

vätgas och bränsleceller:

Framgångsfaktorer för affärsmodeller



**INNEHÅLLER
CHECKLISTA FÖR DIG
SOM VILL ETABLERA
EN TANKSTATION OCH
UTVECKLA VÄTGASENS
ROLL I DIN REGION**



**Slutrapport för "The Blue Move for a Green Economy",
ett projekt inom Interreg Öresund-Kattegat-Skagerrak**

OFFICIELLA PARTNERS

GREENHYDROGEN.DK



nel•



VÄTGAS
SVERIGE



INNOVATUM



FINANSIÄR



www.scandinavianhydrogen.org/blue-move



*vätgas och
bränsleceller:* **Framgångsfaktorer
för affärsmodeller**

innehåll

	Sid
Förord	
Introduktion	
Vätgas och bränsleceller – så funkar det!	9
Från källa till användning	10
Den effektiva bränslecellen	12
Vätgas inom transport	13
The Blue Move for a Green Economy	15
Samarbeten	
Hydrogen fra solstrøm	16
Bygger flere hydrogenstasjoner	18
Utveckling av Scandinavian Hydrogen Highway Partnership	20
Verktyg	
Forretningsmodeller for produksjon, lagring og distribusjon av fornybart hydrogen	22
Etablering og drift av infrastruktur for hydrogen	25
Sjekkliste for kommuner	26
Vätgas på vägarna: 10 vägval	28
Regionala och nationella ramvillkor	30
Kompetensutveckling för skolor och gymnasier	32
Pilot	
En nullutslippsbil x 3	34
Test av energilagring med förnybar energi	36
Tanka vätgas	38
Vill du veta mer?	39

förord

En av vår tids stora utmaningar är att klara energiförsörjningen samtidigt som vi kraftigt måste minska vår klimatpåverkan och de föroreningar vi står för. I Skandinavien är användningen av fossila bränslen i transportsektorn den enskilt största faktorn som påverkar utsläppen av växthusgaser. För att förändra detta behöver vi använda emissionsfria drivmedel som produceras av förnyelsebara energikällor.

Genom att använda vätgas tillsammans med bränslecellsteknik får man avgasfria bilar och bussar där rent vatten är det enda utsläppet. Vätgas ger heller inte några klimatpåverkande utsläpp vid framställandet, förutsatt att fossilfri energi används.

Vi är stolta över att dela de resultat vi nått under tre års arbete för en emissionsfri transportsektor i projektet the Blue Move for a Green Economy.

Du får bland annat ta del av en möjlighetsrapport om produktion, lagring och distribution av vätgas, 13 case-beskrivningar, tio framgångsfaktorer inom affärsmodeller för fordonsflottor och utbyggnad av tankinfrastruktur, möjlighetsstudier för arbetsfordon med bränsleceller och ett pedagogiskt utbildningsmaterial.

Vår förhoppning är att de resultat vi nått i Blue Move på många sätt bidrar till en omställning från fossila bränslen till emissionsfria drivmedel som produceras av förnybara energikällor.



Åse Bye

Projektledare Blue Move
ase.bye@vatgas.se

Vätgas och bränsleceller – så funkar det!

Vätgas kan framställas på många sätt. Idag är det vanligaste sättet att ångreformera metangas. Den metoden forskas det på i Lilleström utanför Oslo, där de gaser som bildas vid en nedlagd soptipp tas till tillvara och transporteras via pipelines till en tankstation för bränslecellsbilar. Där omvandlas de till vätgas och trycksätts för att längre fram kunna användas som fordonsbränsle.

En viktig metod för att framställa grön vätgas är via elektrolys av vatten med hjälp av förnybar el. Elektricitet från exempelvis vind-, sol- eller vattenkraft, används då för att spjälka vatten till vätgas och syre. I dag blir cirka 30–40 procent av energin till värme i processen, resten blir vätgas. Nästan all vätgas vi tankar i Norden produceras på detta sätt.

En annan viktig källa är biproduktion av vätgas från kemiska industrier. Här finns stora mängder vätgas som kan användas som fordonsbränsle. Ett exempel på det är vätgastankstationen Herøya i Porsgrunn, som får sin vätgas levererad från en närliggande klorfabrik.

Vätgas som energilager

Behovet av att kunna lagra elektricitet växer i takt med att utbyggnaden av förnybara energikällor ökar. Sol, vind och vattenkraft är till naturen ojämna som energikällor. Det gör att det ibland produceras mer energi än vad elnätet kan ta emot. Vid andra tillfällen är efterfrågan på el stor, men tillgången är låg på grund av att vindsnurrorna står stilla och solen har gått ner.

Om de förnybara källorna ska få någon verklig betydelse i framtidens energisystem krävs därför metoder för mellanlagring. Här kan vätgas fungera som effektutjämnare och lager för överskottsenergi. Det skulle göra energisystem baserade på till exempel vindkraft mer flexibla och bidra till att öka takten för utbyggnaden av förnybar energi. Att lagra energi i vätgas ger möjlighet att lagra större energimängder än i till exempel batterier.

Distribution av vätgas

I sitt normaltillstånd har vätgas ett högt energiinnehåll per massenhet, men lågt per volymenhet.

Den behöver därför komprimeras, bindas i annat fast eller flytande material eller kylas för att kunna lagras och flyttas på ett hanterbart sätt. Vätgas kan sedan distribueras i tuber, tankar eller rörledningar. Här finns utvecklingspotential för nya kompositmaterial som möjliggör högre tryck och distributionskoncept för tåg och färja, vilket undersökts inom Blue Move.

Så kan vi använda vätgas

För att omvandla vätgasen till elektricitet använder man ett bränslecellssystem. En bränslecell är en energiomvandlare som på ett effektivt sätt kan användas för att göra om vätgasens kemiska energi till elektricitet och värme. Restprodukten är rent vatten. Verkningsgraden hos en bränslecell är mycket hög jämfört med andra energiomvandlare. Förutom att bränsleceller, som driver elmotorer, kan ersätta förbränningsmotorer i fordon, så kan de användas tillsammans med vätgas för att få el och värme i byggnader och ett antal andra tillämpningar. Sådana system finns idag i Japan för 100 000 hushåll och i USA vid stora serverhallar för bland andra Google och Ebay. Vätgasen kan också matas in i mindre mängd i en naturgasledning.



VÄTGASFAKTA

Vätgas består av två väteatomer och har den kemiska beteckningen H_2 . Det är det vanligaste och lättaste grundämnet.

- ✓ Vätgas är mer än 13 gånger **lättare än luft** och försvinner snabbt i öppna utrymmen.
- ✓ **Energiinnehållet** är högt per massenhet, men lågt per volymenhet.
- ✓ Vätgas brinner mycket snabbt och avger **ingen rök eller giftiga utsläpp**.

1 KÄLLOR

Vätgas kan utvinnas ur många energikällor.

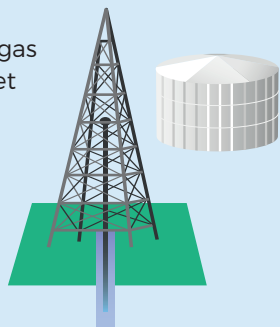
Sol, vind, vatten och biomassa

El från förnybara energikällor kan omvandlas och lagras som vätgas. När energibehovet ökar kan vätgasen omvandlas till el igen. I Skandinavien är det vanligast att framställa vätgas till tankstationer för fordon från förnybara energikällor.



Naturgas och biogas

Omvandling av naturgas är det vanligaste sättet att framställa vätgas till industrin på. Även biogas, som har lägre utsläpp av växthusgaser, kan omvandlas till vätgas.



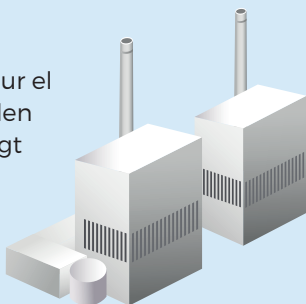
Olja och kol

Vätgas kan framställas genom oxidation av olja och/eller förgasning av kol.



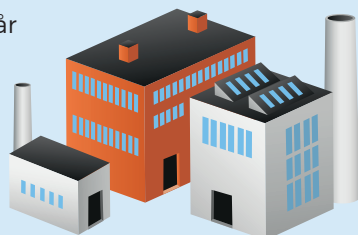
Kärnkraft

Vätgas kan framställas ur el från kärnkraft. I framtiden kan det också bli möjligt att tillverka vätgas direkt från värmen i kärnkraftverk.



Industri

Stora mängder vätgas uppstår som en **biprodukt** inom kemisk industri, till exempel vid klortillverkning (klor som bland annat används för att göra plast).



Från källa till användning

2 PRODUKTION

Vätgas kan produceras på flera sätt.



Elektrolys

El kan omvandlas till vätgas med hjälp av vatten som spjälkas upp i väte och syre, så kallad elektrolys.



Reformering

Naturgas eller biogas omvandlas till vätgas i en process som kallas reformering. Het vattenånga blandas med gas i en reaktor.



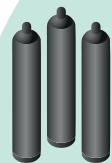
Förgasning

Förgasningen omvandlar kolhaltigt material till gas under högt tryck och hög temperatur.

H₂

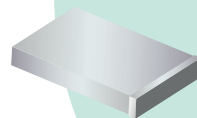
3 LAGRING

Vätgas kan lagras på flera sätt.



Gasflaskor

Vätgas komprimeras till 300-700 bars tryck och förvaras i gasflaskor.



Metallhydrider

Vätgas kan lagras i vissa metaller under lågt tryck. Metoden ger ett energiinnehåll per volymenhet motsvarande flytande vätgas eller bättre.

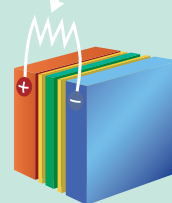


Kyltankar

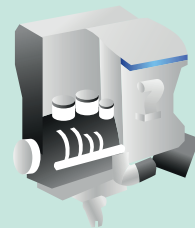
Vid -253 °C blir vätgas flytande och förvaras då i kryptankar.

5 ENERGIOMVANDLING

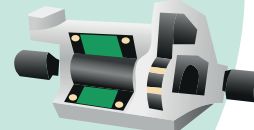
För att göra vätgas till el eller värme krävs att den omvandlas i en bränslecell, förbränningsmotor eller gasturbin. Bränslecellen har en hög verkningsgrad.



Bränslecell



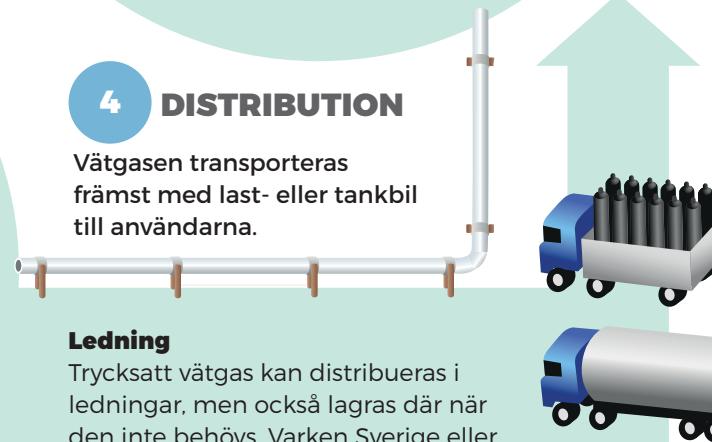
Förbränningsmotor



Gasturbin

4 DISTRIBUTION

Vätgasen transporteras främst med last- eller tankbil till användarna.



Ledning

Trycksatt vätgas kan distribueras i ledningar, men också lagras där när den inte behövs. Varken Sverige eller Norge har utbyggt vätgasnät i dag.

Lastbil och tankbil

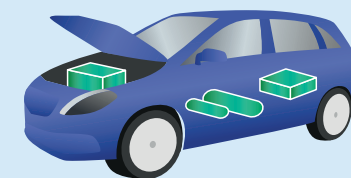
Små mängder vätgas är mest kostnads-effektivt att distribuera med lastbil.

6 ANVÄNDNING

Vätgasen används idag främst inom industrin, men utvecklingen går mot betydligt fler användningsområden.

Fordon

En bil med ett bränslecellssystem kan tanka och köra på vätgas. Bränslecellen omvandlar vätgas till el som driver en elmotor. Avgasen är rent vatten. Bränslecellstekniken i kombination med vätgas kan också användas till båtar av varierande storlek, tåg, lastbilar och andra fordon och maskiner.



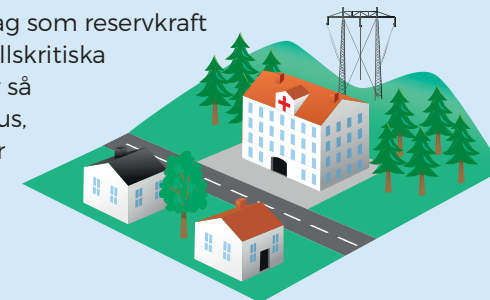
Bärbara apparater

Vätgas kan tillsammans med en bränslecell användas till att ladda bärbara apparater, exempelvis mobiltelefoner eller datorer. Användaren blir då oberoende av ett elnät.



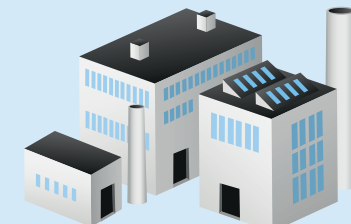
Hus och byggnader

Vätgas och bränsleceller används redan i dag som reservkraft till samhällskritiska funktioner så som sjukhus, serverhallar och basstationer inom telekom och IT.



Industri

Inom industrin används vätgas som råvara, till exempel för att producera diesel, bensin, konstgödsel och metanol.

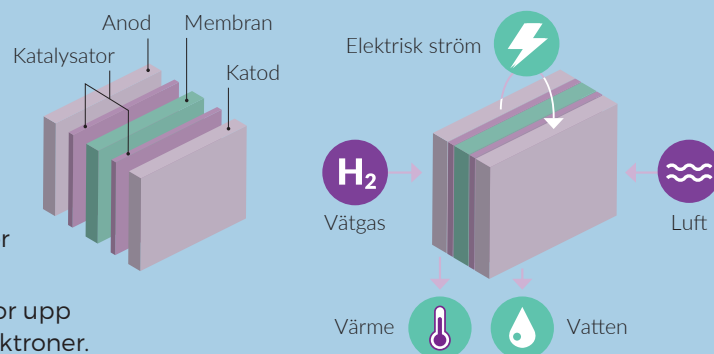


Systembilden för vätgas ingår i Blue Moves utbildningspaket.

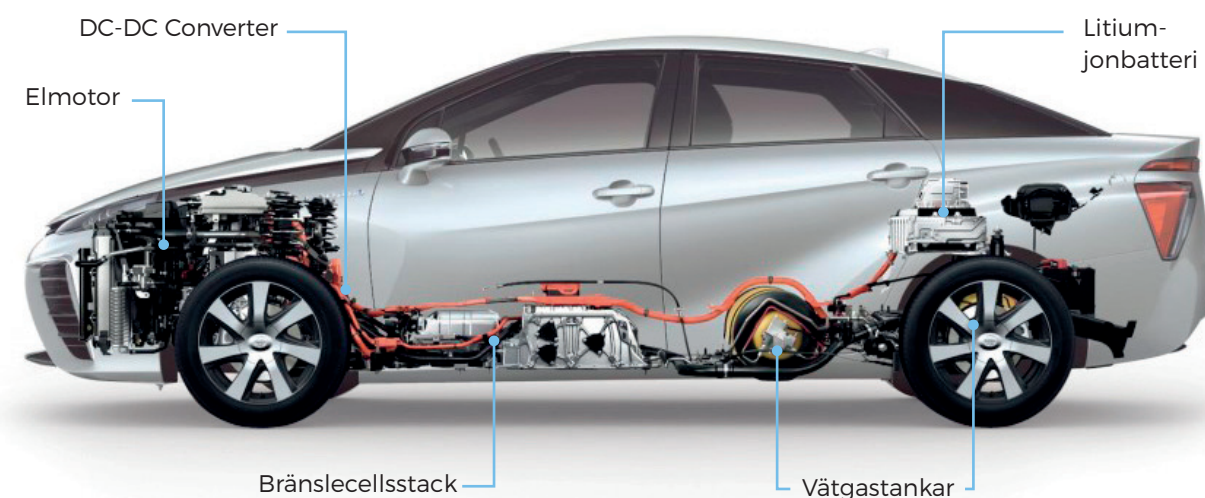


SÅ FUNGERAR EN BRÄNSLECELL

- ✓ Bränsleceller som används i bilar har en anodsidan och en katodsidan som separeras med ett membran. Membranet tillåter bara protoner att passera.
- ✓ På anodsidan delar en katalysator upp väteatomerna i protoner och elektroner. Elektronerna kan inte passera membranet utan leds till en extern krets där de genererar elektricitet. Protonerna passerar genom membranet. På katodsidan förenas elektronerna och protonerna samt ansluter till syrgas (O_2) från luften. Reaktionen ger vatten (H_2O).



- ✓ En bränslecell genererar en spänning på cirka 0,7 volt. För att få en högre spänning kombineras många separata bränsleceller i en stack.



Toyota Mirai
Illustration: Toyota

Den effektiva bränslecellen

En bränslecell är en energiomvandlare som på ett effektivt sätt kan göra om vätgasens kemiska energi till elektricitet och värme. Verkningsgraden hos en bränslecell är hög (ca 60 %). Även i bärbar teknik som mobiltelefoner, kameror och GPS kan en bränslecell användas. Fördelarna är en längre drifttid än med batterier. Bränsleceller har inga rörliga delar och är därför tysta. Dess enda utsläpp är vatten och värme.

Priserna för bränsleceller sjunker kontinuerligt tack vare tekniska framsteg och större produktion. Under den senaste tioårsperioden har tekniken mognat med bland annat ökad livslängd och ökad tålighet för kyla. Det finns olika typer av bränsleceller, varav en del är kommer-

siellt mogna och andra är i ett tidigare skede av utvecklingen.

Elfordon med bränsleceller, FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle), som drivs av vätgas är den fordonstyp som internationella biltillverkare ser som den långsiktiga lösningen för persontransport. Samma teknik kan även användas i bussar, truckar och andra arbetsfordon. Körsträckan för bränslecellsfordon förbättras kontinuerligt och är nu motsvarande fossilbilens.

Vätgas inom transport

Vätgas kan användas i en mängd olika tillämpningar. Vi hör ofta talas om vätgas i egenskap av fordonsbränsle och just transport är ett område där vätgas kan minska miljö- och klimatpåverkan på ett betydande sätt. Vätgas använt som fordonsbränsle medför inga andra utsläpp än ren vattenånga. Från avgasröret kommer inga partiklar eller klimatpåverkande utsläpp. På samma sätt som elbilars miljöpåverkan hänger på hur elen har producerats, avgörs den för bränslecellsfordon av hur vätgasen har producerats och distribuerats. All vätgas vi tankar i Skandinavien kommer från förnybara källor.

Bränslecellssystemet är ungefär dubbelt så energieffektivt som en förbränningsmotor om det används i en vanlig bil. Det innebär att med samma mängd energi blir körsträckan med en bränslecellsbil dubbelt så lång som den blir med förbränningsmotor. Moderna batterier har ännu mindre energiförluster än bränsleceller, men de tar tid att ladda, är skrymmande och tunga.

Så fungerar en elbil med bränslecell

Den vanligaste tekniklösningen i vätgasdrivna bilar är att ha ett batteri och en bränslecell som kompletterar varandra. Tillsammans utgör de en kombination som ger samma höga komfort och säkerhet som dagens konventionella bilar.

Ytterligare en fördel med bränslecellsfordon är att de, liksom andra elfordon, är mycket tysta. Om trafiken i framtiden domineras av bränslecellsfordon skulle det ha en fantastisk inverkan på vår närmiljö, både med tanke på luftkvalitet och buller.

Flera stora biltillverkare säljer serietillverkade bränslecellsfordon.



SÅ SKAPAR VI EN BRA AFFÄR

De flesta vätgastankstationer som finns idag har kommit på plats med hjälp av EU-medel och stöd av lokala offentliga medfinansierare och lokalt näringsliv. Eftersom det i denna tidiga utbyggnadsfas är få fordon som tankas vid varje station är stationerna inte ekonomiskt lönsamma ännu. Genom att skapa bärkraftiga affärsmodeller både för fordonsanvändare och tankstationsägare minskar tröskeln för att köpa fordon. Tankstationer kommer bli mera tillgängliga vilket i sin tur leder till att fossildrivna fordon byts till fordon drivna av förnybar energi.

Foto: Kunnskapsbyen Lilleström



Foto: Kunnskapsbyen Lilleström

The Blue Move for a Green Economy

The Blue Move for a Green Economy är ett EU-finansierat projekt som ska hjälpa till att etablera vätgas som en naturlig del av vårt energival.

Projektet fokuserar på vätgasanvändning inom transportsektorn och ska främja hela kedjan där vätgas används som drivmedel – från produktion och distribution till användning hos slutkonsumenter.

Blue Move syftar till att ge vätgas som drivmedel stöd och förutsättningar för att utvecklas.

På kommande sidor kan du läsa mer om de olika leveranserna projektet levererat:

Samarbeten

Verktyg

Pilot

Blue Move är ett nordiskt projekt, därför innehåller denna rapport texter från både norska och svenska författare på deras eget språk.

Hydrogen fra solstrøm

Blue Move-partner NEL Hydrogen og Uno-X har gjennom prosjektperioden etablert en hydrogenstasjon på Kjørbo i Sandvika, like sør for Oslo. Solenergi brukes i stasjonens hydrogenproduksjon.

Dette er den første hydrogenstasjonen til Uno-X.

– Vi er stolte over at Uno-X nå kan innvie sin første hydrogenstasjon, sa Uno-X-eier Odd Reitan da han 22. november 2016 foretok den offisielle åpningen av stasjonen sammen med klima- og miljøminister Vidar Helgesen.

Drivstoffkjeden har tatt mål av seg å bygge en rekke hydrogenstasjoner, slik at det skal bli mulig å kjøre hydrogenbil mellom de største byene i Sør-Norge.

Adm.dir. Vegar Kulset i Uno-X Gruppen takket Akershus fylkeskommune og Enova for den økonomiske støtten til byggingen av hydrogenstasjonen.

– I løpet av de neste årene kommer det flere hydrogenbiler på markedet. Vi ønsker å bidra til at hydrogenbilen får muligheten til å etablere seg som et alternativ for norske bilkjøpere, sa Kulset.

Politiske lovord

Også klima- og miljøminister Vidar Helgesen var tydelig på at det er viktig å komme i gang med hydrogensatsingen, for å gi folk muligheten til å velge klimavennlig. Han er opptatt av at alle løsninger som kan bidra til utslippskutt skal ha en fair sjanse til å lykkes.

– Derfor satser vi på hydrogeninfrastruktur, sa Helgesen.

Enova-sjef Nils Kristian Nakstad påpekte at transportsektoren står for en tredel av klimautslippene i Norge:

– Det er uhyre viktig å bidra til at transportsektoren blir utslippsfri. Her kan hydrogen spille en viktig rolle. Og vi skal være med, sa han.

Fylkesordføreren i Akershus, Anette Solli, var også begeistret:

– Etableringen av hydrogenstasjonen i Sandvika og satsingen til Uno-X på bygging av flere hydrogenstasjoner åpner for et taktskifte og markerer starten på et landsdekkende nettverk av hydrogenstasjoner, sa hun.

Hydrogen fra solkraft

I starten fikk stasjonen hydrogenet tilkjørt, men fra våren 2017 har det vært produsert hydrogen på stedet fra egen elektrolysør – for en stor del ved hjelp av lokalprodusert solkraft. Dette er også den første norske stasjon med høy såkalt back-to-back-kapasitet (35 kg hydrogen/time), og opp mot 200 kg hydrogen i døgnet. Det vil i praksis si at stasjonen ikke vil ha noen kapasitetsproblemer, i hvert fall ikke de nærmeste årene.

MÅLSÄTTNING

”Vi förväntar oss att genom projektet kunna ta nästa steg för att visa på en hållbar och ekonomisk modell där energibolag kliver in och där samarbeten etableras med några av projektets partners.”

En meget fornøyd daglig leder i Uno-X Norge, Ole Johannes Tønnessen, og Uno-X-eier Odd Reitan, under åpningen av hydrogenstasjonen 22. november 2016. ➔



Bygger flere hydrogenstasjoner

1. oktober 2018 startet Uno-X bygging av en ny hydrogenstasjon på Hvam i Skedsmo kommune. Stasjonen leveres av hydrogenelskapet Nel.

Kunnskapsbyens hydrogenekspert Jon Eriksen, som er prosjektleder i Blue Move, feiret den gledelige nyheten med å overrekke blomster til daglig leder Roger Hertenberg i Uno-X Hydrogen, ved tomte til den nye energistasjonen.

– Vi i Kunnskapsbyen Lillestrøm og Blue Move ønsker Uno-X velkommen til Skedsmo. Det er viktig at vi får en robust stasjon nord for Oslo. Det er spesielt gledelig at dere og kommunen sørget for at den blir etablert her på Hvam, sa Jon Eriksen.

Han hadde med seg Blue Move-partnerne Nel og Skedsmo kommune på stasjonsmarkeringen, som er nok et skritt mot utbygging av et landsdekkende hydrogenstasjonsnett. Uno-X har allerede åpnet stasjoner i Sandvika og Bergen.

Roger Hertenberg fortalte at Uno-X har ventet lenge på å få slippe til på Hvam: – Men nå har vi alt vi trenger for å sette i gang. Byggestart blir 1. oktober 2018.

Ferdig et år før fristen

Enova, som forvalter det norske Energifondet, ga i 2017 tilsagn om 10 millioner kroner i støtte til Uno-X for å bygge en hydrogenstasjon på Hvam. Det ble satt som krav om at stasjonen må åpne senest 1. september 2019. Uno-X vil åpne stasjonen ganske nøyaktig ett år før fristen.

Den nye energistasjonen – som ligger ved E6, rett nord for Oslo – vil stå klar til å ta imot hydrogenbiler allerede i slutten av november. Uno-X kunne faktisk ha klart det enda tidligere, men det gikk med litt ekstra tid til å få de siste avklaringer med reguleringsmyndighetene på plass.

Fyllestasjon fra Nel

På rådhuset i Skedsmo kommune gleder de seg til at hydrogenstasjonen på Hvam vil åpne. Energi- og klimarådgiver Øyvind Wahl ser fram til

å kunne tanke kommunens tre hydrogenbiler på en lokal fyllestasjon.

– Skedsmo har ambisiøse mål for utslippskutt i transportsektoren. Dette er et viktig steg på veien, påpeker han.

Hydrogenfyllestasjonen til Uno-X på Hvam blir er den tredje offentlige hydrogenstasjonen som teknologiselskapet Nel leverer i Norge. I tillegg har de levert produksjonsanlegg og fyllestasjon til ASKOs lager på Tiller i Trondheim.



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm

MÅLSÄTTNING

”Projektet kommer att utveckla samarbetet mellan Danmark, Norge och Sverige och bjuda in bolag som idag driver och / eller äger tankstationer för vätgas. Kopplat till att projektet parallellt arbetar med bland annat fordonsflottor och hållbar produktion av vätgas, förväntar vi oss att minst ett samarbete för ägande och drift av tankstationer för vätgas blir resultatet av projektet.”

Blue Move – her representert med Kunnskapsbyen Lillestrøm, teknologiselskapet Nel og Skedsmo kommune – var med på markeringen av igangsettingen av den nye energistasjonen Uno-X skal etablere på Hvam. ➡



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm



MÅLSÄTTNING

”Scandinavian Hydrogen Highway Partnership (SHHP) förväntas utökas och utvecklas genom ett strukturerat samarbete inom ÖKS-regionen i Blue Move.”

Foto: Vätgas Sverige

Utveckling av Scandinavian Hydrogen Highway Partnership

Scandinavian Hydrogen Highway Partnership (SHHP) är ett partnerskap som arbetar för att göra Skandinavien till en av de första regionerna i Europa där vätgas används i ett nätverk av tankstationer.

Förutom att få tankstationer på plats arbetar SHHP med att få vätgasdrivna fordon till regionen och användare av dessa. SHHP koordineras av de skandinaviska organisationerna Norsk Hydrogenfo-

rum, danska Brintbranchen och Vätgas Sverige.

SHHP bildades 2006 som ett nätverk av intressenter av vätgas för infrastrukturutbyggnad. Initiativet stödjer en gammal tanke om en vätgasinfrastrukturkorridor genom Europa, från Italien till Norges västkust. Grupperingen har skapat ett särskilt gott samarbete med några av de biltillverkare som är föregångare med bränsle-cellsteknik och man har ett intentionsavtal med flera av dessa biltillverkare.

Under Blue Moves projektperiod har gruppen

tagit ett omtag och valt en ny styrelse som ska leda SHHP in i nästa steg för vätgas. SHHP har utökats från att ha varit ett skandinaviskt initiativ till ett komplett nordiskt partnerskap, med Island och Finland som nya medlemmar i gruppen. Styrelsen består numera också av två näringslivs-representanter från respektive land. Det finns intresse även från de Baltiska länderna att ansluta sig till gruppen inom en viss framtid.

SHHP deltar varje år i olika konferenser där man presenterar infrastrukturplaner och deltar i

HFC Nordic är en nordisk konferens som samlar internationell expertis inom vätgas och bränsleceller. Blue Move var medarrangör till 2016 års upplaga i svenska Sandviken.



standardiseringsarbete för vätgastankstationer. Man stödjer även styrmedelsprocesser för implementeringen av vätgas i transportsektorn. Man ger även biltillverkarna marknadsinput för hur bränslecellsbilar bättre kan integreras i de olika ländernas bilflottor.

Du kan läsa mer om SHHP på:
www.scandinavianhydrogen.org

Forretningsmodeller for produksjon, lagring og distribusjon av fornybart hydrogen

Interreg-prosjektet Blue Move har fokusert på økt bruk av fornybar energi som erstatning for fossile drivstoff i ØKS-regionen.

I *Mulighetsstudie for produksjon, industri, lagring og distribusjon av hydrogen* ser vi nærmere på hvilke produksjonsmetoder som er mest relevante i ØKS-regionen, relatert til tilgjengelig fornybar kraft. Videre beskriver rapporten hvordan hydrogenet kan anvendes utover veitransport, og på hvilken måte det kan ha betydning for veitransport at det også kommer andre anvendelsesområder.

Hensikten med rapporten har vært å gi et underlag for politikere, byråkrater og næringsliv til å fremme bruk av hydrogen produsert på bakgrunn av fornybar energi, samt bidra til at det utvikles nye forretningsmodeller innenfor verdikjeden produksjon, lagring og distribusjon av hydrogen. Utover dette er det vårt håp at rapporten også vil gi leseren et overordnet innblikk i hvordan hydrogen kan produseres, lagres og distribueres, samt hvilke muligheter man har for anvendelse av hydrogen industrielt, til mobilitet og i stasjonære applikasjoner.

13 case-beskrivelser

Hydrogenets potensial som en bærekraftig energibærer i ØKS-regionen er konkretisert gjennom 13 case-beskrivelser. Totalt sett omfatter case-beskrivelsene hele verdikjeden

for hydrogen fra produksjon til lagring og distribusjon. Sånn sett gir beskrivelsene et godt bilde av mulighetsrommet for bruk av hydrogen i regionen generelt og for anvendelse av hydrogen fra fornybare energikilder spesielt. Utvalgte case-beskrivelser er imidlertid ikke ment som noen uttømmende liste men snarere et ønske om å gi leseren et underlag til inspirasjon for utvikling av nye forretningsmodeller.

For å hjelpe leseren er det benyttet fargekoder for å angi casenes teknologiske modenhet,

kostnad, tidsperspektiv og relevans for ØKS-regionen. I og med at rapporten er ment som et underlag og til inspirasjon for videre arbeid har vi tatt med case med til dels svært varierende status/modenhet i håp om at noen der ute skal få en god idé til en fremtidig lønnsom og bærekraftig forretningsmodell innenfor tematikken fornybart hydrogen.

Hva som vil være den mest lønnsomme måten å produsere hydrogen på vil avhenge av en rekke forhold. Gjennom *Mulighetsstudie for produksjon, industri, lagring og distribusjon av hydrogen* har vi pekt på noen av dem.

Vår intensjon har vært å gi et nyttig bidrag til de som ønsker å se nærmere på muligheter for produksjon, lagring og distribusjon i sitt nærrområde.



Rapporten kan lastes ned på www.scandinavianhydrogen.org/blue-move



Foto: Renova

energiåtervinning

I **avfallskraftværmeverk** omvandlas brännbart avfall från hushåll och verksamheter till värme och el. Men förbränning av avfall är ofta marginellt lönsamt eftersom avfall inte kan lagras längre perioder utan behöver tas om hand fortlöpande.

Vanligvis används stora mängder fossil energi vid uppstart av värmepannor och när temperaturen i förbränningskammarna sjunker under en viss temperatur. Här jobbar Blue Move med en studie som undersöker ekonomiska och tekniska modeller där den fossila energin byts ut mot vätgas framställd av anläggningens egna förnybara källor.

– Vad vi gör är att titta på en lösning som gör det ekonomiskt fördelaktigt att komma bort från en förbränning som ger stora koldioxidutsläpp. Här ser vi en stor potential för användningen av vätgas på energiåtervinningsanläggningar i regionerna kring Öresund, Kattegatt och Skagerrak, säger Jon Eriksen, projektledare på Kunnskapsbyen Lillestrøm.

Studien som genomförts av Hystorsys har undersökt Norges största anläggning för energiåtervinning på Klemetsrud utanför Oslo, där bränn-

bart avfall omvandlas till grön el och fjärrvärme. Studien omfattar två modeller; en basmodell där vätgas används för eget bruk inom anläggningen och en modell där vätgasstrukturen även inkluderar en tankstation med kapacitet för 20 bussar.

– Vi kan se att lönsamheten i att byta ut fossil energi mot vätgas är tätt knuten till i vilken omfattning man väljer att använda vätgasen. Ekonomiskt ser vi en fördel för en utbyggd infrastruktur, men även om vätgasen bara används inom anläggningen innebär det en reduktion av koldioxidutsläpp motsvarande 1 250 liter eldningsolja om dagen, säger Jon Eriksen. ■

Kontaktperson, Blue Moves arbeidspaket "Produktion, distribution och lagring"



Jon Eriksen
Kunnskapsbyen Lillestrøm
jon@kunnskapsbyen.no



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm

en tankstation blir till

Malmö, som haft en tillfällig vätgastankstion fram till sommaren 2016 arbetar på att få en ny, permanent station på plats.

– Nu är det på gång inom Blue Move. En avsiktsförklaringen mellan Region Skåne, Malmö Stad och Air Liquide att arbeta for en ny vätgastankstation antogs i den regionala utvecklingsnämnden. Det gjorde att interessen ökade från Hyundai och Toyota som vill leverera bilar, säger Ola Solér, miljöstrateg på Region Skåne.

För att den nya vätgastankstationen ska kunna öppna behövs femton fordon. Här arbetar Region Skåne med två spår. Dels att intressera offentliga organisationer för de emissionsfria bilarna, dels att använda Toyota och Hyundais redan upparbetade försäljningskanaler för att introducera bränslecellsmodellerna för privata aktörer som kan tänkas vilja köra en sådan bil när en tankstation finns på plats.

Parallellt med arbetet att söka intressenter till de fordon som behövs pågår sökandet efter en lämplig bit mark i Malmö som ska passa aktörer likt Air Liquide.

– Att hitta en lämplig bit mark är en utmaning. Den ska helst vara synlig längs med yttre ringvägen och den ska passa med anslutningsvägar. Men jag är optimistisk, säger Ola Solér.

Ambitionen är att en tankstation ska kunna etableras permanent.

– Runt om i Europa växer infrastrukturen för vätgas i snabb takt. När den nya tankstationen står på plats i Malmö kan du tanka upp din bil och sedan köra hela vägen ner till Medelhavet, säger Ola Solér. ■

Kontaktperson, Blue Moves arbetspaket "Affärsmodeller och strategier"



Ola Solér
Region Skåne
ola.soler@skane.se

Etablering og drift av infrastruktur for hydrogen

Internasjonale, nasjonale, regionale og lokale rammevilkår, strategier og tiltak er avgjørende for å gjøre transportsektoren utslippsfri.

Gjennom Blue Move er det utarbeidet en rapport som nettopp beskriver slike rammevilkår og strategier og gir en rekke eksempler på tiltak/ hva man kan gjøre på lokalt og regionalt nivå for å fremme utslippsfri transport. Rapporten gir også eksempler på forretningsmodeller for bruk av hydrogen til transport før det oppsummeres i konkrete forslag til strategiske veivalg og en oversiktlig sjekklister for kommuner som ønsker å legge til rette for utslippsfri transport.

Hensikten med rapporten har vært å hjelpe både offentlige og private aktører til å lykkes med introduksjon av hydrogen til transport. Arbeidet må skje i et samspill mellom det offentlige og næringslivet. Kommuner og fylker/regioner har en viktig rolle som premissgiver og tilrettelegger, men også i å gå foran som anvender av hydrogen til egne kjøretøy og i kollektivtransport. Videre kan offentlige aktører gjennom sin innkjøpsmakt drive utviklingen i ønsket retning ved å etterspørre bruk av utslippsfrie drivstoff. Det private næringslivet har en viktig rolle i å bygge og drive infrastruktur, og til å anvende hydrogen som drivstoff i personbiler og til nyttetransport.

en rød tråd i disse strategiene; for at EU skal nå sine målsettinger må hvert land sette egne mål. For at de nasjonale målene skal nås må det skje tiltak på lokalt og regionalt nivå. Rapporten tar for seg de nasjonale rammevilkår og strategier i Sverige, Danmark og Norge. Det viser seg at det er stor variasjon i hvilke virkemidler som benyttes i de ulike skandinaviske landene for å fremme utslippsfri transport. Videre gir rapporten en rekke eksempler på regionale og lokale strategier, handlingsplaner og tiltak.

10 veivalg

Avslutningsvis gir rapporten noen praktiske råd for hvordan få mer hydrogen på veiene. Her gis det 10 veivalg på et litt overordnet nivå for hva man bør satse på og hvordan. Videre presenteres en konkret sjekklister for kommuner på 10 punkter. Kommunene har en viktig rolle gjennom å omstille egen kjøretøyflåte og legge til rette for at kommunens næringsliv og innbyggere kan kjøre utslippsfritt.

Det er vårt mål at rapporten vil inspirere både offentlige og private aktører til å planlegge og gjennomføre konkrete tiltak for å øke anvendelsen av hydrogen til transport og gjennom det nå sine mål om reduksjon av klimagassutslipp.



Rapporten kan lastes ned på
www.scandinavianhydrogen.org/blue-move

Fra EU ned til lokalt nivå

Rapporten beskriver mål, rammevilkår og strategier for reduksjon av klimagassutslipp fra transport på EU-nivå og ned til lokalt nivå. Det er

Sjekkliste for kommuner

Denne sjekklisten skal være et verktøy for kommuner som ønsker å legge til rette for utslippsfri transport i sin kommune. Det gjelder både for omstilling av egen kjøretøyflåte til utslippsfrie kjøretøy, og for å legge til rette for at næringsliv og innbyggere kan kjøre utslippsfritt.

1 KARTLEGG KOMMUNENS BEHOV VS. TILGJENGELIGE KJØRETØY

Kommunen bør som første punkt vurdere hvilket behov den har for ulike typer kjøretøy. Det kan gjerne kategoriseres i personbiler, lette varebiler, lastebiler og arbeidsmaskiner (traktorer, feiebiler etc.). Kartleggingen bør si noe om bruksområdet, årlig og daglig kjørelengde, krav til kjøretøyet (for eksempel lastekapasitet) krav til fylletider etc. Ut fra dette kan man se potensialet for å omstille til utslippsfrie kjøretøy. Denne kartleggingen bør også se på tilgjengelig infrastruktur og hvilket behov man eventuelt vil ha for hydrogenstasjoner og ladeinfrastruktur framover.

2 KARTLEGG VIKTIGE TRANSPORTMØNSTRE I KOMMUNEN

Kommunen bør identifisere hvordan transporten i kommunen typisk skjer, og hvordan denne henger sammen med omkringliggende kommuner. Dette er viktig for å vurdere hvor det er naturlig å lokalisere infrastruktur, samt å finne hvilke tiltak som vil være mest effektive gitt næringslivets, innbyggernes og kommunens eget transportbehov.

3 KARTLEGG HVA TILGRESENDE KOMMUNER OG REGIONER GJØR

Transport er grenseoverskridende. Det er viktig at kommuner og regioner samarbeider om tiltak slik at man fremmer mulighet for bruk av utslippsfrie kjøretøy i en større region og i transportkorridorer. Her bør man kartlegge omgivelsenes arbeid og identifisere mulige samarbeidspartnere blant kommuner, fylker og over landegrenser.

4 IDENTIFISER VIKTIGE AKTØRER I EGEN KOMMUNE

Tiltak for omstilling til utslippsfri transport krever et samarbeid mellom offentlige og private aktører. Det er derfor viktig å identifisere hvilke aktører i kommunen som kan være samarbeidspartnere. Det kan være bedrifter, forskningsinstitutter, utdanningsinstitusjoner og private organisasjoner. Noen kan bidra med kompetanse i utforming av tiltak, andre kan være sentrale aktører i gjennomføringen.



Den unike hydrogenvarebilen Renault Kangoo Maxi ZE-H2 går til daglig som postbil i Skedsmo kommune.

Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm

5 IDENTIFISER LOKALE MULIGHETER FOR ALTERNATIVE DRIVSTOFF

I noen kommuner finnes særskilte fortrinn for å produsere, lagre eller bruke ulike alternative drivstoff. Noen har bioressurser som kan benyttes til å produsere biogass og hydrogen, noen har vannkraft som kan benyttes til billig produksjon av hydrogen, mens andre igjen kanskje har strøm fra solceller som kan benyttes til opplading av el-biler. Ved å utnytte lokale fortrinn for produksjon av drivstoff kan man også bidra til lokal verdiskaping og nye arbeidsplasser.

6 IDENTIFISER TILGJENGELIGE VIRKEMIDLER

Omstilling til utslippsfri transport er høyt prioritert i EU, nasjonalt og regionalt. Det finnes derfor en rekke tilgjengelige økonomiske virkemidler som kommunene kan benytte seg av for gjennomføring av tiltak. Det er viktig å kartlegge nasjonale strategier og tilgjengelige virkemidler når man utarbeider egne tiltak, slik at det kan være mulig å søke om støtte til gjennomføringen av disse.

7 SIKRE AREALER FOR ETABLERING AV INFRASTRUKTUR

De siste års erfaring viser at areal for etablering av infrastruktur er en vesentlig utfordring for omstilling til utslippsfrie drivstoff. Spesielt gjelder dette i urbane strøk. Et av de viktigste tiltakene kommunen kan gjøre er å sikre tilgjengelighet til relevante arealer for energistasjoner, og legge til rette for effektiv regulering. Lokaliseringen må være slik at den understøtter de viktige transportmønstrene som er identifisert. Dette vil stimulere private aktører til å etablere energistasjoner i kommunen.

8 ETABLERE STRATEGI FOR UTSLIPPSFRIE KJØRETØY OG INFRASTRUKTUR

Når de første syv punktene er gjennomført har man et godt underlag for å utarbeide en strategi for utslippsfrie kjøretøy og tilhørende infrastruktur. Omstillingen til utslippsfri transport krever langsiktig arbeid og samarbeid. Det er derfor viktig at kommunen vedtar en slik strategi og at den viser at man tenker langsiktig. Det vil gi næringsliv og innbyggere trygghet for å gjøre de nødvendige investeringer i infrastruktur og kjøretøy.

9 LAG EN HANDLINGSPLAN MED TYDELIGE MÅL OG TILTAK

Strategien bør følges opp med en handlingsplan som beskriver konkrete tiltak kommunen skal gjøre alene og sammen med andre. Her vil anskaffelse av egne kjøretøy og andre tiltak som vedrører kommunens drift inngå, sammen med tiltak som skal bidra til omstilling også hos næringsliv og innbyggere. Handlingsplanen bør rulleres/oppdateres årlig eller hvert andre år, slik at man kan ta høyde for den raske utviklingen som skjer innen infrastruktur og tilgjengelige kjøretøy.

10 INVOLVER NÆRINGS LIV OG INNBYGGERE

Synlighet og tydelighet er viktige stikkord for å lykkes med omlegging til utslippsfri transport. Kommunen må kommunisere sine ambisjoner, mål og tiltak på en slik måte at det motiverer næringsliv og innbyggere til å delta i omstillingen. God kommunikasjon kan være med å gjøre kommunens mål til innbyggernes mål. Klarer kommunen å skape engasjement og stolthet blant næringsliv og innbyggere er mye gjort!

Vätgas på vägarna: 10 vägval

1 KLUSTER FÖRE KORRIDORER

EU:s alternativbränsledirektiv fokuserar starkt på utvecklandet av korridorer där det ska gå att tanka vätgas. Det är i linje med tidigare initiativ som Hydrogen Highway i Norge och i Kalifornien. Detta korridorstänk blir säkert mycket relevant för att vätgas ska slå igenom som transportbränsle, men först efter att lokala flottor har uppstått inom utvalda kluster där tillräcklig infrastruktur har byggts upp. Det blir därefter logiskt att låta korridorerna uppstå som ett sätt att förbinda klustren. Industriella synergier och nya arbetstillfällen kan då också lättare uppstå.

2 INDIVIDUELL BILFÖRSÄLJNING SENARE

Flera vätgasprojekt har betonat vikten av att "vanliga människor" eller nybilsköpare ska välja vätgasbilar. Men de jämförbara fördelarna med vätgaslösningen är mer övertygande för flottor som till exempel taxi eller kommunala bilar, där hög körsträcka och låg acceptans för långa laddningstider gör andra typer av elbilar mindre attraktiva. Det är också mycket lättare för exempelvis taxi att ställa om till vätgas inom en klustermethodik än det är för privatpersoner. När vätgas väl slagit igenom i utvalda segment, kan det lättare slå igenom generellt, eftersom det kommit ut fler fordon, etablerats fler tankstationer och priserna rimligen sjunkit jämfört med om privatpersoner är "first movers".

3 REGIONALA BUSSAR SNARARE ÄN LOKALA

Några kommuner har provat vätgasbussar för stadstrafik som ett första försök med utsläppsfria bussar. Eftersom batteritekniken har utvecklats ser vi att vissa städer med välutvecklade kraftnät väljer batteridrivna bussar för stadstrafik och vätgasbussar för regionala rutter. Oslo-Akershus är ett exempel. Vätgas ger tydligare fördelar

när avstånden är längre än vad som kan täckas genom snabb laddning vid slutstationer eller en nattlig laddning av bussarna. Eftersom det finns begränsat med kommersiellt tillgängliga vätgasbussar för regionala rutter, kräver denna insikt stöd för marknadsutveckling.

4 DÄR ELNÄTET ÄR SVAGT SNARARE ÄN STARKT

Vid byte till en mer flexibel elproduktion kommer kraven på elnätet att bli högre och inte alla delar av de nordiska länderna är redo för detta. Om nätet är bristfälligt är vätgasens balanseringspotential särskilt intressant, vilket alltifrån storstäder som London till väl avgränsade områden som norska Svalbard och svenska Gotland kan vara exempel på.

5 STÄDER SNARARE ÄN STATER

EU betonar medlemsstaternas roll i omställningen bland annat genom alternativbränslestrategin, där regioners och städers roll knappt alls finns med. Men utvecklingen visar att det är städer eller kommuner som är pådrivande i omställningen till vätgas, ofta i nära samverkan med det lokala näringslivet. En starkare betoning av städer underlättar också samarbeten dem emellan, i regionala kluster över nationsgränserna.

6 SAKTA SLÅR IBLAND SNABBARE

En viktig del av bränslecellsfordonets fördel jämfört med batterielfordon ofta är den snabba tanktiden, men en längre tankningstid för vätgas kan vara acceptabel i specifika tillämpningar. Eftersom det höga bränsletrycket är en stark kostnadsdriver, inte minst för kylningsbehovet, kan kostnaderna minskas där en tankningstid på uppemot



Räckviddtest av Toyota Mirai.

Foto: Kunnskapsbyen Lilleström

45 minuter kan godtas. Detta kan vara fallet till exempel för byggsektorn, vars fordon kan tankas under lunch, och för kollektivtrafik, där många gasbussar redan fylls på natten vid lågt tryck.

7 SOM EN DEL AV BEV - INTE I STÄLLET FÖR

Elbilar med bränsleceller och elbilar med batterier ses ofta som konkurrenter, men bränslecellen kan också ses som ett sätt att hjälpa elbilar med batterier att vara mer relevanta i tillämpningar där den långa laddningstiden och den begränsade räckvidden annars upplevs som ett hinder. Med bränsleceller som räckviddsförlängare kan både mindre transportfordon och tunga lastbilar elektrifieras och behovet av tunga och miljömässigt tvivelaktiga stora batterier kan minskas.

8 DÄR ELEKTRIFIERING INTE ÄR MENINGSFULL

Inom järnvägssektorn har hittills tåglinjer antingen elektrifierats eller körts på diesel. Det är miljömässigt nödvändigt att elektrifiera fler tåglinjer, men det kommer ofta inte vara ekonomiskt rimligt, och i vissa områden är elektrifiering svårt av geografiska skäl. Med vätgas kan tåget bli utsläppsfritt utan behov av elektrifiering, och samma tåg kan användas både på elektrifierade och andra banor.

9 SOM ETT SÄTT ATT EXPORTERA EL OCH SKAPA AFFÄRSUTVECKLING

Flera länder, däribland Sverige och Danmark, har stora och ökande andelar el från sol, vind och i viss mån vattenkraft. Därtill har nu blant anna Sverige en elproduktion som på årsbasis överstiger förbrukningen. Eftersom elnätet mellan länder fortfarande är ganska dåligt utvecklat, med stort motstånd från många EU-länder till EU-kommissionens upprepade efterfrågan av ökad överföringskapacitet, måste el lagras. Om elen lagras i vätgas, kan den också lätt exporteras. Det är då också möjligt att producera metanol eller ammoniak för export. Klimatnyttan kan vara stor om elen exporteras till länder med höga utsläppsnivåer, såsom Polen.

10 VAR ÅTCÄRDEN ÄR, SNARARE ÄN DÄR EXCEL-FILEN VILL ATT DEN SKA VARA

Vätgas som transportbränsle är nu ganska väl etablerat inom vissa delar av Norden, men obefintligt i andra. I Norge är tillgängligheten bäst i Oslo-regionen, medan marknadsledande i Sverige är de mindre uppenbara platserna Sandviken och Mariestad. Eftersom denna utveckling baseras på lokal entusiasm och drivkraft, bildar denna typ av kluster en bättre grund för vidare expansion och snabbare lönsamhet än någon teoretiskt utvecklad strategi kring var den lämpligaste utbyggnaden sker.

Regionala och nationella ramvillkor

För att affärsmodeller ska bli framgångsrika krävs både att antalet fordon ökar, och att ramverk och styrmedel utformas på ett sätt som gynnar långsiktig utveckling och lönsamhet. Blue Moves rapport om ramvillkor och strategier visar på stora skillnader i de skandinaviska länderna och regionerna, varav några kan utgöra hinder för utvecklingen för vätgas i transportsektorn.

Erfarenheter visar att internationella och nationella ramvillkor och styrmedel är oerhört viktiga för transportutvecklingen på regional och lokal nivå. Rapporten visar att delar av ett land kan ha större ambitioner än de nationella planerna och som därmed inför egna strategier, handlingsplaner och aktiviteter för att uppnå ett högre tempo på utveckling. Exempel på det finns i såväl Sverige som Norge och Danmark, och även om bevekelsegrunderna för engagemanget varierar över landsgränserna, så har man liknande behov av stöd för förändringen.

Strategier, handlingsplaner och aktiviteter

Strategier, handlingsplaner och aktiviteter hänger ihop. Därför kan man tänka sig en hierarki (se figur nedan), där strategier ger mål och

Strategi

Mål och syfte med vad som ska uppnås

Handlingsplan

Beskrivning hur uppsatta mål ska nås

Verktyg

Konkreta aktiviteter som ska genomföras

Förhållande mellan strategi, handlingsplan och verktyg.

vägledning för utveckling av handlingsplaner som i sin tur beskriver hur mål ska uppnås. Rent konkret handlar det om behovet av underlag för diskussion kring frågeställningar, behov, förslag till aktiviteter och omfattning av styrmedel.

Varierande tidsperspektiv

Ofta ser tidshorisonten olika ut för de olika delarna. Strategier är gärna långsiktiga, med fem- till tioårshorisont. Handlingsplaner och aktiviteter beskriver ofta två till tre års perspektiv. De blir därmed mer verklighetsnära, vilket behövs, då den politiska kontexten kring klimat- och miljöforskning samt teknologin inom vätgas och bränsleceller för transport och energiområdet ändras snabbt. Det gör det också svårt att förutsäga hur man ska nå strategins mål. Samtidigt finns det exempel där planerade aktiviteter och styrmedel är långsiktiga, som med den generösa norska avgiftsfriheten för vätgasfordon fram till 2025 eller målet att sätta 50 000 elbilar på vägen (ett mål som uppnåddes några år före utsatt tid).

Rapporten Ramvillkor och strategier för vätgas i transportsektorn beskriver exempel på relevanta strategier, handlingsplaner och aktiviteter som är tänkta att främja användningen av vätgas inom transport i Öresund-Kattegatt-Skagerrak-området. Listan är inte på något sätt uttömmande utan ska snarare ses som goda exempel på arbetet som sker lokalt och regionalt. De visar också på de skillnader som finns i ÖKS-regionen som helhet. Nivåer och ambitioner varierar mycket från plats till plats, så se exemplen som underlag för inspiration, diskussion och kunskapsdelning. Det finns checklistor och handfasta tips. Så kan exemplen få utgöra bästa praxis idag och förhoppningsvis vara till nytta för andra regioner och länder som önskar att se vilka möjliga villkor och styrmedel som måste utvecklas.

Blue Moves slutkonferens satte fokus på europeiskt samarbete. →



Kompetensutveckling för skolor och gymnasier

Blue Move har tagit fram ett utbildningsmaterial riktat mot elever på högstudier, gymnasier och yrkesutbildningar.

Totalt har ca 80 lärare deltagit i de 12 kurstillfällena som givits i Sverige och Norge. Lärarna har sedan fått låna med sig utrustning och material till egna elever och har på så sätt kunnat fördjupa och konkretisera undervisningen om vätgas i sina skolor. Kommunikationen kring aktiviteterna har riktat sig till Science Center, energikontor och kommuner i regionen som visat intresse för vätgas. Inköpt material har också visats upp på utvalda konferenser och events. Utbildningstillfällena och användningen av materialet har utvärderats genom enkäter till lärare och elever.

Ett särskilt upplägg har tagits fram för utbildningar för fordonsprogram. Blue Move har här sökt samarbete med gymnasieskolor och bilfirmor för att bidra till att elever ska ges en introduktion om reparation och service av vätgasbilar.



I utbildningsmaterialet ingår

- Lärarhandledning
- En film om vätgas på svenska och norska
- Power Point-presentation om vätgas
- Plansch med systembild för vätgas
- Övningsblad med tillhörande material för tillverkning och användning av vätgas



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm

Blue Move satsar på utbildning för nästa generation bilister och fordonstillverkare.



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm

lär dig mer om vätgas!

För att öka kompetensen om vätgas som ett viktigt alternativ för att nå en fossiloberoende fordonsflotta har Blue Move tagit fram olika utbildningspaket. I Sverige vänder sig utbildningen till svenska högstadielärare och ges av Kommunförbundet Skåne.

I utbildningen ligger fokus på hur vätgas används som bränsle för fordon med enbart vatten som utsläpp. Efter utbildningen får läraren möjlighet att låna ett paket med komplett utbildningsmaterial för elevundervisning i ämnet. Undervisningen faller där in under läroplanen för högstadielevener som innehåller arbetsområden såsom alternativa drivmedel, klimatförändringar, olika sätt att lagra energi samt användning av energi- och naturresurser.

Utbildningen täcker kunskapsområden inom geografi, teknik, fysik och kemi.

Blue Move-utbildningen har en teoretisk och en praktisk del. Läraren får tillgång till en Power Point-presentation där vätgastekniken presenteras, en plansch över vätgassystemet och en film som berättar om vätgas ur ett skandinaviskt perspektiv. Till paketet hör en lärarhandledning, övningsblad och ett övningsmaterial där eleverna får tillverka vätgas som de sedan kör miniatyrvätgasbilar på. Tillverkningen sker dels med hjälp av solceller, dels med hjälp av att veva en vev.

– Första mötet med vätgastekniken är en spännande upplevelse. "Finns bilarna på riktigt?" är en vanlig fråga. Och så skrattsalvorna när vi inleder tävlingsmomentet att tillverka vätgas och det tunga vevandet med vevarna sätter igång, säger Anna Tibbelin, projektledare på Kommunförbundet Skåne.

Under utbildningen får eleverna experimentera med tillverkning och användning av vätgas som drivmedel.

– Vi är övertygade om att utbildningen kommer att väcka intresset för vätgas både hos lärare och elever. Förhoppningen är att de som genomgår utbildningen ska uppfatta vätgasfordon som ett säkert och miljövänligt val av fordon och att det ska väcka intresse inför utbildnings- och yrkesval, säger Anna Tibbelin. ■

Kontaktperson, Blue Move Utbildning



Sverige:
Anna Tibbelin
Kommunförbundet Skåne
anna.tibbelin@kfsk.se



Norge:
Jan Carsten Gjerløw
Kunnskapsbyen Lillestrøm
jan@jcgjerlow.no

En nullutslippsbil x 3

Skedsmo kommune har gjennom Blue Move vært med på å ta frem den unike 100% elektriske hybride varebilen Renault Kangoo Maxi ZE-H2 med 700 bar tanksystem.

Hydrogenvarebilen Renault Kangoo ZE-H2 er basert på en standard Skandinavisk batteri-Kangoo forsterket med rekkeviddeforlenger i form av et «hydrogen kit» bestående av brenselceller og en 700 bar hydrogentank. Bilen er altså for en 100% elektrisk plug-in hybrid å regne egnet for nordiske forhold.

Bredt samarbeid

Hydrogenvarebilen ble avduket av Skedsmo kommunes ordfører Ole Jacob Flæten sammen med salgsdirektør Pierre Dodu i Symbio FCell, under Forskningstorget på Lillestrøm kultursenter.

– Nå har vi fått en elbil som er skreddersydd for varetransport og som har alle hydrogenbilens fordeler, som lang rekkevidde og god kupevarme. Dette er verdens første hydrogenbil på grønne skilter, sa Flæten.

Flæten trakk også fram det unike i at varebilen er gjort kompatibel med de fyllestasjonene som

benyttes av alle andre hydrogenbiler i Skandinavia. Dette er en oppgradert versjon av den franske modellen som har et hydrogentrykk på 350 bar. Skedsmo-utgaven er bygget for 700 bar, og er dermed kompatibel med den internasjonale standarden som benyttes på alle hydrogenstasjoner i Nord-Europa.

Nullutslippskommune

Med Kongoo-varebilen har Skedsmo tilsammen tre hydrogenbiler i daglig drift i kommunen.

– Vi har jobbet med hydrogen i mange år.

Hydrogen er fantastiske greier, som lar oss bruke energi på en så ren måte som mulig. Vi kjører ren hydrogengass inn og får tre ting ut: strøm, varme og vann – helt rent! Mens den rene batterielektriske Kangoo ZE er utstyrt med «ekstra varmeapparat» drevet av diesel eller biodiesel henter hydrogenvarebilen Kangoo ZE-H2 kupevarmen fra brenselcellen. Denne nye varebilen er derfor en nullutslippsbil ganger tre, sa Flæten.

Avduking av hydrogenvarebilen ved ordfører i Skedsmo kommune, Ole Jacob Flæten, og salgsdirektør Pierre Dodu i Symbio FCell.



Foto: Kunnskapsbyen Lillestrøm



Foto: Kaimar

klimate smarta tunga fordon

Det finns en stadig ökad efterfrågan på noll-emissionsfordon inom verksamheter för anläggning, logistik och gruvor. I projektet Blue Move genomfördes därför en behovsstudie och en teknikkartläggning av arbetsmaskiner med rekommendationer för fortsatt utveckling eller inköp av arbetsfordon med nollemissionsteknik.

– För utsläppsfria arbetsmaskiner och eldrivna verktyg är det idag främst batteridrift som gäller, men en lösning med bränsleceller kan vara ett alternativ för de större tillämpningarna. Det experimenteras med vätgas som energibärare och steget från en elektrifierad produkt med batteri till bränslecell är inte så långt som från förbränningsmotor till eldrift, säger Anna Cornander, projektledare på RISE Säkerhet & transport/Elektronik.

Intresset från deltagande kommuner blev så stort att arbetet påbörjades med att ta fram en avsiktsförklaring där kommuner kan skriva under på att de vill köpa in emissionsfria arbetsfordon.

Föreningen Tunga fordon inom RISE samlar världsledande tillverkare inom skogsmaskiner, tung materialhantering och anläggningsmaskiner. Karin Nilsson är verksamhetschef.

– Vi har visat på den kundkraft som finns.

Kommuner är en stor kundgrupp med högt satta miljömål och för att ställa om till emissionsfri drift behöver inte bara bilar bytas ut, utan varena gräsklippare, snöslunga, häcksax och alla andra bränsle drivna redskap. Det finns med andra ord en stor potential för tillverkarna, säger Karin Nilsson.

Intresset för utsläppsfria byggarbetsplatser i Norge har lett till att flera av partners i Blue Move-projektet nu samlats för att se på hur man rent konkret kan bidra till såväl kravställande som upphandling och utveckling av system för nollemissionsfordon på byggarbetsplatser. ■

Kontaktperson, Blue Moves arbetspaket "Bränslecellsfordon: test, utvärdering och behovsanalys"



Karin Nilsson
Verksamhetschef
Tunga fordon, RISE
karin.nilsson@ri.se

Test av energilagring med förnybar energi

Ett av Blue Moves pilottester är ett hus som är självförsörjande på förnybar energi året om med hjälp av vätgaslager. Huset har byggts med tillgänglig teknik från etablerade leverantörer.

Off-grid huset används som privathushåll och har system för solfångare, solceller, termisk och elektrisk energilagring, tillverkning av vätgas, vätgaslagring och bränsleceller för el och värme-produktion.

Till huset hör ett laddsystem för elfordon från solenergi, samt förberedelse för tankning av vätgasbilar. Alla energirörelser mäts och lagras kontinuerligt som underlag för utveckling av nya ner- eller uppskalade energisystem.

Ett boende försörjt av solen

Huset ger ett boende helt utan CO₂ avtryck från hushålllets energibehov eller bilkörande. För att uppnå det behöver energin komma från förnybar solenergi. En energibalansberäkning visade tidigt i processen att energilagring i batterier inte skulle räcka för en plats där det råder nordiskt vinterklimat flera månader om året. Den enda praktiskt genomförbara metoden för att fylla energibehovet var att flytta solenergi från

sommaren till vintern genom elektrolys av vatten till vätgas.

Befintlig teknik används

GreenHydrogen från Danmark har levererat elektrolysören, kompressorer och lösningar för vätgaslagring kommer från norska Hystorsys, och svenska PowerCell har levererat bränslecells-stackarna. Tillsammans utgör komponenterna huvudfunktionerna i ett energisystem som sattes samman av Parkudden Energi. Resultatet har blivit en fungerade metod att skala upp eller ner ett förnybart energisystem för olika behov och förutsättningar, där husets utförande kan kopieras i valfri storlek. Konstruktionen utgår från en lågenergikonstruktion av husets klimatskal. De tekniska analyser som gjorts visar att systemet även vid relativt låga serievolymmer som 250 anläggningar kan uppnå betydande kostnads-reducering.

Pilothuset har väckt stort intresse från en mängd olika aktörer och länder. Huset är ett levande exempel på att tekniken finns och fungerar för ett helt oberoende energisystem som drivs av solen året runt.

Hans-Olof Nilsson, Parkudden Energi, visar husets energisystem.



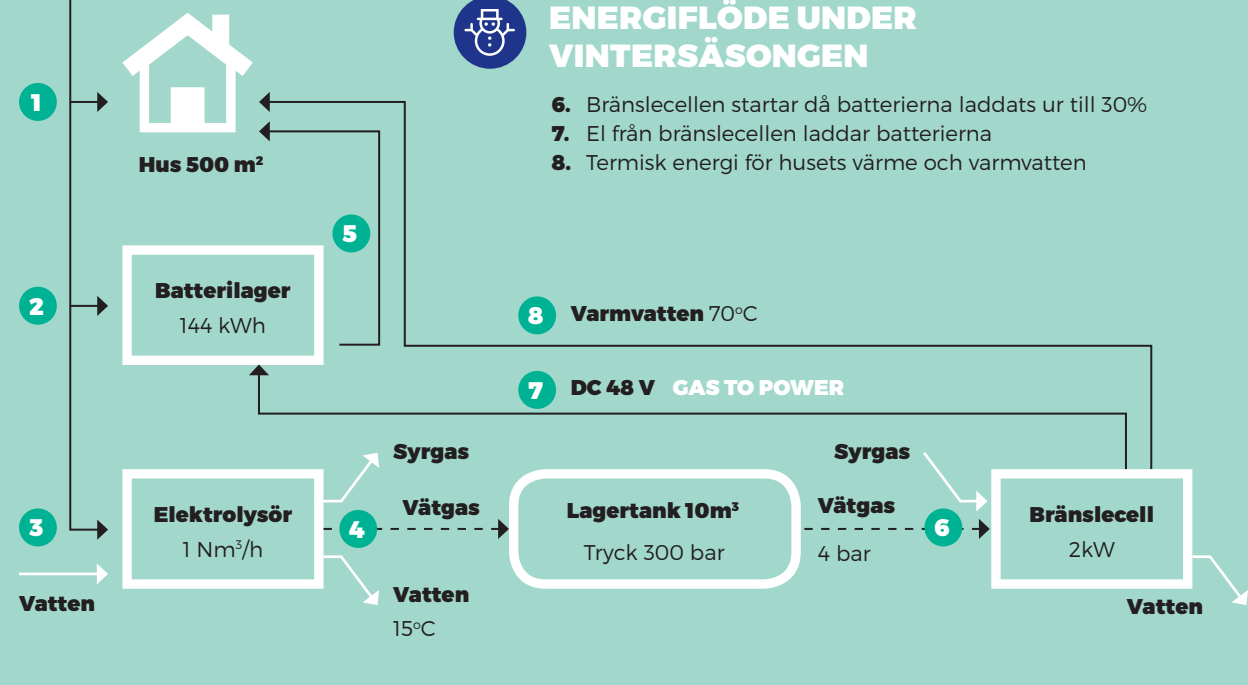
Foto: Kunnskapsbyen Lilleström



Foto: Kunnskapsbyen Lilleström

DRIFT ÅRET RUNT MED SOLENERGI OCH VÄTGASLAGRING

Solceller
23 kWp





*vätgas och
bränsleceller:*

**Framgångsfaktorer
för affärsmodeller**