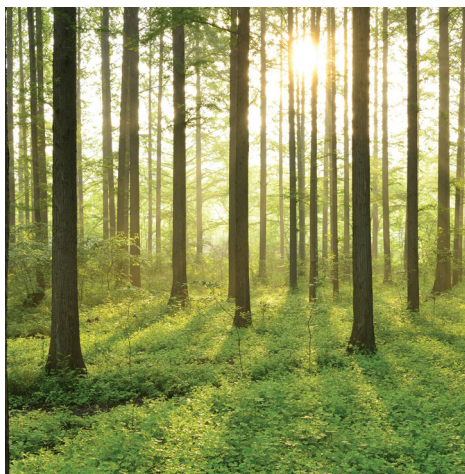


SYNTESRAPPORT – TEKNIK OCH OMVÄRLDSBEVAKNING BRÄNSLECELLER

RAPPORT 2015:129



Syntesrapport – teknik och omvärldsbevakning bränsleceller

BENGT RIDELL

ISBN 978-91-7673-129-1 | © 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 är en förstudie som har tagits fram inom teknikbevakningsprojektet. 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.

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

Stockholm maj 2015

Bertil Wahlund

Energiforsk AB

Sammanfattning

Bränsleceller kan användas inom många olika områden där det finns behov av elproduktion. Ett annat mycket stort område kan vara som drivkälla i fordon.

Inom det stationära området kan bränsleceller användas för produktion till elnätet eller till icke nätanslutna anläggningar. En stor möjlig marknad område är som reservkraft till olika sorters anläggningar.

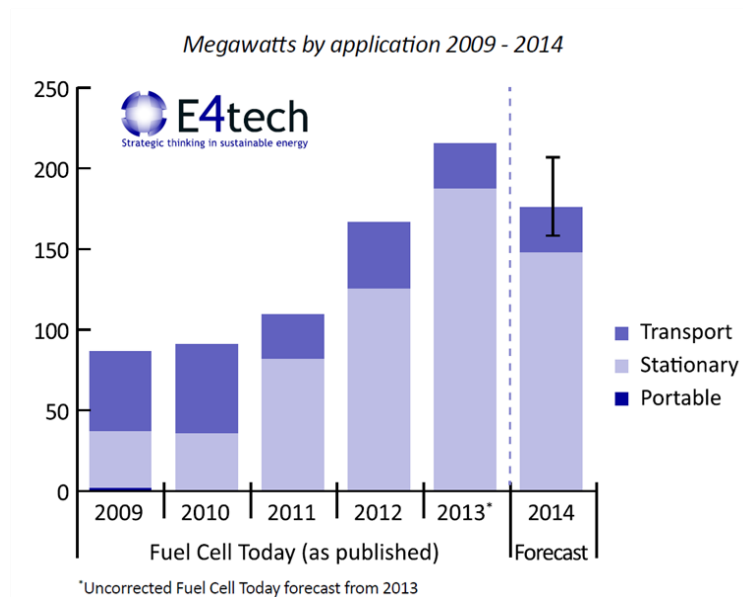
Nedanstående egenskaper visa på bränslecellens fördelar gentemot konkurrerande tekniker i samma storleksklass.

- Hög verkningsgrad även vid lägre effekter
- Bränsleflexibilitet, möjligheter att använda olika sorters förnybara bränslen förutom vätgas och naturgas. En del föroreningar kan vara skadliga beroende på typ av bränslecell och förorening
- Låga emissioner
- Liten signatur, tyst gång är möjligt

Bränsleceller kan till exempel användas som,

- Drivkälla till elektrifierade fordon, bilar, bussar och även andra tyngre fordon
- APU, extra kraftkälla speciellt i tyngre fordon
- Ersättning för batterier till gaffeltruckar och annan lagerhanteringsutrustning som används inomhus och kräver stora batterier och rena emissioner
- Kraftverk eller kraftvärmeanläggningar anslutna till elnätet. Förutom naturgas kan även biogas, vätgas eller olika flytande bränslen användas
- Ersättning för både små och stora batterier inom olika användningsområden från små portabla enheter för laddning av mobiltelefoner mm till stora batterianläggningar som reservkraft för telekomanläggningar, datorhallar och sjukhus.
- Energiåtervinning och omhändertagande av energirika avfallsgaser från till exempel måleriverkstäder, kemisk industri, vattenreningsanläggningar, rötgas från livsmedelsindustrier mm.

Huruvida bränsleceller kommer att få ett stort kommersiellt genombrott eller inte har länge varit ett stort diskussionsämne. I vissa delar av världen sker betydande genombrott mot en kommersialisering. I Japan finns sedan september 2014 mer än 100000 stationära bränsleceller i byggnader. Flera ledande biltillverkare annonserar att de bilmodeller med bränsleceller som är framtagna kommer att sälja på allmänna marknaden inom kort, en del redan 2015.



Megawatts by region						
Megawatts	Fuel Cell Today (as published)					Forecast
	2009	2010	2011	2012	2013*	2014
Europe	2.9	5.8	9.4	17.3	17.3	10.4
North America	37.6	42.5	59.6	61.5	74.7	52.3
Asia	45.3	42.5	39.6	86.1	122.9	112.4
ROW	0.7	0.4	0.8	1.8	0.4	1.0
Total	86.5	91.2	109.4	166.7	215.3	176.0

Bilderna ovan visar den kraftiga ökningen av sålda bränsleceller från 2011 och framåt. Det finns många förklaringar till siffrorna en viktig orsak är att det nu går att köpa bränsleceller med kommersiella garantier och att priserna är kraftigt på väg ner. Tekniken förbättras men det är en bit kvar innan de är fullt kommersialiserade.

Redan idag använder många storföretag, 35 företag från Fortune500 listan, bränsleceller, speciellt då i Nordamerika.

Asien är den ledande marknaden det största projektet är EneFarm projektet i Japan med nu över 100000 bränsleceller i bostäder och de stora industriella MCFC anläggningarna i Korea. Kraftvärmeanläggningen i Hwasung på 60 MWe och den kommande anläggningen vid LNG terminalen i Incheon som är planerad att fullt utbyggd bli på 300 MWe.

De stora volymerna av levererade bränsleceller i Nordamerika är främst MCFC anläggningar och SOFC från Bloom Energy i Kalifornien och i Nordöstra USA. Många av dessa använder biogas som bränsle och får då i vissa stater betydande subventioner för investeringen. Ett annat stort växande område är bränsleceller för gaffeltruckar som nu överstiger 7000 i USA och Kanada.

Transportsidan visar ännu inte på några större volymökningar. Det beror på att de fordon, bilar och bussar som levereras är för demonstrationsprojekt. Här kommer vi med stor sannolikhet se en ökning de kommande åren när större serier från Hyundai, Toyota och Honda m fl skall levereras i större omfattning. Det kommer också att startas upp ett antal bussprojekt i Europa.

Bränslecellstekniken har ännu inte fått ett brett kommersiellt genombrott i någon bransch. Det har gjort stora framsteg de senaste åren och tekniken börjar inom flera områden uppfylla de krav som ställs på kommersiellt tillgängliga produkter avseende prestanda, livslängd, driftsäkerhet kostnader, garantier mm.

För Sveriges del finns det en del användningsområden där bränslecellstekniken kan få ett genombrott förutom portabla system för laddning av mobiltelefoner och annan bärbar elektronik även andra större system där bränsleceller ersätter batterisystem som gaffeltruckar och olika typer av reservkraft.

Ett annat område som kan vara aktuellt för Sverige är att använda lokalt producerad biogas för produktion av el, värme och kyla och eventuellt vätgas med hjälp av bränsleceller. Idag används biogas i stor utsträckning som fordonsgas i Sverige.

Det viktigaste för Sverige att svensk industri är med på världsmarknaden och levererar produkter, kunskap och material till de marknader och leverantörer där tekniken i första hand har en tydlig tidig marknad och där den utvecklas.

Summary

Fuel cells can be used in many different areas where there are needs for electricity generation. Another very large area can be as a power source for drive trains in vehicles.

Within the stationary field fuel cells can be used for the production to the grid or as off-grid installations. Large potential market areas are as backup power for different kinds of plants like telecom installations and data centers.

The following characteristics demonstrate the fuel cell's advantages over competing technologies in the same size class.

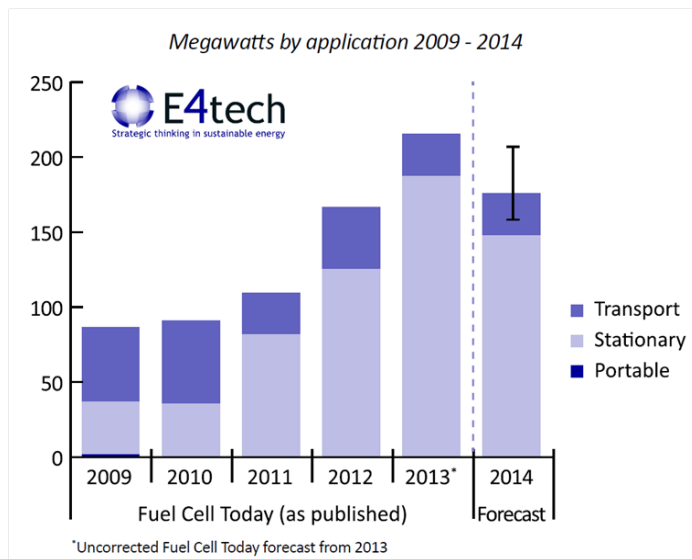
- High efficiency even at lower outputs
- Fuel flexibility, opportunities to use different kinds of fuels besides hydrogen and natural gas also different kinds of renewable fuels
- Low emissions, no direct GHG or NOx
- Low noise levels

Fuel cells can for example be used as:

- Power source for electric cars, trucks, buses and other heavy vehicles
- APU auxiliary power source in for instance in heavier vehicles
- Replacement for batteries for forklifts and other material handling equipments used indoors that require large batteries and clean emissions
- Power stations or cogeneration plants connected to the grid. In this plants can except natural gas also biogas, hydrogen or different liquid fuels be used as fuel.
- Replacement for both small and large batteries in different applications from small portable devices for charging cell phones, etc. to large battery installations as backup power for telecom installations, in data centers and hospitals etc.
- Energy recovery and disposal of energy rich waste gases from the chemical industry, waste water treatment plants, digester gas, waste from the food industries etc..

Whether fuel cells will have a major commercial breakthrough or not has been a major topic of discussion. But already now in some parts of the world there are significant breakthroughs towards commercialization. For instance in Japan has since September 2014 more than 100,000 stationary fuel cells been installed in buildings. And several thousands of backup power for telecom installations has been installed globally.

Today some car manufactures announce that they have fuel cell cars ready for commercial sales. That is Hyundai, Toyota and next year Honda other will follow.



Megawatts by region						
Megawatts	Fuel Cell Today (as published)					Forecast
	2009	2010	2011	2012	2013*	2014
Europe	2.9	5.8	9.4	17.3	17.3	10.4
North America	37.6	42.5	59.6	61.5	74.7	52.3
Asia	45.3	42.5	39.6	86.1	122.9	112.4
ROW	0.7	0.4	0.8	1.8	0.4	1.0
Total	86.5	91.2	109.4	166.7	215.3	176.0

The images above illustrate the sharp increase in fuel cells sold from 2011 and onwards. There are many explanations for these figures a major cause for the increase in sales is that it is now possible to buy fuel cells with commercial guarantees and the prices are sharply declining. The technology is improving but there is still some way to go before it is fully commercialized.

Already today several large companies use fuel cells especially in North America, 35 companies of these are on the Fortune500 list.

Asia is the leading market today, the biggest project is the EneFarm project in Japan with now over 100,000 fuel cells in residential houses. There are several large-scale industrial MCFC plants in Korea. The largest fuel cell plant today is the cogeneration plant in Hwasung of 60 MWe. An even larger plant is planned at the LNG terminal in Incheon close to Seoul in Korea which is scheduled to become fully developed to be 300 MWe.

The large volumes of delivered fuel cell installations in North America are primarily MCFC plants in California and the Northeast United States. Many of these plants use biogas as fuel. In some states they receive significant subsidies for the investment. Another major growing area for fuel cells is forklifts which now exceeds 7,000 in the US and Canada.

The transport side is not yet showing any significant volume increases. This is due to that the vehicles, cars and buses supplied today are mainly for demonstration projects. Here we will very likely see an increase in the coming years when larger series from Hyundai and Toyota and other auto makers will start production in a larger scale. There are also several fuel cell bus projects coming up especially in Europe.

Fuel cell technology has not yet received a broad commercial breakthrough in any area. There has been a great progress in the recent years and the technology begins in several applications to meet the demands of commercially available products with respect to performance, durability, reliability, costs, guarantees etc.

Sweden has relatively low energy prices and it not one of the first countries that is foreseen to have a broad introduction of stationary fuel cells. There are though some applications where the fuel cell technology can make a breakthrough in addition to portable systems. It is when fuel cells can replace battery systems such as forklifts and various types of backup power.

Another area that may be appropriate for Sweden is to use locally produced biogas for generating electricity, heating and cooling, and possibly hydrogen using fuel cells. Today biogas is used extensively as a vehicle fuel.

The most important issue for Sweden is that Swedish industry will participate on the world market and supply products, knowledge and materials to different markets and suppliers where the technology primarily has a distinct expending market and where the technology develops.

Innehåll

1	Inledning	1
2	Transportområdet	4
2.1	Teknik och marknad transportområdet	4
2.1.1	Personbilar FCV	4
2.1.2	Bränslecellsbusar	7
2.2	Prioriterade forskningsområden Transport	11
2.3	Styrkor, svagheter, möjligheter och hot	12
3	Stationära system	14
3.1	Teknik och marknad stationära system	14
3.1.1	Kraftvärme i bostäder	14
3.1.2	Kraft och kraftvärme kommersiella byggnader och industri	16
3.1	Biogas MCFC	19
3.1.1	Kommunala vattenreningsanläggningar	20
3.1.2	Bryggerier	20
3.1.3	Rötning av avfall från livsmedelsindustrin	21
3.1.4	Deponigas	22
3.2	Prioriterade forskningsområden Stationära system	22
3.3	Styrkor, svagheter, möjligheter och hot	24
4	Utanför elnätet back-up system, reservkraft, gaffeltruckar, portbå bränsleceller mm	25
4.1	Telekom back-up eller primär-el	25
4.2	Gaffeltruckar med bränsleceller	26
4.3	Portbå bränsleceller	27
4.4	Styrkor, svagheter, möjligheter och hot för back-up system och reservkraft	29
5	Slutsatser och analys	30
5.1	Transportområdet	30
5.2	Stationära system anslutna till elnätet	32
5.3	Utanför elnätet back-up system, reservkraft, gaffeltruckar mm	34
6	Referenser	35
	Ordlista	36

1 Inledning

Denna rapport är skriven inom ramen för verksamheten inom SHC, Svenskt Hybridfordon Center. Rapporten beskriver det allmänna läget inom bränslecellstekniken både för transportområdet och för det stationära området.

I rapporten visas exempel på olika huvudområden och förslag på lämpliga tillämpningar i Sverige. En allmän analys finns med som beskriver var tekniken står idag och vilka drivkrafter och möjligheter som det finns för att öppna upp marknaden för bränsleceller. En stor del av bakgrunds-informationen till rapporten kommer från IEA Advanced Fuel Cells, IEA Hydrogen, konferensrapporter, olika nyhetsbrev och annan information från internet.

Bränsleceller kan användas inom många olika områden där det finns behov av elproduktion. Ett annat mycket stort område kan vara som drivkälla i fordon. Det är viktigt på en tidig marknad att bränslecellernas speciella positiva egenskaper kan utnyttjas så att det kan bli konkurrenskraftiga gentemot konventionella tekniker. Inom det stationära området kan bränsleceller användas för produktion till elnätet eller till icke nätanslutna anläggningar. En stor möjlig marknad är som reservkraft till olika sorters anläggningar.

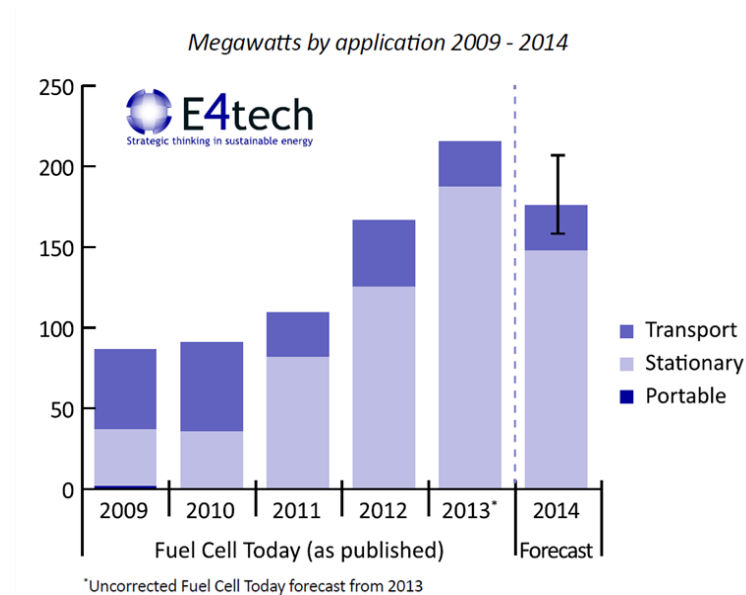
Nedanstående egenskaper visa på bränslecellens fördelar gentemot konkurrerande tekniker i samma storleksklass.

- Hög verkningsgrad även vid lägre effekter
- Bränsleflexibilitet, möjligheter att använda olika sorters förnybara bränslen förutom vätgas och naturgas.
- Låga emissioner
- Liten signatur, möjlighet till tyst gång

Bränsleceller kan till exempel användas som,

- Drivkälla till elektrifierade fordon, bilar, bussar och även andra tyngre fordon
- APU, extra kraftkälla speciellt i tyngre fordon
- Ersättning för batterier till gaffeltruckar och annan lagerhanteringsutrustning som används inomhus och kräver stora batterier och rena emissioner
- Kraftverk eller kraftvärmeanläggningar anslutna till elnätet. förutom naturgas kan även biogas, vätgas eller flytande bränslen användas.
- Ersättning för både små och stora batterier inom olika användningsområden från små portabla enheter för laddning av mobiltelefoner mm till stora batterianläggningar som reservkraft för telekomanläggningar, datorhallar och sjukhus.
- Energiåtervinning och omhändertagande av energirika avfallsgaser från till exempel måleriverkstäder, kemisk industri, vattenreningsanläggningar, rötgas från livsmedelsindustrier mm.

Huruvida bränsleceller kommer att få ett stort kommersiellt genombrott eller inte har länge varit ett stort diskussionsämne. I vissa delar av världen sker betydande genombrott mot en kommersialisering. I Japan finns sedan september 2014 mer än 100 000 stationära bränsleceller i byggnader. Flera ledande biltillverkare annonserar att de bilmodeller med bränsleceller som är framtagna kommer att sälja på allmänna marknaden inom kort en del redan 2015.



Megawatts by region						
Megawatts	Fuel Cell Today (as published)					Forecast
	2009	2010	2011	2012	2013*	2014
Europe	2.9	5.8	9.4	17.3	17.3	10.4
North America	37.6	42.5	59.6	61.5	74.7	52.3
Asia	45.3	42.5	39.6	86.1	122.9	112.4
ROW	0.7	0.4	0.8	1.8	0.4	1.0
Total	86.5	91.2	109.4	166.7	215.3	176.0

Bilderna ovan visar den kraftiga ökningen av sålda bränsleceller från 2011 och framåt. Det finns många förklaringar till siffrorna en viktig orsak är att det nu går att köpa bränsleceller med kommersiella garantier och att priserna är kraftigt på väg ner. Tekniken förbättras ständigt men det är fortfarande en bit kvar innan de är fullt kommersialiserade.

Redan idag använder många storföretag bränsleceller speciellt i Nordamerika. Enligt publikationen Business Case for Fuel Cells 2014 [4] så använder 35 företag från Fortune500 listan bränsleceller idag. Bland dem kan nämnas

Adobe, Apple, AT&T, Bank of America, Coca-Cola, eBay, FedEx, Google, JP Morgan Chase, Juniper Networks, Kellogg's, Kimberly-Clark, Macy's, Microsoft, Procter & Gamble, Urban Outfitters, United Natural Foods, , Walmart, Whole Foods, och Yahoo

Speciellt kan nämnas att Walmart har installerat 11 MWe stationära bränsleceller vid 35 olika platser och de använder 2500 bränslecellsdrivna gaffeltruckar på 10 olika ställen i USA.

Asien är den ledande marknaden idag för stationära bränsleceller. Det är EneFarm projektet i Japan med nu över 100000 bränsleceller i bostäder och de stora industriella MCFC anläggningarna i Korea. Kraftvärmeanläggningen i Hwasung på 60 MWe och den kommande anläggningen vid LNG terminalen i Incheon som är planerad att fullt utbyggd bli på 300 MWe.

De stora volymerna av levererade bränsleceller i Nordamerika är främst MCFC anläggningar och SOFC från Bloom Energy i Kalifornien och i Nordöstra USA. Många av dessa använder biogas som bränsle och får då i vissa stater betydande subventioner för investeringen. Ett annat stort växande område är bränsleceller för gaffeltruckar som nu överstiger 7000 i USA och Kanada.

Transportsidan visar ännu inte några större volymökningar. Det beror på att de fordon, bilar och bussar som levereras är för demonstrationsprojekt. Här kommer vi med storsannolikhet se en ökning de kommande åren när större serier från Hyundai, Honda, Toyota och m fl börjar tillverka och sälja i större omfattning. Det kommer också att startas upp ett antal bussprojekt i Europa.

2 Transportområdet

2.1 Teknik och marknad transportområdet

2.1.1 Personbilar FCV

Det kanske viktigaste området för bränsleceller är att ersätta förbränningsmotorn i bilar med en bränslecell och en elektrisk drivlina. Bränslecellen alstrar likström och driver en elmotor. Bränslecellsbilen är i regel hybridiserad och kombinerad med ett batteri. Sedan i början av 90-talet har bilindustrin utvecklat och demonstrerat fordon med bränsleceller som drivkälla.

History of Fuel Cell Vehicles - almost 20 years of Experience

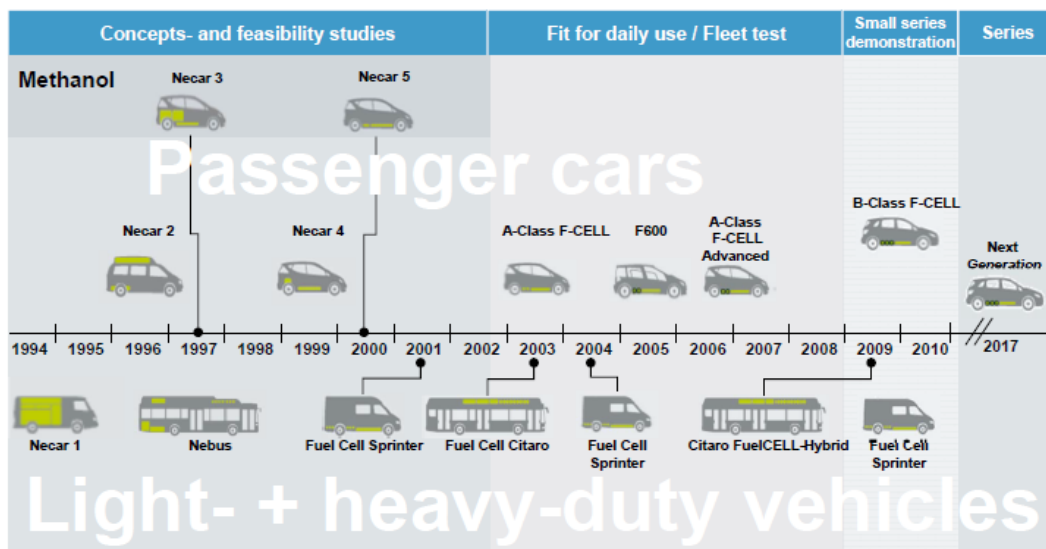


Bild: Prof. Dr. Christian Mohrdieck / Daimler AG

Till att börja med testades flera olika sorters bränslen. Längre var metanol favoritbränslet, en bil från Daimler NECAR3 av typ Mercedes A-klass körde i USA från kust till kust med metanol som bränsle. Numera har alla de stora biltillverkarna och beslutsfattare bestämt att det skall vara trycksatt vätgas som skall vara det framtida bränslet för bränslecellsbilar.

Bakgrunden till detta är DOE i USA för ett antal år sedan beslutade att dra in allt stöd till forskning inom området ombordreformering. Europa och Asien följde efter trots att exempelvis Daimler var långt framme med tekniken att använda metanol.

Den teknik som används idag är 700 bar tryck för lagring av vätgas i bilar och 350 bar i bussar. Det finns ingen av de större biltillverkarna som har officiella planer på att använda något annat bränsle än vätgas. Detta betyder att det

krävs en utbyggd infrastruktur för vätgas för att kunna introducera bränslecellsbilar på marknaden.

Bränslecellerna som används i dagens bilar är av typ PEFC, LT-PEM. De har kort starttid från kallt tillstånd och god lastföljning. En stor del av bränslecellens kostnad är den mängd platina som måste användas. Det är ett starkt prioriterat område att väsentligt minska eller ersätta mängden platina i stacken.

Utbyggnaden av en infrastruktur för vätgas med ett sammanhängande band av tankstationer HRS (Hydrogen Refuelling Station) pågår som mest i Japan, Kalifornien och Tyskland. Flera hundra HRS kommer att installeras de kommande åren. Det statliga stödet för utbyggnaden av infrastrukturen är betydande. I Kalifornien så kommer delstaten att satsa 20 MUSD per år tills det att 100 HRS har tagits i drift. Idag finns 125 FCV, bränslecellsbilar, i Kalifornien. År 2017 är prognosen 6650 FCV och år 2020 skall antalet ha växt till 18500 enligt CaFP, Californian Fuel Cell Partnership. Liknande siffror presenteras både för Japan och för Tyskland.

Flera bilmärken har presenterat nya modeller av bränslecellsbilar och annonserat att de skall introduceras på marknaden inom kort, en del så tidigt som 2015-2016. Dessa bilar har prestanda och komfort som vanliga konventionella bilar. Bränslecellsstacken har i regel en kring effekt på ca 100 kWe och ett batteri på 20 kWe. Bilarnas körsträcka är som konventionella bilar ca 50 – 80 mil på en tankning. Dessa bilar kommer trots att de kallas "kommersiella" till att börja med bara tillverkas i mindre serier ca 500 – 1000 bilar om året.



Hyundai var först ut med att sälja FCV till många olika kunder 2013. Deras bil kallad ix35 FCEV är en mini SUV med bra prestanda och komfort. Bränslecellen har en effekt på 100 kWe och ett batteri på 28 kWe, toppfart ca 160 km/h och räckvidd 600 km.

Bilarna är fortfarande inte helt kommersialiserade utan säljs eller leasas till kunder som får subventioner via EU-projekt eller liknande. Hyundai har dock flera hundra bilar i drift och får stor erfarenhet av dessa. Även om dagens bilar är avsedda för massproduktion i medium scale production ca 10000 bilar per år så planeras en ny uppdaterad modell inom några år, se vänstra bilden ovan.

Det finns idag 4 Hyundai FCV i Sverige alla i Malmö men de visas och provkörs över hela landet efter önskemål.

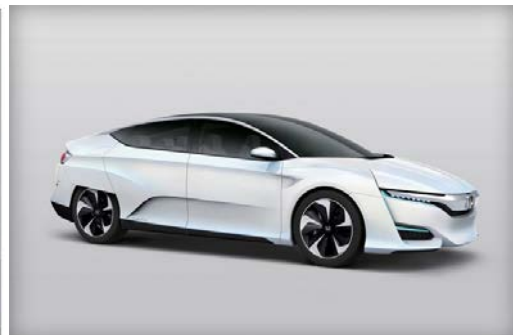


Bild: Nikkei, InsideEV

Toyotas första FCV avsedd för massproduktion Toyota Mirai lanseras under 2015. Hela produktionen 700 fordon 2015 är redan uppbokad. Enligt websidan INSIDE EV jan2015 så är redan 1400 bilar sålda och produktionskapaciteten kommer att öka till 2100 under 2015 och 3000 bilar per år 2017.

Toyota Mirai är en ganska stor bil även om den inte bygger på SUV chassi utan på en egen konstruktion. Komfort och prestanda är helt jämförbar med andra konventionella bilar i denna klass.

Bilarna kommer att säljas där det finns en infrastruktur för vätgas i första hand i Japan och i Kalifornien. I Japan kommer bilarna att subventioneras av staten med ca 20000 USD per bil. Kundpriset blir ca 400000 - 500000.- SEK.



Honda har erfarenhet av Honda FCX Clarity som kom redan 2008. FCX Clarity har testas och leasat ut till privatpersoner och demonstrerats i många exemplar. Honda har presenterat en ny modell lämplig för serietillverkning Honda FCV Concept. Säljstarten av Hondas bränslecellsbil är planerad till år 2016. Bilen har redan visats och provkörts vid flera stora bilsalonger.

Det har gjorts en hel del förbättringar jämfört med FCX Clarity, stackens volym har minskat med en tredjedel och den är nu placerad under huven. Prestanda och komfort är nu helt jämför med konventionella bilar. En viktig förändring är att lagringstrycket för vätgas nu är höjt till 700 bar, FCX Clarity hade 350 bar.

Honda samarbetar med GM för att utveckla en gemensam bränslecellsteknik. De räknar med att kunna presentera ett nytt gemensamt system år 2020.



B-Class F-CELL	
Power	
Effective power fuel cell	80 kW
Effective power electric motor	100 kW
Maximum torque	320 Nm
Accumulator/Consumption	
Capacity accumulator	1.4 kWh
Hydrogen pressure	700 bar

Daimler, utanför Europa är Daimler den biltillverkare som har längst erfarenhet av utveckling av bränslecellsbilar och som har annonserat att de kommer att lansera en serietillverkad bränslecellsbil inom några år. Daimler har tillverkat 250 FCV bilar av Mercedes A-klass och B-klass typ som har testats under många år speciellt i Tyskland och Kalifornien.

Enligt Daimlers utvecklingschef Herbert Kohler så kommer Daimler att vänta till 2017 med att presentera en ny FCV-modell anpassad för serietillverkning. Tidigare var Daimlers avsikt att komma till marknaden med en produktionsfärdig modell redan 2014-2015.

Daimler har startat ett samarbete med **Nissan och Ford** för att gemensamt utveckla bränslecellstekniken och på så sätt få ner kostnader och öka volymerna. Alla tre företagen kommer att använda samma typ av stackar i sina modeller. Ett av Daimlers mål är att kunna sälja bränslecellsbilar till samma pris som motsvarande hybridversion av en jämförbar modell.

Andra bilmärken som annonseras att de utvecklar bränslecellsbilar är **VW** som har samarbete med **SAIC** från Kina för att tillsammans med Ballard utveckla bränslecellstekniken. **BMW** som tidigare utvecklade vätgasdrivna motorer har nu ett samarbete med Toyota och kommer då förmodligen att använda elbilen BMWi3 som plattform för bränslecellsteknik.

2.1.2 Bränslecellsbussar

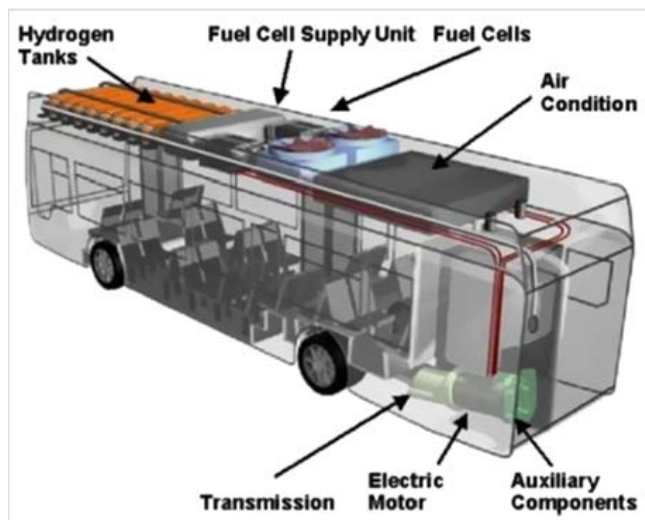
Demonstrationsprojekt med enstaka eller flera bränslecellsdrivna bussar för lokaltrafik har funnits på flera ställen i mer än 20 år. Det var från början enstaka projekt. Det största större projektet var det EU finansierade CUTE projektet (2001-2006) då demonstrerades till att börja med 27 bussar i nio städer utspridda över Europa däribland Stockholm. Några andra städer tillslöt senare till projektet bland annat Perth i Australien. Daimler-Evobus levererade alla bussarna baserade på Mercedes Citaro modellen med bränsleceller från Ballard.

CUTE projektet blev lyckat så tillvida att bussarna fungerade bra, de syntes i stadstrafiken och användes för reguljär trafik. Bussarna var optimerade för att fungera med så få problem som möjligt. Det gjorde att underhåll och säkerhetsfrågor blev kostsamt. Verkningsgraden var inte speciellt bra driften blev dyr. CUTE projektet förlängdes ytterligare tre år i det nya **HYFleet:CUTE**

och då anslöts MANs vätgasdrivna bussar med ICE motorer i ett utökat gemensamt projekt.



Bilderna visar en VanHool buss från Oslo med två bakaxlar och en Mercedes-Benz Citaro FuelCELL-Hybrid från Hamburg.



Bilden visar placeringen av huvudkomponenter i Mercedes Citaro bränslecellsbus

Daimler och **VanHool** utvecklade därefter hybridiserade bussar med väsentligt bättre verkningsgrad. Det är dessa bussar som nu används i EU projekten CHIC och Hi-Vlo City. CHIC projektet pågår under 2010-2016. Grundprojektet använder 26 FC bussar i 5 städer i Europa.

Andra bussprojekt har anslutit till CHIC så totalt är det 56 FC bussar som har varit med i projektet varav 20 var från Whistlerprojektet i Kanada som startades i samband med vinterolympiaden 2010. Whistlerprojektet har nyligen avslutats och de 20 bränslecellsbusarna kommer att ersättas med dieselbussar.

Bussarna levereras av Daimler-Evobus, VanHool och Wrightbus(London) enstaka bussar kommer från Solaris och APTS.

Ett annat nyligen startat EU finansierat bussprojekt är High V.LO-City där 14 FC Bussar från VanHool används i tre städer i Europa San Remo, Antwerpen och Aberdeen.

Bussprojekten är framgångsrika i Europa och antalet ökar. I Nordamerika finns en del enstaka projekt främst i Kalifornien men nu när Whistler läggs ner finns inte mycket kvar.

Fuel Cell Electric Bus Evaluations for DOE and FTA																
Demonstration	State	# Buses	2012		2013				2014				2015			
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2
Advanced Technology FCEB	CA	1	SunLine, Thousand Palms													
Nutmeg Hybrid FCEB *	CT	2	CTTRANSIT, Hartford													
	MI	1	Flint, MTA													
	OH	1	GCRTA, Cleveland													
ZEB A Demonstration	CA	12	AC Transit, Oakland													
			GGT, San Rafael													
			VTA, San Jose; SamTrans, San Mateo													
American Fuel Cell Bus (AFCB) *	CA	1	SunLine, Thousand Palms													
	IL	1	CTA, Chicago													
AFCB (TIGGER)	CA	2	SunLine, Thousand Palms													
CT AFCB	CT	1	CTTRANSIT													
Burbank FCEB	CA	1	Burbank													
Hydrogen Hybrid FCEB *	TX	1	Cap Metro, Austin													
Compound Bus 2010 *	CA	1	SFMTA, San Fran													
Birmingham FCEB *	AL	1	BJCTA, Birmingham													
Light weight FCEB *	NY	1	Albany													
EcoSaver IV Hybrid FCEB *	OH	1	OSU, Columbus													
Massachusetts FCEB *	MA	1	Massport, Boston													
Advanced Composite FCEB *	TX	1	Cap Metro, Austin													
	DC	1	DCDOT, Washington													

* National Fuel Cell Bus Program project

Color coded by Design Strategy:

- Fuel cell dominant hybrid electric
- Battery dominant hybrid electric
- Diesel hybrid with fuel cell primarily for accessories

Bilden ovan som kommer från US DOE visar projekt för bussar med bränsleceller i USA.

Det största projektet i USA är **ZEB A projektet** Zero Emissions Bay Area, i Oakland utanför San Fransisco. Det är 12 bussar från VanHool med bränsleceller från UTC Power, hybridsystemet Siemens ELFA 2 och litium batterier från EnerDel. Projektet kommer att avslutas under 2015.

SunLines bussprojekt i palm Springs Kalifornien har pågått i många år. vätgastankstationen öppnade år 2000. Den 10 februari 2015 annonserade SunLine att de kommer att utöka projektet med 5 nya bränslebussar. Det blir Eldorado bussar med bränsleceller från Ballard.

Övriga projekt i USA och Kanada är nu enstaka bussar.

I Asien Japan, Kina och Korea finns spridda projekt med bränslecellsbusar vid flygplatser och i samband med större event men det finns idag inget långsiktigt program för lokal trafik med bränslecellsfordon.

APU för tyngre lastbilar

Att använda speciella krafterheter för tyngre lastbilar som behöver hotellservice under sin nattvila är en marknad speciellt i USA. Där kan dessa uppställningsplatser vara långt borta från tätorter. I dag används lastbilens dieselmotor som då går med låg verkningsgrad och emitterar avgaser och buller. PowerCell i Sverige och flera andra bolag utvecklar bränslecellsystem för detta ändamål.

Ett mål är att systemet skall kunna använda fordonets diesel som bränsle till bränslecellen. Tekniken har utvecklats både för PEFC med reformer och för SOFC. Det är en storuppgift att få tekniken att fungera ombord en lastbil och att få den accepterad.

2.1.3 Sjöfart, flyg, järnväg mm

Marina användningsområden

Det finns flera bra anledningar till att använda bränsleceller ombord på fartyg. Det är lägre bränsleförbrukning, obefintliga lokala emissioner och inget störande buller eller vibrationer.

För **mindre fartyg** i kustnära trafik, kanalbåtar och servicebåtar i hamnar är lokal emissionerna från dieselmotorer ett problem. Då kan vätgasdrivna bränsleceller vara ett alternativ för framdrivning. Det har demonstrerats i flera olika projekt på sjöar i Tyskland och kanalbåtar i Amsterdam.

Större fartyg har nytta av bränsleceller när de är i hamn och behöver el ombord. En sådan typ av anläggning kräver större bränsleceller på flera hundra kWe upp till MW-klass. Det är då högtemperaturbränsleceller MCFC eller SOFC som används. De kan använda flytande bränsle som metanol eller LNG. Wärtsilä har tidigare utvecklat ett sådant system. Bränslecellen kan även användas som APU under gång.



Bilderna visar supplyfartyget Viking Lady från Norge med en 320 kWe MCFC och kanalbåten NEMO H2 i Amsterdam som drivs med vätgas och en 70 kWe PEFC bränslecell.

Ett uppmärksammat projekt är det norska FellowShip projektet där fartyget Viking Lady använder en 320 kWe MCFC ombord som drivs med LNG. Viking Lady är ett supply-fartyg för offshoreverksamheten i Nordsjön.

Bränsleceller har också använts i enstaka projekt av **segelbåtar** för att ladda batterier vid större havskappsseglingar.

Bränsleceller för flygplan

Bränsleceller kan ha flera olika användningsområden ombord på flygplan. Airbus och Boeing har planer på att testa bränsleceller som APU enheter i större flygplan. Systemet kan ha flera fördelar. Systemet har låg vikt om flytande vätgas används som bränsle och det producerade vattnet kan användas i flygplanets vattensystem mm.

<http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/fuel-sources-of-tomorrow/fuel-cells>

Boeing har utvecklat ett litet bemannat propellerdrivet flygplan Antares som använder en bränslecell som drivkälla.

Ett kanske stort framtida användningsområde för bränsleceller är som drivkälla i obemannade flygfarkoster. Det finns flera exempel på den typen av demonstrationsobjekt både civila och militära. Catator från Lund är med i EU projektet SUAV och har där utvecklat ett sådant system där de använder en microtubular-SOFC på 200 We som drivkälla.

Järnväg



Bilden visar bränslecellsystem från ReliON som används som reservkraft vid en järnvägs korsning i Florida. Strömförsörjningen är för kontrollsystemet och för signalsystemet. Bränslecellerna har en effekt på 300 We och drivs med trycksatt vätgas.

Det finns en del enstaka lok med bränsleceller speciellt avsedda för gruvdrift där de låga emissionerna har stor betydelse. Inom järnvägsområdet är annars reservkraft och kraftförsörjning längs linjen ett viktigt användningsområde. Idag används i regel batterisystem som skulle kunna ersättas med bränsleceller.

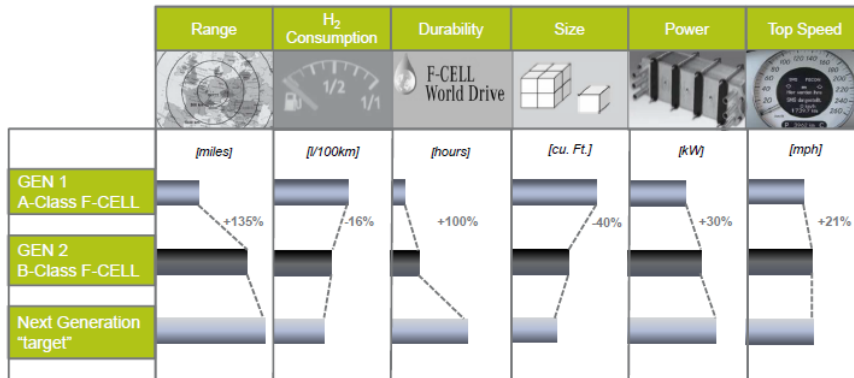
2.2 Prioriterade forskningsområden Transport

En stor del av den publikt finansierade forskningen inom området styrs och utförs via de stora statliga forskningsprogrammen: EUs program FCH JU2 och USA DOE US Hydrogen programme samt från NEDO i Japan och Koreas forskningsprogram även NOW programmet i Tyskland är betydande. Alla dessa program utförs och finansieras i samarbete med näringslivet.

Forskningsområdena för transportområdet är idag främst inriktade på att minska kostnaderna för bränslecellsstacken.

- Minska eller helst eliminera mängden platina i stacken
- Öka krafttätheten kW/liter
- Minska kostnaden för vätgas från förnybara bränslen, mer effektiva elektrolysörer och reformers för biogas mm
- Optimera drivlinan för bränslecellsfordon, speciellt för bussar

Technical Advancements of Daimler's Fuel Cell Vehicles



From generation to generation significant technical progress in all technical areas.

Enligt denna bild från Daimler så är det mest prioriterade forskningsområdet stackens livslängd. Stackens livslängd beror till stor del av degraderings-hastigheten av prestanda. Kostnaden är inte med på denna bild men det är självklart en mycket viktig fråga och då gäller det i första hand att minska mängden platina.

Enligt EU FCH JU2 så är FoU målen de kommande målen bl a:

- Minska kostnaden för stacken med en faktor 10 ner till 75 €/kW
- Öka stackens livslängd till 6000 timmar, idag ca 3000 timmar
- Det skall finnas standard lösningar för HRS som är konkurrenskraftiga med befintlig teknik

US DOE Hydrogen and Fuel Cells Program har fokus på liknande områden att studera olika mekanismer för degradering av stacken och att minska beroendet av platina. Programmet kan studeras i detalj på denna websida.

http://www.hydrogen.energy.gov/annual_progress14.html

US DOE har satt upp ett väsentligt mer aggressivt mål än EU till exempel 40 USD/kWe för kostnaden att tillverka ett PEFC-system för fordonsindustrin år 2020. Det skall gälla vid massproduktion av 500000 system.

2.3 Styrkor, svagheter, möjligheter och hot

Styrkor

- En stor styrka är möjligheten att bli oberoende av importerade fossila bränslen eftersom vätgas kan produceras lokalt.
- Vätgasen kan produceras hållbart från förnybara energikällor exempelvis vindkraft, vattenkraft och biogas.

- Tekniken är redan utvecklad så att de fordonen som används idag har prestanda och komfort jämförbar med konventionell teknik.
- Jämfört med batteribilar har FCV med dagens teknik betydligt längre körsträcka mellan tankningar eller laddningar

Svagheter

- Dagens teknik för FCV är helt beroende av att det byggs ut en infrastruktur för vätgas.
- Beroendet av platina i stacken kan bli en begränsning.
- Bränslecellsfordon är idag dyra jämfört med konventionell teknik
- Bussprojekt kräver långsiktiga stöd för att överleva

Möjligheter

- Bränslecellsfordon har stora möjligheter att få ett genombrott på marknaden om infrastrukturen för vätgas byggs ut.
- En annan viktig fråga är att CO2 utsläppen får än mer fokus vilket gör att de fossila bränslena förlorar konkurrenskraft

Hot

- Prisnivån för vätgas går inte ner och utbyggnaden av infrastrukturen går för långsamt
- Oljeindustrin arbetar emot nya bränslen som vätgas, sjunkande oljepris gör att vätgastekniken får ännu svårare att konkurrera
- Batteritekniken utvecklas väsentligt vilket gör att batteribilarnas räckvidd blir tillräcklig
- Det är inte möjligt att sänka kostnaderna för fordonen till konkurrenskraftiga nivåer
- Stödet för FoU inom området minskar kraftigt eller försvinner.
- Bussprojekten blir för dyra jämfört med annan miljövänlig lokaltrafik
- Olyckor med vätgas gör att allmänhetens förtroende för tekniken minskar.
- Vätgas från förnybara energikällor är och kommer att förbli väsentligt dyrare än vätgas från fossila källor

3 Stationära system

3.1 Teknik och marknad stationära system

Bränsleceller för stationära system har funnits i mer än 20 år ute i fält. Det första större projektet var med ONSI Modellen från UTC Power som tidigt levererade ett hundratal system 200 kWe PAFC fosforsyra bränsleceller som användes för kraftvärmesystem. Två av dessa system användes i Sverige av Vattenfall och Sydkraft. Även Fuji Electric från Japan exporterade ett mindre antal system till Europa 50 kWe PAFC även två av dessa kom till Sverige, Vattenfall och Sydkraft. Marknaden, tillverkare och många användare fick stor erfarenhet av dessa demonstrationsprojekt. De flesta systemen använde naturgas som bränsle men även biogas och ren vätgas var alternativ som utnyttjades.

PAFC har något lägre verkningsgrad än MCFC och SOFC. De tidiga modellerna hade också begränsad livslängd. Erfarenheten från demonstrationerna gjorde att UTC Power för några år sedan lanserade en ny modell PureCell 400 kWe med 80000 timmars drifttid. De har sålt en hel del av denna modell i USA. Nu har Doosan i Korea tagit över företaget som startades UTC.

3.1.1 Kraftvärme i bostäder

Distribuerad produktion med bränsleceller som CHP, kraftvärme i bostäder har fått stor uppmärksamhet. Främst så kallad microCHP bränsleceller för småhus eller enskilda bostäder i storlekar mellan 0,7 kWe och 2 kWe. Flera program och demonstrationsprojekt finns igång. Drivkrafterna för att använda microCHP i bostäder varierar mellan olika regioner. I regel är det för att kunna kapa topp effekt i elnäten och även att kunna ha en mer miljövänlig elproduktion. Det kan också i vissa fall vara mer ekonomiskt.

< Current models of ENE-FARM >					
		PEFC		SOFC	
Manufacturer		Panasonic 	TOSHIBA 	JX 	Osaka Gas/Aisin/Kyocera /Chofu 
Date of launch		April 1 /2014	April 1 /2014	October 27 /2011	April 1 /2014
Fuel		NG	NG / LPG	NG / LPG	NG / LPG
Rated electrical power		750 W	700W	700 W	700 W
Max. Efficiency	electricity	39.0% LHV	39% LHV (NG) 38% LHV (LPG)	45.0% LHV	46.5% LHV
	total	95% LHV	95% LHV	87% LHV	90% LHV
Price (excluding tax and installation)		1,900 ,000 Yen	1,944,000 Yen	Open price	2,150,000 yen

Det klart största bränslecellsprogrammet för microCHP av dem alla är Ene-Farm programmet i Japan som nu har mer än 100000 bränslecellssystem installerade, den siffran nåddes i september 2014. Det japanska programmet har tre återstående leverantörer två PEFC Panasonic och Toshiba och

AisinSeiki som levererar SOFC med stackar från Kyocera. JX som syns på bilden har nyligen lämnat programmet. Det finns ca 10000 SOFC och PEFC är jämnt fördelat med i storleksordningen 50000 var från Panasonic och Toshiba.



Bilden till vänster är från Tokyo området en typisk bränslecell från EneFarm programmet. Den mindre enheten är bränslecellen och den stora varmvattenmodulen.

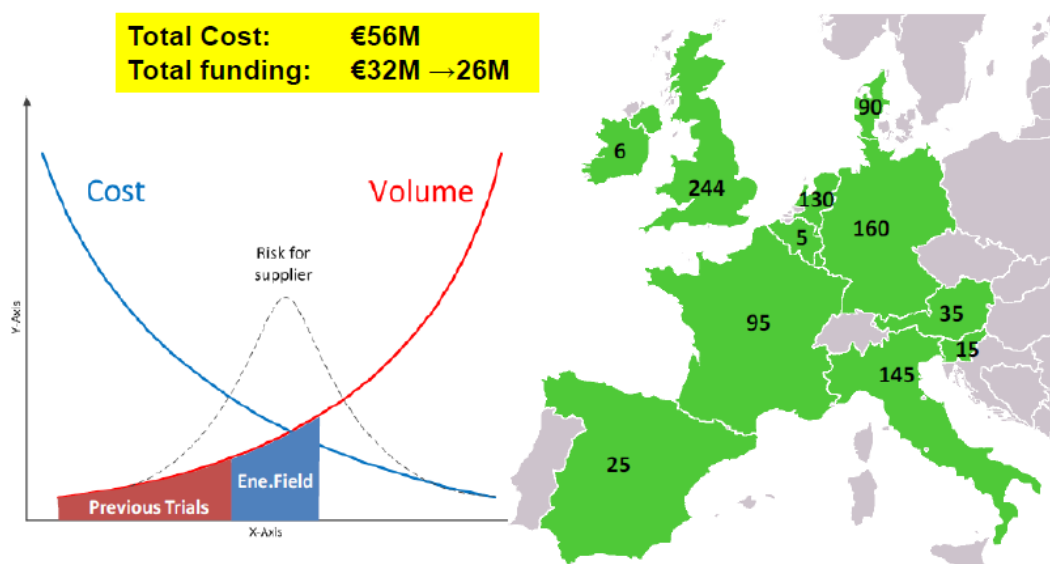
NEDOs prognos i Japan är att det skall finnas 1,4 millioner bränsleceller i småhus redan år 2020 och 5,3 millioner 2030.

Korea har annonserat de skall starta ett liknande program. Idag finns drygt 1000 anläggningar i Korea. Doosan är den största leverantören av microCHP i Korea och är ett ledande bränslecells företag i Korea speciellt efter köpet av Clear Edge Power i USA tidigare UTC Power.

I Europa är det fortfarande enskilda demonstrationsprojekt som används för bränsleceller i bostäder. Ett större projekt är **Callux** i Tyskland som har som mål att installera 800 bränsleceller av olika typer i Tyskland. Projektet går att följa i detalj på websidan <http://www.callux.net>.

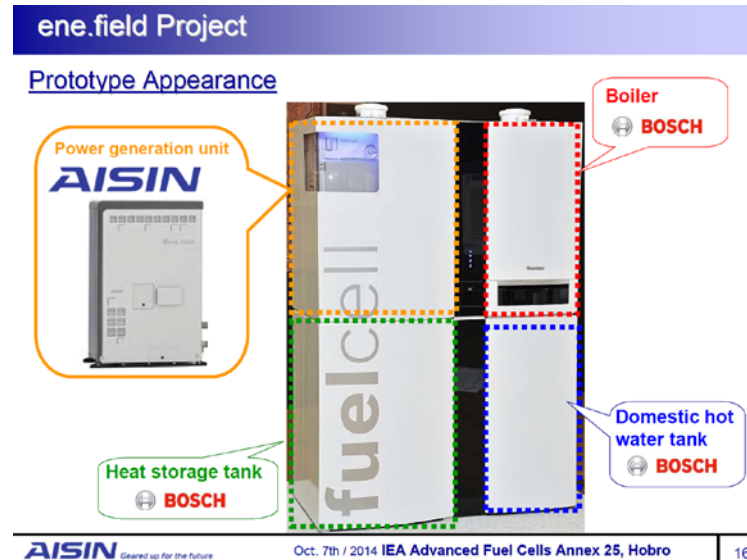
EU har startat en del demonstrationsprojekt för bränsleceller i bostäder inom programmet FCH JU.

Ett är **SOFC-PACT** där upp till 100 st 2 kWe SOFC från CFCL skall testas i flera länder i Europa. CFCL BlueGen modell som har hög elverkningsgrad ca 60%.



Ene.Field projektet som nyligen startats är ett så kallat light-house projekt inom FCH JU programmet. 1000 bränsleceller skall installeras i bostäder i 12 länder i Europa. Det är nio olika leverantörer, flera olika tekniker skall

användas PEFC, HT-PEFC och SOFC. En del japanska leverantörer kommer att leverera bränslecellstackar i samarbete med europeiska företag.



Bilden visar Boschs bränslecellsystem för Ene.field projektet. Aisin från Japan levererar stacken med kringutrustning vilket är ca 50 % av systemet. Även Toshiba och Panasonic har liknande samarbeten för PEFC system

EU projektet **FC Eurogrid** visade att det är svårt att få en minskning av utsläpp av växthusgaser och en positiv ekonomi genom att använda bränsleceller i småhus. En huvudorsak är att bränslecellen inte utnyttjas så mycket speciellt om det inte är möjligt att med fördel sälja den producerade elen till elnätet.

Det är viktigt att få många driftstimmar och då har elverkningsgraden stor betydelse för att undvika allt för stort beroende av värmebehovet. Det vanligaste bränslet är naturgas och då medför det vissa utsläpp av växthusgaser som i en del länder kan öka de totala utsläppen exempelvis i Sverige och Frankrike.

3.1.2 Kraft och kraftvärme kommersiella byggnader och industri

För att använda kraftvärme som använder naturgas som bränsle så blir det mest lönsamt om skillnaden mellan elpriset och naturgas priset är så stor som möjligt det vill säga högt elpris och lågt gaspris, så kallad spark-spread. I Sverige är skillnaden liten men i Tyskland, Japan, Korea och idag i USA kan prisskillnaden vara betydande. Då kan bränsleceller med hög verkningsgrad som SOFC och MCFC i vissa fall vara ekonomiskt fördelaktiga och även ge väsentliga miljöfördelar.

Bränslecellerna för olika kommersiella byggnader används antingen parallellt med elnätet eller som reservkraft. De passar bäst för användningsområden som kräver både el och värme/kyla. Det är till exempel hotell, kontor, sjukhus, datorhallar mm. I länder som har regelbundna störningar i elleveransen till exempel i vissa delar av USA används ofta reservkraft.



Världens hittills största bränslecellsanläggning 60 MWe i Hwasung i Korea. MCFC bränsleceller från POSCO med stackar från Fuel Cell Energy, USA

Sjukhus



Den vänstra bilden är en SOFC 600 kWe från Bloom Energy vid Sutter Hospital i Santa Rosa, Kalifornien och den högra en 1,4 MW MCFC vid Hartford Hospital i New Jersey.

Bränsleceller används som kraftvärmeanläggningar och även som UPS och reservkraft vid flera sjukhus i USA och Tyskland. Alla större sjukhus har i regel flera olika system, dieselmotorer och batterisystem som kan träda i kraft i händelse av strömavbrott. Bränslecellerna är vanligtvis i drift parallellt med elnätet. Driftsättet är i regel en ekonomisk fråga beroende el och bränslepriser. Sjukhusen har också ett stort behov av värme och även ånga därför kan kraftvärmeanläggningar typ MCFC och SOFC vara bra alternativ i många fall både MCFC från Fuel Cell Energy och SOFC från Bloom Energy används.. Anläggningar får då långa driftstider och därmed bättre ekonomi.

Hotell

Hotell kan vara en lämplig applikation för bränsleceller. Hotell använder ofta en hel del energi dygnet runt, el och varmvatten och även värme och luftkonditionering behövs. I USA har flera hotell installerat bränsleceller. Hilton Hotels har installerat UTC Pure Cell PAFC-bränsleceller i New York City.



Starwood Hotels som äger Sheraton kedjan har installerat bränsleceller i flera av sina hotell i New York området och i Kalifornien. Den vänstra bilden visar en 1 MWe (4x250 kWe) anläggning som är installerade på ett Sheraton Hotell i San Diego, Kalifornien. Den högra bilden är från installationen av en MCFC på ett Sheraton Hotell på Manhattan. Det var den första bränslecellen som godkändes av NYFD (brandkåren i New York) för drift på Manhattan.



Mohegan Sun Resort and Casino i Connecticut som var värd för konferensen Fuel Cell Seminar 2012 har installerat bränsleceller främst av miljöskäl och för att säkerställa elleveranser till anläggningen. Mohegan är en gammal indianstam som vill leva nära naturen och prioriterar miljöaspekter det var ett motiv för dem att använda bränsleceller.

3.1 Biogas MCFC



Composition of biogas		
Methane (CH ₄)	> 97 %	
Carbon dioxid (CO ₂)	< 2,0 %	
Nitrogen (N ₂)	< 0,8 %	
Oxygen (O ₂)	< 0,2 %	
Hydrogen sulphur, H ₂ S	< 0,00005 %	
Tetrahydrotiofen, C ₄ H ₈ S (odorant)	< 0,0010 %	

Bilden visar en typisk sammansättning av uppgraderad biogas från ett vattenreningsverk här Hammarby sjöstad. Den höga metanhalten och även CO₂ är utmärkta bränslen för en bränslecell. Det finns en del föroreningar som bör undvikas speciellt syloxaner och svavel.

Bränsleceller kan utnyttja lokalt producerade bränslen, som biogas exempelvis rötgas och syntetgas från förgasning. Biogas är ett vanligt bränsle för större bränsleceller. Det finns ofta subventioner när förnybara bränslen som biogas används. Det finns flera sådana anläggningar speciellt i Kalifornien och i Tyskland. Även i Asien Japan och Korea har flera större bränslecellsanläggningar som använder biogas som bränsle.

Biogas som framställs genom rötning från livsmedelsindustrin bryggerier, djuruppfödning, slakterier mm har ett relativt konstant substrat vilket gör att föroreningarna är ganska stabila över tiden och det är enklare att kontrollera biogasens innehåll. Vid kommunala reningsrening anläggningar kan biogasens föroreningar variera en hel del beroende vad som släpps ut i avloppen. Det ställer då högre krav på biogasen reningsanläggning

En starkt växande marknad idag för användning av MCFC-anläggningar är att använda biogas som bränsle. En tredjedel av Fuel Cell Energys MCFC system använder biogas som bränsle. Biogasen tillverkas ofta från rötslam från kommunala reningsverk eller avfall från livsmedelsindustrin, som till exempel bryggerier och slakterier. Anläggningarna är i storlekar från 300 kWe upp till MW-klass. Bränsleceller typ MCFC har väsentligt högre verkningsgrad än motsvarande gasmotorer. Det finns numera också större SOFC anläggningar från Bloom Energy som använder biogas.

En stor fördel med att använda bränsleceller är den höga verkningsgraden i denna storleksklass. Även ur miljö och bullersynpunkt kan bränslecellen ha väsentliga fördelar.

3.1.1 Kommunala vattenreningsanläggningar



De två översta bilderna visar en större SOFC anläggning från Bloom Energy installerad hos Apple i North Carolina, USA som använder biogas som bränsle. Den högra bilden visar en MCFC levererade av Fuel Cell Energy i USA som använder biogas från rötgas vid en kommunal vattenreningsanläggning i Los Angeles området i Kalifornien. De två undre bilderna är från liknande anläggningar i Tyskland T-Mobile datacenter utanför München som använder biogas som bränsle och producerar el, värme och kyla till datacentret. Den nedre högra bilden är en MCFC installation vid Erdinger Weissbräu bryggeriet som använder biogas producerat från rötat avfall vid bryggeriet. De tyska anläggningarna har båda MCFC bränsleceller som levererats av MTU Onsite Energy numera Fuel Cell Energy Solutions i Tyskland.

3.1.2 Bryggerier

Bränsleceller som kraftvärmeanläggningar finnas installerade på flera bryggerier till exempel Sierra Nevada i USA och i Japan på bryggerierna Kirin, Asahi och Sapporo i Europa t. ex. Erdinger Weissbräu i Tyskland Biogasen framställs genom en anaerobisk rötningsprocess av avfall från öltillverkningen och renas i regel i en vattenskrubber. Det första bryggeriet som använde en bränslecell var det japanska Sapporo Brewerys anläggning i Chiba utanför Tokyo som 1999 installerade en 200 kWe PAFC.



Bilder på bränsleceller från Sierra-Nevada bryggeriet i USA och från Kirin-bryggeriet i Japan.

Sierra Nevada-bryggeriet i USA har installerat flera anläggningar för ren energi med biogas och solceller. De har installerat MCFC bränsleceller totalt 1,2 MW, 4x300 kWe. Anläggningen är levererad av Fuel Cell Energy. Den körs som en kraftvärmeanläggning och förser bryggeriet med el, processånga och varmvatten. Det finns även naturgas vid bryggeriet som kan användas när biogasen inte räcker till. Sierra Nevada bryggeriet installerade den första bränslecellen redan år 2005

3.1.3 Rötning av avfall från livsmedelsindustrin

Förutom bryggerier så kan bränsleceller användas i livsmedelsindustrier som har ett organiskt avfall. Industrin kan då producera el och värme samtidigt som de minskar sina deponikostnader. I regioner som Kalifornien kan detta redan idag vara lönsamt.

Gills Onion Oxnard California



Gills Onions producerar 150 ton biologiskt avfall per dag, främst lökrester. Det är en stor kostnad att deponera den typ av avfall. En del av avfallet kan användas i odlingarna som gödsel men stora delar av avfallet har tidigare deponerats till en hög kostnad. Deponeringen kan ge utsläpp som inte är bra för grundvattnet och atmosfären.

Gills Onions räknar med att hela investeringen med rötning och bränslecells-anläggningen med all kringutrustning skall vara återbetald på 6 år. Deras CO₂-utsläpp minskar också med 30 000 ton per år. Bränslecellen är en MCFC

från Fuel Cell Energy som har effekten 600 kWe. Anläggningen togs i drift år 2009.

3.1.4 Deponigas

Organiskt material som deponeras bildar biogas, huvudsakligen metan. Gasen kan användas för produktion av el och värme i till exempel gasmotorer men i en högtemperaturbränslecell kan högre verkningsgrader uppnås och de är lämpligare för kraftvärmeproduktion. Ett problem med deponigas är att gasens föroreningar kan variera en hel del beroende på deponins sammansättning.

Ett nära exempel är Wärtsilä som i juli 2008 installerade en bränslecells-anläggning på en deponi i Vasa i Finland. Det är ett demonstrationsprojekt; en SOFC med en 20 kWe stack. Anläggningen levererar förutom el även 17 MW_{th} värme till det lokala fjärrvärmenetet.

3.2 Prioriterade forskningsområden Stationära system

En stor del av den publikt finansierade forskningen inom det stationära området styrs och utförs via de stora statliga forskningsprogrammen: EUs program FCH JU2 och USA DOE US Hydrogen program samt från NEDO i Japan och Koreas program.

SECA programmet i USA även numera kallat US SOFC Program finansierar utveckling av SOFC. Totalt har USA DOE investerat ~600 MUSD i programmet för utveckling av SOFC teknik. Det består av två huvuddelar: två industriteam som utvecklar stora system LG (tidigare Rolls Royce) och Fuel Cell Energy (Versa Power) samt ett Core Technology Program som bedriver forskning och utveckling inom SOFC området.

För SOFC som har höga arbetstemperaturer i regel 700°C upptill 900°C är det forskning kring material som har hög prioritet. Det finns både keramiska material och metaller i stacken som måste klara de höga temperaturerna. I Core Technology Program har nedanstående områden prioritet.

SOFC interconnects Alloys and coatings, Strömledaren från stacken. Den är metallisk och utsatt för de höga driftstemperaturerna. En svag punkt i SOFC tekniken och ibland en orsak till korta livslängder. Forskningsinsatserna fokuserar på att ta fram bättre material och att med hjälp av olika beläggningar öka livslängden.

Seals for SOFC stacks Compliant glass-based seals, tätningarna mellan de keramiska cellplattorna är ett problem de höga temperaturerna skapar termiska spänningar och som kan orsaka läckage i stacken. Ett prioriterat område är att ta fram tätningar av glasmaterial

Metalliska material kan orsaka problem i SOFC stacken. Kromförgiftning av katoden är ett vanligt problem ett annat är att ha kontroll över den elektriska ledningsförmågan hos interconnect.

Andra områden är hur olika föroreningar påverkar stacken speciellt svavel och krom. Tillverkningsmetoder utvecklas ständigt för SOFC celler speciellt beläggning av tunna skikt.

Prestanda som skall förbättras är ökning av cellspänning och bränsleutnyttjande. Olika orsaker och mekanismer för degradering av stackens prestanda är ett annat centralt forskningsområde.

MCFC



En cell till en MCFC stack från Fuel Cell Energy och en 2,8 MWe modul

MCFC, Molten Carbonate Fuel Cells använder betydligt större och metalliska celler. Ett klassiskt problem med MCFC är korrosion av cellplattorna. Det problemet har nästan lösts på grund av något lägre arbetstemperatur ca 620°C och bättre material. Forskningen kring MCFC har bland annat fokus på hur stacken skall kunna tåla olika typer av föroreningar som svavel, syloxaner partiklar, tjära mm. DOE har inte något direkt forskningsprogram inriktat mot MCFC därför sker forskningen inte så öppet som för andra typer av bränsleceller.

3.3 Styrkor, svagheter, möjligheter och hot

Styrkor

- Stationära bränsleceller har hög verkningsgrad jämfört med andra tekniker i sitt storleksområde från enstaka kWe upptill ett antal MWe.
- Högtemperaturbränsleceller kan använda flera olika sorters bränslen även förnybara till exempel olika typer av biogas som rötgas, syntetgas (förgasning) deponigas mm även metanol och andra alkoholer mm.
- De är tysta och har låga emissioner vilket gör att de är lätta att placera i bostadshus och byggnader i tätbebyggda områden.
- En styrka är möjligheten att effektivt använda lokalt producerade bränslen som vätgas och biogas och på så sätt bidra till ett minskat beroende av importerade fossila bränslen.

Svagheter

- Bränslecellstekniken är ännu inte färdigutvecklad. Kostnaderna är fortfarande höga och livstiden för bränslecellerna måste förbättras.
- De svårt att skala upp de stationära bränslecellerna till större kraftverksstorlek
- Det finns inte så många tillverkare

Möjligheter

- Att med bränslecellens relativt höga verkningsgrad i sin storleksklass bidra till minskningen av emissioner av växthusgaser speciellt då i kraftsystem som har en stor andel fossila bränslen
- Att med högverkningsgrad tillvarata energi från rötat avfall från till exempel reningsverk och livsmedelsindustrin
- Att användas som reservkraft och då ersätta motorer som har högljudnivå och fossila bränslen
- Högtemperaturbränsleceller kan ingå som komponenter i större kraftverk med gasturbiner och på så sätt väsentligt öka systemverkningsgraden. Detta är ett SECA programmet prioriterade mål för åren 2024 - 2030

Hot

- Tekniken blir inte konkurrenskraftig på grund av höga kostnader
- Förbättrade konkurrerande tekniker gör att det inte kommer att finnas något större behov av bränsleceller.

4 Utanför elnätet back-up system, reservkraft, gaffeltruckar, portbilar, bränsleceller mm

En tidig marknad för bränsleceller som expanderar kraftigt inom är att ersätta batterisystem eller dieselmotorer för back-up eller framdrivning av fordon. Det är främst tre områden som uppmärksammas: telekom, datorhallar och gaffeltruckar. I alla dessa fall ersätts batterisystem med bränsleceller. Att ersätta småbatterier för mobiltelefoner och laptops är redan idag en kommersiell marknad under utveckling.

I USA är det flera system för reservkraft och gaffeltruckar som är finansierade via det amerikanska ARRA programmet. Det är ett statligt inköpsprogram American Recovery and Reinvestment Act som finansieras av DOE med syftet att köpa in miljövänliga energisystem. De flesta bränsleceller som säljs i USA får också hjälp av det amerikanska Tax credit system som ger ett federalt stöd på upp till 3000 USD/kWe.

4.1 Telekom back-up eller primär-el

Idag används ofta batterier eller små dieselmotorer beroende på placering och storlek för reserv- eller primärkraft till telekomanläggningar. Det finns ökande krav på att ersätta blybatterier med andra system. När anläggningarna är anslutna till elnätet används PEFC bränsleceller 1-15 kWe med i regel vätgas eller metanol som bränsle.



Bilden visar DanthermPower reservkraftssystem för telekom-anläggningar. De har levererat ca 500 system med Ballard PEFC bränsleceller. Bland annat över 100 system till det danska Tetrasystemet för nödtelefonering (blåljus).

applikationer). De har även levererat flera system till Indien och Kanada. DanthermPower använder trycksatt vätgas som bränsle.



*Ballard ElectraGen™-ME methanol fuel cell
backup power system installed at a
telecom base station site*



Telekom reservkraft från Ballard och ReliON

Enligt Fuel Cells 2000 fanns det 2012 mer än 3000 telekom-stationer med bränsleceller som reservkraft i USA. AT&T installerade de första systemen redan för 20 år sedan. Stormarna och orkanerna Sandy 2012 och Irene 2011 på USA östkust orsakade stora skador på el och telenät. De anläggningar, mer än 100, som hade bränsleceller fortsatte att fungera. Efter dessa händelser har de stora telebolagen i USA ökat investeringarna i bränslecellssystem som reservkraft (www.fuelcells.org).

I områden med stabila elnät är dessa system sällan i drift men de testas regelbundet. I andra områden i Indien, Afrika och delar av Sydamerika körs de ofta och ibland även som primärkraft.

Stora leverantörer av back-up system är Ballard, DanthermPower, Alteryg, och Reli-ON

4.2 Gaffeltruckar med bränsleceller

Gaffeltruckar med vätgasdrivna bränsleceller som ersättning för batteridrivna sådana har varit en stor framgång i USA och Kanada. Idag finns mer än 7000 bränslecellsdrivna gaffeltruckar i Nordamerika. De ersätter batteritrukar i stora lagerbyggnader. Walmart har dessutom byggt nya lagerlokaler direkt avsedda för bränslecellsdrivna gaffeltruckar.

Gaffeltruckarna använder vätgas som bränsle och PEFC bränsleceller. De stora leverantörerna av dessa bränslecellssystem är PlugPower USA och Hydrogenics Kanada. En del av fördelarna med bränsleceller gentemot batteridrivna gaffeltruckar.

- konstant effekt över hela skiftet
- vätgastankning tar ca 3 min, batteribyte ca 15 min
- inget batterirum nödvändigt
- dagens batterier klarar max 6 timmar i tung drift
- 2 à 3 batterier per truck är nödvändigt vid dygnet runt drift
- Bränslecellerna kräver ingen hantering av bly eller syra

Ekonomin för att byta ut batteridrivna gaffeltruckar mot bränslecellsdrivna är starkt beroende av de lokala förutsättningarna. Det är speciellt energipriserna; elpriset har stor betydelse och även det lokala priset för trycksatt vätgas. Det finns ingen etablerad prisnivå för vätgas och priset kan variera mycket kraftigt.

Förutsättningarna i Europa och Nordamerika är inte helt lika. I USA och Kanada används i större lagerbyggnader gaffeltruckarna i princip 24 timmar per dygn i flera skift så är det inte så ofta i Europa. Subventionerna för bränsleceller i USA med 3000 USD/kWe har stor betydelse.



Yale pallet movers med Plug Power GenDrive och en STILL gaffeltruck från Hamburg

4.3 Portabla bränsleceller

Det finns många definitioner på vad som är en portabel bränslecell men numera är det vanligtvis en som det är lätt att bära med sig. Storlekar upp till några 100 We ofta mindre. Portabla bränsleceller är sällan med i stora forskningsprogram eller internationella samarbeten mest beroende på att de inte har någon större betydelse för de stora energisystemen. Idag finns det IEA Annex för portabla bränsleceller. Det tillkom därför att utvecklingen av bränslecellstekniken går fort fram inom området.

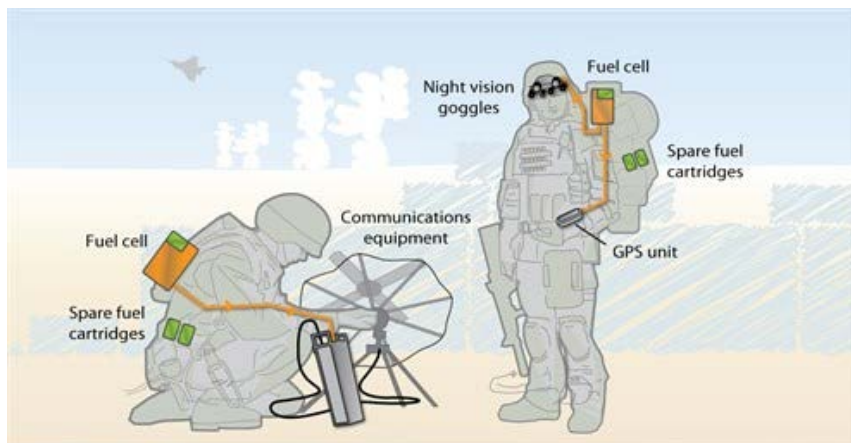
Forskning och utveckling för portabla bränsleceller sker till stor del inom den militära sektorn. Det finns många olika tekniker PEFC, SOFC och DMFC mm.

Det är viktigt att inte bränslecellen utan även bränslet är lätt att bära med sig och hantera.



Två exempel på portabla kommersiella bränsleceller Horizon, USA och myFC Sverige. Det finns nu flera företag som säljer portabla bränsleceller under helt kommersiella villkor. Ett av de ledande företagen är myFC från Sverige. myFCs bränsleceller går idag att köpa direkt hos t ex SIBA.

Den civila marknaden är inte lätt. Det är viktigt att ha en enkel teknik och att nå marknaden vid rätt tillfälle. Ett av de tidigare ledande företagen Lilliputian i USA hade sedan 2001 investerat 150 MUSD i tekniken. De hade utvecklat en kommersiell produkt som lanserades på marknaden men försäljningspriset blev förmodligen för högt ca 300 USD plus 10 USD per laddning. Företaget lade ner sin verksamhet i augusti 2014. Det skall påpekas att myFC har en annan teknik och en väsentligt lägre prisnivå. Behovet av en portabel bränslecell inom den civila sektorn är idag främst inom friluftsliv och för användning långt från elnät.



Militära användningsområden har tydliga drivkrafter. Bränslecellsystemet har bättre kapacitet än batterier och de är väsentligt lättare att bära med sig.

Utvecklingen går snabbt fram både inom det civila och militära området. Det kommer ständigt nya produkter. Det stora suget från marknaden har ännu inte kommit men kan kanske komma med nya behov och förbättrade produkter.

4.4 Styrkor, svagheter, möjligheter och hot för back-up system och reservkraft

Styrkor

- Tekniken är i flera fall direkt ekonomiskt konkurrenskraftig mot befintlig teknik
- Det finns idag 1000-tals referenser
- Ur teknisk synpunkt kan bränsleceller i vissa fall vara överlägsen konkurrerande tekniker med batterier och dieslar
- Tyst gång, inga farliga emissioner vid vätgasdrift
- Lätt att underhålla
- Kräver inga batterirum eller tung hantering av batterier

Svagheter

- Vätgas som bränsle kräver speciell infrastruktur och säkerhet
- Kostnader, inom vissa områden krävs betydande subventioner för att tekniken skall kunna vara konkurrenskraftig
- Det finns fortfarande få tillverkare av celler och stackar
- Det är betydligt billigare att idag tillverka vätgas från fossila bränslen än från förnybara energikällor

Möjligheter

- Vätgasdrivna gaffeltruckar är idag en växande marknad i Nordamerika. Det finns bra förutsättningar för att Europa och Asien skall följa efter
- Marknaden för reservkraft ökar på grund av den ökande digitaliseringen i samhället och beroendet av mobiltelefoni och internet. Strömavbrott, även korta är kostsamma, då behövs reservkraften
- Antalet datorhallar och deras energibehov ökar kraftigt.
- Det kommer förmodligen att krävas miljövänliga alternativ till blybatterier

Hot

- Prisbilden, det blir inte möjligt att konkurrera på lika villkor med befintlig teknik, batterier och dieslar
- En större allvarig olycka med vätgas kan minska förtroendet för tekniken
- Subventioner för bränsleceller speciellt i USA minskar eller tas bort
- Ledande tillverkare idag lägger ner sin verksamhet på grund av dålig lönsamhet

5 Slutsatser och analys

Bränslecellstekniken har ännu inte fått ett brett kommersiellt genombrott i någon bransch. Försäljningsvolymerna har dock ökat markant. Det har gjort stora framsteg de senaste åren och tekniken börjar inom flera områden uppfylla de krav som ställs på kommersiellt tillgängliga produkter avseende prestanda, livslängd, driftsäkerhet kostnader, garantier mm.

För Sveriges del finns det en del användningsområden där bränslecellstekniken kan få ett genombrott förutom portabla system även andra större system där bränsleceller ersätter batterisystem som gaffeltruckar och olika typer av reservkraft.

Ett annat område som kan vara aktuellt för Sverige är att använda lokalt producerad biogas för produktion av el, värme och kyla och eventuellt vätgas med hjälp av bränsleceller. Idag används biogas i stor utsträckning som fordonsgas.

Det viktigaste för Sverige att svensk industri är med på världsmarknaden och levererar produkter, kunskap och material till de marknader och leverantörer där tekniken i första hand har en tydlig marknad och där den utvecklas.

5.1 Transportområdet

Bränslecellsbilar

Det finns idag ett fåtal biltillverkare som har färdiga bilmodeller med bränsleceller som kan användas för serietillverkning. De flesta övriga tillverkare har prototyper framme som i ett senare skede kan utvecklas för serietillverkning.

I vissa områden Japan, Korea, Tyskland och USA-Kalifornien kommer vi de kommande åren att se ett ökande antal bränslecellsbilar på vägarna. Infrastrukturen med tankställen och vätgasproduktion kommer att byggas ut för att kunna ta emot och serva 1000-tals bilar.

Det kommer att bli svårt att konkurrera med konventionella bilar och bussar som också utvecklas med nya och effektivare motorer. Det låga oljepriset och nya tekniker för att utvinna shale-gas och shale-oil gör att det blir svårt för allmänheten att ta till sig bränslecellstekniken om inte styrande politiska beslut tas som ger tillräckliga fördelar åt bränslecellsbilar.

Ett annat "problem" är att det idag är väsentligt billigare att producera vätgas från naturgas och kol än från förnybara energikällor. Det krävs en mer effektiv produktion av förnybar vätgas för att ge bränslecellstekniken de rätta miljöfördelarna.

Tekniken finns färdig och om den utvecklas än mer så kan bränslecellsbilar bli konkurrenskraftiga inom en överskådlig framtid, det kräver dock yttre händelser och beslut för att detta skall ske till exempel en kraftig höjning av oljepriset, regelverk som prioriterar vätgas om bränsle, förbättrad

materialteknik som kraftigt sänker tillverkningskostnaden. En förutsättning är då att minskade utsläpp av växthusgaser får en tydligare global prioritering.

Bränslecellsbilarna kommer förmodligen i praktiken att ses som ett komplement till eldrivna batteribilar där bränslecellsbilarna längre räckvidd och mindre batteri kan vara stora avgörande fördelar.

Storleken på batteriet jämfört med bränslecellen kan i det länge perspektivet komma att förändras. Idag är bränslecellen helt dominerande kring 100 kWe och batteriet ca 20 kWe detta kan förändras så att det blir batteribilar med en bränslecell som räckviddsförlängare. Utvecklingen av teknikerna och kundernas krav när tekniken är mer mogen blir avgörande. Då kan även bränslefrågan komma upp igen, en räckviddsförlängare kan eventuellt använda flytande bränslen och ombordreformering.

För **kollektivtrafik och lokala distributionsbilar** är förutsättningarna annorlunda. Det är betydligt lättare att bygga upp en lokal infrastruktur med enstaka tankställen och lokal produktion av vätgas. Att använda vätgas som bränsle i stadsmiljö ger lokala miljöfördelar med mindre utsläpp av partiklar och miljöfarliga gaser, kolväten mm. Det finns flera städer som annonserar att de vill vara "gröna" ha en kollektivtrafik som är miljövänlig och fri från fossila bränslen. Det kommer förmodligen att finnas allt fler städer som kommer att genomföra projekt med bränslecellsdrivna bussar och även andra större fordon med bränsleceller. Kostnaderna kommer inte att vara orimliga och det kommer förmodligen att finnas flera möjligheter till subventioner från EU, NEDO och US DOE m.fl.

De bränslecellsbussar som demonstreras idag fungerar relativt sätt bra. Bränsleförbrukningen har minskat väsentligt jämfört med de bussar som användes i CUTE programmet för 10 år sedan då även Stockholm hade tre vätgasdrivna bränslecellsbussar.

Sverige inom transportområdet

Vi kommer med all säkerhet att se allt fler bränslecellsbilar även i Sverige. Det byggs redan nu i flera tankställen för vätgas runt om i landet. Det är viktigt att tekniken testas och prövas för svenska förhållanden. Det gör att det blir möjligt att på nära håll bedöma när och om ett kommersiellt genombrott kan komma. Idag finns endast 4 bilar i Sverige alla i Malmö.

Sverige kommer att följa utvecklingen i Tyskland men det finns inget som tyder på att Sverige kommer att bli föregångsland inom området. Fordonstillverkarna i Sverige är avvaktande och har inte annonserat några modeller med bränsleceller. Däremot kan det bli så att bränslecellsbussar och lätta lastbilar för lokal distribution kommer att finnas allt mer lokalt i städer i Sverige.

APU för fordon

PowerCell i Sverige och flera andra bolag utvecklar APU, extra kraftaggregat som skall användas när fordonet vilar, för tyngre fordon i först hand för marknaden i USA. Där det är vanligt att föraren övernattar i sitt fordon och behöver så kallad hotellservice, idag sker det med hjälp av dieselmotorn. Den går då med mycket låg verkningsgrad och bullrar en del.

Om någon lyckas utveckla en kommersiell bränslecellsteknik som uppfyller de krav som sätts på produkten kan ett kommersiellt komma ganska snabbt.

5.2 Stationära system anslutna till elnätet

Stationära bränsleceller är lättare att få ut på marknaden än fordon. Större anläggningar kan placeras ut i enstaka projekt och marknaden kan expandera efterhand som tekniken och konkurrenskraften förbättras. Små kraftvärmeanläggningar så kallade **microCHP** i storlekar 1-5 kWe för avsedda för småhus och även större bostadshus är idag en expanderande marknad, speciellt för demonstrationsanläggningar. Det bränslet som i regel används är naturgas som i många länder finns allmänt tillgängligt även biogas, trycksatt vätgas och andra flytande bränslen används.

Denna marknad har nått stora volymer i Japan med över 100000 bränsleceller i småhus och Korea kan komma att följa inom kort. Dessa båda länder har en speciell energisituation de måste i princip importera all basenergi. En stor del av deras energiförsörjning sker med importerad LNG. I Japan har problemen med energiförsörjningen ökat efter kärnkraftsincidenten i Fukushima efter den stora Tsunamin 2011. Det har skyndat på introduktionen av stationära bränsleceller.

I Europa är situationen annorlunda här finns inhemsk basenergi, ett stabilt elnät och på flera ställen stora kraftvärmeverk anslutna till fjärrvärmesystem. Behovet av microCHP är idag inte så stort. EU-projektet FC-Eurogrid visar att för att det skall vara en fördel för miljön eller ur ekonomisk synpunkt så skall skillnaden mellan elpris och gaspris vara hög samt ur miljösynpunkt så skall elproduktionen till stor del komma från fossila bränslen. En hög verkningsgrad är en stor fördel eftersom då minskar behovet av en värmesänka och anläggningarna kan vara o drift längre tider. Ett land som väl uppfyller dessa kriterier är Polen, Tyskland är tveksamt men Frankrike och Sverige är idag inte speciellt lämpliga för microCHP.

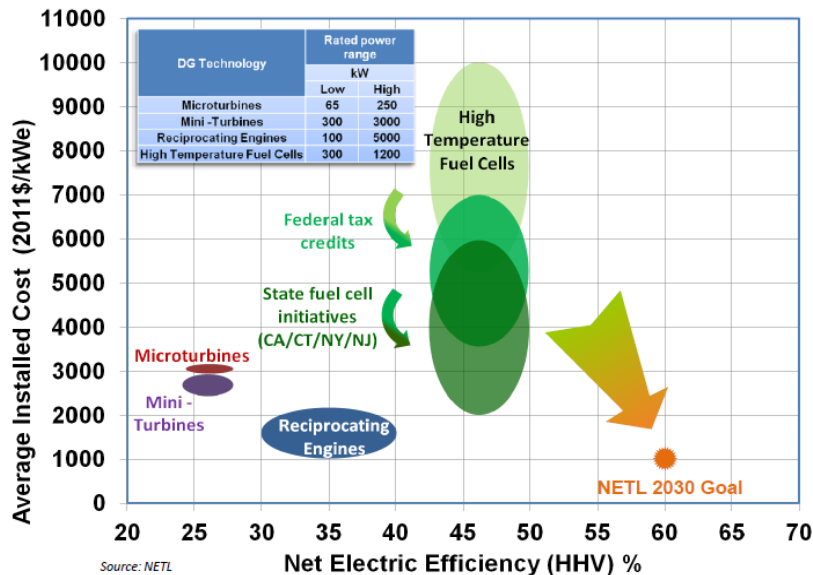
För **större kraftvärmeanläggningar** från 300 kWe och uppåt är förutsättningarna annorlunda. Denna typ av anläggningar används ofta för kommersiella byggnader eller olika typer av industrier.

Det betyder att det är lättare att få en positiv ekonomi eftersom anläggningarna är drift större delar året och i många fall används förnybara bränslen ofta lokalt producerad biogas. Det kan vara rötgas från kommunala reningsverk eller rotat avfall från livsmedelsindustrin.

Dessa anläggningar kan i vissa länder redan idag vara ekonomiskt lönsamma i t.ex Kalifornien där det ges relativt stora bidrag för denna typ av anläggningar, se bilden nedan. Det skall påpekas att det finns ett effektproblem i Kalifornien och mindre strömbrott är inte ovanliga det är en viktig orsak till bidragen för distribuerad elproduktion.

Technology Performance & Cost Perspective

Distributed Generation – Current Status



Även i Tyskland finns flera anläggningar som använder biogas som bränsle. Det finns också anläggningar för sjukhus, kylhus, hotell, datorhallar mm där stationära bränsleceller används parallellt med elnätet eller som reservkraft. I denna storleksklass är högtemperaturbränsleceller den mest effektiva tekniken att utnyttja biogas för produktion av el, värme och kyla samt i vissa fall även vätgas. Denna typ av anläggningar levereras idag av tre olika bolag som använder olika tekniker MCFC Fuel Cell Energy, PAFC Doosan (Tidigare UTC Power) och SOFC Bloom Energy. Alla levererar med garantier i vissa fall upp till 80000 driftstimmar.

Bränslecellerna har här en del uppenbara fördelar jämfört med dieselmotorer som är den vanligaste konkurrerande tekniken, De har högre verkningsgrad, mindre buller mm. Denna typ av bränsleceller kan inom några år komma att bli fullt kommersialiserade och överleva utan speciella bidrag om den pågående teknikutvecklingen är framgångsrik. Drivkrafterna i USA och Asien och även Tyskland är inte försumbara.

Sverige och stationära bränsleceller anslutna till elnätet

Sverige har ett stabilt elnät och tillgången till naturgas är begränsad. Det finns naturgas i Skåne längs västkusten och numera även i Stockholm via LNG från Nynäshamn. Det kommer att byggas fler mottagningsterminaler för LNG. Det är dock idag inte speciellt lönsamt i Sverige att tillverka el från naturgas speciellt inte i mindre skala beroende på de relativt låga elpriserna i Sverige.

Den teknik som har bra förutsättningar att bli framgångsrik i Sverige är att använda lokalt producerad biogas som bränsle till bränsleceller. Det finns möjligheter att kunna använda rötgas från kommunala reningsverk och så kallad gårdsgas från lantbruk i bränsleceller. Livsmedelsindustrier som bryggerier, slakterier mm kan röta sitt avfall och producera biogas som är lämplig att använda i bränsleceller. I dagsläget är konkurrensen stor från fordonsgas som kräver en inblandning av biogas.

5.3 Utanför elnätet back-up system, reservkraft, gaffeltruckar mm

Inom detta område konkurrerar bränsleceller med andra typer av reservkraft och kraft utanför elnätet i första hand dieselmotorer och batterier.

Varje teknik har sin nisch och inom reservkraftsområdet så kan batterier starta upp snabbare än en bränslecell men inom sekunder beroende på om bränslecellen är varmhållen eller inte kan den ta över. Det finns system som använder Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) i stället för batterier som komplement till bränslecellen. Dieselmotor har idag sin största fördel för större anläggningar multi-MW och där batterier och bränsleceller inte räcker till.

Gaffeltruckar; bränslecellsdrivna truckar behöver inte någon tung hantering av blybatterier, de behåller samma effekt hela arbetspasset. Batteridrivna truckar använder i regel tre uppsättningar batterier och det krävs speciella batterirum. I Nordamerika finns redan större lagerlokaler som från början är anpassade för bränslecellsdrivna truckar.

Reservkraft telekom-anläggningar, datorhallar mm. Dessa anläggningar passar sig väl för bränsleceller. Det finns flera användningsområden där bränslecellen redan idag har betydande fördelar både tekniskt och ekonomiskt. Det kan vara små reservkraftsanläggningar och militära användningsområden där batterier är för tunga. Anläggningar som ligger på avlägsna platser, typisk för telekom och längs järnvägsspår kan med fördel använda bränsleceller.

Sverige

Att ersätta batterisystem med bränsleceller för reservkraft eller drivkälla för gaffeltruckar kan mycket väl vara konkurrenskraftig teknik även i Sverige. Telia, Svenska kraftnät och Banverket har gjort många tester med bränsleceller ofta med gott resultat. Nu när tekniken blir allt mer kommersialiserad så kan den även komma att användas i Sverige. I Danmark finns mer än 100 sådana anläggningar i drift.

6 Referenser

1. <http://www.hydrogen.energy.gov/research.html>
2. An overview of fuel cells technology: Fundamentals and applications , Omar Z Sharar a.o. Dep of mech eng. univ of UAE, 2014 Elsevier
3. MAWP, Eu FCH JU2, Multi Annual Work Programme
4. Business case for Fuel Cells 2014 , BTI institute
5. Yellow Pages SOFC IEA Advanced Fuel Cells Annex 24 2012
IEA Advanced Fuel Cells Annual report
6. IEA: Technology Road Map Hydrogen and Fuel Cells
7. Ridell, Bengt: Användningsområden för bränsleceller, Elforsk rapport 10:35
8. Daimler, Christian Moriedeck EU FCH JU Review Days 2015
9. <http://www.autonews.com> , artikel 2014-07-21
10. <http://automobiles.honda.com/honda-fcv>
11. Viking Lady
<http://www.marinelog.com/DOCS/NEWSMMIX/2009sep00152.html#sthash.ZxF9KJaT.dpuf>
12. Fuel cells in aviation
<http://www.cleantechinvestor.com/portal/fuel-cells/5382-fuel-cells-in-aircraft.html>
13. Konferensbevakning Fuel Cell Seminar, 10e-13e November, Los Angeles, USA, Martin Andersson inst för Energivetenskaperna, LTH
14. www.fuelcellenergy.com/news-resources/white-papers/gills-onions-case-study/

Ordlista

APU Additional Power Unit

BOP Balance of Plant

CaFP, Californian Fuel Cell Partnership

DMFC Direct Methanol Fuel Cell

DOE, Department of Energy

FCS Fuel Cell Seminar

FCV, FCEV Bränslecellsfordon

GHG Växthusgaser

HT-PEFC High Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cell

ICE Internal Combustion Engine

MCFC Molten Carbonate Fuel Cell

NEDO The New Energy and Industrial Technology Development Organization of Japan

NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoff-zellen-technologie, Tyskland

PAFC Phosphoric Acid fuel Cell

PEFC Polymer Electrolyte Fuel Cell även kallad PEM

SECA The Solid State Energy Conversion Alliance, ett FoU program iUSA för utveckling av SOFC teknik

SOFC Solid Oxide fuel Cell

US/DOE Department of Energy, USA

USD Amerikanska dollar

SYNTESRAPPORT – TEKNIK OCH OMVÄRLDSBEVAKNING BRÄNSLECELLER

Denna rapport är en syntes och analys av olika aktuella svenska och internationella rapporter angående status för bränslecellsteknik. Om bränsleceller kommer att ha en stor kommersiell genombrott eller inte har diskuterats under lång tid. I vissa delar av världen förekommer redan nu flera betydande genombrott mot kommersialisering. I Japan finns sedan september 2014 mer än 100 000 stationära bränsleceller installerade i byggnader och globalt har flera tusen bränsleceller installerats i olika reservkraftsanläggningar. Ett annat viktig växande område för bränsleceller är gaffeltruckar som nu överstiger 7000 i USA och Kanada. I USA använder många större företag bränsleceller i multi-MW klass för kraftvärme med biogas och som reservkraftanläggningar.

Transportsidan har ännu inte visat på några betydande volymökningar. Det beror på att de bränslecellsfordon, bilar och bussar, som har levererats främst är avsedda för demonstrationsprojekt. Här kommer vi med stor sannolikhet se en ökning under de kommande åren när större serier från Hyundai och Toyota och andra kommer ut på marknaden. Det finns också flera planerade projekt för bränslecellsbuskar i Europa.

För Sverige är det viktigt att svenskt näringsliv får information och förutsättningar så att de tidigt kan delta på världsmarknaden och leverera produkter, kunskap och material till de olika marknader och leverantörer där tekniken utvecklas.

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