

Konsekvenser av elektrifiserad fordonstrafikk

Per Kågeson

Nature Associates

Elma 2018-11-26



**Nature
Associates**

Olika former av elektrifiering

- Battery Electric Vehicle (**BEV**)
- Plug In Electric Vehicle (**PHEV**)
- Fuel Cell Electric Vehicle (**FCEV**)
- Eldrift med kontaktledning (konduktiv överföring)
- Eldrift genom induktiv överföring
- Olika kombinationer av dessa alternativ





Konsekvenser av elektrifiering

- Energiåtgången i fordonet reduceras med **50-75 %** jämfört med en konventionell förbränningsmotor
- Utsläppen av koldioxid flyttas från den icke-handlande sektorn till EU:s utsläppshandelsystem (EU ETS)
- Taket i EU ETS sänks med 21 % 2013-2020 och med 2,2 % per år därefter. Taket påverkas inte av ökad efterfrågan på el och **när med gällande regler noll 2057**

Utmaningar

- Tillgång till råmaterial och utbyggnad av batteriproduktionen – risk för knapphet
- Utbyggnad/förstärkning av nät och laddställen och infrastruktur för vätgas
- Ökad efterfrågan i ett läge där den fossila kraften och en del av kärnkraften behöver avvecklas
- **Hur ser en optimal fördelning på olika tekniker för fordons elektrifiering ut?**



Livscykelanalys

- Tveksamt att utgå från en bedömning av marginaleffekten – i varje fall för elanvändningen i Europa
- Effekter för FCEV beror på om vätgasen producerats med elektrolys eller från naturgas/biogas eller stenkol
- Effekterna av användning av batterier och/eller bränsleceller beror i hög grad på varifrån råvarorna hämtats och var tillverkningen sker
- Antagen återvinningsgrad avgörande



Systemverkningsgrader

- Räknat från el via batteri respektive via vätgas/bränslecell till hjul blir energiverkningsgraden ca **80 % för BEV** och **25-30 % för FCEV**
- Utsläpp från tillverkning av bilen vid 150 000 km och 30% återvinningsgrad enligt CTH-studie (2012) med måttligt stora batteripaket:

Konventionell bil **46 g** CO₂/km

PHEV **50 g**

BEV **60 g**

FCEV **68 g**



Betydelsen av PHEV

- Med ett batteri på 10 kWh bör en genomsnittlig PHEV klara 50 km under realistiska körförhållanden
- Ett sådant batteri klarar ca 70 % av årlig körsträcka och ger möjlighet till eldrift under nästan all tätortskörning
- Jämfört med en BEV med 80 kWh batteri blir **den positiva klimateffekten** per kWh batterikapacitet **4-6 ggr större för PHEV** (beroende på andel i e-mode)
- Hög andel PHEV kan bli räddningen om knapphet på batterimaterial uppkommer



Kontinuerlig matning av el

- Genom kontinuerlig tillförsel av el kan behovet av batterier minimeras
- Kan ske genom konduktiv matning uppifrån eller från vägbanan eller genom induktiv överföring
- Särskilt lämpligt på högtrafikerade vägar där kostnaden kan slås ut på många fordon, t.ex. motorvägar och infartsleder med många bussar
- Laddning av batterier vid ändhållplatser och terminaler en möjlighet för stadsbussar och lokala distributionsfordon



Elektrifierad fjärrtrafik

- El från kontaktledning eller induktivt
- Fjärrlastbilar med el- och dieselmotor
- Platooning och förarlösa fordon
- Med hög sannolikhet både företags- och samhällsekonomiskt lönsamt
- Men förutsätter att staten investerar på samma sätt som vid elektrifiering av järnvägsbanor



Undvika stora batterier

- Tillverkarna siktar på 70-100 kWh i personbilar
- PHEV klarar sig med 10-12 kWh
- Få långa resor – supersnabbladdning minskar livslängden men inte farligt om det sker sällan – kan minska batteriet
- Laddning under färd – huvudvägarna samt en del större storstadsvägar
- Nya batterikemier – t.ex. solid-state kan ge högre energitäthet och lägre materialbehov omkring 2025



Total Cost of Ownership (TCO)

- Många bedömer att TCO för BEV hamnar i paritet med konventionella bilar i mitten av 2020-talet
- För detta krävs fortsatt kostnadsreduktion för batterierna samt storskalig tillverkning av BEV på egna plattformar
- Men TCO-parity påverkas också av relativpriserna på olja och el
- Viktiga faktorer är också beskattning av el och drivmedel samt subventioner



Total energy costs for using a BEV and an ICEV during the first 4 years of ownership

	Germany	UK	Poland	Greece
Fuel price (€/liter)	1.359	1.376	1.062	1.569
Electricity price (€/kWh)	0.297	0.195	0.133	0.176
ICEV fuel cost over 4 years (€)	7,067	7,155	5,522	8,159
BEV electricity cost over 4 years (€)	4,752	3,120	2,128	2,816
Difference in cost over 4 years (€)	2,315	4,035	3,394	5,343



Bränslecellsbilar

- Nollutsläpp och lång räckvidd
- Förväntas inte nå TCO-parity med ICEV förrän tidigast ca 10 år efter BEV – beskattning av el en viktig faktor
- 2,5-3 ggr högre elåtgång jämfört med BEV när väte framställs genom elektrolys – kan tala för att FC används i kombination med batterier (räckviddsförlängare)
- Höga infrastrukturkostnader



Elförbrukning i Sverige 2030

- Om 20 % av personbilsflottan är PHEV (50 % el) och 10 % är BEV förbrukas **ca 3 TWh**
- Om 35 % av stadsbusstrafiken går på el förbrukas **ca 0,3 TWh**
- Om en fjärdedel av fjärrtrafiken på E4 (Hbg-Sthlm), E6 och RV 40 använder el förbrukas **ca 0,5 TWh** (infrastrukturen måste vara på plats senast 2026)
- Totalt i räkneexemplet **knappt 4 TWh**



Påverkan på effektbalansen

- Vägtrafikens elförbrukning blir ganska jämnt spridd över landet med undantag för glesbygdslänen och med viss koncentration till storstadsregionerna
- Effektbehovet blir ganska jämnt fördelat över dygnet – men troligen något högre nattetid
- En del lokala förstärkningar av nätet behövs liksom infrastruktur för distribution längs fjärrtrafikens huvudstråk



Elbehov inom EU 2030

- **Antaganden för EU28 år 2030:**
- 4% av flottan BEV/PHEV (50/50),
- Totalt 40 milj. EV och 118 TWh = **ca 4 %** av total efterfrågan på el inom EU28
- Andelen av elefterfrågan skiftar stort inom EU till följd av skillnader i total elförbrukning/capita (4 000 – 15 000 kWh/år)



Elförsörjningen 2030

- Att öka elproduktionen med 4 % på 13 år är normalt sett inget problem
- Men förändringen kommer i en tid då en stor del av kärnkraften avvecklas och många kolkraftverk antingen måste stängas eller förses med CCS
- Totalt kan det handla om en förnyelse av 40 % av elproduktionen



Elförsörjningen 2050

- Antag **80 % elbilar** fördelat 50/50 mellan BEV och PHEV innebär ca 250 miljoner elbilar
- Elförbrukningen motsvarar en ökning med **ca 19 %** från 2017 års totala efterfrågan inom EU28
- Med hälften FCEV (+ 1/4 BEV, 1/4 PHEV) motsvarar elförbrukningen **35 %** av dagens totala förbrukning
- Därtill kommer el till tunga fordon





Ytterligare faktorer av potentiell betydelse

- Tekniska genombrott, nya batterikemier
- Livslängden hos batterier och bränsleceller påverkar både privat ekonomi och samhällsekonomi
- Fordonsbatterier kan få betydelse för lagring av nätel – nyttan och intäkterna av detta är svåra att bedöma idag
- ”Överskottsel” kan leda till tidvis mycket låga elpriser, dock sannolikt bara under delar av sommaren – annars ökande priser

Slutsatser

- Många faktorer (och antaganden) påverkar material- och energilivscykelanalysen
- Val av systemgränser och tidsperspektiv kan vara helt avgörande för slutsatserna
- Elproduktionens utsläpp ligger under taket för utsläppshandelssystemet – ingen marginaleffekt
- Hög andel laddhybrider och direktmatning av el kan motverka knapphet på batterimaterial och minska produktionens negativa effekter
- Det ekonomiska utrymmet för FCEV oklart

