

Smart laddning på Gotland

RAPPORT FRÅN POWER CIRCLE



DECEMBER 2020

Förord

Det här rapporten är framtagen på uppdrag av Energimyndigheten och Region Gotland. Arbetet är finansierat inom ramen för Energimyndighetens arbete med att ta fram sektorsstrategier för ett flexibelt och robust energisystem samt fossilfria transporter. Arbetet har pågått under hösten 2020 i tät dialog med Energicentrum Gotland.





Inledning

Andelen laddbara bilar har ökat kraftigt de senaste åren. Enligt Power Circles prognos kan vi nå 2,5 miljoner laddbara fordon redan 2030. Om alla dessa laddbara fordon skulle laddas samtidigt skulle det innebära en onödigt stor belastning på elsystemet genom att skapa höga effekttoppar under tidpunkter då elnätet kanske redan är ansträngt. Då personbilsflottan idag står parkerad cirka 95 procent av tiden behöver det ökade effektbehovet inte utgöra ett problem för elnätet ifall laddningen sprids ut mer jämnt eller flyttas till timmar då lasten i övrigt är låg. Smart laddning är med andra ord en förutsättning för att fordonsflottan ska kunna elektrifieras snabbt och på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt.

Smart laddning är ett uttryck för hur laddning av elfordon sker på ett sätt som är gynnsamt för användaren och/eller energisystemet. Det kan innebära väldigt enkla lösningar som att ladda på natten, när priserna ofta är lägre och systemet är mindre belastat, istället för att ladda precis vid hemkomst från arbetet. Men smart laddning kan också innebära en mer sofistikerad styrning med hänsyn till olika elmarknader eller andra behov i energisystemet och kan då innebära att laddbara fordon bidrar med systemnytta genom att exempelvis jämna ut effekttoppar eller minska behovet av att spilla produktion av förnybar el.

Gotland har redan idag en hög andel lokalt producerad förnybar energi där ungefär 50 procent av elen som används är producerad med förnybar energi belägen på ön. Förnybara kraftkällor producerar variabel kraft, vilket innebär att det inte går att planera när elen ska produceras. Samtidigt behöver vårt elsystem hela tiden hålla en jämn balans mellan produktion och användning av el. När det produceras för mycket el lokalt på Gotland behöver elen överföras någon annanstans, och den enda anslutningen som kan användas idag är kabeln mellan Gotland och fastlandet. Denna problematik är påtaglig eftersom kabeln inte kan förändra åt vilket håll strömmen går hur som helst, (växla polaritet). Den lokala nätägaren har länge varit tvungen att neka anslutning till ny förnybar elproduktion men detta har nu öppnats med viss nyanslutning upp till 65 MW vind- och 65 MW solproduktion. Detta ökar i sin tur balanseringsbehovet av väderberoende elproduktion.

***Framtidens
elnät står inför
kommande
utmaningar,
där smart
laddning kan
vara en av
lösningarna***

***Gotland har ett
 eget elsystem som
balanserar
användning mot
lokal förnybar
elproduktion***

**Det finns
många sätt att
bidra med flexi-
bilitet i elnätet,
smart laddning
är ett sätt**

Flexibilitet, både i produktion och användarled, är en lösning för att kunna öka graden av förnybar elproduktion. Det kan handla om att absorbera överskottsenergi vid ett tillfälle för att kunna använda den vid ett annat tillfälle när de förnybara källorna inte producerar eller att stänga av vissa energikrävande resurser när produktionen är lägre än efterfrågan. Det kan också innebära att öka energianvändningen när de förnybara källorna producerar som mest, både för att slippa växla polaritet på kabeln men också för att minska de ekonomiska förlusterna för producenter av förnybar energi.

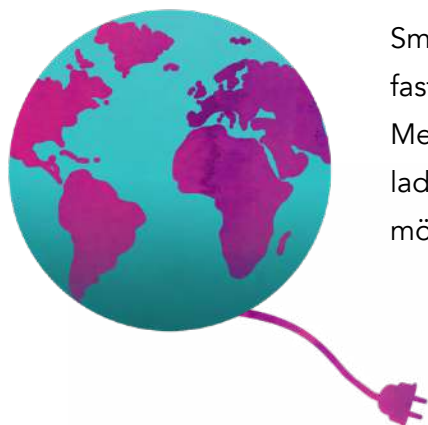
Det finns många sätt att bidra med flexibilitet i elnätet, men målet är ett så effektivt och välfungerande elsystem som möjligt. Smart laddning av elfordon kan ses som en flexibel komponent i elsystemet, där bilar-
nas batterier och kraftelektronik kan vara värdefulla resurser som kan användas till annat än att driva bilen när den inte används. För att potentialen i smart laddning ska kunna realiseras behövs ekonomiska incitamenten och affärsmodeller – både för att kunderna ska kunna styra laddningen och för laddinfrastrukturägare, vindkraftsproducenter och elnätsbolag som ska vara en del i affären.



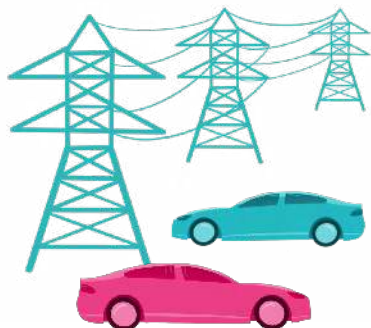
**Rapporten ska
föreslå piloter
för smart ladd-
ning på Gotland**

Syftet med den här rapporten är att ge dig som läsare en översikt om vad smart laddning kan innebära, vilka aktörer som är del av värdekedjan, samt hur och varför det kan vara lönsamt med smart laddning. Rapporten går även närmare in på Gotlands förutsättningar och de lokala aktörer som är eller kan komma att bli verksamma inom laddinfrastruktur. Slutligen kommer rapporten försöka illustrera hur smart laddning kan möjliggöra att elbilen blir en del av energisystemet på Gotland tillsammans med förslag på tänkbara upplägg på genomförandepiloter.

Smart laddning kan ha ett värde på Gotland, både för elfordonsägare, fastighetsägare med laddinfrastruktur, elnätsbolaget och elproducenter. Men även indirekt för näringslivet på Gotland om införandet av smart laddning medför ett effektivare elsystem med lägre kostnader, och en möjlighet att i framtiden välkomna fler turister med elbilar.



Elbilen i elsystemet



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.

De närmaste decennierna kommer elsystemet att genomgå stora förändringar. Digitalisering och nya tekniker gör det möjligt att drifva elnäten och hålla balans mellan produktion och användning på nya sätt. Elbils-laddning är ett exempel på ny teknik som introduceras och, om den är smart utformad, kan bidra till elsystemets stabilitet och robusthet.

På vissa ställen i elnäten hotar nätkapacitetsbrist på grund av att efterfrågan ökar snabbare än nätbolagen hunnit bygga ut elnätet eller implementera kapacitetshöjande tekniker. I andra delar av elnätet är utbyggnaden av ny elproduktion högre än nätets förmåga att distribuera elen till elkonsumenterna. Här kan flexibilitet bli viktigt för framtidens elsystem, både ur ett elsystem- och användarperspektiv.

Forskningsfronten lyfter tydligt nyttan med smart laddning. Studier från Tyskland visar att investeringar i elnätet kunde halveras i ett scenario med 15 miljoner laddbara fordon¹. En studie från grannlandet Norge visar att elbils-laddning på natten skulle kunna möjliggöra en helt elektrifierad personbilsflotta med obetydliga nätinvesteringar². Dessutom har NREL visat ett fall från Kalifornien där smart laddning inte bara sänkte kostnader för elnät utan minskade kostnaderna för elproduktion, minskade behovet att spilla förnybar energi och sänkte koldioxidutsläppen³.

En snabb introduktion av elbilar som laddar fullt så snart laddsladden pluggas in kan bidra till stora behov av att förstärka elnätet samt ett behov av att bygga mer elproduktion, alternativt energilager, för att täcka dessa nya effekttoppar. Genom smart laddning och olika flexibilitets-tjänster kan elbilen istället vara en del av lösningen för ett resurseffektivt elsystem. De kan bidra till minskade kostnader både för nätägaren, elproducenter, samhället och i slutändan kunderna.

På grund av att laddsystem är nya komponenter kan det bli så att laddsystemet blir mycket "smartare" än omgivande system i byggnad och elnät. Det är därför viktigt att förstå att smart elbils-laddning kräver samspel med ett smart elsystem för att full systemnytta ska kunna uppnås.

¹ Agora (2019), [Distributionsnätsutbyggnad med fokus på emobilitet](#)

² DNV GL & Pöry (2019), [Kostnader i elnätet – vinster genom samordnad laddning av elbilar](#)

³ NREL (2020), [Integrated transportation – energy systems modelling](#)

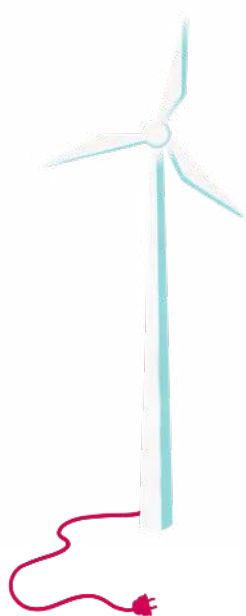


Elsystemet på Gotland

Den årliga elanvändningen på Gotland är ungefär 1000 GWh där hälften av energin kommer från vindkraften och resten från import via fastlandsanslutningen. Industrin står för ca 60 procent av den totala elanvändningen och av det står Sveriges största cementproducent, Cementa, för en stor del. Högsta effektbehovet kan under ett fåtal timmar vintertid uppgå till 180 MW men i snitt ligger effektbehovet på 125 MW. Vindkraften på ön har en installerad effekt på 182 MW.

Vattenfall Eldistribution AB har systemansvar för Gotland och därigenom ansvaret att frekvensen hålls till 50 Hz vilket vanligtvis är Svenska kraftnäts ansvar i Sverige. Således har Gotland ett "eget system" men som är kopplat till fastlandet genom två likströmsförbindelser. Prismässigt ligger Gotland i elområde SE3. Efter en ökad lokal produktion från vindkraften har det möjliggjorts att ena förbindelsekabeln kan vändas (eller växla polaritet) för att exportera överskottsproduktion till fastlandet. Det är Gotlands energi AB (GEAB), med sina bolag Gotlands elnät AB och Gotlands elförsörjning AB, som ansvarar för elsystemet på ön.

Effektbehovet på Gotland är max 180 MW idag, men normalt kring 125 MW



Att vända kabeln sliter på tekniken och minskar robustheten i elsystemet

Utmaningar för Gotlands energisystem

Energimyndigheten har i sin förstudie *Smart och förnybart energisystem på Gotland*⁴ presenterat underlag för hur Gotland ska bli pilot i för energiomställningen i Sverige med ett helt förnybart elsystem på ön. Samtidigt identifieras ett antal utmaningar som måste adresseras.

När den ena fastlandsförbindelsen är i driftläge för export, något som sker under 20 procent av årets timmar, uppstår en större risk för försämrad försörjningstrygghet på ön vid en eventuell störning i någon av kabelarna. Som pilotområde finns ett intresse av att öka mängden lokal förnybar produktion på ön, något som skulle kunna öka antalet timmar som kabeln ligger i export. Därmed kan en ökad produktion påverka försörjningstryggheten. Dessutom sliter vändningen till export på fastlandsförbindelsen med en minskad livslängd som konsekvens.

⁴ Energimyndigheten (2018), *Smart och förnybart energisystem på Gotland*





En annan utmaning är att vindkraftens andel av elförsörjningen på ön kan variera väldigt snabbt. Inom någon timme kan den gå från låga nivåer till att motsvara hela öns elanvändning.

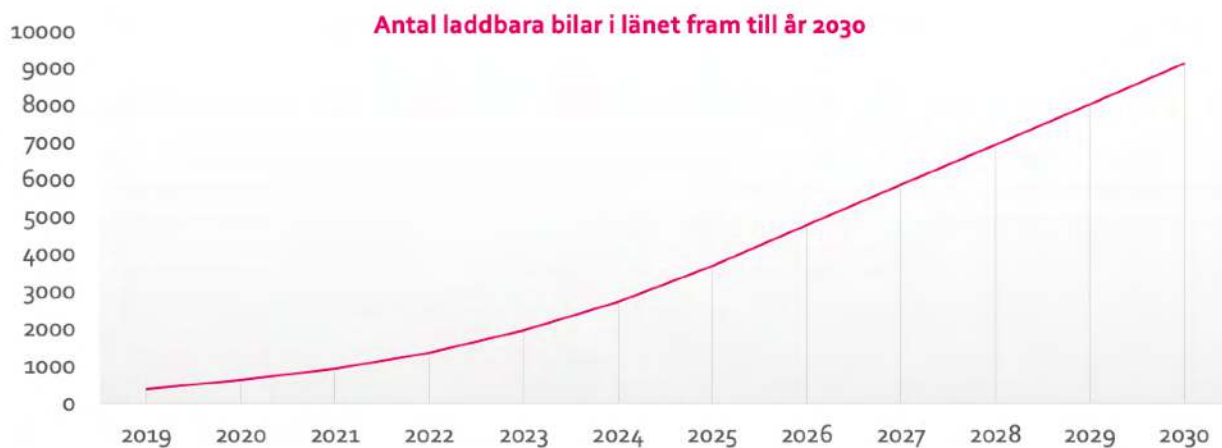
Det närmaste decenniet kommer elektrifieringen öka som en lösning för att fasa ut fossila bränslen på ön. Detta gäller fordonsflottan men även företag på ön, samt möjligen att större datacenter etablerats för att stödja digitaliseringen och 5G-utvecklingen. Cementa är en källa till utsläpp av växthusgaser och en framtida elektrifiering av Cementa tillsammans med övrig industri skulle kunna medföra en ökad elanvändning på 2 TWh och effektuttag på 260 MW³ – något som skulle skapa helt nya förutsättningar för Gotlands energisystem. I Gotlands fall är även en prognos för regionens ambition av ökad vind- och solelsproduktion relevant. Utifrån dessa analyser kan slutsatser dras om hur mycket belastning elnätet klarar och vilka investeringar som behövs.

En ökad elanvändning kan väntas de närmaste decennierna

Fordon och laddinfrastruktur på Gotland

Gotlands fordonsflotta på ungefär 35 000 personbilar är av äldre karaktär än genomsnittet i Sverige, och bilarna på ön rullar under en lång period innan de byts ut mot nya. Det gör att omställningen mot eldrivna fordon går något långsammare än den nationella takten. Idag finns drygt 500 laddbara fordon på Gotland, där hälften är laddhybrider. Samtidigt finns det 52 publika laddstationer med totalt 150 laddpunkter på ön. Till 2030 skulle antalet laddbara fordon kunna öka till omkring tiotusen fordon, vilket skulle vara omkring 30 procent av fordonsflottan.

En ökning från 500 till 10 000 elbilar förutsägs i Power Circles prognos



***Turismen
påverkar
Gotlands behov
av laddinfra-
struktur***

Tio tusen elfordon skulle teoretiskt kunna innebära ett effektuttag på 37 MW om alla bilar laddar samtidigt med lägsta laddeffekt, 3,7 kW. Med högre laddeffekter, vilket är vanligt på publik laddinfrastruktur, blir effektbehovet högre, men sannolikheten att alla laddar samtidigt är låg. Samtidigt ger detta en samlad batterikapacitet på ungefär 500 MWh.

Den laddinfrastruktur som finns på Gotland idag har i stor utsträckning installerats av GEAB som jobbar med försäljning, installation och drift av laddstationer, både privat och publikt. GEAB har via Vattenfalls lösning InCharge försett ön med laddare. Själva laddboxen är vanligtvis tillverkad av Chargestorm eller GARO med betallösning via Incharge.

Något som påverkar Gotlands behov av laddinfrastruktur är också turismen. Under juli månad 2019 var det enligt statistik totalt 115 000 fordon på besök på Gotland⁵. Om dessa fordon i framtiden består av en stor andel elektrifierade fordon innebär det potentiellt att effektuttaget från elbilar kan öka stort under sommarhalvåret.

Tidigare studier och förslag på lösningar

Energimyndigheten belyser i sin rapport³ att insatser som antingen möjliggör ökad export eller tvärtom, minskar behovet av export är två vägar att gå för att kunna ha en fortsatt utbyggnad av lokal förnybar elproduktion på ön utan att riskera leveranssäkerheten. Elbilar med smart laddning skulle potentiellt kunna bidra med att minska behovet av export.

Konkreta förslag för ökad lokal användning av elproduktionen har tagits fram av InnoEnergy⁶ där de visade att lokal energilagring med batterier är en möjlig väg att gå. Elbilars batterier är till storleken små men i stor mängd skapas potential för en betydande batterikapacitet. Därtill nämns även i studien att energilagerlösningar i kombination med flexibla resurser kan vara en möjlighet – något som styrker behovet av att utforska hur elbilar kan bli en del av energisystemet på Gotland.

***Lokal energi-
lagring med
batterier är en
möjlig väg att
framåt***

⁵ Destination Gotland (2020), [Statistik](#)

⁶ InnoEnergy (2018), [Transforming the energy landscape of Gotland with battery storage](#)

Kort om Smart Grid Gotland

För att möjliggöra efterfrågeflexibilitet skapades ett speciellt elhandelspris kallat Smart Kundpris som bestod av ett förstärkt elpris per timme tillsammans med vindkompensation under tillfällen med hög vindkraftsproduktion.

Till det tillkom GEAB:s tidstariff som har två olika nivåer beroende på årstid.

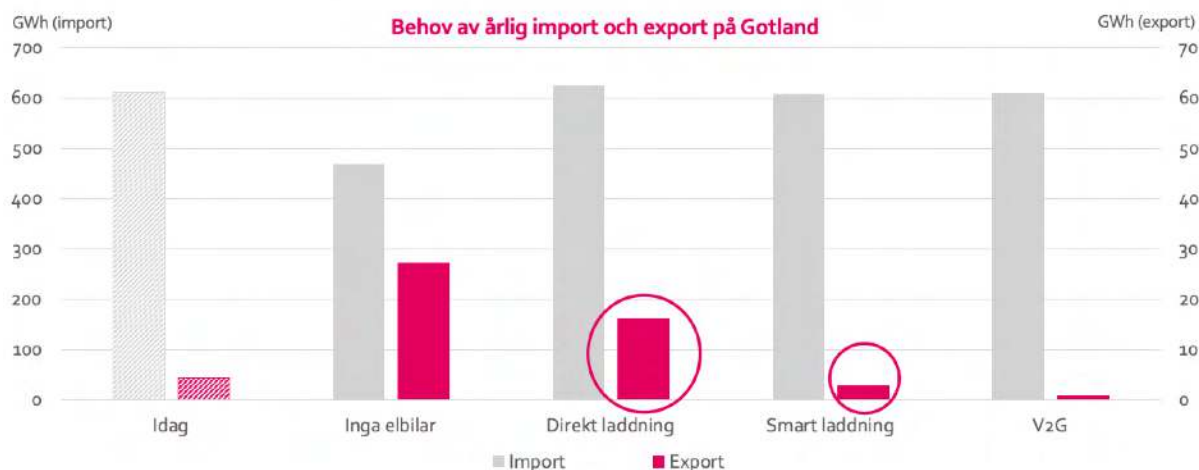
Resultatet visade att automatisk styrning behövs för att hushållskunder ska agera på små prissignaler.

Under 2017 genomfördes projektet Smart Grid Gotland med syfte bland annat att klara av en ökad mängd lokal elproduktion utan större investeringar i fastlandskopplingen – men då utan fokus på elbilsaddning. Ett mål var att testa hur aktiva kunder kan bidra till detta genom lastförskjutningar på omkring 10 procent korrelerat till vindkraftsproduktionen på Gotland.

I projektet diskuterades även möjligheterna att med energilager och aktiv kundmedverkan (efterfrågeflexibilitet) hantera variabel förnybar elproduktion och på så sätt höja gränsen för maximal installerad elproduktion. Arbetet med energilager förblev teoretiskt och diskussionen pekade på att det ekonomiska utrymmet för batterilager var litet men att det kunde komma att förändras när kostnadsbilden för batterier utvecklats – vilket den nu gjort. Detta leder återigen tankarna till elbilars batterikapacitet tillsammans med smart laddinfrastruktur.

Just nu medverkar elnätbolaget i GEAB i EU-projektet *CoordiNet* för att utforska hur elnätet kan nyttjas mer flexibelt genom marknadsplatser för flexibilitet. Projektet har en ny demonstration under vintern 2021 och skulle kunna vara en möjlig plats att få in elbilen på i framtiden för att lyckas nyttja effekten i elnätet på ön mer effektivt.

Power Circle handledde under 2019 ett examensarbete⁷ som studerade smart laddning och V2G på Gotland. Resultatet från den teoretiska studien visade att smart laddning kan minska behovet av export från ön och samtidigt tillåta en ökad lokal elproduktion från vindkraft.

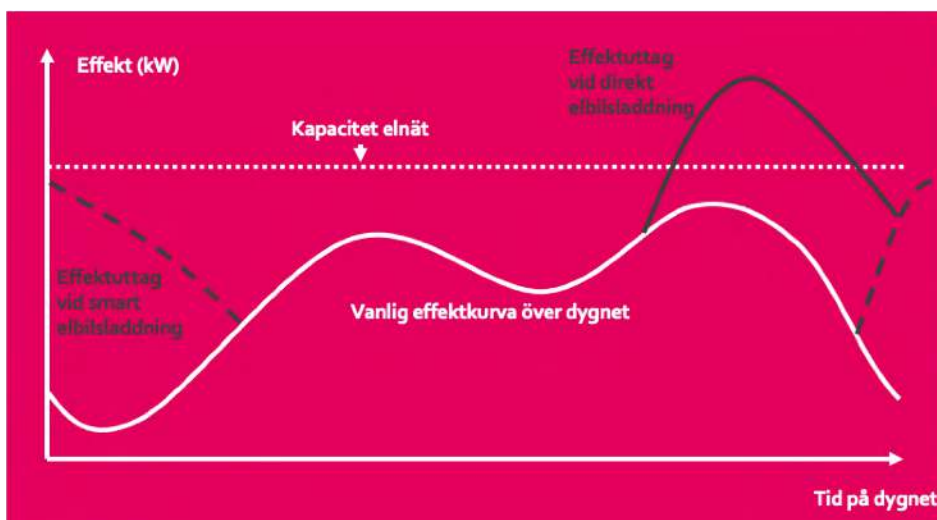


⁷ Power Circle (2019), Elfordon för att balansera variabel förnybar kraft på Gotland

Smart elbilsladdning

Den stora skillnaden mellan direkt och smart laddning är att direkt laddning startar direkt när bilen kopplas in och laddar på konstant hastighet tills batteriet är fullt, till skillnad från smart laddning som kan ske med varierande effekt och förskjuten i tid utifrån olika parametrar. Om laddningen sker smart utifrån elsystemets perspektiv bör elbilsföraren, laddoperatören eller annan inblandad aktör få incitament till att justera laddhastigheten upp eller ner.

Elbilsladdning kan vid direkt laddning påverka elnätet negativt genom ytterligare effekttoppar vid tidpunkter då det redan är hög belastning, exempelvis när de flesta kommer hem från jobbet och ska laga mat, tvätta och ladda elbilen. Genom att förskjuta laddningen, förslagsvis till tidpunkter då elnätet är mindre belastat, räcker det befintliga elnätet längre och behovet av att investera i mer elnät minskar.



Direkt laddning kan vara utmanande för elnätet då den sker direkt när sladden kopplas in

När olika aktörer diskuterar smart laddning är det viktigt att förstå att 'smart' kan syfta på flera olika saker

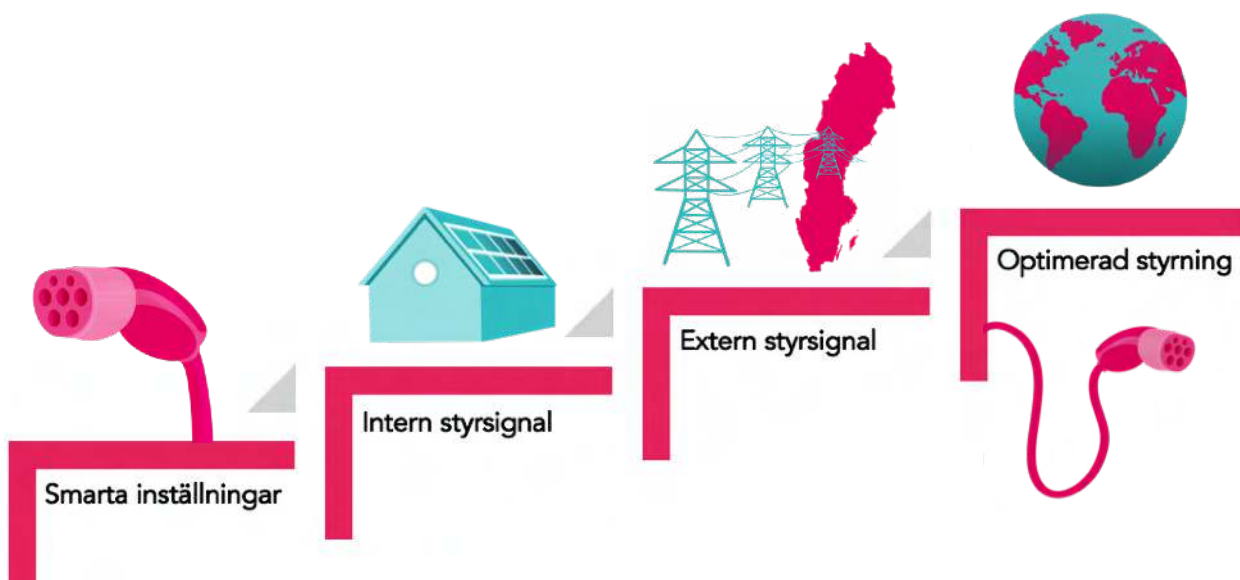
Olika nivåer av smart laddning

När olika aktörer diskuterar smart laddning är det viktigt att förstå att "smart" kan syfta på flera olika saker. Allt ifrån användarcentriska tjänster till systemfokuserade tjänster. I systemfokuserad smart laddning styrs laddpunkter samordnat, eller aggregerat, för att exempelvis skapa nytta till elnätet likt situationen i figuren ovan. I användarcentrisk, eller kundfokuserad, smart laddning anpassas laddningen istället exempelvis efter fastighetens säkringsnivå, elbilsförarens laddbehov eller laddscheman med hänsyn till komfort och kostnadsbesparing för användaren.

***Det kan ibland
uppstå en mot-
sättning mellan
användarens och
elsystemets behov***

Ibland innebär den systemfokuserade smarta laddningen konflikter med kundens behov och förväntningar och därför förväntar sig kunden en rimlig ersättning för att styra smart utifrån elsystemets behov. Exempelvis kan ofta kunden acceptera att bilen inte laddas upp direkt eller att laddarens effekt reduceras mot att laddningen sker till ett lägre pris.

Smart laddning beskrivs nedan som en trappa med allt från kundnära tjänster genom smarta inställningar och interna styrsignaler till tjänster med systemfokus genom externa styrsignaler och optimering.



Smarta inställningar

Genom att använda smarta inställningar i bilen eller en app kan föraren anpassa laddningen efter planerad avresetid eller se till att bilen laddar på natten då elpriset vanligtvis är lägre än på dag- och kvällstid. För laddning på publika laddplatser skulle även tjänster som att kunna boka en laddplats i förväg kunna ingå i första nivån av smart laddning.

Intern styrsignal

Möjligheten att ladda många fordon vid en fastighet eller att kunna installera en laddbox hemma utan att få onödigt höga fakturor och en oro att säkringen ska gå är syftet med den andra nivån av smart laddning. Med hjälp av en effektvakt eller lastbalansering kan laddningen justeras optimalt utifrån fastighetens begränsningar och förutsättningar.



***Lastbalansering
gör det möjligt
att ha fler elbilar
i samma fastighet***

En effektvakt fungerar som så att den mäter effekten från elanvändningen i fastigheten och samtidigt kommunicerar med laddboxen. Den tillåter inte att elbilen laddar med för hög effekt om säkringen redan är belastad från andra aktiviteter i fastigheten. Lastbalansering balanserar laddningen mellan flera laddboxar och uttag. Baserat på när bilarna är parkerade, hur många som är parkerade och vilken batterinivå bilarna har laddas bilarna gemensamt för att hålla effekten inom säkringen och samtidigt se till att bilen är tillräckligt laddad lagom till nästa avgång.

Extern styrsignal

Uppkopplade laddboxar/elbilar kan kommunicera med en extern aktör som håller koll på elpriset och ibland även den lokala nättariffen för att se till att elbilen laddas så billigt som möjligt. I denna tredje nivå av smart laddning börjar information om det omgivande elsystemet tas in och vägs ihop med fastighetens och förarens behov av laddning.



Eftersom elpriset är samma inom ett helt elområde är det inte alltid så att elpriset reflekterar den lokala situationen. Elnätstariffer kan i högre grad visa på situationen lokalt, men i dagsläget är det få nätbolag som erbjuder varierande tariffer och speciellt inte dynamiska tariffer som ändras mellan olika dagar beroende på belastningen i nätet.

Optimerad styrning

Den översta nivån av smart laddning innebär att en extern aktör optimerar laddningen utifrån flera olika styrsignaler samt säljer tjänster från en större grupp fordon till olika marknader. På den här nivån vägs förarens behov ihop med fastighetens villkor, elpriset, nättariffen, lokala flexibilitetsmarknader och betalning för olika stödtjänster. Även vehicle-to-grid (V2G), som innebär att elbilen förutom att ladda smart kan skicka tillbaka el till fastigheten eller elnätet, ingår på denna nivå.

En ensam bil har inte så stor påverkan på elsystemet men om ett stort antal bilar aggregeras blir batterikapaciteten betydande, och det behövs omkring 500 bilar för att sälja 1-2 MW kapacitet på marknaden⁸.

***En ensam bil är
har inte så stor
påverkan på elsys-
temet men ett
stort antal bilar
kan bli betydande***

⁸ Irena (2019), [Innovation outlook: Smart charging for electric vehicles](#).





Fler dimensioner av smart laddning

Det är viktigt att den laddning som installeras framöver har möjlighet till uppkoppling

Elbilsaddning kan ske med olika hastigheter; normalladdning (3-7 kW), semi-snabb laddning (11-22 kW), snabbaddning (>50 kW) och ultra-snabb laddning (>100 kW). För att få till en smart laddning är det bra om fordonet är inkopplat under en lång tid vilket den vanligtvis är vid normalladdning, men ofta även vid semi-snabb laddning. För snabbaddning finns en önskan från föraren att laddningen ska ta kort tid och flexibiliteten i tid är därför inte lika stor.

Ett sätt att möjliggöra smart laddning ur ett systemperspektiv även vid snabbaddning är att integrera laddstationen med ett batterilager. Då kan batteriet laddas upp vid tillfällen där elnätet inte är så högt belastat för att sedan ladda ur snabbt när någon behöver ladda. Som exempel finns ett pågående forskningsprojekt med syfte att sänka effektuttaget vid en publik laddstation på över 200 kW fördelat över nio uttag. Batteriet, med en effekt på 220 kW och kapacitet på 320 kWh, förväntas kunna sänka effekttopparna vid laddning med 80 procent⁹.

Styrningen av den smarta laddningen kan också göras genom olika applikationer. Vanligtvis styrs smart laddning genom en uppkopplad laddbox, men det finns också möjlighet att styra via bilens gränssnitt om den har en uppkoppling. Slutligen kan laddstationen, som diskuterades ovan, vara ansluten till ett energilager, vilket innebär att det i första hand är energilagret som är uppkopplat mot det gränssnitt där den smarta styrningen görs. Även om det finns andra möjligheter än att laddboxen är uppkopplad, är det viktigt att de laddboxar och stationer som installeras framöver har möjlighet till uppkoppling.



⁹ Power Circle (2020), [Batterilager i framtidens elsystem](#)



Tid, kostnad och bekvämlighet är tre huvudfaktorer för elbilsföraren

Elbilsföraren och smart laddning

Tid, kostnad och bekvämlighet kan beskrivas som tre huvudfaktorer för laddbeteendet hos elbilsföraren. Just bekvämligheten gör att många väljer att ladda hemma framför snabbladdning eftersom det har minimal påverkan på de dagliga rutinerna¹⁰. Utöver bekvämligheten spelar ekonomin in i valet av plats för laddning, och laddning hemma är generellt billigare än snabbladdning. I en svensk studie anger strax över 70



procent av elbilsförare att de laddar hemma, och på andra plats ligger laddning på jobbet. Av de platser som bilägarna laddar sällan på ligger bensinmacken i topp. Samtidigt ser elbilsägarna gärna fler installationer av laddstationer på just bensinmackar för att öka laddmöjligheterna¹¹. Även om en stor del av laddningen sker hemma är den publika laddningen en förutsättning för omställningen – framförallt när nya målgrupper börjar fundera på att byta till elbilen¹².

Även om laddningen mest sker hemma är den publika laddningen en förutsättning

Vid smart laddning behöver föraren välja användarstyrd laddning där elbilsföraren själv reagerar på olika signaler eller operatörsstyrd laddning där en extern aktör styr laddningen. Oron att bilen inte är helt laddad när den behövs kan skapa motstånd mot extern styrning av laddningen. Aktörer behöver därför hitta ett tydligt kundvärde i sitt erbjudande om smart laddning. Några av de bästa incitamenten för att elbilsföraren ska justera sitt laddbeteende är enligt en studie⁷:



¹⁰ EU Parlament (2018), [Charging infrastructure for electric road vehicle](#)

¹¹ CTEK (2020), [Laddinfrastruktur för personbilar 2020, attityder, trender och tendenser](#)

¹² T&E (2020), [Recharge EU: How many charging points will Europe need in the 2020s](#)

Värdekedjan och aktörer

Utvecklingen av elsystemet skapar nya behov, som fylls av nya aktörer och affärsmodeller. Värdekedjan för privat och publik elbilsladdning börjar nu ta form även om aktörslandskapet utan tvekan fortfarande utvecklas. Med smart laddning adderas ytterligare komponenter och aktörer till denna värdekedja. I detta avsnitt vill vi tydliggöra vilka aktörer som är inblandade i elbilsladdning idag och vilka roller de eller nya aktörer kan ta för att kunna erbjuda smart laddning.

Elnätsbolag

I alla modeller där smart laddning ska ta hänsyn till elnätets belastning har elnätsägaren en avgörande roll. Elektrifieringen av transportsektorn är en utmaning för elnätsbolag då det blir en helt ny elanvändning som introduceras. Denna nya elanvändning följer inte tidigare mönster utan innebär att nya analyser, dimensionering och beslut behövs.

Från laddinfrastrukturbranschen finns en önskan om tätare samverkan med elnätsbolag för att korta ledtiderna för anslutningar och för att lättare kunna förstå var det finns kapacitet i nätet för mer laddinfrastruktur. Vidare kan elnätsbolagens samverkan med samhällsplanerare bidra till bättre översiktsplaner och strategier för var elektrifieringen sker, något som kan stärkas av de krav på nätutvecklingsplaner som är på gång.

Eftersom elnätsbolaget är en av de aktörer som kan göra stora kostnadsbesparingar om laddningen optimeras vilar ett ansvar på dem att skapa incitament för smart laddning. Detta kan ske genom tariffer, marknader eller andra styrsignaler som kommer att diskuteras mer ingående i ett senare kapitel.

Den nya elanvändning följer inte tidigare mönster utan innebär att nya analyser och beslut behövs





1. Energi

Elproducent/handel

Elhandlaren eller elproducenten säljer el till laddningen. Kan ge incitament till smart laddning.

Elnätsbolag

Elnätsbolaget ger anslutningar och distribuerar elen. Kan ge incitament till smart laddning.



VÄRDEKEDJA FÖR SMART LADDNING



2. Infrastruktur

Tillverkare laddbox

Tillverkar laddboxar, hårdvara och ibland även mjukvara. De flesta aktörer erbjuder uppkopplad utrustning som kan möjliggöra smart laddning.

Platsägare

Upplåter och hyr ut plats/mark till CPOs och deras laddstationer. Ibland är det även platsägaren som äger laddinfrastrukturen.

CPO (laddoperatör)

Laddoperatören installerar, (ev äger), driftar och underhåller ett nätverk av laddstationer. CPO står för charge point operator.



3. Tjänster

EMSP (Laddtjänst)

Emobility service provider erbjuder laddtjänster till elbilsföraren som kartor, betallösningar. Kopplad till CPO, är ibland samma aktör.

Nätverk & plattform

En aktör som möjliggör att kunder kan ladda inom flera aktörers laddnätverk. Tjänsten kallas för roaming och sker via plattform/hub.

Aggregator

Aggregatören samlar ihop flera resurser som tillsammans kan styras smart och säljas till olika marknader eller aktörer.



4. Marknader

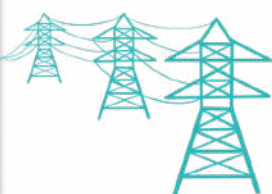
Lokal marknad

Aktör som tillhandahåller en lokal marknad för att optimera elnätet eller lokal produktion. Kan ge incitament till smart laddning.

Nationell marknad

Svenska kraftnät erbjuder idag en nationell marknad för stödtjänster där elbilar kan bidra smart om många elbilar aggregeras.

... samt exempel på aktörer





Det finns både svenska, nordiska och internationella tillverkare av laddstationer

Värdekedjan för emobility utvecklas och en del aktörer har flera roller

Tillverkare av laddboxar

Idag erbjuder de flesta tillverkare av laddinfrastruktur uppkopplad utrustning som kan hantera smart laddning. Det betyder inte att den laddar smart bara för det – laddboxen behöver incitament och styrsignaler från andra aktörer för att bidra till smart laddning.

Platsägare och laddstationsägare

Platsägaren upplåter eller hyr ut sin mark till laddinfrastruktur. Laddinfrastrukturen kan ägas av platsägaren vilket ofta är fallet vid bostadsfastigheter, men vilket även kan förekomma vid butiker och affärer. Vid publik laddning kan det vara laddoperatören som äger laddinfrastrukturen, men det kan också vara en tredje part som investerar och äger.

Laddoperatören - CPO

Laddoperatören, på engelska Charge Point Operators (CPO), installerar, driftar och opererar laddboxen. Vissa laddoperatörer erbjuder även egentillverkade laddboxar men inte allt för sällan använder laddoperatörer sig av externt tillverkade boxar. Vid publik laddning är det som sagt vanligt att laddoperatören är den som äger laddstationerna.

Laddtjänsteleverantör - EMSP

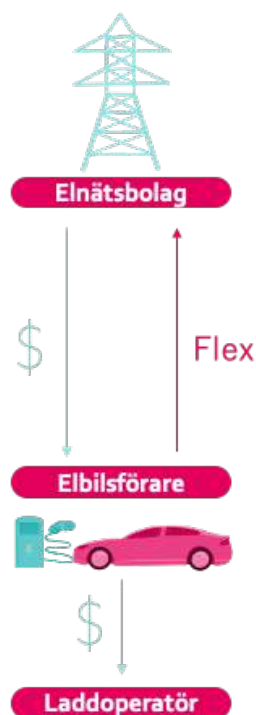
Laddoperatörer till publika laddstationer kan välja att koppla upp sina laddstationer till en så kallad laddtjänsteleverantör, på engelska Emobility Service Provider (EMSP), som vanligtvis tillhandahåller en betaltjänst för laddstationen, hjälper förare att hitta laddstationer och startar laddsessionen. Det finns flera aktörer som både är CPO och EMSP.

Aggregator

För att sälja smart laddning till olika marknader behövs en aggregator som styr laddningen av flera hundra elbilar/laddare samtidigt. Vinsten som görs på marknaden delas mellan aggregatorn och kunden.



Incitament för smart laddning

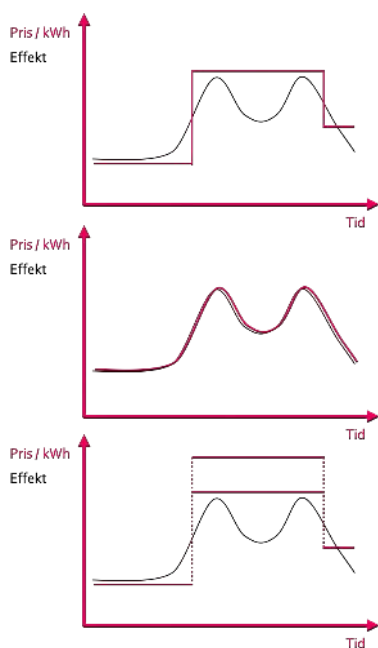


För att få till smart laddning ur ett systemperspektiv krävs, utöver uppkopplad teknisk utrustning, incitament till kunden eller den aktör som styr elbilsladdningen. Incitamenten som utvärderats i denna rapport är framförallt av ekonomisk karaktär och bidrar därför till en bättre laddningsekonomi för den som äger laddinfrastrukturen och/eller elbilen.

Elnätstariffer

Generellt är inte elnätstariffer idag utvecklade för att skapa incitament för att styra elanvändningen i realtid efter elnätets kapacitet eller driftsituation. Den enda tillgängliga externa styrsignalen på många ställen i Sverige är att styra efter elpriset, vilket i sig inte reflekterar den lokala situationen i elnätet utan snarare tillgången på el i Sverige.

Många elnätsbolag jobbar emellertid på att utveckla sina tariffer i och med det arbete som Energimarknadsinspektionen gjort de senaste åren. Det svåra är dock att balansera att tariffen ska vara kostnadsriktig och icke-diskriminerande samtidigt som den ger incitament till smart elanvändning, i detta fall smart laddning hos kunderna. Nedan visas exempel på tre tariffer som skulle kunna ge ökade incitament.



Tidstariff

Fasta tider då det är billigare/dyrare att ta ut effekt
– kan baseras på historisk data

Realtid/dynamisk tariff

Effektkostnad efter den aktuella situation i elnätet
– kan baseras på data om export / kapacitet

Variabel peak tariff

Kombination av fast och dynamisk
– kan baseras på historisk data till stor del men även realtid

Flexibilitetsmarknader och stödtjänster

Kort om projektet CoordiNet

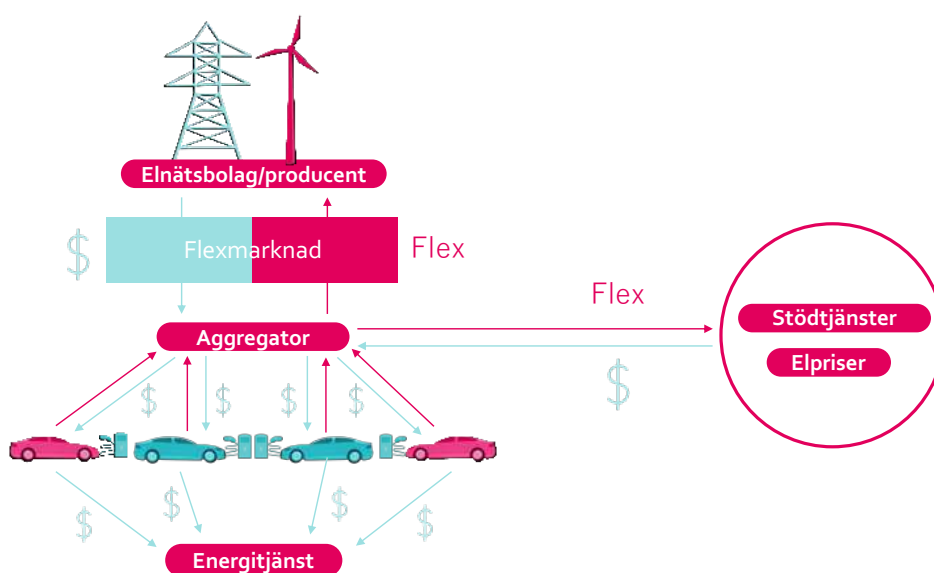
Det europeiska forskningsprojektet CoordiNet var först i Sverige med att testa lokala flexmarknader.

Under vintern 2020/2021 genomförs den andra säsongen. Handel sker i steg där den lokala elnätsägaren får köpa först, sedan regionnätsägaren och slutligen stamnätet. I denna omgång kommer även peer-to-peer handel mellan olika producenter att testas.

Hittills finns inga tjänster från elbilar i CoordiNet.

Marknader används för att matcha aktörer som har resurser att erbjuda med de aktörer som har behov av något. Tanken med lokala flexibilitetsmarknader är därför att lösa flaskhalsar på en mer lokal nivå där distributionsnäten och lokal produktion är i fokus. En lokal marknad för flexibilitet ger elnätsbolaget möjlighet att köpa tillgänglig effekt av kunder eller producenter. Kostnaden för att köpa tjänsterna ställs då mot alternativet att höja abonnemanget mot överliggande nät eller att göra förstärkningar i det egna elnätet. Även elproducenter som på grund av flaskhalsar skulle behöva spilla produktion kan vara intresserade av att köpa flexibilitet i form av ökad konsumtion från marknaden.

För att sälja till en marknad krävs ofta en stor volym och en enskild bil är därför inte så intressant. Genom att aggregera en större mängd elbilar kan tillräckligt stora volymer nås för att lägga bud. Detta innebär dock att elbilsägare eller laddinfrastrukturägare behöver koppla sig till en aggregator. Att ansluta sig till en energitjänst är ofta förknippat med en kostnad, men det ska vägas mot de intäkter som tjänsten innebär.



När tillräckligt många anslutit sig kan aggregatorn sälja tjänster till den lokala flexibilitetsmarknaden. Men detta är inte aggregatorns enda möjlighet, det finns även nationella marknader för stödtjänster att sälja på.

Det finns sedan många år nationella balansmarknader som Svenska kraftnät ansvarar för, där det handlas med olika stödtjänster. Stödtjäns-



Det är viktigt att incitament från elnätsägaren kommer på plats för att undvika att laddningen utmanar det lokala elnätet

ter till elnätet är sådant som stöttar driften och balansen i elsystemet. Sedan några år tillbaka arbetar Svenska kraftnät aktivt med att öka konkurrensen på marknaderna genom att möjliggöra för mindre och aggregerad bud att delta på marknaderna, och det finns aktörer som lyckats buda in effekt från en elbil. Samtidigt behövs fortsatt utveckling av dessa marknader.

En aggregator kommer hela tiden att försöka optimera laddningen och nyttan för sina kunder. När ingen marknad erbjuder en förtjänst kommer aggregaten troligtvis att titta på elpriset för att se när det är mest lönsamt för elbilsägaren att ladda. Om ingen lokal flexmarknad finns, eller någon lokal nättariff som visar vad som är bra för elsystemet, kommer aggregatorn att optimera laddningen utifrån nationella förhållanden. Detta skulle kunna innebära att laddningen utmanar det lokala elnätet även om vi befinner oss på den högsta nivån av smart laddning. Det är därför viktigt att incitament från elnätsägaren kommer på plats.

Ett alternativ om en lokal flexmarknad är ett för stort steg är att upprätta ett bilateralt avtal mellan elnätsbolaget och aggregatorn. Aggregatorn kan då med information från nätägaren styra laddningen smart.

Andra styrsignaler

Utöver tariffer, elpris och marknader kan andra styrsignaler utvecklas för att ge incitament för smart laddning. En möjlighet är att riksdagen fattar beslut om att förändra skatten på el för att främja en mer flexibel elförbrukning. Men det finns även andra möjligheter till styrsignaler, en är att teckna någon form av anslutningsavtal.

Det är möjligt att utforma helt andra styrsignaler än de som är klassiska idag

I Stockholms stad har arbetet med "laddgator" kommit långt och visar på ett gott exempel på hur staden, elnätsbolaget och laddoperatörer kan samverka för att hitta win-win-win lösningar. En karta visar på områden i innerstan som anses lämpliga för laddning och intresserade aktörer kan ansöka om att installera laddstolpar. Elnätsbolaget, i Stockholms fall Ellevio, har förberett nätinфраstruktur och fundament till laddoperatören med möjlighet för nätägaren att styra ner effekten vid kapacitetsbrist. Laddoperatören får en speciellt utformad, billigare, laddtariff mot att de går med på att styrning utförs vid kritiska tidpunkter direkt av elnätsbolaget.



Affärsmodeller - smart laddning

Laddtider för olika laddare

1 fas | 16 A | 3,7 kW

- 5-6 timmar för elbil
- 2-3 timmar för laddhybrid
- 2 mil per timme

3 fas | 16 A | 11 kW

- 2-3 timmar för elbil
- 6 mil per timme

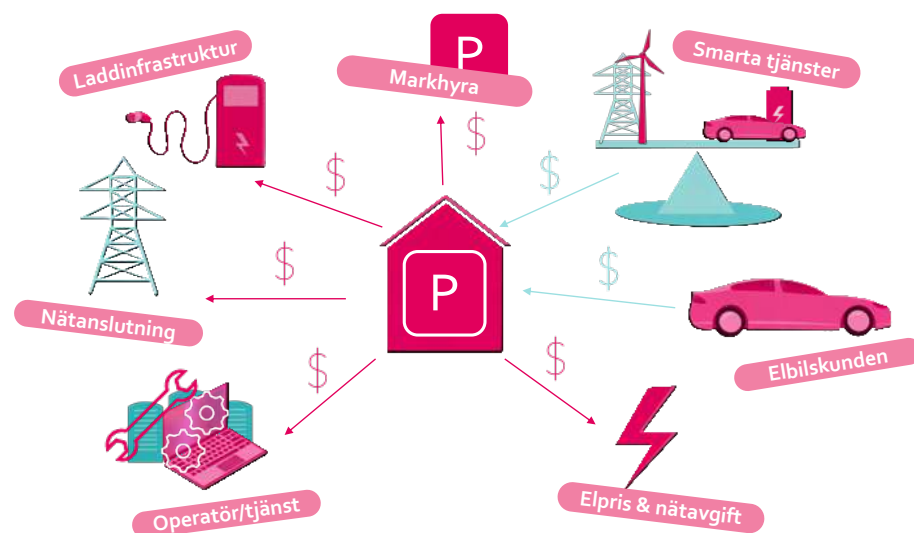
3 fas | 32 A | 22 kW

- 1-2 timmar för elbil
- 12 mil per timme

För att möjliggöra smart laddning behöver fastighetsägare och andra tänkbara laddinfrastrukturägare förstå hur affärsmodellen kan byggas upp. Affärsmodellerna behöver också balansera laddningen utifrån både användarens och elsystemets behov för att möjliggöra smart laddning. I detta kapitel tar vi upp viktiga delar av affärsmodellen såsom olika möjligheter till intäkter, kostnader, hur elbilsförare kan debiteras och vilka samarbeten som behövs. Vi visar hur smart laddning kan bidra till extra intäkter för både laddstationsägare och elbilsförare.

Fokus här ligger på publik destinationsladdning samt semi-publik laddning som ofta förekommer vid bostadsparkeringar vid flerbostadshus. Här ligger laddningen ofta på effektnivåer mellan 3,7-22 kW och bilarna står alltså ofta parkerade en längre tid.

Även om de grupper som kan ladda skiljer sig åt för publik och semi-publik laddinfrastruktur är nödvändiga kostnader och möjliga intäkter liknande. Som figuren nedan visar är de kostnader som behöver täckas nätanslutning, laddinfrastruktur samt installation, operatör/tjänst och löpande inköp för elhandel och elnät.



Det är många kostnader som ska täckas i affärsmodellen för laddaffären

De grundläggande relationer som behöver ingås är därmed med elnätbolaget, elhandelsbolag, CPO och EMSP. Om den aktören som äger laddinfrastrukturen inte äger marken där den står, vilket ofta är fallet för publika laddare, behövs även hyra för mark täckas. På intäktsidan finns avgifter för laddning men även potentiella extra intäkter från

Olika möjliga intäktsmodeller

Kilowattimmar

Ta betalt per kWh med fast eller rörligt pris, ev med visst påslag för att täcka investeringskostnad.

Tid

Ta betalt per timme som laddinfrastrukturen används

Schablon

Tillägg på månadshyran för lägenhet/parkering baserat på schablonkostnad.

Hyra ut

Hyr ut parkeringsplatser till aktör som betalar en avgift som går till avskrivningen.

Besökare

Genom att ansluta laddboxen till en operatör med betallösning kan även besökare använda lediga laddboxar som ger intäkter.

OBS!

Elbilsföreningar lyfter fram att pris per kWh är det som föredras av elbilsägarna eftersom det ger mest korrekt bränslekostnad.

smart laddning. Här kan den som investerar behöva köpa en tjänst av ytterligare en aktör, såsom aggregator. Det ska även noteras att de som investerar i laddinfrastruktur kan söka investeringsstöd från Klimatklivet.

Sätt att reducera kostnader och skapa extra intäkter genom olika nivåer av smart laddning är:

- *Lastbalansering* - minskar säkringsbehovet i fastigheten då laddboxarna utnyttjar effekten optimalt och undviker att alla bilar laddar på maxeffekt samtidigt. I exempel från Cacharge¹³ kan tjugo bilar med lastbalansering laddas istället för tre med samma strömbudget.
- *Rörligt pris* - om fastigheten har rörligt elpris eller elnätstariff kan laddningen optimeras till de tider då kostnaderna är låga. I exempel från Tibber¹⁴ kan kostnaden för laddning minskas med 50 procent för smart laddning jämfört med direkt laddning.
- *Energitjänster* - för fastigheter med egen elproduktion kan laddningen ske med egenproducerad el i första hand. Dessutom kan en aggregator bidra med intäkter med intäkter från elmarknader som kan gynna både den som laddar och den som äger laddstationen.

Beroende på vilken typ av laddning det gäller är det några saker som är värda att notera när det gäller roller och intäktsmöjligheter.

Flerfamiljshus och kontraktsparkeringar

Det skiljer en del mellan bostadsrättsföreningar som har egna garage och hyresrätter/kontraktsparkeringar när det kommer till äganderollen av laddstationerna. I bostadsrättsföreningar är det föreningen och indirekt medlemmarna som vanligtvis har äganderollen och i hyresrätter/kontraktsparkeringar är det vanligtvis fastighetsägaren som har äganderollen. Eftersom kostnaderna kan ses som ett hinder för investeringen så det gäller att hitta rätt affärsmodeller.

Rapporten behandlar inte kostnader, intäkter och roller vid privat laddning i småhus, men det är värt att notera att eftersom majoriteten av de

¹³ Cacharge, [Smart teknik ger fler laddplatser och lägre kostnader](#)

¹⁴ Tibber, [Smart laddning 2.0](#)



boende på Gotland bor i småhus (60 procent 2018)¹⁵ och ca 70 procent av laddningen sker i hemmet, kommer en betydande del av potentialen för smart laddning på Gotland finnas hos just denna kundgrupp.

Arbetsplatsladdning

Genom att erbjuda elbilsladdning på arbetsplatser kan en arbetsgivare öka sin attraktionskraft och visa på företagets hållbarhetsvärderingar. Dessutom finns studier som visar på att det är upp till sex gånger troligare att anställda med möjlighet till att ladda bilen på jobbet tar steget till elbil¹⁶. Därmed finns en stor potential för arbetsgivare att bidra till elektrifieringen av transportsektorn och minskade klimatutsläpp.

Arbetsplatsladdning är till egenskaperna likt laddning i flerbostadshus och kontraktsparkeringar när det kommer till smarta tjänster och äganderoller men det finns unika omständigheter värda att belysa. Eftersom el till elbilar är klassad som drivmedel ska den förmånsbeskattas (dessutom väldigt exakt). Här skapar samarbeten med tjänsteleverantörer fördelar då deras tjänster kan hantera betalningen mot anställda. Betalning för laddning kan dras av på lönen eller direktfaktureras.

Det kan även finnas ett värde i att ansluta sig till en laddtjänsteleverantör då laddningen kan erbjudas till kunder och besökare. Dessutom kan laddinfrastrukturen göras semi-publik så att allmänheten får tillgång till att ladda på laddinfrastrukturen utanför arbetstid.

Destinationsladdning

Destinationsladdning används ofta på platser där elbilsanvändaren stannar en längre tid. Alltså lämpar sig destinationsladdning för köpcentrum och andra verksamheter där kunder stannar någon eller några timmar. Laddningen kan då optimeras utefter förväntad parkeringstid. Att erbjuda laddning till besökande kunder kan generera intäkter till köpcentret eller verksamheten eftersom det attraherar kunder som spenderar pengar under tiden laddningen pågår.

Studier visar att det är upp till 6 gånger troligare att anställda med möjlighet att ladda bilen på jobbet byter till elbil

Destinationsladdning kan optimeras utefter förväntad parkeringstid

¹⁵ Länsstyrelsen Gotland (2020), [Plan för arbetet med infrastruktur för elfordon osv...](#)

¹⁶ Krafringen, [Köra hållbart](#)





En möjlighet är att använda sig av det befintliga belysningsnätet

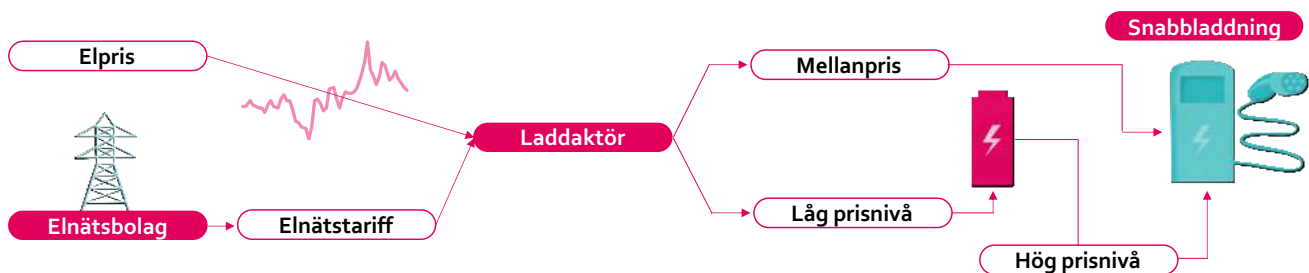
Gatuladdning

Det finns flera hinder med att etablera elbilsaddning på allmän plats. Dessa typer av hinder ligger utanför ramen för det här projektet att undersöka – här är fokus på möjligheter. En möjlighet är att samverka mellan stadens samhällsplanerare, elnätsägare och laddoperatörer, likt exemplet om laddgator tidigare i rapporten. En annan möjlighet är att istället för att gräva i gator för att dra fram nya elledningar använda sig av det befintliga belysningsnätet. Med utfasningen av gamla armaturer och införandet av energisnåla LED-armaturer finns på många ställen tillgänglig effekt att utnyttja i belysningsnätet.

Ett projekt¹⁷ har påvisat denna möjlighet med positiva resultat. Efter tester med både laddhybrider och elbilar drogs slutsatsen att Sveriges belysningsnät fungerar väl för att ladda bilar med normalladdning upp till 11 kW, och 90 procent av användargruppen var nöjda med den tekniska lösningen. Viktigt här är att det krävs ändringar i ellagen som idag inte ger stöd till att leverera el till elbilsaddning via belysningsnätet.

Smart laddning för snabbladdning

Som tidigare nämnts är batterier passande för att göra snabbladdning mer flexibel. Batterilagret intill laddstationen kan ligga och grundladda utan större effektbehov vid låga priser och när en elbil kommer för att laddas kan batteriet bistå med effekt om kapaciteten i nätet inte räcker till eller elpriset är högt. Detta är framförallt ett sätt för ägaren av snabbladdaren att minska kostnaden för nätanslutning samt driftskostnaden för snabbladdningsstationen. Lösningen kommer bli mer intressant när batteripriset sjunker eller höga laddeffekter krävs.



¹⁷ Sustainable Innovation (2017), Laddning av elfordon via belysningsnätet

Gotlands aktörer och förutsättningar för smart laddning

Gotland har på många sätt unika förutsättningar för energiomställning genom sin isolering från omgivande elnät. Energimyndigheten har pekat ut regionen som ett pilotområde och många aktörer verkar ha ett intresse i att bidra till öns hållbara omställning. Här nedan presenteras de aktörer som intervjuats under projektets gång samt en summering av de förutsättningar som kunnat konstateras under projektet.

GEAB

Gotland Energi medverkar i det pågående projektet CoordiNet

Gotland Energi AB är både öns elnätsbolag och energibolag. På energisidan jobbar affärsutvecklare med att tillgodose förfrågningar om laddinfrastruktur, vilket i första hand tillgodoses genom att erbjuda kunden Vattenfall InCharges ladderbjudande. GEAB ägs till 65 % av Vattenfall och resten ägs av Region Gotland. Elnätsbolaget medverkar just nu i det pågående projektet CoordiNet där lokala flexibilitetsmarknader testas och till våren kommer en peer-to-peer marknad med vindkraftsproducenter att testas vid ett underhåll som minskar kapaciteten i elnätet. Båda dessa skulle kunna vara möjligheter för smart laddning. Däremot har nätbolaget ännu inte gjort några större framåtblickande studier om hur elnätsbehovet kan tänkas utvecklas med en ökande elektrifiering på ön och det pågår heller ingen utveckling av nättariffen.

GUBIS (Gotlands utvecklingsbolag i samverkan)

GUBIS har en stark lokal förankring i de olika landsbygderna.

På Gotland finns 12 utvecklingsbolag utspridda över olika geografiska områden med målet att bedriva landsbygdsutveckling. Utvecklingsbolagen försöker se tvärs över olika områden och belysa diverse frågor som kan skapa lokal nytta. GUBIS är en ideell förening där utvecklingsbolagen är medlemmar och har således en väldigt stark förankring till Gotlands alla landsbygder och är en bra startpunkt för att få kontakt med de 12 utvecklingsbolagen. Historiskt sett är utvecklingsbolagen väldigt starka på att få igång projekt och samla aktörers olika intressen.



***Ett exempel på
handlingskraft är
att de har hjälpt
till att få på plats
en laddstation på
den lokala
ICA-butiken***

Inom GUBIS har elbilsfrågan börjat växa och föreningarna anser att det är viktigt med en utbyggnad av publik laddinfrastruktur på ön. En viktig fråga är att undersöka var efterfrågan på laddinfrastruktur finns och där är utvecklingsbolagen nyckelaktörer. Både var behov finns och vilka aktörer i närheten som är intresserade av att etablera laddinfrastruktur behöver kartläggas. Ett exempel på handlingskraft är att ett utvecklingsbolag genom sin lokala förankring hjälpt till att få till en laddstation på den lokala ICA butiken. Efter att ICA själva såg en möjlig attraktionskraft i att sätta upp laddning på sin parkering och lokala invånare behövde en laddstation kunde utvecklingsbolaget föra dialogen vidare.

Region Gotland

Region Gotland är en stor och viktig aktör på ön. Region Gotland har i dagsläget 170 fastigheter vilka faller under kraven för retroaktiva anpassningar och med boverkets nya regler för laddinfrastruktur vid om- eller nybyggnad skulle det innebära ungefär 90 nya laddstationer. Dessutom planeras nya fastigheter där både fördragen ledningsinfrastruktur och laddstationer kommer krävas.

Från fastighetsförvaltningens och regionens perspektiv är det här något nytt och många oklarheter existerar kring ansvar och roller. Under diskussion med regionen framkom att det vore önskvärt att finna en samlad standard för hela regionens inblandning i laddinfrastruktur – vid fastigheter, allmänna områden och parkeringar. Därefter uppstår frågan om affärsmodeller för att maximera nytta och minimera kostnader.

En stor del av regionens fastigheter (både äldre och nybyggda) som kommer behöva anpassas med laddinfrastruktur har huvudsaklig verksamhet under dagtid. Det betyder i huvudsak två saker. För det första kan belastningen från verksamheten tillsammans med ökad laddinfrastruktur bli problematiskt för nätanslutningen och för det andra kan laddinfrastrukturen komma att stå outnyttjad under nattetid. Därmed anses smart laddning på intern fastighetsnivå tillsammans med en publik användning utöver verksamhetens tid fördelaktigt och intressant.

***Från fastighets-
förvaltningens
och regionens
perspektiv är
laddning något
nytt och många
oklarheter existerar
kring ansvar
och roller***





Gotlandshem

Fastighetsbolaget Gotlandshem hyr ut över 4500 lägenheter och därmed bor nästan var sjunde gotlänning i ett Gotlandshem. Med stora mål inom företagets hållbarhetsarbete och tusentals hyresgäster finns stor potential till smart elbilsladdning med en kommande elektrifiering av transportsektorn. Gotlandshem har idag finns ett tiotal laddboxar på sina olika befintliga parkeringar till bostadsområden och i nybyggen projekteras det för fler. Exempelvis har det nybyggda bostadsområdet A7 16 stycken nya laddboxar. Laddstationerna är publika och står på Gotlandshems parkeringar där hyresgäster och andra kan parkera mot avgift. Betalning sker via Vattenfalls InCharge-lösning.

Det som Gotlandshem ser som ett hinder vid införandet av laddboxar är dels de stora investeringar som krävs vid utredning av kapacitet, framdragnings av nätanslutning och inköp av laddstationer - kostnaderna per installerad laddbox kan i vissa fall uppgå till 100 tkr. Men de upplever även att det är krångligt med de många aktörer som är inblandade. Intäkterna från laddningen upplevs samtidigt små då dels leveransen av el ska betalas samt tjänsteoperatören InCharge. Gotlandshem ser inte att affärsmodellen är hållbar och skulle hellre se affärsmodeller där Gotlandshem huvudsakligen förser parkeringsplatser med framdragen el och sedan hyr ut parkeringar till laddoperatörer.

Gotlands vindelproducenter

Gotlands vindelproducenter (GVP) är en ideell förening som skapats av olika vindkraftsaktörer på Gotland för att hantera gemensamma frågor. Genom projekt Vindstyr har GEAB fått möjlighet att reglera nästan hela produktionsmassan från verken; 97 procent av alla vindkraftverk är med i systemet. Vindstyr har gjort det möjligt att minska marginalerna så att vindproducenterna kan producera mer än tidigare.

Gotlands vindelproducenter ser möjligheter i projekt som tillåter lagring av producerad energi för att kunna lagra när spotpriset är lågt – teman som togs upp var vätegaslagring men även batterier skulle fungera. Att vara med och utveckla signaler för att styra konsumenter att följa produktionen är också av intresse för vindelproducenterna.

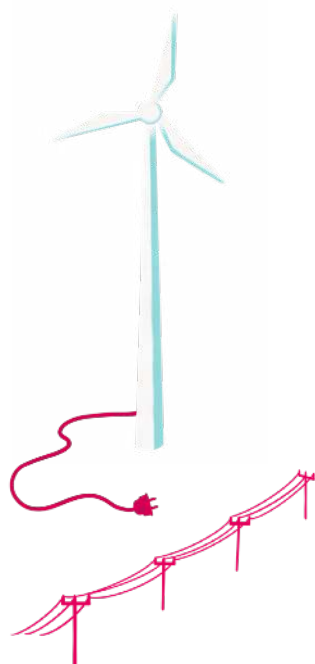
***Gotlandshem ser
helst affärsmo-
deller där de
förser parkerings-
platser med
framdragen el och
sedan hyr ut
parkeringar till
laddoperatörer***

***GVP ser gärna
projekt som lag-
rar producerad
vindkraft när
spotpriset är lågt***





För övriga aktörer i värdekedjan som laddoperatör, aggregator eller laddtjänsteleverantör är inte behovet lika stort att aktören är lokalt aktiv. Här kan den som ska investera i laddinfrastruktur välja att samarbeta med den som ger det bästa erbjudandet utifrån behoven.



Sammanfattning av konstaterade förutsättningar

Medvetenhet om möjligheter – Flera lokala aktörer är intresserade av Gotlands möjligheter kring elbilar och laddning. Exempelvis får GEAB frågor om publik laddinfrastruktur på ön från sommargäster som inte har laddstation vid bostaden och de ser fördelar med smart laddning.

Upprustning av nät – Gotlands elnät är i grund och botten ett konsumtionsnät och inte ett produktionsnät. Vad som däremot talar till elnätets fördel är att nätet är dimensionerat efter att belysning längs gator är säkrade med 16 amp men allt mer LED belysning installeras nu.

Ägande – Ett problem för en utbyggnad av laddinfrastrukturen på Gotland är frågan om ägande; det finns ingen riktig drivkraft att ta sig an äganderollen av laddstationerna. Förslag från aktörer inom laddinfrastruktur trycker på regionens roll i detta men menar även på att kostnadsfrågan gör det komplicerat i dagsläget.



Styrsignal – Gotlands elnät är inte digitaliserat i så hög grad. Däremot är en utrullning av smarta mätare planerad för 2021 och kommer appliceras på både privat och offentlig nivå. Därtill saknas en styrsignal som verkligen reflekterar den faktiska elsituationen på Gotland.

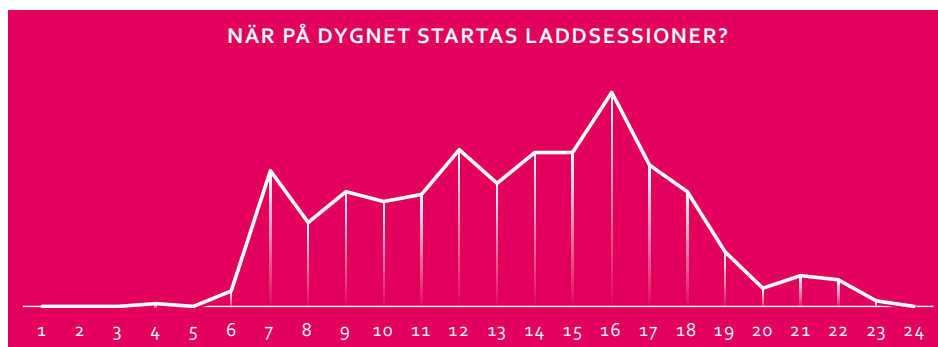
Körsträckor – De möjliga körsträckorna på Gotland är relativt korta. Avståndet från norr till söder är ungefär 15 mil. Samtidigt är körsträckor från öst till väst sällan mer än 5 mil. En elbil som i snitt drar 0.2 kWh/km, kan färdas 30 mil med ett bilbatteri på 60 kWh. Det innebär att behovet av snabbladdning är lågt så länge laddmöjligheter finns vid boendet.

Samhällsplanering – Region Gotland har det översiktliga ansvaret för fysisk planering enligt PBL och därigenom ansvar att planera hur mark ska användas. Kommunen kan här ta en aktiv roll och planera infrastrukturens utbyggnad och identifiera strategiska platser för framtiden.



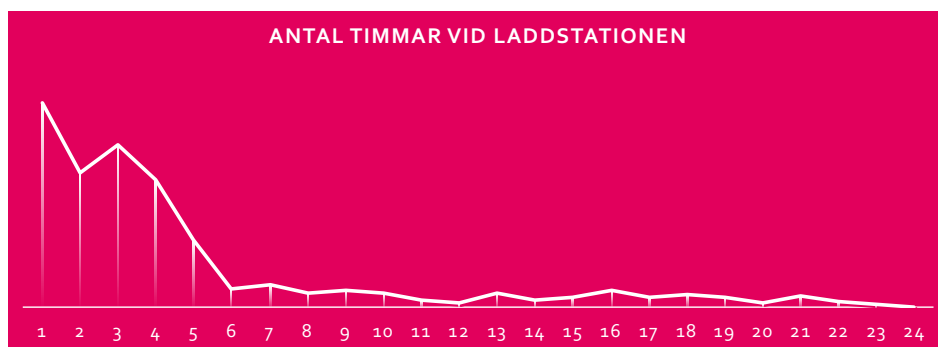


Laddmönster - Bilden nedan visar vilken tid laddning på laddstationer som ägs av Gotlandshem har startats, baserat på ca 600 laddsessioner. En viktig parameter att ta hänsyn till är att datan innehåller både elbilar och laddhybrider. Utifrån given data kan en slutsats dras att den vanligaste tiden för att koppla sladden till bilen är mellan klockan 15 och 17.



Laddningen på Gotland idag startar vanligtvis vid 16-tiden och är klar vid kl. 21 på kvällen.

Tiden vid laddstationen är en viktig faktor för smart laddning. Medeltiden för bilar vid Gotlandshems laddstationer är 4 timmar och 20 minuter (inkluderat korta laddsessioner från laddhybrider). En kort analys visar att natten är generellt en outnyttjad tid – elbilsföraren startar sin laddning vid hemkomst och den är vanligtvis klar innan kl. 21.



Det finns många platser där laddning behövs framöver

Parkeringsstrategi – I Gotlands parkeringsstrategi¹⁸ presenteras behov och förslag för infrastruktur för elfordon och förnybara drivmedel. Områden där utbyggnad av laddinfrastruktur är nödvändig är flerbostadshus och hotell, besöksmål som träningsanläggningar samt naturreservat men också butiker, kyrkor och restauranger. Det nämns även att alla parkeringsytor ska ha laddpunkter för elbilar. Ytterligare läggs vikt vid smarta system som kommunicerar med elnätet i sin laddning.

¹⁸ Länsstyrelsen Gotlands län (2020), [Plan för arbetet med infrastruktur för elfordon...](#)



***Elbilar kan
på sikt skapa
helt nya
förutsättningar
för Gotlands
energisystem***

***Piloten bör syfta
till att den smart
laddningen ska
bidra till
energisystemets
utveckling.***

Förslag på pilotprojekt

Det finns en stor potential för elbilar att bidra till målet om att öka den lokala elproduktionen på Gotlands och till ett mer hållbart elsystem. En tanke att ha med sig är att effektuttaget från elbilar teoretiskt skulle kunna nå 40 MW inom tio år, vilket är betydande jämfört med dagens totala effektuttag på 125 MW. Med eventuella elbilar på besök kan effektbehovet öka ytterligare under sommarhalvåret. Elbilar kan därför på sikt skapa helt nya förutsättningar för Gotlands energisystem.

I det ännu större perspektivet där även industrin och Cementa elektrifieras blir dock elbilarna återigen en mindre fråga i sammanhanget. Deras flexibilitet skulle dock kunna bidra till systemets stabilitet, men det kommer givetvis att ske i konkurrens med andra flexibla resurser. Förutsättningar för den nytta som elbilar kan bistå med för energisystemet kan komma att förändras över tid, men faktum kvarstår att med rätt förarbete behöver elbilarna inte bli en utmaning för elsystemet.

Tidigare i rapporten definierades fyra olika nivåer av smart laddning. I en genomförandepilot för smart laddning på Gotland, där en av förutsättningarna är att laddningen ska vara publik eller semi-publik, bör piloten syfta till de två översta nivåerna av smart laddning, externa styr-signaler och optimerad styrning, för att bidra till det lokala energisystemets utveckling. Därmed kommer begreppet "smart laddning" fortsatt att syfta på laddning som tar hänsyn till det större elsystemet.

Målet med pilotprojektet oavsett inriktning bör vara att utvärdera potentialen i olika affärsmodeller, roller och effekter. Idag är inte elbilar en stor del av fordonsflottan på ön, men kan bli med tiden. Därför kan det vara svårt att redan idag genomföra riktigt stora piloter som kräver många fordon, men det kan ändå vara nyttigt att se långsiktigt och arbeta med en lösning som på sikt möjliggör att allt fler elbilar laddar smart. Att hitta en lösning som är skalbar och fungerar med ett ökande antal laddbara fordon på ön.

Nedan presenteras fyra olika förslag på piloter. Valet av pilotprojekt har gjorts för att visa på bredden i smart laddning, givetvis kan de olika ansatserna kombineras för mer komplexa piloter. Samtidigt vill vi ge utrymme att göra piloter med lite olika aktörer i fokus.





1. Pilottariff för höglast

Tanken bakom det här förslaget på genomförandepilot är att använda befintlig laddinfrastruktur smart och flytta laddningen med hänsyn till kapacitet i GEABs lokala elnät för att studera vilka beteendeförändringar hos elbilsförare som sker när en tariff gör att den tiden förare vanligtvis laddar blir dyrare. I denna genomförandepilot behöver GEAB ha ett intresse och framförallt resurser att skapa en ny nättariff till projektet.

Detta kan vara ett bra tillfälle att använda en pilottariff¹⁹ eller att uppföra ett så kallat "växthus" som testbädd för en ny tariffstruktur med elbilsaddning och utvärdera nyttan av förändringar. Det saknas kunskap om nivån på hur stor skillnad det behöver vara mellan hög och låg tariff och det skulle därför kunna vara en del av forskningsfrågan i den här piloten. Nivån på komplexiteten bakom framtagandet av tariffstrukturen skiljer sig beroende på hur realtidsstyrd tariffen ska vara och i denna första pilot föreslås en lite enklare tidstariff.

Tidstariff

En tidstariff kan ses som en potentiell kapacitetsförsäkring mot höga effektuttag som påverkar elnätets kapacitet i takt med att allt fler elbilar används på Gotland. Idag råder ingen större kapacitetsbrist på lokal elnätsnivå på Gotland men det kan förändras med elektrifieringen av transportsektorn och industrin. Däremot råder det kapacitetsbrist i flera av Sveriges städer där Vattenfall eldistribution är elnätsägare och utvärdering av olika tidstariffer på Gotland skulle kunna ses som ett sätt att ta fram kunskap som även kan komma till nytta i andra regioner.

Analysen av laddmönster från Gotlandshems laddstationer visade att många ansluter elbilen till laddstationen mellan tre och fem på eftermiddagen. En tariff som gör det ekonomiskt fördelaktigt att inte ladda från tre på eftermiddagen till senare på kvällen kan ändra laddbeteendet hos elbilsförarna så att laddningen mestadels sker under nattetid när elnätet generellt är mindre belastat. En pilottariff av detta slag kan baseras på historisk data, men nivåskillnaden mellan hög och låg tariff kan vara något som utvärderas under projektets gång.

Forskningsfrågan skulle kunna vara hur stor skillnad det behöver vara mellan hög och låg tariffnivå

En tidstariff är enklare i sin utformning och kan baseras på historisk data

¹⁹ Energimarknadsinspektionen (2020), [Pilotprojekt för nya elnätstariffer](#)





Befintlig InCharge laddinfrastruktur

Eftersom GEAB har försett ön med många laddstationer genom Vattenfalls laddlösning InCharge skulle GEAB Elnät kunna testa tariffer mot alla laddstationer som de redan sålt och installerat, givet att kunderna vill. Alla laddstationer som InCharge använder och installerar idag är uppkopplade och skulle det vara så att tidigare installerade inte är det finns möjligheten att koppla upp laddstationer i efterhand. Det skulle minska behovet av att etablera laddstationer med det specifika ändamålet att stödja en pilot inom smart laddning.

Utmaningar med en tariff

Det kan vara en utmaning att skapa en tariff som bara påverkar laddningen om installationen är gjord under samma elmätare som den övriga fastigheten. Vid publik laddning kan laddstationen ibland ha en egen anslutning till nätet. För att endast påverka laddningen skulle en artificiell tariff kunna införas där mätdata från laddstationerna används för att ge bonus i efterhand om laddningen sker på bättre tider. Detta gjordes exempelvis i piloten Electric Nation i UK.²⁰

Samtidigt så gör en tidstariff ännu större nytta om den påverkar hela fastighetens elanvändning, och påverkan på laddningen skulle kunna analyseras separat i efterhand om InCharge tillhandahåller datan. Dock kan en sådan pilotariff medföra en högre kostnad för de som deltar i piloten om de inte har möjlighet att styra övrig användning. Ytterligare en utmaning med denna pilot är att en inte speglar vindkraftsproduktionen på ön.

En tidstariff gör ännu större nytta om den påverkar hela fastighetens elanvändning



²⁰ Electric Nation (2019), [Smart charging trial](#)





2. Pilotstation med styrning

I förstudien *Smart och förnybart energisystem på Gotland*⁴ ges förslag att en demonstrationsmiljö bör sättas upp där bland annat elpriset ska variera beroende på underskott/överskott i elsystemet på Gotland för att skapa incitament för elbilen att interagera med elnätet. I det här förslaget till genomförandepilot riktas fokus därför mot att installera ny laddinfrastruktur samt att testa olika incitament till laddstationsägare, laddoperatörer och elbilsförare. Tanken är att den här piloten ska prova en mer dynamisk styrsignal för att spegla den aktuella situationen i elsystemet, och att olika ansatser till det kan provas under projektet.

En dynamisk styrning tar hänsyn till den faktiska situationen i elsystemet i realtid

Dynamisk styrning

En mer dynamisk styrning som tar hänsyn till den faktiska situationen i elsystemet i realtid, och inte bara historiska situationer, kan skapas på flera olika sätt. Det skulle därför vara intressant att jämföra olika sätt till dynamisk styrning i piloten för att se vad som ger bäst resultat.

- *Styrsignal import/export* – Situationen i elsystemet kan i Gotlands fall speglas genom att analysera situationen av import eller export av el genom fastlandsförbindelsen. Med data som visar realtidssituationen i förbindelsen skulle en styrsignal kunna tas fram. Förutsättningarna är att GEAB deltar med data till pilotprojektet, men styrsignalen skulle även kunna utformas som en tariff från nätbolaget.
- *Styrsignal vindproduktion* – Ett annat möjligt dataunderlag till den smarta styrsignalen skulle kunna vara vindproduktionen på Gotland. Denna data skulle kunna delas från projektet Vindstyr om GVP tillåter. Samtidigt skulle utformningen av styrsignalen ändå kunna vara en tariff från nätbolaget, men att den baseras på vinddata istället för data från fastlandsförbindelsen.
- *Direkt styrning* – En tredje möjlighet är att i likhet med exemplet om laddgator installera styrutrustning i nätanslutningen som nätbolaget kan styra vid kritiska situationer för elnätet. Denna möjlighet att styra ner laddningen bör kompletteras med ersättning/bonus till kund.

Olika metoder för dynamisk styrning kan testas i piloten



**Äganderollen
har hittills varit
ett hinder i ut-
byggnaden av
publika laddning
på Gotland**

**Att nätbolaget
medverkar och
drar fram elnät
till laddning
skulle kunna
minska kostna-
den för laddsta-
tionsägaren**

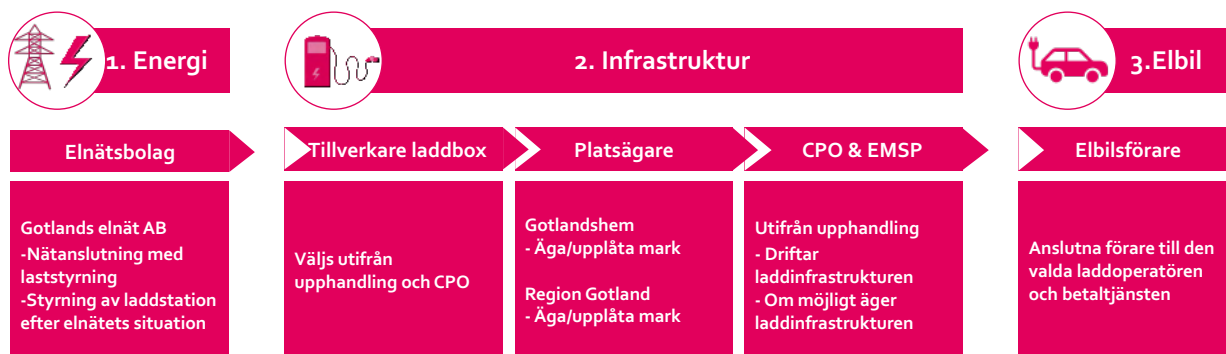
Installation av ny laddinfrastruktur

Ska nya laddstationer etableras på nya platser kommer äganderollen behöva behandlas och det har hittills varit ett hinder i utbyggnaden av publika laddare på ön. Både Region Gotland som sitter på många fastigheter med krav på laddstationer och Gotlandshem som vill erbjuda laddning åt sina hyresgäster ser investeringskostnaden och kostsamma affärsmodeller som ett problem. Piloten skulle därför kunna undersöka om laddoperatörer kan ta äganderollen av laddinfrastrukturen i piloten medan Region Gotland eller Gotlandshem upplåter mark till stationen. Alternativt om tariffer eller nätanslutning kan göras förmånligare när laddningen sker smart utifrån en dynamisk styrsignal.

Möjligheter och utmaningar med en pilotstation

Vid diskussion med Region Gotlands fastighetsförvaltning kom det fram att önskvärt vore om ett helhetskoncept kring laddinfrastruktur togs fram för att skapa en standard för de laddplatser som regionen är med och tar fram. Om denna genomförande pilot väljs skulle även detta kunna vara ett delmål med pilotstation med styrning, att utvärdera hur ett standardiserat helhetskoncept för laddinfrastruktur kan se ut.

Eftersom investeringskostnaden upplevs som ett problem skulle en möjlig väg kunna vara om GEAB ser piloten som en framtidsförsäkring och engagerar sig likt Ellevio gjort med laddgatorna. Om GEAB ser till att det är framdraget till el till ett fundament för laddstationen kommer kostnaderna att minska för eventuell laddoperatör eller platsägare som Gotlandshem och Region Gotland. Detta koncept har skalfördelar för samhället på platser där mycket laddning förväntas ske i framtiden, eftersom behovet av att gräva i marken flera gånger undviks.





3. Pilotmarknad förnybart

En variant till att styra laddningen baserat på elnätets situation kan vara att elbilar bidrar till att den lokala vindkraftsproduktionen får mer utrymme att producera el och minskar de timmar då de behöver spilla vindkraftsel. Gotlands Vindelproducenter (GVP) är en av de aktörer som påverkas stort av den begränsade exporten och som har ett intresse av att utforska möjliga lösningar. Detta är också en pilot som är möjlig att genomföra även i det fall GEAB inte har resurser att vara med i piloten och skapa incitament baserat på elnätets situation.

Även om elbilarna på Gotland idag är för få för att kunna göra en stor skillnad kan en pilot i den här riktningen skapa förutsättningar för att öka den lokala vindelproduktionen när antalet elbilar blir fler, tillsammans med en generell elektrifiering på ön. Syftet blir att styra elbils-laddningen så att den ökar vid tillfällena med mycket vindproduktion.

Gotlands Vindelproducenter påverkas stort av den begränsade exporten och har ett intresse av att utforska möjliga lösningar

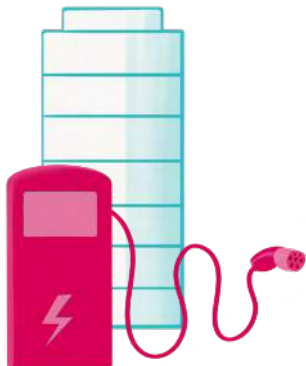
Peer-to-peer

En marknad för peer-to-peer handel mellan vindelsproducent och laddoperatör kan skapas för att ta vara på den överproduktion av vindel som annars skulle spillas. En laddoperatör med flera publika laddstationer eller en aggregator kan vara intresserade av att styra laddningen av elbilarna efter vindproduktionen på premisen att elbilsförarna erbjuds billigare laddning. Gotlands Vindelproducenter (GVP) har tillsammans med GEAB utfört projektet Vindstyr, och det finns ett intresse att utveckla en modell för att öka vindkraftsproduktionen ytterligare. I framtiden skulle handel av detta slag förhoppningsvis möjliggöra en utbyggnad av vindkraften.





Energilager och smart snabbladdning



En del av det som avgör mängden elexport från Gotland är den lokala efterfrågan tillsammans med vindelproduktionen på ön. Batterilager i anslutning till en laddstation kan vara ett alternativt sätt att möjliggöra minskat behov av export och spilld vindelsproduktion. Det finns idag ett batteri på Karl Magnus väg tillhörande projektet Smart Road Gotland som skulle kunna vara av intresse att använda för att undersöka just detta.

Utmaningar med en peer-to-peermarknad

För att laddoperatören ska kunna handla el direkt från vindkraftsaktörerna på peer-to-peer behövs denna marknadsplats utvecklas och involvera även elhandlare, något som denna rapport inte djupdyker i. I piloten skulle eventuellt konceptet kunna prövas artificiellt och på ett enklare sätt. Vindproducenterna skulle då kunna ge en bonus till de aktörer som ökar sin elförbrukning vid överskottssituationer.

Just nu pågår även utveckling av regelverk kring oberoende aggregering, vilket är något som piloten bör följa om denna genomförandepilot är intressant.

Just nu pågår utveckling av regelverk för oberoende aggregering något som kan påverka möjligheterna i denna pilot

4. Pilotflexmarknad

Det sista förslaget på genomförandepilot är en flexibilitetsmarknad som kan skapa nytta åt elnätet, vindelproducenterna och elbilsförarna genom en samlad handelsplats. Inom ramen för projektet CoordiNet på Gotland ska efterfrågefleksibilitet utvärderas. En möjlighet skulle vara att som pilot samarbeta med en aggregator för att testa hur flera elbilar skulle kunna komma in som resurs på denna befintliga marknad istället för att lägga resurser på att bygga upp en helt ny marknadsplattform.

När frågan togs upp vid ett forum för CoordiNet under hösten var det några medskick att elbilar är för små resurser för att göra nytta utan aggregering, att antalet elbilar är för få och att det saknas affärsmodeller.

Flexibilitetsleverantörerna som är med i CoordiNet på Gotland har på konsumtionssidan en flexibilitetsvolym på 1 till 20 MW och på produktionssidan upp till 160 MW men på andra CoordiNet-marknader är lägsta budvolymen runt 0.1 MW. För att elbilar ska nå upp till 1-2 MW krävs minst 500 elbilar⁸. Därmed skiljer sig det här förslaget på pilot mot föregående piloter då det behövs ett större antal elbilar som deltar. För att elbilar kunna delta krävs att en aggregator deltar i projektet. Den rollen skulle kunna tas av en befintlig laddoperatör på ön med tillgång till tillräckligt många laddstationer men också av en ny aktör som samlar ihop publika laddstationer från en eller flera laddoperatörer.

The diagram illustrates the Flex market structure. At the top, 'Elnätsbolag/producent' (Grid company/producer) is connected to a 'Flexmarknad CoordiNet' box. This box is linked to an 'Aggregator' box. The 'Aggregator' is connected to 'Svenska kraftnät' (Swedish power grid). Arrows indicate the flow of 'Flex' (flexibility) and '\$' (money) between these entities and a row of cars at the bottom, representing flexible loads.

Det finns en stor potential för elbilar att bidra till målet om ett mer hållbart elsystem

Pilot kan väljas utifrån vilka aktörer som vill delta och vilka frågor som vill undersökas

Avslutande summering

Gotland har på många sätt unika förutsättningar för energiomställning genom sin isolering från omgivande elnät. Energimyndigheten har pekat ut regionen som ett pilotområde och många aktörer har ett intresse i att bidra till öns hållbara omställning. Effektuttaget från elbilar på Gotland skulle teoretiskt kunna nå 40 MW inom tio år, vilket är betydande jämfört med dagens totala effektuttag på 125 MW. Det finns en stor potential för elbilar att bidra till målet om att öka den lokala elproduktionen på Gotland och till ett mer hållbart elsystem. Denna rapport går igenom förutsättningarna för smart laddning på Gotland och föreslår fyra möjliga varianter på genomförandepiloter för smart laddning:

- **Pilottariff för höglast** - använder befintlig laddinfrastruktur smart och flytta laddningen med hänsyn till kapacitet i GEABs lokala elnät med hjälp av en enklare tidstariff.
- **Pilotstation med styrning** - installation av ny laddinfrastruktur samt test av olika incitament till laddstationsägare, laddoperatörer och elbilsförare utifrån den aktuella situationen just nu.
- **Pilotmarknad förnybart** - en marknad för peer-to-peer handel mellan vindelsproducent och laddoperatör skapas för att ta vara på den överproduktion av vindel som annars skulle spillas.
- **Pilotflexmarknad** - syftar till att aggregera ihop många elfordon för att kunna buda på de befintliga testmarknaderna för flexibilitet, som kan skapa nytta åt både elnätet, vindproducenterna och elbilsförarna.

Slutsatsen är att piloten ska syfta till de två högsta nivåerna av smart laddning, externa styrsignaler och optimerad styrning, för att bidra till det lokala energisystemets utveckling. Målet med pilotprojektet oavsett inriktning bör vara att utvärdera hur elbilsförare ändrar sitt laddbeteende för att elbilen ska bli en mer flexibel resurs i elsystemet.