



Simulering av Vehicle to Building

Parkeringshuset Nanna i Umeå

Juni 2021



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.



ViableCitiesTM
Smart, sustainable and attractive.

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).

Abstract

Did you know that a car is parked 95% of its life, what would happen if you could use cars during that time to help with the transition to a more sustainable energy system?

This report examines this very possibility, to use electric cars as a battery storage system for parking garages. Nanna, a parking garage in Umeå, is used as a case study to investigate the possibilities of a concept called Vehicle to Building in connection with solar cells. An obvious problem with using the sun energy for electricity production is that the energy is available when demand is at its lowest. Therefore, in most cases, storage systems are needed to be able to use the electricity produced from solar cells. Vehicle to Building means that, instead of separate battery systems when implementing solar cells, electric car batteries can be used for energy storage, which can then be used when the demand for energy increases.

The technology, together with an energy management system such as ABB's OPTIMAX, makes it possible to buy electricity when prices are low and sell when prices are high. This reduces stress on the grid, as low prices often mean high supply and low demand for electricity and when prices are high the opposite often applies.

The results from this report show the possibility of reducing the energy costs for the parking garage Nanna during a year by up to 54 500 SEK, which corresponds to 18% of the 2019 energy costs. One can also state that the more production of electricity from the solar panels, the more profitable the system will become as you can instead store free energy in the parked cars. However, the financial outcomes from this work suggest that the technology behind this concept is so far too young and costly to be feasible. However, this can quickly change as the technology is constantly evolving.

It can be stated that case 3, with the opportunity to use 260 electric cars, has such a large storage capacity to instead be able to switch to Vehicle to Grid. This means that you can offer more types of system services to the grid owner and the costs for the chargers can be spread over more stakeholders than just the owner of the parking garage as is the case when looking at Vehicle to Building.

While not being financially feasible today, innovative solutions such as this will come to play an important role in the transition to not only sustainable energy systems but also to smart cities. Smart cities where all available resources are utilised to their full potential.

Sammanfattning

Visste du att en bil står parkerad 95 % av dess liv, vad skulle hända om man kunde nyttja bilar under den tiden för att hjälpa till med omställningen till ett mer hållbart energisystem?

Den här rapporten undersöker just denna möjlighet, att nyttja elbilar som batterisystem för parkeringshus. Nanna, ett parkeringshus i Umeå, används som en fallstudie för att undersöka möjligheterna hos ett koncept vid namn Vehicle to Building i samband med solceller. Ett uppenbart problem med att använda solens strålar för elproduktion är att energin finns när efterfrågan är som lägst. Därför behövs, i de flesta fall, lagringsmöjlighet för att kunna använda elen som produceras från solceller. Vehicle to Building innebär att man, istället för separata batterisystem vid implementering av solceller, nyttjar elbilars batteri för lagring av energi som sedan kan användas när efterfrågan på energi ökar.

Tekniken, tillsammans med ett energihanteringssystem så som ABBs OPTIMAX, möjliggör för att köpa el när priserna är låga och sälja när priserna är höga. Detta minskar stressen på nätet då låga priser ofta innebär hög tillgång och låg efterfrågan på el och när priserna är höga gäller ofta det motsatta.

Resultaten från denna rapport visar på möjligheten att minska energikostnaderna för parkeringshuset Nanna under ett år med upp till 54 500 kronor vilket motsvarar 18 % av 2019 års energikostnader. Man kan även konstatera att desto mer produktion av el från solpanelerna desto mer lönsamt blir systemet då man istället kan lagra gratis energi i de parkerade bilarna. Men, de ekonomiska utfallen från detta arbete tyder på att tekniken bakom detta koncept än är för ungt och kostsamt för att vara hållbart rent ekonomiskt. Detta kan dock snabbt komma att ändras då tekniken hela tiden utvecklas.

Man kan konstatera att case 3, där man har möjlighet att nyttja 260 elbilar, har så pass stor lagringskapacitet för att istället gå över till Vehicle to Grid. Detta innebär att man kan erbjuda fler typer av systemtjänster till nätägaren och kostnaderna för laddarna kan då spridas på fler intressenter än endast ägaren av parkeringshuset.

Medan tekniken idag inte är ekonomisk hållbar, så kommer innovativa lösningar så som denna att spela en stor roll i omställningen till inte bara ett hållbart energisystem men också smarta städer. Smarta städer där man nyttjar alla tillgängliga resurser till dess fulla potential.

Förkortningar

BBC	Brown Boveri & Cie
EMS	Energy Management System
IEA	International Energy Agency
PV	Photovoltaic
SoC	State of Charge
LCC	Livscykelkostnad
V2B	Vehicle to Building
V2G	Vehicle to Grid
UPAB	Umeå Parkering AB

Innehållsförteckning

Abstract	1
Sammanfattning	2
Förkortningar	3
Tabellförteckning	5
Figurförteckning	5
Introduktion.....	6
<i>Målsättning</i>	6
<i>Vehicle to Building</i>	7
<i>Elbilens utveckling</i>	8
Metod.....	9
<i>Beläggningsdata</i>	9
Scheman.....	9
<i>Simuleringar</i>	10
<i>Produktion från solpaneler</i>	11
Scenarion.....	12
<i>Scenario Ett – Solpaneler</i>	12
<i>Scenario Två – Solpaneler och V2B</i>	12
<i>Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX</i>	13
Nyckeltal.....	14
<i>Nyckeltal 1 – Oberoende från nätet</i>	14
<i>Nyckeltal 2 – Självförbrukning</i>	14
<i>Nyckeltal 3 – Livscykelkostnad (LCC)</i>	14
<i>Nyckeltal 4 – Återbetalningstid</i>	15
<i>Nyckeltal 5 – Energikostnadsbesparing</i>	15
Resultat.....	16
<i>Scenario Ett - Solpaneler</i>	16
Februari.....	16
Juli	17
Resultat Nyckeltal	19
<i>Scenario Två – Solpaneler och V2B</i>	19
<i>Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX</i>	19
Case 2021	19
Case 2025 – 2025	25
Case 2030	30
Analys och Slutsats	37
Referenser	38

Tabellförteckning

Tabell 1: Schema och Fördelning av bilar i Nanna.....	10
Tabell 2: Tre framtida case	12
Tabell 3: Antal bilar och maxkapacitet per schema.....	12
Tabell 4: LCC värden	14
Tabell 5: Kostnader för varje investering.....	15
Tabell 6: Resultat i februari, scenario ett	17
Tabell 7: Resultat i juli, scenario ett	19
Tabell 8: Resultat nyckeltal, scenario ett.....	19
Tabell 9: Resultat i februari, case 2021	22
Tabell 10: Resultat i juli, case 2025021	24
Tabell 11: Resultat nyckeltal, case 2021.....	25
Tabell 12: Resultat i februari, case 2025	27
Tabell 13: Resultat i juli, case 2025	30
Tabell 14: Resultat nyckeltal, case 2025.....	30
Tabell 15: Resultat i februari, case 2030	33
Tabell 16: Resultat i juli, case 2030	35
Tabell 17: Resultat nyckeltal, case 2030.....	36

Figurförteckning

Figur 1: Genomsnittlig vecka baserat på data från år 2019	9
Figur 2: Energiflöden i Nanna.....	10
Figur 3: Produktion från solpaneler enligt Rebase Energy	11
Figur 4: Första veckan i februari, scenario ett.....	16
Figur 5: Sista veckan i februari, scenario ett	17
Figur 6: Första veckan i juli, scenario ett.....	18
Figur 7: Sista veckan i juli, scenario ett	18
Figur 8: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2021.....	20
Figur 9: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett.....	20
Figur 10: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2021	21
Figur 11: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett.....	21
Figur 12: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2021.....	22
Figur 13: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	23
Figur 14: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2021	23
Figur 15: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett.....	24
Figur 16: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2025.....	25
Figur 17: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	26
Figur 18: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2025	26
Figur 19: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett.....	27
Figur 20: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2025.....	28
Figur 21: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	28
Figur 22: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2025	29
Figur 23: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett.....	29
Figur 24: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2030.....	31
Figur 25: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	31
Figur 26: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2030	32
Figur 27: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett.....	32
Figur 28: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2030.....	33
Figur 29: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	34
Figur 30: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2030.....	34
Figur 31: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett.....	35

Introduktion

Den här rapporten tas fram i samarbete med Umeå Kommun, Umeå Parkering AB (UPAB), Umeå Energi, Rebase Energy och ABB. Arbetet är en del projektet Sharing City Umeå som pågått sedan 2017 i Umeå och ett flertal städer i Sverige. Sharing Cities är ett projekt som arbetar med att undersöka delningsekonomi och testa olika delningslösningar bland annat genom samverkan, digitala plattformar samt kunskapshöjning och kommunikationsteknik. Projektet involverar 50 aktörer inom offentlig sektor, forskning och industrier.

Arbetet bakom denna rapport görs av ABB. ABB är ett globalt teknikföretag som idag finns i över 100 länder och med över 110 000 anställda. Företaget grundades 1988 genom en sammanslagning mellan ASEA och BBC (Brown Boveri & Cie) och är nu ett schweiziskt-svenskt företag med huvudkontor i Zürich. (ABB b), n.d) ABB är indelat i fyra huvudsakliga affärsområden, Electrification, Process Automation, Motion and Robotics samt Discrete Automation. Arbetet görs på en avdelning vid namn Digital Delivery inom affärsområdet Process Automation.

Parallellt med detta arbete utför SWECO en aktörskartläggning där de undersöker möjligheter och hinder för just implementering av V2G i samhället. Resultatet från SWECOS arbete presenteras i en separat rapport. Syftet med både detta arbete och SWECOS arbete är att ge en bild av hur det kan komma att se ut i Umeå om denna teknik implementeras och hur det skulle kunna skalas upp.

Det specifika arbete som kommer att presenteras i denna rapport handlar om att hitta nyttan av att använda sig av tekniken "Vehicle to Building", som i fortsättningen kommer att refereras till som V2B, i ett parkeringshus vid namn Nanna i Umeå. Tanken med projektet var att göra en fysisk implementering av V2B i garaget, men på grund av tekniska svårigheter och leveransproblem bestämdes att det först skulle undersökas genom simuleringar. Resultaten från de simuleringar som ABB har gjort kommer därmed att presenteras i denna rapport.

Mer specifikt kommer projektet att undersöka huruvida ett parkeringshus kan omvandlas till en hub för energidelning där produktion, omvandling, lagring och konsumtion av olika energibärare äger rum. Samt, huruvida detta kan påverka energianvändningen, el-lastprofilen i byggnaden och utsläpp från de olika energikällorna. Parkeringshuset har idag 525 parkeringsplatser varav 40 är för elbilar med vanlig elbilsladdning.

För att utföra projektet kommer ett "Energy Management System", härnäst refererat till EMS, och optimeringssystem att användas vid namn OPTIMAX®. OPTIMAX® är en produkt som erhålls av ABB för att optimera energianvändning och minska utsläpp i så väl städer som byggnader samt energiproduktionsanläggningar. Systemet har visat på minskningar av energi kostnader upp emot 10 % samt minskning av utsläpp. (ABB a), 2021)

Målsättning

Syftet med arbetet är att undersöka potentialen hos V2B när det används i ett publikt parkeringshus. Simuleringar har utförts för olika scenarion för framtiden där antalet bilar med möjlighet till V2B har varierats. Ett snitt för batterikapacitet har använts för hur det kan tänkas att se ut 2030. En närmare beskrivning av de olika scenarierna finns i kapitel 0.

Vehicle to Building

V2B är en idé som utgår ifrån konceptet "Vehicle to Grid", härnäst refererat till som V2G. V2G introducerades av två forskare vid namn Kempton och Letendre i 1997. Deras idé grundade sig i tron om att elbilar skulle spela en viktig roll som lagringssystem för elmarknaden i framtiden. Man trodde att man skulle kunna använda sig av elbilars batterier för att stabilisera nätet samt för att öka introduktionen av intermittenta energikällor så som solkraft och vindkraft. (Kempton & Letendre, 1997)

De potentiella användningsområdena för V2G är frekvensreglering, driftsreserv och tillförsel av topp effekt. Det största värdet kan ses vid frekvensreglering för både bilägaren och elnätsoperatören. Detta är en tjänst som nätet ständigt behöver på grund av fluktuationer i frekvensen. Frekvensfluktuationerna beror på att den faktiska effekten som levereras inte matchar den förbrukade elen. Frekvensreglering innebär oftast att man ökar eller minskar elproduktionen i olika kraftverk vilket kan vara kostsamt. Frekvensreglering med hjälp av lagring innebär istället att man lagrar mer energi eller tömmer lagringen. För frekvensreglering krävs därför hög effektkapacitet medan energikapaciteten kan vara låg (Noel, Zarazua de Rubens, Kester, & Sovacool, 2019) Dock krävs en stor mängd elbilar och väl utvecklade styr- och informationssystem för att dessa användningsområden ska vara lönsamma och det är utifrån detta som V2B har utvecklats. För att V2B ska vara lönsamt krävs det nämligen färre elbilar i jämförelse med V2G, vilket dock beror på storleken på huset och dess energiförbrukning.

För att V2G samt V2B, ska fungera krävs att elbilars batterier är dubbelriktade, med andra ord att de både kan laddas och laddas ur genom en kontakt, samt att laddningsstationen har samma funktion. (Noel, Zarazua de Rubens, Kester, & Sovacool, 2019) Denna funktion finns idag kommersiellt endast i några av Nissans elbilar, nämligen Nissan Leaf, Nissan Leaf E+ och Nissan E-NV 200. (Nissan, 2021)

När det kommer till V2B så är det endast en byggnads energiförbrukning som är av intresse till skillnad från V2G där man är intresserad av hela elnätet. Detta gör att det krävs ett mindre antal elbilar för att nå nytta i jämförelse med V2G. Med V2B kan man minska topp effekter, optimera elförbrukningen samt integrera förnyelsebar elproduktion så som solceller och därmed även öka självförbrukningen av den egenproducerade energin. Ett flertal studier har gjorts inom detta ämne där man sett energibesparingar uppemot 73 %. (Barone, mfl. 2019) (Buonomano, 2020) (Eriksson, 2019)

En aspekt som är viktig när man nyttjar batterier är dess laddningsstatus (State of Charge, SoC) då för låg eller för hög laddning kan leda till snabbt nedbrytning av livslängd. En studie av Tchagang och Yoo (2020) undersökte effekterna på nedbrytning av batterier vid användning av elbilar för både V2G och V2B. Studien undersökte olika gränser för SoC och olika körscenarier. Resultaten av studien visade att efterfrågan på el kunde minskas med 10 % och att de optimala ekonomiska fördelarna kunde uppnås när SoC hålls inom intervallet 30 % till 90 %. Detta intervall kommer användas som begränsning i detta projekt. Detta kan dock snabbt komma att ändras då tekniken kring elbilar ständigt utvecklas.

Elbilens utveckling

I februari 2021 var 4 % av Sveriges privata fordonsflotta eldrivna. Detta utgjorde 199 825 privata fordon varav 61 % var plug-in hybrider och 31 % rena elbilar. Laddningsbara fordon med dubbelriktade batterier motsvarade under 2019, 20 000 fordon. Tillväxttakten för laddningsbara fordon har under det senaste året legat på 78 %, vilket innebär att det är högst troligt att andelen elbilar med dubbelriktade batterier även kommer att öka. (Power Circle (a), 2021) Detta innebär alltså att potentialen för V2B kommer att öka i Sverige den närmsta tiden.

De 5 mest populära elbilarna idag i Sverige är Tesla Model 3, Renault Zoe, Nissan Leaf, Tesla Model S och Kia E-Niro. (Power Circle (b), 2021) Varav en är en kommersiellt fungerande elbil med dubbelriktat batteri, Nissan Leaf. Trots att Nissan Leaf är den enda bilen på marknaden med möjlighet till V2G och V2B så kommer det inte dröja länge till fler biltillverkare erbjuder bilar med samma möjlighet. Renault är den biltillverkare som ligger i framkant när det gäller utvecklingen av den tekniken i sina bilar. Renault har idag en del pilotprojekt runt om Europa där de testar potentialen hos både V2G och V2B. Även företag som Kia Motors och Hyundai utvecklar för nuvarande bilmodeller med denna teknik. (Theron-Ord, 2016) (Kristensson, 2020)

Kapaciteten och körsträckan har stadigt ökat under de senaste åren i elbilar i takt med utveckling och ökad efterfrågan. Enligt *International Energy Agency* (IEA) kommer kapaciteten hos elbilars batterier 2030 att vara i genomsnitt 70-80 kWh. (International Energy Agency c), 2020) Vilket är det dubbla jämfört med Nissan Leaf som idag har en kapacitet på 40 kWh. (Nissan, 2021) IEAs framtidsprognos används i detta projekt för att uppskatta kapaciteten för två årtal: 2025 och 2030. Dessa årtal samt 2021 kommer att simuleras för att se hur det kan komma att påverka energiförbrukningen i Nanna.

Metod

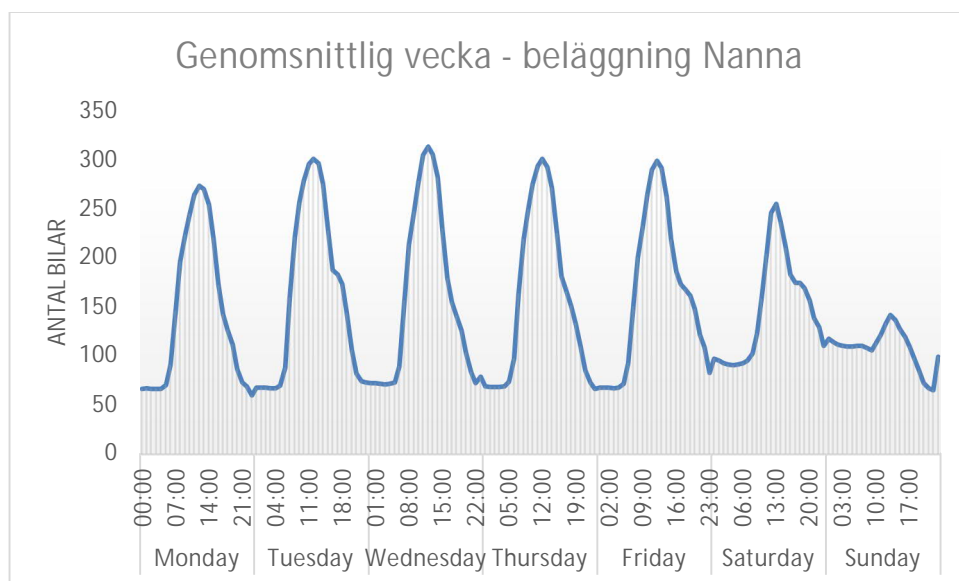
Som nämnts i inledningen så är den metod som använts till detta projekt simuleringar. Simuleringarna grundar sig på historisk data från Nanna samt data från tidigare studier och analyser. I denna del av rapporten kommer det att beskrivas närmare hur simuleringarna har gått till och vad som har gjorts gällande datahantering.

Beläggningsdata

De data som har varit mest intressant för projektet är beläggningsdata från garaget Nanna. Genom att analysera beläggningsdata kan man skapa en djupare förståelse för hur garaget används, alltså under vilka tider folk parkerar och lämnar garaget. Utifrån analys av beläggningsdata så har scheman för vardagar och helger tagits fram, vilket beskrivs närmare nedan.

Scheman

Beläggningsdata för hela året 2019 omvandlades till en genomsnittlig vecka genom att ta ett snitt för varje timme på måndagar, tisdagar, onsdagar och så vidare. Dessa beräkningar resulterade i Figur 1, som visar hur många bilar som är parkerade varje timme. Denna togs fram för att kunna göra ett schema för hur bilar parkerar. Det data som står till grund för Figur 1 analyserades för att se hur bilar parkerar och hur länge.



Figur 1: Genomsnittlig vecka baserat på data från år 2019

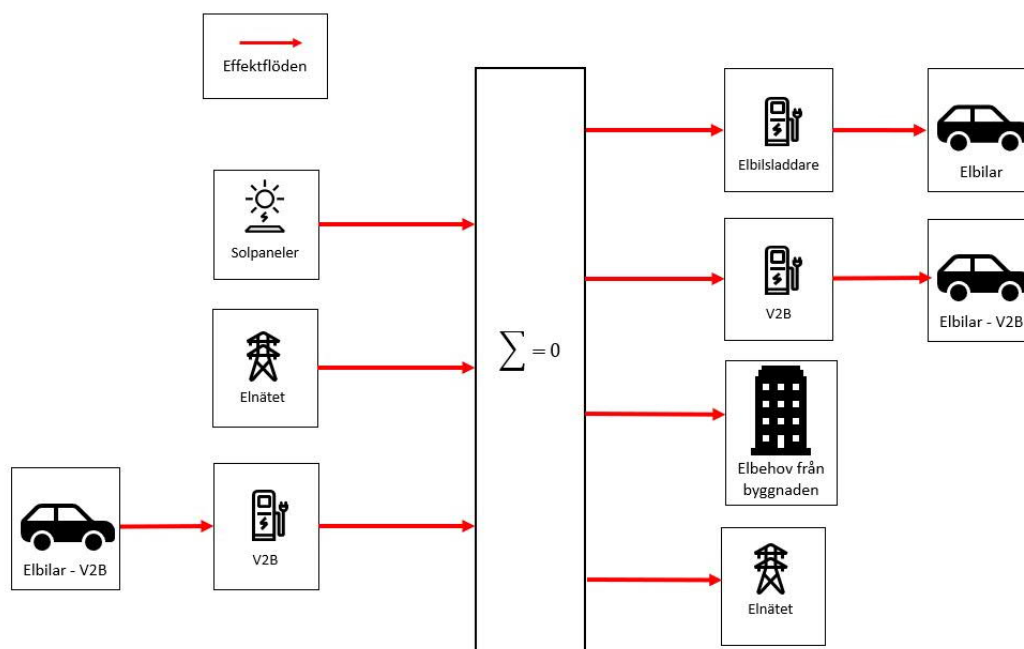
För vardagar hittades tre olika scheman: boendeparkering, kontorsparkering och lunchbesökare. Under helgerna hittades två olika scheman: shoppingbesökare och boendeparkering. För att kunna distribuera fordonen på dessa olika scheman för simuleringarna beräknades en procentsats baserat på genomsnittligt antal fordon under dessa timmar, vilket benämns som fördelning. De specifika tiderna och fördelningarna för de olika schemana kan ses i Tabell 1. För schemat "Boendeparkering" på både vardagar och helger läggs även UPABs tjänstebilar till som står parkerade i garaget. UPAB äger 10 stycken Nissan Leaf som därmed redan har den nödvändiga tekniken för V2B. De fem scheman har tagits fram på så sätt att de timmar som har ungefär lika många bilar parkerade har räknats som ett schema varav det sedan tagits ett snitt på antal bilar över de antal timmarna. När alla scheman tagits fram för till exempel vardagar så har fördelningen räknats fram med snittet av bilar för vardera schemat.

Tabell 1: Schema och Fördelning av bilar i Nanna

SCHEMA OCH FÖRDELNING AV BILAR	PARKERINGSTID	FÖRDELNING
<i>VARDAGAR</i>		
KONTORSPARKERING	07.00-17.00	37 %
LUNCHBESÖKARE	10.00-14.00	42 %
BOENDEPARKERING (+UPABS BILAR)	17.00-07.00	21 %
<i>HELGER</i>		
SHOPPINGBESÖKARE	11.00-18.00	53 %
BOENDEPARKERING (+UPABS BILAR)	Hela helgen	47 %

Simuleringar

Själva simuleringarna har gjorts med hjälp av ABBs verktyg OPTIMAX® som är ett optimerings- och energihanteringssystem. Modellen bakom simuleringarna bygger på Figur 2 som visas nedan. Figuren visar effektlödena i Nanna där belastning ses till höger och tillförsel/produktion ses till vänster. Elnätet kan ses på höger sida då eventuell överproduktion från solpanelerna ska kunna säljas till elnätet.

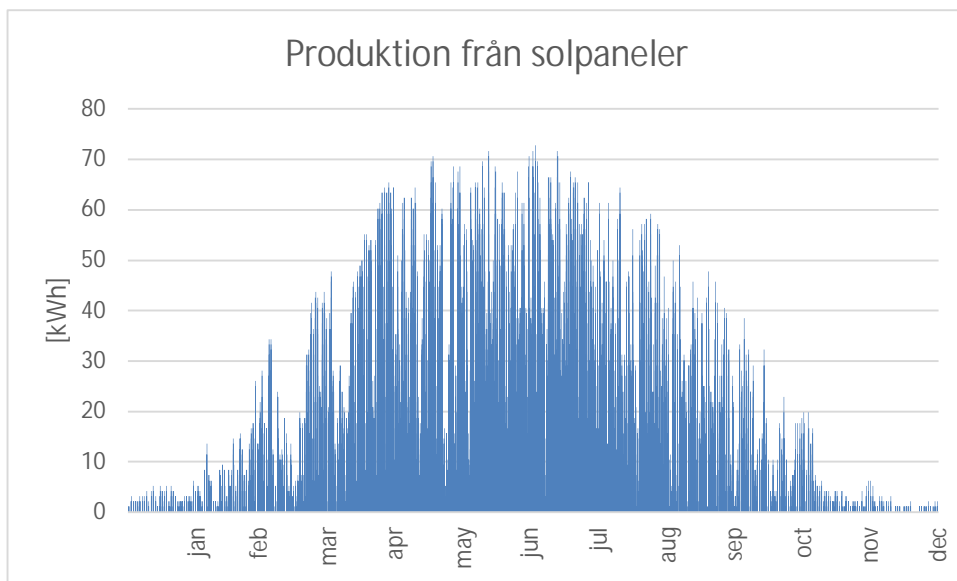


Figur 2: Energiflöden i Nanna

En energibalans görs på lasterna och tillförsel/produktion där nätet fungerar som en regulator. Underskott på tillförsel eller överproduktion regleras av nätet så att summeringstecknet alltid är noll. Denna beräkning görs timme för timme under ett helt år. Nätgränsen ligger på 1 MW.

Produktion från solpaneler

Solcellsanläggningens produktion är uppskattad av ett företag vid namn Rebase Energy som jobbar med energiprognoser med hjälp av artificiell intelligens. Den totala ytan som panelerna kommer att ta upp är 570 m², vilket motsvarar 335 moduler. Effekten av varje modul är 310 W och anläggningens topp effekt vid en solinstrålning på 1000 W/m² är 104,4 kW. Enligt Rebase Energys uppskattning kommer elproduktionen från solpanelerna att vara enligt Figur 3. Den årliga produktionen uppgår till cirka 85 MWh.



Figur 3: Produktion från solpaneler enligt Rebase Energy

Scenarion

Anledningen till att olika scenarion har använts är för att kunna utröna vilka aspekter som kommer att påverka resultatet mest och hur. Nedan beskrivs hur de olika scenarion skiljer sig från varandra samt vad de kommer att undersöka.

Scenario Ett – Solpaneler

Scenario ett bygger på historisk data från Nanna där även en tänkt solcellsanläggning på garagedelen är inkluderad. Scenario ett undersöker alltså hur stor energibesparing som kan göras genom att installera solpaneler. Detta scenario undersöker även hur mycket av den egenproducerade elen från solpanelerna som används i huset utan tillgång till ett batterisystem.

Scenario Två – Solpaneler och V2B

I scenario två har V2B integrerats med scenario ett. I detta fall så undersöks hur stor ökning som sker av självkonsumtionen från solpanelerna samt ökningen av energibesparing genom användning av elbilars batterisystem. Detta scenario är gjort på tre olika år där antal bilar och kapaciteten på deras batterier kommer att förändras. Tabell 2 visar dessa tre case.

Tabell 2: Tre framtida case

CASE	ANTAL BILAR	KAPACITET [KWH]
CASE 2021	10	40
CASE 2025	50	60
CASE 2030	250	80

För varje case kommer det att tillkomma ytterligare 10 bilar som ägs av UPAB som står i garaget. UPABs bilar är alla Nissan Leaf som därmed redan har möjlighet till V2B. Det antas dock att UPABs bilar kommer att bytas ut och därmed ha större kapacitet till 2025 och 2030, enligt tabellen.

Tabell 3: Antal bilar och maxkapacitet per schema

		CASE 2021		CASE 2025		CASE 2030	
		Antal Bilar	Total max kapacitet [kWh]	Antal Bilar	Total max kapacitet [kWh]	Antal Bilar	Total max kapacitet [kWh]
VARDAGAR	Kontors-parkering	4	160	18	1080	93	7440
	Lunch-besökare	4	160	21	1260	105	8400
	Boende-parkering	12	480	21	1260	62	49600
HELGER	Shopping-besökare	6	240	27	1620	133	10640
	Boende-parkering	14	560	33	1980	127	10160

Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX

I scenario tre är optimeringsfunktionen i OPTIMAX inkluderad. Detta görs på de tre case av scenario två. Det som undersöks i detta scenario är huruvida man kan optimera energianvändningen i huset då både egenproduktion och lagringssystem finns på plats.

Nyckeltal

För att jämföra och utvärdera de olika scenarierna har några nyckeltal tagits fram. Dessa syftar till att lättare kunna jämföra de olika scenarion samt att kunna dra slutsatser om hur implementering av dels solpaneler och V2B kommer att påverka byggnaden. De nyckeltal som har valts att användas i detta projekt presenteras nedan samt hur de har beräknats.

Nyckeltal 1 – Oberoende från nätet

Detta nyckeltal undersöker hur stort oberoende från det lokala nätet som kan uppnås genom del implementeringen av solpaneler men också med energilagringssystem i form av elbilar. Beräkningen görs per ett helt år, enligt Ekvation 1.

Ekvation 1: Nyckeltal 2, oberoende från nätet

$$\text{Oberoende från nätet} = 100 * \left(\frac{\text{Total Elkonsumtion} - \text{El Köpt från Nätet}}{\text{Total Elkonsumtion}} \right) [\%]$$

Nyckeltal 2 – Självförbrukning

Detta nyckeltal undersöker hur stor del av den producerade elen från solpanelerna som faktiskt används i byggnaden. Den el som inte används i byggnaden säljs till nätet. Beräkningen görs på ett helt år, enligt Ekvation 2.

Ekvation 2: Nyckeltal 3, självförbrukning från solpaneler

$$\text{Självförbrukning PV} = 100 * \left(\frac{\text{Såld El}_{PV}}{\text{Producerad El}_{PV}} \right) [\%]$$

Detta nyckeltal beskriver alltså ration mellan såld el från solpanelerna och den producerade elen från solpanelerna.

Nyckeltal 3 – Livscykelkostnad (LCC)

Detta nyckeltal beräknar livscykelkostnaden (LCC) för varje scenario för att kunna jämföra dem ekonomisk, det vill säga besparingar av energikostnaderna. LCC för Nannas energikostnader utan någon sorts investering ligger på 2 199 628 SEK. Tabell 4 presenterar den kalkylränta och kalkylperiod som används för beräkningen av LCC.

Tabell 4: LCC värden

Kalkylränta (i-p) [%]	6
Kalkylperiod (n) [år]	10

LCC beräknas enligt Ekvation 3 och görs för varje scenario och case. Energifkostnaden är den årliga energikostnaden och O&M (operations and maintenance) är den årliga kostnaden per investering.

Ekvation 3: Nyckeltal 3, LCC

$$LCC = \text{Investeringskostnad} + \frac{1 - (1 + (i - p))^{-n}}{(i - p)} * \text{Energikostnad} + \frac{1 - (1 + (i - p))^{-n}}{(i - p)} * O\&M$$

Tabell 5 visar de investeringskostnader och årliga kostnader som kommer användas för beräkningen av LCC.

Tabell 5: Kostnader för varje investering

KOSTNADER	
V2B LADDARE – STYCK FÖR ABB TERRA NOVA 11J	61 000-71 000 kronor
V2B LADDARE – ÅRLIGT UNDERHÅLL	3 300 kronor
OPTIMAX – INSTALLATIONSKOSTNAD	151 700 kronor
OPTIMAX LICENSE KOSTNAD – ÅRLIG KOSTNAD	58 700 kronor
SOLPANELER	1 143 552 kronor

LCC tar inte hänsyn till eventuella intäkter från el såld till elbilarna som parkerar i Nanna.

Nyckeltal 4 – Återbetalningstid

Detta nyckeltal undersöker återbetalningstiden för de investeringar som behövs göra i de olika scenarierna. Tiden beräknas enligt Ekvation 4

Ekvation 4: Nyckeltal 4, återbetalningstid

$$\text{Återbetalningstid} = \frac{\text{Investeringskostnad}}{\text{Energikostnad 2019} - \text{Energikostnad}}$$

Energikostnaden för 2019 utifrån erhållna historiska data var 298 900 kronor. Samma investeringskostnader som presenterades Tabell 5 kommer även användas i detta nyckeltal.

Nyckeltal 5 – Energikostnadsbesparing

Detta nyckeltal undersöker den besparing man kan göra i form av energikostnader för varje scenario. Nyckeltalet beräknas enligt Ekvation 5.

Ekvation 5: Nyckeltal 5, energikostnadsbesparing

$$\text{Energikostnads besparing} = 100 * \left(\frac{\text{Energikostnad 2019} - \text{Energikostnad}}{\text{Energikostnad 2019}} \right)$$

Resultat

Resultaten från de tre olika scenarion som simulerats kommer att presenteras nedan med hjälp av både nyckeltalen och figurer. Scenario ett och två visade på samma resultat då potentialen hos V2B inte går att fånga utan någon form av styrsystem så som OPTIMAX.

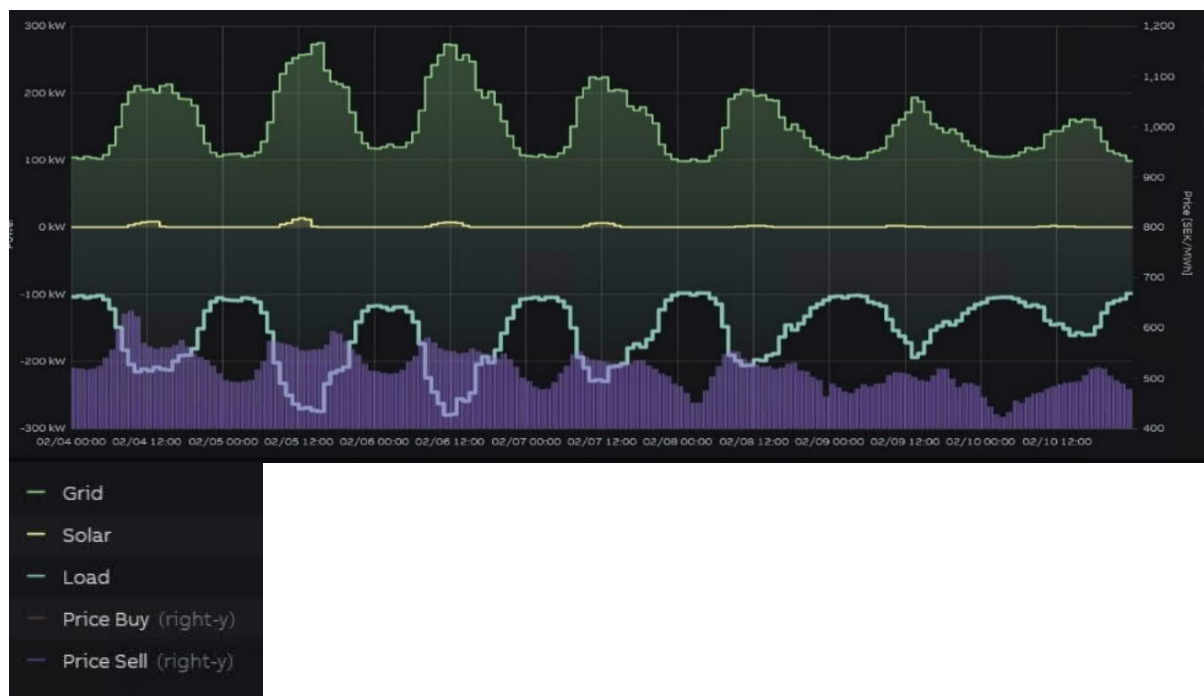
För varje scenario kommer det att presenteras figurer motsvarande fyra utvalda veckor under året. Dessa veckor är första och sista veckan i februari samt juli. Dessa veckor är valda för att visa på hur systemet reagerar när det är kallt och varmt. Figurer som visar resultat för hela året kommer att ligga i appendix samt figurer för en månad per säsong. Dessa månader är februari, maj, juli och november. Observera att vissa linjer i figurerna kan se ut att ha en annan färg då de går ihop med elpriserna som visas som lila staplar.

Scenario Ett - Solpaneler

Resultatet från implementeringen av solpaneler visar på ett minskat elbehov från el-nätet. Den totala besparingen i energikostnader är cirka 33 000 kronor för ett helt år.

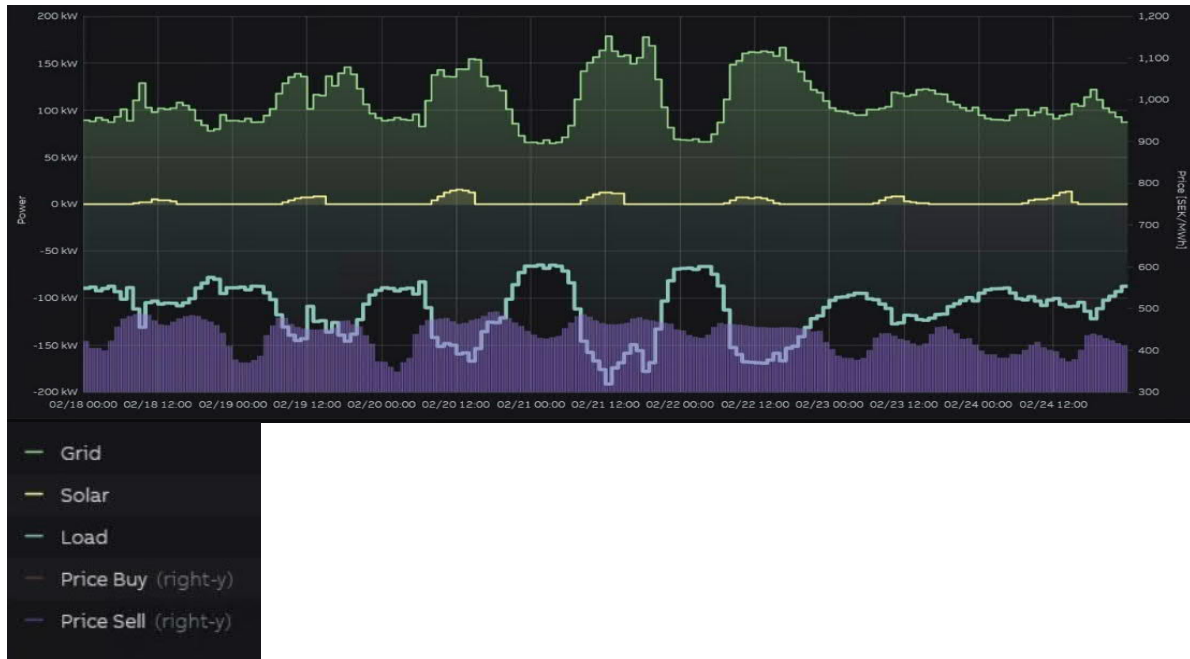
Februari

I första veckan i februari samt den sista som visas i Figur 4 respektive Figur 5 så kan man se att solpanelerna inte påverkar mängden el som köps från nätet då produktionen är väldigt låg. Detta ser man genom att kolla på kurvan som motsvarar "Grid" och "Load", som i dessa fall näst intill speglar varandra. Effekten från solpanelerna motsvarar den gula kurvan i mitten av figuren och har ett maxvärde på 14 kW medan elbehovet, som motsvarar den gröna kurvan, har ett maxvärde på 290 kW för den första veckan i februari.



Figur 4: Första veckan i februari, scenario ett

För den sista veckan i februari så ligger maxvärdet för effekten från solpanelerna något högre, 16 kW, och elbehovet något lägre, 191 kW.



Figur 5: Sista veckan i februari, scenario ett

Tabell 6 visar de högsta och de lägsta värdena som kan ses i figurerna ovan för producerad el från solpanelerna, elbehovet, elpriset samt hur mycket effekt som krävs från nätet.

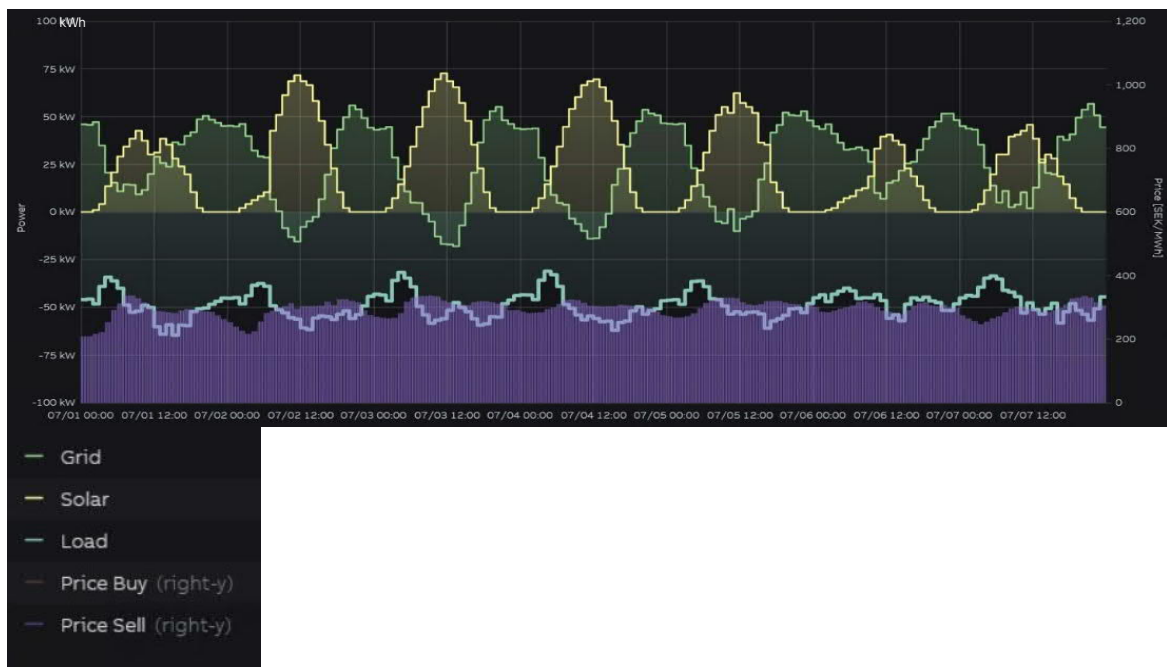
Tabell 6: Resultat i februari, scenario ett

	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI		SISTA VECKAN I FEBRUARI	
	MIN	MAX	MIN	MAX
SOL [KW]	0	14	0	16
ELBEHOV [KW]	98	290	65	191
ELPRIS [SEK/MWH]	423	634	349	494
NÄT [KW]	98	275	65	179

Juli

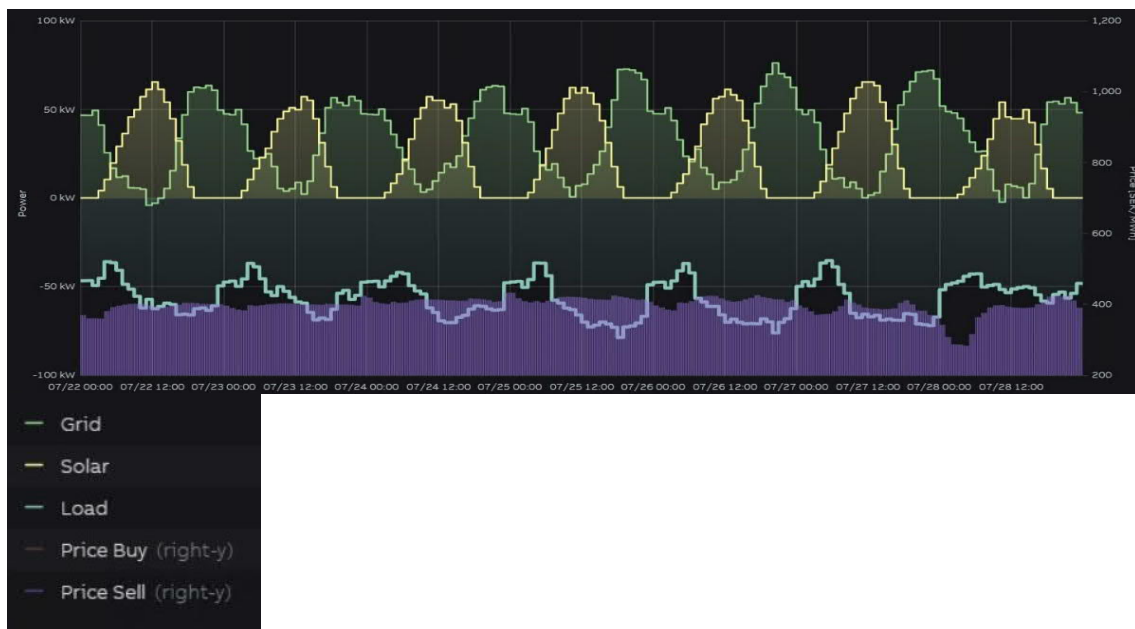
I juli då det är både varmare och mer sol så kan man nu se i Figur 6 och Figur 7 att kurvorna motsvarande "Grid" och "Load" under dessa veckor skiljer sig väldigt mycket från varandra, vilket de inte gjorde under veckorna i februari. Det man också kan se i figurerna är att det är något av en förskjutning mellan elbehovet (Load) och effekt från solpanelerna, vilket innebär att en del av den egenproducerade elen säljs till nätet.

För första veckan i juli månad har effekten från solpanelerna ett maxvärde på 73 kW vilket är högre än maxvärdet på elbehovet som har ett maxvärde på 65 kW.



Figur 6: Första veckan i juli, scenario ett

För sista veckan i juli månad har effekten från solpanelerna ett något lägre maxvärde än första veckan på 65 kW och elbehovet ett något högre värde på 79 kW.



Figur 7: Sista veckan i juli, scenario ett

De max- och min-värden som kan ses i figurerna ovan presenteras även i Tabell 7.

Tabell 7: Resultat i juli, scenario ett

	FÖRSTA VECKAN I JULI		SISTA VECKAN I JULI	
	MIN	MAX	MIN	MAX
SOL [KW]	0	73	0	65
ELBEHOV [KW]	31	65	35	79
ELPRIS [SEK/MWH]	209	338	283	433
NÄT [KW]	- 18	57	- 4	76

Resultat Nyckeltal

Tabell 8 visar resultatet för de fem framtagna nyckeltalen. Beroendet från elnätet minskar med 12 % vilket också reflekteras i figurerna ovan. Man kan även se att självförbrukningen från solpanelerna i scenario ett ligger på nästan 100 %. Detta indikerar att den mängd solpaneler som är tänkt att installeras på Nanna är för få i förhållande till det energibehov huset har. Hade sol-anläggningen varit större så skulle dels möjligheten att sälja till nätet öka samt möjligheten till lagring och därmed även effektoppsstyrning i en större utsträckning.

Tabell 8: Resultat nyckeltal, scenario ett

RESULTAT	
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	12 %
NYCKELTAL 2 – SJÄLVFÖRBRUKNING	97 %
NYCKELTAL 3 – LCC	3 124 646 kronor
NYCKELTAL 4 – PAYBACK	35 år
NYCKELTAL 5 - ENERGIKOSTNADSBESPARING	11 %

Scenario Två – Solpaneler och V2B

Detta scenario visade inte på någon användning av V2B, därför kommer inga resultat att presenteras här då resultaten blev dem samma som för Scenario Ett. Anledningen till att V2B inte utnyttjas i detta fall är för att det inte finns något styrsystem som kan kontrollera när och hur bilarna ska ladda eller ladda ur. Det behövs med andra ord ett styrsystem för att V2B ska fungera. OPTIMAX är både ett styrsystem och optimeringssystem vilket innebär att Scenario Tre kommer att påvisa V2B eventuella potential.

Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX

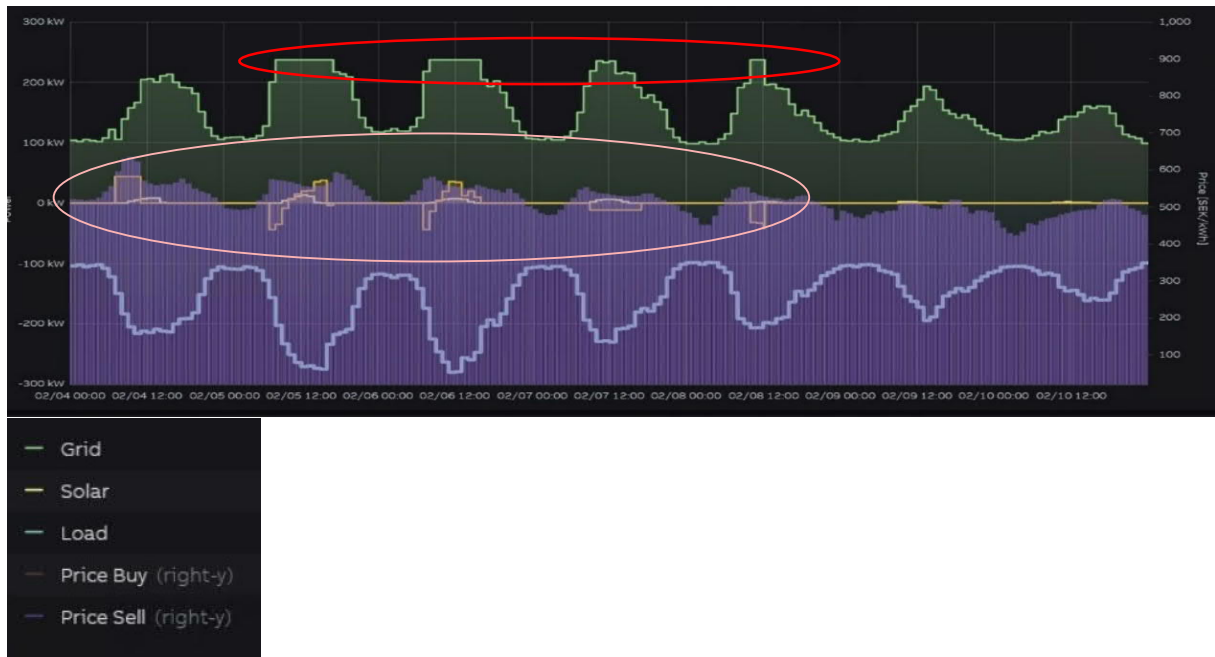
I detta scenario kommer figurer att visas för varje utvald vecka för vardera case samt även de figurer som visades i scenario 1 för att enklare kunna se skillnader.

Case 2021

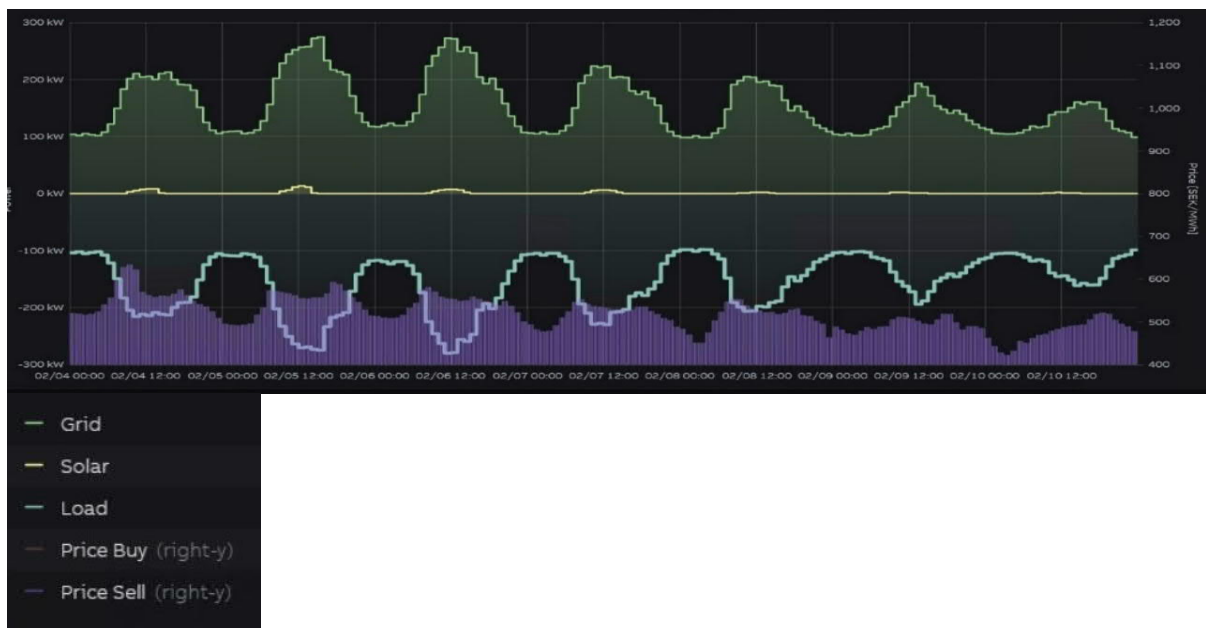
Besparingen i energikostnader för case 2021 är cirka 39 400 kronor vilket motsvarar 13 % av den ursprungliga kostnaden. Vilket är en ökning från scenario ett med 6 400 kronor.

Februari

I Figur 8 och Figur 9 visas resultatet för första veckan i februari för case 2021 och scenario ett respektive. För case 2021 kan man se att effekttopparna från nätet har blivit kapade vilket är markerat med den mörkt röda cirkeln samt att V2B har nyttjats vilket är markerat med den ljusa röda cirkeln. När V2B är negativt så innebär det att bilarna laddas och när V2B är positivt så innebär det att bilarna laddar ur, antingen för att täcka elbehovet i Nanna eller för att sälja tillbaka till nätet om elpriserna är höga.

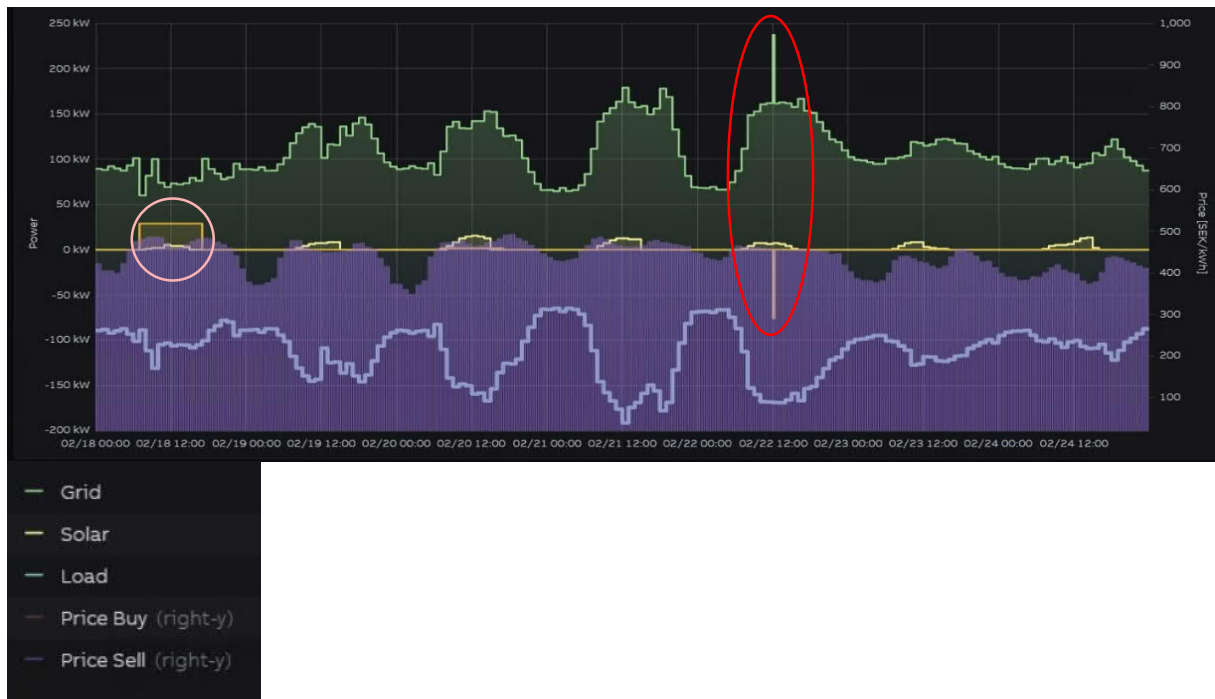


Figur 8: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2021

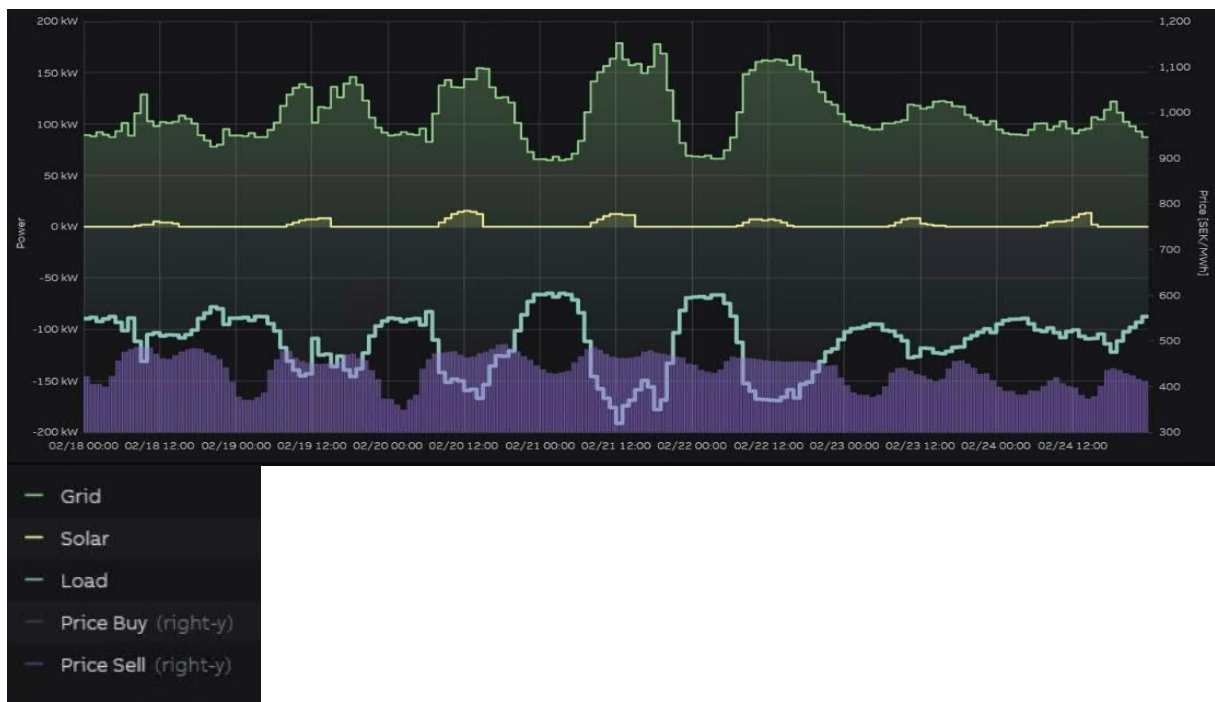


Figur 9: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

För den sista veckan i februari så är skillnaden mellan case 2021 och scenario ett inte lika påtaglig. Dessa visas i Figur 10 och Figur 11, där man kan se först att batteriet laddas ur vid den ljusa röda cirkeln och sedan att batteriet laddas vilket markerats med den mörkt röda cirkeln. Denna laddning kan bero på att elpriset har gått ner något men även att SoC i någon av de inkopplade bilarna börjar närma sig 30 % vilket är det lägsta tillåtna.



Figur 10: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2021



Figur 11: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

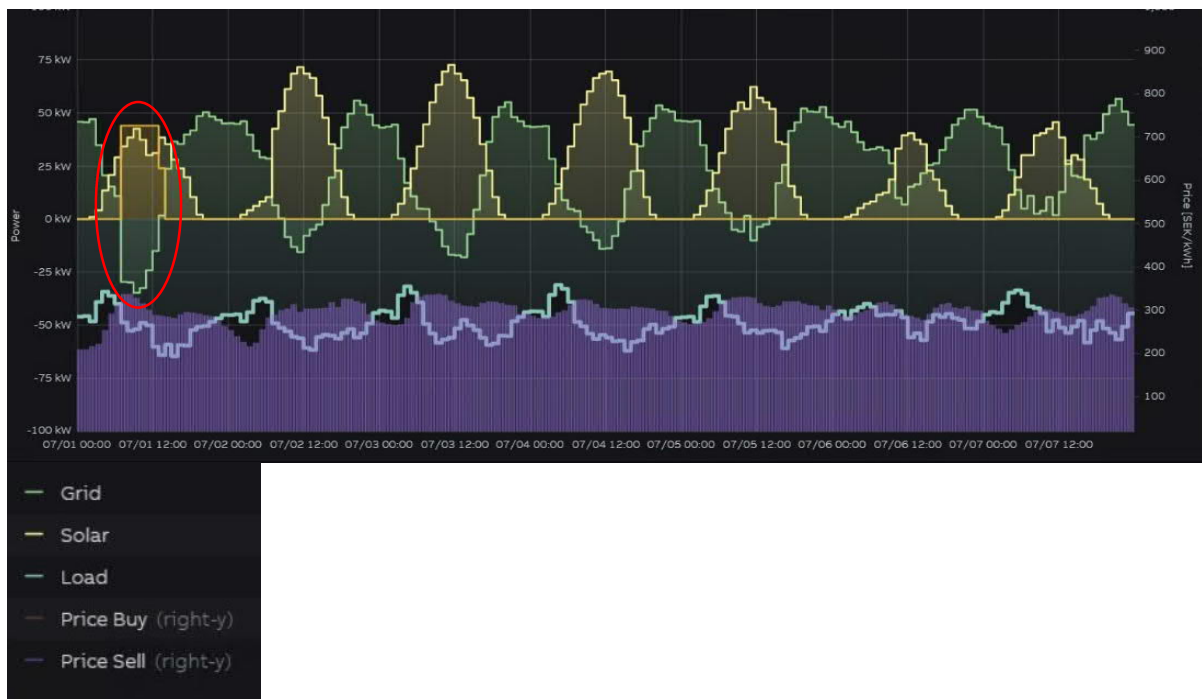
Tabell 9 nedan visar på max- och min-värdena för case 2021 i februari och även för scenario ett för att visa på skillnaderna ytterligare.

Tabell 9: Resultat i februari, case 2021

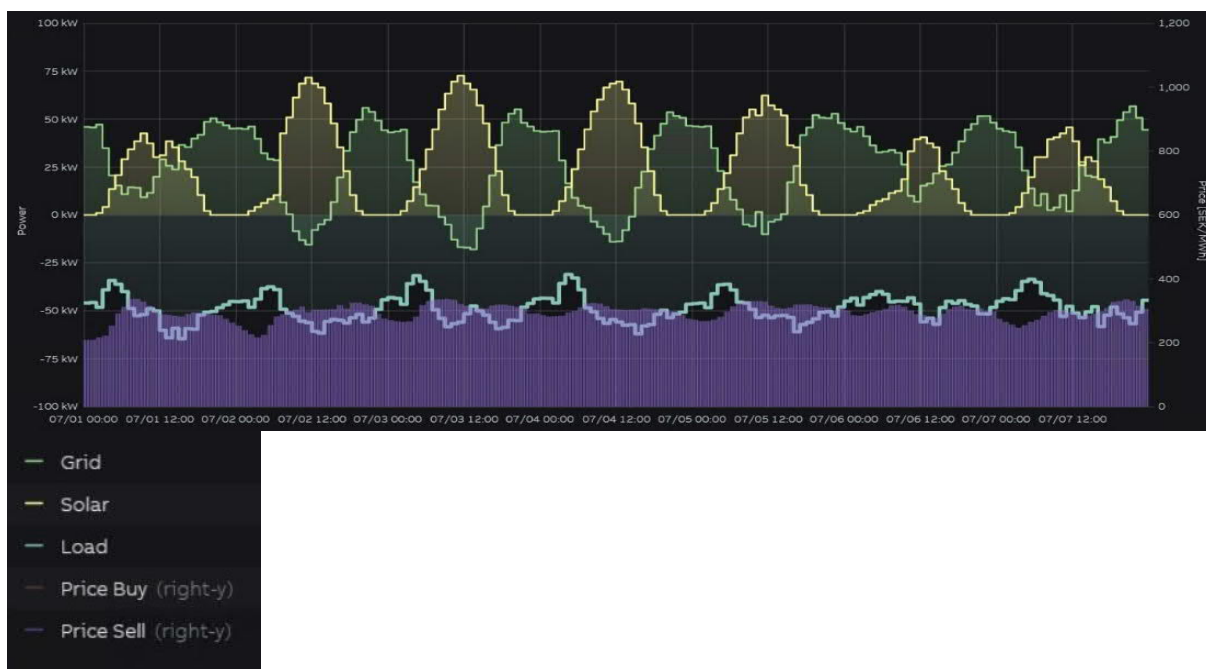
	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI				SISTA VECKAN I FEBUARI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		14		0		16	
ELBEHOV [KW]	98		290		65		191	
ELPRIS [SEK/MWH]	423		634		349		494	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	98	237	98	275	60	237	65	179
V2B [KW]	- 44	44	-	-	- 76	29	-	-

Juli

När man kollar på första veckan i juli månad där effekten från solpanelerna är stor så är skillnaden mellan scenario ett och case 2021 väldigt liten. Den enda skillnad man kan se är under måndagen då det säljs en stor del el till nätet från bilarna då elpriset gått upp en aning, markerat med den mörkt röda cirkeln. Figur 12 och Figur 13 visar case 2021 och scenario ett respektive.



Figur 12: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2021

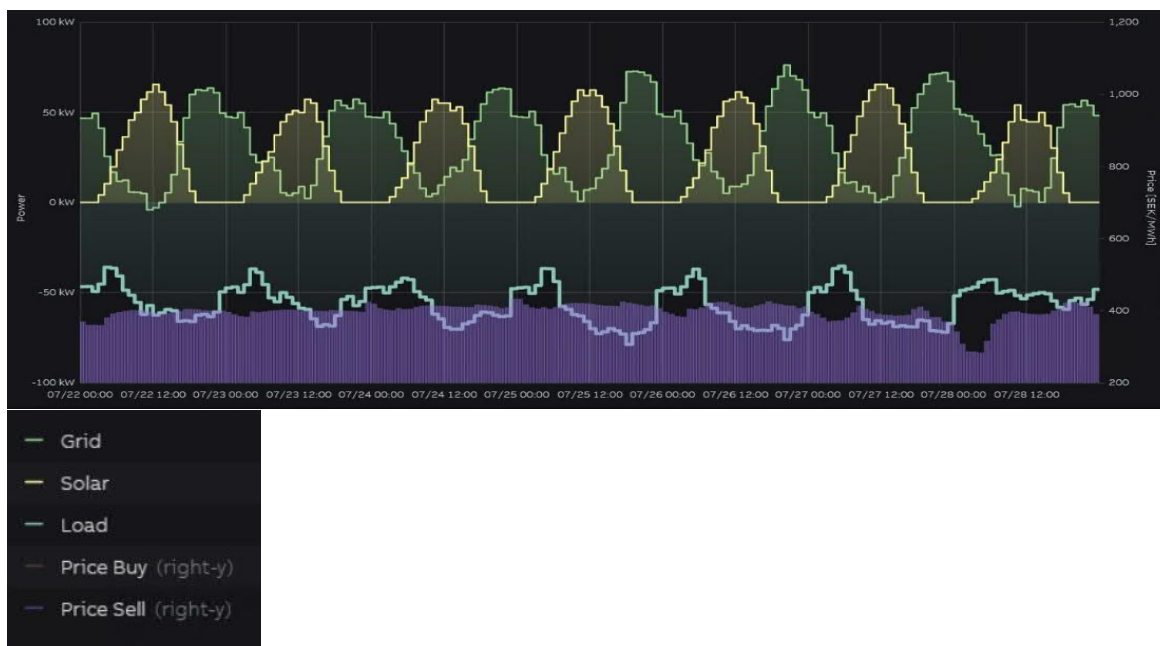


Figur 13: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

Gällande sista veckan i juli så kan man se att det säljs lite el till nätet från bilarna, markerat med den ljusa röda cirkeln, då el-priset är något förhöjt samt att en större mängd el köps för att ladda bilarna i slutet på veckan, markerat med den mörkt röda cirkeln, då elpriset är som lägst. Figur 14 och Figur 15 visar case 2021 och scenario ett respektive.



Figur 14: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2021



Figur 15: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

De max- och min-värden som kan ses i figurerna ovan presenteras i Tabell 10.

Tabell 10: Resultat i juli, case 2025021

	FÖRSTA VECKAN I JULI				SISTA VECKAN I JULI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		73		0		65	
ELBEHOV [KW]	31		65		35		79	
ELPRIS [SEK/MWH]	209		338		283		433	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	- 35	57	- 18	57	- 22	174	- 4	76
V2B [KW]	0	44	-	-	- 125	30	-	-

Resultat Nyckeltal

Tabell 11 visar resultaten för de fem framtagna nyckeltalen för case 2021. Man kan konstatera att nätberoendet har gått ner i jämförelse med scenario ett vilket är beror på att en ökad mängd el har köpts. Energikostnadsbesparingen har istället gått upp vilket tyder på att man har möjliggjort för att köpa mer el men till ett lägre pris. Självförbrukningen är, redan för case 2021, 100 % vilket ytterligare tyder på att en större sol-anläggning behövs för att uppnå ekonomisk lönsamhet för V2B.

Tabell 11: Resultat nyckeltal, case 2021

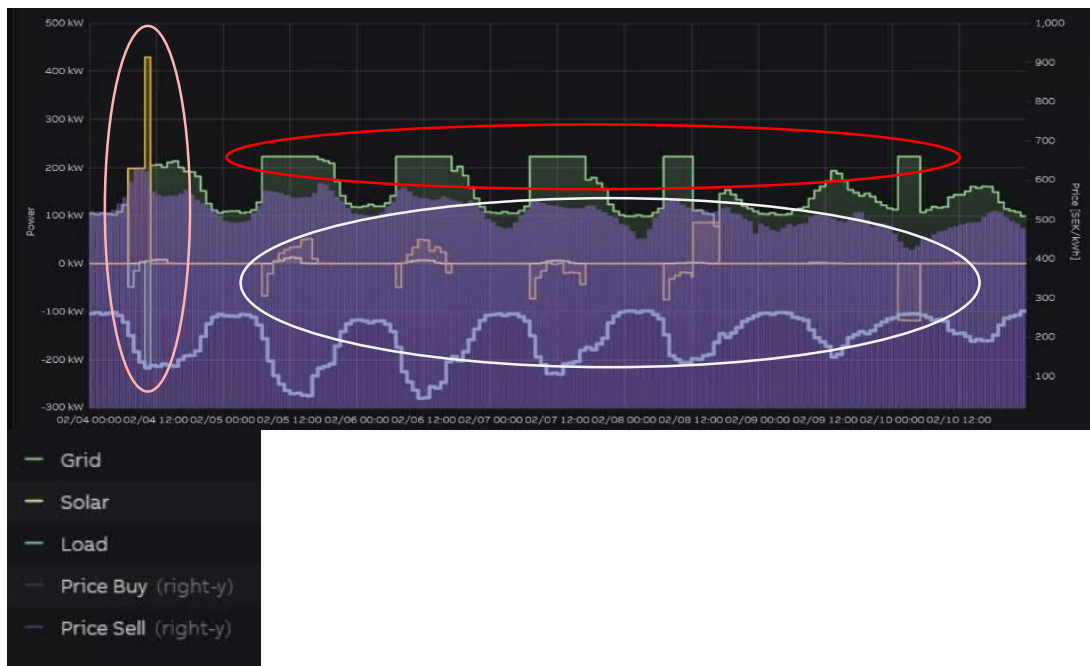
RESULTAT	
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	10 %
NYCKELTAL 2 – SJÄLVFÖRBRUKNING	100 %
NYCKELTAL 3 – LCC	6 024 710
NYCKELTAL 4 – PAYBACK	64
NYCKELTAL 5 - ENERGIKOSTNADSBESPARING	13 %

Case 2025 – 2025

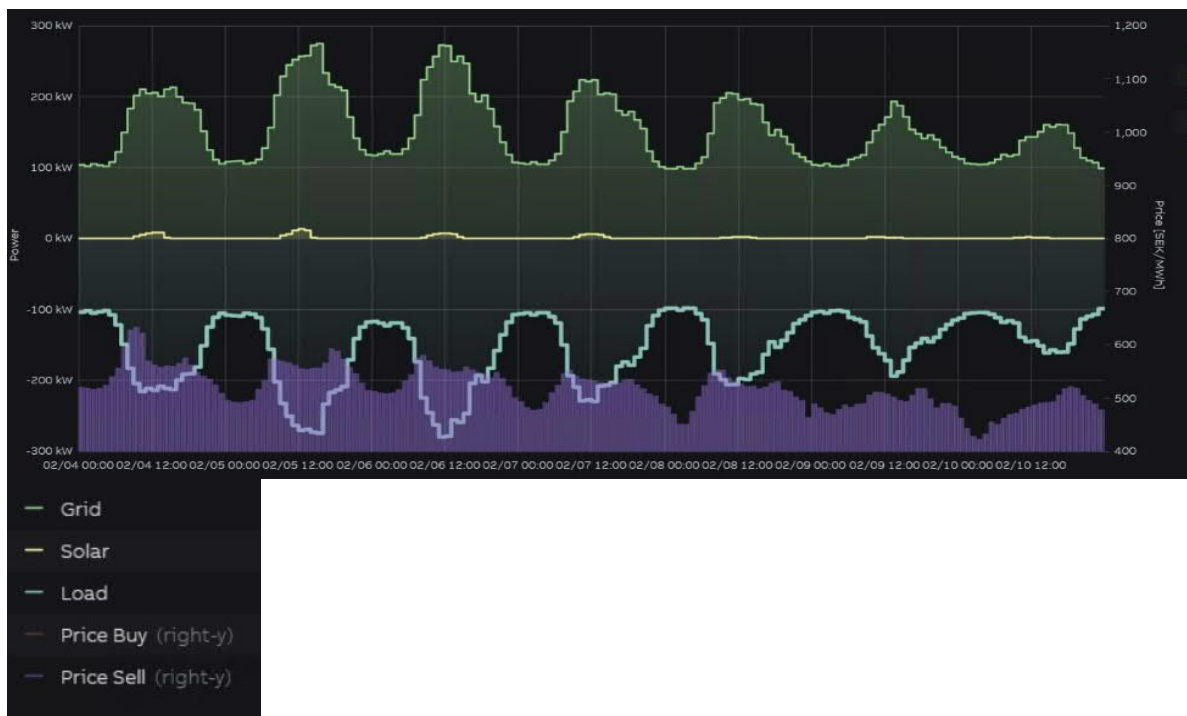
Besparingen i energikostnader är cirka 49 300 kronor vilket motsvarar 16 % av den ursprungliga kostnaden. Detta är ytterligare en ökning från scenario ett och case 2021.

Februari

På samma sätt som i case 2021 har topeffekten från nätet kapats i första veckan av februari vilket kan ses när man jämför Figur 16 och Figur 17 som visar case 2025 och scenario ett respektive. Man kan även se att en stor urladdning från bilarna sker i början av veckan då elpriset är högt, markerat med den ljusa röda cirkeln. En del av detta används till elbehovet i Nanna och en del säljs till nätet. Den röda cirkeln markerar de kapade topeffekterna från nätet och den vita cirkeln markerar de laddningar och urladdningar som sker i bilarna.

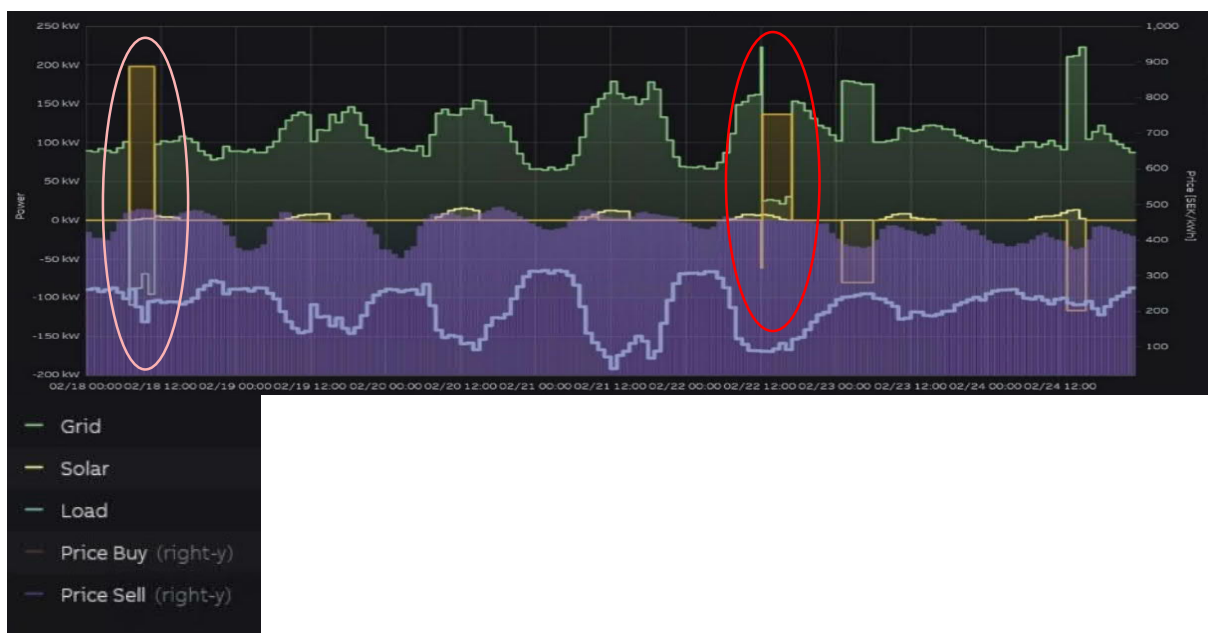


Figur 16: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2025

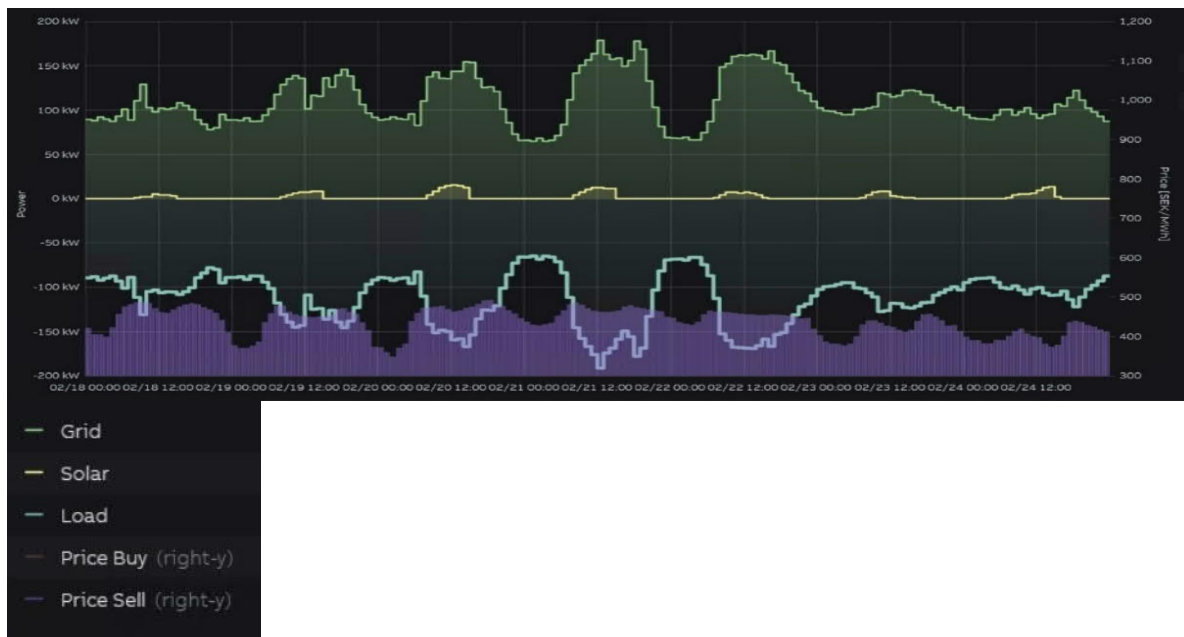


Figur 17: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

Den sista veckan i februari för case två visas i Figur 18, där man kan se att bilarna nyttjas till både elbehovet i Nanna men även för att laddas när elpriserna är låga. Den ljusa röda cirkeln visar på en urladdning av bilarna då elpriset är högt för att täcka både elbehov och sälja el till nätet. Den mörkt röda cirkeln visar på först en ökning i el köpt från nätet för att ladda upp bilarna för att sedan laddas ur och täcka elbehovet när priset stiger en aning. Sedan följs två toppar i effekt från nätet som är speglade i bilarna som laddas och de låga elpriserna.



Figur 18: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2025



Figur 19: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

Tabell 12 visar de max- och min-värden som är i figurerna ovan, för case 2025.

Tabell 12: Resultat i februari, case 2025

	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI				SISTA VECKAN I FEBUARI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		14		0		16	
ELBEHOV [KW]	98		290		65		191	
ELPRIS [SEK/MWH]	423		634		349		494	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	- 219	223	98	275	- 109	223	65	179
V2B [KW]	- 118	429	-	-	- 116	198	-	-

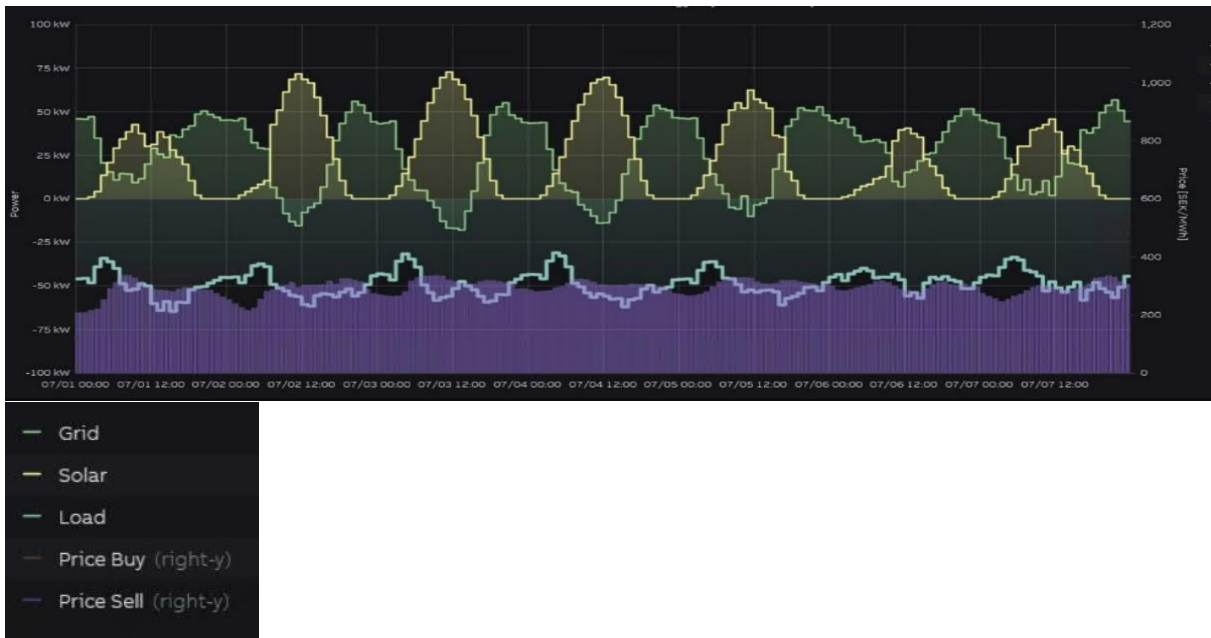
Juli

Den första veckan i juli ses i Figur 20 och Figur 21 för case 2025 och scenario ett respektive. Veckan börjar med en stor urladdning från bilarna då elpriset ligger relativt högt, markerat med den ljusa röda cirkeln. Framåt slutet på veckan så

sker två separata laddningar av bilarna, markerat med de två röda cirklarna, när elpriset är lågt. Till sist så laddas bilarna ur när elpriset än en gång stiger, markerat med den vita cirkeln.



Figur 20: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2025

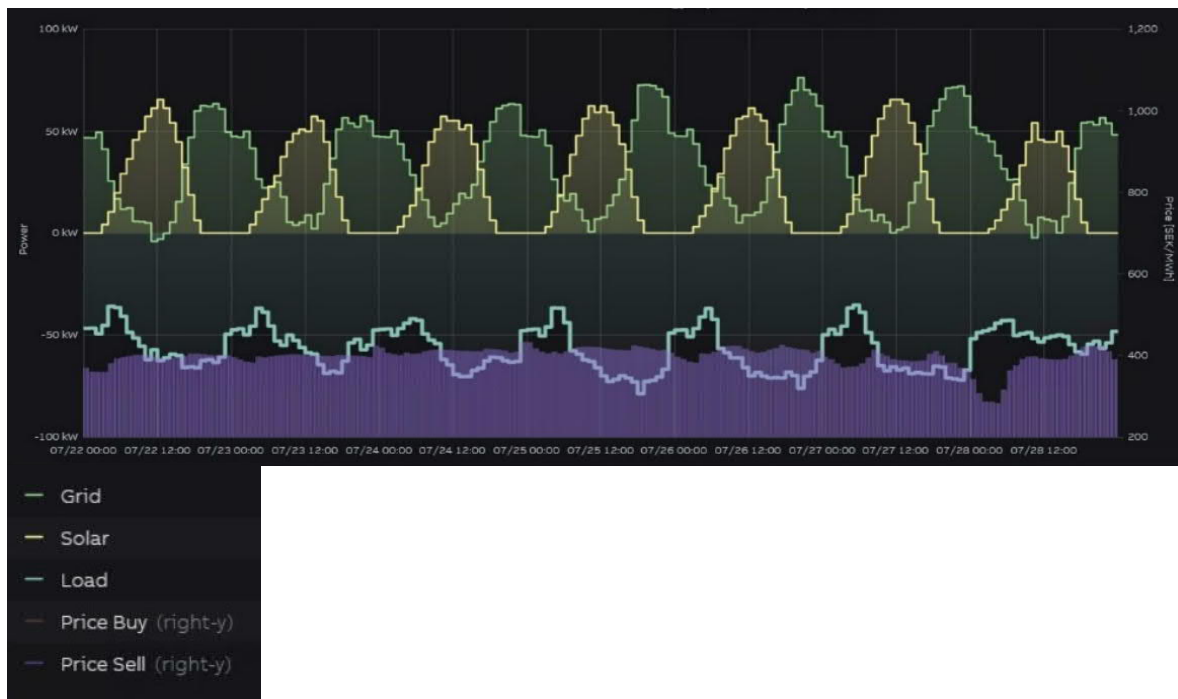


Figur 21: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

Under den sista veckan i juli för case två, Figur 22, är skillnaden relativt liten från scenario ett, Figur 23. De enda man kan se är de två laddningar av batterier som sker framåt slutet på veckan, markerade med mörkt röda cirklar.



Figur 22: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2025



Figur 23: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

Tabell 13 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 2025.

Tabell 13: Resultat i juli, case 2025

	FÖRSTA VECKAN I JULI				SISTA VECKAN I JULI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		73		0		65	
ELBEHOV [KW]	31		65		35		79	
ELPRIS [SEK/MWH]	209		338		283		433	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	- 340	223	- 18	57	- 4	223	- 4	76
V2B [KW]	- 226	351	-	-	- 214	9	-	-

Resultat Nyckeltal

Tabell 14 presenterar resultaten för de fem nyckeltal som har tagits fram, för case 2025. Man kan se att nyckeltal 1 har ett negativt värde, vilket innebär att mer el har köpts från nätet än vad behovet i Nanna är. Detta innebär att man har köpt el när den är billig för att ladda bilarna via V2B. Detta syns även när man kollar på nyckeltal 5 som ligger på 16 %, det innebär alltså trots att man har köpt mer el så har man gjort större besparingar än i både scenario ett och case 2021.

Tabell 14: Resultat nyckeltal, case 2025

RESULTAT	
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	- 1 %
NYCKELTAL 2 – SJÄLVFÖRBRUKNING	100 %
NYCKELTAL 3 – LCC	8 354 180 kronor
NYCKELTAL 4 – PAYBACK	101 år
NYCKELTAL 5 – ENERGIKOSTNADSBESPARING	16 %

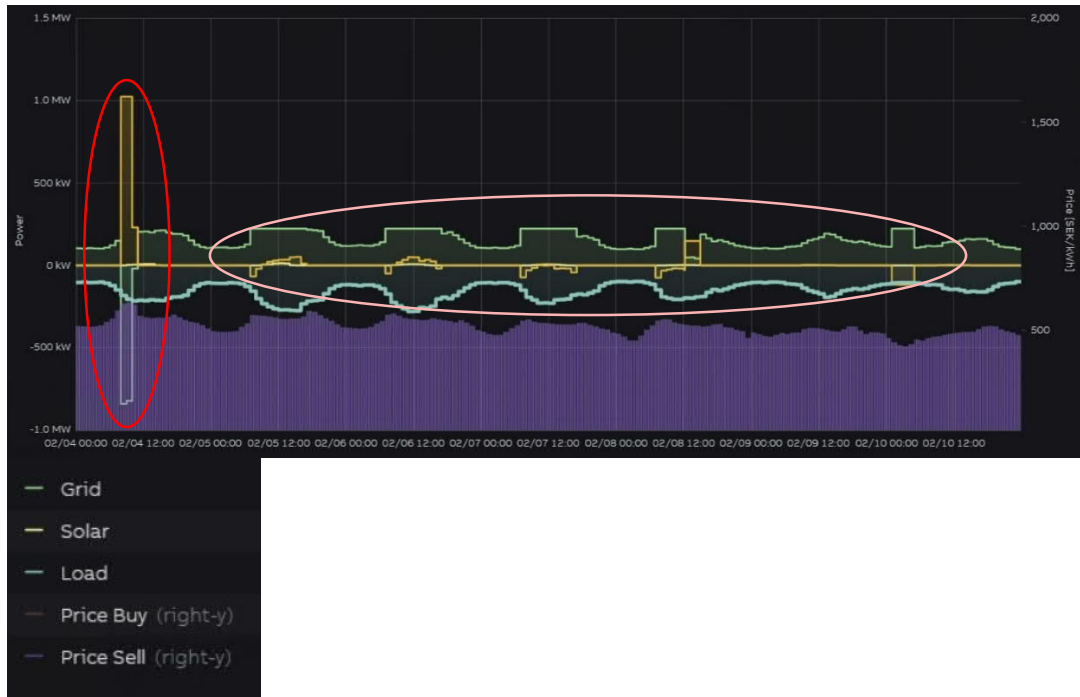
Case 2030

Besparingen i energikostnader är cirka 54 500 kronor vilket motsvarar 18 % av den ursprungliga kostnaden. Vilket är den största energibesparingen i jämförelse med de andra casen och scenario ett.

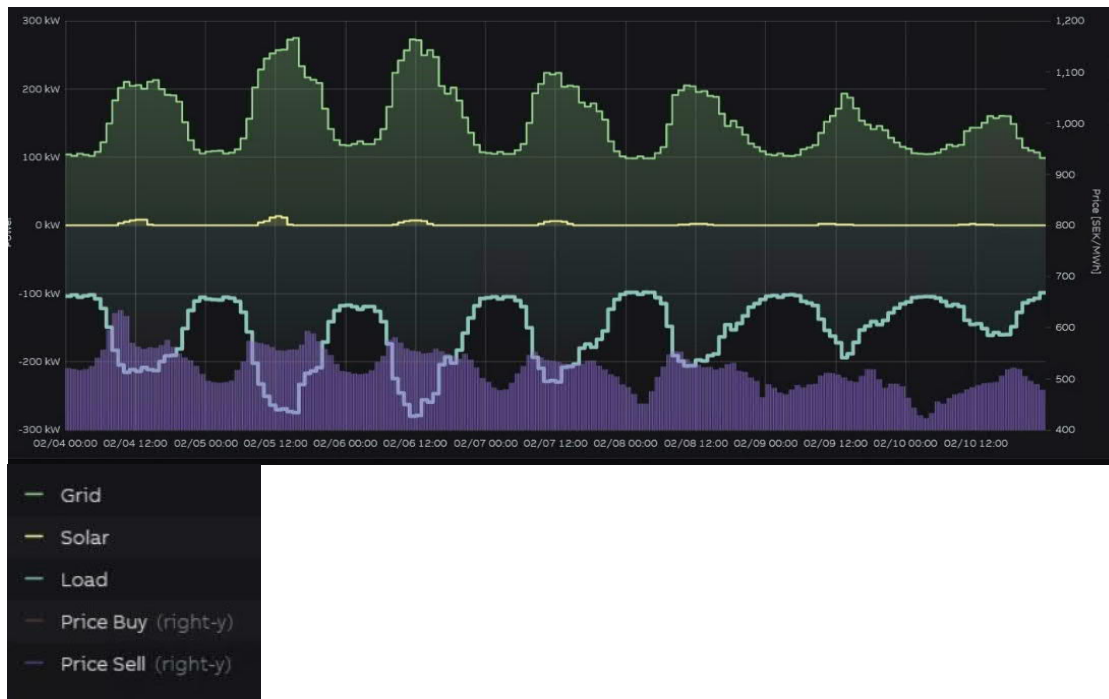
Februari

För den första veckan i februari för case 2030, Figur 24, kan man för första gången se systemet utnyttja nätbegränsningen som är satt till 1 MW. Detta sker i början av veckan när elpriset är som högst och de bilar som är

kopplade till V2B laddas ur direkt mot nätet, markerat med den mörkt röda cirkeln. Under resten av veckan sker mest uppladdningar av bilar och en del effekttoppskapning, markerat med den ljus röda cirkeln.

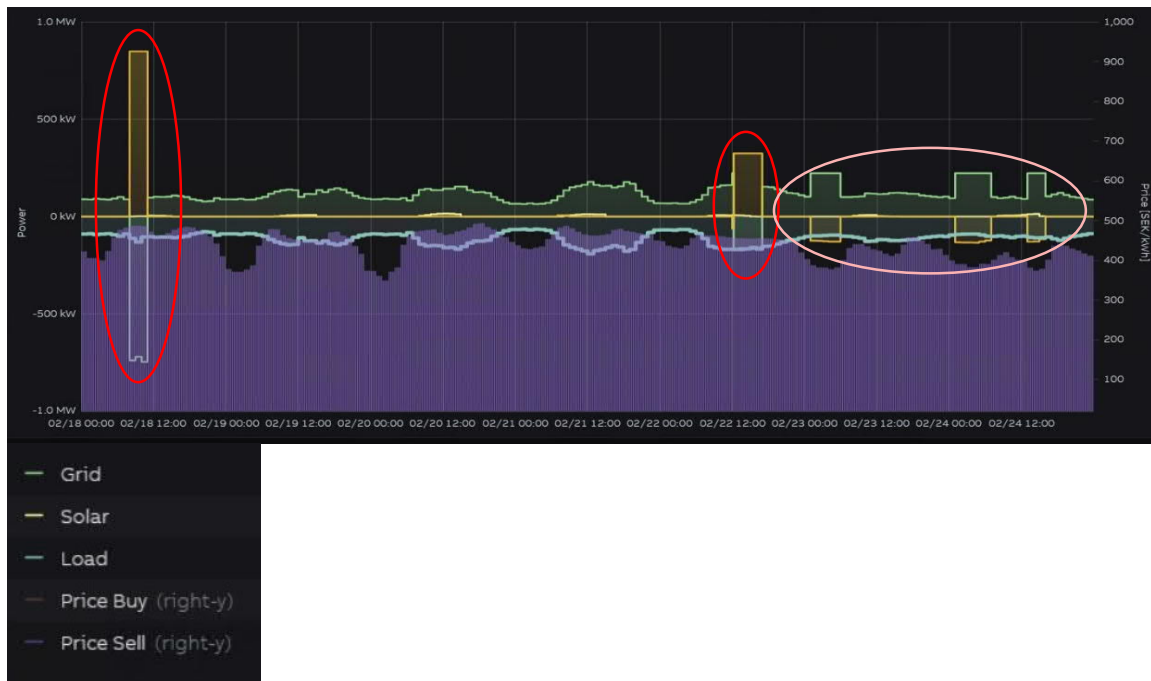


Figur 24: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2030

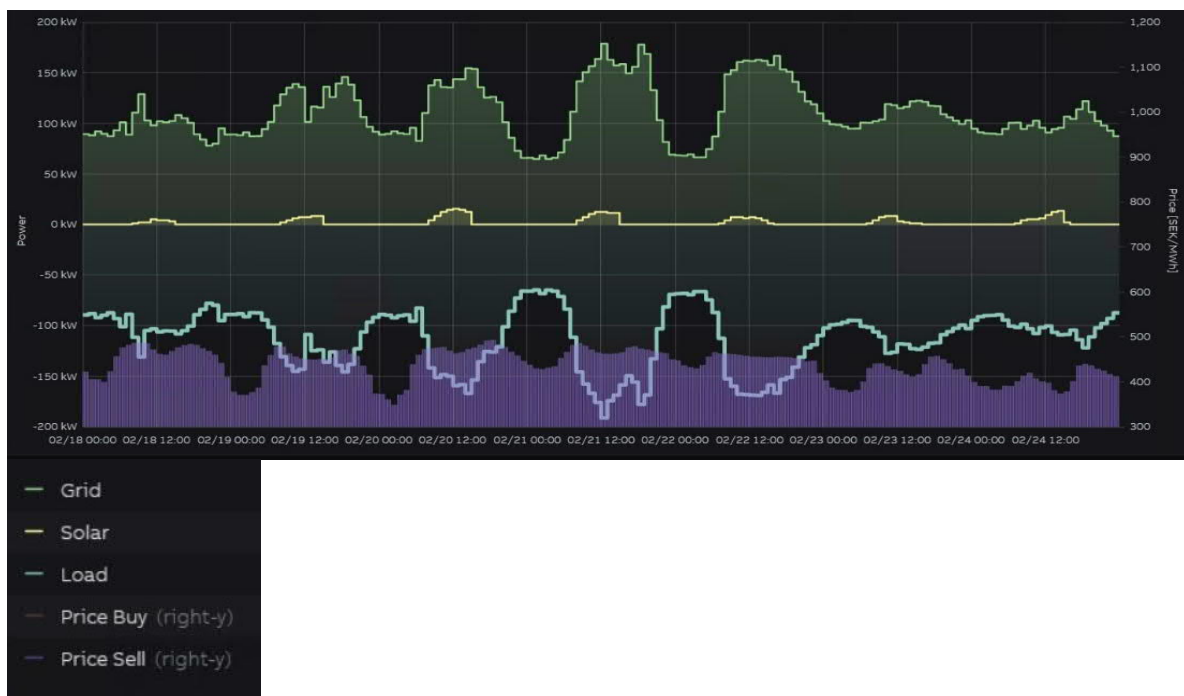


Figur 25: För jämförelse: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

Liknande beteende kan ses för den sista veckan i februari, Figur 26, då en stor urladdning av bilarna sker i början på veckan då priset är högt och en mindre urladdning framåt fredagen, markerat med de mörkt röda cirkelarna. Sedan följer tre uppladdningar i slutet på veckan, markerat med den ljusa röda cirkeln.



Figur 26: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2030



Figur 27: För jämförelse: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

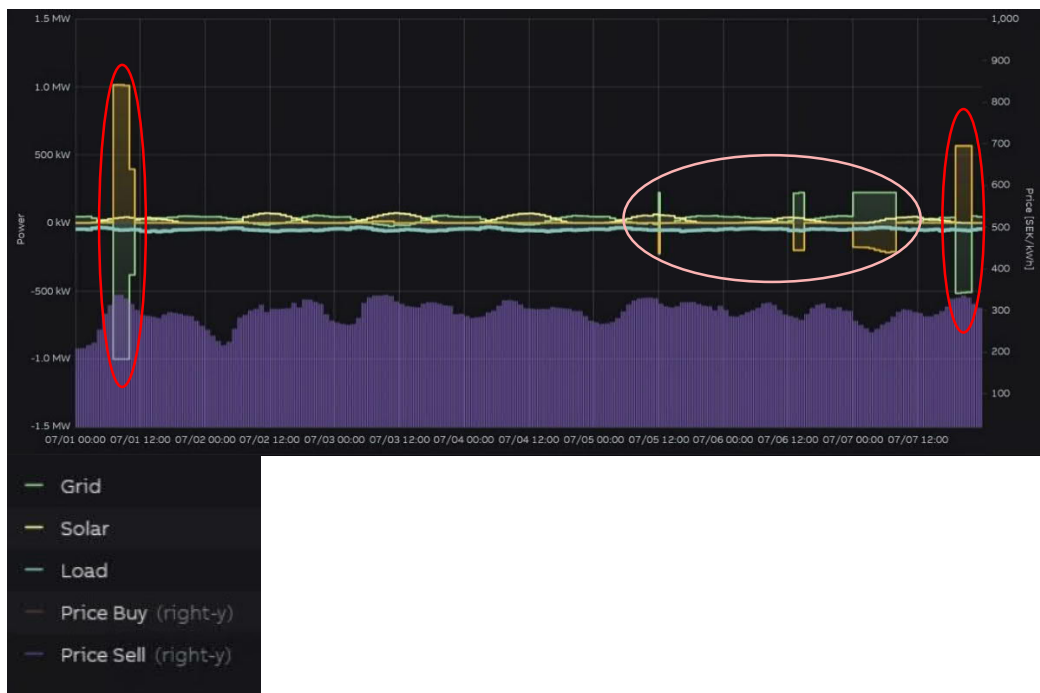
Tabell 15 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 2030.

Tabell 15: Resultat i februari, case 2030

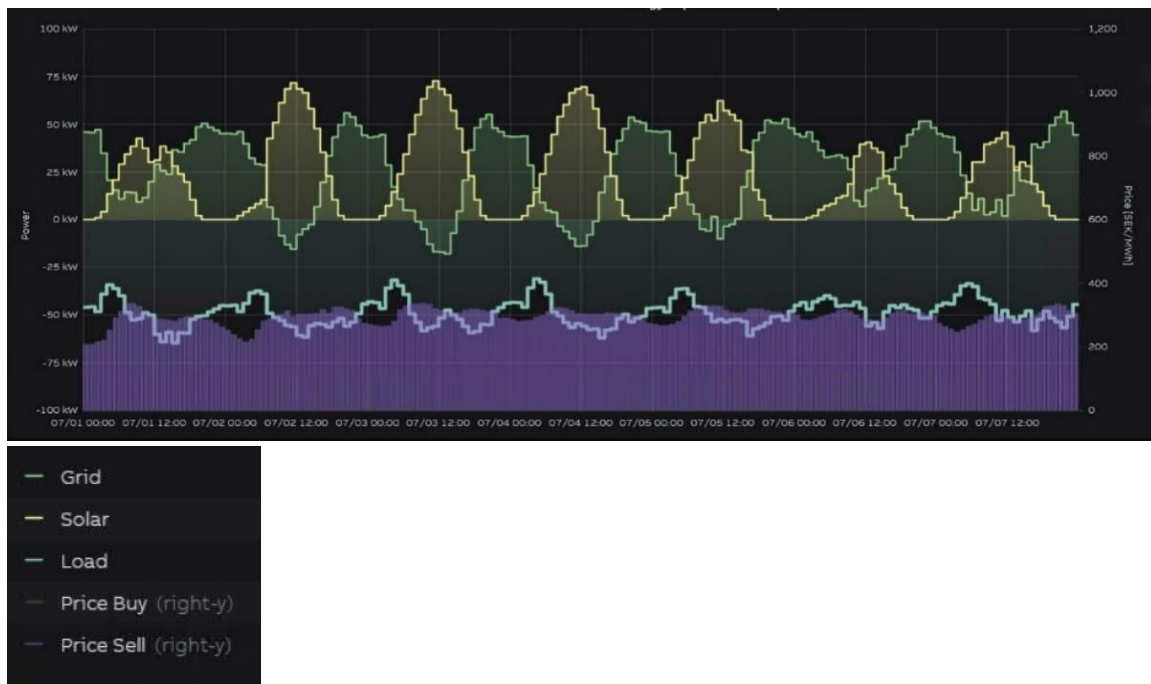
	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI				SISTA VECKAN I FEBUARI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		14		0		16	
ELBEHOV [KW]	98		290		65		191	
ELPRIS [SEK/MWH]	423		634		349		494	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	- 840	223	98	275	- 746	223	65	179
V2B [KW]	- 118	1 023	-	-	- 134	849	-	-

Juli

Under den första veckan i juli, Figur 28, sker även här en urladdning som utnyttjar maxbegränsningen på nätet och sedan i slutet av veckan en något mindre urladdning båda sker då elpriserna har gått upp, markerade med de mörkt röda cirkelarna. Innan den sista urladdningen så sker tre på varandra följande uppladdningar av bilarna då elpriset har gått ner, markerat med den ljusa röda cirkeln.



Figur 28: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2030

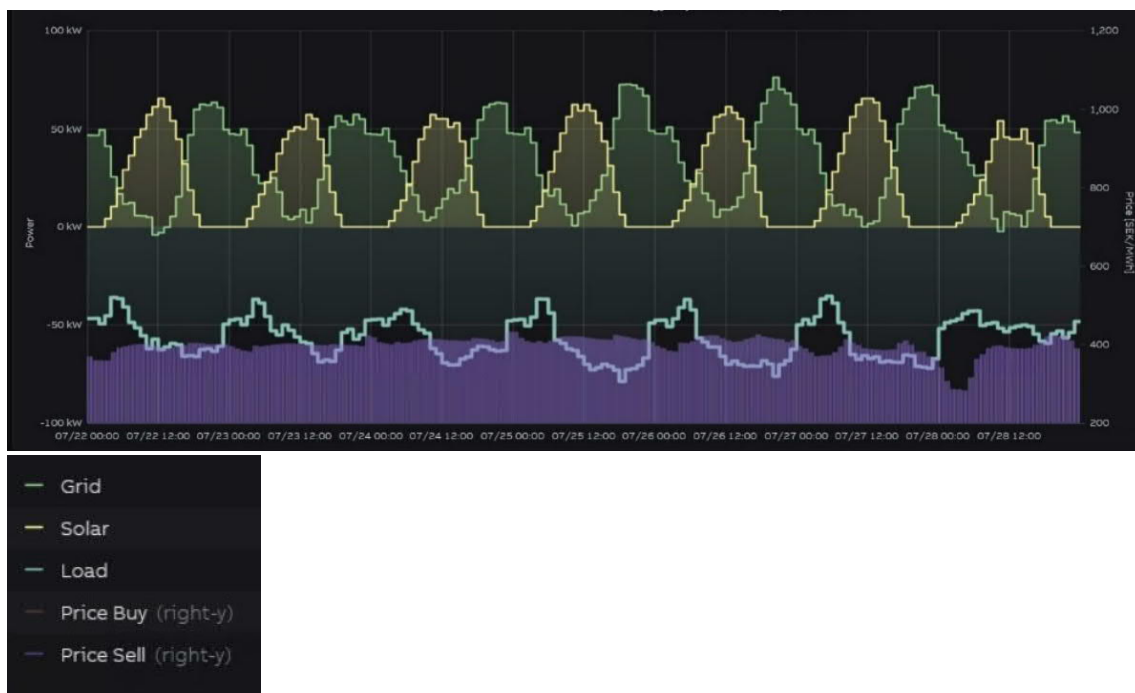


Figur 29: För jämförelse: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

Under den sista veckan i juli, Figur 30, så sker endast laddning av bilarna under tre tillfällen då elpriserna är låga, markerat med de mörkt röda cirklarna.



Figur 30: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 2030



Figur 31: För jämförelse: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

Tabell 16 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 2030.

Tabell 16: Resultat i juli, case 2030

	FÖRSTA VECKAN I JULI				SISTA VECKAN I JULI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		73		0		65	
ELBEHOV [KW]	31		65		35		79	
ELPRIS [SEK/MWH]	209		338		283		433	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
NÄT [KW]	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
	- 1000	223	- 18	57	- 10	223	- 4	76
V2B [KW]	- 226	1014	-	-	- 214	15	-	-

Resultat Nyckeltal

Precis som för case 2025 så är nyckeltal 1 för case 2030 negativt vilket tyder på än högre elkonsumtion från nätet. Nyckeltal 5 har också som för case 2025 ökat vilket innebär att trots stora ökningarna i köp från nätet så har besparingen i form av energikostnad minskat då man lyckas köpa när elen är som billigast.

Tabell 17: Resultat nyckeltal, case 2030

	RESULTAT
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	- 24 %
NYCKELTAL 2 – SJÄLVFÖRBRUKNING	100 %
NYCKELTAL 3 – LCC	20 554 180 kronor
NYCKELTAL 4 – PAYBACK	315 år
NYCKELTAL 5 - ENERGIKOSTNADSBESPARING	18 %

Analys och Slutsats

Utifrån de presenterade resultaten kan man konstatera att en större egenproduktion behövs för att kunna se den faktiska potentialen från V2B. Detta hade man kunnat konstatera genom att bara kolla på nyckeltal 2 för scenario ett som låg på 97 %. För att V2B ska vara ekonomiskt hållbart så behöver det vara antingen överproduktion eller en större missanpassning mellan energibehov och produktion från solcellerna vilket i sin tur hade lett till ett lägre värde av nyckeltal 2 för scenario ett. Ett konstaterande man kan göra när det kommer till solenergi är att den inte går att planera och att energiförbrukningen i samhället är dåligt anpassad för att passa när energi kan utvinnas från solen. Men i detta fall, då det rör sig om ett parkeringshus med anslutande kontorsfastigheter så är elförbrukningen som högst under dagen vilket har lett till att den största delen av elproduktionen från solcellerna kan användas direkt.

I och med att V2B och V2G är relativt ung teknologi så är laddningsinfrastrukturen i dagsläget väldigt dyr. ABBs terra nova 11J ligger idag på 61 000 – 71 000 kronor vilket kan jämföras med vanliga elbilsaddare som kostar allt mellan 5 000 till 50 000 kronor beroende på vilken typ av laddnings station man väljer. Men utvecklingen går allt snabbare och i takt med att efterfrågan kommer att öka så kommer även priserna att gå ner. Trots de höga investeringskostnader som laddningsinfrastrukturen innebär idag så kommer efterfrågan på det att öka i och med att allt fler biltillverkare utvecklar bilar med V2B och V2G potential. När efterfrågan ökar så kommer allt fler att tillverka laddningsinfrastruktur som är kompatibel med tekniken och priserna kommer därmed att gå ner. Det är därmed troligt att inom de närmsta åren så kommer priserna för V2G-laddare att ligga på liknande nivå som elbilsaddare som idag finns i de flesta parkeringshus runt om i landet.

Med en lagringskapacitet som den case 3 så vore det mer intressant att undersöka konceptet V2G närmare och att involvera Umeå Energi. Potentialen för att skapa flera energihubbar som kan hjälpa till att minska stressen på nätet och leverera både frekvensreglering och toppströmförsörjning kan vara större än om man bara fokuserar på en byggnad. Detta skulle också innebära att kostnaderna, som idag är mycket höga när det gäller infrastrukturen som behövs för V2B och V2G, kan fördelas på flera företag. Detta har potential att öka genomförbarheten ur en ekonomisk synpunkt. I och med att mer sol- och vindkraft ska fasas in i energisystemet både på kort och lång sikt så kommer efterfrågan på lagringsmöjligheter att öka. Så varför då inte nyttja de lagringsmöjligheter som finns i bilar då de är oanvända och parkerade 95 % av sin livslängd. Detta skulle då minska de totala investeringskostnaderna, då man undviker att investera i just lagring.

För att skapa hållbarare städer och energisystem så måste man nyttja de resurser som redan finns och hitta smarta lösningar för hur de kan användas. Smarta städer är därför ett koncept man pratar om allt mer där man hittar lösningar på problem genom att nyttja kunskap och resurser som redan är på plats men på ett nytt och innovativt sätt och genom digitala verktyg. Därmed kan elbilar komma att bli en viktig del i framtidens energisystem då det till stor del är en outnyttjad resurs i dagens samhälle.

Referenser

- ABB a). (2021). *ABB Ability™ OPTIMAX® for industrials and commercials*. Retrieved 03 26, 2021, from ABB: <https://new.abb.com/power-generation/energy-management/optimax-solution-suite/optimax-for-industrials-and-commericals>
- ABB b). (n.d). *History of ABB*. Retrieved 02 04, 2021, from <https://global.abb/group/en/about/history>
- Barone, G., Buonomano, A., Calise, F., Forzano, C., & Palombo, A. (2019). Building to vehicle to building concept toward a novel zero energy paradigm: Modelling and case studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101*, 625-648. Hämtat från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118307354> den 10 02 2021
- Buonomano, A. (2020). Building to Vehicle to Building concept: A comprehensive parametric and sensitivity analysis for decision making aims,. *Applied Energy*. Retrieved 02 15, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919317647>
- Eriksson, E. (2019). *Vehicle-To-Building (V2B) i Kontorsfastigheter*. Uppsala Universitet. Retrieved 02 15, 2021, from <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1326367/FULLTEXT01.pdf>
- Kempton, W., & Letendre, S. E. (1997). Electric vehicles as a new power source for electric utilities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2*(3), 157-175. Retrieved 02 04, 2021, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920997000011>
- Kristensson, J. (2020, February 28). Sex Vehicle to grid-försök som formar framtiden. *Ny Teknik*. Retrieved 04 07, 2021, from <https://www.nyteknik.se/fordon/sex-vehicle-to-grid-forsok-som-formar-framtiden-6988706>
- Nissan. (2021). *Nissans Eldrivna Fordon*. Retrieved 03 26, 2021, from <https://www.nissan.se/utbud/elbilar.html>
- Noel, L., Zarazua de Rubens, G., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2019). *Vehicle-To-Grid : A Sociotechnical Transition Beyond Electric Mobility*. Springer International Publishing AG. Retrieved 02 04, 2021, from <https://ebookcentral-proquest-com.focus.lib.kth.se/lib/kth/detail.action?docID=5629363>.
- Power Circle (a). (2021, February). *Kunskap*. Retrieved 04 02, 2021, from Power Circle: <https://powercircle.org/kunskap/>
- Power Circle (b). (2021). *Elbilsstatistik*. Retrieved 04 02, 2021, from Elbilsstatistik: <https://www.elbilsstatistik.se/elbilsstatistik>
- Theron-Ord, A. (2016, June 14). Kia and Hyundai partner with UCI on V2G programme. *Smart Energy International*. Retrieved 04 07, 2021, from <https://www.smart-energy.com/regional-news/north-america/kia-hyundai-partner-uci-v2g/>