

Publik rapport

Förberedelseprojekt för system- demonstrator av nätanslutna fordon vid Campus Skellefteå



Författare: Tobias Vahlne,
samt resterande delansvariga

Datum: 20240531
Projekt inom FFI Accelerera

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English	4
3 Bakgrund	5
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	6
5 Mål	7
6 Resultat och måluppfyllelse	7
6.1 Resultat V2X energisystemmodell	8
6.2 Resultat V2X mobilitetsystemmodell	11
6.3 Resultat Analys potential	16
6.4 Framtida systemdemonstrator	19
7 Spridning och publicering	21
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	21
7.2 Publikationer	21
8 Slutsatser och fortsatt forskning	21
8.1 Slutsatser	21
8.2 Framtida forskning i en systemdemonstrator	22
9 Deltagande parter och kontaktpersoner	23

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Syftet med förstudien var att utreda förutsättningarna för en större systemdemonstrator av V2X (Vehicle-to-Everything) lösningar vid Campus Skellefteå. Studien innefattade bland annat att göra enkla modeller över en elbilsflotta på Campus Skellefteå för att studera flottans påverkan på lokala elsystemet och mobilitetssystemet samt att kartlägga relevanta aktörer i samhällets elektrifiering av mobilitetssektorn. Detta för att förstå befintliga marknadsmodeller för elfordon med V2X-funktioner, inklusive ekonomiska incitament som kan göra det mer lönsamt för både företag och privatpersoner att äga en V2X-bil.

Vi insåg ganska tidigt att vi behövde köpa in ytterligare konsulttjänster och flyttade därför resurser ifrån vår interna projektledning till extern konsulttjänst.

Forskningsfrågor och Metod

Forskningsfrågorna inkluderade hur fordonen kopplas till energiförsörjningen och vilka tekniska aspekter som behöver beaktas. En enkel modell utvecklades för att analysera hur en mindre elbilsflotta påverkar det lokala elsystemet.

Kartläggningen av relevanta aktörer och marknadsmodeller genomfördes.

Mål

Under projekttiden arbetade projektgruppen för att ta fram en aktörsanalys och enkel modell som förbereder för fullskalig systemdemonstrator av V2X-lösningar vid Campus Skellefteå genom att:

1. Kartlägga och intressera potentiella samarbetspartners och andra viktiga aktörer.
2. Skapa en modell över en elbilsflottans påverkan på det lokala elsystemet och potentialen för att leverera flexibilitets-, system- och energidelningstjänster.
3. Skapa en modell över elbilsflottans påverkan på det lokala mobilitetssystemet och möjligheten till uppskalning genom mobilitetshubbar.
4. Kartlägga och intervjuar intressenter inom V2X-lösningar, studera marknadsmodeller och öka samarbetet kring V2X-lösningar i norra Sverige via kompetenscentrat ACE.
5. Bidra till FFI:s vision där Sverige leder den globala omställningen till hållbara vägtransporter genom att stärka testmiljön i kallt klimat.
6. Förbereda för utveckling av kompetens, infrastruktur, policy, regelverk och affärsmodeller inom vägtransportssystemet.

Resultat och Måluppfyllelse

Förstudien visade att beteendestudier och anpassning av V2X-lösningar i arktiskt klimat saknas. En fullskalig systemdemonstrator vid Skellefteå Campus skulle kunna göra ett betydande bidrag till internationell forskning. Verktyg, samarbetsplattformar och projektgruppen har utvecklats för en framgångsrik systemdemonstrator. Målen för varje arbetspaket uppnåddes, inklusive:

- En färdigställd energisystemmodell.

- En färdigställd mobilitetsrapport.
- En färdigställd intressentanalys.
- En sammanställd slutrapport kring analysresultaten.
- En strategisk spridningsplan.
- En samarbetsplattform för en större systemdemonstrator.

Analys av Modellresultat

Modellen visade att elbilarnas batterier ofta har mer energi än vad som behövs för den dagliga användningen, vilket gynnar V2G (Vehicle-to-Grid). Bilar som kan laddas hemma har mindre behov av att ladda på campus och kan bättre leverera nättjänster. Även i det värsta scenariot kunde nästan 89% av flottan stödja elnätet genom V2G. Dock påpekades att batterihälsan bör beaktas, och att bilarna oftast bara är parkerade på Campus i några timmar, vilket begränsar möjligheterna till laddning och urladdning.

Framtida Projekt och Forskning

För framtida forskning och systemdemonstratorer föreslås:

- Utökning av modellen geografiskt för att inkludera relevanta platser som mobilitetshubbar och flygplatser.
- Förfining av antaganden om fordonsflottans sammansättning och egenskaper.
- Inkludering av snabbbladdning och förfinat laddbeteende för att beakta batterihälsa och elprisskillnader.
- Analys av effekterna vid laddinfrastruktur.
- Utvärdering av affärsmodeller för att göra V2G ekonomiskt lönsamt.

Slutsatser och Utmaningar

Det finns flera frågor och utmaningar att ta itu med för att använda bilflottan som en utjämnare i elsystemet. Bland annat måste risker som brand, okontrollerad inmatning och påverkan på bilgarantier hanteras. Det är viktigt att skapa tydliga incitament för bilägare att använda sina batterier för V2G. En fullskalig systemdemonstrator planeras för att fortsätta undersöka dessa frågor och hitta gemensamma lösningar med olika branschaktörer.

2 Executive summary in English

Summary of the Feasibility Study on Electrification of the Mobility Sector

The feasibility study aimed to prepare for a larger system demonstrator by mapping relevant actors and examining market models for electric vehicles (EVs) with V2X (Vehicle-to-Everything) functionality, including economic incentives for owning V2X vehicles.

Research and Method

A simple model analyzed the impact of a small fleet of EVs on the local power grid. Industry experts were interviewed, and these interviews will be expanded for a full-scale demonstrator.

Objectives

ACE aimed to:

1. Coordinate partners and lead a feasibility study.
2. Model the impact of a fleet of 10 EVs on the local power grid and mobility system.
3. Map and interview stakeholders in V2X solutions.
4. Increase collaboration around V2X in northern Sweden and the arctic region.
5. Contribute to FFI's vision for sustainable road transport.
6. Prepare for further development in competence, infrastructure, policies, and business models.

Results

The study found a lack of behavioral studies and adaptation of V2X solutions for arctic climates. Tools, a collaboration platform, and a broader project group have been developed. Goals were achieved, including energy system modeling, a mobility report, stakeholder analysis, a final report, and a dissemination plan.

Analysis and Future Research

EV batteries often have more energy than needed for daily use, benefiting V2G. Future research will expand the model, refine assumptions, include fast charging, and analyze the impact of charging infrastructure failures.

Conclusions

Challenges remain, such as fire hazards and warranty impacts. Clear incentives for vehicle owners to use their batteries for V2G are crucial. A full-scale system demonstrator will explore these issues and seek collaborative solutions.

3 Bakgrund

Sverige har fastställt ambitiösa mål för att ta tåten i den globala omställningen till hållbara vägtransporter. Trots detta riskerar landsbygden ofta att hamna i skuggan när det gäller den teknologiska utvecklingen. Många arbetspendlare på landsbygden kommer även framgent vara beroende av bilar. Men om elbilens batteri kan användas för att förse olika typer av elsystemtjänster under tiden de står parkerade så kan landsbygden behålla sin fordonsflotta samtidigt som samhällsvinsten kan bli betydande inom både transport- och energisektorn.

Genom att utveckla infrastrukturen för både mobilitets- och elsystemet finns stora möjligheter att bibehålla goda transporter på landsbygden, förbättrad trafikmiljö i staden och ett robustare & flexiblere elsystem. Behovet av en satsning på nätanslutna elfordon – så kallad vehicle-to-grid (V2G) eller vehicle-to-

anything (V2X) – har framkommit i tidigare studier och genom diskussioner med olika parter via centumbildningen Arctic Center of Energy (ACE), en centumbildning som grundats av Northvolt, RISE, Luleå Tekniska Universitet (LTU), Skellefteå Kraft och Skellefteå kommun för att accelerera samhällets elektrifiering.

I ACE mobilitets-satsning har diskussioner förts med Swedish Proving Ground Association (SPGA), Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), LTU, med flera som med sin kompetens inom transport, mobilitet och elektrifiering, hänvisat till pågående tester rörande V2X inom sina respektive organisationer och nätverk och behovet av en ökad samordning kring V2X och behovet av att testa V2X i verklig miljö med flera olika elfordon som samspelar med varandra och med olika system på olika sätt. Vid dessa möten och diskussioner blev det tydligt att ett gemensamt arbete med framtida tester är önskvärt och skulle förbättra och påskynda utvecklingen, därför har ACE med parter genomfört denna förstudie för att tydligare se sambanden, behoven, utmaningarna och möjligheterna till vidare arbete.

En fördel som vi tog med i denna förstudie är att Skellefteå kommun planerar mobilitetshubbar i utkanten av staden för att minska trafik i staden. Till den utvecklingen hör också att förbättra kollektivtrafik och övriga transporter. Den typen av mobilitetshubbar, framtida parkeringar och uppsamlingar av morgondagens elfordonsflotta har stor potential att förse elnätet med energitjänster, men riskerar också skapa störningar på lokalnät om man inte redan tidigt kan planera för och utveckla fungerande V2X lösningar.

Förstudien har gett goda resultat där vi kan konstatera att det finns stora behov av kompetens- och kunskapsutveckling inom eMobilitet hos regionala och nationella företag, lokala, regionala och nationella organisationer och i civilsamhället. Efterfrågan på samarbete mellan akademi och näringsliv inom området eMobilitet har ökat markant och som ett resultat av projektet ser vi många möjligheter och stora behov av att testa V2X i större sammanhang och har redan tre olika intressanta prospekt och nya partners som vill utveckla ett genomförandeprojekt tillsammans med befintlig projektgrupp.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med förstudien var att förbereda en större systemdemonstrator genom att: Göra en kartläggning av relevanta aktörer i samhällets elektrifiering av mobilitetssektorn; Studera och kartlägga befintliga marknadsmodeller för elfordon med V2X-funktion, inklusive ekonomiska incitament som gör det mer lönsamt att äga V2X-bil, för företag och privatpersoner; Genomföra mindre forskningsinsatser inom V2X energi- och mobilitetssystemmodeller för att förbereda en större demonstrator.

Forskningsfrågor som beaktats: Hur kopplar fordonen till energiförsörjning, vilka tekniska aspekter behöver tas hänsyn till.

Metod: En enkel modell har tagits fram för hur en mindre elbilsflotta påverkar det lokala elsystemet. Kartläggning av relevanta aktörer och kartläggning av befintliga marknadsmodeller har genomförts genom flertalet intervjuer med personer som är kopplade till branschen på olika sätt på eCarExpo och vid Energiföretagens olika event,

till exempel Energi 2024. Vid en fullskalig systemdemonstrator kommer dessa intervjuer att fördjupas och utvidgas.

5 Mål

ACE har under projekttiden arbetat för att förbereda en fullskalig systemdemonstrator av V2X-lösningar vid Campus Skellefteå för att påskynda omställningen till fossilfria, säkra, jämlika och effektiva vägtransporter genom att:

1. Samordna parter och projektleda en förstudie av systemdemonstrator vid Campus Skellefteå.
2. Göra en enkel modell över en elbilsflotta med 10 elbilars påverkan på det lokala elsystemet vid Campus Skellefteå och **potential att leverera flexibilitets-system- och energidelningstjänster.**
3. Göra en enkel modell över en elbilsflotta med 10 elbilars påverkan på det lokala mobilitetssystem runt Campus Skellefteå och **möjlighet till uppskalning genom mobilitetshubbar i Skellefteå, som inkluderar studie och simulering av kundbeteenden i kombination av tekniska aspekter som påverkar potential för elbilar att förse med V2X tjänster.**
4. Kartlägga och intervjua intressenter i V2X lösningar, studera marknadsmodeller för elfordon och öka samarbetet kring V2X lösningar i norra Sverige via kompetenscentrat ACE.
5. Bidra till FFI:s vision där Sverige leder den globala omställningen till hållbara vägtransporter - genom att stärka den existerande testmiljön i kallt klimat - där Sverige redan i dag är världsledande.
6. Förbereda för att i nästa steg utveckla kompetens, infrastruktur, policy, regelverk och affärsmodeller inom vägtransportssystemet.

6 Resultat och måluppfyllelse

Enligt vår kartläggning saknas beteendestudier och anpassning av V2X-lösningar i arktiskt klimat. Genom en fullskalig systemdemonstrator vid Skellefteå Campus, och andra tänkbara platser, skulle ett intressant och betydande bidrag till den internationella forskningen kunna göras. I denna förstudie har vi utvecklat verktyg, samarbetsplattformen och breddat projektgruppen för att kunna genomföra en framgångsrik systemdemonstrator.

Vi har i den genomförda förstudien nått målen för varje arbetspaket, och har således:

- Färdigställd energisystemmodell
- Färdigställt mobilitetsrapport
- Färdigställt en intressentanalys
- Sammanställt en slutrapport kring analysresultaten
- Utvecklat en för förstudien målinriktad och strategisk spridningsplan
- Utvecklat en samarbetsplattform för en större systemdemonstrator

6.1 Resultat V2X energisystemmodell

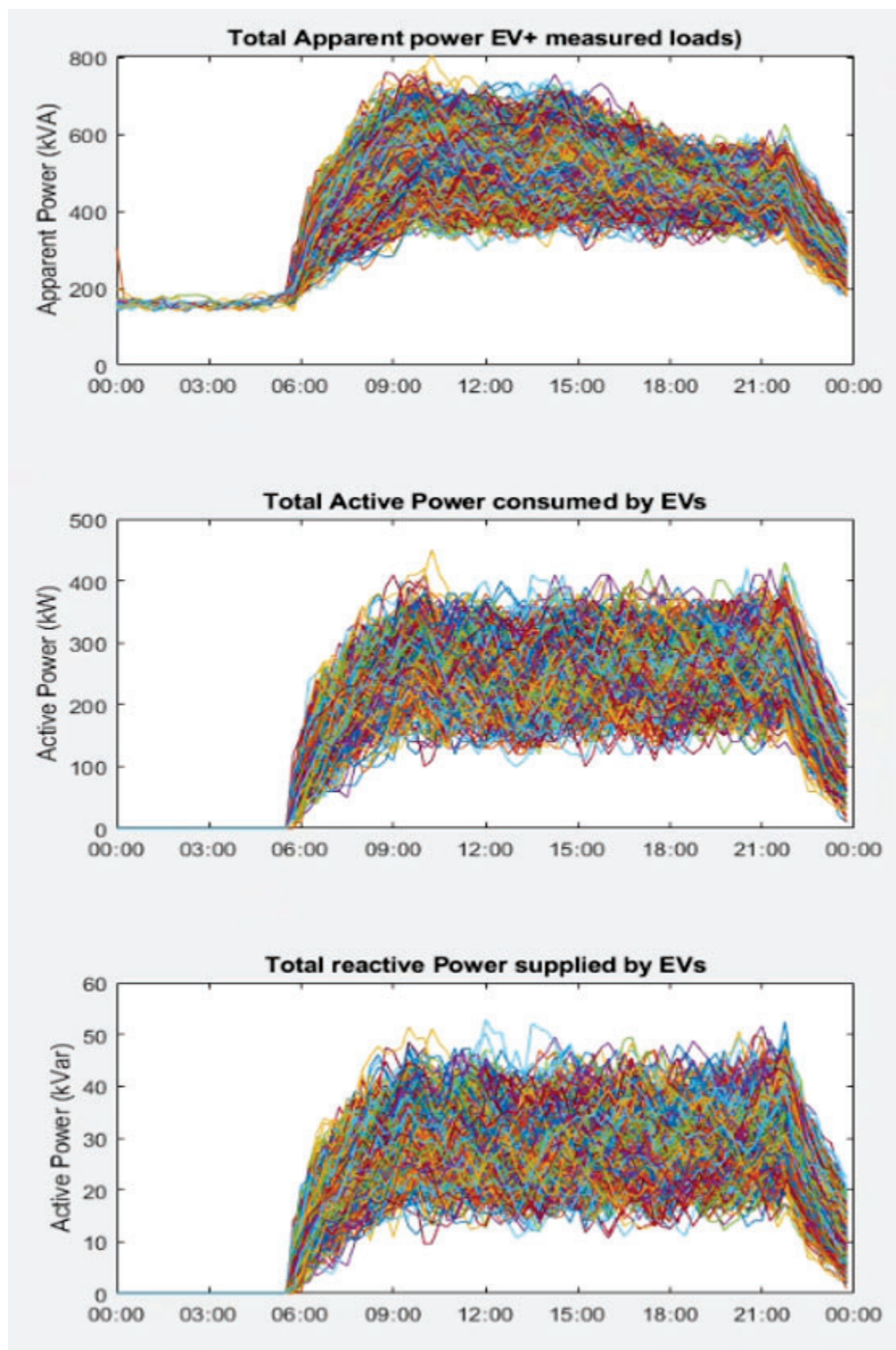
Resultat Elkraft V2X

Befintligt elnät över Campus Skellefteå har använts för att studera om det finns utrymme för att ladda elbilar alternativt för att mata in effekt via en V2G lösning. Campusområdet matas idag från tre olika distributionstransformatorer och de två som förväntas mata en eventuell bilparkering har studerats. Befintlig last har modellerats utifrån uppmätta tidsserier erhållna genom projektet Digital stadsomvandling och utgår således från faktisk förbrukning. För att modellera fordonsladdningen antogs följande:

- 10 kW laddning,
- trefasanslutning,
- inmatning av reaktiv effekt slumpmässigt varierande mellan 400 Var och 2 kVAr,
- laddperioden varierades mellan 4 timmar/2 timmar/1 timme/30 minuter
- bilarna finns på Campus mellan 06:00 och 22:00.

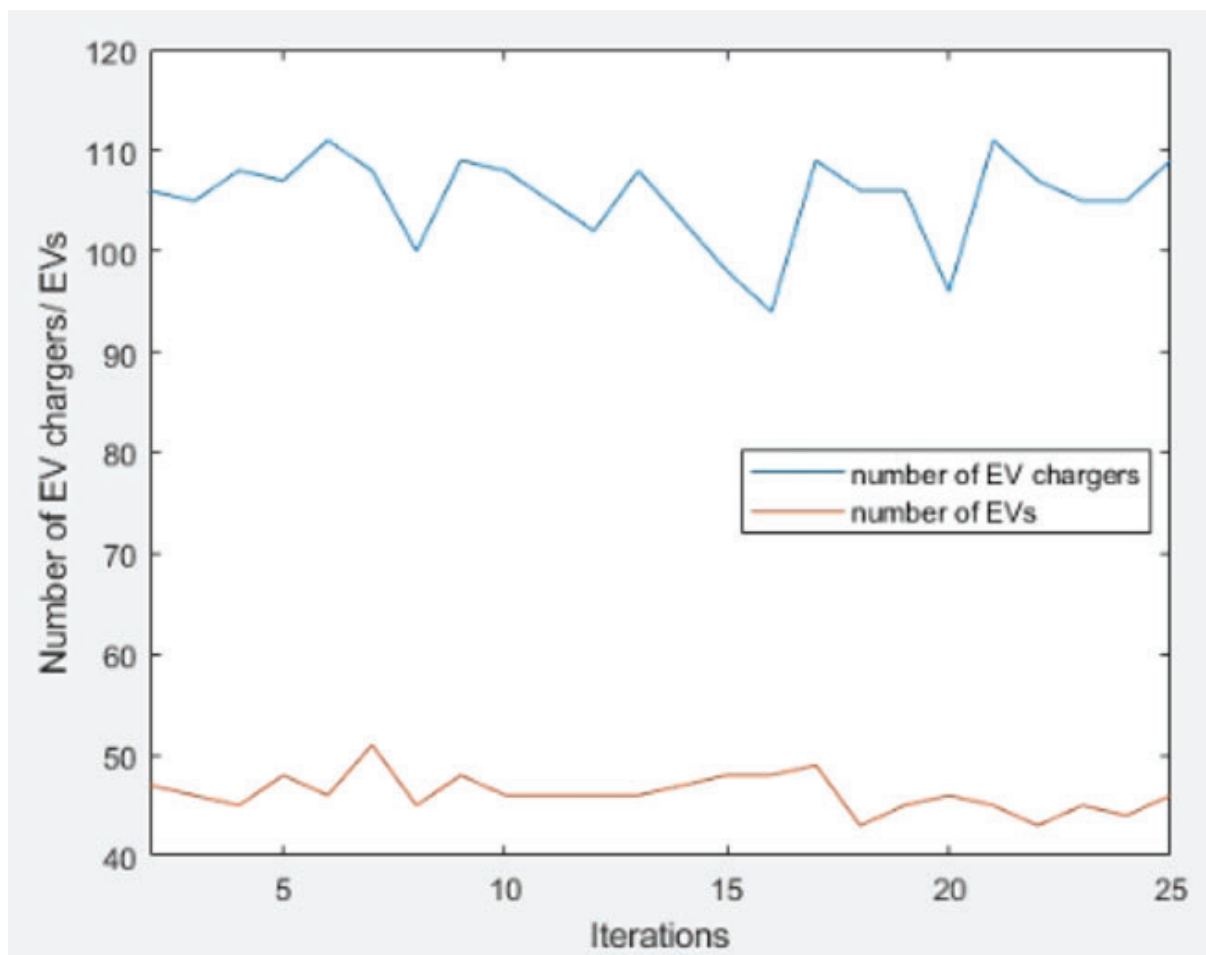
För att minimera osäkerheterna så användes en stokastisk modell där en slumpvis dag och en slumpvis fordonsladdning adderades för att hitta belastningen av transformatorn, detta itererades med ökande antal fordon tills märkeffekten av transformatorn nåddes. Det minsta antal laddare som behövs är acceptansgränsen i detta fall.

Resultatet från dessa iterationer visas i Figur 1



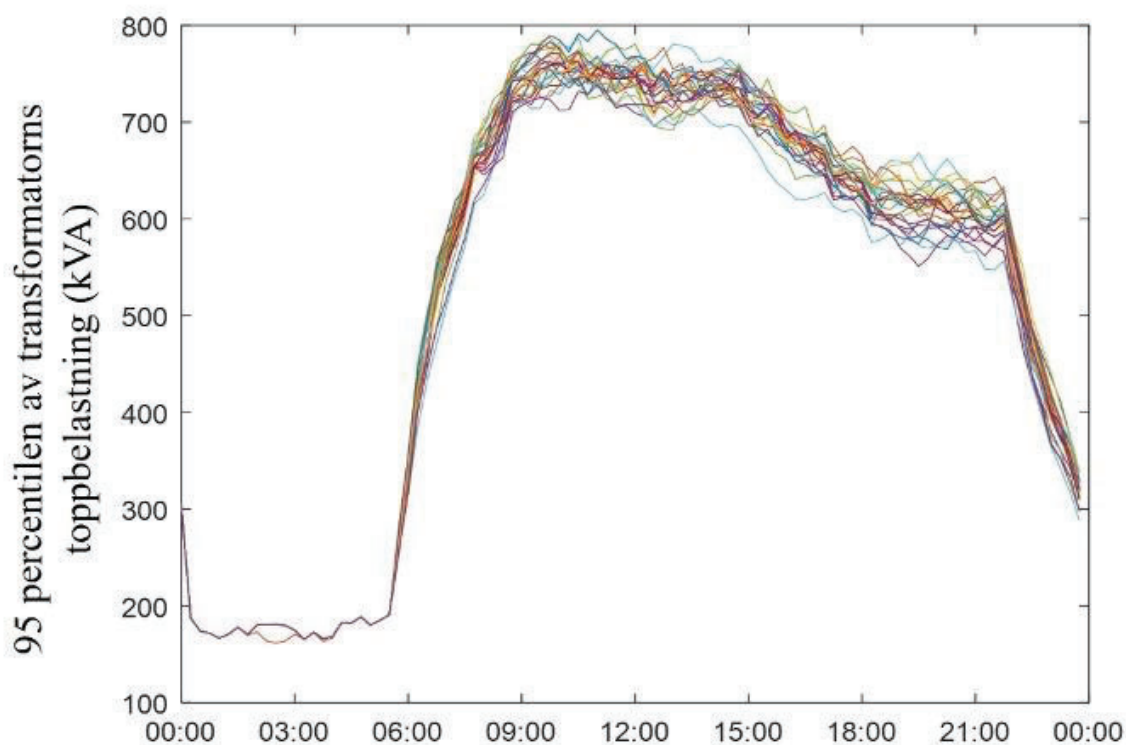
Figur 1 Resultat från stokastisk modell

Acceptansgränsen, baserat på transformatorns märkeffekt, varierar mellan 94 och 111 bilar. Antal bilar som kan ladda samtidigt uppgår till mellan 43 och 51 enligt Figur 2.



Figur 2 Acceptansgräns fordonsladdning Campus Skellefteå

Resultaten visar att det finns idag ett utrymme att ladda ett stort antal bilar på Campusområdet och att det idag inte finns något behov av stöd i form av inmatning från elfordon. Det gjordes då ett hypotetiskt fall där toppförbrukningen från belastningen med baslast och fordonsladdning kombinerat användes (jämför Figur 1). Dessa belastningskurvor visas i Figur 3 och ligger till grund för bedömningen av det tänkta behovet på V2X



Figur 3

För att simulera V2X utgicks från ISO 15118-20 och dynamic mode fallet där inmatning sker vid signal från nätet, dvs behovet från nätet styr. Det gjordes en förenklad modell med en binominal process där utfallet är antingen laddning eller inmatning baserat på hur nära märkeffekten man kommer. 75 percentilen av toppförbrukningen gav inget utfall, dvs det inträffade aldrig att belastningen var så hög att det behövdes någon inmatning, först vid 95 percentilen inträffade några fall där fordonen behövde mata in effekt. Detta är en förenkling och för framtida studier bör man också studera fall där fordonsägaren styr inmatning utifrån incitament såsom höga elpriser.

6.2 Resultat V2X mobilitetsystemmodell

I detta arbetspaket föreslår vi en metodik för att utvärdera potentialen för V2G i området, därför behöver vi uppskatta hur många fordon som parkerar på Campus, när de kommer och hur länge de stannar, hur mycket energi de har tillgänglig i batteriet att spela med, m.m. Detta görs med hjälp av en probabilistisk modell som kan karakterisera resmönstren inom ett fördefinierat område även när det råder stor osäkerhet kring de flesta parametrar. En artikel med detaljerna kring modellens implementation har också publicerats¹. Inom denna förstudie används modellen för att representera en flotta av privata elektriska personbilar inom Skellefteå område – som har förenklats till 7 noder: Boliden, Bureå, Burträsk, Campus Skellefteå, Centrum, Hamn, Kage. Alla dessa

elbilar rör sig inom det representerade geografiska området med några antagande:

- Alla dagar börjar och slutar på samma plats. Alla resor är därför tur-och-retur med start och slutdestination i samma nod (den som är hemma).
- Vissa noder har högre sannolikhet att representera "hemplatser" och andra "arbetsplatser" enligt Tabell 1 nedan.
- Det finns möjlighet att ladda på alla 7 noder. I modellen kan man specificera sannolikheten att ladda på de olika platserna, så att man kan prioritera resplaner som innefattar laddning på vissa ställen. Eftersom modellen representerar ett stabilt stationärt tillstånd, batteriernas laddningstillstånd (state of charge, SoC) är periodisk from dag till dag.
- Batterierna laddas och laddas ur (när de stödjer elnätet genom V2G) med 11 kW konstant.
- Batterierna laddas alltid upp till 100% om det finns tillräckligt med tid, oavsett hur mycket bilen ska köras. Modellen tar inte hänsyn till elnätskapaciteten, batterihälsan eller andra möjliga faktorer som kan begränsa laddeffekt eller slutlig state of charge.
- De viktigaste parametrarna i modellen listas i Tabell 2.

I denna förstudie illustrerar vi metodiken med ett exempel på att utvärdera V2G potential vid Campus Skellefteå, eftersom det finns mycket detaljerad information på elnätskonfigurationen just där. Däremot kan samma metodik tillämpas för att analysera olika områden. Skellefteå kommun planerar mobilitetshubbar i utkanten av staden för att förbättra den lokala transporten och minska antal fordon in i staden. På sådana hubbar förväntas många elbilar stå parkerade under flera timmar som ger goda möjligheter att leverera nättjänster genom V2G. Metodiken som presenteras i detta arbetspaket kan med fördel appliceras på mobilitetshubbarna också, efter anpassning av antaganden.



Figur 1. Modellerad geografiska område kring Skellefteå.

Tabell 1. Hemma- och arbetsplats sannolikhet på de olika noder i modellen.

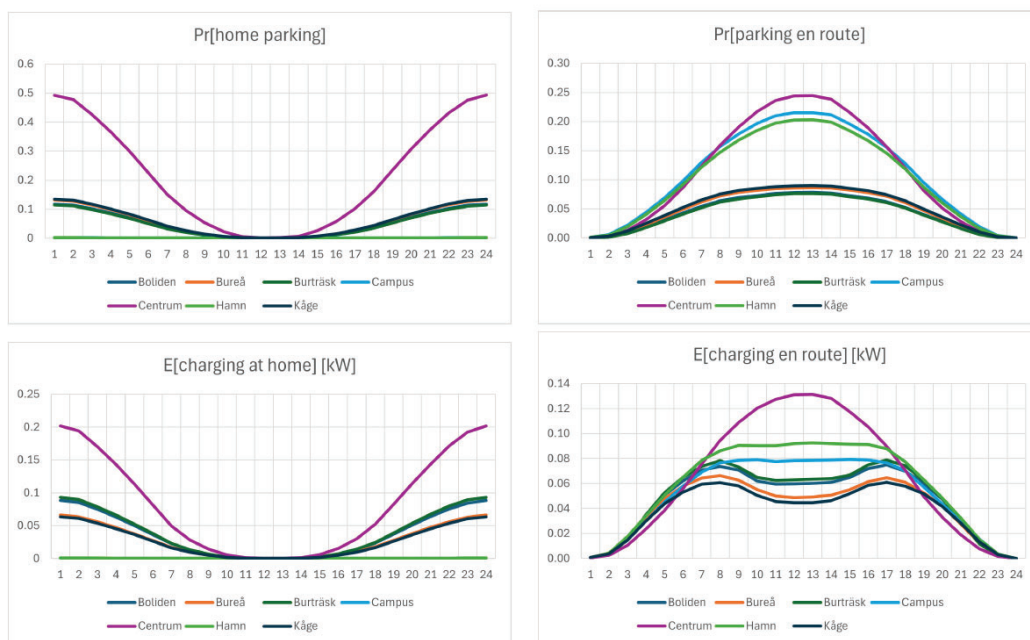
Plats	Hemma sannolikhet	Arbetsplats sannolikhet
Boliden	Medium	Medium
Kåge	Medium	Medium
Centrum	Hög	Hög
Campus	Låg	Medium-hög
Hamn	Låg	Medium-hög
Bureå	Medium	Medium
Burträsk	Medium	Medium

Tabell 2. Modellparametrar.

Parameter	Värde
Avstånd mellan noder	Tagit från vägnätverk
Körhastighet	60 km/h
Resetid mellan noder	Köravstånd / hastighet
Energiförbrukning	0.2 kWh / km
Laddeffekt	11 kW i båda riktningar
Batterikapacitet	60 kWh
Antal noder totalt	7
Max. antal noder i en resplan	4

Figur 2 illustrerar modellbeteendet med de parametrar vi använder för Skellefteåområdet (se Tabell 1 och 2). Figuren visar hur Skellefteå Centrum är både den mest sannolika hemmaplatsen och arbets- affärsplatsen (där man parkerar mitt på dagen), och därför också där man laddar mest. Samtidigt är Skellefteå Campus och Hamnen typiska arbetsplatser: sannolikheten att parkera där på natten är nästan noll (därför sker det ingen laddning) medan på dagen är de ganska många som står där och laddar. Laddkurvorna för Campus och Hamnen är ganska jämna mellan kl. 8:00 och 17:00, jämfört med t.ex. Burträsk och Boliden, som toppar tidigt på morgonen och sent på eftermiddagen. Dessa toppar representerar ytterligare resestopps före eller efter jobbet för att handla, träna, lämna eller hämta barn, etc.

Tabell 3 visar några intressanta resultat från modellen: andel av fordonsflottan med olika batteriladdningstillstånd (state of charge) beroende på möjligheten för nattladdning hemma, medel körsträcka per dygn, andel av fordonsflottan som behöver ladda på Campus, samt andel av fordonsflottan som kan leverera nättjänster genom V2G på Campus. Den sista definieras som de fordonen som är parkerade på Campus och har tillräckligt energi i batteriet för att klara resten av dygnet, plus ytterligare 2 kWh minst för nättjänster.



Figur 2. Illustration av modellbeteende på alla 7 noder: a) sannolikhet för parkering hemma, b) sannolikhet för parkering någon annanstans, c) energi laddad hemma, d) energi laddad någon annanstans

Tabell 3. Modellresultat för Skellefteåområdet.

Batteri initialt laddningstillstånd (kWh)	Nattladdning hemma ej möjligt	Nattladdning hemma möjligt	
		10% möjlighet	65% möjlighet
0,6)	0.0%	0.0%	0.0%
6,12)	0.0%	0.0%	0.0%
12,18)	0.0%	0.0%	0.0%
18,24)	0.0%	0.0%	0.0%
24,30)	0.0%	0.0%	0.0%
30,36)	1.1%	0.4%	0.1%
36,42)	5.2%	3.1%	0.9%
42,48)	21.0%	17.5%	4.7%
48,54)	42.3%	55.7%	35.5%
54,60)	30.4%	23.4%	58.8%
>60	0.0%	0.0%	0.0%
Sum	100.0%	100.0%	100.0%
Medel körsträcka per dygn (km)	90.7	94.4	105.8

Andel som behöver ladda på Campus	10.8%	5.9%	0.0%
Andel som kan leverera V2G nättjänster	88.6%	93.8%	99.9%

Den första som man ser från tabellen är att de flesta bilar har mycket mer energi lagrade i sitt batteri än vad de behöver för dagen. Detta är en konsekvens av att bilarna har ganska stora batterier (60 kWh motsvarar ca. 300 km räckvidd) och att de tillbringar en hel del tid parkerade med möjlighet att ladda. Att ha mycket energi tillgänglig i batterierna gynnar V2G, men i verkligheten vill man kanske hålla batteriet vid ca. 30% state of charge för att bibehålla batterihälsan, men modellen tar inte hänsyn till det.

Modellen ger också ut ganska logiska resultat: bilarna som har möjlighet att ladda hemma har mindre behov att ladda på Campusen, samt har större möjlighet att leverera nättjänster. Däremot, eftersom de flesta bilar har stora energimängder i batteriet så har även i det värsta fallet nästan 89% av flottan möjlighet att stötta elnätet genom V2G.

En tydlig slutsats från modellresultaten är att batterierna är för stora för den vardagliga förbrukningen, med tanke på hur långt bilarna kör. Detta innebär att vid behov kan bilarna stödja elnätet med ganska mycket energi om V2G laddare är tillgängliga. Däremot, eftersom de flesta bilarna är parkerade på Campusen i några timmar bara, så finns det inte möjlighet att ladda och ladda ur batterierna några gånger. Ett intressant fall vore t.ex. parkeringen på Skellefteå flygplatsen, där bilarna står parkerade i flera dagar. Där kan man använda V2G inte bara för att stödja elnätet, men också för att säkerställa att batteriet ligger på sitt optimala laddningstillstånd mestadels av tiden, samt att bilen är tillräckligt laddad när det blir dags att köra igen.

I ett framtida projekt kan man:

- Utöka modellen geografiskt, så att nya relevanta platser inkluderas (t.ex. framtida mobilitetshubbar eller Skellefteå flygplats)
- Förfina antagande angående fordonsflotta (i förstudien är alla fordon likadana) och fordonsegenskaper (batteristorlek och energiförbrukning)
- Inkludera också snabbaddning vid högre effekt, samt förfina laddbeteende i modellen för att ta hänsyn till batterihälsan och elprisskillnaderna mellan offentliga- och hemmaladdare.
- Analysera vad som skulle hända vid laddinfrastrukturfel, t.ex. om det blir omöjligt att ladda på en viss plats.

6.3 Resultat Analys potential

Det finns fortfarande många frågor som behöver rätas ut för att kunna använda bilflottan som en utjämnare i elsystemet. Det har kommit många bilar på marknader som är förberedda för V2X, dock säljs inte alla i Sverige, vidare är inte alla laddboxar förberedda för dubbelriktad laddning. Dock går utvecklingen fort inom dessa segment vilket gör att vi kan anta att samtliga nyproducerade bilar och laddboxar antagligen kommer att vara utrustade med detta.

Relevanta aktörer

För att kunna genomföra analysen genomfördes en kartläggning av relevanta aktörer lokalt, regionalt och nationellt; samt en kartläggning av vilka fordon och vilka laddboxar som redan i dag är förberedda för V2X, V2G, V2L eller V2H.

Vi kunde konstatera vid kartläggningen av aktörer att det är laddinfrastruktur-ägare och fastighetsägare som skiljer sig mest åt mellan lokalt och regionalt. Vi konstaterade också att fastighetsägare regionalt inte har någon påverkan på en framtida systemdemonstrator, och därför listade vi bara de regionala laddinfrastrukturägarna.

Samma konstaterande som gäller regionalt gäller även nationellt, därför valde vi att bara lista några olika aktörer som vi tror en framtida systemdemonstrator kan söka samarbeten och utbyta erfarenheter med. Vi kan också hänvisa till Energimyndighetens publikation Vem äger vad på den svenska elmarknaden, som ger en väldigt tydlig bild över aktörer i branschen.

Förberedda fordon

Det sker en snabb förändring bland fordonen som är anpassade och/eller förberedda för någon form av V2-lösning. För drygt 1,5 år sedan fanns det bara två bilar på den svenska marknaden, men i dag är urvalet större och utvecklingen går fort. Även laddboxar som är förberedda börjar marknadsföras, även om utvecklingen där fortfarande ligger lite efter bilarnas snabba utveckling. Den laddbox som främst testats är i dag Wallbox 2. Även om utvecklingen här går fort finns det fortfarande många frågor att beakta.

I AP 4 har därför flertalet intervjuer genomförts med personer i olika branscher. Frågorna har ställts till deltagare vid olika branschevent som Energi 2024, E-carExpo samt vid telefonintervjuer. Intervjuerna har skett med marknadsfolk, VD:ar etc, respondenternas aktörsroller har fördelat sig mellan:

Energiproduktion
Offentlig sektor, myndighet
Elnätsbolag
Laddoperatörer
Fordonstillverkare
Solcellstillverkare
Fastighetsägare etc

Detta för att få en bild av vad elbilsbranschen och energibranschen tror om elbilen som ett stöd till energibranschen. Av dessa intervjuer har vi fått den samlade bilden att bilen som effektutjämnare självklart kommer att fylla en viktig plats, dock tror de flesta att det blir viktigare på landsbygd än i de större städerna. Anledningen till detta är flera, men den främsta anledningen är att man först och främst tror att det är V2H som kommer att utvecklas. Detta då det gynnar bilens ägare vilket ger en enklare och tydligare affärsmodell. Det är också ägaren som har full kontroll över delningen, samt förtjänsten på den egna elanvändningen och produktionen. Även flera andra kartläggningar har kommit fram till samma resultat. Se referens 2, nyhet ifrån energi.se

Den samlade bilden var också att det i städerna blir svårare då fler bor i lägenheter, och då det dessutom är svårt att rymma nya laddplatser i den redan täta infrastrukturen. Många återkommer också till de risker som behöver beaktas - flertalet projekt arbetar redan med att minimera dessa risker, som består av:

- Brandrisker - anslutningar med kontaktdon medför alltid en brandrisk på grund av det inte är lika säkert som en fast anslutning. (slitna kontaktytor, smuts på anslutningsdon, glappt i anslutningar).
- Produktionsanläggning som matar med stickproppsanslutning inte är fullt säker då det ändrar förutsättningarna som anläggningen är dimensionerades för.
- Längre anslutningstid mot elnätet.
- Risk för bakspänning ut på nätet.
- Skydd mot okontrollerad inmatning som inte går att frångilja med brytare.
- Risk för bilägaren vid akut behov av bilen för en längre sträcka, Inte tillräckligt laddad.
- Det finns endast ett fåtal laddare som är förberedda på ISO 15118-20 men det har kommit ett flertal laddboxar på senare tid som har detta och därmed kan reglera kommunikationen mellan fordonet och infrastrukturen.

Det finns också flertalet frågor som behöver tas hänsyn till men som kanske inte utgör samma risk. Det är frågor som:

- Hur kommer laddningen att fungera med bilgarantin?
- Vid V2G/H måste fordonet ta hänsyn till både nätkoder för spänning och frekvens. När elbilens batteri kopplas mot anläggning via V2G/H ansvarar elbilen för elsäkerheten - komplicerar det det hela?

Samtliga respondenter var dock helt ense i att det måste finnas ett ordentligt incitament för bilägaren för att erbjuda sitt batteri som en utjämnare i elsystemet.

Ytterligare en fråga kommer upp vid samtal med representanter i branschen och det är vilka begränsningar som kommer att komma ifrån myndigheter, till exempel extra skatt på elbilar eller begränsningar i att man inte får sälja tillbaka el om man inte själv producerat den, eller om laddning på jobbet kommer förmånsbeskattas, speciellt med tanke på att en av de som marknadsför

V2X-tjänster skriver det i sin marknadsföring. "Ladda bilen på jobbet och sälj elen hemma".

Kartlagda aktörer finns bifogade i dokumentet som Bilaga 1.

Nedan ett exempel på marknadsföring som bidrar till att flertalet respondenter tror att myndigheterna, såsom Skatteverket, kommer att införa ett nytt regelverk för att begränsa möjligheterna när det kommer till förtjänst för V2G: *"Fördelar med V2G"*

Det finns många fördelar med att använda sig av V2G, investera i en laddbox med funktionen eller en elbil med V2G stöd. Här nedan listar vi alla fördelar med teknologin och varför den är så eftertraktad och efterlängtd.

- *Med V2G är det möjligt för dig att avlasta det vanliga elnätet och använda bilen som en eltransport utan avgifter.*
- ***Ladda bilen på arbetsplatsen och ladda sedan ur den när du kommer hem. Överskottselen kan du med fördel sälja och skicka tillbaka ut på elnätet, för att på så sätt tjäna pengar.***
- *Vill du balansera elnätet i ditt hem och få en mer stabil förbrukning kan du använda dig av din bil för att avlasta det egna elnätet i hemmet.*
- *Du kan vara med och bidra till nytta för både nationella och lokala elnät, samtidigt som du minskar effektoppar som kan uppstå."*

Datadelning/digitalisering

En framtida systemdemonstrator skulle kunna undersöka hur de nya regleringarna och standarder för V2X påverkar utformningen av fordonsflottor i stadsmiljö och möjligheten att samla in och hantera data på ett effektivt och säkert sätt.

Under förstudien har projektet undersökt (i samarbete med DREAM-projektet hos Swedish Electromobility Center) datadelning vid fordonsladdning, och då särskilt för V2X/V2G och inklusive de förutsättningar och standarder som används i detta ekosystem. För att säkerställa enkla och säkra tjänster för V2G/V2X behöver olika typer av data delas mellan aktörer som fordonstillverkare, laddstationsoperatörer och nätägare. Viktiga standarder inkluderar:

1. AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) - EU-reglering som främjar laddinfrastruktur och ställer krav på delning av data om ex. laddstationers tillgänglighet och priser.
2. ISO 15118 - Internationell standard för kommunikation mellan elfordon och laddinfrastruktur, möjliggör bland annat Plug'n'charge och Vehicle-to-Grid (V2G).
3. ISO 20078-1 - Standard för säker och kontrollerad delning av fordonsdata via molntjänster.

4. rFMS (remote Fleet Management System) - Används traditionellt för fjärrövervakning och hantering av fordonsflottor, inklusive elektriska fordon, men utökas nu för att kunna boka laddplats.
5. OCPP (Open Charge Point Protocol) - En öppen standard för interoperabilitet mellan ex. ägare av laddpunkter och nätägare.

Dessa standarder möjliggör delning av flera viktiga datapunkter som är avgörande för effektiv datadelning vid V2G/V2X:

- Batterirelaterade data (t.ex. information om batteriladdningsnivå, laddningsanslutningsstatus och maximal laddningsström).
- Fordonsdata (t.ex. räckvidd, laddningshistorik, energiförbrukning, GPS-position och diagnostikdata).
- Användardata (t.ex. autentisering, personuppgifter och relaterade avtal).
- Laddstationsrelaterade Data (t.ex. tillgänglighet, prisinformation och placering).

Baserat på detta finns forskningsbehov som berör följande:

- Vad krävs för att kunna implementera ISO 15118 för V2X/V2G? I framtiden är standarden en trolig viktig komponent, men det finns väldigt få implementationer idag.
- Hur kan data som samlas in via ovanstående standarder delas på ett säkert sätt mellan ingående aktörer?

6.4 Framtida systemdemonstrator

I en framtida systemdemonstrator kommer vi att fortsätta kartlägga frågor som tagits upp i förstudien och identifierade utmaningar, förhoppningsvis genom samarbeten med andra projekt som specialiserat sig på några av utmaningarna/frågeställningarna. Vi kommer att söka gemensamma lösningar med aktörer inom de olika branscherna.

- Utöka modellen geografiskt, så att nya relevanta platser inkluderas (t.ex. framtida mobilitetshubbar eller Skellefteå flygplats)
- Förfina antagande angående fordonsflotta (i förstudien är alla fordon likadana) och fordonsegenskaper (batteristorlek och energiförbrukning)
- Inkludera också snabbladdning vid högre effekt, samt förfina laddbeteende i modellen för att ta hänsyn till batterihälsan och elprisskillnaderna mellan offentliga- och hemmaladdare.
- Analysera vad som skulle hända vid laddinfrastrukturfel, t.ex. om det blir omöjligt att ladda på en viss plats.
- Undersöka hur datadelning och digitalisering kan genomföras på ett säkert sätt med nya standarder för V2X

Sammanfattningsvis är Campus Skellefteå en lämplig plats att testa en riktig V2X flotta i praktiken, med ett relativt robust elnät som är övervakat med över 40 sensorer och stor möjlighet att använda V2X-funktioner i praktiken. Men en framtida systemdemonstrator skulle också kunna inkludera andra typer av parkerade elbilsflottor, såsom vid Skellefteå Flygplats eller andra

långtidsparkeringar, för att testa andra aspekter av nätkoder och med ökat fokus på batterihälsa.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Förstudien har bidragit med nya kunskaper för samtliga projektdeltagare och vi har även delat med oss av dessa vid olika typer av sammankomster, samt via paper, möten och dylikt.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Under förstudien har vi samlat nya parter för att kunna genomföra en fullskalig systemdemonstrator, där vi tittar på angränsande frågor som uppstått och/eller kartlagts under förstudien.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt/systemdemonstrator	X	Förstudien har resulterat i att vi har samlat nya samarbetsparter som vill medverka i en systemdemonstrator.
Introduceras på marknaden	0	Efter en genomförd systemdemonstrator kan vi komma närmare en marknadsmodell som fungerar för V2X
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut	0	Efter en genomförd systemdemonstrator kan vi komma att bidra till utredningar till exempel kring regelverk för att tydliggöra behov för fungerande V2X-affärsmodeller.

Kopplingar finns i dag internt inom ACE då intresset för byggandet av ett framtida världsledande kompetenscenter som ska bidra till påskyndandet av elektrifieringen av samhället. ACE deltar på många olika event, utvecklingsdagar, kompetensdagar etc och presenterar då bland annat denna förstudie och tankarna på ett framtida systemdemonstratorprojekt. Vidare sprider också VTI projektet och har bland annat publicerat en artikel om projektet, se referens 1.

7.2 Publikationer

Under förstudien har inga resultat publicerats, men kan komma att ingå i framtida publikationer.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

8.1 Slutsatser

För att simulera V2X utgicks från ISO 15118-20 och dynamic mode fallet där inmatning sker vid signal från nätet, dvs behovet från nätet styr. Det gjordes en förenklad modell med en binominal process där utfallet är antingen laddning eller inmatning baserat på hur nära märkeffekten man kommer. 75 percentilen av

toppförbrukningen gav inget utfall, dvs det inträffade aldrig att belastningen var så hög att det behövdes någon inmatning, först vid 95 percentilen inträffade några fall där fordonen behövde mata in effekt. Då detta är en förenkling ser vi att vi för fortsatt forskning och framtida studier bör studera fall där fordonsägaren styr inmatning utifrån incitament såsom höga elpriser.

En tydlig slutsats från modellresultaten är att batterierna är för stora för den vardagliga förbrukningen, med tanke på hur långt bilarna kör. Detta innebär att vid behov kan bilarna stödja elnätet med ganska mycket energi om V2G laddare är tillgängliga. Däremot, eftersom de flesta bilarna i förstudien är parkerade på Campus i några timmar bara, finns det inte möjlighet att ladda och ladda ur batterierna några gånger. Därför siktar vi på att i en systemdemonstrator använda oss av ett intressantare fall t.ex. parkeringen på Skellefteå Airport, där bilarna står parkerade i flera dagar. Där kan man använda V2G inte bara för att stödja elnätet, men också för att säkerställa att batteriet ligger på sitt optimala laddningstillstånd mestadels av tiden, samt att bilen är tillräckligt laddad när det blir dags att köra igen.

8.2 Framtida forskning i en systemdemonstrator

I en framtida systemdemonstrator kommer vi att fortsätta kartlägga dessa frågor och utmaningar, förhoppningsvis genom samarbeten med andra projekt som specialiserat sig på några av utmaningarna/frågeställningarna. Vi kommer att söka gemensamma lösningar med aktörer inom de olika branscherna.

- Förutom förstudiens modell på campus Skellefteå, kommer vi att utöka modellen geografiskt, så att nya relevanta platser inkluderas (t.ex. framtida mobilitetshubbar eller Skellefteå flygplats)
- Förfina antagande angående fordonsflotta (i förstudien är alla fordon likadana) och fordonsegenskaper (batteristorlek och energiförbrukning)
- Inkludera också snabbaddning vid högre effekt, samt förfina laddbeteende i modellen för att ta hänsyn till batterihälsan och elprisskillnaderna mellan offentliga- och hemmaladdare.
- Analysera vad som skulle hända vid laddinfrastrukturfel, t.ex. om det blir omöjligt att ladda på en viss plats.
- Affärsmodeller
- Studera fall fordonsägaren styr inmatning utifrån incitament såsom höga elpriser
- Utvärdera vad krävs för att få V2G bli ekonomisk vettig?
- Vad kan göras med tomgångskapaciteten exempelvis under nätterna. Eg. Användning för laddning av lättlastbilar (<4,25 ton)
- Undvika att överladda transformaren. Hur kan det förhindras att det är för många EVs i framtiden som åker till campus och vill ladda? Eg. ökning av kollektivtrafik, byggande av boende närmare till campuset (socio-ekonomiska undersökning)
- EVs batterier är idag ganska ofta överdimensionerat (dvs räckvidden är mycket längre än vad behövs). Om vi fortsätter med att överdimensionera allt

(batterier, transformer), finns det då fördelar med robusthet, resiliens och flexibilitet? Eller drivs det till en extrem, dvs ohållbarhet?

- Vad är en extrem situation? Ska systemet dimensioneras efter högst effekt under ett år eller 5 år? Vad är den extrema situationen vi vill jämföra med?

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Luleå Tekniska Universitet, LTU, har tillsammans med Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, drivit denna förstudie med Arctic Centre of Energy, ACE, som ansvariga projektledare.

Kontaktperson ACE/LTU Tobias Vahlne
Mobile: 46 70 3429313
E-mail: tobias.vahlne@ltu.se

Kontaktperson VTI, Magnus Berglund,
Direct: +46-13- 20 42 81
For SMS: +46 765 392 270
E-mail: magnus.berglund@vti.se

Utöver de deltagande parter har kontakter tagits med flertalet aktörer på marknaden för att förbereda för en utvidgad systemgenerator.



**Arctic
Center of
Energy**

Bilga 1

Relevanta aktörer lokalt:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Typ av aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör
2	Elproducent	Skellefteå Kraft											
3	Elhandelsföretag	Skellefteå Kraft											
4	Elnätsbolag	Skellefteå Kraft											
5	Batteritillverkare	Northvolt											
6	Laddinfrastrukturägare	Skellefteå Kraft	Skellefteå kommun										
7	Laddoperatörer	Skellefteå Kraft	OKQ8*	CirkeK*	Tesla	Eviny	Vattenfall/InC Mer	Pair	Region V-bott	Virta	Charge Point	Ionity	
8	Laddinfrastruktur	ChargeAMPS	ABB*										
9	Myndigheter	MFoF	VTI	IVL									
10	Kommuner	Skellefteå	Norsjö	Malå									
11	Universitet	LTU	UMU	SUA									
12	Fastighetsägare	Diös	Skebo	Industrifastig	Nordvestor	Tribo	Mannberg fa	Silverstaren	Älvsbacka fas	SilverTallen	Heimstaden	Riksbyggen	HSB
13	Bilpoolägare/-operatörer	Skellefteå Kraft	Moveabout										
14	Villaägare (privatpersoner)												
15	Prosumenter												
16	Bilägare (privatpersoner)												
17													

Relevanta aktörer regionalt

Vi kunde konstatera vid kartläggningen av aktörer att det är laddinfrastrukturägare och fastighetsägare som skiljer sig mest mellan lokalt och regionalt. Vi konstaterade också att fastighetsägare regionalt inte har någon påverkan på en framtida systemdemonstrator, och därför listade vi bara de regionala laddinfrastrukturägarna.

3	Elnätsbolag	Skellefteå Kraft	PiteEnergi	Luleå Energi	Umeå Energi	Övik Energi	Vattenfall
---	-------------	------------------	------------	--------------	-------------	-------------	------------

Relevanta aktörer nationellt

Samma konstaterande som gäller regionalt gäller även nationellt, därför valde vi att bara lista några olika aktörer som vi tror en framtida systemdemonstrator kan söka samarbeten med och utbyta erfarenheter. Vi kan också hänvisa till Energimyndighetens publikation Vem äger vad på den svenska elmarknaden, som ger en väldigt tydlig bild över aktörer i branschen.

1	Typ av aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör	aktör
2	Elproducent	Uniper	Vattenfall	E.ON*	Fortum	Skellefteå Kraft	Forsmark
3	Elhandelsföretag		Vattenfall	E.ON			
4	Elnätsbolag	Svenska Kraftnät	Vattenfall	E.ON	Ellevio	+160 små	
5	Aggregator	Tibber	CheckWatt*				
6	Batteritillverkare						
7	Laddinfrastrukturägare						
8	Laddoperatörer	Virta					
9	Laddinfrastruktur	Kempower					
10	Myndigheter	Svenska Kraftnät	Energimarkn	Elsäkerhetsve	Boverket		
11	Kommuner	Göteborg Stad*	(kanske som referens)				
12	Städer: Skellefteå						
13	Universitet: LTU						
14	andra instituter	Lindholmen*					
15	Fastighetsägare						

Bilar förberedda för V2G, V2H och V2X

1	Fordonstillverkare	Modell	Typ	V2G	V2H	V2L	V2X	KWh, mm
2								
3	1 Audi	Q4 e-tron 45	45 + 55 inkl. sportback + AWD	X	X			77 kWh
4	2 Cupra	Born		X	X			77 kWh
5	3 Cupra	Tavascan	VZ	X	X			77 kWh
6	4 Kia	EV9		X	X	X	X	100 kWh (96 kWh)
7	5 Lucid Air	Dream	Edition R + GT + (Touring)	X	X	X	X	118 kWh (92 kWh)
8	6 Nissan	Leaf	(inkl. e+)	X	X			39 kWh (59 kWh)
9	7 Polestar		3 inkl. L Range + D motor + Perf.	X	X	X	X	107 kWh
10	8 Skoda	Enyaq 85	inkl. cupé, X, RS	X	X			77 kWh
11	9 Volkswagen	ID.3	Pro + S + GTX mm	X	X			77 kWh
12	10 Volkswagen	ID.4	Pro + S + GTX mm	X	X			77 kWh
13	11 Volkswagen	ID.5	Pro + S + GTX mm	X	X			77 kWh
14	12 Volkswagen	ID.7	Pro + S + GTX mm	X	X			77 och 86 kWh
15	13 Volkswagen	ID Buzz Pro		X	X			77 kWh
16	14 Volvo	EX 90	Twin M + Perf. + (Single M)	X	X	X	X	107 kWh (101 kWh)
17								
18	??	Tesla	Cybertruck	X	X	X	X	124/200 kWh
19								

Bilar förberedda för V2L (enbart)

	Fordonstillverkare	Modell	Typ	V2G	V2H	V2L	V2X	KWh, mm
1	BYD	ATTO 3				X		60 kWh
2	BYD	SEAL	RWD / AWD			X		72/82/87 kWh
3	BYD	Dolphin				X		60 kWh
4	BYD	Han				X		85 kWh
5	Genesis	GV6+	Premium			X		74 kWh
6	Hyundai	Ioniq 6	RWD/ADW/GT			X		54/74 kWh
7	Hyundai	Ioniq 5	RWD/ADW/N			X		54/74/80 kWh
8	Hyundai	Kona				X		48/65 kWh
9	Kia	EV6				X		54/74 kWh
10	Kia	Niro EV	AWD (+ RWD)			X		54/65 kWh
11	MG	MG5				X		46/57 kWh
12	MG	MG4				X		51/62/77 kWh
13	MG	ZS EV/LR				X		49/68 kWh
14	MG	Marvel				X		70 kWh
15	Polestar		4 Long R Dual/single Motor			X		94 kWh
16	Peugeot	e-3008	(Long R)			X		73 kWh (98 kWh)
17	Xpeng	G9	RWD/AWD			X		76/93 kWh
18	Xpeng	P7	Wing			X		83 kWh

Referens 1



FOTO: Jonas Westling

Campus Skellefteå.

V2X stärker VTI:s närvaro i norra Sverige

Et nytt projekt som ska bana väg för en fullskalig så kallad V2X-systemdemonstrator på Campus Skellefteå stärker VTI:s verksamhet i norra Sverige.

Den nya förstudien drivs av Arctic Centre of Energy (ACE) med VTI som en av flera deltagare. Målet är att utreda förutsättningarna för att i Skellefteå bygga en demonstrationsanläggning för olika lösningar inom V2X, vehicle-to-everything. Demonstratorn ska användas för att öka kunskapen om hur elfordon kan utnyttjas för att stödja, i stället för att störa, elnätet.

VTI kommer bland annat att bidra med kunskap om hur elfordon interagerar med varandra och med olika system på olika sätt.

Förstudien finansieras av Vinnova och pågår till och med maj 2024. Projektledare på VTI är forskningschef Magnus Berglund.

MER INFORMATION
Magnus Berglund,
magnus.berglund@vti.se



Läs mer om V2X-projektet:

vti Håll dig à jour
Adresserna till våra kanaler:

LinkedIn: www.linkedin.com/company/vtisweden

X (Twitter): www.x.com/vtisweden

Youtube: www.youtube.com/vtisweden

Presstjänst: vti.se/om-vti/pressrum

Nyhetsbrev: vti.se/prenumerera

Referens 2

ENERGI.SE

Men V2X – eller V2G (Vehicle to grid) som är en vanligare benämning – har dragit ut på tiden. Redan 2014 introducerades dubbelriktade laddboxar, Chademo, på den japanska marknaden där bland annat Nissan var en tidig aktör. Även i Sverige har det pågått försöksprojekt inom V2X och det har skrivits en hel del om den stora potentialen på sikt om man skulle aggregera miljontals bilbatterier (se faktaruta).

Lägre priser på laddboxar

Varför tar det då sån tid att introducera denna nya teknik?

- Ja, det har varit på gång länge, men en bidragande orsak är att laddboxarna blivit billigare. De första laddboxarna – med Chademo-teknik – var väldigt dyra. Nu är det de europeiska laddstandarderna som gäller, Typ 2 och CCS, och priserna sjunker i takt med teknikutvecklingen, säger Anna Wolf, elsystemexpert på Power Circle och en av författarna till syntesrapporten "Forskning och utveckling av V2X i Sverige" som gjorts på uppdrag av Energimyndigheten.
- Det finns också ett större behov av tjänsterna nu, till exempel frekvensreglering, och därmed mer pengar att tjäna på tekniken.

Rapporten baseras på litteraturstudier och intervjuer med forskare, myndigheter och branschaktörer där syftet är att få fram en översiktlig bild av läget inom V2X och vad som behöver göras framåt.

En av slutsatserna är att marknaden nu tycks ta form på allvar:

- Inom de kommande tre åren kommer tekniken att finnas ute på marknaden i mindre skala och inom fem år kommer det att finnas standardprodukter. Biltillverkarna börjar se en affär i V2X och är inte lika skeptiska längre, säger Jesper Werneskog, projektledare för rapporten på Power Circle.

Svåra teknikval

Även om mycket av tekniken börjar komma på plats finns det olika teknikval kvar att fundera kring. En av de grundläggande frågorna är var styrutrustningen – som omvandlar bilens likström till växelström och styr informationen mot elnätet – ska placeras: i bilen eller i laddboxen?

– Det är väldigt öppet vilket teknikval som man kommer välja på sikt, men eventuellt kan de båda alternativen samexistera. Sitter den i motorn blir bilarna dyrare, säger Jesper Werneskog.

En annan slutsats är att det krävs utvecklade kommunikationsprotokoll och standarder för att styra tekniken. Det handlar om mjukvara för att utbyta data mellan bilen, laddaren och det omkringliggande systemet, inklusive elnätet, och algoritmer som kan optimera användningen för att få ut maximal nytta av effekten baserat på nätbelastning, nättarriffer med mera. Och därtill krävs det standarder så att alla dessa delar kan kommunicera med varandra – oavsett var man befinner sig. Här återstår en hel del arbete.

V2H kommer troligen först

Vilka användningsområden är det då som kommer att få störst betydelse?

Enligt rapporten tror många aktörer att V2H (Vehicle to home) kommer realiseras först eftersom det är en enklare och tydligare affärsmodell: den som drar nytta av tekniken är enbart fordonets ägare baserat på den egna elanvändningen och eventuell produktion i hemmet.

Om tjänsterna utvidgas till elnätet blir det fler aktörer inblandade och mer komplexa krav. Samtidigt finns det fler intäktsmöjligheter, till exempel genom att effekten kan bidra till att kapa flaskhalsar i nätet eller användas på stödtjänstmarknaderna (via aggregatorer).

– Folks vilja att använda V2X kommer bero på hur affärsmodellerna ser ut och hur komplicerat det är. Vem erbjuder tjänsten? Hur och när ansluter jag? Och hur mycket slits batteriet av detta? Det är många okända variabler i den här ekvationen, säger Anna Wolf.

Den centrala frågan kokar ner till följande: är värdet på tjänsterna som möjliggörs av dubbelriktad laddning större än kostnaden för tekniken och batterislitage?

En annan viktig faktor är kunskapsnivån bland slutkunderna alldeles för låg, enligt studien.

– Det behövs mer kunskap om hur tekniken fungerar, vilken utrustning som krävs och hur möjligheterna ser ut. Det måste bli enkelt och tydligt. Slutkunderna behöver också få tillgång till data så att de kan se vad de säljer och hur det påverkar deras batterier, säger Anna Wolf.