



Vätgas
Delrapport

20 maj 2024

Karl Lindell

Innehåll

1 Inledning	2
1.1 Syfte	2
2 Teoretisk bakgrund	2
2.1 Ekonomi	2
2.2 Framställning av vätgas	3
2.3 Lagring av vätgas	3
2.4 Omvandling till el och värme	4
3 Källor	4

1 Inledning

Vätgas används idag som ett verktyg för att lagra och transportera energi och kan komma att spela en stor roll i industrins omställning till förnybart där vätgas har potential till att ersätta fossila bränslen. Vätgasen har även markant högre energiinnehåll per kilogram än batterier vilket gör den relevant inom fler sammanhang. Exempel på detta är att vätgasdrivna fordon, men den stora potentialen för vätgas ligger i användning av vätgas som energibärare för energisystem med förnybart producerad energi ("Hur fungerar vätgas?" 2023).

1.1 Syfte

Målet med denna delrapport är att ta fram data för vätgaslagring i syfte att undersöka möjligheter för småskalig energilagring.

2 Teoretisk bakgrund

Tillverkning av vätgas kan i dagsläget ske på flera sätt, det finns tre huvudsakliga metoder. Dessa metoder refereras ofta till som gråa, blåa och gröna metoder. Den gråa metoden baseras på ångreforming och går ut på att hetta upp fossilgas till 700-1100 grader Celsius med en katalysator av metall. Denna metod har fossilt ursprung och resulterar i stora koldioxidutsläpp. Den blåa metoden baseras på den gråa metoden men i processen inkluderas koldioxidinfångning. Nackdelar med denna metod är att det uppstår metanläckage, risker i samband med hantering av koldioxid och gemensamt för båda dessa metoder är att utvinningen av fossilgas är enormt miljöförstörande ((NSF)).

Den gröna metoden medför ingen av dessa konsekvenser, den utnyttjar elektrolys istället för ångreforming. El tillförs till en elektrolysör som spjälkar vatten till syre och vätgas. Denna metod är fossilfri och en bra metod för att omvandla ett överskott av el till lagrad energi (ibid.).

2.1 Ekonomi

Priset på en komplett vätgasanläggning kan variera mycket beroende på valet av komponenter, främst elektrolysör, lagringsmetod samt bränslecell. Idag bedöms en vätgasanläggning passande en gårds storlek kosta drygt fem miljoner kronor och vara kapabel till att leverera 7 000 kWh el plus lika mycket termisk energi i form av 65-70 gradig värme. Investeringskostnaden är hög, men ska man istället lagra lika mycket el i batterier kostar det upp emot 45 miljoner kronor Stork 2023.

2.2 Framställning av vätgas

Idag framställs endast fyra procent av all vätgas via elektrolys, resterande produceras av ångreforming då denna metod är signifikant mer industriellt väletablerad. Ångreforming kan däremot ej användas för att lagra förnybar energi på grund av dess krav på fossilgas, därav är elektrolysmetoden bättre lämpad för att lagra förnybar energi. Framställningen av vätgas inleds med att vatten och el tillförs till en elektrolysör. Elektrolysören består av en anod och en katod, vilka separeras av ett membran. Dessa komponenter spjälkas därefter vattnet när elektrisk energi tillsätts och det bildas vätgas och vattenånga (Sjödin 2023).

Det finns tre huvudsakliga kategorier av elektrolysörer, dessa är PEMEC (proton exchange membrane electrolysis cell), SOEC (solid oxide electrolysis cell) och alkaliska elektrolysörer. Alkaliska system och PEMEC är idag de mest kommersiellt gångbara systemen där PEMEC är av högst kostnad för anläggning men minst läckage. PEMEC har även bra dynamisk prestanda och kan hantera intermitterent eltilförsel vilket ofta är fallet med småskalig förnybar elproduktion. Alkaliska elektrolysörer är däremot billigare men drivs vid lägre temperaturer och kräver konstant energitillförsel. Elektrolysörer har även en generell verkningsgrad mellan 62 och 82 procent och livslängd mellan 9-och 15 år, de kommer därefter behöva bytas ut (ibid.).

2.3 Lagring av vätgas

Det finns tre i nuläget två tillgängliga metoder för att lagra vätgas, trycksatt gas och nedkylning till flytande form. Trycksatt gas är idag den mest kommersiellt gångbara metoden. Denna metod är säker och kostnadseffektiv samt har en hög verkningsgrad på 95 procent. Livslängden är ca 25 år för en vätgastank. Stålcylindrar är idag den mest välkända metoden men det produceras även komposit cylindrar som klarar högre tryck vilket ger högre energidensitet. Dessa byggs vanligtvis i glas eller kolfiber och medför markant högre tillverkningskostnader (ibid.).

Nedkylning och lagring av vätgasen i vätskefas resulterar i en högre energidensitet och är en signifikant mer komplex process. Den involverar en kombination av kompressorer, värmeväxlare, explosionsmotorer och strypventiler. Vätgasen kyls till -253 grader Celsius där vätgasen kondenserar, detta är väldigt energikrävande, energimässiga förluster uppgår från 25 till 40 procent. Lagringen av den nedkylda vätgasen ställer även höga krav på isolering och nedkylning för att minimera förluster i form av avdunstning och läckage. Detta i kombination med höga kostnader resulterar i att lagring av vätgas i vätskeform främst används till transport och rymd tillämpningar (ibid.).

2.4 Omvandling till el och värme

Förbränningen av vätgas för att skapa el och värme kan ske i bränsleceller alternativt bränsleturbiner. Dagens kommersiellt tillgängliga turbiner kräver en blandning av vätgas och naturgas och dess effektivitet beror på temperatur. Till skillnad från detta beror bränsleceller effektivitet på dess fysikaliska form. Bränsleceller omvandlar även den kemiska energin i vätgasen direkt genom elektrokemiska reaktioner, likt elektrolysören fast bakvänt. Den enda biprodukten av denna interna omvandlingsprocess är vattenånga (Sjödin 2023).

Det finns likt elektrolysörerna tre tillgängliga kategorier av bränsleceller, alkaliska, PEMFC (proton exchange membrane fuel cell) och SOFC (solid oxide fuel cell). Alkaliska bränsleceller är den tidigast utvecklade bränslecellen och används idag primärt på rymdfordon. På land används oftast PEMFC för vätgasdrivna fordon då bränslecellerna är små, kompakta och kostnads-effektiva. SOFC däremot används primärt för storskalig stationär lagring. SOFC bränsleceller drivs vid höga temperaturer och har därför snabb reaktionstid men har sämre energieffektivitet och livslängd än PEMFC som drivs vid lägre temperaturer. Den generella verkningsgraden ligger mellan 40 och 65 procent beroende på typ av bränslecell (Sjödin and Stenholm 2023). Livslängden däremot skiljer sig rejält mellan dessa två modeller, SOFC har en livslängd på 10- till 20 000 timmar medan PEMFC har en livslängd på 30 000 timmar (Carlson m. fl. 2021).

3 Källor

Referenser

- Carlson, A m. fl. (2021). "Utvärdering av Bränslecells-teknologier för sektorkoppling till fjärrvärme". I: *RISE*. URL: https://www.ri.se/sites/default/files/2022-05/HyCoGen-Utv%C3%A4rdering%20av%20br%C3%A4nslecells-teknologier%20f%C3%B6r%20sektorkoppling%20till%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rme_0.pdf.
- "Hur fungerar vätgas?" (2023). I: *Naturskyddsföreningen*. URL: <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vatgas/>.
- Sjödin S Stenholm, V (2023). "Jämförelse mellan energilagringstekniker, samt dimensionering av batterier och vätgaslagring i offgrid system med solceller". I: URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1765894/FULLTEXT01.pdf>.
- Stork, F (2023). "Så mycket kostar det med ett vätgaslager på gårdsnivå". I: *ATL*. URL: <https://www.atl.nu/sa-mycket-kostar-det-med-ett-vatgaslager-pa-gardsniva>.