

# Simuleringsmodell av Vätgasdriven Bränslecellsbil

Sara Sigfridsson

Institutionen för Reglerteknik, Lunds Tekniska Högskola

---

*Då vår tids miljöproblem växer i en rafflande takt och växthuseffekten utgör ett globalt hot, finns ett världsomspännande intresse av att utveckla mer miljövänliga drivmedel samt att ersätta traditionella förbränningsmotorer med elmotorer. Tekniken nådde härom året ytterligare en dimension då den första vätgasdrivna bilen släpptes på världsmarknaden. Med hjälp av en detaljerad datormodell av bilen och dess drivsystem kan den framtida utvecklingen av tekniken effektiviseras avsevärt.*

Genom att låta ett datorprogram räkna ut hur ett tekniskt system kommer att bete sig under vissa förutsättningar, istället för att bygga en fysisk modell och testa denna, har man möjligheten att spara mycket tid och pengar under utvecklingen. Oftast finns också behovet att veta hur mycket påfrestningar modellen tål att utsättas för eller vad som händer då någonting går fel. Att testa detta i en verklig enhet, till exempel i en kärnreaktor eller ett flygplan, skulle naturligtvis vara mycket dyrt och framför allt kunna få ödesdigra konsekvenser.

I detta examensarbete har en simulerbar modell av den vätgasdrivna bränslecells bilen Toyota Mirai tagits fram i programmeringsspråket Modelica. Detta språk är speciellt utformat för att göra beräkningar på och simulera tekniska system, exempelvis elektronik, robotar och fordon. Fysiken som avgör hur modellen beter sig i varje ögonblick beräknas och kan smidigt studeras i olika diagram.

Bilens bränsleceller drivs av vätgas som reagerar med luftens syre och bildar vatten, elektricitet och värme. Elektriciteten leds vidare till motorn, men överskottet kan också lagras i ett batteri. På samma sätt kan extra energi tas från batteriet vid accelerationer. För att nå

tillräckligt hög spänning i bränslecellen, har ett stort antal celler seriekopplats i en stack.

Arbetet har i första hand fokuserats mot stacksystemet samt energiöverföringen från detta till motor och batteri. Stacksystemet är utrustat med vätgasförsörjning, en kompressor som matar in tillräckligt mycket syre i stacken, samt ett kylsystem med värmeväxlare. Den är också försedd med en luftfuktare, eftersom fukt behövs i bränslecellen för att denna ska fungera optimalt.

Elektroniken innehåller bland annat två transformatorer, som transformerar upp respektive ner spänningen, beroende om den ska till motor eller batteriet. En likströmsmotor har använts i modellen och batteriet är uppladdningsbart.

För att kontrollera så att modellen uppför sig som det är tänkt, har den validerats och körts i olika körcykelprogram som avspeglar förhållanden till exempel vid motorvägskörning eller stadskörning.

Modellen är anpassad efter Toyota Mirai så långt det är möjligt och ger realistiska resultat, trots att vissa delar av systemet förenklats, för att simuleringen ska gå snabbare. Den kan med fördel användas för att testa och jämföra olika inställningar på till exempel interna och externa temperaturer, luft- och bränsletryck i stacken samt fukthalten i luften. Modellen kan även mäta energikonsumtionen i den elektriska hjälp-utrustningen i motorn, t ex kompressorn, samt beräkna verkningsgraden under olika förhållanden.

Modellen kommer att integreras i ett befintligt, kommersiellt bränslecellsbibliotek, vilket är en samling av modeller och komponenter. Den kommer också att marknadsföras mot intressenter inom fordonsindustrin som önskar effektivisera sin utveckling.