

# BRÄNSLECELLSDRIVEN LASTCYKEL

RAPPORT 2018:554



TEKNIKBEVAKNING  
BRÄNSLECELLER





# **Bränslecellsdriven lastcykel**

Ett mini-demonstrationsprojekt

ANDERS LUNDBLAD

ISBN 978-91-7673-554-1 | © Energiforsk december 2018

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: [kontakt@energiforsk.se](mailto:kontakt@energiforsk.se) | [www.energiforsk.se](http://www.energiforsk.se)



## Förord

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

Denna rapport, som har tagits fram inom teknikbevakningsprojektet, är en redovisning av demonstrationsprojekt där en lastcykel utrustats med en 150 W bränslecell.

Projektet har genomförts av Anders Lundblad, Rise.

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

Samtliga rapporter från projektet kommer att publiceras och fritt kunna laddas ner från Energiforsks webbplats under Teknikbevakning bränsleceller på [www.energiforsk.se](http://www.energiforsk.se) och på Swedish Electromobility Centres webbplats [www.emobilitycentre.se](http://www.emobilitycentre.se).

Stockholm november 2018

Bertil Wahlund, Energiforsk AB

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



**Swedish  
Electromobility  
Centre**

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

## Sammanfattning

**Lastcyklar har en stor potential att bidra till effektiv leverans av varor i innerstaden, så kallad "last mile delivery". Detta tack vare att de kan lasta ganska stora mängder gods (upp till 500 kg), men är mindre och smalare än vanliga leveransbilar, så bidrar de mindre till trafikstockningsproblem och kan snabbare leverera produkterna.**

I detta mini-demonstrationsprojekt, som är en uppföljning av en tidigare förstudie (se Eforskrapport från 2016), har en lastcykel utrustats med en 150 W PEM-bränslecell och en 20 liters vätgascylinder. Komponenterna har placerats under chassit, mellan hjulen, därmed erhålls maximalt skydd mot åverkan vid tex kollision, utan att förlora lastvolym.

Bränslecellslastcykeln har testkörts 30 km på området vid RISE kontor i Borås och man har kunnat visa att en tank ger 30 mils räckvidd! Detta motsvarar 14 normala Litiumjonbatterier för detta fordon.

En ekonomisk bedömning visar att lastcykel med bränslecellssystem kan ge lägre investeringskostnad, men högre driftskostnad än motsvarande batterilösning.

## Summary

**Cargobikes is an attractive alternative for so-called “last mile delivery” of goods in urban areas. Due to their ability to carry rather high loads (up to 500 kg), while being smaller and more slim than ordinary delivery vehicles, they contribute less to traffic congestion and can deliver goods faster.**

In this mini-demonstration project, which is a follow-up to an earlier pre-study (see Eforsk report from 2017), a cargobike has been equipped with a 150 W PEM fuel cell and a 20 liter hydrogen cylinder. The components were placed under the chassi and between the wheel-pairs. Thereby maximum protection against mechanical abuse/collisions is accomplished.

The fuel cell cargobike was tested at the RISE premises in Borås and it was shown that one cylinder can provide 300 km of service range! This corresponds to 14 ordinary Lithium ion batteries for this vehicle.

An economic evaluation shows that the cargobike with fuel cell system could provide lower investment cost, but higher running cost than the corresponding battery solution.

## Innehåll

|          |                                                                   |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Projektets bakgrund och mål</b>                                | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Kort om lastcyklar och elcyklar med bränsleceller</b>          | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>Lastcykeldemonstratorns delar</b>                              | <b>11</b> |
| <b>4</b> | <b>Certifiering och säkerhetsaspekter för bränslecellscyklar</b>  | <b>12</b> |
| <b>5</b> | <b>Installation och utveckling av bränslecellsystemet.</b>        | <b>14</b> |
| <b>6</b> | <b>Test- och demonstration av bränslecellsutrustad lastcykel.</b> | <b>15</b> |
| <b>7</b> | <b>Utvärdering och möjliga fortsättningsprojekt</b>               | <b>17</b> |
| <b>8</b> | <b>Slutsatser</b>                                                 | <b>19</b> |

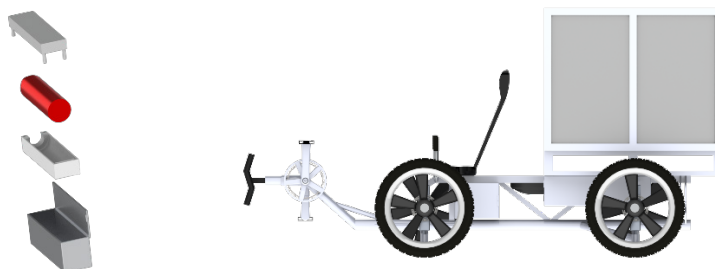
# 1 Projektets bakgrund och mål

## *Ett uppföljande mini-demoprojekt*

I ett tidigare Energiforsk-projekt har Anders Lundblad (då på Mälardalens Högskola) undersökt efterfrågan och möjligheten att driva lastcyklar med bränslecell. Studien visade att bränsleceller skulle vara motiverade främst på lastcyklar som har ett extra kraftbehov förutom själva framförandet, till exempel kyltransport eller kafécykel.

Det redovisas även i projektrapporten att lastcykeltransporter kan ersätta upp till 51% av de transporter som företas i innerstaden. Lastcyklar erbjuder fördelar i innerstadstrafik på två sätt: dels genom sin tysta och avgasfria eldrift, dels genom att dessa fordon är smalare och därmed tar upp mindre av gatornas utrymme. Just god framkomlighet är något som poängterats från lastcykel-användare som intervjuats.

I förstudien genomfördes ett designarbete där ett bränslecellsystem med en utbytbar gascylinder placerades in i en befintlig lastcykel-modell från Velove bikes (se Fig. 1). Under designarbetet (som var ett examensarbete på MDH) beaktades speciellt säkerhetsaspekter.



**Figur 1.** Designförslag från examensarbete 2016: expanderad vy med inkapslingen av gastankarna (vänster), sido-vy med utplacering av bränslecellsystem under sitsen och gastankarna under lastcontainern (höger).

Förstudien kunde också påvisa att det välkända "hönan-och-ägget" problematiken med vätgas-tankstationer kunde elimineras i och med detta koncept. Detta tack vare de utbytbara 5 och 20-liters vätgastankar som redan idag kan distribueras till över 200 gasdepåer i hela Sverige.

Ett uppföljande "mini"-demoprojekt har nu genomförts med syfte att demonstrera en lastcykel med ett installerat bränslecellsystem. Projektet inriktar sig mot lastcykelfordon med extra funktionalitet och energibehov. Denna mini-demo inriktar sig mot kyltransportapplikationen, men Velove bikes som är partner i projektet, vill även utveckla en lastcykel som borstar cykelvägar.

Målsättningen är (förutom att göra tekniska och säkerhetsmässiga erfarenheter) att visa upp en bränslecellsdriven lastcykel för ett antal intressenter som kan vara

villiga att delta i ett större demonstratorprojekt med ett 10-tal (eller fler?) bränslecellsutrustade lastcyklar.

Projektet har genomförts med projektledare från RISE i Borås, Divisionen för säkerhet och transport. Velove bikes AB har ansvarat för teknisk implementering av bränslecellsystem och vätgaslager. AGA/Linde och BOC har tillhandahållit vätgastankar och bränslecellsystem.

## 2 Kort om lastcyklar och elcyklar med bränsleceller

### *Lastcyklar - praktisk för urbana transporter*

Lastcyklar är ett samlingsnamn för lite robustare cyklar med någon form av lastutrymme. Dessa cyklar kan ha fler än två hjul och är oftast elcyklar. De elcyklar man ser på svenska gator idag är cyklar med elassistans, eller "pedelecs" som de kallas på engelska. Dessa elcyklar har, enligt lag, elmotorer på max 250W och ska vara utrustade med ett "pedal assistant system", dvs pedalsensorer som gör att elmotorn endast kopplas in när man trampar själv. När cykelns hastighet överstiger 25 km/h ska elmotorn kopplas ur automatiskt. Ett nytt koncept "speed-pedelecs" (klass L1e-B) som tillåter hastigheter upp till 45 km/h har nu införts i vissa europeiska länder och Sverige förväntas följa efter. För speed pedelecs tillåts motoreffekter upp till 4kW [1]. Det finns också en annan klass som är mer tillämplig för last-cyklar, L1e-A, som tillåter motorer upp till 1 kW men där maxhastigheten 25 km/h ändå bibehålls. Vanliga pedelecs klassificeras som cyklar och behöver inte typgodkännas. Klasserna L1e-A och L1e-B behöver typgodkännas av trafikverket, något som kräver CE-godkännande mm. av cykelutvecklarna.

Tabell 1. Klassificering av elcyklar enligt L-kategorier,

| Benämning                | Maxeffekt (W) | Maxhastighet vid pedalassist (km/h) | Typgodkännande krävs? |
|--------------------------|---------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Vanlig elcykel (pedelec) | 250           | 25                                  | Nej                   |
| L1e-A                    | 1000          | 25                                  | Ja                    |
| L1e-B (speed-pedelec)    | 4000          | 45                                  | Ja                    |

Lastcyklar är en nygamal företeelse i Sverige. På 1940 och 50-talen användes cykeltransport flitigt för att buda varor. Därefter blev lastcyklarna utkonkurrerade av motordrivna alternativ. På senare år har dock cykeltransport och lastcyklar ökat i omfattning igen. Att buda varor med cykel i storstäder går idag snabbare än bilar, tack vare cykelns högre framkomlighet. Cykeltransport med eller utan eldrift ger ökad hållbarhet både genom minskade avgasutsläpp och genom att dessa fordon skapar mindre trängsel på gatorna. Lastcyklar (istället för en andrabil) används även flitigt av småbarnsföräldrar för transport till och från dagis. Gemensamt för lastcyklar är att de är byggda för att bära tyngre laster (upp till 500 kg). Ett ekipage som väger 500 kg förbrukar ganska mycket energi och batterierna räcker endast några mil. Därför är det möjligt att bränsleceller kan erbjuda ett attraktivt alternativ för professionella användare (bud, taxi), speciellt med tanke på att vätgastankning går på några minuter.

<sup>1</sup> <https://ecf.com/what-we-do/road-safety/electric-bicycle-pedelec-regulation> (datum: 161107)

Att utveckla demonstrationsprototyper av bränslecellsdrivna cyklar (FC-cyklar) har länge varit populärt bland forskningsinstitutioner och företag. Emellertid har ingen av dessa prototyper lett till någon stor kommersiell produkt. Bland tidiga exempel på FC-cykel prototyper kan nämnas Manhattan Scientific [2] som presenterade en PEM-bränslecellcykel redan år 2000. Bland mer nutida exempel finns H2-bike från Linde [3] (se Figur 2a nedan). Figur 2b visar konceptbilder från ett pågående projekt med en bränslecellsdriven lastcykel från DLR [4]. Vårt projekt är dock, så vitt vi vet, det första där en bränslecellsdriven lastcykel demonstrerats. Gemensamt för dessa FC-cyklar är att de är batterihybrider där den dynamiska lasten tas upp av batteriet och bränslecellen körs på mer konstant effekt.



Figur 2. Exempel på nutida FC-cykeldemonstratorer, från a) vänster, Linde[3] och b) höger, pågående utvecklingsprojekt på DLR[4].

<sup>2</sup> Fuel Cells Bulletin, Volume 3, Issue 23, August 2000, Pages 6

<sup>3</sup> [http://www.the-linde-group.com/en/clean\\_technology/clean\\_technology\\_portfolio/hydrogen\\_energy\\_h2/experience\\_h2/h2\\_bike/index.html](http://www.the-linde-group.com/en/clean_technology/clean_technology_portfolio/hydrogen_energy_h2/experience_h2/h2_bike/index.html) (datum: 161111)

<sup>4</sup> [https://www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10081/151\\_read-28717/#/gallery/31293](https://www.dlr.de/dlr/en/desktopdefault.aspx/tabid-10081/151_read-28717/#/gallery/31293) (datum: 181002)

### 3 Lastcykeldemonstratorns delar

#### *Tre vitala komponenter: cykeln, bränslecellen och vätgasen*

Förstudien har lett fram till att ett antal komponenter valts ut att monteras i den befintliga lastcykelmodellen Armadillo från Velove bikes AB, se Figur 3. Lastcykeln utrustas med en semitrailer och dess ena lastcontainer har kylning. Lastcykeln har ett 48 V litiumjon batterisystem och en elmotor på 250 W nominell effekt. Vätgascylinder Genie 20 liter, distribueras av AGA/Linde och dess kapacitet vid 300 bar (420 gram vätgas) motsvarar ca 7 kWh ut från bränslecellen. Bränslecellsystemet Hymera II, kommer från BOC som är ett brittiskt dotterbolag till Linde. Hymera II är en certifierad och kommersiell produkt med en PEM-bränslecell för stationärt bruk. Hymerans huvudsakliga marknad är belysning till byggarbetsplatser där tillgång till el saknas. Hymera II har en nominell effekt på 150 W, vilket ungefär motsvarar lastcykelns genomsnittliga effekt under drift.



Figur 3. 20 liters vätgascylinder, Hymera bränslecellsystem, samt Armadillo lastcykel från Velove bikes, utrustad med semitrailer och två lastcontainrar.

## 4 Certifiering och säkerhetsaspekter för bränslecellscyklar

### *Säker systemlösning för vätgas*

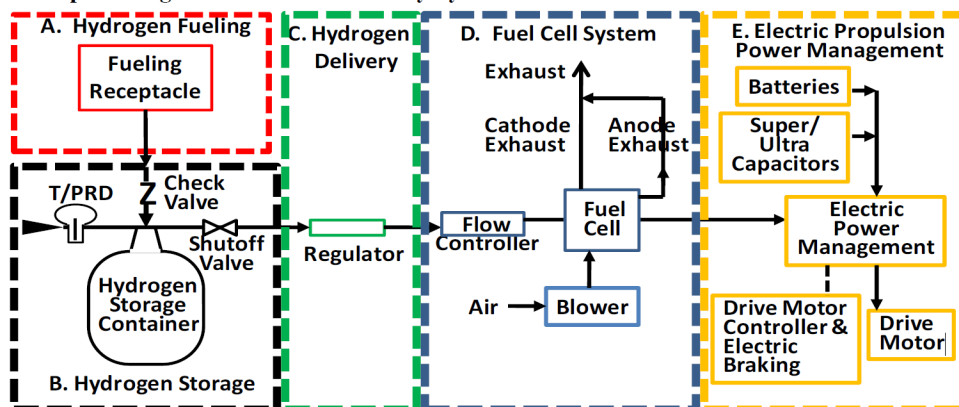
Som tidigare nämnts kan en lastcykel klassas som en pedelec, dvs vanlig elcykel med nominell motoreffekt på max 250 W eller som ett L1e-A fordon med motoreffekt upp till 1 kW. Det finns tre olika möjliga fordonstyper som man skulle kunna utvärdera ur säkerhets och certifieringshänseende: 1) en lastcykel med 250 W motoreffekt och bränslecell som används under framdrift, 2) en lastcykel med 250 W motoreffekt och med APU bränslecell som endast används när cykeln står stilla, samt 3) en lastcykel enligt L1e-A. De två första alternativen kan vara enklare ur certifieringssynpunkt, men eftersom bränsleceller för framdrift torde vara mer intressant ju större motoreffekt som används, har vi valt att fokusera på alternativ 3).

### Certifiering av en bränslecellsdriven lastcykel av typ L1e-A.

Det finns huvudsakligen två internationella direktiv, antagna inom ramen för FN, som applicerar på bränslecellsdrivna elfordon. Dels ett el- och batterisäkerhetsdirektiv, R100, som behandlar elektrisk drivlina och batterisystem, dels GTR13 som behandlar vätgassystem och bränslecell. För lätta fordon (light vehicles, L-types) finns anpassade direktiv R136 för drivlina/batteri, samt R134 för vätgas/bränslecell.

Ett kraftsystem för ett bränslecellsfordon, beskrivs schematiskt i GTR13 enligt Figur 4 nedan. Systemet delas in i 5 delar: A) Munstycke etc. för vätgastankning, B) Vätgastank, C) Vätgasframledning, D) Bränslecellsystem, och E) Elektrisk drivlina inklusive bränslecells- och batteri-styrning.

Example of High-level Schematic of Key Systems in HFCVs



Figur 4. Exempel på schematisk beskrivning av nyckelkomponenter i ett bränslecellsystem för fordon (från GTR13).

Munstycke etc. för vätgastankning (Del A) innefattar, förutom munstycket även en backventil. Del A behövs inte om man har utbytbara tankar som återfylls av gasdistributören (som är föreslaget i det utvalda systemet).

Vätgastanken (Del B) behöver, förutom en manuell ventil (eftersom backventil saknas i vårt föreslagna koncept) även en TPRD och en automatisk avstängningsventil som möjliggör för styrsystemet att stänga av vätgasen. En TPRD (thermally activated pressure release device) är en säkerhetsventil som släpper ut vätgas om vätgastanken skulle utsättas för hög temperatur, exempelvis på grund av brand.

Vätgasframledning (Del C) innehåller, förutom rör, även en tryckreduceringsventil och nedströms denna även ett sprängbleck.

Bränslecellsystemet, (Del D), innehåller, förutom bränslecellen, en flödes-ventil och en luftfläkt som styrs av effektregleringen i den elektiska drivlinan.

Den elektriska drivlinan (Del E), innehåller batterier och elmotorinterface vars laddningstillstånd och effektbehov, styr effektuttaget från bränslecellen. Detta sker i elkraftstyrningsdatorn. Del E innehåller komponenter som är typiska för elfordon och för lätta elfordon styrs de av direktivet R136.

#### Certifieringsförfarande

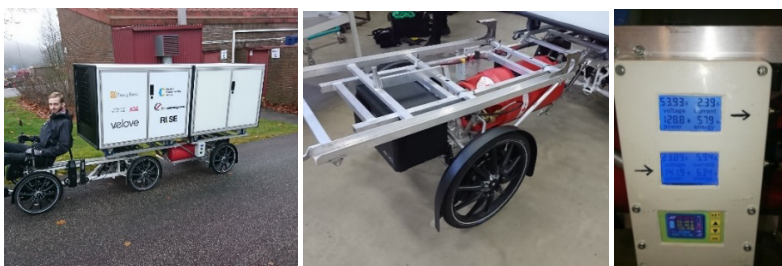
Direktiven R134 och R136 beskriver vissa kriterier och tester som måste genomföras för att fordonet av typ L1e-A ska betraktas som certifierat. Det finns emellertid även standarder med detaljerade procedurer som tillgodoser direktivens mer generellt beskrivna krav. Exempel på sådana standarder är ISO 23273: "Vägfordon – bränslecellsdrift, säkerhetsspecifikationer – skydd mot hydrogen-relaterade risker för fordon som använder komprimerad vätgas". Denna allmänt skrivna standard hänvisar till en US-standard SAE J2578, som innehåller "best practice" enligt ISO 23273.

Många av testerna är emellertid både långtgående (riskabla) och förstörande (kollisionstester), något man inte gärna vill med prototypserier. Därför kan myndigheter ge specifika interimis-tillstånd vid pilot-demonstrationer och där vissa tester inte utförs. Det krävs dock att man kan visa att nöjaktig säkerhetsnivå kan uppnås. Vi har i projektet haft kontakt med personer på transportstyrelsen, men inte lyckats få besked om hur man ska gå tillväga. I ett eventuellt fortsättningsprojekt är det en av de saker som behöver utredas ytterligare.

## 5 Installation och utveckling av bränslecellsystemet.

### *Bränslecellsystemet kan integreras under lastutrymmet*

Tidigt under utvecklingsprocessen insåg vi att bränslecellsystemet med dess lagringstank skulle passa in i underredet på en semitrailer. En Armadillo med semitrailer, som då kan bära två lastcontainrar, innebär också ett större behov av energi. Installationen av bränslecellsystemet utfördes av Velove bikes, främst deras utvecklingsingenjör Linus Amvall. Linus utvecklade/dimensionerade också den spänningshöjande kraftelektronik som behövdes mellan Hymerans laddutgång (24 V) och batterierna (48 V). Bilden nedan (Fig. 5) visar placeringen av bränslecell, vätgascylinder och kraftelektronik. Genom att placera bränslecell och vätgascylinder under chassit, mellan hjulen erhålls maximalt skydd mot åverkan vid tex kollision. Dessutom är placeringen långt från föraren och därmed säkrare.



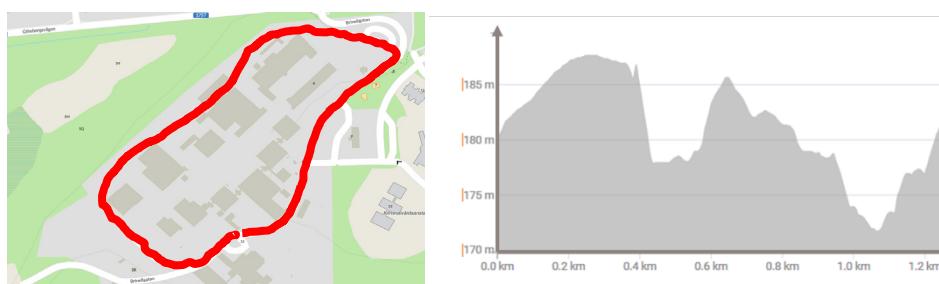
Figur 5. Placering av bränslecellsystemets komponenter. a) vänster: Färdig cykel med kylcontainer och extracontainer, (stående originalbatterier syns bakom föraren), b) mitten: bränslecell (svart) och vätgascylinder (röd), placerad mellan hjulen i underredet, c) höger: dosa för kraftelektronik (som sitter på sidan) med displayer för att visa/mäta spänning, ladd-effekt och verkningsgrad.

## 6 Test- och demonstration av bränslecellsutrustad lastcykel.

### *Tio gånger längre räckvidd och viral filmsuccé*

#### Tester

Den bränslecellsutrustade lastcykeln testades på området vid RISE kontor i Borås. Figur 6 nedan visar den rundbana på 1,2 km och 21 höjdmeter som användes. Genom att cykla banan 25 varv blev totalsträckan 30 km och totalt 525 höjdmeter. Testbanan var ganska backig och i vissa uppförbackar krävdes det att cyklisten hjälpte till en del. Ett antal vikter placerades i lastcontainrarna så att ekipaget totalt vägde över 300 kg. Den genomsnittliga hastigheten var ca 15 km/h. Batteriets startspänning före testet var 53,9 V och efter genomförd körning laddades batteriet upp igen med hjälp av bränslecellen till samma batterispänningsnivå. Kraftelektronikens genomsnittliga verkningsgrad kunde beräknas genom att effektlödet in till och ut från dosan loggades. Vätgasförbrukningen uppmättes genom att väga gascylindern före och efter experimentet på en kalibrerad precisionsvåg (Sartorius EA35EDE-I).



Figur 6. A) karta och b) höjdprofil över testbanan vid RISE kontor i Borås (modifierat från appen Strava).

#### Resultat

Tabell 2 nedan visar mätdata från testningen. Resultaten visar att 42 gram vätgas konsumerats under 30 km körning. Detta betyder att vätgascylinderns totala mängd, 424 gram, skulle räcka till 300 km. Det är cirka 14 gånger längre än normalsträckan för ett batteri. Den totala energiproduktionen var 579 Wh och utslaget per km blir det 19 Wh/km. Denna siffra är i nivå med vad Velove bikes har uppmätt i stadstrafik med vanlig batteridrift <sup>[5]</sup>, men ca 1/15 av energikonsumtionen hos en elektrisk transportbil.

<sup>5</sup> <http://velove.se/press/page/2/> (datum: 170731)

Tabell 2: Mätdata från testcyklning 30 km och 525 höjdmeter.

| Mätparameter                          | Mätresultat |
|---------------------------------------|-------------|
| Vikt H <sub>2</sub> -cyl. före        | 23830 gram  |
| Vikt H <sub>2</sub> -cyl. efter       | 23788 gram  |
| Viktförändring                        | 42 gram     |
| Energi-logg in från FC (24 V)         | 634 Wh      |
| Energi-logg ut till batteri (48-54 V) | 579 Wh      |
| Verkningsgrad                         | 91%         |

### Demonstration

Den 9:e November 2017 genomfördes ett seminarium med ca 10 deltagare på RISE i Borås, där projektet och den fungerande bränslecellslastcykeln presenterades. Intresserade deltagare hade även möjlighet att testcykla. Johan Erlandsson från Velove bikes var där och filmade. Filmen lades bland annat ut på Facebook [6] där den till dags dato (180930) har visats en halv miljon gånger.

<sup>6</sup> <https://www.facebook.com/Velovebikes/videos/1432703230111840/>

## 7 Utvärdering och möjliga fortsättningsprojekt

*Teknisk succé och stort intresse, men projektstöd saknas för fortsättning*

### Utvärdering

Det tekniska genomförandet av mini-demonstratorn har varit positiv. Med minimal budget och tidsramar har Velove bikes lyckats integrera bränslecellssystemet och skapa en fungerande prototyp vars kraftelektronik har 91% verkningsgrad. Demonstrationen visade att vätgascylindern som motsvarar 14 batterier ändå är hanterlig viktmissigt och kan placeras på ett säkert sätt mellan hjulparen utan att inkräkta på fordonets lastvolym. Den stora energimängden (7kWh) kan även användas för att driva en extra-last, till exempel den kylcontainer som Velove bikes har utvecklat i ett annat projekt. Bränslecellssystemet i sig fungerade bra, men behövde någon timmes uppstartstid innan det uppnådde nominell effekt. Detta kan bero på att bränslecellen stått oanvänd en längre tid innan testet.

Den ekonomiska utvärderingen visar att bränslecellssystemet kan ge lägre investeringskostnad än vid motsvarande energimängd batterier. Framförallt om gascylindern leasas från gasdistributören (på samma sätt som gasol). Driftskostnaden blir dock högre än batterilösningen, eftersom vätgasen kostar mer än el (speciellt så länge vätgasen fortfarande är en liten produkt). Ur lastcykelanvändarens perspektiv är det framförallt den ökade räckvidden (mer oberoende av yttertemperatur) och snabba tankningen som är intressant. Kanske gör det att vissa användare kan acceptera en merkostnad. På sikt borde pris-skillnaden i driftskostnad minska.

### Fortsättningsprojekt

I samband med att projektet startade satte vi ihop en referensgrupp bestående av forskare, lastcykeltillverkare, en gas-distributör och potentiella användare, för att förstå deras intresse för ett uppföljningsprojekt där bränslecellslastcykeln testas och utvärderas i riktig trafik. Referensgruppen fick svara på en fråge-enkät, vars svar sammanfattas nedan:

Alla i referensgruppen är positiva till ett uppföljningsprojekt där även olika typer av fordon studeras (taxi, transport- och arbetsfordon). Forskarna vill utgå från användarens och samhällets perspektiv. Man vill studera möjligheten att bryta bilnormen för transporter av olika typer i urbana miljöer. Tillverkare och distributörer är mer intresserade av praktiska/tekniska aspekter och hur stor efterfrågan kommer vara. Företagen är i dagsläget beredda att ställa upp med viss support och som användare/utvärderare av fordon.

Efter demonstrationen och publiceringen av filmen på Facebook kontaktades Velove bikes av flera aktörer från bland annat Tyskland och Holland. En projektgrupp bildades med RISE, 3 utländska bolag, en svensk kommun och Velove bikes. Projektet skulle jämföra användningen av batteridrivna lastcyklar

med bränslecellsdrivna i en svensk och en tysk stad. En ansökan till Energimyndighetens FFI-utlysning påbörjades. Det visade sig dock att ett FFI-projekt endast kan finansiera max 50% av ett dylikt forsknings och demonstrationsprojekt. De inblandade företagen kunde inte stötta projektet med resterande del. Parterna var dock fortsatt intresserade och vi håller utkik efter andra finansieringsmöjligheter.

## 8 Slutsatser

I detta mini-demonstrationsprojekt, som är en uppföljning av en tidigare förstudie, har en lastcykel med utrustats med en 150 W bränslecell.

Följande slutsatser kan listas:

- Med en 22 kg tung vätgascylinder kunde en räckvidd på 30 mil demonstreras.
- Bränslecellsystemet och vätgascylindern kunde placeras på ett säkert sätt mellan hjulparen utan att inkräkta på fordonets lastvolym.
- Lastcykel med bränslecellssystem kan ge lägre investeringskostnad, men högre driftskostnad än motsvarande batterilösning.

Projektet har rönt stor uppmärksamhet och projektets partnerföretag vill gärna delta i en större demonstration där bränslecellslastcykeln jämförs med batteridriven version under arbetsförhållanden

## BRÄNSLECELLSDRIVEN LASTCYKEL

Lastcyklar har stora möjligheter att bidra till effektiv leverans av varor i inne i städer. De kan lasta upp till 500 kilo gods, men är mindre och smalare än vanliga leveransbilar. Det innebär att lastcykeln har mindre problem med trafikstockning och gör snabbare leveranser.

Här redovisas ett mini-demonstrationsprojekt där en lastcykel har utrustats med en 150 W PEM-bränslecell och en 20 liters vätgascylinder och testats på en rundbana i Borås.

Resultaten visar att bränslecellslastcykeln kan ge en räckvidd på 30 mil. Det motsvarar 14 ordinarie batterier. Den ekonomiska bedömningen av lastcykeln med bränslecellssystem är att investeringskostnaden är lägre, men att driftkostnaden är högre än motsvarande batterilösning.

### Ett nytt steg i energiforskningen

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



Energiforsk