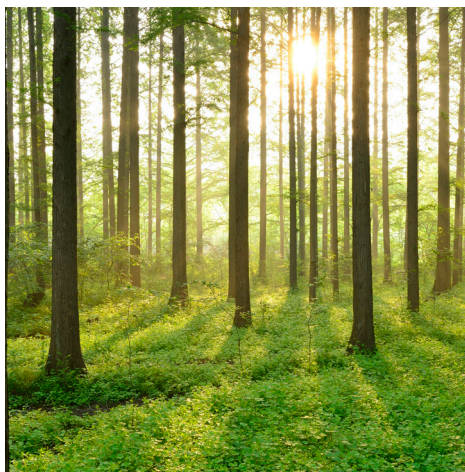


TEKNIKBEVAKNING BRÄNSLECELLER 2018-2019

RAPPORT 2019:602



TEKNIKBEVAKNING
BRÄNSLECELLER



Swedish
Electromobility
Centre



Teknikbevakning bränsleceller 2018-2019

BENGT RIDELL

ISBN 978-91-7673-602-9 | © Energiforsk augusti 2019

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

Förord

I syfte att koordinera teknikbevakningen, men också för att sammanställa, analysera och sprida information om utvecklingen inom bränslecellsområdet finansierar Energimyndigheten projektet Teknikbevakning av bränsleceller. Projektet och dess resultat vänder till svenska intressenter och genomförs under 2016 – 2019 som ett temaområde inom kompetenscentret Swedish Electromobility Centre med Energiforsk som koordinator och projektledare.

I denna rapport, som tagits fram inom teknikbevakningen, har den globala utvecklingen och större aktiviteter, inkl höjdpunkter från flera internationella konferenser, inom bränslecellsområdet bevakats och analyserats. Projektet har genomförts av Bengt Ridell, Sweco Energy.

Styrgruppen för teknikbevakningsprojektet har bestått av följande ledamöter: Pontus Svens/Annika Ahlberg-Tidblad, Scania, Mats Andersson/Staffan Lundgren/Johan Svenningstorp, AB Volvo, Stefan Bohatsch, Volvo Cars, Jörgen Westlinder, Sandvik Materials Technology, Andreas Bodén, Powercell, Bengt Ridell, Sweco Energy, Göran Lindbergh, Swedish Electromobility Centre/KTH, Peter Smeds/Magnus Lindgren, Trafikverket, Elna Holmberg, Swedish Electromobility Centre och Bertil Wahlund, Energiforsk. Energiforsk framför ett stort tack till styrgruppen för värdefulla insatser.

Samtliga rapporter från projektet kommer att publiceras och fritt kunna laddas ner från Energiforsks webbplats under Teknikbevakning bränsleceller på www.energiforsk.se och på Swedish Electromobility Centres webbplats www.emobilitycentre.se.

Stockholm juni 2019

Bertil Wahlund

Energiforsk AB

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.



**Swedish
Electromobility
Centre**

Swedish Electromobility Centre är ett nationellt kompetenscentrum för forskning och utveckling av el- och hybridfordon och laddinfrastruktur. Vi enar Sveriges kompetens och utgör en bas för samverkan mellan akademi, industri och samhälle.

Sammanfattning

I denna Teknikbevakningsrapporten rapporteras höjdpunkter från flera internationella konferenser inom bränslecells- och vätgasområdet.

Bevakningen har i huvudsak varit finansierade genom detta uppdrag men även Biogass2020 och Sweco Energy har väsentligt bidragit med finansiering.

- Biogass 2020 i Fredrikstad, Norge april 2018, här hölls även en presentation om bränsleceller och biogas.
- AMR, Annual Merit review Washington DC, USA juni 2018. Vi denna konferensen så presenterades de projekt US DOE finansierar inom området vätgas och bränsleceller.
- Expertmöte IEA Advanced Fuel Cells Annex 33 stationary applications, Augsburg, Tyskland.
- EU FCH 2 JU Review Days och Stakeholder Forum, november 2018
- FC EXPO Tokyo 2019 med tillhörande konferens, februari 2019.

Den senaste konferensen FCEXPO 2019 i Tokyo har beskrivits mer i detalj.

Bränslecellstekniken utvecklas fortfarande stadigt men ofta i måttligt tempo. Det är inom transportområdet som utveckling och kommersialisering har nått längst. De två ledande regionerna för kommersialisering av bränsleceller är Kalifornien och Japan där antal fordon och stationära bränsleceller nu är så stort att erfarenheterna börjar märkas ordentligt.

Inom flera områden är tekniken tekniskt färdig och börjar bli kommersiell. Bränsleceller kan idag köpas med garantier. Den allmänna utvecklingen inom området är starkast i Asien och Nordamerika medan Europa fortfarande har stort fokus på forskning och demonstration. Subventionerna som görs i Nordamerika och Japan för investeringar hos användarna är förmodligen inte så enkelt att genomföra i Europa.

På transportområdet finns idag flera olika bilar som går att köpa och leasa, där de främsta är Toyota, Hyundai och Honda. Daimler har nyligen officiellt lanserat sin bränslecellsbil Mercedes Benz GLC F-Cell på marknaden. Till skillnad från de asiatiska bilarna kan den användas som plug-in hybrid.

Exportindustrin speciellt från Japan men även stackar från Nordamerika ökar ständigt.

De allt högre kraven på leveranssäkerhet av elkraft och ett överbelastat elnät kommer att öka drivkrafterna för att använda stationära bränsleceller som reservkraft. Kostnaderna för avbrott i eltillförsel blir allt högre. Marknaden för reservkraft speciellt inom telekom och datacenter blir alltmer intressanta.

I rapporten beskrivs också IEA:s verksamhet inom området och EU:s program FCH 2JU som är samfinansierat och organiserat med industrin och forskare i Europa.

Nu när marknaden för bränsleceller växer på många håll är det viktigt speciellt för svensk exportindustri och även för forskare att kunna ta del av en effektiv kvalificerad teknikbevakning inom området. Det kan komma att bli svårare nu när detta program läggs ner och avslutas.

Summary

In this Technology Watch, the following conferences and gatherings have been monitored. The monitoring has mainly been financed through this assignment but also Biogas2020 and Sweco Energy have contributed with financing.

- Biogas 2020 in Fredrikstad, Norway April 2018, here was also a presentation on fuel cells and biogas.
- AMR, Annual Merit review Washington DC, USA June 2018. We presented this conference to the projects US DOE finances in the field of hydrogen and fuel cells.
- Expert meeting IEA Advanced Fuel Cells Annex 33 stationary applications, Augsburg, Germany.
- EU FCH 2 JU Review Days and Stakeholder Forum, November 2018
- FC EXPO Tokyo 2019 and associated conference, February 2019.

The latest conference FC EXPO 2019 in Tokyo has been reported in more in detail this report.

The fuel cell technology is still developing steadily but often at a moderate pace. It is in the transport area that development and commercialization have reached the longest. The two leading regions for the commercialization of fuel cells are California and Japan where the number of vehicles and stationary fuel cells is now so large that the experience begins to be properly labeled.

In several areas, the technology is technically finished and is becoming commercial. Fuel cells can now be purchased with guarantees and the manufacturers get positive results. The general development in the area is strongest in Asia and North America, while Europe still has a strong focus on research and demonstration. Subsidies made in North America and Japan for investment by users are probably not as easy to implement in Europe.

In the transport area, there are today several different cars that are available for purchase and leasing they are from Toyota, Hyundai and Honda. Daimler has recently officially launched its Mercedes Benz GLC F-Cell fuel cell car on the market. Unlike the Asian cars, it can be used as a plug-in hybrid.

The export industry, especially from Japan but also fuel cell stacks from North America, is constantly increasing.

The ever-increasing demands on the reliability of supply of electric power and an overloaded power grid will increase the driving forces for using stationary fuel cells as reserve power. The costs for interruptions in electricity supply are increasing. The market for backup power, especially within telecom and data centers, is becoming increasingly interesting.

The report also describes the IEA's activities in the area and the EU program. FCH 2JU which is co-financed and organized with industry and researchers in Europe.

Now that the market for fuel cells is growing in many places, it is important especially for the Swedish export industry and for researchers to be able to take

part of an efficient qualified technology surveillance in the area. It may become more difficult now when this program is closed.

Innehåll

1	Inledning	9
2	Bränslecellsteknik status	11
3	Elektrolysörer för vätgasproduktion	13
4	Konferenser	15
4.1	Amr 2018 Annual merit review DOE USA	15
4.2	Biogass 2020 Fredriksand norge	16
4.3	IEA Advanced fuel cell Annex 33 möte i Augsburg, Tyskland	16
4.4	Stakeholder forum och review days EU 2018	16
4.5	FC EXPO 2019 Tokyo Japan	16
5	FC EXPO Tokyo	17
5.1	Technical sessions	18
5.2	Initiatives and strategies for OEM I Europe and the USA: Daimler, AUDI, General motors	18
5.3	FCV in Asia, Japan Korea: Toyota, Honda, Hyundai	20
5.4	Trend of ENE-Farm and RFC: Panasonic, AISIN-Seiki, Solid power	24
5.5	Hydrogen INFRASTRUCTURE JAPAN, China USA	27
6	IEA Advanced Fuel Cells med Annex 33 stationary applications	29
6.1	IEA Annex 33 Stationary applications	30
7	EU FCH 2 JU	32
8	Kommentarer	35
9	Referenser	36
10	Ordlista	37

1 Inledning

Uppdraget syfte är att bevaka, rapportera och analysera den globala utvecklingen och större aktiviteter inom bränslecellsområdet. För att genomföra uppdraget så skulle bland annat ett flertal viktiga konferenser bevakas aktivt även i vissa fall genom att göra presentationer eller leda sessioner inom området. Följande sammankomster har bevakats. De har i huvudsak varit finansierade genom detta uppdraget men även Biogass2020 och Sweco Energuide har bidragit med finansiering.

- Biogass 2020 i Fredrikstad, Norge april 2018, här hölls även en presentation om bränsleceller och biogas.
- AMR, Annual Merit review Washington DC, USA juni 2018. Vi denna konferensen så presenterades de projekt US DOE finansierar inom området vätgas och bränsleceller.
- Expertmöte IEA Advanced Fuel Cells Annex 33 stationary applications, Augsburg, Tyskland.
- EU FCH JU2 Review Days och Stakeholder Forum, november 2018
- FC EXPO Tokyo 2019 med tillhörande konferens, februari 2019.

Bränslecellstekniken är fortfarande under stark utveckling men inom flera områden är tekniken tekniskt färdig och börjar bli kommersiell. Bränsleceller kan idag köpas med garantier och tillverkarna får positiva resultat. Den allmänna utvecklingen inom området är starkast i Asien och Nordamerika medan Europa fortfarande har stort fokus på forskning och demonstration.

På transportområdet finns idag flera olika bilar som är tillgängliga för köp och leasing det är främsta Toyota, Hyundai och Honda. Daimler har nyligen officiellt lanserat sin bränslecellsbil Mercedes Benz GLC F-Cell på marknaden. Till skillnad från de asiatiska bilarna kan den användas som plug-in hybrid.

För de mindre stationära anläggningarna och stackar för dessa har Japan den ledande rollen och de är numera även starka på exportmarknaden. Det är stora teknikkoncerner i Japan som Panasonic, Toshiba och AISIN-Seiki som alla fokuserar långsiktigt för att utveckla och kommersialisera tekniken. Det gör det tillsammans med de stora gasbolagen i Japan och NEDO som kan jämföras med Energimyndigheten.

För större anläggningar i MW-klass är det teknik från USA som dominerar, en del av denna teknik vidareutvecklas av koreanska företag. I USA har DOE, Department of Energy länge på olika sätt subventionerat FoU och även marknaden genom subventioner av investeringar i bränsleceller. Flera delstater har också utöver de federala programmen generösa program för introduktion av bränsleceller speciellt i samband med användning av förnybar energi som olika former av biogas.

För Sveriges del är det viktigt att noga följa utvecklingen globalt av teknik och marknad. Det gäller speciellt för exportindustrin som redan idag till viss del är aktiv inom området flera svenska företag har kunder globalt. Det finns flera forskare på universitet och högskolor i Sverige som kan ha stor nytta av den kunskap som de kan få från teknikbevakningen

Ett nytt område som kan bli aktuellt i Sverige är Power to gas där överskottsel eller annan el lagras i gasform. Då kan bränslecellstekniken användas både vid produktion

och återanvändning av gasen. I Sverige kan det vara aktuellt att använda tekniken vid industrier som kan använda vätgas i sin produktion. Det görs idag till exempel inom stålindustrin i Hy-Brit projektet.

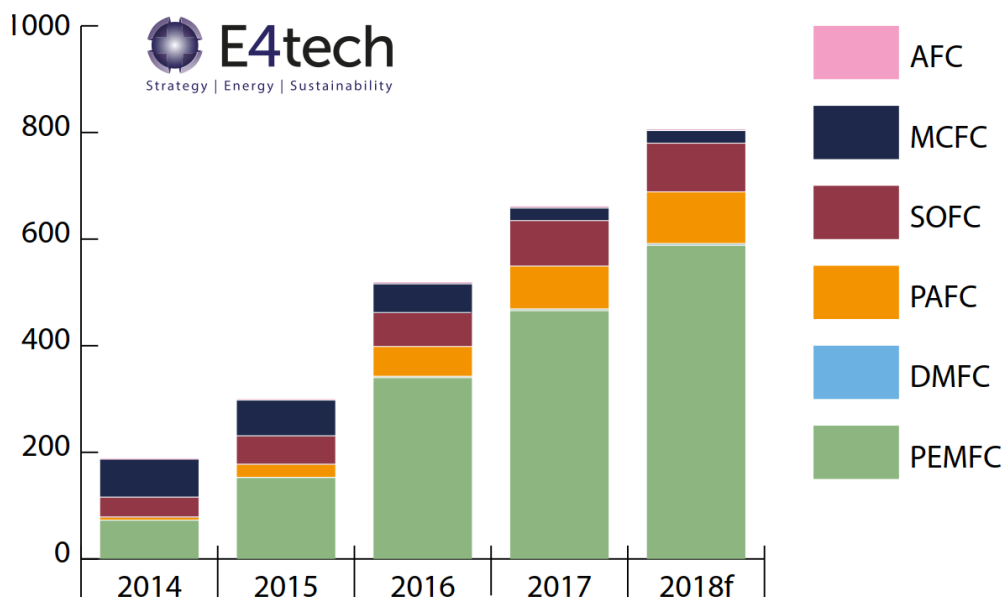
2 Bränslecellsteknik status

De olika huvudtyperna för bränsleceller är uppdelade i låg- och högttemperaturtekniker. Dessa tekniker utvecklats och kommersialiserats i olika takt. PEFC eller PEM som används av bilindustrin som kraftkälla har utvecklats för masstillverkning och är nu en kommersiell produkt som köpas med garantier.

De stationära bränslecellerna som ofta är högttemperaturbränsleceller som SOFC, MCFC och även PAFC har inte ökat volymmässigt på samma sätt som PEFC. De är i regel kraftigt beroende av subventioner och ibland företag som är helt beroende av bränslecellstekniken som Fuel Cell Energy och SolidPower.

Japan har även de stationära expanderat kraftigt i Ene-Farm programmet och nu finns det i storleksordningen 300 000 stationära bränsleceller i installerade i Japan. Här är det stora företagskoncerner som utvecklar bränsleceller som Panasonic, Toshiba och AISIN Seiki. AISIN ägs till större delen av Toyota och de levererar olika komponenter till bilindustrin globalt.

Megawatts by fuel cell type 2014 - 2018



Bilden ovan från E4tech visar tydligt trender för de olika teknikerna.

PEFC eller PEMFC har ökat kraftigt de senaste åren. Det är en lågtemperatur teknik som används i de kommersiella fordonen. Den har utvecklats kraftigt och är nu helt kommersiell, den möter krav på prestanda, livslängd effekttäthet mm. PEMFC kräver ren vätgas som bränsle det skiljer PEMFC från högttemperatur-bränslecellerna. Förutom till FCV används PEMFC till gaffeltruckar, små kraftvärmeanläggningar i bostäder och som reservkraft till telecom-anläggningar. De används ock så för mindre anläggningar som används utanför elnätet.

Bland högtemperaturteknikerna är SOFC den som växer mest och har flest tillverkare spridda över USA, Asien och Europa. SOFC har högst el-verkningsgrad i flera fall över 60%. De tillverkas från små anläggningar mindre än en 1 kW upptill stora Multi-MW anläggningar. SOFC kan använda olika sorters bränslen som naturgas, biogas och även flytande bränslen. SOFC tillverkas i USA bland annat av Bloom Energy som stora multi-MW anläggningar och de tillverkar större delen av antalet MW. Den som gör flest anläggningar är AISIN Seiki i Japan som tillverkar små kraftvärmearläggningar i Japan och nu även i Europa.

MCFC är en annan högtemperaturteknik som numera endast utvecklas och tillverkas av Fuel Cell Energy i USA med licens till Posco i Korea och i Europa av dotterbolaget FCES. Dett är självklar en nackdel eftersom det hämmar utveckling av tekniken

MCFC tillverkas bara i större enheter från 300 kW upp till 10-tals MW. De har haft beställningar på ca 25 MW per år de senaste åren och nu prognostiserar de en ökning. MCFC använder i regel naturgas eller även ofta olika sorters biogas som bränsle. I USA finns det stora subventioner både federala och ofta även delstatliga för denna typ av anläggningar. Det finns väldigt få anläggningar utanför USA och Korea.

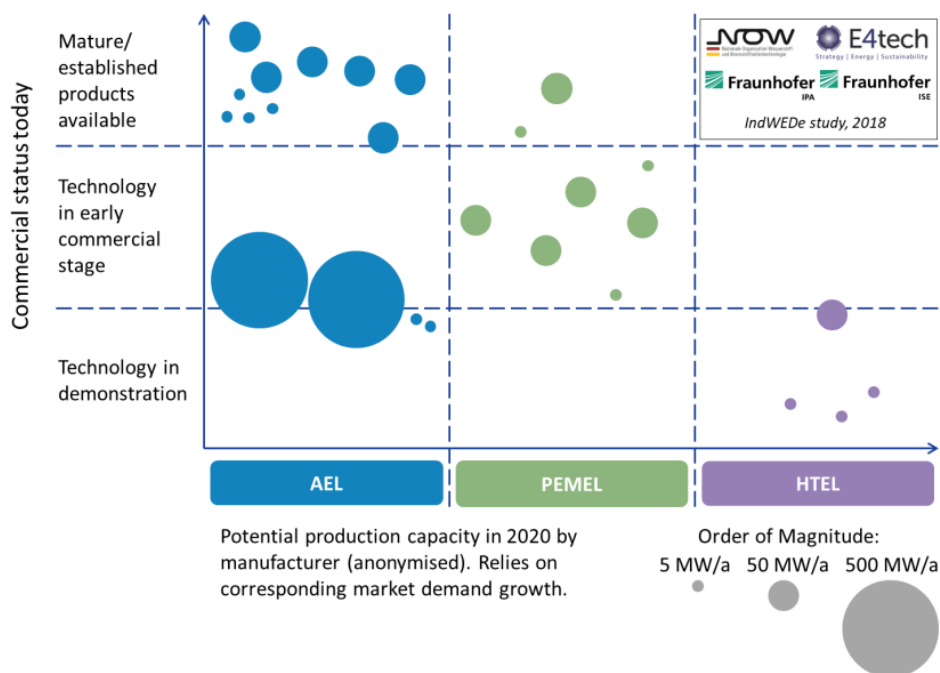
PAFC, fosforsyra-bränsleceller är en lågttemperaturbränslecell som arbetar vid ca 200 grader. Den har tillverkats för kraftvärmearläggningar i snart 30 år. Modellen ONSI på 200 kWe placerades ut i stora delar av världen i början av 90-talet 2st kom till Sverige. Den väckte intresset för bränsleceller men tekniken var då inte mogen. Verkningsgraden var relativt låg kring 40% och livslängden var ofta för kort. Idag har Doosan i Korea köpt UTCs teknik och tillverkar med framgång en större enhet på 400 kW. Numera har PAFC lång livslängd ofta garanteras 10 år. Den används mest i USA och Korea för större kraftvärmearläggningar och för reservkraft till hotell, banker m.fl. Doosan tillverkar nu också PAFC som är avsedda att användas med överskotts vätgas från industrier.

Även Fuji Electric i Japan tillverkar PAFC men för närvarande de exporterar de inte utanför Japan.

DMFC, direktmetanolbränsleceller har funnits länge men hade tidigare svårslösliga tekniska problem. Nu har SFC Energy i Tyskland lyckats med sina EFOY enheter de finns från i storlekar från 40W upp till 500W. De används som små kraftaggregat utanför elnätet och används av olika industrier för fritidsändamål och av militären. SFC Energy levererade 3700 enheter under 2018 och dominerar DMFC men det finns även några andra tillverkare.

AFC, alkaliska bränsleceller är den äldsta praktiskt använda typen av bränsleceller. De har främst används i rymdprogrammen. En nackdel är att AFC kräver ren syrgas på katodsidan eller åtminstone CO₂ fri gas. Detta var inget problem i rymdprogrammet men CO₂ måste tas bort ur luft om AFC använd på jorden. Två företag försöker nu att utveckla och kommersialisera tekniken det är GenCell, Israel och AFC Energy, Storbritannien.

3 Elektrolysörer för vätgasproduktion



Industry status and manufacturing readiness for Alkaline, PEM and high temperature electrolysis

Bilden ovan som har tagits fram av Fraunhofer Institutet i samarbete med E4Tech visar status för de tre olika teknikerna för elektrolysörer. Bilden visar olika tillverkares kommersialiseringsgrad och tillverkningskapacitet inom några år.

Elektrolysörer har fått mer fokus på senare tid nu när infrastrukturen för vätgas som fordonsbränsle börjar växa fram. Idag tillverkas vätgas främst genom reformering av naturgas eller förgasning av kol. För att bränslecellsdrivna fordon skall vara ett klimatsmart alternativ krävs att vätgasen tillverkas från förnybara källor. Det görs då oftast genom elektrolys av vatten där elen kommer från förnybara källor. Om el tillverkas från kolkraftverk så kan inte vätgasen anses vara förnybar.

Den kraftiga utbyggnaden av intermitterent kraft som sol och vind gör att ibland så kan elpriserna bli mycket låga i vissa fall till och med negativa. Då kan elektrolysörerna spara energin som vätgas i stället för att dumpa eller slumpa bort el.

Det finns tre huvudtyper av elektrolysörer

AEL, Alkaliska elektrolysörer, den klassiska elektrolysören som är väl utvecklad och använd i mer än 100 år. Själva elektrolysen sker i KOH där vattnet spjälkas i väte och syre. Denna typ av elektrolysörer används sedan länge inom kemisk industri. Dn kan byggas väldigt stora över 100 MWe. Det är en robust beprövad teknik som dock inte är lika lastföljande som övriga vilket kan vara en nackdel vid användning i samband med intermitterent kraft. AEL kan vara både atmosfärisk och trycksatt. Kända stora tillverkare är till exempel Nel, Norge och USA samt Hydrogenics, Kanada och Belgien.

PEME, PEMEL, PEFC elektrolysörer använder teknik som reverserade PEMFC bränsleceller. PEME är idag kommersiellt tillgängliga men fortfarande under stark utveckling. PEME finns tillgängliga i multi-MW storlek. PEMEL är mer flexibla än Alkaliska elektrolysörer och har något högre verkningsgrad. De finns idag på marknaden som kommersiell teknik.

SOEC, Solid oxide electrolyzer, även benämnd HTEL high temperature electrolyser SOEC använder i princip samma teknik som SOFC solid oxide fuel cells. Det är en högtemperatur elektrolysör som utan större svårigheter kan köras i reverse mode alltså både som elektrolysör och bränslecell. SOEC har högre verkningsgrad än de övriga teknikerna och det går att elektrolysera andra gaser och tillverka syngas.

Kända stora tillverkare är till exempel Nel, Norge och USA samt Hydrogenics, Kanada och Belgien. ITM Power Storbritannien och McPhy Frankrike. En del av dessa tillverkare både AEM och PEMEL. SOEC tillverkas främst av Sunfire, Tyskland och Haldor Topsø, Danmark.

Till skillnad från bränsleceller kan Europa anses vara ledande för utveckling och tillverkning av elektrolysörer. För tillverkning av vätgas som drivmedel är fortfarande naturgas och reformering väsentligt billigare vilket kan vara ett problem för användning av grön vätgas.

4 Konferenser

Under perioden har följande konferenser eller event bevakats på plats. Deltagandet i de olika konferenserna har delvis finansierats av arrangörerna, Sweco och av SECs Teknikbevakningsprojekt.

4.1 AMR 2018 ANNUAL MERIT REVIEW DOE USA

Annual Merit Review är en välbesökt konferens där de projekt inom området bränsleceller och vätgas som är finansierade av Department of Energy i USA presenteras och diskuteras. I plenum presenteras även den generella utvecklingen i USA och övriga världen.

Vid förra årsskiftet såg det mörkt ut för stödet till forskning och utveckling av bränslecellsteknik i USA anslagen hade mer än halverats och tax credit systemet för bränsleceller, ett kraftfullt federalt investeringsstöd hade helt slopats. Men under 2018 har tax credit systemet åter skapats och forskningsbudgeten för US Hydrogen program kom tillbaka till tidigare nivåer.

Finansieringen av forskning och stöd till bränsleceller och vätgas är 2018 i samma nivå som tidigare

- US Hydrogen program tillbaka till ca 100 MUSD, totalt är public support från DOE ca 200 MUSD för 2018
- Tax credit programmet, investeringsstöd för stationära bränsleceller är tillbaka
- SOFC Program tidigare SECA har inte ändrats det tillhör department of fossil energy men det går långsamt fram och programmet är ifrågasatt
- Bloom Energy har annonserat att de skall introduceras på börsen vilket nu har skett

Utveckling och användning för speciellt PEFC bränsleceller har gått kraftigt framåt i USA. Det fanns mitten av 2019 i USA ca 20 000 gaffeltruckar och 6830 bränslecellsbilar. De flesta bilarna finns i Kalifornien det är bara enstaka fordon som körs i andra stater. Detta gör att erfarenheter i Kalifornien med olika förare, långa sträckor, underhåll olyckor mm är en stor hjälp för utveckling och marknadsintroduktion av bränslecellsbilar globalt. Det är inte speciellt dyrt att lease en bränslecellsbil i Kalifornien. En Toyota Mirai kostar 349 USD/månad och då ingår fritt bränsle.

Ännu finns det nästan bara asiatiska bilar att tillgå Toyota Mirai, Hyundai och nya Honda Clarity. Det rullar även äldre enstaka FCELL från Daimler i Kalifornien.

Produktion av vätgas som fordonsbränsle diskuterades vid flera olika sessioner.

Ett initialt problem är att idag är större delen av vätgasproduktionen baserad på naturgas. Att tillverka vätgas från förnybara bränslen är fortfarande väsentligt dyrare. I Kalifornien har till och med i något fall elektrolysörer tagits bort och ersatts med industriell vätgas.

H2@Scale Är ett program som USDOE har startat för att studera hur vätgas skall kunna introduceras i stor skala som energibärare, se www.energy.gov/eere/fuelcells/h2scale

4.2 BIOGASS 2020 FREDRIKSAND NORGE

Biogas2020 är ett EU finansierat Interreg-projekt med deltagare från Sverige, Norge och Danmark. Biogas2020 startades i 2015 och pågick i tre år. Projektledare är Innovatum i Trollhättan. Projektets huvudsyfte är att stärka Skandinaviens ledande position inom biogasområdet och att skapa och förstärka nätverk inom området i Skandinavien. Vid den sista konferensen arrangerad i Fredrikstad i Norge av Biogass Oslofjord presenterades och diskuterades bränsleceller och biogas.

Intresset för att använda biogas som bränsle till bränsleceller var stort speciellt för lantbruk. Bränslecellens fördel att ha en hög verkningsgrad även för mindre anläggningar och möjligheter att använda biogas direkt i högtemperaturbränsleceller visade ett stort intresse. Bengt Ridell, Sweco var huvudtalare vid denna workshop.

4.3 IEA ADVANCED FUEL CELL ANNEX 33 MÖTE I AUGSBURG, TYSKLAND

IEA Advanced fuel Cells och Annex 33 Stationary applications beskrivs i detalj i kap 6.

I uppdraget för Teknikbevakning ingick ett möte i Annex 33 i Augsburg i Tyskland.

4.4 STAKEHOLDER FORUM OCH REVIEW DAYS EU 2018

EU arrangerar varje år ett tre dagars event där de två först dagarna är en så kallad Programme Review. Där presenteras och diskuteras flera av de pågående projekten inom EU FCH 2JU.

Den tredje dagen kallas Stakeholder Forum och är även den öppen för alla. Där presenterar EU Kommissionen sina riktlinjer och vad som har åstadkommit. De större företagen inom branschen är också inbjudna att presentera sina planer.

Mer detaljer om programmet EU FCH 2 JU finns beskrivet i kapitel 7.

4.5 FC EXPO 2019 TOKYO JAPAN

Fuel Cell Expo i Tokyo är den mest välbesökta utställningen för bränsleceller den görs tillsammans med andra nya tekniker och kallas World Smart Energy Week.

Hela utställningen 2019 hade 67 000 besökare varav 23 000 besökte de olika konferenserna. Bränslecellskonferensen och utställningen av bränslecellstekniken presenteras mer i detalj i nästa kapitel.

5 FC EXPO Tokyo

FC EXPO ingick som en av huvuddelarna av den stora utställningen World Smart Energy Week 2019 som arrangerades vid Tokyo Big Sight i Tokyos hamnområde.

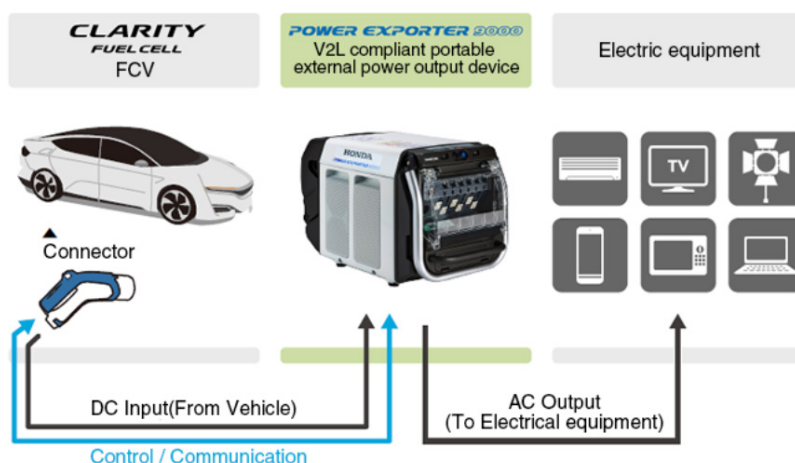
Utställningen var ovanligt stor i år med 67 000 bekräftade besökare de flesta från Japan, Kina och Korea. Det fanns också en betydande konferensdel den var mest inriktad på marknaden och inte så mycket på forskning. De var 23 000 registrerade deltagare i hela konferensdelen.

Utställningen vid FC EXPO var mycket omfattande med speciellt många japanska och kinesiska utställare. De stora bränslecellsbolagen var dominerande men en hel del vätgasrelaterade bolag hade också stora montrar.

Det fanns flera utställare med nordisk anknytning. De svenska bolagen hade egna montrar eller tillsammans med sina asiatiska agenter var det Powercell, Sandvik, Impact Coating, Metacon och Svenska Rotormaskiner. Norge och Finland hade välbesökta paviljonger där flera organisationer från respektive land samlades. Anmärkningsvärt var att USA och även Danmark inte syntes till på FC EXPO utställningen. Intrycket var att intresset var stort och alla montrar var välbesökta under hela utställningstiden.

Speciellt kan nämnas att Honda som förutom nya Honda Clarity presenterade ett kraftaggregat som kan anslutas till bilen och då leverera ström av lämplig kvalitet 100V eller 220V. De presenterade också en kompakt flyttbar tankstation SHS, Smart Hydrogen System. Den innehåller en liten högtryckselektrolysör och stationen kan sättas på plats färdigbyggd från en lastbil.

System Overview (with Clarity Fuel Cell)



Japan är förmodligen det ledande landet för utveckling och användning av bränsleceller. Representanten för METI förklarade att den viktigaste uppgiften nu när tekniken är mer eller mindre etablerad är att minska kostnader. Det finns idag 100 vätgastankstationer i Japan till sommaren 113 st och det finns nästan 3000 bränslecellsfordon på vägarna. Kostnaderna för 700 bar stationerna är höga och det finns fortfarande många 350 bar stationer i Japan.

På den stationära sidan är ENE-Farm programmet dominerande med små kraftvärmeverk i hus och lägenheter. Idag finns det ca 325 000 bränslecellsanläggningar installerade i Japan. Numera är det enbart Panasonic med PEFC och AISIN Seiki med SOFC båda med 0.7 kWe som har nyförsäljning till ENE-Farm programmet. METI betonade att internationellt samarbete är viktigt och presenterade exemplen från de europeiska programmen Ene-field och PACE där de europeiska bolagen ofta använder stackar från Japan.

METI och Japans strategi för vätgas som energibärare finns publicerad på;
http://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1226_003b.pdf

Här finns detaljerad mål och strategier för Japan som skall följas upp regelbundet.

Ett tydligt mål från METI är att det skall finnas 800 000 bränslecellsfordon i Japan år 2030. Idag är det enbart Toyota Mirai och Honda Clarity som serietillverkas i Japan. Toyota har en ny bilmodell av hybridtyp med bränsleceller, en Toyota Crown som kommer att presenteras inom kort.

Olympiader är som vanligt ett mål för att presentera vätgasteknik. Toyota-Hino kommer att leverera 100 vätgasbussar till den kommande olympiaden i Tokyo 2020. Idag finns enbart enstaka bussar på vägarna i Japan.

Kina har stora planer på att utveckla och bygga ut vätgas- och bränslecellsteknik. De har i dagsläget inte kommit så långt. Det finns 15 vätgastankstationer i Kina men ytterligare 35 är beslutade och under utbyggnad. Det finns idag ca 100 bränslecellsfordon i Kina.

Kina satsar speciellt på att utveckla kommersiella lastfordon och bussar med bränsleceller. Det finns i Kina flera lokala provinser som har speciella bidrag för att investera i förnybar teknik och då speciellt vätgas och bränsleceller.

Kina förklarade också att de fortfarande har ett stort beroende av kol som energikälla men att de har långt gångna planer på att utveckla CCS-teknik för att ta hand om CO₂-utsläppen.

5.1 TECHNICAL SESSIONS

5.2 INITIATIVES AND STRATEGIES FOR OEM I EUROPE AND THE USA: DAIMLER, AUDI, GENERAL MOTORS

Daimler

Daimler presenterade sin nya FCEV Mercedes Benz GLC F-Cell. Bilen är nu släppt och tillgänglig på marknaden. Tillverkningskapaciteten är väl förberedd med flera tusentals per år men produktionen kommer att styras av försäljningsvolymen. Daimler ser utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas som helt avgörande för utvecklingen av marknaden.

Daimler presenterade bilen i detalj och hur den är uppbyggd. Data är liknade som övriga bränslecellsbilar: elmotorn har en topp effekt på 100 kWe, batteri 24/30 kW, topphastighet 170 km/h, räckvidd 480 km. En väsentlig skillnad är att bilen är en plug-in -hybrid, den går att köra ca 50 km med enbart batteri.

Utvecklingen från den tidigare bränslecells bilen Mercedes B-klass F-Cell är mycket stor. Flera nydesignade hjälpsystem visades och fördelarna presenterade till exempel den elektriska turbo-chargern som ersätter den tidigare skruvkompressorn, en ny DC/DC converter och integrationen av ett air supply system och ett water knock-out system.

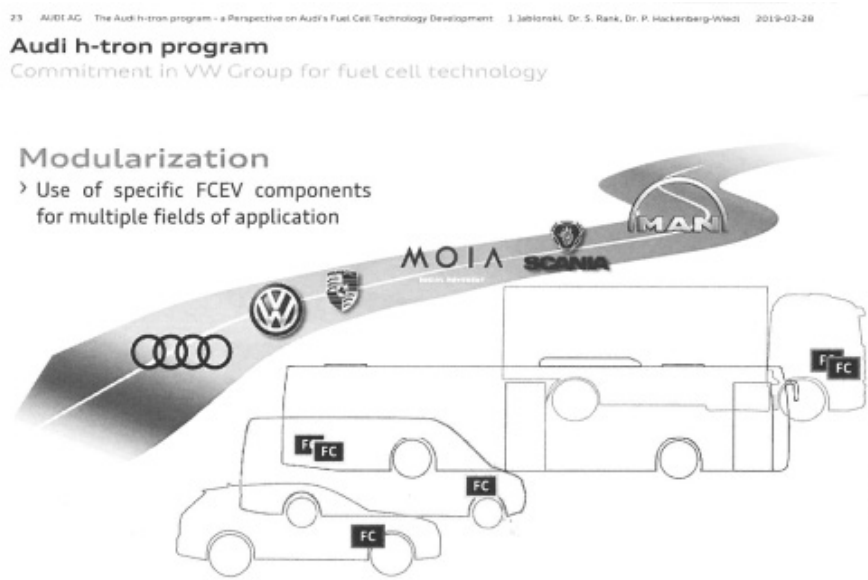
Livstiden för stacken beräknas till 6 000 timmar och för buss och lastbilsversionen till 15 000 timmar. En bränslecellsdriven större lastbil är under utveckling. Bilen är vintertestad i norra Sverige, Arjeplog och det visades med fina vinterbilder. För Daimler är det viktigt att ha med vätgasdrivna fordon i sin flotta eftersom nya strängare EU-regler förutsläpp räknas på tillverkarens fleet-average.

AUDI

Audi hade egentligen inte så mycket teknik att presentera. Audi är det tänkta märket för VW-koncernens framtida bränslecells bil och de har tagit fram en concept car Audi h-tron. Nästa modell kommer att vara baserad på Audis Quattro teknik. De planerar att starta en liten serietillverkning några år in på 2020-talet.

Audi berättade om sitt samarbete med Hyundai och poängterade att när de samarbetar så gör det som en enhet och inte två bolag. Audi kommer att ha tillgång till Hyundai komponenter inom bränslecellstekniken. Detta samarbete gör att de inte kunde avslöja några tekniska detaljer pga NDA med Hyundai till exempel batteristorlek eller plug-in möjligheter. Det förstärker samtidigt den asiatiska dominansen inom området.

Komponenterna skall vara skalbara så att de kan användas även för tyngre fordon som bussar och olika typer av lastfordon. Bilden nedan visar VW-koncernens vision med moduler.



Audi har en vätgasanläggning i Werlte i Tyskland med kapaciteten 1300 m³H₂/h. Där produceras idag så kallad e-gas det vill säga SNG enligt power-to-gas konceptet.

Sammanfattningsvis så var intrycket att Audi och därmed VW-koncernen ännu inte har klart för sig hur deras framtida bränslecells bil och andra tyngre fordon skall komma att se ut och när det är tänkt att de skall släppas på marknaden. Däremot ser de till att vara väl förberedda med utvecklings- och testcenters i Tyskland.

Den här typ av uttalande från CEO i VW-koncernen i ett annat sammanhang där batterifordon diskuterades är intressant och visar att bränsleceller inte är speciellt prioriterade.

"Exploring other options like carbon-neutral synthetic fuels for combustion engines or vehicles powered by fuel cells "only serves to delay" the change, he argues."

General Motors



Cadillac electric car visad i Detroit 2019 den kommer att vara amodell för GMs bränslecellsbil

GM samarbetar med Honda för att utveckla sin bränslecellsbil. Den kommer att byggas på Cadillacs plattform. De poängterade att GM har arbetat med bränslecellsfordon i många år redan 1966 rullade deras första bränslecellsdrivna fordon Electrovan. GM har därefter byggt 10 olika modeller av konceptbilar med bränsleceller.

GM presenterade inte några detaljer eller tidsplaner utan pratade mer om det framgångsrika samarbetet med Honda. GM utvecklar också bränslecellsteknik i samarbete med US Army



Den vänstra bilden visar US Army Tardec Colorado ZH2 som GM har tagit fram. Det är ett terränggående fordon som testats under fältmässiga förhållanden. Den högra bilden visar GM Silverado som är något större och som skall vara GMs nästa konceptbil som också tas fram i samarbete med US Army.

5.3 FCV IN ASIA, JAPAN KOREA: TOYOTA, HONDA, HYUNDAI

Toyota

Toyota Mirai finns nu i 15 olika länder varav 9 i Europa bland annat Sverige. Det har sålts 7 800 Toyota Mirai FCV, Tillverkningskapaciteten 2017 var ca 3 000 bilar per år. Den byggs nu ut och 2020 skall tillverkningskapaciteten vara 30 000 bilar per år. Det är en produktionsanläggning som kommer att ha en yta på 70 000 m² fördelat på 8 våningar.

En ny effektiv stack är under utveckling där speciellt flödesmönstret är stark förbättrat och Pt-innehållet minskas väsentligt.

Toyota som också har olika typer av batteribilar i sitt modellprogram anser att för personbilar är gränsen 300 km körsträcka när man bör välja FCEV i stället för BEV och för tyngre fordon är det redan vid 200 km körsträcka främst beroende på de långa laddningstiderna.



Toyota-Hino har tagit fram en bränslecellsbus Toyota SORA. Den finns idag enbart som enstaka demonstrationsexemplar men till olympiaden i Tokyo 2020, nästa år, kommer de att leverera 100 st som skall användas i samband med olympiaden. SORA använder i stor utsträckning teknik från Toyota Mirai speciellt vätgastankar 700 bar och FC stackar. En Toyota FCEV bus kommer att levereras till Caetanobus i Portugal under 2019.

Toyota utvecklar olika typer av tunga bränslecellsfordon. I Port of Los Angeles, Long Beach är Toyota med i ett demonstrationsprojekt för vätgasdrivna större lastbilar typ Class 8. De har också ett samarbete med Seven-Eleven för att ta fram en vätgasdriven distributionslastbil, de första testerna är genomförda.

Toyota räknar med att det kommer att finnas 800 000 FCEV i Japan år 2030 men det kräver en stark utbyggnad av infrastrukturen för vätgas. Idag finns det 113 HRS, Hydrogen Refuelling Station, i Japan år 2030 kommer det att behövas minst 900 HRS.

Toyota har också planer på att använda bränslecellsstackarna för stationär produktion. De har också börjat ett samarbete JR East, Japan Railways för att utveckla vätgasdrivna tåg.

Honda



Honda Clarity och Hondas flyttbara HRS, Smart Hydrogen Station som finns i versioner både som 700 bar och 350 bar.

30 % av Hondas bilförsäljning är olika modeller av hybridfordon. Den nya Honda Clarity FCEV lanserades 2016. De har hittills tillverkat 1300 bilar de flesta är sålda i Japan och i Kalifornien.

Honda samarbetar numera med GM i USA. De planerar att tillsammans presentera en ny modell av FCV redan år 2020. Honda framhöll vikten av internationellt samarbete för säkerhet och standardiseringen av bränslecellsfordon. En mycket viktig fråga är utbyggnaden av infrastrukturen för vätgas den är helt väsentlig för att marknaden för FCV skall kunna utvecklas. En intressant iakttagelse är att de flesta HRS i Japan fortfarande levererar max 350 bar vätgas.

Honda visade upp en del kringutrustning. Deras SHS Smart Hydrogen Station, en vätgastankstation som kan levereras färdig från en lastbil och installeras på mindre än en dag. Det krävs i princip enbart vatten och el. Det finns 18 stycken SHS installerade i Japan varav en kan leverera 700 bar de övriga 350 bar. Kapaciteten är ganska låg 2,5 kg H₂/dag. Stationen innehåller en speciellt högtrycks-elektrolysör och ett vätgaslager som kan lagra upp till 820 bar.

En annan intressant utrustning var Honda Power Exporter 9000, ett kraftaggregat som kopplas direkt till bilen och som kan leverera el 100V/220V upp till 6 kWe.



Honda Power Exporter är ett kraftaggregat som kopplas direkt till Honda Clarity. Den kan leverera 6 kWe 100V/220V. Kraftaggregatet kan då användas i nödsituationer eller helt enkelt som ett extra kraftuttag vilket har en allt större efterfrågan speciellt i Japan.

Hyundai



Hyundai Nexo

Hyundai har idag exporterat mer än 1000 bränslecells-bilar till 18 olika länder.

Den nya Hyundai Nexo som lanserades 2018 har på flera punkter en förbättrad design jämfört den tidigare Hyundai Tucson som finns även i Sverige. Nexo är väsentligt tystare eftersom det finns färre parasitiska laster som fläktar och pumpar. Stacken har förbättrats speciellt på katodsidan så att risken för igensättningar har minimerats. Nexo klarar EuroNCAP 5-stars säkerhetskrav.

Nexo säljs nu i Korea för motsvarande 30 000 USD ett subventionerat pris. Kostnaderna är på väg ner och med ökade volymer räknar med att under 2015 – 2030 skall subventionerna kunna tas bort.

Hyundai presenterade även satsningarna för att utveckla tyngre fordon bussar och lastbilar. Då kommer två FCV system att användas. Det schweiziska projektet med upp till 1600 lastbilar presenterades inte speciellt utan nämndes bara kort.

Hyundai betonade också samarbeten och presenterade samarbetet med AUDI där de förklarade att AUDI kommer att få använda komponenter från Hyundai i sina bränslecellsfordon.

5.4 TREND OF ENE-FARM AND RFC: PANASONIC, AISIN-SEIKI, SOLID POWER

Panasonic



Viessmanns Vitvalor Panasonic europeiska modell den är något bredare än den japanska eftersom den innehåller mer utrustning bland annat för gasrening och större vattentank.

Panasonic har nu sålt totalt 140 000 anläggningar med bränsleceller de flesta små PEMFC till Ene-Farm programmet i Japan. Panasonic samarbetar med Viessmann och har exporterat stackar och system till Tyskland och de stora EU-projekten.

Panasonic tillverkar PEMFC de kräver i regel en back-up boiler vid uppstart eftersom driftstemperaturen är relativt låg. Därför används ofta golvvärme då kan lägre temperaturer användas.

Den senaste modellen har i Japan strängare krav på att kunna klara av drift i händelse av katastrofer som jordbävningar och översvämningar. Den skall också kunna startas mot ett dött nät.

Panasonic utvecklar nu också en större modell på 5 kW som i första hand skall köras på ren vätgas. Den skall kunna byggas i moduler med krav på storlekar upp till 50 kW.

AISIN-Seiki



AISIN-Seiki bränslecell med vattensystem för Ene-farm

AISIN-Seiki tillhör AISIN koncernen som har Toyota som huvudägare. AISIN är leverantör av olika komponenter till den globala bilindustrin. AISIN består av 200 olika företag och har 110 000 anställda.

AISIN-Seiki tillverkar i första hand små kraftvärmelanläggningar för Ene-farm programmet i Japan.

Stacken en SOFC på 0,7 kWe är utvecklad och tillverkas av Kyocera. Deras största kund är Osaka gas. I Europa har AISIN-Seiki samarbetat med Bosch för leveranser till de europeiska projekten. AISIN-Seiki tar nu fram ett system för stora flerfamiljshus då kan vattensystemet centraliseras och bränslecellsdelens minimeras

Tekniken utvecklas ständigt, den senaste modellen har en livslängd på 10 år. Den kan köras med reducerad effekt i black-out mode som är ett krav i Japan. 2018 års version har en el-verkningsgrad på 53,5 %.

För att kunna leverera till norra Japan där det kan bli ordentligt kallt och även för exportmarknaden har AISIN integrerat en tillsatsbrännare för att kunna öka värmeuttaget. Den höga verkningsgraden på SOFC stacken gör att värmedelen kan bli för liten när värmebehovet är stort.

Solid Power Italy



Solid Power, Italien tillverkar SOFC stackar och mindre system. Deras teknik är numera baserad på BlueGen en högeffektiv SOFC enhet på 1,5 kW som har en bekräftad elverkningsgrad på över 60%. Solid Power har tillverkning i norra Italien och i Heinsberg i Tyskland. Idag har de en tillverkningskapacitet på 50 MW/år och det finns färdiga planer på att fördubbla den kapaciteten. Då kommer kostnaderna att minska från idag 3 000 Euro/kW till förhoppningsvis 500 Euro/kW.

En ny vidareutvecklad modell BlueGen BG-15 har en initial verkningsgrad på 63,5 %. Den är gjord för att kunna byggas ihop i moduler till väsentligt större enheter. Stackens livslängd är beräknad till 60 000 timmar Solid Power har levererat 1500 SOFC till 12 länder. Idag samarbetar de med Bosch-Buderus i Tyskland för små kraftvärmeanläggningar och med Microsoft för kraft till datacenters.

För framtiden presenterade Solid Power planer på att:

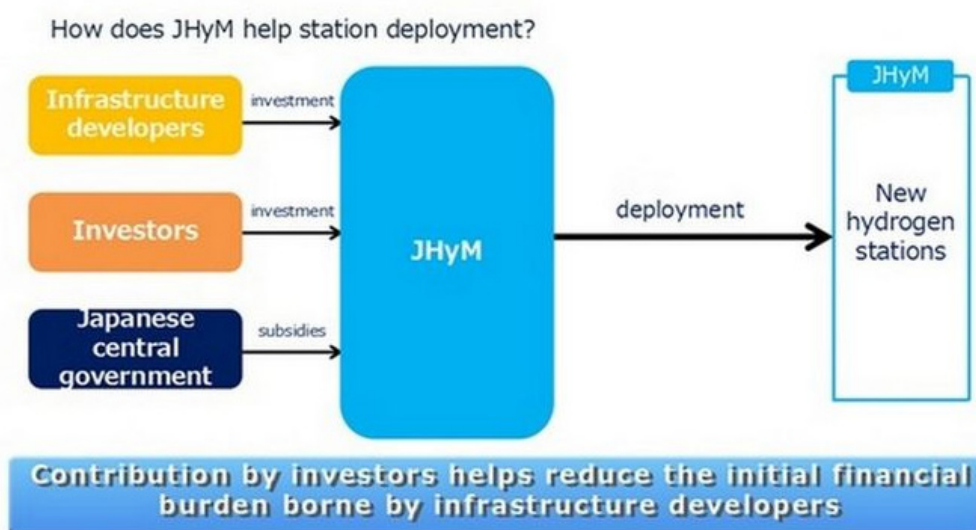
- Utveckla en reversibel SOFC som kan användas som SOEC elektrolysör
- Ta fram en enhet på 6 kWe (4*1,5 kWe)
- Utveckla en större modul på 25 kWe

Solid Power kommer att leverera stackar till systemtillverkare både för bränsleceller och för elektrolysörer.

5.5 HYDROGEN INFRASTRUCTURE JAPAN, CHINA USA

Japan

I Japan är det viktigt att snabbt bygga ut ett heltäckande nät av HRS, vätgas-tankstationer så att det går att använda bränslecellsfordon med samma tillgänglighet som vanliga personbilar. Det finns en stark consensus om det mellan staten, bilföretagen och gasbolagen.



Programmet JHyM, Japan Hydrogen Mobility har startats med syftet att kraftigt bygga ut infrastrukturen för vätgas som fordonsbränsle. Nu i mitten av 2019 finns det 113 HRS i drift i Japan Inom 4 år skall ytterligare 80 HRS vara i drift

En stor del av de äldre tankstationerna är konstruerade för max 350 bar men alla nya HRS skall kunna leverera 700 bar. I Japan har FCV varit till hjälp vid katastrofer under den senaste Typhoon stormen användes Toyota Mirai flitigt för att ladda mobiltelefoner.

Kina

Kina presenterade stora planer på att bygga ut infrastrukturen för vätgas och antalet bränslecellsbilar. Kring 2030 skall det enligt nuvarande planer finnas 1000 HRS och i miljon FCV i Kina. Idag finns det 15 HRS i drift och ytterligare 33 beslutade eller under uppförande.

Kina har etablerat internationella samarbeten med EU, Tyskland, USA och Japan för att lära sig och komma igång med vätgas och bränsleceller på ett bra sätt. Förmodligen kommer de i Kina att börja producera vätgas från kol eftersom naturgas är relativt dyrt och den förnybara energin räcker inte till.

USA

USA är i princip Kalifornien när det gäller vätgas som fordonsbränsle. Det finns ännu så länge bara ett fåtal bränslecellsbilar och tankstationer för vätgas utanför Kalifornien.

Så här är läget den 1 juni 2019

	Numbers as of June 1, 2019	Total
*FCEVs—Fuel cell cars sold and leased in US		6,830
FCEBs—Fuel cell buses in operation in California		31
Retail hydrogen stations open in California		40
Fuel cell buses in development in California		21
Fuel cell shuttles in development in California		4
**Retail hydrogen stations in development in California		24

Planerna för Kalifornien är att det år 2030 skall finnas 1000 HRS 1 million FCV. Det är höga ambitioner. Men redan nu finns 6 830 bilar de flesta leasade, det betyder att de är många olika sorters människor som använder bilarna dagligen. De får vanliga problem som småkrockar fortkörningarna, fastnar i trafikstockningar mm. Det uppstår till och med köer vid tankstationerna.

Det finns ett delstatligt program för att finansiering utbyggnaden av de 100 första HRS. Stationerna skall finnas i befolkningscentra och även så att det går att på ett enkelt sätt köra genom hela delstaten.

Det finns också ett speciellt program på 41 MUSD för att installera minst 10 större vätgasdrivna lastbilar som skall frakta gods från och till hamnarna i Los Angeles.

6 IEA Advanced Fuel Cells med Annex 33 stationary applications



IEA är en OECD-organisation som bildades i samband med oljekriserna 1973–1974 då oljepriset chockhöjdes och de oljeproducerande gick samman och bildade OPEC för att kunna upprätthålla ett högre oljepris och ha kontroll över produktionen. Inom IEA bildades forskargrupper och nätverk idag benämnda TCP, Technology Collaboration Programmes. Inom ett TCP skall olika grupper med forskare och andra intressenter arbeta tillsammans och bilda nätverk inom ett teknikområde för att nå de av IEA uppsatta målen. Det gäller speciellt att utveckla tekniker som inte är direkt beroende av oljan, till exempel olika former av förnybara bränslen, solenergi, vindkraft, vattenkraft, vätgas, bränsleceller mm, även kol och fusion har fått ett stort utrymme. Det finns idag ett 40-tal olika TCP. IEA Advanced Fuel cells och IEA Hydrogen är två av dessa. Sverige är idag med i 23 av 40 TCP.

Mer detaljerad information om olika TCP finns på websidan www.iea.org/tcp.

Sydkraft och Vattenfall var tidiga användare av bränsleceller i Europa. Sydkraft var med om att starta IEA Advanced Fuel Cells som är inriktat på forskning och användarfrågor däribland marknadsutveckling.

IEA Advanced Fuel Cells AFC, TCP startades 1990 med syfte att skapa ett internationellt globalt nätverk inom bränslecellsområdet med deltagare från Europa, Nordamerika, Asien och Australien. Detta för att hantera möjligheterna och hindren för en internationell kommersialisering bränsleceller samt att främja utvecklingen av bränslecellsteknik och deras tillämpning internationellt. I uppdraget ingår även att överföra viktiga budskap till marknaden, samhället, beslutsfattare och till allmänheten. AFC TCP uppnår dessa mål genom att dela med sig av den senaste utvecklingen inom forskning, utveckling och distribution inom bränsleceller. Exekutivkommittén har som uppgift att sprida informationen till och inom respektive medlemsländer.

IEA Advanced Fuel Cells har idag 16 medlemsländer där Spanien och Kina nyligen har blivit medlemmar. Det är numera möjligt för organisationer och företag att direkt vara med i IEA AFC. Det ger en möjlighet att vara med även om landet officiellt inte är med. VTT Från Finland är med som organisation. De har då möjlighet att vara med i ExCo men saknar rösträtt.

Mer information IEA Advanced Fuel Cells TCP finns på websidan, www.ieafuelcell.com Svenska representanter i ExCo, Exekutivkommittén, är idag Hanna Sundkvist från Energimyndigheten med Greger Ledung Energimyndigheten som ersättare.

Här under visas de olika Annexen inom IEA Advanced Fuel Cells och vem som leder dem (Operating Agent) samt de svenska deltagarna.

		Operating Agent	Svensk deltagare
Annex 30	Electrolysis	Dr Marcelo Carmo FZJ, Jülich, Germany	-
Annex 31	PEFC	Di-Jia Liu, Argonne NL, USA	Lars Pettersson, KTH
Annex 32	SOFC	Jari Kiviaho, VTT Fuel Cells, Finland	Martin Andersson och Bengt Sundén, LTH Jan-Erik Svensson, Chalmers
Annex 33	Stationary	Viviana Cigolotti, ENEA Italien	Per Ekdunge, Powercell
Annex 34	Transport	Rajesh Ahluwalia, Argonne NL, USA	Sandvik och Impact Coating
Annex 35	Portable	Fabio Matera, Italien	Eva Fontes, Intertek
Annex 36	System Analysis	Prof Detlef Stolten FZJ Jülich Tyskland Dr Nancy Garland Dep of Energy, USA	
Annex 37	Modelling of fuel cell systems	Steven Beale, FZJ Jülich, Tyskland	Martin Andersson, LTH

6.1 IEA ANNEX 33 STATIONARY APPLICATIONS

Operating Agent eller ordförande för IEA Annex 33 Stationary applications och tillika vice ordförande i ExCO var till och med 2018 Bengt Ridell, Sweco Energy.

Annex33 består av 6 olika så kallade Subtask.

- 1) Fuel cells for residential buildings:** Subtaskledare har varit Ulf Birnbaum från Tyskland fd FZJ Jülich, andra viktiga medlemmar har varit de japanska företagen Panasonic, Toshiba och AISIN-Seiki.

Nyckelfrågorna har varit att studera tekniken, marknadsutvecklingen och underhållsfrågor. En speciell fråga är export av teknik eftersom förutsättningarna kan variera väsentligt mellan olika länder.

- 2) Fuels for Fuel Cells: ENEA Italy**

I första hand har olika bibränslen studerats men även vätgas och naturgas. Naturgas som kanske är det vanligaste bränslet kan variera väsentligt mellan olika områden. Bränsleceller kan ha speciella fördelar efter som de har hög verkningsgrad och kan använda olika typer av bränslen. En rapport från detta Subtask har nyligen publicerats på IEA AFC websida.

3) The Implementation of the new Buildings and Energy Directives: opportunities or threats for fuel cell systems, Austrian Energy Agency

Detta är ett nytt Subtask som studerar och undersöker konsekvenserna för bränsleceller av olika EU direktiv inom speciellt byggbranschen exempelvis European Building Directive (EPBD), Energy Efficiency Directive (EED) och the Ecodesign and Labelling Directive. En rapport från detta Subtask finns publicerad på IEA AFC websida.

4) Modelling of fuel cell systems, Stephan Renz, Schweiz

Detta subtask har modifierats att studera ekonomi och driftsstrategier av stationära system. Huvudskälet var att det har startats ett nytt Annex specialiserat på modellering.

5) Fuel cells in future energy systems, Stephan Renz, Schweiz med hjälp av DOE USA

Detta Subtask startade 2014 och studerar bränslecellernas möjliga roll i olika energisystem till exempel smart-grid och power-to-gas.

En sidouppgift har varit att följa utvecklingen av olika stora bränslecellsanläggningar i MW-Klass.

6) Market status and role out strategies, Bengt Ridell, Sweco Energy Sverige.

Uppgiften för detta Subtask är att presentera och diskutera senaste nyheterna från bränslecellsmarkaden, i första hand stationära system.

Under 2019 har Viviana Cigolotti från ENEA, Italien tagit över rollen som Operating Agent. Deltagare från Sverige är PowerCell och Sweco Energy.

7 EU FCH 2 JU



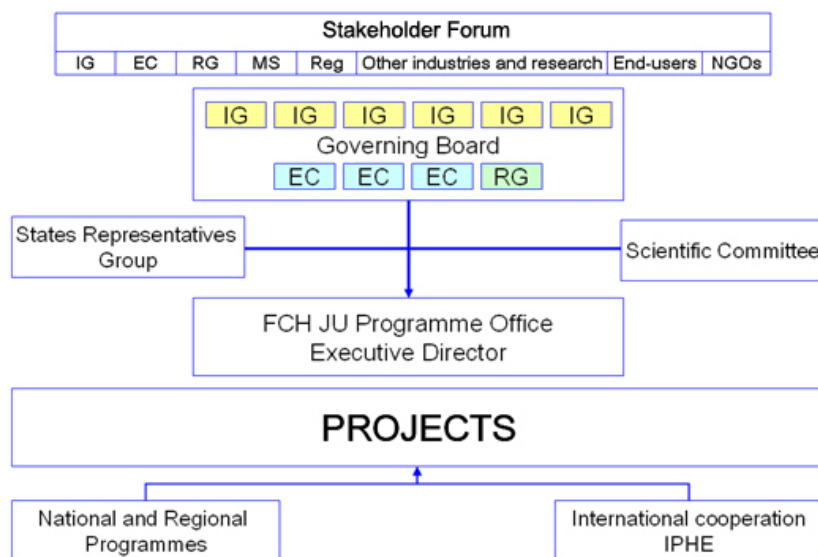
EUs verksamhet inom bränslecells- och vätgasområdet är sedan hösten 2008 samlat inom ett så kallat JU, Joint Undertaking. En ny period för åren 2014 – 2020 kallad FCH 2JU startades under 2014, omfattningen för sjuårsperioden är 1 330 MEUR där 50 % skall finansieras med privata medel. Finansieringen från EC, EU-kommissionen görs via ramprogrammet Horizon2020. De uppsatta målen för FCH JU2 är nu mer marknadsinriktade än tidigare och framhäver Europa och europeisk industri. Forskningsdelen är mycket liten, för grundläggande forskning som inte är direkt knutet till industrins utveckling inom bränslecellsområdet hänvisas till andra utlysningar inom H2020. TRL3 är miniminivå för projekten inom FCH 2JU.

En vision med FCH 2JU är att vätgas som energibärare speciellt som transportbränsle skall enligt EC vara en mogen och konkurrenskraftig teknik år 2020. Det skall uppnås genom ett samarbete som leds av industrin där forskning och utveckling samt demonstration av tekniken ingår. Det betonas också att europeisk industri skall vara ledande och konkurrenskraftig inom området. Detta har varit svårt att uppnå på marknadssidan ligger Europa fortfarande långt efter Asien och Nordamerika. Det området som Europa kan räknas som ledande är elektrolysörer som är ett växande och centralt område för att kunna införa en infrastruktur för förnybar vätgas som energibärare och transportbränsle.

EU försöker framhålla att Europa ligger långt framme inom området vätgas och bränsleceller men det är ganska klart att Nordamerika, Japan och Korea har väsentligt större tillverkare och installerade bränsleceller både inom transportområdet och det stationära området. Det området som Europa trots allt kan anses vara ledande på är elektrolysörer.

Brexit kan komma att påverka ett fortsatt arbetet inom FCH 2JU och även kommande program efter 2020. Storbritannien är en betydande finansiär av FCH 2JU och flera framgångsrika företag och organisationer från Storbritannien är med i projekten.

Sveriges officiella representanter i EU 2JU är från Energimyndigheten och finns representerade i States Representatives Group. Det är Hanna Sundqvist och Peter Kasche båda från avdelningen Hållbar Transport.



Organisationen för EU FCH2JU. Lägg märke till att nu har IG, Industrigruppen majoritet i Governing Board, i praktiken har EC veto-rätt eftersom de finansierar 50% av budgeten.

För att ett projekt skall godkännas krävs att minst en av projektdeltagarna är med i antingen Industrigruppen eller Forskningsgruppen. Övriga projektdeltagare behöver inte vara med i dessa organisationer. Industrigruppen som numera även heter Hydrogen Europe har växt och har idag 119 medlemmar från 21 olika länder. Industrigruppen är ett nätverk bland bränslecellrelaterade industrier i Europa och en betydelsefull lobbyorganisation. För mer detaljerad information se <http://hydrogeneurope.eu>.

Forskningsgruppen som har bytt namn till Hydrogen Europe Research har 68 medlemmar från olika forskningsinstitut och universitet i Europa. Mer information om organisationen och dess medlemmar finns på Hydrogen Europe Research websida www.hydrogeneurope.eu/research

Från Sverige är AB Volvo, PowerCell och Metacon med i Industrigruppen Hydrogen Europe och KTH är Sveriges enda medlem i Forskningsgruppen Hydrogen Europe Research.

Verksamhetens bakgrund, huvudprogram samt mål och visioner för FCH JU2 finns presenterade i dokumentet MAWP, Multi-Annual Work Programme. Dokumentet går att ladda ner från länken <http://www.fch.europa.eu/page/multi-annual-work-plan>.

Inom FCH 2JU görs det en årlig utlysning i storleksordningen 100 MEUR. Programmet är indelat i två lika stora huvudområden Transport och Energisystem. För övriga projekt finns ca 5 % av budgeten som används för Cross-cutting and Overarching issues.

Varje år publiceras en Annual Work Plan AWP som innehåller förutsättningarna för årets utlysning och årets budget för verksamheten. Alla AWP finns på websidan under fliken key documents, se länken <http://www.fch.europa.eu/node/843>.

Utlysningen för 2019 stängde den 23 april, den preliminära omfattningen av utlysningen är 80,8 MEUR. Det kom in 44 ansökningar varav 23 inom energiområdet och 11 för transportområdet. Utvärderingen av ansökningarna kommer att offentliggöras i augusti

2019. Detaljerad information om den senaste utlysningen finns på länken, <https://fch.europa.eu/page/call-2019>.

Det är nu 246 projekt som har godkänts och startat sedan början av FCH JU 2008. Flera projekt är under förhandling med EC och de förväntas starta senare under året. Det finns deltagare från Sverige i mer än 30 av dessa projekt.

De nyheter inom transportområdet som nämns för 2019 är att forskning inom platinumpfria PEFC fortfarande kommer att prioriteras. FCH JU vill se fler demonstrationer för tunga fordon speciellt i stadsmiljö och för gaffeltruckar och liknande arbetsredskap. Marina applikationer speciellt större system ombord fartyg kommer att ha prioritet, det gäller både framdrift och elförsörjning i hamn.

Inom energiområdet så kommer utveckling och demonstration av stora elektrolysörer att bli ett prioriterat område. Det är olika typer av elektrolysörer och elektrolysörer som producerar vätgas direkt vid tankstationer. Ett annat område är flytande vätgasbränslen. Förbättringar av kraftvärmeanläggningar och materialfrågor för SOFC är med i utlysningen för 2019.

JIVE2 är en utökning av på det tidigare beslutade JIVE projektet som omfattar 139 bränslecellsbussar. De skall användas i 5 olika länder på 9 olika ställen i Tyskland, Storbritannien, Italien, Lettland och Danmark. Projektet finns beskrivit i detalj på websida <https://www.fuelcellbuses.eu/projects/jive>.
<http://www.fch.europa.eu/project/joint-initiative-hydrogen-vehicles-across-europe>

JIVE2 är det sjätte större bussprojektet som finansieras av EU. Här kommer ytterligare 152 bränslecellsdrivna bussar att placeras i 14 olika städer i Europa. De finns 5 bussar reserverade för Sverige. Från Sverige deltar Vätgas Sverige som projektmedlem. JIVE2 kommer att pågå under sex år fram till januari 2024.

Inom det stationära området är det nya stora flaggskeppsprojektet PACE där 2 650 bränsleceller skall placeras i bostäder som microCHP, se <http://www.pace-energy.eu>. Det är 5 olika leverantörer både PEFC och SOFC. Bränslecellerna skall i första hand placeras i Belgien, Frankrike, Italien, Storbritannien och Nederländerna men även andra länder som Storbritannien, Polen, Österrike och även Schweiz kommer att ansluta till projektet.

Ett annat så kallt flaggskeppsprojekt är H2ME, Hydrogen Mobility for Europe har utökats med H2ME-2 och tillsammans kommer minst 45 HRS, vätgastankstationer att placeras i Europa och enligt planerna skall mer än 1400 bränslecellsfordon finnas i tillgängliga i Europa före 2022. Skandinavien är en av fyra huvudregioner som är med i projektet, från Sverige deltar AGA AB.

Ett annat viktigt prioriterat projekt är HYLAW med syftet att underlätta introduktionen av vätgas som energibärare genom att undersöka befintlig lagstiftning inom området. Det är 23 olika deltagande organisationer från Sverige deltar Vätgas Sverige. HYLAW har publicerat en sökbar databas som beskriver de legala förutsättningarna i olika länder i Europa, www.hylaw.eu/database.

Det finns en uppdaterad websida för FCH JU2. Där finns all information även för det tidigare programmet. Alla godkända projekt är presenterade. Det finns information om nödvändiga bestämmelser och dokument för att kunna göra ansökningar i FCH 2JU, se www.fch-ju.eu.

8 Kommentarer

Bränslecellstekniken utvecklas fortfarande stabilt men i måttligt tempo, utvecklingen mot kommersialisering går framåt speciellt på transportsidan. De två ledande regionerna är Kalifornien och Japan där antal fordon och stationära bränsleceller nu är så stort att erfarenheterna börjar märkas ordentligt. Exportindustrin speciellt från Japan men även stackar från Nordamerika ökar märkbart.

Europa verkar ha fastnat i en subventionerad värld med FoU och demonstrationsprojekt. Det saknas egentligen inte pengar men subventionerna som görs i Nordamerika och Japan för investeringar hos användarna är förmodligen inte så enkelt att genomföra i Europa.

De allt högre kraven på leveranssäkerhet av elkraft och ett överbelastat elnät kommer att öka drivkrafterna för att använda stationära bränsleceller som reservkraft. Kostnaderna för avbrott i eltillförsel blir allt högre. Marknaden för reservkraft speciellt inom telekom och datacenter blir alltmer intressanta.

För att kunna följa utvecklingen av bränslecellstekniken på nära håll och få en någorlunda komplett bild av teknikstatus, forskningsfronten och marknadsutvecklingen är det viktigt att delta i internationella sammanhang. Det kan vara att besöka de stora konferenserna ännu bättre att hålla presentationer.

Mer långsiktigt nätverksskapande är att delta i Task och Annex i IEA Advanced Fuel Cells eller IEA Hydrogen, Energimyndigheten kan hjälpa till med detta. Ett annat sätt är att vara aktiv i ett EU-projekt. Det finns svenska företag och forskare som är med i Hydrogen Europe och på så sätt kan ha möjlighet att slussa in andra svenska företag i EU-projekt.

Nu när marknaden för bränsleceller växer på många håll är det viktigt speciellt för svensk exportindustri och även för forskare att kunna ta del av en effektiv kvalificerad teknikbevakning inom området. Det kan komma att bli svårare nu när detta program läggs ner och avslutas.

9 Referenser

Dessa referenser som det hänvisas till i texten har använts som arbetsmaterial för framtagandet av rapporten. De är en bra källor för ytterligare information inom bränslecellsområdet.

AMR USA 2018 proceedings

https://www.hydrogen.energy.gov/annual_review18_proceedings.html

<https://www.biogas2020.se/>

EU FCH 2 JU med information om alla Eu-projekt inom området

<https://www.fch.europa.eu/>

<https://www.fcexpo.jp/en-gb.html>

IEA Advanced fuel cells

<https://www.ieafuelcell.com/>

California Fuel Cell Partnership

<https://cafcp.org/>

Fuel Cell Works, aktuell nyhetssida för bränslecellsmarknaden

<https://fuelcellsworks.com/>

E4tech: The Fuel Cell Industry Review 2018

10 Ordlista

AEL	Alkaline Elcetrolyser
AFC	Alkaline Fuel Cell
AMR	Annual Merit review, bränslecellskonferens I USA organiserad av US DOE
APU	Auxiliary Power Unit
BEV	Battery Electric Vehicle
BOP	Balance of Plant
DMFC	Direct Methanol Fuel Cell
US DOE	Department of Energy, USA
EU FCH JU	EU programmet Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking
FCV, FCEV	Bränslecellsfordon
GHG	Växthusgaser
H2020	Horizon 2020 EUs ramprogram för forskning 2014 – 2020
HRS	Hydrogen Refuelling Station
IEA	International Energy Agency
kW	Kilowatt
kWe	Kilowatt el
kWh	Kilowatt timmar
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell
MW	Megawatt
NEDO	The New Energy and Industrial Technology Development Organization of Japan
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell
PEFC, PEMFC	Polymer Electrolyte Fuel Cell
PEME, PEMEL	Polymer Electrolyser
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
SOEC	Solid Oxide Electrolyser
TCP Agreement	Technical Collaboration Program inom IEA, tidigare Implementing Agreement
TRL	Technology Readiness Level
USD	Amerikanska dollar

TEKNIKBEVAKNING BRÄNSLECELLER

2018-2019

Här rapporteras höjdpunkter från flera internationella konferenser inom bränslecells- och vätgasområdet. Speciellt beskrivs resultat från FC EXPO 2019 i Tokyo och den senaste utveckling för teknik och marknad för transportområdet med vätgasfordon och för stationära tillämpningar med bränsleceller.

De två ledande regionerna för kommersialisering av bränsleceller är Kalifornien och Japan där antal fordon och stationära bränsleceller nu är så stort att erfarenheterna börjar märkas ordentligt. Inom transportområdet finns idag flera olika bilar som går att köpa eller leasa, där Toyota, Hyundai och Honda är ledande. Daimler har nyligen officiellt lanserat sin bränslecellsbil Mercedes Benz GLC F-Cell på marknaden. Till skillnad från de asiatiska bilarna kan den användas som plug-in hybrid.

De allt högre kraven på leveranssäkerhet av elkraft och ett överbelastat elnät kommer att öka drivkrafterna för att använda stationära bränsleceller som reservkraft. När kostnaderna för avbrott i eltillförsel ökar blir marknaden för reservkraft, speciellt inom telekom och datacenter, alltmer intressant.

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