



Virtuella energigemenskaper – solelförsörjning i Sättra



Virtuella energigemenskaper – solelförsörjning i Sätra

- Ett samverkansprojekt

Författare: Louise Fredrikson, WSP

Västerås Stad

Mälardalens universitet

Mälarenergi

Eksjö hus

WSP





Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. Hållbarhet, effektivitet och robusthet i bebyggelsen behöver stärkas och utvecklas. Lösningarna behöver samspela för att fungera och utnyttjas. Forskning, utveckling, innovation och kommersialisering spelar en avgörande roll.

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Programmet startade 2013 och en andra programperiod pågår mellan 2018 och 2024. Projektet som beskrivs i den här rapporten har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten.

Stockholm, 21 december 2022

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att Energimyndigheten tar ställning till framförda slutsatser, resultat eller eventuella åsikter.



Sammanfattning

Västerås stad bygger en ny stadsdel med ambitiösa hållbarhetsmål – Sätra. Det ska vara lätt att leva hållbart i Sätra. Som en del i detta har Västerås stad tillsammans med Mälardalens universitet, Mälarenergi, Eksjö hus och WSP drivit ett projekt om energigemenskaper i den nya stadsdelen. Projektet har genomfört en teoretisk beräkning av solelpotentialen som visar att det är möjligt att producera stora mängder el. För att öka självförsörjningsgraden ytterligare är det i ett nästa steg nödvändigt att undersöka möjligheterna för energilagring.

Projektet har även utrett hinder och barriärer och det finns fortfarande stora utmaningar. En avgörande sådan är bristen på lagstiftning som möjliggör virtuell delning av energi. Det är beklagligt då det finns många framstående projekt som pekar på de samhällsnyttor som detta skulle kunna ge upphov till. Lagstiftningen tillåter endast delning av energi genom interna lågspänningsnät för tillfället, vilket motverkar hållbar utveckling då det både kräver mer energi och resurser. Nuvarande lagstiftning skapar osäkerhet för både producenter och konsumenter samt hindrar utvecklingen av virtuell delning av energi i hela landet. Faktum kvarstår dock att EU har skickat tydliga signaler om att energigemenskaper ska möjliggöras i medlemsländerna, men inte hur det ska göras. Genom att tillåta virtuell delning av energi skulle energigemenskaper möjliggöras i större skala och andelen förnybar energi i elnätet skulle kunna öka, samtidigt som behovet av storskalig produktion skulle kunna minska.

Projektet har undersökt liknande projekt och identifierat ett antal sårbarheter i de energigemenskaper som finns idag. Det i projektet framtagna affärskonceptet *Närkraft* adresserar dessa samtidigt som många av energigemenskapens fördelar behålls. Konceptet *Närkraft* utgörs av ett virtuellt energinät som sammanlänkar olika aktörer, såsom energiproducenter, lagringsanläggningar och konsumenter, för att skapa en mer dynamisk och hållbar energiförsörjning. Konceptet främjar lokalt producerad förnybar el som sedan delas lokalt. Konceptet främjar också gemenskap genom att det bygger på att fastighetsägare är villiga att låta solceller placeras på fastighetens tak, för att sedan dela elen med sina grannar. De boende i husen bildar tillsammans ett kluster som kollektivt hushållar och delar på elen. Genom att dela energin med varandra samt optimera energi och effektförbrukning blir det möjligt att försörja området med lokal energi och öka självförsörjningsgraden. Detta gör det möjligt att kapa effekttoppar och medlemmarna gynnas genom att de kan undvika extra avgifter på elnätet. När det lokala behovet i området är lägre än produktionen kan området leverera el till det överliggande nätet. Detta möjliggör för de uppkopplade resurserna i *Närkraftsklustret* att vara en resurs på både den lokala och nationella flexmarknaden. Innan konceptet kan implementeras finns det fler aspekter som måste utredas. Dessa utgörs bland annat av IT-lösningar, affärslogik och flexibilitet.

Projektgruppen ser många fördelar med projektet och vill därför fortsätta att utveckla konceptet. En ansökan om finansiering för ett påbyggnadsprojekt har därför skickats in till Energimyndigheten där resultatet i projektet både ska vidareutvecklas, och utökas, till att adressera fler samhällsutmaningar. Vintern 2022/2023 har präglats av ett krig och elbrist vilket har pekat på nya sårbarheter i vårt samhälle. Det är därför ett naturligt steg att i ett fortsättningsprojekt inkludera begreppet resiliens i



utvecklingen av konceptet *Närkraft*, vilket har potential att bidra till större robusthet i både det lokala och nationella elsystemet.

Nyckelord: Energigemenskaper, virtuell energidelning, solceller, flexibilitet



Summary

The city of Västerås is building a new district – Sättra. The ambition to drive sustainable development in Sättra is high – to live a sustainable life in Sättra should be easy. As part of this, the City of Västerås, together with Mälardalen University, Mälarenergi, Eksjö hus, and WSP, has run a project on energy communities in the new district of Sättra. The project has carried out a theoretical calculation of the solar power potential, which showed that it is possible to produce large amounts of electricity in the area. To further increase the degree of self-sufficiency, it is necessary to investigate the possibilities for energy storage.

The project also investigated obstacles and barriers for virtual energy grids and found some major challenges. A crucial one is the lack of legislation enabling virtual energy sharing. This is regrettable as many similar projects point to the many benefits for society of virtual energy grids. The legislation limits energy sharing by only allowing sharing of energy through low-voltage grids, which counteracts sustainable development as it requires both more energy and resources. Current legislation creates uncertainty for both producers and consumers and hinders the development of virtual energy grids in Sweden. However, the EU has sent clear signals that energy communities should be enabled in all the member states. If virtual energy grids were allowed, energy communities would be enabled on a larger scale, the share of renewable energy in the grid would increase and the need for large-scale generation of electricity would decrease.

The project has also examined similar projects and identified several vulnerabilities in those. The project has developed the business concept *Närkraft* which addresses these while retaining many of the benefits of the concept of energy communities. *Närkraft* consists of a virtual energy network that connects different actors, such as energy producers, storage facilities, and consumers, to create a more dynamic and sustainable energy supply. The concept promotes locally produced renewable electricity which is shared locally. The concept also promotes solidarity since it is based on property owners being willing to let solar cells be placed on the property's roof, and then share the electricity with their neighbors. The residents of the houses form a cluster that collectively manages and share the electricity. By sharing the energy and optimizing energy and power consumption, Sättra can be supplied with local energy and increase the degree of self-sufficiency, which makes it possible to cut power peaks. The members benefit by being able to avoid extra charges on the grid. When the local demand in the area is lower than the production, the area can supply electricity to the main grid. This enables the connected resources in the cluster to be a resource in both the local and national flex markets. Before the concept can be implemented, several aspects need to be further investigated. These include IT solutions, business logic, and flexibility, among others.

The consortium sees many advantages to the project and wants to continue to develop the concept. A funding application has been submitted to the Swedish Energy Agency, where the results of the project will both be further developed and expanded, to address more societal challenges. The winter of 2022/2023 has been characterized by a war and electricity shortages, which has pointed out new vulnerabilities in our society. It is therefore a natural step to include the concept of resilience when developing *Närkraft* further, which has the potential to contribute to greater robustness of both the local and national electricity system.



Keywords: Energy Communities, virtual energy grid, solar cells, flexibility



INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	9
1.1	BAKGRUND	9
1.2	SYFTE OCH MÅL	10
1.3	MÅLGRUPPER	10
1.4	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	10
2	GENOMFÖRANDE	11
2.1	UTREDNING AV HINDER OCH BARRIÄRER	11
2.2	TEORETISK BERÄKNING GÄLLANDE SOLELPOTENTIALEN	11
2.3	KOMMUNIKATION MED LIKANDE PROJEKT	12
2.4	FRAMTAGANDET AV ETT NYTT AFFÄRSKONCEPT	12
2.5	SPRIDNING AV KUNSKAP	13
3	RESULTAT	15
3.1	HINDER OCH BARRIÄRER	15
3.1.1	ÖVERGRIPANDE HINDER OCH BARRIÄRER	15
3.1.2	HINDER OCH BARRIÄRER I JURIDIKEN	16
3.1.3	RESULTAT AV TEORETISK BERÄKNING GÄLLANDE SOLELPOTENTIALEN	18
3.2	LÄRDOMAR FRÅN LIKANDE PROJEKT	25
3.3	DET FRAMTAGNA KONCEPTET NÄRKRAFT	26
3.3.1	TEKNIKEN	26
3.4	AFFÄRSMODELLEN	27
3.5	PROJEKTET FORTSÄTTER	29
4	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	31
5	PUBLIKATIONSLISTA	33
6	REFERENSER	34



1 Inledning och bakgrund

1.1 Bakgrund

Västerås stad bygger en ny stadsdel med höga hållbarhetsmål – Sätra. Det ska vara lätt att leva hållbart i Sätra. Ambitionen är att Sätra ska ligga i framkant gällande hållbarhet, struktur, arkitektur och teknik. För att lyckas med detta ska Sätra bli en plusenergistadsdel, med möjlighet att dela och vara självförsörjande på el, där sol är en nyckelfaktor. Solelanläggningar kan placeras på byggnader och på mark, och ska då samsas med annan bebyggelse eller vistelseyta. Totalt planeras ca 2 000 nya bostäder (lägenhetshus, radhus och villor) samt tjänster (till exempel skola, förskola, äldreboende) på Sätra och de första invånarna beräknas flytta in under senare delen av 2023.

Sättras ambitioner om att vara en hållbar stadsdel öppnar upp för både utmaningar och möjligheter kopplat till energi. Det svenska energisystemet står inför en genomgripande förändring där ökad lokal produktion av förnybar el i form av sol är en viktig pusselbit. Detta ger konsekvenser för bland annat lagstiftning, ansvar, roller, affärsmodeller och konsumtionsbeteende.

Projektet syftar till att möjliggöra maximerad utbyggnad och användning av sol i stadsdelen, där de fysiska ytorna sätter gränser för solelproduktion snarare än avgifter, skatter och regler. Projektet ser fall där stora fastigheter med mycket yta för sol, men lågt elbehov inte investerar i sol på grund av dålig lönsamhet, vilket är kopplat till dagens prisbild, regelverk och skatter. Dessa fastigheter skulle kunna investera i solelproduktion och försörja närliggande fastigheter med större elbehov, om det vore lönsamt.

Att dela el mellan fastigheter kan ske via så kallade mikronät eller virtuella nät. Mikronät är separata fysiska lågspänningsnät medan virtuella nät i sin tur utnyttjar det befintliga elnätet med nätkoncession, och i stället använder sig utav mätpunkter för att dela energi mellan t. ex bostäder. Virtuellt delning av energi är i dagsläget olagligt vilket är beklagligt ur hållbarhetssynpunkt. Virtuellt delning av sol har stor potential att ge upphov till flera olika samhällsnyttor som bidrar till utvecklingen av ett hållbart samhälle. Viktiga bidragande faktorer till detta är att delning av energi kan bidra till att minska koldioxidutsläppen genom att främja användningen av förnybar energi, minska effektuttaget på överliggande nät samt öka energieffektiviteten genom att främja energibesparingar och användningen av smarta energilösningar.

Projektet är en förstudie där möjligheterna för Sätra att bidra till hållbar utveckling genom att bli en gemensam s.k. virtuell energigemenskap har utretts. I rapporten Ei R2020:02 definierar Energimarknadsinspektionen medborgarenergigemenskaper enligt följande: *En medborgarenergigemenskap är en ekonomisk förening som har till ändamål att ge sina medlemmar miljömässiga, ekonomiska eller sociala samhällsfördelar genom 1. produktion, leverans eller förbrukning av el, 2. aggregering enligt 9 kap. 1–7 §§ ellagen eller energilagring, eller 3. att tillhandahålla laddningspunkter för elfordon, energieffektivitetstjänster eller andra energitjänster till sina medlemmar* (Energimarknadsinspektionen, 2020). Denna definition har inte begränsat projektet utan har snarare fungerat som en utgångspunkt för innovation. Projektet har undersökt både styrkor och svagheter i den traditionella definitionen av energigemenskaper för att sedan utifrån detta landa i ett nytt koncept.



1.2 Syfte och mål

Syftet med förstudien är att möjliggöra ett energieffektivt och framför allt maximerat användande av solceller i stadsdelen genom att utreda och utveckla en affärsmodell för en stor energigemenskap inom Sättra för nästa projektfas - byggnation. På det sättet får fastighetsägare incitament att installera maximalt med solceller utifrån fastighetens byggnadstekniska förutsättningar, i stället för att begränsas av de ekonomiska konsekvenser som dagens regelverk och skatter ger upphov till.

Projektet har följande delmål:

- Bidra till ökad kunskap om hur energigemenskaper kan utformas och hur energigemenskaper möjliggör för fler fastighetsägare att bli producenter och konsumenterna av solceller.
- Bidra till ökad kunskap om vad energigemenskaper kan ge för energiprestanda i en stor stadsdel jämfört med en stadsdel utan energigemenskap.
- Bidra till ökad kunskap om projektets resultat hos fastighetsägare inom och utanför Sättra, solcellsentreprenörer, konsulter samt myndigheter.
- Utveckla ett affärskoncept som bygger på energigemenskaper och kan erbjudas till privata fastighetsägare inom Mälarenergi AB:s elnät. Konceptet ska vara en lösning som är acceptabel för både fastighetsägare och nätbolaget.
- Möjliggöra ett uppföljande projekt där genomförande av energigemenskap i stadsdelen Sättra utförs, genom det resultat och den affärsmodell som utvecklas inom förevarande projekt.

Projektet syftar också till att möjliggöra för energigemenskaper vilket innebär att de hinder som identifieras till exempel i form av lagstiftning ämnar projektet beskriva och ge förslag till förändringar på. Denna slutsats ska kommuniceras till fastighetsägare inom och utanför Sättra, solcellsentreprenörer, konsulter och myndigheter som en ökad kunskap och inlagor i svensk energibransch.

1.3 Målgrupper

Målgrupper för projektets resultat utgörs av beslutsfattare på riksnivå och lokal nivå, energibolag, universitet och högskolor, byggaktörer samt intressegrupper inom samhällsbyggnad och energifrågor.

För målgruppen beslutsfattare på riksnivå och lokal nivå ska kommunikationen leda till att de får insikt i problematiken och lösningar i syfte att lagstiftningen anpassas. För övriga målgrupper ska kommunikationen leda till att de också får insikt i utmaningar och möjligheter vilket bör leda till att även de kan lobba för att främja virtuella energigemenskaper.

1.4 Omfattning och avgränsningar

Projektet är begränsat till att fokusera på Sättra och de förutsättningar som finns där.



2 Genomförande

Projektet genomfördes inom ramen för ett samarbete mellan Västerås Stad, Mälardalens universitet, Mälarenergi, Eksjö hus och WSP. I huvudsak har genomförandet bestått av följande delar:

- Utredning av barriärer för implementering
- Teoretisk beräkning gällande hur stor solelpotentialen är inom Sätra
- Kommunikation med liknande projekt
- Framtagande av ett nytt affärskoncept
- Spridning av kunskap
- Ansökan om medel till nästa fas

2.1 Utredning av hinder och barriärer

Projektet har utrett barriärer för implementering av virtuella energigemenskaper. Mälardalens universitet har utfört en litteraturstudie där vetenskapliga artiklar gällande barriärer och möjligheter för implementering av energigemenskaper har undersökts, både på en global nivå samt på den svenska marknaden.

WSP har utrett juridiska hinder och hur regelverket kring nätkoncession är utformat. Fokus har varit på att förstå kopplingen mellan EU och svensk lagstiftning kopplat till energigemenskaper, samt på hur Ellagen (1997:857) reglerar hur delning av energi får ske. Projektet har genomfört kontinuerlig omvärldsbevakning och har som en del utav detta kommunicerat med Energimarknadsinspektionen kring dessa frågor.

2.2 Teoretisk beräkning gällande solelpotentialen

Mälardalens universitets studenter har utfört en beräkning av hur stor solelpotentialen i Sätra kan bli utifrån olika scenarier. Beräkningen syftar till att redovisa projektets och konceptets potential.

Nedan följer en kort sammanfattning av beräkningarnas metod.

En preliminär 3D-modell av stadsdelen Sätra inhämtades från kommunen.

Väderdata - väderfil extraherades från [climate.onebuilding](https://climate.onebuilding.org). Klimatförhållandena var desamma som på flygplatsstationen i Västerås.¹

Byggnaders energiprofiler - verkliga el- och fjärrvärmedata för byggnader i Västerås och representativa energiprofiler för liknande byggnader som de i Sätra användes för att uppskatta energibehovet i Sätra.

Solcellsanläggningar - Många tekniker för solcellssystem finns tillgängliga, var och en med olika fördelar och nackdelar. Kostnaden och effektiviteten mellan olika solcellstekniker varierar också. Eftersom detta projekt ska bidra till utvecklingen av det solbaserade energisamhället i Sätra

¹ <https://climate.onebuilding.org>



användes mogna solcellstekniker i bedömningen. Kiselbaserade solcellsmoduler är den första generationen solceller och är fortfarande den vanligaste tekniken. Effektiviteten för kommersiellt bruk varierar från 16–22 % för enkelkristallina (monokristallina) och 15–18 % för multikristallina (polykristallina) kiselceller. Även om polykristallina har mindre effektivitet, har de den extra fördelen att de minskar kostnaden för solcellsmodulen. Egenskaperna hos de två olika typerna av moduler erhöles från en återförsäljare av solcellsmoduler Europe-SolarStore om AXITEC AXIpower AC-330P/156-72S (polykristallina) och LG MonoX Plus LG295S1C-A5 (monokristallina).

Solinstrålning - För att förstå mängden solinstrålning som byggnader potentiellt kan ta emot under ett år valdes ett avancerat ljusanalysverktyg. Verktyget som användes för att samla in all data var DL-light som är en förlägningsprogramvara för SketchUp, utvecklad av ett franskt företag som heter De Luminae.

Solelproduktion - Den dagliga genomsnittliga solinstrålningen hämtas från DL-light för de simulerade objekten.

Elbilarnas påverkan - Elbilarnas påverkan i Sätra uppskattades genom antagandet att varje hushåll kommer att äga en elbil, vilket leder till 2000 bilar.

En ekonomisk utvärdering har genomförts för att jämföra den ekonomiska genomförbarheten av de olika scenarierna och för olika solpanelstyper. I denna studie har två olika solpanelstyper använts, vilka är monokristallina och polykristallina.

2.3 Kommunikation med liknande projekt

Projektet har hela tiden varit utåtriktat och bedrivit ett aktivt nätverkande med andra liknande projekt. Detta har varit ett viktigt inslag för att knyta kontakter, inhämta kunskap samt lobba för en förändring av regelverk. För att möjliggöra en förändring i lagstiftningen är det av stor vikt att frågan lyfts och debatteras.

Exempel på liknande projekt i Sverige är Tamarinden i Örebro, Simris på Österlen och Hammarby Sjöstad i Stockholm. Projektet har interagerat med dessa föregångare på olika sätt. Tamarinden har projektet haft personlig kontakt med genom att projektledaren bjöds in till ett partnernöte där projektgruppen fick en föreläsning om projektet. Projekten i Simris och Hammarby Sjöstad har projektgruppen fått kunskap om genom att bjuda in RISE. RISE har genom sin forskning fått en god insyn i de båda projekten och delat med sig av sin samlade kunskap genom föreläsningar och deltagande i workshop.

2.4 Framtagandet av ett nytt affärskoncept

En central del av projektet har varit att utveckla det nya affärskonceptet *Närkraft*. Konceptet är inspirerat av energigemenskaper men har på intet sätt begränsats av hur de ser ut idag, utan begreppet har snarare använts som en utgångspunkt för innovation. Ett nära samarbete och kunskapsutbyte har kontinuerligt skett inom projektgruppen och samtliga parter har kontinuerligt deltagit under projektmöten och workshops där olika frågeställningar har diskuterats.



Projektgruppen arbetade bland annat fram en bred SWOT-analys som pekade på positiva och negativa aspekter kopplat till projektet och energigemenskaper, såsom den rådande lagstiftningen, tekniken, genomförbarhet med mera. Detta bidrog till värdefulla samtal där idéer och tankar stöttes och blöttes. WSP har bidragit med pedagogiskt material vilket har fungerat som en samtalsmotor. I framtagandet av konceptet har Mälarenergi varit centrala aktörer, men ett stort utbyte har skett med övriga parter. Eftersom projektgruppen har bestått av flera olika samhällsaktörer har en bredd av kunskap funnits tillgänglig vilket har varit mycket värdefullt.

2.5 Spridning av kunskap

Projektet har haft ett tydligt fokus på att lyfta frågan och sprida kunskap om ämnet. Detta har varit ett viktigt inslag för att bidra till opinionsbildning i frågan som har potential att leda till förändring. Här nedan sammanfattas de kommunikationsinsatser som gjorts inom projektet.

Webbsida

På Västerås hemsida kommuniceras övergripande information om den nya stadsdelen Sätra. Där beskrivs projektet och dess mål. Det finns också en beskrivning av projektgruppens medlemmar och information om projektets finansörer, samt kort information om slutseminariet och slutrapporten.

Pressmeddelande

Västerås stad skickade i mars 2022 ut ett pressmeddelande och informerade om projektet. Detta ledde till ett inslag i SR Västmanland och en nyhetsartikel. I projektets slutskede kommer ännu ett PM att skickas ut som beskriver projektets resultat. Detta kommer delas av Västerås stad, Mälarenergi och Mälardalens universitet i respektive verksamheter och webbplatser.

Mälardalens universitets artiklar

Mälardalens artiklar har presenterats inom ramen för olika kurser inom universitetet.

Deltagit i externa event

Projektägare deltog på ett möte på KTH den 28 oktober 2022 "Smarta Elnät för Kloka Människor - Forskning möter praktik". Workshopen organiserades av forskningsprogrammet "Resistans och effekt – om smarta elnät för de många människorna", som finansieras av Familjen Kamprads Stiftelse, startade 2019 och pågår till 2024. I programmet deltar forskare från Chalmers tekniska högskola, Kungliga tekniska högskolan, Linköpings universitet, Lunds universitet och Uppsala universitet. Programmet leds gemensamt av Cajsa Bartusch, Uppsala universitet, Cecilia Katzeff, KTH, Ulf Melin och Harald Rohrer, Linköpings universitet, Jenny Palm, Lunds universitet och Björn Sandén, Chalmers. Deltagande på detta event ledde till kontakter med region Gotland som också arbetar med virtuella energigemenskaper. Detta ledde i sin tur till kommunikation med fler regioner om virtuella energigemenskaper.

Projektägare deltog också den 20 januari 2023 i ett event i Växjö: Renewable and Sustainable Energy Reviews. Deltagande var bland andra Linnéuniversitetet, Combitech, och Skanska. Eventet var en del av ett projekt som fokuserar på hållbara energilösningar. Deltagandet ledde till en inbjudan till ytterligare ett seminarium senare i vår.



Den 13 oktober 2022 deltog projektägare på en workshop och informationsdag som E2B2 arrangerade för projekt som fått finansiering inom programmet. Förmiddagen innehöll en inspirationsföreläsning och workshop om forskningskommunikation. På eftermiddagen fick samtliga deltagare chansen till talartid och projektägarna berättade om projektet i Sättra. Träffen genererade flera nya kontakter som resulterade i inbjudningar till andra liknande event.

Delfinansierat rapport tillsammans med Energicenter, region Gotland samt Solcellsföretagarna

Projektet har delfinansierat en rapport om virtuella energigemenskaper tillsammans med Energicenter, region Gotland samt Solcellsföretagarna. Rapporten syftar till att underlätta för energigemenskaper i Sverige.

Slutseminarium

I slutet av projektet hölls ett seminarium där projektets resultat presenterades och diskuterades med deltagarna. Inbjudningarna gick ut brett till bland annat energikontor, universitet och energimyndigheten.

Slutrapport

Den rapport som producerats i slutskedet av projektet kommer spridas i projektgruppens nätverk. Rapporten sammanfattar projektet och dess resultat och är ett viktigt verktyg för att ytterligare lyfta frågan och sprida kunskap om ämnet. Olika typer av aktörer som projektet har varit i kontakt med under projekttiden har visat intresse för projektets resultat. Slutrapporten kommer således att spridas till dessa aktörer.



3 Resultat

3.1 Hinder och barriärer

3.1.1 Övergripande hinder och barriärer

Flera hinder och möjligheter har identifierats för att hjälpa energigemenskaper att etablera sig på marknaden. För att påskynda etableringen är det viktigt att specificera krav och definiera energigemenskaper som en del av en nationell strategi eller inom en rättslig ram (Palm, 2020), och samtidigt möjliggöra för aktörer att skapa energigemenskaper som uppfyller deras individuella behov (H. Busch, 2021) (Commission, 2023). En mekanism som ofta används för att underlätta för skapandet av energigemenskaper är inmatningstariffer. Dessa skulle kunna användas för att ge energigemenskaper en stabil ekonomisk grund, men kan också leda till utmaningar om de ändras hastigt på grund av politiska förändringar och beslut (H. Busch, 2021).

Ett annat vanligt hinder i utvecklingen av energigemenskaper är avsaknaden av särskilda regelverk som främjar dem. Den nuvarande regleringen och politiska åtgärderna på energimarknaden stöder inte i tillräcklig utsträckning etableringen av energigemenskaper, vilket påverkar konsumenternas intresse negativt. När det gäller försäljning av energiöverskott är delningspolitiken mycket viktigare än prispolitiken. Den viktigaste faktorn för att främja energigemenskaper är samordnade åtgärder och kommunikation mellan användare och beslutsfattare. Införandet av EU:s Clean Energy for All Europeans package (CEP) i nationell politik förväntas förändra medlemsländernas regelverk och främja energigemenskaper (R. Lazdins, 2021).

Ytterligare en viktig faktor är att det behöver finnas ett stödsystem, till exempel en paraplyorganisation, som ger vägledning och underlättar samordningen mellan olika energigemenskaper (H. Busch, 2021); (Commission, 2023) (J. Kanter.) (E. C. of the Regions, 2018). I bland annat England, Nederländerna och Tyskland finns det större kooperativa organisationer för energigemenskaper. Dessa bidrar med viktiga nätverk och en plattform för delning av kunskap (Palm, 2020).

För att skapa förutsättningar för energigemenskaper är en fri marknad med inhemsk konkurrens nödvändig. En sluten energimarknad, där regler och resurser skräddarsys för stora aktörer, utgör en nackdel. Tillgång till nätet är också avgörande för energigemenskaper och ett monopoliserat nät är ett hinder. Nättillträde till en låg kostnad och samarbete med energiföretag kan dock vara möjliggörande faktorer. Stora och statsägda energiföretag begränsar ofta villkoren för energigemenskaper, medan små energiföretag, konsumentägda företag samt ökad konkurrens ofta är gynnsamt.

Ytterligare en aspekt som utgör ett hinder för energigemenskaper är bristen på finansiering. Ofta är subventioner och annat ekonomiskt stöd nödvändigt för att kunna skapa en energigemenskap. På grund av detta är statlig finansiering, subventionsmekanismer och särskilda stödprogram ofta avgörande (Palm, 2020). Över tid är det dock nödvändigt att energigemenskaper är lönsamma då det är avgörande för att motivera konsumenten att ansluta sig till en energigemenskap. Gemenskapens



återbetalningsperiod kan påverkas positivt av ersättning och ökad egenförbrukning (R. Lazdins, 2021).

Energigemenskaper karakteriseras ofta av kunskap och medvetenhet och just bristen på teknisk kunskap är ofta ett hinder för energigemenskaper. Framtiden kan medföra en ökad komplexitet i systemet och därmed ett behov av mer professionell kompetens. Bristen på expertkunskap kommer att vara ett stort problem och politiska initiativ har tagits för att utbilda, öka medvetenheten och öka kunskapen bland medborgarna om energieffektivitet och förnybara energikällor. Viktigt att förstå i sammanhanget är att energigemenskaper också innebär ett brett socialt sammanhang som ökar gemenskapen i samhället. Detta är viktigt att beakta när politiken har ambitioner om att främja energigemenskaper (Palm, 2020).

Flera utmaningar behöver adresseras för att främja energigemenskaper i Sverige. Landet har redan en hög andel förnybar energi i sitt energisystem men landets elmarknad är centraliserad och landets elnät är inte utformat för lagring. All el som genereras måste i dagsläget förbrukas omgående.

Sammanfattningsvis finns det många hinder och barriärer för energigemenskaper såsom begränsade incitament och stödåtgärder, brist på ekonomiskt stöd, för lite tekniskt och administrativt bistånd och ett icke anpassat elnät. En central paraplyorganisation för energigemenskaper skulle kunna hjälpa till att samordna kommunikation, tillhandahålla resurser samt förespråka politiska förändringar.

3.1.2 Hinder och barriärer i juridiken

Marknaden för produktion och distribution av el är styrd av lagar och regler både på internationell och nationell nivå. Viktigast i Sverige är ellagen (1997:857). Här styrs; nätkoncession, nätverksamhet och nättariffer, skyddsåtgärder och skadestånd, elsäkerhetsåtgärder, tillsyn med mera. Företag som vill bygga och använda el- och naturgasledningar måste ansöka om tillstånd (koncession) hos Energimarknadsinspektionen (Ei).

I 2 kapitlet §1 i ellagen står det att:

En starkströmsledning får inte byggas eller användas utan tillstånd (nätkoncession).

Nätkoncession krävs för elledningar som har en spänning, strömstyrka eller frekvens som kan vara farlig för personer eller egendom och det finns två typer av nätkoncession – nätkoncession för linje och nätkoncession för område. Energimarknadsinspektionen beslutar om nätkoncessioner efter ansökan. Förutsättningarna för att beviljas nätkoncession och villkoren för nätkoncessionsinnehavare, bland annat anslutningsplikt, finns i ellagen (1997:857).

I EU:s direktiv elmarknadsdirektivet (2019/944) och förnybarhetsdirektivet (2018/2001) finns det två typer av energigemenskaper: medborgarenergigemenskaper och gemenskaper för förnybar energi. Det finns tydliga signaler från EU om att energigemenskaper är något som ska möjliggöras. Svensk lagstiftning på energiområdet bygger delvis på EU-rätt. Sverige har skyldighet att omsätta EU-direktiv i svensk lagstiftning. Den 1a januari 2022 införde regeringen ett undantag från kravet på nätkoncession vilket innebär att vissa elledningar kan byggas utan tillstånd. I förordningen (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen, den så kallade IKN-förordningen, anges de undantag som finns från nätkoncession. Därmed menar den svenska



regeringen att det inte finns något i dagens lagstiftning som hindrar skapandet av energigemenskaper.

Undantaget i 22 c i IKN-förordningen lyder:

22 c § Ett internt lågspänningsnät för överföring av el från en anläggning som producerar el eller från en energilagringsanläggning får, om anläggningen är direkt ansluten till det interna lågspänningsnätet och lågspänningsnätet inte är en luftledning, byggas och användas utan nätkoncession

1. inom nätinnehavarens fastighet, och
2. mellan byggnader och anläggningar som var för sig även har en anslutning till en ledning eller ett ledningsnät som används med stöd av nätkoncession. Förordning (2022:1391).

Undantaget öppnar alltså upp för delning mellan byggnader och anläggningar, men har tekniska begränsningar då det kräver delning via lågspänningsnät som inte får byggas med alltför stor utbredning. Undantaget öppnar alltså inte upp för virtuell delning av energi.

I regeringens proposition i mars 2022 (proposition 2021/22:153) skriver regeringen att "*det finns potentiellt positiva aspekter med energigemenskaper som eventuellt skulle kunna motivera ändringar av vissa regelverk.*" De skriver också att beredningsunderlaget i sådana fall behöver kompletteras. Vilka specifika ändringar de syftar på är dock oklart. På grund av detta går det i dagsläget inte veta hur framtiden för virtuell delning av energi ser ut.

Det finns sannolikt ytterligare typer av hinder som kan försvåra eller hindra delning av energi, till exempel skattefrågor. Någon anpassning av skattelagstiftningen har inte gjorts för energigemenskaper och det finns därför skatterättsliga frågor att reda ut relaterat till energigemenskaper.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att politik och regelverk som främjar virtuell delning av energi saknas för närvarande i Sverige. Den svenska regeringen har inte anpassat regelverket för energigemenskaper, men menar trots det att den befintliga rättsliga ramen är tillräcklig för att stödja deras utveckling.

Sätra har i nuläget inga ambitioner om att förlägga ett lågspänningsnät för delning av energi, utan förhoppningen är att det i framtiden kommer vara möjligt att använda ett virtuellt nät. Förändringar i lagstiftningen sker dock långsamt och projektet har därför förberett en ansökan om bindande besked som är redo att skickas till Energimarknadsinspektionen. Ett godkännande på en sådan ansökan skulle ge Sätra ett svar på om de faller inom ramen för undantaget från kravet på nätkoncession eller ej. Om en sådan ansökan skulle bli godkänd finns möjligheten att i framtiden anlägga ett lågspänningsnät. Tomrör för ändamålet är projekterade vilket möjliggör för en sådan lösning i framtiden om så önskas.

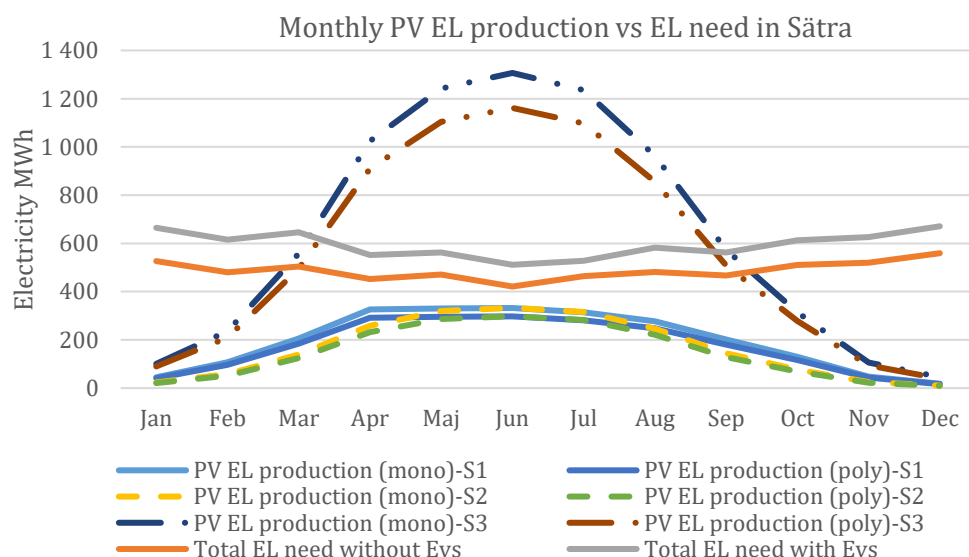


3.1.3 Resultat av teoretisk beräkning gällande solelpotentialen

Nedan redovisas resultatet av den teoretiska beräkningen av hur stor solelpotentialen i Sätra kan bli utifrån olika scenarier. Studenter från Mälardalens universitet har utfört beräkningarna som syftar till att redovisa projektets och konceptets potential.

Den teoretiska beräkningen av solelpotentialen utgår från tre olika scenarier (S1, S2 och S3). I S1 är det antaget att alla solcellspaneler är monterade mot öst och väst, i S2 är solcellspanelerna enbart monterade åt söder och S3 representerar ett realistiskt scenario där solcellspaneler installeras på samtliga tillgängliga ytor. Alla scenarier är simulerade i två omgångar, en omgång med polykristallina solcellspaneler och en gång med monokristallina.

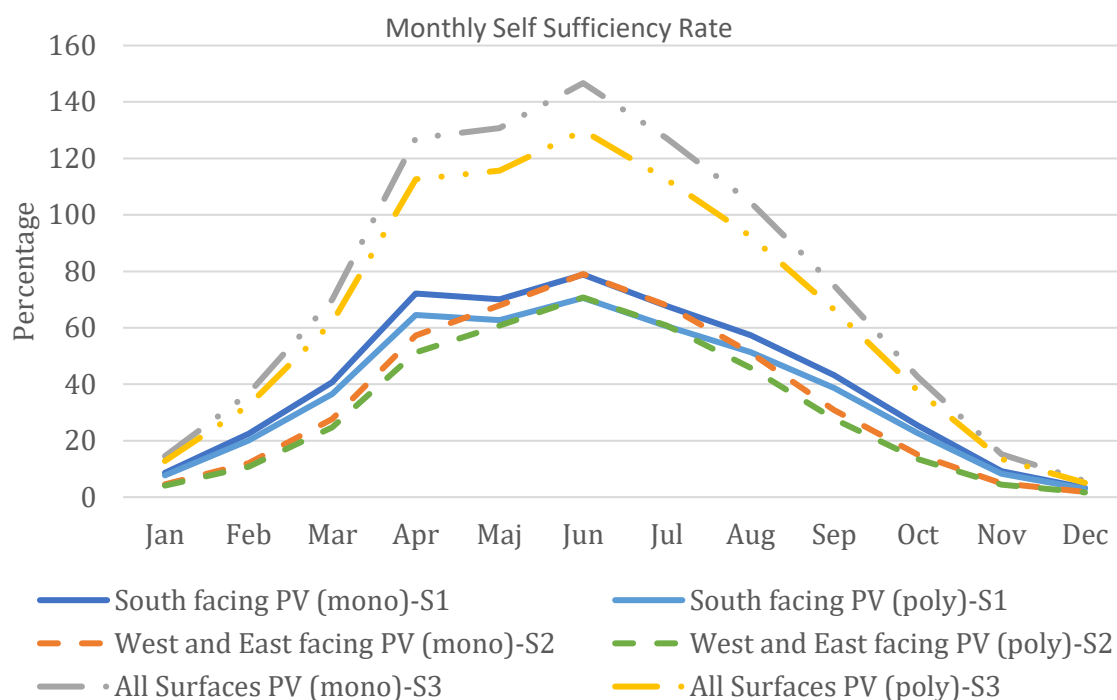
Linjediagrammet i figur 1 illustrerar förhållandet mellan det uppskattade behovet av elektricitet, med och utan elfordon (EV:s), och den simulerade solcellsproduktionen enligt tre olika scenarier (S1, S2 och S3) under ett år. Linjerna som visar elbehovet visar ett tydligt säsongsmönster, med högre behov under vintermånaderna och lägre behov under sommarmånaderna. Detta beror bland annat på det ökade effektbehovet som uppstår på vintern. Både S1- och S2-kurvorna ligger nära varandra men matchar inte elbehovet, vilket indikerar att installation av solcellspaneler endast på tak i söderläge eller en kombination av öst- och västvända tak inte räcker för att tillgodose elförbrukningskraven under hela året. Den tredje linjen, S3, representerar ett realistiskt scenario där solcellspaneler installeras på alla tillgängliga ytor. Denna linje visar betydligt högre solelproduktion, vilket totalt sett överstiger elbehovet.



Figur 1 Solelproduktion från mono- och polykristallina moduler, jämfört med elbehovet utan och med elfordon.



I diagrammet i figur 2 analyseras självförsörjningsgraden inom Sätra för de olika installationsscenarierna (S1, S2 och S3) och paneltyperna under ett år (elbehovet inkluderar inte elfordon). Analysen visar att självförsörjningsgraden för S1 toppar på 78,8 % i juni, medan den för polykristallina paneler toppar på 70,6 % samma månad. För scenario 2 når självförsörjningsgraden för monokristallina paneler sitt högsta värde på 79,0 % i juni, och för polykristallina paneler är toppvärdet 70,7 % samma månad. En liknande trend observeras för S3 med båda paneltyperna, där självförsörjningsgraden toppar mellan maj och juli och når sina högsta värden på 146,7 % för monokristallina paneler och 129,9 % för polykristallina paneler i juni. S3 som inkluderar solcellsininstallationer på alla tillgängliga ytor visar den högsta självförsörjningsgraden under hela året. Det är viktigt att notera att självförsörjningsgraden för alla scenarier och paneltyper är lägst under vintermånaderna, särskilt november, december och januari. I december sjunker till exempel självförsörjningsgraden till så lågt som 3,3 % för monokristallina paneler och 2,9 % för polykristallina paneler i S1.



Figur 2 Månatlig självförsörjningsgrad för solcellssystem för olika installationsscenarier och paneltyper

Tabell 1 visar den årliga solcellsproduktionen, självförsörjningsgraden (SSR) för olika installationsscenarier (S1, S2 och S3) och paneltyper. Tabellen visar att den årliga solelproduktionen är högre för monokristallina paneler än för polykristallina paneler i alla scenarier. I S1 genererar monokristallina paneler 2 334 MWh/år, medan polykristallina paneler genererar 2 089 MWh/år. I S2 genererar monokristallina paneler 1 950 MWh/år jämfört med 1 747 MWh/år för polykristallina paneler. Den största skillnaden i produktion observeras i S3, där monokristallina paneler producerar



7 702 MWh/år och polykristallina paneler producerar 6 842 MWh/år. Självförsörjningsgraden i tabellen följer ett konsekvent mönster, med monokristallina paneler som har högre SSR-värden än polykristallina paneler i alla scenarier, både med och utan elfordon. Till exempel, i S1 är SSR med elfordon 33 % för monokristallina paneler och 29 % för polykristallina paneler. Utan elfordon ökar SSR till 40 % för monokristallina paneler och 36 % för polykristallina paneler. I S3 är SSR-värdena betydligt högre än i S1 och S2, med monokristallina paneler som uppnår en SSR på 108 % med elfordon och 131 % utan, medan polykristallina paneler når SSR-värden på 96 % med elfordon och 117 % utan.

Parameter	S1	S2	S3	Enhet
Årlig PV-generering mono	2,334	1,950	7,702	MWh/år
Årlig PV-generering poly	2,089	1,747	6,842	MWh/år
Årlig SSR-mono med elfordon	33	27	108	%
Årlig SSR-mono utan elfordon	40	33	131	%
Årlig SSR poly med elfordon	29	25	96	%
Årlig SSR poly utan elfordon	36	30	117	%

Tabell 1 Produktion av solceller och självförsörjningsgrad enligt olika installationsscenarioer.

Tabell 2 presenterar en ekonomisk och miljömässigt jämförande analys av de mono- och polykristallina solcellsmodulerna under tre olika installationsscenarioer (S1, S2 och S3). Tabellen visar att den totala kostnaden för monokristallina moduler konsekvent är högre än för polykristallina moduler i alla installationsscenarioer. Det beror på att monokristallina moduler har en högre verkningsgrad och är därmed en mer exklusiv produkt än polykristallina moduler.

Även om elproduktionen per installerad effekt är relativt likartad mellan mono- och polykristallina moduler i respektive scenario, visar tabellen en signifikant minskning av producerad el per installerad effekt för båda modultyperna i scenario S3 jämfört med S1 och S2. Detta resultat kan tyda på att installationskonfigurationen i S3 är mindre effektiv när det gäller att omvandla den installerade effektkapaciteten till el.

Kostnaden per installerad kW_p är genomgående högre för monokristallina moduler än för polykristallina moduler i alla scenarier. Skillnaden i kostnad per installerad kW_p varierar från 1 770 kr till 2 320 kr, vilket ytterligare understryker den högre installationskostnaden för monokristallina paneler.

När det gäller CO_2 -utsläpp visar tabellen att monokristallina moduler sparar mer CO_2 -utsläpp per år än polykristallina moduler i alla scenarier. Detta resultat innebär att den högre effektiviteten och



kraftproduktionspotentialen hos monokristallina paneler leder till en större miljöfördel. Det bör noteras att livscykelperspektivet inte har tagits i beaktning.

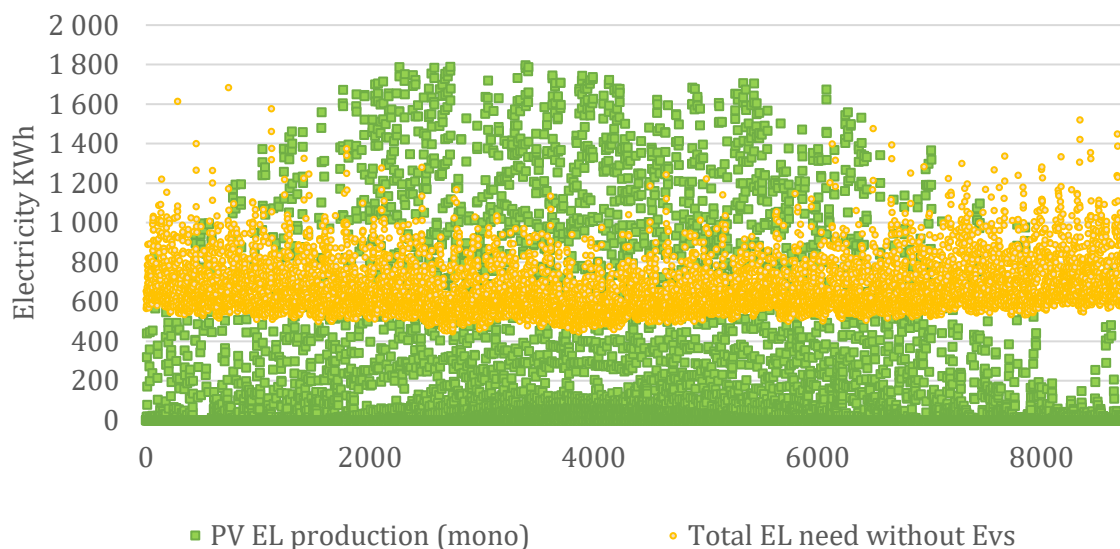


Mono- och polykristallina moduler kostnad och utsläpp

	S1		S2		S3	
	Mono	Poly	Mono	Poly	Mono	Poly
Total kostnad [MSEK]	44.7	36.8	44.3	36.3	229	185
Total installerad effekt [kW_p]	2,052	1,838	2,032	1,814	11,304	10,045
Producerad el per installerad effekt [kWh/kW_p]	1,137	1,137	960	963	370	369
Kostnad per installerad kW_p [SEK/kW_p]	21,807	20,037	21,806	20,036	20,258	18,486
Utsläpp som sparas av solcellspanelerna [ton CO₂/år]	175	156	146	130	313	277

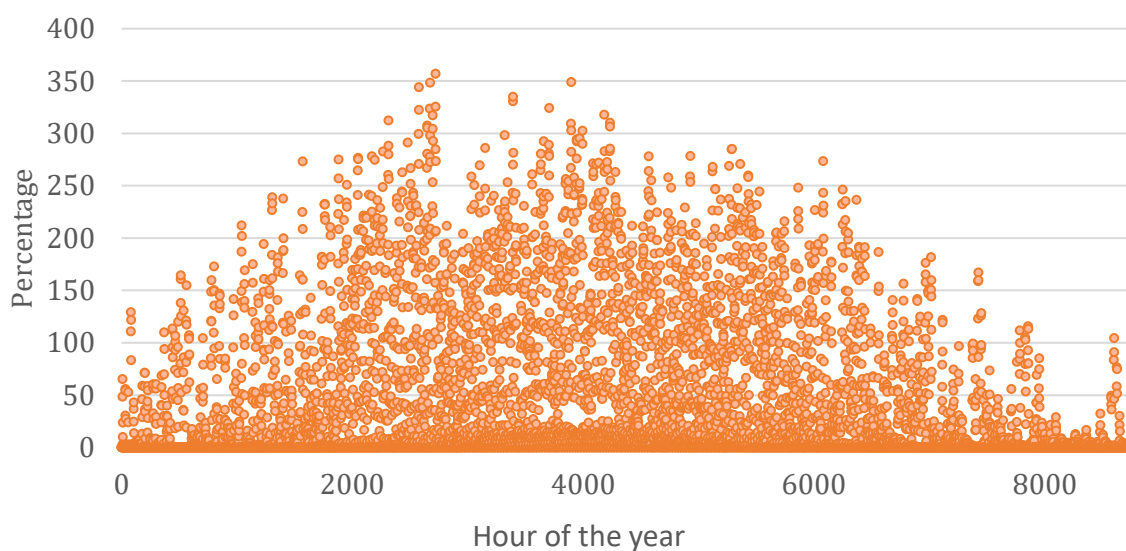
Tabell 2 Jämförelse av kostnader och miljöfördelar för mono- och polykristallina solcellsmoduler i olika installationsscenarier

Under sommarmånaderna överstiger produktionen många timmar efterfrågan på el, medan under vintermånaderna faller några av värdena inom intervallet för elbehovsvärdena. Det är värt att notera att det finns nollvärden för timproduktionen från solceller, vilket beror på att systemet inte fungerar när det inte finns tillräckligt med solljus. Detta belyser de potentiella fördelarna med att integrera ett lämpligt energilagringssystem för att säkerställa maximal effektivitet och minska beroendet av nätet.



Figur 3 Elproduktion per timme från solceller vs elbehov per timme: Säsongsvariationer och potential för energilagring.

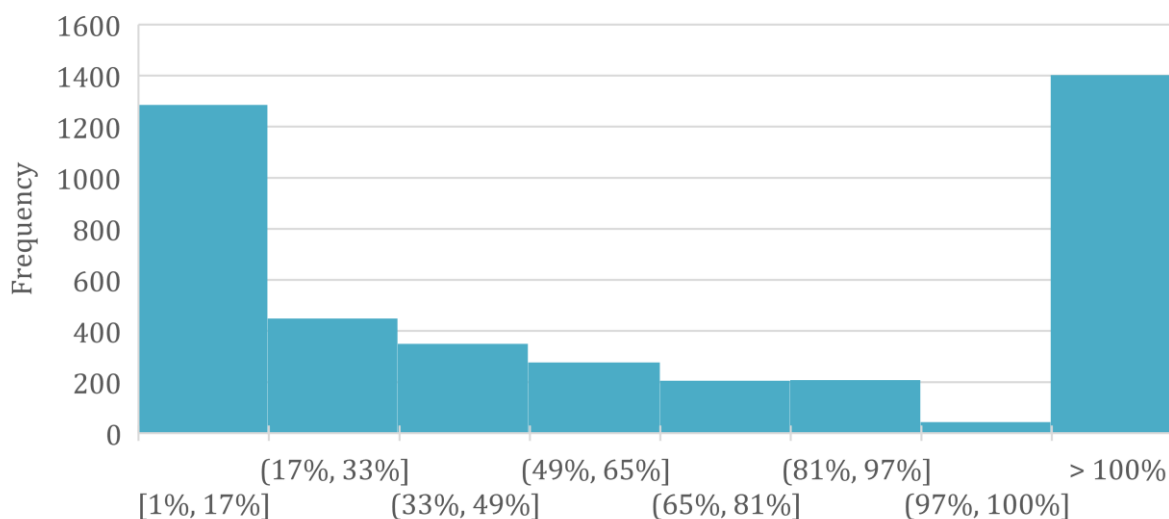
Diagrammet för självförsörjningsgrad per timme i figur 4 visar att det högsta värdet av självförsörjningsgraden är cirka 358 % under sommarmånaderna, vilket tyder på att systemet kan producera mer el än vad som behövs för byggnadens energibehov under dessa perioder.



Figur 4 Självförsörjningsgrad baserad på timproduktion av el från solceller



Fördelningsdiagrammet för självförsörjningsgraden per timme i figur 5 ger viktig information om solcellssystemets prestanda och potential när det gäller att möta byggnadernas energibehov. Diagrammet är baserat på data som samlats in under timmar då solcellssystemet producerade el. Majoriteten av datapunkterna i distributionstabellen ligger inom intervallet självförsörjningsgrad större än 100 %, med 1402 registrerade punkter. Detta indikerar att systemet under dessa timmar genererade mer el än vad som behövdes för att möta byggnadernas energibehov, med överskottet tillgängligt för lagring eller export till nätet. De återstående datapunkterna fördelas över de andra intervallen, med den högsta frekvensen på 1286 punkter registrerade för intervallet självförsörjningsgrad mellan 1 % och 17 %. Detta tyder på att solcellssystemet under dessa timmar inte genererade tillräckligt med el för att tillgodose byggnadernas energibehov, utan en betydande del av energin levererades av nätet.



Figur 5 Fördelningsdiagram för självförsörjningsgraden per timme.

3.1.3.1 Sammanfattning av de teoretiska beräkningarna gällande solelpotentialen

Resultaten från de tre scenarierna S1, S2 och S3 visar att placering och orientering av solcellspaneler har en betydande inverkan på elproduktion och investeringskostnader. Medan S1 genererar mest el per installerad effekt, har scenariot med paneler på varje tillgänglig yta, S3, den högsta totala installerade solcellseffekten. Detta resulterar i den högsta elproduktionen men också den högsta totala investeringskostnaden. På grund av sin realistiska natur är S3 inte en genomförbar lösning i praktiken. S2 har lägst elproduktions- och investeringskostnad.

Fördelningsdiagrammet i figur 5 betonar vikten av att noggrant hantera och optimera solcellssystemet för att säkerställa maximal effektivitet och tillförlitlighet, särskilt under perioder med låg solinstrålning eller högt energibehov. Diagrammet belyser också de potentiella fördelarna med ett väl utformat och drivet system, inklusive möjligheten att generera överskottsel för lagring eller export till nätet.



En begränsning i studien är att den inkluderar endast två fastighetstyper; flerfamiljshus och villor. Andra typer av byggnaders elbehov såsom skolor och idrottshallar togs inte i beaktning.

Elbilarnas påverkan på elförbrukningen i Sätra visade sig vara mindre än förväntat och det fanns ingen signifikant skillnad mellan graferna med och utan elfordon. För att uppskatta effekten av elfordon antogs det att varje hushåll hade en elbil, vilket resulterade i 2 000 bilar som behövde laddas. Det månatliga effektbehovet uppskattades med hjälp av genomsnittliga laddningsvärden per dag och data från litteraturen. Uppskattningen baserades dock på en daglig genomsnittlig efterfrågan och människors antagna laddningsmönster, vilket kan leda till felaktiga resultat på grund av effekttoppar när flera bilar laddas samtidigt. Dessutom beaktades endast normala laddningsanordningar, medan halvsnabb och snabb laddning kunde öka effektbehovet avsevärt. Den totala elförbrukningen under ett år ökade med 1 279 MWh när elbilar inkluderades.

När det gäller den minskning av CO₂-utsläpp som kan uppnås genom att generera el från solcellspaneler, överensstämmer resultaten med förväntningarna. Som ett resultat är mängden sparade CO₂-utsläpp större för det tredje scenariot, som genererar mer el jämfört med scenarierna 1 och 2. Skillnaden i sparade CO₂-utsläpp mellan mono- och polykristallina är inte signifikant, vilket framgår av tabellerna för alla scenarier.

3.2 Lärdomar från liknande projekt

Att ha kontakt och ta lärdom från liknande initiativ har varit ett viktigt inslag i projektet. De initiativ som projektgruppen har fått ta del av är Tamarinden i Örebro, Simris på Österlen och Hammarby Sjöstad i Stockholm. Om Tamarinden fick projektgruppen en föreläsning av projektets initiativtagare. Tamarinden skiljer sig från Sätra genom att de planerar att anlägga ett lågspänningsnät som ska användas för att dela energin mellan bostadshusen, medan Sättras vision är att använda sig av ett virtuellt nät med mätpunkter. En likhet mellan projekten är dock att i båda fallen kommer initiativet uppifrån, där staden eller kommunen driver projektet. Enligt beräkningar som gjorts för Tamarinden kommer delningen av energi i området leda till 30 % högre egenanvändning och upp till 50 % mindre effektuttag från överliggande nät, beroende på hur batterierna kommer användas för lagring. Detta är positiva siffror som visar på nyttan av att dela energi lokalt.

Projektet i Hammarby Sjöstad och Simris har projektgruppen kunskap om genom kontakten med RISE. Hammarby Sjöstad skiljer sig från Sätra på så sätt att det är ett medborgarinitiativ med mycket engagerade medlemmar. En likhet mellan projekten är att båda har en ambition om att dela energi via virtuella nät. Simris i sin tur initierades av energibolaget som var intresserade av att testa att skapa ett lokalt nät. Projektet kunde realiseras efter intensiva samtal med Energimarknadsinspektionen som godkände en tidsbegränsad installation. Projektet har nu nått sitt slut och energibolaget söker efter nya aktörer som är villiga att driva nätet. Byborna anser inte att de är kapabla att ta över driften av mikronätet då det skulle innebära stora kostnader, för stort ansvar och behov av mycket tekniskt kunnande.

Sammanfattningsvis kan en energigemenskap initieras och styras på olika sätt och i olika former. Olika styrformer får en påverkan på process, delaktighet och affärsmodell. Det finns exempel på energigemenskaper som styrs top-down och där det är en organisation som tar initiativet, utvecklar tekniken och planerar för energigemenskaper. Det finns också exempel på energigemenskaper som



styrts bottom-up, där initiativet tas på gräsrotsnivå och medlemmarna tillsammans bygger upp en kunskapsbank och gör investeringar. En slutsats som kan dras är att det senare alternativet ställer mycket stora krav på energigemenskapens resurser. Att skapa och driva en energigemenskap kräver bland annat finansiella resurser, stort tekniskt kunnande, humankapital och tid. Av denna anledning beslöt sig projektgruppen för att satsa på att ta fram en skalbar modell som inspireras av energigemenskaper men som kan drivas professionellt.

3.3 Det framtagna konceptet Närkraft

Virtuella energinät är en viktig del av den pågående energiomställningen, där fokus ligger på att integrera förnybara energikällor och decentraliserad energiproduktion för att minska koldioxidutsläpp och nå globala klimatmål. Genom att använda den senaste informations- och kommunikationstekniken kan det framtagna konceptet *Närkraft* erbjuda smarta lösningar för att optimera energianvändningen och samtidigt säkerställa en större andel förnybar energi i energisystemet.

Ett av projektens delmål var att utforma en tjänst som inspireras av energigemenskaper och kan erbjudas till fastighetsägare. Det är av stor vikt att tjänsten och den ekonomiska modellen är en lösning som är acceptabel för både fastighetsägare, nätbolaget och användare. Det framtagna konceptet har benämnts olika under projektets gång, bland annat *Flexigrid* och *Närkraft*. Konceptet benämns för närvarande som *Närkraft* vilket belyser den ökade förmågan av lokal elförsörjning som konceptet bidrar till. *Närkraft* är ett modernt och innovativt sätt att organisera och optimera energianvändning och produktion genom användning av virtuella energinät. *Närkraft* kan beskrivas som ett virtuellt energinät som sammanlänkar olika aktörer, såsom energiproducenter, lagringsanläggningar och konsumenter, för att skapa en mer dynamisk och hållbar energiförsörjning. Att konceptet är inspirerat av energigemenskaper märks bland annat i ambitionen om lokalt producerad förnybar el som delas lokalt. Dessutom genomsyras begreppet av gemenskap eftersom det bygger på att fastighetsägare är villiga att låta solceller placeras på fastighetens tak för att sedan dela elen med sina grannar. De boende i husen bildar tillsammans ett kluster som kollektivt hushållar och delar på elen. Genom att dela energin med varandra samt optimera energi och effektförbrukning blir det möjligt att försörja området med lokal energi och öka självförsörjningsgraden. På så vis kan effekttoppar kapas och medlemmarna gynnas genom att de kan undvika extra avgifter från elnätet. När det lokala behovet i området är lägre än produktionen kan området leverera el till det överliggande nätet. Detta möjliggör för de uppkopplade resurserna i Närkraftsklustret att vara en resurs på både den lokala och nationella flexmarknaden.

3.3.1 Tekniken

Virtuella energinät har många fördelar, som inkluderar ökad energieffektivitet, minskade kostnader, ökad flexibilitet, förbättrad tillförlitlighet, minskade utsläpp och möjlighet till samarbete mellan olika aktörer. För att skapa ett fungerande system krävs installation av sensorer och mätare för att övervaka energiförbrukningen och resurserna, robust datahantering och ett antal energiresurser som kopplas samman virtuellt via en digital plattform.

Det finns stora möjligheter att förbättra virtuella energinät genom peak-shaving hos slutkunder. Det innebär att minska elnätets belastning vid höga belastningstoppar, antingen genom att tidsstyra energikrävande aktiviteter som värme- och kylaggregat, eller genom att använda lokalt lagrade



energiresurser. Genom peak-shaving kan överbelastning och avbrottsrisker minskas, samtidigt som energiförsörjningen optimeras.

Uppkopplade elmätare kan använda tekniker som 4G, 5G och LoRaWAN för att övervaka och rapportera elförbrukning i realtid. Exempel på mätare som uppfyller dessa behov är bland annat Tibber Pulse P1 & Frient Smart Energimätare där båda monteras nära elcentralen och skickar data från befintlig elmätare till externa styrsystem.

Tibber Pulse P1 mäter elförbrukningen i hemmet och visar den i en app. Den fungerar också som en lastbalansering för elbilsägare och kräver en modern elmätare med P1/RJ12-port. Den använder kabelburen kommunikation mellan elmätaren och Tibber pulse, där den ansluter till hemmets nätverk via 2,4 GHz-bandet. Frient Smart Energimätare monteras på elcentralen och detekterar LED-pulser. Den kommunicerar med kompatibla kontrollers eller hubbar, såsom Athom Homey och SmartThings, vilket gör det möjligt att övervaka elkostnader, identifiera strömtoppar och minimera elförbrukning.

Genom att använda sådana kabelburna tekniker kan Tibber och Frient erbjuda pålitlig och effektiv övervakning av elförbrukning, samtidigt som de minimerar eventuella störningar eller begränsningar som kan uppstå vid användning av trådlös kommunikation.

Båda mätarna hjälper användare att få en bättre förståelse för sin elförbrukning och kan bidra till att förbättra energieffektiviteten och reducera kostnaderna, samt bidra med tim-beräkningar och kostnader genom appen Tibber.

De ovan nämnda teknikerna för att övervaka och styra elförbrukningen är utvecklade och anpassade för enskilda fastighetsägare. För en fungerande energigemenskap där mätvärden även ska användas för intäcks- och kostnadsfördelning mellan medlemmarna så kan andra mätmetoder behöva utvecklas.

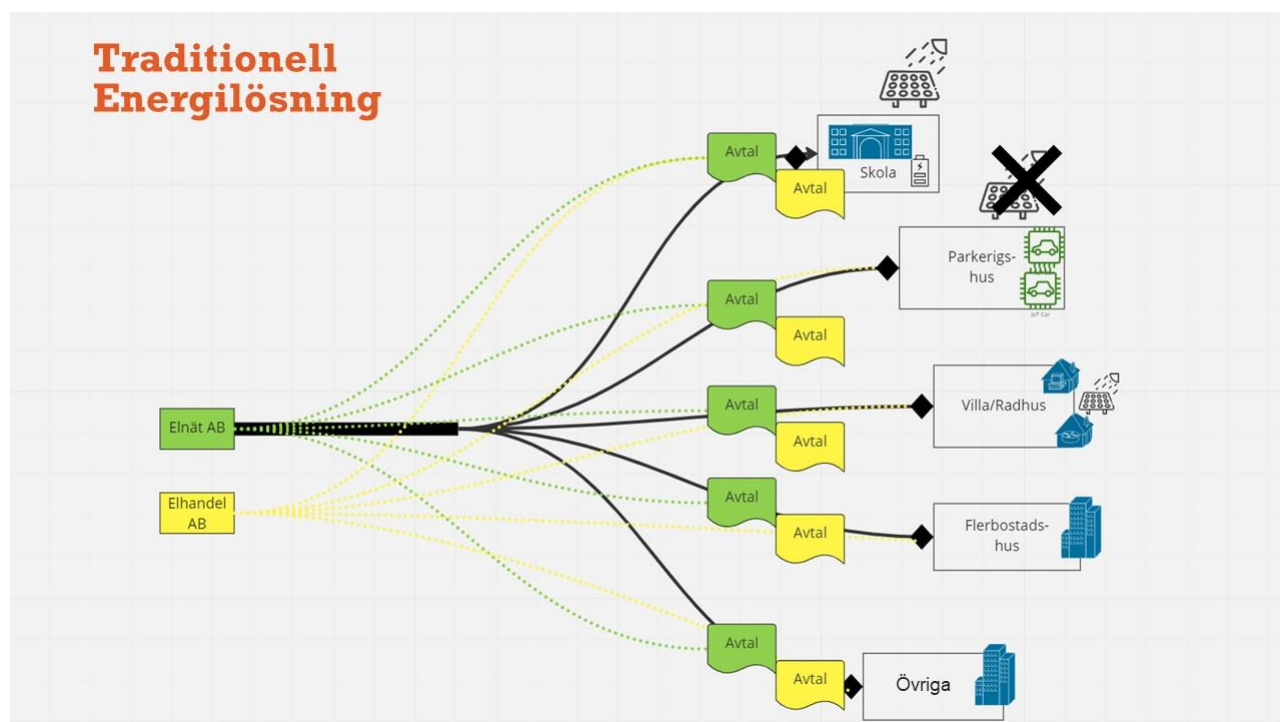
3.4 Affärsmodellen

Det nya konceptet är en affärsmässigt skalbar modell som ökar förmågan att lokalt producera, lagra och dela CO₂-fri energi på marknadsmässiga grunder med hjälp av ett virtuellt energinät.

Konceptet bidrar till att decentralisera elsystemet och kräver en ny affärsmodell vilket också kräver ställningstagande i mycket komplexa frågor. Inom ramen för konceptet *Närkraft* undersöker Mälarenergi alternativet att arrendera takytan av fastighetsägare för uppsättning av solceller. De boende i fastigheten får då möjligheten att bli medlemmar i ett Närkraftskluster och kan då köpa lokalt producerad förnybar el till ett fördelaktigt pris.



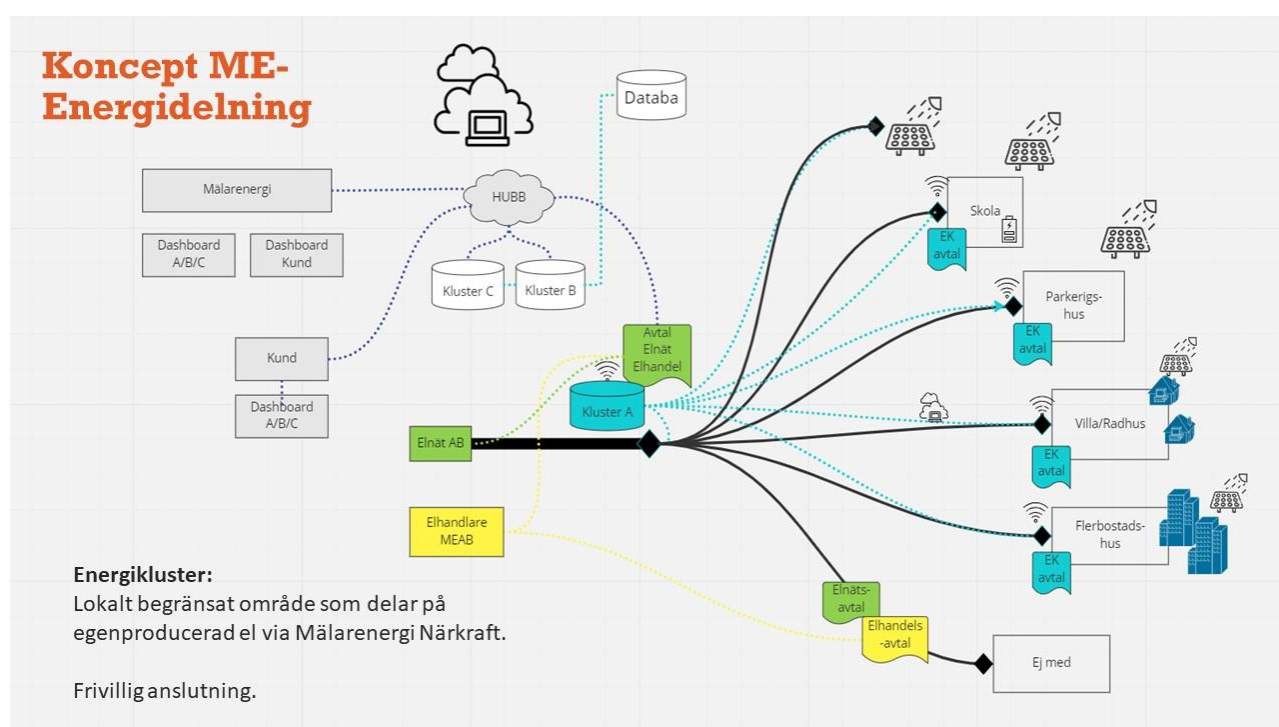
Figur 2 visar en schematisk bild över en traditionell energilösning. I en sådan lösning har varje kund ett avtal med elnätsägaren och ett annat avtal med elhandlaren. I den traditionella lösningen äger fastighetsägaren solcellerna och har både ett köp- och säljavtal med sin elhandlare. Överskottselen levereras ut på det överliggande nätet och elhandlaren kan då sälja denna el som solet.



Figur 6 Schematisk bild över en traditionell energilösning.

Konceptet *Närkraft* (se figur 7) innebär en helt ny lösning där det är Närkraftsbolaget som äger solcellerna och sedan erbjuder de boende i fastigheten att bli medlemmar i ett Närkraftskluster. I denna lösning utnyttjas det befintliga elnätet optimalt där Närkraftbolagets digitala system, också kallat virtuellt energinät, möjliggör optimal styrning och delning av el. Medlemmarna i klustret tecknar ett avtal som innehåller både en elnätsdel och en klusterdel ("energigemenskapen"), till skillnad mot den traditionella lösningen som har ett elnätsavtal och ett elhandelsavtal. Anslutningen till energiklustret är frivillig, om de väljer att inte ansluta så erbjuds de den traditionella lösningen. För de som väljer att ansluta finns det alltid en möjlighet att gå ur men det är troligt att det måste finnas en viss bindningstid för att säkerställa lönsamhet.

I konceptet *Närkraft* samlas information om energiflöden, väderprognoser, elprisprognoser, hållbarhetsdata, kunder, avtal etcetera i hubben. Hubben ägs av Närkraftsbolaget.



Figur 7 En schematisk bild över hur den nya lösningen för *Närkraft* skulle kunna se ut

3.5 Projektet fortsätter

De många positiva resultaten från projektet gör att projektgruppen vill fortsätta att utveckla konceptet. Innan det är möjligt att implementera konceptet finns det flera aspekter att utreda och ta ställning till. Några utav dessa rör IT-lösningar, affärslogik och flexibilitet.

En ansökan om finansiering för ett påbyggnadsprojekt har skickats in till Energimyndigheten där resultatet i projektet både ska vidareutvecklas och utökas, till att adressera fler samhällsutmaningar. Det framtagna konceptet *Närkraft* (företut kallat *Flexigrid*) är en kommersiell och virtuell energigemenskap som drivs professionellt och som bland annat adresserar samhällsutmaningar såsom den rådande klimatkrisen och elkrisen, samt bidrar med ökad produktion av förnybar energi. Den nyss förbipasserade vintern har präglats av ett krig i vårt närområde, vilket har bidragit till att accelerera en elkris som har pressat både privatpersoner och företag till bristningsgränsen. I samband med detta har nya sårbarheter avslöjats och det finns därmed ett behov av att arbeta för att öka samhällets resiliens. Det är därför ett naturligt steg att i ett fortsättningsprojekt inkludera begreppet resiliens i utvecklingen av konceptet *Närkraft*.

I ett resiliellt elsystem ökar samhällets robusthet samt dess förmåga att hantera kriser och svängningar. I skapandet av ett flexibelt elsystem med virtuell delning av soler finns det stora möjligheter att även öka resiliensen i flera avseenden. Idag är det till exempel inte möjligt för de flesta solerproducenter att vid ett strömavbrott använda sin egen producerade el. Detta beror dels på att reglering och stödsystem inte stöttar detta i dagsläget. Detta är mycket negativt ur ett



resiliensperspektiv och skulle kunna åtgärdas genom tydligare krav och direktiv, exempelvis vid utdelande av stöd för installation av solceller. Genom att öka självförsörjningsgraden i Sätra minskar belastningen på det överliggande nätet. När det nya området Sätra inte i lika hög grad bidrar till ett behov av utbyggnad och förstärkning av elnätet ökar resiliensen i hela systemet. Ett flexibelt elsystem med virtuell delning och energilagring ökar systemets förmåga att effektivt svara på förändringar och kriser. Ett sådant system kan påverka effektbalansen, samt inmatad och uttagen energi, vilket kan jämna ut effekttoppar och minska effektuttaget. Detta bidrar till att minska sårbarheten och öka resiliensen i det koncessionspliktiga elnätet.

Sätra kommer präglas av en hög andel egenproducerad solel, men energi från solel varierar dock kraftigt över tid och är beroende av vädret. Ett sätt att öka områdets resiliens skulle därför kunna vara att optimera lagring och styrning av förbrukning. Ett flexibelt elsystem med virtuell delning, energilagring och styrning skulle också kunna ge Sätra möjlighet att vid ett strömavbrott byta till en form av ö-drift och genom prioriteringsregler hålla i gång de mest kritiska samhällsfunktionerna. Detta skulle vara en klar förbättring ur ett resiliensperspektiv jämfört med idag eftersom det i dagsläget inte finns några möjligheter att utefter yttre omständigheter, såsom en kris av något slag, välja mellan olika driftlägen i en stadsdel. Blir det strömavbrott så blir det så i hela stadsdelen. I ett elektrifierat Sverige som i mycket hög grad är beroende av ström för kritiska samhällsfunktioner, är detta en mycket stor sårbarhet.



4 Diskussion och slutsatser

Projektet om energigemenskaper i den nya Stadsdelen Sätra har bidragit till ökad potential till ett hållbart liv för de kommande invånarna. Den teoretiska beräkningen av solelpotentialen visar att det är möjligt att producera stora mängder el. För att öka självförsörjningsgraden ytterligare är det i ett nästa steg nödvändigt att undersöka möjligheterna för lagring. Projektet inkluderade inte energilagring vilket är en begränsning då det framkom i ganska tidigt skede att det är en förutsättning för att Sätra ska kunna använda stora delar av sin potentiella solelproduktion samt minska effektuttaget. I samtliga scenarier är de olika säsongsmönstren för elbehov och solelproduktion väl uttalade, studien belyser utmaningarna med att enbart förlita sig på solceller för att möta elbehovet. Detta belyser behovet av en mer diversifierad energiproduktionsmix eller behovet av innovativ energilagring och ökad energieffektivitet.

Ytterligare en begränsning i studien är att den inkluderar endast två fastighetstyper; flerfamiljshus och villor. Andra typer av byggnaders elbehov såsom skolor och idrottshallar togs inte i beaktning. Detta är en svaghet på grund av att dessa fastighetstyper har ett högre elbehov när flerfamiljshus och villor har ett lägre elbehov. Att ta med dessa typer av byggnader i studien hade sannolikt lett till att självförsörjningsgraden hade stigit något.

Energimarknadsinspektionens utredning *Ren energi inom EU* syftade till att ge regeringen underlag för att implementera EU-kommissionens lagstiftningspaket Ren energi för alla i Europa. I utredningen definieras *medborgarenergigemenskaper* som en gemenskap som kan bedriva verksamhet som vilken aktör som helst förutom att äga och driva nät, men som ska ha som främsta syfte att ge sina medlemmar miljömässiga, ekonomiska eller sociala samhällsfördelar. Energimarknadsinspektionen betonar att syftet främst bör vara att bidra till miljö- eller samhällsmål. De ger som exempel minskade koldioxidutsläpp, ökning av flexibiliteten i elnätet eller tillhandahållande av miljövänlig el genom så kallad virtuell delning. Det finns redan idag inom EU gemensamt ägd produktion, virtuell delning av nät med hjälp av ett elhandelsföretag samt faktisk delning inom ett geografiskt område.

Det framtagna konceptet *Närkraft* bygger i grunden på de miljömässiga, ekonomiska och sociala samhällsfördelar som virtuell delning kan skapa, men med tillägget att det ska bedrivas av en professionell part för att bland annat minska riskerna som kommer med att förlita sig på eldsjälar. Det professionella tillägget kan dock i detta fall, då den består att det lokala elnätsbolaget, strida mot den ovan nämnda definitionen av *medborgarenergigemenskaper*. Förändring i och tolkning av lagstiftning i detta snåriga område pågår hela tiden. En fortsättning av detta projekt för att utveckla konceptet till att uppfylla lagstiftning, driva på energiomställningen samt möjliggöra en minskad sårbarhet genom att ökad resiliens, skulle kunna ge ett koncept som kan appliceras runt om i Sverige i stadsdelar, byar etcetera.

Eftersom Mälarenergi har nätkoncession och äger elnätet inom Sätra, är virtuell delning en naturlig väg att gå. Att dra ett extra nät leder till ökad materialåtgång, ökat underhåll och ökade kostnader. Huruvida Mälarenergi som koncessionsägare får utnyttja sitt nät för virtuell delning är i dagsläget oklart.



Slutligen kan det konstateras att konceptet möjliggör för de uppkopplade resurserna i Närkraftsklustret att bli en resurs på både den lokala och nationella flexmarknaden vilket ger Sätra potential att bli en viktig resurs för samhället. Denna resurs skulle vara extra värdefull i just detta specifika geografiska område, eftersom området runt Västerås, Uppsala och Stockholm utgör en flaskhals i dagens elnät.



5 Publikationslista

Kommande:

Mälardalens universitet planerar att skriva ett konferensbidrag om projektet *virtuella energigemenskaper – solelförsörjning i Sätra*.

Publicerade:

Nya stadsdelen sätra, västerås ska producera och dela egen solel. (2022, March 3). *Solenerginyheter*.

Nya stadsdelen sätra, västerås ska producera och dela egen solel. (2022, March 3). *Dagens Fastigheter*.

Orfanidis, S. J. (2022, March 2). Ny stadsdel ska producera egen solel. *Sveriges Radio*.

Sätra ska producera egen el med sol. (2022, March 5). *Västerås Tidning*.

Klartecken för solel i sätra. (2022, March 6). *Vlt*.



6 Referenser

- Commission, E. (2023). *Joint Research Center Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*. Hämtat från https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
- E. C. of the Regions, S. O. (2018). Models of local energy ownership and the role of local energy communities in energy transition in Europe. *Comitee of the regions*.
- Energimarknadsinspektionen. (2020). *Ren energi inom EU - Ett genomförande av fem rättsakter*.
- H. Busch, S. R. (2021). *Policy challenges to community energy in the EU: A systematic review of the scientific litterature*. Renewable and sustainable energu reviews, doi: 10.1016/j.rser.2021.111535.
- J. Kanters., M. w. (u.d.). Experiences from the urban planning process of a solar neighbourhood in Malmö. *Urban plan Transp Res*, vol 6, no.1, 54-80.
- Palm, J. (2020). *New Clean Energy Communities in a Changing European Energy System* . Newcomers.
- R. Lazdins, A. M. (2021). *PV energy communities—challenges and barriers from a consumer perspective: A literature review*. *Energies*. vol 14, no. 16.



» Runt 35 procent av all energi i Sverige används i bebyggelsen. I forskningsprogrammet E2B2 arbetar forskare och samhällsaktörer tillsammans för att ta fram kunskap och metoder för att effektivisera energianvändningen och utveckla byggandet och boendet i samhället. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i programmet.

E2B2 är Energimyndighetens program där IQ Samhällsbyggnad är koordinators.
Läs mer på www.E2B2.se.

