

Sharing City Umeå: Simulering av Vehicle to Building

September 2021



**Sharing
Cities
Sweden**

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



**Sharing
Cities
Sweden**

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



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

Innehåll

Introduktion	4
<i>Målsättning</i>	5
<i>ABB – Digital Solutions</i>	5
<i>Vehicle to Building</i>	6
<i>Elbilens utveckling</i>	7
Metod	8
<i>Beläggningsdata</i>	8
Scheman	8
<i>Simuleringar</i>	9
<i>Produktion från solpaneler</i>	10
Scenarion	11
<i>Scenario Ett – Solpaneler</i>	11
<i>Scenario Två – Solpaneler och V2B</i>	11
<i>Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX</i>	12
Nyckeltal	13
<i>Nyckeltal 1 – Oberoende från nätet</i>	13
<i>Nyckeltal 2 – Självförbrukning</i>	13
<i>Nyckeltal 3 – Livscykelkostnad (LCC)</i>	13
<i>Nyckeltal 4 – Återbetalningstid</i>	14
<i>Nyckeltal 5 – Energikostnadsbesparing</i>	14
Resultat	15
<i>Scenario Ett - Solpaneler</i>	15
Februari	15
Juli	16
Resultat Nyckeltal	18
<i>Scenario Två – Solpaneler och V2B</i>	18
<i>Scenario Tre – Solpaneler, V2B och OPTIMAX</i>	18
Case 1 – 2021	19
Case 2 – 2025	25
Case 3 – 2030	31
Analys och Slutsats	38
Tabellförteckning	39
Figurförteckning	39
Bilaga 1	41

Introduktion

Detta är ett projekt i samarbete med Umeå Kommun, Umeå Parkering AB (UPAB), Umeå Energi, Rebase Energy och ABB. Projektet är en del i ett större projekt som heter Sharing Cities, ett projekt som pågått sedan 2017 i ett flertal städer i Sverige. Sharing Cities är ett projekt som arbetar med delningsekonomi genom användning av digitala plattformar samt information och kommunikationsteknik. Projektet involverar 50 aktörer inom offentlig sektor, forskning och industrier.

Det specifika projekt 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 garage 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 energihub 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.

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 projektet 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.

ABB – Digital Solutions

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. Detta projekt görs på en avdelning vid namn Digital Delivery inom affärsområdet Process Automation.

Vehicle to Building

V2B är en idé som utgår ifrån konceptet "Vehicle to Grid", hädanefter 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. 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, 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.

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

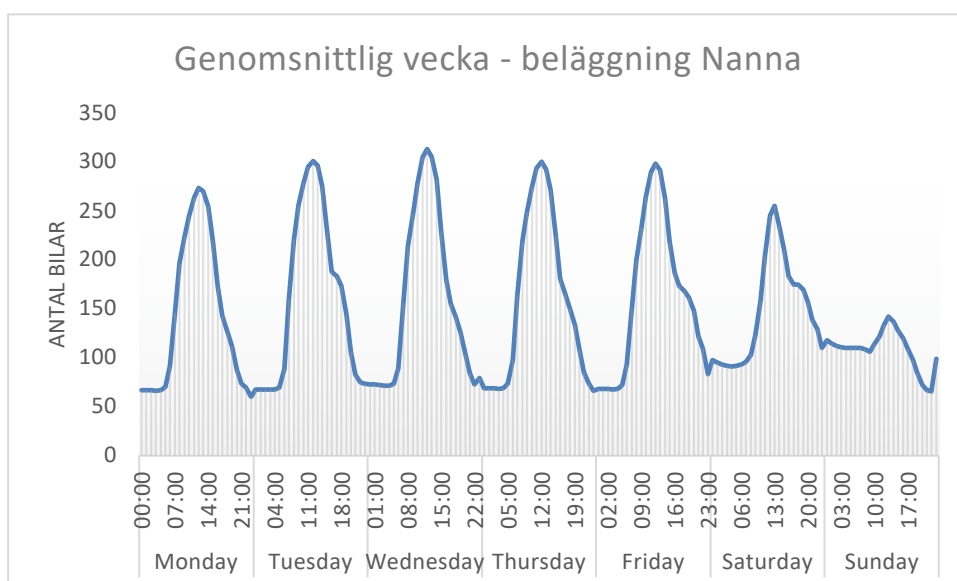
Som nämnts i inledningen så är den metod som använts till detta projekt simuleringar. Simuleringarna grundar sig på historisk data från Nanna samt data från tidigare studier och analyser. I denna del av rapporten kommer det att beskrivas närmare hur simuleringarna har gått till och vad som har gjorts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



Figur 1: Genomsnittlig vecka baserat på data från år 2019

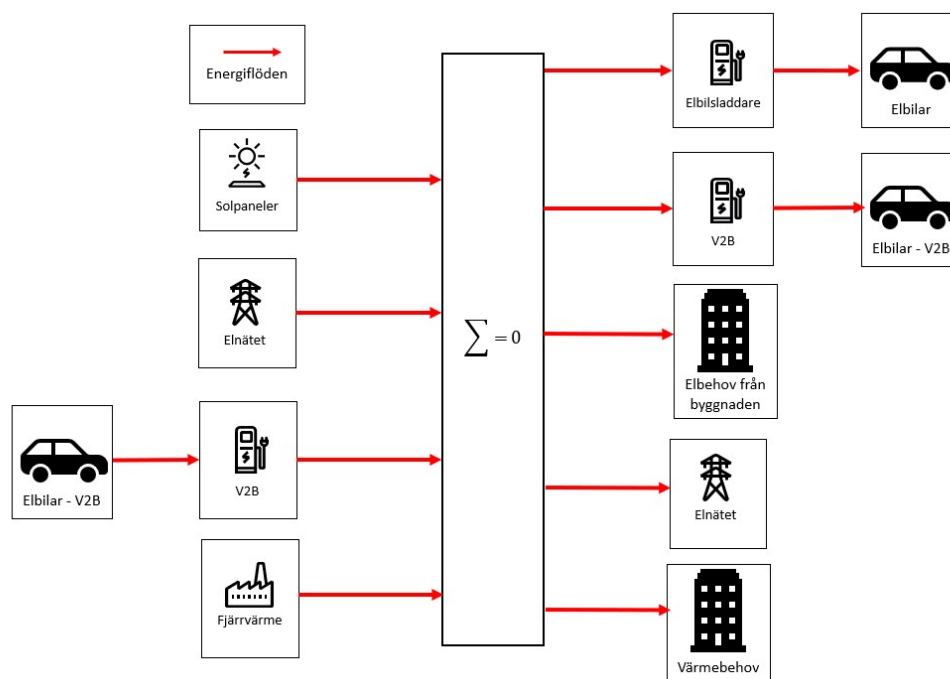
För vardagar hittades tre olika scheman: boendeparkering, kontorsparkering och lunchbesökare. Under helgerna hittades två olika scheman: Shoppingbesökare och boendeparkering. För att kunna distribuera fordonen på dessa olika scheman för simuleringarna beräknades en procentsats baserat på genomsnittligt antal fordon under dessa timmar. 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 bilar till som står parkerade i garaget. UPAB äger 10 stycken Nissan Leaf som därmed redan har den nödvändiga tekniken för V2B.

Tabell 1: Schema och Fördelning av bilar i Nanna

SCHEMA OCH FÖRDELNING AV BILAR	TID	FÖRDELNING
VARDAGAR		
KONTORSPARKERING	07.00-17.00	37 %
LUNCHBESÖKARE	10.00-14.00	42 %
BOENDEPARKERING (+UPABS BILAR)	17.00-07.00	21 %
HELGER		
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 energiflödena 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.



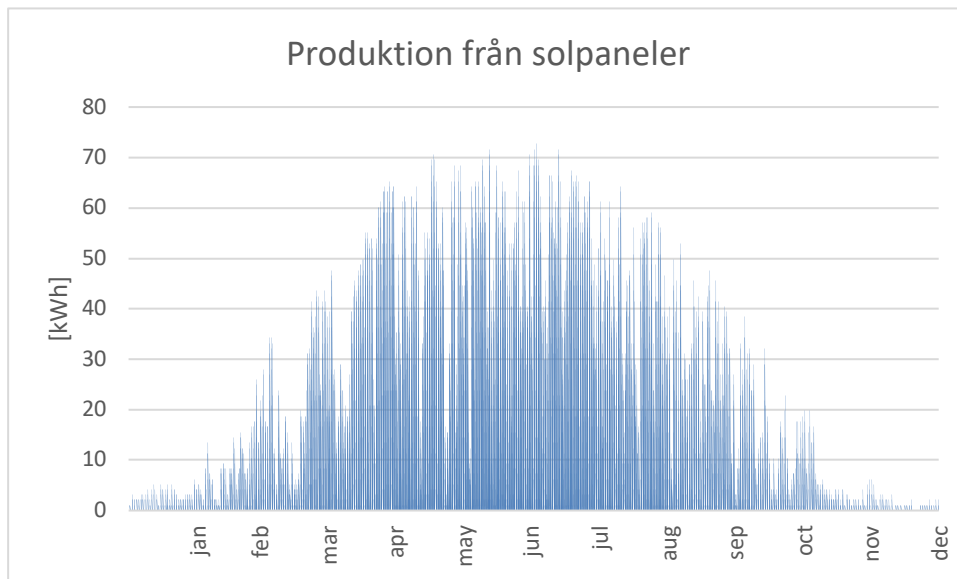
Figur 2: Energiflöden i Nanna

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. Denna energibalans inkluderar inte fjärrvärmens och värmebehov.

Produktion från solpaneler

Rebase Energy har gjort estimering på hur stor produktionen från solpaneler som planeras att installeras på garagehuset Nanna. 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 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. Solcellsanläggningens produktion är uppskattad av ett företag vid namn Rebase Energy som jobbar med energiprognoser med hjälp av artificiell intelligens. 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 1: 2021	10	40
CASE 2: 2025	50	60
CASE 3: 2030	250	80

För varje fall 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 1: 2021		CASE 2: 2025		CASE 3: 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
	Boendeparkering	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 utfallen 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. 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. 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

KALKYRÄNTA (I-P) [%]	6
KALKYPERIOD (N) [ÅR]	10

LCC beräknas enligt Ekvation 3 och görs för varje scenario och case. Energikostnaden är den årliga energikostnaden och O&M 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 LADDAR – ÅRLIGT UNDERHÅLL	3 300 kronor
OPTIMAX – INSTALLATIONSKOSTNAD	151 700 kronor
OPTIMAX LICENSE KOSTNAD – ÅRLIG KOSTNAD	58 700 kronor
SOLPANELER	1 143 552 kronor

Nyckeltal 4 – Återbetalningstid

Detta nyckeltal undersöker återbetalningstiden för de investeringar som behövs göra i de olika scenariona. 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.

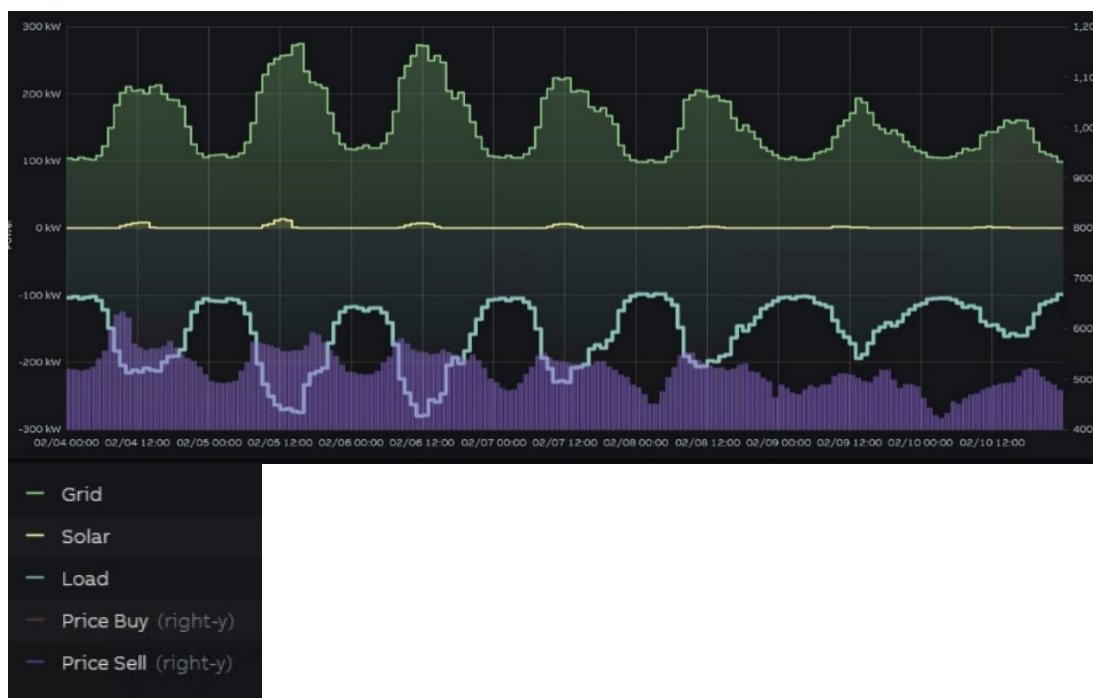
För varje scenario kommer det att presenteras figurer motsvarande fyra utvalda veckor under året. Dessa veckor är första och sista veckan i februari samt juli. Dessa veckor är valda för att visa på hur systemet reagerar när det är kallt och varmt. Figurer som visar resultat för hela året kommer att ligga i appendix samt figurer för en månad per säsong. Dessa månader är februari, maj, juli och november.

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. Produktionen 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 produktionen 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 som är köpt från nätet.

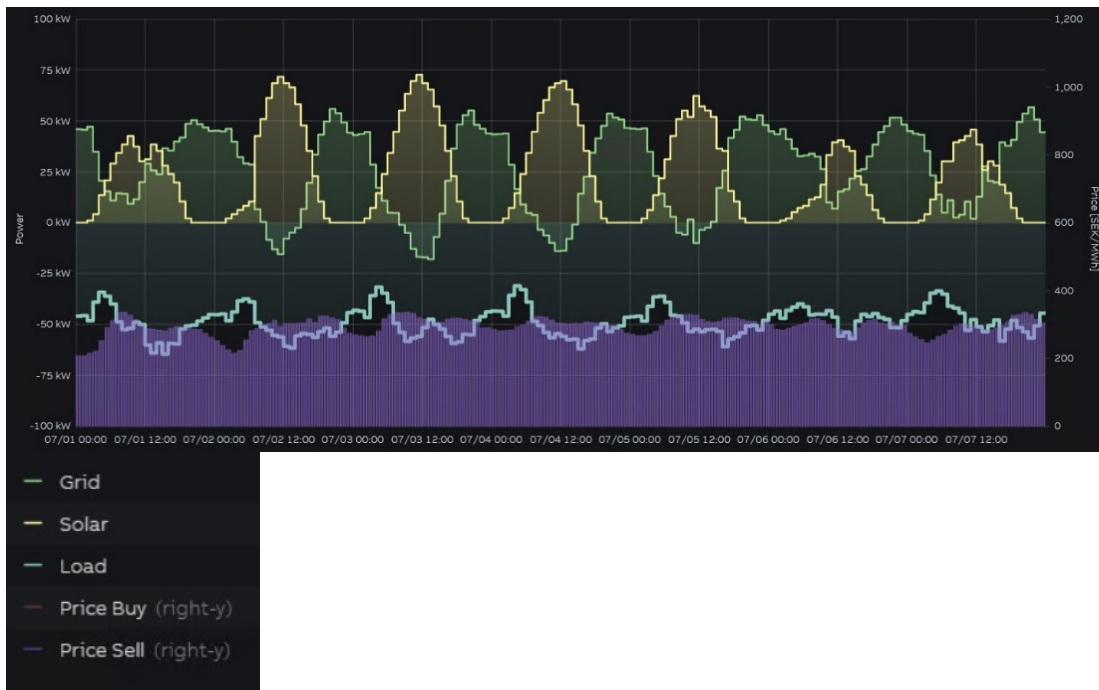
Tabell 6: Resultat i februari, scenario ett

	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
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 producerad el från solpanelerna, vilket innebär att en del av den egenproducerade elen säljs till nätet.

För första veckan i juli månad har produktionen 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 produktionen 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

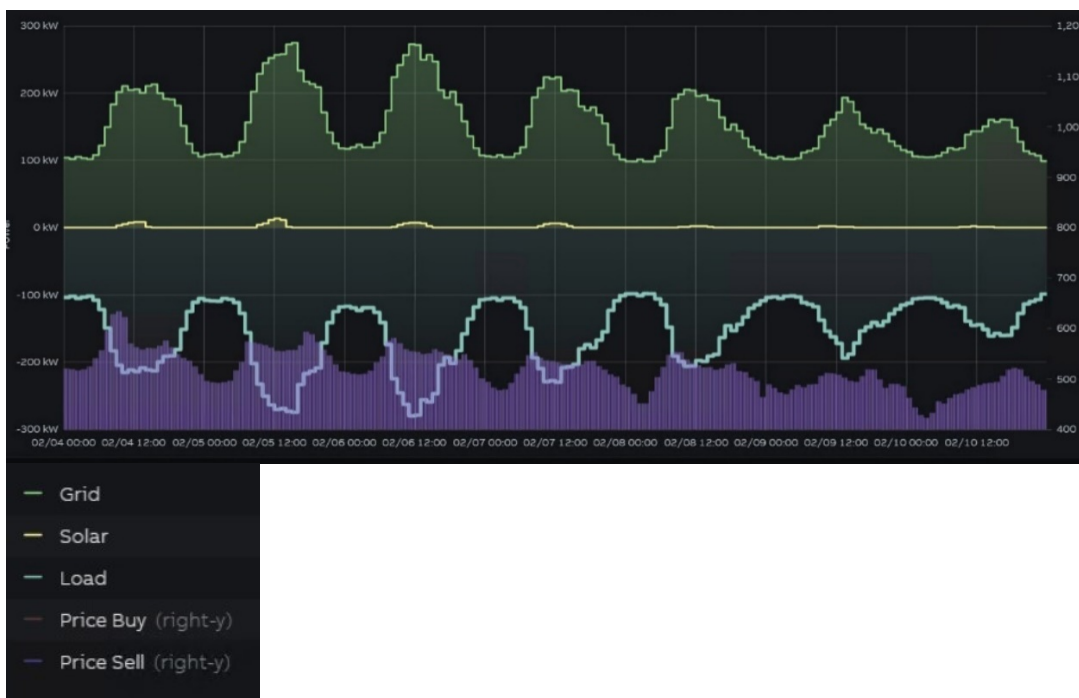
I detta scenario kommer figurer att visas för varje utvald vecka för vardera case samt även de figurer som visades i scenario 1 för att lättare kunna göra jämförelser.

Case 1 – 2021

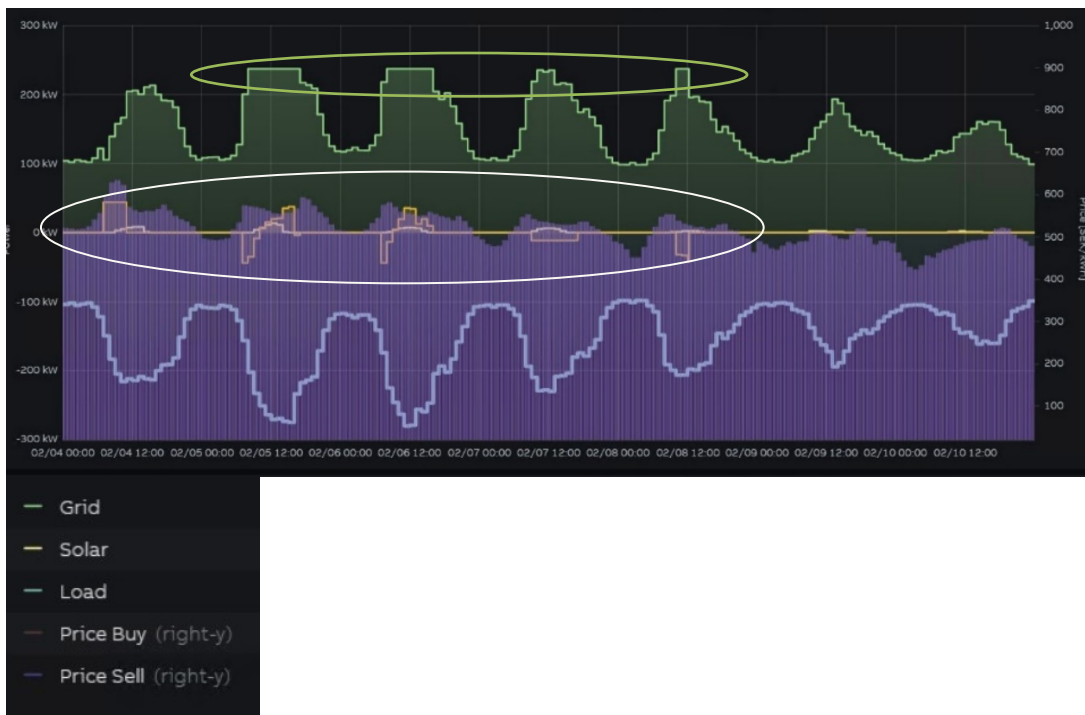
Besparingen i energikostnader för case 1 är cirka 39 400 kronor vilket motsvarar 13 % av den ursprungliga kostnaden. Vilket är en ökning från scenario ett med 6 400 kronor.

Februari

I Figur 8 och Figur 9 visas resultatet för första veckan i februari för scenario ett och case 1 respektive. För case 1 kan man se att effekttopparna från nätet har blivit kapade vilket är markerat med den mörkt röda ovalen samt att V2B har nyttjats vilket är markerat med den ljusa röda ovalen. 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 utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 9: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 1

För den sista veckan i februari så är skillnaden mellan scenario ett och case 1 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 mörka 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 utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 11: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 1

Tabell 9 nedan visar på max- och min-värdena för case 1 i februari och även för scenario ett för att visa på skillnaderna ytterligare.

Tabell 9: Resultat i februari, case 1

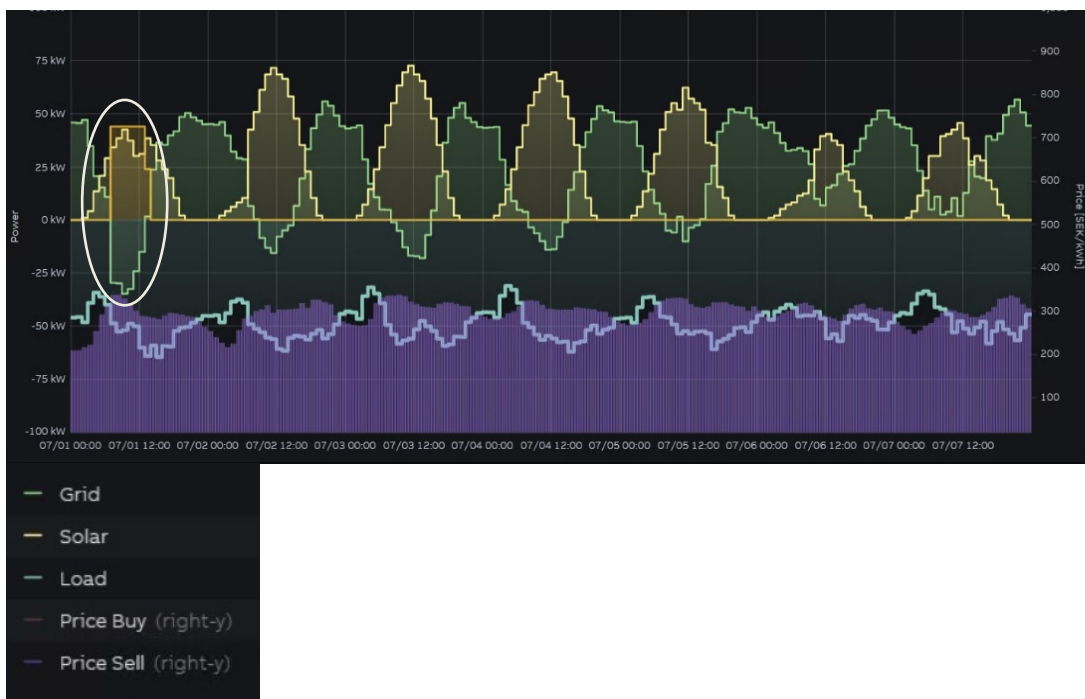
	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI				SISTA VECKAN I FEBUARI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		14		0		16	
ELBEHOV [KW]	98		290		65		191	
ELPRIS [SEK/MWH]	423		634		349		494	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	98	237	98	275	60	237	65	179
V2B [KW]	-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

Juli

När vi kollar på första veckan i juli månad där produktionen från solpanelerna är stor så är skillnaden mellan scenario ett och case 1 väldigt liten. Den enda skillnad man kan se är under måndagen så sälj en stor del el till nätet från bilarna då elpriset gått upp en aning. Figur 12 och Figur 13 visar scenario ett och case 1 respektive.

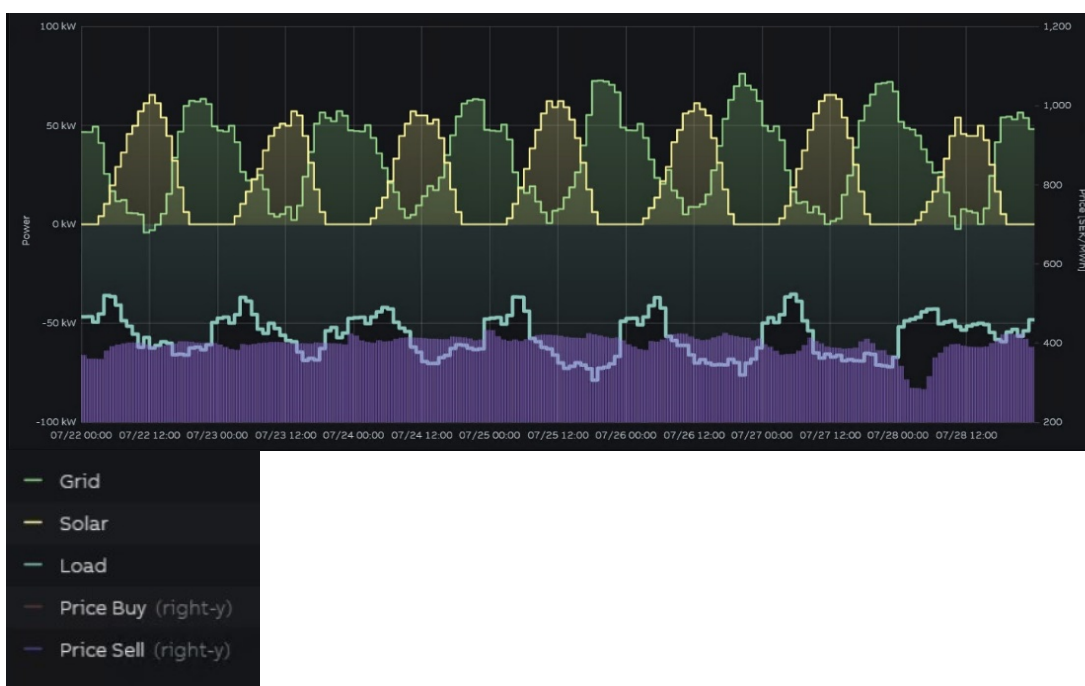


Figur 12: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 13: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 1

Gällande sista veckan i juli så kan man se att det säljs lite el till nätet från bilarna, markerat med den ljusst 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 scenario ett och case 1 respektive.



Figur 14: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 15: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 1

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

Tabell 10: Resultat i juli, case 1

	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 1. 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 1 100 % vilket ytterligare tyder på att en större sol-anläggning behövs för att uppnå ekonomisk lönsamhet för V2B.

Tabell 11: Resultat nyckeltal, case 1

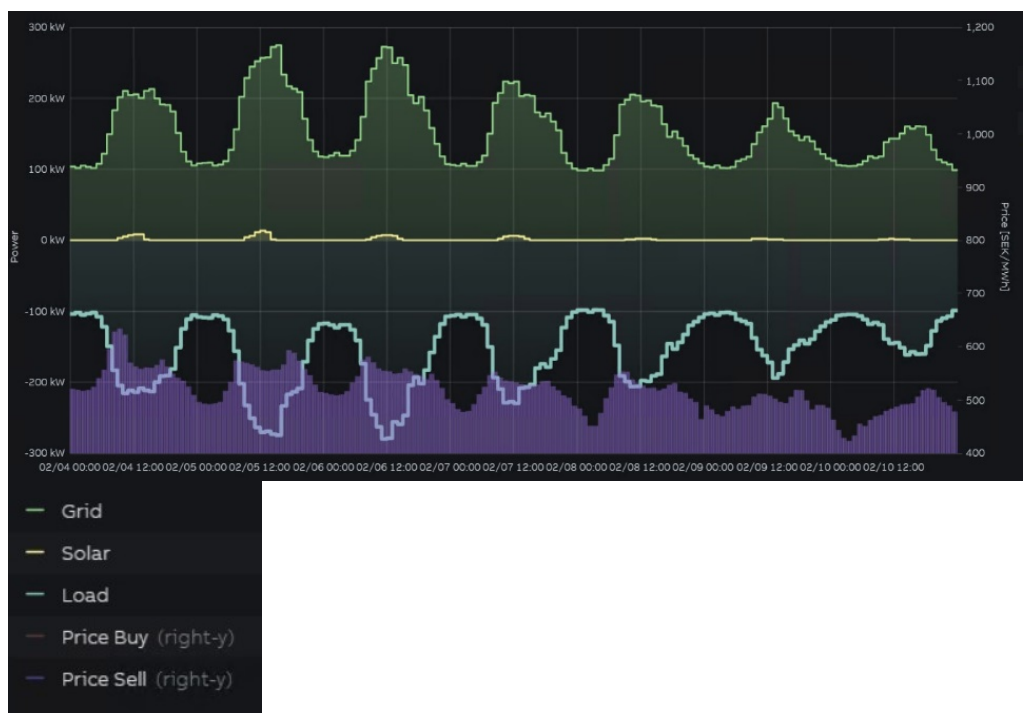
RESULTAT	
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	10 %
NYCKELTAL 2 – SJÄLVFÖRBRUKNING	100 %
NYCKELTAL 3 – LCC	6 024 710
NYCKELTAL 4 – PAYBACK	64
NYCKELTAL 5 - ENERGIKOSTNADSBESPARING	13 %

Case 2 – 2025

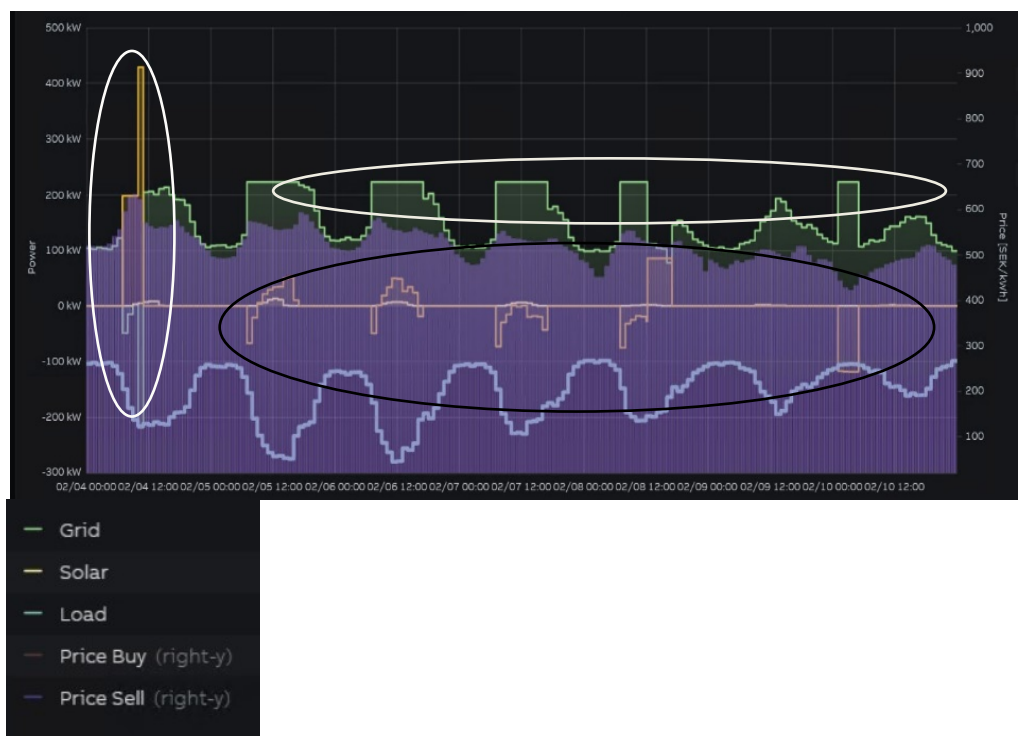
Besparingen i energikostnader är cirka 49 300 kronor vilket motsvarar 16 % av den ursprungliga kostnaden. Detta är ytterligare en ökning från scenario ett och case 1.

Februari

På samma sätt som i case 1 har topeffekten från nätet kapats i första veckan av februari vilket kan ses när man jämför Figur 16 och Figur 17 som visar scenario ett och case 2 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 svarta cirkeln markerar de laddningar och urladdningar som sker i bilarna.



Figur 16: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 17: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2

Den sista veckan i februari för case två visas i Figur 19, 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 el köpt från nätet som är speglade i bilarna som laddas och de låga elpriserna.



Figur 18: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 19: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2

Tabell 12 visar de max- och min-värden som är i figurerna ovan, för case 2.

Tabell 12: Resultat i februari, case 2

	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 börjar med en stor urladdning från bilarna då elpriset ligger relativt högt, markerat med den ljusst 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.

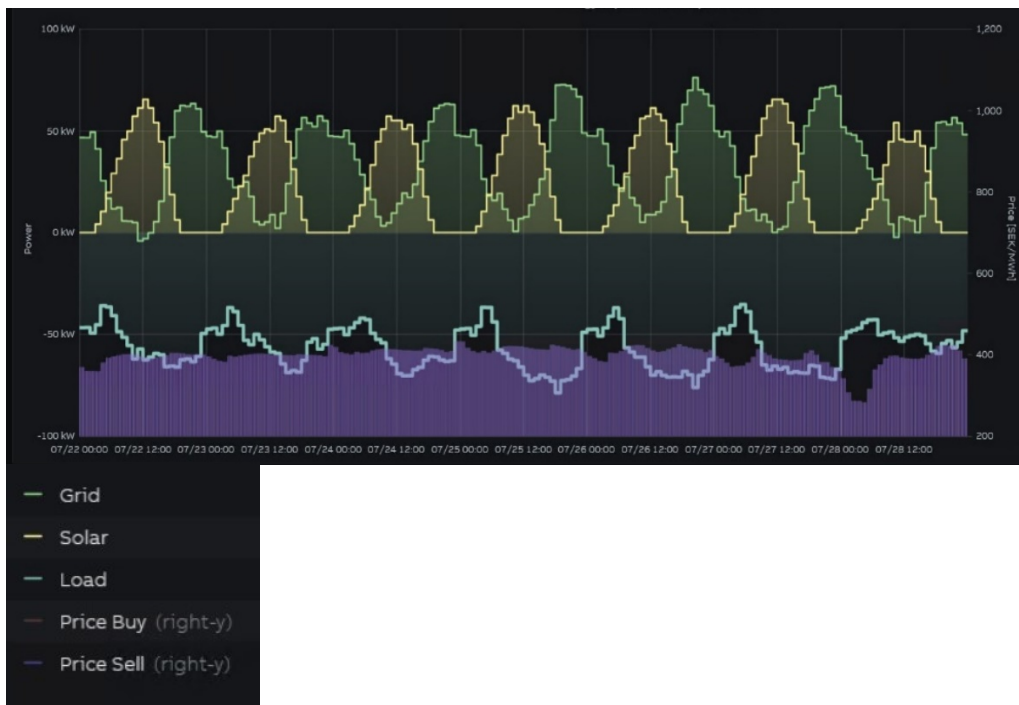


Figur 20: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 21: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2

Under den sista veckan i juli för case två, Figur 23, är skillnaden relativt liten från scenario ett, Figur 22. 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 utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 23: Sista veckan i juli med Optimering, case 2

Tabell 13 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 2.

Tabell 13: Resultat i juli, case 2

	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 2. 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 1.

Tabell 14: Resultat nyckeltal, case 2

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

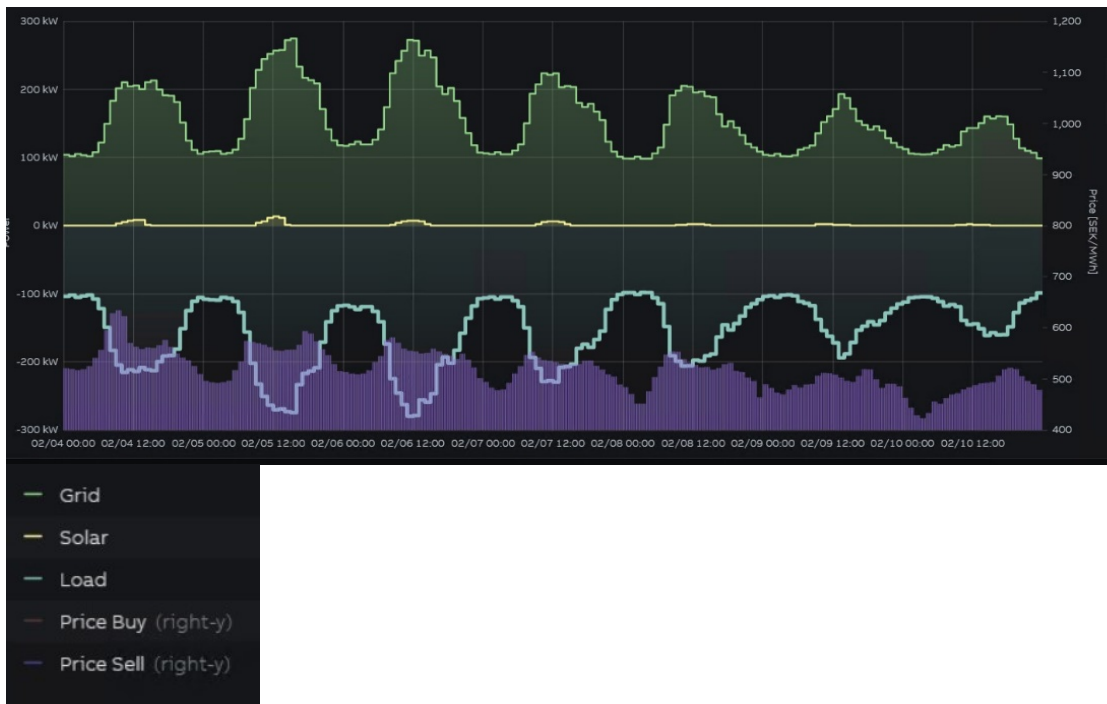
Case 3 – 2030

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 3 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 ljusa röda cirkeln.

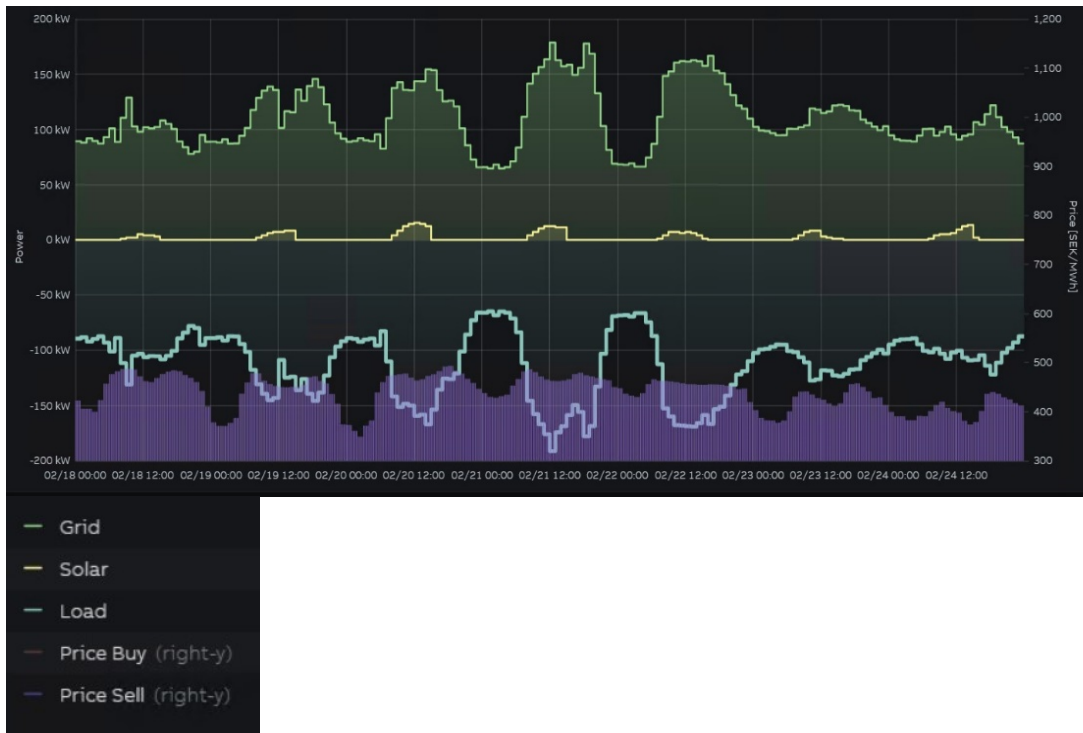


Figur 24: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett

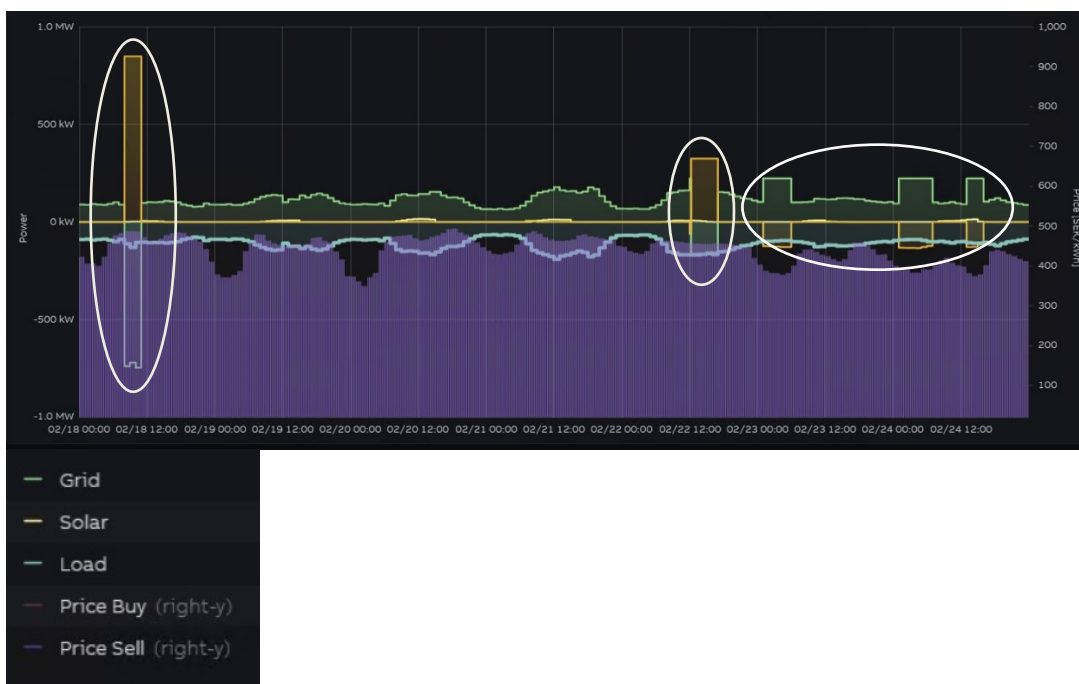


Figur 25: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 3

Liknande beteende kan ses för den sista veckan i februari 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 ljus röda cirkeln.



Figur 26: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 27: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 3

Tabell 15 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 3.

Tabell 15: Resultat i februari, case 3

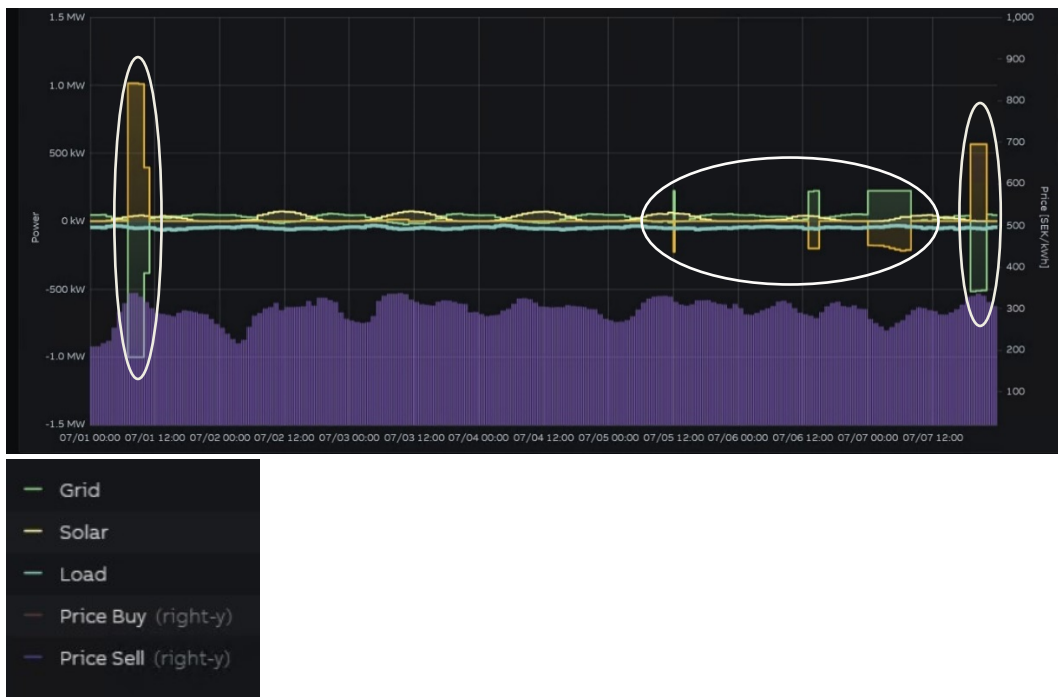
	FÖRSTA VECKAN I FEBRUARI				SISTA VECKAN I FEBUARI			
	MIN		MAX		MIN		MAX	
SOL [KW]	0		14		0		16	
ELBEHOV [KW]	98		290		65		191	
ELPRIS [SEK/MWH]	423		634		349		494	
	MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX		MED OPTIMAX		UTAN OPTIMAX	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
NÄT [KW]	- 840	223	98	275	- 746	223	65	179
V2B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

Juli

Under den första veckan i juli, Figur 29, 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 cirklarna. Innan den sista urladdningen så sker tre på varandra följande uppladdningar av bilarna då elpriset har gått ner, markerat med den ljusa röda cirkeln.

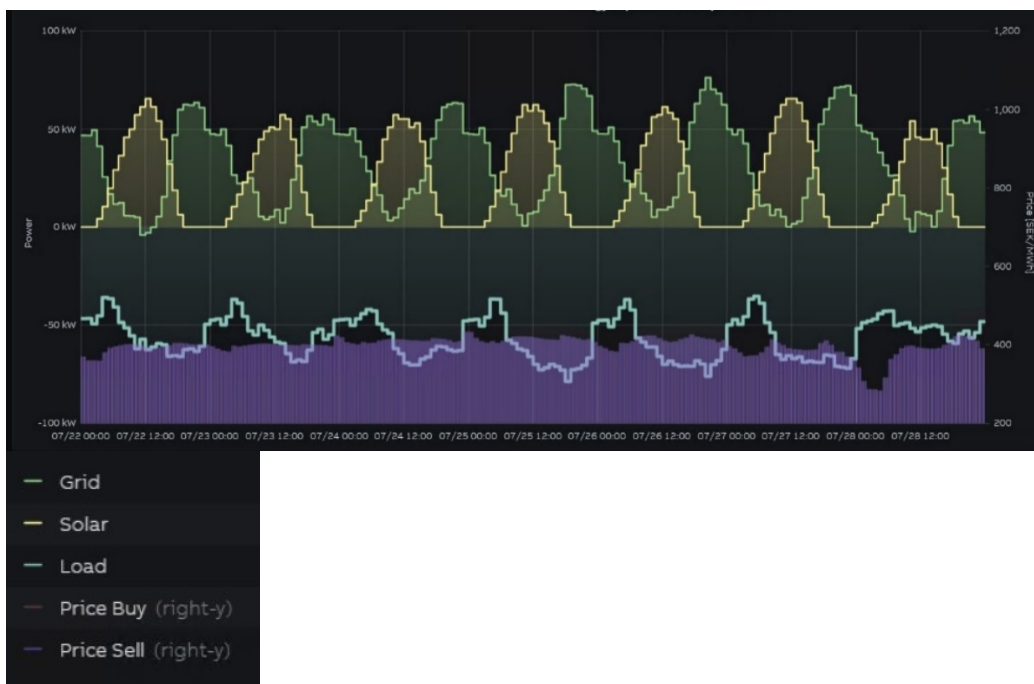


Figur 28: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett

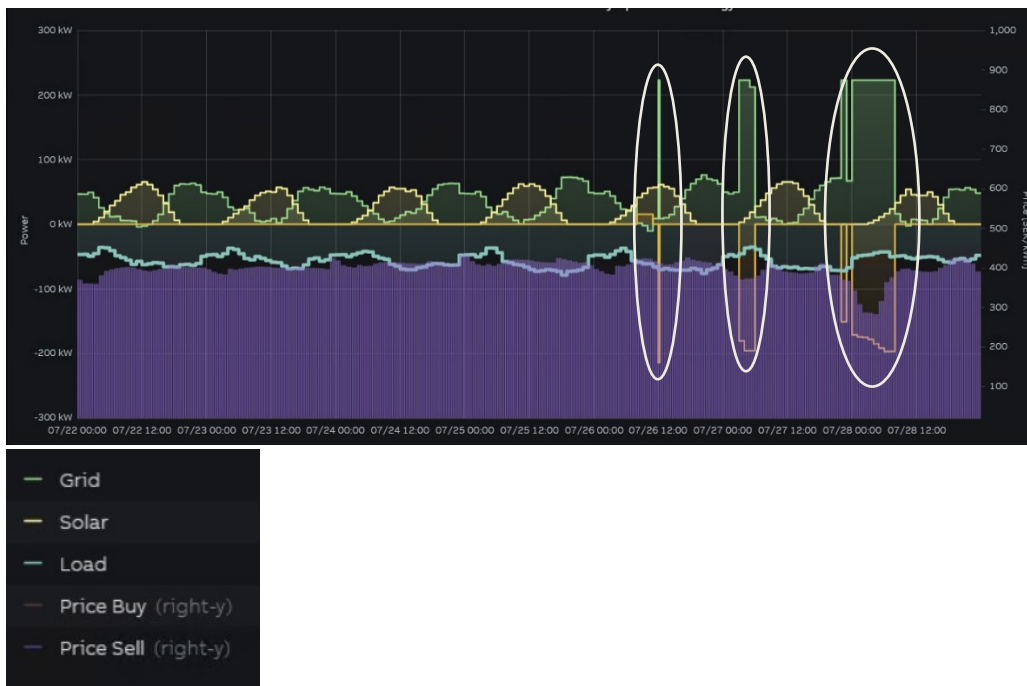


Figur 29: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 3

Under den sista veckan i juli, Figur 31, så sker endast laddning av bilarna under tre tillfällen då elpriserna är låga, markerat med de mörkt röda bilarna.



Figur 30: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett



Figur 31: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 3

Tabell 16 visar de max- och min-värden som kan ses i figurerna som presenterats ovan för case 3.

Tabell 16: Resultat i juli, case 3

	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]	- 1000	223	- 18	57	- 10	223	- 4	76
V2B [KW]	- 226	1014	-	-	- 214	15	-	-

Resultat Nyckeltal

Precis som för case 2 så är nyckeltal 1 för case 3 negativt vilket tyder på än högre elkonsumtion från nätet. Nyckeltal 5 har också som för case 2 ökat vilket innebär att trots stora ökningar 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 3

RESULTAT	
NYCKELTAL 1 – NÄTOBEROENDE	– 19 %
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 missanpassning mellan energibehov och produktion vilket hade lett till ett lägre värde av nyckeltal 2 för scenario ett.

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 laddningsstation man väljer.

Tabellförteckning

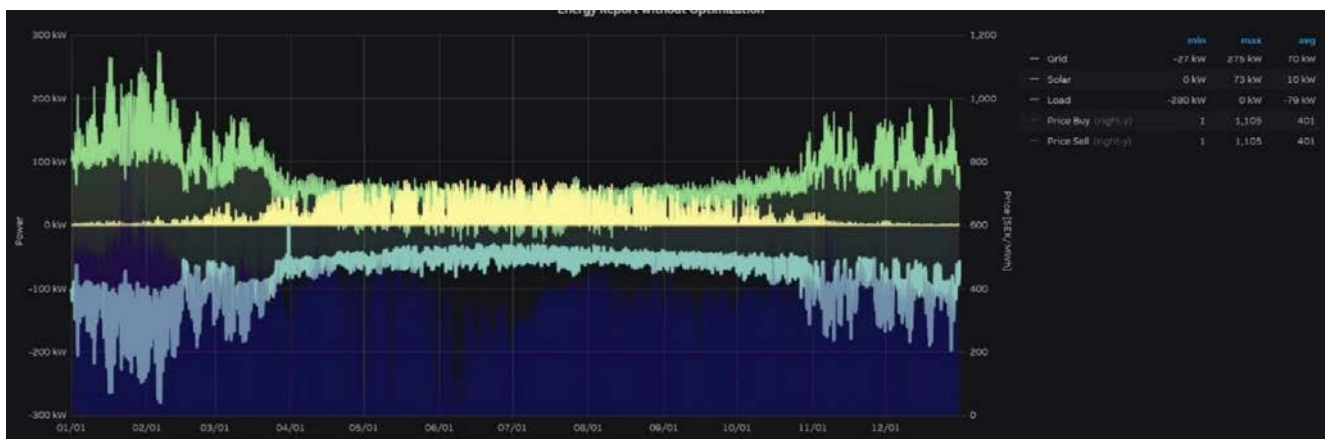
Tabell 1: Schema och Fördelning av bilar i Nanna	9
Tabell 2: Tre framtida case	11
Tabell 3: Antal bilar och maxkapacitet per schema	12
Tabell 4: LCC värden	13
Tabell 5: Kostnader för varje investering	14
Tabell 6: Resultat i februari, scenario ett	16
Tabell 7: Resultat i juli, scenario ett	18
Tabell 8: Resultat nyckeltal, scenario ett	18
Tabell 9: Resultat i februari, case 1	22
Tabell 10: Resultat i juli, case 1	24
Tabell 11: Resultat nyckeltal, case 1	25
Tabell 12: Resultat i februari, case 2	28
Tabell 13: Resultat i juli, case 2	31
Tabell 14: Resultat nyckeltal, case 2	31
Tabell 15: Resultat i februari, case 3	34
Tabell 16: Resultat i juli, case 3	36
Tabell 17: Resultat nyckeltal, case 3	37

Figurförteckning

Figur 1: Genomsnittlig vecka baserat på data från år 2019	8
Figur 2: Energiflöden i Nanna	9
Figur 3: Produktion från solpaneler enligt Rebase Energy	10
Figur 4: Första veckan i februari, scenario ett	15
Figur 5: Sista veckan i februari, scenario ett	16
Figur 6: Första veckan i juli, scenario ett	17
Figur 7: Sista veckan i juli, scenario ett	17
Figur 8: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	19
Figur 9: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 1	20
Figur 10: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	21
Figur 11: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 1	21
Figur 12: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	22
Figur 13: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 1	23
Figur 14: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	23
Figur 15: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 1	24
Figur 16: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	25
Figur 17: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 2	26
Figur 18: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	27
Figur 19: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 2	27
Figur 20: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	28
Figur 21: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 2	29
Figur 22: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	30
Figur 23: Sista veckan i juli med Optimering, case 2	30
Figur 24: Första veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	32
Figur 25: Första veckan i februari med OPTIMAX, case 3	32
Figur 26: Sista veckan i februari utan OPTIMAX, scenario ett	33
Figur 27: Sista veckan i februari med OPTIMAX, case 3	33
Figur 28: Första veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	34
Figur 29: Första veckan i juli med OPTIMAX, case 3	35
Figur 30: Sista veckan i juli utan OPTIMAX, scenario ett	35
Figur 31: Sista veckan i juli med OPTIMAX, case 3	36

Bilaga 1

Scenario Ett och Scenario Två (båda scenario har samma resultat)



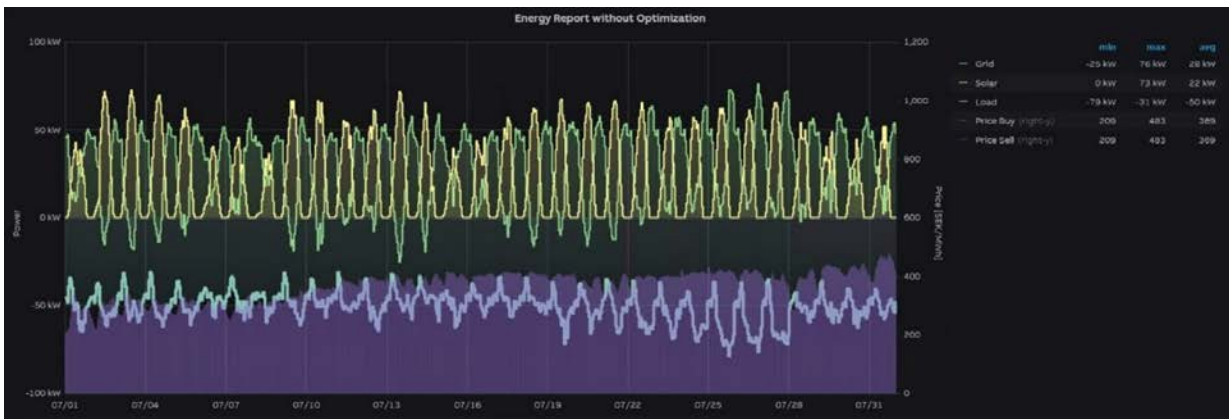
Februari



Maj



Juli

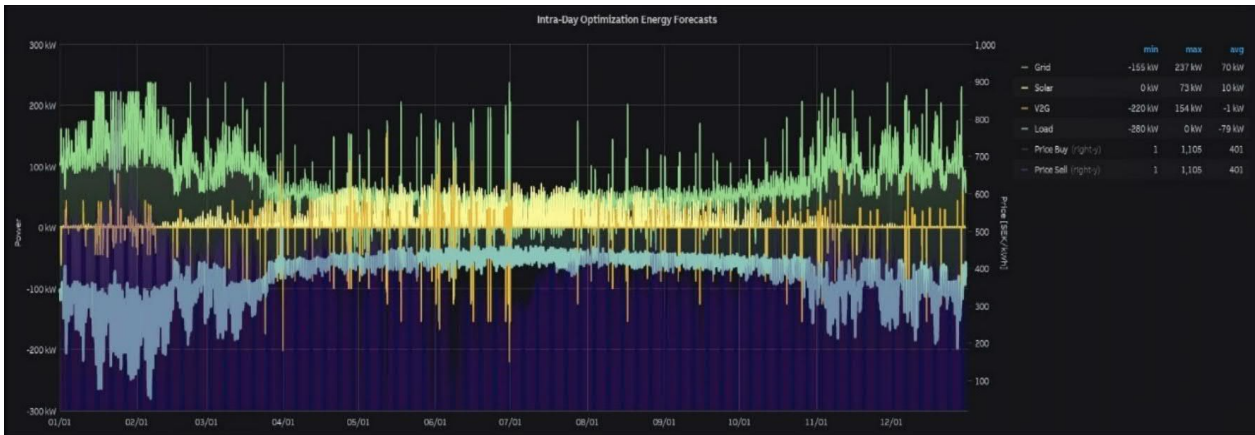


November

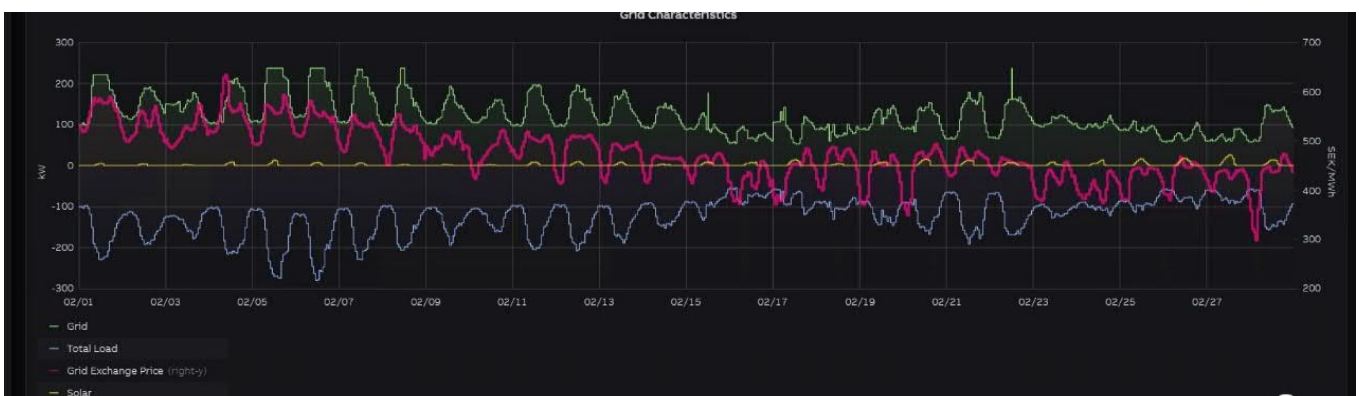


Scenario tre

Case 1



Febuari





Maj

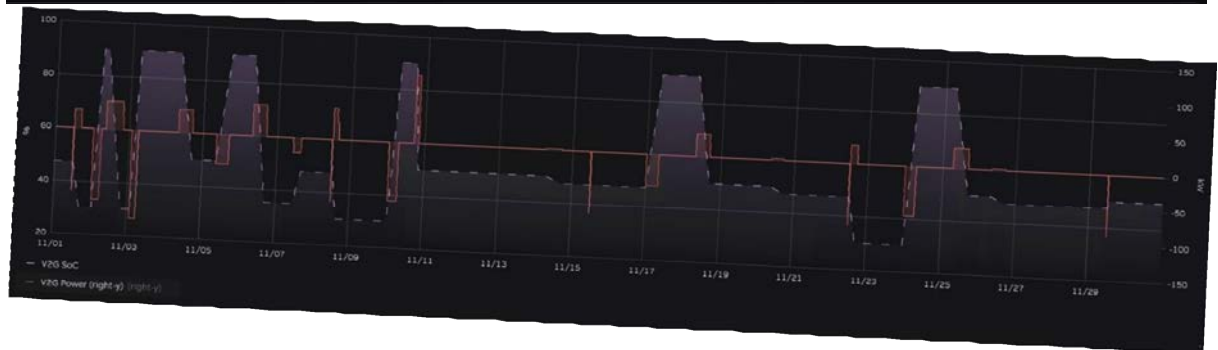




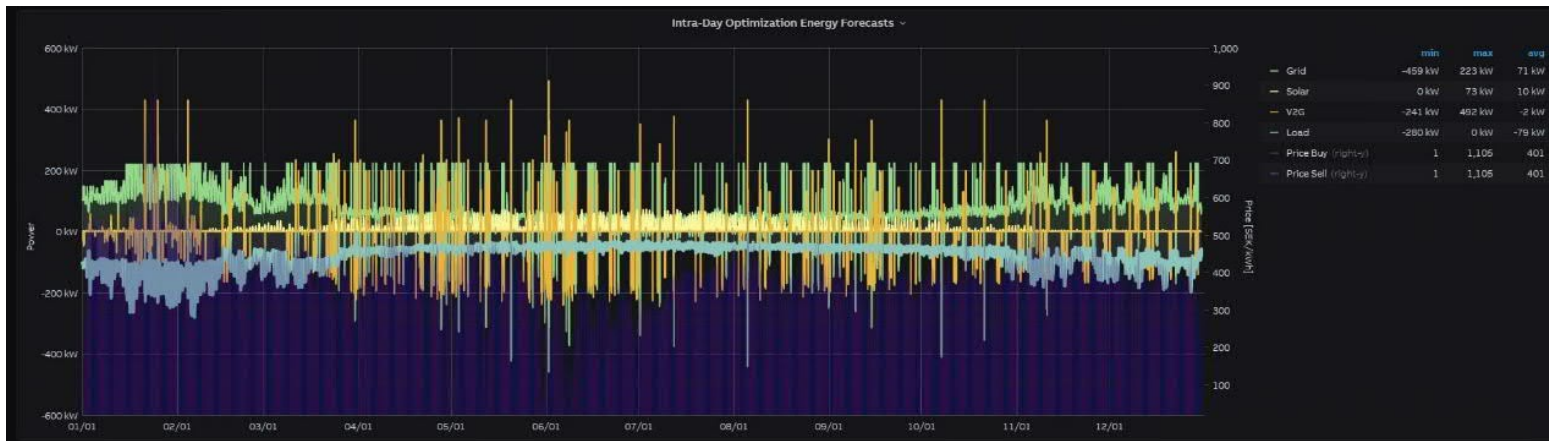
Juli



November



Case 2



Februari



Intra-Day Optimization Energy Forecasts



	min	max
Grid	-273 kW	223 kW
Solar	0 kW	20 kW
V2G	-168 kW	363 kW
Load	-181 kW	-51 kW
Price Buy (right-y)	289	864
Price Sell (right-y)	289	864

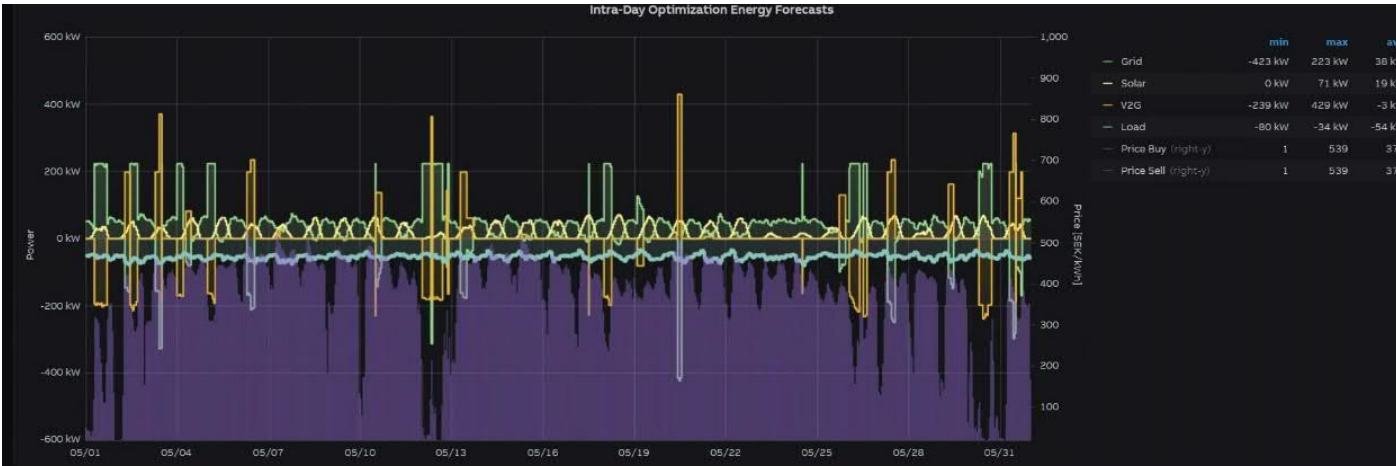
V2G Characteristics



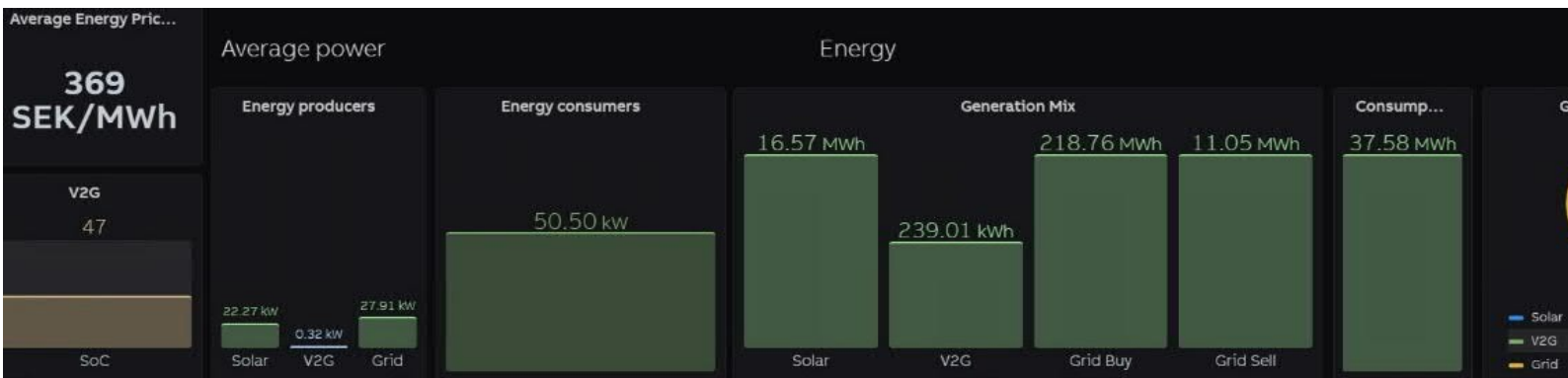
— V2G SoC
 — V2G Power (right-y) (right-y)

Maj





Juli





November



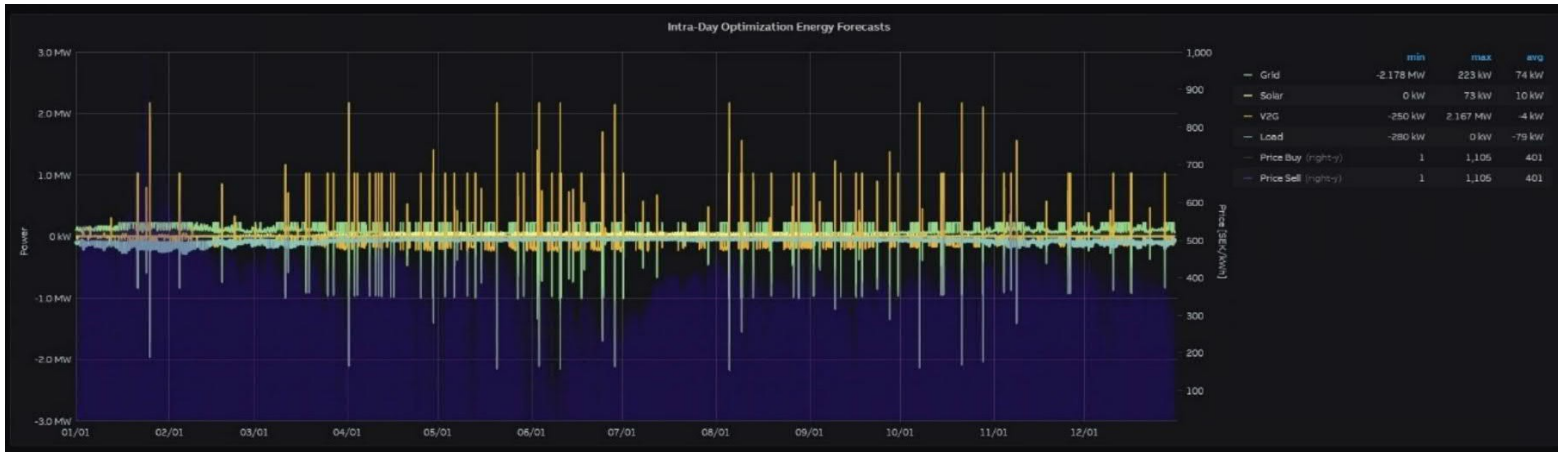
Intra-Day Optimization Energy Forecasts



V2G Characteristics



Case 3



Februari

Average Energy Pric...

474
SEK/MWh

V2G

50

SoC

Average power

Energy producers

1.89 kW

-1.90 kW

124.32 kW

Solar

V2G

Grid

Energy consumers

124.31 kW

Energy

Generation Mix

1.27 MWh

-1.28 MWh

882.33 MWh

46.57 MWh

Solar

V2G

Grid Buy

Grid Sell

Consump...

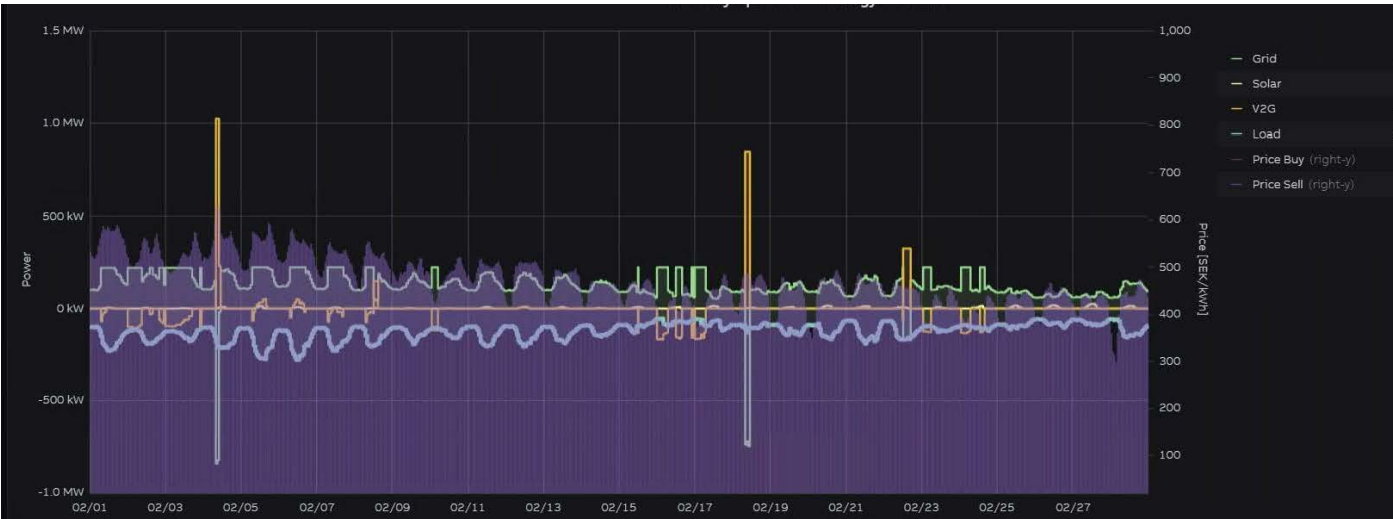
83.57 MWh

Generation

— Solar
— Grid
— Others

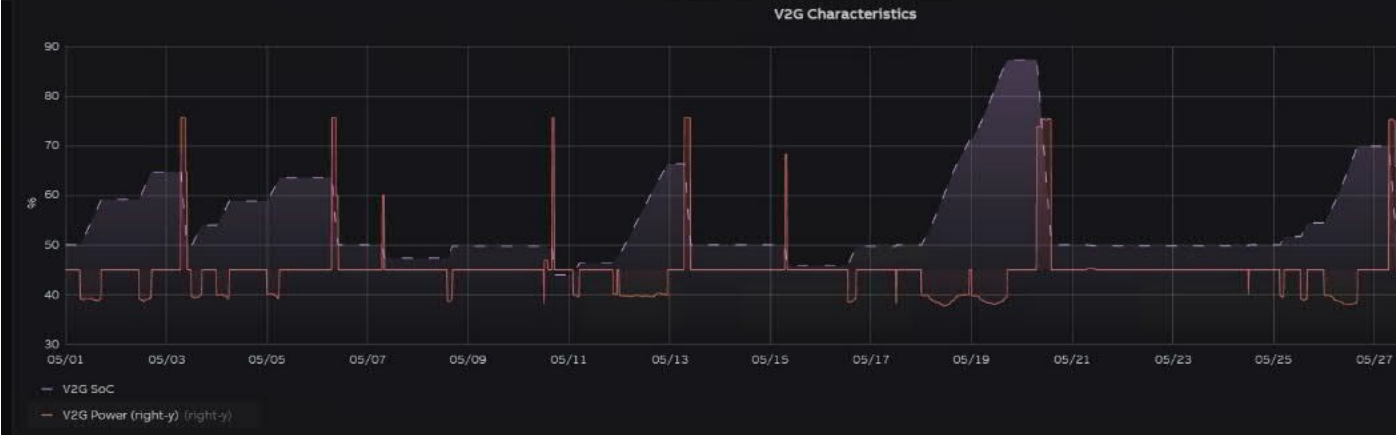
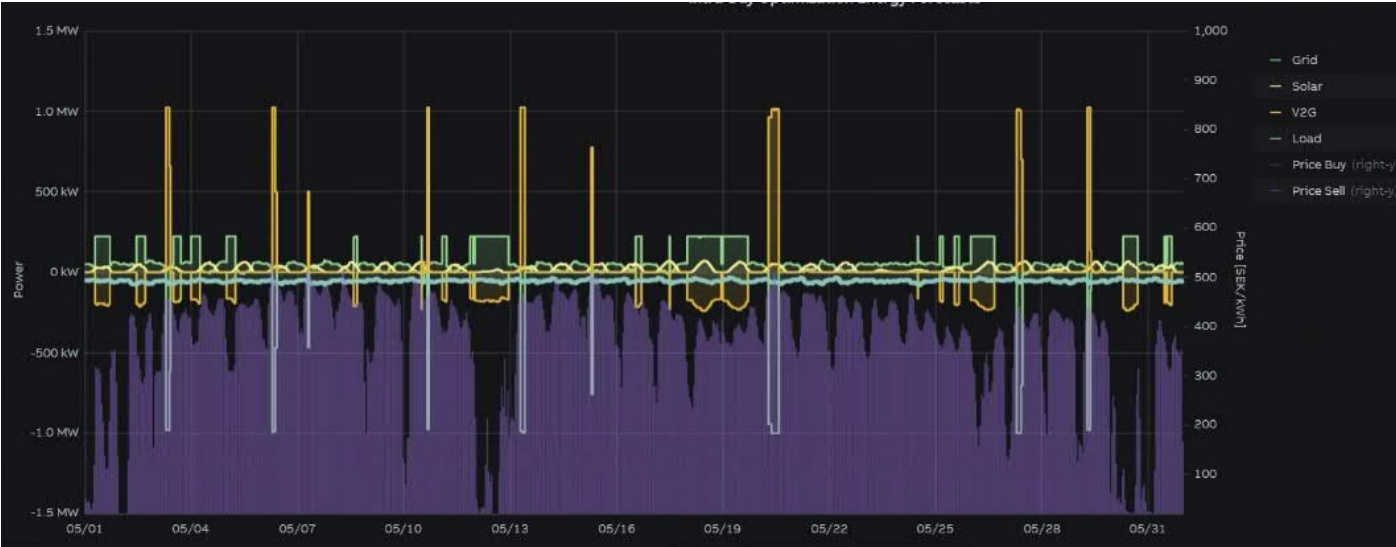
GRID CHARGES





Maj





Juli

Average Energy Pric...

369
SEK/MWh

V2G

50

SoC

Average power

Energy producers

22.27 kW
Solar

3.20 kW
V2G

25.03 kW
Grid

Energy consumers

50.50 kW

Energy

Generation Mix

16.57 MWh

Solar

2.38 MWh

V2G

288.22 MWh

Grid Buy

101.91 MWh

Grid Sell

Consump...

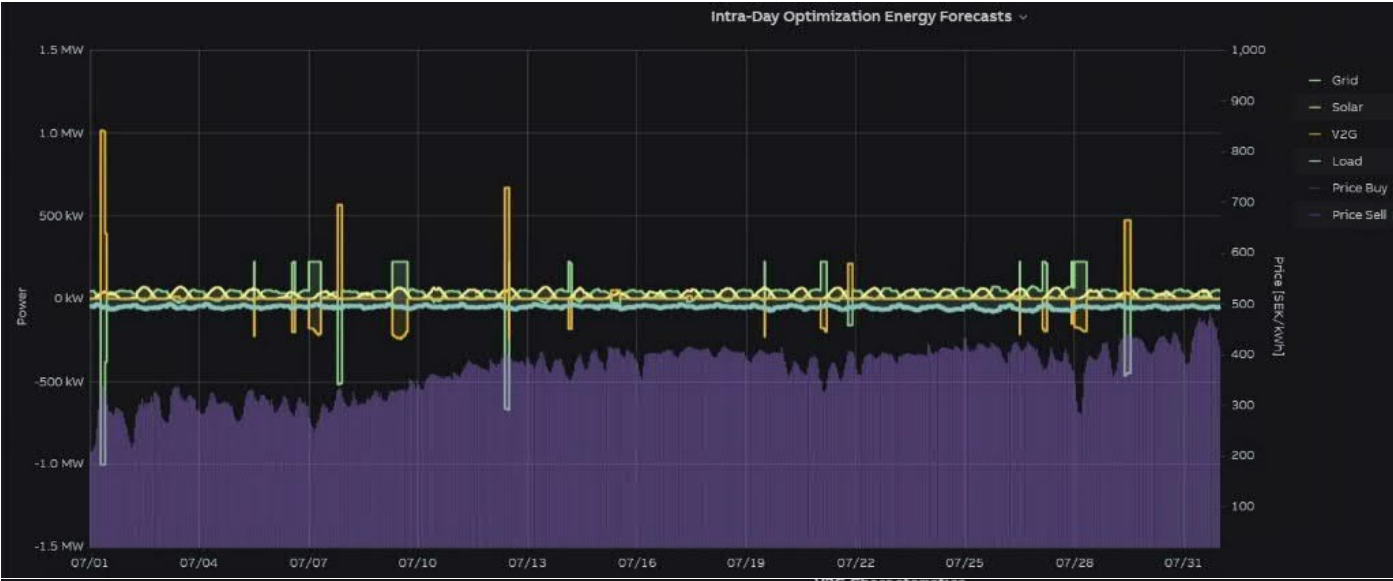
37.58 MWh

Generatio

Solar
V2G
Grid

Grid Characteristics





November



