

Kunskapsunderlag  
Angående  
Marknaden för  
Elfordon och  
Laddhybrider  
**(KAMEL)**

ER 2009:20

Böcker och rapporter utgivna av Statens  
energimyndighet kan beställas via  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)  
Orderfax: 08-505 933 99  
e-post: [energimyndigheten@cm.se](mailto:energimyndigheten@cm.se)

© Statens energimyndighet

ER 2009:20

ISSN 1403-1892

## Förord

Uppdraget om ett samlat kunskapsunderlag om marknaden för elfordon och laddhybrider fick Energimyndigheten av Näringsdepartementet i februari 2009. Arbetet skulle ske i samverkan med Energimarknadsinspektionen, Transportstyrelsen och Vägverket och i samråd med företrädare för bilindustrin, el-distributörer, elproducenter, konsumenter, Sveriges Kommuner och Landsting samt relevanta myndigheter. Uppdraget skulle slutrapporteras den 29 maj 2009.

Arbetet har utförts av en intern referensgrupp på myndigheten samt en extern referensgrupp mellan myndigheterna. Vidare har en offentlig hearing hållits den 4 maj i syfte att samråda med aktörerna genom en redovisning av utredningens preliminära slutsatser. Hearingen genomfördes med ett 70-tal deltagare.

I den interna arbetsgruppen på myndigheten har Anders Lewald, Magnus Henke, Gregor Bunge, Tobias Persson, Mikael Fjällström och Kenneth Asp deltagit. I den externa referensgruppen deltog från Energimarknadsinspektionen Rebecka Thuresson och Johan Carlsson, Transportstyrelsen Per Öhlund samt från Vägverket Olle Hådel och Håkan Johansson.



## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Uppdragsbeskrivning</b>	<b>12</b>
2.1	Bakgrund.....	12
2.2	Syfte.....	12
2.3	Avgränsningar.....	12
<b>3</b>	<b>Nuläge</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Teknikläget</b>	<b>14</b>
4.1	Fordon.....	14
4.2	Batteriteknologi .....	15
4.2.1	Krav på batterier för EV och PHEV tillämpningar.....	15
4.2.2	Tillgängliga batteriteknologier.....	16
4.2.3	Kostnader för batterier .....	18
4.2.4	Säkerhet.....	19
4.3	Infrastruktur .....	20
4.3.1	Allmänt .....	20
4.3.2	Tidigare erfarenheter.....	20
4.3.3	Laddning vid parkeringsplats.....	20
4.3.4	Publika laddstationer.....	21
4.3.5	Snabbladdning.....	21
4.3.6	Batteribytestsystem .....	22
4.3.7	Betalningssystem .....	22
4.3.8	Effekter på kraftnätet .....	23
4.4	Prestandauppgifter på elfordon och laddhybrider.....	24
<b>5</b>	<b>Marknaden</b>	<b>25</b>
5.1	Allmänt om introduktion av ny teknik.....	25
5.2	Möjlig strategi för inledande utbyggnad av laddinfrastruktur.....	26
5.3	Marknadsutvecklingen.....	28
5.4	Nuvarande marknad för elfordon och planerade demonstrationsförsök.....	31
5.4.1	Europa.....	31
5.4.2	Japan .....	32
5.4.3	USA.....	32
5.4.4	Kina.....	32
<b>6</b>	<b>Styrmedel</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Samhälleffekter av en introduktion av elbilar och laddhybrider</b>	<b>36</b>
7.1	Energianvändning i vägtransportsektorn .....	36
7.2	Emissioner .....	36

7.3	Ekonomi.....	37
<b>8</b>	<b>Kraftnätet och fordonen</b>	<b>39</b>
8.1	Koncession, mätning och anslutning (Energimarknadsinspektionen - Underlag till Statens energimyndighet gällande kartläggningen av marknaden för elbilar och laddhybrider).....	39
8.1.1	Koncessionsfrågor.....	39
8.1.2	Icke koncessionspliktiga nät .....	40
8.1.3	Anslutningsfrågor .....	40
8.1.4	Mätning .....	40
8.2	Affärsmodeller och möjligheter.....	41
<b>9</b>	<b>Standardisering</b>	<b>43</b>
9.1	Vem gör vad i standardiseringsarbetet .....	43
9.2	Vart standardiseringen är på väg .....	43
9.2.1	Vad är standardiserat.....	43
9.2.2	Elektriskt.....	44
9.2.3	Kontaktering och kablar mm. ....	45
9.2.4	Lokalisering av kablar.....	46
9.2.5	Fysiska skydd.....	46
9.2.6	Lokalisering av laddare.....	46
9.2.7	Snabbladdning.....	47
9.2.8	Kommunikation för laddning, betalning och tilläggstjänster .....	47
9.3	Tidplan för standardisering.....	48
9.4	Viktiga områden att bevaka ur standardiseringssynpunkt .....	48
9.4.1	Säkerhetsnivå .....	48
9.4.2	Möjlighet till normal laddning överallt.....	50
9.4.3	Möjlighet till halvsnabb laddning .....	50
9.4.4	Möjlighet till enkla, billiga lösningar.....	50
9.4.5	Interaktion mellan elnät och fordon.....	51
9.4.6	Interaktion mellan el-försörjande anläggning och fordon .....	51
<b>10</b>	<b>Lagar och regler</b>	<b>52</b>
10.1	Fordonsregler för eldrivna fordon (Transportstyrelsen).....	52
10.1.1	Typgodkännande av fordon .....	52
10.1.2	Registrering av fordon .....	52
10.1.3	Bestämmelser för eldrivna och hybrid fordon .....	52
10.1.4	Avgaskrav, hybridfordon .....	52
10.1.5	EMC .....	53
10.1.6	Elsäkerhet.....	53
10.1.7	Elenergiförbrukning, bränsleförbrukning och CO <sub>2</sub> utsläpp .....	53
10.2	Regler kring Laddstationer/stolpar .....	53
10.2.1	Gatumark.....	53
10.2.2	Tomtmark.....	54

10.2.3	Parkeringshus.....	54
10.2.4	Arbetsmiljöföreskrifter .....	55
<b>11</b>	<b>Forskning och utveckling</b>	<b>56</b>
11.1	Internationellt.....	56
11.2	Svenska initiativ.....	57
11.3	Industriell utveckling som en möjlighet via ett svenskt demonstrationsprogram .....	58
<b>12</b>	<b>Slutsatser och rekommendationer</b>	<b>60</b>
12.1	Förslag till ett samlat elfordonsprogram.....	62
12.1.1	Stöd till fordon .....	62
12.1.2	Stöd till uppbyggnad av infrastruktur .....	63
12.1.3	Innovation, koordination och upphandling .....	66
12.1.4	Uppföljning och utvärdering .....	67
12.1.5	Information och internationell samverkan .....	67
12.1.6	Budget och omfattning i tid .....	67
<b>13</b>	<b>Referenser</b>	<b>69</b>





# 1 Sammanfattning

Energimyndigheten fick den 12 februari 2009 ett uppdrag av regeringen att ta fram ett samlat kunskapsunderlag om marknaden för elbilar och laddhybrider. Arbetet skulle ske i samverkan med Energimarknadsinspektionen, Transportstyrelsen och Vägverket och vara redovisat den 29 maj 2009. Uppdraget skulle genomföras i samråd med företrädare för bilindustrin, eldistributörer, elproducenter, konsumenter, Sveriges Kommuner och Landsting samt relevanta myndigheter.

Uppdraget har med den korta tid som ställdes till förfogande i huvudsak utförts utgående från redan befintligt material eller sådant som var under utarbetande. Samverkan med myndigheterna har skett genom en referensgrupp som mötts vid tre tillfällen, Samråd med aktörerna har skett framförallt genom en öppen hearing den 4 maj men också genom direkta kontakter.

Elfordon och laddhybrider har på senare tid uppmärksammats allt mer i pressen. Ett flertal biltillverkare har offentliggjort planer på att producera och sälja elbilar eller laddhybrider. Ett antal nya aktörer har också fått uppmärksamhet genom planer på att bli elbilstillverkare eller bygga om bilar till elfordon. Den svenska bilindustrin utvecklar idag såväl teknik för elfordon och laddhybrider men har inte offentliggjort några produktionsplaner. Den tunga fordonsindustrin arbetar med utvecklingen av hybridfordon, fordon som också innehåller batterier. Idag finns det inga nya elbilar eller laddhybrider till salu via de vanliga försäljningskanalerna i Sverige men aktörer har tagit initiativ till att importera ett antal fordon direkt. Av de etablerade biltillverkarna avser några starta småskalig produktion av elbilar och laddhybrider redan i år. Åren därefter anger de flesta tillverkare planer på produktion av både sorternas fordon. Därför byggs nu också fabriker för att kunna leverera batterier till dessa fordon. I hur stor skala elbilar och laddhybrider verkligen kommer att tillverkas i år svårbedömt men sannolikt tar det många år innan marknaden är stor i relation till vanliga bilar. Energimyndigheten redovisar i den senaste långsiktsprognoisen att antalet elbilar och laddhybrider i Sverige med nuvarande styrmedel antas bli 85000 år 2020.

Energimyndigheten gör vidare bedömningen att batterikostnaden och därmed fordonskostnaden för elbilar och laddhybrider idag utgör det viktigaste hindret för en introduktion av dessa fordonstyper.

Laddinfrastrukturen för elbilar och laddhybrider anses redan idag enligt myndighetens uppfattning vara tillräcklig för en introduktion av båda typerna av fordon. Hur mycket marknaden för dessa fordon kan expandera genom utbyggnad av laddinfrastruktur går i dagsläget inte att precisera. Försök med utbyggnad pågår redan i Sverige men det finns ännu inte så många fordon att ladda vare sig i befintlig eller utbyggd infrastruktur. Försök pågår också med olika typer av snabbare laddning i Sverige men framförallt internationellt. Försök görs också

med batteribyten. Gemensamt för all laddning är att standarder ännu saknas men förslag finns. Utvärdering och demonstration av effektiva laddformer planeras på många håll. För svenska förhållanden mot bakgrund av elsystemets utveckling men också genom vårt kalla klimat är det viktigt att delta i den internationella utvecklingen av laddsystem. Det svenska kraftsystemet bedöms utan problem klara en introduktion av elbilar och laddhybrider. Lokalt kan elsystemet behöva kompletteras med enkla åtgärder som jordfelsbrytare och starkare säkringar. I försöken på 90-talet med elbilar användes främst befintliga eluttag för laddningen. Elanvändningen mättes mycket sällan separat och elanvändningen uppstod därför som en kostnad för den som hade abonnemang för eluttaget. Att debitera elanvändningen kräver någon form av mätning. Elanvändningen är relativt måttlig för elbilar och laddhybrider. När det finns få fordon och kostnaden för mätning och debitering därigenom kan bli dyr kan det finnas behov av att utvärdera hur laddsystem och betalningslösningar kan introduceras på ett kostnadseffektivt sätt. Elbranschen har starka drivkrafter för att delta i denna utveckling.

Energimyndigheten bedömer med grund i 90-talets mätning av elanvändning per körd kilometer och med grund i de uppgifter som ges kring nya bilar att både elbilar och laddhybrider kommer att vara mycket energieffektiva. I långsiktsprognoisen räknar myndigheten med en elanvändning å 0,24 kWh/km inklusive förluster. Elanvändningen per kilometer kan troligen bli ännu lägre än så. Myndigheten delar elbranschens bedömning att om huvuddelen av personbilstransporterna idag skedde med el skulle elanvändningen bli i storleksordningen 10-15 TWh. De 85000 fordon som i myndighetens långsiktsprogno till år 2020 förväntas då använda 0,17 TWh. Elbranschen och IVA har formulerat en ambitiös vision om 600 000 elfordon år 2020 som om den blir verklighet bedöms använda ca 1,5TWh eller ca 1% av dagens elanvändning i Sverige.

Dagens regelverk för nätkoncession, mätning och avläsning bedöms av Energimarknadsinspektionen inte vara något hinder för en introduktion av elbilar och laddhybrider.

Samhällets stöd till elbilar och laddhybrider sker främst genom miljöbilsdefinitionens möjlighet till stöd vid köp av en bil och senare via nedsättning av fordonsskatten eller genom ett nedsatt förmånsvärde. Det samlade stödet till etanol och biogasbilar via miljöbilsdefinitionen eller förmånsvärde samt skattenedsättning av drivmedlet är idag större än till elfordon och laddhybrider. Med elbilens eller laddhybridens miljöprestanda är det rimligt att öka stödet till elfordon och laddhybrider. Stödet ges troligen bäst i samband med inköp av bilen. Merkostnaden för en elbil eller en laddhybrid bedöms idag till mellan 50 000 kr och 150 000 kr.

Myndighetens bedömning är merkostnaden på några års sikt kommer att minska. I bilar under utveckling, sådana som kan bli resultatet av svensk teknikutveckling, blir merkostnaderna betydligt större än så. Samma sak gäller tunga fordon. Vilken typ av infrastrukturbyggnad som ger bästa möjliga situation för en

marknadsintroduktion av elbilar och laddhybrider kan idag inte bedömas. Det är därför svårt att föreslå ett generellt styrmedel för infrastrukturutbyggnad,

Energimyndigheten föreslår mot bakgrund av ovanstående att ett nationellt demonstrationsprogram för elbilar och laddhybrider samt utbyggnad av laddinfrastruktur etableras. Vidare att stödet till elbilar och laddhybrider ses över och ökas i relation till andra sk miljöfordon. Demonstration som stödform föreslås därför att merkostnaden för elbilar och laddhybrider de närmaste åren är omfattande men till sin omfattning osäker, att kostnadssänkningar är att vänta, att utbyggnad av laddinfrastruktur är föremål för stark utveckling och standardisering samt att svensk fordonsindustri ska ges möjlighet att delta i utvecklingen av elfordon och laddhybrider. Det är även viktigt att Svensk industri ges möjlighet att verka inom utvecklingen av viktiga delkomponenter som t ex batteriteknologi. Demonstrationsprogrammet beskrivs närmare i rapporten men föreslås vara fyraårigt med en statlig omfattning på en kvarts till en dryg halv miljard.

Översynen av de generella stöden till elfordon och stödet via ett demonstrationsprogram utgör en samlad strategi för att komma över de inledningsvis mycket höga merkostnaderna för dessa fordon.

## 2 Uppdragsbeskrivning

### 2.1 Bakgrund

Regeringen skriver i sitt uppdrag att såväl traditionella tillverkare som nystartade bolag har aviserat att de kommer att introducera laddhybrider eller elbilar under de närmaste åren. Förbättrad batteriteknik gör dessa lösningar intressanta. För att bättre förstå om denna utveckling behöver särskild stimulans och i så fall hur, behövs ett samlat kunskapsunderlag om marknaden för elbilar och laddhybrider.

### 2.2 Syfte

Vidare skriver regeringen att energieffektiviteten i transportsystemet måste öka för att Sverige skall kunna möta ett antal nationella och internationella åtaganden på klimatområdet. Regeringen har identifierat svensk har en möjlighet att bli världsledande på området via omställning till en ökad elektrifiering inom området. Sverige har som mål en fossiloberoende fordonsflotta till år 2030.

### 2.3 Avgränsningar

Rapporten avgränsas av det uppdrag som Energimyndigheten fått av Näringsdepartementet den 16 februari 2009. Detta uppdrag gäller främst en analys av teknikläget och en analys av den möjliga marknadsutvecklingen under två olika förutsättningar varav den första förutsättningen gäller en infrastruktur av dagens storlek och den andra förutsättningen under en utbyggd sådan. Vidare innehåller uppdraget en analys av regler och lagar runt utbyggnad av infrastruktur, införande av fordon och läget vad avser standardisering, styrmedel och behov av vidare forskning och utveckling.

Uppdraget har till sin natur varit mycket tidspressat och det har därför inte funnits möjlighet att utföra egeninitierade delutredningar utan man har istället sammanställt befintligt kunskapsunderlag i kondenserad form.

Inom avdelningen forskning och utveckling samt i viss mån styrmedel finns sedan tidigare en stor mängd ackumulerad kunskap på myndigheten varför denna del i mindre grad kommit att vara beroende av externa rapporter och utredningar.

### 3 Nuläge

Idag sker en utveckling där ett flertal tillverkare på allvar syftar mot tillverkning av elfordon som skall kunna fylla nischer på marknaden för t ex pendlarfordon och mindre distributionsfordon, men även som mer luxuösa sådana där de miljömässiga värden som denna typ av fordon förknippas med uppskattas i stor utsträckning. Detta sista är en stor förändring i attityden till kategorin relativt de tidigare försök till introduktion som gjorts genom historien.

Nytt i dagsläget är även den kategori fordon som benämns laddhybrider eller pluginhybrider vilka kan komma att utgöra en sammanbindande länk och övergångslösning mot mer och mer elektrifierad fordonspark som med en med tiden utvecklad batteriteknik kan bli verklighet i framtiden.

En hybridbil är en bil med både förbränningsmotor och elmotor för framdrivning av bilen. Hybridbilen innehåller också ett batteri eller annat energilagring för att ta tillvara t ex bromsenergi. Laddhybriden är en hybridbil där batteriet också kan laddas från elnätet.

Utvecklingen av energieffektivare fordon och fordon möjliga att köra på förnybara drivmedel är av klimatskäl och försörjningstrygghetsskäl idag mycket högt prioriterat såväl från fordonsindustrin, dess kunder och policyskapare.

Trots den ekonomiska konjunkturedgången står hela fordonsindustrin oavsett geografisk placering och alla tillverkare står inför stora förändringar. Ett av de områden som identifierats som mycket viktigt för att kunna möta framtidens utmaningar är övergången till helt eller delvis elektrifierade drivlinor kombinerat med en ökande effektivisering av de konventionella fordonslösningarna. Nya strategiska allianser bildas i snabb takt för att säkerställa leveranser av kunskap, råvaror och logistikkedjor.

Samtidigt som detta sker finns även en ökad efterfrågan på transporter främst i de folkrika länderna i Asien. Ett flertal nya och existerande tillverkare i dessa länder svarar mot detta behov med planer på att bygga elektrifierade fordon i verkligt stor skala i främst Kina och Indien. I Kina i dag existerar redan en stor industri för att bygga tvåhjuliga elfordon.

Konjunkturedgången har även givit upphov till ett stort antal åtgärder från enskilda stater för att säkra sysselsättningen inom det egna landet. Ofta tar dessa formen av riktade åtgärder mot egen fordonstillverkning i exempelvis som stödprogram, innovationsstöd, konsumentpåverkande styrmedel osv. Även i detta sammanhang har elfordon och laddhybrider uppmärksammats.

## 4 Teknisläget

### 4.1 Fordon

Elfordon och fordon drivna av förbränningsmotorer har nu funnits parallellt i ungefär hundra år och har under den tiden utvecklats starkt. Förbränningsmotorn har ägnats mest resurser i och med att den billiga energiresursen olja upptäcktes i stora kvantiteter i början av nittonhundratalet. Elfordon har inte ägnats fullt lika mycket resurser men har ändå hittat nischer där de kunnat överleva som en konkurrenskraftig teknologi.

Utvecklingen av elfordon som skedde under nittioalet med ett stort antal tillverkare inblandade avstannade under det tidiga tjugohundratalet utan att därför upphöra helt. Ett antal tillverkare och intressenter höll både kunskap och viss basal struktur vid liv. Intresset steg sedan försiktigt under åren som gick. Detta tack vare intresset för energieffektiva lösningar.

De senaste åren har nya möjligheter att kombinera de två framdrivningssätten för att öka systemeffektiviteten infunnit sig samtidigt som man behåller flexibiliteten och möjligheterna till långa transporter. Utvecklingen runt styrning av kraftiga elektriska strömmar via kraftelektronik och datorstöd har på många sätt varit behjälplig i denna process. Vi kommer de närmaste åren med stor sannolikhet att få se stark utveckling runt just de reglertekniska aspekterna av kombinationer av förbränningsmotorer och elmotorer.

Elfordon som tidigare mest avsett applikationer för mycket små fordon som exempelvis golfbilar och liknande kan komma att växa mot fordon som är mer lika våra vanliga personbilar. Laddhybrider som behöver bära den extra kostnaden av dubbla teknologier kommer troligen till övervägande delen hos de europeiska, japanska och amerikanska tillverkarna att göra sitt intåg i personbilsflottan via de exklusivare segmenten där det inte ges avkall på prestanda men kraven på effektiva fordon ändå ger en imagemässig fördel.

Ett antal etablerade tillverkare såväl som helt nya, framförallt asiatiska, tillverkare har idag långt gångna program för framtagning av elbilar och laddhybrider. I Europa har Renault/Nissan samarbeten och kommer inom ett år att marknadsföra elfordon till utvalda kunder och hoppas även kunna etablera system för batteribyteteknologi på ett antal orter i och utanför EU. BMW har via elbilen eMini planer på demonstrationsprogram som även skall samverka med laddsystems försök. Av de asiatiska tillverkarna är Toyota med tidiga försök med hybriddrift som nu är inne på tredje generationen en mycket stark aktör som inom något år kommer att demonstrera de första laddhybridmodeller som troligen kan nå upp i större volymer i Europa.

Fordonens samspel med elnätet kommer även att, i och med införandet av laddhybrider och elbilar, bli föremål för krav på stark utveckling vad gäller kommunikation mellan fordon och nät. Där snabbaddning eftersträvas kommer det bli nödvändigt med förberedelser för att kunna införa effektiva betalningsrutiner för publika laddstationer och demonstrationssatsningar kan här spela en viktig roll för att ta fram fungerande och i bästa fall enhetliga modeller för detta.

## 4.2 Batteriteknologi

Elbilens och laddhybridens utveckling är starkt länkad till utvecklingen inom batteriområdet. De främsta utmaningarna inom området ligger i kapacitet, kostnad och säkerhet. Även om det existerar möjliga alternativ till energilagring såsom t ex bränsleceller och superkondensatorer kommer diskussionen att fokusera på utvecklingen inom batteriområdet. Detta därför att batterier är fokus för uppmärksamheten runt elektrifieringen av fordonsdrivlinor såväl i USA, Europa som Asien.

### 4.2.1 Krav på batterier för EV och PHEV tillämpningar

De olika tillämpningarna i elbilar respektive laddhybrider kräver en varierad optimering av batteriteknologin. Elbilar (EV) behöver i första hand tillgång till en energimängd för att klara uppgiften som elektriskt fordon hela den tilltänkta körstäckan. Detta betyder ett mycket stort batteri som inte kompletteras av någon förbränningsmotor.

De idag existerande hybridfordonen (HEV) har i första hand batterierna för mycket kort ren körstrecka med el och använder istället batterikapaciteten för effektivisering och som bränslebesparande inslag. Detta gör att den relativt lilla batterikapaciteten måste optimeras mot att kunna leverera höga strömmar under kort tidsperiod och utan att batteriets laddningsgrad sjunker alltför mycket.

Kraven på batterier för laddhybrider (PHEV) hamnar någonstans emellan dessa i tabellen nedan angivna kategorier beroende på vald konfiguration.

	Max vikt (kg)	Topp effekt(kW)	Efekt täthet (W/kg)	Startkapacitet (kWh)	Energi Densitet (Wh/kg)	Kostnad (\$/kWh)
HEV	50	40-60	800-1200	1,5-3,0	30-60	
PHEV	120	65	500	10	60	300
EV	250	75	300	30	130	150

**Tabell 1 Tabellen beskriver önskade egenskaper hos batterier som funktion av fordonskategori (enligt en rapport från BERR<sup>1</sup>)**

<sup>1</sup> BERR - *Department for Business Enterprise and Regulation Reform*, "Investigation into the scope for the Transport Sector to Switch to Electric Vehicles and Plug-in hybrid Vehicles"

Tabellens beskrivning sammanfaller med de mål som identifierats av United States Advanced Battery Consortium for vehicle batteries(USABC) enligt BERR rapporten. US ABC etablerades under 1990-talet för att i samverkan mellan fordonsindustrin i USA och staten utveckla batterier för fordon.

#### 4.2.2 Tillgängliga batteriteknologier

Ett brett antal batteriteknologier/kemier är möjliga för tillämpning på elfordon men ingen av dessa är utan nackdelar på ett eller annat sätt. Optimering utifrån prestanda, kostnad, tillgång på ingående grundelement osv är en utmaning i varje enskilt driftfall och kundsegment.

Här följer en lista på möjliga kandidatteknologier som inte utger sig för att vara komplett men ändå förhoppningsvis illustrerar lite av de krav och begränsningar som behöver mötas för att fordonskategorierna elbilar och laddhybrider framgångsrikt skall kunna ersätta den nuvarande fossilbränslebaserade teknologin. Som jämförelse har även data för en så kallad superkondensator lagts in.

	Li Jon	Li-M-Polymer	Ni-MH	Na-NiCl <sub>2</sub>	Bly-Syra	SC (supercap)
Energitäthet (Wh/kg)	75-120	100-120	50-70	100-120	20-30	3-4
Effekttäthet (W/kg)	1000-3000	200-250	1000-1500	180	200-500	1000-3000
Livslängd (cykler, 100% DoD)	1000-3000	?	2000	1000	300-800	500k-1M
Kostnad (\$/kWh)	300-2000	?	1000	600	100-200	15000
Frågetecken	Säkerhet, Kostnad	Ej kommersiell	Temp-begränsn.	Endast en lev.	Vikt	Livscykel-frågor

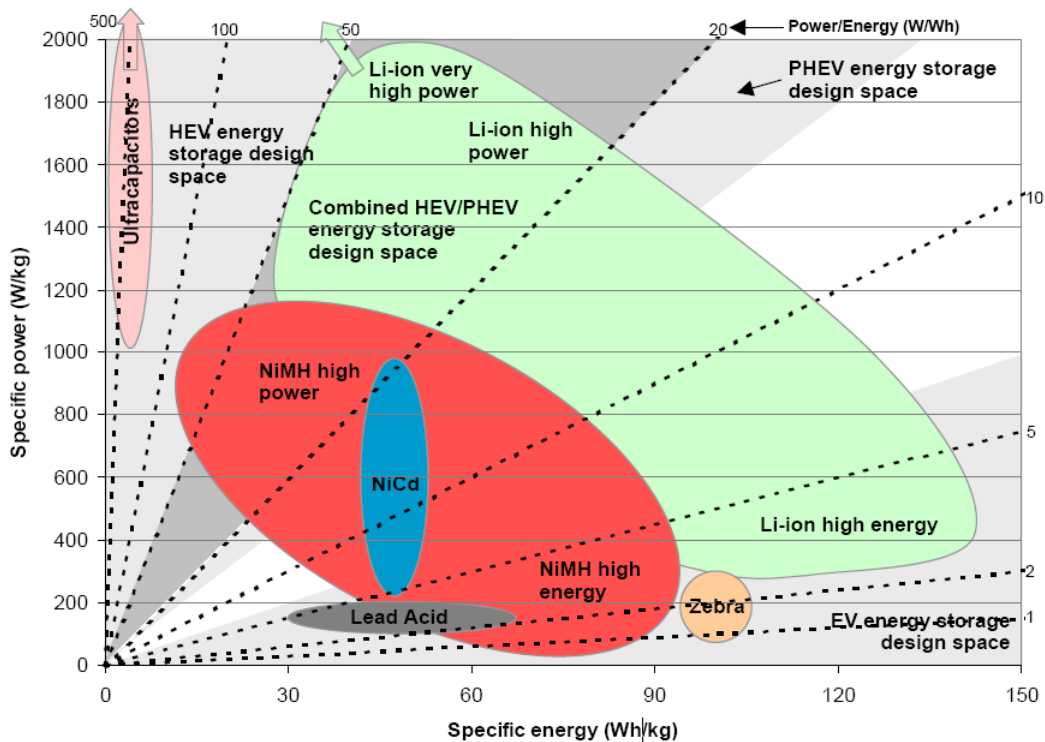
**Tabell 2 - Prestanda för olika batteriteknologier ,BERR<sup>2</sup>**

Beroende på vilken tillämpning, elbil eller laddhybrid, man har i åtanke när man rangordnar de olika teknologierna så kommer prioriteringen att skilja sig åt.

<sup>2</sup> BERR - Department for Business Enterprise and Regulation Reform, "Investigation into the scope for the Transport Sector to Switch to Electric Vehicles and Plug-in hybrid Vehicles"



Elbilar har ett större fokus på energitäthet för att kunna komma långt medan laddhybrider fokuserar något mer mot effekt. Vanliga hybridfordon prioriterar naturligtvis effekttätheten ännu mer. Det är också möjligt att kombinera olika typer av energilagrar i ett fordon för att få bästa samlade effektivitet och kostnad.



Figur 1 - Batteripreferenser för olika fordon ,Ricardo.

Idag används Nickel Metall-Hydrid batterier (Ni-MH) övervägande för fordonstillämpningar med Toyota Prius som den volymmässigt absolut största kategorin. Även den kommande modellen av Toyota Prius kommer i huvudsak att använda denna teknologi.

Inför framtida tillämpningar och i viss mindre utsträckning redan idag har Litium-jon batterier börjat göra sitt intåg i segmentet. På området bärbara datorer har redan denna typ haft sitt genombrott och är nu den dominerande varianten. Fördelarna med Litium-jon batteriet är vikten och förmågan att på kort tid ge ifrån sig stora strömmar respektive absorbera sådana.

På en ännu längre horisont kan man eventuellt tänka sig fordonsvarianter där förbränningsmotorn har ersatts av bränslecellsteknologi för att hålla upp batterikapaciteten vid längre sträckor. Kombinationer av dessa båda teknologier kan eventuellt i ett sådant läge eliminera behovet av förbränningsmotorn och ha blivit en ny sorts hybrid.

## Litium-jon batterier

Denna batterivariant har av många fordons- och batteritillverkare identifierats som det mest intressanta för en framtida fordonstillämpning. Tekniken finns redan i ett flertal tillämpningar där kraven inte är lika högt ställda som till exempel i handhållna bormaskiner och liknande. För fordonsapplikationer krävs emellertid helt andra koncentrationer av celler resulterande i höga spänningsnivåer och mycket stora lagrad energi. Något som ställer höga krav på hantering, kapsling, system för batterireglering osv. Brandfaran är dessutom med denna typ av batterier en sak som måste hanteras.

Litium befinner sig på den yttersta vänsterkanten i periodiska systemet och dessutom högt upp (vilket visar att det är ett lätt ämne) vilket gör det attraktivt som katodmaterial i batterier i och med sin höga elektronpositivitet.

Litiumtillgångarna i världen förs ofta fram som en begränsande faktor för tillverkning av effektiva batterier till elfordon och laddhybrider. Studier av detta gjorda av Björn Sanden på Chalmers<sup>3</sup> visar att det visserligen föreligger ett behov av utveckling vad gäller utvinnings och upparbetningsteknologi runt litium men att tillgångarna knappast ens i ett längre perspektiv skulle vara en begränsande faktor. Dessutom är litium-jon batteriet inte är den enda batterikemi som kan komma ifråga för energilagring i elfordon.

### 4.2.3 Kostnader för batterier

Kostnaden för batterier är i dagsläget den största barriären mot en snabb introduktion av elbilar och laddhybrider. Detta när nu dessa fordon inom en snar framtid når en sådan kapacitet att de blir användbara för en stor del av dem som i dagsläget använder fordon baserade på fossil förbränningsteknik.

Uppskattningar gjorda av både fordons- och elbranschen ger vid handen att kostnadspåslaget relativt en motsvarande personbil i mellanklass ligger mellan 50 000 till 150 000 SEK beroende på vald teknologi (EV eller PHEV).

De prisintervall som idag anges för olika typer av batterier och prognoser för utveckling av priset har idag ett mycket stort spridningsintervall både vad gäller nivåer och tidsperspektiv. Gemensamt ser man i princip bara att priset förväntas sjunka trots de mycket snabbt ökande efterfrågan och att detta i stor utsträckning knyts till förhoppningar om radikalt effektiviserad tillverkningsteknik. Det finns runt om i världen mycket stora planer på att bygga upp denna typ av tillverkning och man kan förvänta sig resultat av dessa investeringar inom två till fyra år.

Tekniken som krävs för tillverkning av den typ av batterier som behövs för elfordon är annorlunda jämfört med den som krävs för tillverkning av exempelvis

---

<sup>3</sup> Muntlig kommunikation med Björn Sanden, Miljösystemanalys - Chalmers

batterier för datortillämpningar eftersom kravspecifikationen skiljer sig åt. En dator behöver kontinuerlig svag ström under lång tid medan fordonstillämpningen å sin sida har ett behov av mycket stark ström under relativt korta intervall. Även krav på möjligheter att återladda batteriet med hög strömstyrka under korta intervall är något som karakteriserar elfordonstillämpningen. Man kommer alltså på samma sätt som skett inom datorvärlden att behöva lära sig denna nya tillämpning och vilken/vilka typer av batteriutformningar och kombinationer med annan teknik där så är fördelaktigt som fungerar bäst.

Till den storlek batterier som krävs för elfordon och laddhybridtillämpningar krävs också en omfattande regler och övervakningsteknik.

Litiumbatterier klassas ofta som farligt gods vid transporter vilket gör att det kan komma att behövas lokala tillverkare av batterier på ett antal marknader. Detta skulle eventuellt öppna vissa möjligheter för att etablera strategiska samarbeten på regional nivå beroende på hur prisbilden för transport av farligt gods som batterier utvecklas. Svensk fordonsindustri har med start i både den tunga industrins behov av batterier i hybridfordon som bussar och lastbilar och kunde därmed utgöra grunden för en etablering av en batteriindustri här.

Trots att det är Litium-jon som diskuteras flitigast i press och vetenskapliga artiklar så skall man inte glömma bort annan batterikemi/teknik. Exempelvis den teknik runt Bly-Syra batterier som framgångsrikt använts i mer än 100 år som ständigt förfinas och har ett mycket attraktivt pris /prestanda förhållande för många tillämpningar. Den idag mest använda tekniken Nickel-MetallHydrid (NiMH), som funnit i hybridbilar och en mängd andra tillämpningar i väl tio år, utvecklas fortfarande såväl när det gäller pris som prestanda.

#### **4.2.4 Säkerhet**

Säkerhet kring batterier och kraftsystemen i fordonen samt säkerhet i anslutning till laddning tre speciella aspekter att ta hänsyn till runt elbilar och laddhybrider.

Säkerhetsaspekterna nämndes inte explicit i och berörs därför här endast övergripande.

Säkerhetsrisker i form av brandrisk finns för vissa typer av Litium-jon batterier och dessa aspekter har sannolikt försenat introduktionen av dessa batterier för fordon något. För att minska säkerhetsriskerna krävs det övervakningssystem på batterierna, något som ökar kostnaden. Såväl batteriutvecklare som fordonsindustri och forskare arbetar med dessa frågor.

Fordon med hög elektrisk spänning är en annan säkerhetsfråga som kan bli aktuell vid olyckor och även vid service av fordon. Utbildningsinsatser kan komma att krävas här.

Vidare är säkerhet vid laddstället viktig fråga.

Alla dessa aspekter av säkerhet anser Energimyndigheten är ett lämpligt område att utvärdera och belysa i ett demonstrationsprogram för att finna så kostnadseffektiva lösningar på problemen som möjligt.

## **4.3      Infrastruktur**

### **4.3.1     Allmänt**

Sverige har goda förutsättningar för att bli ett framgångsrikt land vad avser introduktionen av elfordon. Sveriges elsystem är starkt och klarar en ökad elanvändning i fordon eller hinner anpassas i tid. Det finns också god tillgång på eluttag för laddning vid vanliga parkeringsplatser. Vidare har svenska konsumenter och företag vana att använda el till fordon via motorvärmare. Svensk el produceras i mycket hög grad utan att tillföra koldioxid till atmosfären.

### **4.3.2     Tidigare erfarenheter**

De demonstrationsinsatser som gjordes för elfordon i Sverige under 1990-talet visade att den övervägande laddformen var via vanliga 230 V eluttag vid garageplatser eller andra parkeringsplatser. Försök gjordes också med snabbare laddning och med batteribyten. Försöken redovisas bra i rapporten, Rena fordon med eldrift, KFBs slutrapport om elfordon och hybrider.

### **4.3.3     Laddning vid parkeringsplats**

Laddning vid hem, företag och vissa parkeringsplatser är det system som utan tvivel för en lång period framåt från introduktionen av elfordon kommer att vara det vanligaste sättet att ladda. Både nationella och internationella erfarenheter samt att de övervägande nya försök som planeras innehåller denna form av laddning.

I Sverige finns det 230 V med 10 eller 16 Ampere säkring tillgängligt i mycket stor utsträckning för möjlig laddning av elfordon, även sett ur ett internationellt perspektiv. Möjligheter till laddning finns i många fall på allt från villaparkeringar till gemensamma parkeringsplatser i bostadsrättsföreningar och liknande samt

möjligheter att ladda på företagsparkeringar där fordonen också förväntas tillbringa långa tider stillastående. Sammantaget handlar det om flera miljoner eluttag som direkt eller med små justeringar kan användas för att ladda elfordon. Till detta kommer de ca 600 000 motorvärmarruttag som finns i Sverige och som också de med mindre justeringar bör kunna användas för laddning av elfordon.

#### **4.3.4 Publika laddstationer**

För tillämpningar där elfordon behöver tillgång till laddning i stadsmiljö finns ett visst behov av publika laddningsmöjligheter. Även detta är i huvudsak i anslutning till bostäder och ofta i detta fall där hyreshus eller bostadsrättsföreningar inte har tillgång till egna parkeringsmöjligheter.

Utöver detta kommer det för att vidareutveckla användningen av elfordon troligen att finnas behov av publika laddstationer som inte är knutna till bostäder. Detta är dock en fråga som behöver analyseras vidare eftersom det gäller att identifiera i vilka situationer det känns motiverat för en elbilsförare att använda sig av möjligheter till laddning. I detta antagande ligger att laddningen sker så pass långsamt att det troligen inte kommer att kännas motiverat att ladda om inte tiden för parkering är ganska lång, uppskattningsvis över en timme.

Eftersom vi ofta i Sverige har tillgång till 400 V trefasström med relativt hög säkring kan man tänka sig situationer där laddning med denna typ av anslutning kan vara attraktiv i publika sammanhang. För att man publikt ska på ett säkert sätt kunna använda denna typ av starkström måste emellertid troligen standarden uppgraderas kraftigt i termer av fysiska skydd och med utbildningsinsatser.

#### **4.3.5 Snabbladdning**

Flera relativt långt gångna koncept för snabbladdning finns idag redan presenterade men harmoniseringen på global nivå har ännu inte hunnit ikapp. På europeisk nivå finns sedan i slutet på april 2009 en överenskommelse om en snabbladdningsstandard på 400V och maximalt 63A.

Snabbladdningssystem har sina specifika problem i och med att varje batterityp har sina speciella karaktärer vad avser möjligheterna att snabbt ta emot stora energimängder. En kommunikation mellan fordon och laddare kan visa sig nödvändig eller så kan man tänka sig ett system där fordonsägaren indikerar vilken typ av batteri det är frågan om på samma sätt som man idag väljer oktantal vid tankning. Snabbladdning av batteri har ytterligare problem i form av risk för brand och liknande vid val av ”fel” batterityp. Ett tydligt behov av standardisering finns alltså. Standardisering behandlas närmare i kapitel 9.

För laddning av tunga fordon är koncept som till strömstyrkor mest liknar snabbladdning den enda väg som står till buds. De energimängder som behövs för

att fylla ett batteri på ett tungt fordon är inte möjliga att på rimlig tid överföra med en vanlig enfaskabel. För dessa energimängder är det även troligt att förstärkningar av det omgivande nätet behöver göras lokalt för att på ett säkert sätt kunna ladda.

Även i snabbladdningsfallen är insatser i form av information och högt säkerhetstänkande nödvändiga för att inte onödiga olyckor skall inträffa.

#### **4.3.6 Batteribytestsystem**

Batteribytestsystem är ett tilltalande koncept eftersom det ger möjligheter till en energipåfyllningshastighet som kan konkurrera med den man får vid tankning av fossila bränslen. Tyvärr är systemet även förknippat med en mängd frågetecken som innebär barriärer för införandet av tekniken.

En av dessa är att anläggningar av denna karaktär är dyra och kräver ett stort mått av övervakning och underhåll samt utbildning av dem som ska använda dem initialt (ett batteripack skulle väga runt 300kg för en normal bil). Detta faktum gör det något mindre attraktivt att använda systemen ens i demonstrationsprojekt eftersom kapitalinsatsen för att få den nödvändiga tätheten mellan ”tankstationer” skulle bli mycket hög. Man skulle även behöva ett relativt stort område för demonstration eftersom en av fördelarna med ett system av den här typen är att mobiliteten med elfordonen skulle öka markant om det gick att fylla på energilagret med jämna mellanrum på ett enkelt sätt, exempelvis med bestämda mellanrum längs motorvägar lite grand på samma sätt som dagens bensinstationer är förlagda.

Ytterligare ett hinder som eventuellt skulle vara lösbart med en hög grad av standardisering och samarbete mellan fordonstillverkare, batteritillverkare och kraftdistributörerna är den nödvändiga uniforma designen av batteripacken. Detta eftersom det inte är realistiskt att tro att varje tillverkare skulle vara beredd att sätta upp särskilda laddstationer för specifikt sitt batteripack.

Trots dessa hinder så existerar idag initiativ som syftar till just denna typ av lösningar. I Israel är en storskalig satsning under planering med stöd från fordonstillverkarna Nissan/Renault. Man hoppas troligen (och enligt muntlig uppgift) att sätta en de facto standard som blir svår att avvika från för andra aktörer på samma marknad när den väl är etablerad.

#### **4.3.7 Betalningssystem**

Både publika laddstationer samt i synnerhet snabbladdstationer och batteribytestsystem kommer ha behov av betalningssystem för att debitera kostnaden för elenergin eller batteribytet. Betalningssystem hanteras vidare under

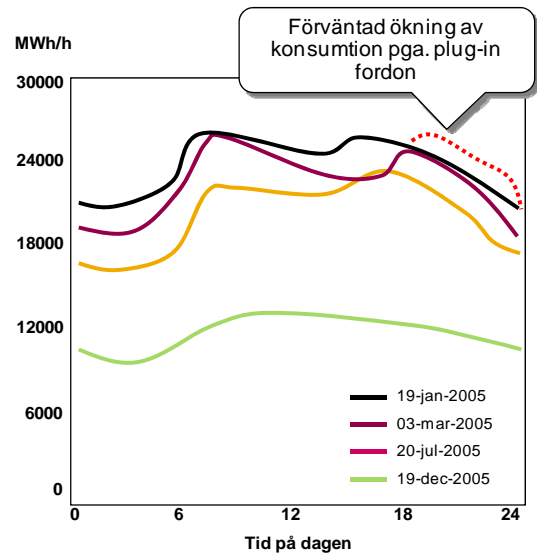
kap 8. Vissa publika laddstationer kan dock komma att erbjuda laddning gratis i samband med t ex inköp, se kap 5.3.

#### 4.3.8 Effekter på kraftnätet

Det svenska kraftnätet är mycket väl rustat för en introduktion av elfordon och kan ta emot stora mängder av elfordon utan att effekterna av detta normalt blir märkbara ur stabilitetssynpunkt. Den vision om 600 000 fordon som presenterats av elbranschen och IVA kommer inte att generera ett behov av mer än ca 1,5 TWh av dagens totala produktion på ca 150 TWh.

Om kraftgenererings-kapaciteten inte visar sig vara tillräcklig under vissa omständigheter när efterfrågan når sin topp kan ökad differentiering inom tariffsystemet med skarpare drivkrafter att använda el under ”billiga” tidpunkter i viss mån jämna ut efterfrågan utan att kapacitet behöver byggas ut.

Införandet av förnybara kraftkällor som exempelvis vind eller solenergi kan betyda att en större andel av kraftreserven måste avsättas som reglerkraft. En framtida möjlighet som diskuteras är också att använda elfordon som lastutjämnare genom den lagringskapacitet som finns i batteriet.



Figur 2 - Ökat elbehov till följd av laddning av elfordon (Källa: Fortum)

## 4.4 Prestandauppgifter på elfordon och laddhybrider

När elfordon diskuteras idag ser man ofta prestandasiffror i termer av räckvidd återgivna utan att dessa modereras med information om under vilka förutsättningar de gäller. På samma sätt som bränsleförbrukningsiffror för bensin och dieseldrivna fordon är framtagna under bästa möjliga betingelser är även de publicerade räckvidderna resultatet av bästa möjliga förhållanden. Enhetliga provmetoder för räckviddsredovisning saknas fortfarande.

Faktorer som höjer antingen det arbete som den elektriska motorn måste utföra för att fordonet ska prestera önskat resultat eller faktorer som försämrar batteriets prestanda eller arbetsuppgifter som läggs på batteriet som inte räknades in vid provtillfället är sådana som med elbilens redan korta räckvidd kan ge avsevärt kortare räckvidd än vad räckviddsredovisningen anger.

Sverige har ett i elfordonssammanhang ganska ogynnsamt klimat vilket medför vägar med mycket högt rullmotstånd en stor del av året. Snömodd och minusgrader för med sig alla de faktorer som nämndes ovan. Snömodden i sig själv flerfaldigar rullmotståndet vilket med samma faktor ger en reduktion av räckvidden vid konstant fart. Väderlek med låga temperaturer framkallar ett behov av uppvärmning av förarutrymme vilket kan kräva ett antal kilowatt enbart för detta. Vid riktigt varma klimatförhållanden får man det omvända förhållandet när förare och passagerare är vana vid möjligheten att använda luftkonditioneringsanläggning i bilen. De flesta bilar är idag exempelvis försedda med stereoutrustning. Belysning är ett krav i Sverige.

Ovanstående är exempel på sådant som inte självklart ingår i en räckviddsredovisning.



## 5 Marknaden

### 5.1 Allmänt om introduktion av ny teknik

När ny teknik introduceras på en marknad brukar man tala om att detta sker enligt en S-kurva. Denna kurva kan i sin tur delas in i ett antal faser där man talar om fem huvudsakliga sådana. De är troligt att även introduktionen av elfordon på den svenska marknaden kommer att följa denna typ av utveckling. Faserna är som följer:

#### *Förberedelsefasen*

Energimyndigheten bedömer att marknaden befinner sig i denna fas i utvecklingen vad gäller introduktionen av elfordon i Sverige. Den karaktäriseras av att marknadsaktörerna samlas och formerar intressentgrupper som tillsammans initierar demonstrationsprojekt och bygger upp kunskap om marknaden och tekniken. Inga fordon finns ännu till allmän försäljning på marknaden. Enstaka testflottor används för detta och några större volymer produceras inte.

#### *Introduktion*

Även denna fas handlar i stor utsträckning om utveckling och förberedelse inför marknads tillväxt. Enstaka fordon finns att köpa och alla tekniska problem är inte lösta. Kostnaden per exemplar är fortfarande hög och ingen standardisering finns på området. Hinder existerar ofta också för tillväxt.

#### *Tillväxt*

Den tekniska prestandan hos den nya tekniken närmar sig den för den gamla tekniken och de största barriärerna är eliminerade. Regelverket börjar harmoniseras för att inte vara till hinder för en introduktion brett av den nya tekniken. Ett ökande antal leverantörer av den nya tekniken säljer sina produkter på marknaden. Kostnaden för den nya tekniken är fortfarande högre.

#### *Genombrott*

Starkt positiva försäljningssiffror föreligger och många varianter av den nya tekniken samt god kunskap allmänt den nya marknaden..

#### *Kommersialisering*

Denna fas är nådd först när marknaden för den nya tekniken är oberoende av yttre stöd i form av styrmedel och kan fortsätta på egna meriter.

## 5.2 Möjlig strategi för inledande utbyggnad av laddinfrastruktur

Miljöförvaltningen i Stockholms stad har i ett utlåtande till Miljö och Hälsoskyddsnämnden<sup>4</sup> formulerat tankar runt hur införandet av elfordon skulle kunna genomföras och även reflekterat runt de effekter detta skulle ha på introduktionstakt. Man finner att det initialt troligen bara behövs begränsade insatser i form av investeringar i laddinfrastruktur, men att de åtgärder som görs bör vara av den karaktären att man får största möjliga effekt ur informations och reklamsynpunkt. Man kommer även fram till att det finns ett behov av identifiera platser och situationer där framförallt ägare till elbilar kan få verklig nytta av möjligheten att ladda, dvs. i de situationer man planerar att stanna en längre tid på samma plats innan åter eller vidare färd. Nedan citeras ett utdrag ur tjänsteutlåtandet.

### ”UTBYGGNAD AV INFRASTRUKTUREN

Idag talas det mycket om att etablera infrastruktur för laddning av elbilar, och detta är en viktig förutsättning för en lyckad marknadsintroduktion. Resonemanget måste dock föras ett steg längre för att verkligen sätta fingret på hur omfattande denna infrastruktur måste vara, och i vilka lägen det är lämpligt att etablera laddplatser.

Tidigare erfarenheter visar att användarna helst laddar bilarna i det egna garaget eller på besökplatser där de stannar en längre tid. Publika laddställen användes ganska lite under 1990-talets försök. Ett skäl till detta kan vara användarnas behov av trygghet i resandet. Man vill veta att man säkert kommer fram till målet, och elbilar kan inte fyllas på med en ”reservdunk” när batteriet är urladdat. Konsekvensen blir att man planerar sitt resande så att man säkert vet att batteriet är fulladdat när man ger sig iväg, och att resan man gör är kort och förutsägbar. För att kunna förlita sig på snabbladdning måste laddningen verkligen vara snabb, inte ta mycket längre tid än en bensintankning, och nätet av stationer ordentligt utbyggt. Snabbladdning är komplicerat och kräver olika laddcykler för olika fordon/batterityper. Detta blir en omfattande och kostsam investering som sannolikt ligger många år fram i tiden.

Men det finns också en betydande osäkerhet här eftersom en intensiv teknikutveckling pågår med t ex induktionsladdning och andra snabbladdningstekniker samtidigt som försök pågår med utbyte av hela batteripaket, där det urladdade batterierna byts mot ett fulladdat på särskilda bytesstationer. Dagens användare av konventionella bilar tankar bilen på en vanlig mack, och det ligger nära till hands att tänka att laddbilar skulle användas på

---

<sup>4</sup> Tjänsteutlåtande av Eva Sunnerstedt och Björn Hugosson, Miljöförvaltningen Stockholms stad, Dnr: 2009-004321-211

samma sätt. Men med tanke på att snabbladdningsstationer är dyrare än stolpar för långsamladdning är det rimligare att tro att laddbilarna i första hand kommer att långsamladdas där de står uppställda under lägre tider dvs hemma och på besöksparkeringar på stan och hos företag.

Snabbladdningsstationer kan bli lönsamma först på sikt när marknaden är stor. För laddhybrider blir situationen lite annorlunda eftersom de inte nödvändigtvis kräver laddning för att fungera. Laddningen blir istället ett sätt att minska miljöbelastningen och kostnaderna. Tillsammans med erfarenheterna ovan leder detta till slutsatsen att det kanske inte krävs någon omfattande publik laddinfrastruktur alls för att få laddhybrider att fungera.

Det kan räcka långt med att de som köper laddhybrider också installerar laddplats i det egna garaget eller den egna utomhusparkeringen. Då utnyttjas eldrift för alla kortare resor medan de längre resorna sker med det vanliga drivmedlet, och detta kanske kan vara tillräckligt.

En viss utbyggnad av publika platser är nödvändig. Dels för att skapa publicitet och dels för att göra det möjligt att köra batteribilar på ett mer flexibelt sätt. Behovet uppstår främst på besöksparkeringar där användarna står en längre tid t ex på företagsparkeringar vid kundbesök, i publika p-hus och vid köpcentra. Utbyggnaden av laddplatser bör börja där det finns ett tydligt behov och där det är enkelt och billigt och utan att lagar och regelverk behöver ändras.

Nedan följer en första lista över den tänkbara utbyggnaden:

1. Ett begränsat antal publika platser i p-hus och markparkeringar på tomtmark för att skapa uppmärksamhet och underlätta för befintliga elbilar och de första nya användarna. Främst handlar det om centrala lägen och i viss mån närförort och infartsparkeringar. För staden innebär detta ett engagemang från Stockholm Parkerings sida. Denna första fas är redan igång genom att Stockholm parkering i samarbete med Fortum planerar för 100 laddstolpar i Stockholm under år 2009.
2. Företagsparkeringar där företaget eller organisationen köpt in egna laddbilar. Billigast är platser i p-hus eftersom markparkeringar ofta kräver grävning och kabeldragning. För staden innebär detta Fastighetskontorets egna platser.
3. Privata p-platser för förmånsbilister i villa. Här har staden ingen ekonomisk roll och här finns redan i stor utsträckning motorvärmaruttag som kan användas.
4. Företagsägda besöksparkeringar där kunderna använder laddbilar t ex stora tjänsteföretag, restauranger och köpcentra. Här har staden ingen ekonomisk roll.

5. Fler publika platser i p-hus och markparkeringar i innerstaden för att underlätta för innerstadsbor att köpa laddbilar och ladda under natten. Gäller privata parkeringsägare och bostadsrättsföreningar, men innebär också ett utökat engagemang för Stockholm Parkering.
6. Gatuparkeringar i innerstaden om detta visar sig möjligt och nödvändigt för att underlätta för boende och besökare. Här verkar det som att de snedställda parkeringsplatserna längs mindre trafikerade bostadsgator i innerstaden kan vara de mest lämpade.
7. Snabbladdning på bensinstationer och längs motorvägar.”

Energimyndigheten delar i huvudsak Miljöförvaltningen i Stockholms tankar om en introduktion av laddinfrastruktur. För att få mesta möjliga nytta av infrastrukturen är det dock nödvändigt med standardiserade lösningar. Sådana finns inte idag men är under utarbetande se kap 9. För att finna bra standardlösningar är det dock viktigt att skapa sig efterenhet av de lösningar som olika aktörer presenterar innan en standard fastslås. Försök med olika former av utbyggnad är därför viktigt att utvärdera.

### **5.3 Marknadsutvecklingen**

Marknaderna runt om i världen är mer än någonsin sammankopplade och detta gäller naturligtvis elfordon i minst lika hög grad som andra fordon. För att tillverkare ska ha någon chans att nå de volymer vid vilka fordonen blir lönsamma att utveckla krävs en global avsättning.

På samma sätt som arbetet med standardisering av bränslen tidigare var viktigt för att kunna rationalisera produktion och optimera motorer är denna gång standardisering av elektriska storheter vid laddning och fysisk anslutningsutrustning mycket viktigt för utvecklingen.

Vi ser en ny strategi från fordonstillverkarna där den del av utvecklingen som tidigare utgjordes av förberedande prov under sekretess nu övergått till att vara en del i en global positioneringsstrategi. För att inte mista kontakter med möjliga kunder så har de flesta tillverkare med något undantag ett antal år kvar till det stadium då man kan förvänta sig en större lansering av elfordon. Man väljer då att genomföra sin slututveckling öppet i samarbete med till exempel kraftbolag. Vinsten i form av goodwill och möjligheterna att visa att man är en aktör att räkna med överväger här de sekretessmässiga fördelarna.

Marknaden för vilken vara som helst som ska introduceras är starkt kopplad till den efterfrågan som kan förväntas och styrmedel som kan underlätta introduktionen om det inledningsvis är en dyr teknik men med ur samhället önskvärda egenskaper.. Detta kan gälla allt från bidrag till lagar om återvinningsgrad eller skattesatser. I fallet ny fordonsteknologi finns exempel i form av förmånsbeskattningen som fick etanolbilsmarknaden att öppna sig i Sverige. Samtidigt ska man ha klart för sig att det inte var endast denna faktor som fick tekniken att nå ett brett kommersialiseringsstadium.

Den engelska BERR rapporten från oktober 2008<sup>5</sup> (före insikten om finanskrisens allvar och utbredning, utredarens not) har analyserat ett antal olika möjliga utvecklingsscenarioer där man klart uttrycker att de statliga styrmedlen har en mycket stark inverkan på utvecklingen. Fyra fall har tagits fram som syftar som längst mot 2030. Dessa har anpassats till svenska förhållanden av Elforsk i en grov uppskattning eftersom förhållanden i länderna inte är direkt översättbara.

<b>Antal eldrivna fordon (EV och PHEV) i den svenska personbilsparken</b>			
<b>Scenario</b>	<b>År 2010</b>	<b>År 2020</b>	<b>År 2030</b>
<b>Nuvarande styrmedel</b> Nuvarande incitament kvarstår men inga ytterligare åtgärder vidtas	600	42 000	480 000
<b>Mid-Range</b> Incitamenten fortsätter att utvecklas i samma takt som idag. Livscykelkostnaden för elfordon är paritet med konv. fordon år 2015.	800	125 000	650 000
<b>High-Range</b> Laddningsinfrastruktur finns brett tillgänglig i städer, förorter och på en del mindre orter. Livscykelkostnaden för elfordon är i paritet med konv. fordon år 2015 och batterileasing är ett reellt alternativ.	800	240 000	1 780 000
<b>Extreme Range</b> Efterfrågan på elfordonen blir extremt hög och begränsas på kort sikt bara av tillgängligheten på fordon.	800	480 000	3 270 000

**Tabell 3 - Marknadsutveckling i relation till tid och styrmedel**

Nuvarande styrmedel

Antas även att batterikostnaden inte sjunker snabbare än att hela livscykelkostanden blir jämförbar med konventionella fordon tidigare än runt 2020.

<sup>5</sup> Department for Business Enterprise and Regulation Reform

#### Mid range (Medelscenariot)

Miljödrivkrafterna fortsätter att öka i dagens takt vilket innebär att elfordonen blir prismässigt konkurrenskraftiga runt 2015. Elfordon säljs mest runt storstäder på grund av sin begränsade kapacitet och laddhybrider fortsätter att vara prismässigt ofördelaktiga på grund av dubbel teknikuppsättning.

#### High range (Höga scenariot)

Staka styrmedel för att uppmuntra försäljningen av elfordon. Laddinfrastruktur är tillgänglig i stad och förort och på vissa utvalda platser på landet.

Livscykelkostnaden för elfordon är jämförbar med fossildrivna jämförbara dito redan 2015. Batteri-leasing är en användbar ekonomisk modell.

#### Extreme range (Extrema fallet)

Förutsätter en stor efterfrågan på batterifordon och försäljningen begränsas nästan enbart av tillgängligheten på fordon. Mot slutet på perioden är nästan alla fordon som säljs eldrivna sådana.

När dessa scenarier beskrivs är det viktigt att hålla i minnet att vi idag inte ser något utbud av elfordon, undantaget hybrider, i större volymer över huvud taget i Sverige. Kinesiska tillverkare har påbörjat lanseringen av sina fordon, men man kommer troligen att vänta en tid innan dessa fordon erbjuds på den europeiska eller amerikanska marknaden. Vi ser alltså en introduktion av elfordon i blygsam skala först under 2011. Med beaktandet att medellivslängden på fordon i Sverige ligger någonstans runt 15-20 år så är det inte svårt att inse att det tar mycket lång tid att byta ut denna flotta. Samhällsekonomiskt är det inte heller effektivt att byta ut fordon för tidigt med nuvarande kalkylbas, men kan en miljöekonomisk kalkyl inkluderas i resonemanget så sjunker naturligtvis livslängden.

Analysen i scenarierna ovan utgår alla från en etablering av elfordon i storstädernas innerkärnor. Detta är ett resonemang som har en traditionell förankring i tänkandet att det var de miljömässiga målen i form av luftföroreningar som utgjorde det hot som skulle undanröjas. Detta har delvis förändras i och med den förskjutning av fokus mot klimat och CO2 problematiken som gjorts sedan dess. Om inte lokala miljöproblem i innerstadskärnor längre utgör ett lika stort problem så finns den stora potentialen eventuellt i den stora grupp pendlare som reser begränsade och väl definierade sträckor varje dag till och från arbetet. I stadskärnorna finns dessutom flera problem förknippade med elbilsinnehav som verkar bromsande som t ex tillgången på enkla och billiga laddningsmöjligheter initialt. Problemen med parkering finns även med vanliga fordon men elfordon bör även ställas i relation till en effektiv kollektivtrafik. För förorten eller liknande finns många gånger problem med kollektivtrafiken i form av turtäthet, riktning, tillförlitlighet och flexibilitet.

## 5.4 Nuvarande marknad för elfordon och planerade demonstrationsförsök

Följande beskrivning utgör bara exempel på insatser som planeras eller fordon som finns till salu. Närmast dagligen presenteras nya initiativ i världen.

### 5.4.1 Europa

#### *Sverige*

I Sverige har exempelvis elbranschen med bland annat Power Circle och Elforsk samt ett antal aktörer som Vattenfall, Fortum och t ex Göteborgs stad initierat olika former av aktiviteter runt elfordon. Det handlar i de flesta fall om demonstrationsplatser för elfordon och laddinfrastruktur. Hittills idag är endast ett mindre antal Thinkbilar från Norge i drift på några platser i Sverige. Volvo Personvagnar genomför i samverkan med Vattenfall och med stöd från Energimyndigheten försök med laddhybrider. Volvo har även forskningsprojekt med rena elfordon. Initiativ har också tagits för att konvertera både SAAB bilar och Fiat bilar i Sverige till eldrift.

#### *Frankrike*

Electricite de France (EDF) är en mycket aktiv aktör inom elektrifiering av fordonsflottan.

I oktober 2008 lade franska staten fram en plan med en finansiering på 400 MEUR till utveckling av främst batterifordon. De franska fordonsföretagen har i samband med detta tecknat ett samarbetsavtal med EDF för batteriutveckling och utbyggnad av laddplatser. EDF har sedan tidigare även ett samarbete med Toyota som innefattar bla en treårig laddhybrid demonstration baserat på bilmodellen Prius som förses med ladduttag och extra batterikapacitet.

Renault/Nissan har ett samarbete med organisationen A Better Place om introduktion av elfordon men också försök med batteribytestsystem.

#### *Tyskland*

BMW, Vattenfall och Eon har planer på att i Berlin demonstrera 50 "Mini" elbilar med förnybar el. I Berlin ska användarna betala 650 EUR i månaden för användandet av bilarna men får ett bidrag på 250 EUR som kompensation för att de deltar i ett vetenskapligt program. Totalkostnaden blir alltså lägre än för motsvarande konventionella fordon

#### *Danmark*

Den danska regeringen ger idag incitament till elbilsköpare genom att inte beskatta lågemitterande (CO<sub>2</sub>) fordon fram till 2012.

I Danmark planeras program både via A Better Place om fordon, infrastruktur och batteribytestsystem samt samarbeten mellan Siemens och IBM (på Bornholm). På Bornholm ska frågor om vindkraftsdrivna näts stabilitet utredas. Mycket av arbetet görs via simuleringar men ett antal elfordon kommer stationeras på ön.

#### *Norge*

I Norge har företaget Think fått mycket uppmärksamhet för sina försök att lansera en elbil. Företaget har ekonomiska problem och har därför inte lyckats leverera så många fordon i Sverige som tidigare aviserats av svenska aktörer som bla Power Circle. Utöver detta företag är flera elfordonsföretag etablerade i Norge sedan flera år och nya initiativ tas. Orsaken är att förmånerna för elfordon där är mycket stora och intresset för elfordon där ”överlevt” under 2000 talets inledande del.

#### **5.4.2 Japan**

De flesta fordonsföretag i Japan har planer på lansering av elbilar eller laddhybrider eller åtminstone på demonstrationsinsatser för sådana fordon. Toyota kommer att bygga ett antal laddhybrider baserat på den nya Prius modellen. Mitsubishi har redan lanserat i juni en mindre elbil, i, på marknaden i Japan. Den modellen planeras komma till Sverige i slutet av 2010. Nissan/Renault har som nämnts tidigare planer på att lansera flera elbilsmodeller och även göra försök med batteribytestsystem.

#### **5.4.3 USA**

Intresset för laddhybrider är mycket stort i USA och en marknad för att bygga om Toyota Priusbilar till laddhybrider har uppstått. General Motors planerar att lansera en ny modell kallad Volt under 2011 som är en laddhybrid. Stora federala satsningar görs nu också utveckling i relation till elbilar och laddhybrider, t ex batteriutveckling.

#### **5.4.4 Kina**

I Kina bedrivs en intensiv utveckling av både fordon och batteriteknik. Ett företag som fått mycket uppmärksamhet är BYD (Build Your Dream).



## 6 Styrmedel

I uppdraget ombeds myndigheterna ”undersöka om det finns behov av styrmedel för att stimulera utbyggnad av laddinfrastruktur och introduktion av fordon och om så är fallet även föreslå vilka styrmedel som kan vara lämpliga”. Vidare står det att ”i detta sammanhang ska också anges vilka befintliga regelverk som kan behöva ändras för att stimulera en utbyggnad av laddinfrastruktur”.

Beskrivningen i tidigare kapitel om höga kostnader för fordon och en osäkerhet om strategi, teknikval och kostnader för att bygga ut laddinfrastruktur gör att bedömningen är att ytterligare styrmedel behöver tillföras om intresse finns för att stimulera utvecklingen utöver vad som görs idag. I synnerhet är det frågan om merkostnader för batterier och därmed fordon som av myndigheterna bedöms som mest kritiskt.

De huvudsakliga motiven för stöd till elfordon och laddhybrider är dess möjligheter till minskade klimatutsläpp, effektivare energianvändning, minskade övriga emissioner inklusive buller samt industriell utveckling inom fordonssektorn men också kraftindustri.

Frågan om styrmedel till elfordon och laddhybrider behandlas därför översiktligt i såväl Kontrollstation 2008 som Strategin för effektivare energianvändning och transporter som är en av tre strategier inom ramen för miljömålsarbetet.

I den så kallade miljöbilsdefinitionen finns en klass för elfordon och en klass för elhybrider och därmed finns det redan ett visst stöd till just dessa typer av fordon och ett utrymme i regelverket att stimulera dessa fordonstyper ytterligare.

Utan att göra en noggrann analys av stödet via miljöbilsdefinitionen kan man ändå konstatera att omfattningen av detta stöd i relation till fordonens merkostnad är relativt litet och påverkar sannolikt inte valet av elfordon eller laddhybrid vid köp nämnvärt. Biogas- och etanolbilar har tydliga stöd både för inköp och för drift emedan elbilen inte har motsvarande stöd för drift. Biogas- och etanolbilar är därmed idag mer gynnade totalt sett än elfordon. Driftskostnaden för en biogas- eller etanolbil stöds genom en skattenedsättning värd ca 2-5 kronor per mil beroende på värdering av nedsättningen och bilens storlek. Elbilen och laddhybriden har därför idag mindre stöd från samhället än andra så kallade miljöbilar trots att de har potential till mycket bra miljöprestanda.

Merkostnaden för elfordon och laddhybrider är jämfört med de andra fordon som ges stöd via miljöbilsdefinitionen i de flesta fall avsevärd. Merkostnaden för en elbil eller en laddhybrid bedöms i denna rapport vara minst 50 000 kr till över 150 000 kr för fordon som tillverkas i mindre serier och betydligt mer för förseriefordon.

Stöd just till elfordon eller särskilt energieffektiva fordon där elfordon kan vara ett sådant är också avsevärt större i länder som t ex USA, Frankrike, Norge och Danmark än för närvarande i Sverige.

Svensk fordonsindustri satsar idag stora resurser på elektrifiering av fordon. Det handlar både om hybridisering samt om elfordon och om laddhybrider. Delar av dessa satsningar görs i samverkan med staten inom bl.a. ramen för programmet Strategisk fordonsforskning och innovation som beskrivs närmare i kapitel 11.2. Satsningen på elektrifiering av fordon sker i lika hög grad för tunga fordon som för personbilar och därför är frågan om batterikostnader, batterisystem etc. lika viktig för lastbils- och busstillverkare som för personbilsindustri. När stöd till elfordon och laddhybrider övervägs bör därför också möjlighet till stöd för tunga fordon diskuteras och för dessa är merkostnaderna vara betydligt större än för personbilar.

Osäkerheten om hur stor merkostnaden för elfordon och laddhybrider är för olika slags fordon gör att Energimyndigheten i den här rapporten inte föreslår en lämplig nivå på stöd via t ex miljöbilsdefinitionen eller andra möjligheter men Energimyndigheten vill ändå peka på att stödet är lägre än i flera andra länder och inte minst mot bakgrund av möjligheten till industriell utveckling i Sverige kunde det vara lämpligt att anpassa stödnivåerna närmare de nivåer som gäller i andra länder.

När det gäller utbyggnad av laddinfrastruktur så beskriver rapporten att det finns en väl utbredd infrastruktur redan och att denna utgör en grund för att kunna och en möjlighet att introducera elfordon och laddhybrider redan idag. Vilken typ av infrastruktur det är bäst att ytterligare bygga till är svårt att avgöra. För vidare utbyggnad av den typ av infrastruktur som redan finns är kostnaderna relativt måttliga i många fall och incitament finns därför redan idag för såväl privatpersoner som företag att använda och komplettera laddinfrastrukturen för laddning av fordonen. Skillnaden i rörlig kostnad per kilometer för framdrift på el och framdrift med bränslen ger tillräcklig stimulans för att använda och även göra enklare komplettering av infrastrukturen redan idag, Om marknaden för elfordon och laddhybrider ska växa kan dock snabbare laddning behövas. Vidare kan det komma att behövas laddinfrastruktur i gatumiljö. Dessa typer av infrastruktur saknar idag standardisering och här är kostnaderna större varför det saknas tillräckliga incitament för en omfattande utbyggnad. Stockholms stads miljöförvaltning har låtit genomföra en relativt omfattande studie av möjligheten till utbyggnad av laddinfrastruktur i Stockholm och beskriver här möjligheter och hinder.

Sammantaget gör Energimyndigheten bedömningen att ytterligare styrmedel behöver komma till stånd för att stimulera denna utveckling. Detta bör ske med såväl generella styrmedel, som t ex miljöbilsdefinitionens möjligheter till extra stöd men också i form av att en större demonstrationssatsning görs för elfordon och laddhybrider. En demonstrationssatsning beskrivs därför närmare i kap 12.

IEA har gjort en genomgång av styrmedel i 18 länder och samlat slutsatser i ett dokument från 2002 där man drar ett antal slutsatser som sammanfattats av Elforsk<sup>6</sup>.

#### *Styrmedelstrategin bör bygga på ett stegvis införande*

Stora satsningar på exempelvis demonstrationsprojekt bör inte göras förrän en verkligt bärkraftig teknik har sett dagens ljus och risken för bakslag i form av dålig publicitet och lågt förtroende hos de tänkta köparna är en mindre risk. Detta är möjligen vad vi har sett tidigare i elbilens historia. Speciellt gäller detta i relation till de förväntningar köparen har på produkten. Ett litet fåtal är sannolikt beredda att köpa lägre prestanda till ett högre pris utan någon form av kompensation

#### *Inrikta satsningarna mot rätt marknadssegment*

Det är inte sannolikt att privatpersoner kommer att vara köpare av några större volymer elfordon eller laddhybrider initialt (laddhybrider har här något större sannolikhet) utan man bör i detta fall rikta de första åtgärderna mot större aktörer. Oftast har sådana större aktörer en möjlighet att räkna med den imagemässiga fördel det innebär att köpa in fordonen som en goodwillpost i balansräkningen. När det gäller de typer av fordonsflottor som kan komma att vara aktuella är de ofta av typer med mycket specificerade arbetsuppgifter/rutter och kravbilder. Privatpersoner har normalt jämförelsevis mycket varierande krav på persontransportfordon.

För vissa kategorier elfordon som exempelvis Tesla, vilken är en elsportbil, kan det finnas anledning att rikta försäljningsinsatser mot kapitalstarka privatpersoner eller i övrigt starkt offentligt exponerade personer som ger kategorin fordon en stor hjälp marknadsföringsmässigt.

#### *Fokusera på tekniska tillämpningar som kan bli marknadsmässiga och uppnå stor acceptans hos användarna*

Den teknik som tillförs bör vara av den karaktären att den tillför antingen unika fördelar för segmentet eller så beskaffad att den inte kräver stora beteendemässiga förändringar av kunden.

#### *Involvera alla berörda på ett tidigt stadium*

Koordination av intressen är viktigt för att uppnå stor marknadspotential. I fallet elfordon och laddhybrid betyder det att fordonstillverkare, elkraftproducenter och distributörer,

---

<sup>6</sup>Styrmedel för introduktion av eldrivna fordon och utbyggnad av laddinfrastruktur, Elforsk rapport 09:48

## 7 Samhällseffekter av en introduktion av elbilar och laddhybrider

### 7.1 Energianvändning i vägtransportsektorn

Energimyndigheten bedömer med grund i 90-talets mätning av elanvändning per körd kilometer och med grund i de uppgifter som ges kring nya bilar att både elbilar och laddhybrider kommer att vara mycket energieffektiva. I långsiktsprognoisen räknar myndigheten med en elanvändning å 0,24 kWh/km inklusive förluster. Elanvändningen per kilometer kan troligen bli ännu lägre än så. Myndigheten delar elbranschens bedömning att om huvuddelen av personbilstransporterna idag skedde med el skulle elanvändningen bli i storleksordningen 10-15 TWh.

I myndighetens långsiktsprognois från 2009<sup>7</sup> gör myndigheten bedömningen att elfordon och laddhybrider kommer att få ett visst marknadsgenslag till 2020. Rapporten redovisar bedömningen att 85000 fordon når marknaden till år 2020 och förväntas då använda ca 0,2 TWh. Detta kan jämföras med elbranschen och IVA har som formulerat en ambitiös vision om 600 000 elfordon år 2020 som om den blir verklighet bedöms använda ca 1,5TWh eller ca 1% av dagens elanvändning i Sverige. I rapporten bedöms 0,2 TWh elanvändning ersätta ca 0,5 TWh fossila bränslen i form av bensin eller diesel.

I EUs förnybarhetsdirektiv finns ett mål om 10% förnybar energi inom transportsektorn. I detta mål får förnybar elanvändning i transportsektorn också räknas in. Dessutom får redovisningsmässigt elanvändningen i transportsektorn räknas upp med en faktor 2,5.

### 7.2 Emissioner

Värdering av emissioner från elfordon relativt till exempel dieselfordon eller etanolfordon är komplext att göra. En viktig utgångspunkt är hur energieffektiv en viss tjänst som en energibärare levererar. El i fordon har här en möjlighet att vara en synnerligen energieffektiv väg att använda energi för framdrivning.

I rapporten Koldioxidvärdering av energianvändningen<sup>8</sup> beskriver Energimyndigheten att det inte går att beräkna en förändring av energitillförsel och dess klimateffekt vid en åtgärd i förväg. Men det är alltid bra att

---

<sup>7</sup> Långsiktsprognois 2008, Statens Energimyndighet ER 2009:14

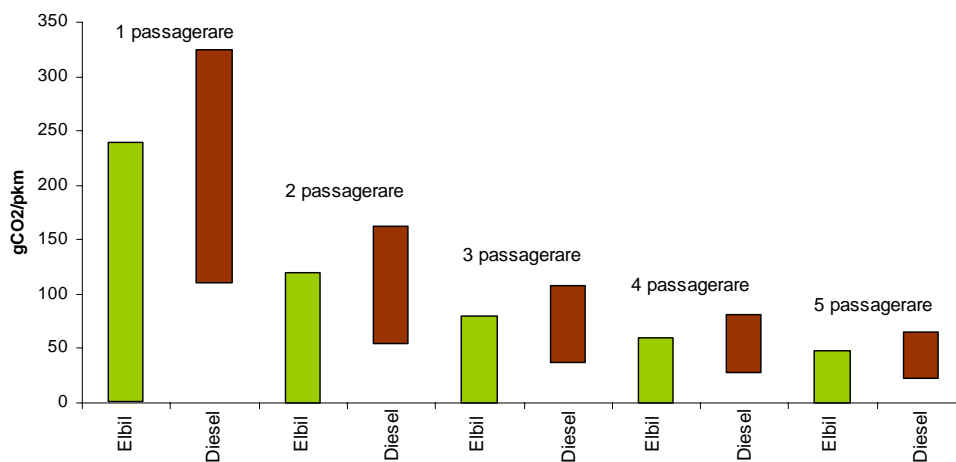
<sup>8</sup> **Koldioxidvärdering av energianvändningen, vad kan du göra för klimatet, Underlagsrapport Statens Energimyndighet 2008**

energieffektivisera och välja produktionsspecificerad energi med låg klimatbelastning, eftersom det möjliggör en förändring i energitillförsel.

Gör man en marginalvärdering av el bör man samtidigt göra en marginalvärdering av det man jämför med. I rapporten redovisas ett värde på kolen som 1000 kg CO<sub>2</sub>/MWh och för marginalolja från kol till 850 kgCO<sub>2</sub>/MWh. För att köra en dieselbil som har en förbrukning på 0,4 liter per mil, d v s en mycket bränslesnål dieselbil, släpper den på marginalen ut ca 3,4 kg koldioxid och elbilen släpper ut ca 2,4 kg koldioxid.

I figur 3 kan vi se staplar som vid olika fordonsbeläggning tydligare illustrerar resonemanget ovan. De högsta utsläppsvärdena i stapeln med en passagerare motsvarar marginalresonemanget. De lägsta siffrorna är för elen ett bra miljöval och för dieselbilen den konventionella oljans utsläpp.

Det är slutligen köparen av el som genom sitt val av elleverans påverkar utfallet. Val av diesel är svårare att göra. Val av el som har låga koldioxidutsläpp är lätt att göra i Sverige och även i övriga Europa varför elfordonen erbjuder en möjlighet till kraftfull reduktion av utsläppen.



Figur 3 - Koldioxidutsläpp som funktion av fordonsbeläggning. Jämförelse av en elbil och en mycket energieffektiv dieselbil ur olika perspektiv på beräkning av utsläppen.

### 7.3 Ekonomi

Överlag har generella styrmedel såsom skatter och olika marknadsbaserade system en hög samhällsekonomisk effektivitet, speciellt för att internalisera kortsiktiga externa effekter. Väl genomtänkta informations- och märkningsinsatser kan vara ett bra komplement till dessa styrmedel. Vid sidan om dessa styrmedel bör insatser för forskning och utveckling och även för marknadsintroduktion inkluderas i strategier inom energi- och miljöområdet.

Olika former av bidrag till investeringar i specifika produkter ska emellertid användas med sparsamhet eftersom de ofta inte är samhällsekonomiskt effektiva. Vissa åtgärder, främst investeringar som rör ny teknik, kan behöva ett tidsbegränsat stöd för att få hjälp in på marknader. Bedömningen är att elfordon är en ny teknik som behöver någon form av stöd.

Åtgärder som stöd till miljöfordon och många andra åtgärder inom transportsektorn är idag inte klimateffektiva i den meningen att de kostar mer i kronor per reducerad koldioxidekvivalent än andra åtgärder. Åtgärder som t ex stöd till elfordon måste därför ses på sikt och utvärderas efterhand för att bedöma om de leder i en positiv riktning d v s sänkta åtgärds kostnader.

## **8 Kraftnätet och fordonen**

### **8.1 Koncession, mätning och anslutning (Energimarknadsinspektionen - Underlag till Statens energimyndighet gällande kartläggningen av marknaden för elbilar och laddhybrider)**

Statens energimyndighet (Energimyndigheten) har den 12 februari 2009 fått i uppdrag att i samverkan med Energimarknadsinspektionen (EI), Transportstyrelsen och Vägverket lämna ett samlat kunskapsunderlag om marknaden för elbilar och laddhybrider. Uppdraget ska redovisas till Näringsdepartementet senast den 29 maj 2009. Energimyndigheten har mot den bakgrunden bett EI att ”analysera dagens regelverk för nätkoncession, mätning och avläsning av elförbrukning och överväga behovet av eventuella förändringar. Om behov bedöms föreligga ska förslag på ändringar lämnas.”

Energimarknadsinspektionens bedömning är att det nuvarande regelverket medger att en infrastruktur för laddning av elbilar och hybrider kan utvecklas. Det kan emellertid finnas skäl att se över vissa områden där regelverket kan förbättras i syfte att underlätta utbyggnaden. En genomgång av några sådana områden ges nedan.

Energimarknadsinspektionen ställer sig därför bakom Energimyndighetens förslag om ett demonstrations- och utvecklingsprogram för stöd till marknadsintroduktion av elfordon och laddhybrider. I detta arbete bör även EI ha en roll.

#### **8.1.1 Koncessionsfrågor**

Enligt ellagen avses med nätverksamhet att ställa elektriska starkströmsledningar till förfogande för överföring av el. Till nätverksamhet hör också projektering, byggande och underhåll av ledningar, ställverk och transformatorstationer, anslutning av elektriska anläggningar, mätning och beräkning av överförd effekt och energi samt annan verksamhet som behövs för att överföra el på det elektriska nätet (1 kap. 4 § ellagen (1997:857)).

En elektrisk starkströmsledning får inte byggas eller användas utan tillstånd (nätkoncession). En nätkoncession ska avse en ledning med i huvudsak bestämd sträckning (nätkoncession för linje) eller ett ledningsnät inom ett visst område (nätkoncession för område) (2 kap. 2 § ellagen).

### **8.1.2 Icke koncessionspliktiga nät**

Förordning (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen anger när man får bygga en ledning utan nätkoncession, så kallade icke koncessionspliktiga nät. I förordningsmotivet (Fm 2007:1), som förtydligar syftet och bakgrunden med bestämmelserna, anges att tre grundläggande förutsättningar måste vara uppfyllda; ledningen ska vara ett internt nät, dvs. innehavaren ska överföra el för egen räkning, ett internt nät får inte ha för stor utbredning och området ska vara väl avgränsat.

Med utvecklingen av elbilar och laddhybrider kan det uppstå ett behov av att utvidga möjligheterna att bygga nät för laddningsstationer utan krav på koncession, exempelvis vid rastplatser, infartsparkeringar m.m. Det finns därför anledning att analysera behovet av att utvidga förordningen om undantag från kravet på nätkoncession.

### **8.1.3 Anslutningsfrågor**

Den som har nätkoncession för område eller linje är, om det inte finns särskilda skäl, skyldig att på skäliga villkor ansluta en elektrisk anläggning inom området till ledningsnätet. Tvister om koncessionshavarens skyldigheter prövas av nätmyndigheten (3 kap. 6-7 §§ ellagen). Enligt elförordningen är Energimarknadsinspektionen nätmyndighet.

En kund kan således ansöka om att EI prövar om en anslutningsavgift och övriga villkor för en anslutning är skäliga. Nätföretagen bestämmer själva sina anslutningsavgifter och prövning sker först i efterhand. Anslutningsavgiften får vara avståndsberoende, dvs. den får utformas med hänsyn till var den anslutande kundens anläggning ligger. EI:s beslut kan överklagas till förvaltningsdomstol.

En omfattande utbyggnad av laddstolpar kommer att medföra ett stort antal ansökningar om prövning av anslutningar. Det finns anledning att överväga om anslutningsavgifterna kan regleras i lagstiftningen för att dessa ärenden ska kunna avgöras snabbt, enkelt och förutsägbart.

### **8.1.4 Mätning**

Ellagens bestämmelser anger att den som har nätkoncession är skyldig att utföra mätning av mängden överförd el och dess fördelning över tiden. Om en elanvändare har ett säkringsabonnemang om högst 63 ampere ska nätkoncessionshavaren i stället dels preliminärt beräkna mängden överförd el och dess fördelning över tiden (preliminär schablonberäkning), dels slutligt mäta mängden överförd el och beräkna dess fördelning över tiden (slutlig schablonberäkning). Detta gäller inte en elanvändare som begärt att mängden överförd el och dess fördelning över tiden ska mätas. Det åligger nätkoncessionshavaren att rapportera resultaten av de mätningar och beräkningar



som görs (3 kap. 10 § ellagen). En elanvändare som vill att mätning ska ske på annat sätt än ovan kan få en sådan mätning men måste som huvudregel själv betala för de extra kostnader som det medför (3 kap. 11 §).

Från den första juli 2009 inträder kravet på månadsvis avläsning. Detta innebär att alla elkunder kan få debitering efter den faktiska förbrukningen (STEMFS 2005:7).

Enligt nuvarande lagstiftning ska individuell mätning ske vid varje uttagspunkt. Det finns anledning att se över om detta krav behövs när infrastrukturen för elbilar och laddhybrider ska utvecklas. EI har i uppdrag att utreda möjligheterna att undanta mindre anläggningar från kravet på individuell mätning, exempelvis enstaka gatlampor, reklamskyltar osv. I detta uppdrag kommer EI att beakta även ovannämnda frågeställning. EI kommer att överlämna uppdraget till regeringen i slutet av september.

## **8.2 Affärsmodeller och möjligheter**

En utbyggnad av laddinfrastruktur för elbilar eller laddhybrider för med sig en rad möjligheter och utmaningar. Mycket av vinsten räknas i termer av klimatnytta och reduktion av lokala och globala föroreningar, men det finns även ett stort antal affärsmöjligheter i och med den nya strukturen för energiförsörjning för transporter. Ett stort antal aktörer har redan identifierat att så är fallet som t ex elföretagen. Förutom den uppenbart positiva effekten på dessa aktörer finns en rad andra intressanta möjligheter som kan beröra sektorer som finans, försäkring, riskkapital, bygg, elinstallatörer, elektronikleverantörer, återvinning och många andra sektorer som kan påverkas positivt av satsningar på området.

Förutom de rent fysiska effekterna av en infrastrukturutveckling krävs även en hantering av avtal mellan aktörerna på marknaden och affärsmodeller för att de som tillhandahåller laddningstjänsten, på ett för kunderna attraktivt sätt, skall kunna erbjuda detta.

En av utmaningarna ligger i att kunna ta betalt för den el som laddas vid en laddplats som inte är fordonets normala parkeringsplats. Erfarenheter hittills visar att laddning sker via "hemmabasen" i första hand och att publika laddplatser använts relativt lite. Det kan då bli en utmaning att fördela kostnaden, i alla fall inledningsvis, för mätning och laddstolpe på kunden vid de laddstationer som erbjuds. Tar man mer betalt än för el som laddas vid "hemmabasen" minskar incitamentet att ladda. Det kan alltså vara svårt i vissa fall att återbetala en investering i laddutrustning.

Det är dock fullt tänkbart med andra affärsmodeller där laddning på ett enkelt sätt ingår i parkeringsavgiften, som en fast summa vid besök på köpcentra etc.

En mängd särlösningar där det inte går att ladda sitt fordon trots att det finns laddkapacitet kommer inte heller att främja framväxten av en fordonspark med hög andel laddhybrider och elfordon. Avtal mellan elproducenter, distributörer och andra på ett sätt som kanske liknar de så kallade roamingavtalen mellan telekomoperatörerna är alltså en viktig faktor.

Nytt företagande eller nya affärsmodeller kan också uppstå i produktion och utveckling av laddningsutrustning och därmed tillhörande tekniker som t ex mätning.

Eftersom inköpskostnaden för batterier bedöms vara mycket stor i inledningen av elbils och laddhybridmarknaden pågår och planeras affärsmodeller med leasing av batterier. Man kan också tänka sig samägande av fordon genom t ex bilpooler för att på så vis öka användningen av bilen och därmed snabbare återhämta hela eller delar av kostnaden för batteriet genom att bilen används mer.

Försök pågår också att via telekomsystem t ex informera om var lediga laddplatser finns med möjlighet att förboka dessa.

En stor mängd nya eller gamla affärsmodeller kan komma att behövas för marknadsintroduktionen av elbilar och laddhybrider och även dessa initiativ bör utvärderas och följas i syfte att utvärdera samhällsekonomi i dessa.

## 9 Standardisering

Elforsk har i sin egenskap av samlande organ för svensk elkraftindustri genomfört ett arbete runt standardisering på området elfordon<sup>9</sup>. Energimyndigheten har fått ta del av denna rapport och citerar nedan dokumentet i sin helhet. Tilläggas bör att det sedan rapporten skrevs har tillkommit en konsensus bland Europas biltillverkare och kraftbolag att man för snabbare laddning än den normalladdning vid 230 V och 16 A valt att anamma en nivå på 400V och 63A som snabbaddning tills vidare.

Nedan citerat från Elforsks arbete.

### 9.1 Vem gör vad i standardiseringsarbetet

Standardiseringsarbete för elfordon och laddningsinfrastruktur pågår internationellt inom IEC och ISO. Aktivast inom standardiseringsarbetet är Europa, Japan och USA. I Sverige sker arbetet inom SEK Elstandard (arbetar mot IEC) och SIS (arbetar mot ISO). Arbetet avser både revidering av befintliga standarder och framtagande av nya. Standardiseringsarbetet bedrivs i nära dialog mellan biltillverkare, elbolag, utrustningsleverantörer.

Några av de synpunkter som lyfts fram under vintern 2008/2009 inom detta samarbete har berört:

- Unvikande av ”inlåsningeffekter” vid olika komponent- och systemval
- Det ska vara möjligt att använda enkla lösningar samt befintliga standardkontakter.

### 9.2 Vart standardiseringen är på väg

#### 9.2.1 Vad är standardiserat

Inom IEC har man tagit fram säkerhetsstandarder vilka visar på utföranden som anses uppfylla krav på rimlig personsäkerhet. Dessa standarder uppfyller lågspänningsdirektivet. IEC-standarderna visar på lämpliga lösningar för laddning av fordon. IEC standarderna visar på flera lämpliga lösningar. Eftersom eldrivna bilar har varit en lokal företeelse har det inte varit något större problem. Beträffande kabelanslutning och kontaktering har man lämnat öppet för stor valfrihet för nationella avvikelser då ett stort antal olika nationella regler och standarder finns.

---

<sup>9</sup> Standardisering för eldrivna fordon Lägesrapport, Elforsk rapport 09:46

Vid en större introduktion av elbilar och laddhybrider som ska laddas räcker emellertid inte existerande standarder till eftersom man då måste räkna med att dessa ska kunna laddas överallt i Sverige och även i andra länder. Dessutom kommer krav ställas på snabbare laddning och därmed utförandet av komponenter i laddningssystemen.

I syfte att erhålla kompatibilitet mellan olika laddsystem och bilar har ett industrinitiativ tagits i Europa i vilket ett flertal biltillverkare, komponentleverantörer och elbolag samarbetar för att ta fram standarder för detaljutförandet för att uppnå kompatibilitet och önskvärd funktionalitet och prestanda hos laddningssystem och ingående komponenter.



Källa: RWE

### 9.2.2 Elektriskt

Befintlig standardisering:

- Öppen för användande av 1-, 2- eller 3-faser
- Öppen för AC eller DC
- Möjligt att välja olika lösningar för elsäkerhet (mode 1, mode 2, mode 3)

Behov av standardisering:

- För möjliggörande av laddning med både 1- och 3-fas
- För möjliggörande av långsam respektive snabbare laddning

Trend:

- Möjlighet till 3-fasladdning i hela Europa, även länder utan allmänna trefasininstallationer. 3-fas bedöms här kunna bli aktuellt på vissa allmänna platser där man vill ladda snabbare.

### 9.2.3 Kontaktering och kablar mm.

Befintlig standardisering:

- Ger möjlighet till ett stort antal anslutningsmöjligheter vilket medför att man inte kan vara säker på att laddning är möjlig utan att använda adapter.

Behov av standardisering:

- Kontakter, elintag, eluttag, kablar

Trend:

- Laddning med 230V/16A ska vara möjlig vid varje hushållsuttag utrustad med jordfelsbrytare (eller möjligen som en del av kabeln).
- Vid högre laddeffektbehov (3-fas och/eller strömmar över 16A alt. minst 32 A) kommer speciell utrustning behövas för förhöjd säkerhet.
- Om hög kompatibilitet ska erhållas krävs att 3-fasuttag ska kunna användas även för enfasladdning. Ingen speciell dedikerad enfaskontakt föreslås.
- För att kunna använda klenare kablar än för 63A ska dessa klenare kablar koda (mekaniskt eller elektriskt) för att bilens laddare inte ska kunna överbelasta kablarna.
- Förutom 5 kraftstift (3-fas, neutral, jord) ska kontakterna ha minst 2 signalkontakter för styrning (pilotsignal och stickproppsnärvaro)
- Kontaktering dimensionerad för 63A för att erhålla kompatibilitet med högeffekts enfasladdning.
- För kompatibilitet med befintliga laddstationer och med hushålls- eller industriuttag ska det vara möjligt att använda adapter eller extra laddkabel.

Osäkert:

- Typ av jordfelsbrytare och inverkan av laddartyp
- Eventuell skyddsutrustning för oskyddade hushållsuttag
- Placering av laddpunkt och elintag på bil
- Utformning av kontakteringszon på fordon respektive eluttag
- Testspecifikationer för kontakteringsutrustning
- Stiftkonfiguration för enfasuttag
- Typ av kontaktering som kommer bli standard
- Kabelutförande, t ex färg, spiral eller inte, kodning av högsta strömstyrka

#### **9.2.4 Lokalisering av kablar**

Befintlig standardisering:

- Lämnar öppet för lös kabel i endera änden eller båda.

Behov av standardisering:

- För möjliggörande av lös kabel samtidigt som den ska passa i eluttag och eventuellt i bil.

Trend:

- Lös kabel i båda ändar. Standardiserade kontakter i båda ändar.

#### **9.2.5 Fysiska skydd**

Befintlig standardisering:

Behov av standardisering:

Trend:

- Framtida stickproppar, eluttag, laddstationer och bilar kommer att inrymma fysiskt skydd mot otillåten urkoppling och missbruk samt bortkoppling under last.
- Låsmekanism ska ha nödöppningsmöjlighet.

#### **9.2.6 Lokalisering av laddare**

Befintlig standardisering:

Behov av standardisering:

Trend:

- För normalladdning (AC, låg effekt) kommer laddaren vara placerad i bilen.
- Laddaren kan vara separat eller sammanbyggd med växelriktare i drivlinan.

Osäkert:

- Biltillverkare ser likriktare för snabbladdning som en del av laddstationen utanför bilen för att undvika extra vikt i bilen. Elbolagen är tveksamma till investering i dyra snabbladdningsstationer med låg utnyttjandegrad. Fortsatt utredning föreslås angående lönsamhetsförutsättningar.

### 9.2.7 Snabbladdning

Befintlig standardisering:

- Saknas

Behov av standardisering:

- För kontakteringsutrustning
- För dedikerad laddningsutrustning
- För kommunikation

Trend:

- Över 80A är snabbladdning
- Snabbladdning är då man orkar stå bredvid och vänta tills det är klart
- Off-board charging

### 9.2.8 Kommunikation för laddning, betalning och tilläggstjänster

Befintlig standardisering:

- Finns för laddningskontroll mellan off-board laddare och bil (pulsbreddsmodulering)

Behov av standardisering:

- För mer avancerad laddningsbegränsning (t ex för 3-fas) för att undvika att huvudsäkringar och undersäkringar löser ut.
- För informationsutbyte mellan fordon och elnät, t ex för laddningsbegränsning, prisprognoser, V2G (Vehicle to Grid).

Trend:

- Autentifiering av den som laddar (kontrakt eller eventuellt utrustning) genom överföring av ID till laddplatsen för öppning av laddningsmöjlighet. Automatisk betalning och roaming är framtida möjligheter.
- Bidirektionell kommunikation mellan fordon och laddplats. Informationsutbyte angående försörjande elinstallations kapacitet, nätrestriktioner, tillgänglig laddtid, elprisprognos, säkerhetsfunktioner, mätardata. Fordonet får ramarna men optimerar själv.
- Data möjligt från bil, bilförare och elförsörjningssidan.
- Kommunikation bedöms komma ske via laddkabeln.
- Fordon utan kommunikationsmöjlighet kan förväntas kunna ladda även där avancerade laddnings- och betalningslösningar används.

Osäkert:

- Ej klart om låg eller hög bandvidd kommer anses nödvändigt
- Elnätskommunikation (PLC) eller separata ledare oklart, men det lutar möjligen åt elnätskommunikation.
- Beskrivning av användarfall, informationsöverföringsbehov och kostnadsanalyser ska ge beslutsunderlag för teknikval.
- Kommunikationsväg och bandbredd för tilläggstjänster. Ska samma kommunikation användas både för laddning/betalning och tilläggstjänster?

### **9.3 Tidplan för standardisering**

Utveckling av en internationell standard tar vanligen ca 3år. Om det går fort kan det ta ca 2 år.

Befintlig IEC-standardisering för översyn av stickproppar och eluttag IEC/SC23H:

- Maj-juli 2009 - Draft för kommentarer från nationella kommittéer
- Oktober 2009 - Publicering för omröstning

Snabbladdning har bedömts bli aktuellt inom ca 5-10 år. Standardisering av kontaktering för snabbladdning hör hemma i IEC/SC23H.

Förslag till standard för kommunikation mellan bil och laddpunkt skulle eventuellt kunna finnas under slutet av 2009 för färdigställande av förslag för omröstning inom IEC under våren 2010.

### **9.4 Viktiga områden att bevaka ur standardiseringssynpunkt**

#### **9.4.1 Säkerhetsnivå**

Befintlig standard IEC 61851-1, "Electric vehicle conductive charging system – Part 1 General requirements" är en säkerhetsstandard. Säkerheten avser personsäkerhet respektive funktionssäkerhet på grund av undvikande av värmeutveckling och gnistor i kontakterna. IEC 61851-1 uppfyller kraven enligt lågspänningsdirektivet. För kontakter för allmänt bruk gäller nationella regler. Att notera är att standarden IEC 61851-1 (och SS-EN 61851-1) ger en beskrivning av erforderlig funktionalitet för laddning men ger utrymme för nationella variationer för att passa lokala förutsättningar (några exempel är val av mode och kontaktering).

Vid normal laddning med AC finns olika moder för laddning att välja mellan. Dessa moder beskriver lämpliga lösningar för säker laddning:



- Mode 1 – Den enklaste varianten som vanligen används i befintliga eluttag då ingen installation behövs om eluttaget är försett med jordfelsbrytare. Tillämplig upp till och med 16A, 1-fas alternativt 3-fasladdning, 230/400V.
- Mode 3 – Den säkraste varianten vilken tagits fram för platser där förhöjda krav på säkerhet ställs. Kräver installation av speciell säkerhetsutrustning vid eluttaget. Säkerhetsutrustningen kontrollerar kontinuerligt att jordledaren är hel och att kontakterna är ordentligt anslutna. Då man drar isär kontakterna bryts strömmen innan kontakten lossnar. Till- och frånslag av laddning kan ske kontrollerat efter det att el-anläggning respektive fordonet ”givit sitt tillstånd”.
- Mode 2 – En variant av mode 3 vilken inte kräver en speciell installation vid eluttaget. I detta fall monteras säkerhetsutrustningen på kabeln nära stickproppen vilket möjliggör användande av vanliga standardeluttag utan specialinstallerad utrustning.

I svenska elinstallationer utomhus krävs jordfelsbrytare vid nyinstallation. Detta motsvarar mode-1-laddning enligt ovan. I samhället finns idag en mängd äldre utomhusinstallationer utan jordfelsbrytare i bruk. Dessa är tillåtna att använda. Med tanke på den omfattande väl fungerande användningen av motor- och kupévärmare i Sverige vars effektuttag motsvarar normalladdning 10A, 230V, så är det rimligt att befintliga eluttag även ska kunna användas till normalladdning av fordon. Elbranschen bör dock rekommendera installation av fast jordfelsbrytare alternativt lös jordfelsbrytare då fast inte är tillämplig.

I speciella fall då förhöjd säkerhet är önskvärd kan det finnas anledning att tillämpa mode-3-laddning då denna förhindrar gnistbildning vilket eventuellt kan vara ett problem i vissa miljöer med risk för explosiva gaser. Mode 3 har även stöd för t ex ventilationsstyrning. Man kan dock diskutera om det är lämpligt att använda bilar i sådana miljöer och om man där över huvud taget ska ladda bilar där. Garageladdning har beskrivits som ett fall där extra säkerhet kan vara nödvändig. Det kan dock vara så att det inte är laddningen och eventuell gnistbildning i sig som är farlig, utan följderna av en eventuell fordonsbrand. En fordonsbrand behöver inte vara utlöst av laddningen och det skulle kunna vara andra faktorer som t ex rök och gasutveckling man är rädd för.

Ytterligare ett fall där förhöjd säkerhet eventuellt kan vara motiverad är vid obehövade laddningsplatser om man inte anser att säkring och jordfelsbrytare ger tillräcklig säkerhet, eventuellt vid gatuladdning där man teoretiskt kan skadas om strömmen i en skadad kabel tar vägen mellan fas och nolledare över en människokropp. I detta fall löser inte jordfelsbrytaren ut eftersom strömmen tar ”rätt ledare” tillbaka. Sannolikheten för detta är dock liten.

Eloolyckor skulle även kunna inträffa om ladduttaget/stolpen blir skadad. Oavsett vilken laddningsmod som tillämpas finns dock möjlighet att göra uttaget/stolpen strömlös om inget fordon är anslutet.

Slutligen skulle man kunna ställa sig frågan vem som ska avgöra vilken säkerhetsnivå som ska tillämpas i det enskilda fallet; biltillverkaren, bilägaren, försörjande el-anläggnings ägare, eller myndigheter/kommun. Med tanke på att det sannolikt blir el-anläggningens ägare som blir drabbad vid en eventuell olycka förefaller det rimligt att denne även fattar beslut om lämplig säkerhetsnivå.

För närvarande finns obekräftade uppgifter på att de i de flesta länder i Europa anses tillräckligt med mode 1.

Det kan eventuellt i vissa fall finnas fördelar med att införa mode-3-laddning om man då även kan få tillgång till kommunikationsfunktionalitet mellan fordon och el-anläggning. Detta är dock inte etablerad standard idag, även om tekniska lösningar för detta är möjliga.

#### **9.4.2 Möjlighet till normal laddning överallt**

**Säkringar** - Människor i allmänhet ska inte behöva fundera på om säkringen går i laddstolpen eller försörjande el-anläggning. Det bör alltså finnas någon funktion som gör att det inte går att utlösa säkringen genom att koppla in en felfri laddkabel och fordon. Detta skulle kunna ske genom enkla kodningar (mekaniska eller elektriska) eller mer avancerad kommunikation mellan fordon och laddpunkt. Ett alternativ är att det ska gå lätt att omedelbart och enkelt åtgärda eventuellt utlöst säkring. Tillfällen då det kan finnas behov av en särskild skyddsfunktion är vid motorvärmastolpar med 6A säkring och vid hemladdning med 10A säkringar då detta inte kan förväntas vara vanligt i andra länder där normalsäkringen i hushåll är på 16A.

#### **9.4.3 Möjlighet till halvsnabb laddning**

Till skillnad från många länder i Europa finns i bl.a. Sverige möjlighet till 3-fasladdning vilket möjliggör relativt snabb laddning. Detta är viktigt att bevaka eftersom det i svenska elanläggningar oftast inte är möjligt att ladda snabbt med enfas.

#### **9.4.4 Möjlighet till enkla, billiga lösningar**

Om möjligt bör befintliga typer av eluttag kunna användas för laddning, åtminstone under introduktionsfasen av införandet av eldrivna fordon. Detta skulle kunna ske med normalladdning (230V, 10A) och mode 1 laddning (jordfelsbrytare). I ett senare skede skulle man vid behov kunna komplettera med andra lösningar för säkerhet och kommunikation.

#### **9.4.5 Interaktion mellan elnät och fordon**

Vid normalladdning motsvarande motorvärmare och kupévärmare bedöms det inte bli några effektproblem i elnätet (230V, 10A). Vid halvsnabb laddning upp till ca 11kW kan det dock bli effektproblem vissa tider på dygnet, speciellt vid effekttoppen mellan ca kl 17 och 19. Det finns därför anledning att på ett eller annat sätt påverka så att bilarna laddar vid andra tillfällen eller laddar med lägre effekt.

Under vissa förhållanden skulle det även kunna bli intressant att fordonen laddar då det finns överskott på elproduktion, t ex vid överskott på vindkraft eller andra energikällor som inte går att styra.

Under vissa förhållanden skulle fordonen i framtiden även kunna fungera som energilager och mata ut el på elnätet.

#### **9.4.6 Interaktion mellan el-försörjande anläggning och fordon**

Då fordonet tar den ström det får eller den ström det är inställt på att ladda med kan det bli problem då el-anläggningen inte är dimensionerad för att kunna leverera önskad laddström i varje tidpunkt. Här behövs någon typ av laddströmsbegränsning för att inte lösa ut el-anläggningens säkringar.

# 10 Lagar och regler

## 10.1 Fordonsregler för eldrivna fordon (Transportstyrelsen)

### 10.1.1 Typgodkännande av fordon

Vissa fordonskategorier ska vara EG typgodkända (helfordonsgodkänd) för att få registreras och brukas inom EU. Enligt fordonsförordningen (2002:925) ska i dagsläget personbilar, motorcyklar och traktorer vara EG typgodkända. Alla fordon ska dock uppfylla harmoniserade krav beträffande beskaffenhet och utrustning, det vill säga det finns bestämmelser beslutade inom EU när det gäller tekniska krav på fordon som alla medlemsländer ska tillämpa.

### 10.1.2 Registrering av fordon

Ett EG typgodkänt fordon registreras genom användande av ett CoC (Certificate of Conformity) som är ett dokument som tillverkaren och innehavaren av EG typgodkännandet utfärdar för varje tillverkat fordon. CoC innehåller tekniska data om fordonet och uppgifter som förs in i vägtrafikregistret. Det intygar också att det aktuella fordonet är i överensstämmelse med typgodkänt utförande. Det finns även möjlighet att registrera ett enstaka fordon utan EG typgodkännande och CoC genom en registreringsbesiktning. Fordonet ska dock uppfylla samma krav som det EG typgodkända. Skillnaden är att fordonsägaren vid registreringsbesiktningen måste styrka att tillämpliga krav är uppfyllda.

### 10.1.3 Bestämmelser för eldrivna och hybrid fordon

Det har tidigare inte varit möjligt att EG typgodkänna ett eldrivet fordon med stöd av ramdirektivet 70/156/EEG som endast tillåter att fordon med förbränningsmotor kan få ett EG typgodkännande utfärdat. Efter den 29 april när det nya ramdirektivet 2007/46/EG träder ikraft öppnas nya möjligheter. Det är formellt ännu inte möjligt att EG typgodkänna ett eldrivet fordon på grund av att vissa bestämmelser saknas, bland annat angående elsäkerhet. Möjligheten finns dock att godkänna som nationellt småserie fordon under förutsättning att relevanta alternativa krav ställs på fordonet. Ett sådant fordon är dock inte fritt för cirkulation inom EU.

### 10.1.4 Avgaskrav, hybridfordon

Hybridfordon har krav på avgasutsläpp motsvarande rent förbränningsmotordrivna fordon. De fordon som finns tillgängliga idag har ett avgasgodkännande enligt EG direktiv 70/220/EEG alternativt UNECE R 83 ändringsserie 03. I vardagligt tal till och med avgaskravnivå euro 4. Fordonet har testats som ett rent förbränningsmotordrivet fordon.

Alla nya EG typgodkännande som utfärdas med avseende på avgasutsläpp efter den 1 september 2009 ska uppfylla krav i enlighet med EG-förordning 715/2007

och EG-förordning 692/2008, avgaskravnivå euro 5 eller bättre. EG förordningen innehåller speciella bestämmelser för hur hybridfordon ska avgastestas.

#### **10.1.5 EMC**

Alla fordon som ny registreras efter den 1 januari 1996, och elektriska system till sådana fordon, ska uppfylla krav på elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) enligt EG direktiv 72/245/EEG alternativt UNECE R 10 ändringsserie 2. Detta krav gäller både rent eldrivna, förbränningsmotor drivna och fordon med hybriddrift.

#### **10.1.6 Elsäkerhet**

Beträffande elsäkerhet finns det bestämmelser i UNECE R 100. Dessa är dock inte uppdaterade mot befintlig teknik och modern standard, det vill säga att en uppdatering av reglementet är nödvändig innan tillämpning av reglementet är möjlig. Reglementet är inte antaget i ramdirektivet vilket innebär att EG typgodkännande av eldrivna fordon med stöd av UNECE R 100 formellt inte kan utföras.

Det pågår standardiseringsarbete inom ISO när det gäller elsäkerhet för eldrivna fordon.

#### **10.1.7 Elenergiförbrukning, bränsleförbrukning och CO<sub>2</sub> utsläpp**

Alla lätta fordon ska ha uppgift om bränsleförbrukning och CO<sub>2</sub> utsläpp. För fordon som är avgasgodkända enligt EG-förordning 715/2007, euro 5 eller bättre, gäller det även hybridfordon. Rent eldrivna fordon ska ha uppgift om elenergiförbrukning. Bestämmelser om provning av bränsleförbrukning, CO<sub>2</sub> utsläpp och elenergiförbrukning finns i EG-förordning 692/2008.

## **10.2 Regler kring Laddstationer/stolpar**

Stockholm stad har i sitt arbete inför provverksamheten med laddhybrider i staden gjort utredningar kring regler för olika typer av installationer som här redovisas: Nedanstående är ett citat ur Stockholms stads tjänsteutlåtande<sup>10</sup>.

### **10.2.1 Gatumark**

Inom den offentligrättsliga detaljplanelagda gatumarken gäller alltid trafiklagstiftningen och trafikförordningen. Vid användning av gatumarken/markupplåtelse för laddplatser skall Trafikkontoret se till att hänsyn tas till renhållning (inkl snöröjning), stadsbild, trafik (all trafik inkl gångtrafik, cykel, handikappade mm) och miljö. Polistillstånd enligt ordningslagen kan behövas. Trafikkontoret gör idag den generella bedömningen att det blir svårt att uppfylla kraven gällande framförallt renhållning och trafik längs trottoarer i

---

<sup>10</sup> Tjänsteutlåtande av Eva Sunnerstedt och Björn Hugosson, Miljöförvaltningen Stockholms stad, Dnr: 2009-004321-211

innerstaden om man sätter upp laddstolpar. Idag har staden helt gått ifrån enskilda p-stolpar vid parkeringsplatser och p-platserna i gatumarken är inte ens utmärkta med rutor som tidigare – undantag handikapp-platser och platser för mc och diplomatbilar. Enligt trafikförordningen går det att reservera plats för vissa i förordningen angivna fordonstyper t ex handikappfordon. Miljöbil, elbil, bilpoolsbil mm är ej upptagna i trafikförordningen och p-plats kan ej reserveras för dessa fordon (trafikförordningen 1998:1276 10 kap 2 §). Därav saknar vägmärkesförordningen tilläggstavla för ”elbil”. Det finns idag ingen möjlighet att avgiftsbefria parkering av elbilar (eller andra miljöbilar) enligt Lag om rätt för kommun att ta ut avgift för vissa upplåtelse av offentlig plats mm (SFS 1957:259). Enligt denna lag äger kommunen endast rätt att befria rörelsehindrade från avgiftsskyldighet.

Laddning via belysningsstolpe på gatumark är inte möjligt eftersom staden enligt ellagen inte får vidareleverera el till externa kunder. Elleverans får endast ske av företag med koncessionsrätt. Staden skulle kunna ansöka om koncessionsrätt men med detta medföljer då att staden måste gå in i en affärsdrivande verksamhet på elområdet i konkurrens med alla redan existerande företag som Fortum, E-on, Vattenfall m.fl. Flera städer i Europa har infört reserverade parkeringsplatser för elbilar där såväl parkering som laddning är utan kostnad ex Oslo, London.

### **10.2.2 Tomtmark**

Ytor som är parkeringsytor enligt detaljplanen kan utrustas med laddningsmöjlighet om markägaren ger tillstånd. När staden äger marken är parkeringsytan oftast utarrenderad till t ex Stockholm Parkering, och då ska arrendatorn medge detta. På tomtmark är det möjligt att reservera platser för särskilda fordonstyper, t ex elbilar eller miljöbil. Detta har redan skett på Norr Mälarderstrand. Idag behövs inget bygglov, men Stadsbyggnadskontoret kan om det blir fråga om många stolpar, enligt muntlig information, komma att göra laddstolpar bygglovspliktiga, främst pga estetisk hänsyn.

### **10.2.3 Parkeringshus**

Parkeringshusets ägare avgör om laddplats skall installeras. Stockholm Parkering har redan idag ett tiotal garage med ett par laddplatser. Tre regelverk styr säkerheten vid etablering av laddplatser inomhus:

- Arbetskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1988:4 ”Blybatterier”
- Boverkets byggregler BFS 1993:57 med ändringar to m 1998:38, krav för garage i 6:232
- Svensk standard från SIS: SS-EN 50272-3 ”Laddningsbara batterier och batterianläggningar – säkerhet – del 3: Traktionsbatterier” Ingen av dessa tre nämner Li-Ion (Litium Jon) eller NiMH-batterier (Nickel Metall Hydrid) som är de moderna batterityper som förväntas komma i elbilar och laddhybrider. Enligt MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) är den springande punkten om det bildas vätgas vid laddningen. Ett klagande av

säkerhetsaspekter vid laddning av dessa nya batterityper måste göras. Innan det är gjort har Stockholm Parkering svårt att fatta beslut om ytterligare utbyggnad. Samma regler gäller stadens egna p-platser inomhus t ex i Tekniska nämndhuset. Fastighetskontoret har idag vissa platser med motorvärmare som skulle kunna utnyttjas till laddning. Däremot gäller samma osäkerhet kring säkerhetsregler vid laddning inomhus som nämns ovan. På Kungsholmen finns ca 280 p-platser sammanlagt i Tekniska Nämndhuset och markparkeringar på Hantverkargatan 2 och 3.

#### **10.2.4 Arbetsmiljöföreskrifter**

Det är arbetsgivaren som ansvarar för arbetsmiljön. När det gäller elbilar/laddstolpar innebär detta att Arbetsmiljöverket blir kravställare ur ett arbetsgivar-/arbetstagarperspektiv. Det finns två viktiga föreskrifter att ta hänsyn till:

- AFS 2000:42 om arbetsplatsens utformning
- AFS 2001:01 om systematiskt arbetsmiljöarbete

Bl a ställs krav här på att arbetsgivaren måste göra riskanalyser och utgå från skyddsregler för sina arbetstagare. Det finns också särskilda föreskrifter när det gäller bly, AFS 92:17, samt allmänna råd om tillämpningen av dessa föreskrifter. Föreskrifterna omfattar i stort sett allt arbete där blyexposition kan förekomma.

AFS 2005:17 anger vidare hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar som gäller all slags verksamhet där luftföroreningar i form av damm, rök, dimma, gas, eller ånga kan förekomma.

Sammanfattningsvis finns tydliga arbetsmiljökrav på vad som gäller blybatterier, men inget om Li-Ion- eller NiMH-batterier. Huruvida detta är ett problem eller inte är oklart.

# 11 Forskning och utveckling

Resurserna för forskning och utveckling inom elfordon har internationellt historisk varierat en hel del i takt med tanken på att elfordon ska kunna vara lösningen på olika samhällsproblem. Under 70- och 80-talen var det främst för oljeersättning och under 90-talet under den sk. nollemissionslagstiftningen med start i Kalifornien lokala emissioner. Under 90-talet startade dock en strategisk utveckling av batteriteknik för mer avancerad användning som t ex fordon och den forskningen har kvarstått. Vidare har batteritekniken utvecklas mycket positivt för mindre tillämpningar som handverktyg etc under den senaste 15 åren. Hybridfordon som använder batterier har också varit kommersiellt sedan 1997 då Toyota lanserade sin första Priusmodell i Japan. Sedan dess har antalet sålda batterier för fordon ökat varje år.

Mot bakgrund av de genombrott som skett för batteritekniken, framförallt för litiumbaserade tekniker, en fortsatt och igen ökad diskussion om oljeersättning samt klimatfrågan har flertalet fordonsföretag i världen de senaste åren meddelat att de avser starta produktion av elfordon. Vidare har utvecklingen av hybridfordon lett till tanken om sk laddhybrider. Laddhybrider är vanliga hybrider men med något större batteri och möjlighet att ladda dessa batterier även från elnätet. Ett antal företag har också presenterat planer på att lansera sådana fordon.

Kraven på lokala emissioner och ökad energieffektivitet även för tunga fordon, som t ex bussar i London, har lett till krav även på den tunga fordonsindustrin att ta fram fordon med olika typer av elektrifieringslösningar för stadstrafik.

När den här rapporten skrivs ökar satsningarna på el i fordon kraftfullt över hela världen. Genom myndighetens omvärldsbevakning kan vi konstatera att resurser på både forskning och utveckling men också investeringar i batteriproduktion ökar kraftigt.

## 11.1 Internationellt

Batteriteknologi står högst på agendan i fråga om behov av utveckling och forskning globalt. Det är nästan uteslutande frågor om kapacitet som beaktas och speciellt identifierade områden för fokus är:

Vikt – lägre vikt intimt förknippat med fordonets kapacitet, främst körsträcka  
Pris – priset fortfarande mycket avskräckande för det stora behovet  
Storlek – inbyggnadsmöjligheter (kopplat till kapacitet i viss mån)



Livstid – antal laddcykler innan kapaciteten avtar  
Möjlighet att snabbt absorbera och avge energi samt övervakning och kontroll av batteriet så att garantier om livslängd kan innehållas är viktiga aspekter.

Den idag kanske viktigaste nationen i forskningshänseende när det gäller batteriteknik för fordon samt hybridfordonsteknik är Japan. Ett mått på detta brukar t ex vara statistik på patent inom dessa områden. Andra viktiga länder är USA, Kina, Korea och Tyskland.

EU formerar och planlägger både inom EUs 7e ramprogram en kraftfull insats inom el till fordon samt infrastruktur och i fordonskrisens spår särskilda satsningar på innovativ teknik för klimateffektivare fordon. Även den senare satsningen blir sannolikt med stort inslag av elfordon och laddinfrastruktur. I USA har även där nya resurser för både batteriutveckling och satsningar på elfordon tillkommit under våren. Med finansiering från Department of Energy finns bl a satsningarna "Freedom Car" och US ABC (US Advanced Battery Consortium).

Det är svårt att ge en samlad bild av hur stora resurserna är men det kan konstateras att de är omfattande

## **11.2 Svenska initiativ**

I Sverige har det funnits särskilda och långsiktiga satsningar på elfordon och hybridfordon sedan mer än 15 år tillbaka. De senaste åren har dock resurserna ökat och Energimyndigheten och industrin valde att 2007 starta ett gemensamt långsiktigt hybridfordonscentrum med Chalmers som värduниверситет men med utförande enheter även i Lund och på KTH i Stockholm.

Fordonsforskningsprogrammen har med start i Gröna bilen 1999 också haft satsningar på framförallt hybridfordon. Inom ramen för den sista perioden av Gröna bilen, 2007-2010, ökade hybridsatsningarna kraftfullt och kom också att innehålla satsningar på laddhybrider.

Den första januari i år startade ett nytt fordonsforskningsprogram, FFI (Strategisk fordonsforskning och innovation) där redan en hel del resurser har kanaliserats till elektrifiering av fordon. Bl. a har ett en stor insats för rena elfordon startat i samverkan med Volvo Personvagnar.

Regeringen satsade i den senaste forsknings- och innovationspropositionen 1,8 miljarder årligen på 24 strategiska forskningsområden. Ett av dessa områden är Energi som är uppdelat i tre delar varav ett är elektriska drivsystem och hybridfordon.

I 2009 års budgetproposition avsatte också regeringen 875 Mkr i stöd för demonstration och kommersialisering av andra generationens biodrivmedel och

annan energiteknik. I den utlysning av skisser som skett under våren 2009 har Volvo Personvagnars ett projektförslag som utgör en demonstrationsinsats av elfordon. Volvos skiss var en av sex skisser som föreslogs inkomma med en fullständig ansökan. Ansökan är inkommen och bereds nu i konkurrens med de andra ansökningarna.

### **11.3 Industriell utveckling som en möjlighet via ett svenskt demonstrationsprogram**

Svensk fordonsindustri utvecklar idag teknik för att inom några år stort kunna satsa på el i fordon.

På den tunga sidan arbetar man framförallt med hybridisering av bussar eftersom det finns starka kundkrav, bl. a kräver Londons lokaltrafik detta. För hybridiseringen arbetar man framförallt med batteri- eller superkondensatorlösningar. Omfattande satsningar görs också på lastbilar t ex sopbilar men också distributionsbilar och även för långväga transporter. Vidare finns det också omfattande utveckling av arbetsmaskiner mot olika former av hybridlösningar.

På lätta sidan utvecklar både Volvo Personvagnar och SAAB teknik för el i fordon. Båda företagen hade inom sina respektive amerikanska koncerner tidigare ett särskilt ansvar för hybridisering och har därmed byggt upp kompetens inte bara för varumärket utan även för koncernen. Forsknings- och utvecklingsprojekt finansieras på båda företagen inom ramen för de statliga forsknings- och utvecklingsprogrammen. Volvo har även i samverkan med Energimyndigheten och Vattenfall satsningar inom laddhybridområdet och med Energimyndigheten även inom rena elfordon.

Gemensamt söker man nu underleverantörer för denna utveckling och det finns fortfarande möjligheter för etablerade svenska företag att komma in tydligare på el i fordon men också möjlighet att etablera nya företag eller locka hit företag från utlandet.

Teknikmässigt handlar det naturligtvis om batterier men inte endast battericeller utan också styr och övervakningssystem för batterier. Vidare handlar det om bl a kraftelektronik, elmotorteknik och system för värme och kyla, samtliga teknikområden med mycket stark svensk kompetens men som endast liten omfattning är industriellt kopplad mot fordonsindustrin.

Redan idag finns ett antal ansökningar om demonstrationsstöd hos Energimyndigheten och diskussioner förs med industriparter om mycket omfattande insatser. Nivån på stöd för dessa ligger över möjligheten inom ramarna för pågående forsknings- och utvecklingsprogram.

Eftersom många av frågorna runt el i fordon är gemensamma för både den tunga och lätta fordonsindustrin kan ett demonstrationsprogram för såväl svenska fordon som andra fordon ge svar på många frågor kring tekniken i fordonen genom utvärderingar via bl. a Svenskt Hybridfordonscenter och TSS.

Utöver fordonsindustrins möjligheter till utveckling beskrivs i kapitel 8.2 andra affärsmöjligheter som kan komma via ett demonstrationsprogram.

## 12 Slutsatser och rekommendationer

Energimyndigheten föreslår ett fyraårigt demonstrations- och utvecklingsprogram för stöd till marknadsintroduktion av elfordon och laddhybrider (elfordonsprogram). Detta mot bakgrund av de osäkerheter i marknadsintroduktionen av fordon, kostnader för viktiga komponenter som t ex batterier, möjligheten till industriell utveckling i Sverige samt osäkerheten i hur man på ett samhällsekonomiskt sätt kompletterar befintlig laddinfrastruktur.

Utöver detta bör de mer generella stöden till elbilar och laddhybrider ses över. Idag har elfordon, hybrider, etanolfordon, biogasfordon och bränseleffektiva fordon stöd via miljöbilsdefinitionen och miljöklassningssystemet. Vidare har etanolfordon och biogasfordon stöd via skattenedsättningen för biodrivmedel. Sammantaget är samhällets stöd till elfordon och laddhybrider lägre än för introduktionen av etanolfordon och biogasfordon vilket inte avspeglar de miljöfördelar som dessa har.

Översynen av de generella stöden till elfordon och stödet via ett demonstrationsprogram utgör en samlad strategi för att komma över de inledningsvis mycket höga merkostnaderna för dessa fordon.

Elfordonsprogrammet bör innehålla såväl stöd till merkostnader för fordon som merkostnadsstöd för försök med utbyggnad av olika former av laddinfrastruktur. Utöver detta behövs forsknings- och utvecklingsresurser för att inom ramen för programmet följa och utvärdera insatserna för att på ett tidigt stadium fånga upp resultat från programmet.

Ofta riktas fokus på insatser inom området på personbilar. Insatser inom området är dock även relevanta och viktiga för tunga fordon. En stark utveckling pågår för hybridisering av bussar och lastbilar där bland annat batterifrågor ofta är gemensamt med personbilssidan. Dessutom kan det finnas möjligheter att ladda även dessa fordon från elnätet.

De övergripande motiven för elfordonsprogrammet är att el till fordon erbjuder en möjlighet till kraftig effektivisering av energianvändningen i transportsektorn och därmed möjlighet till reduktion av sektorns koldioxidutsläpp. Vidare kompletterar ett program på ett tydligt sätt den svenska fordonsindustrins nu kraftigt ökande insatser inom området el i fordon. Vad avser tunga fordon erbjuder redan svensk industri elhybridfordon på marknaden och på personbilssidan accelererar insatserna inom området. Utöver detta finns det ett mycket starkt engagemang från elsektorn för insatser inom området samt erfarenheter och engagemang från samhället i bred mening vad gäller introduktion av ny teknik för förnybar energi i transportsektorn, såsom E85 bränsle och biogas. Internationellt genomförs eller

planeras nu stora insatser inom detta område. Det är därför oerhört viktigt att delta i denna utveckling i syfte att på ett positivt sätt bidra till denna. Det är även av vikt att skapa möjligheter för svensk industri att delta aktivt i utvecklingen. Möjligheten finns att mot bakgrund av både svensk fordonsindustris och svensk elkraftindustris kompetens utveckla dessa men också att skapa nytt företagande med exportpotential. För att göra detta är en "hemmamarknad" mycket viktig. För att Sverige ska betraktas som ett föregångsland och beaktas för en tidig introduktion av fordon från internationella elfordonsproducenter är även signalvärdet av demonstrationsprojekt och andra tydliga styrmedel mycket viktiga.

För att nå långsiktighet i en demonstrationssatsning krävs en hög grad av engagemang från privata företag. För att uppnå detta förutsätts att ekonomiska incitament finns, d.v.s. att det ska gå att räkna hem investeringar i fordon och laddinfrastruktur, i vart fall på sikt. Därför är det viktigt att i en satsning av denna typ pröva nya affärsmodeller.

Det är också viktigt att knyta omvärldsbevakning och teknikhistoria till programmet för att på så vis fånga, förmedla och analysera tidigare och nuvarande genomförda projekt och insatser i andra länder såväl som i Sverige. Dessa ska analyseras i ett tvärvetenskapligt perspektiv där tonvikten ska ligga i ett företags- och samhällsekonomiskt perspektiv. Analys av drivkrafter och överväganden i processen mot mer hållbara transportsystem är en nyckelfaktor för ett framgångsrikt teknikkifte. Det kan också vara av värde att skapa en tankesmedja med "fria tänkare" i anslutning till de satsningar som man gör.

Det är viktigt att sätta in elbilar och laddhybrider i ett systemperspektiv, därför bör en hög grad av systemeffektivitet eftersträvas i en demonstrationssatsning. Exempelvis kan elbilarna och laddhybriderna vara ett energieffektivt alternativ för pendling till eller mellan städer och samhällen. Kopplingen till förnybar energi bör vara prioriterat för att ytterligare förstärka systemperspektivet i satsningen.

Sverige har en stark fordonsindustri med både fordonstillverkare och underleverantörer. Samtidigt så besitter Sverige hög kompetens inom elkraftteknik och telekommunikation. Detta skapar en unik plattform att bygga på vid övergång till elbilar och laddhybrider. Det är därför viktigt att förutsättningar inom ett demonstrationsprogram formas som utnyttjar dessa styrkeområden för en ökad tillväxt och sysselsättning. Detta kan göras genom att skapa olika teknikkuster där syftet är att ta fram experimentfordon där svenska underleverantörer, elkraftutvecklingsföretag, teleutvecklingsföretag och fordonstillverkare samverkar. Det kan röra sig om att ta fram en ny eldriven postbil, varudistributionsfordon etc. För att nå ett intresse på marknaden bör också kunden till fordonen engageras i utvecklingsarbetet. Till dessa kuster ges affärsutvecklingsresurser i syfte att finna möjligheter att skapa långsiktiga affärer kring klustrens arbete.

En marknadsnära storskalig demonstrationssatsning kommer att skapa ett intresse från omvärlden. Detta skapar tillfälle att locka nya leverantörer till fordonsindustrin för att etablera tillverkning och utveckling i Sverige. För att ytterligare förstärka denna möjlighet bör programmet ha en tilltagen marknadsföringsbudget och en marknadsföringsstrategi som lyfter fram svenska värden.

Tidigare insatser för elfordon som t ex den så kallade nollemissionslagstiftningen på 90-talet i USA hade i första hand lokal miljö som huvudmotiv. Det gör att man kan behöva titta på motiven för olika tidigare insatser om man vill göra jämförelser med dagens situation. Utöver detta fanns inte laddhybrider i tidigare elfordonsinsatser och utgör därför ett nytt inslag av teknik och marknad där kunskapen om dessa idag är mycket begränsad.

Nedan följer därför ett mer detaljerat förslag på hur ett sådant program kan vara uppbyggt.

Förslaget till elfordonsprogram innehåller i princip fem olika delar:

- Ett inledande extra stöd till introduktion av fordon
- Ett stöd till försök med utbyggnad av laddinfrastruktur
- Innovation, koordination och upphandling
- Uppföljning och utvärdering av insatserna
- Information och internationell samverkan

## **12.1 Förslag till ett samlat elfordonsprogram**

### **12.1.1 Stöd till fordon**

Inledningsvis kommer såväl elfordon som laddhybrider vara avsevärt dyrare än vanliga fordon. Det är såväl batterier som andra komponenter som inledningsvis på grund av bland annat små serier kommer att vara dyra. Däremot kan man förutse att om marknaden för dessa fordon tar fart internationellt så kommer merkostnaderna att relativt snabbt minska. Batterifordon kommer dock med stor sannolikhet även på längre sikt vara dyrare än vanliga fordon i inköp emedan kilometerkostnaden blir lägre än för de vanliga fordonen. Inledningsvis kommer den lägre kilometerkostnaden långt ifrån uppväga merkostnaden för batterierna vare sig i en elbil eller i en laddhybrid.

Stöd till elfordon och laddhybrider har och bör generellt sett ha stöd i miljöklassningssystemet av fordon, om fordonen är energieffektiva. Miljöklassningssystemet för stöd kan dock behöva anpassas för elfordon och laddhybrider. I underlaget till rapporten kan dock konstateras att merkostnaden för elfordon och laddhybrider inledningsvis är mellan 50 000 kr och 150 000 kr per fordon och att detta är högre merkostnader än för andra fordon för förnybara

drivmedel. För utvecklingsfordon både på personbilssidan och för bussar eller lastbilar är merkostnaden betydligt större än ovanstående belopp. Vidare är osäkerheten stor om hur mycket fordon som laddhybrider kan komma att "tanka" el i stället för ett vanligt drivmedel och det är därför svårt att uppskatta värdet av den lägre kilometerkostnaden. Erfarenheten från elbilar är att de körs relativt få mil per år men för laddhybrider finns inte motsvarande erfarenhet. Om en elbil eller en laddhybrid köra på el 500 till 1000 mil om året är värdet av den lägre kilometerkostnaden ca 2500 kr/år till 5000 kr/år vilket inte i inledningen kompenserar för merkostnaden för batteriet, man kan göra det på sikt.

Eftersom merkostnaden dock på ett antal års sikt sannolikt minskar föreslår Energimyndigheten att utöver stöd till fordonen via miljöklassningssystemet så kan ett merkostnadssystem via elfordonsprogrammet vara ett mer flexibelt sätt att ge stöd till marknadsintroduktionen av dessa nya fordonstyper.

### 12.1.2 Stöd till uppbyggnad av infrastruktur

År 2000 var 600 fordon i drift från 90-talets elbilsintroduktion. Trots detta underlag fann man det svårt att dra någon slutsats om hur en utbyggnad av laddinfrastruktur rimligen görs. Samtidigt kunde man konstatera att huvuddelen av laddningen skedde med befintlig eller efter endast mindre förändringar i infrastrukturen. För laddhybrider är Energimyndighetens hypotes att utbyggnad av laddinfrastruktur är mindre kritiskt då dessa fordon fungerar bra även om de inte kan laddas tillfälligt.

Kommunikationsforskningsberedningens (KFBs) slutrapport<sup>11</sup> över 90-talets elfordonsprogram konstaterar:

"Slutsatser beträffande laddinfrastruktur.

Nya innovativa typer av infrastruktur för laddning, såsom snabbare laddare, har i samtliga fall varit förknippade med tekniska problem, som troligen inte hade upptäckts om inte utrustningen använts i demonstrationssituationer. Demonstrationer har inneburit diagnoser och lösningar för nästan samtliga tekniska problem. Normal laddning har varit relativt pålitlig. Emellertid har planerare av demonstrationer ställts inför svåra problem, nämligen på vilken nivå och i vilken omfattning infrastruktur ska erbjudas. Skärskilt offentliga snabbaddare behövs i själva verket sällan, utom för att ge användaren en viktig känsla av säkerhet att de inte kommer att bli lämnade med ett batteridrivet elfordon med kort räckvidd. Dessutom kan de installeras i förebyggande syfte för att i framtiden kunna betjäna mer kraftfulla elfordon. Normalladdare på offentliga platser används sällan men ökar elfordonens synlighet, vilket gör dem till ett praktiskt transportalternativ integrerat i samhället. Det visar sig att kunder normalt

---

<sup>11</sup> Rena fordon med eldrift", Slutrapport från KFBs forsknings- utvecklings- och demonstrationsprogram kring el- och hybridfordon 1993-2000, KFB-rapport 2000:26, ISBN 91-88371-81-6

laddar vid sin ”hemma bas”, såväl som vid ett fåtal centralt tillgängliga offentliga inrättningar. I en studie av försöksanvändare av elfordon, uppgav 60% att de skulle ha använt snabbladdare om de fanns tillgängligt.”

Det finns idag flera miljoner eluttag som är lämpliga eller efter mindre förändringar lämpliga för normalladdning av elfordon finns i Sverige. Dessutom tillkommer de ca 600 000 uttag för motorvärmare som i många fall kan anpassas för laddning av elfordon. Situationen är liknande i andra länder men uttag för motorvärmare i så stor omfattning är unikt.

Slutsatsen av ovan redovisade resonemang är att elfordon och laddhybrider kan marknadsintroduceras med befintlig eller lätt modifierad infrastruktur som bas. Hur kompletterande utbyggnad ska gå till behöver utvärderas med praktiska försök.

Många försök med utbyggnad av olika former av ytterligare infrastruktur pågår runt om i världen. Vissa strategier går ut på att komplettera befintlig infrastruktur med normalladdning i stadskärnor, medan andra strategier går ut på att olika former av snabbare laddning är det som bäst kompletterar det som redan finns. Ytterligare en strategi är försök med snabba batteribyten. Gemensamt för alla strategierna att komplettera existerande infrastruktur är att kostnaderna är så pass höga att det kan vara svårt att hitta fungerande affärsmodeller för utbyggnad om tjänsten som laddinfrastrukturen ger endast är laddning. För enklare former av utbyggnad finns det troligen redan tillräckliga incitament, bara det kommer fordon som nyttjar infrastrukturen.

Demonstrationsinsatserna bör därför göras i områden där intresset för elfordon är stort och därmed den förväntade användningen av sådana är så stor att slutsatser kan dras av olika sätt att komplettera existerande infrastruktur.

90-talets satsningar på elfordon hade främst lokal miljö som främsta motiv. Målet med elfordon idag är istället ökad energieffektivitet och minskad klimatpåverkan såväl i som utanför stadsmiljö - även om de relativt största vinsterna troligen sker vid körning i stadsmiljö. Vinster av ökad energieffektivitet och minskad klimatpåverkan i stadsmiljö kan också ske genom laddning utförd utanför stadsmiljön.

Försök med olika former för utbyggnad av kompletterande infrastruktur för både normalladdning och olika former av snabbare laddning bör därför göras. Vidare bör dessa försök kompletteras med undersökningar av områden där sådan infrastruktur inte byggs ut för att värdera insatserna.

Utbyggnad av kompletterande infrastruktur innehåller flera svårigheter som t ex var och med vilken teknik laddningen ska utformas, hur betalning ska ske om utbyggnaden är i offentlig miljö, vilka aktörer det är som kan eller bör investera i utbyggnaden och hur affärsmodellerna för att återbetala kostnaderna ska se ut



Svårigheterna kan exemplifieras med att utbyggnad av snabbladdning eller normalladdning i gatumiljö kan vara så dyr att det kan vara svårt att återbetala kostnaderna endast med försäljning av el. Denna tjänst behöver därför eventuellt kompletteras med t.ex. avgifter för parkering eller belysning. För offentlig snabbladdning finns det svårigheter genom att det inledningsvis är få fordon som nyttjar möjligheten, samtidigt som det inte finns någon standard för hur laddutrustningen ska se ut. Stöd till utbyggnad av extra infrastruktur bör heller inte ske innan en åtminstone europeisk standard finns på plats. För normalladdning planeras en sådan standard inom något år emedan olika former för snabbare laddning standardiseras senare. Mellan europeiska kraftbolag och fordonstillverkare har ett nära samarbete pågått under en tid och ett första standardförslag till snabbladdning finns idag som är kompatibelt med den befintliga svenska spänningsnivån om 400V

För att dra nytta av kompletterande infrastrukturutbyggnad bör sådan göras i miljöer där det kan antas att det finns behov av sådan och där det troligen kommer att finnas många elfordon och laddhybrider. Vidare bör det finnas möjlighet att dra slutsatser om hur utbyggnaden kan ske till minsta möjliga kostnad. Detta talar för att göra försöken på ett begränsat antal platser i Sverige, samtidigt som lokala initiativ för att initiera stora mängder fordon kan göra att det är motiverat att utvärdera försök på flera ställen.

Det finns även skäl till att bygga ut infrastruktur i flera olika miljöer eftersom att Sverige bl.a. är ett testland för fordon i kallt klimat. Alla fordonstyper behöver fungera även i kallt klimat och därför finns det sedan lång tid en väl utbyggd testmiljö i norra Sverige.

Ett annat skäl att utvärdera flera miljöer är att fordons-, underleverantörs- och komponentindustrin kan behöva analysera såväl fordonen som infrastrukturen nära utvecklingsplatsen.

Största svårigheterna med kompletterande utbyggnad är sannolikt i stadsmiljö samtidigt som snabbare laddning på sikt kanske kan vara en lösning för transporter mellan städer.

Försök med extra infrastruktur bör också göras för såväl personbilar som bussar och olika stora lastbilar.

Ett antal företag har redan tagit initiativ till extra utbyggnad. Vinnova har på uppdrag av regeringen och senare med deltagande av både Vägverket och Energimyndigheten byggt upp TSS, Test Site Sweden. Syftet är att koordinera tester av infrastruktur för aktiv säkerhet inom fordonsområdet och senare även insatser för utbyggnad av infrastruktur för elfordon. TSS har sitt säte i Göteborg och sina främsta arbetsområden i Västsverige samt i norra Sverige. Avsikten är, utöver tester som kommer svenskt näringsliv till del, också att attrahera utländska

aktörer att förlägga försök till Sverige i likhet med vad man redan gör för tester i kallt klimat.

Inom ramen för det bilaterala samarbetet med USA på energiområdet finns det en överenskommelse om att utbyta information om hur elfordon och laddhybrider används. TSS fungerar redan som koordinator för sådan information. På detta sätt kan svenska företag få information om hur elfordon, laddhybrider och olika former av infrastruktur försök görs i USA. Detta i syfte att underlätta export av produkter och tjänster till USA samtidigt som information om hur utbyggnaden sker i Sverige kan skapa intresse för att leverera varor och tjänster hit.

Med säte på Chalmers men med verksamhet även på Lunds Universitet och på KTH i Stockholm finns Svenskt hybridfordonscenter, SHC. Syftet är att bedriva konkurrensneutral hybridfordonsforskning i samverkan med svensk fordonsindustri. Resultat som samlas in av TSS kan därför tas till vara inom SHC.

En samlad insats för försök med utbyggnad av laddinfrastruktur kommer av resonemanget ovan ta ett antal år innan en samlad strategi för utbyggnad är formerad och kan genomföras.

Försöken bör göras på ett antal platser och ta hänsyn till följande:

- laddningshastigheter
- betalningssystem
- tekniklösningar (underlag för standarder etc)
- klimat
- placering i gatumiljö
- affärsmodeller (inklusive laddning vid köpcentra etc)

Syftet är att kunna rekommendera hur en utbyggnad i hela landet kan ske. Arbetet bör nära knytas till de standardiseringsprocesser för infrastruktur som pågår.

### **12.1.3 Innovation, koordination och upphandling**

I syfte att stärka nyföretagande, företagsutveckling och kostnadsreduktion bör programmet innehålla stöd till innovativa idéer och arbetssätt som skulle kunna sänka kostnaden för fordon eller infrastruktur eller öka acceptansen för elfordon och laddhybrider. En samordnad koordination av hela programmet krävs också inte minst med tanke på senare moment som utvärdering och slutsatser om infrastruktursatsningar etc.

Ett slags innovation kan vara affärsmodeller för utbyggnad av infrastruktur och för att fördela batterikostnader. Programmet bör därför vara aktivt genom att på olika sätt ge incitament till innovation och försök med t ex olika affärsmodeller.

För att sänka kostnaderna och stärka köpare ska programmet också kunna innehålla moment av samordnad upphandling eller teknikupphandling. Om samordnade upphandlingar kan visa på ett stort köparintresse kan detta också vara ett led i att tydliggöra för leverantörer att det finns en marknad för produkterna i Sverige.

#### **12.1.4 Uppföljning och utvärdering**

Beskrivningen ovan pekar på ett stort behov av att utvärdera och följa utvecklingen. En forsknings- och utvecklingsinsats bör initieras som följer och utvärderar demonstrationsförsöken i syfte att veta vilka kunder som väljer elfordon och laddhybrider och varför de väljer dessa fordon. Vidare bör insatserna inriktas mot att studera under vilka förutsättningar användningen av elfordon och laddhybrider kan öka samt vilka fordonsegenskaper och vilken infrastruktur som är viktig för ökad användning av dessa fordonstyper. Detta krävs i syfte att bedöma hur stor potentialen för ökad energieffektivitet och minskad klimatpåverkan är genom ökad elektrifiering av vägfordon.

#### **12.1.5 Information och internationell samverkan**

Utvecklingen inom området sker i hela världen och ett nationellt demonstrationsprogram bör därför följa och analysera den internationella utvecklingen samtidigt som programmet bör delta i den internationella utvecklingen inom området i syfte att både förstärka utvecklingen allmänt men även för att bistå svensk industri med kunskap och nätverk så att såväl befintlig som nya företag kan utvecklas.

#### **12.1.6 Budget och omfattning i tid**

Om programmet ska kunna bidra till utvecklingen inom området så krävs såväl ett relativt stort antal fordon som verkliga försök med utbyggnad av laddinfrastruktur. Vidare behövs det stöd till information, kommunikation, utvärderingar och inte minst industriell utveckling. Att utvärdera och följa upp en förändringsprocess i samhället som ett införande av elfordon innebär, tar lång tid. Energimyndigheten föreslår därför inledningsvis ett fyraårigt elfordonsprogram. Budgetförslaget nedan utgår från en start för programmet år 2010.

Genom de insatser KFB gjorde på 90-talet kan slutsatsen dras att det sannolikt behövs ambitioner på ett flertal tusen fordon för att kunna dra några riktiga slutsatser rörande infrastruktur. Det behövs också flera års tid för att utveckla och följa infrastrukturens utvecklingen.

Om merkostnaden för fordonen inledningsvis är mellan 50 000 kr och 150 000 kr och antalet fordon som behövs för att dra slutsatser om infrastrukturutbyggnad behöver vara några tusen stycken, kan resurserna till elfordonsprogrammets

fordonsstöd behöva vara 100 miljoner kronor till 300 miljoner kronor. Exakt hur mycket stöd som behöver fördelas via elfordonsprogrammets ram beror på hur stor andel av merkostnaden som bör komma från elfordonsprogrammet samt hur miljöklassningssystemet utformas. Utöver detta kan resurser behövas för demonstration av utvecklingsfordon och tunga fordon vars merkostnader är betydligt högre.

Utbyggnad av infrastruktur är svårare att bedöma men stöd ska kunna ges för merkostnader. En snabbbladdare kan kosta flera hundra tusen kronor stycket. Tjugo till femtio miljoner kronor är en försiktig gissning av stödets omfattning.

Innovation, koordination och upphandling är ur budgetsynpunkt mindre kostsamma om den tekniken som kommer prövas genom verksamheten kommer att prövas har stöd genom antingen stödet till fordon eller infrastruktur. Processerna i sig kräver dock en del stöd och bedöms här behöva en ram på 30 miljoner kronor under en fyraårsperiod.

Uppföljning och utvärdering kommer i stor omfattning att behöva finansieras av elfordonsprogrammet. Omfattningen kan jämföras med satsningarna från KFB på 90-talet och bedöms här till 50 miljoner kronor för en fyraårsperiod.

Information och internationellt samverkan bedöms behöva mindre finansiella resurser men omfattningen uppskattas ändå under en fyraårsperiod uppskattad till 20 miljoner kronor

Sammantaget handlar det om en omfattning på mellan 250 och 600 miljoner kronor för den första fyraårsperioden.

## 13 Referenser

SST.2010.7.2.2.: Development and promotion of best practice in freight logistics, WP 2010 – Non-Paper dated 3 March 2009 – Further DG TREN contribution, (Status: TREN Draft – 2009 03 09)

"Electric Vehicles in Japan", Akihisa Sono, Japan Electric Power Information Center Inc, 2009

"An Electric Vehicle Delivery Plan for London", Mayor of London, May 2009

Elfordon i Sverige och Norden – analyser och erfarenheter från NEP-projektet, Profu 2009-04-14

Kunskapsunderlag om marknaden för elbilar och plug-in hybrider – Input till Svensk Energi, Energimyndigheten, Fortum 2009-03-31

360 Degree Analysis of the Global Electric Vehicles Market, Frost & Sullivan, 9832-18, March 2009

Elbil- och laddhybridguide 2008 – 2009, SØT, 23. januari 2009

Tjänsteutlåtande av Eva Sunnerstedt och Björn Hugosson, Miljöförvaltningen Stockholms stad, Dnr: 2009-004321-211

"Investigation into the scope for the Transport Sector to Switch to Electric Vehicles and Plug –in hybrid Vehicles", Department for Transport, Department for Business and Regulatory Reform, BERR - *Department for Business Enterprise and Regulation Reform (BERR)* och *Department for Transport (DfT)*, October 2008

"Rena fordon med eldrift", Slutrapport från KFBs forsknings- utvecklings- och demonstrationsprogram kring el- och hybridfordon 1993-2000, KFB-rapport 2000:26, ISBN 91-88371-81-6

"SHC och TSS underlag om el och laddhybridfordon", SHC och TSS, Lennart Josefsson och Peter Öhman, 2009-04-06

Elfordon i det nordiska elsystemet, Utvecklingen av Sveriges och Nordens energi- och transportsystem.

Styrmedel för introduktion av eldrivna fordon och utbyggnad av laddinfrastruktur, Elforsk rapport 09:48

SHC och TSS underlag om el- och laddhybridfordon, brev skrivet till Statens energimyndighet, Lennart Josefsson, Peter Öhman, 2009-04-06

Plug in road 2020, Elforsk rapport 09:40

Långsiktspåprognos 2008, Statens Energimyndighet ER 2009:14

Sustainable Surface Transport WP 2010, Frederic Sgarbi Deputy Head of Unit DG RTD/H.2, European Union Transport Research Seminar, European Commission, PPT London 2009-02-26

Studie avseende dagens och morgondagens elmättnings- & avräkningsinfrastruktur för PHEV/EV-laddning, Elforsk rapport 09:47

Laddning av eldrivna fordon - State of the art, Elforsk rapport 09:60

Elbilsförarna och elbilens framtid - från ekologisk "hype" till realism, Staffan He Hulten, Karl Oskar Källsner, KFB:EFI Handelshögskolan i Stockholm, KFB rapport 2000:11

Åtgärdsalternativ i Sverige - en sektorsvis genomgång, Delrapport 3 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2008

Standardisering för eldrivna fordon Lägesrapport, Elforsk rapport 09:46

Fordonsregler för eldrivna fordon, Per Öhlund, Transportstyrelsen PM TSV 2009:5842

Samtal med företrädare för industrin.