

Energimyndighetens titel på projektet – svenska <b>Energilagringlösningar i nybyggda hyresfastigheten Trombonen</b>	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska <b>Energy storage solutions in newly built apartment house Trombonen</b>	
Universitet/högskola/företag <b>Karlstads universitet</b>	Avdelning/institution <b>Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap</b>
Adress <b>Universitetsgatan 2, 651 88 Karlstad</b>	
Namn på projektledare <b>Hampus Piehl</b>	
Namn på ev övriga projektdeltagare <b>Karlstad El- och Stadsnät, Glava Energy Center, HSB Brf Kontrollanten</b>	
Nyckelord: 5-7 st <b>Flerbostadshus, Energilagring, Elbilspool, Aggregerad mätning, Batteri</b>	

## Förord

Projektet är finansierat av statens Energimyndighet och huvudutförare är Karlstads universitet.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	3
Summary .....	3
Inledning/Bakgrund .....	4
Förutsättningar .....	9
BRF Kontrollanten.....	9
Energi och ekonomi .....	13
Karlstad Energi .....	13
Karlstads El- och stadsnät.....	14
Genomförande .....	17
Energimätsystem.....	17
Batteri.....	18
Kunskapsinsamling elbilspool .....	19
Aggregerad mätning .....	19
Resultat .....	20
Batteri.....	20
Elbilspoolen attityd och användarbeteende .....	21
Elbilspoolen Energiflöden Resultat och diskussion.....	22
Resultat Aggregerad mätning .....	25
Elkvalitetsmätning .....	26
Analys .....	28
Egenanvändning av solel .....	28
Effekttoppar .....	31
Diskussion.....	36
Diskussion Batteri.....	36
Diskussion och slutsats Elbilspoolen.....	36
Diskussion Aggregerad mätning.....	37
Slutsats .....	39
Framtida Arbeta och fortsatta studier: .....	40
Publikationslista.....	41
Referenser, källor.....	41
Bilagor .....	41

## Sammanfattning

Projekt "Energilagringssystem i Brf Kontrollanten" visade att teknik och organisation runt soleanvändning hos en bostadsrättsförening kan utvecklas. Mer internt användande av sol-elen genom klok energilagring kan spara pengar i föreningen. Gynnas av detta gör också på sikt samhällets aktörer inklusive miljömål när eleffekt-toppar kan reduceras och utbyggnader undvikas.

Syftet med projektet var att göra en fallstudie över hur energilagringssystemen fungerade i Brf Kontrollanten i Karlstad utifrån de förutsättningar som finns i denna bostadsrätts-förening. Aggregerad mätning innebär en tydlig ekonomisk besparing för föreningen men är i dagsläget inte förenlig med lagstiftningen från Energimarknadsinspektionen. Batteri kan användas för att kapa effekttoppar och öka egenanvändningen av solex i föreningen. Lönsamheten för batterier beror starkt på inköpspris. Elbilspooler har potential att bidra till samhällets hållbara omställning. Dock återstår mycket arbete och kreativa lösningar för att nå användarna. Slutligen visar framtagna dygnsprofiler för de respektive fastigheterna i föreningen på potential att styra energianvändningen ytterligare för att på så sätt minska energikostnaderna.

Tekniken kring elbilarna fungerade bra i projektet. Det går även att konstatera att laddningen bör styras utifrån fastighetens energiprofil, rådande tariffmodell samt eventuell överproduktion av solex.

Med Karlstads el- och stadsnät som projektpartner var det naturligt att även mäta hur elkvaliteten påverkades av solenergianläggningen och de installerade energilagringssystemen. Resultaten från elkvalitetsmätningen gav tydliga indikationer på att varken solcellsanläggningen eller energilagringssystemen orsakade några störningar gällande el-kvalitet.

På sikt kan energilagringssystem i flerbostadshus bidra till ett hållbart energisystem genom en mer jämn energiförbrukning och reducerade effekttoppar. Dock återstår arbete, utveckling och samverkan för att energilagringssystemen ska bära sig ekonomiskt. Inte minst återstår ytterligare ansträngningar för att förändra resvanor och uppmuntra till användande av fordonspool istället för att äga egen bil. Bilägandet är starkt rotat i Karlstad, men tendenser till en förändring fanns till att yngre personer inte upplever bilägande som lika viktigt.

## Summary

The project "Energy storage solutions in BRF Kontrollanten" showed that technology and organization around solar use in a tenant-owner association can be developed. More internal use of solar electricity through wise use of energy storage can save money in the association. Benefiting from this is also society's actors including environmental goals when electricity power peaks can be reduced and expansions avoided.

The purpose of the project was to make a case study of how the energy storage solutions worked in BRF Kontrollanten in Karlstad based on the conditions in those apartment buildings. Aggregate measurement means a clear financial saving for the housing cooperative but is currently not compatible with the legislation from the Energy Market Inspectorate. A battery can be used to cut power peaks and increase the self-use of solar in the association. The profitability of batteries depends strongly on the purchase price. Electric car pools have potential to contribute to society's sustainable transformation. However, plenty of work and creative solutions remain to reach the users. Finally, daily profiles for the respective building in the association show potential to further control energy use in order to reduce energy costs.

The technology around the electric cars worked well in the project. It can also be stated that the charge should be managed if possible based on the property's energy profile, prevailing tariff model and any overproduction of solar.

With Karlstads el- och stadsnät as project partner, measurements were made on how the electricity quality was affected by the solar energy plant and the installed energy storage solutions. The results from the electricity quality measurement gave clear indications that neither the photovoltaic system nor the energy storage methods caused any disturbances regarding electricity quality.

Energy storage solutions in apartment buildings have a potential to contribute to a sustainable energy system through more even energy consumption and reduced power peaks. However, work, development and collaboration remain for energy storage solutions to be profitable. Not least, further efforts remain to change travel habits and encourage the use of vehicle pools instead of owning your own car. Car ownership is strongly rooted in the city of Karlstad, but there were tendencies for a change from younger people not perceiving car ownership as equally important.

## **Inledning/Bakgrund**

Det svenska energisystemet befinner sig i en dynamisk fas med en utveckling mot större andel förnyelsebar elproduktion, prosumenter, elbilar och avveckling av kärnkraft. Utvecklingen leder bland annat till att många nätbolag ersätter energiavgifter med kombinerade energi- och effektavgifter eller rena effektavgifter.

I takt med att solceller blivit billigare och mer tillgängligt så har också antalet installationer på tak runt om i landet ökat, inte minst på flerbostadshus likt den fastighet som studeras i det här projektet. Ofta används dock inte hela den tillgängliga takytan för solceller på grund av att det skulle minska egenanvändningen av solenergi och på så sätt förlänga avbetalnings-tiden. I projektet "Energilagringens lösningar i Brf Kontrollanten" ville vi studera om man kan öka egenanvändningen av solenergi genom olika energilagringstekniker samt om man kan minska effektavgifterna genom strategiskt användande av energilagring.

Projektet syftade till att testa hur några energilagringlösningar fungerade i Brf Kontrollanten i Karlstad utifrån de förutsättningar som råder i just denna bostadsrättsförening. I detta fall prövades batterilagring och användning av elbilspool samt aggregerad mätning utifrån ekonomi och legala förutsättningar. Med batteri ville vi studera hur solenergi, som genererats på dagen, kan användas på kvällen och morgonen och därmed skulle kunna jämna ut el-effekttoppar under dygnet. Energi som genererats i solcellerna skulle också kunna bidra till att ladda elbilarna i bilpoolen samtidigt som de boende i fastigheten skulle få ett smidigt alternativ till att använda egen bil. Vi var här även intresserade av att studera samspelet mellan användarbeteenden, tekniska lösningar och möjlighet till minskad klimatpåverkan. Den tredje delen av arbetet, gällande aggregerad mätning mm, genomfördes i samarbete med nätägaren, Karlstads el- och stadsnät.

### *Tidslinje*

Projektet pågick från November 2018 till Januari 2021. Själva testperioden pågick mellan oktober 2019 och oktober 2020. Härnedan listas en samling händelser i projektet.

**September 2018:** Ferroamp Portal för Brf Kontrollanten tas i drift.

**November 2018:** Projektet börjar.

**Mars 2019:** Samarbetet med partnern SmartMove som står för Trombonen-fastigheten avslutas.

**Juni 2019:** Brf kontrollanten blir ny partner i projektet.

**Juli 2019:** Batteriet installeras i teknikrummet i BRF Kontrollanten och tas i drift.

**Augusti 2019:** Arbetet startar upp på nytt efter sommaren med Brf Kontrollanten som partner..

**September 2019:** universitetet sluter ett avtal med OurGreenCar som blir leverantör av elbilspoolen i projektet.

**Oktober 2019:** Elbilspoolen tas i drift.

**November 2019:** Fokusgruppsundersökning om elbilspoolen genomförs

**Januari 2020:** Elbilspoolen öppnas upp för allmänheten och annonseras på Karlstad kommun och Karlstads universitets hemsida.

**Våren 2020:** Projektet uppmärksammas i media och elbilspoolen får ett uppsving i popularitet (se statistik i delen elbilspool) under Maj.

**September 2020:** Projektet presenteras på Värmlands solmässa som hålls på Nöjesfabriken i Karlstad den 3 September 2020.

**September 2020:** Värmlands samlade Energi och Klimatrådgivare kommer på studiebesök vid Brf Kontrollanten. Projektet presenteras för rådgivarna och batteri/teknikrummet besöks. Även elbilspoolen och bokningssystemet till densamma förevisas.

**Januari 2021:** Slutrapporten skickas in till Energimyndigheten.

### *Deltagare i projektet*

Projektet Energilagringlösningar i Brf Kontrollanten är ett samverkansprojekt som finansieras av statens energimyndighet och leds av Kiselsolcellsgruppen vid Karlstads universitet med Hampus Piehl som projektledare. Projektpartners till

Kiselsolcellsgruppen är; Glava Energy Center, Brf Kontrollanten, Karlstad El- och stadsnät samt HSB Värmland. Nedan listas de respektive rollerna i projektet.

**Kiselsolcellsgruppen på Karlstads universitet:**

Leder projektet, utvärderar elbilspoolen, utvärderar ekonomi samt ser över energiflödena under testperioden.

**Karlstad El- och stadsnät:**

Utvärderar aggregerad mätning och elkvalitet.

**Glava Energy Center:** Nationell test-bed och kunskapscentra inom solenergi och energisystem i lokaliserat i västra Värmland

Analyserar batteriet.

**Brf Kontrollanten:** Bostadsrättsförening på Norrstrand i Karlstad.

I projektet fungerar brf Kontrollanten som test-site för projektet samt deltar i utvärderingen av elbilspoolen.

**HSB Värmland Energi:** Energikonsult åt flertalet bostadsrättsföreningar i Karlstad med omnejd.

HSB Värmland Energi är energikonsult till BRF Kontrollanten. De har ingen budget i projektet men har ändå varit en diskussionspartner och följt projektet under perioden.

*Batteri - introduktion och bakgrund*

Kraftelektroniken för solenergisystemen kommer från Ferroamp vilket gör att förutom att bara omvandla solenergisystemets likström till växelström får HSB Brf Kontrollanten två ytterligare funktioner:

1. Högupplöst loggning av fastighetens energiförbrukning – vilket är till god nytta i energikartläggningar samt för forskningsprojekt
2. Fasbalansering – vilket gör att HSB får lägre elnätskostnad, då det för det mesta råder en obalans effektuttaget i fastighetens olika faser.

Vid Glava Energy Centers (GEC) innovations- och testpark i Arvika finns ett 50-tal solenergianläggningar varav 3 Ferroampsystem. GEC har haft ett samarbete med Ferroamp sedan 2011 och har testat både deras första och andra prototyper samt därefter deras serieprodukter. I ett av systemet i GEC har ett LiIon-batteri varit anslutet och detta batteri flyttades till HSB-fastigheten för genomförandet av projektet samt ett parallellt pågående ERA-Net projekt. Batteriet har storleken 7,2 kWh och är kanske något litet i förhållande till storleken på solenergianläggningen. För placering av batteriet valdes hus 21 då det även skulle installeras värmepumpar i fastigheten och därigenom finnas bra med elektrisk last i fastigheten. Utifrån den något mindre storleken på batteriet så hade batteriet även kunnat installerats i de andra fastigheterna i bostadsrättsföreningen.

*Elbilspool - introduktion*

Detta del-projekt innebar start av en elbilspool, där företaget Our Green Car placerade två elbilar av fabrikat Renault Zoe hos Brf Kontrollanten. Från mitten av oktober 2019 kunde bilarna hyras av de boende efter registrering hos Our Green Car. Kostnaden var 49 kr per timma alternativt 395 kr per dygn respektive 695 kr för en weekend. Eftersom intresset från de boende blev svagt, öppnades

poolen upp för allmänheten från slutet av januari 2020. Annonsering skedde på Karlstad kommuns hemsida och på universitetets intranät.

Syftet med elbilspoolen var dels att testa intresset för detta relativt nya mobilitetsalternativ i en bostadsrättsförening i Karlstad och kanske på sikt bidra till nya resvanor. Ett annat syfte var direkt kopplat till denna förenings nya satsning på solceller, vilket innebar att föreningen var intresserad av att använda så stor del av den egna soletproduktionen som möjligt på plats. Med elbilar påverkas el-lagring och användning i fastigheten. Bilarna kopplades via laddstolpe in mot el-centralen i hus 21, dvs till en av de försörjnings- och mätpunkter Karlstads El- och stadsnät har mot Brf Kontrollanten. I hus 21 finns också batteriet till sol-anläggningen och värmepumpar, som försörjer samtliga hus med värme- och varmvatten.

### *Elbilspool - bakgrund*

Intresset för bilpooler ökar i många länder om än från låga nivåer, så även i Sverige. 2013 hade exempelvis Volvo-kopplade Sunfleet 21 000 kunder och 700 bilar i 35 städer (Åkerman & Nyblom 2014). Med kraftigt höjda priser från hösten 2019, svalnade intresset något för företaget. Andra bilpooler har tillkommit och på senare år också bilpooler med elbilar respektive pooler med andra transportalternativ som el-cyklar (Berg m fl. 2019; Friflytande elbilspooler i Malmö 2020).

Idéen med bil-pool är att användaren eller kunden betalar 100 % av kostnaden varje gång en bil används och att bilens fasta kostnader slås ut på flera hushåll. Vid vanligt bil-ägnande beräknas kunden betala 2/3 av kostnaden vid inköpstillfället och 1/3 när bilen används. Detta inverkar när valet står mellan kollektivtrafik, cykel eller bil och medför att bilpoolsanvändaren begränsar bilanvändningen till när det är nödvändigt snarare än som en typ av standard. Körsträckan hos de som går med i bil-pool minskar med 30-60 % (Åkerman & Nyblom 2014). Resandet med kollektivtrafik ökar något, men det totala resandet minskar. I förlängningen leder det ökade resandet med kollektivtrafik, gång och cykel till att infrastrukturen för dessa färd sätt byggs ut.

Stora kostnader för att anlägga och underhålla parkeringsplatser är ett starkt argument för bilpooler av olika slag i större städer. I Karlstad är p-avgifterna av tradition låga, men har höjts på senare år. Kommunens planer är att medvetet fortsätta att arbeta för färre bilar i centrum. Här ingår att använda parkeringsnormen vid nybyggnation och samverka med parkeringsbolagen (samtal med Mikael Haster och Charlotte Wedberg på Karlstads kommun 19 jan. 2020). Det planeras även nya cykelvägar från centrum mot området där Brf Kontrollanten ligger.

I en studie från Trafikverket (2003) presenterades en rad framgångsfaktorer vad gäller en ökad andel bilpoolsanvändare:

- Närhet till bilpoolsbil
- Skalfördelar (fler bilar ökar chans att någon bil finns tillgänglig)
- Koncentrerad rekrytering (flera bilar i närheten ökar chans till ledig bil nära)

- Höga parkeringskostnader/ Ont om P-platser
- Attraktiv gång, cykel och kollektivtrafik
- Prioriterad tillgång till attraktiva P-platser
- Kombination av användare som bokar bil olika tider (t ex hushåll och företag)
- Komma förbi ”hönan och ägget” med uthållighet
- Extra fordon vid stor efterfrågan (sommarlov, långhelger etc.)

När situationen för de boende i Brf Kontrollanten gällande förutsättningar för bilpool skall bedömas, kan några punkter ur listan ovan vara intressanta att lyfta fram här direkt. Elbilspoolen innehöll två bilar, vilka placerades centralt i området och därmed närmare än de parkeringsplatser de flesta boende normalt har. Poolen här gällde inledningsvis enbart de boende i föreningen.

Brf Kontrollanten ligger 2,5 km från centrum och drygt 4 km från exempelvis universitetet. Till centrum saknas en tydlig cykelväg, vilket innebär att delar av sträckan innebär cykling på gatan eller på trottoaren. Till universitetet finns cykelväg samt också bussförbindelser, som framförallt morgon och kväll via landsvägsbussar (linjer Molkom, Filipstad, Väse, Kristinehamn, Karlskoga) kan ta en boende till universitetet på tio minuter. Dessa bussar ger också möjligheten att nå centrum och platser som Hammarö, Grums och Forshaga. Då krävs dock bussbyte. En direkt-linje mot centrum med stadsbuss och glesare trafik finns också.

#### *Aggregerad mätning - introduktion och bakgrund*

I takt med att solenergi blir allt vanligare så har även intresset för interna nät vuxit. Med interna nät mellan byggnader kan överbliven solenergi genererad på en byggnad överföras till en annan byggnad utan solcellsanläggning, eller där anläggningen inte täcker energibehovet i stunden. På så sätt kan egenanvändningen av solel öka, och därmed kan fastighetsägaren göra en ekonomisk besparing. I delen 'Resultat' redovisas resultat och lärdomar från en sådan lösning som också skulle innebära att föreningen kan använda sig av ett större abonnemang, istället för flera små.

I en rad projekt så testas interna likströmsnät (Exempelvis: Eksta Bostads AB – Fjäråsprojektet, Vasakronan –Uppsala Science Park, RISE forskningsvilla, RISE – Likström och ödrift i Åsaliden (Växjö), HSB Brf Dragonen i Märsta, och Brf Fruängsporten i Hägersten) för att se på lönsamhet och teknisk komparabilitet. Karlstads El- och Stadsnät, som är projektpartner i det här projektet, vill möta den här utvecklingen genom att testa ett koncept med aggregerad mätning för kunden, men där ägandet och driften av nätet fortfarande görs av Karlstads El- och Stadsnät. I projektet utvärderas alltså att flytta mätpunkten från respektive byggnad till en gemensam mätpunkt för de fyra byggnaderna

#### *Elkvalitetsmätning- introduktion och bakgrund*

Utifrån ett nätägarperspektiv så är detta projekt intressant för elkvalitetsmätning då fastigheten innehåller många av de tekniska lösningar som introduceras i fler och fler fastigheter. Batterilager, aktiv lastutjämning mellan faser, växelriktare,



solenergi, laddare för elbilar samt moderna bergvärmepumpar är nya potentiella källor till elkvalitetsproblem.

Delprojektets mål var att redovisa elkvalitet och dessa eventuella elkvalitetsproblem. Elkvaliteten mättes i elrummet i hus 21 och så nära utrustningen som möjligt. Det gjordes med en mätutrustning som gör det möjligt att jämföra mot EIFS 2013:1 som tittar på bland annat spänningsvariationer och spänningsövertoner. Projektet har genomförts av driftpersonal från Karlstad El- och stadsnät som installerat och analyserat utfallet från mätningen.

## Förutsättningar

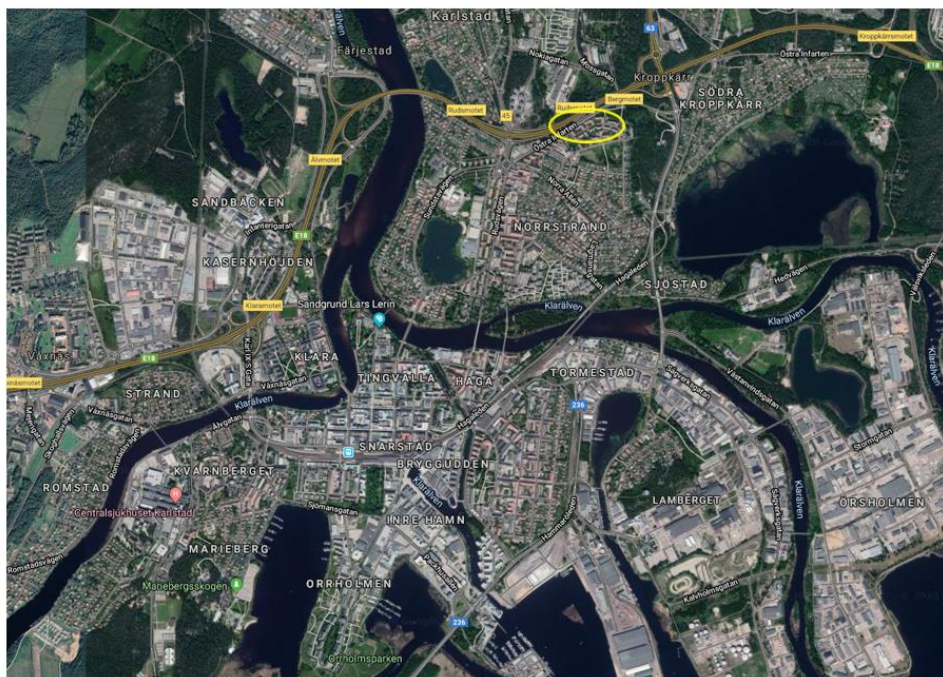
### BRF Kontrollanten

#### *Fastigheterna*

BRF Kontrollanten omfattar 4 hus på adresserna Ulvsbygatan 19, 21, 23 och 25 på Norrstrand I Karlstad. Byggnaderna innehåller 126 bostäder om totalt 7406 kvadratmeter. Vidare ingår 9 uthyrningslokaler, 16 garage och 11 bilplatser.

Fastigheten stod färdigställd 1953. Föreningen har en styrelse med sex suppleanter. Intern förvaltare och vicevärd Alf Persson, som också var föreningens deltagare i projektet vad gällde de tekniska åtagandena såsom anläggande av laddstolpar för elbilspoolen och tillgång till teknikrummet för mätning. Erik Molin är Brf styrelsens ordförande och deltar i diskussioner och upplägg kring elbilspoolen. (HSB Bostadsrättsförening Kontrollanten Årsredovisning 2018)

Kartbilden nedan visar fastighetens placering i Karlstad samt som följs av ett foto av fastigheterna ovanifrån.



 Brf Kontrollanten

*Figur 1. Centrala Karlstad (Källa: Google maps).*



*Figur 2. Bilden visar fastigheterna som ingår i Brf kontrollanten. Foto: Fredrik Karlsson, Solsta Foto.*

### **Energisystem i fastigheterna**

Energideklarationer för år 2017 visar på att energiprestandan för byggnaderna är 72-95 kWh/kvm och år. För att få en uppfattning om prestandan så är Boverkets krav för nybyggnation högst 100 kWh/kvm och år. Föreningen har ett avtal om energioptimering med HSB Värmland Energi. Företaget företrädde i

Energilagringsprojektet av Lars Bjerge. (HSB Bostadsrättsförening Kontrollanten Årsredovisning 2018)

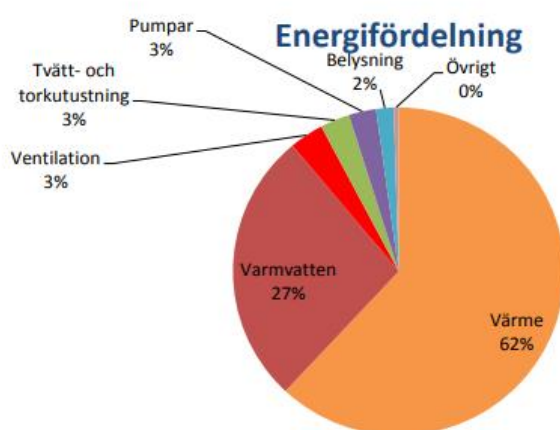
Energibehovet är inte jämnt fördelat mellan husen utan undercentralen på Ulvsbygatan 21 försörjer även hus 19 och hus 23 med värme och varmvatten. Totalt försörjer undercentralen i hus 21 90 bostäder. Värmepumpen är på 68 kW och installerades 2006. I undercentralen finns även 5 kylbatterier.

Värmeproduktionen består av förvärmning av tappvarmvatten och radiatorvärme. Det finns även en undercentral på Ulvsbygatan 25 som försörjer de 36 bostäderna i huset. Värmepumpen är på 28 kW och installerades 2008.

Frånluftsåtervinning är installerad på Ulvsbygatan 21 och 25. Mekanisk frånluft med energiåtervinning via kylbatterier i enhetsaggregat är placerade på vinden i de två fastigheterna.

Det finns även Cirkulationspumpar installerade på Ulvsbygatan 21 och Ulvsbygatan 25. Pumparna är av samma modeller trots att pumpen i hus 21 även försörjer hus 19 och hus 23.

Fastigheten värms under året upp av både fjärrvärme och värmepump. Utslaget över året är proportionen ca 80% värmepump och 20% fjärrvärme. Taxan från Karlstad energi är uppdelad i vintertaxa, vår- och hösttaxa samt sommartaxa. På sommaren är taxan så låg att det inte är värt att värma fastigheten med värmepump. Även varmvattnet värms upp av antingen fjärrvärme eller värmepumpen. Med varmvattnet finns en liten möjlighet för buffert, alltså att man kan värma varmvattnet vid en tidpunkt och använda vattnet vid ett senare tillfälle. Varmvattentanken måste hålla sig inom vissa riktmärken vad gäller varmvattentemperaturen för att det inte ska vara risk för tillväxt av legionella-bakterier.



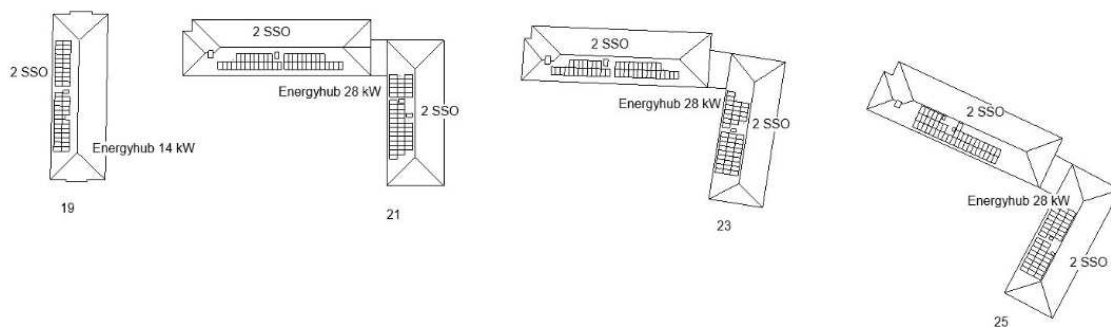
Figur 3. Energifördelning i BRF Kontrollanten (Källa: HSB Värmland Energi. Energikartläggning HSB Brf Kontrollanten i Karlstad. 2019-02-15)

Hushållsel betalas av bostadsrättsinnehavaren direkt till föreningen. Medlemmen betalar 1,30 kr per kWh oavsett årstid, dag och tid på dygnet (Källa: Alf Persson, vicevärd Brf Kontrollanten).

### Solceller

HSB Värmland Energi har även i sin roll som energikonsult till bostadsrättsföreningen bistått i solcellsinstallation på alla föreningens byggnader. Anläggningarna togs i drift 2018 och total investeringskostnad utan bidrag var 2 300 000 kr. Efter bidraget blev kostnaden 1 610 000 kr vilket beräknas generera en återbetalningstid på 5,5 år, beräknat utifrån fastighetens elanvändning och rådande elpris. Solelen används till värmepump, varmvatten, ventilation och hushållsel i hus 21 och 25. Hus 19 och 23 får varmvatten och värme från undercentralen i hus 21 och där används solelen för övriga laster i fastigheten.

Brf Kontrollanten har totalt 308 solpaneler på sina tak. Sammanlagt utgör det en panyta på 504 m<sup>2</sup> och den totala effekten installerad solkraft är 85 kW. Under år 2019 uppgick solelproduktionen till 74 693 kWh. Solcellerna sitter monterade i olika väderstreck, både väst och syd. Solpanelerna är av fabrikat Honey Module från Trina Solar. På samtliga av föreningens tak sitter solpanelerna indelade i två seriekopplingar, som vardera är anslutna till strängoptimerare (SSO), där strömmen leds vidare till en växelriktare för varje fastighet. Samtliga växelriktare är av fabrikat Ferroamp. (HSB Bostadsrättsförening Kontrollanten Årsredovisning 2018)



Figur 4: Solceller och växelriktare vid Brf Kontrollanten. (Källa: HSB Värmland Energi. Energikartläggning HSB Brf Kontrollanten i Karlstad. 2019-02-15)

### *Energi och ekonomi*

För att få en uppfattning om den ekonomiska potentialen i de olika energilagringssystemen beskrivs i följande avsnitt kostnadsmodellen för elnät- och energiavgift.

Kostnaderna för elnät och energi faktureras av Karlstad Energi och Karlstad El- och stadsnät. Nedan redogörs för företagets avgifter

## **Karlstad Energi**

### *Energi*

Brf Kontrollanten har tecknat ett avtal på fast elpris i 3 år. Avtalet tecknades 2018. Avtalet innebär att Brf Kontrollanten betalar 0,52 kr/kWh (samtal med Karlstad Energi 18/2 2020).

*En egenanvänd solelstimme är värd i insparad 0,52 kr i energiavgift. Sedan tillkommer även elnätsavgift.*

### *Fjärrvärme*

Brf Kontrollanten köper även in Fjärrvärme från Karlstad Energi.

Fjärrvärmeavgiften bygger på tre delar. En fast avgift, en effektavgift som baseras på det senaste årets 3 dygn med högst energiuttag ((dygn A kWh/24+dygn B kWh/24+dygn C kWh/24)/3 Dygn A har det högsta energiuttaget, dygn B det näst högsta osv), samt en energiavgift som baseras på den faktiska energianvändningen. Vad gäller energiavgiften så varierar den beroende på tid på året (Se figur 3).

Vad gäller fjärrvärmeavgiften så har Brf Kontrollanten ett gemensamt abonnemang för de fyra husen. Brf Kontrollanten hade förra året ett effektuttag (medelvärdet på de tre högsta energiuttagen) på 164 kW, och ligger därmed inom effektområdet 111-250 kW (samtal med Karlstad Energi 18/2 2020).

Månadsavgiften för effektavgiften blir  $67,50 \text{ kr/kW/månad} * 164 \text{ kW} = 11070 \text{ kr}$ .

Den fasta avgiften som tillkommer är på 2081,9 kr per månad. Energiavgiften är olika beroende på tid på året. Avgifterna redovisas i diagrammet i figur 3.

Brf Kontrollanten betalar alltså 13151,9 kr per månad exklusive energiavgift.

**Effektområde: 111-250 kW**

Avgiftstyp	Inklusive moms	Exklusive moms
Fast avgift	2 081,90 kr/månad	1 665,50 kr/månad
Effektavgift	67,50 kr/kW/månad	54 kr/kW/månad
Energiavgift jan-feb	648,75 kr/MWh	519 kr/MWh
Energiavgift mars-maj	475 kr/MWh	380 kr/MWh
Energiavgift juni-aug	141,25 kr/MWh	113 kr/MWh
Energiavgift sep-nov	475 kr/MWh	380 kr/MWh
Energiavgift dec	648,75 kr/MWh	519 kr/MWh

Figur 5. Fjärrvärmeavgifter för brf kontrollanten (Källa: Karlstad Energi, <https://www.karlstadsenergi.se/foretag/fjarrvarme/fjarrvarmepris-2020/>)

### Karlstads EI- och stadsnät

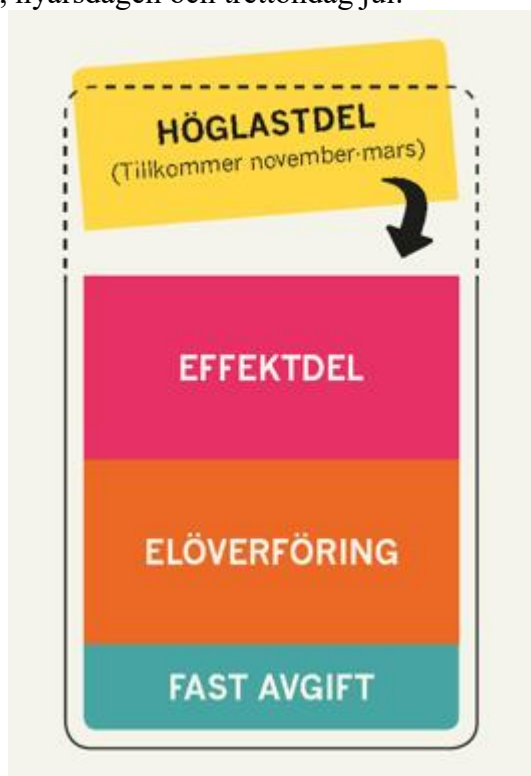
Karlstads EI- och stadsnät tar, olik Karlstad Energi, betalt per byggnad. Man har alltså ett abonnemang mot respektive av de fyra byggnaderna. Avgiften baseras på vilken abonnemangsnivå byggnaden har samt faktisk överföring. Man har även en speciell högbelastningsavgift för vintermånaderna.

Mätarsäkring	Fast avgift	Överföringsavgift	Effektavgift*	Högbelastningsavgift**
Lägenhet	1 215 kr/år	42,88 öre/kWh		
16-63A (NLED)	1 350 kr/år	7,25 öre/kWh	25,58 kr/kW, mån	59,63 kr/kW, mån
> 63A (NLE)	4 810 kr/år (exkl. moms)	5,80 öre/kWh (exkl. moms)	20,46 kr/kW, mån (exkl. moms)	47,70 kr/kW, mån (exkl. moms)
Högspänningskund (NHE)	31 320 kr/år (exkl. moms)	3,70 öre/kWh (exkl. moms)	10,49 kr/kW, mån (exkl. moms)	38,40 kr/kW, mån (exkl. moms)

Figur 6. Kostnad för olika Säkringsstorlekar. N=Nättariff, L=Lågspänning, E=Effekt, H=Högspänning, D=Distribution. (Källa: Karlstads EI- och stadsnäts hemsida, oktober 2019)

\*Effektavgiften beräknas månadsvis, **debiteras hela året** och är en avgift för den högst uttagna effekten varje månad. Vi debiterar för den heltimme (klocktimme) i månaden med högst medeleffekt.

\*\*Höglastningsavgiften beräknas på samma sätt som effektavgiften men tas enbart ut måndag-fredag kl. 06.00-18.00 **under månaderna januari, februari, mars samt november och december**. Företaget skriver på sin hemsida: "Vi debiterar för den heltimme (klocktimme) i månaden med högst medeleffekt under angivna månader och tider. Till höglastningstiden räknas dock inte skärtorsdagen, långfredagen, annandag påsk, julafton, juldagen, annandag jul, nyårsafton, nyårsdagen och trettondag jul."



Figur 7. bilden exemplifierar hur prismodellen ser ut. (Källa: Karlstads El- och stadsnäts hemsida, oktober 2019)

Eftersom det är fyra olika hus i Brf kontrollanten så skiljer sig priset per kWh något.

### Säkringsstorlek

Säkringsstorleken spelar alltså in på kostnaden för de olika byggnaderna. De olika byggnaderna i Brf Kontrollanten har följande säkrings-storlekar.

- Ulvsbygatan 19: 63 Ampere => 43,7 kW
- Ulvsbygatan 21: 100 Ampere => 69,3 kW
- Ulvsbygatan 23: 63 Ampere => 43,7 kW
- Ulvsbygatan 25: 125 Ampere => 86,6 kW

Vi ser alltså att två av byggnaderna har avgiften som gäller mellan 16-63 Ampere och de två övriga sorteras in i kategorin >63 Ampere. De två byggnaderna med

högre abonnemang är hus 21 och hus 25, där det som bekant finns undercentraler för värme och varmvatten.

Totalt ligger abonnemangen på 243,2 kW.

*Räkne-exempel Hus 19, september 2019:*

Brf Kontrollanten hus 19 Ulvsbygatan 19:

Säkringsstorlek 43,7 kW.

### **Mätvärden från Ferroamp portal**

Max-värde september: 11,1 kW

Totalt kWh: 1480 kWh förbrukade:

Kostnad enligt Karlstad El- och stadsnäts beräkningsmodell:

Effektavgift:  $11,1 * 25,58 \text{ kr} = 284 \text{ kr}$  (73% av avgiften)

Överföringsavgift:  $1480 \text{ kWh} * 0,0725 \text{ kr} = 107 \text{ kr}$  (27% av avgiften)

Elnätsavgift Brf Kontrollanten hus 19 September 2019: 391 kr

*Elnätskostnaden låg i september 2019 på 0,26 kr/kWh.*

*Den totala kostnaden för en kWh i september var 0,26 (elnätskostnad) + 0,52 (energiavgift) = 0,78 kr/kWh. Total avgift 1160 kr.*

### **Mätvärden från Karlstad El- och stadsnät**

Maxvärde: 12,67 kW

Summa kWh: 1833,5

Elnätsavgift: 457 kr

Total avgift: 1410 kr

Det är alltså högsta kWh som benämns som effekt, och som är dimensionerade snarare än den "riktiga effekten" (som är momentan). Karlstad El- och stadsnät har ett bland-abonnemang (effekt och energi) på alla överföringsnivåer (så som visas i tabellen i figur 6.). Oavsett hur mycket solenergi man (teoretiskt) skickar ut på nätet så är förbrukningstimmen dimensionerande för effekttariffen i nätavgiften.

### ***Energidebitering bostadsrättsföreningens medlemmar***

Medlemmarna i bostadsrättsföreningen betalar 1,35 kr/kWh. De betalar ingen extra kostnad för nätavgifter, och har en rak prismodell med samma elpris oavsett när på dygnet de förbrukar energi. Medlemmarna betalar sin avgift en gång i kvartalet.

### ***Såld solel***

Den egenanvända solelen ersätter köpt el, i vilket priser för skatter och andra avgifter tillkommer. Överflödiga solel kan säljas till elhandelsbolag med varierande ersättning. I många fall dimensioneras solcellsanläggningar för att egenanvändningen ska bli så hög som möjligt.



### Värdet av lagrad solel

Tanken med att lagra solel är flytta överskottsproduktion till tillfällena med energiunderskott. Energilagring kan även användas till att kapa effekttoppar, Värdet av egenanvänd solel i Brf Kontrollanten är alltså beroende av priset för stunden av köpt el från nätet (alltså de priser som Karlstad energi och Karlstad El- och stadsnät har vid den rådande tidpunkten). Priserna skiljer sig mycket beroende på årstid och tid på dygnet.

## Genomförande

### Energimätsystem

Energiflöden i de fyra fastigheternas huvudsäkringsserviser har uppmätts på likvärdigt sätt med det mätsystem som finns inbyggt i den smarta växelriktaren EnergyHub från Ferroamp. Dess växelriktare mäter också energiflödet från solcellerna på respektive fastigheter. I hus 21 mäter dess växelriktare också energiflödet till och från batteriet.

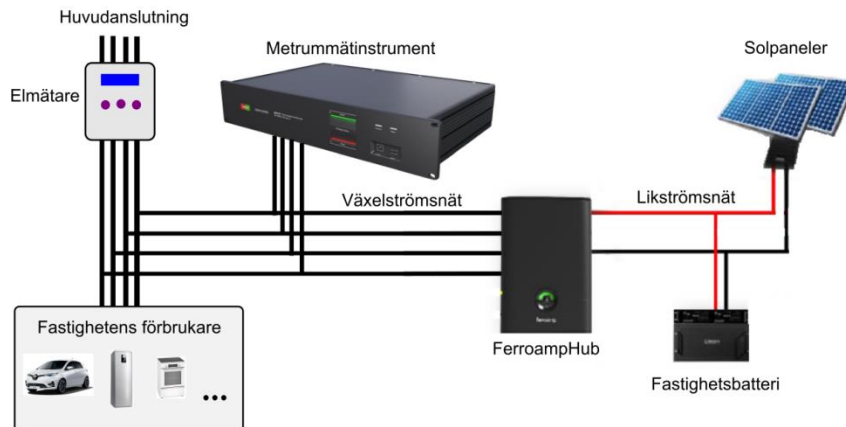
I hus 21 finns både fastighetsbatteriet och elanslutningen till elbilsaddaren som finns placerad utanför hus 21. Här finns också ytterligare ett avancerat mätinstrument installerat, Metrum PXQ3, som ger möjlighet till mätning på fler kanaler samt elkvalitetsanalys. Figur 8 visar eldistributionsrummet i hus 21 där samtliga komponenter är installerade.



Figur 8. Tre bilder som visar eldistributionsrummet i hus 21 och där de centralaste komponenterna är numrerade och beskrivs i löptext.

De väsentliga delarna är numrerade i figur 8: (1) Ferroamphub, (2) Fastighetsbatteri, (3) Rackmodulskåp med Metrummätinstrument, (4) Patchskåp för utökning av mätkanaler, (5) Fastighetens huvudströmanslutning med huvudsäkringar, (6) Skåp för placering av Metruminstrumentet

strömtransformatorer, (7) elmätare från elnätsägaren, (8) avsäkring och placering av strömtransformatorer för elbilsladdare.



*Figur 9. Schematisk illustration över eldistributionen i hus 21 där det utöver solceller med växelriktare finns Metrummätinstrument, fastighetsbatteri och elbilsladdstolpe installerat.*

I figur 9 visas illustreras eldistributionen i hus 21 schematiskt med en växelströmsida där strömförsörjning sker från huvudanslutning, via elmätare och sedan vidare till fastighetens förbrukare. Ferroamp-växelriktaren hanterar likströmsnätet bestående av solpaneler och fastighetsbatteri. Växelriktaren kan utifrån genererad solel, batteriets laddstatus, och fastighetens momentana behov, smart välja att styra energi tillbaka till växelströmsnätet på den eller de faser som är mest belastad, eller till batteriet.

Med Metrummätinstrumentet mäts energiflöde parallellt med mätningen från Ferroamp-växelriktaren samt energiflöde till och från elbilarna. Instrumentet har möjlighet att direkt simultant mäta och registrera transienter på strömmar på 9 st. AC strömledare m.h.a. strömtransformatorer. Dessutom finns möjligheten till ytterligare 4 st. generella 4 - 20 mA kanaler som tillsammans med signalomvandlare skulle kunna användas till strömmätning eller temperatur etc. och direkt och tidssynkroniserat kunna loggas till metrumms databas. Systemet är installerat och förberett för utökad mätning med hjälp av dessa kanaler. Utöver energiflöden, har instrumentet möjlighet att detektera snabba störningar i elnätet och mäta el-kvalité enligt tillämpliga och relevanta el-standarder.

Som en del i Karlstads El- och stadsnäts engagemang i projektet så gjordes elkvalitetsmätningar för att se på om påverkan på elkvalitet uppstått i samband med de testade energilagringsteknikerna. Detta gjordes med separat mätutrustning (Dranets HDPQ) och med analysverktyg som Karlstads El- och stadsnät använder som standard. Utrustningen kopplades in helt parallellt med Metruminstrumentet och var i drift under i ca en månad från 10:e september 2020.

## Batteri

Batteriet som är placerat i fastigheten är av litiumIon-typ. Styrningen av själva batteriet sker via en BMS (Battery Management System) medan energiflödena

stys via EMS (Energy Management System). Hur batteriet stys beror på hur man vill använda batteriet, vilken affärsmodell som skall användas. Det finns ett tiotal olika sätt att köra en batterianläggning på och vilken man väljer kan bero på elprinsnivåer, skatteregler, hur man vill använda den egenproducerade elen etc.

### Kunskapsinsamling elbilspool

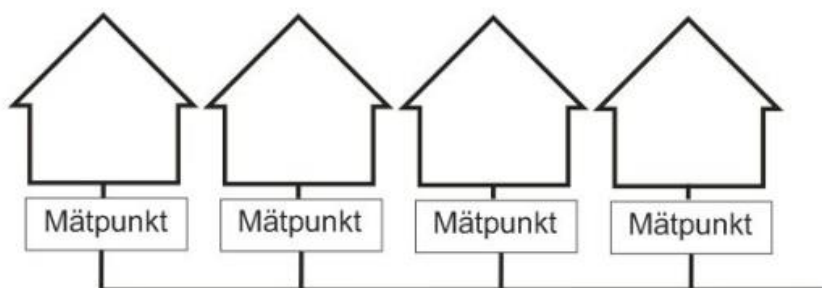
I arbetet användes enkäter och intervjuer. Med hjälp av en enkät till samtliga 126 lägenheter önskade vi få en uppfattning om lägenhetsinnehavarnas kunskaper och reaktioner kring elbilar och elbilspoolen i samband med att denna introducerades. I nästa skede, efter ett halvår, återkom vi till de boende med en ny enkät. Båda enkäterna delades ut i pappersform. Den första, som innehöll ett fåtal frågor i hopp om god svarsfrekvens, samlades in av vicevärden. Den andra, som innehöll svarskuvert, var mer omfattande och innehöll också några personliga frågor. För att få ett bredare underlag kompletterades den inledande enkäten med en fokusgrupp.

Fokusgruppen hade fem deltagare, som alla bodde i fastigheten Kontrollanten och bestod av två män och tre kvinnor i åldern 20 till 55 år. Fyra av deltagarna var ordinarie medlemmar i styrelsen för bostadsrättsföreningen, HSB Kontrollanten i Karlstad. Intervjun spelades in och har därefter transkriberats i sin helhet. En intervjuguide har använts, där följdfrågor fått växa fram ur samtalet (Kvale m.fl. 2009). Intervjuer gjordes också med tre bilanvändare utanför föreningen, per telefon. Här användes en intervjuguide med grund i uppföljningsenkäten till de boende. Test av lämpliga frågor och uppläggning av enkät gjordes med Pernille K Andersson, lektor i Psykologi på KAU. En kvalitativ utvärdering har genomförts (Kvale m. fl. 2009).

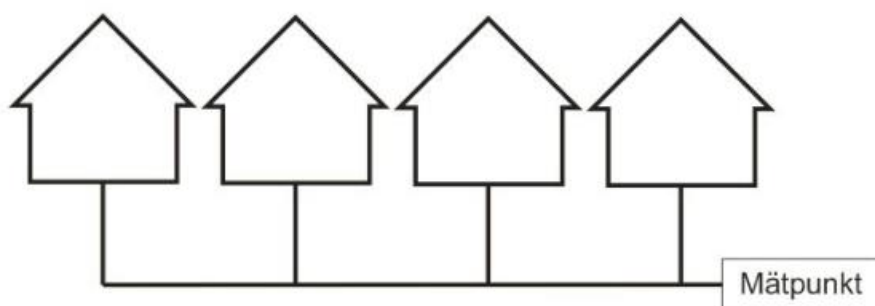
Förutom dessa insatser kontaktades så gott som alla lägenhetsboende av poolföretagets personal. Detta för att kunna hjälpa till med eventuella frågor kring bilarna och kanske speciellt svårigheter med online-registreringen.

### Aggregerad mätning

Figur 10 och 11 visar översiktligt hur den aggregerade mätningen genomfördes jämfört med den traditionella mätningen som finns idag.



Figur 10. Figuren visar hur mätningen av fastigheterna sker idag.



Figur 11. Figuren visar hur mätningen av fastigheterna skulle gå till med aggregerad mätning.

Faktiska timvärden för perioden 201911–202010 samlades in och applicerades på 2020 års tariff. I scenario ett räknades alla anläggningar var för sig, likt hur det faktiskt ser ut idag. I det andra scenariot summerades alla anläggningar, likt en aggregerad mätning.

## Resultat

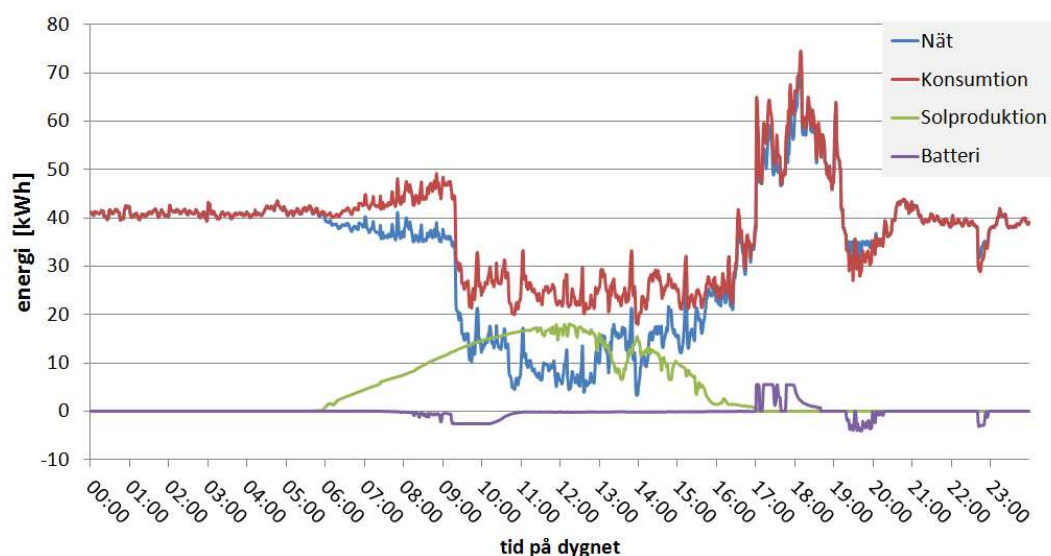
### Batteri

Det styrningsmässigt enklaste sättet är att maximera egenkonsumtionen av solenergi. Då laddas batteriet när solenergianläggningen överproducerar istället för att mata ut solenergin på nätet. När sedan det finns ett energibehov i fastigheten som inte solenergianläggningen kan producera så används batteriets energiinnehåll, i den mån batteriet har effektkapacitet och laddningsgrad, istället för el från elnätet. Detta sätt att köra batteriet resulterar i många laddnings- och urladdningscykler. Batterierna har en livslängd som styrs av antal laddnings- och urladdningscykler men även av hur djupt batteriet urladdas samt vilken omgivningstemperatur batteriet får arbeta i.

Ett annat sätt att köra batteriet på är att kapa effekttoppar. Batteriet har klass C1 vilket gör att det kan mata ut ungefär 7kW effekt. Om fastigheten har en effekttopp på 47kW kan alltså batteriet kapa ned effekttoppen till 40kW, under förutsättning att det är fulladdat. Styrningsmässigt är detta sätt att köra batteriet på mera avancerat, speciellt om batteriet inte är stort i förhållande till förbrukningen. Effekttopparna varierar över tid och speciellt mellan årstider vilket gör att man "skjuter på rörligt mål" när man skall styra batteriet. Den aktuella nätägaren Karlstads El- och Stadsnät har effekttariffer där månadens maximala medeleffekt per timme styr månadsavgiften. I den bästa av alla världar skulle alltså batteriet bara användas 1 gång per månad när månadens effekttopp inträffar, vilket styrningsmässigt är en utmaning. Antalet laddnings- och urladdningscykler blir troligtvis betydligt lägre än vid maximering av egenkonsumtionen av sol. Komplexiteten att hitta effekttopparna ökas också då fastigheten använder både värmepump och fjärrvärme, vilket väljs efter vissa kriterier. För optimal styrning

behövs alltså en koppling mellan fastighetens uppvärmningssystem och styrningen över batterianläggningen, vilket inte finns i dagsläget.

I Figur 12 nedan visar ett exempeldygn, den 22 mars 2020, då det både producerades solel och batteriet aktivt var i drift. På förmiddagen laddas batteriet med start ca. kl. 9 på förmiddagen då solel produceras och samtidigt som konsumtionen drastiskt sjunkit. På eftermiddagen vid ca. kl. 17 då solproduktionen minskat, samtidigt som konsumtionen stiger, så urladdas batteriet. Senare på kvällen så laddas batteriet igen vid två tillfällen, kl. 19:30 samt 22:45, då konsumtionen är låg.



Figur 12. Grafen visar dygnet den 22 mars 2020 då det både producerades solel och batteriet aktivt var i drift.

### Elbilspool attityd och användarbeteende

I enkäten kände sig de svarande väl informerade om elbilspoolen. Få hade reflekterat kring elbilar tidigare. Den egna bilen utgör transport-grunden och står för så gott som alla dagliga transporter för hälften av respondenterna. Många respondenter ifrågasatte att elbilspoolen skulle kunna tillgodose deras transportbehov.

Endast två personer från de 126 lägenheterna kom att testa el-bilarna. Vi lyckades inte få full klarhet i varför de boende var såpass negativa till att testa elbilarna. Av de som svarade på enkäten var det faktum att man redan hade en bil ett tillräckligt starkt skäl att inte testa. Följdfrågan innehöll flera möjliga alternativ att kryssa i för varför respondenten använt eller inte använt elbilarna. Nyfikenhet plus närhet till bostad och att bilarna är miljövänliga, angavs som skäl att testa elbilarna i poolen. Men, på frågan ”Varför inte använt elbil”? var det helt dominerande svaret ”jag har egen bil”. Tre fjärdedelar av gruppen som inte testat elbilarna nöjde sig med enbart detta som skäl. Några få andra kryss eller motiv angavs: en

respondent saknade körkort, en var mer intresserad av el-cykel, en hade ”inte tagit sig tid”, två tyckte också bilarna var för små.

Den låga svarsfrekvensen om 24 % gör att det inte går dra säkra slutsatser kring ålder/kön eller andra aspekters inverkan på de svar respondenterna gav. De som testat elbilarna, varav de flesta inte bodde inom föreningen, var genomgående mycket positiva till bilarna. Ett par incidenter löstes snabbt via direkt-kontakt med supporten. Statistiken för uthyrning av bilarna visar 20 registrerade medlemmar, att snitt-resan var 48 km och medel-hyrestiden fem timmar. Ur månadsstatistiken för Kontrollanten nov 2019 – juli 2020 framgår följande, där den första siffran är antal uthyrningar och den andra är antalet unika hyrestagare:

Nov. -19: 3/2, Dec. -19: 0/0, Jan.-20 1/1, Febr. -20 7/4, Mars -20: 5/3, April -20: 1/1, Maj -20: 24/4, Juni -20: 19/7, Juli -20: 2/2 ;

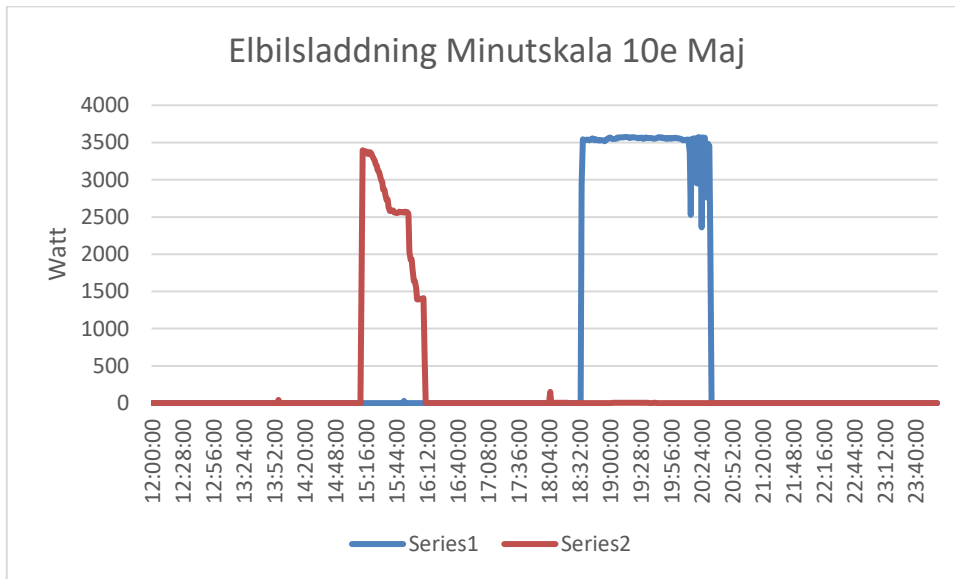
I fokusgruppen, där majoriteten av de fem deltagarna var aktiva i Bostadsrättsföreningens styrelse, upplevdes bilen bekväm och gruppens medlemmar hade råd med den. Nyckelord var ”smidigt”, ”slipper planera” och ”tryggt och säkert”. Det senaste betonades av kvinnorna i gruppen. Att parkera bilen i närheten av bostaden upplevdes som besvärligt, speciellt kvällstid.

Alla fem hade bil, men få var klara över den årliga kostnaden för denna. Några upplever kollektiva transporter med buss eller tåg som dyra, oftast utifrån enstaka egna exempel. Två i gruppen cyklade till det mesta. Det gemensamma ägandet upplevdes som modernt men också komplicerat. Någon uttryckte det som svårt ”att verkligen kunna lita på att andra sköter sig och att bilen finns klar, ren och på plats när den är bokad”.

### **Elbilspool energiflöden**

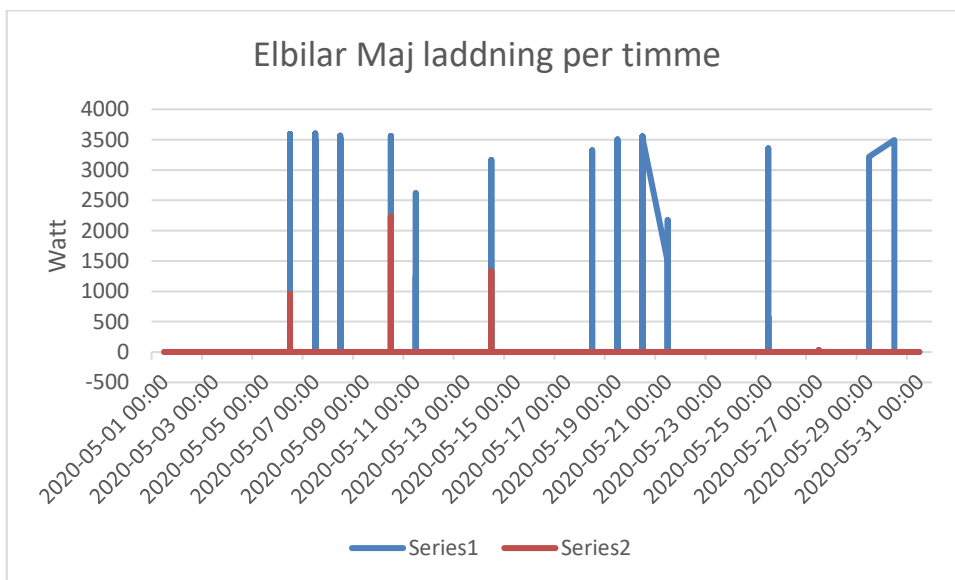
På grund av den låga uthyrningsfrekvensen under flera av årets månader så fick vi inte tillfälle att undersöka samspelet mellan elbilsladdning, effekttoppar och egenanvändning lika extensivt som vi hade velat.

Graferna visar elbilsladdning under Maj månad 2020.

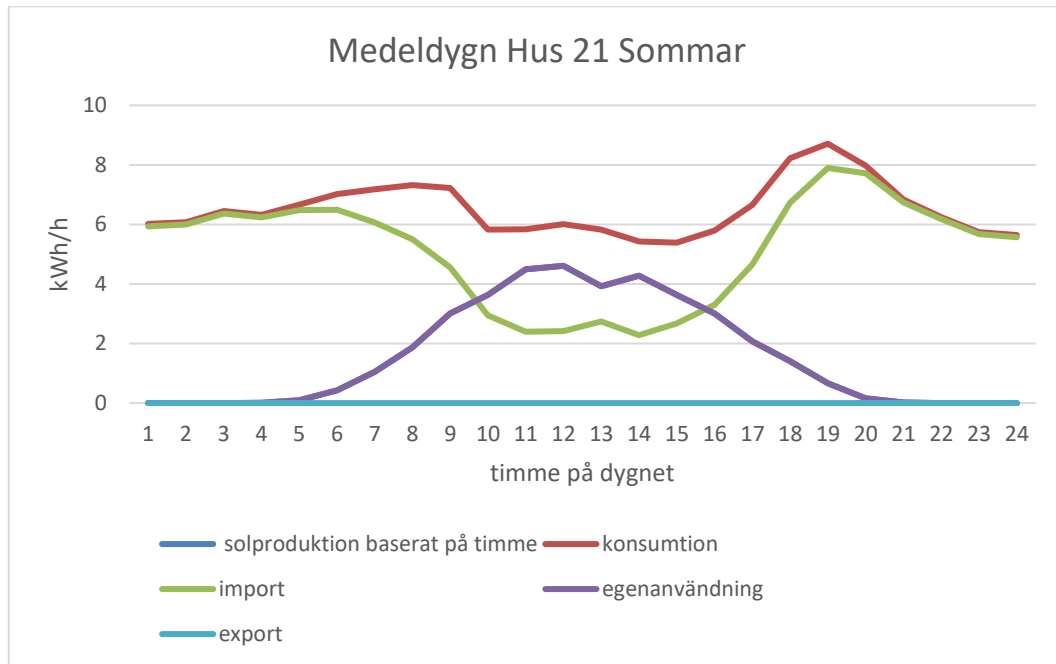


Figur 13. Grafen visar laddningen 10 Maj 2020.

Notera att laddningen sker mellan 15.00 och 16.20 samt mellan 18.30 och 20.30. Ser man på graferna över snittdygn (se figur 15), så ser vi att det sammanfaller med dygnets effekttopp, se grafen nedan. Det vore alltså bättre att styra laddningen till andra tidpunkter exempelvis kring lunch eller på natten. I vårt projekt har tidpunkten för elbilsladdning sannolikt inte bidragit till effekttopparna i någon högre utsträckning, men vi kan ändå se utifrån de insamlade mätvärdena att för att undvika effekttoppar så skulle det vara bra att styra laddningen.

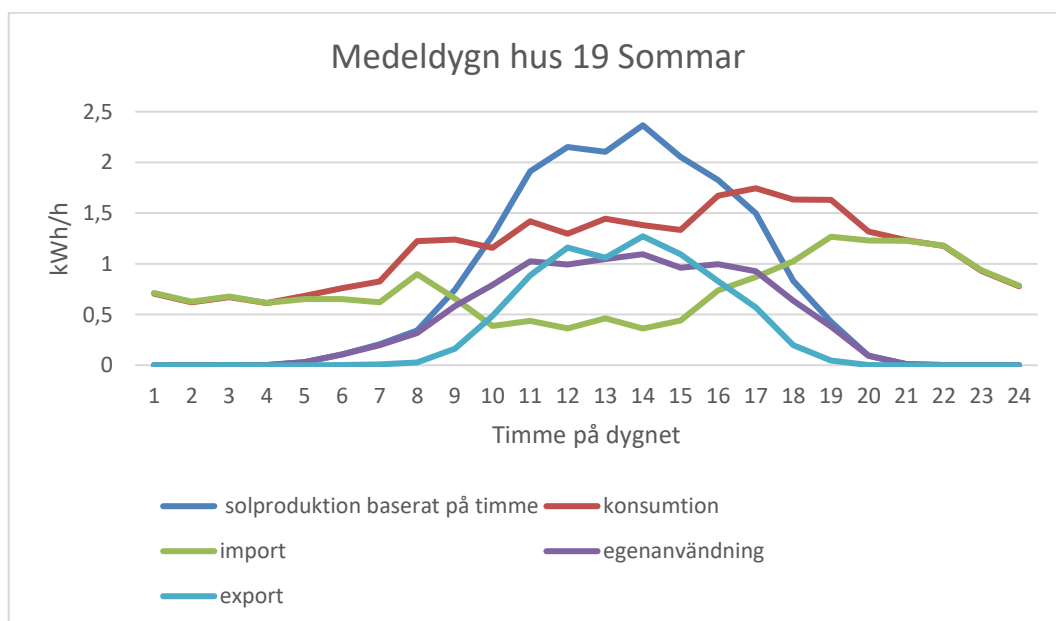


Figur 14. Laddning av elbilarna i Maj 2020.



Figur 15. Medeldygn Hus 21 Sommar.

Gällande elbilspoolens inverkan på egenanvändning av solenergi så var egenanvändningen redan 100% eftersom elbilarna var kopplade till Hus 21 där undercentraler för värme och varmvatten för hela fastigheten fanns belägen. Även här går det att konstatera att i framtida projekt med elbilar kopplade till flerbostadshus med solcellsanläggning så skulle laddning kunna styras till omkring lunchtid när solelsgenereringen generellt är hög under sommarhalvåret, och lasten förhållandevis liten om man jämför med morgon och kvällstid (se exemplet i figur 16).





Figur 16. Grafen visar solproduktion och laster i hus 19 Brf Kontrollanten under sommarhalvåret.

## Resultat Aggregerad mätning

### Scenario 1

Debiterbar energi <sup>1</sup> :	345 421 kWh	medel 28 785 kWh/månad
Debiterbar effekt <sup>2</sup> :	1 473 kW	medel 123 kW/månad
Debiterbar effekt höglast <sup>3</sup> :	609 kW	medel 122 kW/månad
Fast avgift <sup>4</sup> :	4 st.	
Total avgift för perioden:	88 963 kr exkl. moms	medel 7 414 kr exkl. moms/månad

Nätnyttoersättning har minskat avgiften ovan med 192 kr under perioden<sup>5</sup>.

### Scenario 2

Debiterbar energi:	338 317 kWh	medel 28 193 kWh/månad
Debiterbar effekt:	1 120 kW	medel 93 kW/månad
Debiterbar effekt höglast:	469 kW	medel 94 kW/månad
Fast avgift:	1 st.	
Total avgift för perioden:	71 077 kr exkl. moms	medel 5 923 kr exkl. moms/månad

Nätnyttoersättningen minskat ovan med 121 kr under perioden. I scenario två har således mer energi tagits tillvara inom föreningen.

Nätnyttoersättningen är 1 öre/kWh. Det innebär att det vid enskild mätning matades ut 19 200 kWh på nätet under aktuell period. Vid en aggregerad mätning skulle 12 100 kWh ha matats ut. Det skulle alltså ha matats ut 7 100 kWh mindre vid en aggregerad mätning (energin skulle istället ha tagits tillvara på inom föreningen). Den debiterbara energin är således också lägre i scenario två.

Totalt innebär detta att avgiften för den aggregerade mätningen skulle uppgå till cirka 80 procent av den enskilda mätningen. Med 2020 års tariff hade det inneburit en årlig besparing på knappt 18000 kr exklusive moms för bostadsrättsföreningen.

Besparingen fördelar sig på följande poster:

Ökad egenanvändning av genererad solenergi: 420 kr

Kapade effektoppar: 14 300 kr

<sup>1</sup> Sammanlagd mängd debiterbar energi under året.

<sup>2</sup> Sammanlagd mängd debiterbar effekt under året.

<sup>3</sup> Sammanlagd mängd debiterbar effekt höglasttid (vardagar 06:00-18:00 under perioden november-mars) under året.

<sup>4</sup> Totalt antal debiterbara anläggningar.

<sup>5</sup> Nätnyttoersättningen uppgår till 1 öre per inmatad kWh (mer om nätnyttoersättning: [EI PM2020:04](#)).

Mer fördelaktigt abonnemangspris med ett abonnemang istället för fyra stycken:  
3 240 kr  
Nätnyttosättning: -70 kr  
Egenanvändningen av solenergi skulle öka från ca 84% till ca 90% vid aggregerad mätning (se beräkning i bilaga 2).

### *Legala Förutsättningar*

I Ellagen (1997:857) står att en elektrisk starkströmsledning inte får byggas eller användas utan tillstånd (nätkoncession) (2 kap. 1 §). Vidare står det att regeringen får meddela föreskrifter om undantag från kravet på nätkoncession (2 kap. 4 § första stycket). Nät som är undantagna från kravet på nätkoncession kallas icke-koncessionspliktiga nät. I "Förordning (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen" finns bestämmelser om undantag från kravet på nätkoncession. En förutsättning för att en elledning eller ett elnät ska kunna vara undantaget från kravet är att det handlar om ett internt nät. Med ett internt nät avses en eller flera starkströmsledningar som innehavaren använder för överföring av el för egen räkning (2 §).

Brf Kontrollanten uppfyller dock inte något av undantagen i förordningen. Paragraf 5 och 6 är de paragrafer som ligger närmast tillhands för ett undantag. I brf Kontrollantens fall handlar det dock om flera bostadshus.

5 § - Ett internt nät, som är beläget på eller inom en byggnad, får byggas och användas utan nätkoncession.

6 § - Ett internt nät, på vilket el överförs till anläggningar och byggnader som inte är avsedda som bostadshus och som ligger i omedelbar närhet till ett bostadshus, får byggas och användas utan nätkoncession.

### *Pilottariff*

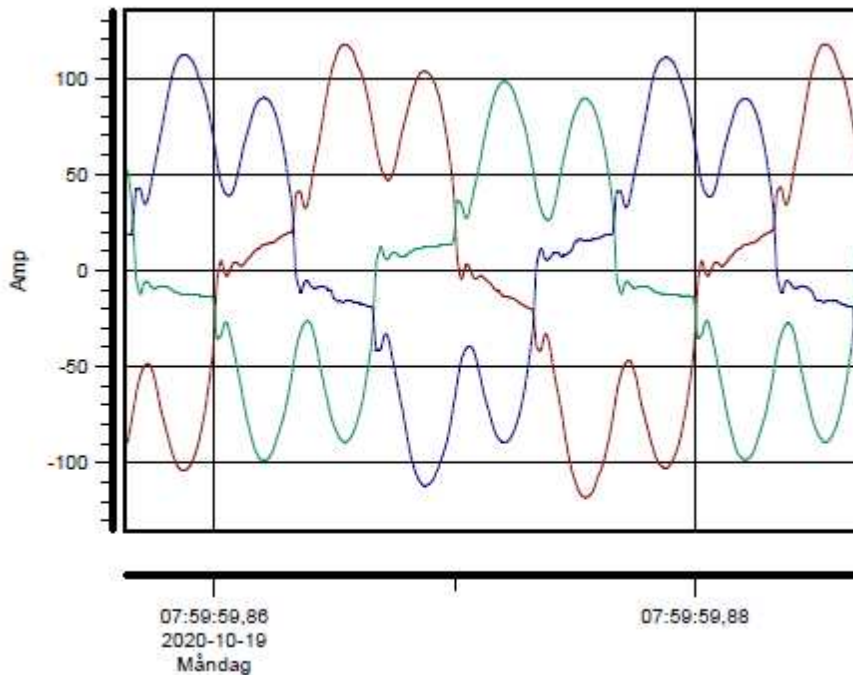
Som en del i projektet skickade Karlstads El- och Stadsnät in en förfrågan till Energimarknadsinspektionen om att få testa lösningen i praktiken, och att alltså låta de fyra husen i Brf Kontrollanten mätas som en enhet. Myndigheten gav följande svar:

*"Efter diskussioner och utredning så anser El att detta projekt som Karlstads El- och Stadsnät AB har presenterat inte är en pilottariff. En pilottariff är enligt ellagens definition en tariff som undantagits bestämmelserna i 3 och 4 §§ 4 kap. ellagen och som då alltså får gälla för en begränsad krets användare under högst tre år. Denna bestämmelse som handlar om att testa nya tariffer, 4 kap. 4 a - 4 b §§ ellagen, riktar in sig på nättariffen, och inte hur du mäter eller beräknar överförd el."*

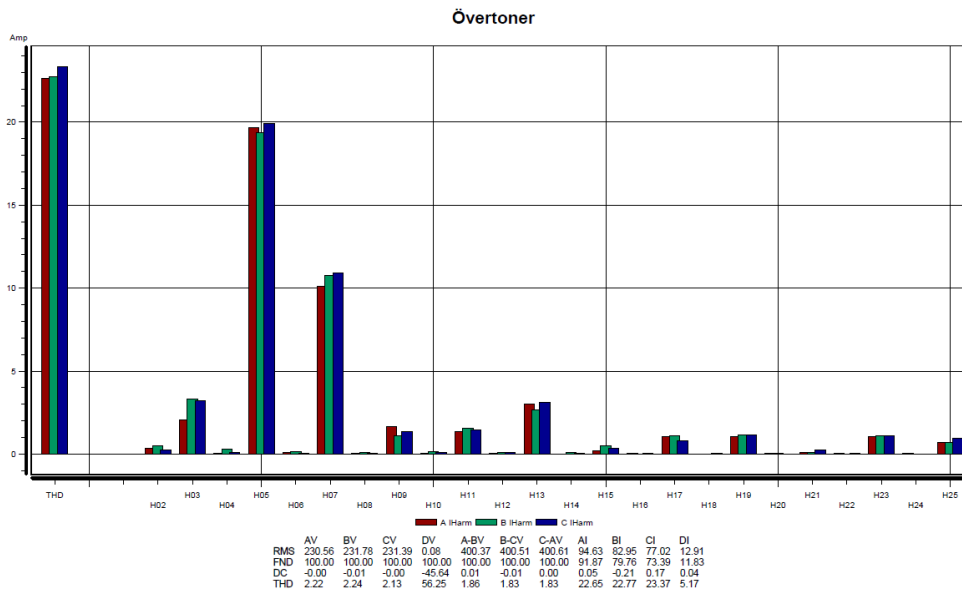
### **Elkvalitetsmätning**

Det vi kan kunnat se på gjorda mätningar är att elkvaliteten är god. Inga lastrelaterade störningar kunde uppfattas. Dock har lasten/strömmen som dras från nätet har udda övertoner vilket brukar bildas av laster som växelriktare som har icke linjära element/komponenter i sin konstruktion. Det är dock inga spänningsövertoner som överskridit gällande gränsvärden i EIFS 2013:1. Figur 17

och 18 illustrerar denna avvikelse från ren sinusformad växelström i form av urklipp ur tidsserie samt i frekvensspektra.



Figur 17: Urklipp ur tidsserie som visar strömkurvyformens avvikelse från ren sinus för de tre faserna.



Figur 18: Frekvensspektra som visar samma avvikelse från ren sinus i form av övertoner för de tre faserna.

Högre frekvenser som supratoner etc. har inte studerats i detta projekt utan det får bli en studie i eventuellt kommande projekt då expertis runt detta samt instrument

bör hyras in om det är av intresse att utveckla projektet mot detta område. Detta är en intressant fortsättning då bl.a. Elsäkerhetsverket har börjat intressera sig för frågan.

## **Analys**

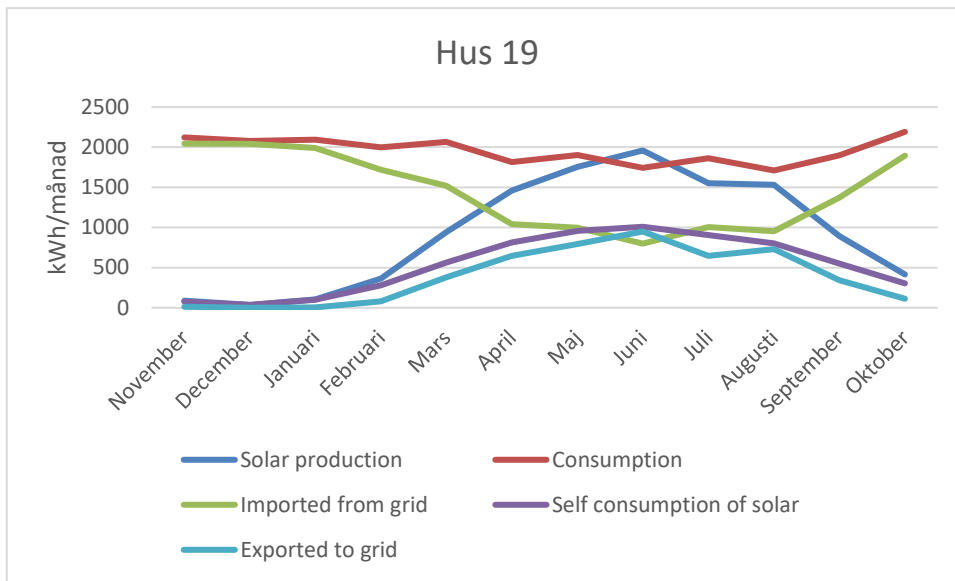
I analysen har mätvärden från Brf Kontrollanten utvärderats. Syftet med analysen är att beräkna egenanvändning av solenergi (Luthander m fl. 2015), undersöka effekttoppar i fastigheterna samt att visa på energiflöden sett till årets månader. I analysen visas även snittdygn sommar och vinter för de respektive fastigheterna.

Sett till prismodellerna som erbjuds av Karlstads El- och stadsnät och Karlstad Energi, som är Brf Kontrollantens leverantörer, finns det två primära sätt för att få ner energikostnaderna. Att öka egenanvändningen av egengenererad solel och att minska effekttoppar (förutom generella energibesparingsåtgärder för att minska den totala energianvändningen).

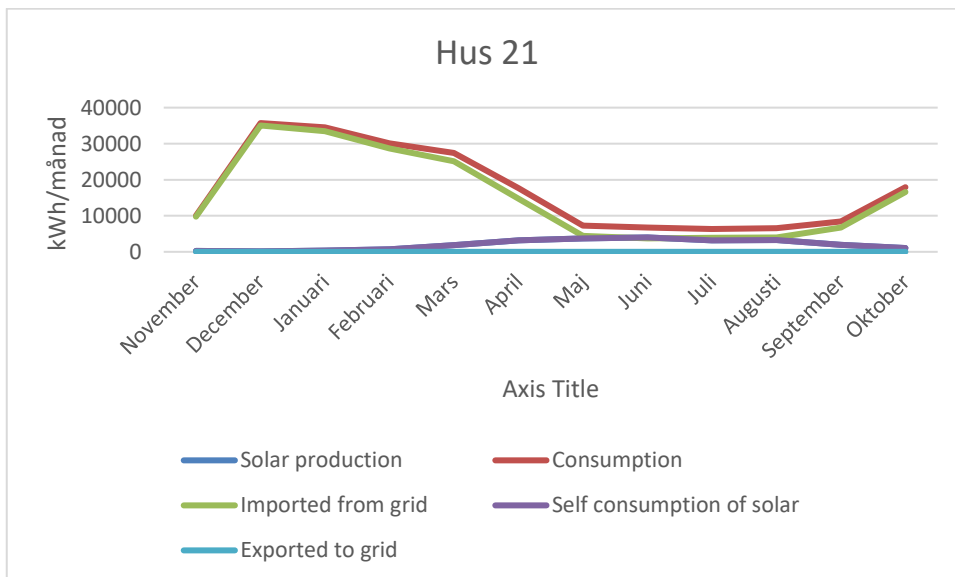
## **Egenanvändning av solel**

Det visade sig snabbt att egenanvändningen i de olika fastigheterna skiljer sig åt beroende på hur undercentralerna är fördelade mellan husen. Hus 21 försörjer hus 19 och hus 23 med värme och varmvatten vilket gör att energibehovet där är mycket större än i de andra husen. Detta påverkar även egenanvändningen som är 100% i hus 21 och lägre i de övriga husen.

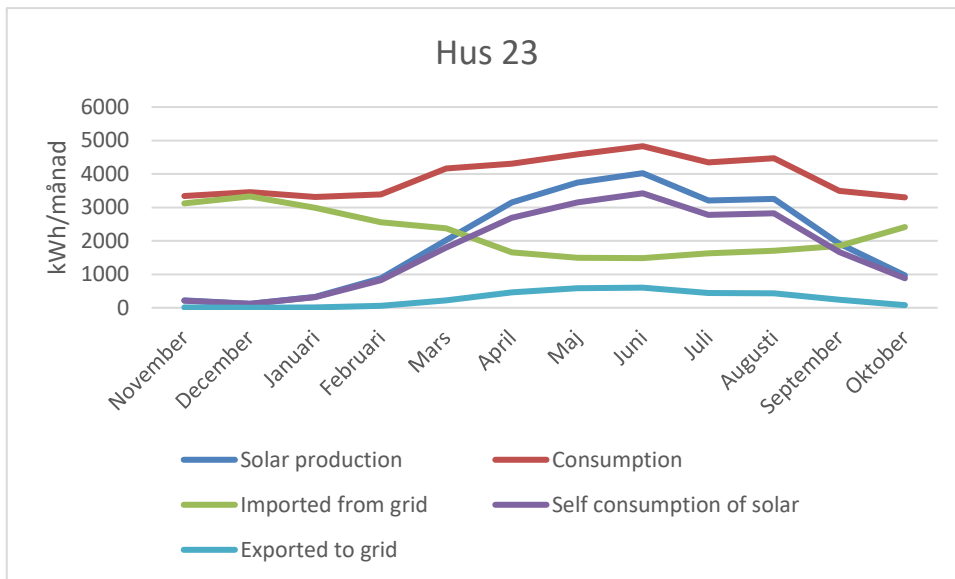
I graferna nedan visas solproduktion, konsumtion, egenkonsumtion av solel samt import och export från nätet för de fyra fastigheterna. Data har analyserats under perioden 2019-10-11 till 2020-10-11. Datan har inhämtats från Ferroamp Portal och behandlats i Excel. Graferna visar på ett större energibehov i Hus 21 jämfört med övriga. I hus 19 och 23 är förbrukningen jämn sett över årets månader. Det beror på att hus 21 står för värme och varmvatten och att endast hushållsel konsumeras i de byggnaderna.

**Hus 19:**


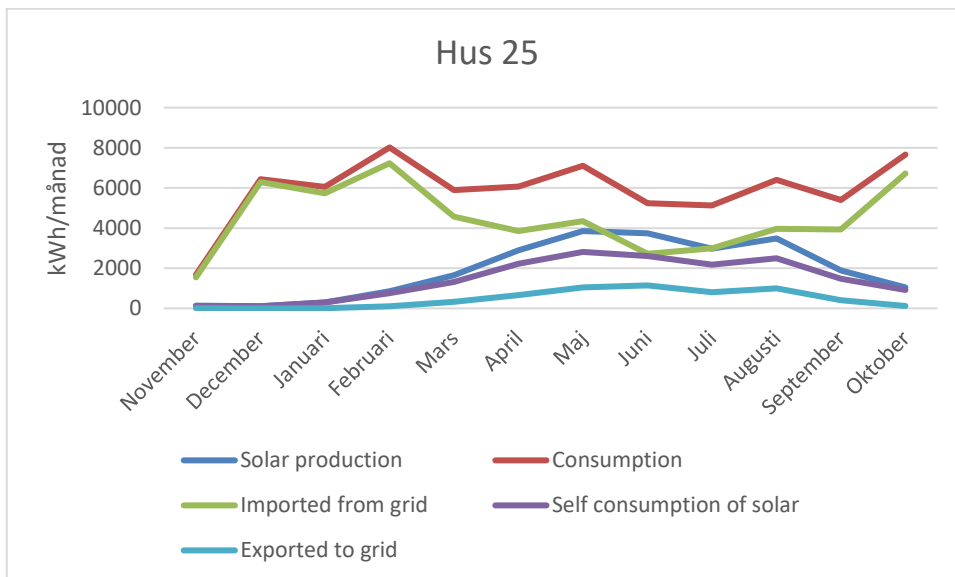
*Figur 19: månadsvärden hus 19.*  
Egenanvändning solel 58%.

**Hus 21:**


*Figur 20: månadsvärden hus 21.*  
Egenanvändning solel 100%

**Hus 23:**

**Figur 21: månadsvärden hus 23.**

Egenanvändning Solel: 87%

**Hus 25:**

**Figur 22: månadsvärden hus 25.**

Egenanvändning: 76%

**Sammanvägd egenanvändning:**

Värdena för egenanvändning har viktats utifrån mängd producerad solex (se Bilaga 2a). Medelvärdet vad gäller egenanvändningen blev efter viktning: 84%.

**Egenanvändning och Energilagringmetoder**

Uppgifter från Karlstad El- och stadsnäts utredning med aggregerad mätning visar att egenanvändningen av solex skulle öka med 7100 kWh vid aggregerad mätning istället för individuell mätning för de fyra byggnaderna. Det innebär att

nätnyttöersättningen skulle minska med 121 kr med aggregerad mätning och att mer energi tas tillvara inom föreningen.

Nätnyttöersättningen är 1 öre/kWh. Det innebär att det vid enskild mätning matades ut 19 200 kWh på nätet under aktuell period (November 2019 t.o.m. Oktober 2020). Vid en aggregerad mätning skulle 12 100 kWh ha matats ut. Det skulle alltså ha matats ut 7 100 kWh mindre vid en aggregerad mätning (energin skulle istället ha tagits tillvara på inom föreningen). Den debiterbara energin är således också lägre i scenario två. Det innebär att aggregerad mätning skulle öka egenanvändningen av solenergi från 84% till ca 90%.

På grund av den låga användandegraden för Elbilspoolen, samt att batteriet har körts på olika sätt under testperioden har de inte bidragit till att öka egenanvändningen av solel.

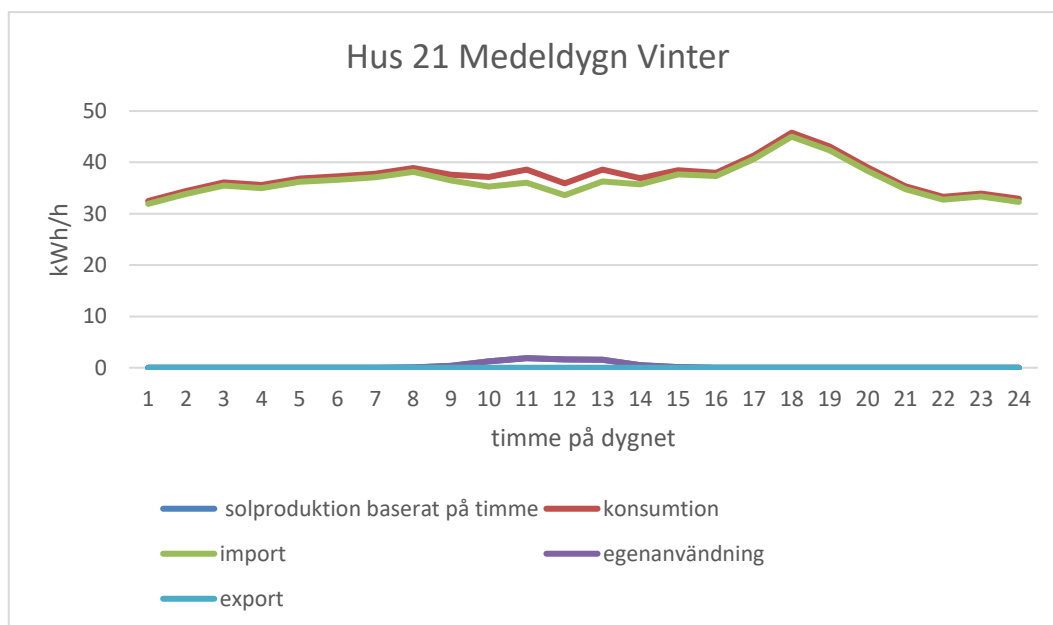
## Effekttoppar

Som redovisas i avsnittet Energi och ekonomi finns pengar att spara genom att kapa effekttoppar, inte minst genom utvecklingen att fler elnätsföretag går mot effekttariffer och blandtariffer. Effekttariffer används för att nätets kapacitet inte skall överskridas och för att nätstrukturen skall användas mer jämnt över tid. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv så kan även en jämnare energiförbrukning till följd av exempelvis effekttariffer vara ett alternativ till om- och utbyggnad av elnätet. Effekttariffer syftar på så sätt till ett effektivare användande av den befintliga nätstrukturen, samt att motverka risken för effektbrist vid höglasttillfällen.

### *Metod dataanalys*

För att undersöka effekttopparna i Brf Kontrollanten så har året delats upp i vinter och sommarförhållanden. Vinter definieras som November, December, Januari Februari och Mars vilket är samma definition som Karlstad El- och stadsnät använder för att beräkna sin högbelastningsavgift: ”Högbelastningsavgiften beräknas på samma sätt som effektagiften men tas enbart ut måndag-fredag kl. 06.00-18.00 **under månaderna januari, februari, mars samt november och december**” (Karlstads El- och stadsnäts hemsida, okt. 2019). Mer om detta i avsnittet ’Energi och ekonomi’. Sommar definieras som resterande året. Ett medeldygn vinter och sommar har tagits fram för respektive hus för att visa husets energiprofil. Även de 10 högsta effekttopparna lyfts fram för att analysera om det finns något mönster gällande när de inträffar givet veckodag eller tid på dygnet, samt hur effekttopparna vintertid infaller jämfört med högbelastningsavgiften. Här i analysen visas och kommenteras några av snittygnen och effekttopparna. Resterande går att se i Bilaga 2b.

### *Medeldygn och Effekttoppar*

**Hus 21 Vinter**


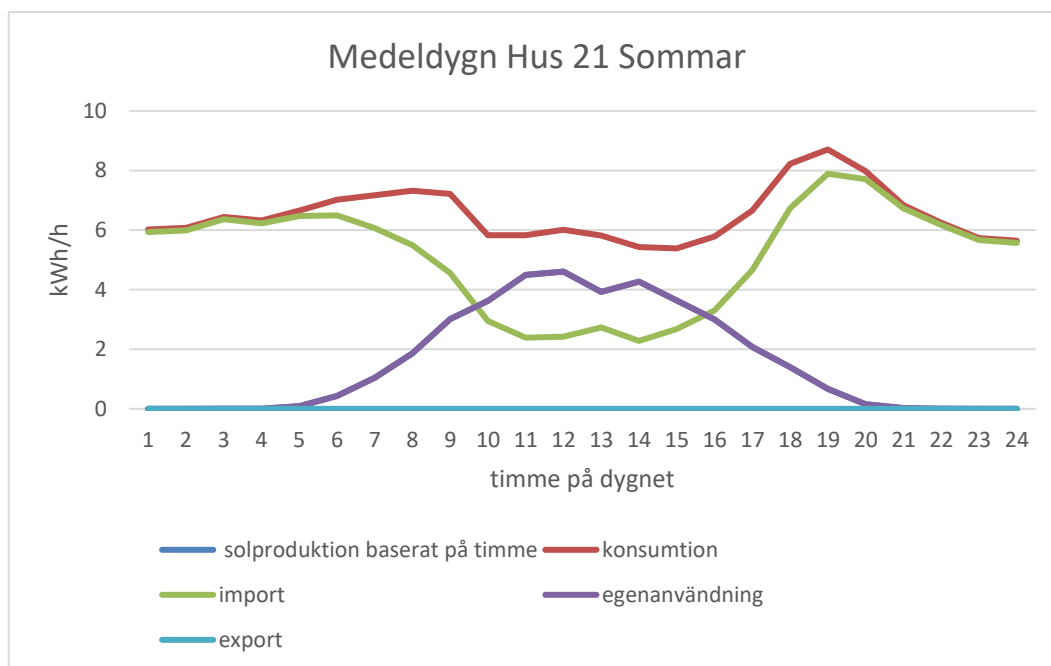
Figur 23: Medeldygn hus 21 vinter.

	Effekttopp(kWh/h)	Tid	Datum	Veckodag
1.	69,85	18:00:00	2020-01-19	1
2.	69,08	18:00:00	2020-02-19	4
3.	68,4	17:00:00	2020-02-04	3
4.	67,95	17:00:00	2019-12-09	2
5.	67,93	18:00:00	2020-02-02	1
6.	67,34	09:00:00	2019-12-23	2
7.	65,67	16:00:00	2020-01-22	4
8.	65,31	17:00:00	2020-01-12	1
9.	65,09	18:00:00	2019-12-04	4
10.	65,01	18:00:00	2019-12-18	4

**Kommentar**

Samtliga av de tio Effekttopparna infaller inom högbelastningsperioden (måndag-fredag 06-18). Ingen av effekttopparna infaller på helgen. Givet den debiteringsmodell som Karlstad El- och stadsnät använder sig av skulle en ekonomisk besparing göras genom att försöka flytta lasten antingen till kvällstid efter klockan 18 eller genom att flytta last till natten. Exempelvis skulle föreningen kunna se på hur värme och varmvatten produceras, och om det finns möjlighet till buffer i systemet genom exempelvis variabel inne-temperatur eller uppvärmning av varmvatten nattetid.

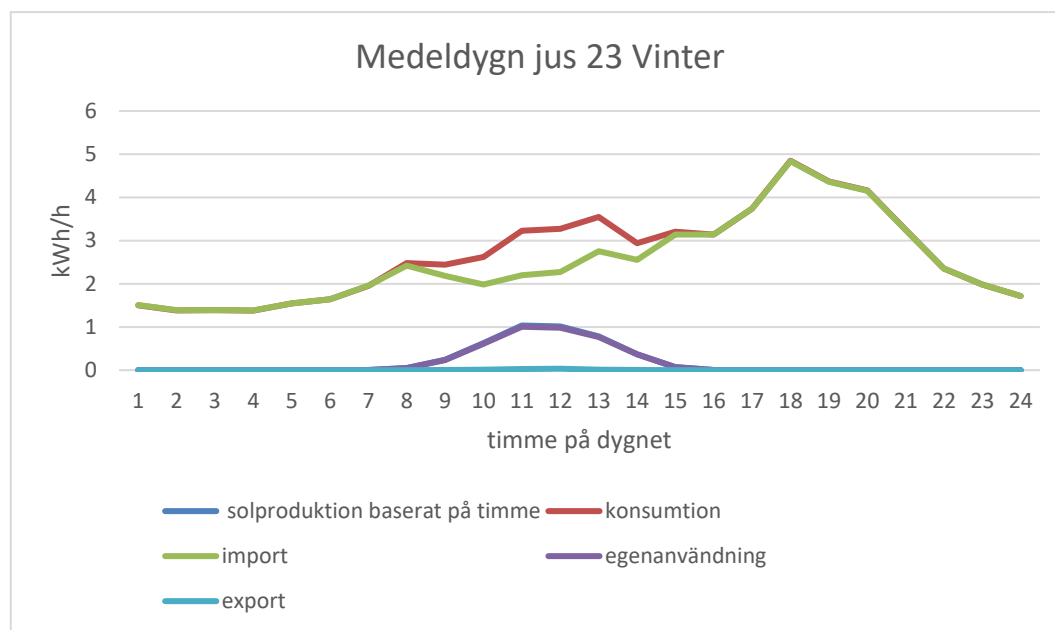


**Hus 21 Sommar**

**Figur 24: Medeldygn hus 21 sommar.**

	Effekttopp(kWh/h)	Tid	Datum	Veckodag
1.	16,47	17:00:00	2020-09-29	3
2.	15,31	18:00:00	2019-10-14	2
3.	15,17	16:00:00	2019-10-28	2
4.	13	18:00:00	2020-10-01	5
5.	12,48	08:00:00	2019-10-18	6
6.	12,44	17:00:00	2020-09-28	2
7.	12,28	19:00:00	2020-09-29	3
8.	12,27	18:00:00	2020-09-13	1
9.	11,97	08:00:00	2020-07-26	1
10.	11,91	13:00:00	2020-07-05	1

**Kommentar**

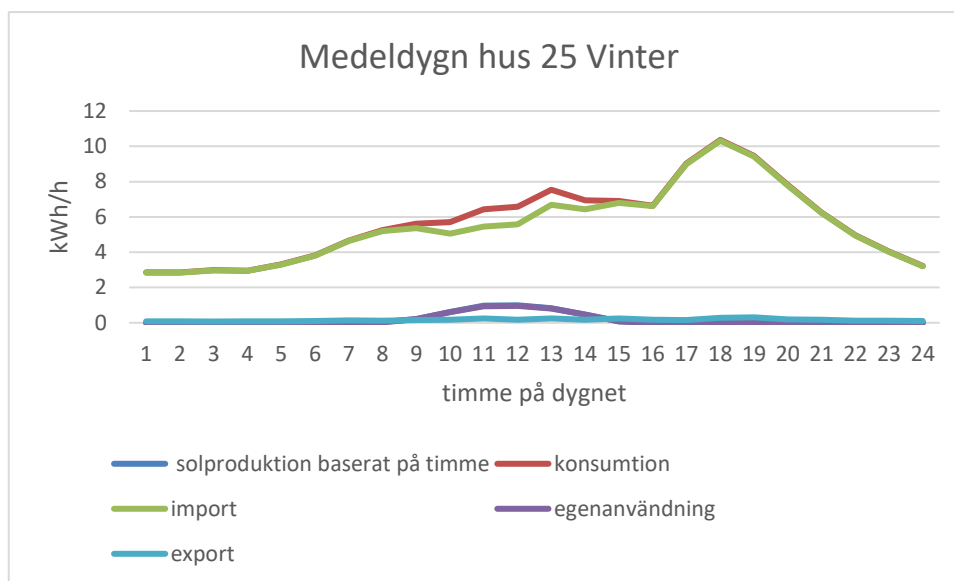
1 av effekttopparna infaller på helgen. Jämfört med vintertid ser vi att snittdygnnet och effekttopparna är mycket lägre än under vinterhalvåret. Konsumtionen skiljer sig även mera åt under dygnet. Det beror på att större andel av den konsumerade energin är hushållsel och inte uppvärmning. Under sommaren värms fastigheterna till stor del upp av fjärrvärme då fjärrvärmepriset är mycket lågt på sommaren.

**Hus 23 Vinter**

**Figur 25: Medeldygn hus 23 vinter**

	Effekttopp(kWh/h)	Tid	Datum	Veckodag
1.	17,92	18:00:00	2019-11-28	5
2.	17,19	17:00:00	2019-12-16	2
3.	16,84	12:00:00	2020-02-16	1
4.	14,99	18:00:00	2019-12-16	2
5.	14,41	19:00:00	2020-01-07	3
6.	13,97	17:00:00	2020-03-06	6
7.	13,95	18:00:00	2020-01-07	3
8.	13,62	17:00:00	2020-01-21	3
9.	13,4	18:00:00	2020-01-30	5
10.	13,37	18:00:00	2020-01-21	3

**Kommentar**

8 av de 10 effekttopparna infaller inom högbelastningsperioden (måndag-fredag 06-18). 1 av effekttopparna infaller på helgen.

**Hus 25 Vinter**

**Figur 26: Medeldygn hus 25 vinter**

	Effekttopp(kWh/h)	Tid	Datum	Veckodag
1.	14,29	14:00:00	2019-12-04	4
2.	13,93	19:00:00	2020-01-26	1
3.	13,65	07:00:00	2019-11-21	5
4.	13,55	15:00:00	2019-12-04	4
5.	12,75	18:00:00	2019-12-28	7
6.	12,75	18:00:00	2019-12-28	7
7.	12,53	07:00:00	2020-01-19	1
8.	12,14	12:00:00	2019-12-14	7
9.	11,8	07:00:00	2020-03-07	7
10.	11,63	17:00:00	2019-12-02	2

**Kommentar**

5 av de tio Effekttopparna infaller inom högbelastningsperioden (måndag-fredag 06-18). 4 av effekttopparna infaller på helgen.

**Ekonomisk potential i att kapa effekttoppar**

Tabellerna ovan presenterar de 10 högsta effekttopparna för respektive hus för vinter respektive sommar. Karlstad El- och stadsnät debiterar den högsta effekttoppen per månad enligt följande; de 3 högsta effekttopparna i månaden summeras och medelvärdet av dem blir sedan effekttoppen som debiteras. Tabellerna ovan visar på att skillnaden mellan den högsta effekttoppen och den 10e högsta effekttoppen sommartid ligger mellan ca 2 och 14 kWh/h och vintertid mellan ca 3 och 5 kWh/h.

I avsnittet 'energi och ekonomi' (se figur 6.) går det att ta del av hur Karlstad El- och stadsnät debiterar effekttoppar. För att göra en ekonomisk bedömning av potentialen i att kapa effekttoppar så skulle skillnaden ekonomiskt mellan den högsta och den tionde högsta effekttoppen (om man i beräkningsexemplet alltså

lyckades kapa de högsta effekttopparna med hjälp av energilagring eller styrning) innebära en besparing i effektavgift sommartid i storleksordningen ca 50 till 300 kr per månad. Vintertid med samma beräkning skulle skillnaden bli ca 150 till 250 kr per månad. Per år skulle besparingen per hus kunna uppgå till mellan 1200 och 3600 kr, och totalt för de fyra fastigheterna mellan 4800 och 14400 kr.

## Diskussion

### Batteri

Lönsamheten i batteriet beror på vilken affärsmodell man väljer att köra batteriet på, och olika affärsmodeller är lönsammast i olika årstider. Detta förändras över tid då elpriser, elnätspriser och skatter varierar över tid. Då anläggningen är programmerbar kan man alltså förändra vald affärsmodell över tid, vilket är en fördel ekonomiskt, att man inte har låst fast i en. Lönsamheten på batterianläggningen beror också på kostnaden per lagrad kWh. Kostnaden kan beräknas på många mer eller mindre komplicerade sätt men ett enkelt sätt är att dela investeringskostnaden med antalet cykler som batteriet skall klara under sin livslängd.

Räkneexempel: Om ett batteri kostar 50.000kr och klarar 4000 cykler med 6kWh per cykel ger  $50000/(4000 \times 6) = 2,1 \text{kr/kWh}$ . Om man sköter om batteriet och får det att hålla 8000 cykler så halveras lagringskostnaden till 1kr/kWh.

Lönsamhetsmässigt är det alltså viktigt att se till att batteriet arbetar under bra förutsättningar som ger lång livslängd.

### Elbilspoolen

Karlstad-exemplet blev ingen framgångssaga vad gäller intresse för och användning av elbilar. De boende hade redan en bil, som de gärna använder. I detta projekt kunde vi erbjuda boenden att billigt hyra och kanske för första gången pröva en elbil. Med skattemedel (Energimyndigheten finansierade) trodde vi att många skulle vilja testa om än inte genast sälja sin bensinbil. Men, så gick det inte. Mycket få av de boende i de 126 lägenheterna brydde sig om att testa elbilarna trots bra information via projektets olika kanaler i samarbete med föreningen, utmärkt placering av bilarna ”på gården” och ambitiösa försök från pool-företaget att nå alla boende per telefon för att kunna hjälpa till med registrering inför en test.

Från mitten av mars 2020 lamslogs Sverige av Corona-pandemin och människor var minimalt ute och rörde på sig vad gäller inköp etc. Därmed blev smittorisen ett skäl att inte sätta sig i en bil där andra människor tidigare suttit. Här tillkom därmed ett argument mot att testa elbilarna i projektet och osäkerheten bromsade även våra idéer för att försöka öka elbils-användandet, kanske också tydliggöra de goda bussförbindelserna i området. I de rekommendationer svenska folket sedan fått, ingår att undvika buss och tåg. Detta har ökat försäljningen av begagnade

bilar och en återgång till mer individuella transporter med bil. Att förändra transport-vanor till ”mindre egen bil” har fått nya utmaningar.

I Brf Kontrollanten i Karlstad, en stad med 65 000 invånare, bor ”vanliga människor” i relativt god spridning i ålder, utbildning mm., men få familjer eller vuxna med barn. I andra liknande tester i vårt land, i Jönköping (Berg m fl. 2019) respektive i Göteborg, har boendegruppen varit mer smal/utvald och elbils-testen varit en del i en speciell nybyggnadssatsning. Göran Smith, seniorforskare på RISE, har följt nybyggnadsprojektet Riksbyggen Brf Viva i Göteborg, som erbjuder både elcykel- och elbilspool till de boende. Smith säger i en kommentar om Karlstad-projektet att det är intressant att följa hur nya typer av fastighetsnära mobilitetstjänster tas emot under mer allmängiltiga förhållanden. Han menar bland annat att de som lockas till att köpa lägenheter i nybyggnadsprojekt med stark miljöprofil antagligen inte är speciellt representativa för befolkningen i stort. Insikter från den typen av sammanhang bör därför kompletteras med erfarenheter från mer traditionella fastigheter.

När elbilspoolen drogs igång fanns hos projektgruppen en försiktig optimism kring både intresse och engagemang för elbilarna. Kanske skulle föreningen kunna tänka sig en permanentning av poolen efter försöksperioden. Forskning visar att det är lättast att ändra rutiner kring mobilitet när en person gör en livsförändring såsom byter jobb, flyttar eller bildar familj (Klößner 2015). Med en pool på plats och dessutom kompletterad med el-cyklar, skulle troligen främst yngre boende kunna bryta sina rese-mönster, också i staden Karlstad.

Avslutningsvis;

Bilen och bil-ägandet är rotat. Bland de yngre finns tendenser till en förändring, där bil-ägandet inte är lika viktigt. Vi underskattade sannolikt svårigheten att övertyga bil-ägande Karlstadbor om det intressanta i att åtminstone testa elbilen. Att sälja den befintliga är ett stort steg när dessutom inte ekonomin är ansträngd.

### **Aggregerad mätning**

Elnätstariffen fördelar intäktsuttaget. Intäktsuttaget, det vill säga hur mycket avgifter elnätsbolaget tar ut av kunderna, beror på bolagets kostnader samt ägarnas resultatkrav. Hänsyn måste även tas till den beslutade intäktsramen. En så kostnadsriktig elnätstariff som möjligt eftersträvas, det vill säga att intäkterna tas ut där kostnaderna uppstår. Exempelvis kostar en mätare för en högspänningskund mer än en mätare för en lägenhetskund. Således ska en högspänningskund betala en högre avgift avseende mätare. Samma sak gäller för övriga komponenter i elnätet. Justeringar i tariffen sker löpande, exempelvis vid förändringar i uttagsmönster. Förhoppningsvis leder Karlstad El- och stadsnäts effekttariff till ett jämnare effektuttag och således ett mer effektivt utnyttjande av elnätet. En ökad elektrifiering, mer mikroproduktion och batterilager etc., kan på sikt leda till förändringar i tariffstrukturen. Exakt vilka förändringar det kan leda till är svårt att svara på, men det kan handla om att skapa olika incitament, som på ett eller annat sätt verkar för ett jämnare effektuttag.

Här följer svar från Karlstad el och stadsnät på frågeställningar om aggregerad mätning.

*Varför är Karlstads El- och Stadsnät intresserade av aggregerad mätning?*

Karlstads El- och Stadsnät ser att en aggregerad mätning skulle kunna hjälpa bostadsrättsföreningar, energisamfälligheter att på ett mer samhällsekonomiskt sätt kunna verka för en högre lokal elproduktion och härigenom kan Karlstads El- och Stadsnät använda vårt elnät på ett effektivt sätt utan att kunder ser på möjligheten att bygga sitt eget ”parallella” elnät.

*Vilka fördelar finns för Karlstads El- och Stadsnät med aggregerad mätning?*

Inga direkta fördelar Karlstads El- och Stadsnät men skapar en möjlighet att kunder inte bygger sina egna elnät.

*Varför vill ni initiera en sådan utveckling snarare än att fastighetsägaren äger nätet mellan sina byggnader?*

Karlstads El- och Stadsnät har koncession på elnätet i området och ansvarar för drift- och personsäkerhet i elnätet vilket kan försvåras om det bildas små elnät. Här är det av stor vikt att vi har kontroll på elnätet och det är elnätsbolagets kärnverksamhet, inte en bostadsrättsförening. Detta möjliggör också för om någon kund inte skulle vilja ingå i ”energigemenskapen” utan vara direktansluten till elnätet och själv välja elhandlare.

*Vad ser ni för fördelar ekonomiskt?*

Vi ser inga ekonomiska fördelar med aggregerad mätning utan snarare en naturlig väg för att säkerställa ett drift- och personsäkert elnät. För kunden uppstår samma nytta som om man själv äger ett nät mellan fastigheter. Vi tror också att elnätsbolaget ev. kan drifva och underhålla nätet mer effektivt än en extern aktör då detta är vår kärnkompetens.

*Vilka fördelar ser ni tekniskt?*

Egentligen inga. Dock har elnätsbolaget kontroll över elnätet och riskerar ej ett lokalt parallellt elnät. Det innebär också en avsevärt lägre kostnad då befintligt elnät kan användas istället för att ett parallellt nät ska byggas. En enhetlig nätstruktur möjliggör också för om någon kund inte skulle vilja ingå i ”energigemenskapen” utan vara direktansluten till elnätet och själv välja elhandlare.

*Ser ni några risker ur ett elnätsperspektiv med interna likströmsnät mellan byggnader?*

Ja, elsäkerhets-, person- och driftmässiga risker.

*Tror ni att effekttariffer kommer att bli en än större del av tariffen i framtiden? Har ni några övriga kommentarer kring utvecklingen mot effekttariffer?*

Effekttariffen är ett styrmedel som elnätsföretagen kan använda för att styra effektförbrukningen och kommer vara ett viktigt medel i framtiden för oss jämfört med säkringstariff.

### **Slutsats**

I den fallstudie som genomförts vid Brf Kontrollanten i Karlstad så har ett antal energilagringstekniker testats som förekommer i den gängse energidebatten. Flera av dem benämns som framtida lösningar och något som kan komma att bli standard i framtiden. Vi ville i vårt projekt undersöka potentialen hos de olika energilagringsteknikerna utifrån hur de fungerade tekniskt, hur användarupplevelsen var, samt hur väl de bar sig ekonomiskt.

Överlag fungerade Energilagringsteknikerna väl tekniskt. Även användarvänligheten upplevdes som god gällande elbilspoolen bland de som använde tjänsten. Däremot blev det färre som använde elbilspoolen än vad vi hoppades, och därför blev det också svårt för oss att utvärdera samspelet mellan elbilsladdning och effekttoppar.

Ser man på den ekonomiska potentialen av de olika energilagringsteknikerna så ser vi att aggregerad mätning har en stor ekonomisk potential för flerbostadshus som består av flera fastigheter. Även lösningar som minskar effekttoppar ser vi har en potential för lönsamhet.

I Brf Kontrollanten så finns ytterligare potential att jobba vidare med att kapa effekttoppar, exempelvis skulle man kunna ha ett variabelt elpris för föreningens medlemmar eller styra värmepumparna så att de inte bidrar till effekttoppar.

För att batteriet skulle bära sig ekonomiskt så skulle effekttarifferna behöva vara högre, eller på annat sätt att elnäts och energiavgiften varierade kraftigare under dygnet.

Man kan konstatera att uppdelningen med undercentral och värmepump i hus 21 som försörjer hus 19 och hus 23 inte är optimal sett till egenanvändningen av sol (hus 25 har en egen undercentral). Hus 21 har hela året 100% egenanvändning eftersom lasten där är så stor, medans de tre andra husen har en lägre egenanvändning. Det gör att frågan kring aggregerad mätning blir intressant. Husen delar undercentral och värmepump, vilket gör att energianvändningen mellan fastigheterna blir ojämn, borde de då inte även vara rimligt att samla elnätsavgiften? Egenanvändningen av solenergi skulle ju sannolikt öka om alla husen hade en egen undercentral. Dock vore ju en sådan lösning ej kostnads och resurseffektiv på andra sätt.

Det blev tydligt för oss under arbetet att de specifika förutsättningarna som gäller för Brf Kontrollanten spelar stor roll för resultatet och att detsamma även säkert skulle gälla om liknande projektet genomfördes i andra flerbostadshus. I vårt projekt fick vi byta partner från den planerat nybyggda fastigheten Trombonen till Brf Kontrollanten. Med det så ändrades även förutsättningarna för elbilspoolen att attrahera användare. I Brf Kontrollanten hade de boende redan fastslagna transportmönster, att jämföra med en nybyggd fastighet där nya transportmönster

behövde etableras, dessutom ägde de flesta boende redan en eller flera bilar. Det påverkade sannolikt förutsättningarna för elbilspoolen.

### **Framtida Arbete och fortsatta studier:**

I projektet Energilagringssystem i Brf kontrollanten har en grund lagts för förståelsen kring energisystem, solenergianvändning och energilagringssystem i flerbostadshus. Under vårt arbete har vi sett flera möjligheter för ytterligare optimering. Bland annat ser vi möjligheter för att styra energianvändningen vintertid för att undvika effektoppar under tiden när det råder högbelastningsavgift. Även fortsatt arbete kring batterier är intressant. Frågan bör lyftas kring var batterier gör störst nytta och vem som skall äga desamma. Vårt projekt och även andra liknande försök visar att det är lång bit kvar innan batterier blir lönsamma för en fastighetsägare med dagens tariffer och dagens batteripris. En intressant studie vore att istället placera batterier på strategiska platser i elnätet för att stötta upp elnätet vid olika typer av driftslägen. Vidare vore det intressant att se vidare på olika typer av pool-lösningar för elfordon, inte minst elbilar som kan ersätta behovet av att äga egen bil, och på så sätt ha en stor positiv miljöinverkan. Det vore intressant att studera om elbilspooler skulle kunna bli mer populärt om trösklarna för att använda poolen blev lägre. Kanske finns det saker att lära från den utbredda användningen av cykelpooler i Göteborg el el-scootrar i Stockholm.



## Publikationslista

Artikeln ”Samverkansprojekt kring ökad egenanvändning och lagring av sol-el i Karlstad” är inskickad till tidskriften Energi & Miljö i december 2020. Artikeln är godkänd och publicering är utlovad till nr 2 eller nr 3 2021.

## Referenser, källor

- Berg, J., Henriksson, M. & Ihlström, J. (2019). Comfort First! Vehicle-Sharing Systems in Urban Residential Areas: The Importance for Everyday Mobility and Reduction of Car Use among Pilot Users. *Sustainability* 11, 2521. doi:10.3390/su11092521
- Energimarknadsinspektionen (2020). Ellagens bestämmelser om ersättning vid inmatning av el. PM 2020:04.
- Friflytande elbilspooler i Malmö. Malmö stad 2020. Tillgänglig: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BlAe4wfw4oJ:https://m.otenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnder-styrelser/tekniska-namndens-trafikutskott/mote-2020-05-05/agenda/utredning-friflytande-elbilso.pdf%3FdownloadMode%3Ddownload+%amp;cd=3&hl=en&ct=clnk&gl=se> (2020-12-05)
- HSB Bostadsrättsförening Kontrollanten Årsredovisning 2018
- HSB Värmland Energi (2019). Energikartläggning HSB Brf Kontrollanten i Karlstad. 2019-02-15.
- Klöckner, C. A. (2015). *The psychology of pro-environmental communication – going beyond standard information strategies*. London: Palgrave-McMillan
- Kvale, S., Brinkmann, S. & Torhell, S.-E. (2009). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur
- Luthander, R., Widén, J., Nilsson, D. & Palm, J. (2015) Photovoltaic self-consumption in buildings: A Review. *Applied Energy* 142, 80-94. Doi10.1016/j.apenergy.2014.12.028
- Vägverket (2003). Gör plats för svenska bilpooler! Definition, strategi, potentialer och effekter samt IT-lösningar på den svenska marknaden. Publikation 2003:88, Vägverket, Borlänge
- Åkerman, J. & Nyblom, Å. (2014). Kunskapssammanställning om bilpooler, bostadsparkering och attityder till delat bilägande. Fms – avdelningen för strategisk miljöanalys, KTH