



Möjligheter och hinder för V2X

En studie i Jönköpings län

Förord

Att använda elbilars batterier för att maximera användandet av förnybar energiproduktion och balansera laster i elnätet kan spela en avgörande roll i energiomställningen. Denna rapport är resultatet av en förstudie om Vehicle-to-everything (V2X) som genomförts av Energikontor Norra Småland och Länsstyrelsen i Jönköpings län. Energikontor Norra Småland arbetar för att Jönköpings län ska nå sina energi- och klimatmål. Länsstyrelsen i Jönköpings län arbetar, i linje med sitt uppdrag från regeringen, för att främja en hållbar energiutveckling och minska klimatpåverkan i länet. Studien syftar till att ge en överblick av de möjligheter och utmaningar som denna teknik medför, samt att bidra till ökad förståelse för hur elbilsbatterier kan användas för att stödja både samhällsnyttan och bilägarnas intressen i Jönköpings län. Genom rapporten vill vi belysa de insikter och rekommendationer som kan öppna upp för en effektivare användning av elbilsbatterier i energi-systemet. Förhoppningen är att förstudien ska lägga grunden för vidare projekt och initiativ inom V2X.



6 november 2024, Jönköping

John Ramsö

Projektledare

Innehåll

Sammanfattning	5
Inledning	8
Varför är V2X intressant?	8
Syfte	11
Avgränsning och tillvägagångssätt	11
En historisk utveckling	12
Studier och forskningsprojekt i Sverige	14
Bakgrund	17
Hur definieras Vehicle-to-everything?	17
Kommunikation mellan bil, fastighet och elnät	22
Lagar, regler och ansvar	31
Huvudbudskap från kapitlet	33
Ekonomi	35
Intäkter och kostnader	35
Flexibilitet i elsystemet	36
Batterislitage	40
Inkomst, självförsörjning och andra motiv	41
Ekonomiska utmaningar	46
Ekonomiska stöd	47

Huvudbudskap för kapitlet	49
Hållbarhetsaspekter	51
V2X är en möjliggörare för omställningen av transport- och energisystemet	51
Batteriers påverkan på miljö	52
V2X påverkan på ekonomin	54
Möjligheter i Jönköpings län	56
Aktörer i värdekedjan	56
Elnäten i Jönköpings län	57
Bromsklossar som behöver adresseras	58
Case – samarbeten och affärsmodeller	60
Huvudbudskap för kapitlet	62
Slutsatser och fortsatt arbete	64
Viktiga faktorer för en utveckling av V2X i Jönköpings län	64
Rekommendationer för ett genomförandeprojekt	65
Möjligheter som V2X skapar	66
Utmaningar för V2X-genombrott	66
Referenser	67

Sammanfattning

Utvecklingen av dubbelriktad laddning, så kallad Vehicle-to-everything (V2X), innebär att elbilar både kan ta emot och leverera el till omgivande system. Inom V2X finns flera tillämpningar, såsom Vehicle to Home (V2H), Vehicle to Building (V2B), Vehicle to Load (V2L) och Vehicle to Grid (V2G). För att elbilarna ska ha kapacitet att mata ut el till rätt mängd och effekt behöver både elbilarna och laddboxarna ny teknik och förmågan att kommunicera. Detta kräver digitalisering och användarvänliga gränssnitt av både bil, laddare och elnät.

Det finns flera anledningar att tro att utvecklingen härifrån kan gå snabbt. För det första finns nu både elbilar och laddare som går att använda till V2X. Dessutom är kommunikationsprotokollen och standarderna som krävs redo att implementeras. Utveckling har tidigare skett i stuprör bland biltillverkare, laddtjänsteleverantörer, laddpunktsoperatör (CPO), energibolag och nätbolag. Nu ser vi allt fler V2X-projekt och tester där samverkan sker mellan flera parter. Detta ökar kunskapen och förståelsen för varje aktörs möjligheter och utmaningar och borde leda till framtagandet av helhetslösningar.

Det som främst återstår för V2X genombrott är att skapa affärsmodeller som är lönsamma för både leverantörer och användare av tekniken. Det kanske viktigaste argumentet för att V2X ska få ett genombrott är att samtliga aktörer i värdekedjan nu har incitament för att göra V2X kommersiellt redo i takt med att omställningen av energisystemet tar fart. Det finns ett behov från nätägare att arbeta med flexibilitet i elnätet. Biltillverkarna ser möjligheterna att skapa konkurrensfördelar för sina produkter och dessutom en chans att ta en position i den lukrativa elhandeln. Elbilsägarna vill sänka sina kostnader och öka sin självförsörjning av el.

Vi har samlat kunskap och perspektiv från potentiella aktörer i olika V2X-värdekedjor så som nätägare, energibolag, fastighetsägare, biltillverkare och teknikbolag med fokus på regionala aktörer i Jönköpings län. Utvecklingen är inte isolerad till Jönköpings län, och inte heller är Jönköpings län isolerad från utvecklingen som sker på andra håll i landet. Deltagandet och engagemanget under förstudien visar att aktörerna i Jönköpings län har en vilja av att bidra till den fortsatta utvecklingen och implementering av V2X.

Rapportens viktigaste slutsatser

1. V2X skapar många olika samhällsnyttor och är en viktig pusselbit för energiomställningen.
2. Tekniken för dubbelriktad laddning i elbilar och laddare är redo, flera tester har bevisat att det fungerar.
3. Lokalnäten behöver digitaliseras och stärkas för att kunna realisera potentialen för V2X.
4. Det saknas testade affärsmodeller med tydlig incitament- och intäktsfördelning. Skatte-, försäkrings- och garantifrågor blir komplexa när affärsmodellerna involverar flera aktörer.
5. Hindren kan adresseras genom samverkan och gemensamma satsningar.



1

Inledning

Inledning

Varför är V2X intressant?

Rysslands invasion av Ukraina i början av 2022, följt av ökade priser på energi, och stegrande inflation har fört upp energifrågan högt upp på den politiska agendan. Det är tydligt att Sveriges energisystem behöver förändras. För att klara av elektrifieringen av industri, transporter och hushåll väntas elbehovet mer än fördubblas från dagens 140 TWh till 330 TWh år 2045 (Energiföretagen Sverige, 2023). Forskning från Chalmers Tekniska Högskola visar på tre scenarier hur Sverige kan nå målet (Göransson & Johnsson, 2023):

- Ett kostnadsoptimalt system som innebär att det inte blir någon kärnkraft, vilket ger något lägre kostnader än de två övriga systemen.
- Ett system där forskarna i modellen "tvingat in" 22 gigawatt (GW) ny havsbaserad vindkraft, för vilket det heller inte blir någon kärnkraft.
- Ett system där forskarna "tvingat in" kärnkraft till totalt 9 GW, ungefär samma nivå som Sverige hade på 90-talet.

Rapporten visar att elsystemet står inför samma utmaningar och möjligheter, oberoende om elsystemet innehåller kärnkraft eller inte. De gemensamma utmaningarna är variationer i elpriset och behov av flexibilitet på användarsidan. Kan vi lösa dessa utmaningar har vi stora möjligheter att realisera potentialen från sol- och vindkraft.

Två utmaningar av att vi använder mer förnyelsebar el i form av sol- och vindkraft har identifierats. Den första är att vi får lastvariationer i elnäten eftersom solen inte alltid skiner och vinden inte alltid blåser. Det betyder att vi ibland kommer producera mer el än vad elnäten behöver eller kan ta emot, och ibland producera för lite. Chalmers rapport (Göransson & Johnsson, 2023) visar att detta går att hantera med hjälp av teknikdiversitet och flexibilitet. Energilagring genom vattenkraft, vätgas och batterier gör att vi kan ta hand om överskottselen som inte används när den produceras. När vi sedan har underskott i näten kan vi skjuta till el genom att använda den energin vi har lagrat.

Den andra utmaningen handlar om effektbrist i elnäten. När både industrin, transportsystemet och hushållen behöver nya, eller förstärkta existerande anslutningar till elnäten kan det uppstå situationer när efterfrågan på el vid ett och samma område är större än vad elnätet kan leverera. Ett sätt att lösa utmaningen med effektbrist är att bygga ut elnätet, men det tar lång tid, det kräver stora investeringar och dessutom riskerar utbyggnaden att dimensioneras efter behovet under toppplasttimmarna vilket inte är särskilt resurseffektivt.

En lösning till dessa utmaningar är att bygga in mer flexibilitet i elsystemet. Flexibilitet går ut på att anpassa sig till varierande produktion och användning i elsystemet för att möta olika behov hos aktörer som nätföretag, elhandelsföretag, aggregatorer, Svenska kraftnät (Svk), industrier och hushåll. Det kan ske på marknader där aktörer deltar och både säljer och köper tjänster och kan göras på två sätt, antingen genom att minska förbrukningen eller att snabbt kunna aktivera mer elproduktion, exempelvis från batterier. Syftet är att balansera elnätet så att det varken finns för mycket eller för lite el i nätet.

Dagens elnät är byggt för att ha stor elproduktion vid få platser och transportera energi långa distanser. Växelström har då en fördel eftersom den går att transformera upp och ner med små förluster. Transmissionsnätet, som också kallas stamnätet, är motorvägen som löper igenom landet med 400–220 kV, men eftersom våra ladduttag i husen vanligtvis enbart har en spänning på 230 volt behöver växelströmmen transformeras vid regionnätet (40–130 kV), lokalnätet (40 kV–400 V) och till slut i byggnadens elcentral. Detta har varit ett välfungerande system i 100 år, men de senaste årens teknikutvecklingen har visat att systemet har brister (Svenska kraftnät, 2024).

Ett elsystem med hög andel sol- och vindkraft kräver flera anpassningar av vårt elnät. Medan vindkraftsverken ofta är anslutna till regionnätet som kan hantera stor tillförsel av ström, skickas elen som produceras vid solceller ofta till lokalnätet. Detta har gått bra hittills men när allt fler väljer att installera solceller ökar trycket på nätanslutningarna till det lokala elnätet, och lokalnätet är inte byggt för att kunna ta emot så mycket elproduktion samtidigt. Detta

har skapat en situation där nätägaren tvingas säga nej till installation av nya solcellsanläggningar (Karlström, 2023). Förutom utbyggnad eller ombyggnad av elnätet, som både tar lång tid och blir dyrt, stavas lösningen energilagring. Den energi som då inte kan matas ut till lokalnätet kan i stället lagras i exempelvis batterier och användas eller säljas när solen gått ner.

Därför är det inte konstigt att intresset för att använda elbilarnas batterier till att stötta elnätet har fått stort genomslag. Elbilar har stora batterier, och genomsnittsbilen står dessutom parkerad 96 procent av tiden (Gullberg, 2015) vilket skapar förutsättningar för att använda batteriet till andra nyttor när den inte rör på sig. Utvecklingen av de tekniker som gör att bilens batteri ska kunna användas som en kraftkälla går snabbt framåt. Ett samlingsnamn som ibland används för dessa lösningar är Vehicle to everything (V2X).

Vanliga begrepp

V1G: Smart laddning i en riktning.

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

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

V2G: Vehicle to grid, innebär att bilen kan leverera el tillbaka till elnätet baserat på behov i elsystemet.

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

V2L: Vehicle to load, avser användningen av bilens energi för att driva verktyg, som reservkraft eller som kraftkälla off-grid.

V2X: Samlingsnamn för begreppen ovan.

Sverige har över 5 miljoner personbilar på vägarna. I teorin är potentialen för att frigöra flexibilitet i elsystemet genom dubbelriktad laddning väldigt stor. Enligt SvK kan runt 90 procent av den installerade volymen av batterier vara placerad i olika typer av fordon i framtiden (Svenska kraftnät, 2022). I en rapport av North European Perspectives Project (NEPP) uppskattades att 3,8 miljoner laddbara bilar skulle ha en gemensam batterikapacitet på 114 GWh (North European Perspectives Project, 2019), vilket teoretiskt skulle kunna försörja hela Sverige med el i flera timmar. Energimyndigheten bedömer att

2 procent av Sveriges elfordonsflotta kommer ha V2X teknik 2025, 10 procent 2030 och 100 procent 2050 (Energimarknadsinspektionen, 2023).

Teknikutvecklingen av elbilar, decentraliserad elproduktion och digitalisering har skapat fantastiska möjligheter att elektrifiera industri, transporter och hushåll. V2X har potential att driva omställningen av både transportsektorn och elsystemet men kommer med lika många utmaningar och frågetecken som möjligheter. Det kräver samverkan mellan flera aktörer, innovation i många led och kanske även att aktörer antar nya roller för att möjliggöra sömlös integrering mellan elbil och elnät. Denna förstudie är ett bidrag till att skapa förståelse för dessa utmaningar och möjligheter i en regional och lokal kontext.

Syfte

Syftet med förstudien är att undersöka förutsättningarna för hur olika aktörer tillsammans ska kunna nyttja potentialen i Vehicle-to-X-tekniken (V2X) i Jönköpings län. Förstudien ska också bidra till Jönköpings läns vision om att bli ett klimatsmart plusenergilän senast 2045.

Förstudiens mål är att:

1. Kartlägga hinder och möjligheter för att etablera V2X i Jönköpings län.
2. Identifiera de case, alltså i vilka sammanhang och under vilka förutsättningar, där V2X har störst potential att leverera en god affär för både köpare och leverantör och samtidigt generera avlastning på elnätet i Jönköpings län.

En bieffekt av förstudien är att deltagande aktörer fått höjd kunskap och handlingskraft inom frågorna till följd av att deltagarna fått en samverkansarena där deras behov och kapacitet kan diskuteras öppet.

Avgränsning och tillvägagångssätt

Studien har avgränsats till att gälla V2X-lösningar för personbilar, inte för andra fordon som exempelvis båtar, bussar eller tunga transporter.

I studien ingår perspektiv från potentiella aktörer i olika V2X-värdekedjor så som nätägare, energibolag, fastighetsägare och industrier med fokus på regionala aktörer.

Under förstudien har kunskap samlats in genom intervjuer, arrangerade aktiviteter tillsammans med målgruppen, samt deltagande på andra aktörers webinarier och litteratursökning. Rapporten är av mer generell karaktär och beskriver utvecklingen av V2X-lösningar nationellt.

En historisk utveckling

1990-talet: Teori

Konceptet Vehicle-2-Grid (V2X) började utforskas inom akademiska kretsar under 1990-talet. Willett Kempton och Steven Letendre var bland de första att forska på ämnet vid University of Delaware och publicerade en studie 1997 med titeln ”Electric Vehicles as a New Source of Power for Electric Utilities”. Vid den tiden var termen V2X ännu inte i bruk, och elbilar var sällsynta. Deras forskning inriktade sig främst på att förstå hur man kunde minska elbehovet under högsta belastning. Kempton och Letendre fortsatte att utföra flera uppföljningsstudier under det kommande decenniet, där de utvecklade konceptet ytterligare genom att undersöka olika användningsområden och potentiella intäktsmöjligheter. Dock var forskningen fortfarande helt teoretisk på grund av bristen på elbilar vid den tiden (IEEE Spectrum, 2023).

2000-talet: Första testerna

University of Delaware tog ytterligare ett steg in i V2X genom att gå samman med partners från el-, bil- och kommunikationsbranscherna för att skapa ”Mid-Atlantic Grid-Interactive Car Consortium” (MAGICC). Målet var att utveckla en elbil med V2X-kapacitet i form av AC Propulsion eBOX, som var en ombyggd Toyota Scion xB. Den första kommersiella försäljningen av elbilen gick till skådespelaren Tom Hanks (Motortrend, 2007), men på grund av den dyra ombyggnadsprocessen var produktionen alltid lågvolym (Kempton, et al., 2008).

2010-talet: Högvolymsproduktion av elbilar

Nästa stora milstolpe för V2X inträffade 2010 med lanseringen av Nissan LEAF, vilket markerade början på en bredare spridning av kommersiellt tillgängliga elbilar. Detta möjliggjorde att forskningen om V2X kunde övergå från teori till praktik (Nissan, 2009). Men detta var inte det ögonblick som satte fart på V2X-utvecklingen – det ögonblicket kom året därpå.

2011: Katastrofen avslöjade behovet

Fem japanska biltillverkare skapade 2010 en industrigemensam standard för dubbelriktad elbilsladdning, kallad CHAdeMO (Charge de Move). Redan ett år senare skulle standarden komma att användas i en krissituation. 2011 utsattes den japanska staden Fukushima för en fruktansvärd tsunami. Över 19 000 människor dog i följderna. Jordbävningen slog ut elnätet och förstörde sex av nio oljeraffinaderier och annan infrastruktur i nordöstra Japan vilket gjorde att bensinen snabbt tog slut. Bristen på bensin gjorde det svårt att nå människor som behövde akut hjälp. Det fanns dock undantag då det visade sig att elbilar inte hade samma problem. De två elbilarna (Nissan LEAF) som räddningstjänsten hade i sin bilflotta nådde 30 patienter om dagen och bidrog till livsviktig assistans. Därför kallades fler elbilar in och totalt användes 65 stycken av räddningstjänsten. Under de första tre dagarna var elnätet utslaget och då användes även elbilarnas batterier till att driva ljuskällor, ladda telefoner och radio (Costello, 2019).

CHAdeMO är fortfarande den dominerande laddstandarden i Japan och målet är att samtliga elbilar ska kunna användas som reservkapacitet vid krissituationer. Utöver reservkapacitet har bilarna ännu inte integrerats i elmarknaden via andra användningar. I Europa och Nordamerika används CCS-standarderna för likströmsladdare och Typ 2-standarderna för växelströmsladdare som ännu inte är redo för V2X och därför har CHAdeMO-laddare används vid de flesta V2X-tester hittills.

2024: Lagförslag om dubbelriktad laddning

Nästa milstolpe skedde på andra sidan Stilla havet. Ett lagförslag från senator Nancy Skinner som förkunnar att alla elbilar och laddare som säljs i Kalifornien behöver ha funktion för dubbelriktad laddning från 2027 och framåt, röstades igenom i augusti 2024. Elbilarna beskrivs i lagförslaget som ”kraftverk på hjul som erbjuder ren energi till fastigheter, kraftigt sänker energiräkningen för konsumenter och stabiliserar elnätet”. Dessutom anses elbilbatterierna vara ett viktigt verktyg för att motverka och hantera strömavbrott i delstaten som under flera somrar har kämpat mot stora värmeböljor och skogsbränder (Nancy Skinner, 2024). När lagförslag från Kalifornien går igenom brukar chanserna vara stora att det även sprids till flera delstater, vilket i det här fallet kan få en stor inverkan på elbilsbranschen.

Studier och forskningsprojekt i Sverige

I Sverige började småskaliga tester av V2X i Örebro och Kungsbacka under 2018. I Örebro installerade Örebrobostäder AB en laddare i en av sina fastigheter för att testa tekniken och undersöka möjligheten till att optimera fastighetens energisystem (ÖrebroBostäder, 2018). Testet i Kungsbacka var något större där 10 stycken bilar användes för att optimera en av kommunens fastigheter under dagtid och som bilpool för kommunens anställda resterande tid (Solcellskollen, 2020). Även detta med Nissan Leaf-bilar och laddare med CHAdeMO-kontakter. Nedan sammanfattas några andra V2X-projekt som svenska aktörer är eller har varit involverade i de senaste åren (Power Circle, 2023).

Affärsmodeller för laddning av elbilar med hänsyn till nätbegränsningar: samspel mellan bilägare, elleverantör och nätägare: Projektet, som startade våren 2023 och pågår under 2024, utvecklar affärsmodeller för att effektivt och flexibelt använda elbilsbatterier vid nätkapacitetsbegränsningar. Det undersöker möjligheten att utnyttja flexibilitet för prisarbitrage, frekvensreglering, spänningsstyrning och minskning av nätöverb belastningar. Projektet genomförs av KTH och finansieras av Energimyndigheten.

Data exchange between vehicle and power system for optimal charging: Det nyligen avslutade projektet fokuserade på att sammanställa litteratur från perioden 2019–2022 om laddningsstrategier. Litteraturanalysen identifierar vilken data som behöver delas vid laddning och konstaterar att den föredragna laddningsstrategin varierar beroende på fordonstyp samt användningsmönster. Projektet genomfördes vid Uppsala universitet och finansierades av Swedish Electromobility Centre (SEC).

Dubbelriktad laddning i publika miljöer (PEPP): Projektet, som pågår mellan 2022–2024, undersöker möjligheten att tillämpa dubbelriktad laddning i större skala. Genom piloter med tolv fordon, varav sex i ett parkeringsgarage och sex i en bilpoolstjänst, utvärderas dubbelriktad laddning ur ett systemperspektiv i publika miljöer. Projektet ska förbereda för storskaliga svenska demonstrationer. I projektet deltar 13 aktörer som koordineras av Lindholmen Science Park och finansieras av Energimyndigheten inom forskningsprogrammet FFI Nollutsläpp.

Elbilar till allting – Mobilitet med extra tjänster (V2X-MAS):

Detta projekt, som pågick mellan 2021–2023, hade som mål att påskynda elektrifieringen av transportsektorn genom att stödja elsystemet och skapa mervärden för elbilsägare. Inom projektet utvecklade Polestar, CTEK och Ferroamp V2X-kompatibla laddare, Chalmers skapade avancerade styralgoritmer för batterier och Göteborgs Energi arbetade fram affärsmodeller för olika V2X-lösningar. Projektet samordnades av Chalmers och finansierades av Energimyndigheten.

Ett elsystem för elfordon: Projektet var ett branschöverskridande forsknings- och samverkansprojekt med fokus på samspelet mellan elektrifieringen av fordonsflottan ur ett lokalt, regionalt och nationellt perspektiv och elsystemet. I projektet togs ett helhetsgrepp om elektrifieringen av fordonsflottan och hela kedjan från affärsmodeller för laddning till påverkan på elsystemet studerades. I projektet deltog ett tjugotal företag och organisationer inom energi- och transportbranschen. Projektet genomfördes mellan 2021–2023 och finansierades av Energiforsk. Projektets modellering av elsystemet och elnätet visade att elbilar har potential att:

- Ersätta stationära batterier för att hantera solvariationer och till viss del även vätgaslager om vi antar en batterikapacitet på 60 kWh per elbil.
- Minska behovet av vätgas- och värmelager (speciellt med allt större elbilsbatterier).
- Integrera mer solenergi i elsystemet och elnätet.
- Bidra till effektreserven genom att avstå laddning när systemet kräver det.
- Minska behovet av ett utbyggt lokalt elnät vid en hög andel elektrifierade persontransporter, om vi antar att elbilsaddningen planeras utifrån när det idag finns tillgänglig kapacitet i elnätet. Projektet har visat att detta är möjligt och ändå tillgodose elbilsägarnas körbehov.

Loggning av elbilsanvändning – karakterisering av kör- och laddmönster och påverkan på elnätet: Projektet, som pågår mellan 2022–2026, syftar till att öka förståelsen för ladd- och körmönster för elbilar och undersöka möjligheterna och utmaningarna med att använda V2X. Det omfattar fyra delar: insamling av data från över 360 elbilar, statistisk analys, analys av kapacitetsbegränsningar i lokalnätet samt modellering av batterikapacitetens påverkan av laddmönster. Projektet genomförs av Chalmers och finansieras av SEC och Energimyndigheten.

Managing grid capacity with energy storage: Detta doktorandprojekt vid Lunds tekniska högskola, finansierat av Swedish Electricity Storage and Balancing Centre, analyserar energilager på olika nätverksnivåer och elbilsbatterier som resurser för att stödja elnätet. Projektet inkluderar även examensarbeten som undersöker V2X potential att balansera elnätet utifrån SvK:s prognoser fram till 2045.

A close-up, slightly blurred photograph of numerous AA batteries. The batteries are arranged in a dense, overlapping pattern. Most have a copper-colored outer casing and a silver-colored inner ring. One battery in the lower right has a green casing with some text visible. A light green semi-circular graphic with the number '2' is positioned in the upper left area.

2

Bakgrund

Bakgrund

Hur definieras Vehicle-to-everything?

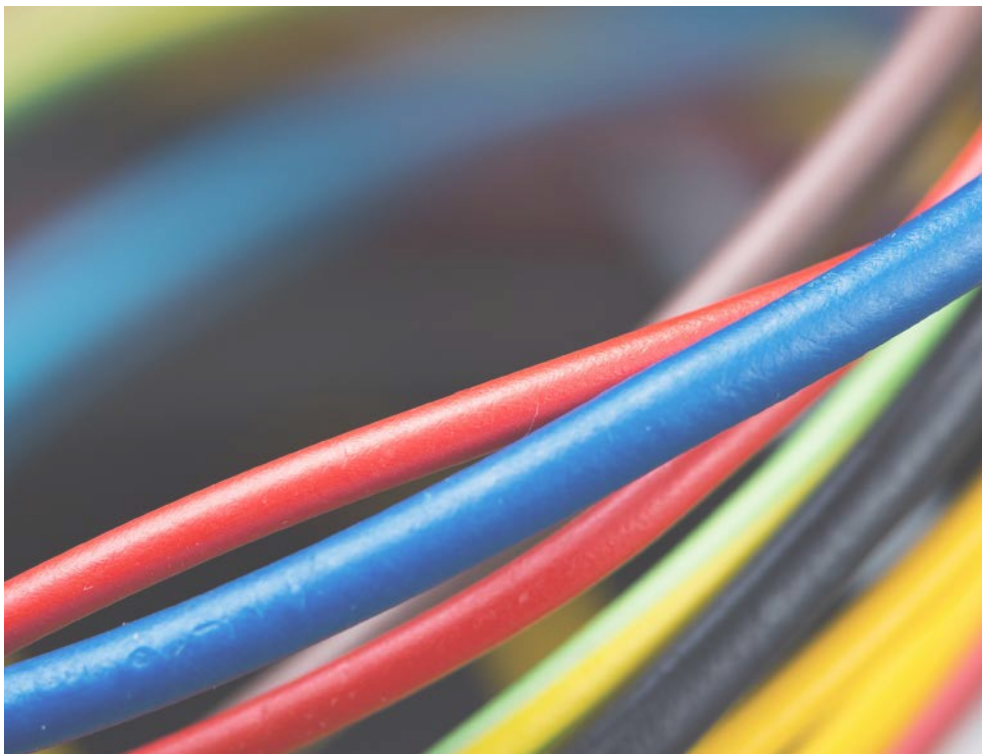
V2X möjliggör dubbelriktad laddning, vilket innebär att elbilar både kan ta emot och leverera el till omgivande system. Inom V2X finns flera tillämpningar, såsom Vehicle to Home (V2H), Vehicle to Building (V2B), Vehicle to Load (V2L) och Vehicle to Grid (V2G). För att elbilar ska ha kapacitet att mata ut el till rätt mängd och effekt, behöver både elbilarna och laddboxarna ny teknik och förmågan att kommunicera.

För att en V2X bil ska få användas mot elnätet behöver den ansöka om att bli en elproducent, och måste då anpassa sig efter de nätkoder som gäller för det specifika nätet. Det är samma som för solcellsanläggningar eller ett stationärt hemmabatteri, med två undantag. Det första är att elbilen är en elproducent som rör på sig vilket innebär att bilen ibland är ansluten till nätet, och ibland inte. Solceller och hemmabatterier har en permanent anslutning. Det andra undantaget är att bilen är ett transportmedel i första hand, och en elproducent i andrahand. Det betyder att den behöver prioritera el för transport, alltså att ha tillräckligt med el kvar i batteriet för att när som helst kunna röra sig.

Nätkoder och V2X

Nätkoder är tekniska regler och standarder som styr hur el från olika energiproducenter ska anslutas till elnätet och hur de ska uppföra sig i olika situationer, som vid strömavbrott eller spänningsvariationer. Elnäten har olika nätkoder och är utformade för stationära kraftverk. Det skapar en utmaning för V2X, eftersom bilen rör sig mellan och kopplar upp sig mot olika nät.

V2X är en sammanföring av transport och energi, vilket betyder att båda parterna behöver kompromissa och kommunicera för att få relationen att fungera. För att koordinera styrningen behövs en struktur som säkerställer att rätt kommunikation når rätt komponent i rätt tid. Strukturen för V2X kan vara antingen centraliserat eller decentraliserat. En centraliserad struktur innebär att styrningen av i- och urladdning görs via en extern aktör. Till skillnad mot den så tillåter den decentraliserade strukturen att varje fordon, eller grupp av fordon, optimeras genom ett batteri- eller energihanteringssystem som bilägarna själva kontrollerar över och ger instruktioner.



En centraliserad struktur – styrning utanför mätaren

Elhandel, och inte minst Svk:s stödtjänstmarknader, har varit väldigt lukrativa de senaste åren. Prisutvecklingen i kombination med den tekniska utvecklingen av bland annat energiövervakning, användarvänliga appar och artificiell intelligens (AI) har skapat stora möjligheter för tillväxt för företag som erbjuder energihanteringstjänster. Tredjepartsaktörer som Tibber, CheckWatt, Flower och Greenely erbjuder styrning, och aggregering, av batterier för deltagande på stöd- och flexibilitetsmarknader genom så kallade virtuella kraftverk.

De virtuella kraftverken (som fungerar som en molntjänst) samlar in information från elbilar och laddboxarna, såsom batteriets laddningsnivå och aktuella elpriser. Med hjälp av avancerade algoritmer och maskininlärning analyserar de denna data för att avgöra när det är mest kostnadseffektivt att ladda eller leverera el tillbaka till nätet. Genom realtidsdata kan tredjepartsaktörerna optimera laddnings- och urladdningscykler för att maximera ekonomiska fördelar och stödja elnätet. Även andra energikrävande resurser så som värmepumpar och ventilationsanläggningar kan styras genom virtuella kraftverk.

En av de stora fördelarna med denna teknik är möjligheten att aggregera batterikapaciteten från många elbilar. Genom att slå ihop många mindre batterier skapar tredjepartsaktörerna en stor, gemensam energikälla. Detta gör det möjligt att erbjuda betydande mängder effekt till elnätet. De lägger bud på att leverera viktiga tjänster som frekvensreglering och spänningsstabilisering, vilket är avgörande för att upprätthålla stabiliteten i elnätet. Detta genererar intäkter både för elbilsägaren och tredjepartsaktören.

Precis som tredjepartsaktörer, skulle även energibolagen kunna samla in data, aggregera samman flexibilitetsresurser, så som elbilar med dubbelriktad laddning, och styra användningen av dessa. Många av energibolagen har nära samarbete med nätbolagen vilken kan vara ett argument för att deras framtida energihanteringstjänster kommer bli dominerande. Det ledande kommunala energibolaget är Varberg Energi som redan har tagit fram tjänsterna ”Flex ladda” och ”Flex batteri” som erbjuds alla kunder som har ett elhandelsavtal hos dem. Med ”Flex ladda” betalar användarna endast halva sitt avtalade pris per kilowattimme oavsett vilket av Varberg Energis elhandelsavtal de väljer. Med tjänsten ”Flex batteri” används användarens batteri för att kapa effekttoppar vilket reducerar elnätavgiften och förutom besparing genom smartare elanvändning får kunden ett avdrag på sin elhandelsfaktura motsvarande den flexintäkt som batterier kan skapa genom att delta i Nätflex – Varberg Energis virtuella nätverk.

Bil- och teknikleverantörer bestämmer till viss mån vad som är tekniskt möjligt med deras produkter. Polestar och Volvo har båda öppnat upp för möjligheten att utveckla och driva virtuella kraftverk för att själva äga kontrollen från batteriet ut till elnätet. Genom att själva äga kontrollen över hur batteriet används kan biltillverkarna erbjuda en färdig lösning till sina kunder vilket gör det enklare att erbjuda garanti på elbilens batteri. Denna utveckling skulle innebära att biltillverkarna för första gången tar klivet in på elhandelsmarknaden. Lyckas biltillverkarna de erbjuda attraktiva och användarvänliga lösningar för sina kunder är chanserna stora att de kan ”läsa” in sina kunder i sina egna system. Tredjepartsaktörer som exempelvis Tibber, CheckWatt, Flower, Greenely riskerar att bli överflödiga i denna modell då biltillverkarnas eller energibolagens virtuella kraftverk skulle koppla samman sina elbilar och ge gemensamma bud på SvK:s stödtjänstmarknader och lokala flexmarknader.

En decentraliserad struktur – styrning innanför mätaren

I en V2X-modell utan tredjepartsaktörer är det bilägarna själva som tar kontroll över hanteringen av sina elbilar genom att integrera elbilarna med en fastighet genom ett energihanteringssystem (Energy Management System). Genom sina energihanteringssystem kan bilägarna optimera laddnings- och urladdningscykler för att passa sina individuella behov och preferenser. De kan välja att ladda sina bilar när elpriserna är låga eller när det finns överskott av förnybar energi i det lokala nätet, och kan även bidra med överskottsenergi till nätet när det behövs. Genom att styra sin in- och urladdning mot timpris och effekttariffer kan bilägarna bidra till att skapa en mer resilient och hållbar energiförsörjning för hela samhället samtidigt som de drar nytta av lägre energikostnader.

En av elsystemets stora utmaningar är begränsningarna i de lokala elnäten. Lokalnäten byggdes utifrån syftet att transportera elen från transmissionsnätet och regionnätet sista biten ut till hushåll och företag. Endast mycket små elproducenter får vara anslutna till lokalnätet eftersom det inte är byggt för att leverera tillbaka stora mängder el. När solceller har blivit mer och mer populärt tvingas nätägarna säga nej till nya anslutningar eftersom lokalnäten helt enkelt inte klarar av att ta emot all solkraft samtidigt. En solig dag i maj då produktionen av solkraft i ett och samma villakvarter är som högst kan liknas vid utfarten till motorvägen under rusningstimmen. Det blir stopp eftersom motorvägen redan har nått maxkapacitet. Detta skapar en orättvisa då fastigheter med solceller tar upp effekten i elnätet och de som inte hinner

ansluta solcellsanläggningar får betala för utbyggnaden av elnäten eller bli utan.

En utpekad lösning på detta problem är så kallade energigemenskaper där villaägarna i kvarteret gemensamt koordinerar elanvändningen via ett energihanteringssystem. Exempelvis kan överskottet av den sol som produceras i kvarteret lagras i elbilarnas batterier och användas senare på dygnet. Undermätare reglerar varje villas nyttjande av de gemensamma resurserna så att den totala användningen hos kvarteret inte överstiger vad den gemensamma nätanslutningen tillåter, med andra ord ser till att trafiken flyter på ut till motorvägen.

Energigemenskaper är populärt i bland annat Tyskland och Österrike men det finns få svenska exempel eftersom vi har haft ett tillförlitligt och i princip fossilfritt elsystem med låga elpriser under lång tid. När fler fastigheter vill ansluta solceller till elnätet, har energilagring i sina bilar, och användarvänliga energihanteringssystem finns förutsättningar för att bilda fler energigemenskaper.

En av de största fördelarna med en decentraliserad struktur är möjligheten att jämna ut behovet av el från nätet vilket sänker elräkningen. För ett hushåll sker det genom att minska sin abonnerade effekt medan en industri minskar sin effektavgift. Det ger även en samhällsnytta eftersom effekt frigörs i elnätet. Nackdelen är att enskilda elbilar, eller små grupper av elbilar, inte ger tillräckligt stor batterikapacitet för att erbjuda stödtjänster.

Gränsdragningen

I intervjuer med branschaktörer ger de olika syn på hur ägandemodellerna för V2X kommer se ut när marknaden har etablerat sig. Det är fortfarande oklart om en struktur kommer bli dominerande eller om de kan fylla olika syften och därmed samexistera. Respektive struktur har olika för- och nackdelar, och kan med tiden integreras med varandra. Till exempel går det att se att aktören bakom det virtuella kraftverket i framtiden kommer erbjuda styrning och optimering av samtliga delar av hushållets, kontorets, eller industrins elsystem. Oavsett om det är en aggregator, energibolaget eller biltillverkaren.

När elbilsägare står inför valet av styrning av sitt batteri kan flera faktorer spela roll. Hur kommer de kompenseras? Besparingar på elräkningen, direkta utbetalningar för tiden laddaren har varit inkopplad eller andra belöningssystem? Även andra motiv kan spela roll, så som gränsdragningen mellan batterihälsa och ekonomisk ersättning, flexibiliteten i när bilen behöver vara inkopplad och när den kan användas för transport, och hur batteriet ska styras för att ge mest nytta för energiomställningen.

Tabell 1. Olika strukturer för V2X

Struktur	Födelar	Nackdelar
Centraliserad	• Större skala, större intäkter • Kapacitet för att erbjuda stödtjänster • Flera olika anslutningspunkter mot olika nät • Förmåga för smart styrning mot elnätets behov • Mer flexibilitet för den enskilda bilen	• Kräver ett större och dyrare centralt styrsystem • Kräver en stor mängd data • Behov av ökad säkerhet för att motverka cyberattacker • Mer komplex kommunikation och styrning där fler aktörer involveras • Fler aktörer som delar på inkomsterna
Decentraliserad	• Mindre och enklare kommunikation • Högre kontroll över flexibilitet vs autonomi • Högre datasäkerhet • Högre kundacceptans och förtroende • Mer anpassningsbart för olika fordonsflottor och energihanteringssystem	• Begränsad kapacitet för exempelvis stödtjänster • Lägre inkomster • Större osäkerhet för inkomster och besparingar • Större behov av förutsägbarhet i bilägarens beteende • Begränsad styrning efter elnätets behov

Kommunikation mellan bil, fastighet och elnät

Kommunikationsprotokoll fungerar som instruktioner för hur information ska utbytas. I fallet med V2X handlar det om hur de olika delarna av elsystemet kommunicerar. För att effektivt kunna kommunicera behöver de använda ett gemensamt språk. Protokollen fastställer hur data ska skickas, mottas och tolkas mellan exempelvis elbilen och laddaren eller laddaren och elnätet. Detta inkluderar information om vilken typ av data som ska överföras, hur den ska krypteras för säkerheten, vilka kommandon som kan ges och hur systemen ska svara på dessa kommandon.

Tänk dig att du skickar ett paket med posten. För att posten ska nå fram behöver du använda rätt adressformat, paketera paketet på rätt sätt och följa alla regler och föreskrifter för att skicka post. Kommunikationsprotokollen fungerar på liknande sätt, de säkerställer att meddelanden och data når rätt destination på rätt sätt. På så sätt gör kommunikationsprotokollen det möjligt för elproducenter och elnät att samarbeta smidigt och effektivt för att säkerställa att elen distribueras på ett pålitligt och säkert sätt.

Elbilar som klarar dubbelriktad laddning klassas som elproducenter ur ett kommunikationsperspektiv när de kopplas upp mot elnätet. När en elproducent är ansluten till elnätet måste den följa nätkoderna för att säkerställa att det inte stör nätets normala drift och att den lever upp till de krav som ställs av elnätsoperatören. För att elnätet ska acceptera en uppkoppling från en elproducent som vill skjuta till el måste elproducenten uppfylla fyra krav.

1. Kunna anpassa beteende i enlighet med elnätets frekvens och spänning.
2. Kunna ta emot och reagera på direkta stoppsignaler från elnätet.
3. Fortsätta att mata ut ström trots mindre störningar i nätet, exempelvis när frekvensen är aningen för hög eller låg.
4. Upptäcka om elnätet ligger nere och reagera genom att sluta mata ut ström, samt att återansluta omsorgsfullt när elnätet sätts igång igen.

Detta gäller oavsett om det är en elbil, ett stationärt batteri, en solcellsanläggning eller annan källa som matar ut el till nätet. Kommunikationsprotokoll och standarder för exempelvis solcellsanläggningar har varit en utgångspunkt för att möjliggöra kommunikationen i V2X och därför har det arbetet gått relativt snabbt. Kommunikationsarkitekturen skiljer sig däremot beroende på var omvandlaren från likström till växelström sitter, det vill säga om det är en AC- eller en DC-laddare (ElaadNL, 2023).

Kommunikation för att V2X ska fungera i praktiken

Tänk dig att du har en elbil och kommer hem efter jobbet. Du pluggar in bilen i din laddare som är förberedd för V2X. Din elbil är redan konfigurerad för Plug and Charge (PnC), vilket betyder att den automatiskt identifierar sig för laddboxen och påbörjar laddningen. Här kommer flera aktörer in i bilden som gör att V2X kan fungera sömlöst. En aktör kan ha flera olika roller.

Elbilsägaren och bilen

Som elbilsägare har du kontroll över hur och när din bil ska laddas eller leverera elen till fastigheten eller tillbaka till nätet. Genom en app från din

laddtjänsteleverantör har du ställt in att du vill att bilen laddas när elpriserna är som lägst och att den ska leverera energi tillbaka till nätet om nätet är ansträngt och elpriserna stiger. Din bil kommunicerar dessa preferenser automatiskt till laddboxen och styrsystemet via ISO 15118-20-protokollet och PnC, utan att du behöver göra något aktivt (Hecht, et al., 2023).

Laddboxen och laddpunktoperatör (CPO)

Laddboxen du använder är ansluten till ett centralt styrsystem via Open Charge Point Protocol (OCPP), vilket gör att den kontinuerligt kommunicerar laddningsstatus, energianvändning och om bilen är redo för V2X. Laddpunktoperatör (CPO) styr när laddboxen ska ladda i eller mata ut el från bilen, baserat på information från både elnätet och din app (Meersmans, 2023).

Energibolaget och elnätsoperatören

Din bil är ansluten till det lokala nätet, som övervakas av balansansvarig och regionnätägaren. När det finns en hög efterfrågan på el i området, skickar en leverantör av balanstjänster, till exempel en aggregator, en signal till laddboxen, via Open ADR eller Open Smart Charging Protocol (OSCP), att bilen ska börja mata ut energi till nätet. Tack vare dessa öppna protokoll kan laddpunktoperatör (CPO) och nätet synkronisera energiflödena i realtid för att undvika överbelastning (Meersmans, 2023).

Laddtjänsteleverantör

Din laddtjänsteleverantör, på engelska e-Mobility Service Provider, spelar en nyckelroll i att optimera hur din bil laddas och levererar el tillbaka till nätet. Genom din app har du möjlighet att välja dina preferenser för laddning och V2X, men laddtjänsteleverantören hanterar också automatiskt smart laddning och V2X baserat på elpriser, nätbelastning och tillgänglig elproduktion. Laddtjänsteleverantören ansvarar även för att skicka information om laddnings-sessioner och kostnader till dig, samt fakturera eltransaktionerna mellan din bil och nätet (Meersmans, 2023).

Aggregatorer

I vissa scenarier kan en aggregator vara inblandad. En aggregator är en tredjepart som samlar flera elbilar i ett virtuellt kraftverk och hanterar deras V2X-funktioner i stor skala. Aggregatorn kommunicerar med både elnätet och laddpunktoperatör (CPO) för att optimera energiflöden från många elbilar samtidigt och kan sälja den samlade kapaciteten till energimarknader för att balansera nätet. Aggregatorn bidrar alltså till att maximera värdet av V2X genom att koordinera många bilar som en gemensam resurs.

Betalning och e-roaming

När bilen laddas eller levererar energi till nätet hanteras betalningen automatiskt via ditt konto hos laddtjänsteleverantör, via e-roaming. Att kunna erbjuda sömlös kommunikation och betalning mellan elbilen och laddare, oavsett operatör, kommer bli en hygienfaktor för alla elbilstillverkare vilket gör att e-roamingplattformar kan ta en hög avgift.

E-roaming för elbilsaddning

E-roaming innebär att elbilsägare kan använda en enda app för att hitta och betala för laddning, oavsett vilken laddtjänsteleverantör de använder. Syftet är att göra laddningen lika enkel som mobilroaming, där en användare kan ansluta till olika nätverk utan krångel. I dag krävs ofta flera appar och konton för att hantera laddning på olika nätverk.

Utmaningen med e-roaming ligger i komplexiteten bakom tjänsten. När du laddar din bil går information och betalning genom flera aktörer: en laddpunktsoperatör (CPO), en aggregator, en roaminghub och en laddtjänsteleverantör, innan den når slutkunden. Ett nytt protokoll, Open Charge Point Interface, samlar informationen och fungerar som en digital handskakning som knyter samman all information. Det finns flera olika plattformar, eller "hubbar" som används som fackspråk, som är kompatibla med OPCI och möjliggör e-roaming. Den största e-roaminghubben idag är Hubeject, men det finns även andra.

Vad bidrar varje aktör med?

- **Elbilsägaren:** Ställer in preferenser och bestämmer när och hur bilen ska laddas och mata ut energi.
- **Laddpunktsoperatör (CPO):** Utför laddning och V2X baserat på signaler från nätet och dina preferenser, kommunicerar via OCPP och hanterar energiflöden.
- **Energibolag och elnätsooperatör:** Övervakar och balanserar nätet, och skickar signaler för att ladda eller ladda ur el till nätet via öppna protokoll som Open ADR eller OSCP.
- **Laddtjänsteleverantör:** Tillhandahåller appen för kontroll över laddning och V2X, samt hanterar smarta algoritmer för optimering och fakturering.
- **Aggregator:** Samordnar flera elbilar för att leverera samlad kapacitet till nätet, vilket ökar effektiviteten och stabiliteten i V2X-tjänsterna.
- **E-roaminghubb:** Möjliggör för elbilsägare att använda samma betalnings-system oavsett var de laddar, eller matar ur el.

Tack vare den sömlösa kommunikationen mellan alla dessa aktörer och användningen av öppna protokoll, kan V2X bli en effektiv och användarvänlig lösning som både gynnar elbilsägare och bidrar till ett stabilare elnät. Alla protokoll och standarder som behövs för V2X fungerar inte fullt ut idag, utan det finns fortfarande tekniska, juridiska och ekonomiska hinder som bromsar en bred implementering. Här är en sammanfattning av de viktigaste hindren och statusen för de relevanta protokollen och standarderna:

Tekniska hinder

- **Standarder för kommunikation:** Även om det finns viktiga protokoll som ISO 15118-20, och Open Charge Point Protocol (OCPP), som möjliggör dubbelriktad laddning, är de inte fullt implementerade i alla laddboxar och elbilar (Meersmans, 2023). Tester har avslöjat behov av tillägg i ISO 15118-20, vilket har försenat lanseringen av V2X för AC-laddare. Detta uppskattas vara löst senast sommaren 2025.
- **Brist på kompatibla bilmodeller och laddare:** För närvarande är det bara ett fåtal bilmodeller och laddare som har stöd för V2X, och det kräver dessutom att bilen har rätt typ av batteriteknik och programvara för att kunna mata tillbaka el till nätet. Många laddboxar är inte byggda för V2X ännu, särskilt AC-laddare som kräver att bilen har en inbyggd dubbelriktad laddare. DC-laddare, som har V2X-teknik integrerad, är mer kompatibla, men de är dyrare och är inte lika vanliga (Hecht, et al., 2023).

Juridiska och regulatoriska hinder

- Olika nätkoder och regler i olika länder: Med flera mindre utspridda ”elproducenter” ökar kraven på att lokalnätsägare ska veta hur elnätet mår i den fysiska anslutningen där elproducenter kopplas in, det vill säga vid laddpunkten. För att få bättre koll i realtid behöver nätbolagen få fram mer data genom övervakning och digitalisering av lokalnäten (Nohrstedt, 2024). Eftersom nätkoderna varierar innebär det att en bil som kan leverera el via en laddpunkt kanske inte kan göra det vid en annan. Att harmonisera dessa regler internationellt eller ens nationellt är ett stort hinder, särskilt på europeisk nivå.
- Implementation av standarder och protokoll: Branschens införande och användande av de senaste protokollen tenderar att ske väldigt långsamt. Konsekvensen blir att användningen av smart- och dubbelriktad laddning tar längre tid än nödvändigt och att de nyttor som möjliggörs genom tekniken inte når fram till elsystemet.

AC- eller DC-laddare?

AC	DC
Beskrivning Vid AC-laddning sker omvandlingen från AC till DC i bilen, med hjälp av en ombord- laddare. För V2X krävs ytterligare kretsar i bilen för att kunna omvandla tillbaka från DC till AC när ström skickas till elnätet.	Vid DC-laddning sker omvandlingen från AC till DC i laddboxen. Detta innebär att bilen tar emot likström och lagrar den direkt i sitt batteri. För V2X skickas strömmen från batteriet till nätet via laddboxen, som omvandlar den till AC.
Fördelar Enkelhet: AC-laddare är generellt enklare och billigare att installera vilket gör dem mer allmänt tillgängliga. Flexibilitet: Eftersom omvandlingen sker i bilen, behöver inte laddinfrastrukturen vara lika avancerad, vilket gör den mer kompatibel med olika bilar. Enklare kommunikation mellan bilen och laddare: I många fall hanteras AC-laddning med standardiserade kommunikationsprotokoll som ISO 15118 eller OCPP (Open Charge Point Protocol). Dessa protokoll möjliggör enkel kommunikation mellan laddboxen och bilen.	Hög Effekt: DC-laddning kan hantera mycket högre effekter, vilket möjliggör snabbare laddning och mer effektiv V2X. Mindre omvandlingsförluster från solenergin: Solceller, hemmabatterier och bilbatterier använder likström. Det blir mindre konverteringsförluster mellan solcellsanläggningen och bilbatteriet om en DC-laddare används i stället för en AC-laddare. Undviker problemet med nätkoder: Eftersom omvandlingen sker i DC-laddaren är det endast laddaren som behöver ha kommunikation med elnätet, och omvandla strömmen till samma format varje gång.
Nackdelar Begränsad Effekt: AC-laddare har oftast lägre laddnings- och urladdningseffekt jämfört med DC-laddare. Detta begränsar hur mycket ström som kan skickas tillbaka till nätet. Det tar också längre tid att ladda och ladda ur batteriet med en AC-laddare. Lägre effektivitet: På grund av omvandlingen mellan växelström och likström är AC-laddning mindre effektiv än DC-laddning. Nätkoder: Bilen behöver få tillgång till nätkoder och annan information från olika elnät beroende på var bilen befinner sig. Detta är ännu inte löst, men kommer troligtvis fungera snart.	Dyrare Infrastruktur: DC-laddare är dyrare och mer komplexa att installera och underhålla, vilket kan begränsa deras tillgänglighet. Mindre Flexibilitet: Eftersom omvandlingen sker i laddboxen, är kompatibiliteten med olika bilar mer begränsad, och standardisering är viktig för att säkerställa funktionalitet med flera olika märken och fordonstyper. Risken finns att biltillverkare och laddpunktsoperatörer (CPO) låser in sina kunder i sina egna system.

Sammanfattningsvis, om du lägger vikt vid enkelhet och billigare infrastruktur, kan AC-laddning vara mer lämplig. Aktörer på marknaden som tror att AC-laddare kommer att bli dominerande påpekar att det redan finns 250 000 AC-laddare i Sverige idag och att det skulle vara resursslöseri att inte använda den infrastrukturen som finns uppbyggd kring AC-laddning. Ett annat argument är att vid AC-laddning sker konverteringen av växelström till likström inuti bilen, vanligtvis via en ombordladdare. Genom att designa bilarna med ombordladdaren i bilen får biltillverkarna mer kontroll över systemet och minskar komplexiteten hos laddinfrastrukturen.

Men om växelrikaren sitter i bilen måste den anpassa sig till lokala nätkoder varje gång den matar in eller ut ström på en ny plats. Detta gör processen mer komplicerad. DC-laddare hanterar reglerna vid anslutningen själv, vilket gör det enklare, eftersom stationen är fast och bara behöver följa en uppsättning regler. De som förespråkar DC-laddare lyfter upp kompatibiliteten mellan solceller, hemmabatterier och bilbatterier som samtliga använder likström. Det blir mindre konverteringsförluster mellan solenergin och bilbatteriet om en DC-laddare används i stället för en AC-laddare. När priset på solceller och batterier går ner möjliggör det ett mer decentraliserat elsystem där produktionen av energin flyttar närmare konsumtionen av energin, och där behovet av att skicka el långa sträckor minskar. I ett sådant elsystem blir det gynnsamt att använda DC-laddare. Ett annat argument som nämns med DC-laddare är fördelen att ta emot eller skjuta ifrån större effekt vilket gör det till en bättre resurs. Funktionen per bil blir helt enkelt bättre där snabba respons- och energiflödeskapaciteter krävs, exempelvis för att kapa en effekttopp eller bidra på stödtjänstmarknader.

Tabell 5. Bilar med funktion för V2H och V2G på marknaden idag

Tillverkare	Modell	AC	DC
Alpine	A290	x	-
Audi	Q4 e-tron	-	x
CUPRA	Born	-	x
CUPRA	Tavascan	-	x
Ford	F-150 Lihtring	-	x
Kia	EV9	x	-
Lucid Air	Grand Touring	x	x
Lucid Air	Pure RWD	x	x
Mitsubishi	Outlander	-	x
Nissan	LEAF	-	x
Nissan	eNV200	-	x
Polestar	3	x	x
Renault	5 E-Tech	x	-
Skoda	Enyaq	-	x
Tesla	Cybertruck	x	x
Volkswagen	ID.3	-	x
Volkswagen	ID.4	-	x
Volkswagen	ID.5	-	x
Volkswagen	ID.7	-	x
Volkswagen	ID.Buzz	-	x
Volvo	EX90	x	x



Tabell 6. Laddboxar med smart laddning på marknaden idag

Tillverkare	Modell
Easee	-
Zaptec	Go
Zaptec	Pro
DEFA Power	-
Charge Amps	Aura
Charge Amps	Halo
Charge Amps	Dawn
Garö	GLB
Garö	Entity Pro
Garö	GTB
Alfen	Eve Pro-line
Wallbox	Qusar 2
Wallbox	Pulsar Max
Ctek	Chargestorm Connected 2
Tesla	Wall Connector
evtec	Sospeso & charge
Alpitronic	HYC 50

Allt fler biltillverkare förbereder sina modeller för att användas för V2X. De flesta helelektriska elbilar som finns idag har en växelriktare installerad, en så kallad ombordladdare som omvandlar växelström till likström, men den behöver ytterligare kraftelektronik för att hantera dubbelriktad laddning. Var kraftelektroniken ska sitta och var styrningen ska ske påverkar vilken komponent som måste hantera kommunikation och uppfylla reglerna för att mata in el till elnätet, men påverkar även om de ökade kostnaderna för tekniken hamnar i bilen eller i laddinfrastrukturen. Idag finns aktörer som utvecklar båda typerna av lösningar. Det är även tekniskt möjligt att ha kombinerade växelriktare för exempelvis ett hushålls solcellsanläggning och en V2X-kompatibel laddbox (Power Circle, 2023).

Lagar, regler och ansvar

Elmarknadsregler

I Sverige regleras elmarknaden av flera lagar och förordningar som syftar till att säkerställa en stabil och rättvis distribution av el. Exempelvis regleras elhandel genom Ellagen (1997:857) som fastställer hur el ska produceras, distribueras och säljas (RSE, 1997).

En lagändring som redan är beslutad är att alla elnätsföretag ska införa en ny prismodell som inkluderar en effekttariff, eller effektagift som det också kallas. Med effektbaserad prissättning ska elanvändare få incitament att sprida ut sin elanvändning så att vi undviker effekttoppar som kan leda till problem i elsystemet. Oftast är elanvändningen hög under morgon och kväll, och låg under sen kväll, natt och tidig morgon. En jämnare belastning på elnätet har en rad fördelar, bland annat att fler kan använda det befintliga elnätet och att det generellt kan bidra till lägre elnätskostnader och ett lägre elpris. Effekttariffen kan bli ett viktigt incitament för att använda elbilarna för att kapa effekttoppar även för fastigheter.

Nätanslutning

En av bromsklossarna är att lokalnätet inte är byggt för att ta emot höga effekter, oavsett om det kommer från en solcellsanläggning, hemmabatteri eller elbilsbatteri. Exakt vad nätet klarar av behöver utredas från fall till fall, och utrymmet i nätet beror också på vad som redan är anslutet. Historiskt har inte elnätsägarna fått bygga på prognos utan har behövt vänta in en tillräckligt stor efterfrågan innan beslut om nätutbyggnad eller förstärkning (Regeringskansliet, 1997). Detta ändras i och med EU:s nya elmarknadsdirektiv som ställer krav på nätägarna att publicera nätutvecklingsplaner. I planerna ska nätägarna uppge prognostiserat el- och effektbehov samt planerade investeringar de kommande 10 åren. Vilket gör att nätbolagen får, och uppmuntras, att investera på välgrundade prognoser, för att snabba på elektrifieringen.

En möjliggörare för V2X är att elkonsumtionen kan mätas med hög detaljnivå, vilket görs av så kallade smarta elmätare. Under 2018 genomfördes förändringar i ellagen för att införa nya funktionskrav på elmätare. Funktionskraven – med krav om utökade mätdata och teknik med syfte att bidra till en effektiv nät drift och en utvecklad marknad för energitjänster – kan betraktas som det första konkreta regelverket som antagits för elnätens digitalisering. Det är nätägarna som ansvarar för utrullningen av de nya elmätarna, som ska vara installerade senast den 1 januari 2025 (Energimarknadsinspektionen, 2020).

Regler för nätanslutning av V2X-enheter är viktiga för att elbilar ska kunna fungera som distribuerade energiresurser. Ellagen reglerar också nätanslutningen och hur nya enheter ska integreras i elnätet (RSE, 1997). Teknikstandarder, som ISO 15118, specificerar kraven på anslutning och kommunikation mellan elbilar och elnätet. För att främja V2X är det viktigt att svenska nätföreskrifter uppdateras för att inkludera dubbelriktad laddning och möjliggöra effektiv integration av elbilar som energikällor.

Huvudbudskap från kapitlet

1

V2X är en helhetslösning – inte en enskild funktion. Det räcker inte med att sätta in en växelriktare i bilen eller i laddaren. För att få till V2X behövs också datahantering och styrning genom kommunikationsprotokoll och samarbeten mellan flera olika aktörer.

2

Klarar branschen att få ihop e-roaming skulle det vara ett stort steg framåt, men det kommer med en baksida. Varje aktör tar ut en marginal, vilket leder till högre kostnader och dolda avgifter för elbilsägaren. Till skillnad från kortbetalning, där du ser exakt vad du betalar för, är det ofta oklart hur mycket av priset som går till de olika aktörerna. E-roamingmarknaden har beskrivits som "vilda västen" vilket skapar osäkerhet. Tydligare reglering behövs, till exempel en maxgräns för roamingavgifter. Trots dessa utmaningar finns det en stor framtidstro på e-roaming som lösningen för smidigare och mer tillgänglig elbilsladdning.

3

För att säkerställa att alla parter är skyddade och förstår sina roller och rättigheter, är det viktigt med samarbete och standardisering. Ett tydligt och transparent ramverk kring dessa frågor kommer att vara avgörande för att V2X ska bli framgångsrikt och tillförlitligt i framtiden. Ramverket bör adressera:

- Nya elmarknadsregler som anpassas för att underlätta för små elproducenter att ansluta till elnätet och reagera på prissignaler.
- Regler för elbilar och deras anslutning till elnätet, samt svenska nätföreskrifter bör uppdateras för att inkludera dubbelriktad laddning.
- Implementering av kommunikationsstandarder.

A pink piggy bank is the central focus, surrounded by a large pile of various coins. The piggy bank has a slot on its back for inserting coins. The coins are of different denominations and colors, including copper, silver, and gold. The background is a warm, blurred brown.

3

Ekonomi

Ekonomi

Intäkter och kostnader

En ekonom som vill räkna på möjliga affärsmodeller som tekniken med dubbelriktad laddning öppnar upp för står inför en knepig uppgift. Det finns många sätt att generera intäkter genom V2X-tjänster och intäkterna beror i hög grad på elpriserna som kan variera kraftigt. Priserna påverkas av många rörliga faktorer, till exempel väderförhållanden, efterfrågan på el och tillgängligheten av förnybar energi. Osäkerheten kring elpriset gör det svårt att förutsäga exakta intäkter. Effektiviteten och prestandan för V2X-teknologi kan variera där saker som laddnings- och urladdningshastighet, batteriets livslängd, och integration med elnätet spelar roll för intäkterna.

Energilagring via elbilsbatterier öppnar för elarbitrage, där man köper el billigt och säljer dyrt. Det finns dagliga variationer i elpriset under topplasttimmarna som går att utnyttja, då elpriserna kan skjuta i höjden på grund av ökad efterfrågan. Lagstiftning, reglering och skattefrågor påverkar och här finns det ofta skillnader mellan länder. De flesta länder i Europa, däribland Sverige, har någon form av skatter och avgifter för elkonsumtion, vilket ofta utgör en stor andel av det totala elpriset. En konsekvens är att det har varit svårt att få lönsamhet i att sälja redan skattad el tillbaka till elnätet. Denna skattefråga håller nu på att lösas i flera länder genom skatteavdrag på den elen som säljs tillbaka till elnätet, en utveckling som branschen även vill se i Sverige. Just nu är inte elarbitrage lönsamt eftersom Sverige har ett förhållandevis lågt och jämnt elpris och då tar skattepåslaget ut skillnaden. Detta kan ändras i framtiden om elpriset blir mer ojämnt eller om beskattningen ändras.

Flexibilitet i elsystemet

Bakgrund

Elsystemet måste alltid vara i balans och det betyder att det konstant måste tillföras lika mycket el som det förbrukas. För att våra elnät ska fungera behöver frekvensen alltid ligga på 50 Hz, avvikelser från det medför störningar och i värsta fall strömbavbrott. För att kunna bibehålla stabiliteten behöver den balansansvariga parten köpa in tillgänglig effekt alternativt ha möjlighet att skicka ut effekt i nätet. Om effekten är för hög i nätet så ökar också frekvensen, och tvärtom så sjunker frekvensen. Det finns ingen möjlighet att lagra el i nätet, utan all el måste komma till användning i samma stund som den produceras. Flexibilitet är ett samlingsnamn för förmågan i elsystemet att under en tidsperiod anpassa sig till varierande produktion och användning samt tillgång till nätkapacitet. Behovet av flexibilitet kommer av att elsystemet behöver vara i balans vid varje tidpunkt, vilket sker när systemet tillförs lika mycket el som förbrukas.

Frågan om flexibilitet har tagit större plats i diskussionen om energiomställningen under de senaste åren. I energipolitiska inriktningspropositionen 2023/24:105 framgår det att efterfrågefleksibilitet och energilager är en central flexibilitetsresurs som kan utvecklas vidare och i framtiden kan bidra till en tryggare energiförsörjning. Regeringen gav också i juni 2024 Energimyndigheten i uppdrag att förbättra förutsättningarna för flexibilitet i elsystem. I uppdraget ska Energimyndigheten samverka med Energimarknadsinspektionen, SvK, Swedac och konsumentverket. Dessutom har Energimarknadsinspektionen tagit fram en strategi för flexibilitet som pekar ut tre strategiska områden: effektiva marknader som främjar flexibilitet, effektivt nätutnyttjande och flexibla elkunder.

Olika metoder för flexibilitet

Det finns idag flera metoder för att få tillgång till flexibilitet. Dessa metoder kan delas in i kategorierna implicit respektive explicit flexibilitet, och omfattar både marknadsbaserade och icke-marknadsbaserade metoder. Vilka metoder som prioriteras avgörs av driftläget i elnätet.

Implicit flexibilitet bygger på att elkonsumenter och producenter reagerar på prissignaler, som spotpris på el och elnätstariffer. Detta är vanligast i normalläge när nätet har god kapacitet. Dynamiska elpriser i framtiden kan ge kunder incitament att anpassa sin elanvändning och undvika högbelastade tider.

Explicit flexibilitet sker genom avtal, där aktörer säljer sin flexibilitet via marknader, såsom NordPool eller SvK:s stödtjänstmarknader. Nätägare kan också köpa flexibilitet för att stabilisera nätet när det är nödvändigt, exempelvis genom lokala flexibilitetsmarknader.

Andra styrmedel inkluderar regler och lagar som ställer krav på flexibilitet vid nödsituationer. Exempelvis kan kunder ingå villkorade avtal vid nyanslutningar där elnätet inte alltid kan leverera den önskade effekten (Svenska kraftnät, 2024).

Effekttariffer

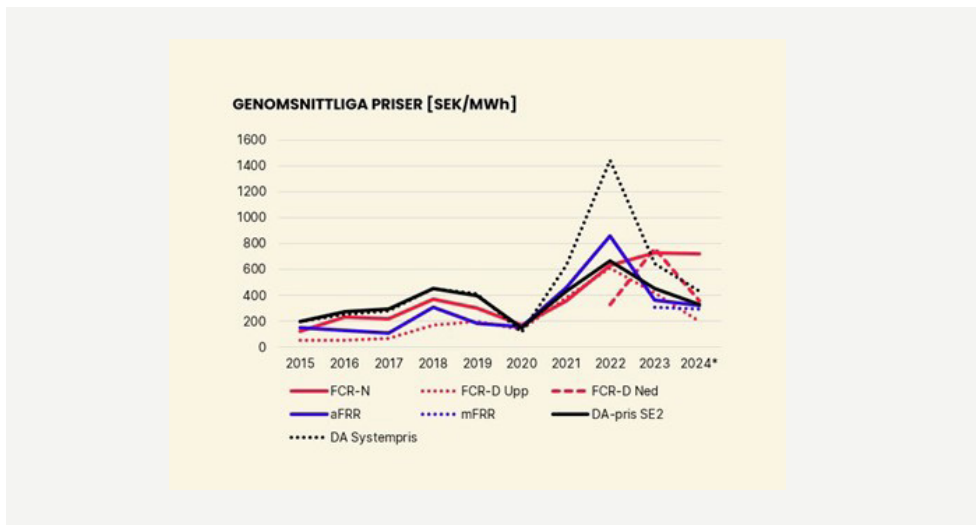
Effekttariff är en prismodell som används av nätföretag för att debitera kunder för den effekt de använder eller har tillgång till under en given tidsperiod. Kunder med låg elförbrukning har historiskt sett betalat för en viss mängd effekt via storleken på nätanslutningen (vanligtvis 16 eller 20 ampere för privathushåll).

Större elförbrukare har däremot betalat en särskild effektagift som styrs av den högsta effekt (mätt i kilowatt, kW) som använts under en viss tidsperiod. Från och med år 2027 ska alla elnätsföretag ha infört effekttariffer. Det innebär att många elanvändare som hittills inte har betalat för sin faktiska effektanvändning, som hushåll och mindre företag, kommer att behöva göra det. Syftet är att få kunderna att sprida ut sin elanvändning och minska sina effekttoppar, vilket gör att elnätet används mer effektivt.

Utvecklingen av stödtjänstmarknaden

SvK:s balansmarknader för stödtjänster hanterar stora volymer dagligen och är därför attraktiva för leverantörer av flexibilitet. Stödtjänsterna upphandlas öppet genom budgivning på SvK:s konkurrensutsatta balansmarknader för stödtjänster. För att kunna leverera flexibla resurser till stödtjänster behöver flexibilitetsleverantörerna genomgå en prekvalificering som säkerställer att de flexibla resurserna uppfyller de krav och regler som gäller för den marknad som resurserna deltar på, samt att leverantör av balanstjänster samarbetar med en balansansvarig aktör. En och samma leverantör kan prekvalificera en och samma resurs för en eller flera marknader. En elbil ger inte tillräcklig effekt för att ensamt delta på SvK:s stödtjänstmarknader, men om flera elbilar aggregeras via ett virtuellt kraftverk, finns möjligheter att delta på flera olika marknader.

Marknaden för stödtjänster har växt dramatiskt de senaste åren – från drygt 1 miljard kronor till drygt 6,5 miljarder kronor (Energiforsk, 2024). Närmare 90 procent av SvK:s ersättningar för stödtjänster under 2023 kom från behovet att träda in vid snabba, kortvariga variationer, vilket handlas på FCR-marknaderna. För dessa marknader passar batterilagring, och därigenom V2X, utmärkt. Trots att det framtida volymbehovet på SvK:s balansmarknader förväntas fortsätta att stiga de kommande åren, har ersättningen under det senaste året gått ner på stödtjänstmarknaderna (Svenska kraftnät, 2024).



Priset per stödtjänstmarknad de senaste 10 åren. Källa: Svenska Kraftnät.

Nedgången beror delvis på att spotpriset på el har gått ner och att fler resurser – så som batterilager - har anslutit sig. För samhället är det bra med ett lågt spotpris, och låga ersättningar för stödtjänster, men det riskerar att minska investeringstakten i ny elproduktion och batterilagring, så som V2X-bilar. Det går inte att veta var de nya prisnivåerna kommer att landa, och därför är det svårt att räkna på eventuella inkomster från att delta på stödtjänstmarknaden med sin elbil, men troligtvis är stödtjänstmarknaden fortfarande intressant eftersom det i de flesta fallen är en ”passiv” inkomst.

I en V2X-studie som genomfördes i Australien testades 51 elbilar med dubbelriktade laddare under ett års tid. Bilarna erbjöds som resurser på de nationella stödtjänstmarknaderna. Testerna visade att deltagande på stödtjänstmarknaden inte förväntas ha någon betydande inverkan på förarupplevelsen och batteridegradering för elbilar. Den totala energin som exporterades från elbilarna var cirka 1 procent av den totala laddningsenergin, vilket visar hur sällan elbilen behövde skicka tillbaka ström till nätet. Trots den minimala användningen av batterierna tjänade den genomsnittliga bilen över 20.000 dollar (Australian Renewable Energy Agency, 2023).

På sikt ser SvK att behovet ökar för att säkra flexibilitet nära obalansen som uppstår. Genom att flytta marknader för flexibilitet till lokal nivå minskar behovet av att använda överföringskapacitet i stam- och regionnätet. Lokala flexibilitetsmarknader har tillkommit de senaste åren, och finns idag bara på vissa platser i landet. De har hittills haft lägre aktivitet jämfört med de nationella, vilket ibland ger intrycket att de erbjuder mindre ekonomiska incitament, trots att ersättningen per MW oftast är högre under de timmar den lokala marknaden köper flexibilitet (Power Circle, 2024).

Tabell 5. V2X och stödtjänstmarknaden

Marknad	Marknadsprodukt	Minsta budvolym	Passar för V2X
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	FRR	0.1 MW	x
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	FCR-N	0,1 MW	x
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	FCR-D upp	0,1 MW	x
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	FCR-D ner	0,1 MW	x
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	aFRR	1 MW	-
Svenska kraftnäts stödtjänstmarknad	mFRR	1 MW/ 5 MW	
Lokala flexibilitetsmarknader	Fria bud	0,05-0,1 MW	x
Lokala flexibilitetsmarknader	Tillgänglighet	0,05-0,1 MW	x
Lokala flexibilitetsmarknader	Effektbegränsning	-	x

Batterislitage

De flesta batterier som används i elbilar idag är litiumjonbatterier, och dessa degraderas över tid oavsett om batterier används eller inte. Detta kallas för kalenderåldrande. Degraderingen under kalenderåldrandet är som störst vid de högsta och lägsta laddningsnivåerna (State of Charge). Med andra ord mår batteriet bäst av att hålla sig mellan 20–80 procents laddningsnivå. Batteriet gynnas också av temperatur runt 20 gradersstreck, med ett ökat slitage vid kyla och framförallt vid högre temperaturer. Batteriets hälsa påverkas också av antalet laddningscykler, ju fler cykler desto mer slitage, samt hastigheten på laddning och djupet på i- och urladdningen. Detta är viktigt att förstå för bilägare som vill använda batteriet till att mata ut el. Batteriet mår bäst av att hålla sig över 20 procents kapacitet, och under 80 procent, och dessutom undvika snabbbladdning.

Eftersom batterikostnaden utgör en stor del av den totala kostnaden för en elbil är försämringen av batteriet och hur det påverkas av att användas i V2X en oro och det främsta argumentet mot att implementera V2X. Biltillverkarna behöver kunna ge en garanti för de batterier de säljer, och används batterier även mot huset eller elnätet är det mer komplext att ge en sådan garanti. Redan idag finns en säkerhetsmarginal för djupurladdning så att bilägare inte kan ladda ur batteriet totalt och riskera att skada batteriet. För att kunna ta ansvar för batterihälsan vill biltillverkarna även ha en roll även efter att elbilen har levererats till en köpare. Det kan därför vara tryggare med leasing av V2X-bilar alternativt att biltillverkarna skapar egna virtuella kraftverk och på så sätt kontrollerar batteriet i bilen.

För privatpersoner eller företag som funderar på om det är värt att använda sin elbil för V2X går det att räkna på avvägningen mellan batterihälsa och eventuella kostnader eller besparingar från V2X-tjänster, inklusive kostnader för el som används för att ladda batteriet. I en fallstudie från Chalmers skapades en modell för att jämföra fyra olika fall: omedelbar laddning, smarta laddning, V2X utan kostnaden för batterislitage, och V2X med kostnaden för batterislitage. Resultatet visar att det är viktigt att ta hjälp av algoritmer för att optimera smart laddning, både för batterihälsan och för lönsamheten. Genom att använda V2X kan batterinivån hållas mellan 20–80 procent, vilket främjar batterihälsan, och samtidigt ger inkomster (Khezri, et al., 2024).

Inkomst, självförsörjning och andra motiv

Nyttor med V2X

Stötta elnätet!

Elektrifieringen av industri och transportsektor innebär att vi använder mer el och kan medföra större variationer i elanvändningen under dygnet. För att klara det behöver vi gott om ”krock-kuddar” i form av flexibla resurser. Behovet av flexibilitet förväntas vara högt de kommande åren (Svenska kraftnät, 2024), och här kan V2X bidra och ge nytta till elnätet. Batterier har snabb svarsrespons och passar därför utmärkt till flera av marknaderna för flexibilitet.

Genomsnittsbilen står still över 96 procent av tiden (Gullberg, 2015), vilket gör att det framöver finns gott om effekt att ta ut vid behov från denna ”effektpool”. Genom att använda elbilsbatterier för V2X-tjänster utnyttjar vi resurser på ett intelligent sätt och gör den till en aktiv deltagare i energisystemet, inte bara en konsument. På så sätt blir varje stillastående elbil en resurs som kan generera intäkter.

Batterier har dessutom särskilt god förmåga att stötta försörjningstryggheten eftersom de lagrar och kan förflytta energi, både geografiskt och i tid. Med hjälp av elbilens batteri kan vi lagra den energi vi inte använder, till exempel under riktigt blåsiga dagar när vindkraften ger mycket energi. Det här bidrar till att skapa flexibilitet i elnätet, vilket gör att vi kan lagra den el vi inte behöver för stunden för att sen skjuta till den när vi har underskott i näten.

Ta vara på solkraften!

Idag produceras 3,1 TWh solenergi (2 procent av den totala elproduktionen) i Sverige, och fram till 2027 förväntas Sverige tredubbla produktionen av solenergi (Svensk Solenergi, 2024). Medan vindkraften ofta är ansluten till regionnätet, som har en större förmåga att ta emot mycket energi, möter solenergiproducenter oftare svårigheter med att få mata ut sin energi till lokalnätet.

Under de allra soligaste dagarna på året kan utmatningen av solen bli en utmaning eftersom solcellsanläggningar i ett område producerar maximalt under samma timmar och behöver exportera överskottet till elnätet. Även om den el som produceras behövs i andra delar av elnätet kan det bli för trångt i

det lokala nätet. Problem kan uppstå redan när 20-25 procent av fastigheterna som delar kontakten ut på elnätet har skaffat solceller. Nätägaren måste dimensionera nätet för dessa extremtimmar och därutöver lägga på en buffert.

Eftersom lokalnätet ofta inte är dimensionerat för att ta emot stora mängder el samtidigt har det lett till att elnätsbolag på flera platser i landet har tvingats säga nej till villaägare som vill installera solceller. I Kristianstad har två villaägare fått besked från elnätsbolaget C4 Elnät AB att de måste betala betydande summor, 116 000 respektive nästan 1,1 miljoner kronor, för att få sina solcellsanläggningar anslutna. Bolaget motiverar dessa höga kostnader med att nätet behöver förstärkas för att klara av den extra elproduktionen (Dagens Industri, 2024).

Problemet uppstår när villaägare som vill installera solceller blir ansvariga för att betala för att stärka nätet, trots att de inte är ensamma om att dra nytta av uppgraderingen. När nätet väl har förstärkts, kan grannar som vill installera solceller efter förstärkningen ansluta utan att betala samma kostnader. Detsamma gäller för de grannar som installerade solceller innan nätet behövde förstärkas.

Den här problematiken bromsar utbyggnaden av solceller, eftersom det blir dyrt för enskilda hushåll att ta på sig hela kostnaden för nätförstärkningar. Samtidigt väcks frågan om rättvisa – varför ska vissa behöva betala höga avgifter medan andra får ansluta sig gratis till det redan förstärkta nätet? Energimarknadsinspektionen (Ei), som övervakar elnätsbolagen, beslutade att elnätsbolagen har rätt att ta ut anslutningsavgifter, de belopp som krävts var alldeles för höga och sänkte därför kraftigt till maximalt 50.000 respektive drygt 93.000 kronor. Även om sänkningen gav ett mer rimligt pris kvarstår diskussionen om rättvisan.

Förstärkningarna av elnätet kan ta flera månader och beroende på hur omfattande förstärkningarna är kan det innebära ökade kostnader för kunden som försämrar kalkylen för hela investeringen. Sammantaget riskerar detta att leda till att färre satsar på solceller och att samhället går miste om värdefull tillförsel av förnybar energi.

Ett alternativ till dessa kostsamma och tidskrävande förstärkningar av elnätet är att utöka fastighetsägarnas förmåga att styra sin användning. Om de själva undviker att mata ut el på nätet de timmar när det är som mest trängsel kan de bidra med överskottsel från sin produktion alla andra timmar, till en god affär. Det finns redan möjligheter för fastighetsägaren att styra ner produktionen från solcellerna när trängsel uppstår. Nackdelen är naturligtvis att man går miste om den el som då skulle kunna produceras. I dagsläget rör det sig bara om ett fåtal timmar om året men om solcellsutbyggnaden fortsätter i samma takt utan att nätet förstärks kan det bli vanligare. Förutom utbyggnad eller ombyggnad av elnätet – som både tar lång tid och blir dyrt – stavas lösning-

en styrbar energilagring. Den energi som då inte kan säljas till lokalnätet kan i stället lagras i exempelvis elbilen och användas eller säljas när solen gått ner. En studie visar att 40 procent mer solkraft kan få plats i det europeiska elsystemet om vi använder potentialen i V2X (Kühnbach, et. al, 2024).

Effektoptimera mera

För industrier är effektagifter redan vanligt förekommande. Avgiften beräknas på den maximala effekten som elanvändare har använt under en specifik period, och kan vara en betydande del av elräkningen. Detta uppmuntrar elanvändaren att sprida sin elförbrukning och undvika toppar i effektuttag. Från 2027 kommer effekttariffer införas för alla kunder, även hushåll.

Om ett hushåll använder flera energikrävande apparater samtidigt, som ugn, elbilsladdning och värmepump, leder det till en hög effektförbrukning under en kort period, en så kallad effekttopp. Om elnätsavgiften inkluderar en effektagift kan detta resultera i en högre elräkning för den månaden. För industrier som ofta har betydligt högre elförbrukning, kan en plötslig topp i effektuttaget (vilket är vanligt när många maskiner startas samtidigt) bli väldigt dyrt. Många industrier försöker därför aktivt att styra sin elförbrukning för att undvika sådana toppar. Genom att kartlägga sina effekttoppar och använda elbilarnas batterier under de stunder då topparna inträffar, går det att minska effektuttaget från elnätet och då undvika de högre effektagifterna som annars tillkommer vid toppbelastningar.

Lyckas elanvändaren hålla nere effektbehovet kan den sänka sitt effektabonnemang hos den lokala nätägaren och därigenom frigöra utrymme i elnätet för någon annan. Det blir en win-win situation där elanvändaren får högre kontroll på sina kostnader och ökad lönsamhet samtidigt som nätägaren får hjälp att skapa utrymme i nätet.



Sänkt elräkning för alla

En elräkning påverkas av flera faktorer. Först är det hur mycket el du använder, mätt i kilowattimmar (kWh). Ju mer du använder, desto högre blir räkningen. Beroende på vilket elavtal du har kan även tidpunkten när du använder el spela roll. Elen kan vara dyrare under vissa tider på dygnet, till exempel på morgonen och kvällen när många använder el samtidigt. Du betalar också för elöverföring, det vill säga kostnaden för att få elen skickad till ditt hem.

En annan faktor är elavtalet du har valt. Vissa avtal har ett fast pris per kWh, medan andra har ett rörligt pris som kan ändras varje månad. I vissa länder och regioner har hushåll en enkel energitariff som baseras på den totala mängden energi (kWh) de förbrukar under en månad. Men i andra områden kan hushåll också debiteras en effektagift, vilket innebär att de betalar en extra kostnad för högsta effekt (kW) som de använder under en månad eller annan period. En studie som gjorts på europeisk nivå visar att V2X-bilägare kan halvera sin elräkning (Kühnbach, et. al, 2024). Även om förutsättningar ser olika ut i varje elområde ger det en indikation.

Knepet för att trycka ner elpriset på systemnivå är att balansera utbud och efterfrågan genom att styra beteende, produktion och lagring. När resurser för flexibilitet, exempelvis elbilar, blir mer vanligt i elsystemet kommer troligtvis elpriset att sänkas för alla, inte bara för elbilsägaren. När förnybara energikällor, som sol och vind, producerar mer el än vad som behövs i stunden kan elen lagras i elbilsbatterier. Det minskar behovet av nätutbyggnad som är en kostnad som alla nätanvändare betalar tillsammans. Denna energi kan sedan matas tillbaka till nätet när produktionen från förnybara källor är låg. De kan också sälja sin el under dygnets topplasttimmar vilket minskar nätägarnas behov av att aktivera dyr reservkraft eller importera från andra nät. På flexibilitetsmarknader skapas en konkurrenssituation om vem som kan leverera flexibilitet till lägsta pris vilket sänker de totala kostnaderna för att balansera elnätet, vilket också kan sänka elpriserna.

Självförsörjning och beredskap

Efter Rysslands invasion av Ukraina och de efterföljande sanktionerna mot rysk olja och gas har energifrågan fått stor uppmärksamhet inom samtliga EU-länder, inklusive Sverige. Trots att det svenska energisystemet använder mindre rysk olja och gas än de flesta andra europeiska länder fick även Sverige högre elpriser eftersom vi är sammankopplade med den europeiska elmarknaden (Vattenfall, 2022).

Regeringen gav därför i uppdrag att samtliga svenska kommuner nu ska uppdatera sina energiplaner (Regeringskansliet, 2023) och SvK tillsammans

med Energimyndigheten ska utreda hur försörjningstryggheten kan stärkas på kort och lång sikt (Regeringskansliet, 2022).

En elbilsflotta med miljoner batterier kan ge ett enormt bidrag till det svenska elsystemets robusthet och beredskapsförmåga. När elnätet drabbas av strömavbrott kan elbilar som har V2X-teknologi fungera som reservkraft och leverera lagrad energi tillbaka till hushåll, företag och samhällskritisk infrastruktur såsom sjukhus och brandstationer. Detta säkerställer att viktiga funktioner kan fortsätta att fungera även under strömavbrott. Dessutom ger tekniken möjlighet till ö-drift. Vid allvarligare strömavbrott kan delar av elnätet behöva kopplas bort från det centrala nätet för att fungera självständigt. Under ö-drift kan elbilar med V2X-teknologi leverera energi till det lokala nätet och hjälpa till att upprätthålla stabiliteten och tillförlitligheten i denna isolerade del av nätet. Detta gör att lokala samhällen kan fortsätta att få el även när det centrala nätet är nere. Hushåll som har både solceller och elbilar med V2X-teknologi kan driva el- och värmepumpar ”off-grid” och hjälpinsatser kan riktas mot de områdena med mer kritiskt behov.

Vilka vinster ger utvecklingen för olika aktörer?

Nätbolag: tillgång till resurser som hjälper till att stabilisera nätet. Minskar behov av nätutbyggnad.

Energibolag: säljer lösningar för smart styrning och energieffektivisering, en konkurrensfördel i valet av elhandlare.

Elbilsägare: inkomster och besparingar, bidrar till energiomställningen, självförsörjning, beredskap.

Aggregatorer: tillgång till flexibla resurser för att buda på stödtjänstmarknader.

Biltillverkare: nya funktioner för sina produkter, konkurrensfördel för sina elbilar, ger sig in i elhandelsmarknaden via virtuella kraftverk.

Laddtjänsteleverantörer och laddpunktsoperatörer (CPO): fler kunder.

Offentliga aktörer: ett mer robust och hållbart energisystem, lokala resurser vid kris eller katastrof och mindre samhällsekonomiska kostnader för energisystemet.

Ekonomiska utmaningar

I en ekonomisk modell som involverar många aktörer – biltillverkare, laddpunktsoperatör (CPO), laddtjänsteleverantörer, nätägare, aggregatorer och e-roaminghubbar – uppstår två huvudsakliga ekonomiska utmaningar:

Kostnadsspridning och fragmentering

Varje aktör i ekosystemet tar betalt för sin tjänst, och dessa kostnader kan ackumuleras längs kedjan, vilket minskar vinsten för bilägaren. Alla dessa aktörer har sina egna kostnadsstrukturer och affärsmodeller, vilket innebär att en stor del av den potentiella ekonomiska vinsten fördelas mellan dem. Frågan är hur mycket av den faktiska vinsten som når bilägaren?

- **Biltillverkare:** Kan ta betalt för att tillhandahålla nödvändig V2X-teknik i bilen (till exempel dubbelriktad ombordladdare) och kontinuerligt uppdatera mjukvaran.
- **Laddpunktsoperatör (CPO):** Tar betalt för tillgång till offentliga laddpunkter och själva laddningstjänsten, både för laddning och urladdning.
- **Laddtjänsteleverantör:** Tar en avgift för att underlätta kommunikationen mellan bilägaren och olika laddpunkter samt för att erbjuda smarta laddningsalgoritmer.
- **Nätägare:** Tar avgifter för att hantera och reglera effekten i nätet, särskilt när el matas in via V2X.
- **Aggregatorer:** Samlar flera elbilar för att erbjuda stödtjänster till elnätet, men tar en andel av den ekonomiska vinsten för sina tjänster.
- **E-roaminghubbar:** Om bilägaren laddar på en station som inte tillhör deras "hemmaleverantör", kan roamingavgifter tillkomma, vilket minskar vinsten.

Oförutsägbara intäktsströmmar

För att kunna använda V2X krävs investeringar i både en elbil och dubbelriktade laddare, som i dagsläget ligger i premiumklassen. Även om möjliga intäkter från elbilarna ses som en bonus för de första bilägarna som vill få tillgång till tekniken, behöver investeringskostnaden i längden kompensera för det högre premiumpriset om V2X ska få ett bredare genomslag.

Det är fortfarande oklart vilken återbetalningstid som gäller för investeringen, och det beror också på hur bilarna används. Dessutom är intäkterna från V2X beroende av flera varierande faktorer, såsom elprisfluktuationer och efterfrågan på flexibilitet, vilket gör det svårt för bilägaren att förutsäga hur mycket de faktiskt kan tjäna på V2X. Om de ekonomiska vinsterna från V2X är små på grund av avgifter och kostnader från alla aktörer, kan det dröja länge innan bilägaren ser en positiv avkastning på sin investering.

Ekonomiska stöd

Det finns flera olika stöd som syftar till att främja utbyggnaden av laddpunkter och stödja försäljning av elbilar.

Tabell 6. Ekonomiska stöd för V2X

Stöd	Lagstiftning	Målgrupp
Klimatklivet	Förordning (2015:517) om stöd till lokala klimatinvesteringar	Alla utom privatpersoner. Stödmottagaren måste vara en organisation. Installation kan vara vid alla typer av platser/fastigheter.
Regionala elektrifieringspiloter	Förordning (2022:107) om statligt stöd till regionala elektrifieringspiloter	Alla utom privatpersoner. Stödmottagaren måste vara en organisation. Installation kan vara vid alla typer av platser/fastigheter, men fokus är godstransporter och längst med större vägar.
Ladda-bilen-stödet	Förordning (2019:525) om statligt stöd för installation av laddningspunkter för elfordon	Alla utom privatpersoner. Stödmottagaren måste vara en organisation. Installation kan vara vid alla typer av platser/fastigheter, olika ansökningar beroende på om man avser bostäder eller verksamhetsfastigheter.
Skattereduktion för grön teknik	Inkomstskattelag (1999:1229) samt Lag (2020:1066) om förfarandet vid skattereduktion för installation av grön teknik	Enbart privatpersoner. Stödmottagaren måste vara ett hushåll. Installation kan enbart ske vid bostäder. Genomförs som ett skatteavdrag i samband med deklaration. Snarlikt förfarande som för ROT-avdrag.



Huvudbudskap för kapitlet

1

Det finns flera sätt för V2X att göra bilen till en intäktskälla, samtidigt är osäkerheten för stor för att kunna marknadsföra hur mycket slutkunden kommer tjäna på att använda V2X. Kanske resulterar det i att marknadsföringen lyfter fram andra motiv, så som ökad självförsörjning, klimatbesparing och samhällsnytta?

2

Energiarbitrage som intäktskälla är en lockande tanke, men med dagens skatteregler behövs det stora prisvariationer för att få det lönsamt. Stødtjänstmarknader och effektoptimering ger idag mer "bang for the buck".

3

V2H, det vill säga integrering av elbilen i fastighetens energisystem, spås bli den första marknaden. Det är en enklare affärsmodell med färre aktörer involverade. Dessutom kan både effektoptimering och stødtjänster kombineras. Hittar branschen rätt kombinationer kan spridningen ske exponentiellt och förändra hur vi använder bilen.



4

Hållbarhet

Hållbarhetsaspekter

Utvecklingen av V2X ger en direkt och indirekt påverkan på de flesta av Agenda 2030:s mål för hållbar utveckling. Tre teman har använts för att sammanfatta dess påverkan:

1. V2X är en möjliggörare för omställningen av transport- och energisystemet.
2. Batteriers påverkan på miljön.
3. V2X påverkan på ekonomin.

V2X är en möjliggörare för omställningen av transport- och energisystemet

Sverige genomgår en elektrifieringsvåg för att minska utsläppen av växthusgaser i transportsektorn och industrin. För att få mest utsläppsminskningar behöver vårt elsystem fortsatt vara fossilfritt och dessutom behöver elproduktionen byggas ut i snabb takt för att klara den stora efterfrågan på el. Detta innebär mer sol- och vindkraft, och ett utökad behov av energilagring. Ett elbilsbatteri kan vara upp mot 10 gånger så stort som ett vanligt hemmabatteri, och aggregerat blir elbilsflottan en stor ”effektpool”.

Genom att integrera elbilsbatterierna i energisystemet bidrar V2X positivt till mål 7 – Hållbar energi för alla, i Agenda 2030. V2X innebär också att elpriset sänks för alla då batterierna i bilarna kan stödja elnätet under toppplasttimmar vilket gör att dyr reservkraft inte behöver aktiveras.

De lokala användningsområdena ska inte heller ignoreras. Får elbilar förmågan till dubbelriktad laddning kan det för en konsument innebära motiv att välja en elbil över en fossilbil. Kanske blir också bilpooler mer lönsamma att driva då elbilarna kan ge inkomst även när de står still?

Vi får inte heller glömma att fossila bränslen har en stor miljöpåverkan och att fortsätta som vanligt är extremt ohälsosamt och farligt för vår planet. Bland annat genom att en global uppvärmning ändrar förutsättningarna för våra ekosystem och biologiska mångfald vilket kan få katastrofala följder (Naturvårdsverket, 2024). I Jönköpings län är transport den största utsläppskällan med cirka 70 procent av totala utsläppet, ungefär 60 procent av de 70 procent är utsläpp från personbilar (ClimateVisualizer, 2024). Om bilar som idag drivs med fossila bränslen byts ut till elbilar minskar utsläppen per personkilometer med drygt två tredjedelar. På sikt när elproduktionen har lägre växthusgasutsläpp och när produktionen av fordon och batterier i högre grad sker med fossilfri energi kommer klimatpåverkan bli ännu lägre (Naturvårdsverket, 2023). Genom att minska mängden koldioxidutsläpp kan vi även minska påverkan på den globala uppvärmningen.

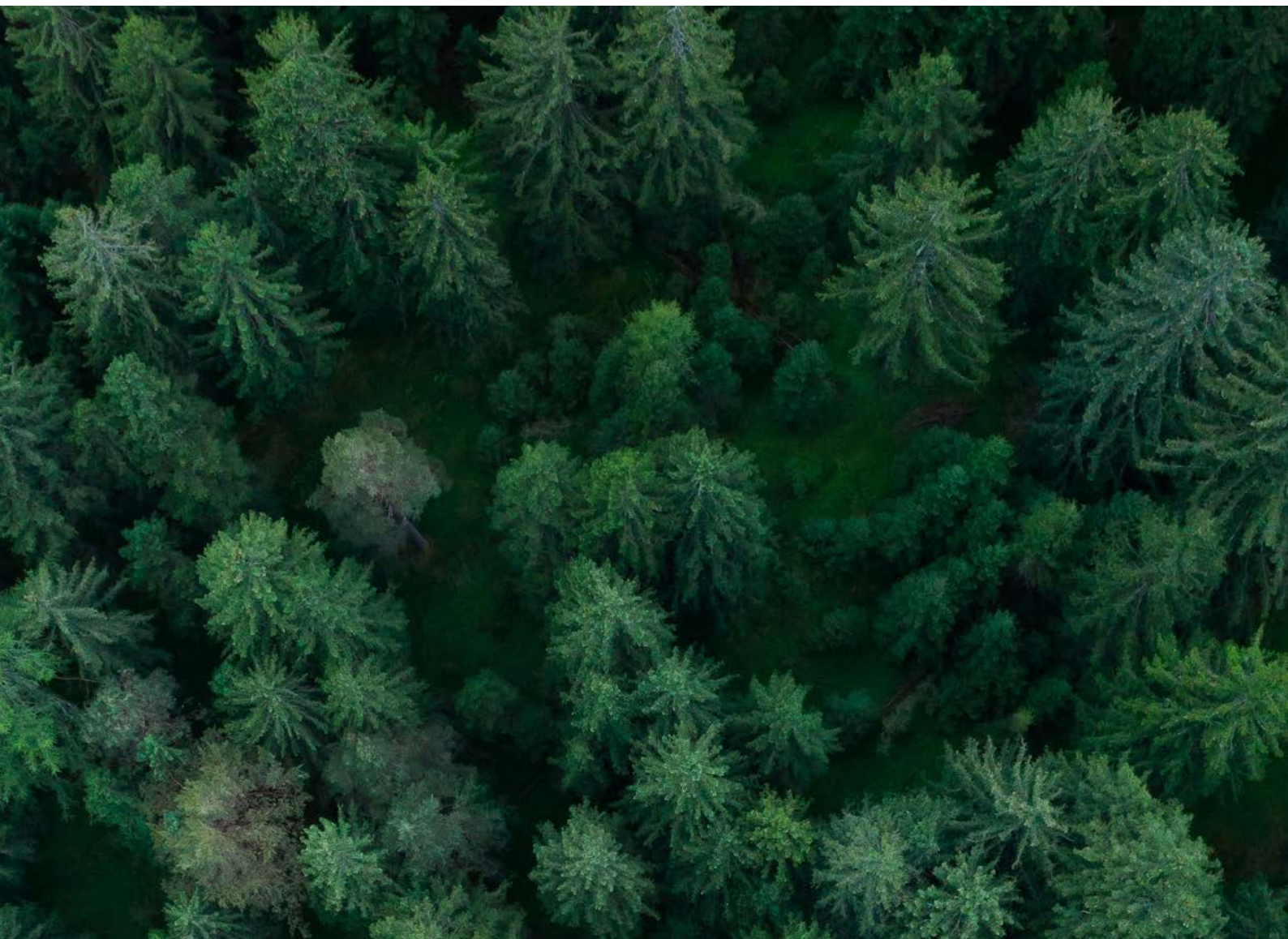
Batteriers påverkan på miljö

Produktionen av elbilsbatterier är, liksom alla andra mänskliga aktiviteter, en belastning på miljön. Utvinning och bearbetning av litium och kobolt för batterier bidrar till miljö- och även hälsopåverkan. Det finns risk för utsläpp av miljöstörande ämnen till mark och vatten. Problemen kan vara särskilt stora i länder som har svagare miljölagstiftning eller där regelefterlevnaden är låg. Enligt en bedömning från 2019 stod gruvdrift och mineralförädling för ungefär hälften av den klimatpåverkan som sker vid tillverkningen av ett genomsnittligt litium-jonbatteri till en personbil. Resterande klimatpåverkan uppstår vid tillverkning av själva batteriet. Lösningar på dessa problem handlar bland annat om att minska behovet av primära råvaror och att främja cirkulära resursflöden (Naturvårdsverket, 2023).

Den växande mängden av förbrukade litiumbatterier kan utgöra ett hot mot den naturliga miljön och människors hälsa, eftersom batterier innehåller farliga material. För närvarande är deponering den vanligaste avfallsmetoden

men det finns en växande andel återvinning. Det är avgörande att säkerställa korrekt batteriåtervinning och avfallshantering för att minimera negativa effekter. Ersättningen av giftiga metaller (cobolt och nickel) med mindre giftiga (manganese) gör batterier mer miljövänliga för nästa generations litiumbatterimaterial (Naturskyddsföreningen, 2021). Dessutom har andra sorters batterier annonserats vara på väg där litium och andra metaller inte behövs - så kallad solid-state batterier (Evify, 2023). Genom att låsa upp V2X i de existerande elbilsbatterierna sänks behovet för nya stationära batterier med upp till 92 procent (Kühnbach, et. al, 2024). Det går därför att argumentera för att V2X är mer resurseffektivt än alternativet elbilar plus stationära batterier.

En målkonflikt kan vara att man genom V2X på sätt och vis legitimerar bilägande, när vi vet att antalet bilar i Sverige och världen behöver minska och varje fossilbil kan inte bytas ut mot en elbil. Vi behöver kunna prata om två saker samtidigt: inte uppmuntra onödiga bilinköp, och samtidigt uppmuntra elbilar som klarar just V2X för att maximera fordonets nytta.



V2X påverkan på ekonomin

V2X-lösningar har stor potential att ha positiv påverkan på Agenda 2030-målen:

- 1 – Ingen fattigdom.
- 8 – Anständiga arbetsvillkor och ekonomisk tillväxt.
- 9 – Hållbar industri, innovation och infrastruktur.
- 11 – Hållbara städer och samhällen.

Genom att främja förutsättningarna för ett förnybart energisystem kan sambandet mellan ekonomisk tillväxt och miljöförstöring brytas. Sverige kan som föregångsland implementera och testa innovativa lösningar som ofta har en hög investeringskostnad. Detta kan leda till att svenska företag snabbare kan ta marknadsandelar i dessa nya marknader och därmed främja hållbara arbetstillfällen och hållbart företagande. De lärdomar vi tar fram i Sverige kan senare nyttjas av utvecklingsländer och göra deras omställningsresa billigare och tillväxten snabbare.

Baksidan är förlorade arbetstillfällen inom traditionell bilindustri och fossilbränsleindustri eftersom V2X-teknik främjar införandet av elfordon och rena energikällor. Det är därför viktigt att personal i dessa industrier får möjligheter att uppdatera sina kunskaper för att vara anställningsbara i den nya fossilfria transport- och energilandskapet. De senaste åren har antalet jobb i kategorin ”ren energi” gått om kategorin ”fossil energi” och varje år utökas gapet. Det är tydligt att omställningen gynnar den ekonomiska tillväxten och snabbt ökar behovet av arbetskraft (International Energy Agency, 2023).

Sveriges städer, samhällen och företag kan med hjälp av V2X lösningar ta större ansvar för sin egen energiproduktion, förbrukning och effekttoppar. Det minskar beroendet av fossil energi, ökar förmågan att stå emot kriser, minskar risken för bortkoppling av industriintensiva delar från elnätet och gör det mer lönsamt att investera i egen förnybar energiproduktion. För ett låginkomsthushåll skulle elräkningen kunna sänkas genom att koppla ihop bilen och fastigheten. Med V2X-teknik kan elbilar användas som rullande powerbanks som kan ses som reservkraft vid exempelvis effektbrist, elbrist eller, i värsta fall, katastrofsituationer där elnätet ligger nere.



5

Möjligheter i Jönköpings län

Möjligheter i Jönköpings län

Aktörer i värdekedjan

Det finns många aktörer som kan ingå i olika V2X-kedjor. För att få ihop affärs- och samverkansmodeller är det viktigt att kommunikation och samverkan sker mellan olika aktörer.

Näringsliv

Bilindustrin
Laddtjänsteleverantör
Laddpunktsoperatör
(CPO)
Fastighetsägare
Industrier
Leasingföretag

Elsystemaktörer

Energibolag
Lokalnätsägare
SvK
Aggregatorer
Energimarknadsin-
spektionen
Energimyndigheten

Offentlig verksamhet

Kommuner
Region

Elnäten i Jönköpings län

Övergången från ett elsystem med centraliserad, planerbar kraftproduktion till ett mer decentraliserat energisystem med mer väderberoende kraftproduktion och där konsumenterna av el även kan vara producenter av el, gör energisystemet alltmer komplext. Nätbolagen behöver ta ny teknik, affärsmodeller och energiaktörer i beaktning. Detta gör att prognoser för vad elnäten behöver klara av i framtiden, och hur det ska byggas ut, blir allt svårare. Exempelvis behöver de utreda hur elbilarnas anslutningar kommer påverka nätet och hur de kan styras för att gå från belastning till resurs, genom flexibilitet. Utveckling av lokala marknader för flexibilitet och energigemenskaper är två verktyg nätbolagen kan använda för att ta tillvara på hela potentialen av V2X.

Nätbolagens framtidsprognoser är av stort intresse för både offentlig sektor och näringslivet. Flera ansträngningar har gjorts för att skapa mer transparens, exempelvis har AI Sweden tagit fram en behovskarta som sammanställer och visualiserar uppskattningar av framtidens elkonsumention och effektbehov. Data kommer från publika datakällor och deltagande parter. Dessutom ska samtliga elnätsbolag i Sverige ta fram nätutvecklingsplaner till årsskiftet 2024/2025. Dessa ska ange planerade elnätsinvesteringar kommande 5–10 åren med fokus på den infrastruktur som krävs för att ansluta ny produktionskapacitet och nya elförbrukare. Energimarknadsinspektionen (Ei) har fått i uppdrag att sammanställa samtliga nätutvecklingsplaner och utveckla ett kartverktyg. Detta ska redovisas hösten 2025. Verktyget kommer göra det enklare att planera projekt och anslutningar till elnätet (Energimarknadsinspektionen, 2024).

Detta är ett steg i rätt riktning då det efterfrågas ökad transparens och samråd med nätbolagen. I Jönköpings län, liksom i övriga Sverige, blir det särskilt viktigt att anpassa elnäten till den snabba övergången från centraliserad till decentraliserad kraftproduktion och användning. Klarar vi detta får vi också bättre förutsättningar till att locka till sig nya etableringar, minska utsläppen från transporter och industri, och öka självförsörjningsgraden.

Nätägare i Jönköpings län

Stamnät: Svenska kraftnät.

Regionnät: E.ON och Vattenfall.

Lokalnät: E.ON, Vattenfall, Jönköping Energi Elnät, Habo Kraft, Vaggeryd Elverk, Tranås Energi Elnät, Nässjö Affärsverk Elnät, Eksjö Elnät, Njudung Sävsjö Elnät, Njudung Vetlanda Elnät, Värnamo Elnät och Gislaved Energi Elnät.

Bromsklossar som behöver adresseras

I denna förstudie identifierades flera bromsklossar som behöver adresseras för att V2X lösningar ska kunna implementeras snabbt och på bred front i Sverige. Dessa har grupperats i sex kategorier.

Biltillverkarnas dilemma

Biltillverkarnas avgörande roll var något som betonades under flera av de intervjuer som genomfördes under förstudien. Biltillverkarnas dilemma med att öppna upp för andra användningar av batteriet och samtidigt ge garanti påstås vara en orsak till att V2X inte finns i kommersiell skala redan idag. Den ledande elbilstillverkaren Tesla gick inte ut med besked kring deras syn på dubbelriktad laddning under många år, vilket skapade tvivel ifall utvecklingen av V2X var rätt väg att gå för elbilstillverkarna. Slutligen, i mars 2023, meddelade Tesla att deras bilar kommer kunna ge dubbelriktad laddning från 2025 (Man, 2023). De flesta biltillverkarna har nu annonserat att deras kommande elbilsmodeller kommer möjliggöra dubbelriktad laddning. Genom V2X får elbilarna konkurrens fördelar gentemot fossilbilar vilket borde öka efterfrågan och accelerera elektrifieringen av bilflottan.

Ekonomiska incitament för nätföretagen

Nätföretagen i Sverige får intäkter av att bygga ut elnätet och för att göra anslutningar till nätet. Fler småproducenter (elbilar med V2X-funktion) skapar visserligen ett behov att förstärka nätet på vissa platser för att kunna ta emot högre effekter. Men det minskar även behovet av att bygga ut elnätet på andra ställen, och potentiellt även antalet anslutningar eftersom batterilagringen kan användas ”innanför mätaren”. V2X kan därför gå emot nätföretagens incitament. För att nätföretagen ska stödja V2X behöver nya affärsmodeller och regleringar utvecklas som säkerställer att de också gynnas av att främja denna teknik.

Datahantering och styrning

För att V2X ska fungera effektivt på stor skala, måste en stor mängd data hanteras och analyseras. Denna data innefattar information om elproduktion, konsumtion, batteristatus och nätets tillstånd. Frågan är om nätföretagen och energibolagen är redo att hantera och styra flexibilitetsresurser så som elbilar med dubbelriktad laddning? För att lyckas krävs robusta system för datainsamling, lagring och analys, samt avancerade algoritmer för att optimera energiflödena i realtid.

Kunskap och kompetens

Implementeringen av V2X-teknologi kräver att många olika aktörer har rätt kunskap och kompetens. Det handlar inte bara om elbilstillverkare, laddtjänsteleverantör och laddpunktsoperatör (CPO), utan även nätbolag och energibolag. Alla dessa aktörer måste förstå och kunna tillämpa de nödvändiga kommunikationsprotokollen och standarderna som gör det möjligt för olika system att kommunicera och samarbeta effektivt. Utbildning och kompetensutveckling är avgörande för att övervinna denna utmaning.

Fördelning av den ekonomiska kakan

En annan stor fråga är hur intäkterna från elhandeln ska fördelas. När virtuella kraftverk börjar använda elbilar för att sälja el tillbaka till nätet, blir frågan om vem som tar vilken bit av intäkten kritisk. Kan elbilstillverkarna skapa egna virtuella kraftverk? Vilken roll tar de lokala energi- och nätföretagen, och behövs specialiserade aggregatorer och e-roaminghubbar? Standardisering och reglering behövs för att skapa ett fungerande och rättvist system. Att övervinna dessa hinder kommer att kräva samarbete och innovation över hela energisektorn.

Mogna och replikerbara affärsmodeller

Det krävs en större efterfrågan på V2X-teknik från bilägare, oavsett om den efterfrågan kommer från privata användare eller företag. Det är fortfarande inte allmänt känt att elbilarnas batterier kan användas dubbelriktat. När tekniken nu är redo är nästa steg att ta fram affärsmodeller som är replikerbara och enkla att sprida. Det måste vara tydligt vem som äger vad, hur mycket batteriet får användas och hur inkomsterna fördelas.

Case – samarbeten och affärsmodeller

Under en workshop samlade vi olika aktörer för att tillsammans ta fram affärsmodeller och samverkansmodeller (case) där V2X kan användas. Syftet var att: hitta användningsområden för V2X-teknik, fånga upp hinder och utmaningar, och hur de kan bemötas och engagera och mobilisera målgruppen inför ett potentiellt genomförandeprojekt. Nedan beskrivs de fyra olika case:en som togs fram.

Case 1 - Säsongsfordon används för flexibilitet lokalt och nationellt

Fordon som används delar av året står stilla under längre perioder. Under dessa perioder kan fordonen kopplas upp mot elnätet och användas för att erbjuda flexitjänster mot det lokala såväl som det nationella nätet. Fritidsbåtar som står på vinterförvaring under oktober till april kan vara ett exempel. Ett energibolag kan rigga och äga ställplatsen, och aggregerar batterierna för att nyttja på olika flex-marknader. Båtägarna får stå gratis och sparar tusentals kronor, får batterimotion vilket är bra för batterihälsan och kickback i att ha bidragit till miljövinster. Ställplatsen kan också nyttjas för snabbladdning av förbipasserande fordon året runt.

Utmaningarna idag är att det ännu inte finns många stora elbåtar, och det vara svårt att hitta ställplatser vid platser som har tillräckligt med nätkapacitet för att snabbt mata ut den tillgängliga effekten. Vid ett pilottest behövs cirka 20 stycken elbåtar.

Case 2 – En nationell e-roaminghubb

En av elbilsägarnas största frustrationer är den djungel av olika appar och betalsystem som försöker låsa in elbilsägarna i just deras affärsmodeller. Elbilsägarnas dröm är möjligheten att ladda, och ladda ur, smidigt var de än befinner sig. Likt hur du fortsätter ha täckning på din telefon trots att du reser till en annan stad eller land.

Som vi redan känner till finns det en lösning på detta - e-roaming. Utvecklingen går emot en, eller få, dominerande e-roaminghubbar som får oproportionerligt stor kontroll och som tar höga avgifter. Detta case vill titta på att utveckla en egen e-roaminghubb som styrs av en neutral och icke vinstdrivande aktör. Ett

framtida projekt skulle undersöka möjligheterna för en statlig aktör, exempelvis Energimarknadsinspektionen eller Energimyndigheten att utveckla en nationell e-roaminghubb så att branschen kan undvika att hamna i beroendeställning och slippa betala höga avgifter.

Case 3 - Tjänstebilar används för effekttoppskapning i industrin

Affärsmodellen innefattar tre delar: den första är en organisation som har behov av att kapa effekttoppar, till exempel en industri, kommun eller ett företag. Den andra är organisationens anställda och den tredje är lokalnätsägaren. Organisationen erbjuder förmånsbil/leasing av elbilar med dubbelriktad laddning till sina anställda alternativt att organisationens tjänstebilar har dubbelriktad laddning. Genom att styra när bilarna laddas och när de kan skicka tillbaka el, kan organisationen optimera sin energianvändning så att de minskar sina effekttoppar. Detta ger både nytta för arbetsgivaren som får minskade kostnader, samt för de anställda som får tillgång till en elbil till ett förmånligt pris. De anställda kan få ytterligare förmåner genom att de till exempel kan få gratis laddning under lunchen när de laddar sin bil på arbetsgivarens parkering.

Det ger även nytta för elbolagen då det medför ett stabilare elnät. Möjlighet finns även att koppla på den lokala flexmarknaden och inkomst från stödtjänster, genom att leverera el tillbaka till elnätet.

Case 4 – Parkeringar för V2X

En ny sorts parkeringar kan ge fler nyttor till bilägaren än vad de gör idag. En bilparkering som är anpassad för V2X ger bilägaren 1) rabatterad/gratis parkering, 2) laddning till rabatterat kWh-pris och 3) laddning av enbart förnybar energi. Detta möjliggörs av att parkeringsplatsen skapar intäctsströmmar och minskar sina kostnader. Intäktströmmarna kan vara att erbjuda flexibilitet till den lokala flex-marknaden och SvK:s stödtjänstmarknader, elarbitrage, och sälja egenproducerad el från egna solceller, till parkeringens kunder.

Detta kan vara parkeringar där många bilar står under längre perioder, exempelvis vid flygplatser, hyrbil- och bilpoolsparkeringar och parkeringshus. Nyckeln är att samla en större mängd bilar för att kunna erbjuda flexibilitet mot elnätet och på så sätt få en större inkomst och kontroll över att tillräckligt många bilar är redo att dela på flextjänsten, om den efterfrågas. Incitamentet för bilägaren är gratis parkering, batterimotion vilket är bra för batterihälsan, och kickback i att ha bidragit till miljövinster.

Huvudbudskap för kapitlet

1

Frågan alla vill få besvarad är hur biltillverkarna löser dilemmat med batterigarantin. Vad kommer de tillåta? Begränsar de till ett visst antal urladdningscykler? Blir leasingavtal mer attraktivt? Får batteriet endast användas genom deras egna virtuella kraftverk? Hur biltillverkarna ser på utvecklingen kommer vara avgörande för hur V2X kommer användas.

2

Nästa bromskloss är nätbolagens motiv och förmåga till att möjliggöra anslutningar av elbilar i stor skala. Här behövs det utredas hur ekonomiska incitament ska utformas för att få med nätbolagen på spåret. Andra förslag skulle kunna vara kravställning för utvecklingen av lokala flexibilitetsmarknader eller ge nätbolagen i uppdrag att stödja den kommunala energiberedskapen.

3

Den svenska regeringen kan tillsammans med regionerna och kommunerna driva på för snabbare införande av protokollen genom offentlig upphandling och subventioner för teknik som använder de framtagna protokollen. Samtliga elbilar som säljs i Kalifornien behöver ha funktion för dubbelriktad laddning från 2027 och framåt. Ett liknande lagförslag skulle kunna utredas även i Sverige.

A photograph of a grey and black electric vehicle charging station. A black charging cable is plugged into the station. The station has the number '0011' printed on it. A green semi-circular overlay in the top left corner contains the white number '6'.

6

**Slutsatser och
fortsatt arbete**

Slutsatser och fortsatt arbete

Viktiga faktorer för en utveckling av V2X i Jönköpings län

Självklart är utvecklingen av V2X i Jönköpings län beroende av den nationella, och till och med den internationella teknikutvecklingen. Och framstegen sker ofta genom små lokala initiativ på platser där det finns en hög grad av samverkan mellan privata och offentliga aktörer. Praktisk erfarenhet och lokala exempel är viktiga för att öka intresset och trovärdigheten för nya lösningar. Det finns ett engagemang för att driva utvecklingen framåt i Jönköpings län, som skulle kunna tas vidare i ett genomförandeprojekt där en eller flera av affärsmodellerna testas.

Det är tydligt att V2X kan skapa många nyttor för elsystemet. Samtidigt är det inte självklart att dessa nyttor realiseras utan fortsatt stöd. Det saknas kunskap hos målgrupperna och neutrala mötesplatser där samverkan kan ske. Arbetet med att öka förståelsen för möjligheterna som tekniken innebär, och samverkan för att överkomma hinder, behöver fortsätta efter förstudiens slut.

En viktig pusselbit för implementering av V2X i Jönköpings län är utvecklingen av lokala marknader för flexibilitet eftersom de skapar efterfrågan på flexibilitet. Det är viktigt att ha tät kontakt med aktörerna som driver dessa marknader för att utveckla incitament som styr användningen av V2X för att stötta elnätet.

Rekommendationer för ett genomförandeprojekt

Vår bedömning är att Case 3 - 'Tjänstebilar används för effekttoppskapning i industrin vore den bästa affärsmodellen att testa i ett genomförandeprojekt. Det har en begränsad mängd aktörer vilket underlättar rollfördelningen och samarbetet, samtliga involverade har incitament att delta, och affärsmodellen skulle kunna replikeras och användas i exempelvis fastighetsbranschen.

Aktörer som ingår i projektet skulle kunna vara:

- Projektorganisation.
- Nätägare.
- Industri.
- Laddtjänsteleverantör.
- Laddpunktsoperatör (CPO).
- Aggregator.

Möjligheter som V2X skapar

- Ökade resurser för flexibilitetsmarknader
- Ökade resurser för att jämma ut elanvändningen innanför nätanslutningen
- Utbyggnad av solkraft genom ökning av energilagring
- Ökade incitament för energigemenskaper
- Högre beredskap och självförsörjning
- Ökar incitament att välja elbil över fossilbil
- Minskad nätutbyggnad

Utmaningar för V2X-genombrott

- Saknas klara affärsmodeller
- Incitamenten och intäktsfördelningen för respektive aktör behöver bli tydligare
- Skatte-, försäkrings- och garantifrågor blir komplexa när ägandeskapet delas
- Regelverket har inte hängtt med, exempelvis dubbel-beskattas elbilsägaren som vill skjuta till el till nätet
- Det saknas kunskap hos målgrupperna
- Samverkan och dialog kräver tid och resurser

Referenser

Australian Renewable Energy Agency, 2023. *Realising Electric Vehicle-to-grid Services*. [Online]. Available at: <https://arena.gov.au/projects/realising-electric-vehicle-to-grid-services/>. [Accessed 13 05 2024].

Bixia, 2024. *Bli flexleverantör och öka din lönsamhet*. [Online]. Available at: <https://www.bixia.se/foretag/energitjanster/bixia-flex>. [Accessed 14 06 2024].

Carbon Brief, 2019. *Factcheck: How electric vehicles help to tackle climate change*. [Online]. Available at: <https://www.carbonbrief.org/factcheck-how-electric-vehicles-help-to-tackle-climate-change/>. [Accessed 09 08 2024].

ClimateVisualizer, 2024. *Historiska utsläpp per sektor*. [Online]. Available at: <https://www.climatevisualizer.com/jonkopings-lan/sectors>. [Accessed 16 10 2024].

Costello, E., 2019. *Turning disaster to opportunity: the Nissan LEAF*. [Online]. Available at: <https://octopusev.com/ev-hub/turning-disaster-to-opportunity-the-nissan-leaf>. [Accessed 10 05 2024].

Dagens Industri, 2024. *Beslut slår mot villaägare – smäll på 93.000 kronor*. [Online]. Available at: <https://www.di.se/nyheter/beslut-slar-mot-villaagare-small-pa-93-000-kronor/>. [Accessed 08 09 2024].

ElaadNL, 2023. *V2G – Implementation, regulation and grid requirements | California & The Netherlands*, Arnhem, Nederländerna: ElaadNL.

Energeia, 2024. *Insights from the Realising Electric Vehicle-to-grid Services Project – Final Report*, Canberra: Energeia.

Energiforsk, 2024. *Ny rapport om stödtjänster: "Hoppas underlätta marknadens utveckling"*. [Online]. Available at: <https://energiforsk.se/nyhetsarkiv/ny-rapport-om-stodtjanster-hoppas-underlatta-marknadens-utveckling/>. [Accessed 10 10 2024].

Energiföretagen Sverige, 2023. *Sveriges elbehov 2045*. [Online]. Available at: https://www.energiforetagen.se/493642/globalassets/dokument/gap-rapport-handlingsplan/sveriges-elbehov-2045_vers230307.pdf

Energimarknadsinspektionen, 2020. *Funktionskrav elmätare*. [Online]. Available at: <https://ei.se/bransch/matning-av-el/funktionskrav-elmatare>. [Accessed 23 09 2024].

Energimarknadsinspektionen, 2022. *Effekttariffer (effektavgift)*. [Online]. Available at: <https://ei.se/konsument/el/effekttariffer-effektavgift>. [Accessed 23 09 2024].

Energimarknadsinspektionen, 2023. *Över 40 åtgärdsförslag för ett flexibelt elsystem överlämnade till regeringen*, Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.

Energimarknadsinspektionen, 2024. *Nätutvecklingsplan*. [Online]. Available at: <https://ei.se/bransch/rapportera-in-uppgifter-till-ei/natutvecklingsplan>. [Accessed 19 09 2024].

Evify, 2023. *Solid state-batterier*. [Online]. Available at: <https://www.evify.se/elbilsordlista/solid-state-batterier/>. [Accessed 09 08 2024].

Future Learn, 2008. *A test of vehicle-to-grid (V2G) for energy storage and frequency regulation in the PJM system*. Research Gate, p. 32.

FutureLearn, 2024. *The History of V2G*. [Online]. Available at: <https://www.futurelearn.com/info/courses/everything-you-need-to-know-about-vehicle-to-grid-charging/0/steps/291444>. [Accessed 10 05 2024].

Gullberg, A., 2015. *Här finns den lediga kapaciteten i storstadstrafiken*, Stockholm: KTH Centre for Sustainable Communications.

Göransson, L. & Johnsson, F., 2023. *Ett framtida elsystem med och utan kärnkraft – vad är skillnaden?*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

Hecht, C., Figgner, J. & Sauer, D. U., 2023. *Vehicle-to-Grid Market Readiness in Europe with a Special Focus on Germany*. *Vehicles*, 5(4), pp. 1452-1466.

IEEE Spectrum, 2023. *False starts: The story of Vehicle-to-grid power*. [Online]. Available at: <https://spectrum.ieee.org/v2g>. [Accessed 07 06 2024].

Jones, L. et al., 2021. *The A-Z of V2G*, Canberra: Australian Renewable Energy Agency.

Karlström, M., 2023. *Debatt: Trängsel hotar solcellsutbyggnaden*. [Online]. Available at: <https://www.di.se/debatt/debatt-trangsel-hotar-solcellsutbyggnaden/>. [Accessed 13 06 2024].

Khezri, R., Steen, D., Wikner, E. & Tuan, L. A., 2024. *Optimal V2G Scheduling of an EV with Calendar and Cycle Aging of Battery: An MILP Approach*. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*.

Kühnbaach, M.; Klobasa, M.; Stephan, A.; Lux, B.; Frank, F.; Surmann, A.; Kähler, J.; Biener, W.; Kamaci, Z.; John, R. (2024): *Potential of a full EV-power-system-integration in Europe and how to realise it. Study on behalf of Transport & Environment (T&E) Europe*. Freiburg, Karlsruhe (Germany): Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI.

Kungliga vetenskapsakademin, 2021. *Vetenskapen säger - om klimatet*. [Online]. Available at: <https://www.kva.se/app/uploads/2022/09/VS2OmKlimatet.pdf>. [Accessed 07 06 2024].

Man, H., 2023. *Tesla confirms bidirectional charging coming by 2025 - but Musk says its inconvenient*. Which Car, 3 03.

Meersmans, J., 2023. *Analysis of hard- and software requirements*, Arnhem, Nederländerna: SCALE.

Motortrend, 2007. *Auto news: First ebox delivered to Tom Hanks*. [Online]. Available at: <https://www.motortrend.com/news/163-news070221-sicon-xb-hybrid-tom-hanks/>. [Accessed 07 06 2024].

Nancy Skinner, 2024. *CA Legislature Greenlights Skinner's Climate Bills, Including SB 59, Using EVs to Power Homes*. [Online]. Available at: <https://sd09.senate.ca.gov/news/20240831-ca-legislature-greenlights-skinner-climate-bills-including-sb-59-using-evs-power>. [Accessed 23 09 2024].

Naturskyddsföreningen, 2021. *Vanliga frågor om bilar, klimat och miljö*. [Online]. Available at: <https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/vanliga-fragor-om-bilar-klimat-och-miljo>. [Accessed 09 08 2024].

Naturvårdsverket, 2023. *Miljöeffekter av elektrifiering av transporter*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2024. *Så hänger biologisk mångfald och klimatet ihop*. [Online]. Available at: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/biologisk-mangfald-och-klimat/>. [Accessed 16 10 2024].

Nissan, 2009. *Nissan unveils "LEAF" - the world's first electric car designed for affordability and real-world requirements*. [Online]. Available at: <https://global.nissannews.com/en/releases/090802-02-e>. [Accessed 07 06 2024].

Nohrstedt, L., 2024. *Ny Teknik*. [Online]. Available at: <https://www.nyteknik.se/energi/dubbelriktad-laddning-tufft-for-elnatet-i-varsta-fall-kan-du-fa-stromavbrott/4263258>. [Accessed 27 05 2024].

North European Energy Perspective Project, 2020. *Sveriges energipolitik under 50 år*. [Online]. Available at: https://www.nepp.se/pdf/Svensk_energipolitik.pdf. [Accessed 07 06 2024].

North European Perspectives Project, 2019. *Energisystemet i en ny tid — resultat och slutsatser i halvtid*, Stockholm: Energiforsk.

Our World in Data, 2021. *Many countries have decoupled economic growth from CO2 emissions, even if we take offshored production into account*. [Online]. Available at: <https://ourworldindata.org/co2-gdp-decoupling>. [Accessed 07 06 2024].

Parker, 2017. *Parker Project*. [Online]. Available at: <https://parker-project.com/worlds-first-cross-brand-v2g-demonstration-conducted-in-denmark/>. [Accessed 13 05 2024].

Power Circle, 2022. *Flexibilitet för ett mer stabilt och driftsäkert elsystem*. [Online]. Available at: <https://powercircle.org/flexibilitet-for-ett-mer-stabilt-och-driftsa-kert-elsystem/>. [Accessed 14 06 2024].

Power Circle, 2023. *Forskning och utveckling av V2X i Sverige*. [Online]. Available at: https://powercircle.org/syntes_v2x.pdf. [Accessed 23 05 2024].

Power Circle, 2024. *Hur kan lokal flexibilitet få rum att växa?*, Eskilstuna: s.n.

Regeringskansliet, 1997. *Ellag (1997:857)*. [Online]. Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/ellag-1997857_sfs-1997-857/#K3. [Accessed 23 09 2024].

Regeringskansliet, 2022. *Uppdrag att stärka försörjningstryggheten i energisektorn*. [Online]. Available at: <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2022/12/uppdrag-att-starka-forsorjningstryggheten-i-energiesektorn/>. [Accessed 13 06 2024].

Regeringskansliet, 2023. *En reform av EU:s elmarknadsdesign*. [Online]. Available at: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/fakta-pm-om-eu-forslag/en-reform-av-eus-elmarknadsdesign_ha06fpm73/html/. [Accessed 04 06 2024].

Regeringskansliet, 2023. *Regeringen satsar på utvecklad regional och lokal energiplanering för elektrifiering*. [Online]. Available at: <https://www.regeringen.se/press-meddelanden/2023/07/regeringen-satsar-pa-utvecklad-regional-och-lokal-energiplanering-for-elektrifiering/>. [Accessed 13 06 2024].

RSE, K.-. o. n., 1997. *Regeringskansliets rättsdatabaser*. [Online]. Available at: <https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=1997:857>. [Accessed 27 05 2024].

Solcellskollen, 2020. *Om planerna kring vehicle-to-grid med Alexandra Österplan från Nissan*. [Online]. Available at: <https://solcellskollen.se/blogg/om-planerna-kring-vehicle-to-grid-med-alexandra-osterplan-fran-nissan>. [Accessed 10 05 2024].

Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2023. *Så minskar du din bränsleförbrukning och påverkan på miljön*. [Online]. Available at: <https://www.vti.se/tjanster/stod-och-verktyg/minska-din-bransleforbrukning-och-miljopaverkan>. [Accessed 16 10 2024].

Svensk Solenergi, 2024. *Statistik - elproduktion från solen*. [Online]. Available at: <https://svensksolenergi.se/statistik/elproduktion-fran-solen/>. [Accessed 07 06 2024].

Svenska kraftnät, 2022. *Lagring av el – omvärldsanalys*, Sundbyberg: Svenska Kraftnät.

Svenska kraftnät, 2023. *Stödtjänster och anhjälpanande åtgärder*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/verktyg-for-sys-temdrift/stodtjanster-och-avhjalpanande-atgarder/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Framtida volymbehov*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/aktorsportalen/bidra-med-reserver/behov-av-reserver-nu-och-i-framti-den/framtida-volymbehov/>. [Accessed 07 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Frekvensstabilitet*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/kraftsystemstabilitet/frekvens-stabilitet/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Införande av aktörsrollerna BSP och BRP*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/systemansvar--elmarknad/inforande-av-aktorsrollerna-bsp-och-brp/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Lokala flexibilitetsmarknader*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/systemansvar--elmarknad/lokala-flexibilitetsmarknader/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Ny nordisk balanseringsmodell (NBM)*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/systemansvar--elmarknad/ny-nordisk-balanseringsmodell-nbm/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Om olika reserver*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/aktorsportalen/bidra-med-reserver/om-olika-reserver/>. [Accessed 14 06 2024].

Svenska kraftnät, 2024. *Sveriges elnät*. [Online]. Available at: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/oversikt-av-kraftsystemet/sveriges-elnat/>. [Accessed 07 06 2024].

Vattenfall, 2022. *Varför är elpriset så högt*. [Online]. Available at: <https://www.vattenfall.se/fokus/tips-rad/varfor-ar-elpriset-sa-hogt/>. [Accessed 13 06 2024].

ÖrebroBostäder, 2018. *Nu tas nästa steg som bidrar till att kapa effekttoppar i Örebro*. [Online]. Available at: <https://www.mynewsdesk.com/se/orebrobostader/pressreleases/nu-tas-naesta-steg-som-bidrar-till-att-kapa-effekttoppar-i-oerebro-2811163>. [Accessed 10 05 2021].

Energikontor Norra Småland

Energikontor Norra Småland är en del av Region Jönköpings län. Vi är en regional motor och en pådrivande kraft för att göra vår del av världen klimatsmart och hållbar. Vår uppgift är att länet som helhet ska nå sina energi- och klimatmål. Det gör vi på flera sätt, brett och smalt, i olika typer av satsningar inom samverkan och utveckling. Syftet med vår existens är att förändra och förbättra samhället ur ett energi- och hållbarhetsperspektiv. Vi är alltid opartiska och vi har inget vinstintresse.

Kontakta oss:

E-post: energikontoret@rjl.se

Adress: Klubbhusgatan 13, 553 03 Jönköping

rjl.se/energikontoret