



Sharing City Umeå: Vehicle-to-grid i Nannaparkeringshus

September 2021



**Sharing
Cities
Sweden**

A NATIONAL PROGRAM
FOR THE **SHARING**
ECONOMY IN CITIES



**Sharing
Cities
Sweden**

Sharing Cities Sweden is a national program for the sharing economy in cities. The program aims to put Sweden on the map as a country that actively and critically works with the sharing economy in cities. The objectives of the program are to develop world-leading test-beds for the sharing economy in Stockholm, Gothenburg, Malmö and Umeå, and to develop a national node in order to significantly improve national and international cooperation and promote an exchange of experience on sharing cities.



Sharing Cities Sweden is carried out within Viable Cities, a Swedish Innovation Programme for smart sustainable cities, jointly funded by the Swedish Innovation Agency (VINNOVA), the Swedish Energy Agency and the Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning (FORMAS).

FÖRORD

Umeå kommun har som målsättning att vara klimatneutralt till 2040 och Umeå tätort till 2030. År 2025 ska andelen resor med kollektivtrafik, cykel eller till fots tillsammans motsvara minst 65 % av alla resor för boende inom Umeå tätort. Därtill ska både drivmedel och fordonsflotta vara fossilfria till år 2030. Med anledning av detta är elektrifiering en viktig del av åtgärdsprogrammet för miljö och kommer framöver att vidareutvecklas.

Sedan 2020 arbetar Umeå Parkerings AB (Upab), Umeå Energi och Umeå kommun som partners inom Sharing Cities Sweden med stöd från ABB för att möjliggöra en demonstration av Vehicle-to-grid (V2G) i parkeringshuset Nanna, lokaliserat i centrala Umeå. Parkeringshuset Nanna har 512 parkeringsplatser varav 38 idag är utrustade med laddstolpar. Av dessa är tolv privata eller reserverade, 18 är publika och åtta tillhör en bilpool (Sunfleet).

V2G innebär att dubbelriktad laddning appliceras på laddbara fordon, vilket gör att de vid behov kan mata ut el på nätet. Syftet med arbetet är att öka kunskapen om smart laddning och elnät samt hur V2G skulle kunna appliceras mellan en bilpool och en fastighet. I tillägg till V2G finns en ambition om att installera solceller på taket till parkeringshuset och inkludera dessa i energisystemet.

Sweco har fått i uppdrag att genomföra en aktörskartläggning och undersöka möjligheter och hinder för en implementering av V2G. Parallellt med denna analys har ABB genomfört en simulering av ett V2G-system tillsammans med solceller på taket till parkeringshuset Nanna, vilken redovisas i en separat rapport. Resultaten från aktörskartläggningen och simuleringen ska tillsammans ge en bild av hur en fullskalig implementering av V2G skulle kunna se ut i parkeringshuset Nanna samt hur lösningen skulle kunna skalas upp i Umeås olika stadsdelar. Resultaten från aktörskartläggningen och simuleringen kommer att finnas tillgängliga på Sharing City Umeås hemsida.¹

¹

¹ [Sharing City Umeå](#)

SAMMANFATTNING

Denna rapport omfattar en utredning av tekniska möjligheter och hinder samt en aktörskartläggning med fokus på parkeringshuset Nanna. Syftet med uppdraget har varit att utreda vilka värden ett implementerat V2G-system har för involverade aktörer, där för- och nackdelar, tekniska möjligheter och hinder belyses. Det finns många fördelar med denna teknik, såsom potential för att reducera effektoppar och öka energisystemets stabilitet samt framtagandet av nya affärer som i sin tur kan möjliggöra omställningen till en fossilfri fordonsflotta genom att underlätta integreringen av eldrivna fordon. V2G har således potential att påskynda reduktionen av klimatutsläpp inom mobilitetssektorn och parkeringsgarage har möjlighet att bli framtidens energihubbar inom staden och därav en viktig del i omställningen av energisystemet.

Då förstärkningen av elnäten är tidskrävande och nuvarande elektrifieringstakt kontinuerligt utökar belastningen på elnäten har olika typer av flexibla tjänster som förskjuter elanvändningen eller agerar som energilagring blivit ett högaktuellt ämne. Genom välutformade affärsmodeller kan V2G system av eldrivna fordon nyttjas för att möjliggöra en ökad integration av elbilar och på samma gång gynna både elsystemet, konsumenter och miljön. V2G innebär att fordonet tillämpar dubbelriktad laddning och på så vis kan mata ut el på elnätet baserat på dess behov. På lokal nivå kan V2G bidra med att avhjälpa flaskhalsar i lokalnätet samt bidra med flexibilitet till balansansvarig. På nationell nivå kan V2G bidra med frekvensreglering och stödtjänster till elsystemet. V2G kan på så vis bidra till att möjliggöra en högre integration av förnybar energi samt reducera behovet av investeringar i förstärkning av elnätet. För elfordonsägaren kan V2G bidra med ekonomisk nytta i form av reducerad laddkostnad eller en intäkt för försäljning av el tillbaka till nätet.

I genomförd enkätundersökning identifierades klimatnytta som en av de största drivkrafterna med V2G, både för privatpersoner, de kommunala bolagen och näringslivet. För privatpersoner lyftes även den ekonomiska nyttan genom kostnadsbesparing, exempelvis genom en reducerad laddkostnad, som något mer betydelsefullt än intäkter från försäljning av el tillbaka till nätet. De kommunala bolagen och näringslivet lyfte möjligheter i form av nya affärer och framtida marknadspotential som starka drivkrafter. Även fördelar som reduktion av elnätsinvesteringar och redundans för hantering av strömavbrott lyftes som betydande. Enligt privata elfordonsägare är den största nackdelen med V2G räckviddsångest och oro för batteridegradering. För näringsliv och kommunala bolag är bristen på gemensamma kommunikationsstandarder det huvudsakliga hindret, följt av brist på utrustning av dubbelriktade laddare och högre kostnad för desamma. Även brist på medvetenhet kring funktionalitet och fördelar med V2G samt otydliga affärsmodeller lyftes som betydande hinder. Detta pekar på ett behov av utveckling av affärsmodeller och kunderbjudanden, där olika aktörer har olika rådighet.

Sweco har identifierat två huvudsakliga områden som behöver komma till stånd för att möjliggöra implementering av V2G i Parkeringshuset Nanna: politiska incitament och utveckling av affärsmodeller. Marknadsaktörerna efterfrågar en tydlig politisk riktning för att skapa förutsättningar och incitament för samverkan och i förlängningen en implementering av ett V2G-system. Kommunen kan här ha en viktig roll i att lyfta dessa frågor och sätta målsättningar för utbyggnaden av laddinfrastruktur i Umeå. En affärsmodell behöver innebära ekonomisk nytta för samtliga aktörer i form långsiktighet och lönsamhet. Då marknaden för V2G ännu inte är fullt utvecklad behöver affärsmodeller och systemupplägg testas och utvärderas, både vad gäller vilken typ av elnätstjänst som ska

erbjudas samt hur rollfördelningen ska se ut. Utvecklingen av ett sådant system förutsätter vidare dialog och samarbete kring systemet baserat på internt förankrade ansvarsroller.

FÖRKORTNINGAR

BRP	Balansansvarig (Balance Responsible Party). Aktör som tecknat avtal med Svenska kraftnät och ansvarar för att planera för att produktion, förbrukning och handel är i balans inom dess geografiska område.
BSP	Balance Service Provider. Ny marknadsaktör (från 2022) med enheter eller grupper av enheter som tillhandahåller reserver och kan leverera balanstjänster till elnätet.
CPO	Laddinfrastrukturoperatör (Charge Point Operator)
DoD	Den procentuella andel av batteriets maxladdning som använts (Depth of Discharge)
DSO	Region- och lokalnätsoperatör (Distribution System Operator)
EVSE	Samlingsnamn för smarta laddkablar, laddboxar, laddstolpar samt laddstationern (Electric Vehicle Supply Equipment)
EMSP	Tillhandahållare av laddtjänster för e-mobilitet (E-Mobility Service Provider)
OEM	Produkttillverkare (Original Equipment Manufacturer)
SoC	Laddningstillstånd på batteriet (State of Charge)
SoH	Hälsotillstånd på batteriet (State of Health)
TSO	Stamnätsoperatör, i Sverige Svenska kraftnät (Transmission System Operator)
V2B	Vehicle-to-Building
V2H	Vehicle-to-Home
V2G	Vehicle-to-Grid
V2X	Vehicle-to-Everything

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord.....	5
Sammanfattning.....	6
Förkortningar.....	7
1. Inledning	9
1.1. Metodbeskrivning.....	9
1.2. Rapportens disposition.....	9
2. Bakgrund	9
2.1. Elektrifiering och utmaningar i omställningen av elsystemet	9
2.2. Smart och dubbelriktad laddning som koncept.....	11
2.3. Tekniska och affärsmässiga förutsättningar för V2G.....	12
3. Politiska förutsättningar och incitament.....	13
3.1. Sveriges klimatpolitiska handlingsplan	13
3.2. Regional strategi för utbyggnad av laddinfrastruktur	13
3.3. Kommunala planer för laddinfrastruktur i Umeå	14
4. Möjligheter och potential	15
4.1. Tjänster på nationell nivå	16
4.2. Tjänster på lokal och regional nivå	17
5. Tekniska och regulatoriska hinder	19
6. Övergripande systemkartläggning för V2G	22
7. Nationella och internationella initiativ.....	24
8. Lokal kontext: Parkeringshuset Nanna.....	26
8.1. Möjligheter och hinder för V2G i Umeå	26
8.1.1. Privata elfordonsägare	26
8.1.2. Kommunala bolag och näringsliv.....	27
8.1.3. Rollfördelning och värdet av V2G.....	29
8.1.4. För- och nackdelar samt hinder och framgångsfaktorer	30
8.2. Exempel på systemutformning för parkeringshuset Nanna	31
9. Slutsatser och nästa steg.....	32
Appendix A: Enkät-sammanställning	34
Bakgrundsfrågor	34
Frågor till kommunala bolag och näringsliv.....	36
Frågor till privatpersoner	38
Referenser	39

1. INLEDNING

1.1. METODBESKRIVNING

Projektet har omfattat en litteraturstudie om V2G som kompletterats med kvalitativa studier i form av en enkätundersökning och workshop med relevanta aktörer. Enkätundersökningen och workshopen genomfördes för att erhålla en fördjupad förståelse för värdet av V2G för olika aktörer och de mekanismer som styr samarbete och rollfördelning inom ett V2G-system. Enkätundersökningen skickades ut till Umeå kommun, kommunala bolag, privata aktörer såsom bilhandlare, privatpersoner och andra relevanta aktörer. Workshopen genomfördes med nyckelaktörer i syfte att åstadkomma fördjupade diskussioner för möjliggörande av samarbete och identifiering av värdet för de olika aktörerna.

1.2. RAPPORTENS DISPOSITION

Rapporten redogör för tekniska hinder och möjligheter med V2G som koncept samt en analys av dess värde och möjlig rollfördelning mellan systemets olika aktörer.

I kapitel 2 ges en bakgrund till V2G som koncept inklusive dess syfte och förutsättningar. I kapitel 3 presenteras politiska förutsättningar och incitament för utbyggnad av laddinfrastruktur på nationell, regional och kommunal nivå.

Teknikens potential och möjligheter presenteras i kapitel 4 medan tekniska och regulatoriska hinder presenteras i kapitel 5.

Kapitel 6 omfattar en övergripande systemkartläggning för V2G där ingående aktörer presenteras. För att möjliggöra kunskapsöverföring från tidigare genomförda pilotprojekt presenteras ett urval av nationella och internationella initiativ i kapitel 7.

Kapitel 8 omfattar en genomgång av V2G för Parkeringshuset Nanna där insamlad kunskap kring hinder och möjligheter samt rollfördelning och värden för det lokala systemets olika aktörer presenteras.

2. BAKGRUND

I följande kapitel presenteras bakgrunden och syftet med tillämpning av V2G samt en beskrivning av koncepten och dess tekniska och affärsmässiga förutsättningar.

2.1. ELEKTRIFIERING OCH UTMANINGAR I OMSTÄLLNINGEN AV ELSYSTEMET

Till följd av den globala klimatutmaningen står det svenska energi- och elsystemet idag inför en omfattande förändring. Vi ser trender såsom en växande befolkning, en ökande elektrifieringsgrad inom samhällets olika sektorer och en ökande etablering av elintensiva industrier tillsammans med ökande fraktioner förnybar elproduktion. Ett stabilt elsystem förutsätter att det i varje sekund förbrukas och produceras lika stor mängd el. De ökande andelarna intermittent förnybar energi, såsom vind- och solenergi, försvårar planeringen av produktionen. Detta, tillsammans med en högre elektrifieringsgrad inom transportsektorn och industrin, bidrar till allt högre påfrestningar på det svenska elsystemet [1].

Sveriges stamnät infördes redan på 1930-talet och byggdes ut tillsammans med regionnäten under 1950- 1980-talet [2]. Näten är således dimensionerade baserat på dåtidens förväntningar om framtida kapacitetsbehov och är inte anpassade för den expansiva elförbrukning samhället står inför idag. I Sverige finns det redan idag kapacitetsbrist i ett par regioner, vilket är ett resultat av att efterfrågan på el ökar snabbare än utbyggnaden av elnäten. I vissa områden leder utökad elproduktion till att produktionen överskrider elnätets distributionsförmåga. Moderniseringen av elnätet tar tid och det finns idag oro för att kostsamma investeringar kan komma att leda till kraftigt ökade elpriser [3].

För att möjliggöra omställningen har elektrifieringen av vägtransporter identifierats som en essentiell komponent och under de senaste åren har marknaden för eldrivna fordon ökat markant i Sverige – en trend som förväntas fortsätta. Antalet laddbara fordon ökade med 82 % under 2020 och enligt en prognos från Power Circle² förväntas 2,5 miljoner laddbara bilar till 2030, vilket kan jämföras med dagens totala fordonsflotta på cirka 5 miljoner bilar [4]. En sådan utveckling av laddbara fordon ökar behovet av laddinfrastruktur. En modellering genomförd på europeisk nivå pekar på att Sverige behöver utöka antalet publika laddpunkter från 10 000 till 90 000 mellan 2020 och 2030 [5]. Flertalet fordonstillverkare har också uttalade mål om fullständig elektrifiering, där bland annat Volvo ska fasa ut samtliga modeller med förbränningsmotor till 2030, laddhybrider inkluderade [6].

Den ökande andelen eldrivna fordon kommer att få betydande inverkan på det svenska energi- och kraftsystemet. Då förstärkningen av elnäten är tidskrävande³ har olika typer av flexibla tjänster som förskjuter elanvändningen eller agerar som energilager blivit ett högaktuellt ämne. Inom dessa flexibla tjänster ingår bland annat så kallad smart laddning och Vehicle-to-Grid (V2G). Dessa koncept har möjlighet att minska behovet av nätinvesteringar och därmed snabba på elektrifieringen av fordonsflottan och industrin samt möjliggöra en ökad andel förnybar intermitterent elproduktion. Istället för att enbart utgöra en belastning för systemet kan elfordonen då användas som en flexibel tillgång för att balansera elnätet och matcha efterfrågan och tillgång på el. Elfordonen bidrar till att undvika effekttoppar i elnätet och kan på så vis begränsa mängden kostsamma investeringar för utvidgning av nätkapaciteten [5][7]. Genom välutformade affärsmodeller kan smart laddning och V2G nyttjas för att möjliggöra en ökad integration av elbilar och på samma gång gynna elsystemet, konsumenter och miljön [4].

² Power Circles prognos bygger på data över elbilsutvecklingen från biltillverkare, prognosinstitut samt konsumentundersökningar

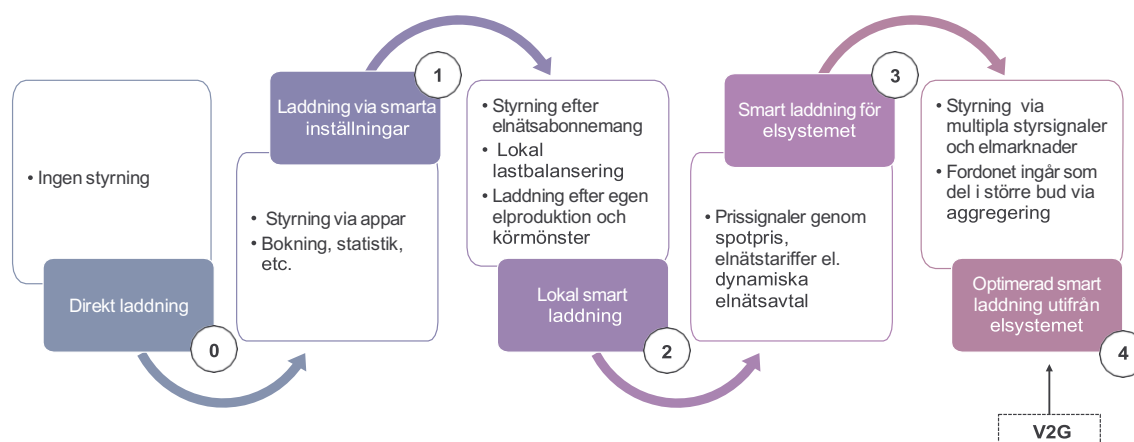
³ Enligt Svenska Kraftnät är ledtiden från ansökan till utbyggnad av en regionnätledning mellan 3–5 år och för en transmissionsnätledning 10–15 år, bland annat till följd av långa och omfattande tillståndsprocesser

2.2. SMART OCH DUBBELRIKTAD LADDNING SOM KONCEPT

Smart laddning innebär till skillnad från direkt (vanlig) laddning att laddningen av elfordonen flyttas i tid eller sker med reducerad effekt. Elnätet är exempelvis generellt mindre belastat under nattetid, vilket innebär att en förskjutning av laddningen till denna tidsperiod innebär en utjämnning av effektuttaget som in sin tur kan reducera investeringsbehovet i nätförstärkningar [5].

Konceptet "Smart laddning" kan delas upp i fem nivåer, där varje nivå innebär en växande komplexitetsgrad i form av att användarnas och elsystemets behov i ökande grad vägs samman. Se Figur

1. Nivå noll innebär att laddningen inte är styrd utan startar direkt när laddkontakten ansluts. Nivå ett innebär att laddningen styrs med fokus på användarbekvämlighet, exempelvis med styrning via appar för bokning och statistik. Nivå två innebär att fastighetens behov inkluderas i styrningsoptimeringen och laddningen kan styras baserat på elnätsabonnemanget genom att agera effektvakt (möjliggör att säkringsabonnemanget nyttjas på ett effektivt sätt) och användas för att balansera laddning mellan ett flertal laddboxar och uttag samt styras efter eventuell egen solelsproduktion och körmönster. Nivå tre innebär att en extern aktör kopplas in, som styr laddningen efter elpriset och eventuellt den lokala nättariffen. Nivå fyra innebär att laddningen optimeras av en extern aktör som säljer tjänster från ett aggregerat antal fordon baserat på ett flertal parametrar, såsom elpris, tariff, lokala flexibilitetsmarknader, stödtjänster samt förarens och fastighetens behov. De aggregerade elfordonen kan tillsammans användas för försäljning av flexibilitetstjänster inom ett och samma bud - en typ av virtuellt kraftverk [5].



Figur 1: Nivåer av smart laddning [4]

En form av smart laddning på nivå fyra är Vehicle-to-Grid (V2G). Tillämpning innebär att fordonet nyttjar dubbelriktad laddning och kan på så vis mata ut el på elnätet baserat på dess behov. Konceptet går ut på att bilen kommunicerar med laddaren, vilken kommunicerar med operatören, aggregatorn och nätägaren, vilka styr laddningen/urladdningen och optimerar kundnyttan baserat på ett flertal parametrar [4]. Fordonen kan då bidra med effekt under tidsperioder mellan ett par timmar och upp till ett dygn, vilket bidrar till att avhjälpa effektoppar i nätet [8].

Utöver V2G omfattar konceptet dubbelriktad laddning även olika applikationer "bakom mätaren" där elfordonets batteri nyttjas som kraftkälla på lokala energisystemnivåer för självförsörjning, utan att el matas tillbaka till nätet. För det lokala energisystemet brukar konceptet benämnas Vehicle-to-Home (V2H) eller Vehicle-to-Building (V2B), vilket innebär att elbilsbatterier används för att mata tillbaka el till hemmet eller byggnaden baserat på dess behov. Vehicle-to-Everything (V2X) omfattar även övriga applikationer, såsom reservkraft, lösningar off-grid och drift av mindre maskiner [4].

Idag föreligger en del tekniska och regulatoriska hinder för en storskalig användning av smart och dubbelriktad laddning. Dessa beskrivs i mer detalj i kapitel 5. Flera av barriärerna är under utveckling, men det råder fortfarande viss osäkerhet kring hur marknadsaktörer ska utforma och anpassa sina affärsmodeller för att skapa värde och lönsamhet i samtliga led.

2.3. TEKNISKA OCH AFFÄRSMÄSSIGA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR V2G

För att V2G ska fungera behöver det finnas en konverterare som omvandlar likströmmen i batteriet till växelströmmen på elnätet. Denna kraftelektronik utgör en ökad kostnad och kan sitta antingen i bilen eller i laddboxen. Om konverteraren sitter i laddaren kan teoretiskt alla elbilar som tar emot likström använda sig av en sådan laddare och bidra med V2G. Enligt Power Circle är nuvarande kostnad för V2G-kompatibla laddboxar nästan dubbelt så dyra som vanliga laddboxar. Ett flertal tillverkare har dock tagit fram laddare med stöd för V2G [4].

Utöver detta behövs en elmätare och ett elnätsabonnemang, mjukvara för informationsöverföring såsom elavtal, batteridata, energibehov och schemaläggning samt styrsignaler från elnätet som ger incitament till elfordonsägaren att erbjuda V2G. Det behöver även finnas gemensamma och V2G-kompatibla kommunikationsprotokoll [4].

Utöver de tekniska behoven behöver det även finnas en elhandlare som köper den utmatade elen. Marknaden för flexibilitet och stödtjänster är ännu inte fullt utvecklad och modellen för aggregering⁴ är komplicerad med dagens regelverk. Dagens regulatoriska förutsättningar och marknadsdesign ger således ännu inte förutsättningar för fullt utnyttjande av potentialen för flexibilitetstjänster från elfordon [4]. Därtill behövs ytterligare digitalisering av elsystemet, utvecklade marknader för flexibilitet och stödtjänster samt tydligare incitament för styrning av laddningssessioner. Viktigt för affären är även att tjänsten är användarvänlig och ekonomisk lönsam för kunden/elfordonsägaren och att fordonets tillgänglighet säkerställs [5].

⁴ Aggregering innebär att ett flertal kunders elanvändning eller produktion kombineras för försäljning, köp eller auktionering på organiserade energimarknader

3. POLITISKA FÖRUTSÄTTNINGAR OCH INCITAMENT

3.1. SVERIGES KLIMATPOLITISKA HANDLINGSPLAN

Utöver tekniska regulatoriska incitament behövs det politiska incitament för att möjliggöra fullskalig V2G. I Sveriges nationella klimathandlingsplan *En samlad politik för klimatet – Klimatpolitisk handlingsplan* [9] är omställningen till fossilfria transporter en viktig del för att nå de globala målen och minska Sveriges klimatpåverkan. Handlingsplanen lyfter behovet av olika typer av styrmedel för att konsumenter och aktörer ska kunna göra mer klimatsmarta val som också är ekonomiskt fördelaktiga. Bland annat behöver transportsektorn effektiviseras, elektrifieras och samordnas bättre med fokus på god tillgänglighet.

Samtidigt råder olika förutsättningar för omställning i vårt avlånga land, med stora skillnader beroende av var du bor. Behovet och tillgången till bil kommer fortsatt att vara en viktig del av vardagen för människor som bor i glesbygden och därför är utbyggnaden av laddinfrastruktur, elektrifiering och hållbara biodrivmedel avgörande för glesbygdens omställning till klimatneutralitet.

Tillgången på laddinfrastruktur är en förutsättning för elektrifieringen av fordonsflottan. Detta tillsammans med den ökade efterfrågan på elbilar utgör en av de viktigaste pusselbitarna i Sveriges strategi för att nå etappmålen för transportsektorn. För att accelerera omställningen inom transportsektorn behöver utbyggnaden av laddinfrastruktur ske i sådan takt att den inte utgör ett hinder för elektrifieringen av transportsektorn.

Regeringen har identifierat ett par områden med ytterligare behov av utveckling.

- Regeringen konstaterar att marknaden inte på egen hand eller med dagens investeringsstöd kommer att kunna täcka alla områden längs större vägar där tillgång på snabbladning saknas. Ett nytt stöd för laddinfrastruktur längs större vägar har därför införts.
- En elektrifieringskommission har tillsatts och har i uppdrag att ta fram en strategi som syftar till att bidra till en snabb, smart och samhällsekonomisk effektiv elektrifiering av transportsektorn [10].
- Byggregler behöver kompletteras med nya krav på laddinfrastruktur för laddfordon som ett led i genomförandet av direktivet om byggnaders energiprestanda (EPBD).
- Åtgärder bör vidtas för att skapa tillgång till laddinfrastruktur för olika boendeformer då hemmaladdning normalt sett står för huvuddelen av den överförda energin, ca 80 – 90 %.

3.2. REGIONAL STRATEGI FÖR UTBYGGNAD AV LADDINFRASTRUKTUR

Som ett led i regeringens arbete med omställningen av transportsektorn har länsstyrelserna fått i uppdrag att ta fram regionala strategier och handlingsplaner för fossilfri omställning av transportsektorn för respektive län. Länsstyrelsen i Västerbotten har, i samband med att denna rapport skrevs, precis publicerat sin strategi och handlingsplan för perioden 2020 –

2024, *Drivmedelsstrategi och handlingsplan för Västerbottens län 2020 – 2024* [11]. Ambitionerna är höga i handlingsplanen där man lyfter följande fyra målsättningar: skapa planmässiga förutsättningar för utbyggnad av laddinfrastruktur och distributionsanläggningar för förnybara drivmedel, bygga upp efterfrågan på förnybara drivmedel, söka samverkan och dialog för etablering av laddinfrastruktur och distributionsanläggningar för förnybara drivmedel samtidigt som man vill främja och stödja en snabbare omställning och investering i fossilfria transportalternativ.

Nedan följer några axplock av de många rekommendationer i handlingsplanen:

- Rekommendation till kommuner att se över affärsmodeller för att tillvarata mervärden och affärsmöjligheter i omställningen till en fossilfri och effektiv transportsektor.
- Rekommendation till kommuner att integrera sina ambitioner rörande fossilfria och effektivtransporter i relevanta styrdokument (översiktsplan, hållbarhetsprogram, miljömål, trafikprogram, med mera) eller anta handlingsplaner för fossilfria och effektiva transporter.
- Rekommendation till kommuner att samverka med företag och Trafikverket för att säkrainvesteringar i laddinfrastruktur längs det funktionellt prioriterade vägnätet.
- Rekommendation till energibolag och andra aktörer som bygger laddstationer, att vid inköp av laddare välja sådana där betalning kan ske med enhetligt betalsystem, samt att efterfråga robust teknik - exempelvis att laddstolpen är testad för att fungera i kallt klimat.
- Rekommendation till elnätsbolag att, i samverkan med relevanta aktörer, investera i elnätskapacitet så att laddinfrastrukturens framtida behov ska kunna tillgodoses.
- Rekommendation till Länsstyrelsen att uppåt lyfta frågan om finansiering av drift av publikladdning på icke-kommersiella platser.
- Rekommendation till Länsstyrelsen att lyfta elinfrastruktur och laddinfrastruktur när översiktsplaner ska aktualiseras, däribland den regionala planen för förnybara drivmedel samt underlag som visar aktuell täckningsgrad.

3.3. KOMMUNALA PLANER FÖR LADDINFRASTRUKTUR I UMEÅ

I den senaste åtgärdsprogrammet, *Renare luft i Umeå – Åtgärdsprogram 2021* [12], började man redan under 2015 att titta närmare på utbyggnaden av laddinfrastruktur där Umeå Energi undersökte olika möjligheter med teknikomställning och utbyggnad av laddinfrastruktur i kommunen. Kommunens översiktsplan, *Fördjupning för Umeå* [13], lyfter vikten av att minska resor med fossildrivna fordon till och från jobbet på lång sikt och att transportmedel såsom cykel och kollektivtrafik ska premieras vid planering. Det saknas dock idag en strategi om hur utbyggnaden av laddinfrastruktur ska ske i Umeå. Däremot sker det mycket inom området,

UPAB arbetar med att bland annat öka antalet publika laddare i sina parkeringshus och kommunfullmäktige har initierat ett arbete där man ska fördjupa arbetet med utbyggnaden av laddinfrastruktur. Det har även genomförts en hel del projekt och utredningar kopplad till frågan om hur framtidens mobilitet ska se ut både vad det gäller cykling, till fots, kollektivtrafik och laddinfrastruktur. Där man bland annat titta djupare på frågor såsom hur ser konsumentpreferenser ut, marknadsutveckling och vilka laddbehov som finns kopplat till Umeå kommuns strategier och klimatmål. Laddinfrastrukturens utveckling i Umeå behöver ses i relation till andra fossilfria transportmedel, exempelvis cykel och kollektivtrafik, finns det målkonflikter eller liknade som behöver tas hänsyn till och hur utvecklas dessa olika transportslag i relation till varandra. En grundläggande fråga är hur framtidens mobilitet ser ut och hur detta formar det den framtida stadsmiljön.

Även om det idag saknas en tydlig strategi och handlingsplan för utbyggnad av laddinfrastruktur i Umeå finns det ett driv och engagemang från kommunen och de kommunala bolagen att öka omställningen tillen fossilfri fordonsflotta.

4. MÖJLIGHETER OCH POTENTIAL

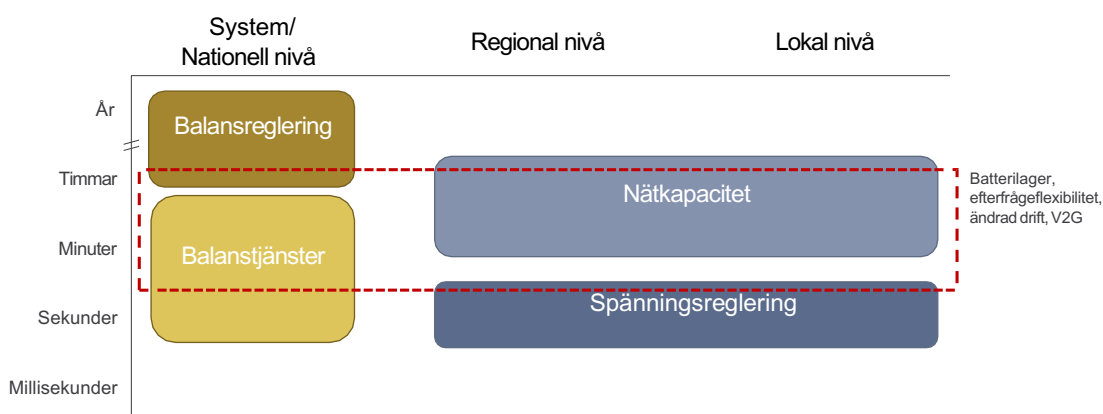
Inom detta kapitel presenteras en beskrivning av möjligheter och potential för en kommersiell realisering av V2G på övergripande nivå.

Det finns ett flertal fördelar med V2G. Tekniken har potential att bidra med nyttor på både lokal och nationell elnättnivå. På lokal nivå kan V2G bidra med att avhjälpa flaskhalsar i lokalnätet samt bidra med flexibilitet till balansansvarig. På nationell nivå kan V2G i aggregerad form bidra med frekvensreglering och stödtjänster till elsystemet. V2G kan på så vis bidra till en högre integration av förnybar energi samt reducera behovet av investeringar i elnätet. För elfordonsägaren kan V2G bidra med ekonomisk nytta i form av reducerad laddkostnad eller en intäkt vid försäljning av el tillbaka till nätet.

Som nämnt i kapitel 2.1 utsätts det svenska elsystemet för allt högre påfrestningar till följd av den ökande andelen förnybar intermitterent energiproduktion och en ökande elektrifieringsgrad inom transportsektorn och industrin. Detta samtidigt som vi har ett elsystem som förutsätter att det i varje sekund förbrukas och produceras lika mängd el leder till en ökande effektutmaning. Denna är dels ett resultat av eleffektbrist, dels lokal kapacitetsbrist [8]. Redan idag finns det kapacitetsbrist i vissa delar av Sverige, vilket är ett resultat av att efterfrågan på el ökar snabbare än utbyggnaden av elnäten. I vissa områden kan även utökad elproduktion leda till att produktionen överskrider elnätets distributionsförmåga [3]. Regionernas problematik med kapacitetsbrist riskerar att försvåra ytterligare anslutningar och således försena elektrifieringen och omställningen av energisystemen.

Kapacitetsbrist kan inträffa på olika nivåer i nätet. Nätkapacitetsbrist i stamnäten leder till kapacitetsbrist i anslutna regioner och kapacitetsbrist i lokala distributionsnät försvårar nya anslutningar eller en ökande elektrifieringsgrad då dessa genererar högre effekttoppar. Den ökande elektrifieringen och volymen lokal förnybar intermitterent elproduktion bidrar även till lokala elkvalitetsproblem till följd av nya laster i det lokala elnätet eller brister på lokala och regionala stödtjänster. Detta kan ge konsekvenser såsom spänningsfall/spänningskvalitet, effektbrist gentemot överliggande nät, övertoner eller överlastade transformatorer [3].

Olika flexibilitetsbehov kan delas upp i olika kategorier, se Figur 2.



Figur 2: Flexibilitetsbehov fördelat över tid och på elnättnivå. Modifierad efter Energiforsk, *Digitalisering för efterfrågefleksibilitet*

Genom aggregering av flexibilitetstjänster som efterfrågefleksibilitet, batterilager och V2G kan privatkunder främst bidra till att erbjuda tjänster för nätkapacitet, men även för balanstjänster och balansreglering [1].

- Behovet av tjänster för nätkapacitet behöver placeras lokalt i anslutning till där bristen uppstår. Detta är ett behov som vanligtvis behöver åtgärdas inom minuter till timmar genom förskjutning av elkonsumention eller energilager.
- Balanstjänster förutsätter allt från mycket kort responstid på fraktioner av en sekund till upp mot en timme och följer av ökande andel fluktuerande förnybar energi och minskande rotationsenergi, vilket leder till ett ökande behov av flexibilitetstjänster för frekvensstabilisering.
- Balansregleringen utgörs i dagsläget av tillgång på lagrad energi, såsom vattenkraft, och behovet följer av ökande andelar intermittent förnybar elproduktion. För att under dessa förutsättningar säkerställa att det vid varje tidpunkt finns tillräcklig tillgång på energi behövs flexibla lösningar, antingen via energilager eller via styrning av efterfrågan utefter tillgången.
- Spänningsregleringsbehovet följer av den ökande distribuerade förnybara energiproduktionen på lokal elnättnivå, vilket förändrar elnätets spänningsnivå och kan leda till perioder med för höga spänningar i nätet under låglastperioder.

4.1. TJÄNSTER PÅ NATIONELL NIVÅ

I Sverige är Svenska kraftnät stamnätsägare (TSO) och har därav systemansvar för det svenska överföringssystemet. För Svenska Kraftnät innebär V2G i aggregerad form en möjlighet för frekvensstabilisering och stödtjänster. Som TSO ska Svenska kraftnät upprätthålla frekvensen i nätet inom angivna nivåer, vilket görs genom att upphandla olika stödtjänster som ska öka eller minska effektuttaget och balansera produktion och konsumtion. Stödtjänster kan exempelvis tillhandahållas av produktionsanläggningar, anläggningar som kan anpassa sin elförbrukning eller energilager [1]. Svenska kraftnät upphandlar stödtjänster för automatisk frekvensåterställning, frekvenshållning och störningsreserv. De tittar även på att införa ytterligare stödtjänster och utveckla de befintliga. Elbilar, vindkraft och batterier har i ett flertal år haft möjlighet att leverera stödtjänster till elnätet, men det har funnits en brist på digitalisering, kunskap och marknadsmekanismer som inte tagit hänsyn till nya teknikernas förutsättningar [4].

Stödtjänster för att balansera elsystemet såsom efterfrågefleksibilitet, styrning av vindkraft och eventuellt Vehicle-to-Grid (V2G) förväntas därför bli allt mer betydelsefulla i framtiden. Svenska kraftnät har tecknat avtal med ett trettiotal företag vilka klassas som balansansvariga (BRP, Balance Responsible Party) för sina respektive områden och ansvarar för att planera för att produktion, förbrukning och handel är i balans. Dessa kan också få uppdrag att öka eller minska produktion eller förbrukning genom avrop på den så kallade reglerkraftmarknaden [4]. Detta sker i regel via den nordiska elbörsen Nord pool, men kan också göras genom bilaterala avtal. Balansansvariga ska utefter bästa förmåga handla till sig balans på dagen- föremarknaden, men om prognoserna förändras eller om marknaden har stängt kan de handla och sälja el på intradagsmarknaden, vilken är öppen fram till en timme innan starten av driftsperioden. Under själva driftstimmen är det Svenska kraftnät som har ansvaret för

balansen i realtid. De använder sig då av frekvensen i nätet, som i Sverige ska ligga på 50,0 Hz, för att se om det är balans mellan produktion och konsumtion. För att upprätthålla frekvensen har sedan Svenska Kraftnät möjlighet att använda sig av både automatiska reserver och manuella åtgärder [14].

Med preliminär start under första delen av 2022 kommer en ny marknadsaktör introduceras, vilket gör att balansansvarsrollen delas upp. Den nya rollen är en Balance Service Provider (BSP), vilket kommer att vara en marknadsaktör med enheter eller grupper som tillhandahåller reserver och kan leverera balanstjänster. Rollen som BRP omfattar då enbart en marknadsdeltagare (eller en utsedd företrädare) som ansvarar för sina obalanser. En aktör kan dock vara både BRP och BSP, eller bara BSP alternativt BRP. Ett typiskt exempel på den kommande BSP-rollen är en aggregator [15].

De olika marknaderna för stödtjänster skiljer sig bland annat vad gäller syfte, aktiveringstid och budstorlek. FCR-N och FCR-D utgör så kallade frekvenshållningsreserver, medan aFRR och mFRR utgör de automatiska respektive manuella så kallade frekvensåterställningsreserverna. Elbilsbatterier har kort aktiveringstid⁵ och kan därför fungera som stöd till FCR-D-marknaden då dessa ofta enbart är aktiverade under kortare tidsperioder och kräver mindre budvolym (minsta bud 0,1 MW) [16]. År 2019 öppnades fler möjligheter upp för att inkludera batterier och efterfrågefleksibilitet i frekvensregleringen (FCR-D). Sedan 2020 finns även en marknad för snabba reserver, FFR (Fast Frequency Response), som också har ett minsta budkrav om 0,1 MW. Elbilsbatterier kan vara lämpliga även för denna marknad [14] [17].

I teorin kan även elbilar vara med på aFRR- och mFRR-marknaden. Där är dock kraven på volym och uthållighet större, vilket förutsätter aggregation av ett större antal fordon. Idag är minsta budstorlek 10 MW för elområde 1–3⁶ och 5 MW i elområde 4. Det genomförs dock för närvarande en pilotstudie där budstorleken sänks till 1 MW, för att möjliggöra att fler resurser och mindre aktörer kan stötta systemet. Enligt nuvarande plan beräknas piloten fortgå till det att budgränsen ändras definitivt till 1 MW för alla elområden [18].

4.2. TJÄNSTER PÅ LOKAL OCH REGIONAL NIVÅ

Elnätföretagen kan utnyttja olika energitjänster för att optimera driften av elnäten och smart laddning eller V2G kan bidra till att jämna ut belastningen genom att reducera effekttoppar och på så vis sänka nätförlusterna. Detta kan även hjälpa elnätsägaren att reducera risken för avbrott till följd av kapacitetsbrist.

Då elnätsverksamhet utgör ett monopol får en elnätsägare inom dagens lagstiftning inte äga ett energilager. Detta för att inte ha möjlighet att påverka marknadspriset. En elnätsägare får således enbart bedriva handel med eller produktion av el för att täcka förluster inom det egna nätet och enligt EU:s elmarknadsdirektiv ställs krav på att elnätsföretagen ska utvärdera möjligheterna för nyttjande flexibilitetsresurser gentemot nätutbyggnad. Elnätsägaren kommer på så vis vara en viktig möjliggörare och nyttjare av flexibilitet genom tariffutformning som kan påverka elhandelsföretag och andra aktörer att utforma elnätsanpassade tjänster, men däremot inte vara de som utformar affären eller driver marknaden i framtiden [1].

¹⁸ (40)

För lokal- och regionnätsoperatörer innebär V2G en möjlighet till avhjälpning av flaskhalsar, som kan uppstå när efterfrågan på el är hög eller när förnybara energikällor kopplade till

elnätet producerar mer el än vad elnätet kan överföra. Den ökande andelen distribuerade förnybara energikällor gör att lokala elnät får större problem med just flaskhalsar, vilket i sin tur innebär att den förnybara energiproduktionen behöver begränsas. I områden där antalet elbilar förväntas öka finns risk för att flaskhalsar inträffar mer frekvent, vilket innebär att elnätet behöver förstärkas. Genom att sänka effekttopparna kan elnätsföretagen även frigöra kapacitet i nätet och få lägre kostnader för överliggande och angränsande nät. För elnätsägare innebär V2G således en möjlighet att reducera dessa eventuella investeringar [7].

Lokala flexibilitetsmarknader för region- och lokalnätsoperatörer är ännu inte fullt utvecklade, men är till viss del under uppbyggnad. Idag genomförs två pilotprojekt för lokala flexibilitetsmarknader i Sverige, Sthlmflex och Coordinet, där flexibilitetsleverantörer kan sälja dessa tjänster till elnätsoperatörer på en organiserad marknadsplats. Det råder fortfarande osäkerhet vad gäller de lokala flexibilitetsmarknadernas framtida storlek och värde, men dessa bör troligen underlätta för mindre aktörer att i framtiden kunna sälja flexibilitet till nätägaren, antingen direkt till marknaden eller via en aggregator.

⁵ I Parkerprojektet uppmättes den genomsnittliga aktiveringstiden till 5-6 sekunder med en aggregator ned till några få sekunder när laddaren och elbilen kontrollerades direkt.

⁶ Umeå ingår i elområde 2

5. TEKNISKA OCH REGULATORISKA HINDER

I dagsläget föreligger ett flertal tekniska och regulatoriska hinder för förverkligandet av potentialen för V2G. Vanliga exempel på hinder som lyfts i litteraturen och i tidigare pilotprojekt är brist på gemensamma standarder, tekniska begränsningar i befintliga fordonsmodeller, brist på utrullning av V2G-kompatibel infrastruktur, batteridegradering, komplexitet i att utnyttja dubbelriktad laddning som en flexibilitetskälla, brist på tillgång till data, brist på incitament och tydliga affärsmodeller samt dubbelbeskattning. Nedan följer en övergripande beskrivning över dessa hinder. I kapitel 8.1 presenteras en kartläggning av identifierade hinder och möjligheter i lokal kontext för Umeå.

Brist på gemensamma standarder och tekniska begränsningar av fordonsmodeller

Gemensamma och kompatibla standarder är avgörande för en framgångsrik integration av V2G, både i Sverige och internationellt [17]. Elfordon behöver kunna kommunicera med vilken laddningspunkt som helst utan begränsningar, vilket innebär att de således behöver ha ett gemensamt "språk" med laddpunkter. Idag är fallet det motsatta, med ett flertal proprietära protokoll och standarder. För utvecklingen av V2G är det vitalt att överföring av information av börvärde, batteristorlek, elfordonets ID, SoC (laddningstillstånd) och SoH (hälsotillstånd) stöds [19].

Idag är det enbart bilar som använder den japanska laddstandarden CHAdeMO som är kompatibla med V2G, vilket på den europeiska marknaden enbart är Nissan och Mitsubishi. Övriga bilar använder CCS och Typ 2, vilket är de europeiska laddstandarderna, vilka ännu ej har stöd för dubbelriktad laddning. För att dubbelriktad laddning ska fungera med dessa bilar behöver både bil och laddbox ha implementerat kommunikationsprotokollet ISO 15118, vilket styr kommunikation mellan dessa två enheter [4].

ISO 15118 är en internationell standard för kommunikationsgränssnittet mellan fordon och nät. Denna ska revideras till en ny version, ISO 15118–20, för att möjliggöra mer avancerade smarta laddningsscenarier, inklusive dubbelriktad laddning. Detta är en nyckelkomponent i standardiseringsekosystemet för elfordon som talar om hur laddstationer och elbilar synkroniseras och kommunicerar samt ger möjlighet till dynamisk styrning och dubbelriktade kraftflöden. Den möjliggör även så kallad "Plug and charge" med automatisk autentisering och debitering samtidigt som datasäkerhet ska garanteras. Kommunikation av SoC kommer att vara valfri men fordonet kommer att kunna kommunicera den energi som behövs för full laddning [17].

En del av V2G-funktionaliteten för CCS och Typ 2 är dock redan färdig och kommer att fortsätta implementeras stegvis. Renault har exempelvis redan genomfört V2G-projekt med Typ 2-kontakten, medan ett många andra biltillverkare förväntas vänta till lanseringen av årets modell innan funktionaliteten i ISO 15118 aktiveras [4]. Ett flertal ytterligare biltillverkare satsar på V2G, bland annat Polestar⁷, Volkswagen och Honda. Nissan är för närvarande den enda biltillverkaren som har ett fullständigt kunderbjudande för V2G som innefattar garantier.

Brist på V2G-kompatibel infrastruktur

Majoriteten av laddinfrastrukturen som idag rullas ut tillåter inte dubbelriktad laddning till följd av brist på standarder och högre hårdvarukostnad då tekniken för dubbelriktade laddare är mer komplex jämfört med en vanlig laddare. Litteraturen lyfter att det finns ett gap mellan planerad utrullning av infrastruktur och framtida eventuella behov av dubbelriktad laddning.

Dubbelriktad laddning ställer högre krav på teknikutveckling och högre kostnader för kommunikation, kontroll och koordineringssystem såväl som elektroniska komponenter [20]. De högre kostnaderna härstammar både från mjukvaran och hårdvaran för el och kraftkomponenter [21].

Batteridegradering

Forskning har visat på att smart laddning, där laddningen optimeras baserat på bland annat SoC och den procentuella andel av batteriets maxladdning som använts (Depth of Discharge, DoD), kan minska belastningen och därmed degraderingen av batteriet. En vanlig kritik mot dubbelriktad laddning är att det kan leda till högre batteridegradering i samband att antalet laddningscykler ökar. Ett batteri har ett visst antal laddningscykler inom dess livstid och genom att antalet cykler ökar när batteriet laddas ur kan livslängden förkortas, i synnerhet vid djupare laddningscykler. Ett batteris degraderingstakt beror på hur batteriet används och hur det utsätts för olika stressfaktorer såsom kapacitetsgenomströmning, temperatur och SoC samt storleken på i- och urladdningsström. Forskning visar dock på olika resultat vad gäller just V2G-inducerad batteridegradering där vissa studier visar på att batteripåverkan från V2G istället är försumbar. Det råder således ingen bred konsensus kring frågan. I grunden beror batteripåverkan på vilken typ av laddningsstrategi som används, där enklare algoritmer för styrning av laddningen kan ha negativ påverkan på batteriet medan smarta algoritmer, som läser av och enbart ger tillgång till batteriet då det inte påverkar dess hållbarhet, istället kan öka dess livslängd [22].

Komplexitet i att utnyttja dubbelriktad laddning som en flexibilitetskälla och brist på tillgång till data

För elnätsägare finns det en svårighet i att nyttja smart laddning och V2G som en flexibilitetskälla. Nyttjandet ställer krav på en djupare förståelse för laddningsbeteenden och framtagandet av realistiska pris- och incitamentsystem [23]. Detta ställer i sin tur krav på tillgång till batteridata från biltillverkare vad gäller SoC vid ankomst och total batterikapacitet. Idag är elnätssimuleringar ofta baserade på antaganden om laddningsbeteenden, effektuttag och potential för att flytta laddningssessionerna i tid, vilket kan leda till missvisande resultat [24]. I dagsläget ligger ägarskapet av laddnings- och batteridata främst hos biltillverkare och laddpunktsoperatörer (Charge point operators, CPOs). Detta innebär att det finns en svårighet för tredjepartsaktörer att få tillgång till data för styrning av laddningssessioner samt att bilägare har en begränsad kontroll över tillgång till sin data och laddningsalternativ. Med högre förståelse kring förväntad energiförbrukning per fordon kan smart och dubbelriktad laddning förbättras utan behov av att användaren tillhandahåller information om detta [25].

Brist på incitament och tydliga affärsmodeller

En barriär för V2G utgörs av otydliga affärsmodeller för CPOs och aggregatorer. Detta är en följd av omogna flexibilitetsmarknader på lokal- och regionnättnivå, där det inte finns en tydlig kompensationsmodell för tjänster till eldistributionssystemet. Det finns också brist på transparens mellan elnätsoperatörer och aggregatorer gällande kapacitetshantering och tillgänglighet samt oklarheter gällande prioritering mellan olika aktörer på energimarknaden. Detta tillsammans med eltariffbarriärer och brist på tillgång till data försvårar utformandet av affärsmodeller för oberoende aggregatorer och CPOs [26] [27].

⁷ Elbilstillverkaren Polestar har nyligen ingått i samarbete med elbilsladdningsföretaget Ctek och teknikföretaget Ferroamp kring V2G

Det saknas också incitament för biltillverkare att inkludera V2G-kompatibilitet då tekniken innebär högre kostnader. Även där finns en oro kring batteriets prestanda och livslängd [20]. Ytterligare en faktor är att fördelarna med nyttjandet av V2G främst tillfaller aggregatorer, tillhandahållare av laddtjänster för e- mobilitet (EMSPs)⁸, CPOs och konsumenter, medan inga direkta nyttor tilldelas biltillverkarna.

Ett annat hinder som lyfts i litteraturen är brist på dynamiska elpriser. Dynamiska elpriser möjliggör styrning och incitament genom prissignaler till konsumenter, vilket ställer krav på utrustning av smarta elmätare [28].

Elfordonsägare saknar idag incitament att intressera sig för V2G då elnätsavgifter sällan speglar nyttan med lastförflyttning. I Sverige och andra nordiska länder utgör skatter och elnätskostnaden en stor del av den totala eltariffen, vilket innebär att variationer i elspotpriset inte ger någon signifikant påverkan på totalpriset.

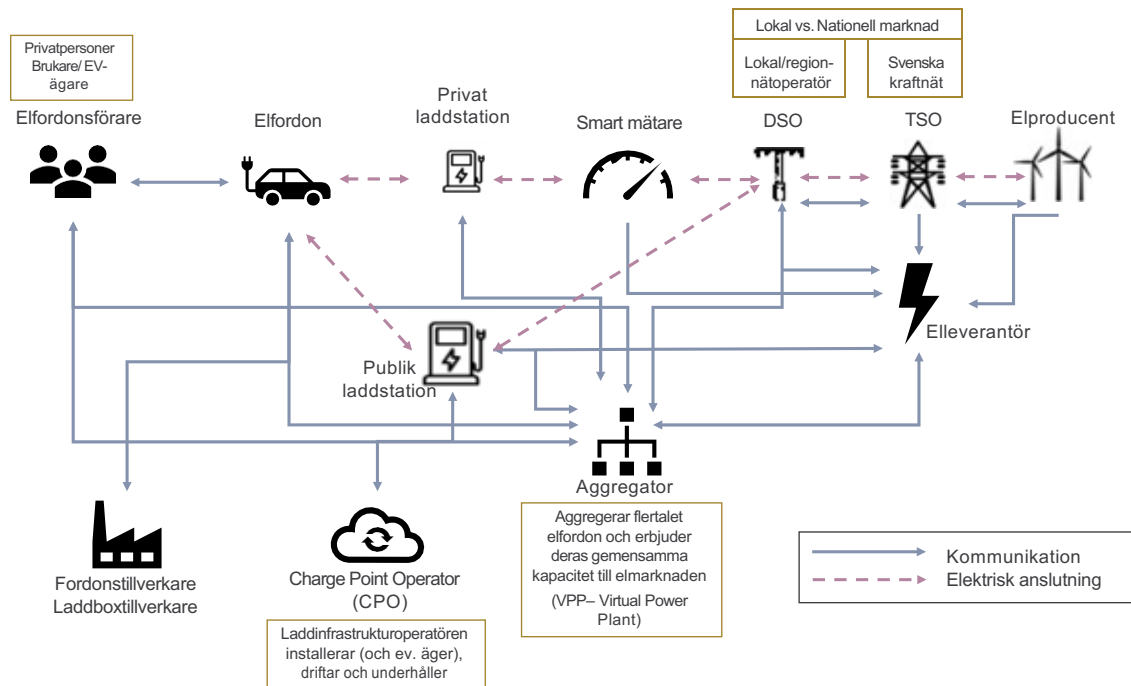
Dubbelbeskattning

Dubbelbeskattning utgör ett hinder för dubbelriktad laddning och stationära energilagring [29]. Inom EU:s Energy Taxation Directive beskattas elektricitet vid frigöring för konsumtion, men det definieras ej huruvida elen ”frigörs” för konsumtion om det överförs till ett energilagring. Detta innebär att det finns en risk för dubbelbeskattning av el som lagras och säljs tillbaka till nätet [30]. Det danska Parker-projektet pekade bland annat på att dubbelbeskattning utgör ett hinder för V2G i flertalet länder [31]. I EU:s elmarknadsdirektiv, identifieras behovet av att se till att ingen dubbelbeskattning sker för aktiva konsumenter med ett energilagring [32]. I Sverige infördes 2019 nya energiskatteregler för batterilagring av el som innebär att energiskatt på el ska kunna återbetalas för el som tagits ut från koncessionspliktigt nät och efter lagring återförs till koncessionspliktigt nät [33].

⁸ En aktör som tillhandahåller en tjänst som hjälper elfordonsägare att hitta laddstationer, att starta laddningssessioner och sköta betalningar.

6. ÖVERGRIPANDE SYSTEMKARTLÄGGNING FÖR V2G

I Figur 3 illustreras ekosystemet för V2G. Konceptet går ut på att bilen kommunicerar med laddaren som i sin tur kommunicerar med CPO, aggregatorn och nätägaren. I- och urladdningen optimeras baserat på elsystemets förutsättningar. Systemupplägget är beroende av huruvida tjänsten ska levereras till TSO:n (Svenska kraftnät) eller DSO:n (region-/lokaltät). Utöver rollerna som visas i figuren finns det fler aktörer som kan vara med i ett V2G-system, såsom laddboxtillverkare, eventuella markägare, EMSP (som kan vara samma aktör som CPO), samt nätverk och plattformar för roamingtjänster. Samma aktör kan ha flertalet roller i ett V2G-system utan att påverka systemets funktion [31].



Figur 3: Illustration av ekosystemet för V2G

Efordonens/privatpersonernas bidrag till systemet kan exempelvis utgöras av ett aggregerat antal privata fordon alternativt en privat fordonsflotta. Efordonen har en grundläggande roll i ett V2G-system, då dessa utgör själva hårdvaran. För att elfordonsägare ska intressera sig för V2G behöver tjänsten bidra med ekonomisk nytta, antingen i form av reducerad laddkostnad eller genom en erhållen intäkt för försäljning av el tillbaka till nätet. En viktig aspekt som behöver hanteras är försäkringsfrågan för nyttjande av elbilbatteriet samt garantin på elbilbatteriet.

Aggregatorn har ofta en kärnfunktion i att aggregera ett flertal elfordon för att sammanställa större volymer som sedan kan erbjudas till marknaden. En aggregator⁹ i ett V2G- eller flexibilitetssystem är ett energitjänsteföretag som har rollen som koordinator mellan elfordonen och elnätsoperatören med ansvar för att aggregera flexibiliteten och sälja eller auktionera den ut på organiserade marknadsplatser, på stamnätets nivå (TSO) eller lokal nivå (DSO) [1][7]. Aggregatorn förutspår körmönster och kundbeteenden samt väderförhållanden och planerar styrning av i- och urladdning. Utöver kommersiella aggregatorer kan även andra

marknadsaktörer ta rollen som aggregator, såsom elleverantörer, balansansvariga och leverantörer av laddtjänster för e-mobilitet [31].

Om aggregatorn inte är BRP behöver denna idag ett avtal med en sådan för att kunna tillhandahålla flexibilitetstjänster till Svenska kraftnät¹⁰.

En **elhandlare** eller elleverantör kan bidra till flexibilitetsresurstjänster genom smart laddning och V2G genom att utforma kontrakt som ökar incitamenten för kunderna att reagera på marknadens prissignaler. Energitjänsteföretag, såsom aggregatorer, och elhandelsföretag kan också bida till att tillhandahålla systemtjänster för att upprätthålla spänning och frekvens [7].

Aktören som sköter kundkontakten för kommunikation och fakturering vid laddning av elfordon brukar benämnas **EMSP**. En **CPO** är en aktör som står för driftövervakning och underhåll av laddstationer. Funktionen för att sköta laddstationerna kan ligga hos flera aktörer, såsom laddinfrastrukturoperatören, EMSPn, hos fordonstillverkarna eller laddboxtillverkarna [4][31].

Centralt för utvecklingen av V2G är en affärsmodell som innebär ekonomisk nytta för samtliga aktörer: elfordonsägarna, lokal- och regionnätoperatörerna (DSOs), transmissionsnätoperatören (TSO), CPOn och eventuella övriga aktörer, såsom aggregatorn. Det behöver finnas en lönsamhet för varje enskild aktör som motsvarar investeringarna och de erbjudna tjänsterna.

⁹ Elhandelsföretaget Tibber är ett exempel på en marknadsetablerad (ekonomisk) aggregator som i dagsläget förmedlar efterfrågeflexibilitet i form av sportprisoptimering för elbilar och smarta tjänster för uppvärmning av hushåll. Tibber samarbetar bland annat med den tekniska aggregatorn Ngenic, som erbjuder den tekniska plattformen för smart uppvärmning av hushåll.

¹⁰ I februari 2021 lämnade Energimarknadsinspektionen över sitt förslag till regeringen om hur EU:s elmarknadsdirektiv kan genomföras i ellagen. EU-regelverket innebär att medlemsländerna ska möjliggöra oberoende aggregering och syftar till att säkerställa att aggregatorer ska kunna delta på elmarknaden på ett effektivt och likvärdigt sätt som övriga marknadsaktörer. Kunderna ska kunna välja aggregator utan godkännande från sitt elföretag och aggregatorerna ska ej behöva ha medgivande från andra marknadsaktörer för att komma in på elmarknaden. I Energimarknadsinspektionens rapport föreslås ellagen anpassas för att möjliggöra att flera balansansvariga är kopplade till samma uttags- och inmatningspunkt samt att aggregatorn tar ekonomiskt ansvar för eventuellt orsakade obalanser [7].

7. NATIONELLA OCH INTERNATIONELLA INITIATIV

I Europa har ett flertal pilotprojekt inom V2G genomförts under de senaste åren. De länder som globalt sett ligger längst fram vad gäller pilotprojekt är Tyskland, Storbritannien, USA och Japan. Dessa har drivits som initiativ från olika aktörer såsom bilföretag, laddinfrastrukturföretag, energiproducenter, stamnätsoperatörer, energitjänsteföretag och fastighetsbolag. De flesta av projekten som har genomförts har tillfört tjänster på stamnätets nivå (TSO) medan tjänster på lokal nivå har varit underrepresenterade, vilket sannolikt är en följd av att de lokala marknaderna är mindre utvecklade [34].

Flertalet biltillverkare har medverkat i pilotprojekten, bland annat Renault, Nissan, Mitsubishi, BMW, Honda, Volkswagen, Kia, Hyundai och Toyota.

I resultaten från pilotprojekten identifieras unika tjänster med V2G gentemot smart laddning för vissa specifika scenarier. V2G lämpar sig särskilt väl för tillämpningar där lokaliseringen är viktig, för lokaliseringar med överskott av solelsproduktion, för marknader med höga toppriser eller tariffer och förtjänster applicerade under längre tidsperioder [34].

I Tabell 1 presenteras ett urval av pilotprojekt för V2G som genomförts under de senaste åren.

Tabell 1: Urval av nationella och internationella pilotprojekt för V2G [35] [34]

Projekt	Beskrivning av projekt	Involverade aktörer
Parker, Danmark (2016–2018)	<ul style="list-style-type: none">• Parkerprojektet var först ut globalt med att skapa en V2G-hub• 10 V2G-laddare och 10 elskåpbilar var uppkopplade ca. 100 h/vecka• Varje bil genererade ca. 20 000 kr/år för energin levererad ut på nätet• Projektet visade att V2G kan framgångsrikt stötta elnätet genom frekvensregleringstjänster samt att en hållbar affärsmodell är fundamentalt för storskalig implementering av V2G• Projektet visade att V2G är olika lönsamt i olika länder och att Sverige är ett av de länder med minst regulatoriska hinder för V2G• Största barriärer: batteridegradering, dubbelbeskattning, brist på gemensam marknad för aggregatorer, sociala barriärer	Frederiksberg Forsyning (elbolag) <i>Roll: Ägare av elfordonsflotta</i> Nissan <i>Roll: Biltillverkare</i> Enel (energibolag) <i>Roll: Laddstationer</i> Nuvve (amerikanskt aggregator-bolag för V2G) <i>Roll: CPO, EMSP, aggregator (teknisk och ekonomisk)</i>

<p>Örebrostäder (2018-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En bil (som brukas av Örebrostäders anställda) och två laddboxar vid två separata byggnader används för V2B/V2H. • Bilbatteriet på 45 kWh har visat sig kunna stå för en tredjedel av fastighetens el (ca. 10 kW) under 4 timmar. • Styrsystemet matar ut energi från elbilsbatteriet baserat på dess laddningstillstånd tillsammans med husets effektbehov och elpriset. • Bilbatteriet laddas aldrig ur till mindre än 40 % och har alltid fulladdat på morgonen när bilen kan behövas. • Örebrostäder går igenom prequalificeringsfasen hos Svenska Kraftnät för frekvensreglering och förhoppningen är att deras egna elbilar ska kunna vara med tillsammans med stationära batterier. • Nästa steg är att applicera tekniken i en bilpool för hyresgästerna. Detta genom en bokningsfunktion som gör att elbilsbatteriet kan utnyttjas till högre grad och ligga på en laddningsnivå på 20 till 80 %. 	<p>Örebrostäder (fastighetsägare)</p> <p>Laddboxar från Magnum Cap, styrsystem from Power 2 U (aggregator), en bil från Nissan.</p>
--	---	---

Projekt	Beskrivning av projekt	Involverade aktörer
<p>Kungsbacka-projektet (2018-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 5 V2G-laddare för kommunens elbilar bidrar med frekvensreglering av elnätet, kapar effektoppar i verksamheten och jämnar ut energianvändningen. • 5 V2G-laddare är sammankopplade med lokal solcellsanläggning på 56 kW. 	<p>Kungsbacka kommun (ägare av elfordonsflotta)</p> <p>Nissan (biltillverkare)</p> <p>Eon (CPO)</p>
<p>UK Bus2Grid, London (2018-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 28 bussar (dubbeldäckare) med möjlighet att bidra med kapacitet om 1 MW till nätet • Syftar till att undersöka kommersiella och sociala värden till energi- och transportsystemet genom att tillhandahålla tjänster för TSO, DSOs, bussoperatörer och transportmyndigheter. 	<p>SSE Enterprise (Elbolag)</p> <p>BYD (Busstillverkare)</p> <p>UK Power Networks</p> <p>University of Leeds</p>

8. LOKAL KONTEXT: PARKERINGSHUSET NANNA

Följande kapitel presenterar V2G i lokal kontext för Umeå och Parkeringshuset Nanna. Kapitlet omfattar en beskrivning av aktörerna som finns i Umeå idag och vilka roller dessa skulle kunna ta i ett V2G-system, baserat på den övergripande systemkartläggningen och insikter från genomförd enkätundersökning och workshops med relevanta aktörer. Som tillägg beskrivs framgångsfaktorer, möjligheter och hinder på teknisk och regulatorisk nivå i lokal kontext samt vilka för- och nackdelar systemet har för olika aktörer.

8.1. MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR V2G I UMEÅ

För att få en fördjupad förståelse för mekanismerna som styr samarbetet inom V2G system samt rollfördelningen och värdet med ett sådant samarbete, har enkäter skickats ut till relevanta aktörer och nyckelpersoner samt privatpersoner inom projektet. Som komplement har en workshop genomförts med relevanta aktörer med fördjupade diskussioner kring värden, hinder, systemutformning, ansvar och samarbete. Enkätunderlaget och workshopresultatet har använts för att komplettera och nyanseraaktörsanalysen.

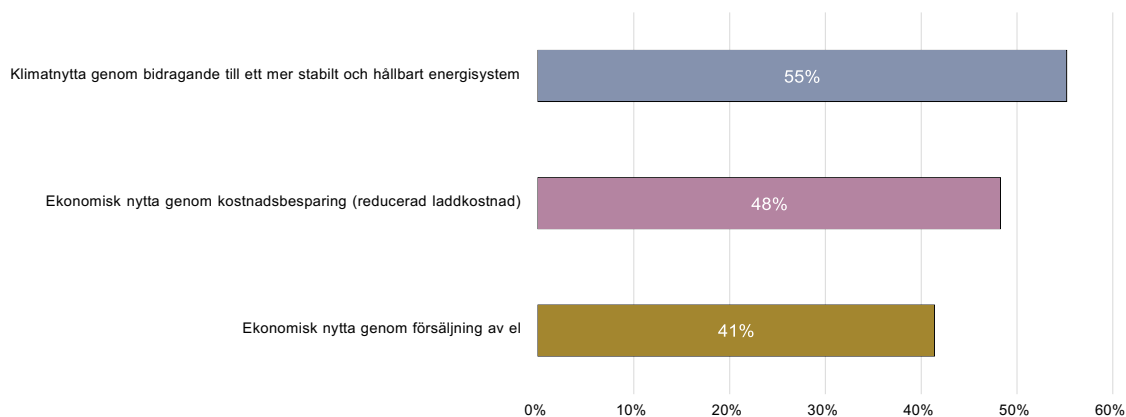
Enkätundersökningen har samlat in reflektioner och kunskap om olika aktörers syn på möjligheter och hinder med V2G samt privatpersoners villighet och perspektiv på att tillhandahålla det egna fordonet för elnätstjänster. Därtill fick respondenterna möjlighet att ge förslag på regulatoriska åtgärder för möjliggörandet av tekniken i stor skala. Av respondenterna inom de kommunala bolagen och näringslivet (8 respondenter) ansåg 75 % att V2G kan realiseras inom fem år, medan 25 % ansåg att det kan ske inom fem till tio år.

Av respondenterna (29) hade 66 % använt sig av laddinfrastruktur i parkeringshus under det senaste året och cirka 28 % (av 21 respondenter) uppgav att 50 % eller mer av deras laddningssessioner sker via publik laddning. Vidare uppgav 48 % (av 29 respondenter) att de skulle kunna tänka sig att ansluta sig till ett V2G-system och erbjuda sitt privata elfordon för stabilisering av elnätet och/eller som energilager. Enbart 10 % svarade nej på samma fråga, medan resterande andel (42 %) svarade att de kanske skulle vara villiga att ansluta sig. Detta pekar således både på ett utnyttjande av publik laddinfrastruktur samt potential för tillämpning av smart laddning och/eller V2G.

Identifierade hinder och möjligheter för privatpersoner samt för kommunala bolag och näringsliv presenteras i 8.1.1 respektive 8.1.2. Det fullständiga enkätresultatet återfinns i Appendix A: Enkätmanställning.

8.1.1. PRIVATA ELFORDONSÄGARE

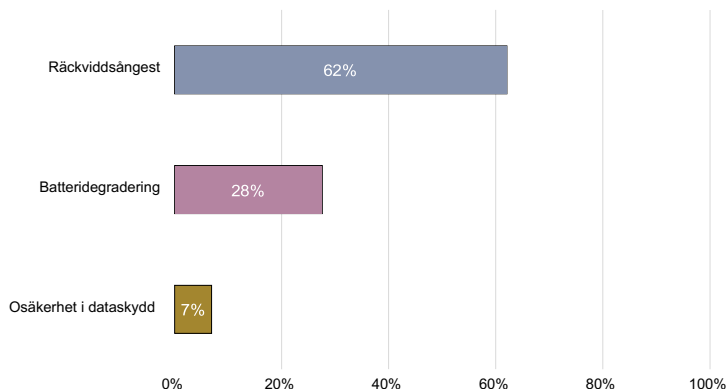
Resultatet från enkäten pekar på fördelar i form av klimatnytta som en viktig drivkraft för privatpersoner. Den ekonomiska nyttan genom kostnadsbesparing anses vidare vara av något högre betydelse än ekonomisk nytta genom försäljning av el. Övriga fördelar som lyftes var *”Bonus för laddning under höglast men till normal kostnad”*, *”Användning av batteribankar för försäljning av reglerstyrka”*. Se Figur 4.



* 29 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 4: Respondenternas identifierade incitament för att erbjuda sitt privata laddfordon till V2G på publik laddstation

Genomförd enkät pekar på att den mest betydande nackdelen för privata elfordonsägare är räckviddsångest¹¹ följt av oro för batteridegradering. En jämförelsevis mindre andel känner oro för dataskydd och integritet till följd av att en tredjepartsaktör ges tillgång till batteridata. Övriga nackdelar som lyftes var "Okända konsekvenser", "Teknik: batteriernas laddningsnivå kommuniceras inte över typ 2 kontakten", "Kompatibilitet för fordonet och "Skattemässiga nackdelar". Se Figur 5.



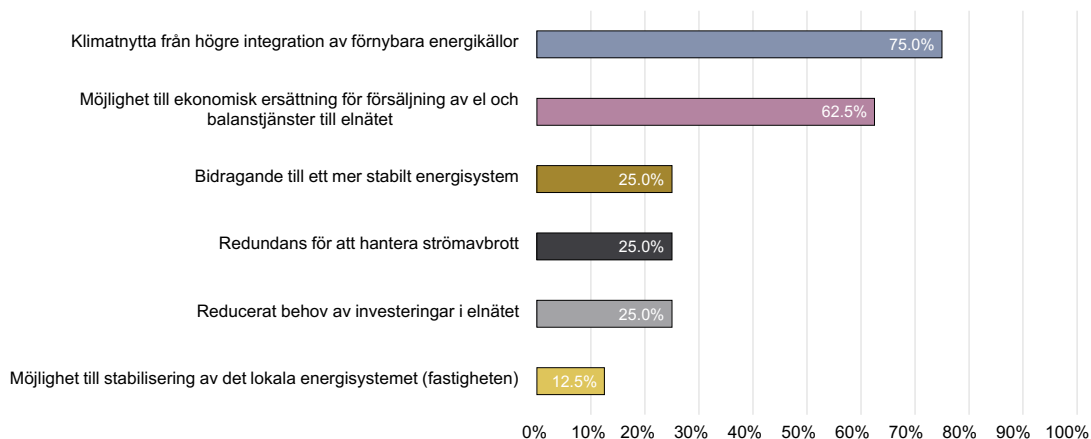
* 29 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 5: Respondenternas identifierade hinder med tillämpning av V2G med sitt privata laddfordon på publik laddstation, andel av totala antalet svar

8.1.2. KOMMUNALA BOLAG OCH NÄRINGSLIV

I Figur 6 illustreras respondenternas identifierade huvudsakliga nyttor med V2G tillämpat i fastigheter och parkeringshus i Umeå. Respondenterna fick välja upp till tre alternativ. Klimatnyttan identifierades som den mest betydande fördelen (75% av respondenterna) följt av möjligheten till ekonomisk ersättning (62,5 %).

¹¹ Räckviddsångest. Rädsla för att bilen inte ska vara tillräckligt laddad när den används

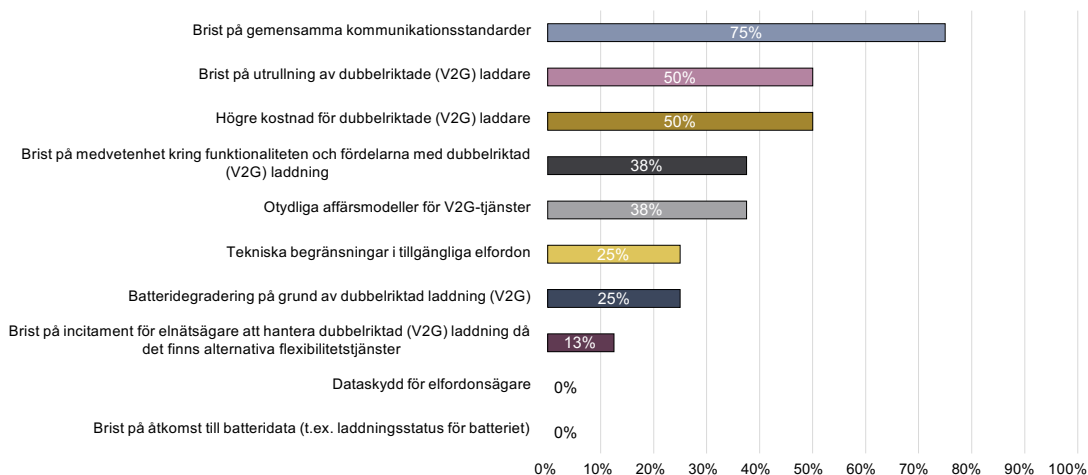


* 8 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 6: Respondenternas identifierade huvudsakliga nyttor för V2G tillämpat i fastigheter och parkeringshus i Umeå

I Figur 7 illustreras respondenternas svar på de huvudsakliga tekniska och regulatoriska hindren för kommunala bolag och näringsliv. Enkätresultatet pekar på att "brist på gemensamma kommunikationsstandarder" är det huvudsakliga hindret för aktörerna (för 75 % av respondenterna), följt av brist på utrullning av dubbelriktade laddare (50 %) och högre kostnad för desamma (50 %). Även brist på medvetenhet kring funktionalitet och fördelar med V2G (38 %) och otydliga affärsmodeller (38 %) lyftes som betydande hinder. Enbart 8 % av svaren lyfte batteridegradering och tekniska begränsningar i tillgängliga fordon som barriärer, medan brist på åtkomst till batteridata och dataskydd för elfordonsägare inte ansågs som betydande hinder.

I Figur 7 illustreras respondenternas identifierade huvudsakliga tekniska och regulatoriska hinder för en tillämpning av dubbelriktad (V2G) laddning i fastigheter och parkeringshus i Umeå. Respondenterna fick välja upp till sex alternativ.



* 8 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 7: Respondenternas identifierade huvudsakliga tekniska och regulatoriska hinder för en tillämpning av V2G i fastigheter och parkeringshus i Umeå

8.1.3. ROLLFÖRDELNING OCH VÄRDET AV V2G

Resultatet från workshopen visar på att de olika aktörer ser V2G-system som en möjlig systemutveckling för att nå de globala och lokala hållbarhetsmålen om ett klimatneutralt Umeå till 2030. Potential som lyftes var bland annat möjligheter till energioptimering, elektrifiering av den lokala bilflottan samt optimering av befintlig och ny infrastruktur genom V2G. Därtill även potential till utveckling av nya affärer och marknader.

Tabell 2: Resultat från workshop och enkät om värden och roller i ett V2G system.

Aktör	Värde	Roll
Umeå kommun	Att nå Umeå kommuns målsättningar såsom Klimatneutral stad 2030. Upphandling av bilflotta med V2G som möjliggör energioptimering i kommunala fastigheter. Snabba på utvecklingen av elektrifiering av bilflottan. Möjlighet att erbjuda V2G till besökande till kommunens fastigheter.	Möjliggörare för utveckling av ny kunskap genom bl.a. testbäddar. Koordinator för innovationsprojekt. Kunskapsspridare av kunskap och information om ny teknik och utveckling.
Umeå Energi	Snabbare till hållbarhetsmålen. På lång sikt både en ekonomisk nytta och minskad klimatbelastning. Optimering av befintlig och ny infrastruktur samt eventuellt lokal ö-drift vid avbrott Enklare kraftinköpsplanering och mindre risker vid volatil elmarknad.	Kraftleverantör Möjliggörare genom styrsignaler från elnätet
Upab	Möjliggör utbyggnad efter framtida behov. Potential för nya affärer och nya kassaflöden.	Markägare/fastighetsägare som tillhandahåller den fysiska platsen
ABB	Viktigt för oss som teknikleverantör att förstå marknadens krav och behov. Att kunna integrera fler energitillgångar ger bättre förutsättningar för styrning och optimeringen.	Möjliggörare hos princip alla systemaktörer/ roller. Laddboxleverantör Teknisk aggregator ¹²
Bilhandlare	Försäljning av personbilar är verksamhetens intäktskälla.	Marknadsaktör tillhandahåller att utbudet av elfordon på den lokala marknaden.
Privatpersoner	Klimatnytta genom bidragande till ett mer stabilt och hållbart energisystem, ekonomisk nytta genom kostnadsbesparing (reducerad laddkostnad) och ekonomisk nytta genom försäljning av el. Frisvar: "Kanske att jag kan få en bonus som gör att jag kan ladda under höglast men till normal kostnad"; "Kanske vi slipper använda och nöta upp våra statligt byggda vattenkraftverk till att sälja reglerstyrka (köra verken på tomgång för att elnätet (HZ) skall ligga stabilt. Då kan man stänga av dom och batteribankerna göra jobbet."	Tillhandahållare av elbilsbatteri

¹² ABB kan erbjuda den tekniska plattformen för aggregering mot marknaden

8.1.4. FÖR- OCH NACKDELAR SAMT HINDER OCH FRAMGÅNGSFAKTORER

Aktörerna ser ett flertal fördelar med ett system för V2G i Umeå där just potential med delning av energi lyfts som betydelsefull. Potential såsom etablering av V2G vid arbetsplatser där bilarna ofta står parkerade under längre tidsperioder identifierades som en möjlighet för både delning av energi mellan privatpersoner och arbetsplats och ett bättre energiutnyttjande från bilägarna gentemot Svenska Kraftnät.

Då marknaden för V2G-systemen ännu är underutvecklad saknas det idag tydliga roller och affärsmodeller. En fråga som många betonade som viktig var, vem tar risken i form av investering och implementering. Aktörerna lyfte bland annat bristande incitament som en av de stora nackdelar då det saknas tydliga affärsmodeller för systemet. I tillägg saknade man även en lokalpolitisk vilja och styrning för att möjliggöra etableringen och utbyggnaden. Idag finns ingen handlingsplan eller strategi för utbyggnad av laddinfrastruktur i Umeå. Det finns dock en vilja från politiken att utveckla mer inom detta område¹³.

Tabell 3: Summering av workshop avseende fördelar och nackdelar med V2G system

Fördelar	Nackdelar
Möjlighet att implementera V2G vid stora arbetsplatser, såsom vid sjukhusområdet, där många bilar ofta står parkerade under förutbestämda tider.	Vem tar investeringsrisken vid implementering och utbyggnad av ett V2G-system?
V2G möjliggör bättre energiutnyttjande från bilägare till SVK.	Huvudsyftet är att minska effekttoppar, bilen ska ladda morgon och kväll. Hur går det ihop med hur konsumenter använder bilen?
Positiva synergier mellan utvecklingen av ett V2G-system för smart laddning på nivå 2 och 3.	Otydliga roller och ansvar
Största vinsterna tillfaller fastighetsägare och nätägare.	Incitament saknas
	Investeringsviljan saknas
	Betalningsviljan saknas

¹³ Inspel från Umeå kommun och Umeå Energi

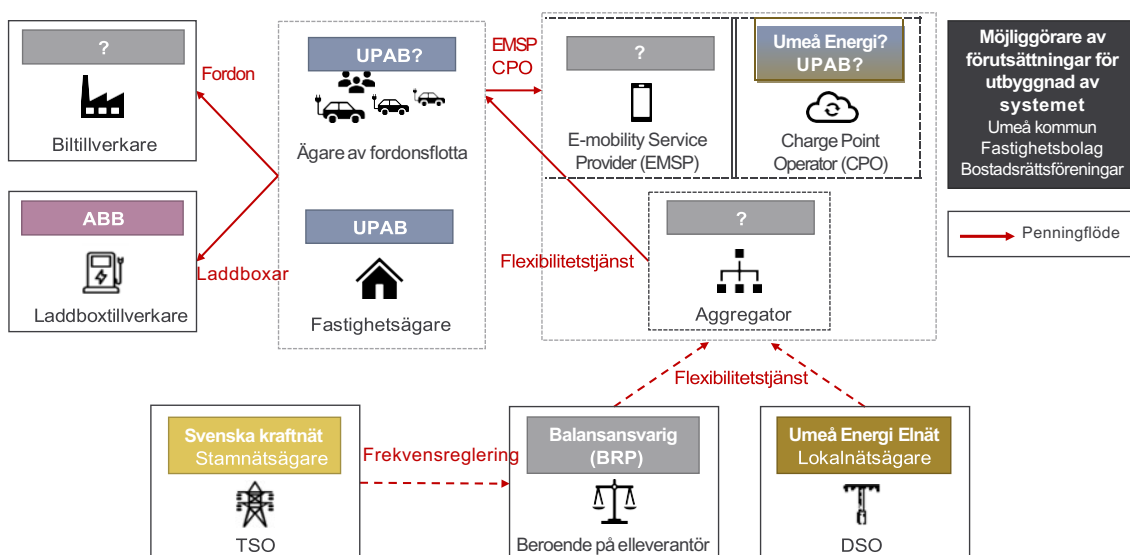
8.2. EXEMPEL PÅ SYSTEMUTFORMNING FÖR PARKERINGSHUSET NANNA

I detta kapitel presenteras ett möjligt system och möjlig aktörskarta för V2G i parkeringshuset Nanna baserat på tidigare forskning och projektets aktörskartläggning. Detta är ett exempel på ett möjligt upplägg och ytterligare intern förankring och diskussion kring olika roller och ansvar behöver således vidare förtydligas och redas ut. Systemet beror också på vilken tjänst systemet ska användas för och huruvida denna ska erbjudas gentemot lokal- och regionnät eller Svenska kraftnät.

I Figur 8 illustreras ett exempel på ett V2G-system för parkeringshuset Nanna. Ett par roller är markerade med frågetecken då ägandeskapet för dessa roller vidare behöver redas ut. Ett alternativ för demonstrationssystemet är att applicera V2G på en fordonsflotta inom Umeå kommun eller Upabs ägo, vilket är vad som ges exempel på i figuren. För att möjliggöra systemet behövs V2G-kompatibla fordon och en biltillverkare kan därför behöva inkluderas i aktörskartan. Därtill behöver rollerna för aggregatorn samt vilken aktör som ska agera laddinfrastrukturoperatör och EMSP definieras. Det kan även vara av värde att ha dialog med regionnätägaren, Vattenfall, för informations- och kunskapsutbyte. Vattenfall har erfarenhet av lokala flexibilitetsmarknader genom sin medverkan i pilotprojektet Sthlmflex.

Flera roller kan besittas av samma aktör, vilket kan förenkla systemet betydligt. Detta visades bland annat i Parker-projektet, beskrivet i kapitel 7, där aktören Nuvve hade både rollen som aggregator, CPO och EMSP. Nuvve kommunicerade då med ägaren av fordonsflottan (Frederiksberg forsyning), laddinfrastrukturen (från Enel) och NEAS (balansansvarig, BRP).

V2G behöver appliceras på ett flertal fordon för att uppnå tillräcklig kapacitet där volymen är beroende av vilken marknad tjänsten ska erbjudas till. Även systemutformningen beror på vilken typ av tjänst som ska erbjudas (till lokalnätsägaren eller till Svenska Kraftnät via balansansvarig).



Röda pilar illustrerar ekonomiska flöden. De streckade röda pilarna visar två alternativa nivåer för tjänsteerbjudandet.

Figur 8: Exempel på systemutformning och rollfördelning för V2G i parkeringshuset Nanna

9. SLUTSATSER OCH NÄSTA STEG

Ett V2G-system kan bidra med flertalet nyttor för involverade aktörer. Dessa skiljer sig åt beroende på vilket rollinnehav olika de olika aktörer antar, vilket enkätresultatet tydligt pekade på.

Möjligheter

Klimatnyttan identifierades inom enkäten som en av de största drivkrafterna och fördelarna med V2G, både för privatpersoner, de kommunala bolagen och näringslivet. Den ekonomiska nyttan för privatpersoner genom kostnadsbesparing anses vidare vara av något högre betydelse än ekonomisk nytta genom försäljning av el. De kommunala bolagen och näringslivet lyfte möjligheter i form av nya affärer och framtida marknadspotential som starka drivkrafter. Även fördelar som reduktion av elnätsinvesteringar och redundans för hantering av strömavbrott lyftes som betydande.

Hinder

Den största nackdelen med V2G enligt privata elfordonsägare är räckviddsångest och oro för batteridegradering. För att överkomma dessa hinder behöver nyttorna med att erbjuda fordonet för V2G tydligt kommuniceras i tjänsteerbjudandet. Detta både genom kunskapsspridning vad det gäller klimatnytta och hur tjänsten praktiskt går till för att tydligt visa på hur fordonsägarens räckvidd säkras och hur eventuell batteridegradering ersätts i form av ekonomisk nytta, exempelvis genom kostnadsbesparing genom billigare laddning.

För näringsliv och kommunala bolag är bristen på gemensamma kommunikationsstandarder det huvudsakliga hindret, följt av brist på utrullning av dubbelriktade laddare och högre kostnad för desamma. Även brist på medvetenhet kring funktionalitet och fördelar med V2G samt otydliga affärsmodeller lyftes som betydande hinder. Detta pekar på ett behov av utveckling av affärsmodeller och kunderbjudanden, där olika aktörer har olika rådighet.

Kommunikationsstandarderna är under utveckling av standardutvecklare och teknikleverantörer och biltillverkare är ansvariga för dess implementering. För att möjliggöra V2G i stor skala behövs en tydlig politisk inriktning vad gäller kompatibel laddinfrastruktur och för att lyfta medvetenheten kring fördelarna och potentialen med V2G behövs kunskapsspridning, till alla aktörer på marknaden. Affärsmodeller är centrala för en implementering av V2G i Umeå och dessa behöver testas och utvärderas ytterligare för att få till ett system som är lämpat för det lokala sammanhanget. Då Sverige ännu enbart har haft ett fåtal pilotprojekt inom V2G finns det ett kunskapsgap kring systemets potential och implementeringsmöjligheter i den svenska kontexten.

Nästa steg

Sweco har identifierat två huvudsakliga områden som behöver komma till stånd för att möjliggöra implementering av V2G i Parkeringshuset Nanna: politiska incitament och utveckling av affärsmodeller med tydliga roller och ansvar.

Politiska incitament/förutsättningar

För att möjliggöra en implementering av V2G behövs förutsättningar och lokala incitament för att aktörerna ska kunna utveckla och testa ett sådant system. En politisk riktning är av betydelse för att skapa incitament för samverkan och i förlängningen en implementering av ett V2G-system. Kommunen har en viktig roll i form av att lyfta dessa frågor och sätta målsättningar för

utbyggnaden av laddinfrastruktur i Umeå. För att tekniken ska kunna utvecklas behövs en testbädd där tekniska aspekter och affärsmässiga förutsättningar utreds och bedöms. Detta ställer i sin tur krav på att göra tekniken attraktiv för systemets olika aktörer, vilket föranleds av en utpekad politisk inriktning vad gäller laddinfrastruktur och delning av energi.

Utveckling av affärsmodeller inklusive samarbeten, ansvarsfördelning och tjänsteutveckling

Då marknaden för V2G ännu inte är fullt utvecklad behöver affärsmodeller och systemupplägg testas och utvärderas. Vilken typ av elnätstjänst som ska tillhandahållas av ett V2G-system i Nanna parkeringshus och vid ytterligare uppskalning behöver vidare utvärderas genom dialog mellan projektets intressenter. Vilken tjänst som V2G-systemet kan bidra med är i sin tur en fråga om skala samt genererad ekonomisk nytta för systemets aktörer. Därtill behöver rollfördelningen utvärderas internt i respektive organisation där aktörerna behöver avgöra vilken roll de önskar ha i ett mindre demonstrationssystem samt i ett större system vid eventuell uppskalning.

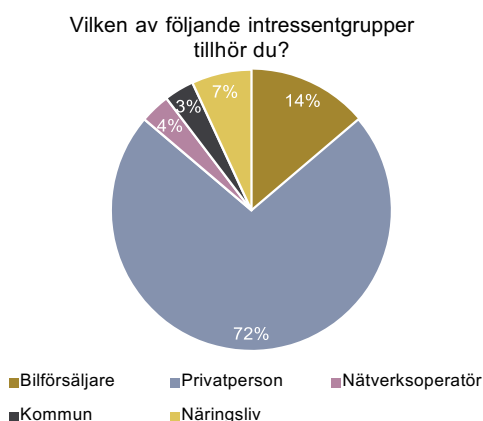
Systembilden för ett V2G-system i Nanna Parkeringshus är idag ännu ej fullständig. Elnätssidan (Umeå Energi Elnät) har möjlighet att bidra styrsignaler och behöver således inkluderas i diskussioner och i utvecklingen av testbädden. Därtill behöver ägaren av den V2G-kompatibla elfordonsflottan som ska användas i testbädden identifieras. Fordonsägaren skulle exempelvis kunna vara Umeå kommun eller Upab genom att de tillhandahåller en del av sin egen fordonsflotta. Den skulle även kunna vara ett företag med verksamhet i centrala Umeå som utnyttjar Nanna Parkeringshus.

För att skapa incitament och utveckla en affärsmodell för möjliggörande av vidare uppskalning av V2G i Umeå kan tekniken praktiskt undersökas i en testbädd. Detta förutsätter tydlig ansvarsfördelning kring vem som har det övergripande ansvaret att se till att utvecklingen av V2G i Umeå realiserar samt fortsattsamarbete och dialog mellan projektets aktörer.

APPENDIX A: ENKÄTSAMMANSTÄLLNING

BAKGRUNDSFRÅGOR

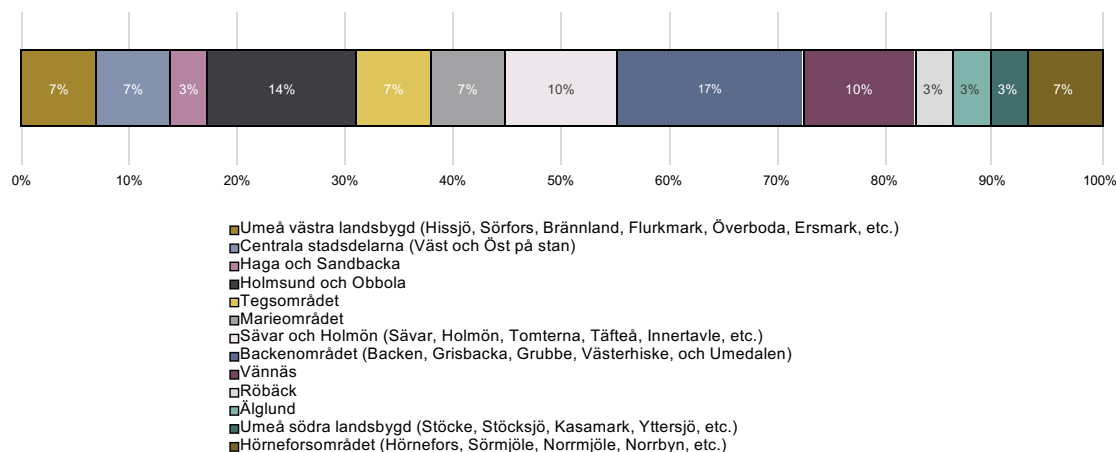
Totalt 29 respondenter genomförde enkäten som var uppdelad i två avsnitt, ett för samtliga intressentgrupper utöver privatpersoner och ett för privatpersoner. Respondenter tillhörande intressentgrupperna "bilförsäljare", "näringsliv", "nätverksoperatör" och "kommun" (samtliga aktörsgrupper utöver privatpersoner) fick möjlighet att svara på frågor både i egenskap av organisationstillhörighet och som privatperson. Dessa utgjorde 28 % av det totala antalet respondenter, medan privatpersoner utgjorde 72 %. Av respondenterna var 86 % bofasta i Umeå.



* 29 respondenter

Figur 9: Fördelning mellan intressentgrupper

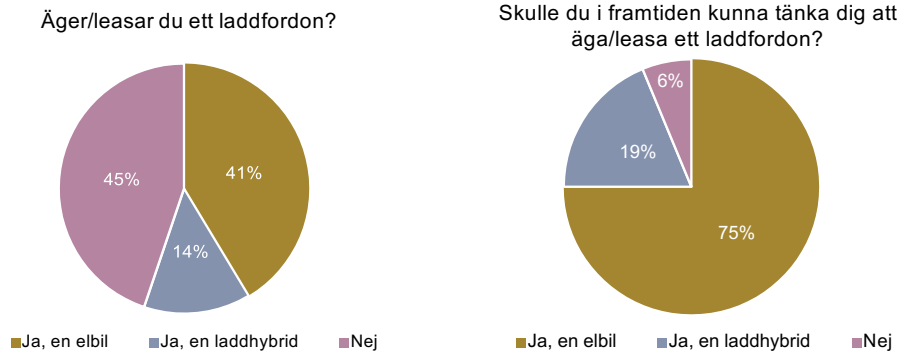
Fördelningen mellan respondenternas bosättning illustreras i Figur 10.



* 29 respondenter

Figur 10: Fördelning av var respondenterna är bosatta

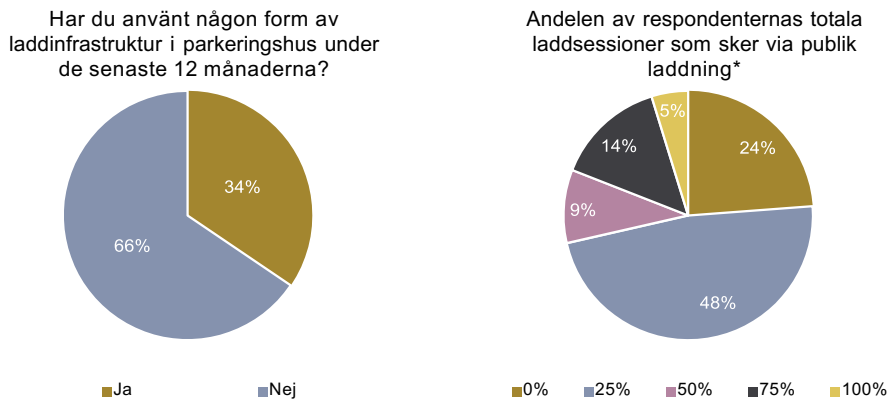
Av respondenterna svarade 45 % att de i dagsläget ej äger eller leasar ett laddfordon, medan 55 % svarade att de äger antingen en elbil eller en laddhybrid. Av respondenterna som ej ägde ett laddfordon svarade 85 % att de i framtiden skulle kunna tänka sig att äga eller leasa ett sådant. Ingen av de 29 respondenterna uppgav att de var anslutna till en bilpool.



* 29 respondenter

Figur 11: Respondenternas svar på nuvarande och framtida ägandeskap av laddfordon

Av respondenterna (29) hade 66% använt sig av laddinfrastruktur i parkeringshus under det senaste året. Av de som ägde eller leasade ett laddfordon hade 64% nyttjade laddinfrastruktur i parkeringshus. Cirka 28% av 21 respondenter uppgav att 50% eller mer av deras laddningssessioner sker via publik laddning.

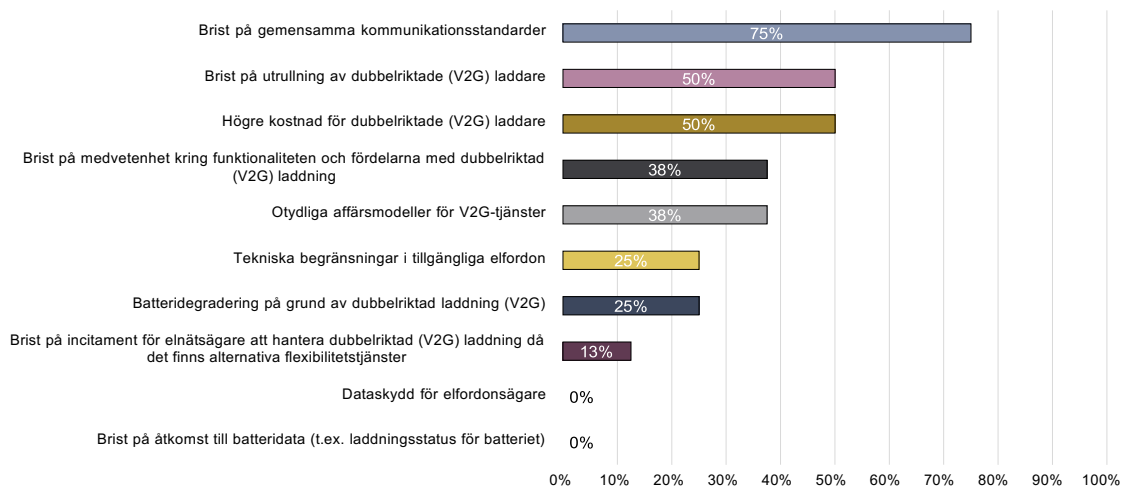


* Publik laddning: på gator, i parkeringshus, längs motorvägar och på företagsparkeringar. 29 respektive 21 respondenter.

Figur 12: Andelen respondenter som under det senaste året har använt laddinfrastruktur i parkeringshus samt andelen laddningssessioner som sker via publik laddning för respondenterna med laddfordon

FRÅGOR TILL KOMMUNALA BOLAG OCH NÄRINGSLIV

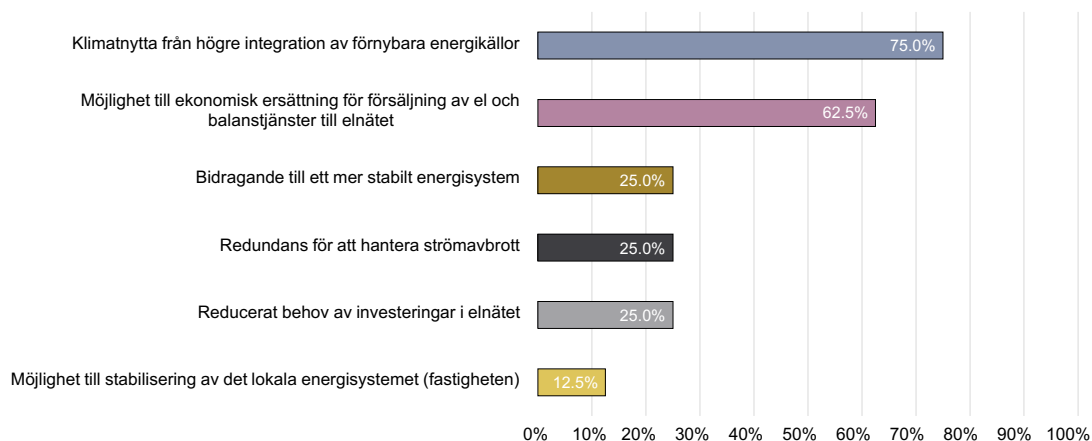
I Figur 13 illustreras respondenternas identifierade huvudsakliga tekniska och regulatoriska hinder för en tillämpning av dubbelriktad (V2G) laddning i fastigheter och parkeringshus i Umeå. Respondenterna fick välja upp till sex alternativ.



* 8 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 13: Respondenternas identifierade huvudsakliga tekniska och regulatoriska hinder för en tillämpning av V2G i fastigheter och parkeringshus i Umeå

I Figur 14 illustreras respondenternas identifierade huvudsakliga nyttor med V2G tillämpat i fastigheter och parkeringshus i Umeå. Respondenterna fick välja upp till tre alternativ.



* 8 respondenter, procentuell andel av antal svar

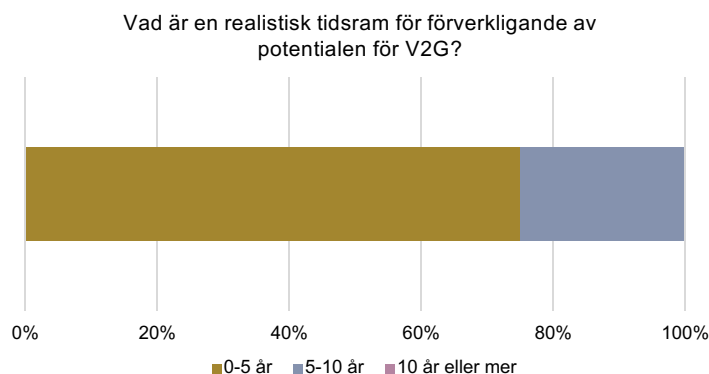
Figur 14: Respondenternas identifierade huvudsakliga nyttor för V2G tillämpat i fastigheter och parkeringshus i Umeå

I Tabell 4 presenteras ett urval av frisvaren från enkäten.

Tabell 4: Frisvar från enkäten

Utöver de listade hindren och nyttorna ovan, ser du några ytterligare hinder eller nyttor som bör inkluderas i vår studie?	Vilka regulatoriska åtgärder behövs för att möjliggöra smart och dubbelriktad (V2G) laddning?	Vilka samarbeten behövs för att realisera V2G i fastigheter och parkeringshus i Umeå? Hur kan rollfördelningen mellan aktörer se ut i framtiden?
Det gäller att få fabriköerna att inse nyttan med detta system för att det ska komma ut på marknaden in högre omfattning. För slutanvändaren tror jag att den största nyttan man ser är att nyttja funktionen i egen fastighet eller stuga vid strömavbrott eller för att balansera ett rörligt elpris.	Skattelättnader tror jag är vägen att gå. Alt en högre bonus vid köp om bilen är utrustad med V2G funktion.	Umeå Energi äger ansvaret och arbetar nära övriga partners.
De ekonomiska incitamenten att genomföra investeringarna.	Ta bort dubbelbeskattningen	Det måste finnas en enkel tillämpning och en lönsamhet. Den första delen kräver en applikation med kommunikation till såväl elmarknad, fordonets data samt nyttjaren av fordonet. Den tjänsteaktören kan vara energibolaget men leverantören är nog ett it-företag.
Tydlighet i strategin för kommunen för privatkund. Samkörning av system och laddbarhet för alla typer av elbilar då jag uppfattat att alla verkar med olika parametrar.	Statliga incitament för utbyggnad av hela infrastrukturen	Statlig tydlighet och att kommunen fattar ett beslut som går i linje med det så alla jobbar likriktat för att få till ett samarbete lokalt . Skapa incitament för samarbeten lokalt. Mediaexponering
	Avlägsnande av dubbelbeskattning.	

Av respondenterna anser 75 % att V2G kan realiseras inom fem år, medan 25 % anser att det kan ske inom fem till tio år. Se Figur 15.

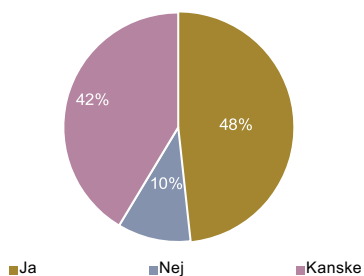


* 8 respondenter

Figur 15: Respondenternas åsikt angående tidsramen för V2G

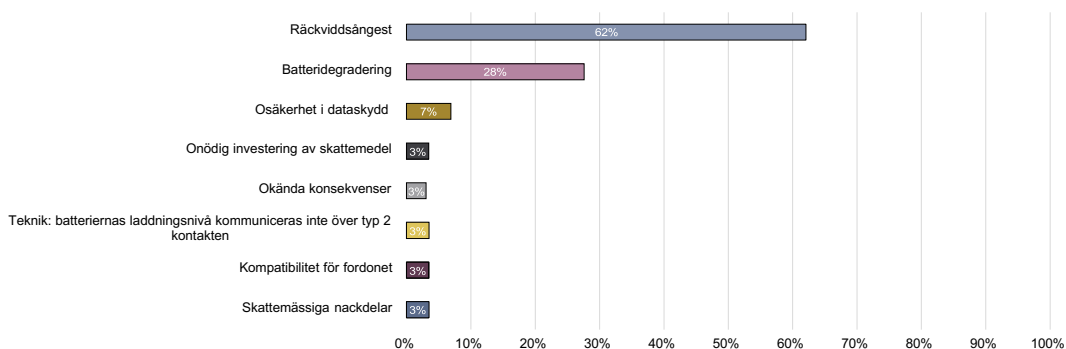
FRÅGOR TILL PRIVATPERSONER

Skulle du kunna tänka dig att ansluta dig till en ett V2G-system och erbjuda ditt privata elfordon för stabilisering av elnätet och/eller energilager, nu eller i framtiden?



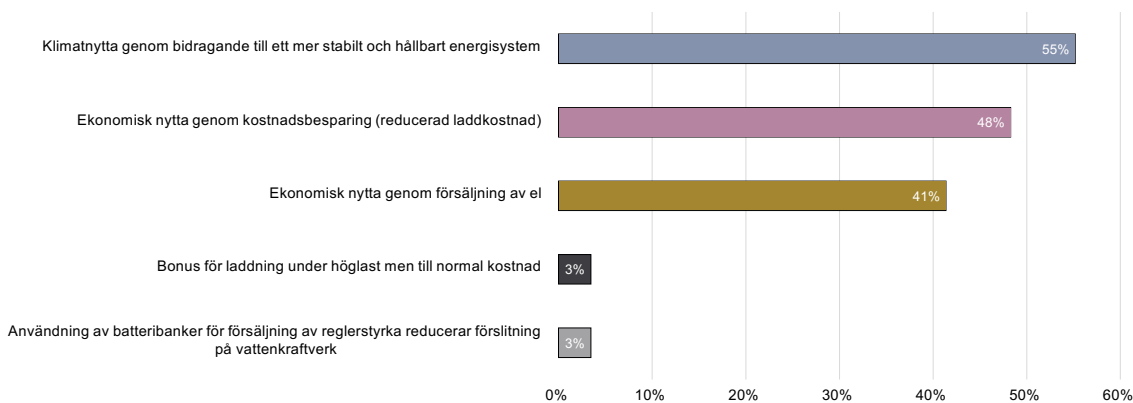
* 29 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 16: Respondenternas svar på huruvida de kan tänka sig att erbjuda sitt laddfordon för stabilisering av elnätet och/eller energilager



* 29 respondenter, procentuell andel av antal svar

Figur 17: Respondenternas identifierade hinder med tillämpning av V2G med sitt privata laddfordon på publik laddstation



* 29 respondenter, procentuell andel av antal svar (29)

Figur 18: Respondenternas identifierade incitament för att erbjuda sitt privata laddfordon till V2G på publik laddstation

REFERENSER

- [1] Energimarknadsinspektionen, "Digitalisering för efterfrågeflexibilitet", 2021.
- [2] Energimarknadsinspektionen, "Kapacitetsutmaningen i elnäten", 2020.
- [3] Power Circle, "Lokal energilagring eller traditionella nätförstärkningar?", 2020.
- [4] Power Circle, "Vad är V2G - Vehicle to Grid ?", 2020.
- [5] Power Circle, "Vad är smart laddning?", 2021.
- [6] Volvo, "Volvo Cars ska vara helt elektriskt senast 2030", 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/pressreleases/277409/volvo-cars-ska-vara-helt-elektriskt-senast-2030>. [Åtkomstdatum: 22-apr-2021].
- [7] Energimarknadsinspektionen, "Kundens bidrag till efterfrågeflexibilitet", 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.ei.se/bransch/flexibilitet-i-energisystemen/kundens-bidrag-till-efterfrageflexibilitet#h-Införandeavoberoendeaggregatorerisvensklagstiftning>. [Åtkomstdatum: 20-maj-2021].
- [8] IVA, "Så klarar det svenska energisystemet klimatmålen", 2019.
- [9] Regeringen, "Regeringens proposition 2019/20:65 En samlad politik för klimatet – klimatpolitisk handlingsplan", nr december, s. 1–197, 2020.
- [10] Regeringen, "Elektrifieringsstrategin", 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transportsektorn-elektrifieras/el-4/>. [Åtkomstdatum: 25-maj-2021].
- [11] Länsstyrelsen Västerbotten, "Drivmedelsstrategi och handlingsplan för Västerbottens län", 2020.
- [12] Umeå kommun, "Renare luft i Umeå - Åtgärdsprogram", 2015.
- [13] Umeå kommun, "Översiktsplan Umeå kommun - Fördjupning för Umeå", 2018.
- [14] Power Circle, "Stödtjänster från nya tekniker", 2019.
- [15] Svenska kraftnät, "Vad innebär uppdelningen av balansansvarsrollen?", 2021. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/information-om-stodtjanster/fragor-och-svar-om-stodtjanster/allmanna-fragor/-vad-innebar-uppdelningen-av-balansansvarsrollen/>. [Åtkomstdatum: 26-maj-2021].
- [16] Svenska Kraftnät, "Översiktlig Kravbild För Stödtjänster", *Sven. Kraftnät*, s. 1, 2020.
- [17] Svenska kraftnät, "Flexibilitet - hur funkar det?" [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/allmanna-nyheter/2019/flexibilitet--hur-funkar-det/>. [Åtkomstdatum: 26-maj-2021].
- [18] Svenska Kraftnät, "Pilotstudie: Minsta budstorlek på 1 MW för mFRR", 2020. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/elmarknad-allmant/2020/pilotstudie-minsta-budstorlek-pa-1-mw-for-mfrr/>. [Åtkomstdatum: 30-maj-2021].
- [19] P. B. Andersen *m.fl.*, "Parker Project Final Report", 2019.
- [20] B. K. Sovacool, L. Noel, J. Axsen, och W. Kempton, "The neglected social dimensions to a vehicle- to-grid (V2G) transition: A critical and systematic review", *Environ. Res. Lett.*, vol. 13, nr 1, 2018.

- [21] K. M. Tan, V. K. Ramachandaramurthy, och J. Y. Yong, "Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques", *Renew. Sustain.*

Energy Rev., vol. 53, s. 720–732, 2016.

- [22] K. Uddin, M. Dubarry, och M. B. Glick, "The viability of vehicle-to-grid operations from a battery technology and policy perspective", *Energy Policy*, vol. 113, s. 342–347, 2018.
- [23] N. Sadeghianpourhamami, N. Refa, M. Strobbe, och C. Develder, "Quantitative analysis of electric vehicle flexibility: A data-driven approach", *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 95, s. 451–462, 2018.
- [24] N. Daina, A. Sivakumar, och J. W. Polak, "Electric vehicle charging choices : Modelling and implications for smart charging services", *Transp. Res. Part C*, vol. 81, s. 36–56, 2017.
- [25] M. Zweistra, S. Janssen, och F. Geerts, "Large scale smart charging of electric vehicles in practice", *Energies*, vol. 13, nr 2, 2020.
- [26] L. Noel, G. Zarazua de Rubens, J. Kester, och B. K. Sovacool, "Navigating expert skepticism and consumer distrust: Rethinking the barriers to vehicle-to-grid (V2G) in the Nordic region", *Transp. Policy*, vol. 76, nr January, s. 67–77, 2019.
- [27] J. Hildermeier, C. Kolokathis, J. Rosenow, M. Hogan, C. Wiese, och A. Jahn, "Smart EV Charging : A Global Review of Promising Practices", *World Electr. Veh. J.*, s. 1–13, 2019.
- [28] Joint Research Center, *Distribution System Operators Observatory 2018*. 2019.
- [29] European Commission *m.fl.*, *Study on energy storage-Contribution to the security of the electricity supply in Europe*, nr March. 2020.
- [30] N. Muller och D. Helmer, "Regulatory barriers for Smart Charging of EVs and second life use of EVbatteries", 2019.
- [31] P. B. Andersen *m.fl.*, "The Parker Project – Appendices", 2017.
- [32] SmartEn, "The implementation of the electricity market design to drive demand-side flexibility", s. 1–30, 2020.
- [33] Regeringens proposition 2017/18:294, "Vissa kontrollfrågor och andra frågor på punktskatteområdet", 2018.
- [34] EVConsult, "V2G - A Global Roadtrip - Around the World in 50 Projects", s. 1–38, 2018.
- [35] Ny teknik, "Så kan elbilar stå för halva effektbehovet", 2020.