



2016-07-08

CECILIA WALLMARK, SWECO (PROJEKTLEDARE)
BJÖRN ARONSSON, VÄTGAS SVERIGE
PETER LEISNER, SP

Sammanfattning

Sverige har mycket ambitiösa miljö- och klimatmål som också möts av lokala och regionala målsättningar. Sverige har därtill en stark tradition av export av både teknik och systemkunskande. Dessa båda faktorer är starka drivkrafter för utveckling och introduktion av vätgas- och bränslecellsfordon i Sverige. Sverige kan komma att ha minst ett 10-tal olika typer av bränslecellsfordon i drift under den närmaste 4-årsperioden och kan introducera uppåt 100 000 bilar, bussar, arbetsmaskiner etc. fram till 2030.

Det finns ett antal större industriaktörer i Sverige som arbetar med och inser potentialen inom innovationsområdet för vätgas och bränsleceller, däribland AGA, Sandvik, SSAB, Vattenfall etc. och fordonsleverantörer som ser möjligheter framåt – Scania, Volvo Cars, Hybricon, Toyota Material Handling, Echandia Marine, Toyota, Hyundai etc. Det finns också ett antal potentiellt starka medelstora exportaktörer av teknik såsom bränsleceller från PowerCell och bränslecellsplattor från Cell Impact. Ett större antal små bolag är under stark utveckling speciellt för vätgasproduktion och rening av vätgas från Metacon, Cortus och EcoBioFuel. Sverige har flera universitet, konsultbolag och institut som aktiva och några som är bland de ledande aktörerna inom vätgas och bränsleceller globalt. Totalt finns det idag mer än 100 aktiva aktörer i Sverige inom området vätgas och bränsleceller.

Betydande nationella satsningar på vätgas och bränsleceller ses i länder såsom i Japan, USA, Kanada, Storbritannien, Korea, Frankrike, Danmark, Norge, Tyskland och Nederländerna. Sverige har ett behov av att på motsvarande sätt samlas kring målsättningar och möjligheter för vätgas och bränsleceller; investera i infrastruktur, introducera fordon i pilotprojekt och samtidigt arbeta kraftfullt med forskning och utveckling av utvalda nödvändiga komponenter och system som matchar unik kompetens och intressen.

I detta projekt med den strategiska innovationsagendan - Vätgas för fordon har ett 40-tal svenska aktörer under ledning av Sweco, SP och Vätgas Sverige aktivt deltagit för att identifiera hinder och drivkrafter, nationella behov och behov för forskning och utveckling av tekniken. Denna rapport innehåller förslag på aktiviteter och fortsatt arbete inom innovationsområdet; detta arbete är ett steg på vägen mot stora möjligheter som många aktörer kommer och behöver fortsätta vara aktiva för att utnyttja.

”Sverige är ett land där vätgas för fordon implementeras i full skala i nivå med andra föregångsländer, med goda miljöeffekter och exportvinster som resultat”

STRATEGISK
INNOVATIONSAGENDA
VÄTGAS
för fordon

Följande är utlovat att inkluderas i en slutrapport till Statens Energimyndighet och utgör således innehållet i denna slutrapport;

- en beskrivning av innovationsområdets tillväxtpotential, hinder och möjligheter för utveckling samt konkurrensförhållanden såväl nationellt som internationellt
- en nulägesbeskrivning av innovationsområdet och dess aktörer
- vision och mål för utvecklingen av innovationsområdet
- en beskrivning av hur målen ska nås, dvs. insatser och aktiviteter, ansvar, finansiering samt samverkansformer för förnyelse och kraftsamling bland aktörerna
- en förteckning över kända startade projekt- eller samarbetsinitiativ under agendaperioden
- rekommendation avseende nischer för olika fordon

Projektet har finansierats av Energimyndigheten och utförts av Sweco t SP och Vätgas Sverige.

Summary

Sweden has defined ambitious policy goals regarding environment and climate that are accompanied sometimes even more ambitious local and regional policy goals. In addition, there is a strong tradition of exporting technology and knowledge. This context can be considered a strong motive for development and deployment of hydrogen and fuel cell vehicles in the country. In Sweden, there can potentially be at least about ten types of fuel cell vehicles during the coming four years. Until 2030, it may be possible to introduce about a hundred thousand fuel cell vehicles in different segments of the transport sector.

Several major companies in the Swedish industry sector recognize and/or engage in the innovation area for hydrogen and fuel cells, for example, AGA, Sandvik, SSAB, Vattenfall. Furthermore, Swedish vehicle manufacturers or international vehicle manufacturers/resellers active in Sweden see possibilities in the innovation area, such as Scania, Volvo Cars, Hybricon, Toyota Material Handling, Echandia Marine, Toyota, Hyundai.

In the sector for fuel cell technology, there are also companies that can export technology, for example, fuel cells from PowerCell and fuel cell plates from CellImpact. Several smaller companies are also developing technology for production and cleaning of hydrogen including Metacon, Cortus and Ecobiofuel. In Sweden, universities, consultant firms and research institutes have developed an internationally recognized expertise on different aspects of hydrogen and fuel cells, from system studies of the role of hydrogen in society to development of new materials and components. Over a hundred actors are active in hydrogen and fuel cells today.

Currently, several countries engage in the development of hydrogen and fuel cells, such as Japan, USA, Canada, Great Britain, Korea, France, Denmark, Norway, Germany and the Netherlands. It would be advantageous for Sweden to also join this development by defining possibilities and goals for hydrogen and fuel cells, building infrastructure, introducing vehicles, and increasing the efforts in research and development for necessary components and systems.

In this project, the Strategic Innovation Agenda - Hydrogen for vehicles, Sweco, SP and Vätgas Sverige have guided about 40 Swedish actors in identifying barriers and drivers for the introduction of the technology as well as requirements for research and development. This report suggest activities and further work within the innovation field, which will be a first step on the way to realizing the potential within this field of innovation.

Innehåll

1	Bakgrund, hinder och möjligheter	6
1.1	Bakgrund – Vätgas och bränsleceller i världen och Sverige	6
1.2	Möjligheter och drivkrafter	8
1.3	Hinder	10
2	Nulägesbeskrivning av innovationsområdet och dess nuvarande aktörer	12
2.1	Aktörer inom vätgas- och bränslecellsområdet	12
2.2	Områdets tillgångar och internationell position	16
3	Vision och mål för utvecklingen av innovationsområdet	20
3.1	Vision	20
3.2	MÅL	21
3.3	Övergripande behov och åtgärder	24
3.4	Analys och ekonomi	26
3.5	Pilotprojekt och implementering	27
3.6	Aktörer och aktiviteter	28
3.7	Forskning och utveckling	30
3.8	Finansiering	31
3.9	Nationellt forsknings- och utvecklingsprogram	32
4	Pågående projekt och aktiviteter inom innovationsområdet	36
4.1	Förteckning över kända projekt- eller samarbetsinitiativ under perioden juni 2015 - juni 2016	36
5	Rekommendationer avseende nischer för olika fordon	40
	Bilaga 1 – Nyhetsbrev från Fuel Cell Seminar & Energy Exhibition 2015	42
	Bilaga 2 – Deltagare vid huvudsakliga workshops inom projektet	49
	Bilaga 3 – Exempel på projektverksamhet under året 2015/2016	56
	Bilaga 4 – HIT-rapporten med funktionalitetstabell	57
	Bilaga 5 – Vätgas för järnframställning, FoU-behov för Vattenfall, SSAB och LKAB	57
	Bilaga 6 – En ekonomisk och marknadsmässig utvärdering av vätgasdrivna fordon	57
	Bilaga 7 – Exemplifierande organisationer, resurser och potential	60

1 Bakgrund, hinder och möjligheter

1.1 Bakgrund – Vätgas och bränsleceller i världen och Sverige

Betydande nationella satsningar på vätgas och bränsleceller ses i länder såsom i Japan, USA, Kanada, Kina, Storbritannien, Sydkorea, Frankrike, Danmark, Norge, Tyskland och Nederländerna. Sverige har ett behov av att på motsvarande sätt samlas kring målsättningar och möjligheter för vätgas och bränsleceller; investera i infrastruktur, introducera fordon i pilotprojekt och samtidigt arbeta kraftfullt med forskning och utveckling av alla nödvändiga komponenter och system. Detta för att gynna såväl näringsliv som miljö och klimat.

På de marknader som fokuserar mest på bränslecellsfordon är trenden att kraftiga statliga ekonomiska incitament stödjer utbyggnaden av vätgasinfrastruktur som sköts av industrigas- och energibolag. Detta sker på vissa håll tillsammans med de traditionella tankstationsbolagen, exempelvis i Norge med UNO-X. Danmark har idag nationell täckning med vätgastankstationer (ett 10-tal) och Norge har beslutat att bygga ett 100-tal inom de närmaste åren för att påskynda introduktionen av bränslecellsbilar. Några fordonstillverkare har börjat serietillverka fordon, men i relativt små serier som de menar snabbt kan skalas upp och ett 10-tal leverantörer har utlovat motsvarande fram till 2020.

För bränslecellsbil- och -busstillverkarna märks det tydligt att de prioriterade marknaderna är Japan och Kalifornien. Anledningen till detta är framförallt stödstrukturerna. I Japan finns ett starkt stöd, samt nära samarbete mellan staten och biltillverkarna. Dels på grund av klimat- och miljöpåverkan och dels på grund av krav på energieffektivisering. I Japan är en mycket stor del av primärenergien importerad, vilket är negativt för handelsbalansen och det ger höga energipriser för företagen. Detta vill Japan komma ur med hjälp av bränsleceller, där de ser bilindustrin och små stationära system för el- och värmeproduktion i hemmen som ett första steg. Ett av de mer uppmärksammade projekten är att en omfattande förstudie inletts för att kondensera vätgas i norra Norge där begränsningar i elnätet annars skulle förhindra fortsatt utbyggnad av vindkraft. Man avser sedan att transportera vätgasen, främst genom nordostpassagen, till Japan där den främst skall användas som fordonsbränsle.

I Kalifornien är det främst fokus på luftkvalitet och miljö, vilket lett till att Kalifornien blivit ledande när det gäller teknikkrav och luftrenhetsreglering. Detta ledde till att Kalifornien på 70-talet gick i bräschen för hårdare avgaskrav, och att de sedermera lanserade ett system med nollemissionskrediter (ZEV-krediter). Systemet stipulerar att ett bilföretag måste sälja ett visst antal nollemissionsfordon för att få sälja konventionella fordon. Detta är ett mycket starkt incitament som egentligen inte kostar staten något, utan istället lägger kostnaden på att bilföretagen minskar sina marginaler eller höjer sina priser till kunderna på samtliga bilar, då nollemissionsbilarna fortfarande behöver prissättas relativt lågt för att locka köpare så att försäljningskraven uppfylls. Detta gör att biltillverkare engagerar sig dels med lansering av fordon i Kalifornien, dels i tankstationsutbyggnaden för vätgas. Antalet krediter per bil sätts av en kombination av räckvidd och ladd/tanktid, vilket gör att bränslecellsfordon generellt får mer subventioner än batterifordon.

En trend globalt inom vätgasområdet är kopplingen till att fossila energikällor och kärnkraft ersätts med förnybar energi. I denna strävan lyfts snabbt frågan om energilagring, eftersom förnybar energi ofta är intermittent. Det är troligt att energilagring kommer få en större roll i

framtiden, framförallt i regioner där energipriserna är extra höga. Flera länder utreder möjligheten att använda vätgas för dessa utjämnande energilagrar. Speciellt intressant är vätgasen i länder där den kan lagras i gasnätet, eller i länder utan förutsättningar för pumpvattenkraft eller vattenkraft.

I Sverige finns det idag fyra vätgastankstationer – levererade av fyra olika företag med stark anknytning till Sverige (Air Liquide, AGA, Metacon och Woikoski), och ett 10-tal bränslecellsfordon från Hyundai respektive Toyota. I scenarier för framtida drivmedel i Sverige ingår vätgas typiskt som ett av de starkaste ur miljöperspektiv, och har av bilindustrin utsetts som ett nästa globalt intressant drivmedel för många fordonstyper.

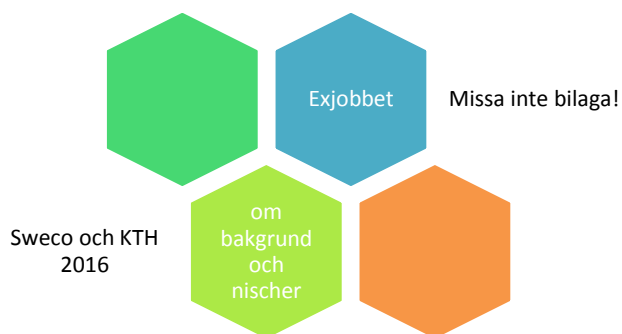
Bland de nyaste satsningarna inom innovationsområdet för vätgas i Sverige hör Vattenfall, LKAB och SSABs ambition att analysera möjligheten att ersätta kolet i ståltillverkning med vätgas för att erhålla renare stålproduktion. I ett pressmeddelande om att Energimyndigheten går in finansiering förtydligar Vattenfall behovet av parallella insatser; "För att projektet ska kunna genomföras krävs dock fortsatt betydande nationella insatser från staten, näringsliv, forskningsinstitut och högskolor under en period av 20-25 år, skriver Vattenfall." Se bilaga 5.

För sjöfart i Europa förväntas EU-direktiv som begränsar trafiken på insjöar baserat på utsläppsnivåer göra att intresset för vätgasdrift ökar.

När det gäller forskningsinsatser i Sverige pågick runt millenniumskiftet en bredare satsning med medel från Energimyndigheten och Mistra, energibolag och industri där det tex parallellt fanns ett 30-tal doktorander inom innovationsområdet vätgas och bränsleceller. Dock, sedan 2004/2007 har de nationellt offentliga medlen dragits ner till att i huvudsak omfatta teknikbevakning, vilket det således idag finns ett starkt behov att kompensera för genom att förstärka forskare inom teknikområdet samt att bygga upp ny kompetens kring applikationerna för vätgas och bränsleceller bland forskare med kompletterande kunskap. Att inte ha en aktiv forskning leder till förlorad konkurrenskraft och minskad nationell attraktivitet för internationella samarbeten.

I Sverige är aktiva aktörer överens om att all vätgas som drivmedel skall ha förnybart ursprung eller vara en återvinningsprodukt.

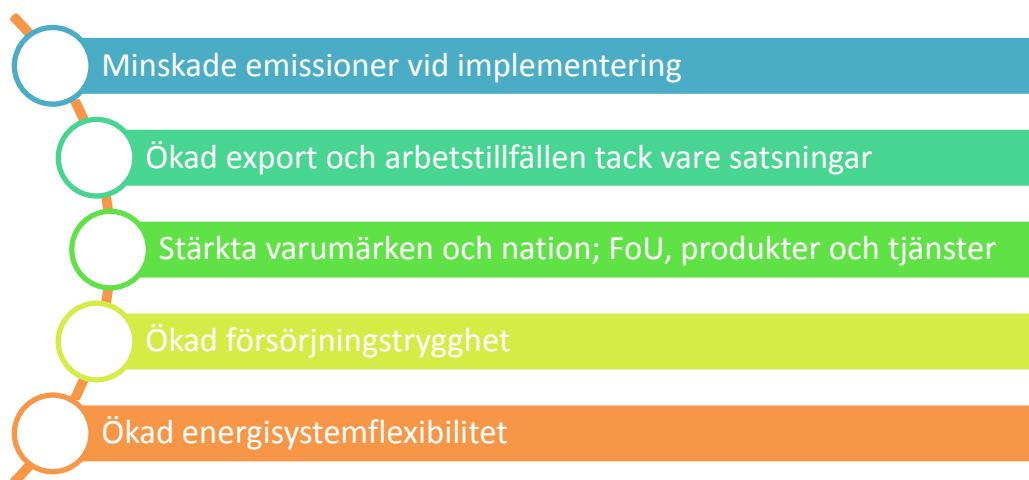
För ytterligare bakgrund om innovationsområdet och fyra utvalda nischer, samt teoretisk implementationsteori, se Bilaga 6 – En ekonomisk och marknadsmässig utvärdering av vätgasdrivna bränslecellsfordon – Fallstudier inom den svenska transportsektorn. Mer bakgrund finns också i bilaga 1 och 4.



1.2 Möjligheter och drivkrafter

De främsta möjligheterna och drivkrafterna för vätgas och bränslecellsfordon är:

- Miljövinster
 - Minskade emissioner; växthusgaser och NOx, SOx, partiklar etc.
 - Att de är tysta vilket är en stark fördel i bebyggda områden.
 - Förbättrad arbetsmiljö i bränslecellsdrivna arbetsfordon och dess körområden pga. minskat buller, vibrationer och lokala emissioner.
- Bränslecellsfordon kan ge konventionell funktionalitet avseende räckvidd och tankningstider
- Exportmöjligheter av produkter eller tjänster och möjliga arbetstillfällen
 - Det finns många inhemska företag, institut och universitet som redan arbetar kommersiellt inom området på vätgas- och bränsleceller och ser stor potential framöver.
 - Framtida affärsmöjlighet för inhemska maskin- och fordonstillverkare som ännu inte börjat arbeta med bränsleceller.
- Ökad försörjningstrygghet genom möjlig inhemsk drivmedelsproduktion
 - Vätgas kan produceras av förnybar el eller biomassa.
- Ökad energisystems flexibilitet
 - Vätgaslager kan utjämna intermitterent elproduktion.
 - Med vätgas som länk kan stationär, transport och industriell sektor integreras ytterligare.



Figur 1 Övergripande drivkrafter och möjligheter med satsningar på vätgas och bränslecellsfordon i Sverige.

1.2.1 Mer om innovationsområdets tillväxtpotential

Vätgas och bränslecellsfordon erbjuder bland annat *tillväxtpotential* med avseende på:

- Förstärkt internationell konkurrenskraft genom att vara föregångare inom teknikutveckling
- Export av produkter och tjänster
- Arbetstillfällen
- Försörjningstrygghet och minskad import av fossila drivmedel
- Förstärkning av nationell energistrategi, inklusive funktionalitet med Power-to-Gas.
- Forskning och utveckling

I tabellen på nästa sida beskrivs ett antal nya möjligheter för utvalda aktörsgupper.

Tabell 1 Exemplifierande nya möjligheter med innovationsområdet [Sweco 2016]

Aktör	Potential för samhällsvinster och utveckling
Gasbolag	<ul style="list-style-type: none"> • Utveckling och försäljning av lösningar för förgasning, distribution och tankstationer • Integrerade energisystem (tillsammans med power-to-gas) som även kan möjliggöra energilagring
Fordonsleverantörer	<ul style="list-style-type: none"> • Försäljning av nya fordon
Komponenttillverkare, industri	<ul style="list-style-type: none"> • Försäljning av nya produkter
Raffinaderier, skogs- och massaindustri	<ul style="list-style-type: none"> • Större potential för förgasningsanläggningar • Större del av värdekedjan i Sverige
Bensinbolag	<ul style="list-style-type: none"> • Större del av värdekedjan Sverige
Energi- och elbolag	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionstoppar (dvs lågt elpris) kan utnyttjas bättre • Försäljningspotential för vätgas • Elbolag kan bli drivmedelsleverantörer (utöver vad som redan sker med batteribilar)
Tjänstesektorn	<ul style="list-style-type: none"> • Behov och möjligheter inom tjänster för att hantera omställningen med nya tekniker och samhällssystem
Högskola, universitet och institut	<ul style="list-style-type: none"> • Potential för ytterligare utbildning och forskning samt tjänster
Politiker och tjänstemän	<ul style="list-style-type: none"> • Bidragande faktor till att miljömål uppnås • Kan användas för regional utveckling och marknadsföring
Media	<ul style="list-style-type: none"> • Ökat allmänintresse kan bli självförstärkande

1.3 Hinder

De främsta hindren för implementering av vätgas och bränslecellsfordon är;

- Konkurrens med andra alternativa drivmedel och diverse risker vid satsningar på ny teknik, samt konkurrens med länder som ligger före i teknikutveckling och produktion
- Behov av infrastrukturuppbyggnad
- Aktörers bristande kunskap om vätgasens miljömässiga fördelar och tillväxtpotential samt faktiska kostnadsnivåer och utvecklingsstatus.
 - Användare behöver kunskap om möjligheterna för att skapa efterfrågan på tekniken

- Politiken behöver stödja tekniken
- Långsiktigt ansvar för teknikintroduktionen behövs
- Många regioner m.fl. fokuserar på biogas och batterifordon idag och mycket forskningsmedel riktas nationellt mot flytande biodrivmedel
- Städer, företag, regioner, fordonsanvändare m.fl. behöver efterfråga tekniken och dess fördelar.
- Ekonomi
 - Det krävs en initial investering för introduktion av ny teknik, pilotprojekt och testflottor med fordon
 - Vätgastankstationer förväntas inte vara lönsamma under introduktionsfasen och bränslecellsfordon är initialt dyrare än konventionella fordon på grund av små tillverkningsserier
 - Företag som satsar behöver vara starka eller få hjälp för att överleva den s.k. dödens dal under introduktionstiden.
- Tekniken för både bränsleceller samt framställning, transport och lagring av vätgas behöver vidareutvecklas för att möta krav med avseende på;
 - Livslängd anpassat efter applikation
 - Produktionsmetoder och upprampning av tillverkningsprocesser
 - Materialutveckling och minskad användning av sällsynta jordartsmetaller

1.3.1 Att förflytta oss från hinder till implementering

Området vätgas och bränsleceller befinner sig i ett tidigt skede av implementering efter ett 30-tal år av utveckling inom b.la. fordonsindustrin. När det idag finns personbilar och distributionsfordon att köpa för-kommersiellt tar implementeringen fart i vissa delar av världen. Sverige har idag chansen att på nytt bli ett starkt fäste för utveckling av produkter, tjänster och introduktion av fordon och infrastruktur.

I denna rapport föreslås bland annat åtgärder för att Sverige och dess aktörer skall kunna vara mer aktivt med på den globala satsning som sker.

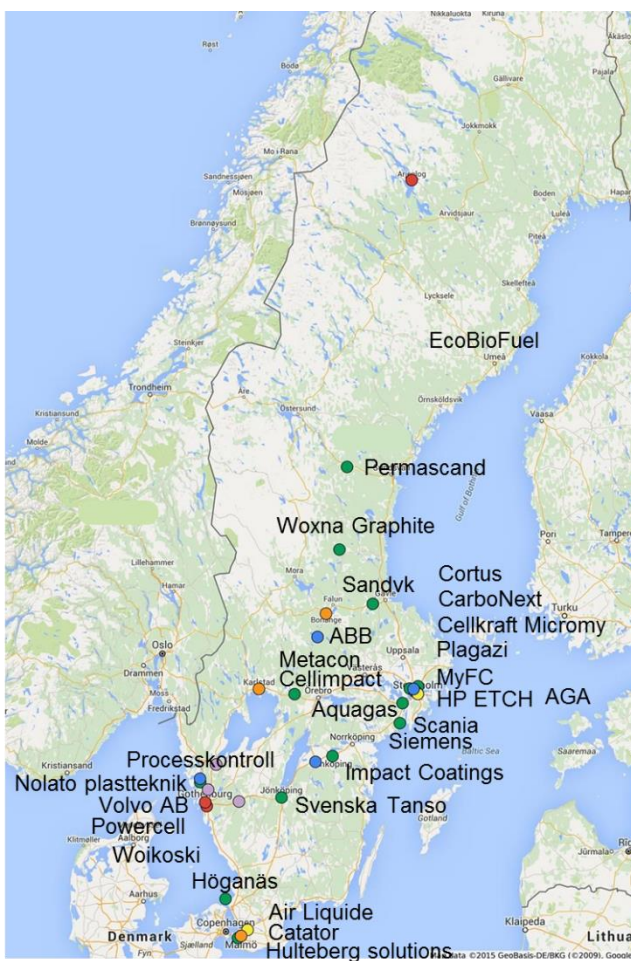
2 Nulägesbeskrivning av innovationsområdet och dess nuvarande aktörer

2.1 Aktörer inom vätgas- och bränslecellsområdet

Den internationella positionen för svensk kompetens inom vätgas för fordon är ojämnt fördelad över värdekedjan. Det finns ett antal mindre företag med mycket hög och internationellt erkänd kompetens, vilka deltar i flera internationella samarbeten. Inom forskningen finns också några aktörer som ligger mycket långt fram inom forskning på material och systemanalys. *Notera bilaga 7 där utförlig information om ett antal aktörers resurser och potential inom innovationsområdet är samlad.*

Av de företag i Sverige som har vätgasframställning eller bränsleceller som huvudsaklig verksamhet kan PowerCell (bränslecellsstackar och system), Cellkraft (små stationära backup-system), Metacon (småskalig metanreformering), Plagazi (vätgasframställning från avfall), MyFC (bärbara laddenheter), och Aquagas (komponenter till vätgastankstationer) nämnas. Andra aktiva industriföretag - för vilka vätgas och bränsleceller är en mindre del av produkt- eller tjänsteutbudet är:

- ABB (styrsystem mm)
- AGA/Linde (gasleverantör)
- Air Liquide (gasleverantör)
- AP&T (stansning av bipolära plattor)
- Catator (reformeringssystem)
- Cell Impact (flödesplattor)
- HP Etch (fotostansning)
- Hulteberg Hydrogen Solutions (fuel production process)
- Höganäs (pulvermetaller)
- Impact coatings (ytbehandlingar)
- Micromy (ytbehandlingar)



Figur 2 - Tillverkande företag [Vätgas Sverige]

Månbas Alpha (*vätgaslagring*)
 Nolato plastteknik (*termoplaster*)
 Permascand (*tillverkning av plattor till elektrolysörer*)
 Sandvik (*bipolära plattor*)
 Svenska Tanso (*grafit och kompositer*)
 Woxna Graphite (*grafitutvinning*)



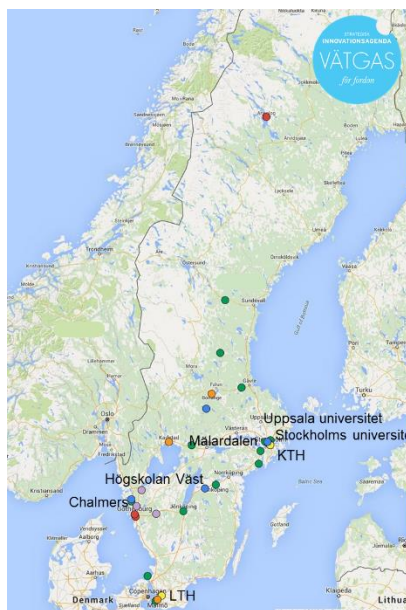
Figur 3 – Tjänsteföretag [Vätgas Sverige]

Västra Götalandsregionen och Region Skåne har arbetat med vätgas i över 10 år. Region Skåne har köpt de två första bränslecellsbilarna till Sverige och står bakom tankstationen i Malmö (inom EU-projektet Next Move, 2013).

Biltillverkare såsom Hyundai, Toyota och Honda är engagerade i att skapa en introduktionsmarknad för bränslecells-bilar i Sverige.

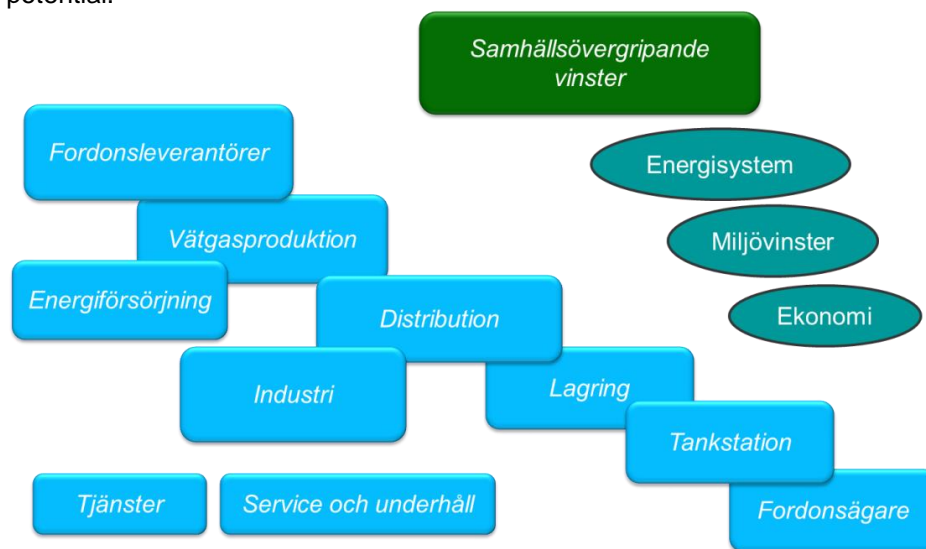
Inom tjänstesektorn är bland annat Vätgas Sverige, SP, Sweco, IVF Swerea, Comsol, Energigas Sverige, Intertek, SIS, Svenskt Hybridfordonscentrum, Energiforsk, Energigas Sverige ÅF, Consat, SPGA, och Innovatum aktiva.

Inom akademien har vätgas och bränsleceller starkast förankring på KTH, Chalmers och LTH (bränslecellens komponenter, vätgasframställning och systemintegration). Dessa universitet erbjuder kurser på masternivå om bränsleceller eller vätgassystem. Forskningsmässigt är Sverige också starka på vätgasframställning genom artificiell fotosyntes (KTH) och fotokatalytisk framställning samt via cyanobakterier (Uppsala Universitet). Även forskning på vätgasframställning från biomassa och avfall (inklusive aska) samt koppling till vätgas i industrin förekommer (Lunds Universitet). På Stockholms Universitet finns forskning för att tillverka lågtemperaturbränsleceller som inte är beroende av platina, samt metallhydridlagring (även Chalmers). Högskolan Väst har materialforskning med bäring på bränsleceller.



Figur 4 – Akademi [Vätgas Sverige]

I "Bilaga 2 Aktörer vid workshop 1, 10 mars 2016, med nyckelord från egen beskrivning" förklaras ett antal av ovan nämnda aktörers erbjudanden och i Bilaga 9 anges ett antal organisationers exemplifierande resurser och potential.



Figur 5. Nödvändig affärsvärdekedja (i de ljusblå blocken) kring en vätgastankstation och fordonsställe [Sweco, fotnot 1]. Som tillägg till fordonsägare är också transportköpare och -säljare viktiga undernivåer.

Sverigekartan nedan visar orter som aktivt arbetar för introduktion av vätgasinfrastuktur. Sverige kommer ha sex vätgastankstationer vintern 2016; i Stockholm, Göteborg, Malmö, Sandviken, Mariestad och Arjeplog. Fler orter än de på kartan uttrycker idag nytt intresse för att öppna en första vätgastankstation och prova några bussar, taxi och personbilar mm. För närvarande bland annat arbetar Mariestad och Sandviken aktivt med aktörer i hela kedjan, se b.l.a. för exempel på dessa aktörer, och kommer inom kort att installera sina första vätgastankstationer.



Figur 6. Planerade vätgastankstationer i Sverige [Vätgas Sverige och Sweco 2016]

2.2 Områdets tillgångar och internationell position

2.2.1 Testbäddar [Vätgas Sverige]

Det finns testlab och demomiljöer för bränslecellstester eller test och demo av olika applikationer för bränsleceller i Sverige. Den infrastruktur som redan existerar kan med fördel användas och bedöms vara en bra bas för att inkludera bredare test av bränsleceller i olika fordonsapplikationer. En viss komplettering av utrustning och anpassning av faciliteter för vätgashantering kommer att behövas framöver. I de offentliga miljöerna behöver man i tidig fas ta hänsyn till att vätgas kan behöva hanteras och det kan också ge vissa fördelar och ge nya lösningar när offentliga miljöer planeras.

"I Västra Götaland har flera regionala initiativ tagits till att utveckla en verksamhet inom området bränsleceller och vätgasteknologi, inte minst för att skapa förutsättningar för en testbädd i synergi med de unika industriella satsningar som görs på området av bl.a. PowerCell. För att stödja utvecklingen på området har det undersökts om en testbädd skall utvecklas till en nationell resurs med internationell spets för utveckling av teknik och tjänster kring vätgas, bränsleceller och system.

SP inkom med ett förslag till Vinnova som handlar om en "Testbädd för vätgasteknologi" samtidigt som TSS/PowerCell/VGR inkom med ett förslag som handlar om att "Tillgängliggöra befintliga resurser vid PowerCell AB i Göteborg så att en nationell testbädd för bränsleceller formeras". Efter diskussioner gick parterna ihop och genomför nu en teknisk förstudie om hur man skulle kunna realisera detta i en och samma testbädd, där vätgas och bränsleceller är den gemensamma nämnaren.

Med labbytor motsvarande mer än 13 fotbollsplaner har SP landets ledande testbäddresurser för forskning, utveckling, demonstration (FUD) samt teknisk utvärdering och certifiering. Till de experimentella resurserna finns dessutom omfattande modelleringskompetens. Med ett ökande kommersiellt intresse och utveckling av produkter för vätgasteknologi bedöms det att det kommer att finnas ett ökat behov för såväl FUD som oberoende test och utvärdering samt certifiering. För att skapa en bred acceptans för vätgasteknologi i samhället behövs bl.a. kvalificerade riskbedömningar från komponent- till systemnivå. En hel del experimentell verksamhet genomförs redan hos SP respektive PowerCell. Behovet av FUD och teknisk utvärdering/certifiering kommer att växa och här är det intressant att bygga vidare på den vätgasinfrastuktur som byggts upp på PowerCell. I samma hus som PowerCell ligger finns också ett outnyttjat neutralt våningsplan som kan användas, där det finns tillgång till vätgasinfrastuktur. Vi vill gemensamt skapa en effektiv testbädd där befintliga resurser nyttjas, men också identifiera nya behov.

Det finns företag som marknadsför viss provning inom området. Målsättningen för testbädden enligt denna ansökan är dock att tillgängliggöra test- och verifieringsmöjligheter effektivt och oberoende, som stöd för utveckling, testning och verifiering, men också uppskalning och systemsyn.

Det finns också redan testbanor för fordon i gång i Arjeplog respektive under uppbyggnad utanför Borås (Asta Zero med unika miljöer för trafiksäkerhetsforskning). Inom en snar framtid kommer det behöva utföras tester för bränslecellsbilar på dessa anläggningar.

Flera kommuner och regioner på västkusten har visat ökat intresse för vätgasfrågor, exempelvis Västra Götalandsregionen (VGR), Falkenbergs kommun, Region Skåne, Malmö Stad och Landskrona kommun. Vissa av dessa har köpt bränslecellsbilar i det nu avslutade skandinaviska projektet Next Move tillsammans med Köpenhamns kommun och norska partners i Lilleström utanför Oslo. Dessa organisationer driver tillsammans på efterfrågan av bränslecellsbilar och vi ser att de kan vara intressenter till att få till stånd en testbädd i Skandinavien.

Behovet av energibalansering och energilagring blir allt tydligare i vårt samhälle. Nya krav på energi back-up tider för reservkraftverk till samhällsviktiga funktioner är under framtagning på internationell nivå och här kommer sannolikt bränsleceller att spela en viktig roll. Test av stationära bränsleceller kommer också att vara ett behov i ett bränslecellstestcentra." [Vätgas Sverige]

2.2.2 Uppskattade TRL-nivåer inom vätgasområdet i Sverige [SP]

Technology Readiness Level (TRL) är ett verktyg för att beskriva en teknologisk mogenhet. Begreppet har sitt ursprung hos USA:s försvarsdepartement som också ansvarar för originaldefinitionen på nio steg. Nedan följer VINNOVA:s tolkning som uppdelat de nio stegen i fyra grundgrupper: Grundforskning, tillämpad forskning, experimentell utveckling och produktutveckling.

Grundforskning 1: Kunskapsutveckling om t ex underliggande fenomen. Ingen direkt koppling till närliggande nytta.

Tillämpad forskning 2-5: Kunskapsutveckling med koppling till utveckling av produkter, processer, tjänster, eller markant förbättring av produkter, processer, tjänster (från proof of concept till validering i relevant miljö).

Experimentell utveckling 6-8: Förvärv, kombination, formation och användning av befintlig vetenskaplig, teknisk, näringslivsmässig eller annan relevant kunskap i syfte att utarbeta planer, arrangemang eller design för nya, ändrade eller förbättrade produkter, processer eller tjänster. (Från demonstration av delsystem till kvalificering genom testning).

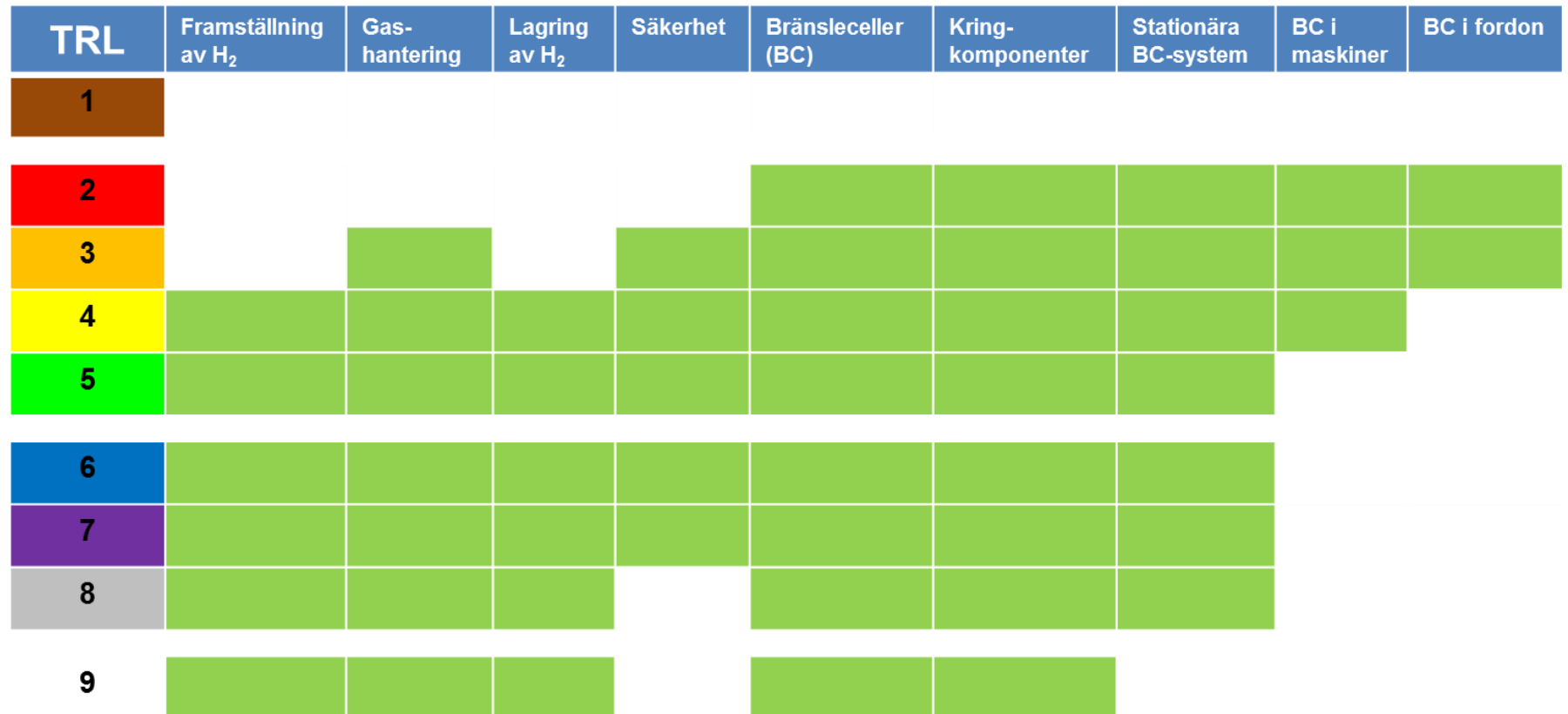
Produktutveckling 9: Innefattar organisationers normala utvecklingsverksamhet, t ex ständiga förbättringar samt rutinemässiga, återkommande ändringar av produkter, produktionslinjer, tillverkningsprocesser, befintliga tjänster eller andra pågående verksamheter.

Bedömning av ett systems TRL-nivå styrs av komponenten med den lägsta TRL-nivån för alla ingående komponenter. Om en beprövat komponent används i ett nytt sammanhang innebär det att TRL-nivån sjunker.

I TRL-tabellen har vi uppskattat en samlat bild av hur svenska aktörer täcker olika TRL-nivåer. T ex utför KTH tillämpad forskning om bränsleceller (TRL 2-4), SP utför tillförlitlighetsutvärderingar på cellnivå (TRL 4-6) och riskanalyser på system (TRL 7) en producent av arbetsmaskiner håller på att ta fram en fullskala demonstrator för test och utvärdering (TRL 6-7), medan PowerCell har demonstrerat och marknadsintroducerat reformerteknologi (TRL 8-9). Bränsleceller i fordon har varderats till en låg TRL-nivå då är lång väg till produktutveckling av bränslecellsbilar i Sverige. Rätter man blicken utomlands

är Toyotas bilar och gaffeltruckar är på TRL 9. Echandia Marine representerar en inhemsk nisch där man erbjuder systemintegration för fartyg antingen som seriebåt eller upphandlat fartyg. Här blir TRL 7-9.

Målsättningen är att det i Sverige skall finnas aktörer som jobbar med produktutveckling (TRL 9) på systemnivå (t ex fordon och maskiner) då det är på den nivån att kunskap på allvar resulterat i ekonomisk utveckling och innovativ påverkan på samhället.



Figur 7. Uppskattade TRL-nivåer inom vätgasområdet i Sverige [SP]

3 Vision och mål för utvecklingen av innovationsområdet

3.1 Vision

Bakgrund;
2045 ska Sverige vara ett klimatneutralt land.

Sverige är ett rikt land med höga klimatmål och har invånare med högt intresse för innovation och acceptans för ny teknik.

Sverige har goda förutsättningar att utveckla och utnyttja fördelarna med vätgasfordon. Viktiga fördelar som Sverige kan ta tillvara är möjlig export av både produkter och tjänster, ökad försörjningstrygghet, ökade synergier med övriga energisystemet, minskade emissioner och buller samt nya arbetstillfällen.

”Sverige är ett land där vätgas för fordon implementeras i full skala i nivå med andra föregångsländer, med goda miljöeffekter och exportvinster som resultat”

Visionen förutsätter;

Redan nu, år 2016, och så långt fram i tiden som behovet finns driver avgörande aktörer utvecklingen och implementeringen av vätgasfordon gemensamt framåt.

Fordonsanvändare och transportköpare efterfrågar nollemissionsfordon i allt från taxi, distributionsfordon, bussar och arbetsmaskiner.

Kommuner, regioner och myndigheter stödjer introduktionen av vätgas och bränsleceller genom genomtänkta miljökrav, fordonsupphandlingar och implementationsstrategier i samarbete med övriga aktörer.

Leverantörer av fordon, komponenter och tjänster samt leverantörer av gas erbjuder och utvecklar produkter för användning nationellt, likaväl som export.

Utveckling sker i globalt samarbete lika väl som nationellt.

3.2 MÅL

Här följer ett antal målsättningar för innovationsområdet. Dessa målsättningar är framarbetade av arbetsgrupperna inom projektet.

3.2.1 Mål 1, Implementering

Till år 2020 skulle antalet fordon och maskiner enligt nedan kunna vara i drift i Sverige;

- ✓ > 400 personbilar
- ✓ > 40 bussar
- ✓ > 10 lätta lastbilar
- ✓ > 10 distributionsfordon
- ✓ > 40 gaffeltruckar
- ✓ > 1 arbets- och skogsmaskin
- ✓ > 1 båt

År 2025 förväntas 10 % av de arbetsfordon som drivs av fossilfria drivmedel inkludera bränslecellsteknik [SP]. Den totala andelen arbetsfordon som använder fossilfria drivmedel uppskattas till 40 %.

Till år 2030 uppskattas följande antal fordon och maskiner med bränsleceller vara i drift i Sverige¹;

- ✓ 1 000 bussar
- ✓ 50-100 000 personbilar
- ✓ 140 vätgastankstationer

Samarbeten med stationära och industriella tillämpningar för vätgas och bränsleceller där även stora mängder vätgas kan komma att påverka hela energisystemet och kraftigt minska industrins koldioxidutsläpp, se Bilaga 5 – Vätgas för järnframställning, FoU-behov för Vattenfall, SSAB och LKAB.

3.2.2 Mål 2, Arbetstillfällena och export

Industrin vätgas för fordon

- 2020 kan vi vara 2 000- 5 000 heltidsarbetande inom innovationsområdet i Sverige
- 150 organisationer 2020 (100 st år 2016)
- 10 nya företag 2020

¹ Larsson och Wallmark, Scenarier för energigaser i Sverige, 2016, www.energigas.se

Tillverkande företag av bränslecellskomponenter

- 10 leverantörer för bränslecellstekniken 2020, exklusive underleverantörer som levererar standardkomponenter
- 20 företag 2020 som jobbar med implementering av bränslecellsfordon
- 5 globala leverantörer av produkter för gasproduktion, distribution och lagring

Export

- 1 % av fordonsindustrins exportvärde år 2030.

Forskning, 2020

- Antal utbildningsplatser inom vätgas och bränsleceller som matchar kommande behov
- > 10 examinerade doktorer/år

3.2.3 Mål 3, Starka aktörer

Kunskapsnivå myndighet och allmänhet.

- 50 % har god kännedom om tekniken för vätgas och bränsleceller 2020

Att ha en komplett näringskedja för att få igång och underhålla marknaden.

- Nischer och användare som är beredda att betala för nyttan från introduktion 2016
- Nationella politiker inkluderar vätgas och bränslecellsfordon i sitt arbete 2017
- Kommuner och regioner ger för innovationsområdet:
 - Bestämt och långsiktigt stöd (> 10 st 2018)
 - Upphandlingstjänster till förmån för innovationsområdets teknik och möjligheter (2017)
- Myndigheter inkluderar vätgas och bränslecellsfordon i strategier tillsammans med övriga alternativa tekniker, bla Energimyndigheten, Trafikverket, Transportstyrelsen, Vinnova, Tillväxtverket, Tillväxtanalys, Business Sweden och Naturvårdsverket. (2017)
- Utvecklad service kring vätgas- och bränslecellsteknik 2020
- Billeverantörer och gasdistributörer som erbjuder produkter och tjänster på kommersiell basis 2025.

3.2.4 Mål 4, Effektmål

Målet är att minska utsläppen av växthusgaser och lokala luftföroreningar som kolmonoxid, kväveoxider, kolväten och partiklar. Bränslecellsbilar släpper inte ut några lokala luftföroreningar med avgaserna och kan jämfört med fordon som drivs av bensin och diesel kraftigt reducera utsläppen, vilket är särskilt viktigt i stadsmiljö.

När vätgasen produceras från el via elektrolys baserad på nordisk elmix blir växthusgasutsläppen för en bränslecellsbil ca 7 gCO_{2ekv} per km, vilket är betydligt lägre än för en dieselbil (106 gCO_{2ekv} per km).²

- För 100 000 personbilar med en årlig körsträcka på 12 216 km⁵ ger byte till bränslecellsbilar minskade koldioxidutsläpp om 121 000 ton per år.

I Sverige släpper stadsbussar i genomsnitt ut 1,09 kgCO_{2ekv} per km⁴.

- Om tusen bränslecellsbussar ersätter bussar från den nuvarande flottan skulle koldioxidutsläppen minska med 57 000 ton per år.³

Tabell 2 Emissionsfaktorer för personbil och buss i stadstrafik i Sverige 2014⁴ och minskade totala utsläpp per år till 2030 antaget att 1 000 bränslecellsbussar och 100 000 bränslecellsbilar ersätter motsvarande dieselfordon. Buller ej beräknat.

Potential	CO2	CO	HC	NOx	PM
Minskade utsläpp vid ersättning av 100 000 bilar⁵ [ton per år]	121 000	244	37	611	13
Minskade utsläpp vid ersättning av 1 000 bussar⁶ [ton per år]	57 000	119	8	355	5
Fakta					
Personbil diesel i stadstrafik [g/km]		0,2	0,03	0,5	0,0107
Stadsbuss [g/km]		2,13	0,14	6,34	0,0844

3.2.5 Mål 5. Vätgasproduktion

Vid de workshops som hållits i projektet har drivmedelsproduktion och distribution utpekats som ett av de traditionellt starka områdena för Sverige i en global konkurrens.

Mål;

- Sverige har fortvarande egen internationellt konkurrenskraftig forskning på framtida vätgasproduktion
- Sverige har fortvarande globalt starka företag som producerar vätgas och som levererar produkter och tjänster för vätgasproduktion.
- Sverige är nettoexportör av vätgas

² JRC, 2014, WTW Report 4a.

³ Antaget att detta ger motsvarande procentuell minskning av koldioxidutsläpp som för personbilar.

⁴ Trafikverket, 2015, Handbok för vägtrafikens luftföroreningar, Emissionsfaktorer.

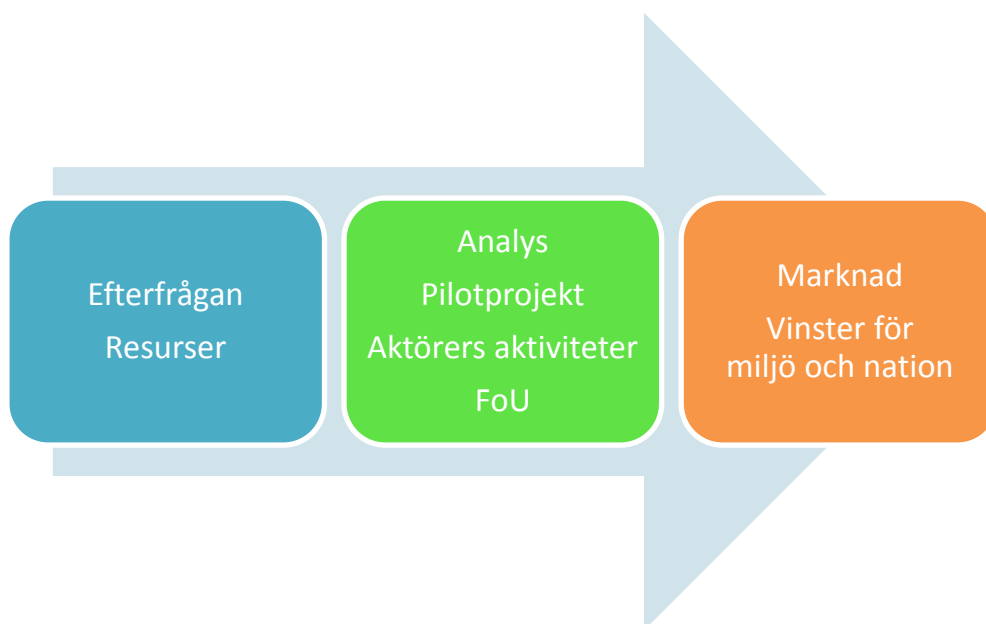
⁵ 12 216 km genomsnittlig körsträcka per år, enligt Trafikanalys, 2016, Körsträckor 2015

⁶ 55 990 km genomsnittlig körsträcka per år, enligt Trafikanalys, 2016, Körsträckor 2015

- Insatser och aktiviteter, ansvar, finansiering samt samverkansformer för förnyelse och kraftsamling bland aktörerna

3.3 Övergripande behov och åtgärder

För att aktiviteter och åtgärder inom innovationsområdet ska ta fart behöver efterfrågan och resurser finnas. Utifrån dessa faktorer kan nödvändiga aktiviteter genomföras så att den kommersiella marknaden skapas, se Figur 8 nedan.



Figur 8 För att aktiviteter och åtgärder inom innovationsområdet ska ta fart behöver efterfrågan och resurser finnas. Utifrån dessa faktorer kan nödvändiga aktiviteter genomföras så att den kommersiella marknaden skapas.

Enligt beskrivningen i kapitel 1.3 finns det ett antal hinder för innovationsområdet med vätgas och bränsleceller. Övergripande är hindren:

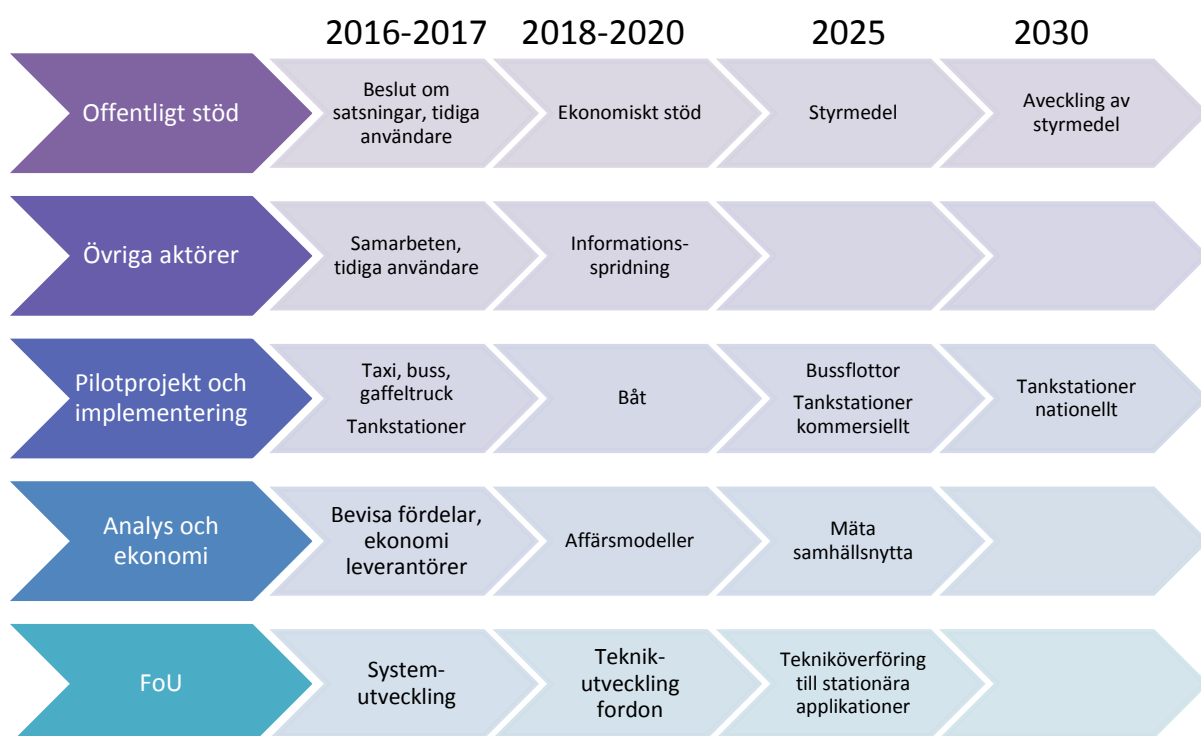
- A. Bristande kunskap
- B. Konkurrens
- C. Ekonomi
- D. Teknik

Nedan beskrivs nödvändiga åtgärder för att bemöta dessa behov fördelat på fyra huvudrubriker, nämligen:

- 1) Analys och ekonomi (Påverkar främst hinder A, B och C)
- 2) Pilotprojekt och implementering (Påverkar främst hinder A, B, C och D)
- 3) Aktörer och aktiviteter (Påverkar främst hinder A)
- 4) FoU (Påverkar främst hinder B, C, D)

Merparten av de listade åtgärderna nedan är direkta resultat av de workshops som hållits inom projektet och har starka intressenter som redan engagerar sig för dess förverkligande bland de deltagande aktörerna (bara några nämnda vid namn som exempel nedan). Se bilagor för deltagande aktörer.

- För dig som läser detta dokument, men inte deltagit i projektets workshops rekommenderas att ta kontakt med projektdeltagarna vid intresse av stöd för aktiviteternas fortsatta utveckling.



Figur 9 Översikt aktiviteter och åtgärder som exemplifieras nedan [Sweco 2016]

3.4 Analys och ekonomi

Nedan följer ett antal konkreta önskemål om åtgärder i form av projekt som aktörer vill genomföra inom området analys och ekonomi.

Tabell 3. Projektförslag inom analys och ekonomi

Aktiviteter, analys och ekonomi	Ansvar och roller, intressen (exempel)
Samhällsekonomisk, nationalekonomisk studie som är riktad mot beslutsfattare. Samspel mellan teknik och ekonomi, inkludera breda aspekter och ställ mot alternativkostnader.	Universitet, institut, konsulter
Jämförande studier mellan olika tekniska systemlösningar, t.ex. jämförelse bränslecellsbusar med bussar för andra drivmedel i olika tillämpningar	Flera
SWOT-analyser per aktörgrupp t.ex. gasbolag, biltillverkare, politiker	Myndigheter som beställare. Universitet, institut, konsulter m.fl. som utförare
Analys av delsystemkostnader för vätgasproduktion, var kan dessa kostnader kapas?	Universitet m.fl.
Vad behövs för att offentlig upphandling ska ge bränslecellsbusar och tunga fordon?	Kommuner och regioner
Hur tunga och långa transporter kan rimligtvis gå på vätgas givet olika antaganden för teknikutvecklingen framåt?	Buss- eller lastbilstillverkare Universitet, institut, konsulter
Studie kring om hytan är intressant eller inte. Är det intressant för nya fordon med deras nya teknik?	
Handlingsplan för att få in vätgas och el i vägfärjetrafiken.	Trafikverket äger färjor tex
Studier för sjöfart. Stöd, styrmedel och infrastruktursatsningar för investeringar. NOx-fond. Stötta nya typer av färjor. Undersök nollzoner för sjöfarten	Flera intresserade
Affärsmodeller för distribution av vätgas till HRS, för kollektivtrafik	Flera intresserade
Distribution av flytande vätgas till sjö- och luftfart	Flera intresserade
Nedbrytning av systemets alla kostnader i detalj	Universitet m.fl.

Fortsatt analys av nödvändiga aktiviteter för att nå uppsatta mål, inkluderande att lära av andra länder och regioner	Nätverks-aktiviteter mm
Säkerhetsanalys med framtagning av riktlinjer, utbildningsmaterial, informationsinsatser	Myndigheter, och andra aktörer
Analys av vätgasens roll i framtida energilagerapplikationer	Fastighets- och nätagare

3.5 Pilotprojekt och implementering

Pilotprojekt behövs bland annat med följande syften;

- 1) För utveckling av användare och acceptans och ändrade vanor och verifiering av trafik- och energisystemaspekter. Kan baseras på mest kommersiella fordon.
- 2) För stöd av utveckling av nya fordon eller arbetsmaskiner etc., och för tex utvärderingar av styrstrategier, optimering av komponenters användning såsom batterier mm
- 3) Komponentutveckling där man t.ex. förbättrar stackkonstruktion baserat på applikationer eller analyserar hur katalysatorn ska utvecklas för dessa.

Pilotprojekten för fordon bidrar till start av utbyggnad av ett vätgastankstationsnät, se referens i fotnot 1 för vidare planer för infrastrukturen.

Tabell 4. Projektförslag inom demonstration och implementering

Aktiviteter, pilotprojekt	Ansvar och roller, intressen (exempel)
Bussar, taxi och kommunala flottor har stor betydelse för introduktion av många fordon.	
Ytterligare tankstation för bilar i Stockholm, tex Haga norra eller Bromma	Leverantörer av gastekniken
Båt	Båttillverkare, bränslecellssystemleverantörer, Sjöräddningssällskapet
Demolokaliseringar med delad tankstation för båt och landtrafik. Platsförslag Slagsnäs (Ekerö)	Båttillverkare, bränslecellssystemleverantörer, båtoperatörer, Universitet, institut, konsulter m.fl. som utförare
Buss och lastbilar samt vätgasproduktion och tankning för kallt klimat	
Bygga och testa fordon för lantbruket	
Testbäddsprojekt, arbetsfordon	

Flygbuss	
Mikrotankstationsprojekt med reformer och gasrening, inklusive verifiering och gasanalys	
Eldrivna sopbilar med vätgas range-extender	
Bussar i städer för att påvisa positiva ljudeffekter, pilotprojekt med syfte att visa på uppskalning, -flexibelt med trafik på "nya" gator och inomhus Om tex en stad börjar köra bussar eller inför nollemissionszon kommer tillväxtkurvan ändras markant.	Kollektivtrafik
Fordonstester och säkerhet	Räddningstjänsten
Kylaggregat i lastfordon	

3.6 Aktörer och aktiviteter

Nedan presenteras ett urval av övergripande aktiviteter med centralt intresse.

Tabell 5. Övergripande aktiviteter

Kategori	Aktiviteter per aktör	Ansvar och roller
Marknad	Efterfråga lösningar med fördelarna som vätgas och bränsleceller kan ge.	Fokusera på slutanvändare och deras förutsättningar, t.ex. distributörer, taxi, kommuners fordonspark. Stark efterfrågan starkaste drivkraften.
Mål	Nationellt mål om ökad självförsörjningsgrad av energi Lokalt och regionala mål om minskade emissioner och ljud Nationellt mål att satsa på implementering och utveckling av vätgas och bränslecellsfordon, där ekonomiska stöd och styrmedel är långsiktigt planerade med helhetssyn	Myndigheter och tjänstemän
Information	Kännedom och acceptans. Allmänheten måste lära sig om och vänja sig vid den nya tekniken	Skolor, branschorganisationer

	och lita på dess funktionalitet och säkerhet samt lockas av dess fördelar.	etc. [Se tabell med info per aktör i ref fotnot 1]
	De nyckelbehov tekniken kan fylla ska beskrivas tydligt i marknadsföring	
Media	Media behöver lära och upplysa. Den information som sprids via media får betydande genomslag	
Strategi	Beslut om uppbyggnad av vätgasinfrastruktur på nationell nivå med stöd under implementationstiden	Politiker
Stöd	Politiker och myndigheter på kommunal, nationell och EU-nivå kan initiera och stödja nödvändiga samarbeten.	
Stöd	Det behöver skapas stöd för att skapa goda företag av innovationer.	
Stöd	Det behövs fristående resurser till institut m.fl. så att SME inte behöver betala. (ex certifiera dispenser, analysera vätgas)	
Stöd	Skapa innovativa möjligheter, t.ex. start-up-finansiering, innovationsstöd, jämfört med Kina, Israel, Kanada	
Stöd	Kapital/stöd för TRL 5-8/9, tex Produktionsteknik, bipolära plattor. Cell Impact efterlyser pengar och stöd för att öka produktionstakt	
Export	En central styrka i Sverige är gaskompetens, både för produktion och distribution	[Notera vikten av denna punkt]
Nätverk, nationellt	Swedish Pavillion borde kunna skapas. Vi är ju ett flertal företag och organisationer som arbetar inom området.	
	Aktiviteter i Sverige för att alla ska vara uppdaterade på senaste nytt och arbeta utifrån en gemensam kunskapsplattform och målsättning	
Nätverk, globalt	Nätverkande behövs, både nationellt och internationellt. Samarbeten nationellt, med grannländer och inom EU.	

Innovation	Internationell bevakning, jmf tidigare tekniska attachéernas arbete, både vad och hur man genomför motsvarande arbeten i andra länder och för andra tekniker
------------	--

När det specifikt gäller önskemål om exportstöd från myndigheter har bla följande framkommit;

- Satsningar för att skapa allianser och samarbetsstrukturer mellan leverantörer
- Finansieringsbidrag, även behov av stöd för att sätta upp produktion hos kund i annat land
- Stöd för kommuner och regioner som vågar gå före.
- Snabba svar på ansökningar
- EKN – Exportkreditsnämnden med anpassning för små bolag
- Våga stödja små bolag utan inkomster ännu, det är då hjälpen behövs
- Skapa offentliga showroom
- Stöd med kompetensutveckling inom området för alla kategorier.
- Synkronisera insatser med elbilsutveckling
- Generella exportfrämjande åtgärder

3.7 Forskning och utveckling

Här exemplifieras FoU-behov som uttryckts av projektets deltagare att vara särskilt intressant att arbeta med. FoU sker med fördel i samordning med diverse andra kategorier, tex batteriforskning.

Tabell 6. Forsknings- och utvecklingsbehov

Aktiviteter, FoU	Ansvar och roller/intresse
Under en period på 10-15 år har medel för forskning inom vätgas och bränsleceller varit lågt prioriterat i Sverige och mer medel behöver tillsättas för att åtgärda detta.	Myndigheter
Skapa ett sammanhållet FoU-program för vätgas och bränsleceller i Sverige. Finansiering måste finnas först, sedan kommer forskare.	Se aktuell plan nedan.
Långtidsstudier av teknik och produkter	Institut, bränslecellstillverkare
Stimulera förgasningsteknik som en källa till vätgasproduktion	
FoU för att uppfylla krav från fordonstillverkare t.ex. högre verkningsgrader på bränsleceller samt högre effekttäthet.	
Stackutveckling, tex platinafria bränsleceller	Universitet

Sänka kostnader för komponenter	
Elektrolysörsutveckling för minskat pris	
Viktigt att komponenterna, särskilt bränslecellssystemen, tål miljön för sin användning, med eller utan skyddsutrustning såsom filter. Exempelvis på sjön för båtar där luften innehåller både mycket fukt och salt. Energilagring, få ner vikt och priset per lagrat kg vätgas.	
Den globala standarden för vätgasrening behöver uppdateras och FoU kring nya kravnivåer behövs Utveckling av hybridfordon med bränsleceller och batterier, ska range extenders	
Utveckla teknik och standarder så att tankning av stora fordon går snabbare än de gör idag	Buss- eller lastbilstillverkare Universitet, institut, konsulter, standardiseringsorgan etc.
Tillverka bränslecells- och eldrivna tyngre truckar.	Systemintegratör och fordonstillverkare
Livslängdsökande forskning kring batterier och bränsleceller.	Buss- eller lastbilstillverkare Universitet, institut, konsulter
Högtemperaturelektrolys	Universitet
Ny vätgasproduktion, cyanobakterier o.s.v.	Universitet
Sverige starkt på lättviktsmaterial – borde kunna bli bra på kolfibertankar.	Institut

3.8 Finansiering

Många av de projekt som genomförs inom detta område är idag bidragsfinansierat på regional, nationell eller EU-nivå. Dessa möjligheter kommer att finnas under en relativt lång tid framöver. Parallellt med detta finns möjligheter till lån och stöd för företag som satsar på utveckling av ny teknik. Investerare, inkubatorer och banker m.fl. stödjer också aktörer på området.

Många aktörer efterfrågar mer genomtänkta nationella satsningar för genomförande av planer och strategier.

Exempel på möjliga stödfunktioner/stödgivare;

- Bidrag, lån och investeringsstöd;

- Energimyndigheten
- Tillväxtverket
- Vinnova
- Trafikverket
- Naturvårdverket
- EU TEN-T(program vätgas, metan och el)
- Horizon 2020 etc
- FCH JU (program vätgas och bränsleceller)

3.9 Nationellt forsknings- och utvecklingsprogram

Vätgas och bränsleceller behöver ett dedikerat forsknings- och utvecklingsprogram. Programmet föreslås inkludera applikationerna: stationär, traktionär och industriell användning av vätgas och samtliga bränslecellsfordon.

Energimyndigheten har presenterat en möjlighet att ansöka om och att skapa ett så kallat Strategiskt innovationsprogram, SIP, senast 1/9 2016 baserat på aktuella strategiska innovationsagendor. Sweco, Vätgas Sverige och SP som leder denna strategiska innovationsagenda överväger att skriva en sådan ansökan baserat på svenska aktörers intressen och önskemål som framkommer via detta agendaarbete. Målet är att växla upp intensiteten i Sveriges insatser inom området markant.

Alternativa finansieringsmöjligheter är också intressanta.

Programinnehåll SIP

Dels ges finansiering till insatser som ett programkansli kan genomföra. Det kan typiskt vara nationell samordning, dialog med Energimyndigheten gällande finansiering av projekt, nationella samlingsträffar och möten, nätverksaktiviteter etc., dels ges finansiering för projekt inom innovationsområdet för projektaktiviteter.

Totalt kan 20 MSEK i bidragsdel erhållas årligen under upp till en 10-årsperiod. Utvärdering sker regelbundet.

Det är viktigt att få med starka aktörer och regionerna för motfinansiering till programmet.

Programstyrning SIP

Ett programkansli byggs upp av Vätgas Sverige, SP och Sweco. En styrelse/referensgrupp ska utses bland landets aktörer.

Alla finansiella beslut fattas formellt av Energimyndigheten

Kansliets uppgifter

- Nav för aktörer
- Nationella mötesplatser med aktiv agenda
- Internationellt samarbete
- Informationsspridning
- Hantering av bidragsmedel
- Öppet för alla

Programinsatser

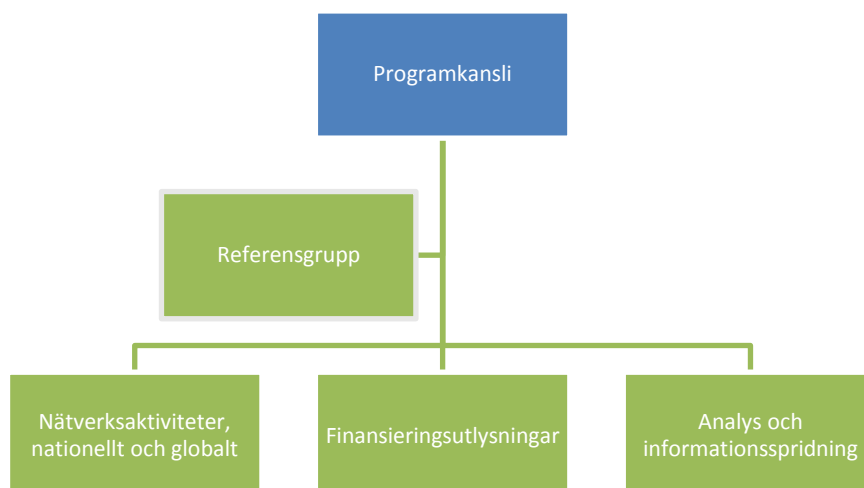
Programmets ambition är att samordna aktiviteter inom Sverige, oavsett varifrån dess finansiering kommer. Vidare ska en omvärldsbevakning och internationellt samarbete vara ett kontinuerligt och naturligt inslag.

Kansliet har en viktig nätverksroll där olika aktörer knyts samman efter identifierade behov. Minst ett årligt möte kommer arrangeras där aktörer kan mötas för att utbyta idéer och skapa kontaktnät.

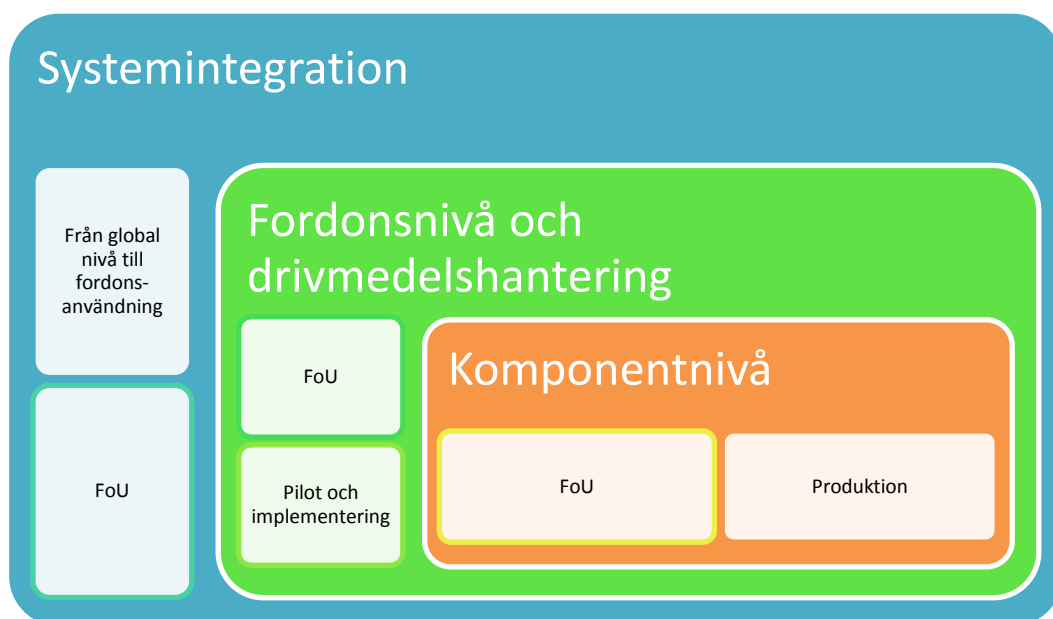
Förslag att erbjuda en årlig utbildning, i kombination med studiebesök och industriella kontakter.

Programaktiviteter

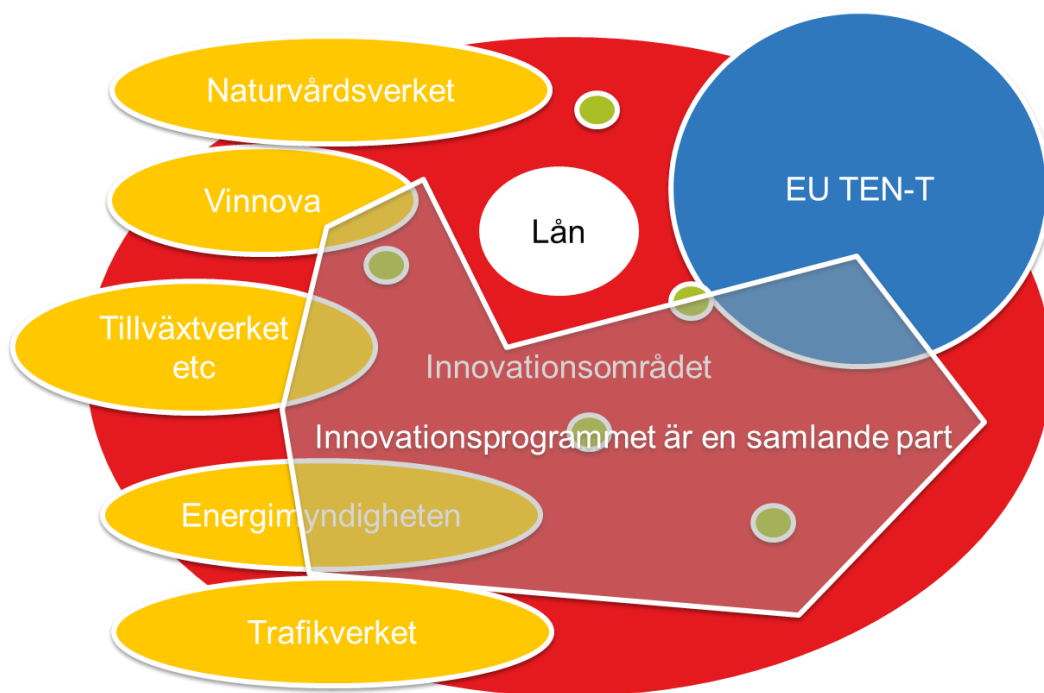
Dessa kommer att definieras utifrån bland annat denna strategiska agenda och vara öppet för alla intresserade i Sverige att delta. Utllysningar arrangeras inom givna FoU-områden.



Figur 10 SIP; organisation och huvudsakliga arbetsuppgifter. [Sweco 2016]



Figur 11 Ett strategiska innovationsprogram utifrån denna strategiska innovationsagenda är tänkt att inkludera alla steg i värdekedjan – från komponentnivå till nationell systemnivå, samt ska vara öppet för aktörer i varje steg av processkedjan. Dessutom är det intressant att inkludera stationära och industriella tillämpningar. [Sweco 2016]



Figur 12 En roll för ett eventuellt strategiska innovationsprogram är att verka sammanhållande mellan innovationsområdets alla olika aktiviteter och aktörer, oavsett finansiering. [Fritt från bild i Energimyndighetens programbeskrivning]

4 Pågående projekt och aktiviteter inom innovationsområdet

4.1 Förteckning över kända projekt- eller samarbetsinitiativ under perioden juni 2015 - juni 2016

Denna lista innehåller enbart svar från medverkande aktörer och är inte heller från dessa en fullständig lista.

Projekt:	HIT-2-Corridors
Mål:	Placerar två vätgastankstationer i Sverige (Stockholm Arlanda och Göteborg), genomför nationella implementationsplaner för vätgasinfrastruktur i fyra länder och regionala studier i Sverige, genomför en road tour mm.
Aktörer:	Geert Schaap, Sweco projektleder, b.la. Vätagas Sverige, AGA och Woikoski
Tidsperiod:	Drivs Q4 2014-2015,
Web:	www.hit-2-corridors.eu

Projekt:	Potential för bränslecellsdrift av tunga truckar
Mål:	<ul style="list-style-type: none"> • Att kartlägga och beskriva vilka truckar, fordon och hanteringsmaskiner som i framtiden kan drivas med bränsleceller samt att beskriva hur dessa skall anpassas för detta med avseende på bland annat drivsystemens utformning. • Att kvantifiera effekterna av en övergång till bränslecellsdrift för dessa truckar och fordon utifrån ett energieffektiviserings- och miljöperspektiv. • Att sammanställa en bild av samt kvantifiera processindustrins generering av vätagas och annan överskottsenergi. Detta för att därefter kunna bedöma processindustrins framtida potential att generera vätagas för användning i bränsleceller i truckar och fordon.
Aktörer:	Studien utförs av TFK. Aktörer knutna till projektet är: <ul style="list-style-type: none"> • AGA Gas • CeDe Group • Iggesunds Bruk och Skärnäs Hamn • Ovako • Oxelösunds Hamn • Sandvik Materials Technology • SSAB Special Steels, Oxelösund • SSAB Europe, Borlänge • SSAB Europe, Luleå • Uddeholms • Kalmar Cargotec Group • Volvo Construction Equipment
Tidsperiod:	2016-03-29 – 2016-09-30
Web:	

Projekt:	Blue Move
Mål:	Projektet fokuserar på vätgasanvändning inom transportsektorn och ska främja hela kedjan där vätgas används som drivmedel – från produktion och distribution till användning hos slutkonsumenter.
Aktörer:	Vätagas Sverige projektleder, SP,
Tidsperiod:	2015-2018
Web:	http://www.scandinavianhydrogen.org/blue-move/om-blue-move/

Projekt:	Scadria2Act
Mål:	Sustainable and Multimodal Transport Actions in the Scandinavian-Adriatic Corridor
Aktörer:	Berlin-Brandenburg projektleder, SP m fl
Tidsperiod:	2016-2019
Web:	http://www.scandria-corridor.eu/index.php/en/projects/scandria2-north

Projekt:	AutoStack Core
Mål:	Develop a world class automotive fuel cell stack
Aktörer:	PowerCell, BMW, Volkswagen, DANA, Greenerity, CEA, JRC, Fraunhofer, PSI, Swiss Hydrogen, Freudenberg, SymbioFCcell, Volvo
Tidsperiod:	2014-2017
Web:	http://autostack.zsw-bw.de/

Projekt:	MoreZero
Mål:	To develop a hydrogen modular range extender system for electric vehicles able to be integrated in different vehicles categories. To demonstrate the scalability of the solution integrating 2 different systems of the new modular fuel cell range extender in different vehicles
Aktörer:	PowerCell, BMW, Idiada, E-Trucks Europe, Triphase
Tidsperiod:	2014-2017
Web:	http://www.morezero.eu/

Projekt:	Electrovillage
Mål:	Förstudie range-extender för lätta bussar och distributionsfordon
Aktörer:	PowerCell, Forsus, COMAN, LTH, Mariestadskommun, Midsummer, Söne bussar
Tidsperiod:	2016
Web:	

Projekt:	HyCora
Mål:	Pre-study on
Aktörer:	PowerCell, VTT, CEA, SITNEF, PROTEA
Tidsperiod:	2014-2017
Web:	http://hycora.eu/

Projekt:	Produktionsstart biogasreformer, utv. mikrotankstation för vätgasbilar
Mål:	Att förse Sverige med små och större tankstationer för den kommande vätgasinfrastrukturen. Råvara för den lokala vätgasproduktionen är biogas, rå eller uppgraderad
Aktörer:	Metacon med dotterbolag, industrinätverk i Karlskogaregionen, Powercell, NPS Service, SWECO, EcoBiofuel, Bwk-elc
Tidsperiod:	Nov 2016 till nov 2019
Web:	www.metacon.se

Projekt:	Sandvikens vätgastankstation
Mål:	Sätta upp en vätgastankstation för 350 och 700 bars tanktryck. Bygga ett brett nätverk av lokala användare som sätter ett tydligt avtryck i Sandviken med omnejd.
Aktörer:	Sandvikens Kommun, Sandvik, AGA, stöd från FCH JU
Tidsperiod:	2016
Web:	

Projekt:	Nya komponenter och koncept för polymera bränsleceller till fordon
Mål:	Projektet studerar PEM-bränsleceller baserade på polymerelektrolyter och ädelmetallfria katalysatorer. Ett mycket viktigt mål för projektet är att utveckla den långsiktiga kompetensen inom området bränsleceller för fordon i Sverige. Som ett led i detta kommer fyra doktorander att utbildas i projektet.
Aktörer:	KTH, LU, Chalmers, Vätgas Sverige, Sandvik, Powercell, Cell Impact, Intertek, Scania, Volvo, Volvo Cars
Tidsperiod:	2014-2016
Web:	

Projekt:	Ädelmetallfria polymerelektrolytbränsleceller
Mål:	Att utveckla experimentella metoder och matematiska modeller för att undersöka ädelmetallfria bränslecellselektroder
Aktörer:	KTH
Tidsperiod:	2016-2019
Web:	

Projekt:	Vätgastankstation Sandviken
Mål:	Publik vätgastankstation för personbilar och kollektivtrafik
Aktörer:	Sandvikens kommun, Sandvik SMT, AGA gas AB
Tidsperiod:	2016-10-01-2025-12-31
Web:	www.sandviken.se

Projekt:	Implementering av Bränslecells-bilar/el-vätgashybrider
Mål:	Införa bränslecells-bilar i den offentliga fordonsflottan
Aktörer:	Sandvikens kommun, Sandviken Hus AB, Sandviken Energi AB
Tidsperiod:	2016-09-01-2025
Web:	www.sandviken.se

Projekt:	Fordon för Citylogistik
Mål:	Demo av optimerade el- och vätgasdrivna lätta lastbilar
Aktörer:	BW Konstruktion & partners
Tidsperiod:	2016 - 17
Web:	Kommer senare

Projekt:	Vätgas SLU
Mål:	Demo av el- och vätgasdrivna traktorer och arbetsredskap
Aktörer:	SLU, Metacon, EcoBioFuel, PowerCell, BWK, Sweco, Gangvide Farm, Vätgas Sverige m.fl.
Tidsperiod:	2017 - 20
Web:	

Projekt:	Vätgas SLU
Mål:	Micro-vätgastankstationer
Aktörer:	SLU, Metacon, EcoBioFuel, PowerCell, BWK, Sweco, Gangvide Farm, Vätgas Sverige m.fl.
Tidsperiod:	2017 - 20
Web:	

Dessutom, tex;

- Green Drive Region
- Smart Green Region Mid-Scandinavia
- Ytterligare projekt inom Fuel Cell Joint Undertaking (FCH JU) där det finns svenskt deltagande
- Svenskt deltagande i ett flertal av arbetsgrupperna inom IEA Advanced Fuel Cells. Det finns även svensk representation i exekutivkommittén (ExCo) genom Bengt Ridell (Sweco) på uppdrag av Energimyndigheten

5 Rekommendationer avseende nischer för olika fordon

Vi rekommenderar inte att någon nisch nationellt behöver prioriteras framför andra nischer inom området vätgas för fordon. Den mesta FoU som sker för en nisch har stor relevans också för andra nischer. Det kommer att vara viktigt att stödja olika nischer även om de har kommit olika långt i sina utvecklingsstadier. För att lyfta acceptans för vätgas behöver många orter arbeta med pilotprojekt och demonstration.

Exempel på tänkbara nischer för vätgasfordon

- Personbilar
- Taxi
- Bussar
- Lätta lastbilar
- Distributionsfordon
- Tunga lastbilar
- Gaffeltruckar
- Skogsmaskiner
- Övriga arbetsmaskiner
- Båtar
- Tåg
- Flyg

I det examensarbete som genomförts inom projektet för den strategiska innovationsagendan har fyra nischer studerats, nämligen bussar, båtar, gaffeltruckar och distributionsfordon, se Bilaga 6 – En ekonomisk och marknadsmässig utvärdering av vätgasdrivna bränslecellsfordon – Fallstudier inom den svenska transportsektorn för teori, system, teknik och ekonomiska beräkningar för dessa år 2016 och 2030.

5.1 Vilka fordons- och arbetsmaskinsnicher vill du se utvecklas, testas eller forskas på i **Sverige inom de närmaste 5 åren?**

Svar på utskicket till inbjudna för workshop 1 2016-03-10

- Så många som möjligt
- **Tunga fordon och arbetsmaskiner**
- **Bussar utanför stadskärnor** (där ultrasnabbladdade elbussar är det mest ekonomiska alternativet) och för landsvägstrafik, **stora åkgräsklippare** (t.ex. för golfbanor) och andra **parkmaskiner, grävmaskiner och traktorer**, i första hand för stadsområden, **stora truckar** för t.ex. sågverk, lastbilar för city logistik och därefter **lastbilar** för landsvägstransporter.
- Marina systemlösningar för **pendelbåttrafik och vägfärjor**
- **Lantbruksmaskiner, innerstadslogistik** (små lastbilar t. ex).
- **Fartyg i inlandstrafik**. Vi är för små i Sverige för att ge oss på bilsidan. Exempelvis så finns det 9000 fartyg i inlandstrafik i Norge.
- **Lätta och tunga lastbilar samt bussar.**
- **Gaffeltruckar (finns ju), större truckar, skogsmaskiner, pistmaskiner, maskiner för flygplatser, tunga lastbilar och bussar**

- Jag är till stor del produktionsorienterad och här tror jag att vi i SE har en del att tillföra. Risker är snarare att det mesta idag hamnar utanför våra gränser, dvs. vi får liten del av kakan.
- Jag vill själv jobba med **gatu- och parkmaskiner** samt grönyteredskap som stora gräsklippare för golfbanor och traktorgrävare för gravgårdar och tätorter. Vidare kommer det att finnas behov för **tunga lastbilar för medtunga transporter** på medellånga avstånd.
- **Bussar, mellanstora distributionsbilar för innerstad.**
- Demonstrationsprogram skulle vara intressant så man kan tydligare se bränsleceller användas i verklig drift. Det hade varit intressant att testa bränsleceller i verklig drift för tunga fordon och under olika väderförhållanden.
- **Range extenders för batterifordon.** "Hybrider" bränslecells- batterifordon
- **Motviktstruckar, lastbilar**
- Jag misstänker att **arbetsmaskiner i stadsmiljö** kan ha stor potential, tex gatusopare, gräsklippare, små lastfordon. **Taxi** är förstås en attraktiv nisch.
- **Bussar och arbetsmaskiner**
- Alla fordonsslag både lätta och tunga.

Bilaga 1 – Nyhetsbrev från Fuel Cell Seminar & Energy Exhibition 2015

Från: Nyhetsbrev OMEV [<mailto:magnus.karlstrom@chalmers.se>]

Skickat: den 4 december 2015 07:32

Ämne: OMEV: Bevakning internationell bränslecellskonferens

Fuel Cell Seminar & Energy Exhibition, 16-19/11 2015, LA USA

skrivet av Dr. Cecilia Wallmark, Sweco
(cecilia.wallmark@sweco.se; www.sweco.se/vatgas)

Bakgrund till konferensen

I år fick jag äntligen chansen att besöka Fuel Cell Seminar i USA igen. Fuel Cell Seminar [1] är en av världens mest kända bränslecellskonferenser med deltagare från de flesta länder aktiva inom FoU-området vätgas och bränsleceller och ges numera årligen, typiskt i sydvästra USA.

Här ger jag exempel från konferensen uppdelat på några av mina aktuella bevakningsområden 1) drivkrafter för introduktion av vätgas och bränsleceller, 2) statligt stöd för marknadsutveckling samt 3) aktuell försäljning för bränslecellssystem, och slutligen min reflektion.

Drivkrafter för introduktion av vätgas och bränsleceller

Miljö. Konferensens deltagare är överens om att den viktigaste drivkraften för vätgas och bränsleceller är potentiella utsläppsminskningar [digital realtidsenkät], vilket innefattar både reducering av växthusgaser och förbättringar i den lokala miljön. Port Long Beach i Kalifornien, en av världens största hamnar fick inledningsvis utrymme att beskriva sina aggressiva planer för att bli världens första noll-emissionshamn [2], och att de som en del av detta bl a testar bränslecellssystem i ett 10-tal lastbilar [3]. De har minskat sina partikelutsläpp från diesel med 85 % under en 10-årsperiod [4].

Tillväxt. Toyota, Honda, GE och Microsoft sitter gemensamt på scenen sista dagen. De har alla nya bränslecellsbaserade produkter som de diskuterar hur

man bäst marknadsför. Två nya toppmoderna bränslecellsbilar (Toyota Mirai [5] och Honda Clarity [6]), stationära bränslecellssystem (GE [7]), respektive samarbeten för ny utveckling av bränsleceller för direkt DC-försörjning i datalagringsrack (Microsoft [8]). Toyota som själva väljer att bekosta delar av infrastrukturutbyggnad i Kalifornien för att möjliggöra introduktionen av bilarna [9] berättar att de är inne i en fas med fokus på utbildning av allmänheten [tex 11], och övriga instämmer i behovet av informations spridning.

Delstaten Connecticut beskriver att de har 600 företag i sina värdekedjor för bränsleceller och en av de största bränslecellsleverantörerna räknat i energikapacitet [12] ligger här; FuelCell Energy som nu har levererat ett 100-tal MCFC-system från 300 kWel upp till flera MWel [13]. Nio delstater på östkusten har sammanställt sina implementationsplaner för vätgasinfrastuktur i ett dokument, och skapat ett verktyg för ekonomiska bedömningar [14]. California Hydrogen Business Council har också sammanställt en aktörskarta [15], har nyligen samlat regionens aktörer för två heldagars strategimöte [16] och publicerar gemensamma konkreta planer offentligt [17, 26].

Energisystemet. Power-to-gas. Tydligt intressant för aktörer i Kalifornien som har ett väl utbyggt gasnät med otillräckliga elnät när ny vindkraft planeras, samtidigt som nettoefterfrågan på el varierar kraftigt över dygnet på grund av obalans mellan solelproduktion och användning [17]. I Japan har självförsörjningsgraden för energi minskat till 6 % efter Fukushima och det blir därför viktigt att hitta vägar att minska importen av energi [19]. Ett sätt är bränslecellsprogrammet ENE-Farm där idag mer än 140 000 stationära bränslecellssystem har installerats i bostäder i Japan [12]. I Spanien beskrivs vätgas kunna vara viktigt energilagrar för intermittent elproduktion framöver [20].

Statligt stöd för introduktion av vätgas och bränsleceller

Kostnader och brist på offentligt stöd väljs av konferensdeltagarna till de viktigaste barriärerna för tillfället [digital realtidsenkät]. Här några beskrivna åtgärder under konferensen;

I Japan ges stöd ges bara för ett år i taget, men det är storskaliga stöd och flera forskningscentrum kring vätgas och bränsleceller har byggts upp [19, 21].

Kanada. Kanada har en sk Supply Change Alliance där myndigheter ger stöd till företag inom området för att de ska maximera sina chanser att lyckas, de får hjälp med att identifiera specifikt behov av komplementär kunskap och för att hitta rätta samarbeten. Ett av programmen leds av NRC Vehicle Propulsion och ger support till kommersialisering av FCEV, samt produktionsoptimering tex för membrantillverkning med DMFA-metod [22]

Kina. Kina kompletterar sina elfordonssatsningar med stöd för bränslecellsfordon nu [23]

- Min Sweco-kollega Geert Schaap och jag håller en presentation om implementationsplanerna i EU, även här finns investeringsstöd för tankstationer och fordon [24, 25].

USA. Flera talare poängterar att USAs Department of Energys och Department of Defence satsningar på bränslecellsområdet har haft stor betydelse för områdets framgångar. Här diskuteras konsekvenserna av minskade bidrag, samt att relativt stora satsningar gjorts på forskning och institut där tillräcklig industriell förankring kanske inte alltid finns.

Något US Department of Energy (DOE) tagit ett seriöst grepp om är vätgassäkerhetsfrågorna [18]. Laura Hill på DOE berättar att de har skapat utbildningsmaterial för bla utryckningspersonal och labpersonal samt påbörjat utbildning av ett 1 000-tal personer. Nu är man inne på att utbilda regional personal som ska sprida utbildningen vidare. Materialet är tom översatt till japanska.

Internationellt finns det ett samarbete mellan NEDO i Japan, NREL i USA och NOW i Tyskland kring en databas där incidenter samlas för att bygga kunskap kring fortsatta utvecklingsbehov [21].

Implementering och teknikutveckling

Tillämpningarna. David Hart på E4Tech lanserade och presenterade den nya The Fuel Cell Industry Review 2015 [12], baserad på information om försäljningsdata från ca 100 leverantörer av bränslecellssystem. Enligt rapporten kommer ca 4 900 bränslecellsfordon att säljas under

2015 - de flesta gaffeltruckar, 49 000 stationära kraftvärmesystem – de flesta mindre än 1 kWel för Japan, samt 17 600 portabla system – vilket är en minskning. PEMFC dominerar marknaden, PAFC är tillbaka med Doosan (tidigare UTC) och Japan fortsätter sina starka statliga bidrag till marknaden.

Toyotas Project General Manager, Koichi Kojima bekräftar målbilden med > 30 000 FCEV/år 2020 [10]. Han berättar att antal bränslecellsbusar förväntas överstiga 100 samma år, samt visar reklamfilmen som relaterar till filmen "Tillbaka till framtiden" och som har setts av många miljoner personer och förklarar att avfall kan omvandlas till vätgas och användas i bilar numera [11].

Tankstationer. När det gäller fullstora vätgastankstationer ligger fokus under konferensen på de allt fler sammanställda implementationsplanerna för regioner eller länder. Flera leverantörer pratar om små vätgastanksstationer för hemmabruk, tex FuelCell Energy eller Millennium Reign Energy LCC [26] som visar sin första kompletta installation ihop med solceller som finns i en privatbostad på Hawaii där elen är relativt dyr (kapacitet: 2 kg vätgas/dygn).

Stackutvecklingen. På konferensen presenterades arbete kring stackkomponenter; produktionsoptimering, testning och utveckling. Mer om detta och annat från konferensen samt IEA-arbete [27] kommer i rapporter från Bengt Ridell, Grontmij inom Energimyndighetens Teknikbevakningsprogram i början av nästa år [28].

Jag kommer också att hålla utkik efter resultat från den studie som Patrick Fullenkamp, GLWN leder som om drygt ett år ska presentera fakta kring marknadsbedömningar i flera regioner globalt för vätgas och bränsleceller, b la baserat på intervjuer med de mest aktiva leverantörerna [29].

Reflektion

Jag har faktiskt bara besökt Fuel Cell Seminar en gång tidigare, året var 2002 och jag hade arbetat som doktorand inom bränslecellsområdet sedan 1999. Vilken upplevelse det var! Aha, så här mycket optimism finns (över 2 000 besökare) och så här ser bussarna, tankstationerna (Palm Springs) och komponentleverantörerna ut! Simultanttolkning till

japanska och förstås en hel del investerare som kilade runt på den stora mässan.

Nu, 13 år senare och efter att nu ha arbetat inom vätgas- och bränslecellsvärlden i mer än 16 år, även som komponentleverantör, är upplevelsen en annan. Antalet besökare är 530. Stämningen är seriös, man inser svårigheterna men agerar bestämt för att överkomma hinder och tekniska problem samt berömmar sig själva för de stora framsteg som gjorts de senaste 20 åren. Produktutvecklingen drivs av företag, både små och stora med målet att göra vinster framgent, men ännu sker mycket arbete av myndigheter, inom forskning och institut.

Inledningstalarna är överens, det var en hype för 10-15 år sedan - men också att den antagligen var positiv för skapa momentum hos många aktörer. Konferensen 2015 handlar mycket om vad som nu behöver göras för att visa för alla att tekniken är nutida och ett stöd för klimatåtgärder, så att utvecklingsprocessen kan accelereras.

Konferensens mässdel är liten, bara drygt 40 utställare. Av dessa är dock 10 % från Sverige (Sandvik, Cell Impact, AP&T och Impact Coating)! En Toyota Mirai finns på plats och en gammal F-Cell, ett fåtal bränslecellssystem finns att se, samt flera organisationer och stackkomponenttillverkare. Dagen efter besöker vi det betydligt spexigare Los Angeles Auto Show, där det första vi möts av är Hondas Clarity och det är stort pådrag hos Toyota där flera Mirai visas tillsammans med visualisering av tekniken!

Tipsen till er

- org, b la kursmaterial för vätgassäkerhet [18]
- Fuel Cell Review, görs numera av E4Tech [12]
- Toyotas reklamfilm som relaterar till filmen "Tillbaka till framtiden", har setts av miljontals personer och förklarar att avfall kan omvandlas till biogas och användas i bilar numera [29].

Referenser

[1] [Fuel Cell Seminar](#)

- [2] [DRAFT- Port of Los Angeles Zero Emission White Paper](#) (pdf)
- [3] [The Port of the Future: The Potential of Fuel Cells to Green Our Nation's Ports](#) (pdf)
- [4] Presentation J. Slangerup, Port of Long Beach California, [länk](#)
- [5] I panelen på konferensen, G. Yoza, Toyota [länk](#)
- [6] I panelen på konferensen, S.E. Ellis, Honda, A. Auto Show 2015: 2016 Honda Clarity Fuel Cell; [länk](#)
- [7] I panelen på konferensen, R. Romer, GE Fuel Cells. [länk](#)
- [8] I panelen på konferensen, J. Goodward, Microsoft. [länk](#)
- [9] Toyota Helps Advance Hydrogen Fueling Infrastructure. [länk](#)
- [10] Toyota targets fuel-cell car sales of 30,000 a year by 2020. [länk](#)
- [11] Fueled by the Future | Back to the Future | Presented by Toyota Mirai. [länk](#) (youtube)
- [12] Fuel Cell Industry Review. [länk](#)
- [13] Fuel Cell Energy, [länk](#)
- [14] Presentation av J. Rinebold, CCAT, " Manufacturing Efforts in Connecticut", [länk](#)
- [15] California Hydrogen Industry Map. [länk](#)
- [16] CHBC summer summit report – Workshops on Renewable Hydrogen and Energy Storage, 2015, diskussionsprotokoll utdelat vid [1]
- [17] Power-to-Gas: The Case for Hydrogen White Paper. [länk](#)
- [18] [H2 Tools](#)
- [19] Presentation Prof. N. Behling, Kyushu Univ. Japan, "Japan Implemented Fuel Cell and Hydrogen Society Policy"
- [20] Presentation J. Brey, Abengoa, Spain [Plenary]
- [21] Poster presentation, Y. Nagai et al., HySUT, "Activities of FCV/Infrastructure Demonstration Program in Japan"

- [22] Presentation F. Girard, NRC Canada, "Supporting FCEV commercialization", [länk](#)
- [23] OMEV Nyhetsbrev, 2015-11-24. [länk](#)
- [24] Sweco [Vätgas](#)
- [25] Hit H2 Corridors [länk](#)
- [26] Presentation C. McWhinney, Millennium Reign Energy LLC, US, "Affordable Scalable Hydrogen Fueling Infrastructure", [länk](#)
- [27] [IEA Fuel Cells](#)
- [28] Fuel Cell Technology Watch. [länk](#)
- [29] Presentation P. Fullenkamp, GLWN, USA, "U.S. Clean Energy Hydrogen and Fuel Cell Technologies: A Competitiveness Analysis"; [länk](#)

Bilaga 2 – Deltagare vid huvudsakliga workshops inom projektet

Deltagare WS1, Stockholm 2016-03-10

Namn	Organisation
Roger Andersson	AGA Gas
Gunnar Denfors	Axator Engineering AB
Boh Westerlund	BW Konstruktion & EcoBioFuel AB
Mats Wallin	Cell Impact AB
Martin Skrikerud	Cell Impact AB
Joachim Skoogberg	Echandia Marine
Johnny Hällgren	EcoBioFuel Scandinavia AB
Lars Avellán	Energisprånget / Swerea IVF
Tosse af Klintberg	KTH
Göran Lindbergh	KTH
Azadeh Hajiakbar	KTH
Gunilla Gabrielsson	KTH
Kurt Dahlberg	Metacon AB
Näsman Yvonne	MSB
Erik Persson	Piteå kommun
Hedvig Paradis	Scania CV AB
Mia Lindberg	SIS, Swedish Standards Institute
Jenny Lang	SP
Mårten Larsson	Sweco
Stiva Liwiz	Sweco
Cecilia Wallmark	Sweco
Nikola Popara	Sweco
Frederick Scholander	Taxi 020 AB
Lars-Göran Göransson	Taxi Stockholm 150000 AB
Ilka von Dalwig	Tillväxtanalys
Peter Melin	Toyota Industries
Angelika Treiber	TransportForsk - TFK
Michael Åhlman	Uppsala kommun
Björn Aronsson	Vätgas Sverige
Erik Wiberg	Vätgas Sverige

Aktörer vid workshop 1, 10 mars 2016, med nyckelord från egen beskrivning

Peter Melin -Toyota Material Handling

Levererar gaffeltruckar, mogen bransch
Ergonomi, ekonomi, kostar 15 minuter varje gång man ska byta batteri.
Både ekonomisk och miljömässig anledning att byta till vätgas.

Joachim Skoogberg – Green City Ferries/Echandia Marine

Green City Ferries erbjuder moderna fartygslösningar med nollutsläppsteknologi för kollektivtrafik. Vi ser möjligheten att använda vätgas och bränsleceller som ett utmärkt alternativ till batteridrift för färjeapplikationer med längre körsträckor till och från stadskärnor där det ställs krav på att minska på lokala (och globala) utsläpp. I sådana applikationer är batteridrift ej tillämpligt varför vätgas och bränsleceller kan erbjuda en högre energitäthet som möjliggör nollutsläppsteknologi för denna typ av kollektivtrafik.

Echandia Marine erbjuder konsulttjänster inom systemdesign för samt leveranser av elektriska framdrivningssystem för fartyg samt elförsörjning ombord på handelsfartyg. Vätgas och bränsleceller är ett intressant alternativ som kan ersätta konventionella dieselgeneratorer som idag används som range extenders i eldrivna färjor/pendelbåtar eller kraftverk ombord på handelsfartyg.

Erik Persson - Piteå Kommun, och forskningssidan i Piteå

Ser gärna Piteå som föregångare och tänker vätgastankstation och buss. Vätgas kan boosta produktionen

Michael Åhlman - Uppsala Kommun

Jobbar med kretslopp – vattnet och kolets kretslopp
Efterlyser systemintegratörer.
Städernas behov och möjligheter.

Fredrik Scholander Taxi 020

En taxi kör minst 10 000 mil om året
2025 ska de vara fossilfria – mha elbilar, förhandlat med Hyundai för att köpa deras vätgasbilar – kommer i sommar!

Hedvig Paradis – Scania

Bussar och lastbilar – ser bränsleceller
Distributionslastbilar – kunder som själva bygger upp med stationer och liknande.

Boh Westerlund – BW Konstruktion & EcoBioFuel AB

Jobbar internationellt med el-fordonsutveckling, Framledes speciellt avseende FCEV samt mikro-, mini- och Midi-tankstationer för vätgas för att snabbare få ut demoprojekt för vätgas.

Jenny Lang – SP

Säkerhetsaspekter för fordon. Intresserad av arbetsmaskiner och arbetsfordon – fordon som lokalt rör sig – gruvmaskiner, skogsmaskiner, arbetsmaskiner för park.

Angelica Treiber – Transportforsk

Projekt med tunga truckar och arbetsmaskiner – eldrift eller hybridsdrift med bränsleceller. Vision att utveckla bränsleceller för tunga applikation över 16 ton.

Mats Wallin – Cell impact Karlskoga

Roger Andersson – AGA

Sverige största industrigasleverantöre, störst på vätgas. Moderföretag Linde – gaskompressor för vätgas.
Bygger mackar i mån om att det finns en marknad och potentiell vinst i framtiden.

Kurt Dahlberg – Metacon

Metacon har produkter med unik teknologi för katalytisk ångreforming av metan, dvs för vätgasproduktion från biogas. Dotterbolaget Helbio (förvärvat 2011) har tillverkat och levererat mer än 25 energisystem med vår reformerteknik sedan 2001. Sedan 2015 pågår ett EU-projekt tillsammans med Daimler och Alstom Power, där ett 50 kW energisystem med vår reformer byggs för utvärdering i England under 2016. Metacon har nu order på 1 - 5 kW bränsleceller med reformer för leverans till Brasilien, Indien och Japan, och en första order på vätgasreformer för biogas till Kobelco Eco-solutions i Japan, för högren vätgas till vätgastankstation. Metacon med Svenskt och internationellt nätverk har förmåga att industrialisera produkter för produktion av vätgas, el och värme, i effektklass 1 - 1000 kW baserade på egen, unik teknologi för katalytisk ångreforming, och genom integration av delsystem från andra aktörer.

Johnny Hällgren – EcoBiofuel

Biogasproduktion och reformeringsteknik

Göran Lindbergh och Tosse af Klintberg – KTH

Att utbilda studenter och doktorer inom området.
Att bedriva internationellt slagkraftig forskning inom området.
Att vara nationellt och internationellt ledande inom forskningsområdet.

Gunnar Denfors – Axator

Vision är att etablera en vätgasstation i Oskarshamn.

Lars Avellán – Energisprånget/Swerea IVF/Styrelseledamot i Metacon

Lyfter vår fördel med samverkan.

Yvonne Näsman – MSB

Räddningstjänsten – trafikskador – hur hanteras risker. Vision om effektiv och säker räddningsinsats.

Mia Lindberg – projektledare på SIS

SIS finns för att samla experter. SIS skriver standarder som underlättar handel och innovation. Ideell organisation. Finansieras delvis av Staten. Representerar Sverige i ISO och CEN.

Björn Aronsson och Erik Wiberg, Vätgas Sverige

Vätgas Sverige är en ideell förening, arbetar för introduktion av vätgas och kunskapsökning i Sverige.

Cecilia Wallmark, Mårten Larsson, Stiva Liwiz, Nikola Popora, Sweco

Sweco erbjuder tjänster inom hela vätgasområdet. Arbetar för närvarande inom området med tex energisystemanalyser, ekonomiska analyser och stöd för extern bidragsfinansiering.

Motsvarande information om ytterligare några aktörer

Andreas Bodén – PowerCell AB

PowerCell Sweden AB is the leading fuel cell company in the Nordics, which develops and produces environmental-friendly fuel cell power solutions for stationary and mobile customer applications. PowerCell has developed a modular system of fuel cell platforms producing electricity from hydrogen with only heat and water as emissions. The fuel cells are designed to handle pure hydrogen as well as the hydrogen reformed from e.g. biogas, natural gas, biodiesel or standard low-sulphur diesel. Our aim is to provide unique fuel cell power solutions that allow our customers to utilise the existing fuel infrastructures without further damage to the environment. We believe that our system truly bridges the gap between the infrastructure of today and that of tomorrow, by using tomorrow's technology within today's reality.

Daniel Roos - Sandvik

Sandvik är världsledande inom materialteknologi, specifikt rörande avancerade rostfria stål och speciallegeringar. Sandvik tillverkar belagt stål till bipolära plattor till bränslecellsstackar. Produktionsanläggningen har full industriell kapacitet.

Anders Lundell - Sandviken

Sandvikens kommunkoncern har tagit aktiva beslut att investera i fordon och infrastruktur för bränslecellsfordon och vätgasteknik. Kommunens bolag är engagerade och arbetar aktivt med informations spridning, regionalt lobbyarbete för att skapa underlag för fossilfria transporter med bränslecellsteknik. Kommunen engagerar Region Gävleborg för en kommande utbyggnad av kollektivtrafik med bränslecellsbusar mellan i första hand Sandviken och Gävle läng E-16. I andra hand för utbyggnad av infrastruktur i Gävleborg och Dalarnas län, längs E-4 och E-16.

Deltagare WS2, Stockholm 2016-04-13

Namn	Organisation
Boh Westerlund	BW Konstruktion & EcoBioFuel AB
Jenny Lang	SP
Angelika Treiber	TransportForsk - TFK
Michael Åhlman	Uppsala kommun
Geert Schaap	Sweco
Stiva Liwiz	Sweco
Bengt Dalström	Toyota
Kurt Dahlberg	Metacon AB
Niclas Widell	SIS
Tord Lindgren	EcoBioFuel Scandinavia AB
Tosse af Klintberg	KTH
Cecilia Wallmark	Sweco
Gunilla Gabrielsson	KTH
Erik Persson	Piteå kommun
Martin Atterhall	Nobina
Björn Aronsson	Vätgas Sverige
Per Alvfors	KTH
Joachim Skoogberg	Echandia Marine
Mårten Larsson	Sweco
Gunnar Denfors	Axator Engineering AB
Anna Cornander	SP
Nikola Popara	Sweco
Azadeh Hajiakbar	KTH
Peter Melin	Toyota Industries
Farzad Mohseni	Sweco

Daniel Roos	Sandvik
Mats Wallin	Cell Impact AB

Deltagare WS3, Göteborg 2016-05-24

Namn	Organisation
Martina Wettin	Share Network
Tord Lindgren	EcoBioFuel
Andreas Bodén	Power Cell
Erik Wiberg	Vätgas Sverige
Lillemor Lindberg	Innovatum
Björn Aronsson	Vätgas Sverige
Charlotte Askari	Vätgas Sverige
Pontus Lundgren	PEAB
Jonas Johansson	Nimbus
Hans-Olof Nilsson	HO Enterprise
Birgitta Nilsson	HO Enterprise
Cecilia Wallmark	Sweco
Per Alvfors	KTH
Erik Zimmerman	Permascand
Bengt-Erik Mellander	Chalmers
Peter Leisner	SP
Daniel Roos	Sandvik
Gunnar Denfors	Axator

Deltagare vid utvalt fokusmöte om kommunernas roll, telefon 2016-04-05

Namn	Organisation
Farzad Mohseni	Sweco
Erik Persson	Piteå Kommun
Michael Åhlman	Uppsala Kommun
Mia Lindberg	SIS
Gunnar Denfors	Axator
Boh Westerlund	bwk-elc
Tord Lindgren	EcoBioFuel
Björn Aronsson	Vätgas Sverige
Cecilia Wallmark	Sweco

Vilka aktörer saknar du idag som borde vara aktiva på området?

Svar på utskicket till inbjudna för workshop 1 2016-03-10

- **Städer** mfl som leder efterfrågan
- **Potentiella användare**
- **Finansiärer**
- Långsiktiga **finansiärer!** Sverige ligger nu långt efter länder som Canada, Japan och Tyskland inom detta område. Då detta är ett stort tekniskifte med enorma möjligheter och nästan enbart fördelar, men som kräver stora insatser och därmed resurser behövs omfattande regionala, statliga och överstatliga stöd, många gånger 100%-iga för att Sverige inte skall halka efter ändå mer vad gäller denna utveckling.
- De **stora energibolagen** och **kommunala energibolag/förvaltningar**.
- **Gasbolagen** och de som äger och driver biogastankstationer
- Ex vis SL som bara kräver fossilfritt inte ett ord om NOx-partiklar eller aromater....
- Jag skulle vilja höra mer om vätgasdistribution och framställning av vätgas för att få bättre förståelse hur det ser ut framåt.
- Alla **lastbilstillverkare**
- **Volvo och Scania**
- Vi har ingen **miljörörelse** typ Zero i Norge.
- I princip alla. Fortfarande är mycket drivet av entusiaster snarare än entreprenörer. När kommersiella aktörer börjar intressera sig kan det börja hända saker på allvar. Viktigt att fokusera på värdekedjor, att bygga förtroende mellan aktörer. **Gasleverantörer-energibolag-transportföretag-upphandlare-slutanvändare** tex måste ha en gemensam agenda för att lyckas.
- **MSB, Arbetsmiljöverket, Elsäkerhetsverket, Transportstyrelsen**

Andra exempel från workshoparbete

- Petroleum institutet (SPBI)
- SKL

Kommentar

Som nämnt tidigare i denna rapport arbetar åtminstone ett 100-tal aktörer inom vätgas och bränsleceller i Sverige idag. Alla dessa har inte haft möjlighet att delta vid projektets workshops.

Bilaga 3 – Exempel på projektverksamhet under året 2015/2016

Nu kan du tanka bränslecellsbilar i Stockholm, Göteborg och Malmö

Bränslecellsbilar är tysta, har lång räckvidd och ger inga lokala utsläpp. Bilarna drivs på vätgas som produceras lokalt från grön el eller bioprodukter. Från avgasröret kommer inget annat än vattenånga vilket innebär nollutsläpp. Vätgas är därför ett bra komplement till el och biodrivmedel.


Sverigekartan visar var det finns initialt engagemang för att bygga vätgastankstationer under de kommande åren. Många länder globalt bygger vätgas för nationell täckning 2025.

BRÄNSLECELLSBILAR GER NOLLUTSLÄPP




PowerCell Sweden AB, Nordens ledande bränslecellsbolag för stationära och mobila kundapplikationer.





● Befintlig vätgastankstation
● Tankstation som byggs 2016–2020

Vätgastankstation i Göteborg



OY WOI KOSKI AB, brett sortiment av gaser, innovativa lösningar för välgassamhället och vätgastankstationer.




Vätgastankstation i Stockholm



AGA/Linde, världsledande inom välgas-teknologi och vägtankstationer.

A Member of The Linde Group | **AGA**

Bränslecellsbilar



Hyundai ix35 Fuel Cell – världens första serietillverkade bränslecellsbil. Upp till 59 mil på en tank, tillgänglig nu för order. Leveranstid 3–4 månader.



Rådgivning för transportlösningar

Sweco erbjuder projektledning, utrednings-
expertis och stöd inom EU-finansiering för
en framtid med fossilfri transport.



HIT-2-CORRIDORS

Vätgastankstationerna i Stockholm och Göteborg uppfördes som en del av projektet HIT-2-Corridors. Projektet samfinansierades genom EU:s Transeuropeiska transportnät (TEN-T) och koordinerades av Sweco. www.HIT-2-Corridors.eu

För mer information kontakta geert.schaap@sweco.se eller cecilia.wallmark@sweco.se

Annonsbilaga 2015-12

Bilaga 4 – HIT-rapporten med funktionalitetstabell

[Separat dokument]

Bilaga 5 – Vätgas för järnframställning, FoU-behov för Vattenfall, SSAB och LKAB

”Energimyndigheten stöttar branschstudie om järnframställning utan CO₂”

» Energimyndigheten stöttar förstudien i SSAB:s, LKAB:s och Vattenfalls initiativ för en koldioxidfri järnframställning med 6,7 miljoner kronor. Detta skriver Vattenfall i ett pressmeddelande i dag.

”Projektet kan vara startskottet för en radikal omställning av svensk stålindustri. På sikt kan det innebära att Sverige blir först i världen med storskalig produktion av järn med hjälp av vätgas”, säger Klara Helstad, chef för enheten hållbar industri på Energimyndigheten i en presskommentar.

Bakgrunden till bidraget är att SSAB, LKAB och Vattenfall i april meddelade att bolagen initierade ett projekt för att lösa koldioxidfrågan i svensk stålindustri.

”Vi ser mycket positivt på att Energimyndigheten har valt att stödja initiativet för en koldioxidfri järnframställning, där Vattenfall kan bidra till att ersätta fossila bränslen med koldioxidfri svensk el. Att bidra till att göra Sverige fossilfritt fram till 2045 är viktigt för Vattenfall, våra partners och inte minst klimatet”, säger Magnus Hall, Vattenfalls vd i en kommentar.

För att projektet ska kunna genomföras krävs dock fortsatt betydande nationella insatser från staten, näringsliv, forskningsinstitut och högskolor under en period av 20-25 år, skriver Vattenfall.” [Energimarknaden 2016-06-14]

Bilaga 6 – En ekonomisk och marknadsmässig utvärdering av vätgasdrivna bränslecellsfordon – Fallstudier inom den svenska transportsektorn

Examensarbete utfört av Gunilla Gabrielsson och Azadeh Hajjajbar, KTH, handlett av Cecilia Wallmark, Sweco samt David Bauner, KTH. Slutpresentation på Sweco, Stockholm, 2016-05-31. Examensarbete INDEK 2016:45.

Sammanfattning från bilagan [Separat dokument];

”Klimatförändringar och effekterna av global uppvärmning är ett växande problem i världen och anses vara en av vår tids största utmaningar. Idag står Sveriges inrikes transporter av en tredjedel av landets totala växthusgasutsläpp och är i hög grad beroende av fossila drivmedel. För att eftersträva ett hållbart energisystem har politikerna satt upp ett mål om en fossilfri fordonsflotta år 2030. För att uppnå detta mål behöver koldioxidintensiva energikällor gradvis ersättas med renare alternativ. Där har bland andra elfordon och bränslecellsfordon potential att vara nycklar i en sådan teknisk omvandling. Dock finns det

många barriärer för att implementera vätgas som drivmedel, däribland de finansiella riskerna kring den stora investeringen i samband med upprättandet av produktion och infrastruktur.

Syftet med rapporten har varit att studera om, och på vilket sätt, vätgasdrivna bränslecellsfordon kan bidra till en teknisk omvandling av den svenska transportsektorn. Den ekonomiska ägandekostnaden för fyra utvalda fordonsapplikationer; gaffeltruckar, bussar, distributionsfordon och båtar har studerats för att undersöka vilka som har störst potential att bidra till de vätgasdrivna bränslecellsfordonens genomslag ur ett marknadsmässigt och ekonomiskt perspektiv. Varje fordonsapplikation har jämförts med sina respektive konventionella och/eller miljöanpassade motsvarigheter genom beräkningsmodellen Total Cost of Ownership. Vidare har applicerandet av ett systemperspektiv, med de teoretiska ramverken Multi-Level Perspective (MLP) och Strategic Niche Management (SNM) i fokus, varit värdefullt för förståelsen av vätgasens och bränslecellsfordonens roll i kontexten av ett sociotekniskt system och för att identifiera hur marknadsintroduktionen och diffusionen av dessa ska ske på ett hållbart sätt.

Resultaten i denna studie visar på att initiala satsningar på småskaliga projekt inom vätgasdrivna fordonsapplikationer så som gaffeltruckar, bussar, distributionsfordon och båtar har potential att fungera som en katalysator för en framtida introduktion av vätgasdrivna bränslecellsfordon. Sådana projekt skulle inte omedelbart leda till en avsevärd reduktion av koldioxidutsläpp utan snarare hjälpa att bryta barriärerna och underlätta för en framtida marknadsintroduktion av vätgasdrivna bränslecellsfordon i Sverige. Ur ett större perspektiv skulle utvecklingen av vätgasdrivna bränslecellsfordon även uppmuntra till en spridning av andra miljöanpassade alternativ, vilket ytterligare driver fram den tekniska omvandlingen genom positiva feedback-loopar. Då en teknisk omvandling av den svenska transportsektorn kräver en kombination av flera drivmedel och tekniker bör vätgasdrivna bränslecellsfordon betraktas som ett komplement till andra miljöanpassade alternativ, inte en konkurrent.

Vidare tyder resultaten på att vätgasdrivna bränslecellstruckar (gaffeltruckar) och bränslecellsbussar kan bli de första applikationerna som introduceras i Sverige via småskaliga implementationsprojekt fram till år 2030 och därefter kommersialiseras. Dessa applikationer har de ekonomiska förutsättningarna som krävs och det finns i dagsläget tydliga drivkrafter och aktörer som verkar för deras utveckling i Sverige. Distributionsfordon med vätgasdrivna räckviddsförlängare finns i Europa och kan, givet att Bonus-malus systemet introduceras, bli ekonomiskt försvarbara i Sverige. Inom båt-applikationen anses pendelfärjor vara lämpliga för enstaka projekt som kan gynna diffusionen av vätgasdrivna bränslecellsfordon, medan deras verkliga genomslag tros bortom 2030. Däremot kan dynamiska effekter i det sociotekniska systemet påskynda utvecklingen applikationerna emellan. Vidare har styrmedel och samordning av infrastruktur och andra strategiska samarbeten identifieras som de viktigaste lösningarna för att få igenom småskaliga implementationsprojekt på kort sikt, och större strukturella förändringar i det svenska transportsystemet på lång sikt. Det bör belysas att nya alternativ så som vätgas och bränslecellsfordon ofta genomgår en långsam marknadsutveckling. Det är därför väsentligt att skapa rimliga förväntningar då det krävs stora förändringar inom infrastrukturen och transportmönster samt betydande teknikutveckling för att dessa ska nå marknadsmässig mognad."

"Slutsatser fallstudier;

- Gaffeltruckar är konkurrenskraftiga redan idag
- Bränslecellsbusar är lönsamma 2030 med EU-stöd
- Distributionsfordon är ej lönsamma varken idag eller 2030
→ Kan dock bli lönsamma om ett Bonus-malus system införs
- Bränslecellsferior är den nisch som utvecklats minst av de fyra studerade”

”Generella slutsatser;

- Behov av styrmedel i en initial fas
- Småskaliga implementationsprojekt en nyckel i transportsektorns omvandling
- Samordning av infrastruktur i en initial fas
- Strategiska samarbeten längs hela värdekedjan
- Vätgas ett komplement till andra miljöanpassade fordon”

Bilaga 7 – Exemplifierande organisationer, resurser och potential

Här presenteras ett urval av organisationer, tillgångar och internationell position lite närmare. Det är främst aktörerna som deltagit i agendaarbetet som har fått chansen inkomma med egna uppgifter.

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
AGA Gas	<p>Swedens largest industrial gas company and daughter to Linde, world leader in hydrogen technology.</p> <p>Production of hydrogen from electrolysis at 5 places in Sweden</p> <p>Distributes compressed hydrogen all over Sweden in swap bodies.</p> <p>Build ,own and operate hydrogen refueling stations</p>	Part of world leading technology provider Linde, with hydrogen production plants and hydrogen compressors	<p>Production of hydrogen with help of electrolysis + distribution of hydrogen + refueling infrastructure.</p> <p>If hydrogen and fuel cell will be a success in the transportation market. The need of “green” electricity will expand and totally there will be > 10 000 new jobs in producing electricity that will be hydrogen and distribute this over Sweden.</p> <p>Note that we within 30 years shall exchange 25-50 TWh fossil fuel per year into electricity and hydrogen.</p>
Axator Engineering AB			
BW Konstruktion AB	BWK is an EV development company that works through a	BWK is involved in EV and FCEV projects in Sweden, Poland, Turkey, South Korea and Australia.	Boh Westerlund and BWK will from now and on act as a “Senior consultant” and central

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
	<p>personal international contact network.</p> <p>Main reference and track record can be seen at www.hybricon.se</p>	<p>Besides EV development BWK is working with development of Micro- Mini- and Midi- hydrogen fueling stations for faster roll out of FCEVs and for redundancy besides full size hydrogen stations from leading market actors.</p>	<p>point/connector for several international EV and FCEV projects.</p> <p>All employments will be done through part owned companies and enterprises</p>
<p>Cell Impact AB</p>	<p>Manufacturing of:</p> <ul style="list-style-type: none"> Machine tooling in partnership for plates for fuel cells and heat exchangers. Bipolar plates and heat exchanger plates in small to medium series. <p>Service provider related to:</p> <ul style="list-style-type: none"> High-speed technology related to embossing, stamping, coining, blanking, piercing, cutoff and power compaction applications. <p>Tooling related to high-speed technology.</p>	<p>The main customers are located outside Sweden in mainly Europe, Asia and North America. Hence, Cell Impact is a global player together with partner AP&T related to, but not limited to, fuel cells and heat exchangers.</p> <p>More than 95 % of our deliveries are export.</p>	<p>Cell Impact's assessment is that fuel cells are in the process of setting off, and the market as well as Cell Impact will grow with the actual and future customer base. We consider clean energy and environmental friendly production to grow. Our vision is to be a main contributor to the society's migration toward a sustainable environment.</p>

Area/organisation	Resources	International position today	Potential (sales, number of involved employees...)
Echandia Marine	<p>Kunskap avseende optimering av elektriska framdrivningssystem för fartyg</p> <p>Kunskap avseende hur energilagringssystem kan öka verkningsgraden och sänka driftkostnader för generering av el (auxiliary power) ombord på bl.a. containerfartyg</p>	<p>Ett av få företag i världen som oberoende kan utvärdera och leverera kompletta framdrivningssystem för fartyg med nollutsläppsteknologi (batteridrift och bränslecellsdrift)</p> <p>Det finns i princip inga rederier som ännu utrustat handelsfartyg (containerfartyg) med energilagring för s.k. "peak shaving" och/eller energieffektivisering av elgenerering ombord. Echandia Marine är i princip ensam om att ha genomfört förstudier för denna typ av projekt inför beslut om genomförande</p>	<p>Förutom snabbgående fartyg så finns det i världen tusentals taxibåtar, stadsfärjor, vägfärjor och arbetsbåtar som kan elektrifieras och/eller utrustas med bränslecellsdrift. Marknadspotentialen är därmed enorm och flera omfattar flera miljarder</p> <p>Containerfartyg är särskilt intressanta för energilagring ombord då de har stora variationer i elanvändning ombord beroende av typ av containers (kyl, frys, värme etc) ombord. Variabler som omgivande temperatur, lastning och lossning samt manöver i hamnar (bogpropellrar) gör att elbehovet ombord varierar kraftigt.</p>
EcoBioFuel Scandinavia AB	<p>EcoBioFuel is a core actor and a network spider in biogas and hydrogen production and utilization. EBF connects customers for biogas and hydrogen to suppliers of equipment and arranges</p>	<p>EcoBioFuel works mainly in Sweden but have also reached out in the Nordic countries and have requests for partnership abroad.</p>	<p>Since EcoBioFuel works as a network spider the market potential is just about unlimited, but we now focus on projects that will support introduction of the hydrogen society and set standards for future upscaling of this technology and market place.</p>

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
	enterprises for to build production and distribution systems		
Energisprånget	Consultant within Renewable Energy. Specialized in Fuel Cells	Board member in Metacon Evaluator of research applications regarding fuel cells and hydrogen at Danish ForskEI	Estimation: Globally will fuel cells mainly be used in micro CHP, net balancing and automotive. In Sweden will automotive applications dominate. Most new electrical vehicles in 2030 will be hybrids with batteries and fuel cells.
Green City Ferries	Prototypfartyg tillgängligt för test av bränslecellsystem	Världsledande skrovteknik i kombination med elektriskt framdrivningssystem	Lätta och energieffektiva snabbgående fartyg är mycket intressant för all världens städer som växer i vattennära miljöer. Sannolikt är "total addressable market" över 1000 fartyg av denna typ à ca 30 Mkr = ca 3 miljarder SEK i marknadsvärde
HO Enterprise			
Hydrogen Sweden (Vätgas Sverige)	Market Intelligence Triple helix network Education & Communication International cooperations EU-advocacy	Working internationally for joint efforts and supporting global standards. Partner and project leader in several EU-projects.	To be more active internationally.

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
Impact Coating			
Innovatum			
IVL-Svenska Miljöinstitutet			
KTH – Royal Institute of Technology	Internationellt konkurrenskraftig forskningskompetens inom bränsleceller och elektrolys.	Laborativa forskningsresurser för att undersöka material, komponenter och celler. Modelleringskompetens på cell- och systemnivå.	Bränsleceller och vätgas kommer att vara viktiga komponenter i framtidens fordon, transport- och energisystem. Tillgång till kompetens och resurser kommer att vara en avgörande faktor för hur framgångsrikt Sverige och svenska aktörer blir inom området.
Lindholmen Science Park			
LTH, Avd för miljö- och energisystem (IMES)	IMES bedriver forskning inom energisystemanalys och strategier för styrning till fossilfrihet inom bebyggelse, transporter och industrin.	I samarbete med andra vid Lunds universitet har IMES en ledande position inom bl a policyanalys och strategier för styrning. Vätgas för transporter bör ses i ett vidare systemsammanhang för transporter och energi där exempelvis basindustrin kan bli en viktig aktör genom använda vätgas som råvara och energibärare i fossilfria processer.	I ett 100 % förnybart energisystem kommer elektrolys och vätgas kunna fylla ett antal viktiga funktioner och behov.

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
Metacon AB	Koncern inom energiteknik, moderbolag i Karskoga	Dotterbolag R&D i Grekland	12 anställda idag, stark expansion startar under 2016, uppskattad försäljning 150 MSEK 2018.
Nimbus			
Nobina			
Piteå kommun	<p>Avancerad världsunik forskning inom förgasningsteknik för framställning av förnybara drivmedel och kemikalier.</p> <p>Överskott av grön el. Stora framtida planer på utbyggnad av vindkraft. Kan bli instängd el! Ytterligare tillgång – kyla! Här behövs testning av hur bränslecellsfordon klarar "arktisk miljö".</p>	<p>Förstudieprojekt F3. Sven Hermansson SP. Jämförande analys mellan PtG/PtL-system för kombinerad produktion av flytande och gasformiga biodrivmedel. PtG-projekt Swedegas där Piteå utpekades som en av tre lämpliga orter i Sverige. Tanken är att etablera ett eller flera forskningsprojekt och samtidigt ett fordonsprojekt där en kraftfull elektrolysör producerar vätgas från förnybar el. Vätgasen används sedan till att förmera produktionen av förnybara drivmedel och kemikalier vid pilot- och demonstrationsanläggningar vid SP/ETC och LTU Green Fuels. Dessutom ska vätgasen levereras till en ny multitankstation i Piteå, där ett par bränslecellsbusar får bli en del i kommunens kollektivtrafiksflotta och samtidigt får vara ett objekt för forskning avseende bränslecellsbusar i kallt klimat.</p>	<p>Se aktörer här intill. Visionen är att kunna hitta lokal och regional användning av en del av norra Norrlands stora överskott av grön el. Vi hoppas att detta också ska bidra till forskningen kring förnybara flytande drivmedel och kemikalier och möjliggöra bättre teknik och ekonomi vid en framtida storskalig produktion. Vi hoppas också att våra försök kring bränslecellsbusar ska kunna bidra till ökade satsningar på vätgasdrift i vår landsända både när det gäller busar, personbilar och arbetsfordon. I framtiden ser vi även fram emot möjligheten till vätgasreduktion vid SSAB:s stålverk i Luleå.</p>

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
PowerCell	<p>Northern Europe larges fuel cell test lab</p> <p>Research & Development:</p> <p>Product development for PEM fuel cell stacks and fuel cell systems both for hydrogen and reformer based solutions</p> <p>Testing:</p> <p>Test capacity from 50W to 50kW electric power for fuel cell stacks and systems for hydrogen. For reformer based systems up to 25kW electric power</p> <p>Extensive know-how in PEM fuel cell stack and system design</p> <p>Market know-how</p> <p>Wide industrial network in the fuel cell business</p>	<p>One of the few OEM independent PEM fuel cell stack producer. Key differentior is the reformate tolerance.</p> <p>Only OEM independent fuel cell stack for automotive application</p>	<p>30 employees today.</p>

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
Sandvik Materials Technology	<p>Sandvik is a high-technology, engineering group with advanced products and world-leading positions within selected areas.</p> <p>Worldwide business activities are conducted through representation in more than 130 countries.</p> <p>Sandvik's operations are based on unique expertise in materials technology and extensive insight into customer processes.</p>	<p>Sandvik has a unique and strong position within fuel cell bi-polar plate material</p> <p>The fuel cell technology itself is demonstrated and the focus is now industrialization, massmarket and large scale production.</p> <p>Sandvik products contribute to a paradigm shift within global energy supply to society. Sandviks global market approach, material expertise and industrial capacity/capabilities enables industrialization for true fuel cell massmarket</p>	<p>The global fuel cell industry is a large potential market for Sandviks coated bi-polar plate material.</p> <p>We consider the fuel cell technology as a number 1 emerging technology and the hydrogen fuel community is now ramping up globally.</p> <p>With our expertise, global presence and industrial concept we aim to further strengthen our world-leading position.</p>
Sandviken	<p>Sandvikens kommun har ett unikt läge i arbetet med fossilfria transporter. Sandvik AB och Sandvik Materials Technology leder utvecklingen inom materialförsörjning för bland annat bränsleceller. AGA gas har framställning av vätgas i sin fabriksanläggning i Sandviken. AGA ombesörjer även det industriella behovet av vätgas till Sandviks anläggning genom en pipeline som passerar Sandvikens tätort. Till hösten invigs Sveriges förmodligen 4 vätgasstation i Sandviken. Detta genom ett trepartsarbete mellan Sandvikens kommun, Sandvik AB och AGA Gas AB. Utanför Sandviken har E16 byggts för test av tunga transporter med strömavtagare på långtradare. Denna regionala testverksamhet har ett besökscenter och huvudkontor förlagt till Sandbacka Science Park.</p> <p>Sammantaget ger dessa förutsättningar och insatser Sandviken och Regionen en stor internationell uppmärksamhet. Till hösten räknar Sandviken att med mellan 7-10 bränslecellsbilar vara en av Europas vätgastätaste städer per capita.</p>		

Area/organisation	Resources	International position today	Potential (sales, number of involved employees...)
Scania CV AB			
SIS, Swedish Standards Institute			
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut	Research & innovation: <ul style="list-style-type: none"> - Materials technology - Energy sub-systems (electrolysis, fuel cell, battery etc) - Energy systems - Vehicles - System modelling Testing and certification: <ul style="list-style-type: none"> - Safety (Ex, ATEX) - Durability - Gas quality - Measurement technology Teaching/training of professionals	A leading national research institute that act on international level in e.g. European research projects	
Sweco	Sweco's approx. 14,500 employees carries out tens of thousands of projects in some 70 countries worldwide to ensure clean water, efficient infrastructure and sustainable energy solutions.	Sweco is Europe's leading architecture and engineering consultancy. Sweco has experts on fuel cells and hydrogen located in several countries in Europe, at least 20 persons continuously involved in the technology.	The internal expertise will grow with our customers and their technology roll-out. We consider hydrogen, renewable electricity supply and biomethane as one set interlinked energy carriers (exchangeable via power-to-gas process).

<i>Area/organisation</i>	<i>Resources</i>	<i>International position today</i>	<i>Potential (sales, number of involved employees...)</i>
Taxi 020 AB	3 FCV taxis in operation		
Toyota			
Toyota Industries			
TransportForsk - TFK	Forskningsinstitut inom transport och logistik med ca 30 medlemsföretag/organisationer		
Uppsala kommun			
Volvo Bus			
Volvo Cars	Technology observations and benchmarking in the area of hydrogen and fuel cells.	Vehicle developer and manufacturer of conventional and hybrid cars. In technology watch includes that we are represented in the SHC's technology watch group for fuel cells and the KTH project on cheaper future fuel cell for vehicles.	