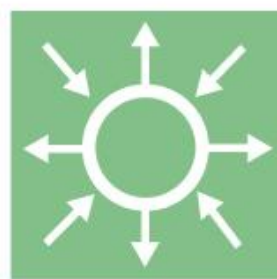
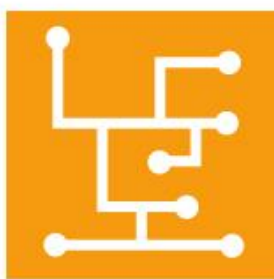




Laddning av eldrivna fordon

State-of-the-art 2008

Elforsk rapport 09:60



Peter Herbert, Stefan Larsson, Sophia Lundberg Fredriksson Januari 2009

Förord

Elforsk bedriver ett omfattande kunskaps och utvecklingsprogram kallat "Laddhybrider och elfordon". Inom programmet finns ett antal delprojekt, bl.a. projekt kring kundfrågor, miljöanalyser, styrmedel, elmätning, standardisering av laddningsutrustning, debiteringssystem och laddningsinfrastruktur. Denna rapport är en del av denna satsning.

Stefan Montin
Programområde Omvärld och system
Elforsk

Sammanfattning

Ett flertal fordonstillverkare har aviserat att man nu utvecklar plug-in elhybridfordon (PHEV). En tillväxt av fordonsflottan av elhybridfordon och elfordon kan bidra till minskade koldioxidutsläpp, men ställer också krav på en väl fungerande infrastruktur för laddning av fordonen. Den pågående utvecklingen kommer att beröra elföretagen när det gäller laddningsinfrastruktur och framtida elanvändning.

Elforsk har under 2008 etablerat programmet "Laddhybrider och elbilar" med målsättningen att elföretagen koordinerar sina aktiviteter runt PHEV och EV, dels för att stödja utbyggnadsprocessen för en väl fungerande infrastruktur och dels för att bidra till en effektiv elanvändning och minskad miljöbelastning inom transportsektorn.

Syftet med delprojektet P5 "Laddningsinfrastruktur för PHEV och elfordon" inom Elforsk-samarbetet är att i samverkan med fordonsindustrin, parkeringsbolag och tillverkare av P-automater samt elföretagen och andra intressenter säkerställa att i god tid stå redo med en lämplig och väl avvägd infrastruktur för laddning av PHEV och EV samt att se över behovet och teknologin för s k snabbladdningsstationer. Delprojektet ska ta fram förslag och rekommendationer till laddningsinfrastrukturlösningar som tillgodoser användarnas och elbranschens behov. Resultaten bedöms kunna fungera som vägledning vid planering och byggande av laddningsinfrastruktur.

Under 2008 har information om olika laddningssituationer samt om befintlig teknik och framtida alternativa lösningar samlats in. I denna State-of-the-art-rapport presenteras bl a olika tekniklösningar och komponentval för PHEV- och elbilsladdning, vad som görs inom standardiseringsområdet, övergripande summering av pågående större demoprojekt samt beskrivningar av vad olika aktörer gör inom PHEV/EV-området med fokus på laddteknik- och laddningsinfrastrukturfrågor. Delprojektet fokuserar mot laddningsinfrastruktur och laddteknik och behandlar inte övrig teknikutveckling för elbilar.

Status December 2008:

Laddhybridbilar (vilka kan växla till förbränningsmotordrift) och elbilar har olika krav på tillgänglighet på laddningsplatser. Några krav som ställs på laddningsinfrastrukturen är: god tillgänglighet och effektivitet, enkel användning, hög person- och driftsäkerhet samt kostnadseffektivitet. Ett antal olika laddsituationer har identifierats:

- Befintliga eluttag.
- Lättmonterade och förhållandevis billiga installationer utan eller med behov av grävning.
- Vägkantsparkering där grävning erfordras.
- Snabbladdningsstationer.
- Induktiv laddningsplats.

Det finns två sätt att ansluta bilen för laddning från nätet: konduktiv och induktiv laddning. **Konduktiv anslutning** är det som är aktuellt. Induktiv laddning har förekommit i vissa försök, men betydande utveckling återstår innan det kan bli aktuellt. Utifrån olika lösningar av säkerhetsaspekterna har olika laddningsmoder definierats av standardiseringskommittéer. **Mode 1-laddning utgörs av anslutning av elfordonet till elnätet med standardiserade stickproppar och uttag** på försörjningssidan via fas(er), noll- och skyddsledare. Detta betyder att elfordonet är direkt anslutet till ett vanligt eluttag (vanligaste sättet att ladda elbilar i Europa). Det standardiserade Europauttaget försörjer med upp till 16 A vid 230 V. Ur säkerhetssynpunkt ska eluttaget vara utrustat med jordfelsbrytare.

Mode 3-laddning utgörs av särskilda fordonsladdningsstationer med utökad funktionalitet för säkerhet och kommunikation med speciellt avsedd elfordonsladdningsutrustning. Mode 2-laddning är en variant av mode 3-laddning där elfordonet ansluts till elnätet med standardiserade kontakter och eluttag, via fas(er), noll- och skyddsledare. Mode 2 laddning håller en något lägre säkerhetsnivå än mode 3, men medger vanliga standarduttag som inte innehåller speciell utrustning för kommunikation.

Ett alternativ till laddning är att byta urladdade batterier mot fulladdade. Project Better Place är en intressant akör inom detta område som deltar i ett flertal nationella Demo-program.

Med **introduktion av litium-jon-batterier** för elfordon erhålls ökad livslängd och effekttålighet samt högre energilagringsskapacitet. De nya batterityper som gjort entré på marknaden de senaste åren medger snabbladdning med korta laddningstider. Normalt förkortas batterilivslängden av snabbladdning. Vid snabbladdning ställs också speciella krav på elanslutningen.

Det finns ett stort behov av standardisering av elbilsladdning (t ex vad gäller fysisk anslutning av bilen mot elnätet, spänning, ström, antal faser och kommunikationsgränssnitt och kommunikationsinnehåll).

Ytterligare en fråga som berörs är betalsystem. Här finns för elbilsladdning olika tänkbara system, t ex abonnentsystem eller betalning via betalkort.

System för "smart laddning" berörs, där laddningsuttaget styrs från ett centralt operativsystem i ett nätverk. Utöver generell lastreglering studeras även möjligheten att lagra elenergi i elfordon med möjlighet att återföra el tillbaks till elnätet vid behov ("V2G").

Nedan listas områden inom vilka det finns behov av ytterligare klargörande av dagens situation:

- Möjligheten för elhandelsbolag att sälja el efter uttagspunkt.
- Möjligheten för olika aktörer att äga och driva distributionsnät efter uttagspunkt.
- Koncessionsplikt för parkeringsnät.
- Möjlighet för kommunalt parkeringsbolag att reservera parkeringsplatser för laddning av eldrivna bilar.

- Brandskyddsregler vid laddning i garage samt eventuella särskilda regler/krav på t ex ventilation vid laddning inomhus.
- Riktlinjer för anslutning av laddplatser till elnätet samt erfarenheter av rationellt byggande och drift av laddplatser.
- Snabbladdning (upp till ca 15 minuter) beträffande utformning av laddningsanordning, nätanslutning, kostnadsbild mm.

Summary

A large number of car manufacturers have announced that they now develop plug-in hybrid electrical vehicles (PHEV). A growth of the fleet of hybrid electrical vehicles and of electrical vehicles (EV) can contribute to reduced emissions of carbon dioxide, but also sets requirements of a well functioning infrastructure for charging of the vehicles. The ongoing development will affect the energy companies when it comes to charging infrastructure and future use of electricity.

During 2008, Elforsk has established the programme "PHEVs and EVs" with the objective to make the energy companies to co-ordinate their activities concerning PHEVs and EVs, both in order to support the expansion process for a well functioning infrastructure, to contribute to an efficient use of electricity and to reduced environmental impact within the transport sector.

The aim with the sub-project P5 "Charging Infrastructure for PHEV and EV" within the ELFORSK co-operation is to, in collaboration with the vehicle industry, parking utilities, manufacturers of equipment for charging and payment, energy companies, and other actors, be prepared with an appropriate infrastructure for charging of PHEV and EV and to investigate the need for and the technology of fast charging. The sub-project will result in suggestions and recommendations of charging infrastructure solutions that meet the needs of the users and the energy sector. The results are estimated to function as guidance for planning and building of charging infrastructure.

During 2008, information about different possible charging situations, existing technology and future alternative solutions have been gathered. In this State-of-the-art-report is presented different technology solutions and choice of components for PHEV and EV charging are presented, information about what is done within the area of standardization, overall summary of on-going larger demonstration projects with descriptions of what different actors do within the area of PHEV/EV with focus on charging technology, and questions connected with charging infrastructure. The sub-project focuses on charging infrastructure and charging technology and does not treat other technology development for electrical vehicles.

Status December 2008:

Plug-in hybrids (PHEV, which can alter to combustion engine operation) and electrical vehicles (EV) have different level of demands on accessibility of charging spots. Other demands on the charging infrastructure are: sufficient availability and efficiency, simple use, high personal safety, operational reliability and cost efficiency.

A number of different charging situations have been identified:

- Existing electrical socket outlets
- Easy mounted and relatively cheap installations with or without need of digging.
- Curbside parking where digging is required.
- Fast charging stations
- Inductive charging

There are two ways to connect the car for charging from the electric grid: conductive and inductive connection. Conductive charging is of most interest at the moment. Inductive charging has been tested, but significant development remains before it can come into question. On the basis of different solutions of safety aspects, different charging modes have been defined of standardization committees. **Mode 1-charging includes connection of the electrical vehicle to the grid with standardized plugs and socket outlets** on the supply side via phase(s), neutral- and protective earth conductors. This means that the electrical vehicle is directly connected to a common household- or industrial socket outlet (the most common way to charge electrical vehicles in Europe). The standardized European household socket outlets supplies up to 16 A at 230 V. From a safety point of view, the socket outlet should be equipped with a residual current device (RCD).

Mode 3-charging includes special electric vehicle charging equipment (EVSE) with increased functionality for safety and communication between the vehicle and the charging spot, specially designed for electrical vehicles. Mode 2-charging is a variety of mode 3-charging where the electrical vehicle is connected to the electric grid with standardized plugs and socket outlets by phase(s), neutral-, protective earth, and pilot conductor. Mode 2-charging has a somewhat lower safety level than mode 3, but admits usual standard socket outlets.

An alternative to charging is to exchange discharged batteries to full loaded. The project Better Place is an actor within this area that is participating in several national demonstration programmes.

With the introduction of **lithium-ion-batteries** for electrical vehicles increased lifetime, power performance and capacity of energy storage is achieved. The new types of batteries that have been introduced on the market during the last years admit fast charging with short charging times. Usually, the lifetime of the batteries is shortened if fast charging is used. It also sets special requirements on the electric connection.

There is a large need of standardization of charging of electrical vehicles (e.g. concerning physical connection of the car to the electric grid, voltage,

current, number of phases, and communication interface and information to exchange).

Yet another question that is touched upon is systems for payment. There are, for charging of electrical vehicles, different possible systems, e g subscriber systems or general payment systems such as credit cards.

Also systems for "smart charging" are touched upon, where the charging outlet is operated from a central operating system in a network. In addition to general load control, there is also the possibility to store electrical energy in electrical vehicles, with the possibility to re-direct electricity to the power grid if needed (so called "vehicle to grid", V2G").

Below, some areas are listed where there is need for further clarification of the prerequisites for designing the charging infrastructure:

- The possibility for electricity utilities to sell electricity after the point of delivery (at the revenue meter).
- The possibility for different actors to own and operate the distribution grids after the point of delivery.
- Need of concession for parking distribution grids.
- The possibility for municipal parking utilities to reserve parking lots only for charging of electrical vehicles.
- Fire safety regulations for charging in garages and any specific requirements on e g ventilation during indoor charging.
- Guidelines for connection of charging spots to the electrical grid, and experiences of rational design, construction and operation of charging spots.
- Fast charging (up to approximately 15 minutes) concerning the design of charging equipment, grid connection, costs etc.

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Syfte och delprojekt mål	1
1.2	Bakgrund till Elforsk-programmet Laddhybrider och elfordon	2
1.3	Avgränsningar för denna delrapportering inom delprojekt P5	3
2	Förutsättningar för PHEV/EV-laddning	4
2.1	Laddsituationer med krav & behov	4
2.1.1	Olika krav för elbilar och laddhybrider	4
2.1.2	Laddningsplatser	4
2.1.3	Några ledstjärnor för laddningsplatserna	6
2.2	Batterier	6
2.3	Laddsystem i bilen	8
2.4	Kommunikationsteknik i fordon	8
2.4.1	Kommunikation i bilen	8
2.4.2	Controller Area Network (CAN)	9
2.4.3	Local Interconnect Network (LIN)	10
2.4.4	Informationssystem	10
3	Laddinfrastruktur och laddtekniker	11
3.1	Konduktiv laddning	11
3.1.1	Introduktion	11
3.1.2	Laddningsmoder	12
3.1.3	Mode 1-laddning:	12
3.1.4	Mode 2-laddning	13
3.1.5	Mode 3-laddning	14
3.1.6	Mode 4-laddning:	15
3.1.7	Utveckling av ett gemensamt anslutningsgränssnitt	15
3.2	Induktiv laddning	16
3.2.1	Översikt	16
3.2.2	Induktiv laddning via manuellt inkopplingsdon	17
3.2.3	Induktiv laddning via bilens undersida	17
3.2.4	Asymmetrisk "large air-gap charger"	18
3.2.5	Induktiv överföring vid parkering eller under färd	19
3.3	Snabbbladdning	19
3.4	Batteribytessystem	22
3.4.1	Project Better Place	22
3.4.2	MIRA (Motor Industry Research Association)	23
3.5	EU-direktiv	24
3.6	Standarder för laddning	25
3.6.1	Översikt	25
3.6.2	Befintliga IEC-standarder	25
3.6.3	Summering av standardiseringsbehovet	26
3.6.4	Återstående att standardisera	26
3.6.5	Pågående standardiseringsaktiviteter	27
4	Betalningssystem	28
5	System för smart laddning	33
5.1	Översikt	33
5.2	Chargepoint Network	33
5.3	Gridpoint	34
6	Att anlägga en laddningsplats	35

6.1	Att tänka på vid anläggning av laddplatser	35
6.2	Funktionskrav på laddplats	37
6.2.1	EDF:s erfarenheter och syn på laddsystem för framtidens elbilar och laddhybrider	37
6.3	Kompletterande nätanslutningsfrågor	40
7	Aktörer och demonstrations-aktiviteter med koppling till laddningsinfrastruktur	41
7.1	Översikt	41
7.2	Aktörer samt demonstrations- och utvecklingsprogram	42
7.2.1	Utvalda demonstrations- och utvecklingsprogram	42
7.2.2	Fordons- och batteritillverkare	45
7.2.3	Andra komponenttillverkare	46
7.2.4	Energibolagens engagemang inom PHEV/EV-området	46
8	Diskussion och slutsatser	48
8.1	Generell översikt	48
8.2	Laddsystem i fordonet	49
8.3	Laddsystem utanför fordonet	49
8.4	Informationshantering	50
8.5	Standardisering	51
8.6	Laddningsinfrastruktur	51
9	Referenser	54
BILAGA 1	Summering av demonstrations- och utvecklingsprogram med koppling till laddningsinfrastruktur för elfordon	1
BILAGA 2	Leverantörer av komponenter och system för laddningsteknik och laddningsinfrastruktur	16

1 Introduktion

1.1 Syfte och delprojekt mål

Denna rapportering avser delprojekt P5 inom ramen för Elforsks program **"Laddningshybrider och elfordon"**, som är planerat att löpa under tidsperioden augusti 2008 – juli 2011.

Syftet med delprojekt P5 *"Laddningsinfrastruktur för plug-in elhybrider/elfordon"* är att i samverkan med fordonsindustrin, parkeringsbolag och tillverkare av P-automater samt elföretagen och andra intressenter:

- Säkerställa att i god tid stå redo med en lämplig och väl avvägd infrastruktur för laddning av PHEV och EV.
- Se över behovet och teknologin för s.k. snabbladdningsstationer.
- Löpande ge rekommendationer till elbranschen i angelägna frågeställningar kopplat till laddningsinfrastruktur för PHEV/EV.

Delprojektets mål är att:

- Ta fram förslag till och rekommendera laddningsinfrastrukturlösningar som tillgodoser såväl användarnas som elbranschens behov.
- Identifiera behov av åtgärder i befintlig elinfrastruktur samt ge elbranschen rekommendationer till hur detta bäst bör hanteras.

Resultaten bedöms kunna fungera som vägledning vid planering och byggande av laddningsinfrastruktur samt ge tekniskt underlag och rekommendationer för elbranschens fortsatta arbete för införande av lämplig laddningsinfrastruktur.

I delprojektet planeras följande aktiviteter:

- Beskrivning av ett antal laddningssituationer som täcker in ett stort antal användares behov.
- Beskrivning av befintlig teknik för laddning och de alternativ som diskuteras för framtiden.
- Beskrivning av vad laddning av bilar innebär (tekniskt, ekonomiskt och samhällsekonomiskt) för existerande elinfrastruktur (för såväl landsbygdsnät som stadsnät) och tänkbara alternativa lösningar för att hantera laddning för att undvika negativa konsekvenser för elkunder och elbranschen.
- Sammanställning av slutsatser angående lämplig infrastruktur från tidigare gjorda studier med tyngdpunkt på Europa. Jämförelse med tidigare genomförda studier.

Under 2008 har flertalet av ovanstående aktiviteter påbörjats för att få en helhetsbild. Fokus på rapporteringen inom delprogram P5 är inledningsvis denna State-of-the-Art-rapport (baserad på information och erfarenheter summerat under 2008), inkluderande bl.a. en sammanställning av aktuella tekniklösningar och komponentval i pågående demoprojekt, en övergripande beskrivning av vad olika aktörer gör inom PHEV/EV-området med fokus på laddningsinfrastrukturfrågor samt hur laddningsinfrastrukturutvecklingen kan komma att beröra elbranschen.

Under 2009 förväntas ett flertal test- och demonstrationsprojekt i Sverige generera nya praktiska resultat. Erfarenheter från dessa projekt kommer att redovisas i kommande rapporteringar inom programmet och ligga till grund för kompletterande aktiviteter inkl. branschrekommendationer. Vidare planeras en studie avseende kostnadsbilden för laddningsinfrastrukturutvecklingen ur ett samhällsperspektiv att genomföras under det första verksamhetsåret för Elforsk-programmet (ännu ej formellt beslutat uppdrag i detta skede).

Resultat och erfarenheter från uppdragsverksamheten ska löpande införas i processen för att ge rekommendationer till branschen (med fokus på programmets intressenter) hur en lämplig infrastruktur för laddning bör utformas.

Presentation av resultat och branschrekommendationer kommer att göras årligen via skriftliga rapporter och Elforsk-seminarier.

1.2 Bakgrund till Elforsk-programmet Laddhybrider och elfordon

Ett flertal fordonstillverkare, bl a Toyota, GM, Volvo och SAAB, har aviserat att man nu utvecklar elhybridfordon som kan anslutas till elnätet för laddning, s k plug-in hybrider (laddhybrider). Lanseringen av dessa fordon kommer med stor sannolikhet att ske runt 2010 eller åren strax därefter.

En kraftfull tillväxt av fordonsflottan av plug-in elhybridfordon (PEHV) och elfordon (EV) i Sverige skulle kunna bidra till att mycket påtagligt minska dels utsläppen av koldioxid och dels minska oljeanvändningen. Samtidigt kommer en sådan utveckling att ställa krav på en väl fungerande infrastruktur för laddning av fordonen och i viss mån även påverka den framtida efterfrågan på el och uttagsmönstren för el.

Den pågående utvecklingen vad gäller både PEHV och EV berör således direkt elföretagen när det gäller infrastrukturen för laddning av fordonen och den framtida elanvändningen. Utvecklingen ger elföretagen en unik möjlighet att medverka till att förändra transportsektorn i riktning mot en långsiktigt hållbar energianvändning.

Elforsk har föreslagit att elföretagen koordinerar sina aktiviteter runt plug-in-hybrider och elfordon i ett program, dels för att säkerställa en väl utbyggd och fungerande infrastruktur (laddningsmöjligheter, laddningsteknik, debiteringssystem, standardisering etc) och dels för att bidra till en effektiv

användning av el för att minska miljöbelastningen och oljeberoendet från transportsektorn.

Syftet med Elforsk-programmet om plug-in hybrider och elfordon är att bidra till att underlätta introduktionen och marknadsutvecklingen för dessa fordon genom att:

- Elbranschen på ett effektivt sätt samverkar med andra aktörer för att stärka utvecklingen och introduktionen av plug-in hybrider och elfordon i Sverige.
- Ge en tidig och balanserad information kring faktiskt behov av laddningsinfrastruktur samt i samverkan med olika parter säkerställa att infrastrukturen byggs ut.
- Analysera och kommunicera plug-in hybriders och elfordons möjligheter att minska utsläppen av koldioxid och andra föroreningar från transportsektorn och att minska oljeberoendet.
- Ge regionala exempel på möjliga/önskvärda utvecklingsmöjligheter (visioner) och analysera vad som krävs för att nå dessa.
- Beskriva och initiera FoU kring intressanta laddningsmetoder och effektiva debiteringssystem.

1.3 Avgränsningar för denna delrapportering inom delprojekt P5

Detta deluppdrag, *Rapportering State-of-the-art 2008*, har fokuserats mot laddningsinfrastruktur och laddningsteknik och behandlar även, i begränsad omfattning, laddningssystemdelar som finns i elbilarna. Övrig teknikutveckling för elbilar behandlas inte i denna rapport.

Speciella elmättnings- och betalningssystemfrågor hanteras huvudsakligen inom ramen för delprojekt P6 inom Elforsk-programmet och kommenteras endast i begränsad omfattning i denna rapport.

2 Förutsättningar för PHEV/EV-laddning

2.1 Laddsituationer med krav & behov

2.1.1 Olika krav för elbilar och laddhybrider

Laddhybridbilar och elbilar ställer olika krav på tillgänglighet på laddningsplatser. Medan elbilarna blir stående när elen tar slut så kan laddhybriderna växla över till förbränningsmotordrift för att komma fram till nästa laddningsplats. Detta medför att elbilar ställer höga krav på ett utbyggt nät av laddplatser inom det område de ska trafikera för att de ska vara attraktiva. För laddhybriderna vilka inte är så beroende av laddplatsernas lokalisering kan man acceptera glesare belägna laddplatser vilket även medför större möjligheter att bygga ut laddplatsnätet stegvis. Även storleken på batterierna kan komma att innebära att elbilarna och laddhybrider ställer olika krav på laddningseffekt och laddningstiden då elbilarna kan tänkas kräva större batteri än laddhybriderna.

2.1.2 Laddningsplatser

Hur laddningsinfrastrukturen lämpligen ska byggas är ingen självklarhet. Förutsättningarna för hur infrastrukturen ska byggas ut behandlas huvudsakligen i Elforsk-programmets delprojekt P3 "Visionära studier". I denna första rapportering för delprojekt P5 har vi dock gjort en ansats för att fokusera på de laddsituationer och den laddutrustning som vi bedömer mest sannolik. Nedan följer ett antal förutsättningar som underlättar etableringen av laddplatser.

Gynnsamma förutsättningar för laddningsplats:

- Låg etableringskostnad
- Möjlig laddningseffekt motsvarar behovet (långsam alternativt snabbare laddning)
- Naturlig plats att parkera bilen på
- Plats där man kan förvänta sig laddningsbehov
- Lättillgänglig laddningsplats
- Förväntat hög beläggning
- Lätt genomförbart (lagar och lokala policys)
- Hög betalningsvilja

Utifrån ovanstående har en sammanvägd bedömning gjorts av vilka laddningsplatser som kan bli aktuella. Kostnadsaspekter bedöms väga tungt.

Det är rimligt att börja med de billigaste alternativen och fortsätta med de kostsammare när affärsmöjligheter utvecklats och andra drivkrafter vuxit sig starkare och medger detta.

Nedan har ett antal identifierade laddsituationer listats i den ordning de bedömts aktuella att introducera (A-F). De alternativ som framför allt bedöms som realistiska i en nära framtid är alternativ A, B, C och eventuellt D.

A) Befintliga eluttag:

- Vid bostaden, småhuset (vid/i garaget)
- Vid bostaden, flerbostadshuset (vid p-ytan/garaget)
- Vid arbetsplatsen

B) Lättmonterade och förhållandevis billiga installationer utan grävning:

- Konvertering av motorvärmearanläggningar
- Montering på vägg/byggnadspelare där den gränsar mot parkeringsrutor (ute eller i garage)
- Montering på anordning från tak
- Montering på befintliga anordningar med elförsörjning

C) Lättmonterade och förhållandevis billiga installationer utomhus där grävning erfordras:

- Kommersiella P-ytor (Infartsparkeringar, större parkeringar)
- Kundparkeringar (handelsplatser där bilen "blir stående ett tag")
- Andra, icke kommersiella parkeringsytor (arbetsplatser, kommunala p-ytor mm)

D) Vägkantsparkering där grävning erfordras:

- I tätorter vid trottoarkant
- Vid vägkant

E) Snabbladdningsstationer:

- Där elnätet tillåter
- Där ellagring är möjlig

F) Batteribytesstationer:

- Där erforderlig batteriladdning är möjlig

G) Induktiv laddningsplats (underifrån):

- Vid parkering (hemma, arbetet, gatan, ärenden)
- Påfyllnad vid kortare stopp (rastplatser, rödljus etc)
- Automatiskt under färd

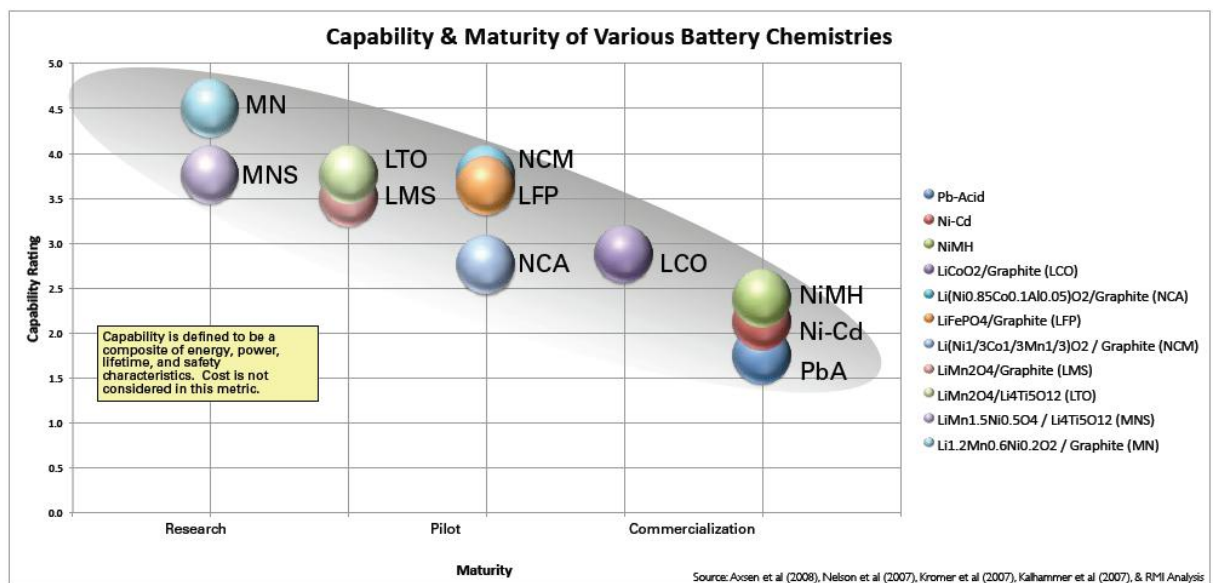
2.1.3 Några ledstjärnor för laddningsplatserna

Målen på längre sikt är att upprätta laddningsplatser med egenskaper som:

- God tillgänglighet
- Enkelhet och bekvämlighet
- Erforderlig personsäkerhet
- Funktionalitet/effektivitet
- Driftsäkerhet
- Kostnadseffektivitet

2.2 Batterier

State-of-the-art inom batteriteknik av idag skiljer sig på ett antal väsentliga punkter jämfört med hur status var i slutet av 1990-talet då elfordon hade den senaste "utvecklings-boomen". I figur 2.1 illustreras utvecklingsläget inom batteritekniken.



Figur 2.1 Utvecklingsläget inom batteritekniken.

Med introduktionen av Litium-jon-batterier för elfordon erhålls:

- Ökad livslängd, 1500-3000 cykler redovisas idag för 0-100% SOC
- Ökad effekttålighet och strömtäthet
- Högre energilagringsskapacitet jämfört med äldre batteritekniker (typiskt 1/2 vikten och 1/3 av volymen jämfört med NiCd batterier)
- Förbättrad säkerhet vid penetrationskortslutning, höga temperaturer mm (t.ex. LiFePO₄)

I detta sammanhang bör det noteras att alla typer av Lithium-jon-batterier inte har samma miljö- och säkerhetsegenskaper. Detta gäller bl.a. typerna LiCoO₂, LiMn₂O₄ samt Li(NiCo)O₂ som kan vara vanliga inom tillämpningsområdena hemelektronik, bärbara verktyg, datorer, lampor mm. I tabell 2.1 nedan återfinns några av de mest kända batteritillverkarna inom plug-in hybrid marknaden.

Tabell 2.1 Några av de mest kända batteritillverkarna inom PHEV/EV-marknaden.

Batteritillverkare	Biltillverkare	Typ av batteri
A123Systems , partnerskap med Germany's Continental AG	Killacyle , General Motors (Chevrolet Volt , Saturn Vue PHEV), Daimler Buses North America (Orion VII), Venture Vehicles VentureOne and Th!nk ^[citation needed]	lithium ion (lithium iron phosphate)
Altairnano		
Axeon Power	Partner med Porsche 2009	
LG Chemical	Kontrakt med Hyundai/Kia for 2009	Lithium-Ion (Lithium-Ion polymer)
Electrovaya	Skall bli förse Tata motors med batterier	Lithium-ion battery (Li-ion)
EnerDel	Preproduction and prototype batteries for Think Global	Lithium-ion battery (Li-ion)
NEC	Producerar prototyp batterier för Nissan	
Panasonic EV Energy Co , a joint venture between Toyota and Matsushita Electric Industrial Co	Samarbete med Toyota	
Sanyo	Tillverkar batterier för Honda och Ford	NiMH
Valence Technology		lithium ion (lithium iron phosphate)

År 2006 demonstrerade den amerikanska biltillverkaren AC propulsion en sportbil baserad på el-/batteridrift med ett batteripaket uppbyggt av 7200st litiumceller i AA-storlek. Vid tester på en tävlingsbana visade det sig att den elbilen hade en acceleration som översteg kända sportbilar som Porsche, Viper (Chrysler), Ferrari och Corvette (Chevrolet).

År 2007 demonstrerade företaget Wrightspeed en liknande sportbil för världspubliken baserad på batteriteknik ifrån A123 systems. Även i detta fallet uppnåddes acceleration som vida överstiger traditionella sportbilar. Samma år

startades serietillverkningen av en elsportbil i Monaco (Venturi fetish). Ett år senare kom Tesla Motors i Kalifornien, USA med en elsportbil (den kom i serieproduktion samma år, 2008).

Utöver de ovan beskrivna fabrikaten har det utvecklats andra högprestanda-elbilar som Lightning Car Company i Storbritannien samt Fisker Karma i Danmark. I stort sett alla stora biltillverkare av traditionella bilar har visat upp konceptfordon baserade på den nya batteritekniken, så även bilmodeller som nyttjar plug-in hybridteknik. Denna enorma prestandautveckling har möjliggjorts främst p.g.a. en intensiv utveckling av nya katodmaterial (nanomaterial) till litium-jon-batterier under senare delen av 1990-talet samt utveckling av produktionsmetoderna under den första delen av 2000-talet. De första generationerna av litiumbatterier var vattenkylda p.g.a. att en viss uppvärmning sker vid höga strömuttag, t.ex. vid inbromsning med regenerativ återföring av bromsenergin till batteripaketet. På senare tid har vattenkylningen tagits bort i flertalet av de batteripaket som byggs för elbilar p.g.a. att den interna uppvärmningen har reducerats i hög grad i de senaste batterimodellerna.

2.3 Laddsystem i bilen

För att ladda batterierna behövs, förutom tillgång till el, tillgång till ett laddsystem. De flesta batteri-bilar har en liten ombordmonterad laddapparat (med växelriktare och Battery Management System), som klarar att fulladda tomma batterier på 6 – 9 timmar. Då bilen parkerats ansluts en kabel från ett eluttag till ett uttag i bilens "laddlucka".

Moderna Batterihanteringssystem (BMS, Battery Managing System) hanterar varierande laddningsspänning från elnätet. Moderna laddningsväxelriktare (inverter) är bi-direktionella och hanterar AC, DC, variabel spänning, variabel frekvens och hög effekt. Utvecklingen går mot ökade prestanda. Bättre BMS möjliggör också lägre acceptabel "State-Of-Charge" (SOC) och säkrare batterier.

AC propulsion

AC propulsion utvecklar ett motordrivaggregat med integrerad laddare där snabbaddning ingår.

Brusa

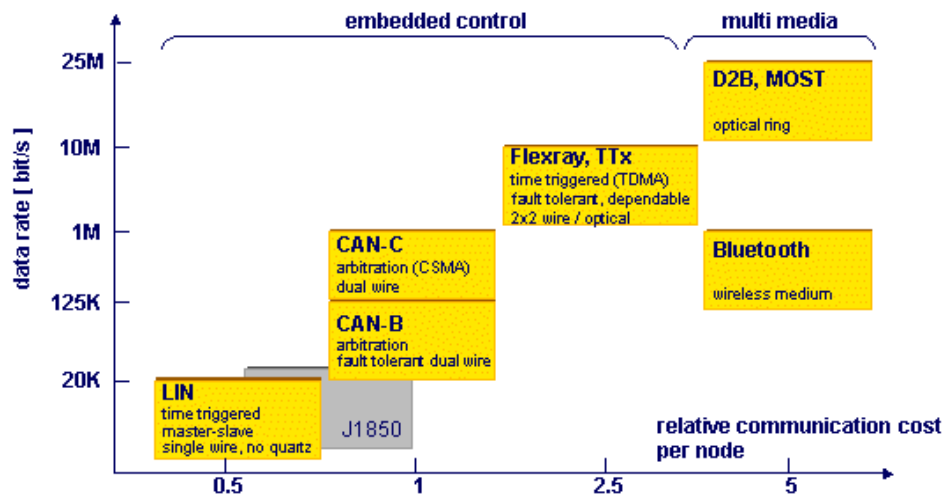
On-board batteriladdaren NLG5 kan ladda batterier i spänningsområdet 100 – 720 V. Tack vare flexibiliteten (automatisk/CAN) och den robusta och kompakta designen samt de olika storlekarna (3,3/6,7/10 kW) är de universellt användbara.

2.4 Kommunikationsteknik i fordon

2.4.1 Kommunikation i bilen

Kommunikationen i fordonet har flera tillgängliga (standardiserade) protokoll, där de två vanligast förekommande är CAN respektive LIN. Om högre

överföringshastigheter krävs kan andra typer förekomma, t ex Flexray, D2B, Bluetooth eller annat. De olika protokollen redovisas i figur 2.2.



Figur 2.2 Diagrammet visar olika kommunikationsteknologier som används i fordon.

2.4.2 Controller Area Network (CAN)

CAN är en kommunikationsbuss som baseras på ett seriellt protokoll vilken är väl lämpad för nätverk med s.k. "intelligenta enheter", sensorer, ställdon mm. CAN följer standarden ISO11898.

Egenskaperna hos CAN

Varje enskilt meddelande innehåller 0-8 bitar. Maximal hastighet är 1 Mb/s. Detta fungerar för nätverk upp till 40m trådlängd. För längre sträckor måste hastigheten reduceras, t.ex. för 500m kan 125kbit/s sändas. Alla CAN noder kan sända data och flera CAN noder kan sända ut en fråga på kommunikationsbussen simultant. I CAN systemet sänds prioriterade meddelanden ifrån en transmitter till alla kretsar som är anslutna till bussen (broadcasting). Varje mottagande krets/nod beslutar sedan om den skall processa meddelandet eller ej. Den relativa enkelheten för CAN innebär att både hårdvara, mjukvara mm är billigt. Även utveckling av system är ett lågkostnadsalternativ.

CAN-applikationer

CAN-nätverk kan användas i inbäddade applikationer med mikrokontrollers såväl som öppna kommunikationssystem för intelligenta apparater. CAN-bus systemet som ifrån början utvecklades för användning i fordon, används mer och mer i industriella tillämpningar, som s.k. Field-Bus system (som har stora likheter med CAN).

Huvudegenskaperna hos CAN är:

- Ett seriellt nätverk för "real-time" applikationer
- Klarar upp till 1 Mbit/sekund överföringshastighet
- Har mycket god feldetektering
- Utvecklades ursprungligen av BOSCH för användning i bilar
- Används idag även inom industriella applikationer
- CAN är en internationell ISO standard (ISO 11898)

2.4.3 Local Interconnect Network (LIN)

LIN (Local Interconnect Network) är ett seriellt kommunikationssystem som är mycket väl lämpat för nätverk med "intelligenta" apparater såsom sensorer och ställdon i sub-system. Detta är ett koncept för lågkostnadsnätverk i forsdonsapplikationer som kompletterar portföljen av andra kommunikationsprotokoll och nätverkstyper (t ex CAN).

LIN möjliggör implementering av hierarkiska nätverk i fordon, vilket ger ytterligare kostnadsreduktion vid tillverkningen av fordon (jämfört med CAN). LIN standarden omfattar specifikationen av kommunikationsprotokollet, överföringsmediet, interface mellan utvecklingsverktyg samt mjukvara för programmering. LIN garanterar kompatibilitet mellan olika tillverkare av mjukvara samt hårdvara, och ett förutsägbart EMC beteende.

Huvudegenskaperna hos LIN är:

- Single master / Multiple slave concept
- Lågkostnadsimplementering av kisel (UART/SCI inbäddat i μ C kretsar mm)
- Multicast mottagning med självsynkronisering
- Selektbara storlekar på meddelanden (2, 4, 8 byte)
- Data checksumma, säkerhet och feldetektering
- "Single-wire" implementering
- Hastighet upp till 20kBaud

2.4.4 Informationssystem

Följande informationskopplade system är av intresse för eldrivna fordon:

- Inkopplingsstandarder "Vehicle-to-grid" kraftinkoppling
- Trådlös internet kommunikation
- Global Positioning System (GPS)
- Kommunikationssystem för att kunna registrera en stor mängd små transaktioner
- Bi-direktionell energimätning
- Attraktiva tariffer

3 Laddinfrastruktur och laddtekniker

3.1 Konduktiv laddning

3.1.1 Introduktion

Med Konduktiv laddning avses anslutning metall mot metall mellan fordon och laddningsmatande uttagspunkt i elnätet.

Modern elektronik har givit branschen lättviktsladdare genom att man slipper tunga transformatorer. Vidare har ombordladdare medfört flexiblare användning av fordonen.

För anslutning av elfordon till elnätet har konduktiv teknik förblivit den vanligaste, huvudsakligen för att det medger anslutning till existerande kraftuttag utan extra tillbehör. Ändå har introduktionen av elfordon i olika länder lett till olika lösningar av säkerhetsaspekterna vid konduktiv laddning. Med hänsyn till dessa har olika laddningsmoder definierats av standardiseringskommittéerna. Dessa moder motsvarar specifika teknologier tillämpade utifrån lokala/nationella behov.

Valet av den lösning som föredragits är en komplex blandning av teknologiska, regelmässiga och kulturella aspekter. En lyckad introduktion av elfordon är i högsta grad beroende av tillgängligheten till en lämplig laddningsinfrastruktur.



Figur 3.1 Exempel på anslutningsdon för konduktiv laddning med beröringsskydd (i bakgrunden syns delar av laddningsstationen).

3.1.2 Laddningsmoder

Olika laddningsmoder har definierats av standardiseringsorganisationen IEC (Standardblad IEC 61851-1).

En översikt av laddningsmoder, kontaktdon och elektriska data presenteras i figur 3.2.

classification				vehicle interface		charging equipment			architecture	for mode
CPL	mode	situation	typ. power	case A	case B or C	case A or B	case C	CPL		
no control pilot signal	1	domestic up to 16A per phase	1-phase 3.7kW	yes		 national plugs with resistive coding via power indicator	no	no control pilot provided by wall equipment	power contacts 1 DC-/power AC 1 2 DC+/power AC 2 3 power AC 3 4 mains 1 5 mains 2 6 mains 3 7 mains 4 8 GND / EARTH	4 4 3 1-3 1-3 1-3 1-3 1-4
			1 to 3-phase 11kW	yes		 national plugs with resistive coding via power indicator	no			
control pilot accepted by vehicle	2	domestic up to 32A per phase	1-phase 7.4kW	yes		 national and IEC 309-2 devices provides control pilot	no	no control pilot provided by wall equipment	signal pins 9 Control Pilot 10 DATA+ 11 DATA- 12 DATA GND 13 Power Indic. 1 14 Power Indic. 2	2-4 4 4 4 1 1
			1 to 3-phase 22kW	yes		 national and IEC 309-2 devices provides control pilot	no			
	3	dedicated up to 32A per phase	1-phase 7.4kW	yes				control pilot provided	basic interface only mains AC	1-3
			1 to 3-phase 22kW	yes						
	4	quick charging	DC up to 400A	no		case B not applicable			universal interface mains AC and high power DC	1-4

^{*)} maximum power at IEC recommended standard voltage 230V/400V

file: IECTABL1.SCH

application: PROTEL for WINDOWS 2.2

date: 15-08-98

drawn by Arno & Axel

Figur 3.2 Översikt av konduktiv laddning enligt standardiserade moder. "Casen" återspeglar kabelns anslutning. A: Fast mot bil – lös mot eluttag, B: Lös i båda ändar, C: Lös mot bil – fast mot eluttag. Källa: IEC 61851-1 [ref X].

3.1.3 Mode 1-laddning:

"Mode 1-laddning" utgörs av anslutning av elfordonet till elnätet med standardiserade stickproppar och uttag på försörjningssidan, en- eller tre-fasigt, via fas(er), noll- och skyddsledare.

Det betyder att elfordonet är direkt anslutet till ett vanligt eluttag, vilket är fortfarande är det vanligaste sättet att ladda elbilar i Europa. Det standardiserade Europauttaget försörjer med upp till 16 A vid 230 V. Den effektnivån motsvarar normal laddning av små och medelstora fordon. Ett sådant eluttag kan installeras till extremt låg kostnad. Ett vanligt amerikanskt eluttag ger emellertid bara 15 A vid 120 V, vilket är lite klen effekt för att ladda en normalstor bil. Den här uteffekten är benämnd "Level 1"-laddning i USA och avser sladd med stickproppsansluten ombordladdare (EVSE, EV

supply equipment), vilket är avsett för användning endast i nödfall. De flesta elfordon som etablerats i USA har inte designats för denna typ av laddning utan använder istället "Level 2"-laddning som är särskilt avsedd 240 V, 40 A laddningskrets.

Emellertid innebär mode 1-laddning ett antal säkerhetshänsynstaganden. Eluttaget ska vara utrustat med jordfelsbrytare (RCD, residual current device). Installation av sådana är numera obligatoriska enligt nationella regler i de flesta länder. Trots det finns det fortfarande många äldre installationer utan sådan utrustning eller ens skyddsjordade uttag. I dessa fall kan farliga situationer uppstå vid eventuella fel, så utan jordfelsbrytare är mode 1-laddning inte lämplig. I vissa länder lämnas detta ansvar till brukaren medan mode 1-laddning i andra länder är helt förbjuden eller begränsad till privata utrymmen, såsom låsta garage, med begränsad tillgänglighet.

Trots att mode 1-laddning av många är ansedd som en övergångslösning under utvecklingen av en därför avsedd fordonsladdningsinfrastruktur, kommer den ändå finnas kvar. Åtminstone i länder där det inte är förbjudet ännu på länge, och särskilt vid laddning hemma och laddning av fordonsflottor med laddning i särskilt tillträdeskontrollerade utrymmen.

I vissa länder, används mode 1-laddning på allmänna laddningsplatser. Ytterligare skydd utöver jordfelsbrytare utgörs då av låsta luckor för att förhindra otillåten åtkomlighet till kontakter och uttag.

För ökad säkerhet och tillförlitlighet blir användning av industriella kontaktdon av typen IEC 309-2 allt mer populär. Dessa är kraftigare utförda än "hemmakontakterna" och är bättre lämpade för tuff miljö, tåligare att kopplas ur upprepade gånger med belastning på och har bättre livslängd vid höga strömmar.

3.1.4 Mode 2-laddning

Säkerhetsangelägenheterna med mode 1-laddning i vissa länder (särskilt USA) har lett till definitionen av mode 2: anslutning av elfordon till elnätet med standardiserade kontakter och eluttag, en- eller tre-fasigt, via fas(er), noll- och skyddsledare tillsammans med en skyddsfunktion med s.k. pilotledare mellan elfordonet och stickproppen eller kabelmonterad kontrollbox. För mode 2-funktionalitet krävs även vissa speciella komponenter vid bilens elintag (samma som vid mode 3 enligt nästa avsnitt).

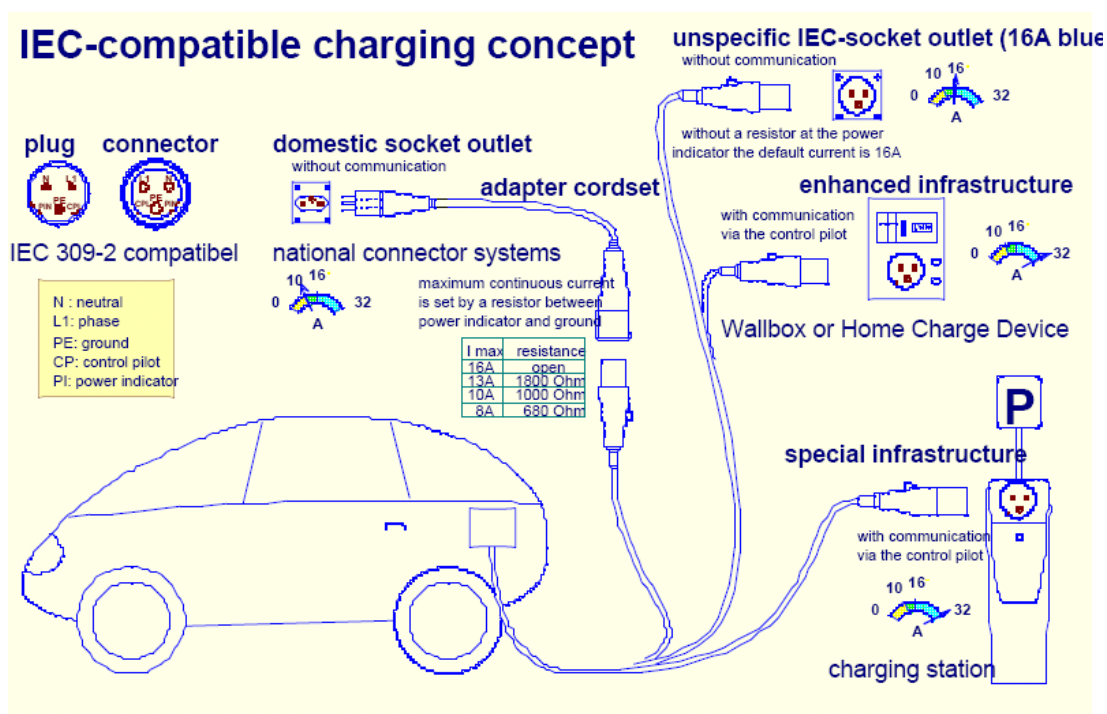
Mode 2 medför ytterligare skydd av kabel och fordon vid användning av vanliga, icke speciellt därför avsedda, eluttag. Härvid användes en speciell stickpropp med jordfelsbrytare eller en kabelmonterad sådan, samt ytterligare anordning (pilotledarkontrollutrustning enligt mode 3 i följande avsnitt). I Europa används detta mycket sällan och anses vara en övergångslösning.

Introduktionen av mode 2-laddning i USA avspeglar den amerikanska standard och norm vilken säkerställer att personskydd och andra säkerhetsaspekter tillämpas i alla förekommande laddningssystem.

3.1.5 Mode 3-laddning

Mode 3-laddning utgörs av särskilda fordonsladdningsstationer, med direkt inkoppling av elfordon till elnätet med avsedd elfordonsförsörjningsutrustning. En pilotledare går från fordonet till den till elnätet fast anslutna utrustningen. Således förutsätts dedikerad utrustning på eluttagssidan, speciellt konstruerad och reserverad för bruk med elfordon. För mode 3-funktionalitet krävs även vissa speciella komponenter vid bilens elintag.

Pilotutrustningen säkerställer att skyddsledaren är fungerande till sin helhet genom att tillsammans med pilotledaren bilda en sluten krets. Därutöver tillfogar den ytterligare säkerhet genom att tillse att eluttaget är spänningslöst om ett fordon inte är anslutet till det, samtidigt som den medverkar till viss kommunikation. Detta bedöms vara av särskilt intresse för laddningsstationer på offentliga platser.



Figur 3.3 Olika laddningsalternativ upp till 32 A vid 230 V (olika moder). Källa VUB [A]

Högeffekts mode 3-laddningsstationer skulle kunna utnyttja utvecklingen av 3-fasutrustningar för elfordon genom direktanslutning till 3-fasuttag. Tillgängligheten till 3-fasuttag är internationellt sett mycket varierande men bedöms ändå att tekniskt vara ett mycket lämpligt sätt att erhålla höga laddningseffekter. I Sverige har vi ju redan trefasnätet framdraget överallt. På detta vis blir snabbbladdning möjlig även utan fast installerade laddningsaggregat (mode 4). 3-fasansluten laddning öppnar också möjligheter att införa system för smart laddning, se kapitel 5, och V2G-lösningar (Vehicle to Grid). Härvid kommer dock krävas ett betydande

standardiseringsarbete, bland annat beroende på att 3-fasväxleriktare inte har galvanisk separation i sina kretsar. Elfordonens drivkretsar, inklusive batterier, blir då del i det elektriska nätet varför betydande säkerhetsfunktioner måste införlivas. Även ur standardiseringsperspektiv får det betydelse då elektriska standarder hanteras inom IEC medan fordonsstandarder traditionellt inryms inom ISO, se vidare kapitel 3.7.

3.1.6 Mode 4-laddning:

Vid mode 4-laddning ansluts elfordonet indirekt mot elnätet via en fast installerad batteriladdare, alltså ej ombordladdare, med likströmsladdning och pilotfunktion. Fordon som används inom avspärrade områden som industrier etc laddas vanligen från sådana fasta laddningsstationer. Fordon i bruk på allmän väg laddas på detta vis när snabbladdning är önskvärd men kräver således en omfattande infrastruktur. Detta brukar bli kostsamt varför användningen mest förekommit som "nödladdning" på offentliga platser.

3.1.7 Utveckling av ett gemensamt anslutningsgränssnitt

Komponenterna som förekommer vid konduktiv laddning kan sammanfattas enligt följande:

- På fordonet: fordonsintaget där laddningskabeln ansluts
- På kabeln:
 - kontaktdon, passande mot fordonsintaget
 - kontaktdon, passande mot laddningsuttaget
- På väggen (eller laddningsstationen): laddningsuttaget

Samtliga av dessa behöver inte nödvändigtvis finnas, så som visas i figur 3.3.

De olika laddningsalternativen är:

- Fall A: en i fordonet fast ansluten kabel med stickpropp, alltså inget fordonsintag. Den lösningen har varit vanlig på tidiga elfordon, särskilt de små men är idag ovanligt.
- Fall B: en löstagbar kabel med både stickpropp och anslutningskontakt. En flexibel lösning som ger möjlighet till laddning i mode 3 eller mode 4 vid fasta laddningsstationer som fall C. Och därutöver en kabel med i bilen för laddning i vanliga eluttag (dedikerade eller ej).
- Fall C: en fast monterad kabel i laddningsstationen (varken stickpropp eller eluttag). Det här fallet avser främst högeffektladdning eftersom det då behövs kraftiga kablar.

Standardiseringskommittéerna har behandlat frågan om utveckling av ett gemensamt gränssnitt (fordonsintag och anslutningsdon) för användning i olika laddningsmoder. En sådan anslutningsanordning skulle förbättra flexibiliteten för användning av elfordon och anslutbarheten mot infrastrukturen.

För att möjliggöra kostnadseffektiva lösningar för varje applikation har två utföranden av gränssnittet studerats:

- Ett universalgränssnitt för alla laddningsmoder som kan överföra antingen högeffekts ac och 32 A AC eller högeffekts DC och 32 A AC.
- Ett basgränssnitt som överför 32 A AC. Detta är tänkt att vara en lågkostnadslösning för fordon som inte behöver högeffektsladdning samtidigt som det medger mode 3-kompatibilitet pilotsfunktionsskydd.

För närvarande när flera större bilproducenter inom 1-2 år förväntas introducera laddhybrider och elbilar har ett flertal förslag till kontaktering kommit fram, speciellt mot eluttag. Vidare har ett alternativt utförande av mode 3-laddning presenterats av EDF vilket inte kräver speciell pilotledare. Intensivt arbete med utveckling och lobbying pågår för närvarande.

Högeffektladdning (upp till 400 á 500A) kommer att kräva speciella anslutningsgränssnitt.

3.2 Induktiv laddning

3.2.1 Översikt

Induktiv laddning innebär att energin genom ett magnetfält överförs från en spole till en annan utan att direktkontakt mellan spolarna behövs.

Induktiv laddning används idag i ett flertal tillämpningar, t.ex. elektriska tandborstar, inom industrin för transport av material och komponenter samt har även testats för buss och spårvagnstrafik.

Med en induktiv koppling har fördelen med utökad säkerhet utpekats som huvudsaklig drivkraft för den tekniska utvecklingen. I praktiken har emellertid säkerhetsfunktionerna i konduktiv inkoppling nått en så pass hög säkerhetsnivå att den induktiva kopplingen får svårt att konkurrera i det inledande skedet av utbyggnaden av laddningsinfrastruktur. Även en skadad induktiv överföring är i behov av säkerhetsfunktioner för att undvika personsador. Induktiv överföring underifrån fordonet med primärlindningen under markskiktet och sekundärlindningen oåtkomlig medför dock gynnsammare förutsättningar ur säkerhetssynpunkt än manuellt hanterade kabelanslutna primärlindningar. En viktig fråga för personsäkerhet och EMC är förekomsten av elektromagnetiska fält.

3.2.2 Induktiv laddning via manuellt inkopplingsdon

Induktiv laddning har även nyttjats vid laddning av elfordon av tillverkare av laddstationer som t.ex. Magnecharge ifrån Delco-Hughes i USA. Den vanligaste använda överföringseffekten i Magnecharge-systemet var 6,6kW och 220V (GM EV1 systemet), och systemet var designat för att kunna överföra 160kW i maximal effekt. Verkningsgraden för induktiv inkoppling kan vara relativt hög, i Magnecharge systemet sker överföringen med 92% inklusive kraftelektroniken i laddaggregatet.



Figur 3.4 Kontakt för induktiv laddning (till vänster), Laddstation för induktiv laddning (till höger).

3.2.3 Induktiv laddning via bilens undersida

Vid induktiv laddning med automatisk inkoppling är ett problem linjeringen av energiöverföringsytorna för sändare/mottagare och dess inverkan på verkningsgraden. Om parkering utförs utan noggrann inplacering av energiöverföringsytorna erhålls ingen garanti för hög verkningsgrad vid laddningen.

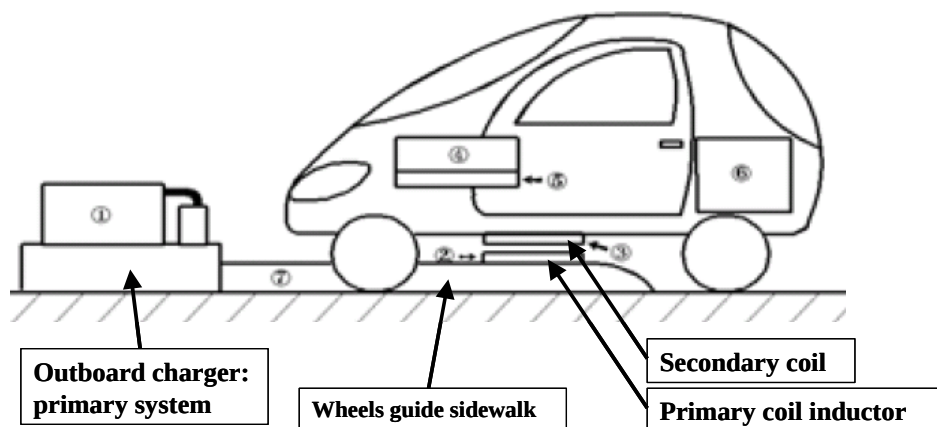
Flera alternativa lösningar för linjering av sändare/mottagare har studerats:

- Fixerad komponent på marken, och en rörlig komponent på undersidan av bilen
- En mobil komponent på marken, och en fixerad komponent på undersidan av bilen

Linjäriseringsmekanismen omfattar komponenter som guideplatta, guide glidskena och induktiv mottagare. Mekanismen garanterar att sändare/mottagare linjerar energioverföringsytorna så att hög verkningsgrad erhålls i den induktiva laddningen.

3.2.4 Asymmetrisk "large air-gap charger"

Ytterligare ett intressant induktivt system omfattar en experimentell högfrekvens, högtolerans, asymmetrisk induktiv överföring (se figur 3.5 och 3.6 nedan). Systemet använder en induktiv spole som ligger inbäddad i vägbanan. Det är därför skyddat för åverkan. Mottagarspolarna är större än sändarspolarna och accepterar därför ett stort lägesfel utan att tappa i verkningsgrad.



Figur 3.5 Induktiv laddning med s.k. "large air-gap charger".



Figur 3.6 Bilden visar en demonstrationsbil samt laddstation för induktiv laddning med en s.k. "large air-gap charger".

Kommunikationen mellan sändare/mottagare ordnas med en transistor i laddstationen som kortsluter resonanskretsen periodiskt i ett kort tidintervall. Mottagaren detekterar signalen och vidareförmedlar den till laddaggregatet ombord i bilen. Verkningsgraden i systemet är nära konstant med ett luftgap från 30 till 60 mm.

3.2.5 Induktiv överföring vid parkering eller under färd

Primover ifrån *Bombardier* är ett exempel på detta. *Primover* systemet kan överföra 100-500kW elektrisk effekt via den induktiva kopplingen.

Elförsörjningskablar ligger i marken under fordonet. Kablarna är endast elförsörjda då fordonet täcker markytan ovanför kabeln. En spole under fordonet omvandlar magnetfältet till elström för fordonets drift.



Figur 3.7 Bombardiens induktiva elöverföringssystem "Primover" med strömförsörjningskabel och upptagningsspolar, här tillämpat på tåg. Källa Bombardier

3.3 Snabbladdning

Nya batterityper som har gjort entré på marknaden under de senaste åren uppges klara snabbladdning på mindre än 10 minuter ifrån 0-80% "state of charge"(SOC). Detta innebär att flera aktörer inom elfordonssektorn studerar möjligheterna att uppföra laddningsstationer som nyttjar extremt korta laddningstider.

Frekvensen av snabbladdning kommer sannolikt utgöra en mindre del av de totalt körda antal km som ett elfordon nyttjas normalt. Laddningsinfrastrukturens systematik bygger ofta på att laddning i huvudsak bör ske nattetid då kraftsystemet som regel har god tillgång på elkraft. Snabbladdning utgör för plug in hybrider då mer en möjlighet att under dagtid maximera nyttjandet av el framför bränsledrift. Snabbladdning kan även komma att möjliggöra användning av elbilar i de fall där ingen naturlig "hemmaladdningsplats" finns.

Batterilivslängden förkortas normalt av snabbladdning, bland annat på grund av den interna uppvärmning som sker vid höga strömintag till battericellerna, dock i en mindre omfattning än äldre typer av battericeller. Strömmarna som moderna battericeller klarar ligger i nivån 30-100C (d.v.s. upp till ~ 100 gånger märkkapaciteten). En 55Ah battericell klarar $55 * 100 = 5500A$ maxström = $\sim 20kW$ effekt/cell. Ett batteripaket om 20kWh och 280V kan klara upp till 1,9MW toppeffekt teoretiskt utan att haverera och $>250kW$ om lång livslängd prioriteras (detta utgör dock en kompromiss eftersom livslängden ändå alltid förkortas vid snabbladdning).

Systemmässigt finns exempel på användandet av ellagring t.ex. i höghastighetssvänghjul i laddstationen där el av låg effekt lagras under en lägre tid för att sedan överföras till elfordonet under kort tid vid snabbladdning. En elanslutning om 230V, 10-20A kan då avge mer än 250kW till elfordonet vid laddning, under en begränsad tid. Återladdningen tar då 2-4 tim/svänghjul i genomsnitt.

Snabbladdning som utförs i minutskala hyser dock en problematik som ofta inte omnämns i litteraturen, det faktum att elanslutningen svårligen kan utgöras av traditionella kontakter och kablar. Redan effekter över 100kW innebär kraftiga konstruktioner i kablage och kontaktering som dels inte omfattas av nu rådande standarder och dels är svårhanterliga rent praktiskt (även en mångtrådig kabel för 350A och uppåt är t ex svår att hantera och böja).

Aeroviroment



Aeroviroment utvecklar ett snabbladdningssystem för elfordon idag, företrädesvis produkter avsedda för industriella tillämpningar (truckar, båtar, flygplan mm), och till en mindre del elbilar och hybridbilar. Ursprungligen låg inriktningen på blybatterier och ett laddsystem kallat Posicharge. Idag har även ett laddsystem avsett för Litium-batterier utvecklats. Aeroviroment har specialiserat sig på att nyttja teknik i laddstationerna som ökar batteriets livslängd. Aeroviroment ingår i utvecklingen av elfordon som drivs inom samarbetet Nissan-Renault samt Project Better Place.

Reva

Den indiska biltillverkaren REVA har annonserat att de avser marknadsföra "semi-snabb" laddning från januari 2009. Laddningstider ned till 1 timme ingår i ett laddningskoncept som skall lanseras till REVA's första elbil med Lihumbatterier. Den normala ombordladdaren kompletteras med en extern snabbladdare som klarar att ladda batteripaketet i bilen till 90% på ner mot 1 timmes laddtid (det tar normalt 6h för ombordladdaren).

Epyon

Epyon marknadsför laddaggregat i storlekarna 1kW till 100-tals kW vilka klarar snabbladdning inom 10-30 minuter. Laddningsstationerna används idag till industriella applikationer som städmaskiner, materialhantering, truckar mm. Företaget etablerades 2007 i Delft, Holland, med teknik som utvecklats vid Delft tekniska universitet.

Epyon använder en teknik som analyserar de individuella battericellernas status med ny teknik som medger höga laddningsströmmar med bibehållen hög livslängd enligt egen utsago.

AC propulsion

AC propulsion utvecklar ett motordrivaggregat med integrerad laddare där snabbladdning ingår som en möjlighet p.g.a. att man nyttjar elmotorns kraftelektronik även för laddningen, d.v.s. laddaggregatet klarar samma höga effekt som framdrivningen av elfordonet, med ca 2kW -150 kW laddeffekt.

AC propulsion har levererat drivlinan till ett flertal biltillverkare som Volkswagen, Chrysler, GM m.fl. både i rena elfordon och plug-in hybrid projekt. AC propulsion var även tidiga med att genomföra demonstration av högprestanda-elfordon med Litiumbatterier samt de s.k. "Vehicle to Grid"-systemlösningarna.

3.4 Batteribytestsystem

Sedan elbilens barndom har konceptet att låta byta ut urladdade batterier mot fulladdade (för hand alternativt via någon form av automat) testats. Ett batteribyte kan utföras på kort tid, ned till under en minut, vilket till och med är en tidsreduktion jämfört med att fylla en bränsletank i en personbil. Ett sådant system innebär att laddningseffekten kan hållas på en låg nivå.

Nedan redovisas två intressanta internationella marknadssatsningar med batteribytestsystem.

3.4.1 Project Better Place

Det amerikansk-israeliska riskkapitalföretaget Project Better Place har som affärsidé att utveckla och uppföra infrastruktur för eldrivna fordon.

Företaget utvecklar två koncept med laddningsstationer:

- Laddning via konduktiv anslutning (långsam laddning)
- Laddning via batteribytesautomat (snabb "laddning", ca 1 minut)

Det första nätverket av laddningsstationer har byggts i Israel och från 2010 följer satsningar i andra länder. Länder som Kanada, Danmark, Portugal samt USA har man påbörjat etablering av lokala kontor mm.

Project Better Place har inlett samarbetet med DONG Energy i Danmark, som väntas ha ett fungerande nät för laddning av elfordon år 2010. En av drivkrafterna är att Danmark idag har en överkapacitet på sin vindkraft som skulle kunna utnyttjas till laddning av elbilar nattetid. Danska regeringen har lovat att ge skatteförmåner för elfordon. Renault-Nissan ingår i det danska samarbetet och billeverantören har utlovat leveranser av eldrivna bilar till Danmark senast 2011.

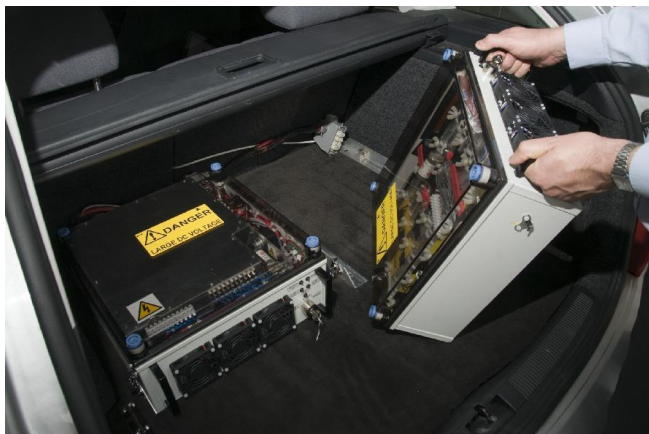
Shai Agassi, vd för Project Better Place, har förklarat att projektet i Israel i ett första skede kostar runt 200 miljoner dollar och att slutsumman för elnätet med laddstationerna hamnar i storleksordningen en miljard dollar. Nissan-Renault har investerat mellan en halv och en miljard dollar i en första omgång elbilar där batteriet ska vara utbytbar. Ett antal av dessa bilar kommer att finnas i Israel senare i år, främst i demonstrationssyfte.

Project Better Place planerar att placera ut upp till 500 000 laddstationer i Israel och ett par hundra batteribytesstationer. Enligt en marknadsundersökning är majoriteten av befolkningen i landet positiv till

elbilar. Landet är också litet, och 90 procent av israeliska bilägare kör mindre än 70 km per dag.



3.4.2 MIRA (Motor Industry Research Association)



MIRA (Motor Industry Research Association), en design- utvecklings- och certifieringskonsult i Storbritannien, har tagit fram en lösning med tre flyttbara batteripaket, vilka passar i bagageutrymmet på bilen och som kan plockas bort separat för laddning. Detta förfarande har ett antal fördelar, speciellt för de användare som inte har tillgång till ett laddningsuttag där de parkerar, eftersom de då kan ta med batterierna till en bättre laddningsplats. Dessutom kan dessa batterier användas till andra applikationer, t.ex. som strömförsörjning vid camping.

MIRA kallar sitt system H4V (Hybrid 4 wheel drive Vehicle). Den aktuella testplattformen är en Skoda Fabia med litiumjonfosfatbatterier. MIRA räknar med ett pris på ca 2 000 £ för ett retrofit H4V-system.

3.5 EU-direktiv

Utrustning för laddning av bilar av bilar berörs av Lågspänningsdirektivet. Aktuella laddningsstandards från IEC (61851-1, 61851-21 och 61851-22 stödjer direktivet).

Aktuella laddningsstandards från IEC (61851-xx) stöder inte direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). Hur laddningsutrustning för bilar berörs av EMC-direktivet bör undersökas.

Obekräftade uppgifter om att energiråvaror till bl.a. transportsektorn ska mätas kan komma innebära att el för laddning av bilar kan komma att behöva mätas, vilket kan ha betydelse för placering av elmätare. Även detta bör undersökas.

Lågspänningsdirektivet, LVD (2006/95/EG), [ref V]

Människor, egendom och husdjur ska vara skyddade från skada orsakad av elektriska produkter. Detta innebär skydd mot bland annat elchock, brand och elektromagnetiska fält. EU-direktivet för ovan nämnda utrustningar benämns 2006/95/EG Lågspänningsdirektivet (LVD).

Genom Ellagen (SFS 1997:857), förordningen (SFS 1993:1068) och föreskriften ELSÄK-FS 2000:1 har Sverige infört ett regelverk anpassat efter detta direktiv. Elmateriel ska vara så konstruerad och tillverkad att materielen uppfyller kraven på god säkerhetsteknisk praxis inom EES. Det innebär att den är utformad så att människor, husdjur eller egendom inte kommer till skada om materielen är korrekt installerad, hanterad och underhållen.

Tillverkaren ska vidta alla de åtgärder som behövs för att det i tillverkningsprocessen ska säkerställas att de tillverkade exemplaren överensstämmer med den tekniska dokumentationen och kraven i föreskrifterna. Det är **Elsäkerhetsverket** som ansvarar för att lagen efterlevs.

Direktiv (2004/108/EG) om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC), [ref V]

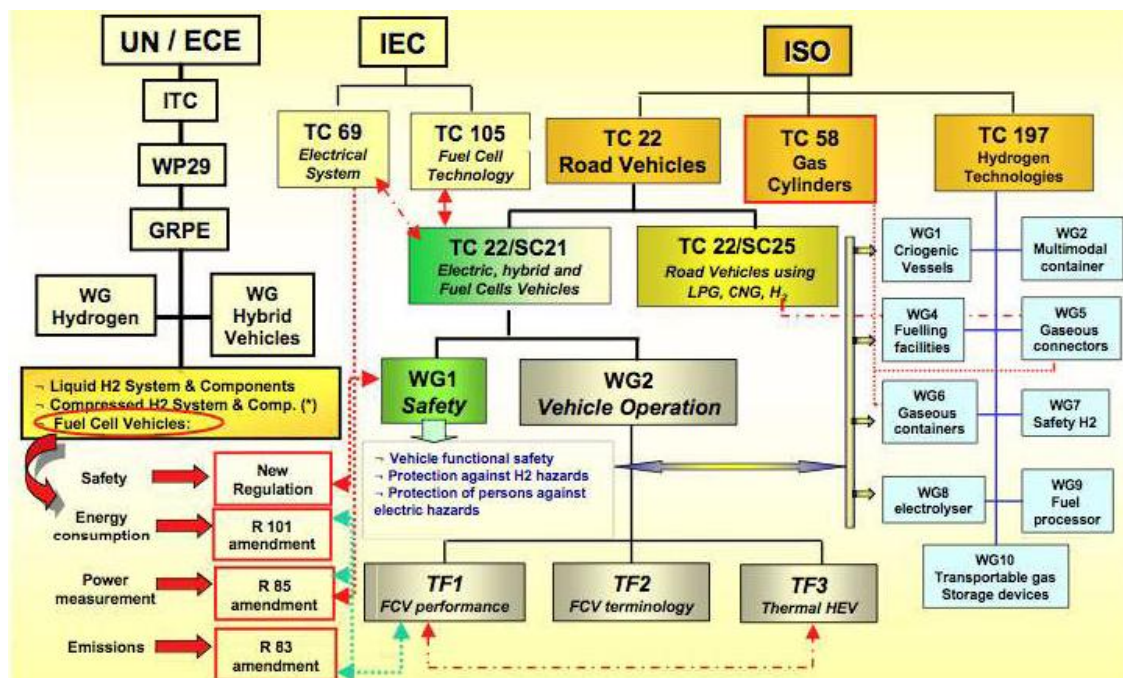
Regelverket ska säkerställa att radio- och teleutrustning samt andra elektriska produkter inte får sin funktion nedsatt av elektromagnetiska störningar. Regelverket säkerställs genom att skyddskrav ställs på produkter. Skyddskraven handlar dels om att begränsa störningar från produkter, dels om hur stora störningar de ska tåla. EU-direktivet för ovan nämnda produkter benämns 2004/108/EG, direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC). EMC-lagen (SFS 1992:1512), förordningen (SFS 1993:1067) och föreskriften (ELSÄK-FS 2003:2) implementerar direktivet i Sverige.

3.6 Standarder för laddning

3.6.1 Översikt

Nedan i figur 3.7 ges en översikt av olika aktörer inom standardisering och reglering. Man kan lätt se komplexiteten i existerande struktur, vilken medför utmaningar för effektiv standardisering.

Grovt indelat kan man säga att IEC arbetar med generella el- och elsäkerhetsfrågor, laddning, batterier, kondensatorer relaterat till elfordon. ISO arbetar med mer specifika frågor för el- och hybridfordon utgående från fordonet, såsom personsäkerhet vid körning och kollision, prestandamätning, batteripackar i fordonet etc. (UN/ECE nedan i figuren har att göra med tekniska regler för typprovning).



Figur 3.7 Aktörer inom standardisering och reglering. Källa: [ref C].

3.6.2 Befintliga IEC-standarder

I huvudsak är det följande IEC/EN/SS-standarder för laddning av fordon som är av intresse för uppförande av laddningsplatser (De uppfyller Lågspänningsdirektivet):

- EN 61851-1:2001 Elfordon – Konduktiv laddning – Del 1: Allmänt (IEC 61851-1:2001)
- EN 61851-21:2002 Elbilsdrift – Konduktiv laddning – Del 21: Fordringar på fordonet (IEC 61851-21:2001)
- EN 61851-22:2002 Elbilsdrift – Konduktiv laddning – Del 22: Laddningsstation för växelström (IEC 61851-22:2001)

Vidare finns följande relevanta standarder:

- IEC 62196-1 Plugs, socket-outlets, vehicle couplers and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: Charging of electric vehicles up to 250 A a.c. and 400 A d.c.
- IEC/TR 60783 Wiring and connectors for electric road vehicles

3.6.3 Summering av standardiseringsbehovet

Det finns ett stort behov av standardisering av elbilsladdning. Endast några få standarder finns beträffande komponenter för laddning (internationella och nationella). Ingen internationell standard tycks ha blivit anammad över hela världen.

Relativt nytt är att elbilar och laddhybrider inte förväntas behöva en extern laddare eftersom bilens växelriktare mellan batteri och elmotor även kan förväntas hantera el mellan elnät och batteri.

Växelriktaren tillhandahåller inte nödvändigtvis galvanisk isolering mellan elmotorsida, batterisida (DC), elförsörjning till bilen (AC) och extern anslutning av laddningsplatsen (AC). Fordonets drifkretsar som inkluderar batteri är anslutna till försörjningssidan (AC) under laddning. Detta är en fundamental skillnad mot konventionella laddare som så gott som alltid är isolerade mellan in- och utsida genom användningen av en transformator. Detta kan ha inverkan på utrustningens säkerhet. Ett bidirektionellt elflöde skulle kunna uppkomma mellan fordonet och elnätet.

Nytt är också att bilen kan ses både som en elektrisk apparat ansluten till elnätet (ett fall för IEC) och en fristående komponent (ett fall för ISO) och att ett bidirektionellt strömflöde kan bli intressant i framtiden för samverkan mellan bil och elnät/elanläggning. Detta innebär att internationell standardisering måste göras i samarbete mellan IEC och ISO.

3.6.4 Återstående att standardisera

Områden där det finns ett behov av standardisering är säkerhet, miljö, kvalitet och utbytbart. Ur ett laddningsperspektiv innebär detta:

- Fysisk anslutning av bilen mot elnätet (konduktivt/induktivt)
- Spänning, ström och frekvenser för laddning (eller inmatning i elnätet).
- EMC
- Typ av information att utbyta mellan bil och elförsörjningssidan/elnetet.
- Kommunikationsgränssnitt mellan bilen och elförsörjningssidan, både protokoll och kommunikationsväg.

Standardiseringen av DC-laddning har inte kommit lika långt som för AC-laddning. Speciellt förväntas det uppkomma behov av standardiserade DC-

snabbladdning för möjliggörande av mycket snabb laddning (upp till ca 15 minuter).

3.6.5 Pågående standardiseringsaktiviteter

Nedan följer några exempel på pågående standardiseringsarbeten av intresse för laddning av fordon.

Inom **IEC** pågår revidering av nedanstående standarder:

- IEC 61851-1:2001 Elfordon – Konduktiv laddning – Del 1: Allmänt
- IEC 61851-21:2001 Elbilsdrift – Konduktiv laddning – Del 21: Fordringar på fordonet (IEC 61851-21:2001)
- IEC 61851-22:2001 Elbilsdrift – Konduktiv laddning – Del 22: Laddningsstation för växelström

Ett initiativ till **defaktostandardisering** har tagits av RWE och Daimler. En anledning är att det förväntas komma ut ett flertal elbilar och laddhybrider på marknaden mycket snart (1-2 år). Deltagare är biltillverkare och elbolag med nära samarbete med biltillverkare. Arbetet påbörjades i november 2008 och ambitionen är att ta fram en defaktostandard för laddning av bilar till början av 2010. Standardiseringen ska omfatta elförsörjning, kontaktering mot elförsörjning och bil, kabel, fysiskt skydd, laddarens placering, kommunikation för laddning och andra tjänster.

Inom **ISO** ser man över standardiseringen av fordonen. I Sverige har **SIS** tagit ett initiativ för att samla fordonstillverkare, batteritillverkare och andra som har speciella intressen i fordonen.

4 Betalningssystem

Betalnings- och avräkningssystem för leverans av el har traditionellt inte utformats för en mobil elabonnent. Detta har inneburit att betalningsservice för den rörliga elkunden utformas enligt olika modeller. El tillförs normalt ett laddningssystem via en abonnentmätare varefter s.k. undermätning genomförs i anslutningspunkterna. Undermätning avräknas brukaren vid respektive laddningstillfälle. Avräkningen summeras till månadsfaktura alternativt debiteras ett kontant- eller kreditkonto (betalkort).

Vid utvecklingen av betalsystem för laddningsstationer kan två huvudtyper urskiljas:

- Abonnentsystem (brukaren måste vara abonnent för att få tillgång till laddning)
- AdHoc-system (brukaren behöver inte vara abonnent för att få tillgång till laddning)

Betalning kan ske via ett abonnentsystem där laddningsstationen öppnas via identifiering av brukaren med hjälp av en elektronisk krets alternativt ett "smart card" eller liknande. Andra betalsystem bygger på att generella betalkort (VISA, Mastercard m.fl.) används. Även betalning via websidor, mobiltelefonbetalning (SMS) mm kan användas för laddning av elfordon.

Utöver debitering av el till elfordon har möjligheten att samordna betalningssystemet med belastningskontrollsystem i elnätet införts i flera av de laddstationer som erbjuds marknaden idag. Möjligheten att styra och mäta ett bidirektionellt flöde av elenergi mellan bilen och elnätet skulle kunna nyttjas av kraftföretag i syfte att maximera nätnyttan t ex för samorning av kraftproduktionen med lagring och användning av el i elfordon. För kraftleverantören innebär nyttan av en sådan funktion att elpriset skulle kunna varieras över dygnet med hänsyn till nätets belastning, tillgång till kraft mm.

Därmed uppstår ett behov av ett betalningssystem som baseras på mätning med minutupplösning eller ännu noggrannare istället för s.k. timmätning. Behovet av denna höga avräkningsupplösning tillgodoses tekniskt sett av flertalet av leverantörerna av laddstationer för elfordon. Systemprincipen kallas för "vehicle to grid" (V2G). Detta beskrivs närmare i avsnittet om "smart laddning".

Coulomb Technologies (Chargepoint)

Företaget Coulomb Technologies i USA har utvecklat en laddstation, "Chargepoint", som nyttjar ett betalsystem baserat på identifiering via RFID (Radio Frequency Identification Device). Chargepoint använder en kombination av ett övergripande webbaserat transaktionsavräkningssystem (från företaget Gridpoint) samt underfördelningsmätning där betalningstransaktionen avräknas ifrån en huvud/abonnemangsmätare. Betalning sker genom att användaren håller RFID-nyckeln intill en avläsningsyta, varvid laddningsstationen öppnar en lucka som medger att kontaktering (och laddning) utförs. Efter avslutad laddning sker avslutning av transaktionen samt låsning av apparaten genom att RFID-nyckeln registreras en andra gång.

Kommunikationssystemet baserat på "wired LAN" samt ett delvis egenutvecklat web-serversystem (Coulomb Technologies, V2Green, Gridpoint). I kommunikationssystemet återfinns även teknik för kontroll av den inkopplade lasten, bidirektionell energimätning (V2G-möjlighet), nätstabilitetskontroll, kontroll av jordledare, avsäkring av den inkopplade lasten mm. I figur 4.1 visas en betalstation från Chargepoint.



Figur 4.1 Bilden visar en betalningsstation från Chargepoint.

Elektromotive (Electrobay)

Företaget Elektromotive Ltd i Storbritannien har utvecklat en laddstation, "Electrobay", som nyttjar ett betalningssystem baserat på identifiering via RFID (Radio Frequency Identification Device). Electrobay använder underfordelningsmätning där betalningstransaktionen avräknas ifrån en huvudmätare/abbonemangsmätare. Laddning sker genom att användaren håller RFID-nyckeln intill en avläsningsyta, varvid laddningsstationen öppnar en lucka som medger att kontaktering (och laddning) utförs. Efter avslutad laddning sker avslutning av transaktionen samt låsning av apparaten genom att RFID-nyckeln registreras en andra gång.

Kommunikationssystemet baserat på PLC (Power Line Communication) som har utvecklats av EDF i Frankrike. I kommunikationssystemet återfinns även teknik för säkerhetsfunktioner avsedda för att kontrollera inkopplingen till laddstationen, kontroll av jordledare, avsäkring av den inkopplade lasten mm. I figur 4.2 återfinns en betalningsstation ifrån Elektromotive.

Electrobay används även utan avancerade betalsystem genom att RFID-nyckeln endast används för att låsa upp och spänningssätta uttaget. Betalning sker då genom via ett abonnemang som berättigar till fri laddning under en viss tidsperiod. Med detta system erhålls relativt låga kostnader för transaktionerna. Systemet tillämpas av t ex stadsdelen Westminster i London. Problem kan uppstå om olika orter har olika RFID-system som inte tillåter utsocknes användare. Man kan dock förvänta sig nya lösningar eftersom man befinner sig i utvecklings- och demonstrationsstadiet.



Figur 4.2 Bilden visar en laddningsstation ifrån Elektromotive.

Eldon (TallyCard, TallyMate)

TallyCard systemet utvecklades, och har sin ursprungliga huvudmarknad i betalsystem för campingplatser, marinor mm. TallyCard använder underfordelningsmätning där betalningstransaktionen avräknas ifrån en huvudmätare/abbonemangsmätare. TallyCard baseras på identifiering via magnetkort. Brukaren erhåller ett kort mot betalning vid etablering vid anläggningen via reception alternativt via en betalkortsautomat, TallyMate.

Gröna Bilen-samarbetet (Vattenfall, Volvo, ETC, ABB m.fl.)

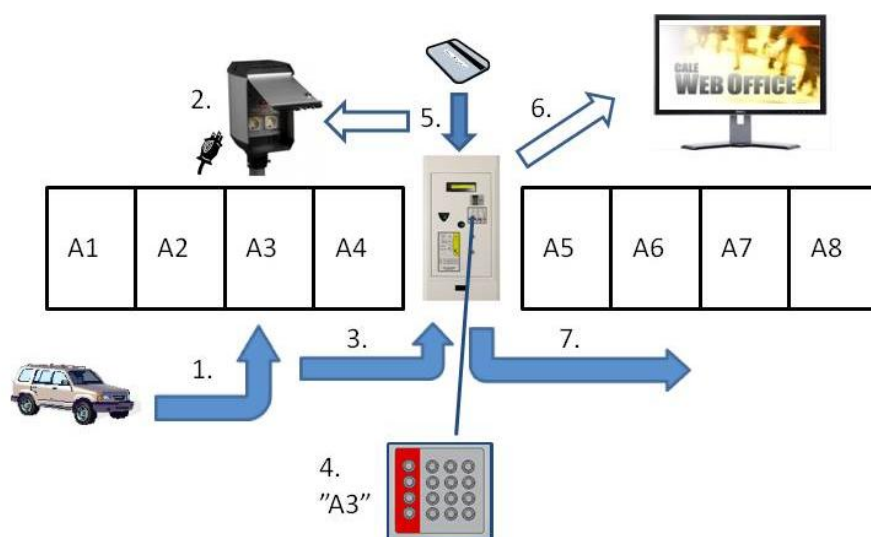
Inom Demo-projekt Gröna Bilen, Sverige, har en rad systemdelar utvecklats för laddnings- och betalningsinfrastruktur. Betalsystemet bygger på befintlig generellt använd teknik för betalkort som är av samma typ som används på bensinstationer (automatstationer), samt parkeringsbetalning via betalautomater. Detta innebär att den tekniska lösningen utgår ifrån ett generellt tillgängligt betalsystem för elfordonsladdning som inte kräver särskilda abonnemang som måste etableras i förhand av brukaren. Detta följer den trend som kan ses på marknaden för tankstationer där brukaren kan välja om betalning skall ske via medlemskort eller via generellt gällande betalkort.

Systemdelar:

- Laddningsuttag för elfordon med långsam och semisnabb laddning
- Betalsystem via generella betalkort alternativt medlemskort
- Systemmjukvara för administration av laddningstransaktioner
- Säkerhetssystem för inkoppling av elfordon enligt IEC-standard

Kommunikationssystemet baseras på en kombinationskedja av mobilmodem (GSM), webserver (LAN/WLAN), elnätskommunikation (LON) samt kommunikation med fordonets styrsystem (LIN).

Figur 4.3 illustrerar ett exempel där laddnings- och betaltekniken som utvecklas i samarbete med ABB och Cale Access AB inom Demo-projektet Gröna Bilen tillämpas på en parkeringsplats för 8 bilar.



Figur 4.3 Figuren illustrerar betalsystemet som utvecklats inom Demo-projekt Gröna Bilen.

5 System för smart laddning

5.1 Översikt

Ett flertal länder pekar ut ett potentiellt behov av ett centralt reglersystem för lastkontroll av de till elnätet anslutna elfordonen i scenarion där andelen fordon överstiger en viss nivå. En vanlig internationell benämning för system som reglerar individuella elabonnenter för laddning av elfordon kallas för "Smart charging infrastructure".

Smart laddning kan innebära att laddningsuttaget styrs ifrån ett centralt operativsystem i ett nätverk på sådant sätt att produktion av el och användning av el synkroniseras. Den här typen av funktionalitet har ofta pekats ut som en möjlighet att balansera elnätets effektbalans över dygnet i positiv riktning. Smart laddning har beskrivits av aktörer som EPRI, Gridpoint, Chargepoint mfl i USA, Project Better Place i Israel mfl.

Utöver generell lastreglering har det även bedrivits forskning om möjligheten att lagra elenergi i elfordon med möjligheten att återföra el tillbaka till elnätet vid behov. Därmed erhålls en signifikant lagringskapacitet om en större andel av fordonsparken är av typen elfordon. Systemprincipen kallas för "Vehicle to grid" eller V2G i litteraturen. V2G laddningssystem förekommer vanligtvis i de länder som har svaga elnät och samtidigt en hög andel förnyelsebar energi. Flertalet av energibolagen i Västra USA (Kalifornien) driver forskningsprojekt, demonstrationsprojekt samt produktutveckling i V2G teknik.

I länder som Sverige och Frankrike m.fl. har elnätet en mer robust infrastruktur vilket reducerar behovet av lastreglering på stamnäts- samt regionalnätetsnivå. I vissa fall kan det finnas ett behov av reglering av laddningsuttag på lokal nivå idag, t ex vid snabbladdning av elfordon i tätbebyggda områden. Vid traditionell långsamladdning kan behovet inskränka sig till balansering av effektuttaget mellan faserna, förstärkning av säkringseffekt mm, t ex i små elanläggningar, på en parkeringsplats med laddstationer och liknande.

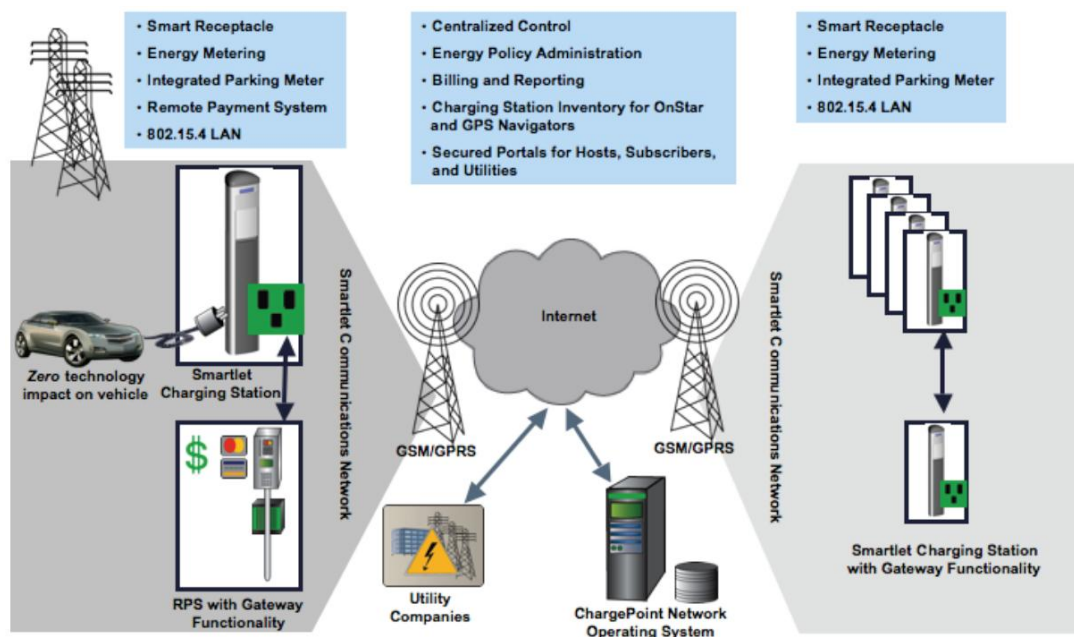
Utöver smart laddning ur elnäts- och elproduktionsperspektiv vilket behandlats här skulle man kunna tänka sig att laddningen även ska vara smart ur t ex användarperspektiv och ur bilens/batteriets perspektiv.

5.2 Chargepoint Network

Chargepoint Network är ett system för smart laddning ifrån Coulomb Technologies i USA. Företaget tillverkar systemkomponenter för smarta laddningssystem som laddstationer, hårdvara i elnätskommunikation, serversystem samt mjukvara för "intelligent power system management". En Chargepoint Network laddstation och systemupplägg visas i figur 5.1 och 5.2 nedan.



Figur 5.1 Bilden visar en laddstationen för "Chargepoint Network", ett system för smart laddning, från Coulomb Technologies i USA.



Figur 5.2 Bilden illustrerar uppbyggnaden av ett system för smart laddning med "Chargepoint Network".

5.3 Gridpoint

Gridpoint är ett företag i USA som har inriktat sig på att bli marknadsledande på systemteknik för smart laddning. De har blivit leverantör till elnätoperatörer som Duke Energy m.fl. där demonstration av kontroll och reglering av förnyelsebar energi kombineras med elfordon. Gridpoint nyttjar möjligheten att maximera elnätets lastkapacitet genom intelligent styrning av anslutna elproducenter, el-lagringssystem samt förbrukare.

6 Att anlägga en laddningsplats

6.1 Att tänka på vid anläggning av laddplatser

Roller att klargöra:

- Vem står för parkerings/laddningsaffären mot slutkunden
- Vem är elleverantör till uttagspunkten (med huvudmätaren)
- Vem äger parkeringsnätet
- Vem är nätägare till uttagspunkten

Vad erbjuds

Är det försäljning av el, tjänsten laddning eller ett parkeringserbjudande som erbjuds slutkunden? Elförsäljning efter uttagspunkt är lite av en gråzon när det gäller vem som får sälja vad, t ex vilka aktörer som får sälja el (kWh) respektive tjänsten laddning av bil. Enligt lagen får t ex inte elnätsägaren sälja el. Det bör klargöras om elhandelsbolag får sälja el efter uttagspunkt (efter elmätare) och i så fall under vilka förutsättningar.

Även distributionsnät efter uttagspunkt är en gråzon (jämför industrinät) för vilket reglerna för ägande och drift bör klargöras.

Lagstiftning

Civilrättslig lagstiftning gäller på tomtmark medan offentligrättslig lagstiftning på allmän plats.

Dagens lagstiftning innebär:

- Att man på allmän plats inte får reservera parkeringsplatser (t ex med laddningsmöjlighet) för någon viss typ av bilar eller användare. Undantag finns endast för handikappbilar och beskickningsbilar.
- Att man på privata parkeringsytor får reservera platser för speciella bilar, t ex elbilar och laddhybrider.
- Om parkeringsbolag arrenderar mark av en kommun räknas detta som privat mark och reserverade platser tillåts. Detta torde även gälla kommunala parkeringsbolag, men bör undersökas.

Elnätet

Elnätets förmåga att leverera erforderlig effekt och ström måste undersökas genom kontakt med det lokala nätbolaget.

Val av plats

- Bedömning av framtida beläggning
- Nätets förmåga att leverera erforderlig el.
- Laddningsplatsens eventuella inverkan på aktiviteter i närheten

Val av utrustning

- Laddstolpar/uttagsboxar
- Betalningslösning

Säkerhetsaspekter

Det råder en viss osäkerhet hos fastighetsägare när det gäller brandskyddsregler vid laddning av fordon i garage. Innan regler och eventuella olycksrisker är utredda kan detta innebära svårigheter att få tillgång till garageladdning.

Nödvändiga tillstånd

Fastighetsägare

Eventuell kontakt med grannar

Polistillstånd krävs (Ordningslagen)

Remiss ska gå till berörda intressenter inom kommunen ansvariga för:

- Renhållning
- Markanvändning
- Trafik
- Miljö
- Ledningar i mark

Bygglov behövs i normalt inte eftersom laddstolpar kan jämföras med elskåp och liknande installationer. Vid "större" byggnation på laddplatsen kan dock bygglov behövas, t ex vid uppförande av tak över stolpar eller betalningsautomater.

Kommunen bör alltid tillfrågas om lokal beslutsgång och vilka lokala regler som gäller.

Planering av själva laddningsplatsen

Beträffande den tekniska utformningen av laddningsplatsen är det många saker som är av intresse för en funktionell laddningsplats:

- Allmän kravspecifikation med funktionella krav och andra krav
- Antal bilar/ladduttag och abonnemang
- Markbeläggning (hård eller mjuk)
- Markförhållanden
- Grävlängd för jordkabel
- Genomföringar i vägg/tak/golv eller andra hinder
- Elektrisk dimensionering av abonnemang och kablar
- Tillgänglig effekt, möjlig säkringsstorlek
- Behov av skydd mot vandalism (belysning, låsbara uttag etc)
- Utformning av parkeringsnät för att möjliggöra service på delar av nätet/uttagen utan att det inverkar på laddningen av bilar

6.2 Funktionskrav på laddplats

6.2.1 EDF:s erfarenheter och syn på laddsystem för framtidens elbilar och laddhybrider

Nedanstående erfarenheter härrör bl.a. från konferensen EVS 22, 2006 [K].

Erfarenheter inom EDF:

Under 1990-talet utvecklades laddningsinfrastrukturer för de nya elbilarna. De utvecklade systemen var generellt sett utrymmeskrävande och komplexa.

Även ett femtiotal snabbladdningsstationer (35 kW) installerades. Dessa komplexa system har visat sig behöva frekvent underhåll. EDF arbetar ännu idag med sådana system, men för klart identifierade applikationer.

Baserat på sina erfarenheter inom området anser EDF att snabbladdning (åtminstone initialt) ska begränsas till specifika fordonsflottor för vilka detta är viktigt.

Snabbladdning för allmänheten kräver en betydande grad av övervakning. Extrakostnaden för snabbladdningsanslutningar på elbilarna måste noga studeras i nära samarbete med biltillverkarna. Den extra fördelen snabbladdning skulle innebära för privatägda plug-in hybridbilar uppskattas till marginell i jämförelse med den extra kostnaden per fordon.

Publika normala laddningsstationer förväntas inte komma att användas mer än i snitt två gånger per dag, inte ens i en avlägsen framtid då elbilar har blivit mer allmänna. Detta måste beaktas vid planeringen av en ny infrastruktur.

Potentiella användare av infrastrukturen:

Företagsbilflottor och kommersiella användare kommer troligtvis att vara de första köparna av rena elbilar/EV och plug-in hybrider. Detta innebär att laddning kommer att göras inom företagens områden med enklare installationer (se kapitel 3). Slutmålet är emellertid en utbredd acceptans för sådana fordon av allmänheten. Den huvudsakliga långsiktiga marknaden för fordonen ska om möjligt vara privata ägare. Då måste också laddningsmöjligheterna vara tillgängliga för alla. Detta är svårt ekonomiskt, eftersom det innebär att framtida laddningsmöjligheter måste vara vitt utspridda över städernas centrum och även i förorterna.

Energibehovet och kostnader:

EDF uppskattar att en elbil i Frankrike kommer att ha ett dagligt energibehov på max 9 kWh (12 600 km/år) och att det dagliga elenergiebehovet för en plug-in hybrid blir ännu lägre. Energikostnaden som faktureras kunden kommer då att som mest bli 1 – 2 € per dag. Systemet måste då utformas mot en låg totalkostnad vad gäller installation, elmätning, fakturering och underhåll.

Olika typer av infrastruktur:

Följande kategorier av laddinfrastrukturer kan identifieras:

- Vid bostaden eller på ett företags område med eluttag under hushållets eller företags elmätare.
- I privat ägo med oberoende elmätare.
- På offentliga platser.
- För förorterna.
- I stadskärnorna.
- På parkeringsplatser i städerna.

Laddning med koppling till hushålls- eller företagsmätare:

Hushållsgaraget eller företaget utgör den enklaste situationen. Laddning kan då göras via en enkel väggkontakt eller industristandardkontakt, vilket kräver minimal installation. Det behövs ingen extra mätning och faktureringskostnaden är på så sätt eliminerad. I Europa räcker det att skydda eluttaget med en standard 30 mA jordfelsbrytare. Detta motsvarar mode-1-laddning. Detta kommer emellertid eventuellt inte att tillåtas i vissa länder.

Huvuddelen av de första större bilflottorna kommer att kunna lita på sådana enkla laddningsinfrastrukturer eftersom fordonen ofrånkomligen kommer att parkeras på speciella samlingsplatser. Situationen är dessvärre mycket annorlunda för de mindre företagen och för allmänheten. Endast ca 20 % av

de franska hushållen uppskattas ha parkeringsplatser försörjda med el via hushållets elmätare. Alla andra fall kommer att kräva separat mätning och dyrare installationer.

Laddning med oberoende mätning:

Detta kan bli en mycket vanlig situation och måste beaktas. Många parkeringsplatser är långt från hushållets elmätare. Många bilar parkeras vid trottoarerna i förorterna. Detta innebär att billiga metoder för mätning måste tillhandahållas. Det verkar överdrivet att behöva ha en oberoende mätare för varje fordon. Därför studeras alternativa lösningar med fjärravläsning eller förskottsbetalning. *City-kärnor är mer komplexa när det gäller etablering av laddplatser beroende på den generella konkurrensen om P-platser.*

Laddning på parkeringsplatser:

Det borde vara möjligt att förenkla laddning för dessa situationer eftersom levererad energi kan anses som en del av den tillhandahållna servicen.

Designaspekter för laddningsstationer:

Elleverantören ställs inför problemet att förse små slutanvändare med billig el till rimlig kostnad och samtidigt upprätthålla absolut säkerhet. Mot bakgrund av det har EDF påbörjat ett omfattande studie- och utvecklingsprogram med huvudsyfte att reducera kostnaderna. Kostnaderna orsakas av installation, underhåll och fakturering. Kostnadsreduktion kan endast åstadkommas med massproduktion och användandet av fjärrfakturering.

Enkel design är nödvändig. Det nya laddningssystemet kommer att bli så enkelt som möjligt, inkluderande skydd och mätning. Det kommer att vara robust och lätt att installera. Varje leveranspunkt måste inkludera en 30 mA jordfelsbrytare och ha möjlighet att inkludera en elmätare som kan användas tillsammans med fjärrfakturering. Normal laddning med upp till 16 A ska helst använda "hushållskontakter" för att vara kompatibel med hemmaladdning. Grundsystemet utformas för massproduktion och samma utförande kan användas till praktiskt taget alla applikationer. Man tänker sig även att detta system kan användas i hemmen, där en enkel "hushållskontakt" ska vara tillräckligt.

Systemet måste anpassas för användning i alla europeiska länder och ska helst anpassas även till världsmarknaden. Målet att använda en "hushållskontakt" är utmanande eftersom en del länder kan kräva verifikation av jordledare (jfr Mode 3 laddning).

Som alternativ till jordade hushållskontakter nämner EDF även CE-don (IEC309) som är robustare och bedöms ha längre livslängd.

Låg kostnad för fakturering är viktig. Mycket arbete har lagts ner av de stora elbolagen för att reducera kostnaderna för fakturering. Flera möjligheter finns. De system som EDF övervägt mest är:

- En/ett årlig prenumeration/abonnemang med ett medlemskort som placeras bakom vindrutan.
- Användandet av ett förbetalat minneskort.
- Förbetald el med fjärrkontroll från elbolaget.
- Direkt fakturering med fjärrkontroll från elbolaget.

EDF anser att fjärrfakturering med förbetalning eller kontinuerlig mätning med användning av nätkommunikation är nu en realitet och nödvändiga standarder finns. Några av de grundidéer som utvecklats för betalning kan direkt integreras i laddningskoncept. Dessa har integrerats i designen.

Nuvarande standarder begränsar mode-1-laddning till 16 A. Detta är troligen tillräckligt för plug-in-hybrid-fordon med endast moderata energibehov, men kommer inte att räcka för de rena elbilarna med stora batterier som nu utvecklas. I många fall skulle tillgång till 32 A behövas. EDF anser att det emellertid fortfarande skulle vara fördelaktigt att använda standard hushålls- eller industristandard-kontakter för att möjliggöra sådan laddning och ändå säkerställa den säkerhet som krävs vid Mode-3-laddning, då dessa kontakter är billiga och är standardiserade för varje land. Standardisering av nya kontakter kommer att ta lång tid och är nu också eventuellt för sent för de fordonsdesigner som redan finns på ritborden. Användandet av endast tre stift (fas, nolla och jord), som säkerställer samma säkerhetsnivå som krävs av mode-3-laddning, är möjlig med den specifika krets som designats i EDF-systemet vilket skulle kunna möjliggöra betydande kostnadsfördelar.

6.3 Kompletterande nätanslutningsfrågor

Inom ramen för denna första State-of-the-art-rapportering inom Elforsk-programmet "Laddhybrider och elfordon" har inte Nätanslutningsfrågorna studerats djupare utan detta avses att hanteras i kompletterande uppdrag inom Elforsk-samarbetet under 2009 - 2010.

Målsättningen inom Elforsk-samarbetet är bl.a. att etablera

- Guide-line för nätägare för anslutning av laddplatser/stationer
- Summering och redovisning av erfarenheter avseende rationellt byggande, kostnader för laddningsinfrastruktur m.m.

7 Aktörer och demonstrations-aktiviteter med koppling till laddningsinfrastruktur

7.1 Översikt

Fokus för denna rapport är utvecklingsläget gällande laddningstekniker och laddningsinfrastruktur. I detta avseende kommer samspelet med fordonsutvecklingen bland annat att beröra följande:

- Olika typer av laddning; konduktiv, induktiv, batteribytten m.m. som fordonen konstrueras för.
- Batterival när det gäller olika typer av laddningseffekter och laddningstider.
- Val av laddanslutningsutrustningar, kablar och kontakter mellan bil och laddplats.
- Kommunikationslösningar mellan bil och laddplats.

I kapitel 7.2 nedan sammanfattas några av de mer betydelsefulla utvecklings- och demonstrationsprogram inkl. involverade aktörer som deltar i utvecklingen av laddningsteknik och laddningsinfrastruktur. I **Bilaga 1 Summering av demonstrations- och utvecklingsprogram** ges en bredare sammanställning i tabellform av flertalet av de pågående demonstrationsprojekten i världen. Tabellerna inkluderar följande information:

- Land (alternativt Delstat)/region (alternativt Stad)
- Aktörer i projektet
- PHEV/EV (laddhybrid/elbil)
- Laddningsinfrastruktur
- Tidplan
- Källa

För mer detaljerade beskrivningar av det generella utvecklingsläget inom fordonsindustrin avseende laddhybrider och elbilar hänvisas till andra statusrapporter och sammanfattningar (se även referenserna [O] och [N]).

7.2 Aktörer samt demonstrations- och utvecklingsprogram

I detta avsnitt beskrivs ett flertal marknadsaktörer och sammanfattas några av de mer betydelsefulla utvecklings- och demonstrationsprogram som nu pågår eller planeras och som kommer att ha stor betydelse för den fortsatta utvecklingen av eldrivna fordon och laddningsinfrastruktur.

Presentationen är fördelad på följande delavsnitt: utvalda nationella demonstrations- och utvecklingsprogram, fordons- och batteritillverkare, andra komponenttillverkare, energibolag samt Euroelectric.

En tydlig internationell trend inom detta område är ökade nationella samordnade satsningar för att stimulera tillväxten av klimatneutrala transportlösningar vilket bland annat innebär ökande stöd för utveckling och demonstration av eldrivna fordon, laddhybrider, ny laddteknik och utbyggnad av laddningsinfrastruktur.

Flera av de nu pågående internationella satsningarna har nationella och regionala inslag i breda samspel mellan olika anslagsgivande myndigheter och intresseorganisationer, fordonsindustrin, komponentutvecklare och tillverkande industri, energiföretag med flera.

De övergripande mål som sätts upp på nationell nivå kan vara antal elbilar/laddbilar i drift och antal installerade laddplatser/stolpar inom 5-15 år.

7.2.1 Utvalda demonstrations- och utvecklingsprogram

Av de i dagsläget aviserade "nationella satsningarna" så sammanfattas här några som kan få stor betydelse för marknadsutvecklingen, i respektive land, av fordon, batterier och laddningsteknik samt för den associerade utvecklingen och utbyggnaden av laddningsinfrastruktur.

- **Sverige**

Staten har, via Energimyndigheten/Vinnova, engagerat sig för PHEV-utvecklingen genom att tillsammans med bland andra Volvo och Vattenfall satsa på ett projekt för att ta fram en plug-in-hybrid för test samt utveckla och demonstrera ny laddteknik (inkl. semi-snabb laddning) under perioden 2008 – 2010.

Fortum har i samspel med Stockholm Stad installerat ett flertal laddstolpar och genomför testdrift med ett antal PHEV-konverterade Toyota Prius.

Power Circle-projektet "Vind i Tankarna", stött av Energimyndigheten och Power Circles många medlemsorganisationer, har tagit initiativ till demonstrationer av eldrivna fordon (bl.a. via samarbete med Think Global A/S i Norge) och laddningsinfrastruktur. Ett flertal regionala projekt har etablerats i samspel med ett antal svenska kommuner och energibolag (se lista på deltagare i Bilaga 1).

Pågående diskussioner mellan olika branschorganisationer i Sverige (Svensk Energi, Elforsk, Power Circle, Test Site Sweden m.fl.) och anslagsgivande myndigheter (bl.a. Energimyndigheten) kan leda till att en del konkreta delmål avseende utbyggnaden av laddningsinfrastruktur Sverige etableras för kommande åren.

Utöver dessa branschdiskussioner så diskuteras laddningsinfrastruktur-utvecklingen på den svenska politiska arenan, nedan anges några av dessa inlägg i samhällsplaneringen/debatten.

Globaliseringsrådet (referens [O]) har under 2008 rekommenderat regeringen att bl.a. genomföra följande åtgärder med koppling till utbyggnad av laddningsinfrastrukturen i Sverige:

- Staten bör tillsammans med privata aktörer bidra till att plug in-stationer installeras i ett tätt nät över hela landet.
- Staten bör bidra till att lösa eventuella negativa konsekvenser av en ökad användning av elbilar. Det kan till exempel handla om att utveckla system för att miljövänligt ta hand om uttjänta batterier.
- Forskningssatsningarna på batteriteknik, elöverföring och elsystem bör öka.
- Sverige bör verka för att EU skapar ett gemensamt regelverk som främjar övergång till helt eller delvis eldrivna bilar.

Socialdemokraterna i Sverige har nyligen i ett så kallat "laddhybridpaket" föreslagit att:

- 50 miljoner kronor föreslås investeras via Vinnova som en grundplåt för utbyggnad av infrastruktur (laddstationer och batteribytesstationer) för PHEV/EV i Sverige (inledande teststräcka förslås bli längs E45:an).
- Minst en laddstation i varje kommun från Göteborg till Arjeplog Fler än tjugo kommuner berörs. En laddstation var femte mil innebär 25 stycken laddstationer på 125 mil.

- **Norden (exkl. Sverige)**

I Danmark har ett nytt nationellt program etablerats (EDISON-projektet) i samarbete med bl.a. "Better Place", Östkraft och Dong Energy. Målsättningen är att stimulera dansk exportindustri och etablera en effektiv laddningsinfrastruktur för transportsektorn med hjälp av den stora andelen elproduktion från vindkraft i det danska energisystemet.

I Norge satsar Oslo stad på att bygga ut 400 laddplatser och EBL kompetense samlar norska intressenter kring en vision om 400 000 elfordon 2020 i Norge.

- **Tyskland**

Tyskland enas kring en vision om 1 miljon PHEV/EV till 2020 utvecklad av Dept. of Economics, Transport, Environment, and Education & Research. Planen skall vara klar tidigt 2009. Vattenfall i partnerskap med BMW och RWE i partnerskap med Daimler har initierat demonstrationsprogram inkluderande etableringen av ett större antal laddplatser i Berlin under 2009.

- **Frankrike**

Det statligt ägda EDF (som har 1500 elfordon) deltar med forskning på nya energilagringsteknologier, exempelvis litiumjonbatterier samt laddningssystem och metoder för att medge informationsutbyte mellan fordon och nätverk under laddning. EDF samarbetar också med Toyota avseende laddhybrider/infrastruktur.

- **Storbritannien**

Nationell satsning inkluderande utlovad finansiering på 30M£ för att stödja utveckling och demonstration av eldrivna fordon (Totalt paket på £100 miljoner), I London körs redan ca 2000 eldrivna fordon. I samverkan med EdF Energy har London stad satt upp ett 50-tal laddplatser.

- **USA**

I USA diskuteras nu ett nationellt mål för transportsektorn att uppnå 1 miljon laddhybrider i drift till 2015 (byggda i USA). Till den hårt pressade bilindustrin diskuteras ett finansiellt stöd på 15 miljarder USD för bilindustrins omedelbara räddning. En mängd testprogram pågår i USA för olika typer av laddtekniker och elsystemkopplingar, bl.a. avseende SmartGrids, GridPoint, SmartCharge, V2G. I USA har GM etablerat ett samarbete med 30 elbolag verksamma i 37 stater med syftet att bana väg för Chevrolet Volt vad gäller laddningsinfrastruktur. I Kalifornien pågår flera projekt, bl.a. ett i San José City med Coulomb Technologies med Smartlet Charging Stationer, två andra med bilföretag och Southern California Edison, samt ett Better Place projekt. Google och General Electric driver ett landsomfattande elbils och laddhybrids projekt där en del är att utveckla ett smart elnät – "smart grids". I Boulder i Colorado testas Xcel Energy Vehicle to Grid (V2G) teknologin som en del av ett internationellt erkänt SmartGridCity projekt.

- **Japan**

I Tokyo lanserade Tepco redan förra året att hela tjänstebilsflottan på närmare 3500 fordon skulle bytas ut mot elbilar med ca 500 per år. De första testerna skedde redan i höstas och bytet skall påbörjas i år. De fordon som hittills testas kommer från Fuji Heavy Industries samt från Mitsubishi (MieV). Målet är att 200 laddstationer skall finnas på plats till mars 2010 för att sedan

öka med ytterligare 1000 för de följande tre åren. Renault Nissan har inlett samarbeten med städerna Yokohama och Kanagawa för att studera förutsättningar för en elbilsintroduktion.

- **Kina**

Den kinesiska regeringen planerar att bygga ett nationellt nätverk av laddstationer där de första laddstationerna ska sättas upp i Beijing, Shanghai och Tianjin. Målet är att ha 10 000 alternativa bränslefordon på de kinesiska vägarna till 2010.

- **Nationella satsningar i samspel med Projekt "Better Place"**

Riskkapitalisten Shai Agassi har samlat ihop 200 miljoner USD för projektet **"Better Place"** som bildades i oktober 2007. Projektet har en affärsmodell liknande mobiltelemarknaden – abonnemang av batterier. Till detta hör en infrastruktur med laddstolpar och batteribytesstationer. Samarbetsavtal har etablerats med **Israel, Australien, Danmark, USA (Hawaii och Kalifornien) och Kanada**. Renault-Nissan skall leverera elbilarna till flertalet av länderna inom detta samarbete.

I **Israel** har projektet kommit längst då laddstolpar med tillhörande parkeringsplatser visades upp i december 2008. Totalt beräknas 500 000 laddstolpar byggas och de första elbilarna skall enligt planerna finnas på gatorna under första kvartalet 2009.

I **Australien** skall Better Place bygga upp ett nät av laddningsstationer i de största städerna. Planen är att det ska finnas mellan 200 000 och 250 000 stationer om fyra år. De ska främst placeras i bostadsområden, vid företag, bilparkeringar och köpcentra. Det ska kompletteras med ställen där bilisterna snabbt kan byta sitt urladdade batteri mot ett nytt. Fordon som kan bli aktuella är bland annat de elbilar som Renault-Nissan och General Motors utvecklar.

7.2.2 Fordons- och batteritillverkare

I denna rapport ges ingen specifik redovisning av fordonsutveckling inom området eldrivna fordon. De olika fordonsutvecklande företagen och bilmodellerna kommenteras däremot kortfattat i sammanhang med olika utvecklings- och demonstrationsprogram för laddningsteknik och utbyggnad av laddningsinfrastruktur.

Stora investeringar sker nu i batteriutveckling för transportsektorn och framförallt Litium-jon-teknologin ligger långt framme i de kommersiella satsningarna för PHEV och EV. Nya fabriker etableras och samarbetsavtal tecknas med fordonstillverkarna.

En färsk *elbils- och laddhybridguide (ref. P)*, sammanställd inom ramen för SÖT-projektet "Ett samspel mellan Sundsvalls, Östersunds och Trondheims kommuner", ger en bra överblick av elbils- och laddhybridmarknaden. Rapporten ger en översikt över de flesta märken och modeller som finns på marknaden och modeller som förväntas bli tillgängliga under 2009. Totalt rör

det sig om över 50 fordon, både personbilar och mindre transportfordon. I denna marknadsguide redovisas bl.a. bilpriser, räckvidd, laddtider, information om säkerhet, typ av batteriteknologi.

7.2.3 Andra komponenttillverkare

Utveckling och tillverkning av laddningsinfrastrukturkomponenter sker inom ett flertal industrier, bland annat för

- Elkrafttekniska komponenter och system
- Kommunikationsteknik
- Betalsystem
- Specialanpassade laddstolpar

I samband med den nu successivt ökande efterfrågan på komponenter och system för laddningsinfrastrukturutbyggnad så ökar satsningarna inom de industrier som har en naturlig koppling till detta marknadssegment samtidigt som nya nischade företag etableras och utvecklas. Efterfrågan på denna typ av teknik är global och pågående och intensifierade internationella standardiseringsprocesser kommer att strama upp den nu relativt brokiga flora av olika komponentlösningar som etableras.

I **Bilaga 2 "Leverantörsförteckning"** summeras ett flertal aktuella komponentleveransaktörer för teknik och system till laddningsinfrastruktur.

För att på ett komplett sätt redovisa dessa aktörers produkter och status avseende utveckling, tillverkning och försäljning av laddningstekniska komponenter och system så bör en fördjupad marknadsinventering genomföras, vilket även förslagits inom ramen för Elforsk-samarbetet inom detta område i inledning av 2009.

7.2.4 Energibolagens engagemang inom PHEV/EV-området

Alla större kraftbolag i Europa har nu ett ökande engagemang inom marknadssektorn "eldrivna fordon och laddningsinfrastruktur" med fokus på att stimulera tillväxten av klimatneutrala transporter via aktiva demonstrationsprogram och i flera fall utvecklingssamarbeten med fordonsindustrin och tillverkningsindustrin för komponenter och system för utbyggnad av laddningsinfrastruktur. I sammanställningarna i bilaga 1 så finns även summeringar från andra regioner än Europa när det gäller engagemang från energibolag, även om den redovisningen förmodligen inte är lika komplett m.h.t. de stora satsningar som nu görs framförallt i USA, Japan och Kina inom detta område.

När det gäller inriktningen på systemrelaterade frågeställningar, för energibolagens insatser för att vara med och utveckla och bygga ut laddningsinfrastrukturen för eldrivna transporter, så fokuseras insatserna i dagsläget på konduktiva laddningssystem. I regioner/länder med svagare elnät kommer frågor av typen "Vehicle to Grid" (V2G) och laststyrning att få större betydelse i den tidiga fasen av utbyggnaden av laddningsinfrastruktur.

I Europa ser vi nu ett växande partnerskap mellan de stora energibolagen och olika globala biltillverkande företag, vilket bl.a. framgår av redovisningen i bilaga 1 av pågående utvecklings- och demonstrationsprogram.

Ett flertal energibolag deltar även i samordnade samtal med fordonsindustrin kring standarder för laddningsteknik förutom alla pågående internationella standardiseringsgrupper inom IEC och ISO som behandlar olika delfrågor för denna marknad (se kapitel 3.6 om Standardisering).

Energibolagens engagemang samordnas i flera länder med de samhällsövergripande målen för att bygga ut laddningsinfrastruktur för eldrivna transporter och samordnas delvis också inom ramen för EUELECTRIC-samarbetet (se nedan).

EUELECTRIC

EUELECTRIC (The Union of the Electricity Industry) är en organisation som representerar den europeiska elindustrin, bl.a. inom det politiska EU-samspelet.

Inom EUELECTRIC diskuteras ett flertal frågeställningar med koppling till PHEV/EV-marknaden och ett antal konkreta delmål förväntas etableras under första halvåret 2009. Bland de nyckelfrågor som EUELECTRIC lyft fram i detta skede med koppling till laddningsinfrastrukturutbyggnad kan följande nämnas:

- EU bör bidra till ett effektivt standardiseringsarbete för laddningsinfrastruktur
- Medlemsstater, nationella regleringsorgan och samhällen bör eliminera administrativa och planeringsrelaterade barriärer för installationer av laddplatser för PHEV/EV och etablera utbyggnadsplaner för laddningsinfrastruktur i partnerskap med den privata sektorn.
- Medlemsstater bör underlätta användningen av eldrivna fordon i städer. Inledande åtgärder kan inkludera:
 - att undanta eldrivna fordon från vägtullar och/eller trängselskatter
 - att låta eldrivna fordon nyttja buss- och taxifiler
 - att reducera parkeringsavgifter för eldrivna fordon och/eller reservera City P-platser med laddningsmöjligheter.

8 Diskussion och slutsatser

8.1 Generell översikt

Status (styrkor, svagheter, möjligheter, viktiga frågor):

- Det finns "off-board"-utrustning för varje del i laddningskedjan och varje del har sina styrkor och svagheter. Det finns ingen fullständig standard tillgänglig för PHEV-laddning i dagsläget.
- Det finns elektrisk infrastruktur för "hemladdning", men infrastruktur för laddning vid gator och parkeringsplatser samt särskilda laddstationer saknas i stort sett i dagsläget i Sverige.
- Aktiviteter för att ta fram nya laddningsstolpar har ökat men tillämpning av generella betalningssystem har inte fått fart än.
- Initiativ till informationshanteringsinfrastruktur för betalning, mätning, fordonsidentifikation och integrering av laddning med elnätets behov börjar växa fram.

Utvecklingsriktning:

- I dagsläget fokuseras utvecklingen för PHEV/EV på ökade prestanda och lägre kostnader för bilbatterier och bilens interna laddningssystem.
- Ökade insatser för utveckling av komponenter och system samt standardisering för den externa laddningsinfrastrukturen har noterats det senaste året.

Viktiga frågeställningar:

- Att erhålla väldesignade standardiserade globala system för laddning som stöd inför introduktionen av eldrivna fordon.

Nödvändiga insatser för att erhålla en bra infrastruktur för laddning:

- Demonstrera praktiska och kostandseffektiva laddningslösningar för PHEV/EV
- Att standardisera laddningssystem och komponenter för eldrivna fordon
- Att skapa bra utvecklingsmöjligheter och sund konkurrens för industrin inom detta marknadsområde.
- Att skapa goda affärsincitament för aktörer som vill etablera och driva laddplatser

8.2 Laddsystem i fordonet

Status (styrkor, svagheter, möjligheter, viktiga frågor):

- Moderna laddningsväxlariktare är bi-direktionella som hanterar AC, DC, variabel spänning, variabel frekvens, hög effekt.
- Moderna Batteriers Managing System (BMS) hanterar varierande laddningsspänning från elnätet.
- Växlariktare och Batteri Managing System = "on-board"-laddare

Utvecklingsriktning:

- Ökande prestanda
- Bättre Batteri Management System (BMS) möjliggör lägre acceptabel "State-Of-Charge" (SOC) och säkrare batterier.

Viktiga frågeställningar:

- Kommunikation mellan elnät och BMS kan bli av intresse (t.ex. för styrd laddningseffekt och V2G-lösningar)

8.3 Laddsystem utanför fordonet

Status (styrkor, svagheter, möjligheter, viktiga frågor):

- Utveckling och tester pågår på många håll för att finna tillförlitliga lösningar. Några exempel är bl a TEPCO i Japan som tillsammans med japansk bilindustri studerar en 50kW baserad lösning. Aerovironment, USA, verkar för en 250kW baserad lösning.
- I Japan planeras test/demonstration av snabbladdningsstationer (50kW) och dess användning med utplacering av nät av stationer i vissa områden (Tokyo, Yokohama).

Utvecklingsriktning:

- Möjligheterna till snabbladdning är beroende av vilka laddeffekter batterierna kommer att klara. Utveckling av snabbladdningssystem pågår speciellt i Japan och USA, men snabbladdningsstationer förväntas först om 5-10år.

Viktiga frågeställningar:

- Utformning av laddningsanordning och nätanslutning
- Förväntade kostnader och ekonomiska drivkrafter för uppförande och drift av snabbladdningsstationer.

8.4 Informationshantering

Enkla och billiga lösningar för betalningssystem för laddning av elfordon och på sikt ev. separat laddningsel-mätning (troligtvis i bilen)

- Var ska mätutrustningen installeras ?
on-board, off-board, centraliserat (elmätare, id-tag, kommunikation)
- Vad ska betalas (kWh, P-tid/laddningstid, tillgång laddplats/laddeffekt)

Status (styrkor, svagheter, möjligheter, viktiga frågor):

- Det finns informationssystem för hantering av stora bil-flottor (t.ex. eldrivna fordon) (via WEB, GPS, GPRS, satellit)
- Det finns stationära och mobila system för betalning och fakturering (P-automater för kreditkort, parkeringsbetalning via mobiltelefon, on-board taxi betalning)
- Demonstrationssystem finns som kan ge besked till on-board BMS angående lämpliga perioder för batteriladdning eller elleverans från bil till elnät (t.ex. för V2G-lösningar).
- Det finns system för identifiering som kan säkerställa att rätt bil debiteras laddningstjänster (ID via RFID etc.)

Inriktning på utvecklingen:

- Koncept till system för att "smart charging" börjar dyka upp. Dessa avser hantera både laddning, betalning och samverkan mellan nätet.

Viktiga frågor:

- Kommunikation mellan nät och batteri management system kan vara intressant. Om det är av intresse, hur ska kommunikation ske?
- Hur vet elbilsförarna var närmaste laddstation finns ?
- Faktureringsystem som är användarvänligt och automatiskt.
- Hur ska ett informationssystem utformas som använder existerande teknik (fakturering, laddningsmanagement)?

8.5 Standardisering

Aktuell status:

- Det föreligger ett stort standardiseringsbehov vad gäller laddning av elbilar.

Inriktning på utvecklingen:

- Ganska nytt är att PHEV/EV inte förväntas behöva en extern laddare eller specifik on-board laddare, eftersom växelriktaren kan hantera utbytet mellan bilen och nätet. Detta är en fundamental skillnad jämfört med konventionella laddare, som i så gott som samtliga fall är isolerade mellan input och output genom användningen av en (låg- eller högfrekvens) transformator. Ett dubbelriktat elflöde kan existera mellan fordonet och leveransnätet.
- Ny utveckling påbörjas vad gäller såväl PHEV och on-board-laddsystem såsom avancerade säkerhets- och betalningssystem. Denna utveckling kommer givetvis också att påverka internationell standardisering inom området. Kommittén IEC TC69, som skissade på den existerade infrastrukturstandarden (IEC 61851) har åter aktiverats.
- Inom IEC/TC69 har identifierats behov av att gå vidare med standardisering av DC-laddning från laddstation (IEC 61851-23) och kommunikation mellan fordon och laddstation (IEC 61851-24).

Viktiga frågor (Områden som behöver standardisering är säkerhet, miljö och kvalitet:

- Fysisk anslutning av bilen till nätet för hemmaladdning, gatuladdning, och laddstationer.
- Spänning, ström och frekvens för laddning (eller matning av AC till nätet).
- EMC
- Kommunikationsgränssnitt mellan bilen (batterihanteringssystemet) och nätet, både vad gäller protokoll och olika sätt att kommunicera från en praktisk fysisk synvinkel (informationsbärare, elektriska och fysiska).
- Vilken typ av information som ska överföras mellan bilen och nätet.

8.6 Laddningsinfrastruktur

Laddningsinfrastrukturen måste vara så billig som möjligt och ändå ha tillräcklig funktion.

Vilken infrastruktur ska inkluderas? Flera möjligheter har studerats som t ex: hemladdning, laddning med separat mätning/betalning, laddning på gatan, laddning på parkeringar samt laddning vid snabbladdningsstation. Det råder

enighet om att hemladdning har en given plats. Snabbladdning vid särskilda laddstationer diskuteras och åsikter framförs att dessa inte kommer att bli lönsamma. Men, 2002, då den senaste större infrastrukturstudien gjordes, pratade ingen om att ladda en bil på 10 minuter. Fokus var på gatuladdning via eluttag i speciella laddstolpar. Uppenbart är att det kommer att bli dyrt att installera laddningsstolpar längs gator i städerna.

Om snabbladdning blir ett framtida alternativ och man kan ladda bilen med tillräckligt med el för t ex 100 – 200 km, så kan detta vara ett alternativ för PHEV-bilsägare som parkerar på gatan utan egen anslutning till elnätet. Bilsägare med nätanslutning hemma kommer troligen att föredra detta. I kalla länder finns många eluttag för motorvärmare. Dessa skulle kunna användas på flera parkeringar, t ex hemma eller vid arbetet. Om dessa möjligheter är tillräckliga kommer det inte att vara nödvändigt att installera enorma antal med laddningsmöjligheter längs gatorna.

Hur ska en laddstation utformas ?

Vi har varierande kraven för en laddningsstation. Erforderlig laddström beror mycket på storleken på bilens batteri, tiden för laddning och antal bilar som ska laddas på samma gång.

Intressanta frågeställningar är:

- Speciella krav på konduktiv laddning.
- Speciella krav på induktiv laddning.
- Speciella krav på snabbladdning
- Är manuell eller halvautomatisk laddning OK vid snabbladdningsstationer?
- Möjligheter att förenkla konduktiv laddning genom hög spänning (maximal spänning till BMS ? transformatorverkningsgrad ?)
- Frekvensomvandlare för induktiv laddning.
- Induktiv koppling och positionering av bilar.

Hur snabbt kan framtidens batterier laddas ?

Bil- och batteritillverkare uppger att extremt snabb laddning (på 10 – 15 min) kan vara möjligt inom en snar framtid. Är detta verkligen realistiskt och i så fall under vilka omständigheter? Hur mycket är det möjligt att öka laddningsspänningen med syfte att minimera laddströmmar och att minimera dimensionerna på laddningsutrustningen (t ex kablage)? Tillåter växelriktare och Battery Management Systems (BMS) flexibla spänningar och frekvenser ?

Status:

- Kompetenta on-board-system och inga funna leverantörer av Li-jon off-board laddare indikerar inget behov av externa laddare.
- Konduktiv laddning är mer flexibel, har högre verkningsgrad och är sannolikt den billigaste metoden. Induktiv laddning har potentialen att vara mer användarvänlig.
- Det finns koncept för laddning hemma, på gatan, på parkeringar och vid laddstationer (snabbladdning). Snabbladdning har fram till nu varit för långsam och gör troligen därför ingen succé i det kortare perspektivet.

Inriktning på utvecklingen:

- Sedan 2002 har mycket begränsad utveckling skett inom området laddningsteknik.

Viktiga frågor:

- Hur ska en optimal laddningsinfrastruktur utformas ?
- Hur snabbt kan morgondagens batterier laddas?
- Ska det vara möjligt att använda olika sorters nätanslutning för en bil. Vilken anslutning ska väljas?
- Funktionell säkerhet och hållbarhet.
- Hur ska en snabbladdningsstation utformas ?
- Är det ett absolut krav att snabbladdning ska vara helt automatiserat, eller är det OK med halvautomatisk eller manuell laddning om denna inte är mer komplicerad än manuell bensintankning?
- Vilken är den lägsta godtagbara verkningsgraden för ett induktivt (resp. konduktivt) laddningssystem?
- Hur ska praktiska laddningsrutiner utformas (placering av bilen och anslutning till nätet)?
- Lämpliga laddningsmetoder för olika laddningssituationer.
- EMC för off board laddningsanslutningar vid snabbladdning.
- Kommunikation mellan nät och batterihanteringssystem kan vara intressant att optimera.

9 Referenser

Referenslistan är i denna remissversion inte helt komplett och görs klar i samband med avslutande rapportkompletteringar efter remissperiod. Se även referenser till Leverantörer i Bilaga 2.

- [A] VAN DEN BOSSCHE Peter, *Conductive Charging Standardisation Issues*, EVS 17, 2000
- [B] MAGGETTO Gaston, Van den Bossche, *Inductive Automatic Charging: The way to Safe, Efficient and Uysen Friendly Electric Vehicle Infrastructure*, EVS 18, Berlin, 2001
- [C] VAN DEN BOSSCHE Peter, MAGGETTO Gaston, VAN MIERLO Joeri, *The Multidisciplinary Challenge for Standardization and Regulation of Electric Vehicle Technologies*, EVS21, Monaco, 2005, URL: <http://etecmc10.vub.ac.be/etecphp/publications/2005VandenBossche214.pdf>
- [D] Brännström P, et al, *El för fordon, Laddinfrastruktur I morgon*, Elforsk rapport 99:38, 1999
- [E] "Battery management" and "inductive charging", Advanced Transport Technology Institute, Chattanooga, Tennessee, <http://www.attinfo.org/ElectricVeh/electric_veh.html#5>, 2006-12-01
- [E] VAN DEN BOSSCHE Peter, personal contact 2006-12-18
- [F] *Practical Infrastructure Development For Electric Vehicles In Brussels Capital Region*, Van den Bossche Peter, Van Mierlo Joeri, Maggetto Gaston, Conference paper EVS19, 2002
<http://etecmc10.vub.ac.be/etecphp/publications/evs19vdb2.pdf>
- [G] *Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen*, Ir. P. Van den Bossche, Prof. G. Maggetto, December 2002
<http://euro-electricity.com/publications/2002VandenBossche224.pdf>
- [H] Press Release , Phoenix Motorcars takes Sema by Storm, Ontario, Calif. - NOVEMBER 7, 2006
<http://www.phoenixmotorcars.com/news/2006/pr_110706.html>
2006-12-19
- [I] The EVIAC research project ("Electric Vehicle Inductive Automatic Charging") 1996-1998,
<<http://www.citelec.org/en/project.php?recordID=6>>
- [J] FARM, Gunnar, personal contact 2006-09-11

- [K] Charging Systems for Tomorrow's Plug In Hybrids and Electric Vehicles, Toledo, Bleijs, Calliacoudas, Beauzemont, EVS-22, Yokohama, Japan, October 23-28 2006
- [L] German, John. M, PT-117, Hybrid Vehicle development book 2005.
- [M] *Electric Vehicle Infrastructure Installation Guide*, Edition, Pacific Gas and Electric Company, March 1999.
<http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/environment/pge/cleanair/evmanual.pdf>----
- [N] Electric power research institute Inc, www.epri.com
- [O] Laddhybrider och elfordon – Vad händer i vår omvärld ?
Internationell överblick sammanställd av Sten Bergman på uppdrag av Elforsk. (2008-12-12)
- [P] Elbil- och laddhybridguide 2008 – 2009.
Rapport sammanställd av Mattias Goldmann inom ramen för SÖT-projektet "Ett samspel mellan Sundsvalls, Östersunds, Trondheims kommuner". (Januari 2009, Guiden planeras att uppdateras maj 2009)
- [Q] http://www.nyteknik.se/nyheter/fordon_motor/bilar/article439075.ece
(Publicerad 2008-10-24)
- [R] EURELECTRIC, www.eurelectric.org
- [S] Gör Sverige till ett elbilens pionjärland - Rapport från Globaliseringsrådet
Ds 2008:43, Departementsserien (Ds) 28 maj 2008.
Utbildningsdepartementet
- [T] <http://www.socialdemokraterna.se/Media/Senaste-nytt/S-vill-satsa-50-miljoner-pa-att-gora-E45-till-teststracka-for-elbilar/> (2009-01-02)
- [U] Primover, Bombardier
<http://www.bombardier.com/en/transportation/sustainability/technology/primove-catenary-free-operation>
- [V] Lågspänningsdirektivet
http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/lv/stand.htm, EMC-direktivet
http://ec.europa.eu/enterprise/electr_equipment/emc/index.htm, **STEM**,
- [X] IEC 61851-1 Electric Vehicle Conductive Charging – Part 1: General requirements

BILAGA 1 Summering av demonstrations- och utvecklingsprogram med koppling till laddningsinfrastruktur för elfordon

I denna Bilaga summeras ett flertal pågående större utvecklings- och demonstrationsprogram i Europa och i övriga världen avseende utveckling av laddningsinfrastruktur för PHEV och EV (och i flera fall samtidig demonstration av PHEV & EV). Sammanställningen ger en överblicksbild för de större satsningarna och är i detta skede inte heltäckande m.h.t. den snabba verksamhetsutvecklingen inom området.

Sverige/ Region	Aktuella fordon PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Stockholm	Konverterade Toyota Prius. Konverterade av batteri-företaget Nilar.	Stockholm Stad och Fortum. Laddningsstolpar placeras i garage och vid parkeringsområden i Stockholm.	Laddningsinfrastruktur i Stockholm byggs inledningsvis under 2008 – 2009.	Fortum-personal testkör fem PHEV i Stockholm.
Göteborg & Stockholm "Gröna Bilen" Demo-projekt	Volvo - Utveckling och demonstration av Volvo-laddhybrid. ETC – Utveckling av batterisystem	Laddplatser byggs av Vattenfall och Göteborg Energi. Laddningsplatser för långsam och semisnabb laddning. Laddningsteknik utvecklad av ABB testas (bl.a. för semi-snabb laddning).	Bilar i testdrift fr.o.m. maj-09. Testperiod 2009 – 2010.	Vattenfall/Volvo/ETC i huvudsakligt samspel med ABB och Göteborg Energi. Även betalsystem kommer att demonstreras inom ramen för detta projekt. (Vinnova är delfinansiär för Projektet).
"Power Circle" – projekt Medverkande Regioner & Kommuner: Trondheim/Åre/Östersund/Sundsvall, Smedjebacken/Ludvika/Hedemora, Göteborg, Tanum, Stenungsund, Gävle, Sandviken, Växjö, Piteå, Öland	Flera av projekten är i detta skede planerade med norska Think-bilar.	Laddplatser etableras m.h.t. olika målgrupper för demonstrationssatsningarna.	Pågår	Målgrupper för de eldrivna fordon varierar mellan projekten och omfattar bl.a. - Turister - Teknisk service inom kommun - Fastighetsservice - Shopping center - Bilpool för studenter
Internationellt samarbete mellan Sverige och USA	Nyutvecklad PHEV från Volvo inkl. nytt batteri	Laddstation utvecklas i samarbete med U.S. Department of Energy.	Annonserat samspel juli 2008.	Statligt utvecklingsstöd: 220 million SEK. http://stockholm.usembassy.gov/newsflash/karsner070708.html

Land / region	PHEV/EV	Laddnings-infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Danmark Dong Energy & Project Better Place	En flotta av elbilar kommer att introduceras i Danmark efter att laddstationer har byggts. Renault levererar fordon och Nissan lithium-jon batterier i samarbete med Project Better Place. Batterierna ska möjliggöra en körsträcka på 150 km innan återladdning krävs.	Cirka 20 000 laddstationer i Danmark planeras, installerade på parkeringsområden och i anslutning till bostäder. Projektet kommer även att visa på möjligheter att bättre nyttja den tillgängliga vindkraftsproduktionen i Danmark genom att till stor del ladda elbilarna på natten, då efterfrågan på el normalt är lägre.	Ladd-infrastrukturen klar 2011 och drivs sedan av Project Better Place mha överskottskraft från DONG Energy's vindkraft.	Dong Energy and Kalifornien-baserade "Project Better Place" har annonserat en satsning för att reducera CO2-emissioner från den danska fordonsflottan.
Norge / Oslo		Oslo Kommun har informerat att de vill installera 400 laddningsstationer i lokala parkeringshus under tre år. Kommunen erbjuder inledningsvis både fri parkering och fri laddning.	Start 2008 ?	Kommunen har också annonserat att de avser att finansiellt stödja bolag och fastighetsägare som vill bygga laddstationer.
Finland / Espoo	Fordon: PHEV från Toyota (Prius) och EV från Fiat (Doblò). Espoo stad avser att byta 150 "egna" fordon till PHEV/EV. De har börjat med tre fordon och Fortum kommer att använda 10.	Finlands andra stad, Espoo, och energibolaget Fortum bygger laddinfrastrukturen för elbilarna.	Espoo och Fortum planerar att använda laddplatserna med start vintern 2008/2009.	http://www.autobloggreen.com/2008/10/24/espoo-finland-gets-an-ev-recharging-network-starting-now/

Större demonstrationssatsningar med PHEV/EV och laddningsinfrastruktur i övriga Europa

Land / Region	PHEV/EV	Laddnings- infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Storbritannien Green Motoring Revolution in UK <i>(Bl.a. så deltar städerna Liverpool, Newcastle, Gateshead, Coventry, Glasgow and Leeds i ett större nationellt projekt för att testa "miljötransportbilar")</i>	100 eldrivna personfordon ska köras i ett antal städer i Storbritannien för att få erfarenheter från bilförare avseende vilka konkreta utvecklingsinsatser som krävs för att kunna realisera en mer miljövänlig transportsektor. 10 billeverantörer har listats för att vara med processen att få möjlighet att leverera eldrivna och "låg-CO₂" transportbilar till ett antal myndigheter och andra publika organisationer (bl.a. Royal Mail). Dessa 10 bolag är: Ford, Mercedes Benz, Citroen, Ashwoods, Land Rover, Modec, Smiths Electric Vehicles, LDV; Nissan and Allied Vehicles.	Regeringens initiativ inom denna sektor är bl.a. baserat på färsk utredningsresultat som visar att Storbritanniens elnät, med rätt planering, klarar en omfattande elbilsaddning utan betydande nyutbyggnad av den nationella elproduktionen.		Regeringen har utlovat 100 million £ för att accelerera utvecklingen av framtidens "miljövänliga transporter"
Storbritannien	Toyota. Del av EDF Energys egen bilflotta som ska testas av anställda i daglig drift.	EDF Energy. Innovativ laddning och betalningssystem, som är integrerade med bilarna och kompatibla med en ny generation av allmänna laddplatser.	Tester startade september 2008.	Ett av de första PHEV-testprogrammen med laddplatser på gator i Storbritannien. EDF Energy har deltagit med installationer av en inledande serie på 40 laddstolpar.
Storbritannien / Köpcentra		EDF Energy and Elektromotive ska installera upp till 250 laddplatser vid några av UK's största shopping centra (totalt 9 platser). Första nationella demo-programmet för laddplatser vid shopping centra i UK.		Stöd till projektet från Energy Saving Trust. Capital Shopping Centres har lierat sig med Elektromotive and EDF Energy för att stödja elbilsförarna genom att erbjuda fri billaddning.

Land / Region	PHEV/EV	Laddnings- infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Storbritannien / Coventry	Den första bilen i en flotta om 100 batteridrivna Smart For Twos, som ska fälttestas i England under de närmsta åren, har levererats.		Beslut om projektet Dec. 21 2008.	Coventry Stad kommer endast att använda förnyelsebara energikällor för att ladda Smart-bilen.
Storbritannien / London	Fr o m 2008 kommer London att ha ca 20 000 elektriska bilar. Taxibilarna kommer att tillverkas av ett joint venture mellan kinesiska biltillverkaren Geely group och brittiska Manganese Bronze.			Manganese Bronze Holdings Plc är bildat av London Taxis International och Mann & Overton).
Storbritannien / Charging posts Storbritannien kommer snart att ha sitt första nationella nätverk med laddplatser för elbilar.		Till slut förväntas varje stad ha hundratals eluttag – vanligen monterade i stolpar vid trottoarer och på parkeringar. Att ladda bilen är initialt gratis, men användaren måste betala 75 £/år för en nyckel till laddstationerna. Laddstationerna har ett konventionell tre-poligt eluttag inuti en låst låda. Uppladdning tar ca två timmar.	Vid slutet av 2009 förväntas ca 1 000 laddplatser vara installerade över landet, med 200 i London och mindre nätverk i andra storstads-regioner.	Som exempel så har Westminster council installerat 48 laddplatser på sina Masterpark bilparkeringar samt 12 nya "på-gatan" parkeringsplatser med gratis laddställen (efter erläggandet av en årlig avgift om 75 £).

Land / Region	PHEV/EV	Laddnings- infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Tyskland / Berlin	Elfordon = 50 BMW MINI E	Vattenfall Central-Europe deltar i etableringen av laddplatser i Berlin.	Projektet initierat hösten 2008.	Projektet stöds av Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety i Tyskland.
Tyskland / Berlin	Daimler bidrar till projektet med de första 100 elfordonen.	Kraftbolaget RWE kommer att placera ut ca 500 laddningsstationer på olika platser i Berlin. RWE planerar att efter pilotprojektet i Berlin bygga laddningsstationer även i andra städer, t ex i Ruhr-området.		Syftet med samarbetet är att driva utvecklingen av både laddteknik och infrastrukturen för laddning i tysklands större städer. Den tyska regeringen planerar en nationell plan för "e-mobility", för att ytterligare gynna tekniken.
Tyskland	E.On har tillkännagivit ett kompanjonskap med Volkswagen och GAIA för att producera 20 hybridbilar med litiumjonbatterier.			

Land / region	PHEV/EV	Laddnings-infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Frankrike	Toyota	EDF	Lanserad på franska vägar sedan sept. 2007.	Det första europeiska PHEV-testprogrammet.
Frankrike / Paris	Vid slutet av 2009 planerar Paris att kunna erbjuda uthyrning av 4 000 elbilar till Parisare.	Paris har hundratals charging platser utspridda i förorterna.		http://driving.timesonline.co.uk/to/life_and_style/driving/news/article4187546.ece
Frankrike /	Den franska posten (La Poste) avser att köpa 300 elbilar. Antalet skulle kunna ökas till 3 000 vid utgången av 2012. Den franska posten har också börjat få de första av de 500 beställda Renault Kangoo Cleanova II. Bilen är en seriehybrid med en mindre 2-cylingdrisk motor. (Planen är att ha 10 000 liknande bilar vid slutet av år 2013.)			La Poste har redan en mindre flotta med GEM e2/Matra NEV:s som testas i Alsace i östra Frankrike. Fordonen har en räckvidd på ca 50 km.
Frankrike / La Rochelle	I början av november 1995 påbörjades försäljningen av Peugeot 106 och Citroën AX i hela nationen. För tillfället uppgår flottan till 130 fordon.	Staden La Rochelle har skapat parkeringsplatser med laddstolpar och har också gjort parkeringen gratis för elbilar. EDF har skapat en infrastruktur för laddning: sju normala laddningsenheter (6 – 7 timmars laddningstid), varav tre kan ladda två bilar samtidigt. Tre snabbbladdningsenheter installerades vid Total bensinmackar, due to their specific operating mode. Laddningen kan betalas med ett "Smart-card" , där användaren varannan månad fyller i ett frågeformulär.		Sedan 1986 har elbilar dagligen används i tätortstrafik av stadens tekniska serviceenheter, posten, EDF och sedan 1993 även av privata användare. Mellan december 1993 och december 1995 testade 50 invånare i La Rochelle 25 Peugeot 106 och Citroën AX. http://www.eaue.de/winuwd/110.HTM

ELFORSK

Land / region	PHEV/EV	Laddnings-infrastruktur	Tidplan	Kommentarer
Italien / Rom, Milan, Pisa "e-mobility Italy"	Daimler AG lanserar sitt nästa storskaliga „urbana elektric mobility“-projekt efter "e-mobility Berlin" i samarbete med Enel, Italiens största energidistributör. 2010 kommer "e-mobility Italy" att ha resulterat i mer än 100 elbilar av märkena Smart och Mercedes-Benz i Rom, Milan och Pisa.	Enel kommer att ansvara för utveckling och installation av mer än 400 laddstationer för detta ändamål i de tre städerna. Projektet syftar till att vidareutveckla automotive technology och en intelligent infrastruktur samt att fastställa open standards.		Infrastruktur är en viktig fråga i Italien, där de flesta bilar parkeras på städernas gator. Daimler planerar fler urbana "electric-mobility"-projekt i Europa och USA.
Italien / Reggio Emilia	Genom en "Electric Mobility Policy", har en elbilsflotta på ca 360 batteridrivna bilar samt hybridfordon (från tvåhjulringar till minibussar) skapats och gjorts tillgänglig för privat och kommersiellt utnyttjande för gods- och persontransporter i staden. En lyckad långtidsuthyrningstjänst för elbilar finns för kommersiella användare.			Genom konvertering av kommunala fordon till elbilar bidrar staden Reggio Emilia starkt till "miljömässig uthållighet".
Portugal	Elbilsköpare i Portugal ska, enligt en preliminär budget för 2009 deklarerad av Lissabon, få skattelättnader på upp till 796 €.	Energias de Portugal samarbetar med andra europeiska kraftbolag vad gäller Grid for Vehicle (G4V) för att skapa ett nätverk med laddningsplatser.		
Portugal	Elbilar från Renault and Nissan		Start 2008 ?	Överenskommelse att inom tre år skapa ett nationellt nätverk för noll-emissions-bilar.

Större aktiviteter utanför Europa - USA

Delstat	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Kalifornien	San José City & Coulomb Technologies	Inkluderar elbilar och laddhybrider.	Allmänna laddningsstolpar med betalningsmöjlighet. Smartlet Charging Stations säljs till kommuner och parkeringsplatsägare som kapitalutrustning i en business-to-business model. Coulumb T. tror att det behöver finnas två laddstationer för varje bil.	Offentliggjordes i juli 2008. Om försöket faller väl ut väntar fler städer i delstaterna Florida, Texas, New York och Colorado.	http://www.reuters.com/article/pressRelease/idUS166160+21-Jul-2008+BW20080721 , http://www.ecogeek.org/content/view/1914/69/
Landsomfattande	GM & Electric Power Research Institute (EPRI). 34 företag över 37 stater. Inkluderar bl a Alabama Power, American Electric Power, Austin Energy, BC Hydro, CenterPoint Energy, Consolidated Edison of New York, Dominion, DTE Energy, Duke Energy, FirstEnergy Corp., Georgia Power, Great River Energy, Hydro-Québec, Manitoba Hydro, Nebraska Public Power District, New York Power Authority, Pacific Gas & Electric Company, Progress Energy, Public Service Electric & Gas Co., Sacramento Municipal Util. Dist., San Diego Gas & Electric, Southern California Edison Co. & Southern Company.	Förberedelse för en övergång till eldrivna fordon. Integrering av laddhybrider till elnätet kommer att kräva ett nära samarbete mellan bilindustrin och kraftindustrin.	Utreda frågor såsom standarder samt säker och enkel laddning. Samarbetet är resultatet av flera års arbete av EPRI och dess medlemmar för att driva på introduktionen av laddhybrider och relaterad infrastrukturteknologi till en punkt där implementering och kommersialisering är möjlig.	Offentliggjordes i juli 2008.	http://auto.ihs.com/news/2008/e-pri-gm-promote-phev.htm , http://my.epri.com/portal/server.pt/gateway/PTARGS_0_237_317_205_776_43/http;uspal, phev_collaboration_da_580194.html

Delstat	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Landsomfattande	Google & General Electric	Google har en testflotta med laddhybrider och investerar i teknologin.	Gemensam ansträngning för att expandera kundernas energival och att utveckla ett smart elnät. Syftet med "smart grid" är att möjliggöra mer energieffektiv användning och distribution av energi. Idealiskt, kommer kunder och företag att kunna använda "smart grid" för att sälja energi som de har laddat batterierna med eller genererat till eldistributörer då priserna är höga och att köpa el under tidpunkter då efterfrågan på el och priserna är låga. Det skulle också ge användare av el hjälpmedel genom mer insikt i och kontroll över elförbrukningen.	2007 lanserades RechargeIT initiativet för att utveckla laddhybrider och elinfrastrukturen för att stödja mer diversifierade energianvändningsområden, kallad "smart grid". Samarbetet offentliggjordes 2008.	http://www.informationweek.com/news/internet/google/showArticle.jhtml?articleID=210602305 , http://www.informationweek.com/news/internet/google/showArticle.jhtml?articleID=210602305 , http://turkishpress.com/news.asp?id=252240 , http://greenwombat.blogs.fortune.cnn .
Idaho, Seattle	The city of Seattle, the Port of Seattle, King County & the Puget Sound Clean Air Agency. Finansiering från the Department of Energy's Idaho National Laboratory (INL) tillsammans med deltagarna.	13 Priuses konverteras till laddhybrider. Den totala kostnaden är \$156,000.	Bland annat skall kopplingen mot nätet utredas.	I oktober 2007 offentliggjordes planerna för att testa laddhybrider i stadsmiljö. Konverteringen av bilar påbörjades i början av 2008.	http://www.greencarcongress.com/2008/05/seattle-mayor-i.html , http://www.calcars.org/calcars-news/867.html

Delstat	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Colorado, Boulder	Xcel Energy	Fas 1 involverar fyra bilar: en Xcel Energy laddhybrid och tre Toyota Prius laddhybrider med speciella inverterare.	Stort test med laddhybrider med vehicle-to-grid (V2G) teknologi som en del av ett internationellt erkänt SmartGridCity™ projekt.	Fas 2 involverar konvertering av ytterligare 60 existerande elhybridfordon till laddhybrider med V2G teknologi. I följande faser är målet att addera ytterligare 500 laddhybrider till nätet i Boulder och att testa V2G teknologi i en signifikant större skala.	10/23/2008 http://smartgridcity.xcelenergy.com/news/releases/10-23-2008.html
Kalifornien	Mitsubishi Motors Corporation & Southern California Edison (Southern California Edison har mer än 20 års och 16 miljoner elfordons miles av erfarenhet av att driva landets största private flotta av elbilar.)	En liten fyrsittsig Mitsubishi i MiEVs kommer att inkluderas i SCE's nationella erkända prototyp-test- och evalueringsprogram. Detta samarbete mellan en av landets ledande utility supporters av elfordon kommer att bidra med teknisk erfarenhet av MiEV fordon och batterikvalitet, så väl som fordonsanslutning och integration till elsystemet.	Genom programmet hoppas SCE kunna hjälpa Mitsubishi Motors mäta hur elfordon på det mest effektiva sättet kan anslutas till framtidens smart grid och nästa generation Edison SmartConnect™ avancerade mätare. Samarbetet skall även utreda framtida krav för fordonskommunikation och anslutning, för att hjälpa nya kunder att värdera styrning och kontroll av smart laddning av el.	Offentliggjordes i augusti 2008.	http://media.mitsubishi-motors.com/pressrelease/e/corporate/detail1815.html , http://www.sce.com/PowerandEnvironment/ElectricTransportationNew/default.htm?got o=electrictransportation
Kalifornien	Ford Motor Company & Southern California Edison	Tillsammans skall de utreda sätt att göra elektrisk transport mer tillgänglig för kunder, reducera utsläpp från fossila bränslen och förbättra kostnadseffektiviteten av landets elnät.	Undersöka framtiden för laddhybrider som del av en komplett fordon, hem och nät energisystem.	Startade i juli 2007. Planen är att testa konceptet även i Michigan och Washington D.C.	http://www.sce.com/PowerandEnvironment/ElectricTransportation_New/News/fordpartnership.htm

Delstat	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Hawaii	Hyundai, Hawaiian Electric Co & the State of Hawaii. Ytterligare partners inkluderar The U.S. Air Force, the City & County of Honolulu, Hawaiian Electric Co., & Enova Systems of Torrance, California.	I fas 1 av programmet ska 15 eldrivna Hyundai fordon med Enova Systems' 90kW Panther Drive System användas i flera olika lokala flottor under 24 månader.	Programmet kommer att fokusera på testning och utveckling av snabbladdning.	Hyundai Motor Co. och the State of Hawaii har annonserat en två års förlängning av the Hawaii Electric Vehicle Demonstrations program som initialt påbörjades 2001.	http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3864/is_ai_n9277650
Hawaii	Better Place och the State of Hawaii	Några elbilar under 2009 och sedan en större introduktion under 2010.	Better Places modell för infrastruktur med laddstationer och batteribytesstationer.	Offentliggjordes i december 2008. Under 2009 skall infrastrukturen byggas och de första fordonen beräknas finnas på plats till våren 2010 för att sedan finnas massproducerade år 2011.	http://www.betterplace.com/hawaii
Oregon	Renault-Nissan, the State of Oregon & Portland General Electric		Utveckling av en tillgängligt och tillförlitligt nätverk av laddstationer. Samarbetet skall marknadsföra och stödja utvecklingen.	Den 19 november 2008 offentliggjordes samarbetet.	http://www.ecogeek.org/content/view/1840/69/ , http://www.theautochannel.com/news/2008/11/19/249572.html , http://www.forbes.com/prnewswire/feeds/prnewswire/2008/11/19/prnewswire200811191144PR_NEWS_USPR_____CLW084.html

Delstat	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Landsöverfattande	Omkring ett halvt dussin kraftföretag. Advanced Energy, in partnership with Duke Energy and Progress Energy.	Kraftföretag utvecklar en plan för att marknadsföra och stödja elbilar genom att köpa tusen bilar som kan laddas från ett vanligt vägguttag.		Informella diskussioner har pågått i ett halvår Nov 2008. Elbilarna och laddhybriderna kommer att köpas under flera år och de första kommer att köpas då de första modellerna blir kommersiellt tillgängliga år 2010. Under början av 2009 kommer slutgiltigt beslut att tas om köp av första generationens laddhybrider.	http://www.albertalocalnews.com/reddeera dvocate/business/world_biz/Power_companies_hope_to_recharge_electric_car_market.html , http://www6.lexisnexis.com/publisher/EndUser?Action=UserDisplayFullDocument&orgId=101846&topicId=104970025&docId=1:890175489
Kalifornien	Better Place och California Bay Area	Elbilar från Renault Nissan.	Infrastruktur motsvarande \$ 1 miljard skall placeras i området.	Målet är att detta skall vara klart 2012.	http://www.betterplace.com/california

Större aktiviteter utanför Europa exkl USA

Land / region	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Japan / Tokyo	Kraftföretaget Tepco (det största i Japan) och lokala företag	Tepco har varit med och testat Mitsubishi iMiev, Subaru och Nissan under de senaste åren. År 2007 lanserade Tepco att hela tjänstebilflottan på närmare 3500 fordon skulle bytas ut mot elbilar med ca 500 per år.	Gratis el vid nio laddstationer i Tokyo. En av laddstationerna kan ladda ett batteri för 60 km på tio minuter och de andra erbjuder långsamladdning. Laddstationerna är utplacerade i parkeringshus runt om i Tokyo i samarbete med lokala företag i affärskvarteren.	200 laddstationer skall finnas på plats till mars 2010. Ytterligare 1000 laddstationer beräknas för de följande tre åren.	http://www.nyteknik.se/nyheter/fordon_motor/bilar/article413806.ece , http://www.autobloggreen.com/2008/08/13/tokyo-to-get-200-quick-charge-ev-stations-with-plans-for-more/
Japan / Yokohama	City of Yokohama & Renault Nissan	Staden har varit pilotplats för flera elfordonsrelaterade program, bl a ett lyckat elbilspoolprojekt. Renault Nissan ska introducera sin elbil 2010 i staden.	Samarbetet går bl a ut på att utreda hur acceptans för eldrivna fordon skall fås, inklusive incitament till kunder och laddinfrastruktur.	Samarbetet offentliggjordes i november 2008.	http://www.csrwire.com/News/2256.html
Japan / Kanagawa	Kanagawa Prefecture & Renault Nissan	Studera förutsättningarna för att introducera 3000 rena elbilar mellan 2010 och 2014.	Utreda introduktion av laddinfrastruktur.	Eventuell elbilsintroduktion från 2010.	http://www.theautochannel.com/news/2008/05/19/087424.html
Kina	Kinesiska regeringen och the State Grid Corporation	Ministeriet för forskning och teknik vill ha 10 000 alternativa bränslefordon såsom hybrider och elbilar på kinesiska vägar till 2010.	Den kinesiska regeringen planerar att bygga ett nationellt nätverk av laddstationer. De första teststolparna kommer att sättas upp i Beijing, Shanghai och Tianjin. State Grid Corporation kommer att bygga laddstationerna där en stolpe beräknas kosta mellan \$36,550 och \$43,860.	Offentliggjordes i september 2008.	http://www.redherring.com/Home/25052http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/2008-09/17/content_7034444.htm

Land / region	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Kina / Chongqing	Mångmiljonstaden Chongqing ska samarbeta med Denver i USA och ska bjuda in Ford och den lokala biltillverkaren Changan till utvecklingsarbetet av elbilar. Projektet har stöd från Kinas och USA:s regeringar.	Den kinesiska staden Chongqing ska bygga "ett centrum i världsklass" för elbilar.			Dagens Industri 11 december -08
Nya Zeeland	Mitsubishi Motors Corp. & det nyzeländska kraftföretag Meridian Energy	Marknadsföra och stödja introduktionen av elbilar i landet. Mitsubishi Motors New Zealand enhet kommer att låna ut MiEV till det statligt ägda kraftbolaget. Förhoppningen är att demonstrationsprojektet skall leda till att nationell och lokal regereing inför styrmedel och utvecklar infrastrukturen.	Förhoppningen är att regering och komuner utvecklar infrastrukturen.	Offentliggjordes i september 2008. Bilarna beräknas komma under första kvartalet 2009.	http://www.japancorp.net/article.asp?Art_ID=19838
Kanada, Ontario	Better Place & delstaten Ontario	Renault Nissans elbil.	Better Place infrastruktursnätverk.	Offentliggjordes i januari 2009. Detaljrad tidplan finns inte ännu.	http://www.betterplace.com/press-room/press-releases-detail/better-place-partners-with-ontario-to-bring-car-20-electric-car-infrastruct/
Israel	Israel och Better Place	De första elbilarna beräknas komma under första kvartalet 2009.	500 000 laddstolpar beräknas byggas.	Projektet offentliggjordes i januari 2008. I december 2008 visades de första laddstolparna upp med tillhörande parkeringsplatser.	Published by Globes [online], Israel business news - www.globes-online.com - on November 16, 2008, http://www.betterplace.com/press-room/press-releases-detail/better-place-plugs-first-charge-spot-to-electric-car/

Land / region	Aktörer	PHEV/EV	Laddningsinfrastruktur	Tidplan	Källa
Förenade Arabamiraten / Dubai	Roads & transportation authority	En flotta som bland annat inkluderar hybridbilar. I juli 2008 mottogs 10 Toyota Camry hybrider för att ingå i en testflotta under tio månader i emiratens taxiflotta.		Programmet skapades för tre år sedan som ett steg i emiratens strävan efter hållbarhet, vilket inkluderar ett starkt fokus på all form av transport.	http://www6.lexisnexis.com/publisher/EndUser?Action=UserDisplayFullDocument&orgId=101846&topicId=104970025&docId=l:880174266&start=14
Australien	AGL Energy, Macquarie Capital och Better Place	Renault Nissans elbil.	Better Place infrastruktursnätverk.	Offentliggjordes i oktober 2008. Renault Nissans elbil beräknas finnas för kommersiell lansering 2012 i Australien.	http://news.cnet.com/8301-17912_3-10073799-72.html?tag=mncol;txt , http://www.betterplace.com/press-room/press-releases-detail/better-place-partners-with-agl-and-macquarie-to-build-ev-infrastructure-in-/
Sydafrika		Satsar på produktion av elbilar.			http://www.greencarcongress.com/2008/05/south-africa-to.html

BILAGA 2 Leverantörer av komponenter och system för laddningsteknik och laddningsinfrastruktur

Motorvärmcentraler/laddstolpar

- ABB CEWE Control www.abb.se
- Eldon www.eldon.se
- MEC www.energicentral.se
- Electromotive www.elektromotive.com
- Garo www.garo.se

Snabbladdningsstationer

- Aerovironment <http://www.avinc.com/>
- Epyon <http://www.epyon.nl/>

Laddningsutrustning i bil

- Delta-q (charger products) <http://www.delta-q.com/>
- AC propulsion (components for EV, PHEV etc) <http://www.acpropulsion.com/>
- Brusa (plugs, charging stations etc) http://www.brusa.biz/products/g_ladeinfrastruktur113.htm

Automatisk inkoppling för laddning

Trinnovator <http://www.trinnovator.se/>

Kontaktering mot bil

- AVCON (Electric Vehicle power supply connectors) <http://www.avconev.com/>
- Marechal www.marechal.fr

Kontaktering på elförsörjningssida

- Mennekes (Plugs, sockets etc) <http://www.mennekes.com/>
- Scame (plugs, sockets etc) <http://www.scame.com/en/home.asp>
- Nema Plugs and connectors <http://www.stayonline.com/reference-nema-straight-blade.aspx>
- (Novum) <http://www.abnovum.se/Uttagscentraler/Uttagscentraler.pdf>
- (Elbjörn) <http://www.elbjorn.se/sv/produkter/kategori.asp?kat=14>

Induktiv laddning

- Bombardier
<http://www.bombardier.com/en/transportation/sustainability/technology/primove-catenary-free-operation>

Laddningskoncept

- Park&charge, Schweiz <http://www.ecs-five.ch/ecs/e/index.htm>
- Praxitele (A transportation system based on a fleet of electric cars available in self-service mode in a limited area. These cars are equipped with electronic means for control and fleet management) <http://www-rocq.inria.fr/praxitele/welcome-angl.html>
- TallyKey www.tallykey.se

Smart grid

- Coulomb Technologies <http://www.coulombtech.com/products.php>
- Project Better place <http://www.betterplace.com/>
- V2Green <http://www.v2green.com/>
- GridPoint <http://www.gridpoint.com/>

Betalningssystem

- Payment by the Proton system <http://www.epci.be/proton.htm>

Diverse

- CEBI (Electric vehicle components) http://cebi.kicms.de/cebi-internet/frameset/fr_index
- Charging, components and lots of other things
<http://electrischvoertuig.starttips.com/>