



Rapport: Solellagring i likströmsnät

Följande rapport har tagits fram inom ramen för projektet Energikontor i samverkan för smartare energianvändning (ESSE), som drivs av Energikontoret i Mälardalen, Energikontoret Region Östergötland och Energikontoret Region Örebro län. Finansiärer är Region Uppsala, Region Sörmland, Region Västmanland, Region Örebro län, Region Östergötland och Europeiska regionala utvecklingsfonden (Eruf). Projektet pågår från januari 2019 till april 2022.



Sammanfattning

Följande rapport ska fungera som kunskapsunderlag för fastighetsägare och bostadsrättsföreningar. Syftet är att beskriva den grundläggande tekniken och uppmärksamma den potentiella nyttan av en investering i solceller och batterilager knutna i ett likströmsnät. Underlaget bygger på intervjuer med sakkunniga, analys av relevanta referensfall och en förstudie.

Resultaten visar att en systemkonfiguration av solceller, likströmsnät och batterilager kan ge klimatnytta, systemförbättring och lägre energi- och effektkostnader. Ökad användning av solceller sänker efterfrågan på fossil energi, och tekniken kan minska byggnaders belastning på elnätet.

Ett högt energi- och effektbehov förstärker systemens nytta. Installationstakten drivs framför allt av ett högt teknikintresse och en vilja att minska byggnadens klimatavtryck. Utfallet av en investering påverkas också av byggnadstekniska förutsättningar, som takets lämplighet för solceller, utrymme för batterilager, möjligheter för intern kabeldragning och placering av elmätare för individuell mätning och debitering (IMD), för att nämna några exempel.



REGION
SÖRMLAND



Region
Västmanland



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden



Mälardalen Energy Agency
Energikontoret
i Mälardalen



Region Uppsala

Förord

Denna utredning har genomförts inom ramen för projektet Energikontor i samverkan för smartare energianvändning. Projektet finansieras av Region Uppsala, Region Sörmland, Region Västmanland, Region Örebro län, Region Östergötland, Energikontoret i Mälardalen och Europeiska regionala utvecklingsfonden (Eruf) och pågår från januari 2019 till april 2022. Utredningen har pågått under hösten 2020 och har genomförts av Energikontoret i Mälardalen som tillsammans med Energikontoret Region Örebro län och Energikontoret Region Östergötland driver projektet. Under utredningen har flera bostadsrättsföreningar fått ta del av direkta kunskapshöjande insatser och en förening fått ta del av en förstudie genomförd av WSP.

Utredningen och kunskapsunderlaget hade inte varit möjligt att färdigställa utan stor hjälp från personer i marknads olika ytterligheter och delaktiga intressenter. Till alla er som deltagit i arbetet och stöttat oss på Energikontoret i Mälardalen i denna utredning vill vi rikta ett stort tack. Tillsammans är vi starka, och när samarbetet sker naturligt och med ett gemensamt syfte att utveckla och förstärka energiarbetet för ägare av flerbostadshus i Östra Mellansverige skapas synergier och stor verkan.

Med hjälp av sakkunniga system- och tjänsteleverantörer och energikonsulter har en verklighetsförankrad teknisk grundförståelse och nödvändiga förutsättningar arbetats fram. Stor tack Mats Karlström & Oscar Sönnegren (Ferroamp), Christer Rygaard (SunnyFuture) och Gustaf Grönwall (WSP).

Att fastighetsförvaltare som HSB och Riksbyggen förstår och tar vara på möjligheten de har att påverka och stötta bostadsrättsföreningar är en viktig komponent för teknikmognaden och energiarbetet i svenska flerbostadshus. Deras engagemang i detta projekt visar att drivet och viljan finns där. Stort tack Mikael Rosén & William Tannestål (HSB) och Stefan Jonäll (Riksbyggen).

Utän en engagerad och intresserad slutanvändare fyller tekniken ingen funktion. Produkter och tjänster behöver implementeras för att utvecklingen ska gå framåt. Genom denna utredning har vi mött flera drivna och inspirerande representanter för bostadsrättsföreningar som är villiga att gå i första ledet. Stort tack till Åke Wiklund (Brf Dragonen i Märsta), Dick Bender (Brf Fruängsporten i Hägersten) och Rama Wehbe (Brf Kungsfågeln 3 i Västerås).

Emil Eriksson
Energikontoret i Mälardalen
Eskilstuna, 2021-01-21

Termer

För att underlätta för läsaren presenteras nedan några vanliga begrepp och termer som upprepas genom rapporten. Läsaren väntas ha en grundläggande förståelse och intresse för teknik och liknande system, men är inget krav för att hen ska kunna hämta hem lärdomar och förvärva kunskap från rapporten.

Term	Förklaring
<i>Mikronät</i>	Ett mikronät omnämns ofta som ett mindre elnät mellan ett begränsat antal byggnader. Inom mikronätet finns ofta elproduktion, lagringsmöjligheter och elanvändning. Ofta är mikronätet även anslutet till det gemensamma elnätet. Mellan byggnaderna kan el distribueras utan att behöva skickas via elnätet.
<i>Internt nät</i>	Ett internt nät omnämns ofta som ett mindre elnät som byggs inom en och samma byggnad.
<i>Egenanvändningsgrad</i>	Procentuell andel av den producerade solelen som används av i byggnaden där elen produceras.
<i>Självförsörjningsgrad</i>	Procentuell andel av byggnadens elanvändning som försörjs av egenproducerad solel.
<i>Fastighetsel</i>	Den el som används i byggnadernas gemensamma ytor och system. Exempelvis trappbelysning, ventilationsaggregat och pumpar.
<i>Hushållsel</i>	Den el som används av de boende i lägenheterna.
<i>Överskottsel</i>	Den solel som inte kan användas direkt i byggnaden, säljs till ett elhandelsbolag och skickas ut på elnätet.
<i>Omvandlingsförluster</i>	Energiförluster som uppstår när växelström växlar till likström och vice versa. Den elektriska energin som går till spillo förloras i form av värmeutveckling i växelriktare eller likriktare.
<i>Elanvändningsprofil</i>	Genom att placera elanvändningen timme för timme under ett dygn i ett diagram kan en elanvändningsprofil skapas (exempelvis låg användning på förmiddagen och hög på kvällen). Genom analys av profilen kan produktion och användning av el matchas.

Systemkomponenter

Term	Förklaring
<i>Solcell</i>	Producerar elektricitet i form av likström
<i>Växelriktare</i>	Transformerar likström till växelström. Typisk tillämpning är att växla likströmmen från solcellsanläggningen till växelström
<i>Likriktare</i>	I motsats till en växelriktare omvandlar likriktaren växelström till likström.
<i>Laddningsplats</i>	Laddningsplats för elbil
<i>Förbrukningspunkt</i>	Anslutningspunkten mellan byggnad och nät. Elcentral och avmätning.

Förkortningar, enheter och akronymer

Term	Förklaring
<i>kWh</i>	Använd eller producerad elektrisk energi per timme
<i>kW</i>	Momentan elanvändning eller elproduktion
<i>kWp</i>	Installerad maxeffekt på solcellsanläggning
<i>DC</i>	Likström
<i>AC</i>	Växelström
<i>ÖMS</i>	Östra Mellansverige
<i>IKN</i>	Icke-koncessionspliktigt nät. Nät som finns beskrivna som undantag från ellagen om nätkoncession.
<i>BBR</i>	Boverkets byggregler
<i>ESSE</i>	Energikontor i samverkan för smartare energianvändning

Innehåll

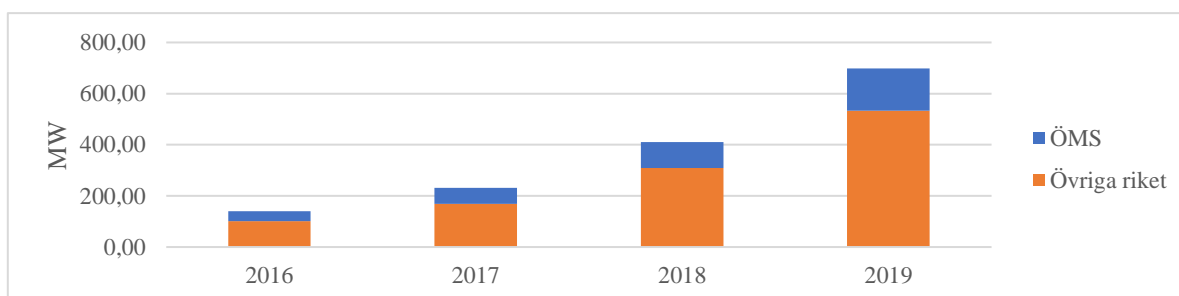
Förord.....	3
Termer.....	4
Systemkomponenter.....	5
Förkortningar, enheter och akronymer	5
Innehåll	6
1 Bakgrund	7
1.1 Syfte	8
1.2 Metodik	8
1.3 Disposition	8
2 Teori.....	9
2.1 Systemkonfiguration	9
2.1.1 Solceller	10
2.1.2 Gemensam el.....	12
2.1.3 Batterilager.....	12
2.1.4 Internt likströmsnät och mikronät.....	13
2.1.5 Laster.....	14
2.2 Systemkonfigurationens effekter för flerbostadshuset.....	16
2.3 Systemkonfigurationens effekter för elnätet	16
2.4 Lagstiftning	17
3 Exempel.....	18
3.1 BRF Dragonen.....	18
3.2 BRF Fruängsporten	19
4 Förstudie	21
4.1 Förutsättningar	21
4.2 Resultat från förstudie	25
4.3 Kommentarer från Riksbyggen	28
5 Förutsättningar.....	29
5.1 Intresse	29
5.2 Behov	29
5.3 Möjlighet	30
5.4 Incitament.....	31
6 Slutsatser.....	32

1 Bakgrund

Bostäder och service stod 2017 för närmare 40 procent av Sveriges totala energianvändning. Därför drivs *Energikontor i samverkan för smartare energianvändning (ESSE)* med mål att stärka förutsättningarna för en mer resurseffektiv energianvändning i bostadsföretag, bostadsrättsföreningar och byggnader i offentlig verksamhet i östra Mellansverige. Projektet pågår under januari 2019 till april 2022. Energikontoret i Mälardalen (EKM) samarbetar inom projektet med Energikontoret Region Örebro län och Energikontoret Östergötland, och driver projektet i regionerna Uppsala, Sörmland och Västmanland.

Inom projektet har energilagring av egenproducerad solceller identifierats som en intressant och innovativ teknisk lösning för ägare av flerbostadshus. Genom att effektoptimera fastigheten med hjälp av en sådan systemkonfiguration är förhoppningen att byggnadernas effektuttag från elnätet ska förändras på ett fördelaktigt sätt och minska fastighetsägarens energikostnader och belastningen på elnätet. Denna utredning sjuösattes för att undersöka teknikens mognadsgrad, identifiera fördelaktiga förutsättningar för en installation och granska hur mottaglig målgruppen fastighetsägare och bostadsrättsföreningar (BRF) är.

Under de senaste åren har egenproducerad solceller från solcellsanläggningar runt om i Sverige tagit fart. Under 2019 ökade den installerade effekten i riket totalt med 70 procent som helhet och totalt med 61 procent i Södermanland, Uppsala, Västmanland, Örebro och Östergötland (ÖMS), se figur 1. En av förklaringarna till den höga installationstakten i solceller är den höga mognadsgrad som tekniken uppnått. Med hjälp av bland annat investeringsstöd och andra ekonomiska styrmedel har investeringar kunnat göras i en tillräckligt stor utsträckning för att både installations- och materialkostnad ska göra investeringen lönsam. Nu spås batterier för småskalig lagring av elenergi hos slutanvändare av elenergi gå samma framtid till mötes.



Figur 1 Installerad effekt solkraft i riket ¹

Enligt Energimarknadsinspektionens (EI) utredning om kapacitetsutmaningen i elnäten² har lokal kapacitetsbrist identifierats och uppstått i fler av Sveriges tillväxtregioner, bland annat Uppsala och Västerås. Bakgrunden till kapacitetsproblemen förklaras av ett ökat behov av elenergi och en ökad elektrifiering i samhället: Elektrifierade transporter och industrier i kombination med urbanisering och digitalisering gör att kraven på elleveranssäkerheten ökar. Utredningen rekommenderar fler åtgärder för att hantera kapacitetsutmaningen. Förslagen innebär bland annat åtgärder som syftar till en förbättrad och utvecklad koordinering och planering av nätutbyggnationer och lagförändringar för en mer kostnadseffektiv driftsäkerhet.

¹ [Nätanslutna solcellsanläggningar \(energimyndigheten.se\)](https://www.energimyndigheten.se/nyheter/2020/06/16/naetanslutna-solcellsanlaggningar)

² [EiR2020:06 Kapacitetsutmaningen i elnäten](#)

Vidare omnämns två områden som är mer handfasta och direkt tillämpbara för slutanvändaren: ”Ökad användning av flexibilitetstjänster för ett mer effektivt nätutnyttjande” och ”Förbättrade anslutningsprocesser”. Den föregående handlar om en framtida marknadsplats där en ny typ av elhandel ska kunna bedrivas, mer om detta under avsnittet Teori. Den senare syftar bland annat just till det som denna utredning ämnade till att reda ut: Hur slutanvändaren av elenergi, som fastighetsägare, kan involveras i elsystemet på ett nytt sätt genom att tillföra lokalt producerad elkraft och använda energi smartare genom att tillåtas dela elenergi mellan byggnaderna.

1.1 Syfte

Syftet med denna utredning och rapport är att analysera en systemkonfiguration innehållandes solceller, batterier för temporär energilagring och ett internt likströmsnät utifrån en fastighetsägare av ett flerbostadshus perspektiv. Rapporten är tänkt att fungera som ett kunskapsunderlag att inspirera till en smartare energianvändning och ge svar på följande frågeställningar:

- Vilka förutsättningar krävs för att tekniken ska vara intressant för ett flerbostadshus?
- Vilka är incitamenten som ska motivera en fastighetsägare till att investera i tekniken?

1.2 Metodik

Utredningen genomfördes genom litteraturstudier, studiebesök och intervjuer med sakkunniga från bransch, näringsliv och universitet. Dessutom intervjuades flera fastighetsägare eller styrelseordförande för föreningar som redan idag investerat i tekniken. Dessa har samlats som goda exempel för tekniken. Inom ramen för projektet ESSE har WSP genomfört en förstudie, ”Soldrivet likströmsnät”, från vilken lärdomar om förutsättningar och tillämpningar hämtas. Förstudien syftade till att skapa ett reellt referensfall att relatera och koppla teori till.

1.3 Disposition

Rapportens andra avsnitt, *Teori*, syftar till att ge läsaren en grundläggande teknisk förståelse. Hur tekniken fungerar, vilken den utredda systemkonfigurationen är och vilka effekter en implementering av densamma kan få. Efterföljande två avsnitt: *Exempelfall* och *Förstudie* syftar till att realisera teorin och förklara hur det fungerar i en verklig tillämpning och hur personerna bakom dessa resonerar. Vilka är incitamenten för investeringen och hur har de gått tillväga? Avslutningsvis, med hjälp av dessa tre hörnstenar, sammanfattas huvuddelen av rapporten med en analys av vilka *förutsättningar* som gör en systemkonfiguration mer eller mindre fördelaktig. *Diskussion* och *slutsats* avslutar rapporten.

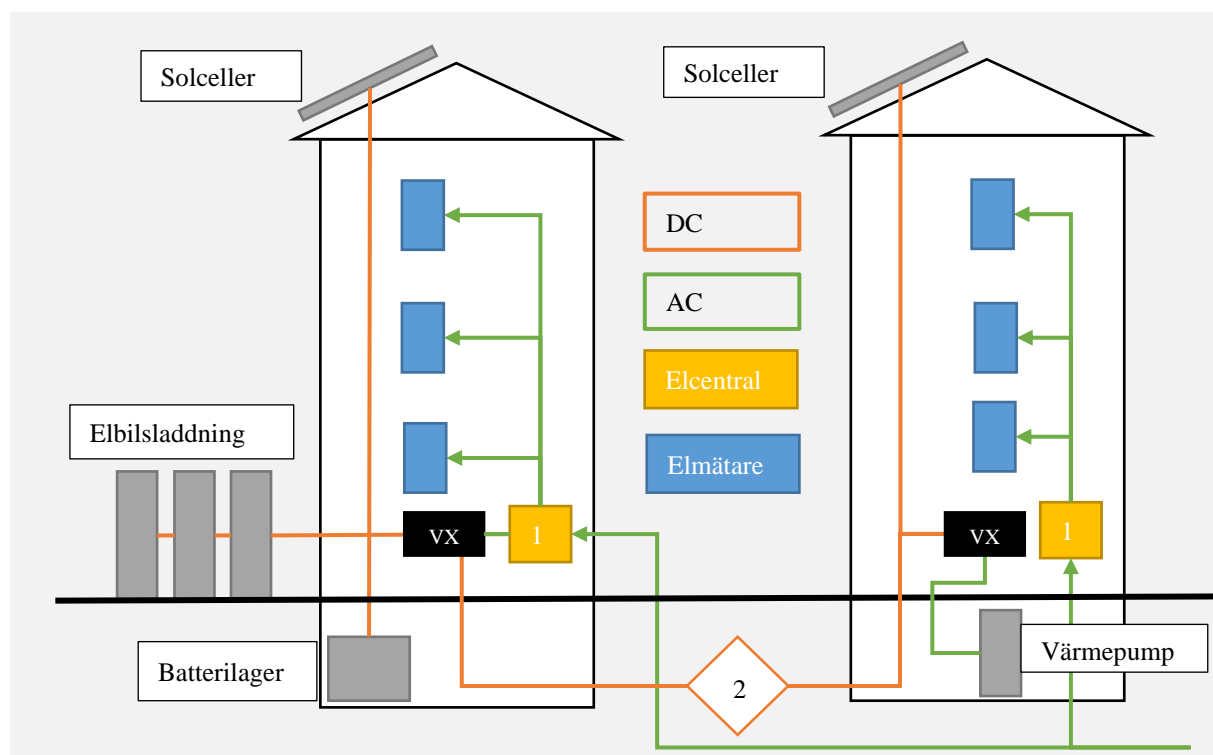
2 Teori

Detta avsnitt ämnar till att beskriva den grundläggande teorin som systemkonfigurationen bygger på. Potentiella effekter för slutanvändare och elnät. Teorin bygger på litteraturen och intervjuerna. Ett avsnitt har dedikerats den föreslagna förändringen av lagstiftningen som i skrivande stund (december 2020) inte var fastställd eller beslutad om. Initialt beskrivs systemkonfigurationen ur ett helhetsperspektiv och vidare förklaras teorin bakom de ingående systemkomponenterna.

2.1 Systemkonfiguration

Vilken systemkonfiguration som passar bäst för vilken fastighet beror på flertalet faktorer, och bedömning behöver göras från fall till fall och fastighet till fastighet. För att få en förståelse mellan olika systemkonfigurationer innehållandes ett internt likströmsnät är det därför också intressant att förhålla teorin till de senare presenterade goda exemplen. I figuren nedan presenteras en enkel schematisk illustration av hur ett internt likströmsnät skulle kunna komplettera en fastighets elsystem och koppla ihop en *solcellsanläggning* med ett *batterilager*. Även *laster* som laddningspunkter för elbilar och en värmepump illustreras.

Figuren visar hur det *interna likströmsnätet* endast kopplar samman de nämnda systemkomponenterna, och hur elanvändningen i lägenheterna tillgodoses genom växelström. I figuren tillämpas *gemensam el*. Det går också att se hur de båda byggnadernas elektriska system är sammankopplade i ett mikronät genom en likströmskabel. Läs mer om detta under rubriken *lagstiftning*.



Figur 2 Exempel på hur ett mikronät skulle kunna se ut

Vidare genom detta teoriavsnitt kommer respektive systemkomponent kortfattat beskrivas och förhållas till en tillämpning i ett flerbostadshus. Författaren vill uppmana läsaren till att på eget bevåg söka mer information om dessa för att öka kunskapen om de tekniska och ekonomiska särdrag som definierar vardera energiteknik.

2.1.1 Solceller

För att få maximal elproduktion från en solcellsanläggning finns det några avgörande faktorer: Lutning, azimut (orientering, väderstreck) och skuggning. För att solcellerna ska producera som bäst ska lutningen vara cirka 40 – 45 ° från normalplanet, de ska vara placerade i rak sydlig riktning och det ska inte falla någon skugga på dem. Figuren nedan visar hur den relativa elproduktionen på årsbasis minskar från det optimala (100%) när lutning och orientering (azimut) förändras. Maximal årsvis elproduktion genereras om solcellerna placeras i rakt söderläge med en lutning om 35 - 45° från normalplanet.

Bengt Stridh 2013-04-12

Västerås	Azimut																			
	Öster									Söder										
Lutning	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Vertikalt 90	52	57	61	65	68	71	73	74	75	75	75	74	72	70	68	64	60	56	51	
85	56	61	65	69	73	75	78	79	80	80	79	78	77	75	72	68	64	60	55	
80	59	64	69	73	77	80	82	83	84	84	84	83	81	79	76	72	68	63	58	
75	63	68	72	77	80	83	85	87	88	88	88	86	85	82	79	75	71	66	61	
70	65	71	75	80	83	86	89	90	91	91	91	90	88	85	82	79	74	70	65	
65	68	73	78	82	86	89	91	93	94	94	94	92	91	88	85	81	77	72	67	
60	71	76	80	85	88	91	94	95	96	96	96	95	93	90	87	84	79	75	70	
55	73	78	82	87	90	93	95	97	98	98	98	96	95	92	89	86	81	77	72	
50	75	80	84	88	91	94	96	98	99	99	99	98	96	94	91	87	83	79	74	
45	76	81	85	89	92	95	97	99	100	100	99	98	97	95	92	88	84	80	75	
40	78	82	86	90	93	96	97	99	100	100	100	99	97	95	92	89	85	81	77	
35	79	83	87	90	93	95	97	99	99	100	99	98	97	95	92	89	86	82	78	
30	80	83	87	90	92	95	96	98	98	99	98	97	96	94	92	89	86	83	79	
25	80	83	86	89	92	94	95	96	97	97	97	96	95	93	91	89	86	83	80	
20	81	83	86	88	90	92	93	94	95	95	95	94	93	92	90	88	86	83	80	
15	81	83	85	87	89	90	91	92	92	93	92	92	91	90	88	87	85	83	81	
10	81	83	84	86	87	88	88	89	89	89	89	89	88	88	86	85	84	83	81	
5	82	82	83	84	84	85	85	86	86	86	86	86	85	85	84	84	83	82	81	
Horisontellt 0	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	

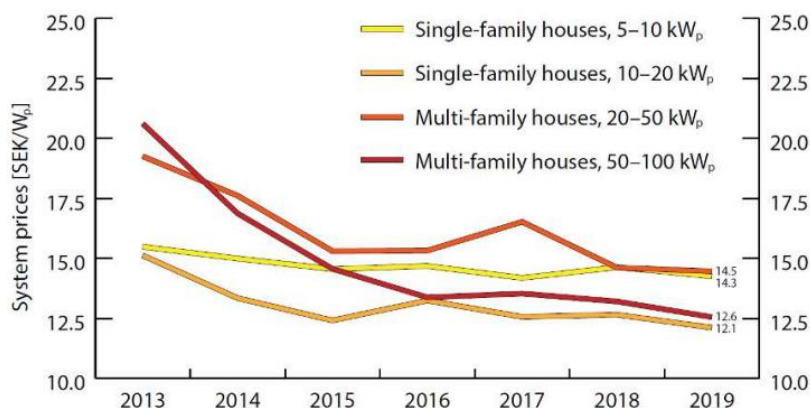
Figur 3 Optimal orientering och lutning på en solcell ³

Det finns ett stort intresse för solceller på flerbostadshus. Taken på dessa fastigheter har i många fall goda förutsättningar för en hög elproduktion: Taken på flervåningshus skuggas mindre av omgivning som träd och grannhus. Objekt på taket som skapar skuggning, exempelvis skorstenar eller fläktkåpor skapar dock vissa problem och behöver tas i beaktande vid planering av en solcellsanläggning. Finns det möjlighet att flytta dem till mer fördelaktiga lägen kan den kostnaden motiveras genom en högre elproduktion. Ett typiskt flerbostadshus har också ofta en fördelaktig lutning, mellan 15 och 30 °, vilket minskar installationskostnaden jämfört med en installation på ett tak med exempelvis 45 °. Vid jämförelse genom en LCC-kalkyl⁴ skulle den högre installationskostnaden inte garanterat vägas upp av en något högre elproduktion.

En typisk solcell som är monterad i Mellansverige producerar 900 – 1100 kWh/kWp per år. Storleken på en solpanel är cirka 6 m²/kWp och kostnaden per nyckelfärdig solcellsanläggning är cirka 14 000 kr / kWp. Se figur nedan. Med hjälp av dessa siffror har area, totalkostnad och årlig elproduktion beräknats för fem olika anläggningsstorlekar och presenteras i tabell 1 för att exemplifiera.

³ Fakta solceller | Bengts nya villablogg (bengtsvillablogg.info)

⁴ Livscykelkostnad



Figur 4 Kostnad för en nyckelfärdig solcellsanläggning beroende på systemstorlek (Wp) ⁵

Läsaren bör se dessa kostnader och årliga elproduktioner som väldigt förenklade fingervisningar. För en fullgod prisuppskattning och årsproduktion är det nödvändigt att söka egen konsultation.

Tabell 1 Approximerad area, kostnad och elproduktion från några olika systemstorlekar

Systemstorlek	Area	Kostnad	Årlig elproduktion
10 kWp	60 m ²	140 000 kr	9 000 – 11 000 kWh
20 kWp	120 m ²	280 000 kr	18 000 – 22 000 kWh
30 kWp	180 m ²	420 000 kr	27 000 – 33 000 kWh
40 kWp	240 m ²	560 000 kr	36 000 – 44 000 kWh
50 kWp	300 m ²	700 000 kr	45 000 – 55 000 kWh

Det finns några olika incitament som föreligger en investering i en solcellsanläggning. Några vanliga anledningar är att verka för ett bättre klimat genom att producera grön el, att vara mer självförsörjande och motståndskraftig mot förändringar på elmarknaden, att förbättra fastighetens miljöprofil eller energiprestanda enligt BBR, att skapa lönsamhet eller en kombination. Gemensamt för de tre senare är att en hög egenanvändning är en starkt bidragande faktor för att investeringen ska vara framgångsrik. För att förbättra fastighetens energiprestanda genom egenproducerad solet behöver elen produceras samtidigt som den används i fastigheten. För att få tillgodoräkna den egenproducerade elen till energiprestandan behöver den ombesörja uppvärmning, varmvatten, komfortkyla eller fastighetsel. Egenproducerad el som exempelvis används i lägenheterna eller till laddningsplatser får inte tillgodoräknas⁶.

För att förstå hur lönsamhet från en solcellsinvestering genereras behöver man förstå att värdet på den egenproducerade soleden är lika med värdet på den el som soleden ersätter. Alltså det man hade behövt betala ifall man köpt elen från en elhandlare. Värdet på såld solet är lägre än detta, då man i regel får ett lägre pris på den sålda elen än man får ge för den elen man köper. Det är alltså mer lönsamt att använda den producerade soleden själv, varför en hög egenanvändningsgrad skapar lönsamhet⁷.

⁵ [National Survey Report of PV Power Applications in Sweden \(iea-pvps.org\)](http://iea-pvps.org)

⁶ [Beräkning av byggnadens energiprestanda - Energideklaration - Boverket](#)

⁷ [Värde solet | Bengts nya villablogg \(bengtsvillablogg.info\)](http://bengtsvillablogg.info)

2.1.2 Gemensam el

För att räkna den egenproducerade solelen till elanvändningen i byggnaden behöver både produktion och användning vara anslutna till samma anslutningspunkt mot elnätet. Och som ovan nämnt: För att få hög lönsamheten från investering i solceller är det nödvändigt med en hög egenanvändning. Ett sätt att öka egenanvändningen är att samla hela fastighetens elanvändning i samma anslutningspunkt genom att knyta fastighetens elanvändning med lägenheternas i samma abonnemang. Detta kallas gemensam el. Att knyta all användning av el till samma anslutningspunkt och samtidigt mata densamma med egenproducerad solel möjliggör en högre egenanvändning än om solelen endast ombesörjde fastighetselen. Termen gemensam el förknippas ofta med individuell mätning och debitering (IMD). Detta system möjliggör en separat debitering av lägenhetsinnehavaren för den el som denne använder, men påverkar i sig inte egenanvändningen. Katalysatorn för en höjd egenanvändning är det gemensamma elabonnemanget.

Med gemensam el kan även den sammanlagda nätavgiften minska. Detta då en gemensam anslutning mot elnätet ger upphov till en lägre gemensam effektkostnad än summan av fler individuella abonnemang. Dessutom kan kostnaden för köpt el minska när fler medlemmar och en större elanvändare förhandlar om inköpspriset på el. Samtidigt försvinner medlemmarnas individuella möjlighet till att välja elhandlare. Dessa aspekter bör beaktas i beslutsprocessen och bör regleras i bostadsrättsföreningens stadgar.

Införande av gemensamhetsabonnemang kräver investeringar och ingrepp i byggnaden. Säkringsnivån på byggnadens elnätsanslutning och byggnadens elnätsavtal behöver ses över. Fastighetens och lägenheternas befintliga elmätare tillhör elnätsägaren och tas därför bort. Nya elmätare för lägenheterna och fastighetselen installeras, samt en lokal uppkopplad datorenhet för insamling av mätdata. Det finns leverantörer som erbjuder IMD som en tjänst där de ansvarar för att samla in data om elanvändning och fakturera lägenhetsinnehavare⁸.

2.1.3 Batterilager

Kostnaden för stationära batterier för temporär energilagring för företag, föreningar och allmänheten har minskat de senaste åren, och förväntas gå liknande väg som solcellerna: en ökad försäljning delvis till följd av implementerade ekonomiska styrmedel väntas generera en minskad investeringskostnad på sikt. Vid implementering av ett batterilager i ett flerbostadshus behöver många faktorer beaktas och tas hänsyn till. Lämpligt utrymme och brandrisk är två av dem. I ett typiskt flerbostadshus har de flesta allmänna utrymmen redan ett tillämpningsområde, exempelvis cykelrum, tvättstuga, förråd eller städskrub. För att minska installationskostnad och kabeldragning behöver valet av utrymme väljas med omsorg samtidigt som hänsyn tas till övriga tillämpningar av utrymmena. Gällande brandrisken nämner elsäkerhetsverket att placering och planering av ett batterilager också behöver göras med avseende på brandcellsindelning⁹. Enligt samma källa är brandrisken låg om installation och materialval uppfyller gällande regelverk och standarder. Brandrisken vid batterilagring är framförallt förknippad med vissa batterikemier i batterifamiljen litiumjon¹⁰. Ett tillägg till det är att brandrisken beror av vilken specifik kemisk sammansättning som batteriet har. Vid val av batteri är det nödvändigt att väga batteriets alla för- och nackdelar mot varandra.

⁸ Gustaf Grönvall, WSP

⁹ [Planera ditt batterilager | Elsäkerhetsverket \(elsakerhetsverket.se\)](https://www.elsakerhetsverket.se/planera-ditt-batterilager)

¹⁰ [Säkerhetsrisker med batterilager | Elsäkerhetsverket \(elsakerhetsverket.se\)](https://www.elsakerhetsverket.se/sakerhetsrisker-med-batterilager)

Ett batterilager har flera tänkbara användningsområden i ett flerbostadshus. Bland de vanligast omnämnda finns:

- I. Flytta produktion av el i tiden (lagra producerad el dagtid, använd lagrad el kvällstid).
- II. Kapa effekttoppar genom att ladda ur batterierna när effektbehovet är som högst.
- III. Kostnadsoptimering genom att köpa el från nätet när elpriset är lågt och använda elen från batterierna när elpriset är som högst.
- IV. På en framtida flexibilitetsmarknad sälja nättjänster som flexibel kund genom att ta emot el när effekten på nätet är för hög, och avstå från att köpa när effekten är låg.

Likt en investering i solceller finns olika anledningar till att investera i ett batterilager. Alla ovanstående användningsområden syftar på ett eller annat sätt både till att skapa värde till ägaren och att minska byggnadens belastning för elnätet. Den första genom att öka egenanvändningen av solel och de senare tre genom att antingen minska kostnader för elhandel och/eller elnätsavgift eller sälja nätstabiliserande tjänster. För att bäst lönsamhet från investeringen ska skapas är det nödvändigt att styrningen av energiflödet till och från batterilagret sker på rätt sätt, annars riskerar tillämpningen att skapa energiförluster som slår ut värdet av den temporära energilagringen¹¹. En kombination av ovanstående är alltså möjlig, men ställer större krav på tillämpad styrning. Idag tillämpas batterilager framförallt i flerbostadshus för att kapa effekttoppar (II).

2.1.4 Internt likströmsnät och mikronät

En generell definitionsskillnad mellan ett internt likströmsnät och ett mikronät görs redan i rapportens terminologi. Ett internt likströmsnät avser, i denna rapport, ett elnät som byggs inom en byggnad. Detta bryter inte mot koncessionslagstiftningen. Skillnaden mot de elsystem som idag finns i flerbostadshuset som ombesörjer både fastighetsel och hushållsel är att strömmen distribueras i form av likström snarare än växelström. Ett mikronät avser, i denna rapport, snarare ett elnät som knyter samman två eller flera byggnaders förbrukningspunkter för att möjliggöra delning av elektrisk energi. Denna typ av tillämpning bryter mot dagens lagstiftning gällande nätkoncession om det handlar om byggnader som är avsedda för boende. Det finns dock fler undantag som möjliggör mikronät för bland annat jordbruksfastigheter, skolor, industrier och sjukhus¹². Under 2020 föreslog Energimarknadsinspektionen att undantagen från denna lagstiftning skulle utökas för att möjliggöra elnät mellan byggnader som är avsedda för boende. Läs mer under rubriken *lagstiftning*.

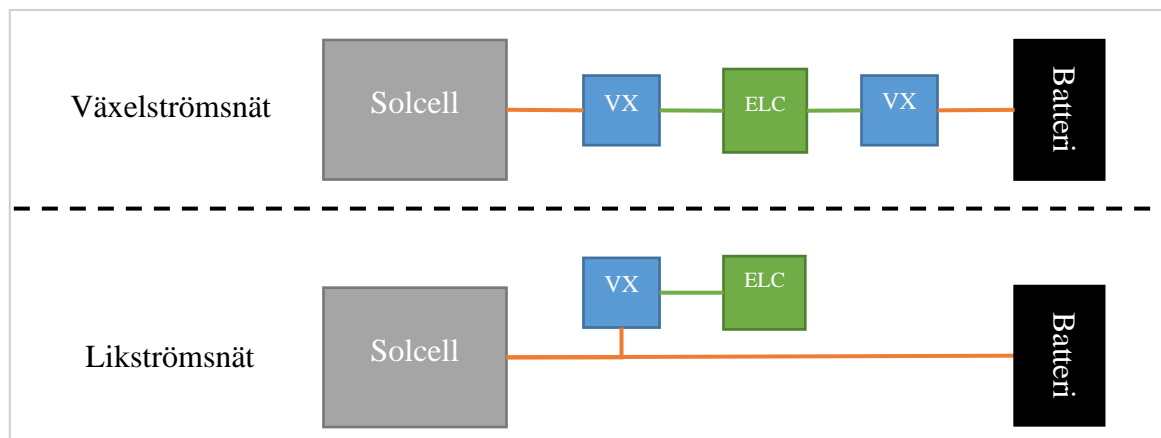
Den främsta nyttan med att möjliggöra delning mellan olika byggnader är att öka egenanvändningen av producerad solel. Detta uppnås genom att användningen av el totalt sett blir högre om förbrukningspunkterna knyts samman, och på så vis ökar sannolikheten att behovet av el matchar produktionen av densamma. En typisk tillämpning är att en byggnad har goda förutsättningar för att producera solel och en annan har ett högt behov när produktionen sker.

Att tillämpa ett likströmsnät snarare än ett växelströmsnät för ovanstående två tillämpningar skapar möjligheter för att minska antalet växelriktare när likströmsproducerande komponenter som solceller kombineras med komponenter som använder likström som till

¹¹ Gustaf Grönvall, WSP

¹² [Undantag från kravet på nätkoncession - IKN | Ei.se - Energimarknadsinspektionen](#)

exempel batterier. I framtiden finns fler tänkbara laster som enbart skulle kunna drivas med hjälp av ett likströmsnät, exempel på dessa är belysning (LED-belysning är DC) och laddningsplatser för elbilar. Mer om laster under nästkommande avsnitt. Nedanstående figur visar på ett enkelt sätt hur antalet växelriktare förändras beroende på om ett AC- eller DC-system används. När antalet DC-komponenter ökar, ökar antalet växelriktare på samma sätt.



Figur 5 Illustration av skillnaden mellan växelströmsnät och likströmsnät. (Orange linje = DC, grön linje = AC)

Omvandling av ström från AC till DC skapar energiförluster i form av värmeenergi som går till spillo i växelriktare eller likriktare. När antalet växlingar ökar, ökar också dessa förluster. Som nämnt under avsnittet om batterilager finns det en mängd olika parametrar och nyttor som styr överföringen av el till och från batterilagret. En optimal styrning av överföringen kan orsaka ett behov av ett ökat antal växlingar mellan AC och DC om inte ett likströmsnät används. Slutsatsen är att en likströmstillämpning generellt sett genererar mindre energiförluster kontra en växelströmsapplikation när antalet växlingar ökar.

2.1.5 Laster

Under tidigare avsnitt har systemkomponenter som skapar, lagrar och distribuerar elektrisk energi beskrivits. Även en katalysator för en hög egenanvändning, gemensam el, har beskrivits. Detta avslutande avsnitt om systemkonfigurationen ämnar till att beskriva de tänkbara laster som ska ta emot effekt och energi. De laster som finns i dagens byggnader är nästan uteslutande utvecklade för att ta emot AC. I takt med teknikutvecklingen har antalet laster som använder DC ökat, exempel på dessa är bärbara datorer och LED-belysning. I flerbostadshus finns många laster som kan matas både med AC och DC. Av naturliga skäl drivs dessa i regel med AC idag, då det är den strömmen som tillgänglig. I takt med att utvecklingen av interna likströmsnät går framåt är det tänkbart att efterfrågan på produkter som fläktaggregat, varvtalsstyrda cirkulationspumpar, värmepumpar och servrar i ett likströmsutförande ökar. Dessa produkter drivs redan idag med fördel av DC, men avsaknaden av DC i byggnaderna har gjort att tillverkarna har valt att utforma dem för att matas med AC. Vid en implementering av systemkonfigurationen i kombination med ett av ovanstående exempel i DC-utförande skulle idag förmodligen innebära en hög investeringskostnad som inte skulle återbetala sig, men på sikt kan det vara en möjlighet.

Elbilsaddning

I takt med att antalet elbilar ökar i samhället ökar också behovet av laddningsplatser. Det kommer vara nödvändigt att fastighetsägare kan tillhandahålla laddningsplatser för hemmaladdning i anslutning till flerbostadshus, både för att behovet finns hos de boende och för att det höjer värdet på fastigheten. Idag finns dessutom krav på att laddningsplatser ska byggas vid nybyggnation eller åtgärdsarbeten som omfattar byggnadens elektriska infrastruktur och om parkering finns belägen inom byggnaden¹³. Även om kraven i sig inte ställer krav på alla fastighetsägare ger det en indikation på hur framtiden för elbilar och laddningsplatser ser ut.

Förenklat sker hemmaladdning på två sätt idag: Antingen matas elbilen med växelström från laddboxen, och bilens on-board-charger likriktar strömmen från AC till DC. Alternativet till detta är att likrikta strömmen i en likriktare utanför bilen, och mata bilen direkt med DC. Hur och vad som är möjligt beror på elbilens utformning. Den senare formen är mer förknippad med publik snabbaddning. I framtiden är det tänkbart att det kommer finnas möjligheter att knyta den senare formen av laddning direkt till ett internt likströmsnät, men det kräver att laddboxar som både kan ta emot och sända likström finns utvecklade.

Behovet av laddningsplatser har ökat i takt med elektrifieringen av samhället, och vid en utbredd utbyggnation kommer elektrifieringen av fordonsflottan ställa krav på elnätet och eventuellt öka driftkostnader för fastighetsägare. Detta genom ett ökat energi- och effektbehov. Fastighetsägare och BRF:er kommer behöva se över och ta hänsyn till detta vid byggnation av laddningsplatser. Ett momentant ökat effektuttag gör att kostnaderna för hela fastigheten ökar. Laststyrning av elbilsaddningen är en lösning på problemet. Att styra överföringen till elbilarna på ett sådant sätt att det totala effektbehovet för byggnaden begränsas riskerar dock att elbilsaddningen blir undermålig, vilket inte heller är önskvärt. Att knyta elbilsaddningen till ett internt likströmsnät med ett batterilager öppnar upp för möjligheten att både tillgodose momentant effektbehov från byggnad och elbilsaddning utan att minska laddningshastigheten av elbilarna genom att ladda ur batterierna på ett smart sätt när effektuttaget från elnätet redan är högt.

Lastbalansering är en vanligt teknisk lösning som tillämpas när laddning sker till fler bilar samtidigt. Genom att mäta belastningen per fas i elnätet kan ström och effektöverföring fördelas till anslutna bilar på ett sådant sätt att elnätet belastas minimalt genom ett minimerat maximalt effektuttag för överföring till elbilarna.

Laststyrning

Ovan nämns fler laster som omvandlar elektrisk energi till olika former av energi, exempelvis värme, rörelseenergi och ljus. Vid produktion av värme i ett flerbostadshus finns ofta en inbyggd tröghet. Denna produktion behöver inte ske kontinuerligt eller med maximal effekt för att göra nytta, utan det finns en möjlighet att styra ner flödet av elektrisk effekt till dessa komponenter (exempelvis en värmepump) när övrigt effektbehov i byggnaden är högt. De komponenter med inbyggd tröghet kan jämföras med de som saknar, exempelvis belysning eller hissar. Att momentant styra ned effekten till dessa skulle minska användarupplevelsen av dessa markant. Genom att knyta laster som har möjlighet att styras enligt ovanstående resonemang till ett internt likströmsnät, och låta en gemensam styrenhet kontrollera effektflödet från elproducenter mellan lagring och laster i det interna nätet på ett kontrollerat sätt kan ett minimalt effektbehov från elnätet uppnås.

¹³ [Nya krav på laddinfrastruktur för elfordon i bostäder \(hsb.se\)](https://www.hsb.se/nyheter/2018/05/ny-krav-pa-laddinfrastruktur-for-elfordon-i-bostader)

2.2 Systemkonfigurationens effekter för flerbostadshuset

För att motivera en investering av den nämnda systemkonfigurationen i ett flerbostadshus är det nödvändigt att fastställa syfte och nytta med det tekniska systemet. Utan tydliga mål med installationen är det svårt att vid uppföljning urskilja vilken verklig inverkan systemet har haft på fastighetens energisystem. Några fördelar som systemkonfigurationen potentiellt kan generera för ett flerbostadshus är:

- Minskade energikostnader genom ett minskat uttag av el från elnätet
- Minskade effektkostnader genom ett minskat uttag av effekt från elnätet
- Klimatbesparing genom produktion av solel
- Lägre belastning på elnätet genom ett minskat effektbehov
- Motståndskraft mot instabilitet och variation på elnät och elmarknad
- Effektkontroll genom intern dataöverföring
- Ökade intäkter genom försäljning av solel och nätstabiliserande tjänster

En tillämpning av systemkonfigurationen innebär också en framtidssäkring genom hög teknisk nivå på byggnadens elsystem. Att minska löpande driftkostnader samtidigt som intäkter skapas möjliggör en lönsam investering. Vid lönsamhetskalkyl är det viktigt att se systemet som en helhet. Vissa systemkomponenter skapar vid en singular tillämpning nödvändigtvis ingen vidare avkastning, men tillsammans med övriga kan lönsamhet genereras. En del investeringar möjliggör en större potential för andra.

Värt att notera är från ovanstående punkter är att en utjämnad lastprofil är katalysatorn för att förverkliga effekterna.

2.3 Systemkonfigurationens effekter för elnätet

Vid en mer konventionell installation av en solcellsanläggning kopplas denna in vid fastighetens anslutningspunkt mot elnätet. Genom denna anslutningspunkt hämtar kunden nödvändig elektrisk effekt för att tillgodose fastighetens behov. Genom samma anslutningspunkt sänds sedan överskottsproduktionen av solel från solcellsanläggningen, den effekt som alltså inte kan förbrukas genom samma anslutningspunkt. När behovet av elektrisk energi och effekt ökar i anslutning till fastigheten behöver anslutningspunkten klara av att överföra mer effekt än tidigare. Vid installation av solceller finns också en potentiell risk att anslutningspunkten inte är dimensionerad för att klara av att sända fullt så mycket effekt, och av den anledningen behöver säkras upp. Kombinationen höjt internt effektbehov och en önskan om att sända överskottsproduktionen riskerar alltså att öka fastighetens och föreningens påverkan och belastning på det lokala elnätet.

Med hjälp av ett internt likströmsnät, eller mikronät, skapas alltså både en positiv effekt för föreningen genom att den maximala elektriska effekt som behöver överföras till/från fastigheten minimeras och för elnätet som helhet genom att fastighetens behov av elektrisk effekt begränsas. Mer utrymme och kapacitet finns kvar på det gemensamma elnätet. På så sätt räcker nätet till fler.

2.4 Lagstiftning

Sedan den blocköverskridande energiöverenskommelsen slöts under 2016 har arbetet mot att skapa ett helt förnyelsebart svenskt elförsörjningssystem 2040 pågått. Som en del i det arbetet har Infrastrukturdepartementet, på uppdrag av regeringen, sedan 2018 bland annat sett över regelverket för nätkoncessioner. Syftet med arbetet är att skapa ett modernt, tydligt och ändamålsenligt regelverk som bidrar till att möjliggöra omställningen till en helt förnyelsebar elproduktion (Moderna tillståndsprocesser för elnät).

Parallellt med denna översyn har Energimarknadsinspektionen sedan 2019 arbetat med att analysera vilka åtgärder som krävs för att genomföra och implementera EU:s elmarknadsdirektiv i svensk lagstiftning (Ren energi inom EU). Elmarknadsdirektivet hanterar gemensamma regler för den inre marknaden för el och påverkar bland annat regler för lokalnätsföretag, slutkundsmarknaden, aggregatorer och energigemenskaper. I båda rapporterna finns bestämmelser och författningsförändringar som föreslås träda i kraft 1 januari 2021

De hänvisade rapporterna och föreliggande utredningarna ämnar delvis till att göra det enklare för intern delning av energi, i syfte att motivera och skapa incitament för egenproduktion. Genom en hög egenproduktion och egenanvändning av elektrisk energi minskar belastningen på det svenska elförsörjningssystemet, vilket leder till ett mer robust och motståndskraftigt svenskt energisystem.

Sammanfattningsvis: Om samtliga förslag som presenterats i rapporterna införlivas i lagstiftningen kommer det bli enklare för ägare av flerbostadshus och bostadsrättsföreningar att i framtiden:

- **Få tillåtelse att bygga interna lågspänningsnät för delning av energi, ett så kallat icke-koncessionspliktigt nät.** Inom en egen fastighet och mellan byggnader, mellan produktionsenheter och mellan produktionsenhet och konsumtionsenhet, utan att anläggningarna eller byggnaderna nödvändigtvis behöver dela anslutningspunkt till koncessionspliktigt nät.
- **Skapa och bedriva energigemenskaper.** En energigemenskap är en ekonomisk förening vilken driver verksamhet inom förnybar energi och har som mål att ge sina medlemmar miljömässiga, ekonomiska eller sociala samhällsfördelar genom
 1. produktion, leverans eller förbrukning av el,
 2. aggregering eller energilagring, eller
 3. att tillhandahålla laddningspunkter för elfordon, energieffektiviseringstjänster eller andra energitjänster.
- **Sälja flexibilitetstjänster till elnätsföretagen.** En sådan flexibilitetstjänst kan exempelvis vara att avstå från att hämta elektrisk effekt från elnätet under vissa tidpunkter eller hämta mer än vad det faktiska behovet är under andra tidpunkter.

3 Exempel

Ovan beskriven teori är just det, teori. Det är den bakomliggande förklaringen till hur systemet kan se ut och vilken funktion det kan fylla. Vilken mognadsgrad tekniken har är en stor faktor inför en investering. I detta avsnitt kommer exempel på tillämpningar av systemkonfigurationen i ett flerbostadshus presenteras. Två bostadsrättsföreningar som, av olika anledningar, har valt att implementera tekniken i sina byggnader har intervjuats och besökts för att hämta lärdomar och erfarenheter. De två bostadsrättsföreningarna är Dragonen från Märsta och Fruängsporten från Hägersten. För att nämna några andra fall från verkligheten finns pilotprojektet Eksta Bostads AB¹⁴ och testprojektet Brf Kontrollanten i Karlstad.

3.1 BRF Dragonen

Dragonen är en ren bostadsrättsförening om 180 lägenheter och finns belägen i Märsta, Uppland. Föreningen består av 6 fastigheter som finns på Sätunavägen 19 – 24. Initialt var styrelsen intresserad av att begränsa föreningens förbrukning av fjärrvärme för att minska föreningens och medlemmarnas gemensamma energikostnader. Tidigare uppgick kostnaderna för fjärrvärme till cirka 20 % av föreningens totala kostnader. Intresset uppkom efter en genomförd energikartläggning och för att åstadkomma minskade värmekostnader valde föreningen att ta rådgivning. Denna rådgivning gavs i form av en sammansatt arbetsgrupp där några föreningsmedlemmar ingick tillsammans med en totalentreprenör inom energi.

Ett förslag som identifierades intressant för arbetsgruppen var en konvertering av fastighetens värmetillförsel från enbart fjärrvärme till en kombination fjärrvärme/bergvärme. Nyttan i denna kombination finns i att höga fjärrvärmekostnader vintertid undviks samtidigt som dess låga kostnader under sommarhalvåret utnyttjas. Konverteringen innebär ett minskat fjärrvärmebehov, men samtidigt skapas ett ökat behov av elektricitet under vinterhalvåret. För att komplettera detta ökade behov av elektricitet började arbetsgruppen utreda möjligheterna till att inkludera solceller som en systemkomponent. Genom att producera delar av elbehovet som värmepumparna kräver kan ytterligare kostnadsbesparingar göras.

För att knyta samman produktion och användning av elektricitet identifierades ett internt likströmsnät som ett systemval med stor potential. Som tidigare nämnt är laststyrning och kontroll av interna effektflöden en nytta med ett internt likströmsnät. Genom att direkt knyta samman solcellsanläggningen med interna laster underlättas effektöverföringen mellan komponenterna, och en mindre effekt behöver matas ut på elnätet. På så sätt har alltså föreningen undvikit att säkra upp sin fastighet trots ett ökat effektbehov och produktion av solel. Detta leder i sin tur även till att de gemensamma kostnaderna för elektricitet har begränsats. En implementering av gemensam el förstärker dessa effekter genom en hög egenanvändning av producerad solel. Sammanlagt har föreningen 6 elcentraler och lika många abonnemang.

¹⁴ [Optimering av solelnytta genom smart mikronät och brukare - Bebostad](#)

Föreningen har avtal med HSB som förvaltare med ansvar över byggnadernas energianvändning. Efter en kort analys av byggnadernas energianvändning före och efter installationen av solceller, likströmsnät och värmepumpar framgår det att mängden köpt el från elnätet har minskat. Detta trots installationen av värmepumparna. Även fjärrvärmebehovet har minskat markant. I data från solcellsanläggning och försäljningsabonnemangen går det att se en låg försäljning av solel, vilket är en indikation på hög egenförbrukning. Ur ett helhetsperspektiv anser HSB att systemkonfigurationen har påverkat fastighetens energianvändning positivt.

Som i ett ytterligare led i sitt energiarbete planerar föreningen att genomföra energieffektiviserande åtgärder för att minska fastighetens värmebehov. Exempel på dessa åtgärder är tilläggsisolering av fasad och byten av fönster.

Faktaruta

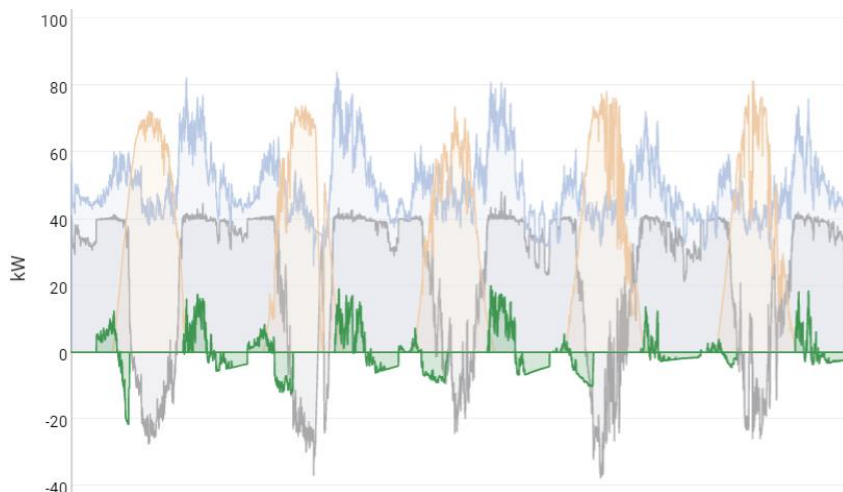
Systemkomponent	Utformning
Solcellsanläggning	Ja, 844 paneler med en total årlig elproduktion om cirka 255 000 kWh.
Gemensam el	Ja.
Batterilager	Nej.
Likströmsnät	Ja, som styrs för att solelen ska göra störst ekonomisk nytta.
Laster	Bergvärmepumpar (52 kW) med en energitäckning om cirka 90 % av byggnadernas värmebehov.

3.2 BRF Fruängsporten

BRF Fruängsporten är en ren bostadsrättsförening med 88 lägenheter i Fruängen utanför Stockholm. Fastigheten som föreningen förvaltar består av två byggnader som stod färdiga 2014. Trots att det är en ung förening och byggnad, och således med hög standard vad det gäller energianvändning och teknisk utformning, valde föreningen att i två led under 2017 och 2018 först investera i solceller och vidare även i ett batterilager med styrning från Ferroamp. Incitamenten som ligger bakom installationen i Fruängsportens byggnader är möjligheten till att bidra till samhällets energiomställning genom att energioptimera fastighetens energiförsörjning. Föreningens styrelse ser investeringen i solceller, likströmsnät och batterilager som långsiktig fastighetsförvaltning och förädling av byggnaden, som både skapar långsiktig hållbarhet och ett ökat fastighetsvärde. Resultatet av en vision om en miljömässigt bra insats för samhället. Att det dessutom minskar löpande energikostnader för de boende ser föreningen som en bonus.¹⁵

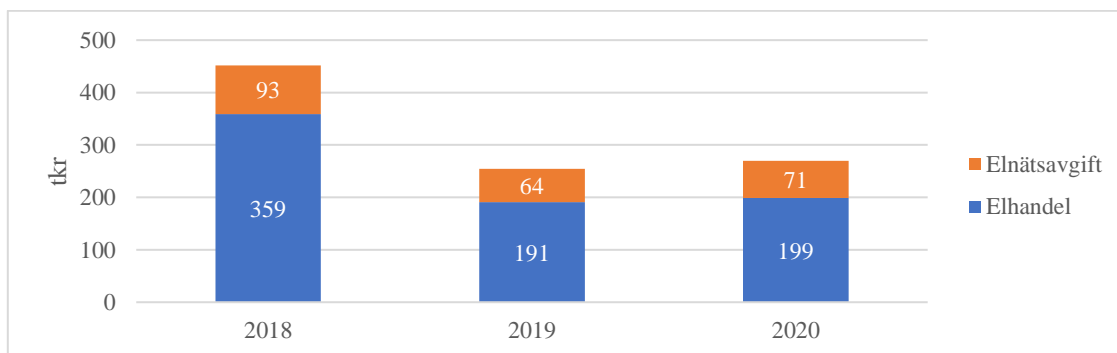
Figur 6 visar hur systemet fungerar och praktiskt utjämnar effektuttaget från elnätet, den grå linjen. Den blå linjen illustrerar hela fastighetens elanvändning. I takt med att produktionen från solcellsanläggningen ökar, går det att se hur batterierna laddas upp (grön linje) efter att ha laddats ur under de tidiga morgontimmarna, när elanvändningen har gått upp. Under kvällen, när elanvändningen, och effektbehovet, från lägenheterna går upp laddas batterierna ur för att hålla effektuttaget från elnätet på en låg nivå. Under natten, när elanvändningen åter är på en låg nivå kan batterierna återigen laddas upp, men med el från elnätet snarare än solcellsanläggningen, för att batterierna ska vara redo att fungera som effektreserv under de tidiga morgontimmarna.

¹⁵ <https://www.byggastockholm.se/2020/06/03/foreningens-nya-energyhub-en-vinst-for-alla-och-miljon/>



Figur 6 Solelproduktion (Gul), effektöverföring till och från batterilager (Grön), effektbehov från byggnaden (Blå) och effektuttag från eller försäljning till elnätet (Grå).

Genom installationen av solceller och batterilager har föreningen lyckats minska sina gemensamma kostnader för elhandel och elnätsavgift. Från 2018 har de gemensamma kostnaderna minskat från cirka 450 tkr/år till 260 tkr/år, se figur 7 nedan, vilket innebär en total årlig genomsnittlig besparing om 42 procent. Med hjälp av batteriet har kapning av effekttoppar minskat effektavgiften med 33 procent i genomsnitt. Föreningens styrelse menar att dessa kostnadsbesparingar genererar en avkastning på investeringen om 6 – 7 procent och en återbetalningstid på 15 år. Att föreningen har kunnat göra en nedsäkring av den ena byggnadens anslutning till elnätet har också bidragit till de minskade elnätsavgifterna.



Figur 7 Kostnader för elhandel och elnätsavgift 2017 – 2020¹⁶

Faktaruta

Systemkomponent	Utformning
Solcellsanläggning	Ja, 150 kWp i sydlig, östlig och västlig riktning
Gemensam el	Ja
Batterilager	Ja, ett batteri med en total lagringskapacitet om 86 kWh
Likströmsnät	Ja, mellan solcellsanläggning och batterilager
Laster	Inga andra laster kopplade till likströmsnätet

¹⁶ Siffrorna är inte årsvis indexjusterade

4 Förstudie

Syftet med förstudien var att följa processen från start, för att hämta lärdomar och erfarenheter från ett verkligt fall. Genom att utvärdera förstudiens resultat var förhoppningen att kunna kartlägga vilka de fördelaktiga förutsättningarna är, hur de beror av varandra och vilken inverkan de har på effekterna från systemkonfigurationen. Förstudien genomfördes av WSP på uppdrag av ESSE. Föreningen, Riksbyggen Brf Kungsfågeln 3 (K3) i Västerås, var föremål för förstudien. Föreningen identifierades genom att de sökt investeringsstöd för solceller. Intresset för solceller hos K3 hade väckts i samband med planeringen av det takbyte som Riksbyggen i Västerås som förvaltare påbörjade under våren 2020.

Förstudien omfattade en teknisk-ekonomisk studie för att bedöma möjligheter och potential för en systemkonfiguration innehållandes solceller, batterilager, internt likströmsnät samt last- och driftstyrning. Förstudiens resultat ämnade till att utgöra beslutsunderlag för K3 att använda vid investeringsbeslut och behövde därför också leverera potentiell kostnadsbesparing utöver den tekniska analysen. Vidare ämnade förstudien att utreda och analysera

- elbehovet i aktuella byggnader,
- byggnadernas byggnadstekniska förutsättningar,
- lämplig dimension på en solcellsanläggning med avseende på elproduktion, egenanvändningsgrad och topp effekt,
- lämplig dimension på ett batterilager med avseende på energikapacitet, effektkapacitet och olika affärsmodeller och
- utformning av ett mikronät.

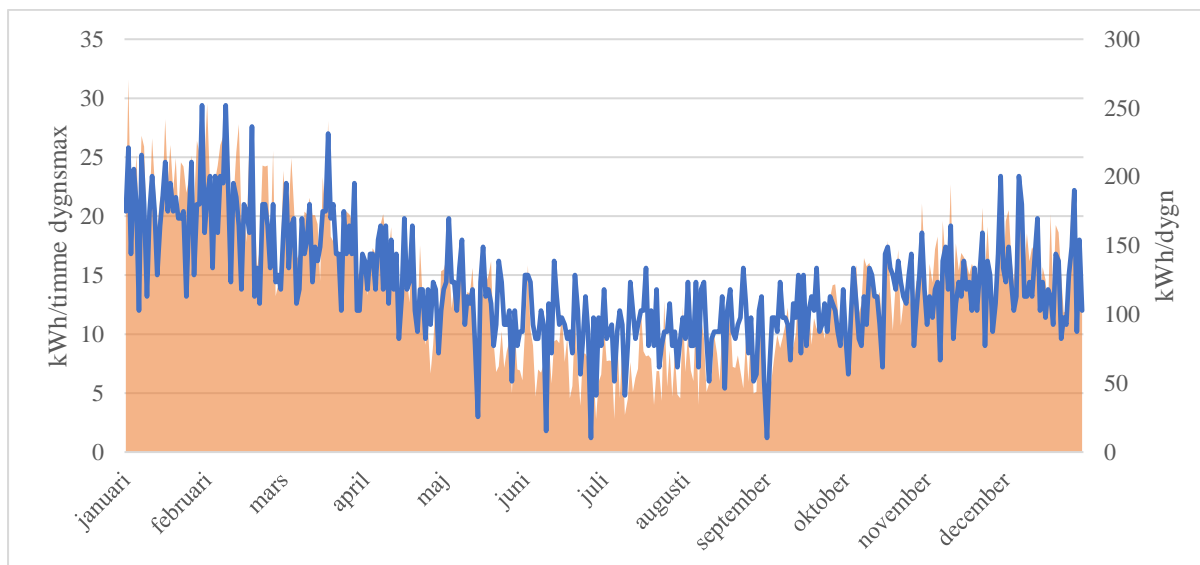
4.1 Förutsättningar

Fastigheten består av fyra byggnader med tre våningar, se figur 12. I byggnaderna finns totalt 96 lägenheter, gemensamma serviceutrymmen, förråd och cykelrum. I hus 1 finns en gemensam tvättstuga. Varje byggnad har ett abonnemang för fastighetsel och varje lägenhet har sitt eget abonnemang för hushållselen. Nedan presenteras en tabell som beskriver användningen av fastighetsel 2019 och vilken typ av abonnemang som är knutet till respektive hus. Föreningen ligger inom Mälarenergis stadsnät och handlar även elektriciteten från dem.

Tabell 2 Elanvändning och abonnemangstyp för K3

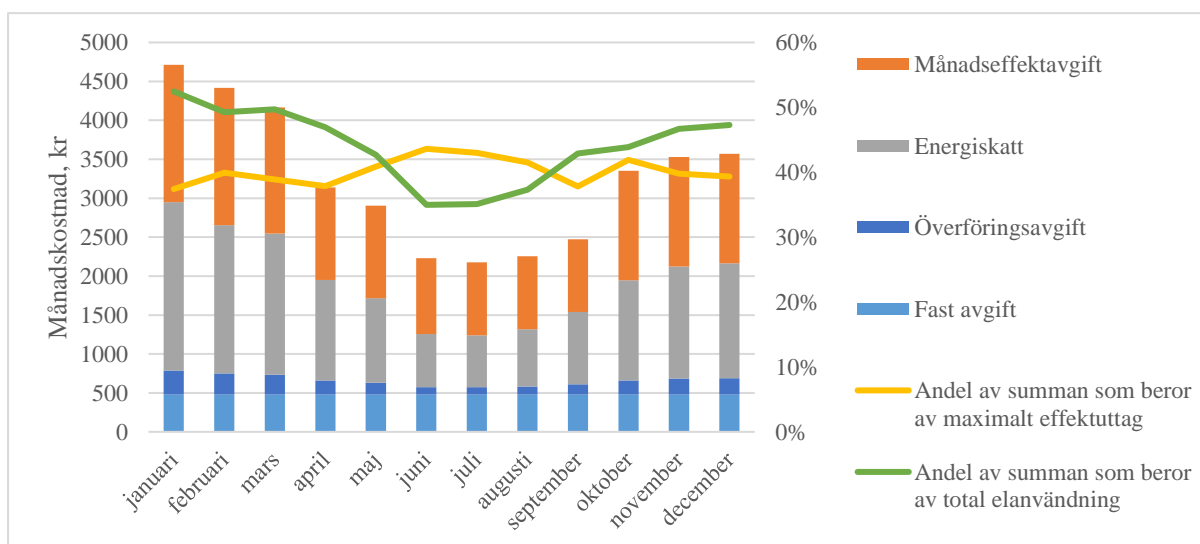
Hus	Elnätsabonnemang	Elanvändning 2019
1	Effektabonnemang	44 205 kWh
2	Säkringsabonnemang, 16 A	7 265 kWh
3	Säkringsabonnemang, 25 A	4 485 kWh
4	Säkringsabonnemang, 16 A	10 204 kWh

Tabellen visar hur tvättstugans placering (i hus 1) tydligt skapar en högre elanvändning i denna byggnad jämfört med de övriga. Fastighetens parkeringsplatser som har försetts med ett motorvärmarruttag är anslutna mot elcentralen i hus 1 vilket också kan förklara en högre årsvis elanvändning. I figur 8 presenteras elanvändningen för hus 1. På vänster axel visualiseras den timme under dygnet som hade högst elanvändning (blå linje) och på höger axel total elanvändning per dygn (orange area).



Figur 8. Elanvändningen för hus 1 under 2019. Den blå linjen visar varje dygns timvis högsta elanvändning på vänster axel. Den orangea arean visualiserar dygnets sammanlagda elanvändning, höger axel.

Månadens högsta timvisa elanvändning (blå linje är det som kallas månadseffektavgift. I Mälarenergis effektabonnemang består totalkostnaden per månad av fast avgift (477 kr/mån), överföringsavgift (0,05 kr/kWh), månadseffektavgift (60 kr/kW)¹⁷ och energiskatt (0,353 kr exkl. moms)¹⁸. Elanvändningen som presenteras i figur 7 visar hur total daglig elanvändning och den timvis högsta elanvändningen varierar för hus 1 under 2019. Ur figuren går det att urskilja en avvikelse under sommarmånaderna juni – september. Relativt sett sjunker elanvändningen per dygn mer än vad det maximala effektuttaget gör. Detta går även att visualisera genom att studera månadskostnaden, se figur 9.

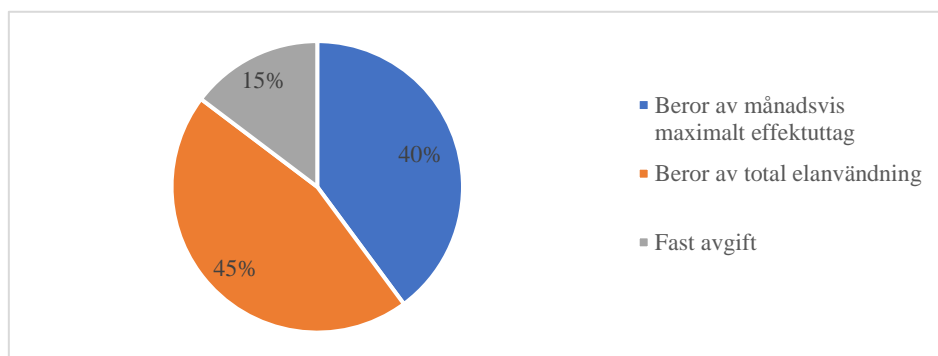


Figur 9 Elnätstkostnader för hus 1 under 2019 fördelat per kostnadspost. Den gula linjen beskriver hur andelen av summan som orsakas av månadseffektavgift varierar under året.

¹⁷ [Priser effektabonnemang | Mälarenergi \(malarenergi.se\)](https://www.malarenergi.se/priser-effektabonnemang)

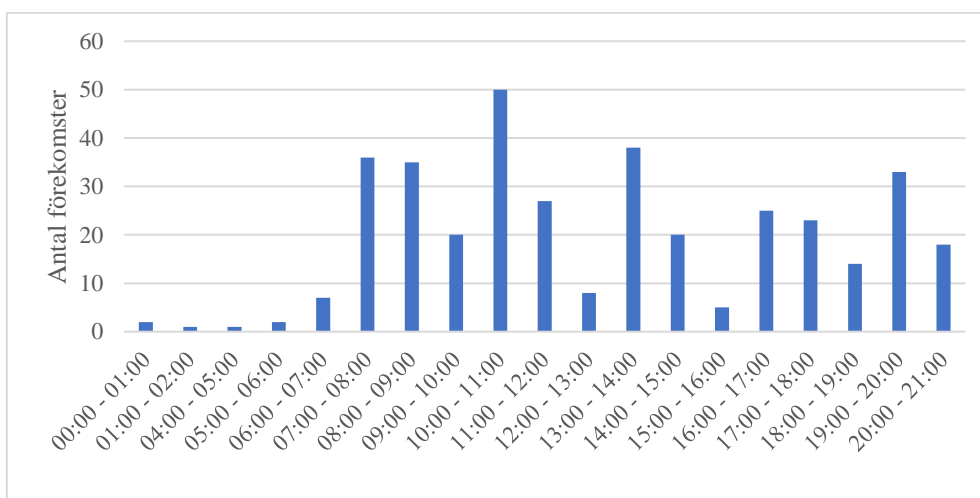
¹⁸ [Höjd energiskatt från 1 januari 2020 | Energimarknadsbyrån \(energimarknadsbyran.se\)](https://www.energimarknadsbyran.se/hojd-energiskatt-fran-1-januari-2020)

Den gula linjen i figur 9 visar hur andelen av kostnaden som beror det maximala effektuttaget ökar under sommarmånaderna. I syfte att minimera elnätskostnaderna finns det alltså ett underlag som försvarar argumentet om att använda ett batterilager för att minska effekttopparna i första hand och öka egenförbrukningen av solceller i andra hand under sommaren när elproduktionen är hög. Under vintermånaderna är kostnaderna som beror av den totala elanvändningen högre relativt sett. På årsbasis fördelas kostnaderna enligt figur 10.



Figur 10 Årsvis fördelning av elnätskostnader per beroendefaktor

Vid takomläggningar utvärderar ofta Riksbyggen som förvaltare om en solcellsanläggning är av intresse. Vidare krävs det dock ett intresse och engagemang från fastighetsägaren för att vilja investera. I fallet K3 finns intresset med minskade driftkostnader och skapad klimatnytta som incitament. En solcellsanläggning skulle även öka föreningens attraktionskraft. I linje med det senare har föreningen även ansökt om investeringsstöd¹⁹ för byggnation av sex laddningsplatser för elbilar. Dessa planeras att anslutas till elcentralen i hus 1, vilket ytterligare skulle öka elanvändningen i huset. Hur det maximala effektuttaget månadsvis förändras beror på hur och när elbilarna laddas, och om lastbalansering tillämpas eller inte. Men klart är att husets elanvändning kommer förändras vid en installation av laddningsplatser för elbilar.

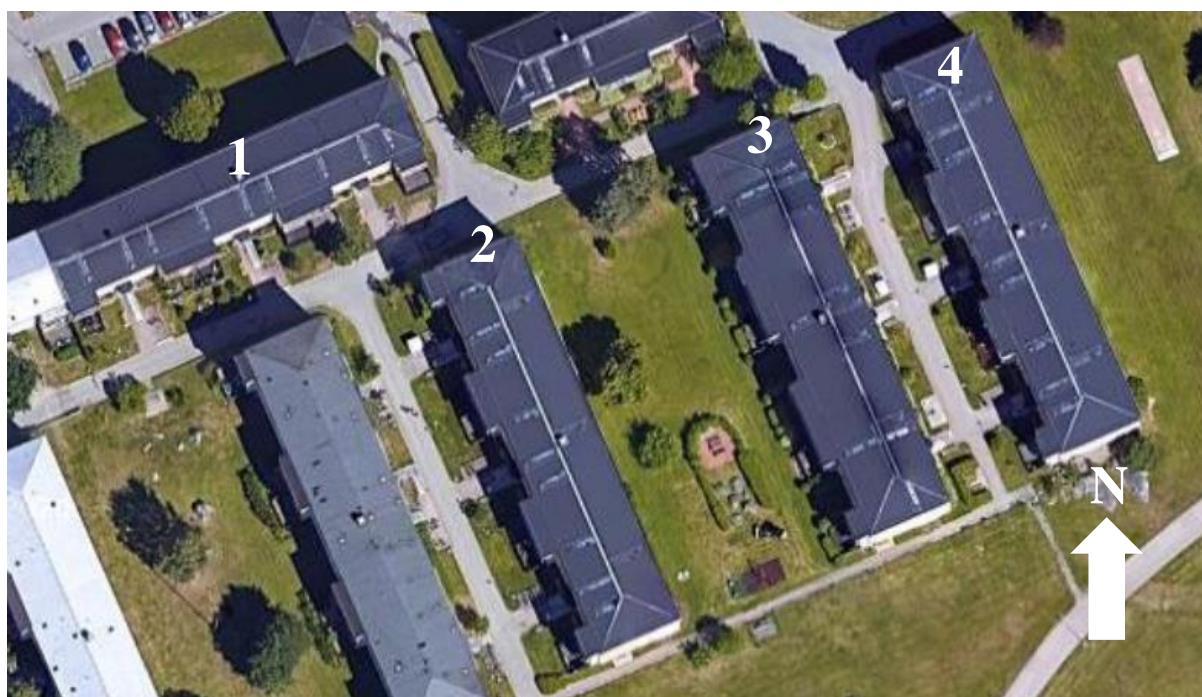


Figur 11 Spridning av under vilken tid på dygnet som dygnets hösta elanvändning uppstod under 2019.

¹⁹ [Laddstation för bostadsrättsföreningar och samfälligheter - Naturvårdsverket \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)

I figur 11 illustreras de timmar under vilka dygnens högsta effektuttag uppstod under 2019. För att elbilsaddningen inte ska belasta det maximala effektuttaget behöver bilarna laddas utanför dessa. Exempel på märkeffekt per laddningsplats är 3,7 kW och en uppskattad elanvändning till dessa är 6 kWh/dag²⁰. I de simuleringar som genomfördes under förstudien ansattes detta som en parameter i beräkningarna vilket höjde elanvändningen för hus 1 med motsvarande.

Taken är konstruerade med takstolar i trä och belagt med plåt. Vid den stundande renoveringen av taken kommer de istället beläggas med papp. Takens lutning är cirka 13 °. I figuren går det att se hur hus 1 har ett tak, med avseende på azimut, som är mer lämpligt för att bygga solceller på än hus 2, 3 och 4. På hus 1 beräknas en optimal solcellsanläggning kunna placeras i 158 ° Syd/Sydväst medan på hus 2 – 4 är densamma 248 ° Väst/Sydväst. Utifrån figur 3 i teoriavsnittet går det direkt att se en skillnad i förväntad årsproduktion från solcellerna relativt den optimala placeringen (rakt söderläge, 35 - 45°). En solcellsanläggning på hus 1 skulle kunna producera 89 – 92 procent av det optimala medan en på hus 2 – 4 skulle generera 84 – 85 procent. Total möjlig solcellsarea beräknas till 540 m² vilket skulle generera en maxeffekt om 105 kWp.



Figur 12 Riksbyggen Brf Kungsfågeln 3 i Västerås

²⁰ Gustaf Grönvall, WSP

4.2 Resultat från förstudie

Förstudien renderade i fyra scenarion med olika systemkonfigurationer enligt nedanstående. Omfattningen på systemkonfigurationerna tilltar för varje scenario. Dessa scenarion utvärderades vidare utifrån teknisk implementering och ekonomisk avkastning.

- Scenario 1: En solcellsanläggning och ett batterilager på hus 1.
- Scenario 2: Gemensamhetsabonnemang, IMD, fyra separata interna likströmsnät med en solcellsanläggning per byggnad. Inga batterilager inkluderas.
- Scenario 3: Gemensamhetsabonnemang, IMD, fyra separata interna likströmsnät med en solcellsanläggning och ett batterilager per hus.
- Scenario 4: Gemensamhetsabonnemang, IMD samt en solcellsanläggning och ett batterilager per hus som alla är sammankopplade i ett gemensamt mikronät som sammanbinder byggnaderna.²¹

I tabell 3 beskrivs systemkonfigurationen mer ingående för vardera scenario. Enligt förstudierapporten rekommenderas K3 att bygga solcellerna längs taklutningen för att minska installationskostnaden och undvika ett bygglovsförfarande. Utrymmen för batterilager finns i samtliga byggnader. I simuleringarna användes och styrdes batterierna för att fylla fyra syften beroende på byggnadens elanvändning: öka egenanvändningen av solel, reducera effekttoppar, elkostnadsoptimering (köpa när det är billigt, sälja när det är dyrt) och flexibilitetstjänster. De senare två presenterades som potentialer snarare än faktiska resultat i förstudierapportens resultatavsnitt.

Tabell 3 Systemkonfigurationerna

	Hus	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Gemensam el och IMD	1 - 4	Nej	Ja	Ja	Ja
Elnätsabonnemang	1	Effekt	Effekt	Effekt	Effekt
	2	Säkring	Effekt	Effekt	Effekt
	3	Säkring	Effekt	Effekt	Effekt
	4	Säkring	Effekt	Effekt	Effekt
Solcellsanläggning installerad effekt	1	13 kWp	11 kWp	19 kWp	19 kWp
	2	-	10 kWp	16 kWp	16 kWp
	3	-	10 kWp	17 kWp	17 kWp
	4	-	12 kWp	19 kWp	19 kWp
Solcellsanläggning, årlig elproduktion	1	11 500 kWh	9 800 kWh	16 800 kWh	16 800 kWh
	2	-	7 900 kWh	12 600 kWh	12 600 kWh
	3	-	7 900 kWh	13 400 kWh	13 400 kWh
	4	-	9 500 kWh	15 000 kWh	15 000 kWh
Batterilager, energikapacitet	1	15 kWh	-	23 kWh	
	2	-	-	15 kWh	25 kWh
	3	-	-	15 kWh	
	4	-	-	15 kWh	
Batterilager, effektkapacitet	1	12 kW	-	12 kW	
	2	-	-	12 kW	24 kW
	3	-	-	12 kW	
	4	-	-	12 kW	

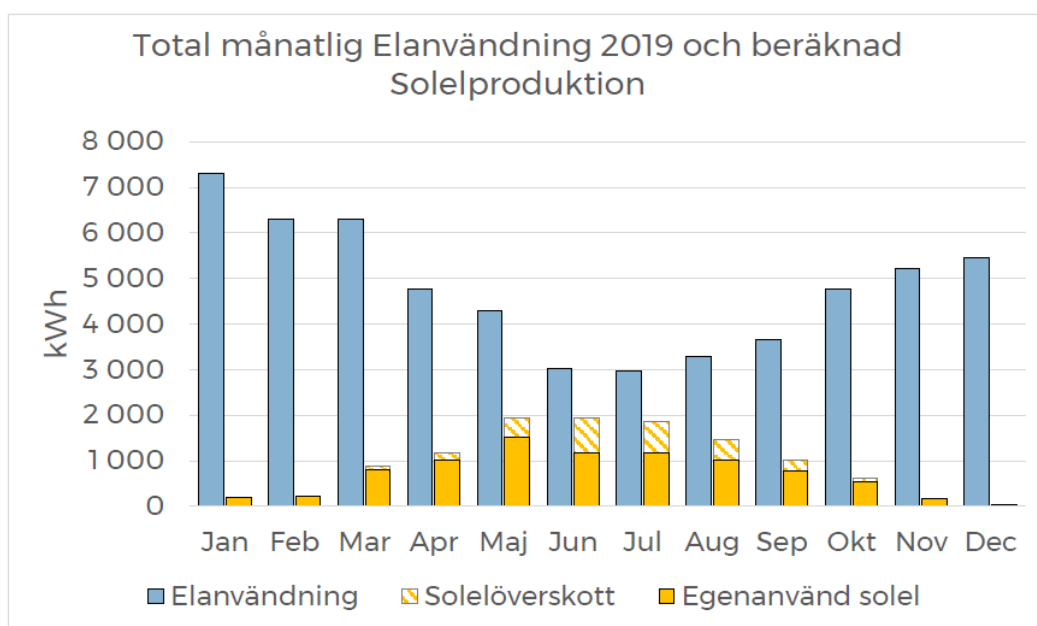
²¹ Värt att notera: Scenariona är omdöpta från förstudierapporten.

Några grundläggande parametrar som låg till grund för resultaten från simuleringar och lönsamhetsberäkningar presenteras nedan. Samtliga återfinns i förstudierapportens bilaga 8.

Tabell 4 Parametrar för lönsamhetsberäkningar

Elpris	1,2 kr
Värde såld el	0,3 kr
Kalkylperiod	30 år
Kalkylränta	3 %
Investeringskostnad solcellsanläggning	13 000 – 14 000 kr/kW
Driftkostnad solcellsanläggning	4 000 kr/år
Kostnad växelriktarbyte efter 5 år	1 500 kr/kW
Investeringskostnad batterilager	8 000 – 9 000 kr/kWh
Teknisk livslängd batterilager	20 år

I figur 13 presenteras resultaten från solcellssimuleringen av scenario 1, där en solcellsanläggning placerats på taket till hus 1. I figuren går det att se att trots att den månadsvisa elproduktionen från solcellerna underskrider den månadsvisa elanvändningen kan inte all elproduktion tillgodogöras i byggnaden, utan en viss andel måste säljas till nätet. Enligt resonemangen i teoriavsnittet missgynnar detta den totala lönsamheten från investeringen då värdet på såld el är lägre än värdet på egenanvänd solel.



Figur 13 Resultat från solcellssimulering av Scenario 1 kompletterat med elanvändningen för hus 1.²²

²² Gustaf Grönvall, WSP, Förstudierapport

I tabell 5 och 6 presenteras resultaten från lönsamhetsberäkningarna i sin helhet. I den föregående presenteras resultaten inklusive batterilager och i den senare utan. I förstudierapporten redovisas lönsamhetskalkylerna mer djupgående. Bland annat med särskiljning av batterilager och solcellsanläggning. Speciellt värt att notera från förstudierapporten: Ingen av batterilösningarna genererade en återbetalningstid kortare än den tekniska livslängden som enskild lösning²³, därav särskiljningen mellan tabell 5 och 6. Detta trots att de ökade egenanvändningen av solceller och i stor utsträckning kunde användas till att reducera effekttoppar. Som tidigare nämnt användes inte elkostnadsoptimering eller försäljning av flexibilitetstjänster som en faktisk parameter vid lönsamhetskalkylerna.

Tabell 5 Resultat från scenarioanalys exkl. batterilager

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Årligen producerad solceller	11 500 kWh	35 100 kWh	57 800 kWh	57 800 kWh
Total egenanvändningsgrad	75 %	98 %	88 %	90 %
Total investeringskostnad²⁴	168 tkr	1 286 tkr	1 307 tkr	1 524 tkr
Kostnadsbesparing	9,3 tkr	145 tkr	164 tkr	169 tkr
Rak återbetalningstid exkl. batterilager	18	7	8	9

Tabell 6 Resultat från scenarioanalys inkl. batterilager

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Årligen producerad solceller	11 500 kWh	35 100 kWh	57 800 kWh	57 800 kWh
Reducerade effekttoppar genomsnitt	7,2 kW/mån	-	21 kW/mån	11,5 kW/mån
Total egenanvändningsgrad	90 %	-	89 %	94 %
Total investeringskostnad	298 tkr	-	1 907 tkr	1 739 tkr
Kostnadsbesparing	15,8 tkr	-	187 tkr	179 tkr
Rak återbetalningstid inkl. batterilager	19	-	11	10

Utifrån ovan presenterade resultat och vidare analys rekommenderas slutligen K3 att avvakta med en investering i ett batterilager. Detta med bakgrund av att ingen lönsamhet från den investeringen identifieras i något av scenarierna. Trots en ökad egenförbrukning och reducerade effekttoppar ökar inte kostnadsbesparingen tillräckligt för att motivera den ökade installationskostnad som batterilagret innebär. En investering i en solcellsanläggning på samtliga byggnader anses som en god investering både med avseende på klimatnytta och kostnadsbesparingar. IMD och gemensamhetsabonnemang beskrivs som väldigt nyttiga systemkomponenter som möjliggör hög egenanvändning av solceller.

I tabell 5 och 6 presenteras även den totala mängden producerad solceller från solcellsanläggningarna. Dessa presenteras för att förtydliga att klimatnyttan ökar i takt med storleken på solcellsanläggningen, trots att lönsamheten försämras. Den klimatnytta som batterilagret delvis genererar presenteras i form av den genomsnittligt reducerade effekttoppen. Lägre effekttoppar gör att mindre krav ställs på det anslutna elnätet samtidigt som kostnaderna minskar. Det sista scenariot, scenario 4, anses inte ge någon betydande nytta för fastigheten i dagsläget. I en framtid där kostnaden för batterilager och mikronät minskar och inkomst från elkostnadsoptimering och försäljning av flexibilitetstjänster ökar kan detta dock förändras. Det kan alltså finnas fördelar med att vara förberedd för en sådan ombyggnation i framtiden.

²³ Enligt Förstudierapporten skapas en rak återbetalningstid längre än batteriets tekniska livslängd när batteriets kostnad enbart ställs emot den kostnadsbesparing som denna själv skapar.

²⁴ Har beräknats utan något investeringsstöd för solceller eller batterier

4.3 Kommentarer från Riksbyggen

Efter presentationen ombads Riksbyggens representant besvara några frågor gällande hans syn på och tankar kring solceller, batterilager och likströmsnät efter förstudien. Nedan följer en transkription av frågor och svar.

Vilka byggnadstekniska och installationstekniska förutsättningar krävs för att du ska identifiera energilagring av solel ska vara intressant för ett flerfamiljshus?

Riksbyggens representant menar att en grundläggande förutsättning för installation av en solcellsanläggning är ett intresse från föreningen. Ibland finns redan intresset, men ibland är det Riksbyggen som får agera drivande i solcellsfrågan. Riksbyggen agerar drivande i de fall där solcellsanläggningen anses vara en god systemkomponent med avseende på föreningens elanvändning och byggnader.

Vid de tillfällen som underhållsåtgärder som takomläggning eller liknande undersöker Riksbyggen alltid om solceller är intressant. I ett motsatt läge, där föreningen kommer med intresset stöttar Riksbyggen snarare i en analys av den övriga byggnadstekniken. Kanske är det lämpligt att byta taket i förtid innan solcellsanläggningen byggs?

Än så länge tror inte Riksbyggens representant att ett batterilager är intressant med bakgrund av den låga lönsamheten och föreningarnas fokus på investeringarnas återbetalningstid.

Från en fastighetsägare eller BRF:s synvinkel, vilka incitament tror du krävs för att de ska våga investera i denna teknik?

Som ovan nämnt, är uppfattningen att den ekonomiska aspekten är den som spelar störst roll. I det fall där en engagerad styrelsemedlem driver frågan kan incitamenten vara annorlunda.

Riksbyggen har ett stort ansvar att driva frågan för att föreningarna ska välja miljövänliga och hållbara alternativ. Vid nybyggnation finns alltid solceller med i projekten.

Hur är intresset inom riksbyggen som fastighetsförvaltare för tekniken och tror du att den kommer förändras i framtiden?

Riksbyggen står för ett långsiktigt och miljövänligt fastighetsförvaltande och verkar för att föreningarna ska göra detsamma, även om det ibland kan vara svårt. Ibland kan det vara föreningens medlemmar som sätter gränserna för vad som är möjligt att genomföra, och ibland är det tekniska eller ekonomiska faktorer som spelar in. Som i fallet med mikronät är det idag lagen som sätter begränsningen. För Kungsfågeln 3 är det den ekonomiska aspekten som förmodligen sätter gränsen för installationen av ett batterilager.

Övriga, fria, kommentarer gällande solel och batterier?

Det är en spännande och intressant teknik. En rädsla finns för att allmänheten, eller den tänkta slutanvändaren av tekniken, avstår från en investering i närtid för att utvecklingen går fort fram med motiveringen att invänta teknikens nästa steg. Om alla tänker så avstannar utvecklingen. Några behöver gå före och visa vägen.

5 Förutsättningar

Detta avsnitt ämnar till att, med hjälp av föregående avsnitt, *Teori, Exempelfall* och *Förstudie* kondensera ner de grundläggande förutsättningar som gör solceller, batterilager och likströmsnät intressant för ett flerbostadshus. Analysen tar hänsyn till byggnadens utformning, de ingående systemen och diskuterar övriga faktorer som spelar in. Avsnittet ska inte ses som någon form av facit, utan är författarens egen analys. Avslutningsvis presenteras de incitament som driver fastighetsägare och föreningar till investering.

För att en systemkonfiguration med solceller och batterilager som sammankopplas med ett likströmsnät ska vara möjligt och intressant för ett flerbostadshus finns det några grundläggande byggnadstekniska förutsättningar som fastighetsägaren eller BRF:en behöver förhålla sig till. Utan de grundläggande förutsättningarna finns det risk för att en installation inte genererar önskad nytta. För att på bästa sätt analysera om byggnaderna har rätt förutsättningar kan fastighetsägaren med fördel ta stöd av energi- och klimatrådgivaren, en konsult eller av en installatör. Nedan presenteras några av de viktigaste förutsättningarna.

5.1 Intresse

För att en installation ska vara möjlig behöver ett naturligt intresse och driv finnas hos fastighetsägaren eller föreningens styrelse. För att driva igenom en implementering och därmed först identifiera om rätt förutsättningar finns gällande behov och möjligheter är ett genuint intresse för tekniken och byggnaderna finnas. Utan ett reellt intresse och engagemang riskeras projektets förverkligande. Att förankra idéer och visioner hos medlemmar, boende och ledning ökar sannolikheten för ett genomförande. Intresset i sig kan drivas och skapas av både ekonomiska och klimatmässiga skäl. Inget är mindre värt än det andra.

5.2 Behov

Med ett stort intresse men utan behov riskerar projektet att bli mer av en hobby snarare än generera reell nytta för byggnadernas energisystem. Behovet skapas av olika anledningar: Boenden kan uppleva att elkostnaderna (både egna och gemensamma) är för höga. Byggnaden kan ha en för dålig energiprestanda och solelproduktion ses som en möjlighet att förbättra den. Fastighetsägaren och föreningen kan ha vissa hållbarhetsmål och visioner om en grön elanvändning. Genom minskad energi- och effektanvändning kan vidare behovet av minskade energikostnader analyseras. För att utvärdera och se över om behovet finns med avseende på energi- och effektanvändning kan det vara bra att studera fastigheten med enligt följande:

- **En elanvändningsprofil som möjliggör hög egenanvändning**

För att lönsamhet ska skapas från solcellsanläggningen är det fördelaktigt om elanvändningen i byggnaden överensstämmer med solelproduktionen. På så vis ökar den möjliga egenanvändningen. För att förbättra elanvändningsprofilens matchning mot solelproduktionen kan *gemensamhetsabonnemang*, *batterilager* och *mikronät* (i framtiden) användas. I byggnader med en hög elanvändning när solelproduktionen är som störst (där exempelvis lokaler, restauranger, undercentraler eller tvättstugor finns utöver bostäder) överensstämmer förmodligen elanvändningsprofilen bättre med solelproduktionen jämfört med en byggnad där bara bostäder finns.

- **Inneboende laster som kan användas för en hög egenanvändning**

För att ytterligare förbättra egenanvändningen, antingen direkt vid installation av solceller eller på sikt kan byggnadernas laster analyseras med avseende på dess möjlighet till laststyrning. Genom att identifiera laster som laddningsplatser för elbilar eller värmepumpar som klarar av en effektöverföring styrd enligt andra principer än andra laster (som i regel alltid behöver ström när de används) kan en ökad egenanvändning genereras. Laster som tvättmaskiner, torktumlare, pumpar och fläktaggregat är exempel på laster som inte kan styras i tiden, men i vilka byggnader de finns och när de används bör ändå beaktas.

För att ett batterilager ska vara intressant för en applikation i ett flerbostadshus behöver ett behov för detta identifieras. En solig sommardag kan solelproduktionen från en solcellsanläggning uppgå till över 4 kWh/kWp i Stockholmsområdet. De batterilager som föreslogs i förstudien ger en första insikt i hur stora batterierna typiskt är vid liknande tillämpningar. De varierar mellan 15 – 25 kWh samtidigt som solcellsanläggningarna varierade mellan 10 – 19 kWp. En riktig solig dag kan alltså solelproduktionen totalt sett uppgå till 45 – 85,5 kWh, samtidigt som elanvändningen är förmodat låg i byggnaden. Att använda batterierna endast för att ”flytta” elproduktionen i tiden och ändå göra en lönsam investering kräver alltså förmodligen antingen en liten solcellsanläggning eller ett stort batterilager.

5.3 Möjlighet

Om intresse och behov finns behöver slutligen möjligheten för systemkonfigurationen finnas för att teori ska bli verklighet. De ekonomiska möjligheterna kopplar till fastighetsägaren eller BRF:ens ekonomiska status i förhållande till investeringskostnaderna. Vidare behöver även medlemmar och boende informeras om förändringarna. En viktig aspekt kopplat till det ekonomiska i systemkonfigurationen är helheten och långsiktigheten. Inför en investering och under beslutsfattandet är det nödvändigt att ta hänsyn till alla framtida kostnader och inkomster. Att använda olika nyckeltal (Internränta, LCC, återbetalningstid osv.) vid jämförelse av system och offerter kan klargöra vilken som är mest lämpad för den specifika fastigheten. Nedan presenteras några av de mer fördelaktiga byggnadstekniska förutsättningarna:

- **Tak som är lämpliga för solelproduktion**

Utän ett tak som är väl lämpat finns det risk att solelproduktionen blir låg relativt kostnaden för installationen. För att generera hög solelproduktion per krona är det fördelaktigt om taken har liten skuggning, lagom lutning och söderläge. Taken behöver även vara i gott skick. Ska de läggas om i närtid bör detta tas i beaktande. En tumregel är att det bör vara minst 20 år till nästa planerade takomläggning.

- **Medhåll och godkännande för gemensam el**

Gemensamhetsabonnemang samlar byggnadens totala elanvändning och är en katalysator för att bygga en större solcellsanläggning. För att möjliggöra övergången till ett gemensamt elabonnemang behöver medlemmar och boende informeras och ev. godkänna åtgärden.

- **Identifierad placering av elmätare för IMD**
Om IMD används tillsammans med gemensam el som en katalysator för en högre egenanvändning av producerad solel behöver placering av elmätare identifieras.
- **Lämpligt utrymme för batterilager**
Batterilagret behöver placeras någonstans i byggnaden. I de flesta flerfamiljshus fyller alla utrymmen en funktion idag redan. Det gäller för fastighetsägare eller BRF:er att identifiera ett lämpligt utrymme som inte begränsar livskvaliteten för de boende. Exempelvis bredvid elcentral eller i förrådsutrymme. Frågor gällande brandsäkerhet behöver också tas i beaktande.
- **Möjlighet till intern kabeldragning**
För att ett internt likströmsnät ska kunna byggas behöver kablage placeras på ett lämpligt sätt. Då solcellerna placeras på taket, elcentralen oftast sitter i markplan eller källare och batterilager också ofta hamnar där behöver en likströmskabel dras lodrätt genom eller utanpå byggnaden. Oanvända sopnedkast är en möjlig kabelväg.
- **För mikronät: Fler byggnader med olika elanvändningsprofil**
Om fastigheten har fler byggnader, med olika mönster gällande elanvändningen och olika förutsättningar för solelproduktion kan det vara intressant att bygga ett mikronät för energidelning. Idag får inte energi delas mellan byggnader avsedda för bostäder, men finns andra byggnadstyper (exempelvis garage) finns möjligheter att bygga ett mikronät. Tiden får utvisa vilka möjligheter som ges för energidelning i framtiden.

5.4 Incitament

Genom utredningen har tre syften som systemkonfigurationen svarar väl emot identifierats: Klimatnytta, systemförbättring och kostnadsbesparing. Tillsammans skapar syftena de incitament som driver utvecklingen i ämnet framåt. Klimatnyttan genereras genom att andelen fossilfri el ökar i det svenska energisystemet. Genom att öka andelen solel minskar utsläppen av klimatgaser som koldioxid.

Den systemförbättring som tekniken skapar handlar om att belastningen på det gemensamma elnätet minskar i och med ett lägre effektuttag och den framtida möjligheten att tillhandahålla flexibilitet- och stabilitetstjänster. Denna nytta driver och stärker sedan även det sista incitamentet som ska motivera fastighetsägare och föreningar att överväga systemkonfigurationen: kostnadsbesparing. Genom att använda egenproducerad solel snarare än köpa el från ett elhandelsbolag kan kunden minska sina energikostnader och samtidigt skapa en inkomst genom att sälja el och, på sikt, flexibilitetstjänster till elnätsägaren.

6 Slutsatser

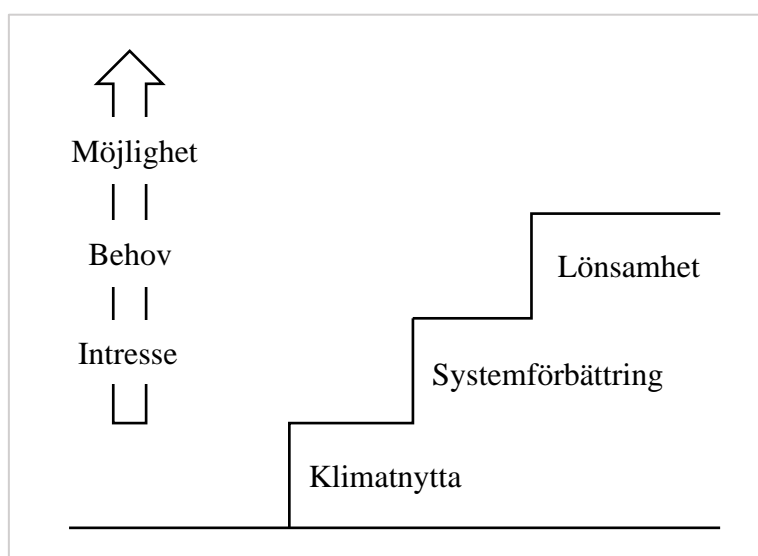
Antalet batterilager, som komplement till solcellsanläggningar, kommer förmodligen öka som applikation i flerbostadshus under inledningen av 2020-talet. Bakgrunden till dessa installationer och investeringar kommer drivas av ett stort teknikintresse och miljömedvetenhet snarare än ekonomiska. För att göra en lönsam investering i solellagring i batterier ställer generellt sett idag krav på att byggnadens egenanvändning av sol kraftigt kan förbättras med hjälp av batterierna, samtidigt som andra tjänster kan säljas för att skapa intäkter. Undantagen uppstår då en byggnad identifieras med ett momentant väldigt högt effektuttag vissa tider under dagen och står för en stor andel av elnätskostnaderna. Då kan batterierna användas både för en ökad egenanvändning av sol och effekttopsreducering vilket skapar en betydande kostnadsbesparing.

Det interna likströmsnätet genererar mindre förluster och skapar möjlighet till en fasbalansering som minskar säkringsbehovet för elcentralen. Dessa nyttor har inte vidare utretts i detta arbete. Idag begränsar lagstiftningen en implementering av ett mikronät mellan byggnader som är avsedda för bostäder. I en framtid där denna lagstiftning eventuellt förändras behöver nyttan med mikronätet vägas mot investeringen. I förstudierapporten anses denna tillämpning inte tillföra någon större nytta på grund av byggnadernas liknande elanvändningsprofiler. För att reell nytta ska genereras från en mikronätstillämpning är det fördelaktigt om byggnadernas gemensamma elanvändningsprofil möjliggör en kraftigt ökad egenanvändning av sol. Ett annat framtida systemkoncept som också kan nämnas är energigemenskaper, som eventuellt kommer möjliggöra en kostnadseffektiv energidelning mellan byggnader utan mikronät.

Som Riksbyggens representant nämner finns det alltid de som behöver gå först och driva teknikutvecklingen framåt. Utan referensfall och framgångsrika projekt får teknikleverantörer svårt att sälja sin produkt och teknikmognadsgraden begränsas. Investeringar i ung energiteknik behöver motiveras och drivas framåt av andra anledningar än ekonomiska, på så vis kan tekniken bära sig själv på sikt. Ett exempel som åskådliggörs genom denna rapport är solceller. För några år sedan var det svårare att göra en lönsam investering i solproduktion än vad det är idag. Utvecklingen kan både förklaras av statliga stöd och en investeringsvilja från allmänheten trots låg eller ingen lönsamhet. Men förstudierapporten visar hur alla föreslagna solcellsanläggningar genererar lönsamhet parallellt med klimatbesparingen.

Av utredningen framgår det att syftet med att installera en systemkonfiguration som innehåller solceller, likströmsnät och batterilager går att dela i tre: klimatnytta, systemförbättring och lönsamhet. Genom en ökad användning av solceller kan fastighetsägare och bostadsrättsföreningar medverka i att fasa ut fossila energikällor från det globala energisystemet och stärka det kollektiva klimatarbetet. Att tillämpa smarta styrsystem och tekniska tillämpningar som möjliggör att elanvändningen i byggnaderna påverkar och belastar elnätet i en mindre utsträckning möjliggör en fortsatt samhällelig elektrifiering. Samma elektrifiering har de senaste åren drivit energikostnaderna från att framförallt bero av energianvändning till att också till stor del bero av effektuttag. Genom en hög solelanvändning och låg belastning på nätet minskar energikostnaderna. Den skapade nyttan från systemet med avseende på ovanstående syften beror på systemutformning, fastighetsägarens och byggnadernas förutsättningar.

De förutsättningar som framförallt pekas ut som fördelaktiga för att samtliga ovanstående syften ska uppnås sammanfattas i tre kategorier: Intresse, behov och möjlighet. För att en investering ska falla väl ut och skapa förväntad nytta behöver ett drivande *intresse* finnas. Med hjälp av detta driv kan övriga förutsättningar skapas eller identifieras. Projektet tillåts vidare arbeta i medvind och sannolikheten för ett genomförande ökar. Gällande *behov* finns en särskiljning att göra: Klimatrelaterade och byggnads- och boenderelaterade behov. De klimatrelaterade behoven är globala och går enkelt att identifiera genom att följa miljödebatten: fossilfri elproduktion från solceller påverkar de gemensamma utsläppen av klimatgaser positivt, oavsett systemutformning eller egenanvändningsgrad. En analys av de byggnads- och boenderelaterade behoven utgår snarare från inneboende eldrivna komponenter och den gemensamma elanvändningsprofilen. Ett högt elbehov dagtid, ett högt maximalt effektbehov och inneboende laster med möjlighet till laststyrning är exempel på behov som gör installationen effektiv. Med *möjlighet* syftar författaren avslutningsvis framförallt till byggnadstekniska förutsättningar som möjliggör systemets installation och säkrar dess nytta. I figur 14 nedan presenteras avslutningsvis författarens syn på hur förutsättningarna tillsammans svarar mot de incitament och förväntade effekter från en systemimplementering som driver fastighetsägaren till tekniken.



Figur 14 Hur incitamenten beror av förutsättningarna.

Om klimatnytta driver fastighetsägaren till investeringstankar är ett intresse och engagemang det enda som krävs för en lyckad investering. Om det istället är systemförbättrande faktorer som motiverar behöver även de nödvändiga behoven finnas i de avsedda byggnaderna. För att lönsamhet ska säkerställas är det avslutningsvis avgörande att de grundläggande byggnads- och installationstekniska förutsättningarna möjliggör en installationskostnad som bärs av minskade energikostnader och ökade intäkter.