

Vad är V2G - Vehicle to Grid?

FAKTABLAD FRÅN POWER CIRCLE



FEBRUARI 2020

Vid V2G används elbilens batteri som energilager och ger energi och effekt till elnätet.

Faktaruta:

V2H/B: Vehicle to home/building, syftar på att bilen kan mata tillbaka el till huset/byggnaden vid behov.

V2G: Vehicle to grid, syftar på att bilen kan mata ut el på elnätet utifrån ett behov i elsystemet.

V2X: Syftar på alla tänkbara användningsområden. Till exempel kan energin i elbilen användas för att driva verktyg, som reservkraft eller som kraftkälla off-grid.

V2G öppnar nya dörrar

Elbilarnas batteri och kraftelektronik är resurser som kan användas till fler saker än att driva bilen. En elbil kan till exempel nyttjas som energilager för att lagra eller flytta energi eller som effektresurs för att erbjuda stödtjänster till elnätet - om den har stöd för det.

Tekniken att använda bilens batteri som kraftkälla benämns är under utveckling och kallas vehicle to grid (V2G), vehicle to home (V2H) eller vehicle to everything (V2X). Att integrera elbilar i nätet kräver innovation i många led. Kunderbjudande, affärsmodeller och digitalisering behöver utvecklas. Det kräver ny hårdvara både i bil och laddare likväl som i elnätet där mätare och styrutrustning behövs. Flera aktörer kan komma att ta nya roller som tjänsteleverantörer.

V2G öppnar dörren för smarta elnät. Precis som med andra flexibilitetsresurser i elsystemet kan V2G användas för att optimera situationen för bilägaren bakom mätaren, hantera flaskhalsar åt lokalnätägaren, ge flexibilitet till balansansvarig eller bidra med frekvensreglering och andra stödtjänster till elsystemet.

Power Circle vill med detta faktablad förtydliga teknik- juridik- och marknadsläget kring V2G, även kallat bidirektionell laddning, och bidra till att visa vilka tekniska möjligheter som finns och vilka marknadsmässiga vägval som behöver göras.





Den teoretiska potentialen är större än Sveriges högsta behov.

20 000 bilar i Sverige har stöd för bidirektionell laddning.

Potentialen med V2G

I teorin är potentialen för V2G väldigt stor. I en studie från Chalmers sätts effektpotentialen till mellan 14 GW och 114 GW från 3,8 miljoner fordon.¹ Det kan jämföras med att Sveriges behov under toppplasttimmen den kallaste vinterdagen kan vara mellan 25-30 GW.²

I praktiken begränsas potentialen av att tillräcklig energi för resor måste vara garanterad och att laddaren är ansluten med en viss effekt. Dessutom är användarens ekonomiska nytta är en viktig faktor och drivkraft för V2G³. Hela batterikapaciteten kommer sällan vara tillgänglig, men om en miljon fordon upplåter 10 kWh (ca 15 %) från sitt batteri⁴ räcker det för att under 20 minuter ge omkring 30 GW till nätet.

Den samlade batterikapaciteten från elbilarna i Sverige är nu 2,4 GWh. Detta utgör en V2G potential, men alla fordon har inte tekniken klar för att leverera V2G. I slutet av 2019 var det knappt 20 000 av 100 000 laddbara fordon som hade stöd för V2G. Samtidigt används detta sällan då laddare med V2G ännu är sällsynta.

¹ Chalmers, Täljegård (2019). 14 GW är antaget 3,8 miljoner elbilar som laddar ut 3,7 kW, 114 GW är antaget 3,8 miljoner bilar som levererar 30 kW. 3,8 miljoner bilar motsvarar ett antagande om 60 % av personbilsflottan.

² Svenska kraftnät (2019), [Kraftbalansen på den svenska elmarknaden](#)

³ Lunds Tekniska Högskola & Power Circle (2019), [Electric Cars for Balancing Variable Power on Gotland](#) av Hampus Mårtensson

⁴ Som referens kan nämnas att en liten bil såsom Renault Zoe har ca 50 kWh batteri, VW ID 3 erbjuds med 45, 58 eller 77 kWh och en stor bil som Mercedes EQC har 80 kWh. Tesla Model S och X har ofta 100 kWh.

Teknik - vad krävs för V2G

Tekniken för att möjliggöra V2G består av både hårdvara och mjukvara. För det första så krävs hårdvara i form av ytterligare kraftelektronik i bilen eller laddboxen. När en elbil idag laddar vid en laddstation omvandlas nätets växelström till likström i bilen eller laddboxen. När strömmen går motsatt riktning, från bilen till nätet, krävs utrustning som kan göra batteriets likström till växelström i harmoni med elnätet.

Dessutom krävs mjukvara för ett mer komplext utbyte av information mellan bil och laddare. I en "vanlig" laddsession krävs inte mycket data i kontakten mellan bil och laddare. Elbilen bekräftar att den är en elbil och att den vill ha laddning och laddstolpen aktiverar strömmen. Vid V2G innebär anslutningen att elbilen och laddaren utbyter information om behörigheter, elavtal, tids- och platsstämplar, tariff och debiteringsinformation samt energibehov, nätkoder, schemaläggning, batteristatus och andra tekniska variabler.

En viktig parameter är batteriets state of charge (SOC) eller batteristatus. Med laddning som styr effekten utan kännedom om SOC riskerar alla bilar att behandlas lika. En bil med nästan fullt batteri har antagligen lägre betalningsvilja för ytterligare effekt, jämfört med en bil med nästan tomt batteri. Vid V2G kan olika kunders betalningsvilja för laddning matchas mot elnätets efterfrågan på effekt. I standardiseringsarbetet finns en osäkerhet hur SOC ska definieras. Biltillverkarna vill definiera SOC som andel av för sessionen efterfrågad el medan laddboxtillverkarna önskar att SOC ska definieras som faktisk state of charge.

Faktaruta:

SOC: State of charge - laddnivå. Detta är en viktig parameter för att bedöma både hur mycket energi bilen vill ha, momentan betalningsvilja och prioritet vid smart laddning eller V2G.

ESP: E-mobility service provider, branschspråk för den aktör som sköter kundkontakten vid laddning av elfordon.

CPO: Charge Point Operator, branschspråk för den aktör som sköter driftövervakning och agerar när något inte fungerar.

LSO: Local System Operator - en mellanhand mellan elnät och slutkund som samordnar, prioriterar och styr flexibilitetsresurser.



Även om laddarens uteffekt kan regleras oberoende av bilen krävs data från bilens batteristyrssystem (BMS) för att laddningen ska kunna göras riktigt smart.

Faktaruta kommunikation:

ISO/IEC 15118: Teknisk standard för allt som rör V2G-teknik: Generella användarfall, hårdvarukrav, nätverksprotokoll, hårdvara för uppkoppling, mjukvara för uppkoppling och kryptering.

OCPP: Struktur på datakommunikationen (protokoll) mellan en elbil och en laddare. Behöver inte nödvändigtvis innehålla allt data som föreskrivs i ISO 15118 men stöder det. Den senaste versionen heter OCPP 2.0

IEC 61850: Standard för kommunikation för så kallade smarta elnät.

OSCP: Open Smart Charging Protocol - ett protokoll som kan användas av nätoperatören att skicka styrsignal.

EMS: Energy management system - en styrenhet som samordnar olika smarta apparater i byggnader.

EEBus: IoT-standard för kommunikation mellan flexibla applikationer under en EMS.

Tekniska krav på både hårdvara och utbyte av information har samlats under den teknisk standarden ISO 15118. Denna standard är fortfarande under utveckling och funktionaliteten kommer stegvis. För att bidirektionell laddning ska fungera krävs alltså att både bilen och laddboxen har implementerat ISO 15118⁵.



För att V2G ska vara smart och meningsfullt krävs också en styrsignal från elnätet. Idag finns inga andra styrsignaler än säkringen/ abonnemangets begränsning, priset på energi och eventuellt frekvensavvikelse. Ingen av dessa speglar driftsituationen i det lokala elnätet. Utvecklingen av styrsignaler och digitalisering av lokalnäten är med andra ord viktiga faktorer för att kunna nyttja den potential som V2G erbjuder.

⁵ ISO (2019), Road vehicles - Vehicle to grid communication interface



Marknadsläget - när ser vi konsumenterbjudanden?

Faktaruta:

Chademo, CCS och Typ2: Det finns tre kontakter som är relevanta för förståelsen av detta faktablad. CCS och Chademo är kontakter för likström. Typ 2 är en kontakt med stöd för trefasig växelström. De flesta bilar har både en växelströms- och en likströmskontakt. Nissan och Mitsubishi har Chademo och alla andra (numer även Tesla) har Typ2 och CCS.

IEC 62196 är den Europeiska standard som beskriver AC och DC-laddning.

Tekniken som krävs vid V2G finns redan - men inte baserat på den europeiska laddstandarden. De japanska biltillverkarna har tagit täten i utvecklingen och den japanaska laddstandarden Chademo har sedan 2014 haft funktionalitet som gjort V2G tillgängligt. Detta innebär att bilar som laddar via Chademo har möjlighet att köra V2G redan idag om de kopplas in till en V2G-laddare. Det finns två biltillverkare som använder Chademo även i Europa: Nissan och Mitsubishi. Övriga biltillverkare använder de europeiska laddstandarderna CCS (likström) och Typ 2 (växelström) och behöver implementera ISO 15118 innan V2G är tekniskt möjligt.

Biltillverkarna

Bilarna som säljs idag stöder alltså inte V2G, varken på CCS eller Typ 2. Bara Nissan har kunderbjudanden kring V2G som innefattar allt från garantivillkor till fullt stöd för funktionaliteten. De har flera piloter i Sverige och globalt, och säljer hemmaladdare med V2G-funktionalitet.

V2G för CCS och Typ 2 kommer att implementeras stegvis. Vissa funktionalitet finns redan färdig, medan de mest avancerade funktionerna blir successivt tillgängliga⁶. Renault ligger långt framme och sticker ut med V2G-projekt för Typ 2-kontakten. Många biltillverkare kan förväntas vänta till årsmodellen 2021 innan de aktiverar funktionaliteten i ISO 15118 för att implementeringen av standarden ska hinna testas ordentligt.

⁶ Charln (2019), [Överblick över planen för V2G på CCS](#)



En laddbox med V2G är idag minst dubbelt så dyr som en laddbox utan.



ISO 15118 möjliggör "plug'n charge" vilket innebär att inga appar, brickor eller betalkort krävs.

Laddboxtillverkarna

Laddaren Wallbox Quasar marknadsför sig med 7,4 kW bidirektionell Chademokontakt som den första V2G-laddaren för konsumentmarknaden och uppges kosta ca 40 tusen kronor. Jämfört är detta mer än dubbla priset mot en laddbox utan V2G-funktionalitet. Även andra tillverkare har tagit fram laddare som klarar V2G.

Flera tillverkare av laddinfrastruktur uppger att det förväntas komma fler demoprojekt, konsumentprodukter och tjänster baserade på ISO 15118 under 2020.⁷ Implementeringen är dock även beroende av elnätets förmåga och bilarnas grad av uppkoppling. Redan under 2020 kommer användarfallen för smart laddning att vara klara och senast 2025 skall standarden stödja mycket avancerade användarfall som t.ex. utgår från aggregering, samordning och styrning av elbilar över mycket stora områden.

V2G möjliggör smart betalning

När bilen och laddaren har stöd för ISO 15118 klarar de att dela avancerad information för att säkra transaktionerna som görs. Då öppnas även dörren till många andra tjänster såsom "**plug'n charge**" där bilen automatiskt sköter identifiering och debiterings vid inkoppling i laddare. Det gör att inga RFID-taggar, appar eller betalkort krävs för att starta och betala laddning.

Tjänster såsom prioriterad laddning utifrån SOC kommer innan V2G eller bidirektionell laddning. Om laddningen sprids ut över natten eller dygnet och anpassas till bilens SOC undviks effekttoppar i elnätet⁸.

⁷ CharIn (2019), [Standardisering i olika delar av värdekedjan för laddning](#).

⁸ Power Circle/Uppsala Universitet (2019), [Östergren & Wänéus](#).

Regulatoriska läget - behövs lagändringar?

Faktaruta:

Vad behövs för V2G:

1. En elbil samt en laddbox som klarar av att göra V2G och har installerats säkert av elinstallatör.
2. En elmätare som mäter utmatning samt ett utmatningsabonnemang - kontakta nätägaren.
3. En elhandlare eller LSO som köper din utmatade el och tar hand om den i elsystemet.

Det finns inte idag några legala hinder i ellagen för att mata ut el från en bil till elnätet. Det som krävs är en elmätare som kan mäta både inmatad och utmatad el samt ett inmatningsabonnemang. Dessutom behöver en elhandlare köpa elen. Detta är likvärdigt med att installera solceller på en fastighet.

Det finns heller inga legala hinder för att flytta på el genom att ladda elbilen på ett ställe och mata ut elen till en annan fastighet eller i ett annat elområde. Vid inmatning av el måste utrustningen klara de generella reglerna för inmatning (nätkoderna) vilket redan beaktats i ISO 15118-standarden. Elektrikern som gör installationen gör de korrekta skyddsinställningarna.

**Det är lagligt med
V2G med det
finns inte något
direkt incitament**



Även om det inte är förbjudet med V2G så finns det inte heller något direkt incitament för att det ska implementeras. Elnätsavgifterna speglar sällan nyttan med att flytta last i tid. Energiskatten minskar de små incitament som elpriset ger och är utformad för att elenergi ska användas direkt, inte lagras. Detta gör att applikationer med V2H eller V2X där ingen el matas ut på elnätet utan elen används bakom mätaren är de fall som aktörer först har intresserat sig för i Sverige.

En möjlig intäkt för V2G är att leverera stödtjänster⁹ till elsystemet. I maj 2019 öppnades fler möjligheter för batterier att delta med frekvensreglering. Hittills finns en aktör som kvalificerats sig för att delta på stödtjänstmarknaderna med batterier som resurs.

⁹ Power Circle (2019), Stödtjänster från nya tekniker

I V2G Global Roadtrip konstateras att nära hälften av världens V2G-projekt finns i Europa

I ett scenario med många flexibla resurser behöver dessa samordnas

Pilotprojekt med V2G

Pilotprojekt är spännande och viktiga då de ökar förståelsen hos aktörerna och visar potentialer. [Websidan V2G-Hub](#) har ambitionen att samla V2G-projekt från hela världen. Rapporten "[V2G Global Roadtrip](#)" från UK Power Networks ger även den en snabb överblick av 50 viktiga V2G-projekt. Bakom projekten som gjorts finns en bred skara aktörer. Bilföretag, laddinfrastruktur, energiproducenter, stamnätsoperatörer, energitjänsteföretag och fastighetsbolag. Det konstateras också att nära hälften av världens V2G-projekt drivs i Europa.

I Sverige finns idag två pilotprojekt. Örebrostäder och Kungsbacka kommun är huvudmän i de två pilotprojekt som testar bidirektionell laddning från elbilar.

Pilotprojekt i Örebro

Hos Örebrostäder¹⁰ (ÖBO) drevs pilotprojektet av en idé att förändra bolagets roll i energisystemet. De två V2G-laddarna är likströmsladdare för drygt ett hundra tusen styck från en portugisisk tillverkare av laddutrustning. Laddaren är alldeles för dyr för att vara kommersiellt lönsam men valdes eftersom den var enkel att programmera mot det övriga styrsystemet.

I pilotprojekt har företaget Power2U deltagit som lokal systemoperatör (LSO) för att optimera laddningen med fastigheten. De siktar på att utveckla sin roll som LSO och ta en roll i att samordna lokala flexibilitetsresurser så att det kan erbjuda tjänster till nätägare på högre systemnivå. I ett scenario där många flexibla resurser finns behöver dessa samordnas för att undvika överlagring (samtidig aktivering) som kan ge effekttoppar.

¹⁰ Örebrostäder (2018), [Pressmeddelande om vehicle to grid i Örebro](#)

En drivkraft för V2G kan vara att öka nyttan av investeringar i egen solel.

Det finns ett projekt som drivs kommersiellt redan idag.

Den lösningen som används i detta pilotprojekt bygger på kommunikation via ModBus TCP som används för att styra värmepumpar och liknande. Systemet stöder inte ISO 15118 och OCPP 2.0 vilket varit att föredra - men vid tidpunkten för sjösättningen av projektet var denna lösning tillräckligt bra och medgav att ÖBO och Power2U kunde testa nya affärsmodeller och styrsystem.

Pilotprojekt i Kungsbacka

I Kungsbacka¹¹ var drivkraften snarare att öka egenanvändningen av solel på kommunens fastigheter. Även här användes Chademo-laddare men billigare varianter eftersom inte lika avancerad funktionalitet efterfrågades. I Kungsbacka är E.ON nätägare, precis som i Örebro, men här har de valt att ta en mer aktiv roll i projektet och har ansvarat för både drift, styrning och installation av de 10 laddboxarna. Kommunens egen elbilsflotta använder regelbundet laddarna och förhoppningen är att de på sikt även ska kunna sälja tjänster till elsystemet.

Lärdomar från pilotprojekten

De flesta V2G-piloter har hittills gjorts med Nissan och Renault. Nissan är ledande tack vare att de använder laddstandarden Chademo som tidigt hade stöd för V2G. De nyttor som kommit närmast att vara kommersiellt mogna och undersökts mest har varit time-shifting och frekvenshållning. Det kommersiellt mest framgångsrika exemplet är projektet "Parker" i Danmark som säljer frekvenshållning genom aggregatorn Nuvve och drivs marknadsmässigt.

¹¹ Kungsbacka kommun (2018), [Elbilar ska ge kraft till kommunens verksamheter](#)



Utvecklingen framåt

Likström eller växelström?

Rent tekniskt spelar det ingen roll om bilen lämnar ifrån sig likström eller växelström - men det påverkar kostnaden och behovet av kringutrustning.




En teknisk och ekonomisk knäckfråga blir var den kraftelektronik som utgör gränsen mellan AC och DC ska sitta.

Likström är det enkla för bilen. Batteriet kopplas till en laddbox som ansvarar för att konvertera likströmmen till växelström och mata ut den på nätet med rätt el-kvalitet och anpassning av strömmen (såsom fördelningen mellan aktiv och reaktiv effekt) till just det här elnätets förutsättningar. Kraftelektroniken i laddboxen är då nyckelkomponenten vid sidan av batteriet i bilen.

Växelström är det enkla för laddboxen. Den behöver då inte vara mer än ett eluttag. Men då behöver istället bilen ha kraftelektronik inbyggd som gör om likströmmen till växelström. Eftersom en bil kan flytta sig över stora områden medan laddaren ofta är stationär skulle då laddboxen behöva tillhandahålla mer plats-specifik information till bilen om *hur* el ska överföras till nätet - om inte bilen bär med sig ett register över alla platsers nätkoder. Utvecklingen av standarden fokuserar snarare på det första alternativet.

En teknisk och ekonomisk knäckfråga framöver blir var den kraftelektronik som utgör gränsen mellan växelströmsnätet och likströmskomponenterna i lokala elsystem kommer att sitta. Drivkrafterna är komplexa och handlar både om funktionalitet och ekonomi. Den komponent som innehåller den extra kraftelektroniken kommer att bli dyrare. Detta kan tala för att samla flera applikationers behov i samma hårdvara för att minska de totala kostnaderna för systemet.



**Kommer bilarna
att sköta det
mesta själva eller
är det i systemet
som smartheten
ska finnas?**

**Stöder redan
nästa paradigm
med trådlös och
konduktiv
laddning.**

När likströmskomponenter såsom solceller, batterier och elbilar med V2G-förmåga blir vanligare kommer systemdesignen att bli mer komplex. Solelsystemet behöver kanske inte en egen växelriktare om det finns en i laddboxen och de kan anslutas till varandra. Det finns redan tekniska lösningar som flyttar gränsen mellan likström och växelström uppåt i systemet så att inte varje komponent ska behöva egen kraftelektronik.

Samtidigt finns det pågående satsningar som tyder på att vissa bilar planeras med bidirektionell ombordladdare, dvs. kraftelektronik som kan göra likström till växelström. Renault Zoe är ett exempel och där görs redan pilotprojekt i Nederländerna, UK och Portugal¹². Ska bilen lämna ifrån sig växelström måste den i sig själv anslutas som en mikroproducent av el - vilket innebär att bilen måste kunna ta emot och uppfylla de inmatningskrav (nätkoder) som gäller för mikroproducenter på den platsen. Det ställer något högre krav på kommunikation och standardisering.

Nästa paradigm av laddteknik

Inte all laddning ansluts med sladd och ISO 15118 stöder både trådlös laddning och konduktiv laddning med trådlös dataöverföring (exempelvis strömavtagare på fordon som laddar på elväg under färd). Där är tekniken viktig för identifiering och debitering.

CharIn¹³ bjuder årligen in till ett par tekniktestningsevent där aktörer som utvecklar produkter och tjänster kan testa stödet för sin funktionalitet så att alla aktörer implementerar standarden på samma sätt.

¹² Renault (2019), [Pressmeddelande om vehicle to grid](#)

¹³ CharIn är en organisation som verkar för att utveckla laddstandarden för CCS och Typ 2. Det grundades av företag med koppling till den tyska bilindustrin men har idag medlemmar från hela världens bil- och emobility-industri.





**Nyttan av V2G
behöver ställas
mot kostnaden,
t.ex. hur mycket
batteriet slits.**



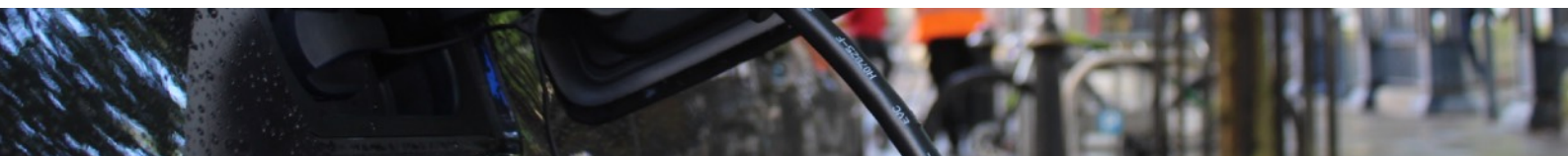
Batteridegradering

Vid användning av V2G är det tänkt att bilägaren ska få en intäkt genom att sälja el eller stödtjänster till elnätet eller att det ger en egen kostnadsbesparing bakom mätaren. För att kunna sätta ett pris behöver inte bara värdet av nyttan utan även kostnaden kartläggas. Kostnaden beror dels på de resurser som krävs för samordning och styrning men också på hur mycket batteriet slits - s.k. batteridegradering.

Batteridegradering beror på flera faktorer. Det är därför till viss del omstritt huruvida användning av en elbil för V2G-tjänster alltid accelererar batteriets åldrande. Att dra energi genom ett batteri påskyndar generellt åldrandet - men det finns också andra faktorer än totalt energiuttag som påverkar hur batterier slits; såsom temperatur, fysisk ålder, laddnivå över tid (SOC), djupet på urladdningen, och antalet djupa urladdningar m.fl. Akademiskt skulle det alltså kunna härledas att "motion" av ett batteri under vissa förutsättningar kan verka gynnsamt på livslängden, men i praktiken kommer V2G att ha en kostnad för bilägaren.¹⁴

Det är viktigt att komma ihåg att degraderingen oftast är mycket liten och att nyttjandet av V2G baseras på att intäkterna täcker den kostnaden.

¹⁴ Sovacool, Axsen & Kempton (2017), The future Promise of Vehicle to Grid Integration: A Sociotechnical Review and Research Agenda.



Inom de närmaste åren kommer nya möjligheter att utvecklas kopplat till ISO 15118.

Sammanfattning

Det finns en stor potential att i framtiden använda elbilen som en kraftresurs för hemmet eller elsystemet. Under 2020 kommer de första konsumenterbjudandena baserat på V2G-standarden ISO 15118, men det är först om ett par år när både biltillverkare och laddtillverkare implementerat standarden fullt ut som bidirektionell laddning kan bli vanligt förekommande. Bilar som använder Chademo-kontakten ligger i framkant då de redan har V2G-funktionalitet, men idag utgör de bara 20 % av de laddbara fordonen i Sverige.

En avgörande fråga framåt är om växelriktaren ska sitta i bilen eller i laddaren eller till och med integrerat i hela systemet bakom mätaren. En annan nyckelfråga är digitaliseringen och utformandet av styrsignaler från elnätet. För att nytta med V2G ska kunna komma elsystemet till godo på bästa sätt behövs också utveckling av lokala styrsignaler, stödtjänsterna och affärsmodeller. Det finns också diskussioner om hur bilens batteristatus (SOC) ska definieras.

En översyn av energiskatten och annat som kan ge incitament till V2G uppmuntras. Det kan finnas anledning att med olika ansatser som bidrag eller lagstiftning styra kunderna mot att implementera lösningar med banbrytande teknik såsom V2G.

På powercircle.org finns fler faktablad om framtidens tekniker för smarta, resurseffektiva och digitaliserade elsystem.



Faktabladet är framtaget av Power Circle i samarbete med våra partnerföretag, branschen samt flera myndigheter.