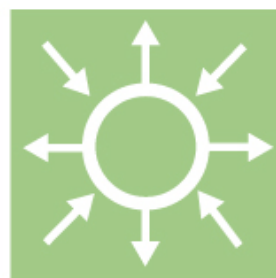




Laddningsinfrastruktur – Marknadsinventering och rekommendationer

Elforsk rapport 10:60



Lennart Spante och "Arbetsgrupp P5"

Juni 2010

ELFORSK

Laddningsinfrastruktur – Marknadsinventering och rekommendationer

Elforsk rapport 10:60

Förord

Elforsk bedriver ett kunskaps- och utvecklingsprogram om elfordon. I programmet ingår ett flertal delprojekt, bland annat beträffande 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

Detta uppdrag har omfattat marknadsinventering, kostnadsanalyser samt sammanställning av ett antal rekommendationer för den inledande utbyggnaden av laddningsinfrastruktur för elfordon i Sverige och har genomförts under perioden mars 2009 – maj 2010 inom ramen för ELFORSK-programmet Laddhybrider och Elfordon, Delprogram "P5 – Laddningsinfrastruktur".

Delmål för uppdraget:

- Leverera en sammanställning av vilka komponenter och system som finns att upphandla (inkl aktuella kostnadsbedömningar) eller är under utveckling för laddningsinfrastruktur för laddhybrider och elfordon med fokus på nordiska komponent- och systemleverantörer (samt några internationella).
- Ge marknadens parter inledande rekommendationer (råd och anvisningar) för den fortsatta utbyggnaden av laddningsinfrastruktur och ev. kopplade betalsystem (koordineras med pågående standardiseringsarbete).

Uppdraget har delats i tre huvuddelar:

1. Marknadsinventering – Laddningsteknik och betalsystem (*ref. 13*)
2. Kostnadsanalyser för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller (*ref. 1, Elforsk rapport nr 09:113*)
3. Sammanställning av Rekommendationer angående laddningsinfrastruktur och betalsystem för den svenska marknaden (*ref. 14*)

I denna rapport sammanfattas resultaten från uppdragsdelarna 1 och 3 och för del 1 kompletteras denna sammanfattningsrapport med en mer detaljerad sammanställning (*ref. 1*) över några av de marknadsaktörer och produkter som identifierats under uppdragets genomförande (mars 2009 – maj 2010).

Marknadsinventering - Laddningsteknik och betalsystem

Tekniklösningar för laddning av elfordon finns etablerade sedan tidigare utvecklings- och demonstrationssatsningar för eldrivna transporter (bl.a. större Demo-program i Sverige under 1990-talet).

Under detta nya marknadsskede (nya satsningar efter 2007) för utbyggnaden av laddningssystem för elfordon så har ett flertal aktörer etablerat nya produkter och systemlösningar såväl i Sverige som internationellt. Detta har kombinerats med en intensiv process avseende internationell standardiseringen av laddningsteknik och systemlösningar (särskilt för konduktiv laddning i detta skede) för att skapa goda förutsättningar för en storskalig utbyggnad av laddningsinfrastruktur för elfordon i Europa och övriga delar av världen med intresse för dessa lösningar (USA, Japan, Kina m.fl.).

Givetvis har drivkraften för produktutveckling för laddningsinfrastrukturen varit större i länder med stora fordonsflottor och starkare marknadsstöd för etablering av elfordon men även i Sverige har ett flertal aktörer under de senaste åren tagit fram nya produkter och tjänster och som initialt testas inom olika demonstrationsprojekt.

Inom ramen för detta uppdrag så har en sammanställning över ett flertal aktörer (svenska och internationella) och deras produkter tagits fram. Denna sammanställning visar på ett stort spektra av produkter för såväl kostnadseffektiva laddstolpar/laddboxar som mer exklusiva laddstolpar inkl. olika typer av betalningslösningar.

Nyttjande av befintliga eluttag för motorvärmare ses som en stor potential för fordonsladdning i det nordiska elsystemet och i de fall dessa behöver uppgaderas (komplettering med jordfelsbrytare rekommenderas i de fall det saknas) så har ett flertal komponentleverantörer kostnadseffektiva lösningar för detta.

Den genomförda marknadsinventeringen har strukturerats med hänsyn till olika "kundsegment" för etablering av laddplatser och skall ses som en teknikbeskrivande marknadsöverblick där kostnadsnivån indikerats i olika prisintervall för laddtekniklösningarna (i vissa fall inkl. betalsystem). Slutpriset för en laddplatsutrustning är givetvis beroende av upphandlingsvolymen och kan i detta relativt tidiga marknadsskede endast för de enklare systemen definieras som en "relevant prisnivå" (jfr t.ex. med eluttag för motorvärmare) inför den kommande utbygganden av laddningsinfrastrukturen i Sverige.

Kostnadsanalyser för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller

Den största delen av laddbehovet kan tillgodoses redan idag med befintlig infrastruktur i form av vanliga eluttag och motorvärmaruttag hemmavid och på arbetsplatser. Det finns dock anledning att bygga ut infrastrukturen ytterligare, främst för att elbilsägarna ska känna sig trygga med att det alltid finns möjlighet att ladda ett urladdat batteriet. Det kan då handla om laddstolpar i t.ex. gatumiljö eller på andra publika platser.

Det är viktigt att elbranschen gemensamt hanterar frågor kring standarder för laddning och elsäkerhet. Det är också angeläget att verka för öppenhet och samverkan med andra aktörer, branscher och politiker – allt för att säkerställa att kostnadseffektiv och enkel laddning görs tillgänglig för samtliga elbilsägare.

En av de stora fördelarna med eldrift är de låga driftkostnaderna. Med en antagen elförbrukning om 2 kWh/mil till en kostnad av 1 kr/kWh blir bränslekostnaden endast 2 kr/mil vid eldrift. Gentemot konventionella bensin- och dieselfordon har elfordonen således en potentiell konkurrensfördel som i viss utsträckning skulle kunna väga upp för den ökade tillverkningskostnaden som eldriftstekniken innebär. Tack vare de låga driftkostnaderna finns alltså goda möjligheter för elfordon att så småningom vinna mark på marknadsmässiga grunder.

Elbranschen vill stötta marknadsutvecklingen för de miljövänliga elfordonen och är därför mån om att elbilen får behålla sin konkurrensfördel i form av låga driftkostnader. Följaktligen är det intressant att ringa in möjligheter och svårigheter för olika typer av aktörer (t.ex. arbetsgivare, parkeringsbolag, fastighetsägare, köpcenter, restaurangkedjor m.fl.) att erbjuda elbilsägarna ett attraktivt pris för laddning. Möjligheterna indikerar vilka typer av aktörer som kan komma att ha en central roll i utbyggnaden och därför eventuellt bör ingå i den nationella samverkan kring frågan. Svårigheterna ger information om vilka specifika omständigheter som eventuellt kan tvinga laddplatsägaren att ta ut högre priser än önskvärt. Med den informationen ökar också förståelsen för eventuella stödbehov i utbyggnaden av infrastruktur.

Mot denna bakgrund har en inledande begränsad kostnads- och affärsanalys genomförts och tidigare rapporterats (se referens 1) inom ramen för detta uppdrag. Underlaget är resultatet av en begränsad arbetsinsats och gör inga anspråk på att besvara frågorna fullt ut. Syftet har snarare varit att med hjälp av översiktliga kostnadsanalyser och resonemang kring möjliga affärs- och intäktsmodeller belysa möjligheter och svårigheter att erbjuda elbilsägarna laddning i olika miljöer till ett attraktivt pris – helt oavsett vilken typ av aktör som står för investeringen.

Ett viktigt budskap från analyserna är att beläggningsgraden vid laddstolpen i många fall är avgörande för affärsägarens möjlighet att erbjuda kunden attraktiva priser för laddning. I ett tidigt marknadsskede finns en påtaglig risk för låg beläggningsgrad vilket kan innebära att affärsägaren tvingas ta ut högre priser än önskvärt och därmed försvåras introduktionen av elfordon.

Rekommendationer angående laddningsinfrastruktur och betalsystem för den svenska marknaden

De svenska energibolagen verkar via sitt samarbetsorgan Svensk Energi, och även via den europeiska branschorganisation Eurelectric, för att kundperspektivet på laddning av elfordon ska prägla strategin för detta marknadssegment i Europa. Det måste i slutänden bli enkelt att ladda sin elbil i hela EU och en bilägare ska kunna åka från ett land till ett annat utan att vara tvungen att hålla sig med olika kablar eller tvingas teckna avtal med elhandlare för att kunna ladda. Dagens elkund är stationär men morgondagens elkund kommer också att vara mobil.

De förslag till rekommendationer avseende utbyggnad av laddningsinfrastruktur och installationer av ladduttag i Sverige som etablerats inom ramen för detta Elforsk-uppdrag och som redovisas i denna rapport har baserats på den gemensamma grundsyn som etablerats mellan de större energibolagen som är aktiva på den svenska marknaden. Rekommendationerna har även baserats på den gemensamma svenska elbranschsamverkan som berör nationell och internationell standardisering avseende system- och tekniklösningar för laddningsinfrastruktur. Standardiseringsarbetet bedrivs även i dialog med fordonsindustrins och komponentindustrins aktörer i Sverige.

Nedan sammanfattas några grundläggande gemensamma bedömningar, avseende utbyggnaden av laddningsinfrastruktur, som är vägledande för de förslag till rekommendationer som redovisas inom ramen för detta uppdrag;

- Marknaden för elfordon kommer att skilja sig mellan de europeiska regionerna och bero på hur industrin, regeringar och kunder accepterar och stödjer införandet av den nya tekniken.
- Det totala elenergibehovet för eldrivna fordon bedöms under en överskådlig tid att vara marginell och bör på längre sikt kunna balanseras med effektivare elanvändning i samhället och vid behov ny CO₂-neutral elproduktion.
- Den befintliga infrastrukturen för eldistribution i Sverige är väl utbyggd för att möta denna nya efterfrågan på el och kan vid behov i ett senare marknadsskede kompletteras med effektiv laststyrning.
- Utbyggnaden av laddplatser i Sverige ska följa internationell standardisering och bör vara marknadsdriven samt öppen för alla aktörer. Elbranschen stödjer aktivt utvecklingen av internationella standarder samt samarbete mellan olika berörda industribranscher.
- Den begränsade tillgången till publika laddplatser bedöms inte vara ett hinder för den inledande tillväxtfasen av elfordon i Sverige.
- I ett långsiktigt perspektiv så kan det kanske bli aktuellt att elfordonens batterikapacitet integreras med elsystemet och vid behov nyttjas för effektbalansering i ett system med ökande mängd förnyelsebara intermittenta energikällor.

Utbyggnaden av laddningsinfrastruktur i Sverige förväntas i det inledande marknadsskedet att karaktäriseras av följande förutsättningar;

- Enkel lösning med långsam konduktiv laddning av elfordon (230 V, max 16 A) kräver inga större investeringar, i huvudsak enbart jordfelsbrytare, överströmsskydd och standardiserade kontakter.
- Befintliga motorvärmareinstallationer utgör i Sverige en stor potential för enkel uppgradering till de lokala laddsystembehoven
- Utbyggnad av laddningsinfrastrukturen i Sverige förväntas inledningsvis huvudsakligen ske i hemmen, vid parkeringsplatser hos arbetsgivare, hos bilflotteägare och vid publika större parkeringsplatser.
- Särskilda publika laddplatser för elfordon finns idag i begränsad omfattning i Sverige och förväntas öka i takt med att antalet elfordon ökar på den svenska marknaden.
- För vissa laddplatser kan både semisnabb laddning (max 1 timme) och snabbladdning (50–250 kW) bli intressant. Det är framför allt en kostnadsfråga.

Med utgångspunkt från de regelverk som gäller för elinstallationer i Sverige samt den aktuella inriktningen inom det internationella standardiseringsarbetet för elfordon och laddningsinfrastruktur, så har *förslag till rekommendationer för lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon med ombordmonterade laddare* arbetats fram. Dessa rekommendationer redovisas sammanfattat både i denna rapport (kapitel 5) och i en separat "kortversion" (Ref. 14).

Rekommendationerna är sammanställda som ett stöd till elbranschen i Sverige för att hjälpa de aktörer som är intresserade av installationer av infrastruktur för laddning av elbilar.

Rekommendationerna är begränsade till utrustning för konduktiv laddning upp till och med 400 volt (tre faser) och 63 Ampere (Figur 1). När det behövs, kommer det att även att sammanställas anvisningar för:

- Batteribytesstationer
- Snabbladdningsstationer
- Kompletterande anvisningar för induktiva laddningslösningar

Behov ytterligare rekommendationer

Det har även efterfrågats rekommendationer avseende betalningslösningar för försäljning av laddtjänster. Inom ramen för denna utredning så är det vår bedömning att olika typer av generella (öppna) betalningslösningar är relativt enkla att applicera för laddning av elfordon och att regelverket för "rätt till överföring av el för annans räkning" är en viktig frågeställning att bearbeta vidare i dialog med marknadens parter och berörda myndigheter.

I ett fortsatt och fördjupat arbete avseende rekommendationer för kostnadseffektiva installationer bedöms följande frågeställningar som viktiga att öka förståelsen för och erfarenheter ifrån:

- Generella erfarenheter av kostnader för laddplatsetablering (jfr verkliga laddplatsinstallationer och motorvärmareinstallationer, markarbete är tung kostnadspost). *Kostnader per ladduttag vid en inledande begränsad utbyggnad bedöms bli relativt höga jämfört med en mer storskaligt utbyggd laddningsinfrastruktur.*
- Ökad förståelse för "Tillgänglighet" ("laddplatser på rätt ställen") – Risk för mycket låg beläggning på vissa laddplatser initialt.
- Flexibilitet i teknikval (modultänkande för framtida uppgraderingar)
- Effektiv utbyggnad av laddinfrastruktur för att undvika ev. behov av lokal nätförstärkning (*gäller först vid mycket stor andel elfordon*)
- Strömbegränsning för att undvika överbelastning vid begränsande huvudsäkring i mindre fastigheter (*kundrelaterat*)

Summary

This project includes studies and compilation of a number of recommendations for the initial development of a charging infrastructure in Sweden and has been carried out within the frames of the ELFORSK-programme "Plug-in hybrids and Electrical Vehicles, Sub-programme "P5 – Charging infrastructure".

Goal for the task:

- Deliver a compilation of what components and systems that exist for purchase (including cost estimates) or are under development for charging infrastructure for plug-in hybrids and electrical vehicles with focus on Nordic component and system suppliers (and some international).
- Support the market with initial recommendations (advices and instructions) for the continued development of charging infrastructure and payment systems (co-ordinated with the ongoing work of standardisation within this area).

The project has been separated in three main parts:

1. Inventory of the market – Charging technology and payment system (ref. 13).
2. Cost analyses for development of charging systems and initial analysis of some business models (ref. 1, Elforsk report no 09:113)
3. Compilation of recommendations concerning charging infrastructure and payment systems for the Swedish market (ref. 14).

In this report, the results from parts 1 and 3 are summarised and for part 1 this report is also extended with a more detailed compilation (ref. 13) over the actors of and products on the market that were identified during the project (March 2009 – May 2010).

Market inventory - Charging technology and payment systems

Established technical solutions for charging of electrical vehicles already exists as a result of previous development and demonstration work for electrical driven transports (e g larger demonstration programmes in Sweden during the 90-ties).

During this new market phase (new efforts after 2007) for development of charging systems for electrical vehicles, a number of market actors have launched new products and system solutions in Sweden as well as internationally. This has been combined with an intense process concerning international standardisation of charging technology and system solutions (especially for conductive charging during this phase) in order to create good conditions for a large-scale development of charging infrastructure for

electrical vehicles in Europe and other parts of the world with interest in these solutions (the US, Japan, China and others).

Of course, the motivation for product development of charging infrastructure has been larger in countries with large fleets of vehicles and stronger incentives for introducing electrical vehicles. However also in Sweden a number of actors have during the last years developed new products and services that have been tested within different demonstration projects.

Within the frames of this project, a compilation of a number of actors (Swedish and international) and their products has been put together. This compilation shows a large spectra of products for cost efficient charging posts / charging boxes as well as more exclusive charging posts including different types of payment solutions.

The utilisation of existing charging outlets for engine pre-heaters is considered as a large potential for charging of vehicles in the Nordic electrical system. For the case that these outlets need to be upgraded (addition of residual current devices is recommended if such is missing) a number of component suppliers can provide cost-effective solutions.

The market survey has been structured towards different customer groups for the establishing of charging places and shall be considered as a technology descriptive market survey where the cost level has been indicated in different price intervals for the charging technology solutions (in some cases including payment system). The final price for the charging place equipment depends, of course, on the volume of the purchase and in this relatively early stage of market development, the end price can only be considered as relevant for the more simple systems (compare e.g. with electrical outlets for engine pre-heaters).

Cost analyses for development of charging systems and initial analyses of some business models

The major part of the charging requirements can already today be satisfied with the existing infrastructure in Sweden, e.g. standard electrical outlets and engine pre-heater outlets at homes or at work places. There are, however, reasons to develop the infrastructure further, mostly so that the owners of electrical vehicles can feel that they always have the possibility to find a place to charge the battery. This can be achieved with charging posts in e.g. street environment or at other public places.

It is important that the electricity sector companies co-operate in questions concerning standardisation for charging and electrical safety. It is also important to work for openness and co-operation with other market actors, branches and politicians - everything in order to secure that cost-efficient and simple charging will be made available for all owners of electrical vehicles.

One of the larger advantages with electrical vehicles is the low running costs. With an assumed electricity consumption of 0,2 kWh/km at a cost of 1 SEK/kWh, the fuel cost will only be 0,2 SEK/km at electricity operation. Compared with conventional petrol- and diesel driven vehicles, the lower running cost can partly compensate for the higher car cost (EV/PHEV). Thanks

to the low operating costs, there is good potential for electric vehicles to eventually be competitive on market conditions.

The electricity sector companies will support the market development for environment friendly electrical vehicles and are therefore anxious to make sure that the electrical vehicle can maintain its competitiveness in the form of low operation costs. Accordingly it is of interest to identify possibilities and difficulties for different types of actors (e g employers, parking lot companies, real estate owners, malls, chain of restaurant) to offer the owners of electrical vehicles an attractive price for charging. The possibilities indicate what type of actors that may have a central role in the development and therefore possibly should take part in the national co-operation about the question. The difficulties give information about specific conditions that can force the charging place owner to charge higher prices than wanted. With this information also the understanding of any need of support for the development of the infrastructure is increased.

With this background, an initial and limited cost and business analysis has been made and reported (ref 1) within the frame of this project. The basic data is the result of a limited effort and makes no claims to fully answer the questions. The purpose has been to, by using simple cost analyses and reasoning about possible market and income models, show possibilities and difficulties to offer charging to the owner of electrical vehicles in different surroundings to an attractive price - no matter what type of actor that has made the investment.

One important message from the analyses is that the degree of utilisation of the charging post in many cases is crucial for the possibilities of the business owner to offer the customer attractive prices for charging. In an early market stage there is an obvious risk for low utilisation that can force the owner to charge higher prices than wanted and in this way the introduction of electrical vehicles is made more difficult.

Recommendations concerning charging infrastructure and payment system for the Swedish market

Through the Swedish branch organisation Swedenergy and also through the European branch organisation Eurelectric, The Swedish energy companies work for making the customer perspective on charging of electrical vehicles to affect the strategy for this market segment in Europe. In the end, it must be easy to charge ones electrical vehicle in the whole of Europe and a car owner should be able to go from one country to another without having to have different cables or sign different contracts with electricity sales companies in order to be able to charge the car. The electricity customer of today is stationary, but the electricity customer of tomorrow will also be mobile.

The recommendations concerning development of charging infrastructure and installations of charging outlets in Sweden that is established within the frame of this Elforsk-project and that is reported in this report have been based on the common view that is established between the major energy companies active on the Swedish market. The recommendations have also been based on the Swedish branch co-operation that affects national and international standardisation regarding system and technical solutions for charging

infrastructure. The work with standardisation is also carried out in dialogue with market actors from the vehicle and charging equipment industries in Sweden.

Below is summarised some of the basic conclusions, concerning the development of charging infrastructure, that serve as guidance for the recommendations that is accounted for within the frames of this project:

- The market for electrical vehicles will differ between the European regions and depend on how the industries, governments, and customers accept and support the introduction of the new technology.
- The total need of electricity for electric vehicles is estimated to be rather small during a foreseeable future and should in the long-term be able to balance by more efficient electricity utilisation in society and if needed new CO₂ neutral production of electricity.
- The existing infrastructure for electricity distribution in Sweden is well developed in order to meet this new demand on electricity and can if needed later on be completed with efficient load management.
- The development of charging places in Sweden shall follow international standardisation and should be market driven and open for all market actors. The electricity branch is actively supporting the development of international standards and co-operation between various involved industry branches.
- The limited supply of public charging places is not considered as a market barrier for the initial growth of electrical vehicles in Sweden.
- In a long-term perspective it may come into question to integrate the battery capacity of the electrical vehicles with the electricity system and if needed to be used for power balancing of a system with an increased amount of renewable intermittent energy sources.

The initial development of charging infrastructure in Sweden is supposed to be characterised by the following conditions:

- Simple solutions with slow conductive charging of electrical vehicles (230 V, max 16 A) does not require any larger investments, mainly only residual current devices (RCD), overpower protection and standardised plugs and socket outlets.
- In Sweden existing engine pre-heater installations has a large potential for simple upgrading to the needs of the local charging system.
- The development of the charging infrastructure in Sweden is in the initial phase mainly supposed to take place at home, at parking lots at work places, at car fleet owners and at large public parking lots.
- Today, special public charging places for electrical vehicles exists in limited numbers in Sweden, but the number is expected to increase as the number of electrical vehicles increases on the Swedish market.
- At some charging places both semi-fast charging (maximum 1 hour) and fast charging (50 - 250 kW) may be of interest. This is first of all a question of cost.

Considering the regulations that apply to electrical installations in Sweden and the current trend within the international standardisation work for electrical vehicles and charging infrastructure a *proposal to recommendations concerning low voltage installations for charging of electrical vehicles with on-board mounted chargers* have been put together. These recommendations are included in this report (chapter 5) as well as in a separately short version (ref. 14).

The recommendations are compiled as support to the electricity branch in Sweden in order to support the market actors that are interested in installations of infrastructure for charging of electrical vehicles.

The recommendations are limited to equipment for conductive charging up to 400 V (three phases) and 63 A. When required also instructions for the following should be compiled:

- Stations for swapping of batteries
- Fast charging stations
- Additional instructions for inductive charging systems

Need of further recommendations

Also recommendations concerning payment solutions for charging services have been requested within this study. Within the scope of this investigation our conclusion is that different types of general (open) payment solutions are rather easy to use for charging of electrical vehicles and that the Swedish market regulations regarding "right to transfer electricity on behalf of others" is an important issue to continue to work with in dialogue with parties of the market and concerned authorities.

In a continued and enlarged work concerning recommendations for cost efficient installations, the following questions have been considered important to enlarge understanding of and to gain experiences from:

- General experiences of costs for establishing of charging places (compare actual charging spots installations and engine pre-heater installations, excavation work constitutes a large cost). *Costs per charging outlet during an initial limited market development phase are expected to be rather high compared to a future situation with a more extensive charging infrastructure.*
- Increased understanding of the "Availability" ("charging posts at right places") - Risk of very low utilisation of some charging places during the first market development phase.
- Flexibility considering the choice of technology (*modularity can support future expansion*).
- Efficient building of charging infrastructure in order to avoid any need of local reinforcements of the grid (*this comes into question first with a very large number of electrical vehicles*).
- Limitation of charging current in order to avoid local congestion at places with limiting main fuse in minor estates (*customer related issue*).

Innehåll

1	Inledning	1
2	Marknadsinventering – Laddningsteknik och betalsystem	3
2.1	Leverantörer av Laddstolpar & Laddboxar	3
2.2	Intressanta leverantörer av Betallösningar och Back Office-system	5
2.2.1	Olika typer av betalningslösningar	5
2.2.2	Intressanta leverantörer av betalningslösningar	7
3	Analys av kostnader för inledande utbyggnad av laddsystem	8
3.1	Investering i ladduttag och eventuell effektstyrning för större anläggningar	8
3.1.1	Planering och Tillstånd	9
3.1.2	Projektering och upphandling av installatörer	9
3.1.3	Laddstolpar/boxar inkl. installationskostnader	10
3.1.4	Drift och underhåll.....	12
3.1.5	Summering av kostnader för olika laddsystem.....	12
3.2	Kundkostnad för elfordonsladdning i olika miljöer	13
4	Grundläggande bedömningar och aktuella regelverk inför utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige	16
4.1	Förväntad successiv utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige.....	16
4.2	Allmänna regler vid installation av laddstationer och laddstolpar.....	19
4.2.1	Gatumark	19
4.2.2	Tomtmark	20
4.2.3	Parkeringshus.....	20
4.2.4	Arbetsmiljöföreskrifter	21
4.3	Dagens regelverk för nätkoncession och försäljning av laddtjänster vid elfordonsladdning	21
4.3.1	Koncessionsfrågor	21
4.3.2	Anslutningsfrågor	22
4.3.3	Mätning av el.....	22
4.3.4	Frågan om ”rätt till överföring av el för annans räkning”	24
4.4	Regelverk för Elinstallationer och elsäkerhet för laddplatsen	25
4.5	Användning av motorvärmarruttag för laddning av elfordon	28
4.6	Strömbegränsning för att undvika överbelastning vid begränsande huvudsäkring i mindre fastigheter.....	29
5	Förslag till rekommendationer avseende lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon	32
5.1	Regelverk och rekommendationer avseende lågspänningsinstallationer för laddning av elfordon	32
5.1.1	Koncessionsfrågor	33
5.1.2	Föreskrifter som gäller vid lågspänningsinstallationer för laddning av elfordon	35
5.1.3	Etablering av laddplatser i garage och brandsäkerhet	38
5.2	Sammanfattande processbeskrivning vid elinstallationer för laddning av elfordon.	39
5.3	Möjliga kontaktdon och ny laddningsstandard	40
5.4	Sammanfattning – Laddanslutning av elfordon.....	42
5.5	Behov av ytterligare rekommendationer	43
6	Referenser	44

1 Inledning

Detta uppdrag har omfattat marknadsinventering, kostnadsanalyser samt sammanställning av ett antal rekommendationer för den inledande utbyggnaden av laddningsinfrastruktur för elfordon i Sverige och har genomförts under perioden mars 2009 – maj 2010 inom ramen för ELFORSK-programmet Laddhybrider och Elfordon, Delprogram "P5 – Laddningsinfrastruktur".

Delmål för uppdraget:

- Leverera en sammanställning av vilka komponenter och system som finns att upphandla (inkl aktuella kostnadsbedömningar) eller är under utveckling för laddningsinfrastruktur för laddhybrider och elfordon med fokus på nordiska komponent- och systemleverantörer (samt några internationella).
- Ge marknadens parter inledande rekommendationer (råd och anvisningar) för den fortsatta utbyggnaden av laddningsinfrastruktur och ev. kopplade betalsystem (koordineras med pågående standardiseringsarbete)

Uppdraget har delats i tre huvuddelar:

1. Marknadsinventering – Laddningsteknik och betalsystem (*ref. 13*)
2. Kostnadsanalyser för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller (*ref. 1, Elforsk rapport nr 09:113*)
3. Sammanställning av Rekommendationer angående laddningsinfrastruktur och betalsystem för den svenska marknaden (*ref. 14*)

I denna rapport sammanfattas resultaten från uppdragsdelarna 1 och 3 och för del 1 kompletteras denna sammanfattningsrapport med en mer detaljerad sammanställning (*ref. 13*) över några av de marknadsaktörer och produkter som identifierats under uppdragets genomförande (mars 2009 – maj 2010).

Delar av denna marknad som inte behandlats specifikt i denna utredning är "Laddsystem/infrastruktur för tyngre fordon" (bussar, större varutransporter, sopbilar m.m.). För denna typ av transporter finns förutsättningar att kostnadseffektivt etablera ladduttag på lämpliga platser m.h.t. den kommersiella verksamheten (körplaner, uppställningsgarage, leveransplatser m.m.).

Arbetsprocess och samverkan

Detta projekt har genomförts av en arbetsgrupp inom ramen för ELFORSK-programmet Laddhybrider och Elfordon, Delprogram "P5 – Laddningsinfrastruktur". Uppdragsansvarig inom Elforsk-teamet har varit Lennart Spante, Vattenfall Research and Development AB.

Tre delstudier har avrapporterats under perioden 2009 – 2010 med följande deltagare i resp. arbetsgrupp:

Kostnadsanalyser för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller (ref. 1, Elforsk rapport nr 09:113, 2009)

Ellenor Grundfelt, Vattenfall Power Consultant AB
Sophia Lundberg Fredriksson, Vattenfall Power Consultant AB

Lista över leverantörer av laddstolpar och översiktliga produktbeskrivningar. Marknadsinventering Mars 2009 – Maj 2010 (ref. 13, 2010)

Lennart Spante, Vattenfall Research and Development AB
Jonas Lidén, Vattenfall Research and Development AB

Förslag till rekommendationer för "Lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon med ombordmonterade laddare" (ref. 14, 2010)

Lennart Spante, Vattenfall Research and Development AB (*sammankallande*)
Christer Bergerland, Fortum Distribution AB
Ola Ivarsson, E.ON Elnät Sverige AB
Ulf Östermark, Göteborg Energi AB
Niklas Carlsson, Göteborg Energi Nät AB
Peter Herbert, Vattenfall Research and Development AB

2 Marknadsinventering – Laddningsteknik och betalsystem

2.1 Leverantörer av Laddstolpar & Laddboxar

Tekniklösningar för laddning av elfordon finns etablerade sedan tidigare utvecklings- och demonstrationssatsningar för eldrivna transporter (bl.a. större Demo-program i Sverige under 1990-talet).

Under detta nya marknadsskede (nya satsningar efter 2007) för utbyggnaden av laddningssystem för elfordon så har ett flertal aktörer etablerat nya produkter och systemlösningar såväl i Sverige som internationellt. Detta har kombinerats med en intensiv process avseende internationell standardiseringen av laddningsteknik och systemlösningar (särskilt för konduktiv laddning i detta skede) för att skapa goda förutsättningar för en storskalig utbyggnad av laddningsinfrastruktur för elfordon i Europa och övriga delar av världen med intresse för dessa lösningar (USA, Japan, Kina m.fl.).

Givetvis har drivkraften för produktutveckling för laddningsinfrastrukturen varit större i länder med stora fordonsflottor och starkare marknadsstyrning för etablering av elfordon men även i Sverige har ett flertal aktörer under de senaste åren tagit fram nya produkter och tjänster och som initialt testas inom olika demonstrationsprojekt.

Inom ramen för detta uppdrag så har en sammanställning över ett flertal aktörer (svenska och internationella) och deras produkter tagits fram. Denna sammanställning visar på ett stort spektra av produkter för såväl kostnadseffektiva laddstolpar/laddboxar som mer exklusiva laddstolpar inkl. olika typer av betalningslösningar.

Nyttjande av befintliga eluttag för motorvärmare ses som en stor potential för fordonsladdning i det nordiska elsystemet och i de fall dessa behöver uppgraderas (komplettering med jordfelsbrytare rekommenderas i de fall det saknas) så har ett flertal komponentleverantörer kostnadseffektiva lösningar för detta.

Denna inledande marknadsinventeringen har strukturerats med hänsyn till olika "kundsegment" för etablering av laddplatser och skall ses som en teknikbeskrivande marknadsöverblick där kostnadsnivån indikerats i olika prisintervall för laddtekniklösningarna (i vissa fall inkl betalsystem).

Överblick leverantörer av laddstolpar

Följande leverantörer av laddstolpar (boxar) för laddning av elfordon har i den separat dokumenterade redovisningen (*referens 13*) summerats avseende sina produkter för detta marknadssegment. Fokus har lagts på de europeiska leverantörerna men även ett antal nordamerikanska laddteknikleverantörer har lyfts fram.

"Svenska" leverantörer	Övriga Nordiska leverantörer	Övriga Europeiska leverantörer	Övriga Internationella leverantörer
GARO <i>(har förvärvat Nordic Electro AB våren 2010)</i>	Scandinavian Electric AS (Norge)	Geyer Group (Ty)	Coulomb Technologies USA)
ABB Cewe-Control	TallyKey A/S (Danmark) <i>Garo har licens för försäljning i Sverige.</i>	Kienzler Argo (Ty)	Better Place (USA)
Park & Charge i Sverige AB <i>(ny aktör 2009)</i>		Park & Charge (Schweiz) <i>Service of ECS, Swiss Electric Vehicle Association</i>	
		Elektromotive (UK)	
		e-laad.nu (Holland) <i>Holländskbaserat initiativ med stöd av flera holländska företag. Rendo, Enexis, Cogas, Delta, Edninet, Ciander, Westland, Tennet.</i>	
		ENECO – NRGSPOTS (Holland)	
Andra komponentleverantörer som inte bearbetas i detalj inom ramen för detta uppdrag			
Midroc Electro <i>(bl.a. DEMO-project i Gävel/Sandviken)</i>	Ensto Group (Finland)	Charging Stations Biog Ltd Cooperation between Biog, ePower Synergies Europe (USA company) and ACI Consult.	ETec (USA) (Electric Transportation Engineering Corporation)
Consat	BIOG (norsk återförsäljare). <i>Produkterna är utformade av ePower Synergies Europe och ACI Consult, Italy.</i>	365 Energy N.V. (Ho) European partner to Coulomb Tech. (see above)	
Eldon			
Fagerhult		Younicos (Ty)	
AQ ParkoPrint AB		RWE (Ty)	

För den detaljerade produktinformationen från några av dessa leverantörer så hänvisas vidare till den fristående "ppt-redovisningen" av marknadsinventeringen i Referens 13 där även referenser ges till respektive aktörs hemsidor på Internet.

2.2 Intressanta leverantörer av Betallösningar och Back Office-system

2.2.1 Olika typer av betalningslösningar

Betalning

Generellt har de flesta leverantörer ett moduluppbyggt system där ett antal ingångar finns tillgängliga i styrkretsen för uttagen som också medger inkoppling av olika betallösningar. För att uttaget ska bli tillgänglig behöver ett antal villkor vara uppfyllda i kretsen där indikering av betalning/identifieringskretsen kan vara ett av dem. Detta utnyttjas för att ha en eller flera av nedanstående betallösningar kopplade till laddstolpen.

Betalautomat

Betalning sker via en separat betalautomat där användaren också anger vilken laddstolpe som laddning önskas ske vid. Betalautomaten signalerar via PLC-kommunikation/LF-radio eller analog styrsignal (via extra kabel) för att indikera för laddstolpens styrkrets att betalning är uppfylld.

RFID

Funktionsprinciper:

Användaren identifierar sig och låser upp stolpen via RFID kortet. Debitering kan ske i efterhand eller avräknas mot inestående krediter på kortet.

RFID kort:

Det finns generellt två typer av betallösningar som används av olika leverantörer. De flesta lösningar hanterar bägge typerna.

- Förladdade kort: Ett antal krediter finns tillgängliga på kortet och dessa avräknas mot den interna elmätaren i stolpen och krediterna på kortet uppdateras av RFID enheten i stolpen. Påfyllning av kortet kan ske via RFID terminaler anslutna till dator eller via separata påfyllnadsmaskiner.
- Accesskort: Kort som inte innehåller krediter utan ger användaren fri tillgång till laddstolpen. Detta kan kombineras med efterhandsfakturerings genom att stolpen loggar id på RFID kortet och förbrukning per laddsession.

Mobil applikationer

Funktionsprinciper:

Av de lösningar som finns tillgängliga på marknaden kan tre principer urskiljas.

Två av dessa lösningar gör att stolpen kan vara en stand-alone lösning och inte behöver sammanlänkas med central enhet för identifiering av användaren. Betalning/identifiering sker antingen via ett SMS eller att användaren utnyttjar en applikation i mobilen som kommunicerar via GPRS.

Integrerad GSM enhet: Användaren identifierar sig genom att skicka ett SMS till telefonnummer där GSM enheten finns integrerad i laddstolpen. Luckan låses upp och uttaget blir tillgängligt. Laddning avslutas när kontakten dras ut eller ytterligare ett SMS för att avbryta laddningen skickas till stolpen.

Knappsats:

Användaren, som via sitt telefonnummer är registrerad hos anläggningsägaren, skickar ett SMS eller identifierar sig via en mobilapplikation hos en centralt placerad server med det stolpnummer där laddning önskas påbörjas. Systemet skickar användaren ett SMS med en kod som knappas in på luckans knappsats. Koden låser upp luckan och uttaget blir tillgängligt.

Centraliserad lösning:

Användaren skickar ett SMS till en central som hanterar upplåsning av ett flertal laddstolpar. Centralen låser stolpen som kunden identifierat via SMS. Stolpen måste vara sammanlänkad via en centralenhet som hanterar upplåsning av laddenheten. Sammanlänkningen kan ske via PLC-kommunikation, LF-radio, WLAN eller andra alternativ.

Debitering sker via mobilfaktura för förbestämda tidsintervall eller för faktisk energiförbrukning. För de fall där faktisk elförbrukning debiteras så kompletteras stolpen med en elmätare med fjärrkommunikation för insamling av mätdata.

Back-office

Med back-office menas integration av laddstolpens mät- och kontrollsystem i ägarens centrala datorsystem för kontroll och debitering. Integrationen kan göras på ett flertal sätt, vanligtvis genom att mjukvara för styrning och insamling av information från laddstolpen integreras i anläggningsägarens centrala datorsystem för att fungera som en gateway för access till data från laddstolparna.

För efterhandsdebitering behövs information tillgänglig för anläggningsägarens centrala system. Denna information är inte tidskritisk utan kan överföras vid behov eller enligt förbestämda scheman.

- Identifiering av användare
- Energiförbrukning

För avancerade V2G tjänster som laddstyrning och -begränsning och frekvensreglering där bilen deltar som en aktiv komponent i nätet för att upprätthålla stabilitet är kraven tidskritiska. Ett antal tjänster kan möjliggöras av integration med nät- och energibolagens datorsystem som är intressanta ur ett nät- och produktionsperspektiv:

- Laddstyrning – bilen laddar vid tillfällen då lasten i nätet är för låg. Detta hjälper till att upprätthålla produktionen i systemet på en konstant nivå för att undvika produktion vid låg verkningsgrad i kraftverk.
- Ladbegränsning – bilen minskar/ökar effektuttaget för att upprätthålla av nätägaren önskad balans i det lokala nätet.

- Frekvensreglering – bilens batteri används som produktionskälla eller last för frekvensreglering i nätet där bilen ökar eller minskar sin laddning eller matar ut energi på nätet.

Ett antal scenarier kan vara intressanta för dessa tjänster för att med hjälp av batterierna i bilarna upprätthålla stabilitet i nätet. För att undvika högre belastning på överföringskapaciteten av reglerkraft kan elbilar utnyttjas för att minska sin last vid tex produktionsbortfall av en produktionsenhet. Vid stor vindkraftproduktion i ett område kan tex. elbilar användas för att absorbera överskottsenergin som inte finns täckning för istället för att minska effektuttaget i produktionsenheter med reglerkraft.

2.2.2 Intressanta leverantörer av betalningslösningar

GRIDPOINT

Gridpoint levererar lösningar för smart grids där hantering av elbilar är en del. Gridpoint's lösning bygger på att deras Enterprise-mjukvara integreras med nätbolagets styr-, kontroll- och Enterprise-system för access till driftdata. Gridpoint levererar mjuk- och hårdvara som integreras i både bil- och laddplats.

Logica

Logica har i Holland tagit i drift ett system med runt 30 laddstationer och ett 70-tal till planeras i kommuner runt Amsterdam. Laddstolparna kommunicerar via GPRS med ett back-office system som är utvecklat av Logica. Systemet erbjuder access för kunden via en kundportal där kunden har möjlighet att ta del av de tjänster som erbjuds, I dagsläget är det statistiktjänster som erbjuds. Identifiering av kund sker idag via mobiltelefon med närfältskommunikation (NFC) och identifieringen är även anpassningsbar till RFID.

Microsoft

Microsoft har lanserat en Smart Energy Reference Architecture (SERA) där de beskriver teknikintegrationen över hela energisystemet, de standarder som är lämpliga att använda i arbetet samt hur detta kan mappas i Microsofts produkter. Arbetet beskriver hela energisystemet där även elbilar och plug-in hybrider nämns som en del i systemet med V2G-tjänster.

www.microsoft.com/utilities, <http://download.microsoft.com/download/0/C/2/0C2F64B1-241D-4433-9665-5F802E7510D6/Microsoft%20Smart%20Energy%20Reference%20Architecture.pdf>

Google

Google initierade 2007 ett projekt för att undersöka V2G möjligheter med elbilar. Med hjälp av Toyota Prius och Ford Escape har Google gjort tester och kommer nu att börja undersöka möjligheterna att skapa ett smart grid system för att integrera plug-in hybrider till elnäten för avancerad laststyrning och V2G möjligheter. Google är också involverade i Google powermeeter där kunderna kan se och följa sin energiförbrukning på sin iGoogle-sida.

3 Analys av kostnader för inledande utbyggnad av laddsystem

3.1 Investering i ladduttag och eventuell effektstyrning för större anläggningar

Inom ramen denna Elforsk-utredning så har ett delmål varit att sammanställa och analysera kostnader för etablering av laddplatser av olika typer.

I den följande sammanställningen fokuseras beskrivning och diskussion av kostnader till konduktiva laddningssystem (exkl. snabbladdningssystem) då denna typ av enklare laddningslösningar bedöms dominera för elfordonens laddningsanslutning och därmed infrastrukturutbyggnaden under den kommande marknadsutvecklingen 2010 - 2020.

Kostnadsposterna för en laddplats kan grovt indelas i följande delmoment:

- Planering och tillstånd
- Projektering och upphandling av installatörer
- Laddstolpar (+ "laddboxar" för enklare laddningsplatser) inkl. installationskostnader
- Betalsystem och betaltransaktioner (vid behov)
- Drift och underhåll för komponenter och system
- Övrigt (t.ex. övergripande styrsystem för laddning på större laddplats)

De kostnader som erhållits i samband med de nyligen uppförda mindre laddplatserna (få ladduttag per laddplats) i Sverige (ofta DEMO-projekt) bedöms inte ge en relevant kostnadsbild för en framtida storskalig utbyggnad av laddinfrastruktur. Det har varit även svårt att få fram detaljerade kostnadsuppgifter för planeringsfasen (inkl. lokala tillstånd) och installationskostnaderna per stolpe/ladduttag har blivit relativt höga m.h.t. att det varit få laddstolpar/uttag som uppförts per laddningsplats (t.ex. parkeringsområde).

Det har därför varit svårt att inom ramen för denna utredning göra en vederhäftig analys av kostnadseffektiva installationer i form av absoluta investeringskostnader utan redovisningen får i detta skede vara mer beskrivande med uppskattade kostnadsnivåer.

I texten nedan kommenteras de olika faserna ovan avseende kostnader för etablering av laddplats.

3.1.1 Planering och Tillstånd

Planeringsfasens totala kostnad beror givetvis på storleken av laddplatsen. För större anläggningar kan denna overhead-kostnad fördelas på ett flertal stolpar/ladduttag samtidigt som ev. extra kostnader för nätägaren kan uppstå lokalt.

Viktiga aspekter att ta med i planeringsfasen, beroende på anläggningens storlek är:

- Risk för framtida lokalnätspåverkan vid större laddplatsinstallationer. Gäller såväl ev. nätförstärkningsbehov som ev. ökade DoU-kostnader. Även införande av lösningar med tidsstyrning (t.ex. för att undvika behov av nätförstärkning för nätägaren) innebär extra kostnader.
- Ur anläggningsägarens (P-bolag, Privata aktörer m.fl.) synvinkel så gäller det att optimera total laddbelastning (effektstyrning) och abonnemangskostnaden (*normal dimensionering för t.ex. motorvärmare på större P-plats är 50 % av maximal möjlig beläggning*).
- Anpassade Nättariffer bör kunna fungera som effektivt styrmedel för att (vid behov) få en utjämnad belastning i de lokala näten. *Detta bör studeras mer noggrant under den inledande fasen av marknads-penetrationen för elfordon i Sverige.*

Tillståndsfrågan är initialt mer tidskrävande än den förväntas bli i ett skede där olika typer av laddplatsuttag installeras mer frekvent i många tätorter.

Inom ramen för denna utredning är det inte möjligt att ange en "väl avstämd kostnad" för framtida kostnader som kan uppstå vid planering av större anläggningar.

3.1.2 Projektering och upphandling av installatörer

Vi har valt, i denna fas av utredningen, att fokusera på kostnader för relativt små anläggningar då det är lättast att koppla detta till dagens erfarenheter av anläggningsprojekt för laddplatser (oftast av DEMO-karaktär).

Vi förväntar oss att erfarenheterna från projektering och installation av motorvärmaruttag bör kunna motsvara den framtida projekterings- och installationskostnaden för laddstolpar/uttag på parkeringar. Vi förutsätter att minst ett 10 A enfasuttag per P-plats kan erbjudas (1 stolpe för två P-platser). Beroende på de framtida tekniska lösningar som bilarna utrustas med kan det i vissa fall krävas ett separat uttag för batteriladdning och ett för motorvärmare (det fallet tas inte upp här).

Ofta tillkommer en relativt stor kostnadspost för markarbete (grävning för elkabelanslutning, i vissa fall på asfaltsbelagda områden) om installationen görs på en befintlig parkering utan tidigare motorvärmarstolpar/uttag.

Billigast är givetvis att uppgradera tidigare motorvärmareinstallationer (se även kap 4.5)

Med de erfarenheter som olika svenska entreprenörer har av markarbete och uppförande av motorvärmareinstallationer så kan man förvänta sig en relativt enkel projekterings- och upphandlingsprocess för nya laddstolpar/uttag så länge det rör sig om mindre installationer. Med stöd av tydliga Branschrekommendationer för denna typ av installationer så bör kostnaderna för denna planeringsfas således kunna hållas på en kostnadseffektiv nivå

3.1.3 Laddstolpar/boxar inkl. installationskostnader

Då nya specialanpassade produkter och tjänster snabbt utvecklas för detta marknadssegment bör kostnadsuppskattningarna nedan användas med försiktighet. Vid bedömningar av nya affärskoncept rekommenderas att känslighetsanalyser avseende investeringskostnaderna görs för att i detta läge inte dra fel slutsatser.

Långsamladdning vid villa - befintligt eluttag (max 10A förutsätts)

Ingen extra kostnad för installation eftersom befintligt uttag utnyttjas. Eventuellt tillkommer en mindre kostnad för en jordfelsbrytare att stoppa i vägguttaget. Skulle även kunna ingå i kabelns kontakt.

Enkel halvsnabb laddning vid villa – befintligt 3-fasuttag (anpassat till husets säkringsnivå).

Ingen extra kostnad för installation om befintligt uttag kan utnyttjas. Kompletteras med jordfelsbrytare om sådan saknas. I de fall 3-fasuttag inte finns installerat så är det en mindre installationskostnad för en sådan komplettering, därutöver kan totala abonnemangsnivån (huvudsäkring) behöva ökas (se även kap. 4.6).

Uppgradering av motorvärmareuttag (t.ex. vid arbetsplatsparkering):

För att nyttja denna befintliga infrastruktur för fordonsladdning så måste parkeringsplatsens totala dimensionering ses över och säkerhetsaspekter enligt gällande regler för elinstallationer följas (se kap. 4.4 och 4.5). Omfattningen på uppgraderingen är beroende av ett flertal faktorer såsom bl.a. ev. behov av förstärkt elmatningskabel (större totallast förväntas) och ev. önskemål om "dubbeluttag" för fordonsladdning och motorvärmareuttag per parkeringsplats. Kommersiella lösningar och råd för denna typ av uppgraderingar finns hos komponentleverantörerna på den svenska marknaden.

Laddstolpe för långsamladdning och ev. betalningsmöjligheter

En enkel laddstolpe (för 10-16A, 230 V) bedöms i dagsläget kunna inköpas för cirka 10 kkr (stolpe, standarduttag, personskydd, kontaktor och ev. enkel elmätare). I framtiden kan man uppskatta möjlig kostnad till cirka 5 kkr (vid upphandling av en stor volym) om utrustningens komponenter byggs ihop i en ny konstruktion och produktionen rationaliseras kraftigt.

Grävnings- och monteringsarbeten ska göras på laddningsplatsen. En grov uppskattning av grävkostnader inkl återställning är 500-1000 kr/m, vilket med 5m/laddningsplats ger 2500 - 5000 kr/laddningsplats. För anslutning av laddstolpar ansätts en arbetstimme per stolpe, ca 400 kr.

På en större parkeringsplats finns normalt en betalningsautomat som kan uppgraderas för att passa även för "särskild koppling" till p-plats för fordonsladdning. Kostnaden för en "anpassad betalautomat" inhämtas enklast från denna typ av komponentleverantörer.

För system med mobiltelefonbetalning (se kapitel 2.2) finns ett flertal olika taxetyper, från "flat rate" till uppkopplingsavgifter. Ett exempel på abonnemang med enbart månadskostnad innebär ca 100 kkr/år (+ startavgift 15 kkr). Om vi antar att en parkering omfattar 100 laddningsplatser innebär detta 1000 kr/laddningsplats och år.

I den fortsatta redovisningen så tas inte kostnader för ev. betalsystem med då det är starkt beroende av anläggningens storlek och kräver en fördjupad marknadsanalys för att kunna redovisas på ett korrekt sätt.

Bedömd möjlig investeringskostnad per laddningsplats för material och installation (vid montage av flera stolpar på samma område):

Laddstolpe:	10000 kr/laddningsplats (2 uttag)
Markarbeten:	2500 - 5000 kr/laddningsplats
Installation:	400 kr/laddningsplats
Totalt:	ca 13000 - 15000 kr/laddningsplats (2 uttag)

Om vi spekulerar i att laddstolpen på sikt kan upphandlas för 5000 kr/styck erhålls istället en bedömd möjlig totalkostnad på cirka 8000 - 10000 kr/laddningsplats (2 uttag), exklusive ev. betalsystem.

De initiala kostnader för laddplatser som på olika sätt kunna ta del av (ej möjliga att redovisa öppet i detta skede) ligger oftast betydligt högre än de kostnader som redovisas ovan.

Semisnabb laddning och ev. betalningsmöjligheter

(intressant t.ex. vid köpcentra och snabbmatsställen)

Denna typ av Laddningsstolpar/uttag förutsätts ha samma grundkomponenter som för "långsamladdning" men även vara utrustade med komponenter för att klara säkerhetskommunikation med bilens laddsystem (t.ex. Mode 3-laddning med kommunikationskontroll).

Den "första generationens" laddstolpar/uttag för Mode 3-laddning inkluderar ofta även mer sofistikerade lösningar för betalning och med möjlighet till externa kommunikationslänkar mot andra system (t.ex. via GPRS).

Den renodlade teknikskillnaden med kontaktdon anpassade för större effekter och Mode3-kommunikation är svårare att sätta ett pris på baserat på dagens tillgängliga information från marknadens parter. De relativt dyra demonstrationsstolpar som nu finns tillgängliga på marknaden för Mode 3-

laddning bedöms kunna prispressas en hel del när denna typ av laddplatsutrustningar serieproduceras i stora volymer (sannolikt inte förrän marknadspenetreringen för elfordon nått en betydande nivå).

Baserat på tillgänglig marknadsinformation så kan man *grovt anta* att en laddplats med uttag även för semisnabb laddning (anpassad för Mode 3-laddning) i det tidiga marknadsskedet blir *dubbelt så dyr som den enklare långsamladdningstolpen*. Kostnadsbedömningarna bör givetvis diskuteras vidare med den tillverkande industrin m.h.t. den IEC-standard som nu sätts för denna typ av laddsystem (se även ref 2 och 3).

Sannolikt kommer ett flertal laddstolpsprodukter på sikt att utrustas med minst två uttag varav ett för långsamladdning med 230 V och max 10/16 A, och ett för semisnabb laddning upp till lämplig maxnivå (en- och/eller trefas, sannolikt ej över 32A) för aktuell lokal laddplatsdimensionering. Angående aktuella/lämpliga kontaktdon se vidare i kapitel 5.3.

3.1.4 Drift och underhåll

Drift och underhåll för en laddplats med konduktiv laddteknik för långsam och/eller semisnabb laddning förväntas inte vara mer kostnadskrävande än för en normal parkering med motorvärmare. Betalningslösningarna som diskuterats i denna rapport är inte unika för fordonsladdningssystem och D&U-kostnader för dessa delar kan inhämtas från betalsystemleverantör på marknaden. Ett flertal av marknadsaktörerna kan erbjuda kompletta laddutrustnings- och betalsystemlösningar vilket innebär goda möjligheter att definiera en väl sammanhållen kostnadsbild för de tillhörande DoU-kostnader som kan uppstå (kan t.ex. hanteras via underhållsavtal). DoU-kostnaderna förväntas mot denna bakgrund att bli relativt låga för normala laddplatserna.

Eventuella kostnader för vandalism inkluderas inte i detta resonemang.

3.1.5 Summering av kostnader för olika laddsystem

I den särskilt redovisade kostnadsanalysen för laddsystem (Ref. 1, samt sammanfattat kort i kapitel 3.2 nedan) har vi valt ange ett antal olika kostandsnivåer baserade på tekniknivå och lokalisering av laddplats. Dessa kostnader sammanfattas i tabell 3.1 nedan och är grovt uppskattade baserade på relativt begränsad information om delkostnader och verkliga installationserfarenheter. Kostnadsnivåerna 1-4 nedan ska ses som rimliga bedömningar för den inledande marknadsfasen. Nivå 5-6 har använts i analyserna i Ref. 1 för att beskriva mer exklusiva laddstolpar inkl. betalningslösningar med relativt dyr installationskostnad i stadsmiljö.

Tabell 3.1. Sammanställning av olika kostnadsnivåer (beroende på tekniknivå och laddplatslokalisering) för laddplatsinstallationer som används i den särskilt redovisade kostnadsanalysen för laddsystem (Ref. 1, samt kort summering i kapitel 3.2 nedan)

	Kostnad inkl. laddstolpe, installation, eventuell grävning och betalsystem	Exempel på lokalisering
Stolpe 1	3 000 kr	Mycket enkel installation hemma
Stolpe 2	10 000 kr	Mode 1 ¹ . Mycket enkel lösning på stor parkeringsplats utan betalning; köpcentrum, arbetsplats eller annan plats där el kan ges bort
Stolpe 3	20 000 kr	Mode 3 ² . Enkel lösning på stor parkeringsplats med betalning; köpcentrum, arbetsplats, boendeparkering etc.
Stolpe 4	30 000 kr	På gata eller mindre parkeringsplats; boendeparkering etc.
Stolpe 5	80 000 kr	Ensam stolpe på stan
Stolpe 6	100 000 kr	Ensam stolpe på stan

1. långsam eller semisnabb laddning. Ingen kommunikation mellan ladduttag och bil.
2. Semisnabb laddning. Kommunikation mellan ladduttag och bil finns (Mode 3)

3.2 Kundkostnad för elfordonsladdning i olika miljöer

Innehållet i detta delkapitel är en mycket kort summering av delstudie 3 inom det i denna rapport sammanfattade Elforsk-uppdraget. Delstudie 3 omfattar "Kostnadsanalyser för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller" och har rapporterats separat via referens 1 (2009).

Det finns svårigheter i att ge en generell bild av vilka investeringskostnader som kan komma i fråga när det gäller att åstadkomma en avsevärt större utbyggnad av laddinfrastrukturen än vad som hittills skett. Kostnaderna per stolpe faller rimligtvis med ökad efterfrågan, men kommande säkerhetskrav, icke-utvecklade standarder, affärsmodeller, lönsamhet, kunders framtida behov m.m. kan komma att påverka prisbilden. Vidare kan laddning av många fordon vid hög effekt innebära att de lokala näten behöver förstärkas, vilket i sig är en kostnad som beror av förutsättningarna i det enskilda fallet. *Sammantaget bör hittills gjorda erfarenheter av installationskostnader endast med stor försiktighet användas för framtida prognoser.*

Det finns i stora drag tre typer av laddningsmiljöer. Dessa är offentliga platser, hemmet respektive arbetsplatser. För boende i villa och radhus kan långsamladdning i hemmet ofta ske relativt enkelt utan dyra investeringar (där investeringen, inklusive installationskostnad, bedöms uppgå till max 3000 kr). Med en återbetalningstid på fem år beräknas milkostnaden bli ca 2,50-4,00 kr vid hemmaladdning (inklusive el).

Boende i flerfamiljshus kan behöva ladda sin bil på gatan, i stora garage, i anslutning till arbetsplatsen eller på särskilda laddstationer i den offentliga miljön. I Tabell 3.2 illustreras exempel på kostnadsbilder för några olika offentliga miljöer och vid arbetsplatsen. Exempelen, som bygger på mycket grova uppskattningar, indikerar vad den enskilde kunden måste betala för el och laddning för att laddplatsoperatörens investering i laddutrustning ska vara återbetald inom fem år.

Tabell 3.2. Beräknad "kundkostnad" vid laddning av elfordon för olika laddnings-platser (Ref 1.)

Exempel på laddningsplats:	"Semi-snabbt" Stolpe på Stan	Laddning vid Arbetet	Laddning vid Gatan	Laddning vid Köpcenter
Laddningstyp	Semisnabb 400 V/16 A trefas	Långsam 230 V/10 A enfas	Långsam 230 V/10 A enfas	Långsam 230 V/10 A enfas
Investeringskostnad	30-60 kkr	12-24 kkr	12-24 kkr	12-24 kkr
Kostnad för drift och underhåll	15 kkr/år	5 kkr/år	5 kkr/år	5 kkr/år
Effektiv laddningstid per dygn	6 h	3 h	3 h	6 h
Kostnad för kunden (inkl. el)	1,90 - 2,10 kr/kWh	2,90 - 3,80 kr/kWh	2,90 - 3,80 kr/kWh	2,20 -2,70 kr/kWh
Milkostnad (el och laddning) för kunden	2,80 - 4,30 kr/mil	4,30 - 7,60 kr/mil	4,30 - 7,60 kr/mil	3,30 - 5,30 kr/mil

(Förutsättning: Antagen återbetalningstid på fem år och ett "totalt elpris" på 1,50 kr/kWh)

Som framgår av Tabell 3.2 varierar laddningskostnaden beroende på laddningsmiljö. Det beror inte enbart på att investerings- och driftkostnad kan variera, utan även på att den effektiva laddningstiden vid respektive stolpe förutsätts vara olika. Exempelvis kan antas att belägningsgraden för en parkeringsplats vid ett köpcenter inte är 100 % under hela den tid som köpcentret har öppet. I uppskattningarna ovan har en belägningsgrad om totalt 50 % antagits, och parkeringstiden (dvs. laddningstiden) för varje enskild bil har satts till 2 timmar. På arbetsplatsparkeringar är det troligt att en bil står parkerad på en och samma plats en längre tid, ca 8 timmar, men den effektiva laddningstiden blir ändå begränsad då batteriet sannolikt inte är helt tomt då bilen anländer. (Här har antagits att en genomsnittlig bil körs 4 mil per dag, vilket motsvarar ca 6-8 kWh.) Samma resonemang kan föras för boendeparkering på gatan.

Enligt uppskattningarna varierar milkostnaden (el och laddning) för kunden mellan 2,80 kr till 7,60 kr beroende på var kunden laddar. Det kan jämföras med ca 7 kr i drivmedelsrelaterad kostnad för en idag relativt bränslesnål (6 liter/100 km) bensinbil med dagens bensinpris (12 kr/liter). Det bör dock poängteras att kostnadsexemplen ska illustrera en möjlig utveckling. Siffrorna bygger på många osäkra antaganden och ska tolkas med stor försiktighet. Det finns anledning att återkomma till den här typen av kostnadsbedömningar efter en noggrannare genomgång av de ingående parametrarna.

Ett viktigt budskap från diskussionsunderlaget i ref. 1 är att beläggningsgraden vid laddstolpen i många fall är avgörande för affärsägarens möjlighet att erbjuda kunden attraktiva priser för laddning. I ett tidigt marknadsskede finns en påtaglig risk för låg beläggningsgrad vilket kan innebära att affärsägaren tvingas ta ut högre priser än önskvärt och därmed försvåras introduktionen av elfordon. *För att undvika den typen av negativ spiral kan det finnas anledning att genom statliga och kommunala stödsystem stötta utbyggnaden av infrastruktur, särskilt i ett inledande skede när beläggningsgraden kan antas vara låg.*

4 Grundläggande bedömningar och aktuella regelverk inför utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige

4.1 Förväntad successiv utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige

Ett flertal färsk utredningar (*ref. 4, 2009*) har genomförts de senaste åren angående bedömningar av tillväxten av elfordonsmarknaden och därmed nödvändig infrastrukturutbyggnad för laddning av elfordon i olika delar av Europa.

Bl.a. Miljöförvaltningen i Stockholms stad har i ett utlåtande till Miljö och Hälsoskyddsnämnden (*ref. 6, 2009*) formulerat tankar runt hur införandet av elfordon skulle kunna genomföras och även reflekterat runt de effekter detta skulle ha på introduktionstakt. Man finner att det initialt troligen bara behövs begränsade insatser i form av investeringar i laddinfrastruktur, men att de åtgärder som görs bör vara av den karaktären att man får största möjliga effekt ur informations- och reklamsynpunkt. Man kommer även fram till att det finns ett behov av identifiera platser och situationer där framförallt ägare till elbilar kan få verklig nytta av möjligheten att ladda, dvs. i de situationer man planerar att stanna en längre tid på samma plats innan åter eller vidare färd.

Baserat på tidigare genomförda utredningar angående utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige sammanfattas nedan en inom ramen för Elforsk-programmet "Laddningshybrider och elfordon" bedömning av hur denna utbyggnad kan komma att ske i Sverige.

Utbyggnad av laddningsinfrastruktur i Sverige – En branschgemensam bedömning

Tidigare erfarenheter visar att användare av elfordon helst laddar hemma i anslutning till det egna garaget eller på besöksplatser där de stannar en längre tid. Publika laddställen användes ganska lite under 1990-talets större demonstrationssatsningar med elfordon. Ett skäl till detta beteende kan vara användarnas behov av trygghet i resandet. Man vill veta att man säkert kommer fram till målet, och elbilar kan inte fyllas på med en "reservdunk" när batteriet är urladdat. Konsekvensen blir att man planerar sitt resande så att man säkert vet att batteriet är fulladdat när man ger sig iväg, och att resan man gör är kort och förutsägbar. *Behovet av "laddningstrygghet" har sannolikt minskat i och med det nya perspektivet med PHEV-koncept introducerade på marknaden.*

För att kunna förlita sig på snabbladdning måste laddningen verkligen vara snabb, inte ta mycket längre tid än en bensintankning, och nätet av stationer ordentligt utbyggt. Snabbladdning är komplicerat och kräver olika laddcykler för olika fordon/batterityper. Detta blir en omfattande och kostsam investering som sannolikt ligger ett flertal år fram i tiden. En förstudie angående den internationella utvecklingen avseende snabbladdning och induktiv laddning har genomförts inom Elforsk-programmet under 2009/2010.

Med tanke på att snabbladdningsstationer innebär en betydligt högre investeringskostnad än laddplatsutrustning för långsamladdning, och ev. medelsnabb laddning, är det rimligare att tro att elfordonen under det första marknadsskedet i första hand kommer att långsamladdas där de står uppställda under lägre tider d.v.s. hemma och på besöksparkeringar på stan och hos företag. Snabbladdningsstationer bedöms kunna bli lönsamma först på längre sikt när antalet elfordon nått en betydande volym och nya batterier anpassade för snabbladdning nått kommersiella prisnivåer.

Laddhybrider (PHEV) är p.g.a. förbränningsmotorn inte beroende av laddning, såsom renodlade elfordon (BEV), för att fungera. Laddning av PHEV blir istället ett sätt att minska miljöbelastningen och driftkostnaderna. Tillsammans med erfarenheterna sammanfattade ovan leder detta till slutsatsen att det sannolikt inte krävs någon omfattande publik laddinfrastruktur för denna typ av elfordon.

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

Nedan följer en kortfattad beskrivning av den förväntade/tänkbara utbyggnaden av laddningsinfrastruktur i Sverige (se även ref. 4):

1. I de delar av landet som har befintliga motorvärmareinstallationer så kan dessa relativt billigt uppgraderas för laddning av elfordon (vid garage, arbetsplatsparkeringar och lämpliga större fastighetsparkeringar). Parallellt etableras ett begränsat antal publika laddplatser i p-hus och vid markparkeringar på tomtmark för att skapa uppmärksamhet och underlätta för befintliga elbilar och de första nya användarna. Främst handlar det om centrala lägen i större tätorter (inkl. närförorter till storstäder), större infartsparkeringar i storstadsregioner och vid vissa större köpcentra. *Detta sker redan idag i ett flertal regioner/storstäder i Sverige.*
2. I nästa marknadssteg (ökad volym av elfordon möjligt att upphandla) ökar antalet företagsparkeringar, med laddningsmöjligheter, där företaget eller en bilflotteoperatör köpt in elfordon. Körmonster för dessa bilflottor blir drivande för var infrastrukturen för laddning byggs ut.

Även batteribyteslösningar kan bli aktuella för de "företagsbaserade transportfordonen".

3. Privata p-platser för förmånsbilister i villa. Här har samhället ingen ekonomisk roll och här finns redan i stor utsträckning motorvärmarruttag som kan användas.
4. Företagsägda besöksparkeringar där kunderna använder elfordon t ex stora tjänsteföretag, restauranger och köpcentra. Företagsbaserade investeringar. *Begränsade initiala DEMO-insatser pågår (2010) för denna typ av laddningsinfrastruktur.*
5. Fler publika platser i p-hus och markparkeringar i innerstaden för att underlätta för innerstadsbor att köpa elfordon och ladda under natten. Gäller privata parkeringsägare och bostadsrättsföreningar, men innebär också ett utökat engagemang för kommunala parkeringsbolag.
6. Gatuparkeringar i innerstaden om detta visar sig möjligt och nödvändigt för att underlätta för boende och besökare. Här verkar det som att de snedställda parkeringsplatserna längs mindre trafikerade bostadsgator i innerstaden kan vara de mest lämpade.
7. Snabbladdning på bensinstationer och längs motorvägar. De framtida marknadsförutsättningarna för denna typ av laddinfrastruktur är i dagsläget mycket osäkra och kommer att utredas vidare framgent. Ett mindre antal demonstrationsplatser med snabbladdning kan ev. bli aktuellt i Sverige före 2020.
8. I ett längre perspektiv (efter 2020) kan även induktiva laddningslösningar etableras. Osäker framtidsmarknad i dagsläget, behöver utredas ytterligare.

För att få mesta möjliga nytta av laddningsinfrastrukturen är det nödvändigt med standardiserade lösningar. Aktuella standarder för fordonsladdning är under revidering och revideringarna under 2010 kommer att tydliggöra lämpliga tekniklösningar (Ref. 2 och 3) inför den fortsatta utbygganden av laddningsinfrastruktur i Sverige. För att finna bra standardlösningar är det dock viktigt att skapa sig efterenhet av de lösningar som olika aktörer presenterar innan en standard fastslås. Försök med olika former av utbyggnad är därför viktigt att utvärdera.

4.2 Allmänna regler vid installation av laddstationer och laddstolpar

Stockholm Stad har i sitt arbete inför provverksamhet med elfordon i Stockholm gjort utredningar kring regler för olika typer av laddstolpsinstallationer och som sammanfattas nedan (Ref 6). *Den följande beskrivningen överensstämmer till stora delar med motsvarande redovisningar i Ref. 4 och 6.* Aktuella regler som berör nätkoncession redovisas i kapitel 4.3 och regler för elinstallationer för laddplatser redovisas i kapitel 4.4.

4.2.1 Gatumark

Inom den offentligrättsliga detaljplanelagda gatumarken gäller alltid trafiklagstiftningen och trafikförordningen. Vid användning av gatumarken/markupplåtelse för laddplatser skall Trafikkontoret se till att hänsyn tas till renhållning (inkl snöröjning), stadsbild, trafik (all trafik inkl gångtrafik, cykel, handikappade mm) och miljö. Polistillstånd enligt ordningslagen kan behövas. *En generell bedömning som lyfts fram är att det kan bli svårt att uppfylla kraven gällande framförallt renhållning och trafik längs trottoarer i innerstaden om man sätter upp laddstolpar.*

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

Reserverade parkeringsplatser för elbilar

Sveriges regering har under februari 2010 beslutat att uppdra åt Transportstyrelsen att lämna förslag på nödvändiga författningsändringar som gör det möjligt för behöriga myndigheter att reservera särskilda parkeringsplatser för elbilar och laddhybridbilar.

För att de laddplatser som nu börjar anläggas ska komma rätt målgrupp tillgodo bör det vara möjligt för behöriga myndigheter att reservera laddplatserna för elbilar och laddhybridbilar. Transportstyrelsen ges därför i uppdrag att utreda hur detta kan åstadkommas samt lämna förslag på nödvändiga författningsändringar.

Uppdraget ska redovisas senast den 10 maj 2010 efter samråd med Statens energimyndighet, Vägverket samt Sveriges Kommuner och Landsting.

4.2.2 Tomtmark

Ytor som är parkeringsytor enligt detaljplanen kan utrustas med laddningsmöjlighet om markägaren ger tillstånd. När staden äger marken är parkeringsytan oftast utarrenderad (t.ex. till Stockholm Parkering), och då ska arrendatorn medge detta. På tomtmark är det möjligt att reservera platser för särskilda fordonstyper, t ex elbilar eller miljöbil.

4.2.3 Parkeringshus

Parkeringshusets ägare avgör om laddplats skall installeras. Tre regelverk styr säkerheten vid etablering av laddplatser inomhus:

- **Arbetskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1988:4 "Blybatterier"** som bl.a. innehåller föreskrifter om blybatterier för drivning av fordon. Dessa föreskrifter omfattar krav på luftväxling, en separat och avskärmad laddplats, förbud för öppen eld, anordning för ögonspolning och brandsläckningsutrustning. *Elbilen nämns inte som exempel på tillämplig fordonstyp, utan exemplen är eldrivna truckar, monteringsvagnar och städmaskiner.*
- **Boverkets byggregler BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2006:12, §6:25.**
§6:25:
"Ventilationen ska utformas så att erforderligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden. Det ska också kunna föra bort hälsofarliga ämnen, fukt, besvärande lukt, utsöndringsprodukter från personer och byggmaterial samt föroreningar från verksamheter i byggnaden".

I tidigare version av Boverkets byggregler (BFS 1998:38, §6:232, senare borttagen) fanns för ett normalt garage ett angivet krav på luftväxling med 22,5 l/s och p-plats. Enligt formeln i Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter "AFS 1988:4 Blybatterier" skulle en normal elbil kräva en luftväxling på ca 17 l/s.
- **Svensk standard från SIS: SS-EN 50272-3 "Laddningsbara batterier och batterianläggningar – säkerhet – del 3: Traktionsbatterier"**

Ingen av dessa tre föreskrifter nämner Li-Ion (Litium Jon) eller NiMH-batterier (Nickel Metall Hydrid) som är de moderna batterityper som förväntas komma i elbilar och laddhybrider. Enligt MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) är den springande punkten om det bildas vätgas vid laddningen (kan leda till knallgas). Ett ventilationskrav så som det existerande för blyackumulatorer bedöms inte vara nödvändigt med hänsyn till eventuell gasbildning då det under normal laddningsfas inte bildas brännbara/explosiva gaser vid laddning av litium-jon-batterier. *Ett klagörande av regelverket avseende säkerhetsaspekter vid laddning av dessa nya batterityper behöver göras.*

En nyligen rapporterad studie (dec. 2009) i form av ett Fortum-finansierat examensarbete (Ref. 11) angående "Säkerhetsaspekter vid laddning av elfordon innehållande litium-jonackumulatorer" har behandlat dessa frågor ytterligare och utgör en bra bas för fortsatt bearbetning av denna frågeställning.

4.2.4 Arbetsmiljöföreskrifter

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

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

Bl.a. ställs krav här på att arbetsgivaren måste göra riskanalyser och utgå från skyddsregler för sina arbetstagare. Det finns också särskilda föreskrifter när det gäller bly, AFS 92:17, samt allmänna råd om tillämpningen av dessa föreskrifter. Föreskrifterna omfattar i stort sett allt arbete där blyexposition kan förekomma. AFS 2005:17 anger vidare hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar som gäller all slags verksamhet där luftföroreningar i form av damm, rök, dimma, gas, eller ånga kan förekomma.

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

4.3 Dagens regelverk för nätkoncession och försäljning av laddtjänster vid elfordonsladdning

Energimarknadsinspektionens (*EI i den efterföljande texten*) bedömning (ref 5) är att det nuvarande regelverket medger att en infrastruktur för laddning av elbilar och hybrider kan utvecklas. De, liksom elbranschen i övrigt, bedömer dock att det kan finnas skäl att se över vissa områden där regelverket kan förbättras i syfte att underlätta infrastrukturutbyggnaden. En genomgång av några sådana frågeställningar ges nedan.

4.3.1 Koncessionsfrågor

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

En elektrisk starkströmsledning får inte byggas eller användas utan tillstånd (nätkoncession). En nätkoncession ska avse en ledning med i huvudsak

bestämd sträckning (nätkoncession för linje) eller ett ledningsnät inom ett visst område (nätkoncession för område) (2 kap. 2 § ellagen).

Icke koncessionspliktiga nät

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

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

4.3.2 Anslutningsfrågor

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

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

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

4.3.3 Mätning av el

Ellagens bestämmelser anger att den som har nätkoncession är skyldig att utföra mätning av mängden överförd el och dess fördelning över tiden. Om en elanvändare har ett säkringsabonnemang om högst 63 ampere ska nätkoncessionshavaren i stället dels preliminärt beräkna mängden överförd el och dess fördelning över tiden (preliminär schablonberäkning), dels slutligt mäta mängden överförd el och beräkna dess fördelning över tiden (slutlig schablonberäkning). Detta gäller inte en elanvändare som begärt att mängden överförd el och dess fördelning över tiden ska mätas. Det åligger nätkoncessionshavaren att rapportera resultaten av de mätningar och beräkningar som görs (3 kap. 10 § ellagen). En elanvändare som vill att mätning ska ske på annat sätt än ovan kan få en sådan mätning men måste

som huvudregel själv betala för de extra kostnader som det medför (3 kap. 11 §).

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

Enligt nuvarande lagstiftning ska individuell mätning ske vid varje uttagspunkt. *Det finns anledning att se över om detta krav är "begränsande" när laddinfrastrukturen för elfordon ska utvecklas.* EI har under 2009 haft i uppdrag att utreda möjligheterna att undanta mindre anläggningar från kravet på individuell mätning, exempelvis enstaka gatlampor, reklamskyltar osv. *I det uppdraget har EI även analyserat behovet av undantag för vissa större belysningsanläggningar och laddstolpar för elfordon (ref 7, daterad 2009-11-20).*

Frågan om undantag för elbilar och laddhybrider från kravet på mätning.

Energimarknadsinspektionen har i denna frågeställning utgått från den information som tagits fram och redovisats inom ramen för Energimyndighetens KAMEL-utredning 2009 (ref. 4).

Laddstolpar skiljer sig från de andra mindre anläggningar som omfattas av EI:s utredning (ref. 5). Ett eventuellt undantag avseende mindre anläggningar skulle inte omfatta laddstolpar. Detta beror bl.a. på att det inte är möjligt att med någon säkerhet uppskatta mängden överförd energi i en sådan anläggning eftersom den är beroende av enskilda individers nyttjande. När det gäller frågan om det i dagsläget är aktuellt att överväga ett särskilt undantag från mätkravet avseende laddstolpar så hänvisar EI till att följande omständigheter bör beaktas.

Introduktionen av elbilar och laddhybrider befinner sig i ett inledande skede. Hur och var laddning kommer att ske i framtiden är ännu oklart och det finns många tänkbara alternativa marknadslösningar. Mycket talar för att publik laddning i ett inledande marknadsskede i huvudsak kommer att ske genom ett enfas 230 V uttag med 10 eller 16 A max uttag. Laddning vid hem, företag och vissa parkeringsplatser är enligt Energimyndigheten (m.fl. utredningar) det system som utan tvivel för en lång period framöver kommer att vara det vanligaste sättet att ladda.

Om laddning sker vid hemmet inom ramen för ett redan befintligt elabonnemang och inom ett icke koncessionspliktigt nät på eller inom en byggnad behöver inte elen mätas separat. Laddplatser kan också finnas på parkeringsplatser vid arbetsplatser och i anslutning till köpcentra. *För den typen av "större laddplatser" kan det enligt Energimarknadsinspektionen finnas skäl att utreda om det behövs ytterligare undantag från kravet på nätkoncession. Ett undantag från kravet på nätkoncession innebär att mätning inte behöver ske inom det icke koncessionspliktiga nätet.* Även om mätning av el inte måste ske är det dock troligt att någon typ av mätning kommer att ske för att kunden ska kunna debiteras för en ev. laddningstjänst.

Utöver nämnda laddningsmöjligheter är det möjligt att det kommer att finnas enstaka laddstolpar efter vägarna. Det är möjligt att marknadens aktörer kommer att ha skäl att mäta den överförda elen i dessa uttagspunkter för att

kunna debitera elanvändarna. Möjligen kan det finnas skäl att överväga om laddstolpar ska få kopplas till andra icke koncessionspliktiga nät och överföring av el till annan tillåtas. Detta skulle kunna bli aktuellt om exempelvis en kommun vill införa fri laddning och önskar koppla enstaka laddstolpar till ett internt belysningsnät.

Sammanfattningsvis anser Energimarknadsinspektionen inte att det i dagsläget finns något som talar för att ett undantag från kravet på mätning skulle underlätta introduktionen av elbilar och laddhybrider. Det förefaller också mindre lämpligt med mätundantag avseende anläggningar där mängden överförd el inte går att uppskatta med någon säkerhet. Till detta kommer att kostnaden för installation och mätning generellt inte är lika hög när det gäller nyinstallationer som vid installation i redan befintliga anläggningar. Mätning torde dessutom ändå behöva ske för debitering av elanvändarna.

Energimarknadsinspektionen bedömer mot denna bakgrund att något undantag från kravet på mätning inte bör införas i dagsläget. *De eventuella problem som kan finnas löses troligen bättre inom ramen för regelverket avseende icke koncessionspliktiga nät.*

4.3.4 Frågan om "rätt till överföring av el för annans räkning"

Laddinfrastruktur för elbilar kan hanteras som vilken annan eluttagpunkt som helst. Den aktör som vill sätta upp laddinfrastruktur blir då kund, i respektive laddstolpe, med tillhörande anslutning, nätabonnemang och valfritt elhandelsföretag. Laddplatsaktören kan via detta anslutningssätt sälja "Laddtjänst" till elbilsägaren.

Om antalet uttagpunkter till det koncessionspliktiga elnätet kan begränsas minskar givetvis den totala kostnaden för laddinfrastrukturen. *IKN-förordningens undantag från koncessionsplikt* och möjligheten att på dessa elnät *överföra el för annans räkning* innebär en möjlighet till lägre anläggningskostnader för de laddplatsaktörer som kan tillämpa denna förordning.

Två grundläggande förutsättningar ska i så fall vara uppfyllda om IKN-förordningen ska kunna tillämpas:

- Att platsen kan tolkas som ett undantag från koncessionsplikten enligt IKN-förordningen
- Att platsen enligt IKN-förordningen har ett internt nät där det är tillåtet att "överföra el för annans räkning".

I sådana fall kan även andra än den som äger nätet sälja el till laddkunder. För att få överföra el för annans räkning måste dock Energimarknadsinspektionen först göra en bedömning att "beaktansvärda skäl föreligger" enligt 23 § 2 st. IKN-förordningen.

I de fall där det är tillåtet att överföra el för annans räkning är det också tillåtet att sälja elen vidare till kund utan att söka ytterligare tillstånd. I de fall

där det inte är tillåtet att överföra el för annans räkning går det heller inte att ta separat betalt för den uppmätta elförbrukningen. Den som äger laddstolpen får i sådana fall försöka ta betalt för förbrukningen på annat sätt. Exempelvis kan man inkludera kostnaden för laddning i parkeringsavgiften. Detta förfarande är dock en "juridisk gråzon", som ännu inte prövats rättsligt.

Svensk Energi har i den nyligen sammanställda vägledningen "Laddinfrastruktur för elfordon" (Ref. 12) sammanställt ett antal tillämpningsexempel där en utbyggnad av laddinfrastruktur är tänkbar enligt dagens koncessionsregler. För varje exempel beskrivs dels tillämplig bestämmelse i IKN-förordningen och dels en bedömning av om undantag enligt förordningen är möjligt. I tabellen nedan summeras några av dessa exempel kortfattat.

Tabell 4.1: Tillämpning av IKN-förordningen för 5 tänkbara laddställen (Ref. 12).

Typ av plats för laddstolpe	Undantaget från koncessionsplikt?	Tillåtet att överföra el för annans räkning?
Längs stadsgata	Nej	Nej
På stormarknadsparkering	Ja, om industrianläggning	Ja, om industrianläggning
I parkeringshus	Ja	Ja
På allmän parkeringsplats	Nej	Nej
Vid flerfamiljshus	Ja	Nej

4.4 Regelverk för Elnstallationer och elsäkerhet för laddplatsen

Det finns ett antal lagar, förordningar, direktiv och föreskrifter som rör laddstolpar för elfordon:

- Ellagen (1997:857)
- Starkströmsförordningen (2009:22)
- Elnstallatörsförordningen (1990:806)
- Förordningen (1993:1068) om elektrisk materiel
- Elsäkerhetsverkets föreskrifter om viss elektrisk materiel samt allmänna råd om dessa föreskrifters tillämpning (ELSÄK-FS 2000:1)
- Starkströmsföreskrifterna (ELSÄK-FS 2006:1, 2008:1, 2008:2, 2008:3, 2008:4)
- Lågspänningsdirektivet (2006/95/EG)

Alla dessa innehåller övergripande regler för elsäkerhet. De kan därför vara svåra att tillämpa för den som vill bygga laddstolpar. För att säkerställa att *skall*-kraven i lagstiftningen uppfylls finns ett antal standarder framtagna som beskriver vilka säkerhetskrav laddstolpar för elfordon *bör* uppfylla.

Befintlig standard för konduktiv laddning av elfordon

Den nu gällande standarden för konduktiv laddning av elfordon, SS EN-61851-1 Elbilsdrift - Konduktiv laddning - Del 1: Allmänna fordringar och SS-EN 61851-22 Elbilsdrift - Konduktiv laddning - Del 22: Laddningsstation för växelström, är materialstandarder för säkerhet (samma som IEC:s standard EN 61851-1 och -22). Säkerheten avser personsäkerhet respektive funktionssäkerhet på grund av undvikande av värmeutveckling och gnistor i kontakterna. SS EN 61851-1 uppfyller kraven enligt lågspänningsdirektivet. För kontakter för allmänt bruk gäller nationella regler. Att notera är att standarden IEC 61851-1 och SS EN 61851-1 ger en beskrivning av erforderlig funktionalitet för laddning och ger utrymme för nationella variationer för att passa lokala förutsättningar (några exempel är val av laddningsmod och hur kontaktingen skall ske).

Elinstallationsstandarden SS 436 40 00, "Utförande av elinstallationer för lågspänning, utgåva 2"

Den standard som gäller för "elinstallationer för lågspänning" i samband med etablering av laddplatser för elfordon i Sverige är elinstallationsstandarden SS 436 40 00, *"Utförande av elinstallationer för lågspänning, utgåva 2"*. Nedan lyfts en del av innehållet, som särskilt berör laddplatser för elfordon, i denna elinstallationsstandard fram:

Skydd mot barnolycksfall, SS 436 40 00, 41A.2.6:

Nätanslutna uttag i lågspänningsanläggningar ska antingen vara försedda med petskydd eller utföras eller placeras så, att risken för barnolycksfall begränsas.

Vid användning av uttag som inte är utförda med petskydd kan risk för barnolycksfall begränsas genom att uttagen:

- placeras minst 1,7 m över golv eller mark, eller
- är skyddade av fast inredning eller stationär utrustning såsom spis eller kylskåp, eller
- är blockerade, eller
- är försedda med låsbart lock, eller
- är skyddade på annat sätt.

Jordfelsbrytare, SS 436 40 00, 708.531.2

Följande fordringar gäller som tillägg:

Varje uttag ska skyddas individuellt av en jordfelsbrytare vars märkutlösningsström är högst 30 mA.

Jordfelsbrytaren ska fränkoppla alla spänningsförande ledare, inklusive neutralledaren.

I pågående standardiseringsarbete (IEC 61851-1) inom IEC (februari 2010) föreslås jordfelsbrytare av Typ A eller likvärdig.

Överströmsskydd, SS 436 40 00, 708.533

Följande fordringar gäller som tillägg:

Varje uttag ska vara individuellt skyddat av ett överströmsskydd i enlighet med fordringarna i kapitel 43. Varje gruppleddning som är avsedd för fast anslutning av en villavagn ska skyddas individuellt av ett överströmsskydd i enlighet med fordringarna i kapitel 43.

Kommentar från denna Elforsk-utredning:

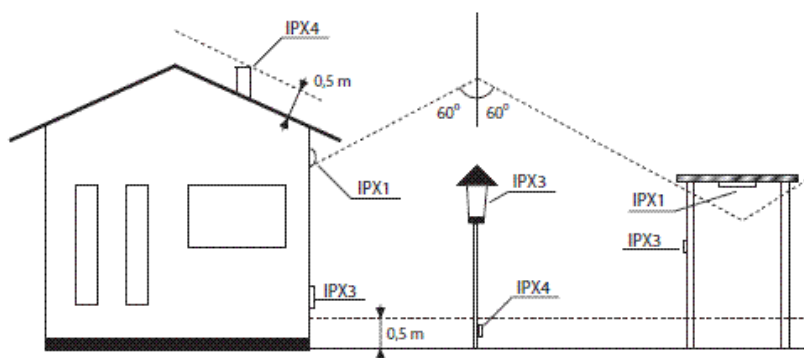
Med tanke på den omfattande, och väl fungerande användningen av motor- och kupévärmare i Sverige vars effektuttag motsvarar långsamladdning (6A alt. 10A, 230V), så är det önskvärt att befintliga eluttag även ska kunna användas till långsamladdning av fordon. I de fall jordfelsbrytare saknas så rekommenderas att dessa äldre eluttag kompletteras med jordfelsbrytare om uttagen ska utnyttjas för fordonsladdning.

SS 436 40 00, 751 Elinstallationer i fuktiga och i våta utrymmen samt elinstallationer utomhus

För elinstallationer utomhus, i fuktiga och våta utrymmen gäller kapslingsklasser enligt nedanstående tabell och figur.

Tabell 4.2: Kapslingsklasser (enligt SS 436 40 00, 751)

Utrymme	Kapslingsklass	Användning
Utomhus	IPX4	Elmateriel som är placerad på ett vinkelrätt avstånd av högst 0,5 m från ett vågrätt eller lutande plan (mark, golv, yttertak etc.)
	IPX3	Elmateriel som kan utsättas för regn, men som är placerad på ett större vinkelrätt avstånd än 0,5 m från ett vågrätt eller ett lutande plan (mark, golv, yttertak etc.).
	IPX1	Elmateriel som är placerad på sådant sätt att den är skyddad mot regn.
Fuktiga utrymmen	IPX1	
Våta utrymmen	IPX4	



Figur 4.1: Kapslingsklasser (enligt SS 436 40 00, 751)

4.5 Användning av motorvärmarruttag för laddning av elfordon

Motorvärmarsystem är tänkta att huvudsakligen användas under vinterhalvåret, medan laddning av elbilar innebär en åretruntanvändning. Den befintliga elektriska infrastrukturen med motorvärmare är i de flesta fall möjlig att utnyttja för långsam laddning av elfordon (normalt upp till max 10A) och utesluter i de flesta fall möjligheterna till medelsnabb laddning. För att nyttja denna infrastruktur för fordonsladdning så måste dimensionering ses över och säkerhetsaspekter enligt gällande regler för elinstallationer följas (se även kap.4.4).

Användning av motorvärmare skiljer sig geografiskt. I södra Sverige kontrolleras energianvändningen huvudsakligen via timers och normalt sker användning under två-tre timmar per dag. I norra Sverige används motorvärmare mer frekvent och den elektriska infrastrukturen för motorvärmare är mer utbredd.

Utrustning, kablar, säkringar etc. av den elektriska infrastrukturen för motorvärmare på större parkeringsplatser är inte dimensionerade för samtidig full last på alla anslutna uttag. Av ekonomiska skäl så dimensioneras en parkeringsanläggning med motorvärmare normalt för cirka 50% av den maximala beläggningen, med antagandet att den förväntade belastningen inte inträffar samtidigt. För att undvika risk med överbelastning vid framtida nyttjande av fordonsladdning på denna typ av eluttag så bör elförbrukning på större parkeringsplatser dimensioneras och styras på ett väl genomtänkt sätt.

Nedan sammanfattas några aspekter att beakta i samband med konvertering av motorvärmarruttag till att även kunna nyttjas för laddning av elfordon;

- Om timer finns installerad så måste denna bortkopplas, vilket kräver en certifierad elektriker
- Kontrollera att det finns jordfelsbrytare på uttagen
- Kontrollera om kabeldimensioner är tillräckliga
- Kontrollera att det inte uppstår någon laddningssituation som kan få säkringarna att lösa ut vid det specifika uttaget
- Kontrollera att säkringarna i säkringsskåpet för laddplatsen är tillräckliga för att garantera tillförlitlig strömförsörjning för flera uttag
- Kontrollera med leverantören av utrustning att reservdelar finns vid ev. framtida komponentutbytesbehov
- Kontrollera om hela modulen måste bytas
- Undersök om befintlig kapsel kan användas för den nya modulen

Oftast är det anslutningskablar som kommer att vara begränsande vid dimensioneringen av laddplatsen. Riktlinjer för kabeldimensioner sammanfattas i tabell 4.3 nedan. Detaljerade rekommendationer för

dimensionering av större laddplats bör inhämtas från behöriga installationsbolag.

Tabell 4.3 Riktlinjer för kabeldimensioner beroende på säkringsnivå och förväntad last.

Säkring	ledarmaterial / ledararea	Riktlinje för laddning av elfordon (2300 W / bil)
10 A	Cu / 1.5 mm ²	1 bil / fas
16 A	Cu / 2.5 mm ²	1 bil / fas
20 A	Cu / 4 mm ²	2 bil / fas
25 A	Cu / 6 mm ²	2 bil / fas
35 A	Cu / 10 mm ²	3 bil / fas
50 A	Cu / 16 mm ²	5 bil / fas
63 A	Cu / 25 mm ²	6 bil / fas

4.6 Strömbegränsning för att undvika överbelastning vid begränsande huvudsäkring i mindre fastigheter

I de fall elfordonet behöver laddström över 10 A så bör elinstallationen och fastighetens elabonnemang (huvudsäkring) anpassas extra noga till detta för att undvika överbelastning.

I den inledande marknadsfasen kommer merparten av elfordonen att var konstruerade för enfas-laddning vilket innebär relativt höga strömstyrkor för att uppnå s.k. semi-snabb laddning (30A/230 V ger ca 7kW). I ett senare marknadsskede är det möjligt att trefas-laddade elfordon kommer att öka i omfattning i vissa länder (bl.a. Sverige) vilket innebär enklare installationer för att klara s.k. semi-snabb laddning.

Den första generationens nyproducerade elbilar förväntas huvudsakligen att laddas med maxström i intervallet 10-16A (enfas). Vid laddning över 10 A kan tillfällen uppstå då fastighetens totala eleffektbehov innebär strömbelastning nära befintlig huvudsäkringsgräns.

Abonnemangsavgift för elnätanslutningen till fastigheten/laddplatsen betalas m.a.p. huvudsäkringens storlek (A) och i intervallen 16-20-25-35 A ökar årskostnaden med ca 700 – 1300 kr per steg (totalt ca 3000 kr mellan 16 – 35 A). Denna kostnad kan variera en del mellan Elnätbolagens prisuppgifter.

Det finns olika sätt att förbereda denna typ av laddplaster för framtida varierande behov av laddström;

- Ökad huvudsäkring och anpassad elinstallation
- Begränsa den maximala laddströmmen till bilen (bör gå att styra från bilen kontrollsystem). 10 A räcker bra för "hemmaladdning över natten".
- Installera laddsystem i fastigheten med möjlighet till strömbegränsning

Nedan kommenteras kortfattat ett antal möjliga alternativ till system med strömbegränsning. Marknadsutvecklingen avseende efterfrågan på bilarnas laddtekniklösningar (1-fas eller 3-fas samt maximal laddström) kommer givetvis att påverka om några/något av de nedan kommenterade alternativen kan bli intressanta för fastighetsägarnas laddtagsinstallationer.

Alternativa systemlösningar för strömbegränsning vid laddning:

1. **Bilarna har 3 st styrda enfaslikriktare.**
Elcentralen har AMR, som ger uppgift om effektuttaget i respektive fas. Det aktuella strömuttaget relateras till mätarsäkringen och via signaler till bilen anpassas laddningen individuellt i de tre likriktarna. Man kan då utnyttja alla tre mätarsäkringarna fullt ut.
2. **Bilarna har 3 stycken enfaslikriktare.**
I elcentralen, till utgående grupp (bara till laddningen), anordnas en spänningsreglering (tre enfaseheter) som sänker spänningen i proportion till tillgänglig ström i respektive fas. Effektsignaler (en för varje fas) från AMR utnyttjas. Anläggningen fungerar som en styrbar strömkälla där laddningsströmmen blir maximal med hänsyn till abonnentens huvudsäkringar så länge som tillgänglig ström underskrider maximalt tillåten laddningsström för bilen.
3. **Bilarna har en styrd trefaslikriktare.**
Centralen har AMR, som ger uppgift om effektuttaget i respektive fas. Det aktuella strömuttaget för den hårdast belastade fasen relateras till mätarsäkringen och via signal till bilen anpassas laddningen (lika hög ström i alla faserna).
4. **DC-system.**
Bilen slipper likriktare, men måste i praktiken ha DC/DC-omvandlare, som kan ställas in så att laddningseffekten sjunker med spänningen. Likriktning och spänningsreglering utifrån återstående kapacitet relativt mätarsäkringarna sker i elcentralen.
5. **Bilarna har en enfaslikriktare.**
I elcentralen, till utgående grupp (bara till laddningen), anordnas en spänningsreglering som sänker spänningen i proportion till tillgänglig

ström. Effektsignaler (en för varje fas) från AMR utnyttjas. Till skillnad från alternativ 2 finns också en tre- till enfasomvandlare. Anläggningen fungerar som en styrbar strömkälla där laddningsströmmen blir maximal med hänsyn till abonnentens huvudsäkringar så länge som tillgänglig ström underskrider maximalt tillåten laddningsström för bilen.

6. **Bilarna har en enfaslikriktare.**

I elcentralen, till utgående grupp (bara till laddningen), inkopplas en tre- till enfasomvandlare. Effektsignaler (en för varje fas) från AMR utnyttjas för att styra omvandlaren så att tillgänglig ström för respektive fas kan användas till laddning av bilen. I en förenklad variant används en automatiskt styrd fasväljare (som kopplar in den för stunden lägst belastade fasen) i stället för tre- till enfasomvandlaren.

5 Förslag till rekommendationer avseende lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon

5.1 Regelverk och rekommendationer avseende lågspänningsinstallationer för laddning av elfordon

Med utgångspunkt från de regelverk som gäller för elinstallationer i Sverige samt den aktuella inriktningen inom det internationella standardiseringsarbetet för elfordon och laddningsinfrastruktur, så har detta förslag till rekommendationer för "Lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon med ombordmonterade laddare" arbetats fram inom ramen för Elforsk-programmet "Laddningshybrider och elfordon" (se även separat redovisad kortversion inom Elforsk-samarbetet, Ref. 14).

Dessa rekommendationer är sammanställda som ett stöd till elbranschen i Sverige för att hjälpa de aktörer som är intresserade av installationer av infrastruktur för laddning av elbilar.

Rekommendationerna är begränsade till utrustning för konduktiv laddning upp till och med 400 volt (tre faser) och 63 Ampere (Figur 5.1). När det behövs, kommer det att även att sammanställas anvisningar för:

- Batteribytesstationer (Figur 5.2)
- Snabbladdningsstationer (Figur 5.3)
- Kompletterande anvisningar för induktiva laddningslösningar

		
Figur 5.1 Laddstolpe för konduktiv laddning	Figur 5.2 Batteribytesstation	Figur 5.3 Snabbladdningsstation

Oberoende av denna rekommendation skall installationen uppfylla kraven i **Starkströmsföreskrifterna, ELSÄK-FS 2008:1.**

5.1.1 Koncessionsfrågor

Enligt ellagen avses med nätverksamhet att ställa elektriska starkströmsledningar till förfogande för överföring av el. Till nätverksamhet hör också projektering, byggande och underhåll av ledningar, ställverk och transformatorstationer, anslutning av elektriska anläggningar, mätning och beräkning av överförd effekt och energi samt annan verksamhet som behövs för att överföra el på det elektriska nätet (1 kap. 4 § ellagen (1997:857)). En elektrisk starkströmsledning får inte byggas eller användas utan tillstånd (nätkoncession). En nätkoncession ska avse en ledning med i huvudsak bestämd sträckning (nätkoncession för linje) eller ett ledningsnät inom ett visst område (nätkoncession för område) (2 kap. 2 § ellagen).

Icke koncessionspliktiga nät (IKN)

Förordning (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen anger när man får bygga en ledning utan nätkoncession, så kallade icke koncessionspliktiga nät (IKN). I förordningsmotivet (Fm 2007:1), som förtydligar syftet och bakgrunden med bestämmelserna, anges att tre grundläggande förutsättningar måste vara uppfyllda;

- ledningen ska vara ett internt nät, dvs. *innehavaren ska överföra el för egen räkning*,
- ett internt nät får inte ha för stor utbredning
- området ska vara väl avgränsat

Elmätning

Enligt 3 kap. 10 § ellagen ska nätkoncessionshavare mäta mängden överförd el och dess fördelning över tiden. Av förordningen (1999:716) om mätning, beräkning och rapportering av överförd el följer att mätningen ska ske timvis om elanvändaren har ett säkringsabonnemang över 63 ampere och i övriga fall månadsvis. Detta gäller för mätning vid anslutning till ett koncessionspliktigt nät. Vid anslutning till icke koncessionspliktiga nät (IKN) finns således redan en mätning vid anslutning till det koncessionspliktiga nätet. Eventuell separat mätning av laddel är i det fallet en s.k. undermätning, som inte är reglerad och där *innehavaren ska överföra el för egen räkning*.

Energimarknadsinspektionen bedömer att det i dagsläget (Ref. 7, nov. 2009) inte finns något som talar för att ett undantag från kravet på elmätning skulle underlätta introduktionen av elbilar och laddhybrider.

Anslutning av laddplats med hänsyn till Nätkoncessionsvillkoren

Om antalet uttagspunkter till det koncessionspliktiga elnätet kan begränsas minskar givetvis den totala kostnaden för laddinfrastrukturen. *IKN-förordningens undantag från koncessionsplikt* och möjligheten att på dessa elnät *överföra el för annans räkning* innebär en möjlighet till lägre anläggningskostnader för de laddplatsaktörer som kan tillämpa denna förordning.

Två grundläggande förutsättningar ska i så fall vara uppfyllda om IKN-förordningen ska kunna tillämpas:

- Att platsen kan tolkas som ett undantag från koncessionsplikten enligt IKN-förordningen
- Att platsen enligt IKN-förordningen har ett internt nät där det är tillåtet att "överföra el för annans räkning".

I sådana fall kan även andra än den som äger nätet sälja el till laddkunder. För att få överföra el för annans räkning måste dock Energimarknadsinspektionen först göra en bedömning att "beaktansvärda skäl föreligger" enligt 23 § 2 st. IKN-förordningen.

I de fall där det är tillåtet att överföra el för annans räkning är det också tillåtet att sälja elen vidare till kund utan att söka ytterligare tillstånd. I de fall där det inte är tillåtet att överföra el för annans räkning går det heller inte att ta separat betalt för den uppmätta elförbrukningen. Den som äger laddstolpen får i sådana fall försöka ta betalt för förbrukningen på annat sätt. Exempelvis kan man inkludera kostnaden för laddning i parkeringsavgiften. Detta förfarande är dock en "juridisk gråzon", som ännu inte prövats rättsligt.

Svensk Energi har i den nyligen sammanställda vägledningen "Laddinfrastruktur för elfordon" (Ref. 12) sammanställt ett antal tillämpningsexempel där en utbyggnad av laddinfrastruktur är tänkbar enligt dagens koncessionsregler. För varje exempel beskrivs dels tillämplig bestämmelse i IKN-förordningen och dels en bedömning av om undantag enligt förordningen är möjligt. I tabell 5.1 nedan summeras några av dessa exempel kortfattat.

Tabell 5.1: Tillämpning av IKN-förordningen för 5 tänkbara laddställen (Ref. 12).

Typ av plats för laddstolpe	Undantaget från koncessionsplikt?	Tillåtet att överföra el för annans räkning?
Längs stadsgata	Nej	Nej
På stormarknadsparkering	Ja, om industrianläggning	Ja, om industrianläggning
I parkeringshus	Ja	Ja
På allmän parkeringsplats	Nej	Nej
Vid flerfamiljshus	Ja	Nej

5.1.2 Föreskrifter som gäller vid lågspänningsinstallationer för laddning av elfordon

Det finns ett antal lagar, förordningar, direktiv och föreskrifter som rör laddstolpar för elfordon:

- Ellagen (1997:857)
- Starkströmsförordningen (2009:22)
- Elinstallatörsförordningen (1990:806)
- Förordningen (1993:1068) om elektrisk materiel
- Elsäkerhetsverkets föreskrifter om viss elektrisk materiel samt allmänna råd om dessa föreskrifters tillämpning (ELSÄK-FS 2000:1)
- Starkströmsföreskrifterna (ELSÄK-FS 2006:1, 2008:1, 2008:2, 2008:3, 2008:4)
- Lågspänningsdirektivet (2006/95/EG)

Alla dessa innehåller övergripande regler för elsäkerhet. De kan därför vara svåra att tillämpa för den som vill bygga laddstolpar. För att säkerställa att *skall*-kraven i lagstiftningen uppfylls finns ett antal standarder framtagna som beskriver vilka säkerhetskrav laddstolpar för elfordon *bör* uppfylla.

Befintlig standard för konduktiv laddning av elfordon

Den nu gällande standarden för konduktiv laddning av elfordon, SS EN-61851-1 Elbilsdrift - Konduktiv laddning - Del 1: Allmänna fordringar och SS-EN 61851-22 Elbilsdrift - Konduktiv laddning - Del 22: Laddningsstation för växelström, är materialstandarder för säkerhet (samma som IEC:s standard EN 61851-1 och -22). Säkerheten avser personsäkerhet respektive funktionssäkerhet på grund av undvikande av värmeutveckling och gnistor i kontakterna. SS EN 61851-1 uppfyller kraven enligt lågspänningsdirektivet. För kontakter för allmänt bruk gäller nationella regler. Att notera är att standarden IEC 61851-1 och SS EN 61851-1 ger en beskrivning av erforderlig funktionalitet för laddning och ger utrymme för nationella variationer för att passa lokala förutsättningar (några exempel är val av laddningsmod och hur kontakteringen skall ske).

Elinstallationsstandarden SS 436 40 00, "Utförande av elinstallationer för lågspänning, utgåva 2"

Den standard som gäller för "elinstallationer för lågspänning" i samband med etablering av laddplatser för elfordon i Sverige är elinstallationsstandarden SS 436 40 00, "Utförande av elinstallationer för lågspänning, utgåva 2". Nedan lyfts en del av innehållet, som särskilt berör laddplatser för elfordon, i denna elinstallationsstandard fram:

Skydd mot barnolycksfall, SS 436 40 00, 41A.2.6:

Nätanslutna uttag i lågspänningsanläggningar ska antingen vara försedda med petskydd eller utföras eller placeras så, att risken för barnolycksfall begränsas.

Vid användning av uttag som inte är utförda med petskydd kan risk för barnolycksfall begränsas genom att uttagen:

- placeras minst 1,7 m över golv eller mark, eller
- är skyddade av fast inredning eller stationär utrustning såsom spis eller kylskåp, eller
- är blockerade, eller
- är försedda med låsbart lock, eller
- är skyddade på annat sätt.

Jordfelsbrytare, SS 436 40 00, 708.531.2

Följande fordringar gäller som tillägg:

Varje uttag ska skyddas individuellt av en jordfelsbrytare vars märkutlösningsström är högst 30 mA.

Jordfelsbrytaren ska fränkoppla alla spänningsförande ledare, inklusive neutralledaren.

I pågående standardiseringsarbete (IEC 61851-1) inom IEC (februari 2010) föreslås jordfelsbrytare av Typ A eller likvärdig.

Överströmsskydd, SS 436 40 00, 708.533

Följande fordringar gäller som tillägg:

Varje uttag ska vara individuellt skyddat av ett överströmsskydd i enlighet med fordringarna i kapitel 43. Varje gruppledning som är avsedd för fast anslutning av en villavagn ska skyddas individuellt av ett överströmsskydd i enlighet med fordringarna i kapitel 43.

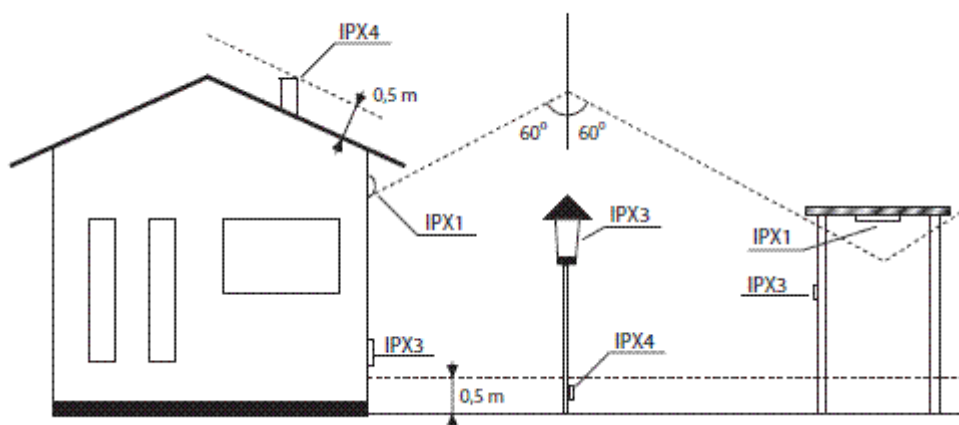
Kommentar från denna Elforsk-utredning:

Med tanke på den omfattande, och väl fungerande användningen av motor- och kupévärmare i Sverige vars effektuttag motsvarar långsamladdning (6A alt. 10A, 230V), så är det önskvärt att befintliga eluttag även ska kunna användas till långsamladdning av fordon. I de fall jordfelsbrytare saknas så rekommenderas att dessa äldre eluttag kompletteras med jordfelsbrytare om uttagen ska utnyttjas för fordonsladdning.

SS 436 40 00, 751 Elinstallationer i fuktiga och i våta utrymmen samt elinstallationer utomhus

För elinstallationer utomhus, i fuktiga och våta utrymmen gäller kapslingsklasser enligt nedanstående tabell och figur.

Utrymme	Kapslingsklass	Användning
Utomhus	IPX4	Elmateriel som är placerad på ett vinkelrätt avstånd av högst 0,5 m från ett vågrätt eller lutande plan (mark, golv, yttertak etc.)
	IPX3	Elmateriel som kan utsättas för regn, men som är placerad på ett större vinkelrätt avstånd än 0,5 m från ett vågrätt eller ett lutande plan (mark, golv, yttertak etc.).
	IPX1	Elmateriel som är placerad på sådant sätt att den är skyddad mot regn.
Fuktiga utrymmen	IPX1	
Våta utrymmen	IPX4	



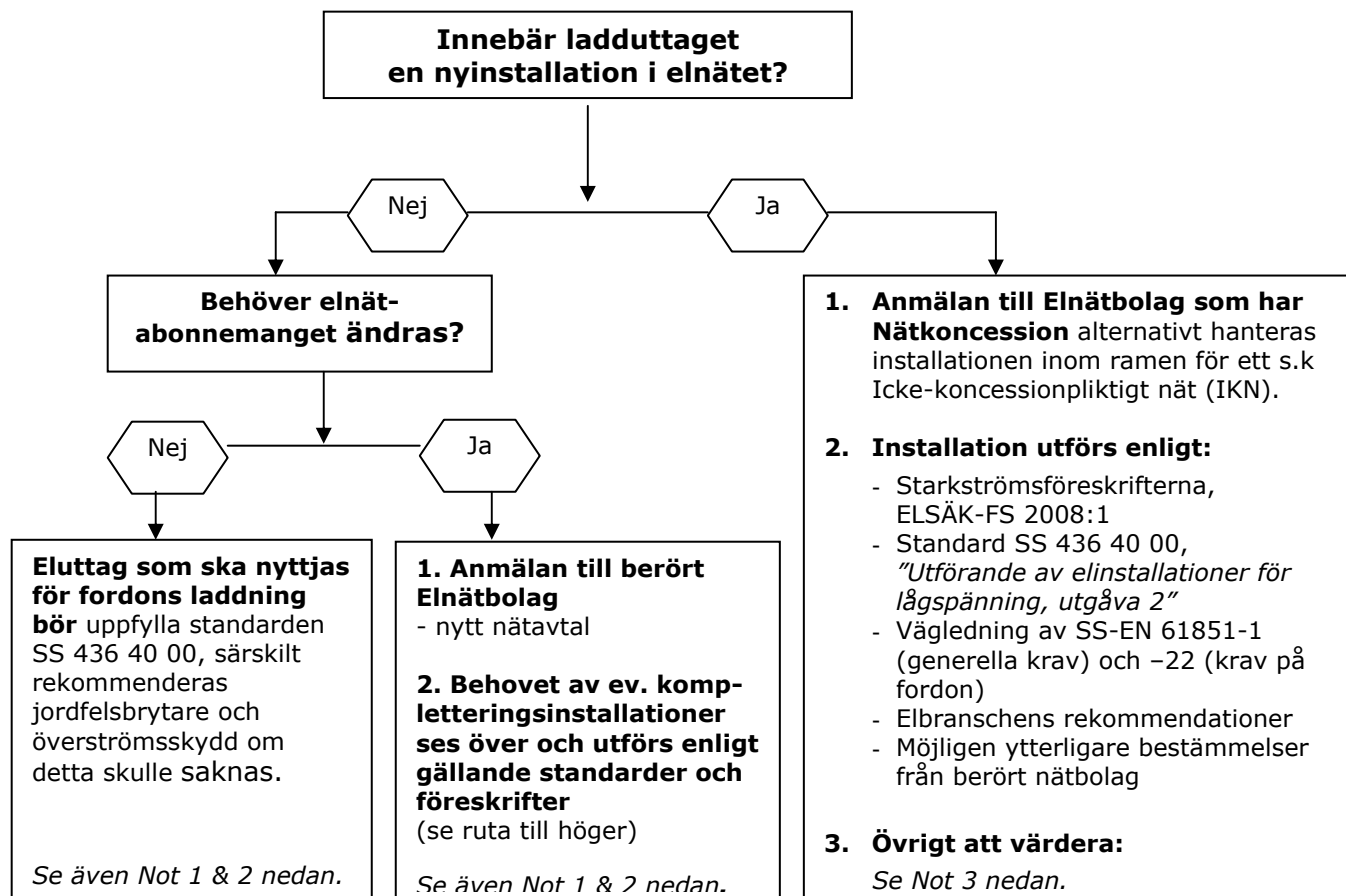
5.1.3 Etablering av laddplatser i garage och brandsäkerhet

Förutom de lagar och föreskrifter som gäller vid lågspänningsinstallationer (se kapitel 2.1.2) så berörs säkerheten vid etablering av ladduttag inomhus även av följande tre regelverk:

- **Arbeterskyddsstyrelsens författningssamling AFS 1988:4 "Blybatterier"** som bl.a. innehåller föreskrifter om blybatterier för drivning av fordon. Dessa föreskrifter omfattar krav på luftväxling, en separat och avskärmad laddplats, förbud för öppen eld, anordning för ögonspolning och brandsläckningsutrustning. *Elbilen nämns inte som exempel på tillämplig fordonstyp, utan exemplen är eldrivna truckar, monteringsvagnar och städmaskiner.*
- **Boverkets byggregler BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2006:12, §6:25.**
§6:25:
"Ventilationen ska utformas så att erforderligt uteluftsflöde kan tillföras byggnaden. Det ska också kunna föra bort hälsofarliga ämnen, fukt, besvärande lukt, utsöndringsprodukter från personer och byggmaterial samt föroreningar från verksamheter i byggnaden".
 I tidigare version av Boverkets byggregler (BFS 1998:38, §6:232, senare borttagen) fanns för ett normalt garage ett angivet krav på luftväxling med 22,5 l/s och p-plats. Enligt formeln i Arbeterskyddsstyrelsens föreskrifter "AFS 1988:4 Blybatterier" skulle en normal elbil kräva en luftväxling på ca 17 l/s.
- **Svensk standard från SIS: SS-EN 50272-3 "Laddningsbara batterier och batterianläggningar – säkerhet – del 3: Traktionsbatterier"**

Ingen av dessa tre regelverk nämner Li-Ion (Litium Jon) eller NiMH-batterier (Nickel Metall Hydrid) som är de moderna batterityper som förväntas komma i elbilar och laddhybrider. Enligt MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) är den springande punkten om det bildas vätgas vid laddningen (kan leda till knallgas). Ett ventilationskrav så som det existerande för blyackumulatorer bedöms inte vara nödvändigt med hänsyn till eventuell gasbildning då det under normal laddningsfas inte bildas brännbara/explosiva gaser vid laddning av litium-jon-batterier (Ref. 11). *Ett klargörande av regelverket avseende säkerhetsaspekter vid laddning av dessa nya batterityper behöver göras.*

5.2 Sammanfattande processbeskrivning vid elinstallationer för laddning av elfordon.



Kommentarer enligt markeringar i processbeskrivningen ovan:

- Not 1. Detta förutsätter att man har ett befintligt elabonnemang där laddplatsen(erna) innebär ytterligare nyttjande i befintligt internt nät.** Här bör man, vid tydliga behov, ta höjd för framtida utbyggnad av troligt antal laddplatser. Man bör också tänka igenom om ett framtida behov av tre-fas laddning kan bli aktuellt. Dessa olika aspekter kan leda till att befintligt abonnemang måste utökas, kanske inte idag men senare. I dessa fall bör man ta kontakt med berörda Elnätsbolag.
- Not 2. Särskilt att beakta vid ev. uppgradering av motorvärmarruttag:**
- Kan man uppgradera befintliga stolpar med 3-fas?
 - Finns en central styrenhet som "klipper strömmen" och/eller tidsstyrning för att begränsa maximalt uttagen effekt eller tidpunkt för användning? Denna bör i sådant fall anpassas m.h.t. behoven för fordonsladdningen.
- Not 3. Övriga aspekter att beakta i samband med installationsplaneringen:**
- Vid nyanläggning av t.ex. en parkeringsyta är det kostnadseffektivt om man redan i projekteringsstadiet kan förutse ett ökat framtida elbehov beroende av laddning av elbilar. Man bör också installationsmässigt förbereda kabeldragning och installations (tomrör, kablar etc.) så att man kan uppgradera/utöka elinstallationen utan att behöva gräva upp ett område.

5.3 Möjliga kontaktdon och ny laddningsstandard

De moderna elbilar som finns på marknaden i Sverige idag har inbyggda laddare som huvudsakligen skall anslutas till 230V och 10A och/eller 16A (i vissa fall även upp till 32A). I några bilmodeller finns omkopplingsmöjligheter mellan strömnivåerna. Med nuvarande batteripaket i elbilarna innebär detta normal laddeffekt på upp till ca 3,5 kW och fulladdningstid på 6-10 timmar, vilket är rimligt för nattladdning och laddning under arbetsdagen.

Vill man korta laddtiderna eller med nya batterier ha ökat energilager med bibehållna laddtider krävs det högre laddeffekt, vilket i Sverige innebär att trefasanslutning då är lämpligast för att inte överbelasta och snedfördela lasten; 3x16A 400V, d.v.s. en laddeffekt på ca 11 kW. Med denna anslutning finns det alltså en ordentlig marginal för effekttökning. Det är dock i dagsläget inte alla elfordon som har möjlighet till 3-fasladdning.

Dock har inte alla länder enkelt tillgång till 3-fas uttag, så det är en öppen fråga hur biltillverkarna väljer att bestycka sina fordon. Det kan finnas en risk att man levererar fordon med en-fas laddare som kräver stora säkringar t.ex. 35 A eller 63 A. Införande av ny "basic connector" (se nedan) för både en-fas och tre-fas kan eventuellt förändra marknadsbilden.

För konduktiv laddning enligt ovanstående beskrivning finns i dagsläget (februari 2010) tre möjliga kontaktdon för svenska installationer;

- **Jordat uttag 230V 10/16A**, (typ Schuko, **IEC 60 884**), *Figur 5.4*
- **Blått IEC-don 230V 16A**, (**IEC 60 309**), *Figur 5.5*
- **Rött IEC-don 400V 3x16A (IEC 60 309)**, *Figur 5.6*

		
Figur 5.4 Jordad hushållskontakt, typ Schuko, 1-fas	Figur 5.5 Blå industrikontakt, för 1-fas	Figur 5.6 Röd industrikontakt, för 3-fas

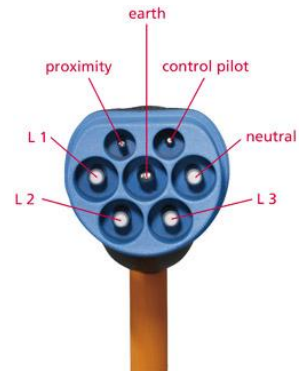
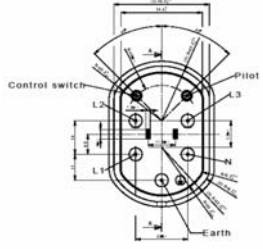
Det bör ytterligare undersökas om det jordade enfas-uttaget (typ Schuko) klarar laddning med 16A under en längre period. Tidigare erfarenheter har visat på att äldre Schuko-kontakter efter längre tids användning vid 16A uppvisat slitage som medfört försämrade kontakt och därmed ökad risk för skadlig värmeutveckling.

Inom ramen för det internationella standardiseringsarbetet (inom IEC) avseende fordonsladdning så har en **ny standardiserad kontaktfunktion**

processats under 2009/2010 (se tabell/bild nedan för ett exempel på en s.k. "Basic connector" som föreslagits). Denna funktionsstandard, med möjlighet till både 1-fas och tre-fas anslutning upp till 32 A (alt. max 63A) i samma uttag samt med kommunikationsstift för Mode 3 laddning (*förhöjd säkerhet med kontroll via kommunikation*), förväntas bli den lösning som kommer att gälla i Europa framgent. Nya kontaktdon (bl.a. tysk 3-fas, japansk 1-fas, italiensk 3-fas) som möter denna funktionalitet har därför utvecklats vilket innebär att ytterligare kontaktdon för fordonsladdning, sannolikt kommer att rekommenderas framgent för den nordiska marknaden.

Under 2010/2011 förväntas klargöranden av vilka kontaktdon som kommer att bli godkända av IEC som internationell standard. Något/några av dessa kontaktdon förväntas därefter bli aktuella framförallt för allmänt tillgängliga laddplatser.

Tabell 5.2 Exempel på s.k. "Basic connector" som diskuteras (februari 2010) för fordonsladdning inom ramen för den internationella standardiseringsprocessen inom IEC

Typ av kontakt	Tysk (Mennekes)	Japansk (Yazaki)	Italiensk
Faser	1 - 3	1	1 - 3
Spänningsnivå	230/400V	120/230V	230/400V
Ström	Upp till 70A (enfas) Upp till 63A (trefas)	Upp till 32A	Upp till 32A
Antal stift	7 stift (3 faser, neutral, jord, 2 signal)	5 stift (1 fas, neutral, jord, 2 signal)	7 stift (3 faser, neutral, jord, 2 signal)
Förväntad position på kabeln	I ena eller båda ändarna	Vid bilens elintag	I ena eller båda ändarna
Typ av laddning	Upp till semi-snabb	Långsam laddning	Upp till semi-snabb
Bild			

Det rekommenderas att de som ska sätta upp ladduttag (stolpar / boxar) innan den nya standarden är klar om möjligt ser till att det finns utrymme i den installerade utrustningen för ett ev. framtida utbyte av eluttaget. Ett alternativ till ev. framtida byte av uttag är att laddstolpen konstrueras så att hela uttagsmodulen enkelt kan skiftas vid behov (*denna lösning finns redan på marknaden*).

Laddstolpen (boxen) bör också förberedas för framtida 3-faskontakter på så sätt att trefas-anslutning (femledarkabel med ledararea på minst 2,5 mm²) dras fram även för dagens laddplatser med 1-fasuttag.

Det bör även övervägas om det i den första generationen av laddstolpar bör finnas tillgängligt utrymme för framtida uppgraderingar av ladduttaget m.h.t. elektronik för Mode 3 standard (*förhöjd säkerhet med kontroll via kommunikation*), elmätning, kommunikation och styrning.

5.4 Sammanfattning – Laddanslutning av elfordon

Med utgångspunkt från ovanstående redovisning lämnas följande sammanfattade förslag på ***"Rekommendationer avseende lågspännings-installationer i Sverige för laddning av elfordon med ombordmonterade laddare"***.

Uttaget för inkoppling till elnätet:

1. **Bör, innan ny IEC- standard är klar**, vara

Upp till 10 A:

- a) **Jordat uttag 230V** (typ Schuko, IEC 60 884), i vissa fall även acceptabelt upp till 16A¹

För 16 A och uppåt:

- b) **Blått IEC-don 230V 16A, (IEC 60 309)**
- c) **Rött IEC-don 400V 3x16A (IEC 60 309)**

För industridonen IEC 60 309 ska petsäkerhetskravet och möjlighet alternativa säkerhetslösningar beaktas.

2. Under 2010 förväntas en ny IEC-standard för fordonsladdning godkännas vilket bl.a. innebär användning av nya kontaktyper med utvidgad funktionalitet för fordonsladdning. Nya laddplatsinstallationer i Sverige bör förberedas för att vid behov kunna byta till dessa nya kontaktyper.
3. skall ha eget överströmsskydd
4. skall vara skyddat av strömkännande jordfelsbrytare (lägst Typ A eller likvärdigt) med märkutlösningssström av högst 30 mA. *Ska ett elfordon laddas från ett befintligt uttag utan jordfelsbrytare, så ska det ske med Mode 2-kabel (med inbyggd jordfelsbrytare) eller så ska insatsen eller hela eluttaget för laddningsanslutning bytas ut till ett rekommenderat uttag med rekommenderad jordfelsbrytare*
5. skall vara installerat och uppfylla kraven i Starkströmsföreskrifternas, ELSÄK-FS 2008:1

¹ Val av 16 A Schuko kan avgöras av hur ofta och i vilken miljö ett uttag används. Vid frekvent användning och om strömmen bryts genom att kontakten dras ut (med strömmen på) kan livslängden på uttagen begränsas. Vid lösningar där kontakten tas ut efter att strömmen har brutits på annat sätt är detta inte ett problem.

6. skall matas av en femledarkabel med ledararea på minst 2,5 mm² (medger för enfasuttag ett ev. framtida byte till trefas-uttag)
7. sker laddning av elbilen i garage eller annat slutet utrymme ska luftväxlingen i garaget eller utrymmet uppfylla Boverkets byggregler BFS 2006:12, §6:25.
8. bör, om platsen är offentlig, förses med märkskylt om elfordonsladdning.
9. På grund av nordiska väderförhållanden, bör uttagen placeras i kapsling som i största mån skyddar mot åverkan, som utsatthet för väderomständigheter under längre tid, samt vandalisering av delar som kan medföra elsäkerhetsproblem alternativt kapslingsklass- eller funktionsstörningar.

Vid nyanläggning gäller tillsvidare "bör"-krav för punkt 1 ovan, till dess ny IEC-standard för laddning av elfordon erhållits och ev. nya kontakter & uttagsdon kan upphandlas på marknaden, varefter denna rekommendation bör uppdateras.

5.5 Behov av ytterligare rekommendationer

Kostnadseffektiva installationer och betalningslösningar

Som komplement till denna Elforsk-utredning så är det önskvärt att göra en konkret sammanställning av ett antal praktikfall avseende hela processen med planering, upphandling och installation av laddplatsutrustning.

Det har även efterfrågats rekommendationer avseende betalningslösningar för försäljning av laddtjänster. Inom ramen för denna utredning så är det vår bedömning att olika typer av generella (öppna) betalningslösningar (se kap 2.2) är relativt enkla att applicera för laddning av elfordon och att regelverket för "rätt till överföring av el för annans räkning" (se kap 4.4) är en viktig frågeställning att bearbeta vidare i dialog med marknadens parter och berörda myndigheter.

I ett fortsatt och fördjupat arbete avseende rekommendationer för kostnadseffektiva installationer bedöms följande frågeställningar som viktiga att öka förståelsen för och erfarenheter ifrån:

- Generella erfarenheter av kostnader för laddplatsetablering (jfr verkliga laddplatsinstallationer och motorvärmearrangeringar, markarbete är tung kostnadspost). *Kostnader per ladduttag vid en inledande begränsad utbyggnad bedöms bli relativt höga jämfört med en mer storskaligt utbyggd laddningsinfrastruktur.*
- Ökad förståelse för "Tillgänglighet" ("laddplatser på rätt ställen") – Risk för mycket låg beläggning på vissa laddplatser initialt.
- Flexibilitet i teknikval (modultänkande för framtida uppgraderingar)
- Effektiv utbyggnad av laddinfrastruktur för att undvika för ev. behov av lokal nätförstärkning
- Strömbegränsning för att undvika överbelastning vid begränsande huvudsäkring i mindre fastigheter (se kap 4.5)

6 Referenser

1. *Kostnadsanalys för utbyggnad av laddsystem samt inledande analys av några affärsmodeller.* Delrapport inom Elforsks program för laddhybrider och elfordon, del P5. Elforsk rapport nr 09:113 (November 2009).
2. *Standardisering av laddningsteknik för eldrivna fordon. Lägesrapport 2009-04-06.* Elforsk rapport 09:46 (2009).
3. *Standardisering av laddningsteknik för eldrivna fordon. Lägesrapport Dec. 2009.* Elforsk-intern lägesrapport.
4. *Kunskapsunderlag Angående Marknaden för Elfordon och Laddhybrider.* Statens energimyndighet, Rapport nr ER 2009:20 (Maj 2009).
5. *Underlag till Statens energimyndighet gällande kartläggningen av marknaden för elbilar och laddhybrider.* Energimarknadsinspektionen, Promemoria Dnr 00-09-100490, (April 2009).
6. *Tjänsteutlåtande av Eva Sunnerstedt och Björn Hugosson, Miljöförvaltningen Stockholms stad, Dnr: 2009-004321-211* (2009).
7. *Mätning av mindre anläggningar - förslag till undantag från kravet på mätning.* Energimarknadsinspektionen, Rapport nr EIR2009:13, (November 2009).
8. *Laddning av eldrivna fordon. State-of-the-art 2008.* Elforsk rapport 09:60 (2009).
9. *Studie avseende dagens och morgondagens elmättnings- & avräkningsinfrastruktur för PHEV/EV-laddning.* Elforsk rapport 09:47 (2009).
10. *Styrmedel för introduktion av eldrivna fordon och utbyggnad av laddinfrastruktur.* Elforsk rapport 09:48 (2009)
11. *Säkerhetsaspekter vid laddning av elfordon innehållande litium-jonackumulatorer.- Beskrivning av risker samt en studie av kontrollerande regelverk.* Examensarbete för brandingenjörer 2009/10 (på uppdrag av Fortum), Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för Samhällsbyggnad (December 2009).
12. *Laddinfrastruktur för elfordon.* Svensk Energi, Maj 2010.
13. *Lista över leverantörer av laddstolpar och översiktliga produktbeskrivningar. Marknadsinventering Mars 2009 – Maj 2010.* Delredovisning av Vattenfall Research and Development AB i form av ppt-presentation. Elforsk-rapportering (Maj 2010).
14. *Förslag till rekommendationer avseende lågspänningsinstallationer i Sverige för laddning av elfordon.* Elforsk-rapport (Maj 2010).