

FUEL CELL SEMINAR 2015 – BEVAKNING AV BRÄNSLECELLSKONFERENS I LOS ANGELES, USA

RAPPORT 2016:271



TEKNIKBEVAKNING
BRÄNSLECELLER



Fuel Cell Seminar 2015

Bränslecellskonferens Los Angeles, CA, USA

BENGT RIDELL
HANNES FALK-WINDISCH
CECILIA WALLMARK

ISBN 978-91-7673-271-7 | © 2015 ENERGIFORSK

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

I syfte att koordinera teknikbevakning, samt sammanställa, analysera och sprida information om utvecklingen inom bränslecellsområdet till svenska intressenter, främst fordonsindustrin, finansierar Energimyndigheten ett projekt "Teknikbevakning av bränslecellsområdet". Projektet genomförs under 2014-2016 inom ramen för Svensk Hybridfordonscentrum (SHC) med Energiforsk som koordinator och projektledare.

Denna rapport, som har tagits fram inom teknikbevakningsprojektet, är en konferensbevakningsrapport av bränslecellskonferensen Fuel Cell Seminar 2015. Samtliga rapporter kommer att finnas publicerade och fritt nedladdningsbara på Energiforsks webbplats för bränslecellsbevakningen www.branslecell.se och på SHC:s webbplats www.hybridfordonscentrum.se.

Projektet har genomförts av Bengt Ridell (projektledare) Sweco, Hannes Falk-Windisch Chalmers och Cecilia Wallmark, Sweco.

Styrgruppen för projektet har bestått av följande ledamöter: Anders Hedebyörn Volvo Cars, Annika Ahlberg-Tidblad Scania, Azra Selimovic och Johan Svenningstorp AB Volvo, Bengt Ridell Grontmij/Sweco, Göran Lindbergh SHC/KTH, Elna Holmberg SHC och Bertil Wahlund Energiforsk. Energiforsk framför ett stort tack till styrgruppen för värdefulla insatser.

Stockholm april 2016

Bertil Wahlund
Energiforsk AB

Sammanfattning

Fuel Cell Seminar är en årlig konferens som arrangeras i USA av Department of Energy. Konferensen täcker hela bränslecellsområdet, både teknik- och marknadsfrågor m m för transportsidan, stationära och portabla system. Årets konferens hölls i Los Angeles den 16 – 18 november 2015. Stämningen på konferensen var konstruktiv, och de stora frågorna är nu att kommersialisera tekniken, få ner kostnader, förbättra livslängd och följa upp säkerhetsaspekter.

Sverige hade relativt sett många deltagare och Sandvik, Impact Coating, Cell Impact och AP & T från Ulricehamn var med i utställningen. Det var flera svenska presentationer i den tekniska delen bland annat från PowerCell, Sandvik, Grontmij, Impact Coating, Cell Impact och Sweco.

Idag finns tekniskt konkurrenskraftiga bränslecellsbilar som Hyundai och Toyota Mirai, tillgängliga på en del marknader. Toyota Mirai fick ett särskilt stort fokus på konferensen eftersom den presenterades i plenum och var med i Ride and Drive delen, där bilar får provköras och provåkas.

Honda meddelade att de redan under 2016 kommer att ha massproducerade bilar tillgängliga, då nya Honda Clarity introduceras i Japan. Det är förvånansvärt tyst från flera biltillverkare som tidigare har aviserat att de utvecklar FCV som Mercedes-Daimler, VW, BMW, Nissan, Audi m fl. Det finns dock en del rykten och även annonseringar om att olika samarbeten är på gång. Tunga fordon som drivs med vätgas nämndes vid flera tillfällen under konferensen. De kommer i första hand att användas inom hamnområden och för kortare landsvägstransporter.

En tendens för utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas är att många av anläggningarna använder industriell vätgas ofta tillverkad från naturgas. Detta är idag väsentligt billigare att använda industriell vätgas jämfört med förnybar tillverkad på plats.

Japan är fortfarande klart ledande för utveckling av små stationära system. Det finns idag ca 140000 bränslecellssystem installerade i Japan. De har samlat stor erfarenhet av tillverkning, optimering, installation mm. Stacktillverkarna från Japan: Panasonic, Toshiba och AISIN har ingått flera samarbeten med systemtillverkare i Europa och de är nu stora internationella aktörer.

De små portabla bränslecellerna t ex för laddning av mobiltelefoner och PC har ännu inte börjat få en större spridning trots att de finns kommersiellt tillgängliga.

SECA-, SOFC-programmet i USA skall påbörja byggandet av 400 kWe SOFC-stackar. Det kan bli ett stort steg framåt för SOFC-tekniken.

Power to gas principen diskuterades vid flera tillfällen. I södra USA är lagring av el från solceller ett växande problem eftersom produktionen från solcellerna försvinner snabbt när solen går ner och då ökar elbehovet. Lagring av el från sol och vind är då nödvändigt.

Huvudtalarna var alla överens om att bränslecellstekniken kan vara en viktig teknik för att minska utsläpp av växthusgaser. Överhuvudtaget var det ett stort fokus på klimatfrågorna betydligt mer än i tidigare konferenser. Miljön är en viktig och stor drivkraft för utveckling av bränslecellstekniken för klimatet men i många fall främst för den lokala miljön.

Summary

Fuel Cell Seminar is an annual conference organized by the US Department of Energy. The conference covers the entire area of fuel cells: technology and market issues for the transport side, stationary fuel cells and portable systems. This year's conference was held in Los Angeles on November 16 to 18, 2015.

There were a number of active participants from Sweden, four companies were included in the exhibition, Sandvik, Impact Coating, Cell Impact and AP & T from Ulricehamn. There were several Swedish presentations in the technical part including Powercell, Sandvik, Grontmij, Impact Coating, Cell Impact AB and Sweco.

The mood at the conference was constructive and not as hyped as it was some years ago. The major issues were how to commercialize the technology, bring down costs, and improve service life and safety.

There are today fuel cell vehicles commercially available in some markets. These cars have competitive comfort and performance, such as Hyundai and Toyota Mirai. Toyota Mirai had a particularly strong focus on the conference it was presented in plenary and was participating in the Ride & Drive area.

Honda announced that they will soon have mass-produced cars available. It is the new Honda Clarity that will be introduced in Japan in 2016. It is surprisingly quiet from several other automakers that have previously announced that they are developing FCV like Mercedes-Daimler, VW, BMW, Nissan, Audi et al. However, there are some rumors and also advertisements about various collaborations in the pipeline. Heavy vehicles powered by hydrogen was mentioned several times during the conference.

A tendency for developing the infrastructure for hydrogen is that many of the hydrogen fueling stations use industrial hydrogen often produced from natural gas. It is today significantly cheaper to use industrial hydrogen compared to renewable produced on site.

Japan is the clear leader for the development of small stationary fuel cell systems. They have installed about 140,000 fuel cell systems in Japan. From these systems they have accumulated great experience in manufacturing, optimization, installation, etc. Stack manufacturers from Japan, Panasonic, Toshiba and AISIN has entered into several partnerships with system manufacturers in Europe.

Small portable fuel cells, for example, for charging mobile phones and PCs have not yet reached a broad market, although they are commercially available.

In the next phase of SECA, the SOFC program in the USA will 400 kWe SOFC stacks be developed and tested. It can be a great step forward for SOFC technology.

Power to gas principle was discussed several times. In the southern United States is the storage of electricity from solar cells a growing problem since it is difficult for conventional power plants to keep up with the rapid load changes

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Sammanfattande intryck och nyheter	9
2	Plenary Sessions	12
3	Transportsidan och vätgas som fordonsbränsle	14
4	Högtemperaturbränsleceller SOFC och MCFC	15
5	Lågtemperaturbränsleceller PEFC	19
6	Övrigt	22
6.1	Power to gas	22
6.2	Japan	24
7	Vanliga förkortningar	25

1 Inledning

Fuel Cell Seminar är en årlig konferens som arrangeras i USA av Department of Energy. Konferensen täcker hela bränslecellsområdet, teknik och marknadsfrågor mm för transportsidan, stationära och portabla system. Årets konferens hölls i Los Angeles den 16 – 18 november 2015. I Kalifornien finns ett stort program för bränslecellsfordon och antalet tankställe för vätgas byggs ut i snabb takt. För den stationära delen finns det lokala subventioner för bränslecellsanläggningar både för kraftvärme och för biogas. Det gör att antalet biogasdrivna större anläggningarna är speciellt stort här.

Årets konferens hade något lägre deltagantal än vanligt ca 530 deltagare. Det fanns flera skäl till detta. Det var en olycklig krock med EUs Review Days vilket gjorde att antalet deltagare från Europa var ganska lågt.

Huvudsponsorer var denna gång Toyota och South Coast Air Quality District, andra betydande sponsorer var Abengoa från Spanien, Fuel Cell Energy och Honda. Sverige hade relativt sett många deltagare och Sandvik, Impact coating, Cell Impact och AP & T från Ulricehamn var med i utställningen. Det var flera svenska presentationer i den tekniska delen bland annat från PowerCell, Sandvik, Grontmij, Impact Coating, Cell Impact och Sweco.

De flesta presentationerna från den tekniska delen av konferensen, ca 130 stycken, finns tillgängliga. Kontakta bengt.ridell@sweco.se om ni är intresserade.

1.1 SAMMANFATTANDE INTRYCK OCH NYHETER

Konferensen gav intrycket av att marknaden äntligen har möjlighet att börja ta fart. Det finns färdiga produkter som är tekniskt konkurrenskraftiga inom de flesta områden. De tar likväl oftast ännu inte kommersiellt konkurrenskraftiga. En av huvudtalarna beklagade den tidigare något överdrivna hypen inom området med många svikna löften. Den kan dock ha skyndat på utvecklingen och hjälpt till med finansiering av forskning och utveckling.

Stämningen på konferensen var konstruktiv och mer seriös än för några år sedan. De stora frågorna är nu att kommersialisera tekniken, få ner kostnader, förbättra livslängd och följa upp säkerhetsaspekter. DOE har spelat en avgörande roll för utveckling i USA de tagit fram många verktyg och nätverk som skall hjälpa till med att få ut produkter på marknaden och säkerställa en stabil utveckling av tekniken. Det är till exempel H2USA som är ett nätverk med myndigheter, tillverkare och användare med syftet att underlätta införandet av bränslecellsfordon i USA.

Det finns alltid en osäkerhet om framtiden eftersom större delen av den offentliga budgeten i USA fastställs årligen. Det är under 2016 ett kommande presidentval i USA och då kan mycket hända.

Det finns tekniskt konkurrenskraftiga bränslecellsbilar som Hyundai och Toyota Mirai tillgängliga på en del marknader. Toyota Mirai fick ett stort fokus på konferensen den presenterades i plenum och var med i Ride and Drive delen där bilarna får provköras och provåkas. Flera andra bilfabrikanter aviserar att de inom kort kommer att lansera massproducerade bilar exempelvis kommer nya Honda Clarity att finnas i Japan under 2016 och snart även i USA. Övriga biltillverkare ex Daimler, Nissan, Ford och VW har ännu inte annonserat när de kommer att släppa bränslecellsdrivna bilar.

Huvudtalarna var alla överens om att bränslecellstekniken kan vara en viktig teknik för att minska utsläpp av växthusgaser. Överhuvudtaget var det ett stort fokus på klimatfrågorna betydligt mer än i tidigare konferenser. Miljön är en viktig och stor drivkraft för utveckling av bränslecellstekniken dels för klimatet men i många fall främst för den lokala miljön.

En tendens för utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas är att många av anläggningarna använder industriell vätgas ofta tillverkad från naturgas. En av tankstationerna som besöktes vid en technical tour hade till och med monterat ner elektrolysören. Det är ofta väsentligt billigare att använda industriell vätgas jämfört med förnybar vätgas tillverkad på plats.

Ett orosmoln för bränslecellsmarknaden i USA är att Tax Credit systemet som ger ett bidrag på 3000 USD/kWe eller 30 % av investeringen avslutas under 2016. Det är osäkert om och hur det systemet eventuellt kommer att fortsätta. Tax Credit systemet förnyades senast år 2008. Det ligger bakom en stor del av den kraftiga expansionen av bränslecellsmarknaden i USA.

Speciella highlights

- Flera av sessionerna handlade enbart om kostnader från cellutveckling till hela system. Det tyder på att nu börjar kostnaderna och effektivisering av tillverkningen prioriteras framför teknikutveckling för att tekniken skall kunna bli konkurrenskraftig.
- Det finns idag serietillverkade bilar med bränsleceller som har all komfort och prestanda som behövs för att konkurrera. Toyota Mirai och Hyundai är tillgängliga på de flesta marknader som har en utbyggd infrastruktur för vätgas. Toyota räknar med att sälja 30000 Mirai år 2020. Nya Honda Clarity kommer att presenteras under 2016.
- Det var förvånansvärt tyst från flera biltillverkare som tidigare har aviserat att de utvecklar FCV som Mercedes-Daimler, VW, BMW, Nissan, Audi m fl. Det finns dock en del rykten och även annonseringar om att olika samarbeten är på gång.
- Det sades inte mycket under konferensen om bränsleceller som range extender till elbilar. Det verkar som branschen först vill testa det som redan har tagits fram.
- Tunga vätgasdrivna fordon och arbetsmaskiner nämndes vid flera tillfällen under konferensen.
- På bussidan presenterades inga större nyheter. I Japan kommer Toyota-Hino att ta fram en ny buss inför OS i Tokyo 2020 och i USA finns planer på att ta fram en helamerikansk bränslecellsbuss.
- Japan är fortfarande det klart ledande landet för utveckling av små stationära system. Det finns idag ca 140000 bränslecellssystem installerade i byggnader i Japan. Tillverkarna har från dessa samlat stor erfarenhet från tillverkning, optimering, installation mm. Stacktillverkarna från Japan; Panasonic, Toshiba och AISIN, har ingått flera samarbeten med systemtillverkare i Europa och de är nu stora internationella aktörer.
- Kostnaden för att producera vätgas var en viktig fråga. Tyvärr så prioriteras inte alltid förnybar vätgas vid den snabba utbygganden av infrastrukturen.

- Subventionssystemen för bränsleceller i USA speciellt Tax Credit systemet som ger bidrag till en reduktion av investeringskostnaden har varit mycket lyckat för marknadsintroduktionen av olika typer av bränsleceller.
- Power to gas principen diskuterades vid flera tillfällen. I södra USA är el från solceller ett växande problem eftersom produktionen från solcellerna försvinner snabbt när solen går ner och då ökar elbehovet. Det är svårt för konventionella kraftverk att följa med i de snabba laständringarna. Lagring av el från sol och vind är då nödvändigt. Olika lagringssystem för el från solceller med hjälp av bränslecellsteknik presenterades.
- Säkerhetsfrågorna kring vätgas har fått en högre prioritet, ett globalt samarbete har påbörjats av USA.
- De små portabla bränslecellerna som används för laddning av mobiltelefoner och PC har ännu inte börjat få en större spridning trots att de finns kommersiellt tillgängliga.
- Inom SECA, SOFC-programmet i USA, påbörjas nu byggandet av minst två olika 400 kWe SOFC-stackar. Det kan bli ett stort steg framåt för SOFC-tekniken. Idag finns egentligen ingen som bygger större stackar. Bloom Energys SOFC-teknik för MW anläggningar är en samling av många små stackar.
- Klimatfrågorna fick ett stort fokus under konferensen. Flera talare från USA speciellt DOE betonade att det är viktigt att minska utsläppen av CO₂ och andra växthusgaser. Det får ses som positivt eftersom det finns många politiker i USA som vill tysta ner frågan.

2 Plenary Sessions

Toyota presenterade i plenum deras nya bränslecellsbil Toyota Mirai, den kom till USA i oktober 2015. Toyota Mirai fick stor uppmärksamhet under konferensen och den räknas nu av Toyota som massproducerad eller åtminstone serietillverkad. Bilen kommer att lanseras först i de länder som har en någorlunda utbyggd infrastruktur för vätgas. Det är i första hand Japan, USA, UK och Tyskland men senare även till Danmark och Norge. Bland tekniska data för Toyota Mirai kan nämnas att den tankas full på 3 minuter och att stackens effekttäthet är 3,1 kW/liter. Det finns 5680 patent kring Toyota Mirai. År 2020 beräknas tillverkningsvolymen vara 30000 bilar per år, idag är det ca 1000 men redan under 2016 kommer tillverkningsstakten att öka.

Toyota presenterade bränslecellsbussen Toyota-Hino som enligt planerna skall finnas i många exemplar vid OS i Tokyo 2020. Idag finns bara några enstaka exemplar i drift. Toyota tillverkar också vätgasdrivna gaffeltruckar.

Port of Long Beach i Kalifornien är en av världens största hamnar. De omsätter varor för 1 miljard USD varje dag och de har 30000 anställda i anslutning till hamnen. Port of Long Beach fick inledningsvis utrymme att beskriva sina aggressiva planer för att bli världens första noll-emissionshamn som en del av detta testar de bränslecellssystem i ett 10-tal lastbilar. De har även elektrifierat en stor del av de truckar som arbetar i hamnområdet. Partikelutsläppen från dieselfordon har minskat med 85 % under en 10-årsperiod. Det skall ha haft en stor betydelse för den lokala miljön i Los Angeles området.

Abengoa från Spanien en annan av huvudsponsorerna berättade att Spanien importerar 71 % av sitt energibehov. Det finns dock stora potentialer i Spanien både för vindkraft och solenergi som kan användas både för elproduktion och som fordonsbränsle. Det finns till exempel ett tankställe i Sevilla som tillverkar vätgas från solenergi med hjälp av solceller. Vid en annan tankstation tillverkas vätgas genom reformering av metanol.

Alan Lloyd som var med och startade **CAFCP, California Fuel Cell Partnership**, ansåg att den största drivkraften för vätgas som fordonsbränsle är att förbättra den lokala luftkvaliteten. Luftkvaliteten har en mycket stor betydelse för människors hälsa. Han medgav att den överoptimismen som fanns tidigare inte var realistisk. Det har varit betydligt svårare att få ned kostnaderna och livslängden för bränslecellstekniken och att bygga upp en infrastruktur för vätgas än vad som tidigare antogs. Idag har tekniken mognat, kostnaderna är verkligen på väg ner och hållbarhet och tillgängligheten för bränsleceller är idag i många fall på en kommersiell nivå. En mycket viktig fråga är att se till att säkerheten kring vätgashantering är tillräcklig så att allmänheten får stort förtroende för tekniken.

DOE, Departement of Energy USA ansåg att bränslecellstekniken inom flera områden har blivit konkurrenskraftig och att tillverkarna kan leverera kommersiella produkter. Den totala försäljningen år 2014 inom bränslecellsområdet var 2200 MUSD. Det har till exempel totalt sålts 13500 vätgasdrivna gaffeltruckar och backup system i USA, många utan stöd från DOE vilket visar på att den kommersiella bränslecellsmarknaden börjar fungera.

Klimatfrågorna har hög prioritet för DOE. Det betonade att det är viktigt att minska utsläppen av växthusgaser inom transportområdet. Det finns detaljerad information om USAs vätgasprogram på www.hydrogen.energy.gov

H2USA är ett nytt nätverk, ett public private partnership, med syftet att införa en kommersiell marknad för bränslecellsfordon och en infrastruktur för vätgas i USA. Idag består H2USA av 43 olika företag och organisationer från bilindustrin, energiindustrin, forskningsinstitut m fl, för mer information se www.h2usa.org

DOE har tagit ett seriöst grepp om säkerhetsfrågorna kring vätgashantering. De har satt ihop utbildningsmaterial för olika yrkeskategorier som kan komma i kontakt med vätgas och även informationsmaterial till allmänheten se h2tools.org

Round Table : Moving the industry – connecting people with the products

Toyota, Honda, GE och Microsoft sitter gemensamt på scenen sista dagen. De har alla nya bränslecellsbaseade produkter som de diskuterar hur dessa bäst skall introduceras på marknaden. Det är två nya toppmoderna bränslecellsbilar Toyota Mirai och nya Honda Clarity samt GEs stationära SOFC bränslecellssystem och Microsofts system för direkt DC-försörjning i datalagringsrack. De förklarar alla vikten av olika samarbeten för att främja ny utveckling av bränsleceller och för att ta fram nya tillämpningar av tekniken. Toyota bekostar själva delar av infrastrukturutbyggnad i Kalifornien för att möjliggöra introduktion av bilarna. Toyota berättar att de nu arbetar utbildning av allmänheten i teknik och säkerhetsfrågor. De övriga instämmer i behovet av informationsspridning och utbildning.

Honda presenterade kort den nya bilen som kommer att lanseras i Japan under 2016. Bränslecellsstacken är nu betydligt mer utvecklad jämfört med den förra modellen av Honda Clarity. Den nya stacken har 60 % högre krafttäthet. Den är i den nya modellen placerad under motorhuven. Efter Japan kommer Honda Clarity att introduceras i Kalifornien.

GE presenterade deras återupptagna utveckling av stationära SOFC. GE har arbetat med bränsleceller i 50 år och nu har de tagit fram en förkommersiell SOFC anläggning. Microsoft har utvecklat en datarack för användning i större data center. Racken har en inbyggd bränslecell för kraftförsörjningen.

Deltagarna var överens om att det är nödvändigt att utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas och utbildning i säkerhetsfrågor får statligt stöd. Just nu är det en snabb utbyggnad av tankstationer i Los Angeles och San Francisco områdena. Det är inte möjligt att få avkastning av privata medel för vätgasanläggningar förrän volymen av fordon har nått en viss nivå.

3 Transportsidan och vätgas som fordonsbränsle

Transportsidan fick ett stort utrymme under konferensen, Toyota Mirai var ett starkt dragplåster den fanns med centralt i utställningen under Ride and Drive avsnittet och Toyota Mirai presenterades också vid invigningstalen och visades på film mm.

Det är ingen tvekan om att de bränslecellsbilarna som finns tillgängliga idag Hyundai och Toyota Mirai har den prestanda och komfort som krävs för att kunna konkurrera med konventionella bilar. Den stora skillnaden speciellt för ägarna är bränslet 700 bar trycksatt vätgas. För bilar är 700 bar den vanliga standarden. Ökningen från 350 bar till 700 bar kräver en hel del av tankanläggningen och komplicerar även själva tankningen men det är förmodligen nödvändigt att ha det höga trycket för att bilarna skall kunna uppnå de önskade körsträckorna.

Planering och utbyggnad av infrastrukturen för HRS, vätgastankstationer och vätgasproduktion fick ett stort fokus under konferensen.

Peter Devlin från DOE citerar president Obamas State of the Union tal från 2014 med hänvisning till satsningen på bränsleceller.

"When our children's children look us in the eye and ask if we did all we could to leave them a safer, more stable world, with new sources of energy, I want us to be able to say yes, we did." Pres. Obama 2014 .

USA har på allvar börjat sätta upp mål och aktivt arbeta med klimatfrågorna och en reduktion av växthusgaser. Ännu så länge finns det bara 215 FCV och 3 HRS, vätgas tankstationer, i drift i Kalifornien. Prognoserna är att denna marknad skall expandera kraftigt redan de kommande åren. Marknaden för vätgasdrivna stationära bränsleceller och gaffeltruckar har börjat att ta fart med idag 9000 gaffeltruckar och ca 5000 backup system med bränsleceller.

Det är inte bara klimatfrågorna utan också förbättring av luftkvalité i den lokala miljön som har stor betydelse. Den lokala miljön är förmodligen den största drivkraften i USA och även i många andra länder till exempel Kina. Flera projekt pågår i hamnområden och på flygplatser där även tunga fordon i enstaka fall har börjat använda bränsleceller med vätgas som drivmedel, flera exempel presenterades. H2USA är ett nystartat public-private partnership med syfte att främja lanseringen av bränslecellsfordon och utbyggnaden av infrastruktur för vätgas i USA. Det finns drygt 40 medlemmar från bilindustrin, forskningsinstitut, energibolag och publika organisationer, se H2USA.org.

De av DOE uppsatta kostnadsmålen för bränsleceller och vätgas inom transportområdet ser ut att kunna uppfyllas med dagens teknik vid kommersiella volymer. Det svåraste målet blir förmodligen kostnaderna för lagringstankar och lagringssystem i fordon för 700 bar vätgas.

En undersökning för tunga fordon gjord av California Fuel Cell Partnership visade att kan en körsträcka på ca 200 km om dagen kan öppna upp för en stor marknad.

4 Högtemperaturbränsleceller SOFC och MCFC

SOFC-tekniken hade denna gång ovanligt stort fokus på reversibla SOFC och på SOEC det vill säga att det går att använda SOFC-tekniken som elektrolysör för att generera elektricitet men också att använda värmen för att effektivt producera vätgas. Flera företag annonserade att de har börjat att utveckla sådana system.

SolidPower från Italien tidigare SOFC Power och Ceres Power UK har tagit fram CHP system för byggnader. De säljer idag hela system med en elektrisk verkningsgrad kring 50-60% när naturgas används som bränsle.

Bloom Energy i USA var inte själva var närvarande på konferensen men deras system i multi-MW klass presenterades i olika sammanhang.

En annan stor leverantör av SOFC-anläggningar är **AISIN** i Japan. De har tillsammans med JX-Eneos levererat mer än 10000 SOFC-system till ENE-Farm programmet i Japan där totalt ca 140000 system bränslecellssystem har installerats som kraftvärmesystem i byggnader. Alla SOFC-stackarna för dessa system kommer från Kyocera.

Det österrikiska företaget **AVL** hade en monter på utställningen. De jobbar för tillfället med att utveckla SOFC APU system som ska kunna sättas in i lastbilar och på så vis ersätta den tomgångskörning som idag görs med dieselmotorn.

Cell Impact från Sverige är specialiserade på att forma stål och att stansa bipolära plattor. De hade både en monter i utställningen och höll ett föredrag i den tekniska delen. Under föredraget presenterade de planer på att bygga en tillverkningsanläggning för bipolära plattor tillsammans med företaget **AP&T** från Ulricehamn. Anläggningen kommer att ha kapacitet att kunna producera 10 miljoner bipolära plattor per år.

NEXCERIS från Ohio i USA utvecklar SOFC-bränsleceller, små portabla APU enheter för olika specialområden i först hand militära. NEXCERIS presenterade ett nytt utvecklingsprojekt där SOFC APU-system skall användas för rymdfärder till planeten Mars. Det tänkta bränslet är metan. För tillfället har detta system en elektrisk verkningsgrad på 51,1% med ScSZ som elektrolyt men det uppsatta kravet från NASA är att komma upp till en verkningsgrad på 70 %.

Företaget **Saint-Gobain** är känt för sin något speciella SOFC-stack som helt är producerad av keramiska material och sinträd ihop i ett steg. De hade både en monter och en presentation. Resultaten som visades under presentationen var bra men stacken var liten den hade endast en effekt på 150 We. De räknar med att kunna skala upp stacken och systemet till minst 20 kW.

Boeing presenterade sitt arbete med att utveckla ett reversibelt SOFC-system, ett 50 kW system där saltvatten skall kunna användas vid elektrolysen. Det tyska företaget **Sunfire** producerar SOFC-stackarna. El från vindkraft och solceller används för att producera vätgasen. SOEC kan ta emot varierande laster bättre än alkaliska elektrolysörer. Verkningsgraden uppgavs till 49 % (LHV) vilket borde kunna höjas väsentligt för ett SOEC-system.

U.S. DOE Office of Fossil Energy SOFC program även kallat SECA presenterades. SOFC-programmet fortsätter med en något ökad budget nu 30 MUSD för 2015. Nästa större projekt blir att demonstrera 400 kW system. Det är Versa Power och/eller LG, före detta Rolls Royce som kommer att bygga 400 kWe systemen som TRL 7. General Electric är tillbaka i programmet men det sas inte direkt på vilken nivå de skall vara med.

Målet för SOFC-programmet är fortfarande att bygga anläggningar i multi-MW storlek som komponenter i stora kraftverk där bränslet kommer från förgasning av kol. Programmet finansieras av avdelningen för fossil energi inom DOE. Det presenterades fina testresultat från en 30 kWe stack där naturgas användes som bränsle. De amerikanska företag och institutioner som är med att utveckla systemen är Fuel Cell Energy, LG Fuel Cell Systems, GE, Redox Power Systems och NETL. NEXTECH och PNNL är med i programmet för att utveckla bipolära plattor inom projektet. Teknikdelen av programmet har 45 olika projekt bland annat för cellutveckling och utveckling av interconnect och tätningar.

PNNL Pacific Northwest National Laboratory presenterade en nyligen publicerad studie som visade att högre fukthalt i luften leder till ökad degradering av stackens prestanda. Det beror främst på den ökande förångningen utav flyktiga kromföreningar från de bipolära plattorna. Det är ett känt problem att krom kan förgifta katoden. Studien gjordes med både LSM och LSCF katoder och i båda fallen gav högre fukthalt en ökad degraderingshastighet.

FCE Versa Power presenterade resultat från ett 50 kWe SOFC-system som hade en verkningsgrad på 68 %. Nästa generation av SOFC-systemet som utvecklas inom DOE SOFC-program skall först bli ett 200 kW system bestående av två 100 kW torn därefter skall ett 400 kWe system byggas. Versa Power använder anod supported cells. I en separat presentation visade de att de också utvecklar SOEC-elektrolysörer för att producera vätgas.

MHPS Mitsubishi Hitachi Power Systems utvecklar ett 250 kW hybridssystem som består utav en SOFC-stack med tubformade celler och en mikroturbin. Andelen el producerad via SOFC är något under hälften resten kommer från mikroturbinen. I systemet kommer även vätgas att kunna produceras av sådan kvalitet att det är lämpligt som fordonsbränsle.

Ceres Power är ett brittiskt företag som utvecklar mikroCHP avsedda för hushåll där naturgas finns tillgängligt. Deras SOFC-system arbetar vid relativt låga temperaturer för SOFC ca 600 °C vilket gör att de kan använda relativt billiga material i både stack (de bipolära plattorna) och i kringutrustningen. Ceres Power använder en så kallad metal supported cell. Eftersom de inte använder glastätningar utan hela stackstrukturen är tillverkad i metall så har deras system inga större problem att genomgå termiska cykler.

Ceres Power samarbetar framförallt med British Gas men det finns även ett stort intresse både från Japan och Korea. Deras nuvarande systemet har ca 50 % elektrisk verkningsgrad, målet ligger kring 55 %. De kommer även att fokusera på något större system lämpliga för datacentraler och varuhus. Ceres Power nämnde även att vid en hög tillverkningsvolym räknar de med att få ner priset för ett 1 kW system till

500 USD/kW. Uppstartstiden är ganska kort för ett SOFC-system ca 30 minuter. Ceres Powers är ett av de få företag som säljer SOFC-system med kommersiella villkor.

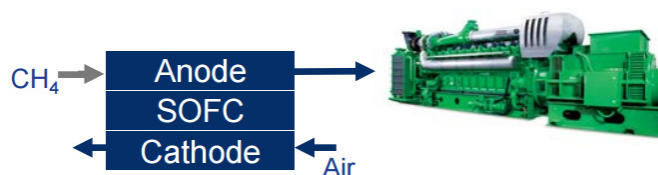
Det tyska forskningsinstitutet **Fraunhofer IKTS** presenterade resultat från tester av deras egna system kallat Eneramic. Detta system har effekten 100 We och väger 30 kg som bränsle kan t.ex. gasol användas. De har också ett samarbete med det indiska företaget h2e Power Systems. De testar ett system på 1 kW i Indien som skall fungera som backup källa vid strömbrott och det skall även kunna användas som microCHP i kontorsbyggnader i Indien. De första fälttesterna skall vara avslutade i mars 2016.

SolidPower vilket är det nya namnet på SOFC Power efter att de tidigare under 2015 tog över den tyska delen utav CFCL, Ceramic Fuel Cells. Solid Power säljer SOFC CHP system kommersiellt och de erbjuder 10 års service för dessa system. För tillfället har Solid Power två olika produkter 1,5 kWe BlueGen (utvecklat av CFCL) samt 2,5 kWe EnGen (EnGen har utvecklats av SOFC Power). Tanken är att i framtiden använda det bästa från de båda systemen och kombinera till ett nytt system. SolidPower har redan nu planer på att expandera till både den asiatiska och den nordamerikanska marknaden. De har installerat ca 300 system bland annat inom Ene.field projektet i Europa. SolidPower är det företag som har uppvisat den högsta elektriska verkningsgraden som är verifierad i fält 60 % net AC för ett SOFC-system, det är BlueGen systemet. Dessutom kan de garantera 60 000 h livslängd för Engen som har 50 % verkningsgrad.

SolidPower utvecklar också större SOFC-system från 10 kW upp till MW storlek. För de mindre CHP systemen uppskattade de att kostnaderna kan minskas till under 2000 €/kW för hela systemet varav stacken då står för 500 €/kW. Det förutsätter kommersiella tillverkningsvolymerna.

GE – Fuel Cells

SOFC/Recip Hybrid System...



GE, General Electric har arbetat med bränsleceller i mer än 50 år. De utvecklar SOFC med plana anod supported cells. Under hösten 2014 testade GE en 50 kWe SOFC i Hudson Valley College upstate New York. De arbetar tillsammans med Jenbacher som tillverkar kolvmotorer för att koppla samman en SOFC i samma process som en motor och på så sätt få en hög verkningsgrad, målet är 65 % elverkningsgrad. GE och Jenbacher visade planer på att bygga denna typ av hybridanläggningar i MW storlek.

Det österrikiska företaget **AVL** hade en monter på utställningen. De jobbar för tillfället med att utveckla SOFC APU system som skall kunna sättas in som hjälpkraft i lastbilar och då ersätta tomgångskörning med dieselmotorn.

Cell Impact är ett svenskt företag som är specialiserade på att forma stål och att stansa bipolära plattor. De hade både en monter i utställningen och höll ett föredrag.

Cell Impact planerar att bygga en tillverkningsanläggning tillsammans med företaget AP&T i Ulricehamn. Där skall de kunna producera 10 miljoner bipolära plattor per år.

Sandvik hade en monter på utställningen där AB Sandvik Materials Technology visade upp sina belagda stål som används både för PEFC- och för SOFC-bränsleceller. En bipolär platta med belagt stål från Sandvik skulle kosta ca en euro. Kostnaden för en belagd SOFC eller PEM bipolär platta med material från Sandvik är ungefär lika stor.

Det kan nämnas att andra stora stålproducenter som säljer metalliska bipolära plattor såsom ThyssenKrupp VDM (Tyskland), Hitachi Metals (Japan), ATI Allegheny Ludlum från USA och Plansee, Österrike, var inte aktiva på konferensen. Det franska stålbolaget Aperam Alloys var förvisso närvarande men de hade varken monter, poster eller föredrag.

FCE, Fuel Cell Energy hade flera presentationer som berörde MCFC och de var även med i utställningen. Fuel Cell Energy expanderar kraftigt i Korea genom POSCO Power som nu tillverkar kompletta MCFC-anläggningar på licens från FCE.

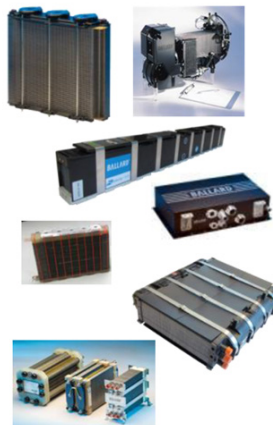
FCE presenterade sin vidareutveckling av MCFC-multigenerationstekniken där vätgas som fordonsbränsle kan produceras tillsammans med el och värme. Det finns flera sådana anläggningar i drift två av dessa presenterades en i Orange County Kalifornien och en i Vancouver Kanada båda dessa anläggningar har anslutit en tankstation för vätgas. Principen är att plocka ut överskottsvätgas efter reformeringen. Den vätgasen används annars för att värma ingående gaser. En speciell modul för att rena vätgas har utvecklats av FCE den kallas EHS.

FCE utvecklar tillsammans med UC Irvine en förbättrad process där vätgasen inte skall behöva renas. Där plockas även CO₂ ut ur den reformerade gasen.

5 Lågtemperaturbränsleceller PEFC

En fråga som hade stor prioritet under konferensen var att minska mängden platina eller byta ut platina mot andra material. Det var en genomgående fråga i flera presentationer och sessioner som presenterade forskningen inom PEFC-området.

Argonne NL presenterade sin forskning inom området. De arbetar med olika järnföreningar typ Fe-N-C. En framgångsrik katalysator benämndes PANI-Fe_x-Co_x. Bland de problem som måste lösas är järnläckage och degradering.



Ballard tillverkar stackar och system i storlekar från några Watt upp till MW-klass. De kan använda vätgas eller olika reformat som bränsle. Stackarna kan utformas så att de passar in för respektive användningsområde.

Ballard presenterade sitt program som är till stor del inriktat på utveckling och tillverkning av stackar och system. De kan leverera stackar från 500 We upp till 100 kWe samt en del kompletta system för reservkraft. Ballards affärsidé är främst att utveckla och tillverka stackar och sedan tillsammans med andra företag utveckla system. Det mest frekventa användningsområdet i dag är reservkraft för telekomsystem där Ballard har levererat tusentals stackar avsedda antingen för vätgas eller för metanol som bränsle. Ett annat mycket stort och växande område speciellt i Nordamerika är vätgasdrivna gaffeltruckar. Ballard levererar stackar till PlugPower som tillverkar systemen. Det finns uppemot 9000 gaffeltruckar eller liknande system i drift i Nordamerika. Även om det finns många fördelar av att använda bränsleceller i stället för batterier så är subventionerna enligt Tax Credit systemet i USA en stor anledning till att produkten är så framgångsrik.

Inom transportområdet så har Ballard levererat stackar och system till mer än 50 bränslecellsdrivna bussar och bränsleceller till mer än 300 bilar till åtta olika biltillverkare, se nedan.



Åtta olika biltillverkare som använder bränsleceller från Ballard i sina prototypfordon.

Hyster-Yale/Nuvera, Hyster-Yale är en av världens största leverantörer av gaffeltruckar. Den Nordamerikanska marknaden för gaffeltruckar har en volym av 140000 gaffeltruckar per år. Hyster-Yale räknar med att 25-50 % av dessa skulle kunna vara bränslecellsdrivna. De har köpt Nuvera Fuel Cells för att utveckla egna system för bränslecellssystem avsedda för gaffeltruckar.

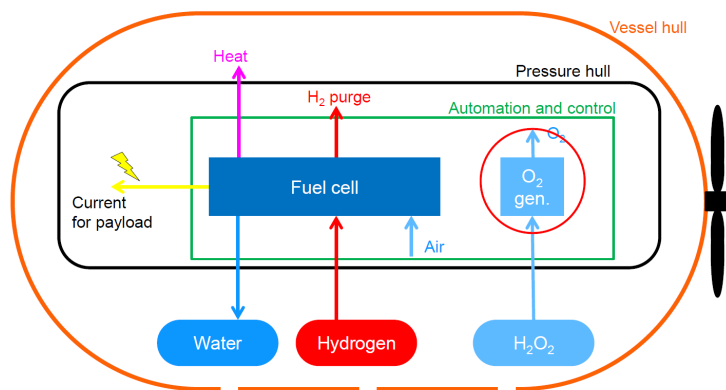
Hyster-Yale presenterade en rapport från DOE där bränslecellstruckar hade flera fördelar jämfört med batteritruckar. Det var främst kortare tankningstider och ingen batterihantering. Batterierna är dyra och tunga att hantera, en ganska arbetsintensiv process, se

www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f9/early_markets_mhe_fact_sheet.pdf

Enligt Hyster-Yale så kommer de att år 2018 ha utvecklat kompletta system med bränsleceller avsedda för tyngre truckar och lastbilar i 50 ton klass. De kommer till att börja med att användas i hamnområden där de lokala emissionerna är känsliga. Hyster-Yale räknar då med att använda vätgas och 200 kWe PEFC-bränsleceller.

Olika system för luftoberoende bränslecellssystem för **undervattensfarkoster** presenterades av norska FFI, Försvarets forskningsinstitut och Teledyne.

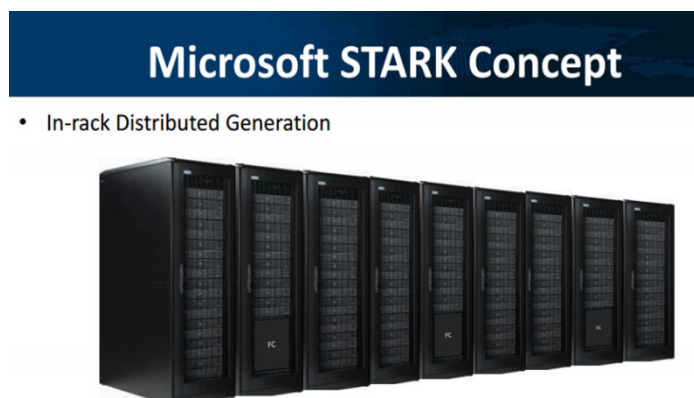
Fuel cell system description



HUGIN luftoberoende undervattensfarkost utvecklad av FFI, Norge

Bilden ovan visar det norska **HUGIN-systemet** där syrgasen produceras ombord från väteperoxid H_2O_2 . Bränslecellen kommer från Ballard och hela systemet är innanför tryckkärlet. Ett HUGIN system på 150 kWh har testats i 24 timmar vilket är väsentligt längre än motsvarande batterisystem.

Teledyne presenterade ett liknande system i samarbete med NASA men där används trycksatt syrgas för katodsidan. Det är en ejektordriven farkost. De första testerna kommer att göras under våren 2016.

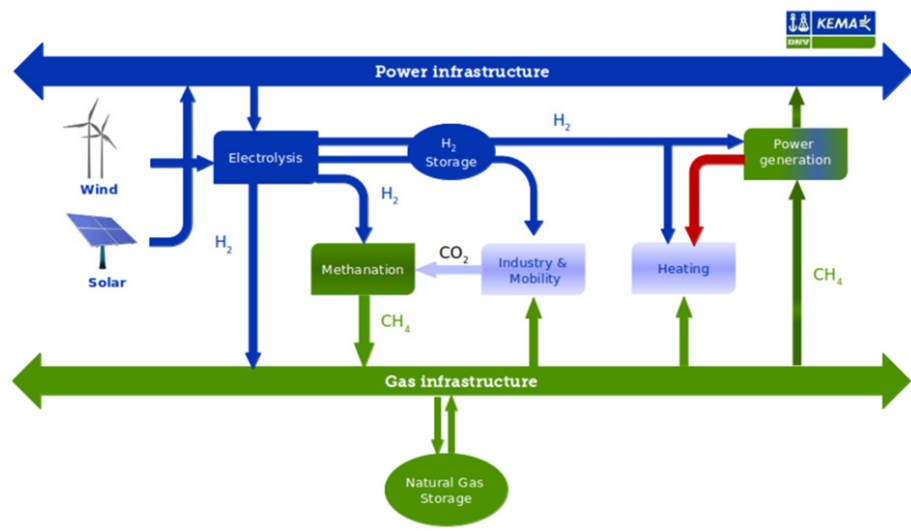


Microsoft har utvecklat ett bränslecellssystem för elförsörjningen till data-racks. Det är PEFC-bränsleceller som drivs med naturgas. Datasystemen använder likström som kan produceras direkt från bränslecellen. PEFC-bränslecellerna har 10 kWe effekt. Försöken har visat på bra resultat speciellt lastföljning. Flera olika system som finns idag kan elimineras om bränsleceller används till exempel AC-DC omvandlare och transformatorer mm.

Microsoft har också testat ett 2,5 kWe SOFC-system som kraftkälla för data-racks. Det systemet fungerade tillfredställande efter en del modifieringar främst för att klara av transienter och lastföljning.

6 Övrigt

6.1 POWER TO GAS

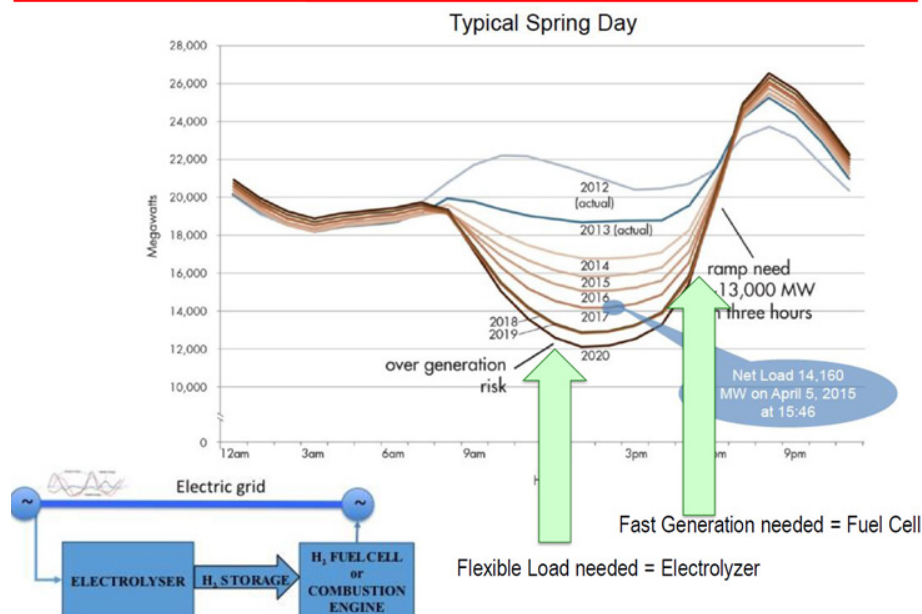


Det populära intresset kring Power to Gas uppmärksammades i flera presentationer. Huvudprincipen är att lagra el som vätgas eller metan för att senare använda gasen för elproduktion eller som fordonsbränsle. Enligt bilden ovan finns det många olika kombinationer som kan användas beroende på energipriser och vilka system och användare som finns anslutna till el-gas nätet.

Systemet kräver i regel låga elpriser som kan uppstå till exempel när det finns överskott på vindkraft och el från solceller. Det finns olika principer antingen produceras vätgas i en elektrolysör där gasen senare används som fordonsbränsle eller som industriell vätgas. Eftersom det idag finns ett ytterst begränsat behov av vätgas som fordonsbränsle så därför är det vanligt att tillsätta CO_2 gärna från en biogasprocess och genom till exempel katalytisk metanisering producera metan.

Det är väldigt svårt att i dagsläget få en långsiktigt positiv ekonomi för denna typ av system vilket uppmärksammades i några presentationer.

The California “duck curve”



I solrika områden som Kalifornien där det finns en kraftigt ökad produktion av el från solen samtidigt som elnätet inte är speciellt stabilt så uppstår en del tekniska problem där Power to Gas-principen skulle kunna hjälpa till. Enligt kurvan ovan som börjar gälla redan idag under solrika dagar så är det speciellt svårt när solen går ner och elbehovet är stort. Det kan då vara svårt att rampa upp den konventionella kraften för att möta den ökande efterfrågan på el samtidigt som solenergi går ner till noll. Det var till och med en föredragshållare från UC Irvine som befarade att den massiva utbyggnaden av solenergi kan vara skadligt för miljön eftersom de konventionella kraftverken måste gå på dellastpunkter med lägre verkningsgrad där de kan ha fler skadliga emissioner än när de arbetar på optimala lastpunkter med högre verkningsgrad.

En speciell svårighet är att investeringarna i Power to Gas-systemen måste kunna bli lönsamma och då bör de vara drift långa tider under året. Det kan kanske vara enklare för solenergin än för vindkraften eftersom "California duck curve" problemen uppstår nästan dagligen. En större marknadsintroduktion av bränslecellsbilar och därmed ett behov av vätgas kan också vara en del av lösningen.

Det är uppenbart att den stora utbyggnaden av intermittent elproduktion från vind och sol kommer att kräva nya lösningar speciellt för lagring av energi. Elektrolysörer baserade på bränslecellsteknik som PEMEC och SOEC har väsentligt bättre förmåga att följa de snabba variationer av den ingående lasten än vad konventionella alkaliska elektrolysörer har. Bränslecellerna kan även användas när vätgasen eller metan skall producera el igen.

Att gå från el till metan innebär förluster. Från andra rapporter kan nämnas att verkningsgraden kan vara mellan 50 % upp till 65 % beroende på teknikval och storlekar. Att sedan gå till el igen kan göras med max 60 % verkningsgrad i ett gaskombikraftverk. Det betyder en round-trip verkningsgrad på ca 30% – 40%, där den lägre siffran är state of the art för större anläggningar. Att inte gå via metan utan direkt

från vätgas via bränsleceller till el igen ger något högre verkningsgrad men då krävs investeringar i system för vätgaslagring och bränsleceller.

6.2 JAPAN

Japan fick stor uppmärksamhet under konferensen. Japan är det landet som har satsat mest på en långsiktig industriell utveckling och kommersialisering inom bränslecellsområdet både den japanska staten med NEDO och de större japanska företagen.

Efter kärnkraftsolyckan i Fukushima så förändrades Japans förutsättningar inom energiområdet. Importen av LNG och olja ökade markant eftersom kärnkraften stängdes ner. Samtidigt har det gjorts ökade satsningar på förnybar energi och den statliga budgeten för bränsleceller och vätgas fördubblades och den är idag på motsvarande 400 MUSD per år. NEDOs budget för 2015 för Ene-Farm programmet som stödjer stationära bränsleceller är 170 MUSD.

Det finns mångdubbelt fler stationära bränsleceller installerade i Japan än någon annanstans i världen ca 140000 i september 2015. Bilföretagen Toyota och Honda är tillsammans med Hyundai från Korea de ledande tillverkarna idag av bränslecellsdrivna bilar. De har påbörjat en form av industriell produktion av kommersiellt konkurrenskraftiga bilar.

Idag finns 28 HRS vätgastankstationer i Japan. Det finns beslut på att bygga upp till 100 HRS under 2016 de flesta i Tokyo och Osaka områdena.

Vid Fukuoka universitet i södra Japan finns ett stort forskningscenter för bränslecellsteknik och ett testcenter för vätgasteknik som båda internationellt räknas som Center of Excellence.

Den stora aktiviteten inom bränslecellsområdet i Japan är långsiktig och har lett till att utveckling och produktion av stackar har avancerat till en industriell tillverkning och en kraftigt förbättrad prestanda för tekniken. Industrin har även samlat en stor erfarenhet från installation och underhåll av de stationära systemen.

Den japanska industrin ger sig nu ut på exportmarknaden. För bilindustrin är det Toyota Mirai och senare under 2016 nya Honda Clarity. På det stationära området har Japan startat samarbeten med europeiska företag för att kunna nå marknaden i Europa. Det gäller främst Ene.field projektet där 1000 bränsleceller skall placeras ut i 12 länder. De samarbeten som redovisades var

- AISIN Seiki, Japan – Bosch, Tyskland SOFC
- Panasonic, Japan – Viesmann, Tyskland PEFC
- Toshiba, Japan – Baxi, Tyskland PEFC

7 Vanliga förkortningar

APU	Additional Power Unit
BOP	Balance of Plant
CAFCP	California Fuel Cell Partnership
CFCL	Ceramic Fuel Cells, Austerlän
DOE	USA Department of Energy
FCE	Fuel Cell Energy inc, USA
FCS	Fuel Cell Seminar
FCV	Bränslecellsfordon
FFI	Försvarets Forskningsinstitut, Norge
GE	General Electric
GHG	Växthusgaser
HRS	Hydrogen Refuelling Station, vätgastankstation
kWe	kilowatt elektricitet
LHV	Lower Heating Value
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell
MUSD	Millioner US Dollar
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan
MW	Megawatt
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization, Japan motsvarar Energimyndigheten
OS	Olympiska spelen
PEFC	Polymer Electrolyte Fuel Cell även kallad PEM eller PEMFC
ScSZ	Scandia Stabilized Zirconia
SECA	The Solid State Energy Conversion Alliance, ett FoU program i USA för utveckling av SOFC-teknik
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
SOEC	Solid Oxide Electrolyser
TRL	Technology readiness level, en beskrivning av teknikens mognad
USD	Amerikanska dollar

FUEL CELL SEMINAR 2015

Fuel Cell Seminar är en årlig konferens arrangerad av Department of Energy i USA, som täcker hela bränslecellsområdet: teknik- och marknadsfrågor för transportsidan, stationära och portabla system. I år hölls den i Los Angeles den 16-18 november 2015.

Sverige hade ett flertal deltagare på konferensen som Sandvik, Impact coating, Cell Impact och AP & T från Ulricehamn. Sveriges stora intresse för bränsle-cellsteknik berör främst exportindustrin.

De tekniskt konkurrenskraftiga bränslecellsbilarna Hyundai och Toyota Mirai deltog och var tillgängliga för provkörning. Honda kommer under 2016 att introducera nya Honda Clarity. Det var förvånansvärt tyst från flera biltillverkare, Mercedes-Daimler, VW, BMW, Nissan, Audi m fl, som tidigare har aviserat att de utvecklar FCV. Tunga fordon drivna med vätgas berördes. De kommer i första hand att användas på hamnområden och för kortare landsvägstransporter.

Japan som är ledande av utveckling av små stationära system har cirka 140 000 bränslecellssystem installerade. De japanska stacktillverkarna Panasonic, Toshiba och AISIN har ingått flera samarbeten med systemtillverkare i Europa.

SECA, SOFC-programmet i USA, ska påbörja byggandet av 400 kWe SOFC-stackar, vilket kan bli ett stort steg framåt för SOFC-tekniken.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se