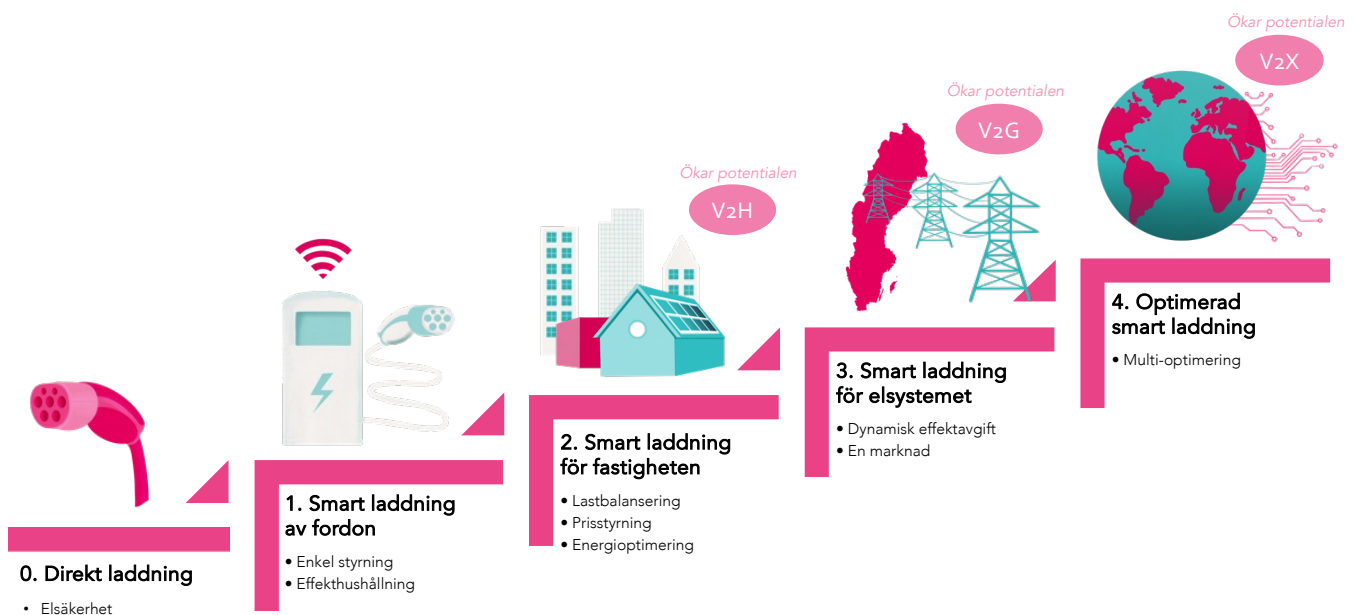
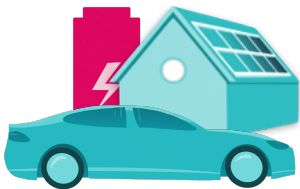


Vad är smart laddning?

FAKTABLAD FRÅN POWER CIRCLE



JUNI 2026



**Elektrifieringen,
teknik och standarder
går framåt globalt.**

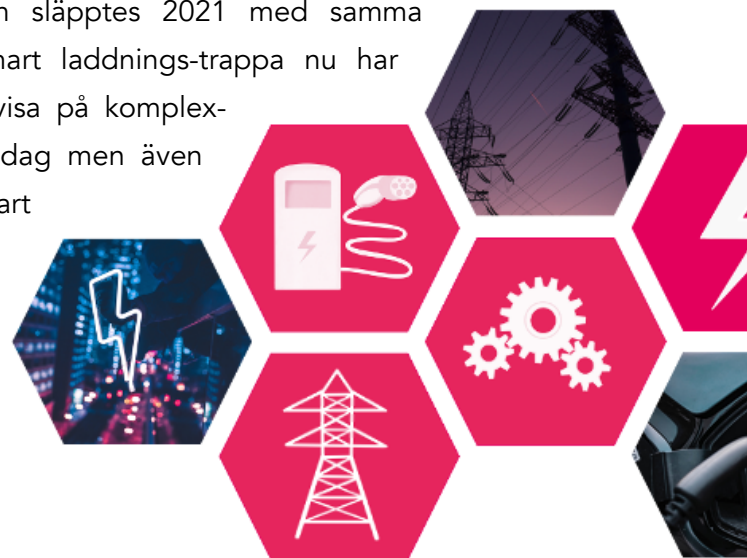
**Smart laddning
undersöks, utvecklas
och uppdateras.**

Bakgrund

Elektrifieringen av transportsektorn går nu snabbt framåt globalt, om än från låga nivåer. Med den tekniska utvecklingen på framförallt batterier står det nu klart att de flesta transportbehov kan elektrifieras, vilket gör att övergången till elfordon blir fokus för många i branschen. Samtidigt går ekonomin och affären inte riktigt ihop i alla segment ännu, där konkurrensen från billig bensin och diesel saktar in och håller tillbaka omställningen, framförallt i Sverige.

Parallellt utvecklas tekniska standarder och affärsmodeller för att kunna ge kunderna tillgång till mer avancerade och prisvärda laddstrategier. Inom projektet Smart Laddning 2.0, har intervjuer och undersökningar gjorts med aktörer i branschen kring utvecklingen av laddning.

Detta faktablad är en uppdatering och utveckling av det faktablad som släpptes 2021 med samma namn, där vår smart laddnings-trappa nu har utvecklats för att visa på komplexiteten som råder idag men även möjligheten för smart laddning.



Vad är smart laddning?

Smart laddning kan innebära en rad olika saker beroende på aktörens perspektiv.

Smart laddning är ett brett begrepp som kan betyda olika saker för olika aktörer beroende på deras perspektiv. Exempelvis kan det betyda flexibilitet och intäkter för en aktör som agerar på olika elmarknader, sänkta laddkostnader för en fordonstillverkare eller laddning som är väl anpassad utefter körmönster för en transportaktör. I AFIR¹ hittas den officiella definitionen av smart laddning vilken lyder:

“En laddningsfunktion där intensiteten på den elektricitet som överförs till batteriet justeras i realtid, baserat på information som tas emot genom elektronisk kommunikation.”

Konceptet smart laddning har i ett elsystemperspektiv handlat om att undvika effekttoppar.

Grunden i smart laddning är alltså att laddningen styrs och anpassas efter olika parametrar, vilket innebär att effekten på laddningen reduceras eller ökar, alternativt att laddning flyttas till en helt annan tidpunkt. En brist som finns i den officiella definitionen är att den inte tar hänsyn till att elen numera även kan överföras från batteriet via dubbelriktad laddning. En annan brist är att den inte tydligt inkluderar schemalagd och förinställd styrning av laddning.

Historiskt sett har smart laddning som koncept framförallt handlat om att introduktionen av elfordon inneburit en ökad risk för effekttoppar i elnäten om många elfordon laddar samtidigt. Risken uppstår då elbilsanvändarna förväntas ha liknande laddbeteende och kopplar in sina elfordon under samma tidpunkt eller i samband med att det redan är hög belastning i elnätet. Utan någon form av styrning skulle därmed påverkan på elnätet kunna bli betydande och leda till ett stort behov av nätutbyggnad. Flera studier har därför analyserat hur förflyttad laddning kan ge bättre förutsättningar att integrera stora mängder elfordon i elsystemet.

¹ EU (2024). [Alternative Fuels Infrastructure Regulation, AFIR](#)



Tre snabba om varför smart laddning är bra för elsystemet

- 1) Smart laddning kan minska behovet av nätförstärkning vilket gör att elektrifieringen kan gå snabbare.
- 2) Smart laddning ger möjligheter att integrera en ökad andel variabel förnybar elproduktion i energimixen.
- 3) Elbilen kan vid behov bistå med flexibilitet på väldigt korta intervaller, sekundnivå enligt tester, för att stabilisera elnätet.

Fordon har en betydande potential i framtidens elsystem efter att transportbehoven uppfyllts.

Elnätsperspektivet är fortfarande en av de viktigaste drivkrafterna för att styra laddningen, framförallt enligt elnätbolagen, men smart laddning kan idag också betyda mycket mer än så. Ett randvillkor för smart laddning är dock användaren och transportbehovet, vilket innebär att det endast är den flexibilitet som finns kvar efter att användarens behov av transporter är uppfyllt, som kan användas för olika typer av smart laddning.

På personbilssidan är den flexibiliteten betydande, då studier visar på att fordon står still över 90 % av tiden. Vidare är genomsnittssträckan som körs dagligen 30–40 km vilket innebär ett elbehov på 6–8 kWh. Till år 2030 väntas uppemot 90 % av batterikapaciteten finnas i fordon². Sammantaget innebär dessa faktorer en enorm potential i form av flexibel lagringskapacitet.

För tunga fordon finns också en betydande potential men möjligheterna varierar beroende på användning och körmonster. Samtidigt har tunga fordon ofta större batterier och mer förutsägbara användarmönster, vilken är en styrka kopplat till många av de energisystemtjänster som smart laddning kan bidra till³.

Sammantaget har fordonsflottan en mycket stor potential att inte bara utgöra ytterligare en last utan också fungera som en resurs och byggsten i framtidens elsystem. En uppdaterad bedömning av potentialen till år 2030 utifrån Power Circles nya elbilsprognos⁴ och resultaten från FlexAbility⁵ indikerar att det rör sig om 2–3 GW flexibilitet med responstid på sekundnivå och en uthållighet på upp till en timme. Potentialen ökar över tid när elfordonsflottan växer.

² IEA (2024). [Global EV Outlook 2024](#)

³ Power Circle (2023). [Efterfrågefleksibilitet från kommersiella transporter](#)

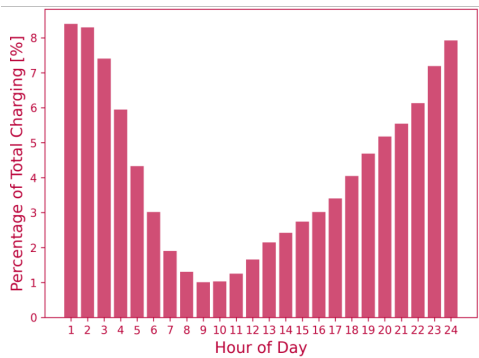
⁴ Power Circle (2026). [Prognos för elbilsmarknaden i Sverige 2026–2035](#)

⁵ Power Circle (2025). [FlexAbility - potential värde och målkonflikter för flexibilitet](#)

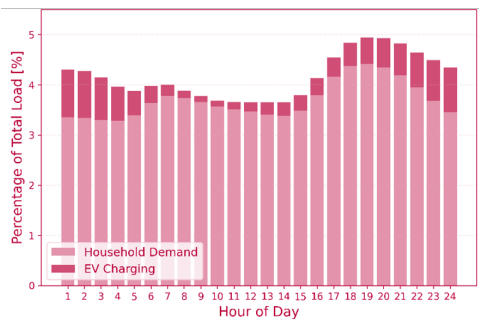


Hur smart laddar vi idag?

I en studie av Chalmers⁶ har över 300 elbilar loggats under ett års tid. Användarna representerar olika bakgrund och åldrar, och de bor på olika platser i Sverige i olika boendeformer. Resultatet visar att den genomsnittliga laddningen till största del sker under natten (figur a). Samtidigt kan vi, när vi lägger till hushållens elanvändning se att laddningen ändå ökar hushållets största effekttopp (figur b). När de som deltagit i studien svarar på frågan om de har möjlighet att styra sin laddning svarar endast 24 % att de gör det ofta medan 9 % svarar att de gör det sällan. Av de som styr sin laddning är det mer än hälften som gör det manuellt.



(a) Genomsnittligt laddning under ett dygn för 380 loggade elbilar.



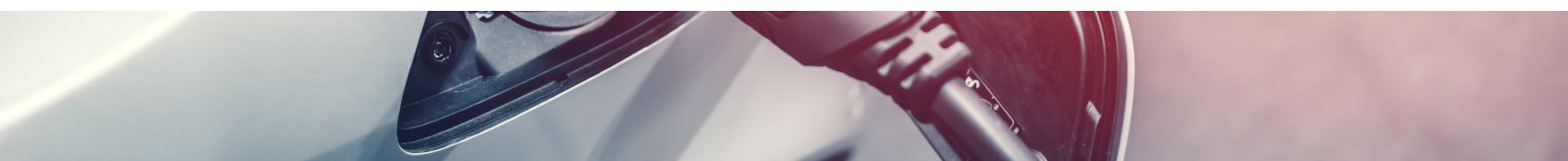
(b) Genomsnittlig elanvändning i hushåll under ett dygn tillsammans med laddning.

Även branschens bild är att laddinfrastrukturen fortfarande befinner sig på en relativt låg nivå när det gäller smart laddning, där den smarthet som sker utbredd är manuellt inställda laddscheman, och med fokus på att optimera utifrån huvudsäkring och förväntad prisbild. Mer avancerad laddning med dynamisk styrning är idag tekniskt möjligt, men begränsas av kunders efterfrågan och incitament. Samtidigt är nästan all laddinfrastruktur uppkopplad och har därmed någon typ av kapacitet till smart styrning. Endast en liten svans av laddare på marknaden, max 10 % enligt branschen, är gamla och inte styrbara i beståndet.

Historiskt har också elpriset i Sverige varit relativt lågt, vilket ger svaga incitament för flexibilitet. En internationell studie visar exempelvis att många redan upplever elbilen som betydligt billigare i drift än den fossildrivna bilen, och att det därför krävs tydliga prisvariationer för att skapa intresse för att låta laddningen styras⁷.

⁶ Kobayashi et al (2025). [Assessment of real-world driving patterns for electric vehicles: a on-board measurements study from Sweden](#)

⁷ Delmonte et al. (2020), [What do consumers think of smart charging](#)



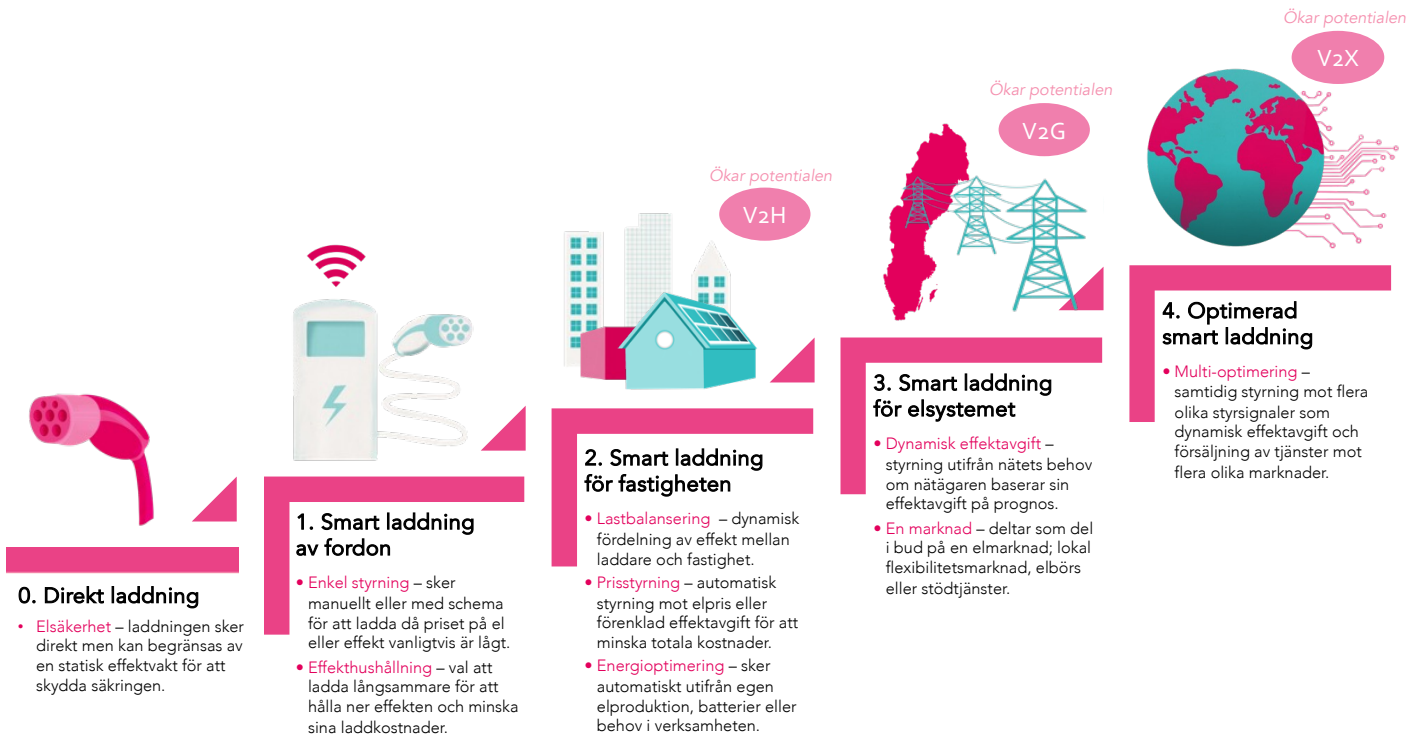
4 former av smart laddning

Smart laddning kan innebära en rad olika saker beroende på aktörens perspektiv.

Smart laddning är ett brett begrepp som kan syfta på allt ifrån enklare typer av schemaläggning till mycket avancerad styrning av ett eller flera elfordon. De olika funktionerna kräver olika inblandning av aktörer, incitament och tekniska lösningar för att implementeras. För att tydliggöra detta har Power Circle utvecklat en trappa där komplexiteten och integrationen med elsystemet ökar i varje steg.

På det nedersta steget "0. Direkt Laddning" sker ingen smart laddning utan fordonet laddar med största möjliga effekt direkt när det kopplas in, utan hänsyn till andra faktorer än elsäkerhet. Nedan beskriver vi trappans övriga steg och de olika förmågor som inkluderas mer ingående.

Värt att notera är att laddningen kan befinna sig på ett visst steg i trappan, även om inte alla punkter som listas i det steget är uppfyllda. Det är också möjligt att befinna sig på flera steg samtidigt, exempelvis steg 2 och 3.



Även komplexiteten i transportsystemet ökar med fler fordon, körmönster och parametrar att ta hänsyn till



1. Smart laddning av fordon

- **Enkel styrning** – sker manuellt eller med schema för att ladda då priset på el eller effekt vanligtvis är lågt.
- **Effekthushållning** – val att ladda långsammare för att hålla ner effekten och minska sina laddkostnader.

Enkla sätt att sänka kostnader för kund genom schematiska metoder utan att påverka laddningen.

Smart laddning av fordon

I det första steget av smart laddning ligger fokus på optimering av laddningen vid laddpunkten. I detta steg inkluderas förmågor med enklare styrning och schemaläggning. Fokus är att på ett enkelt sätt göra laddningen bekväm för användaren och minska kostnaderna.

Detta sker ofta med hjälp av manuell schemaläggning som användaren antingen gör själv eller genom att tillverkaren eller en tredjepartsaktör har en app eller inställningar som användaren kan välja att ha aktiva. Styrningen sker inte på faktiska prissignaler utan på när priset förväntas vara billigt.

Tekniska förutsättningar

Den absoluta majoriteten av dagens laddinfrastruktur – uppskattningsvis 90 % enligt laddbranschens bedömning, klarar redan idag, både i befintligt bestånd och i nyförsäljning, att hantera den här typen av styrning. Det kan ske antingen via egna gränssnitt och appar eller genom samarbete med tredjepartsaktörer. Användaren har ofta möjlighet att bestämma ramarna för styrningen. Det viktiga för att kunna styra är att laddaren är uppkopplad, sedan kan mjukvara i eller i anslutning till laddaren hantera resten.

Marknadsincitament

Drivkraften för smart laddning på steg 1 är att sänka kostnaden för användaren på ett enkelt sätt utan att påverka laddbehovet. Den bakomliggande prissignalen utgörs av kvartspriset på el eller effektavgiften, men styrning görs inte dynamiskt mot dessa prissignaler. Ofta räcker det att hålla nere den genomsnittliga effekten och att göra enkel prisoptimering genom att flytta laddning från eftermiddag till natt, då priset oftast är lägre. Att generellt ladda långsamt på lägre effekt under den tid som fordonet står parkerat är också något som kunder kan välja att göra för att hushålla med tilldelad effekt.



2. Smart laddning för fastigheten

- **Lastbalansering** – dynamisk fördelning av effekt mellan laddare och fastighet.
- **Prisstyrning** – automatisk styrning mot elpris eller förenklad effektagift för att minska totala kostnader.
- **Energioptimering** – sker automatiskt utifrån egen elproduktion, batterier eller behov i verksamheten.

Dubbelriktad laddning

Även kallat bidirektionell laddning, avser tekniken att kunna skicka ström både till och från bilen.

V2H: Vehicle to Home, innebär att bilen kan mata el tillbaka till huset/byggnaden vid behov.

V2G: Vehicle to Grid, innebär att bilen kan leverera el tillbaka till elnätet vid behov i elsystemet.

V2V: Vehicle to Vehicle, innebär att elbilar kan bistå med laddning till en annan elbil.

V2L: Vehicle to Load, innebär att bilen kan leverera el till ett verktyg som kopplas in direkt i bilen som en kraftkälla off-grid.

V2X: Vehicle to Everything är ett samlingsnamn för alla begreppen.

Smart laddning för fastigheten

På steg 2, smart laddning för fastigheten, optimeras en större helhet bakom elmätaren med ökad grad av automatisering. Baserat på fastighetens eller verksamhetens behov optimeras laddningen med hänsyn till andra resurser enligt en vald prioriteringsprincip. Exempel på resurser kan vara solceller, batterier, värmepumpar eller andra laddare.

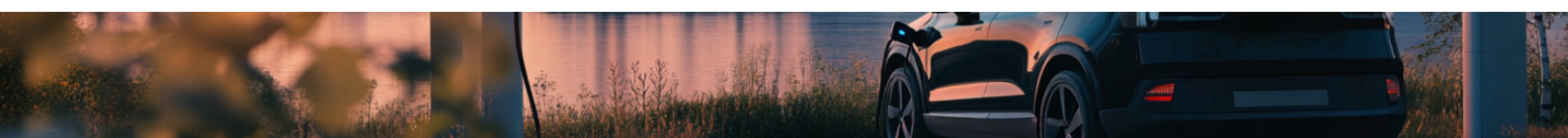
Fastigheten kan vara allt från småhus, kontorslokaler och flerbostadshus till en kommersiell verksamhet såsom en lastbilsterminal. Det kan finnas ett centralt styrsystem i fastigheten eller ett system kopplat till just laddanläggningen. Genom systemen kan effektanvändningen ofta optimeras för både byggnaden och laddningen samtidigt

Möjligheten till Vehicle to Home (V2H), där fordonet kan lagra el och sedan skicka tillbaka till fastigheten vid behov, ökar potentialen för smart laddning i detta steg. För att kunna använda Vehicle to Home krävs att både fordon och laddare är förberedda för dubbelriktad laddning. Här finns flera produkter på väg ut på marknaden idag.

Tekniska förutsättningar

För att kunna optimera en större helhet krävs mer avancerad teknik. Lastbalanseringslösningar är en vanlig tilläggs-tjänst som laddleverantörer erbjuder för installationer med flera laddare. Det innebär en mer avancerad optimering än en statisk effektvakt, i och med att effekten fördelas smart mellan husets övriga förbrukning och laddaren/laddarna. Leverantörernas lösningar skiljer sig åt och optimering kan utöver att sänka totaleffekten ibland ta hänsyn till ankomst- och avresetider, hur belastade olika faser i fastigheten är, samt batterinivå i de parkerade fordonen. En effektiv lastbalansering kan – utöver att sänka kostnaderna – även tillåta fler fordon att ladda på en mindre säkring, vilket inte hade varit möjligt utan någon typ av styrning.

I det här steget inkluderas också automatisk prisstyrning där optimering sker mot elpris eller en förenklad effektagift,



Tekniskt är styrningen mer automatiserad och dynamisk i detta steg av trappan.

Vad är bakom och framför mätaren ?

- 1) **Bakom mätaren** syftar på resurser och lösningar som finns på kundens sida av elmätaren. Här har kunden ofta stor egen rådighet över optimeringen.
- 2) **Framför mätaren** syftar på optimering mot elsystemet, och sker mellan en kund och andra resurser eller aktörer i elsystemet. Lösningarna påverkas här i högre grad av olika regler och avgifter.

vilket är tjänster som erbjuds av flera leverantörer. Däremot finns i dagsläget inte många tjänster som klarar av att optimera både mot priset på el och effekt samtidigt (steg 4).

Om flera förbrukningsresurser i fastigheten ska styras ihop behövs ett centralt Energy Management System (EMS) som klarar av att prioritera och justera flera energianvändare och eventuellt produktionskällor i realtid. Den här typen av helhetslösning är mer ovanliga idag och kommer till en ytterligare kostnad, men ökar samtidigt den potentiella nyttan.

Marknadsincitament

Incitamentet att optimera laddningen mer automatiskt och utifrån en helhet för fastigheten, "bakom mätaren", finns ofta kopplat till minskade kostnader. Kostnader som kan öka markant om säkringen behöver höjas, om elpriset är väldigt högt en period eller om nätägaren infört en effektagift. Prissignalen från elpriset beror i hög grad av vilket elavtal som valts för fastigheten, där kvartspris idag ger bästa förutsättning för optimering för den som kan vara flexibel.

Även om laddningen i dag till större del styrs efter elpriset ser branschaktörer att effektagiften framåt kan bli en starkare drivkraft för att styra laddningen, särskilt under perioder när elpriset generellt är lågt. I det här steget inkluderas styrning mot en förenklad effektagift baserad på historisk data som därför inte säkert ger en nytta för elsystemet, men ofta bidrar till en generell sänkning av effektanvändningen.

En annan drivkraft är att kunna ladda fler fordon i befintliga anslutning. Även om en aktör vill höja sitt abonnemang kan det ofta vara lång väntetid hos nätbolaget för att få tillgång till ytterligare kapacitet, där en lastbalanseringslösning eller ett batterilager möjliggör utveckling av verksamheten under tiden⁸. Även ökad ekonomisk nytta genom mer användning av egenproducerad el kan vara en drivkraft.

⁸ Ei (2022). [Ledtider och kostnader för etablering av laddinfrastruktur.](#)



Smart laddning för elsystemet

I det tredje steget tar styrningen hänsyn till det omgivande elsystemet i större utsträckning. Om det finns möjlighet att använda flexibiliteten i laddpunkten eller inom fastigheten för att hjälpa till att optimera elsystemet ökar potentialen för samhällsnytta och ekonomisk vinning ännu mer. Här kan laddningen hjälpa till med att dynamiskt optimera elsystemet även "framför mätaren".

Det kan handla om att styra efter dynamiska effektavgifter baserat på den faktiska kapacitet som elnätet har, eller att delta med elfordonets batteri som en del i ett bud på en elmarknad. Även bidrag från smart laddning till energidelning inom en energigemenskap kan ingå i detta steg.

Redan i steg 1 och 2 kan indirekta nyttor för elsystemet uppnås genom att effektnivåerna hålls nere vid olika kritiska tidpunkter. Men där utgår optimeringen i huvudsak från vad som är bäst för fordonet, fastigheten eller verksamheten. I vissa fall kan exempelvis prisoptimering mot ett lågt elpris eller en förenklad effektavgift istället leda till nya toppar i elanvändningen vilket kan påverka elnätet negativt. I steg 3 sker en förflyttning mot tjänster som skapar faktisk nytta.

Vehicle to Grid (V2G), där fordonet kan leverera el tillbaka till elnätet genom dubbelriktad laddning, kan öka potentialen till att bidra med systemtjänster. En studie från Chalmers visar på 35 % billigare laddning med V2G⁹.

Tekniska förutsättningar

I steg 3 börjar styrningen att bli verkligt avancerad och kraven på tidsmässiga upplösningen på mätning och styrning från laddaren eller energimätaren i hemmet ökar. Komplexiteten ökar också eftersom styrningen kan ske på olika sätt; i laddboxen, fastigheten eller via en aggregator, där valet av lösning ger olika möjliga optimeringar.

Ökar potentialen

V2G

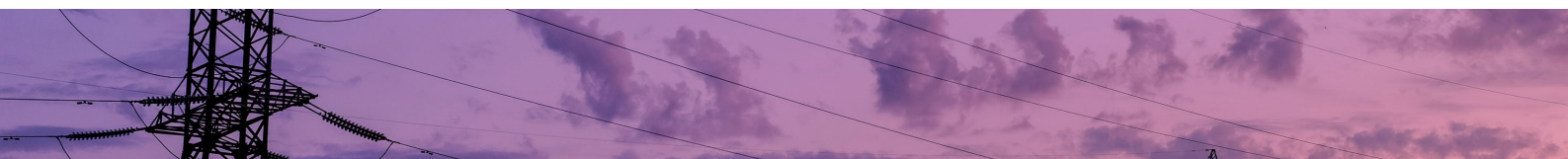


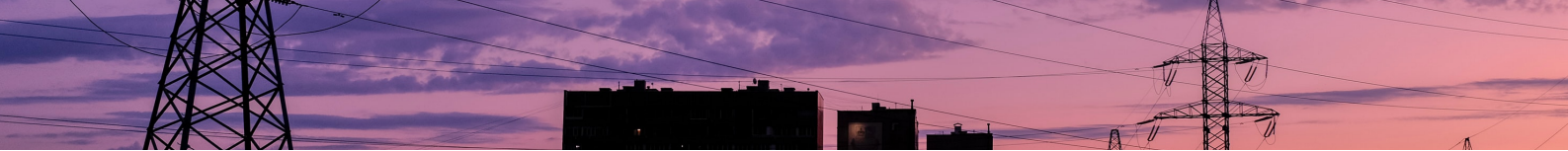
3. Smart laddning för elsystemet

- **Dynamisk effektavgift** – styrning utifrån nätets behov om nätägaren baserar sin effektavgift på prognos.
- **En marknad** – deltar som del i bud på en elmarknad; lokal flexibilitetsmarknad, elbörs eller stödtjänster.

Smart laddning som inte bara ger indirekt utan faktisk nytta för elnät och elsystem.

⁹ Chalmers (2026). Pågående studie PEPP. [Rapporterat av Di 2026-02-11](#)





**Det är tekniskt
komplicerat att
styra mot både
effektavgift och
annat samtidigt.**



Vår intervjustudie visar att flertalet aktörer inom e-mobilitet arbetat med att utveckla styralgoritmer mot effektavgifter, de som då hade införts eller aviserats. Flera upplevde dock detta som tekniskt utmanande, bland annat på grund av hur effekttoppar mäts över ett månadsintervall, men också när styrningen skulle kombineras med befintlig styrning i verksamheten eller med elprisstyrning. Viktigt för en mer skalbar och kostnadseffektiv implementation är därför att avgifterna är maskinläsbara, lätta att optimera mot och gärna mer likartade över hela landet mellan olika nätbolag.

För att delta i ett bud på en elmarknad finns tekniska krav på mätning, tillförlitlighet, responstid och uthållighet som behöver uppfyllas. Ofta är det en aggregator som ansvarar för det och lämnar bud till marknaden. Beroende på vilken marknad det rör sig om krävs mer eller mindre snabb responstid som kan variera från minuter ner till sekundnivå. Beroende på hur många mellanhänder som finns i form av aktörer och system, samt hur styrningen och datautbytet sker, så är reaktionstiden från smart laddning och därmed potentialen att leverera olika tjänster till elsystemet olika.

Ett fordon med tekniska förutsättningar för V2G har ökad potential att bidra med olika systemtjänster, eftersom elektricitet kan skickas i båda riktningarna (till och från elnätet). Dock kräver tekniken fler förutsättningar än de som redan gäller för smart laddning. För skalbara lösningar är en viss kommunikationsstandard¹⁰ i både laddaren och fordonet en förutsättning. Dessutom behöver laddboxen och eventuellt fordonet föranmälas till nätbolaget och godkännas för V2G. Det går att komma runt kravet på den nya kommunikationsstandarden genom egna lösningar, men man förlorar då i skalbarhet. Idag pågår flera pilotprojekt där alla dessa delar inte är på plats, utan tillfälliga lösningar används. Läs mer om V2G i Power Circles faktablad¹¹.

¹⁰ ISO 15118-20

¹¹ Power Circle (2024). [Vad är V2G - Vehicle to Grid?](#)



**Det är tekniskt
komplicerat att
styra mot både
effektavgift och
annat samtidigt.**

Olika marknader

Stödtjänster

Kravbild för att leverera stödtjänster finns på Svenska kraftnäts [webbplats](#).

Lokala flexmarknader

Standardiserade marknadsprodukter för lokala flexibilitetsmarknader finns på Energiföretagens [webbplats](#).

Elbörsen

Handel med el sker i huvudsak på Nord Pool där flera olika marknader och produkter finns tillgängliga, [webbplats](#).

Marknadsincitament

Dynamiska effektavgifter innebär att prissignaler ges baserat på den faktiska situationen i elnätet, och kräver att en prognos används av nätägaren. Detta är idag ovanligt men har testats i pilotprojekt¹² och undersöks av nätägare. Ofta utgår nätavgifterna istället från historiska data från tidigare år vilket ger en förenklad effektavgift, se steg 2 i trappan.

I de fall som nätägare har infört någon form av effektavgift har incitamentet att styra utifrån den prisbilden varit starkt, enligt aktörerna i laddbranschen. Till och med starkare än incitamenten att styra på kvartspris. För att styrningen ska ge ännu mer samhällsnytta och samtidigt ingripa så lite som möjligt på laddbehovet skulle utformningen av avgifterna behöva bli mer högupplöst och träffsäkert utifrån när elsystemet har behov av effektreduktion. Detta ställer i sin tur krav på laddaktörerna att utveckla sina styralgoritmer.

Kopplat till marknadsdeltagande krävs för smart laddning ofta att flera aktörer i värdekedjan ingår, vilket innebär att incitamenten behöver vara tillräckliga för att deltagandet ska vara ekonomiskt attraktivt för alla parter. För stödtjänstmarknader och lokala flexibilitetsmarknader har ersättningen varierat över tid, där olika flexprodukter har gått från att vara väldigt lönsamma vissa perioder till att vara mindre lönsamma när utbudet på marknaden ökat. I projektet FlexAbility har Power Circle gjort en sammanställning av marknader¹³ och historiska prisnivåer för att ge en bild till aktörer vad dessa kan förvänta sig i ersättning från exempelvis lokala flexibilitetsmarknader.

En framgångsfaktor för marknadsdeltagande är att det är enkelt att delta och aggregera många fordon. En annan nyckel till ökad lönsamhet kan vara att över tid kunna skifta vilken tjänst fordonet deltar i, eller att optimera mot flera marknader parallellt – vilket tar oss till steg 4.

¹² Energicentrum Gotland (2025). [Projekt banar väg för en ny sorts effekttariff](#)

¹³ Power Circle (2025). [FlexAbility](#), delrapport 2.



4. Optimerad smart laddning

- **Multi-optimering** – samtidig styrning mot flera olika styrsignaler som dynamisk effektavgift och försäljning av tjänster mot flera olika marknader.

AI blir en nyckel för att kunna optimera på många olika behov samtidigt.

Optimerad smart laddning

I det översta steget av smart laddning optimeras laddning utifrån en komplex verklighet där flera olika incitament och styrsignaler hanteras samtidigt. Tekniken runt laddningen klarar av att hantera flera signaler dynamiskt, genom att kombinera styrning baserat på exempelvis effektavgifter, kvartspris, stödtjänster, lokala flexibilitetsmarknader, egen elproduktion, körmönster och elanvändning i fastigheten. Detta sker utifrån vad som är mest ekonomiskt lönsamt med givna parametrar såsom minimibehovet av laddning.

V2X (Vehicle to Everything), där både V2H och V2G ingår, innebär att fordonet kan kommunicera med sin omgivning och skicka eller dela energi med något utanför fordonet. Detta ökar potentialen för smart laddning även i detta steg.

Tekniska förutsättningar

För att klara av att optimera mot flera prissignaler samtidigt krävs avancerade optimeringsalgoritmer och en prioriteringsfunktion som avgör vad som är viktigast att styra på. Hittills finns, vad vi känner till, ingen tjänst som klarar att styra på allt samtidigt, men flera aktörer i branschen ser att AI blir en nyckel för att klara av att hantera detta framöver.

Att kombinera optimering bakom och framför mätaren – där ett backend-system från en laddaktör ska integreras och samverka med en aggregators molntjänst eller en annan energitjänsteleverantör – är fortfarande komplext givet hur dagens teknik och affärsmodeller ser ut.

En annan viktig möjliggörare för mer avancerad styrning är att komponenter och aktörer i elsystemet gör en förflyttning mot nyare kommunikationsstandarder och protokoll¹⁴, vilka ska klara mer avancerad smart laddning. Även om det till viss del går att komma runt detta med egna gränssnitt och integrationer, så ger standarderna fördelar med skalbarhet.

¹⁴ Exempelvis nyare versioner av ISO 15118, OCPP och OpenADR.



**Deltagande på
marknader behöver
vara enkelt och
kunna koordineras.**

**Lönsamhet i alla
steg och efterfrågan
från kunder på
smarta tjänster
behövs framåt.**

Marknadsincitament

Många av de marknadsförutsättningar som gäller för steg 3 är även giltiga för steg 4. Även vid optimerad smart laddning behöver incitamenten för att utveckla tjänster som kan styra på olika prissignaler vara tillräckligt starka och kunna generera en vinst för alla aktörer i värdekedjan för att vara intressant. Men på steg 4 krävs förutsättningar att kunna koordinera marknadsdeltagande på flera marknader.

Standardisering av både prissignaler, marknader och teknik sänker tröskeln för att integrera och addera nya tjänster samt möjliggör skalbarhet. Många aggregatorer som verkar på marknaderna framför mätaren ser det som avgörande att enkelt kunna integrera resurser och aktörer för att motivera att samla elfordon, som är en geografiskt utspridd och även heterogen resurs, till ett koordinerat bud.

Det finns idag flera aktörer som erbjuder optimering mot till exempel stödtjänstmarknaderna eller lokala flexmarknader, tillsammans med elprisstyrning eller lastbalansering. Men branschen ser ett generellt behov av bättre prognoser för att kunna buda in på flera marknader samtidigt. Även lättare inträde på marknader samt bättre regler kring aggregering av fordon hos flera olika kunder skulle underlätta. För V2X finns idag skatteregler som hämmar utvecklingen.

En annan utmaning för att ta laddningen till nästa steg är också att skapa förståelse och efterfrågan för avancerade smarta tjänster hos slutanvändaren. För många är elektrifieringen fortfarande en förhållandevis ny företeelse, där intresset och kunskapen varierar stort. Viktigt för branschen är därför balans mellan komplexitet och enkelhet när erbjudanden till kunderna ska tas fram. Aktörer anger även att det framförallt är bristande kundintresse som gör att nyare standarder inte har implementerats i större utsträckning.

Ytterligare perspektiv – optimering i transportsystemet

Det finns ytterligare ett lager i trappan för smart laddning som inte har beskrivits i de olika stegen – komplexiteten i hur optimeringen av transportsystemet sker.

En faktor som kan komplicera optimeringen mot elsystemet, speciellt vid laddning av flottor och flera fordon samtidigt, är hur laddningen optimeras utifrån transportbehovet. Transportuppdraget får generellt inte äventyras, men i takt med att laddbehovet blir mer komplicerat förändras även parametrarna som övrig optimering har att utgå från.

Idag utgår smart laddning oftast från förutbestämda körscheman eller antaganden och fasta rutter. Avancerad ruttoptimering av fordonsflottor, laddbehov och prediktion av transportbehov innebär ökad komplexitet när det gäller att matcha olika behov mot optimeringen av elsystemet.

I takt med att prediktionsförmågan blir mer avancerad och logistikplaneringen blir mer dynamisk utifrån oväntade transportuppdrag och behov, väder eller andra faktorer skulle den smarta laddningen kunna bli ännu mer effektiv genom att integreras mot de dynamiska randvillkoren i realtid. Huruvida det är lönsamt beror helt på vilken verksamhet som bedrivs, hur förutsägbar den är, samt vilka tjänster till elsystemet som aktören arbetar med.

Eller vem vet, i framtiden kanske även när i tid en transport sker i vissa fall delvis kommer anpassas efter vad som är den mest lönsamma hanteringen av elbilsbatteriet vid varje givet tillfälle? Power Circles bedömning är dock att denna gränsförflyttning i nuläget ligger långt bort i tiden.



**Komplexiteten i
optimeringen ökar
med fler fordon och
olika körmönster.**

Vägen framåt

Avancerad styrning används idag i låg omfattning i villor, och lastbalansering är ofta längst fram.

Potentialen är stor men kräver bättre regler, marknader och incitament.

Idag finns de mest avancerade lösningarna för smart laddning främst i villasegmentet, medan komplexiteten i vilka energitjänster som används minskar generellt ju mer publik och snabb laddningen blir. Detta är en naturlig konsekvens av att flexibiliteten för laddtiden minskar ju viktigare det är att snabbt komma vidare. Undantaget är laststyrningen som kan vara mer avancerad vid installationer med många laddare, typiskt flerbostadshus, depåer och arbetsplatser, än vad den är kopplat till villasegmentet. Samtidigt är lösningar som styr hela fastigheten är lättare att få till i småhus.

Aktörer ser även att det tekniskt är olika svårt att kombinera olika typer av prissignaler eller förmågor i smart laddnings-trappan. Att arbeta med effekthushållning och styra mot elpris med förinställda scheman är väl utbredd i marknaden idag. Däremot bedöms det svårt att kombinera de införda effektagifterna med andra prissignaler. Även om laddning idag till stor del styrs genom schemaläggning efter när elpriset förväntas vara lågt ser branschaktörer att effektagiften framöver kan utgöra en mycket starkare drivkraft för smart laddning, särskilt under perioder när elpriset är lågt.

Idag är det ännu få kunder som använder sig av avancerade laddtjänster, och det finns därmed en stor potential i att få till förflyttningar uppåt i trappan för många kundgrupper. För att realisera den stora potentialen från smart laddning – speciellt mer avancerade typer av smart laddning – krävs både utveckling av regelverk, marknader och incitament som ger laddbranschen förutsättningar att utveckla bättre och smartare tjänster och erbjudanden till kunder.

För att avancerad styrning ska motsvara en faktisk nytta i elsystem och samhälle krävs även en ökad digitalisering och utvecklat samarbete i alla led, särskilt hos nätägarna.