (from ~1.5%/1,000 hrs)

Budgeten för SECA programmet har halverats under 2012 till idag 25 MUSD som högst för några år sedan var budgeten 60 MUSD per år. Ett av flera skäl är att antalet industriföretag har reducerats till tre, dessa är:

**Versa Power** som ägs av Fuel Cell Energy. De utvecklar plana SOFC som monteras i torn och kan då vara flexibla i storlek. Versa Power har testat en 25 kWe stack degradation rate 0,3 % /1000 timmar efter 1500 timmar.

**LG** som nu är majoritets ägare i det tidigare Rolls Royce bränslecellsföretag. LG har övertagit lokalerna och en stor del av personalen i Ohio. De utvecklar en stack med så kallade platta tuber som trycksätts i ett större kärl. En färdig modul kommer att ha effekten 1 MWe. De har testat en stack trycksatt till 6,4 bar, 7,6 kWe med godkänd degradering.

**Delphi – UTC** som i första hand utvecklar en APU för lastbilar. Delphi utvecklar stacken och UTC sätter samman kringutrustning och systemet. De har kört en 1 kWe stack i 9000 timmar och 200 termiska cykler. En ny stack som är väsentligt förbättrad och med större krafttäthet har tagits fram.



Förutom industri teamen så finns det ett utvecklingsprogram, SECA CORE technology program, där flera universitet och forskningsinstitut i USA deltar. Ibland har även Europeiska bolag varit med till exempel Topsoe Fuel Cells. Huvudfrågorna är materialutveckling speciellt tätningar, interconnect och katodmaterial.

Mer information finns på programmets websida.

[www.netl.doe.gov](http://www.netl.doe.gov)

### 3.2 Topsoe fuel cells

TOFC, Topsoe fuel cells presenterade främst sitt PowerCore-konceptet presenterade sitt PowerCore koncept en SOFC stack som levereras med alla varma delar, en så kallad Hot-Box. Resten av systemet skall sättas samman av en systemtillverkare och kan då skräddarsys efter behov. Stacken skall i första hand använda naturgas som bränsle

Topsoe fuel cells har identifierat följande behov för en anläggning:

- 1,5 kW
- Småskalig kraftvärme eller off-grid tillämpning
- En hög elektrisk verkningsgrad
- Möjlighet för dellast
- Dynamisk drift
- Låga utsläpp

Topsoe fuel cells lösning:

- Integration av stack och varma BoP komponenter (i en hot-box)
- Liten volym (35 liter)
- Låg vikt (33 kg)
- Välisolerat system

Utanför PowerCore behövs i första hand avsvavling, värmare för uppstart och nödvändiga värmeväxlare samt en inverter om AC skall användas

Hittills uppnådda resultat

- 635-1460 W effekt, d.v.s. 40-100 % av nominell effekt
- Bränsleförbrukning i cellen på över 80 %
- Effektiv DC-verkningsgrad på 60 % för stora delar av det möjliga effektintervallet (obs ej systemverkningsgrad)

Dantherm Power kommer i det danska programmet för mikrokraftvärme att genomföra fältförsök med start vintern 2013. SK, partner i Sydkorea, som levererar utrustning för telecom planerar fälttest under 2014 med 11 enheter

### 3.3 HT Ceramix

SOFCPower, Italien och HTCeramix Schweiz utvecklar en SOFC bränslecellsstack med en kraftvärmeanläggning. De kommer att tillverka alla nyckelkomponenter själva. Tanken är att de skall utveckla samma "box" för flertalet kunder. De samarbetar med Dantherm Power, Electrolux (italienska dotterbolaget), ICI och Ariston Thermo group.

Deltar i EU projektet ENE-FIELD, i delprojektet för småskalig kraftvärme. I detta delprojekt ingår 9 tillverkare för PEMFC och SOFC. Total kommer ungefär 1000 system att installeras i flera olika länder i Europa-

50 cm<sup>3</sup> stack:

- 66 celler ger 1,25 kW
- 53 % verkningsgrad (LHV, DC)
- Stackverkningsgraden är max 69 %, inkl ångreforming

### 3.4 Fuel Cell Energy MCFC

Fuel cell Energy var mycket aktiva under konferensen de hade flera framföranden både i plenum och i de tekniska sessionerna.

En stor nyhet som presenterades under konferensen var att Fuel Cell Energy fått en mycket stor beställning från Sydkorea på 181 MUSD. Det är MCFC stackar och anläggningar totalt 121,8 MWE.

**DFC<sup>®</sup> Plants successfully scaled-up to MW size**

Location	Capacity	Fuel Type
Pohang, South Korea	2.4 MW	Biogas
South Korea	4.8 MW	Biogas
Natura, Pohang, South Korea	2.4 MW	Biogas
Wastewater Treatment Facility in S. California	1 MW	Biogas
Enbridge, Toronto, Canada	2 MW	Energy Recovery Generation
Byuck SanKang Busan, South Korea	1.2 MW	Biogas
Turlock Irrigation District, CA	1 MW	Biogas
Sheraton Hotel, San Diego, CA	1 MW	Biogas

Bilden visar exempel på en del av Fuel Cell Energys anläggningar i MW-klass, flera av dem använder biogas som bränsle.

Fuel Cell Energy presenterade en anläggning i Orange County Kalifornien där en MCFC använder biogas som bränsle och leverera förutom el också vätgas som används ved en tankstation för bränslecellsbilar.



## 4 Lågtemperaturbränsleceller PEFC och PAFC

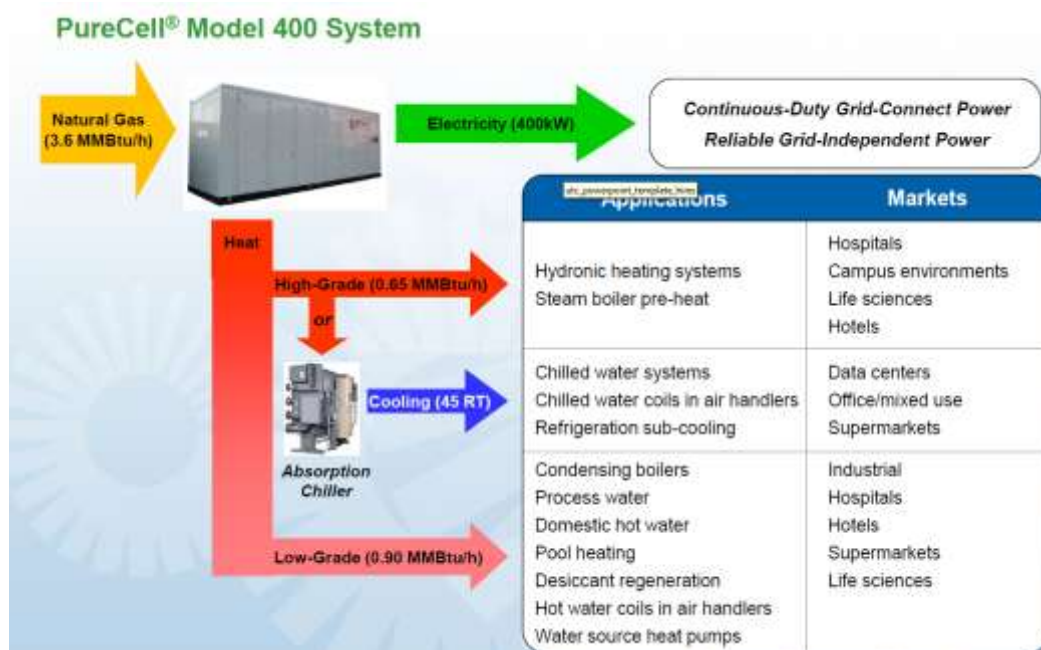
### 4.1 UTC Power PAFC

Eftersom UTC Power var en av huvudsponsorerna för konferensen de höll flera presentationer både i plenum och bland de tekniska sessionerna.

UTC har tillverkat bränsleceller sedan 1958 och de har levererat alla bränsleceller till NASAs rymdprogram bland annat Apollo programmet och till rymdfärjorna.

Deras filosofi idag är distribuerad produktion av el, värme och kyla. UTC Power har levererat eller har i order ca 340 PAFC bränsleceller installerade i 19 länder. Den bränslecellen som har varit längst i drift är just den i Mohegan Sun i samma byggnad som konferensen har varit i drift i mer än 90000 timmar med originalstack. Av den äldre modellen ONSI 200kWe har UTC levererat 260 stycken varav två användes i Sverige en av Sydkraft i Bara och en av Vattenfall i Varberg.

Numera har UTC Power en förbättrad produkt en 400 kWe anläggning kallad PureCell. De har sålt 80 st 400 kWe PureCell.



PureCell levereras typiskt till sjukhus, livsmedelslager, stormarknader, kontor mm. Det behövs i regel el, värme och också kyla. Bränslecellen arbetar vid

220°C vilket gör att det är möjligt att använda värmen för att driva absorptionskylare.

Design life är idag 80000 timmar det vill säga 10 års livslängd för stacken.

UTC Power har nyligen fått en större beställning från Sydkorea en kraftvärme anläggning på 4,8 MWe, 12 st PureCell. En lika stor beställning 4,8 MWe har gjorts till det nya Freedom Tower i New York city. Bygganden som sätts upp vid Ground Zero.

## 4.2 Ballard PEFC

Ballard har levererat PEFC stackar till 2800 back-up system i mer än 30 länder totalt ca 7800 kWe. Huvudkontoret och tillverkning är i Burnaby utanför Vancouver i Kanada. Dantherm Power är en viktig samarbetspartner och systemintegratör i Europa. Ballard tillverkar idag främst stackar avsedda för stationär användning samt bränsleceller för bussar.

Försäljningen var 2011 76 MUSD och de har 420 anställda. Ballard är numera delägare i Idatech som tillverkar APU och UPS system som använder metanol som bränsle. Idatech använder idag stackar från Ballard.



	ElectraGen™ – H2	ElectraGen™ – ME
<b>Fuel:</b>	Hydrogen	HydroPlus™ (Methanol-Water)
<b>Power:</b>	1.7kW, 2.5kW or 5kW	2.5kW or 5kW
<b>Voltage:</b>	48 VDC	24 or 48 VDC
<b>Benefits:</b>	Efficient, reliable, quiet & zero emissions	Efficient, reliable, quiet & low emissions
<b>Application:</b>	Backup power for telecom – situations requiring short duration runtime with relatively low kW hour requirements	Backup power for telecom (primary power under development) – situations involving longer duration runtime with relatively higher kW hour requirements
<b>Commercial Availability:</b>	Shipping commercially since 2008	Shipping commercially since 2010

November 30, 2012

### 4.3 Hydrogenics

Hydrogenics har huvudkontoret i Toronto, Kanada men har nu expanderat kraftigt och har tillverkning även i Belgien, Tyskland och Kalifornien.

Hydrogenics största produkter är alkaliska elektrolysörer och PEM bränsleceller.

Bränsleceller tillverkas i storlekar från 1 kWe upp till system på 250 kWe. Hydrogenics har också börjat tillverka små SOFC system 1- 5 kWe för APU enheter.



Hydrogenics fokuserar på att tillverka kompaktare enheter som är skräddarsydda för sitt användningsområde

### 4.4 Serenergy HT-PEM

Danska Serenergy är ett av del ledande företagen inom HT-PEM tekniken.. Högtemperatur PEFC arbetar i regel vis temperaturer mellan 120C upp till 160 C och är inte alls lika känsliga för föroreningar som konventionella PEFC.

Serenergy använder ofta metanol som bränsle.

De har levererat totalt 500 kWe. Deras produkter är portabla eller flyttbara bränsleceller från 1 kW upp till 5kW. Det finns både som luftkylda och vattenkylda. De används som fristående APU eller som range extender i mindre arbetsfordon.

Uppstartstiden är 20 minuter och verkningsgraden 30-36 %.

**Weight: 13kg**

**Max charging power: 350W**

**Fuel consumption: 0.45l/h**

**Fuel: 60%MeOH in Water (~12MJ/kg)**

**10L gives 22 hours of operation (7.7kWh)**



## 5 Transportsidan och vätgas som fordonsbränsle

Transportsidan fick ett större utrymme än vanligt på konferensen. Flera fordonsföretag var närvarande det arrangerades en Ride and Drive med många olika bilmodeller. Toyota var en stor aktör och finansiär av konferensen. Proton Onsite ordförande de levererar utrustning för vätgasproduktion.

### 5.1 Vätgas

Det nämndes ingenting om något annat fordonsbränsle för bränslecellsfordon än trycksatt vätgas och då för bilar i första hand 700 bar. Detta är inte ifrågasatt varken av fordonstillverkare eller bränsleföretagen. Metanol och ombordreformerer är inte alls aktuellt längre det har varit så i flera år

Vätgas fick stort utrymme på konferensen intresset för vätgas var större än vid tidigare konferenser. Vätgas har alltid funnits med på Fuel Cell Seminar men intresset har ökat markant. Aktiviteterna i USA speciellt Kalifornien har ökat väsentligt. Antalet bilmodeller från olika tillverkare har ökat och bilarnas kvalitet är idag till synes helt jämförbara med vanliga bilar. Även det ökande antalet gaffeltruckar idag närmre 4000 beställda har gjort att vätgas som bränsle blir allt vanligare att hantera.

Säkerhetsfrågorna togs upp och diskuterades öppet vid flera tillfällen utan att vätgas ansågs vara väsentligt farligare än nuvarande system. Det är dock en del speciella frågor angående läckage och brand som måste uppmärksammas. US DOE har starta en speciell websida där alla incidenter med vätgas kan rapporteras och beskrivas. Sidan uppdateras av PNNL och alla kan rapportera in incidenter. Det är inte bara vätgas som energibärare utan även incidenter med vätgas från kemisk industri mm.

[www.h2incidents.org](http://www.h2incidents.org)

### 5.2 Kalifornien CaFCP

Det finns flera skäl till att marknaden inriktar sig på att börja introducera bränslecells-bilar i Kalifornien. Det finns och har funnits stora miljöproblem speciellt med luftföroreningar i vissa delar av Kalifornien då främst i Los Angeles området. Klimatet är också gynnsamt för bränsleceller, varmt och torrt, vilket kan underlätta introduktionen. Kalifornien är också välbefolkat och extremt bilberoende. Kollektivtrafiken är dåligt utbyggd jämför med USAs östkust.

Idag finns det mer än 200 FCV och FCB i Kalifornien. De har tillsammans kört ca 4 miljoner miles.

Det finns idag 8 publika vätgasstationer i drift och 14 st nya under uppbyggnad. Det kommer att finnas minst 20 st tankstationer för vätgas

2013. Utbygganden kommer att expandera och 2016 då skall det finnas minst 68 vätgas tankstationer i Los Angeles och San Fransisco områdena.

Enligt biltillverkarna så kommer det att leverera till Kalifornien

Under 2013	2014	2015-2017
430 FCV	1400 FCV	53000 FCV

### 5.3 Gaffeltruckar

Det har nu sålts 4000 gaffeltruckar i Nordamerika som är vätgasdrivna och har PEFC bränsleceller. De största leverantörerna är Plug Power och Hydrogenics. Wal-Mart har nya lagerlokaler som är från början enbart avsedda för bränslecellsdrivna gaffel truckar. De sparar bland annat in på batterium. I regel krävs tre uppsättningar batterier per truck. En annan stor fördel är att kraten är konstant över hela skiftet.

Det presenterades en rapport från **Batelle** som beskriver hur kostnaderna för hur PEFC system för gaffeltruckar utvecklas vid högre volymer. Det är typiska storlekar för gaffeltruckar (material handling). Kostnaderna för stack komponenterna blir inte mycket billigare den största kostnadsreduktionen är i tillverkningskostnaderna. Nedanstående priser gäller för förhållanden 2012 och inkluderar en viss vinst.

Priser per kW	100 enheter	1000 enheter	10000 enheter
10 kWe system	4736 USD	3491 USD	2918 USD
25 kWe system	3079 USD	2357 USD	1959 USD

Det är i kringutrustningen som de största vinsterna primärt finns att göras till exempel

- eliminera DC/DC konverter
- ta bort uppfuktning av stacken, nya material krävs
- Vätgastanken bör göras i stål, kompositmaterialen är dyra
- 

Det pågår en del utvecklingsarbete för att nå dessa mål

För stackkostnaden är det viktigaste att minska mängden ädelmetaller.

## 6 Övrigt

### 6.1 Bränslen

En viktig fråga som diskuterades i flera tekniksessioner var att reformera olika kvaliteter av fossila bränslen. Svavelinnehållet kan vara ett stort problem. Ren diesel som i Sverige med 10-20 ppm Svavel räknas inte som något större problem men olika JP bränslen som används speciellt inom militären kan ha flera tusen ppm Svavel.

### 6.2 NASA

Stora delar av den nuvarande bränslecellsindustrin är spin-off från NASAs rymdprogram. NASA har tillsammans med främst UTC utvecklat bränsleceller sedan rymdprogrammets början på 50-talet.

Idag studerar NASA AFC, PEFC och SOFC bränsleceller för rymdprogrammet då främst för den nya rymdfärjan Orion som kan komma upp i rymden 2016. Hittills har NASA enbart använt AFC bränsleceller i rymden. De kräver ren syrgas men det är ju inget speciellt problem i rymden eftersom syre och väte måste tas med upp i rymden i alla fall.

NASA undersöker idag passiva non-flow through NFT-PEM bränsleceller

### 6.3 Ultra Electronics military portable power



En portabel SOFC elgenerator i storlekar från 50 We upp till 500 kWe som använder LPG som bränsle

Ultra electronics startades 1920 men bränslecellsverksamheten köptes in 1999 och heter numera Ultra-AMI.

Deras produkt är en portabel SOFC elgenerator i storlekar från 50 We upp till 500 kWe som använder LPG som bränsle. Det är en blandning av propan och

butan. SOFC cellerna är av typen små tuber 300 mW/cm<sup>2</sup>. Degraderingen är ganska stor 3,7% per 1000 timmar och livslängden är ca 7000 timmar.

Systemverkningsgraden ca 30 %, den är oberoende av omgivnings-temperaturen. Uppstartstiden är ca 25 minuter, arbetstemperaturen 800°C.

Enheten är konstruerad för att var tålig för omild behandling. Den skall kunna användas i helkoptrar och i terräng och den skall kunna tappas från mer än 1 m höjd mot ett hårt underlag. 250 We modellen väger ca 10 kg.

## 6.4 Fuel Cells 2000

Fuel Cells 2000 administrerar webbsidan [www.fuelcell.org](http://www.fuelcell.org) där finns en hel del nyheter och fakta om bränsleceller. De publicerar även flera rapporter bland annat *Business case for fuel cells* som går att ladda hem fritt.

[www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/BusinessCaseforFuelCells2011.pdf](http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/BusinessCaseforFuelCells2011.pdf).

Jennifer Gangi från Fuel cells 2000 presenterade en del nyheter.

En ny affärsidé för bränsleceller är att kunden inte köper själva bränslecellen utan köper elproduktionen från bränslecellen ibland kan dessa vara 10 eller 20 år, s.k. "Power Purchase Agreements".

Aktiviteterna och synligheten för bränsleceller på marknaden har ökat väsentligt det senaste året. Under 2011 noterades fler än 950 bränslecellsrelaterade patent. Produktionskostnaderna sjunker kontinuerligt och att USDOE möter sina kostnads mål.

Bränslecellsindustrin har redan genererat många jobb, och förväntningarna på fortsatt tillväxt är stora. Allteftersom bränslecellen kommersialiseras blir det viktigare med integration och samverkan med sol, vind, biogas, naturgas och batterier. Flera storföretag har börjat använda bränsleceller speciellt som UPS enheter.

I ett kommande mer förnyelsebart elnät blir det viktigare att kunna stabilisera nätet då andelen vindkraft och solenergi växer. En stor potentiell marknad väntar för reservkraft för kritiska installationer t.ex. för mobilmaster och sjukhus. Andra nya potentiella marknader är:

- Mediebranschen, där sändning från otillgängliga platser är viktigt
- Hotell och andra fastigheter med småskalig kraftvärmegenerering (CHP)
- Hamnar och flygplaster med utsläpps- och bullerkrav samt
- APUer (hotelldrift) för flygplan. Notera att både Boeing och Airbus har demonstrationsprogram för bränsleceller.

## 6.5 Noriko Behling Fuel Cells - Current Technology Challenges and Future Research Needs

Noriko Behling har nyligen publicerat en bok hos Elsevier (Fuel Cells - Current Technology Challenges and Future Research Needs) där hon diskuterar det globala läget för bränslecells forskning och kommersialisering.



Den globala investeringen i bränslecells forskning (från industri och offentliga medel) uppskattas till 22 miljarder USD mellan 1995 och 2012. Fler än 180 företag och laboratorier har varit aktiva. Det skall notera att vinsterna i bränslecellsbranschen i stort sätt fortfarande lyser med sin frånvaro. Den privata sektorns investeringar har varit störst i Japan (6.76 miljarder USD), något mindre i Europa (4.8 miljarder USD) och minst i USA (2.40 miljarder USD) under 1995-2012. Notera att i Europa matchar medlemsstaterna EU och satsar ungefär lika mycket. Det finns idag ca 74 företag som utvecklar SOFC ca 10 % av dessa har kommersialiserat sina produkter. För MCFC finns endast 1 företag kvar (kommentar det finns också företag i Tyskland och Korea som bygger på FCEs teknik). För PEMFC är ungefär 60 företag verksamma, många har kommersialiserat sina produkter. Det kan noteras att för 15 års sedan satsade 15 bilföretag på bränsleceller, idag fortgår forskning och utveckling endast hos 5 stycken.

Noriko Behling ställer sig frågan: "*After more than 170 years since its invention, Why hasn't the fuel cell become a viable product?*".

Noriko Behling har en skarp ton i sin bok mycket av hennes på ståenden bygger på att industrin av olika skäl har lovat för mycket och inte kunnat konkurrera med existerande tekniker. Det kanske är trots allt ett genombrott på gång . Det säljs idag bränsleceller under kommersiella villkor och leveranserna har ökat kraftigt.

## 7 Vanliga förkortningar och uttryck

Här följer en lista med förklaringar till en del av de förkortningar som används i rapporten.

APU	Additional Power Unit
BOP	Balance of Plant
CPOx	catalytic partial oxidation
DCFC	Direct Carbon Fuel Cell
DMFC	Direct Methanol Fuel Cell
FCCJ	Fuel Cell Commercialization Conference of Japan
FCS	Fuel Cell Seminar
FCV	Bränslecellsfordon
FCB	Bränslecellsbusar
HT-PEFC	High Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cell
ICE	Internal Combustion Engine
JP	Jetbränsle
LOX	Flytande syre
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoff-zellen-technologie, Tyskland
PAFC	Phosphoric Acid fuel Cell
PEFC	Polymer Electrolyte Fuel Cell även kallad PEM
SECA	The Solid State Energy Conversion Alliance, ett FoU program i USA för utveckling av SOFC teknik
SOFC	Solid Oxide fuel Cell
Spark-spread	skillnaden mellan naturgaspriset och elpriset
SR	Ångreforming (steam reformer)
UAV	unmanned air vehicle
UGV	unmanned ground vehicle
UPS	Uninterrupted power Supply
US/DOE	Departement of Energy, USA
USD	Amerikanska dollar
UUV	unmanned underwater vehicle
WWTP	Waste water treatment plants
YEN	Japanska yen

# **ELFORSK**

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

**Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31  
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35  
[www.elforsk.se](http://www.elforsk.se)**