



**CHALMERS**



# Förutsättningar och Utmaningar för Batterilagring i Flerbostadshus

En Studie i Sveriges Strävan mot 100% Förnybar  
Elproduktion

Examensarbete inom teknologieprogrammet Affärsutveckling och  
Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik

ELLA WRANÅ

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
AVDELNINGEN FÖR ENTREPRENÖRSKAP OCH STRATEGI

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2024  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



# Förutsättningar och Utmaningar för Batterilagring i Flerbostadshus

En Studie i Sveriges Strävan mot 100% Förnybar  
Elproduktion

ELLA WRANÅ

Förutsättningar och Utmaningar för Batterilagring i Flerbostadshus  
En Studie i Sveriges Strävan mot 100% Förnybar Elproduktion

ELLA WRANÅ

© ELLA WRANÅ, 2024

Teknikens ekonomi och organisation  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Omslagsbilden föreställer solceller som är ett genomgående tema i studien.  
Bilden är hämtad från Unsplash.com.

Göteborg, Sverige 2024

Göteborg, Sverige 2024

Förutsättningar och Utmaningar för Batterilagring i Flerbostadshus  
En Studie i Sveriges Strävan mot 100% Förnybar Elproduktion

ELLA WRANÅ

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation  
Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANFATTNING**

Denna studie syftar till att undersöka och analysera de grundläggande förutsättningar som krävs för att möjliggöra införandet av batterilagring i flerbostadshus i Sverige. Målet är att identifiera och föreslå åtgärder som kan öka sannolikheten för adoption av denna teknik, med fokus på kombinationen av solcellsenergi och batterilagring. Bakgrunden till studien är Sveriges klimatmål om att uppnå 100% förnybar elproduktion senast år 2040, där solenergi spelar en viktig roll. Trots de potentiella fördelarna med energilagring är dess införande i flerbostadshus fortfarande begränsat.

Genom en granskning av litteratur och intervjuer i denna kvalitativa undersökning, undersöks de ekonomiska, tekniska och regelverksmässiga förutsättningarna för energilagring. Studien identifierar också de främsta hindren och möjligheterna för att främja en bredare adoption av teknologin. Resultaten visar att det krävs förbättrad teknik, ekonomiska incitament och robusta regelverk för att realisera potentialen för energilagring som en hållbar lösning inom fastighetssektorn. Studien är avgränsad till flerbostadshus i Sverige, med fokus på energilagring med batterier i kombination med solcellsenergi. Studien är särskilt relevant för företag inom bygg- och fastighetsbranschen som söker att integrera hållbara energilösningar i sina verksamheter.

Nyckelord: Energilagring, batterier, solceller, grön investering

## **ABSTRACT**

This study aims to investigate and analyze the fundamental prerequisites necessary to enable the implementation of battery storage in multi-family housing in Sweden. The goal is to identify and propose measures that can increase the likelihood of adopting this technology, with a focus on the combination of solar energy and battery storage. The background of the study is Sweden's target of achieving 100% renewable electricity production by 2040, with solar energy playing a significant role. Despite the potential benefits of energy storage, its implementation in multi-family housing remains limited.

Through a review of the literature and a case study, the economic, technical, and regulatory conditions for energy storage are examined. The study also identifies the main barriers and opportunities to promote a broader adoption of the technology. The findings indicate that improved technology, economic incentives, and robust regulations are required to realize the potential of energy storage as a sustainable solution within the property sector. This study is particularly relevant for companies in the construction and real estate industries seeking to integrate sustainable energy solutions into their operations.



# Innehållsförteckning

<b>1. INTRODUKTION</b> .....	<b>6</b>
1.1 BAKGRUND .....	6
1.3 SYFTE .....	7
1.4 AVGRÄNSNINGAR .....	7
<b>2. TEORETISK REFERENSRAM</b> .....	<b>8</b>
2.1 ENERGILAGRING .....	8
2.1.1 Batterier .....	9
A123 SYSTEMS, U.Å. <sup>2</sup> , BATTERY UNIVERSITY, U.Å. <sup>4</sup> , EXIDE TECHNOLOGIES, U.Å. <sup>22</sup> .....	10
2.2 SVERIGES ELNÄT .....	10
2.2.1 Stödtjänster .....	10
2.3.1 Gröna investeringar .....	13
2.4 PROJEKT INOM ENERGILAGRING .....	14
2.4.1 Projekt 1 .....	14
2.4.2 Projekt 2 .....	14
<b>3. METOD</b> .....	<b>16</b>
3.1 UNDERSÖKNINGSSTRATEGI .....	16
3.2 DATAINSAMLING .....	16
3.2.1 Litteraturstudie .....	16
3.2.2 Intervjuer .....	16
3.2.3 Urval .....	17
3.4 KVALITETSVALIDERING .....	18
<b>4. RESULTAT AV EMPIRISK STUDIE</b> .....	<b>19</b>
4.1 ORGANISATION A .....	19
4.2 ORGANISATION B .....	19
4.3 ORGANISATION C .....	20
4.4 ORGANISATION D .....	20
4.5 ORGANISATION E .....	21
4.6 ORGANISATION F .....	21
<b>5. DISKUSSION</b> .....	<b>23</b>
5.1 EKONOMI .....	23
5.1.1 Intäkter .....	23
5.1.2 Kostnader .....	24
5.2 SÄKERHET .....	25
<b>6. SLUTSATS</b> .....	<b>26</b>
6.1 KRITIK .....	26
6.2 VIDARE FORSKNING .....	26
<b>KÄLLFÖRTECKNING</b> .....	<b>27</b>

## Begreppslista

### **Flerbostadshus**

Flerbostadshus är en bostad med minst tre bostadslägenheter (Boverket, 2024).

### **Energilagring**

Energilagring innebär att lagra energi som är producerad vid en viss tidpunkt, så att den kan användas vid en annan tidpunkt (Klimatordlista, 2016).

### **Överskottsel**

När en anläggning producerar mer el än vad som krävs finns det ett överskott av el (Vattenfall, u.å).

### **Elnät**

Elnätets funktion är att transportera el från en plats där elen produceras ur en energikälla, till en plats där elen används (Lindholm, 2023).

### **Frekvensutjämning**

För att elöverföringssystemet ska fungera måste frekvensen hela tiden hållas stabilt inom vissa gränser. För att hålla frekvensen stabil behövs åtgärder för att frekvensutjämna från obalans (Svenska kraftnät, u.å).

### **Grön investering**

Investeringar där pengarna ska användas till gröna ändamål, till exempel finansiering av gröna lån för privatpersoner eller företag (Nordea, 2023).

### **Subvention**

Subventioner är ett statligt eller kommunalt ekonomiskt stöd för att sänka priset på en produkt (Fortnox, u.å).

### **Ekonomisk lönsamhet**

Ekonomisk lönsamhet är vinsten ett företag gör på en affär, intäkterna är större än utgifterna (Fortnox, u.å).

# 1. Introduktion

I dagens samhälle står energianvändning och hållbarhet i centrum (Energimyndigheten, 2019). Ett nytt tekniskt framsteg, som att installera energilager i flerbostadshus, framstår som ett betydande steg framåt för byggnads- och fastighetssektorn. Genom att identifiera förutsättningar och dess åtgärder för att öka adoption kan fler företag få en bättre förståelse och därmed kunna göra en bättre bedömning ifall de ska ta steget och implementera denna teknik i sin verksamhet.

I detta kapitel presenteras bakgrunden till studien följt av problemformulering, syfte och studiens frågeställningar. Slutligen presenteras avgränsningar som gjorts i studien.

## 1.1 Bakgrund

Enligt European Union (2023) anser 77 % av EU:s medborgare att klimatförändringarna utgör ett mycket allvarligt problem. Klimatförändringarna är en global utmaning som hela världen står inför. EU har därför satt upp flera ambitiösa klimatmål, inklusive Parisavtalet, som strävar efter att minska utsläppen av växthusgaser för att begränsa den globala medeltemperaturökningen till väl under 2 grader Celsius (UNFCCC, 2015). Dessutom har EU antagit klimatlagen Green Deal, som är rättsligt bindande och innebär att unionen ska uppnå klimatneutralitet senast år 2050 (Europaparlamentet, 2019).

Sverige har som övergripande målsättning att uppnå 100% förnybar elproduktion senast år 2040 enligt regeringsdeklarationen (Regeringskansliet, 2014). Inom detta mål inkluderas solenergi som en betydande fossilfri energikälla, vars marknadsandel har ökat under de senaste åren, drivet av faktorer såsom höga elpriser och klimatförändringar (Karlsson, 2022). Energimyndigheten (2024) förklarar att genom att koppla solceller till batterier och skapa ett energilager, ges mer nytta av solceller då överskottsel lagras i batterier. I och med att Sverige karakteriseras av fluktuerande soltillgänglighet, kan det vara fördelaktigt att lagra energi i batterier för att möjliggöra effektiv distribution och användning i enlighet med behoven (Energimyndigheten, 2024). Denna strategi innebär även ekonomiska fördelar genom möjligheten att reglera tidpunkten för energianvändning. Tekniken ger även förutsättningar för kostnadsbesparingar genom att självförsörja en byggnad med el samt utöver det kunna sälja potentiell överskottsel till kraftnätet (Svenska kraftnät, 2023). Enligt Energimyndigheten (2022) står flerbostadshus för en större andel av den totala energianvändningen inom bostadssektorn, delvis på grund av gemensamma utrymmen och högre boendetäthet. Därav är det ett intressant område att kolla på för denna utveckling, då det kan ge stor effekt och ansvaret läggs mer på företagen än privatpersonen.

Flera nyhetssidor, bland annat Sveriges Radio (Davidsson Svensson, 2023), konstaterar att det ser ut att bli fortsatt populärt att installera solceller både för privatpersoner och företag under 2024, men att efterfrågan sjunker något på grund av det sjunkande elpriset. Bara några månader senare efter årsskiftet visade det sig att efterfrågan kraftigt sjönk (Lind, 2024). Något som kan motverka denna negativa utveckling enligt Energimyndigheten (2024) är att vid påkoppling av batteri till solcellerna kan lönsamheten för investeringen att öka. Trots detta står utvecklingen av solenergilagring för närvarande still inom bygg- och fastighetsbranschen enligt Energimyndigheten (2023).

## 1.2 Problemformulering

Trots de potentiella fördelarna är införandet av batterilagring i flerbostadshus fortfarande begränsat. Som ett steg mot målet av 100% förnybar energi, är det av intresse att identifiera de grundläggande förutsättningar som saknas och de åtgärder som behöver vidtas för att driva adoptionen framåt inom batterilagring av solcellsenergi.

## 1.3 Syfte

Syftet med denna examensuppsats är att undersöka och analysera de grundläggande förutsättningar som är av intresse för att möjliggöra införandet av batterilagring i flerbostadshus. Vidare syftar studien till att identifiera åtgärder som kan öka sannolikheten för adoption av batterilagringsteknik i flerbostadshus.

### 1.3.1 Frågeställning

För att uppnå syftet med studien ställs följande frågeställningar:

- Vilka grundförutsättningar måste finnas för att möjliggöra införandet av batterilagring i flerbostadshus?
- Vilka åtgärder kan vidtas för att öka sannolikheten för adoption av batterilagring i flerbostadshus?

## 1.4 Avgränsningar

Studien avgränsades till flerbostadshus i Sverige, med inriktning på energilagring med batterier i kombination med solcellsenergi. På grund av ämnets komplexitet och de många kategorier som kunde undersökas, koncentrerades studien på att identifiera och analysera de grundläggande förutsättningar som krävdes för att möjliggöra införandet av batterilagring i denna specifika kontext. Studien är riktad till företag inom bygg- och fastighetsbranschen.

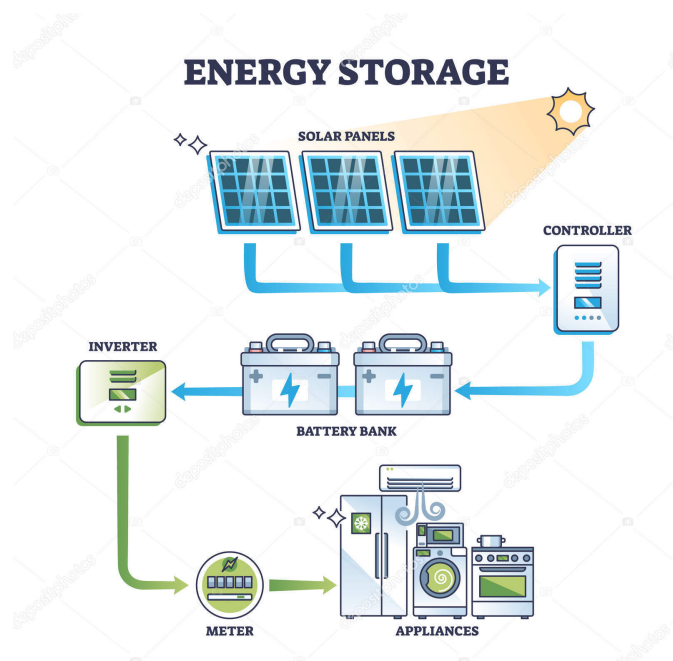
## 2. Teoretisk referensram

Detta kapitel syftar till att presentera litteratur och begrepp som är relevant för studiens syfte och problem. Detta blir en grund för studiens empiri och analys. Avsnittet är indelat i fyra delar: Energilagring, Sveriges elnät, Sveriges ekonomi, Gröna investeringar, samt tidigare projekt och fallstudier inom energilagring.

### 2.1 Energilagring

Under de senaste åren har solcellsindustrin genomgått en betydande utveckling och expansion, drivna av strävan efter klimatomställning (Davidsson Svensson, 2023). Denna utveckling har resulterat i förbättringar av solcellsteknologin, vilket har ökat dess effektivitet och tillförlitlighet som energilagringsskälla (Dada & Popoola, 2023). På grund av den ökande efterfrågan på solceller har många valt att installera denna teknologi. Energimyndigheten rekommenderar nu att solcellsanläggningar integreras med batterilagringssystem för att maximera energilagring och användning (2024).

Energilagring representerar för närvarande en effektiv metod för temporär energilagring med syftet att använda överskott av energi vid senare tillfällen (Sveriges geologiska undersökning, 2023). Förnybara energikällor såsom vindkraft, solenergi och vattenkraft är idag beroende av energilagring som en strategi för att hantera de temporala variationerna i energiproduktion och efterfrågan (Buchmann, 2011). Det finns ett antal olika lagringstekniker, såsom kemiska, elektrokemiska, mekaniska, elektriska eller termiska, som används för detta ändamål (Ould Amrouche, Rekioua, Rekioua & Bacha, 2016). Inom en energilagringssystem ingår vanligtvis ett lagringsmedium, ett kraftkonverteringssystem samt en anläggningsbalans, ett exempel är figuren nedan.



Figur 1: Förenklad bild över energilagringssystem med solceller och batterier. Illustration: Depositphotos. 2023.

### 2.1.1 Batterier

Användning av batterier i energilagringssystem anses vara en av de mest effektiva metoderna för lagring, och det finns ett brett utbud av batterityper som kan jämföras för detta ändamål (May, Davidson & Monahov, 2018). Den tekniska utvecklingen för batterier har drivits framåt av elbilsbranschen de senaste åren (Sanguesa, Torres-Sanz, Garrido, Martinez & Marquez-Barja, 2021). Trots denna utveckling finns det mycket potential kvar att utveckla. I artikeln ”Lead batteries for utility energy storage: a review” av May, Davidson och Monahov är huvudfokus att djupgående undersöka blybatteriers användning för jämförelse med andra batterityper. Enligt artikeln är att bly är en av de metaller som återvinns mest effektivt i Europa och USA, med en återvinningsgrad på över 99%. Blybatterier har lång livslängd och har också genomgått ytterligare utveckling för att förlänga sin livslängd ytterligare.

I en annan studie utfördes en jämförelse mellan blybatterier och en annan vanligt förekommande typ av batteri, litiumjonbatterier (Anuphapharadorn, Sukchai, Sirisamphanwong & Ketjoy, 2014). Batterierna jämfördes och analyserades med avseende på flera olika aspekter. Resultaten visade att den ekonomiska analysen indikerade att blybatterier var mer lämpliga för ett lagringssystem med solceller än litiumjonbatterier. Å andra sidan har litiumjonbatterier andra fördelar jämfört med blybatterier, såsom hög energitäthet, lågt underhåll och längre livslängd.

En nackdel med litiumjonbatterier är dess säkerhetsproblem relaterade till brand och explosion, vilka oftast uppkommer till följd av termisk utlöpning (Wang, Ping, Zhao, Chu, Sun, & Chen, 2012). Termisk utlöpning inträffar när batteriet överbelastas, överladdas eller utsätts för höga temperaturer. Detta fenomen kan leda till en okontrollerad ökning av temperaturen inuti batteriet, vilket i sin tur kan resultera i frisättning av brännbara gaser och potentiell brand eller explosion. På grund av det säkerhetshot som litiumjonbatterier utgör har olika metoder för övervakning och detektering av termisk utlöpning utvecklats för att förbättra säkerheten i olika scenarion (Liao, Zhang, Li, Zhang, & Habtler, 2019). I en undersökning från 2019 har forskare fördjupat sig i dessa metoder och sammanställt litteratur om ämnet, vilket inkluderar en jämförande studie av olika detektionsmetoder. I en experimentell studie från 2020 diskuteras även säkerhetsrisken hos litiumjonbatterier, där de jämförs med litium-järnfosfor (Meng, Yang, Zhang, Gao, Liu, Duan, & Wang, 2020). Förbränningsbeteende och toxicitet undersöks under olika laddningstillstånd, och resultaten visar att litiumjonbatterier har en högre termisk risk och toxicitet jämfört med litium-järnfosfor.

Ett stort antal litiumjärnfosfatbatterier tas ur elbilar årligen, där den återstående kapaciteten hos dessa batterier som anses uttjänta fortfarande kan användas (Gao, Cai, Liu, 2022). I ett experiment appliceras 17 av dessa uttjänta litiumjärnfosfatbatterier i ett energilagringssystem med solceller. Genom experimentet analyserades fyra kategorier: driftskaraktäristik hos uttjänta batterier, kombinerade solcellsbatteriers driftskaraktäristik, elektriskt energiflöde och årliga driftsfördelar. Resultaten visade att de batterierna klarar alla krav och kan möta energilagringsbehovet.

I tabell 1 nedan jämförs de tre typer av batterier utifrån olika kategorier. Depth of Discharge (DoD) mäter hur mycket av batteriets kapacitet som har använts under en urladdningscykel (Battery University, 2010). Siffrorna i tabellen visar antalet cykler vid en viss procent DoD. Batteriernas

generella livslängd beror även på hur de behandlas, exempelvis av temperaturer, laddningstillstånd och användningsmönster (Battery University, u.å). Deras vikt jämförs i kg per kWh och är väsentligt i flera aspekter så som enklare installation och designflexibilitet. Drifttemperaturen är även viktig för att undvika skador eller överhettning av batteriet (Meng, Yang, Zhang, Gao, Liu, Duan, & Wang, 2020).

Tabell 1. Jämförelse mellan batterityper

Batterityp	30% DOD	50% DOD	100% DOD	Livslängd (år)	Vikt	Drifttemperatur
Bly	2000 <sup>22</sup>	1200 <sup>22</sup>	500 <sup>22</sup>	4-10 <sup>22</sup>	30-40 kg/kWh <sup>22</sup>	20-25°C <sup>22</sup>
Litiumjon	8000 <sup>4</sup>	5000 <sup>4</sup>	2000 <sup>4</sup>	5-15 <sup>4</sup>	6-8 kg/kWh <sup>4</sup>	20-25°C <sup>4</sup>
Litiumjärnfosfat	10 000 <sup>2</sup>	5000-7000 <sup>2</sup>	3000 <sup>2</sup>	10-15 <sup>2</sup>	8-10 kg/kWh <sup>2</sup>	0-40 °C <sup>2</sup>

A123 systems, u.å.<sup>2</sup>, Battery University, u.å.<sup>4</sup>, Exide Technologies, u.å.<sup>22</sup>

## 2.2 Sveriges elnät

Sveriges elektriska infrastruktur utgörs av två huvudsakliga delar: transmissionsnätet och distributionsnätet, tillsammans med förbindelser till andra länders elnät (Svenska kraftnät, 2023). Transmissionsnätet fungerar som huvudleder för elektricitet och överför stora volymer av ström från storskaliga producenter till regionala distributionsnät. Det sträcker sig över hela landet och är även anslutet till grannländer. Transmissionsnätet arbetar med höga spänningsnivåer för att minimera energiförluster och förvaltas av Svenska kraftnät. Distributionsnätet fördelar elektricitet från transmissionsnätet vidare till regionnät och slutligen till lokala nät. Regionnätet är knutet till transmissionsnätet och betjänar stora elanvändare, medan lokalnätet tar hand om leveransen till hushåll och mindre företag. Distributionsnäten ägs av olika elnätsföretag och använder lägre spänningsnivåer för att nå vanliga konsumenter.

Sverige är nära kopplat till andra länder genom utlandsförbindelser i nätet (Svenska kraftnät, 2023). Dessa förbindelser möjliggör handel och överföring av energi mellan länder på grund av marknadsbaserade villkor.

### 2.2.1 Stödtjänster

Svenska kraftnät som är den systemansvariga myndigheten för Sveriges elnät har så kallade stödtjänster som används för att stabilisera och säkra elförsörjningen i kraftnätet (Svenska kraftnät, 2023). För närvarande tillämpar Svenska kraftnät olika stödtjänster för att tillgodose de behov som

uppstår i kraftsystemet, inklusive frekvensåterställningsreserver och frekvenshållningsreserver. Dessa tjänster omfattar olika produkter som används både för normal drift och för att hantera eventuella störningar. Stödtjänsterna fungerar enligt principen att de helt och hållet är marknadsbaserade och upphandlas genom öppen konkurrens med budgivning på respektive marknad. Deltagande i dessa tjänster är frivilligt, och ersättning och regelverk följer de principer som är etablerade för varje marknad. Alla potentiella leverantörer måste genomgå en förkvalificering för att säkerställa att de uppfyller de tekniska kraven för stödtjänsten för att få tillstånd att leverera dem.

Inom elförsörjningssektorn på Svenska kraftnät är stödtjänster ett fundamentalt verktyg som används av olika aktörer såsom elproducenter, elförbrukare, elhandelsföretag och tredjepartsleverantörer (Svenska kraftnät, 2023). Genom att använda stödtjänster kan dessa aktörer kollektivt bidra till att upprätthålla en stabil och pålitlig elförsörjning, en av de mest kritiska faktorerna för att effektivt möta efterfrågan och minimera risken för avbrott i elförsörjningen.

För Svenska kraftnät utgör användningen av stödtjänster en strategisk fördel på flera nivåer (Svenska kraftnät, 2023). Dessa tjänster säkerställer stabiliteten i kraftsystemet och främjar effektiv användning av resurser och kapacitet genom att optimera tillgängliga resurser för att möta systemets behov. Ekonomiskt sett kan användningen av stödtjänster också vara fördelaktig genom att minska kostnaderna för drift och underhåll av elnätet. Dessutom kan detta initiativ främja en konkurrensutsatt marknad, vilket kan stimulera innovation och kvalitet i leveransen av tjänster, vilket i sin tur gynnar både Svenska kraftnät och slutanvändarna av el.

Företag inom sektorn tillämpar stödtjänster på Svenska kraftnät på varierande sätt beroende på deras specifika roll och verksamhet (Svenska kraftnät, 2023). Genom att använda dessa tjänster kan företag balansera sin produktion och konsumtion av el för att anpassa sig till fluktuationer i efterfrågan eller tillgång av el. För vissa företag utgör deltagandet i stödtjänster även en potentiell inkomstkälla, då de kan erbjuda sina resurser för att stödja stabiliteten i kraftsystemet och därigenom erhålla ersättning från Svenska kraftnät. Deltagande i stödtjänster möjliggör också för företag att förbättra sin driftsflexibilitet och snabbt anpassa sig till förändringar i kraftsystemet. Vidare kan det bidra till att minska deras sårbarhet gentemot risker såsom rörligheten i elpriser eller avbrott i elförsörjningen, genom att stabilisera deras elförsörjning och därmed förbättra deras verksamhetskontinuitet.

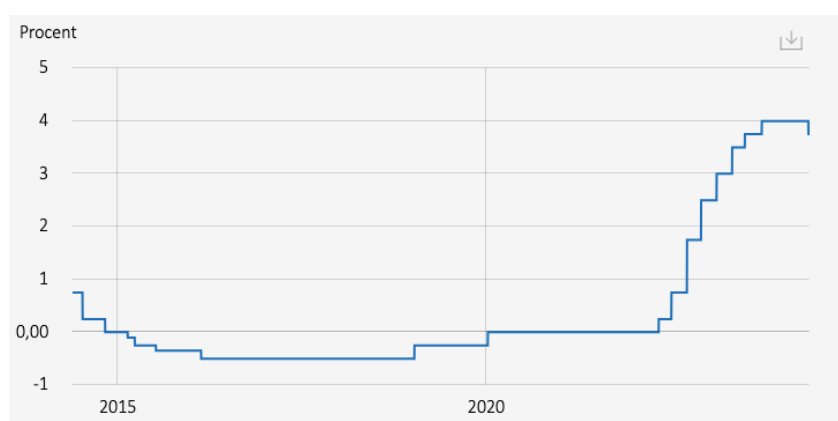
## 2.3 Sveriges ekonomi

Mellan 2021 och 2023 ökade inflationen i Sverige avsevärt, enligt SCB:s statistik (2024) som visas i figur 2. Riksbanken förklarar denna ökning med effekterna av covid-19-pandemin och kriget i Ukraina (Sveriges Riksbank, 2024). Inflation påverkar ekonomin kraftigt genom att höja den allmänna prisnivån, vilket innebär att en given summa pengar köper färre varor och tjänster (Sveriges Riksbank, 2024).

År	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2024	3,3	2,5	2,2	2,3								
2023	9,3	9,4	8,0	7,6	6,7	6,4	6,4	4,7	4,0	4,2	3,6	2,3
2022	3,9	4,5	6,1	6,4	7,2	8,5	8,0	9,0	9,7	9,3	9,5	10,2
2021	1,7	1,5	1,9	2,5	2,1	1,6	1,7	2,4	2,8	3,1	3,6	4,1
2020	1,2	1,0	0,6	-0,4	0,0	0,7	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2	0,5
2019	2,0	1,9	1,8	2,0	2,1	1,7	1,5	1,3	1,3	1,5	1,7	1,7
2018	1,7	1,7	2,0	1,9	2,1	2,2	2,2	2,2	2,5	2,4	2,1	2,2
2017	1,6	2,0	1,5	2,0	1,9	1,9	2,4	2,3	2,3	1,8	2,0	1,9
2016	1,6	1,1	1,5	1,4	1,1	1,5	1,4	1,4	1,2	1,4	1,6	1,9
2015	0,6	0,9	0,9	0,7	1,0	0,6	0,9	0,8	1,0	1,1	1,0	0,9
2014	0,4	0,4	0,0	0,5	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5

Figur 2: Underliggande inflation enligt KPIF, 12-månadersförändring, procent. (SCB, 2024).

För att kontrollera inflationen höjer Riksbanken styrräntan, vilket i sin tur får de kommersiella bankerna att höja sina räntor, vilket påverkar hela samhället (Sveriges Riksbank, 2024). Som det syns i figur 2 och 3 har inflationen och räntan stigit markant senaste åren. I maj 2024 valde Riksbanken att sänka räntan för första gången på åtta år (Birgander, 2024). De höga räntorna har inneburit att det blir dyrare att ta lån, vilket påverkar investeringar eftersom inflationen minskar den verkliga avkastningen (Europeiska bankmyndigheten, 2023). Detta medför att inflationen blir en risk att beakta vid investeringar.



Figur 3: Styrräntan de senaste 10 åren. (Riksbanken, 2024).

Elpriset i Sverige styrs i grunden av tillgång och efterfrågan, om vindkraftsproduktionen är låg eller om kärnkraftverk måste stängas av vid hög efterfrågan, stiger priserna (Energimyndigheten, 2023). När all elproduktion är i full gång och tillgången på el är hög, sjunker priserna. Eftersom elmarknaden är nordeuropeisk, spelar situationen i våra grannländer en stor roll för de svenska elpriserna. Det innebär att problem med elproduktionen i ett grannland kan påverka priserna här i Sverige.

Inflationen och elpriset har även en koppling, det höjda elpriset bidrar även till inflationen genom en andrahandseffekt och inflationsförväntningar. Elpriset steg med 50% mellan december 2020 och december 2021 (SCB, 2022). Elpriset i Sverige steg kraftigt under 2022, det berodde främst på höga elpriser i Europa som påverkar den gemensamma elmarknaden (Konkurrensverket, 2023). Efterfrågan på svensk el ökar i Europa då eftersom gaspriserna har stigit på grund av kriget i Ukraina. Dessutom har EU:s utsläppshandel gjort elproduktion med fossila bränslen dyrare. Andra faktorer inkluderar Tysklands avveckling av flera kärnkraftverk och att Frankrike tvingats stänga ner kärnkraftverk. Dessa faktorer tillsammans har ökat efterfrågan på svensk el och därmed drivit upp de svenska elpriserna.

### 2.3.1 Gröna investeringar

Gröna investeringar syftar till att stödja företag, fonder och projekt som arbetar för att minska klimatpåverkan och främja hållbar utveckling (Klimatförändring, 2024). Dessa investeringar är inriktade på sektorer som förnybar energi, energieffektivitet, hållbart jordbruk och gröna byggnader. Målet är att kombinera ekonomisk avkastning med miljömässig nytta.

EU-kommissionen vill stödja medlemsländerna i att uppnå klimatmålen för 2030 och 2050, vilket kräver att fossila bränslen ersätts i energisystemen (Europeiska kommissionen, u.å). EU kan erbjuda stöd genom att:

- Anpassning av lagar och regler för att öka användningen av förnybar energi.
- Implementering av politiska åtgärder för att främja energieffektivitet.
- Utformning av konkurrenskraftiga elmarknader.
- Avlägsnande av hinder för finansiering och tjänstemarknader för ren energi.
- Stöd för strategisk planering genom energiberäkningar och analyser.

Mellan 2021 och 2022 ökade miljömotiverade subventioner med 27% för att främja hållbar utveckling. Idag finns det flera subventioner och bidrag som företag och privatpersoner kan nyttja. Privatpersoner som vill investera i solceller få bidrag eller skattereduktion på 20% och 50% för energilagring med ett takbelopp på 50 000 kr (Energimyndigheten, 2024). Företag kan söka stöd hos den statliga energimyndigheten för att utveckla och testa nya innovationer som ska främja klimatmålen.

Investeringar i gröna projekt kan också ge ekonomiska fördelar, såsom lägre räntor på gröna lån (Klimatförändring, 2024). Banker erbjuder ofta förmånliga räntor för gröna investeringar för att stimulera miljömässigt hållbara projekt. Detta kan minska finansieringskostnaderna och öka den ekonomiska avkastningen på gröna projekt.

Sammanfattningsvis erbjuder gröna investeringar en möjlighet för företag att bidra till hållbar utveckling samtidigt som de kan dra nytta av ekonomiska fördelar och stöd från staten och EU. Genom att kombinera miljönytta med finansiell avkastning kan gröna investeringar spela en viktig roll i att nå långsiktiga klimatmål och främja en hållbar ekonomi.

## 2.4 Projekt inom energilagring

I kommande avsnitt presenteras två projekt som utförts med syftet att testa och utvärdera energilagring med hjälp av batterier.

### 2.4.1 Projekt 1

Undersökningen ”*Energilagring En kunskapssammanställning om energilagringstekniker & en fallstudie om energilagring i ett flerbostadshus*” utförd av Tobias Nilsson vid Lunds Universitet (2016) har två huvuddelar. Den första delen fokuserar på att undersöka olika tekniker för att lagra energi, medan den andra delen handlar om att analysera möjligheten att lagra självproducerad elektricitet i flerbostadshus. Målet med den första delen är att samla information om olika energilagringstekniker genom att studera deras funktion, nuvarande status och framtidsutsikter. I den andra delen är syftet att utvärdera vilken energilagringsteknik som är mest lämplig för flerbostadshus och att undersöka den ekonomiska lönsamheten av att lagra egenproducerad el på kort eller lång sikt, exempelvis dagligen eller säsongsmässigt.

Den första delen baseras på en granskning av litteraturen, medan den andra delen omfattar en fallstudie av två fastigheter i Linero, Lund (Nilsson, 2016). Data om soletproduktion samlades in från en solcellsanläggning ägd av Krafringen Energi AB, medan faktiska förbrukningsmätningar användes för de undersökta fastigheterna. Den ekonomiska lönsamheten utvärderades med hjälp av payback-metoden, där den förväntade livslängden på 30 år för solcellsanläggningen beaktades.

Resultaten från undersökningen av energilagringstekniker visade att användningen av sådana installationer ökar inom elsystemet och att olika tekniker har olika förutsättningar och egenskaper (Nilsson, 2016). Valet av lämplig energilagringsteknik bör därför göras med hänsyn till det specifika användningsområdet. För närvarande är batterilager den mest lämpliga tekniken för flerbostadshus. Resultaten från fallstudien indikerar att säsongslagring inte är ekonomiskt lönsamt med de givna förutsättningarna, medan lagring över dygnet är lönsamt vid ett avkastningskrav på 4,5 % eller lägre. Det krävs dock specifika förhållanden för att en kombination av solceller och batterilager skulle vara mer lönsam än enbart solceller, enligt känslighetsanalysen.

### 2.4.2 Projekt 2

Studien ”*Solceller på Västergårdsgymnasiet*” av Tim Gyulanszky vid Uppsala universitet (2022), syftade till att undersöka genomförbarheten av att implementera solceller och energilagring på Västergårdsgymnasiet i Visby med fokus på ekonomisk hållbarhet. Genom användning av simuleringsprogrammet Homer Pro modellerades en solcellsanläggning med en installerad effekt på 1231 kW. Beräkningar visade att anläggningen hade potential att producera cirka 1.2 GWh elektricitet årligen, med ett teoretiskt överskott på cirka 0.5 GWh. Trots detta visade ekonomiska analyser att investeringen inte var lönsam med de befintliga förutsättningarna, främst på grund av att anläggningen hade en för stor installerad effekt för att dra nytta av skattebefrielsen på producerad solenergi. Vidare utfördes studien med avgränsningar såsom att endast ett fast värde för solcellsanläggningens storlek valdes och att eventuella inkomster från elcertifikat inte beaktades. Trots att olika energilagringstekniker som litium-jon batterier, flödesbatterier och vätgaslagring

undersöktes för att öka självförsörjningsgraden, visade resultaten att ekonomisk lönsamhet inte uppnåddes.

Baserat på dessa resultat skulle rekommendationerna för implementering av solceller på skolan inkludera att överväga optimal storlek på solcellsanläggningen för att maximera fördelarna och dra nytta av tillgängliga incitament. Utforska alternativa energilagringssystem eller optimera befintliga metoder för att förbättra självförsörjningen och potentiellt förbättra ekonomisk lönsamhet. Fortsatt utvärdera genomförbarheten av att använda överskottsel för vätgasproduktion för intern användning eller eventuell försäljning för att förbättra skolans energisystems övergripande hållbarhet.

## 3. Metod

I detta kapitel presenteras metoden använd för studien.

### 3.1 Undersökningsstrategi

Studien är utformad med en kvalitativ ansats för att identifiera förutsättningar och hinder för den specifika tekniken i det specifika området. En kvalitativ metod underlättade hanteringen av komplexa frågeställningar vilket bidrog till mer utförliga resultat (Denscombe, 2018). Eftersom kvantitativ forskning använder sig av siffror som analysenhet, var denna metod inte lämplig för att undersöka en så djupgående och komplex frågeställning. Forskningsstrategin omfattade en kombination av semistrukturerade intervjuer kompletterat med en grundlig litteraturstudie. Denna metodologiska insyn möjliggör för andra forskare att följa och utvärdera studien på ett kvalificerat sätt.

### 3.2 Datainsamling

Här presenteras de metoder som använts för datainsamling och hur dessa metoder har utförts.

#### 3.2.1 Litteraturstudie

Fördelarna med att genomföra en litteraturstudie är att den möjliggjort för jämförelser mellan liknande fall där tekniken har testats och erbjuder även tillgång till kvalitetskontrollerad information (Denscombe, 2018). Genom att hämta information från teorier och tidigare forskning kan de erhållna resultaten från undersökningen stärkas och kontextualiseras inom en bredare vetenskaplig ram.

Emellertid föreligger en potentiell risk för bristande källkritik, vilket kan påverka studiens pålitlighet (Denscombe, 2018). Denna risk kan minimeras genom en noggrann granskning och användning av kunskap om tillförlitliga källor som förvärvats genom utbildningen. Genom att tillämpa en strikt metod för källgranskning har studien strävat efter att reducera denna risken och säkerställa att en hög kvalitet och trovärdighet upprätthålls i litteraturstudien.

Litteraturen återfanns huvudsakligen via Google Scholar och Chalmers bibliotek med användning av såväl nyckelord som en tillämpning av snöbollsmetoden. Under den initiala fasen av projektet användes nyckelorden "energy storage", och "solar cells". Senare av fasen har mer specificerade nyckelord använts, så som "iron phosphate battery", "lithium battery for energy storage", "Svenska kraftnät", "stödtjänster", "gröna investeringar".

#### 3.2.2 Intervjuer

Semistrukturerade intervjuer genomfördes där alla intervjuer utgick ifrån samma frågor och sedan ledde till olika följdfrågor. Fördelarna med att genomföra en intervjustudie var att det möjliggjorde en omfattande och detaljerad granskning av ämnet genom samtal med en individ som besitter

insikter och expertis (Denscombe, 2018). Denna metod erbjöd en unik inblick i den specifika kontexten och bidrog till en djupare förståelse av ämnet.

Å andra sidan medför undersökningar med intervjuer vissa nackdelar, inklusive den tidskrävande karaktären av att genomföra intervjuer med varje individ samt risken för att resultaten kan påverkats av tolkningen av intervjuaren (Denscombe, 2018). För att minimera dessa risker har frågorna utformats noggrant och en testintervju utfördes innan de faktiska intervjuerna genomfördes. Metoden användes för att öka noggrannheten och reliabiliteten i insamlade data.

### 3.2.3 Urval

Urvalsstrategin innefattade en icke-slumpmässig process där relevanta personer inom fastighetsbranschen och sakkunniga identifierades. Därefter tillämpades metoden snöbollsurval. Urvalet är även baserat på de förfrågningar som tackat ja till en intervju. Deltagarna i undersökningen är centrala aktörer inom den aktuella branschen eller specifika området som relaterar till teknologin eller affärsområdet. Deras deltagande är avsett att ge en fördjupad och välinformerad insikt i den behandlade frågeställningen. De intervjuades fyra fastighetsbolag, ett energilösningssbolag samt en professor inom energi och installation. I tabell 2 nedan redovisas en överblick av urvalet samt när intervjuer har utförts.

Tabell 2. Intervjuer som har genomförts

Organisation	Intervju-person	Arbetsroll	Kön	Ålder (år)	Datum	Intervju-längd (min)
A	1	Affärsområdeschef industri/logistik och t.f. Affärsutvecklingschef	Man	50	24-04-09	27:54
B	2	Energistrateg	Man	46	24-04-10	18:35
C	3	Energiingenjör	Man	47	24-04-17	26:23
C	4	Energikontroller	Kvinna	53	24-04-15	12:02
D	5	Chef Teknikutveckling	Man	60	24-04-16	12:38
E	6	VD	Man	38	24-04-17	15:00
F	7	Professor Installationsteknik	Man	70	24-04-11	33:41

### 3.3 Dataanalys

Dataanalysprocessen följde noga de fem etapperna enligt Denscombe (2018). Inledningsvis genomfördes den första etappen, vilken innebar en grundlig insamling av relevant litteratur samt genomförande av intervjuer. Syftet var att förbereda datan genom att iordningställa den på ett systematiskt sätt, vilket möjliggjorde för det andra steget att identifiera tydliga och återkommande teman. Därefter inleddes den tredje etappen, vilken utgjorde själva analysfasen där data tolkades, jämfördes och söktes efter sammankopplande begrepp och kategorier. I den fjärde etappen presenterades och framställdes datan på olika sätt, inklusive skriftlig tolkning, tabeller, citat och visuella metoder, för att underlätta förståelsen och möjliggöra en djupare insikt. Slutligen

genomfördes den femte etappen, vilken innebar en validering av datan genom att jämföra och kontrastera olika alternativa resonemang.

### 3.4 Kvalitetsvalidering

För att validera de erhållna insikterna har ytterligare stöd och kontext hämtats från andra relevanta litteraturkällor för komplettering (Denscombe, 2018). Genom denna integrering av olika informationskällor blir studien en mångsidig och mer pålitlig analys av det undersökta ämnet. Ytterligare försäkran om studiens pålitlighet var att återkoppla till deltagarna i intervjuerna. Denna återkopplingsprocess även kallad "member checks" i boken *"The SAGE Handbook of Applied Social Research methods"* var avsedd att säkerställa att tolkningen av resultaten återspeglar deltagarnas upplevelser och insikter på ett adekvat sätt, vilket bidrar till en ökad validitet och trovärdighet i studiens resultat (Maxwell, 2009). Genom att presentera och reflektera transparent över använda metoder och kritiskt överväga forskningsrollen strävar studien efter att minimera personlig påverkan på tolkningen av resultaten (Denscombe, 2018).

## 4. Resultat av empirisk studie

Kapitlet presenterar resultatet av den empiriska studien där de intervjuade organisationerna presenteras under respektive delkapitel. Kapitlet avslutas med en sammanfattning av intervjuerna, med fokus på de hinder och möjligheter som de olika intervjudeltagarna har uttryckt.

### 4.1 Organisation A

Organisation A är ett fastighetsbolag som för närvarande inte arbetar med energilagring men är intresserade av teknologin. Intervjuperson 1 berättar: "Vi har inte riktigt vågat eller satt ner foten om hur vi ska göra...". Företagets nuvarande kunder är logistikfordon, men de vill också väcka intresse hos fastighetskunder. Fastighetskunderna kan vara svårare att övertyga "Våra hyresgäster ser bara tariffen och märker att det rörliga priset är ganska lågt" men de menar på att om man lägger in siffrorna i kundernas egna kalkyler kan kunderna få en bättre bild av att det kan vara en bra affär. Utmaningar som tas upp är den höga investeringskostnaden och att batteripriserna idag är höga: "Pengar kostar ju pengar nu." Även resurser som kunskap om teknologin, samt batteriernas livslängd och underhåll, utgör en osäkerhetsfaktor hos företaget. Företagets givna intäkter kommer idag från att arbeta med frekvensutjämning och att sälja el till Svenska kraftnät. Skattemiljön för stora solcellsanläggningar kommer även på tal: "Vilket jag hoppas att man kan komma fram till i branschen att man tar bort det här så att vi kan bygga de här stora anläggningarna". Företagets diskussioner handlar mycket om osäkerhet kring den nya teknologin och stora investeringar: "Men det är alltid när det kommer ett skifte i teknik. Där man ska ge sig in i något nytt som kostar väldigt mycket pengar. Då blir det så här, vågar vi göra den här stora investeringen nu?"

### 4.2 Organisation B

Organisation B är ett fastighetsbolag som har undersökt idén med energilagring men kommit fram till att det inte fungerar för deras stora fastigheter. De har kunskap om tekniken och gjort en affärsplan där de insåg att hindret blir att de aldrig har överproduktion av energi från solcellerna, på grund av hög förbrukning i fastigheterna. De ser potentialen och behovet med tekniken, och har kunder som vill verka i miljösmarta hus med mindre klimatpåverkan. Intervjuperson 2 påpekar också att det finns en allmän uppfattning om att elsystemet kommer att bli mer instabilt, vilket gör det nödvändigt att vara bättre förberedda på både individ- och samhällsnivå. De har även fått veta genom direkta kontakter att batteripriserna förväntas sjunka, vilket de tror kommer att öka marknadsaktiviteten.

Organisation B är delaktig i Svenska kraftnäts stödtjänster eftersom det ger bäst avkastning idag. De nämner också potentialen att arbeta med tariffoptimering. Privatpersoner som installerar batterier för egenproducerad el får ett bidrag från Skatteverket på 30-40%, men detta gäller inte för företag eller för försäljning på stödtjänstemarknaden, vilket också anses som ett hinder.

### 4.3 Organisation C

Organisation C är ett fastighetsbolag som för närvarande arbetar i mindre utsträckning med energilagring. Intervjuperson 3 beskriver att organisationen haft diskussioner om att vidareutveckla detta arbete fokuserar på att hitta lediga ytor i flerbostadshus där batterilagret kan installeras, samt att säkerställa brandsäkerheten. De använder litiumjärnbatterier eftersom de är billigare och säkrare, trots deras något sämre lagringskapacitet. En annan utmaning är bristen på entreprenörer med erfarenhet av att installera och underhålla sådana system. "Det är väldigt få aktörer som har jobbat med det innan. Det optimala vore att ha en totalentreprenör som gjorde alltihop," säger intervjuperson 3. De elentreprenörer som är involverade håller på att lära sig, men det kräver tid och pengar från organisationen.

För närvarande ligger organisationens fokus på frekvenstjänster till Svenska kraftnät. "För det är där lönsamheten är, i alla fall ett tag framöver," förklarar intervjupersonen. De arbetar därför främst med stora batterilager som kan laddas med olika källor, bland annat solenergi. Intervjuperson 3 resonerar att många kommer att installera och använda denna teknologi framöver, men att avkastningen kommer att minska när intresset för investeringar avtar. "I vanliga fall är det så med alla nya tekniker; pionjärerna kan skörda frukterna mest," säger han.

### 4.4 Organisation D

Organisation D är ett fastighetsbolag som idag arbetar i mindre utsträckning med energilagring, men ser stor potential i batterier och solenergi på sikt. Det som håller tillbaka deras engagemang är de höga batteripriserna i förhållande till den nytta de ger. För närvarande är det mest lönsamt att delta i stödtjänstemarknaden på Svenska kraftnät. Om batteripriserna sjunker kan fler användningsområden bli intressanta, men det är fortfarande en bit kvar till lönsamhet beskriver intervjuperson 5.

Organisationen fokuserar mycket på att lösa frågan om brandrisk för att minska osäkerheten. Även uppkoppling och styrning behöver utvecklas för att skapa ett enklare system eller kunna delegera ansvaret till en kunnig elhandlare. "Teknikfrågan är bara att lösa egentligen, det är inget olösligt problem..." säger intervjuperson 5.

Hindren som intervjupersonen identifierat är kostnaden, brandrisken samt uppkopplingen och styrningen. Batteripriserna är på väg ner, en utveckling som även drivs av bilindustrin. Utveckling av nya batterikemier kan också minska brandrisken framöver. Det råder dock stor osäkerhet, och tillverkarna testas sig fram. Det är därför viktigt för köpare att vara insatta och ställa krav, eftersom de som beställer och hanterar anläggningarna måste förstå vad de köper. "Summerar man det på något sätt så är branschen ganska omogen," konstaterar intervjupersonen.

## 4.5 Organisation E

Organisation E är ett energilösningsföretag och arbetar med energilagring i både mindre och större anläggningar. De nämner att det är Svenska kraftnäts stödtjänster som ger bäst avkastning idag. Intervjupersonen kritiserar dock Svenska kraftnäts långsamma svarstider, vilket hämmar utvecklingen. "Det är ju ingen som vill göra en investering innan man har fått godkänt" tillägger han, och påpekar att elhandelsbolag också är långsamma med att ge tillstånd för att installera tekniken och ansluta till kraftnätet. Det finns ett stort behov av att göra processen smidigare. "Säg att vi har 10 megawatt installerat i Europa i energilager just nu. Fram till 2030 spår man att vi behöver ha ungefär 130 megawatt. Det ska till enorma mängder investeringar till om man tror att det ska stabilisera elnätet."

Intervjupersonen ser att utvecklingen går mot att man kommer kunna använda batterier för att lagra egen energi i flerbostadshus och använda den i det interna systemet. "Då behöver man ha en batterilösning med ett smart interface som kan läsa och styra" säger intervjuperson 6. I flerbostadshus ställs höga brandkrav, vilket sätter press på tekniken. Organisation E arbetar idag med litiumjärnfosfatbatterier som har bra brandklass men är dyrare, och sådana avvägningar krävs för säkerheten.

## 4.6 Organisation F

Organisation F är ett forskningsinstitut vid ett universitet som specialiserar sig på installationsteknik. Professorn har deltagit i många internationella samarbeten och var med och grundade Svenska solenergiföreningen 1989, som initialt fokuserade på solvärme men idag har sitt fokus på solceller. Under åren har professorn samlat omfattande erfarenheter av solvärmesystem och värmelagring, som har implementerats successivt i andra länder, såsom Tyskland. Till skillnad från Sverige, där hushållen förbrukar mycket el, använder Tyskland mindre el. "Det är inte lönsamt att bry sig om elpriset för tillfället, men det är ju det man gör," säger intervjuperson 7. För att upprätthålla ett stabilt system måste elproduktionen matcha förbrukningen sekund för sekund, med frekvensen stabil på 50 hertz. "Det som har kommit de senaste åren är att man kan sälja sådana här tjänster till Svenska kraftnät."

Det finns ett mål att fördubbla Sveriges elanvändning för att minska den fossila energin, men det nuvarande elnätet räcker inte till. Batterilagring kan höja gränsen för hur mycket el som kan matas in i städerna. Batterilagring har börjat implementeras, främst i småhus kopplat till solceller, för att öka elanvändningen. Det är nu även tillåtet för elnätsbolag att använda batterier i elnätet. Professorn anser att detta är en bättre lösning än att bygga nya ledningar, vilket är tidskrävande och mycket kostsamt. Det nuvarande systemet är byggt och anpassat för stora anläggningar som kan förse många med el. Med dagens solceller vill man skapa energigemenskaper där man kan dela energi, vilket är populärt och fungerar väl i Tyskland. Men för att detta ska fungera i Sverige måste reglerna för elsystemet ändras. Han berättar om två lyckade projekt där man testade detta och menar att vi måste återgå till hur det var på 1900-talet med flera små "off-grid" elnät innan de kopplades upp på större nät. "Det är lite lustigt hur sådana här saker utvecklas, som om det är något nytt, men det var ju så det började en gång."

## 4.7 Sammanställning

Tabellen sammanfattar resultaten från intervjuerna med fokus på de utmaningar och möjligheter som uttryckts av de olika organisationerna.

Tabell 3. Sammanställning av resultat

<b>Organisation</b>	<b>Nuvarande arbete med energilagring</b>	<b>Utmaningar</b>	<b>Möjligheter/ Potential</b>
Organisation A	Inte aktiva men intresserade	Höga investeringskostnader, kunskapsbrist, batteriers livslängd och underhåll	Intäkter från frekvensutjämning och försäljning av el till Svenska kraftnät
Organisation B	Har undersökt men funnit det olämpligt för stora fastigheter	Hög förbrukning, aldrig överproduktion av energi från solceller	Tariffoptimering, sjunkande batteripriser
Organisation C	Arbetar i mindre utsträckning med energilagring	Brist på erfarna entreprenörer, säkerhet och brandskydd	Stora batterilager för frekvenstjänster, laddning med solenergi
Organisation D	Arbetar i mindre utsträckning men ser potential	Höga batteripriser, brandrisk, uppkoppling och styrning	Stødtjänstemarknad, utveckling av nya batterikemier
Organisation E	Arbetar med energilagring genom litiumjärnfosfat-batterier	Långsamma svarstider från Svenska kraftnät, brandrisk	Smart interface för batterier i flerbostadshus
Organisation F	Forskning inom installationsteknik och solenergi	Nuvarande system anpassat för stora anläggningar, lagar och regler	Batterilagring i småhus, energigemenskaper

## 5. Diskussion

Det var två fastighetsbolag som för närvarande genomför energilagringsprojekt i mindre skala. Vidare uttryckte två andra fastighetsbolag en vilja att utforska energilagringssalternativ, men har ännu inte genomfört detta i praktiken. Ett företag, Företag E, som är verksamt inom energilösningar, har gjort mest framsteg inom området och agerar som entreprenör för fastighetsbolag som vill implementera energilagringsteknik. Resultaten visar att det finns mycket osäkerhet kring ekonomi och brandsäkerhet i energilagringssmetoden.

I denna del av diskussionen diskuteras grundförutsättningarna för att möjliggöra införandet av batterilagring i flerbostadshus. Förutsättningarna kan delas upp i ekonomiska aspekter samt säkerhet i tekniken. Vidare diskuteras vilka åtgärder som kan öka sannolikheten för adoption av batterilagring av energi.

### 5.1 Ekonomi

Nedan diskuteras de ekonomiska förutsättningar i form av intäkter och kostnader samt investeringskostnader och finansieringskostnader.

#### 5.1.1 Intäkter

I samtliga intervjuer framgår det tydligt att inkomsterna för närvarande huvudsakligen genereras från stödtjänstemarknaden. Denna marknad innefattar tjänster som frekvensutjämning och tariffoptimering, vilket skapar stabilitet och balans i elnätet (Svenska kraftnät, 2023). Målet med tekniken är att uppnå självförsörjning genom solenergi, vilket skulle innebära betydande kostnadsbesparingar som kan betraktas som en form av intäkt. Utöver detta, om det genereras överskottsel, finns möjligheten att sälja denna till kraftnätet, vilket skulle skapa ytterligare intäkter.

Vidare framgår det att med ökat stöd från lagar och regler skulle ytterligare subventioner eller införande av straffbeskattning på icke-miljövänlig energi kunna öka efterfrågan på miljövänlig el (Klimatförändring, 2024). Sådana åtgärder skulle inte bara främja en grönare energimarknad utan även öka de ekonomiska fördelarna för företag som investerar i förnybar energi. Eftersom det är EU och regeringen som styr dessa medel, behöver de göra mer för att stödja företagen. Exempelvis kan de erbjuda mer konkreta subventioner, såsom skatteavdrag, eller tillåta att solcellsstödet används för att sälja överskottsel på elmarknaden.

För att effektivt kunna realisera dessa mål är det avgörande att tekniken förbättras, inklusive snabbare svarstider, som nämnts av intervjuperson 6. Den nuvarande utvecklingen på batterimarknaden, med fallande priser och förbättrad prestanda, är lovande i framtiden enligt intervjupersonerna och kan på sikt göra batterilagring till en mer ekonomiskt fördelaktig lösning. Förbättrade lagringssmöjligheter skulle inte bara öka effektiviteten utan också säkerställa att solenergin kan användas vid behov, vilket ytterligare minskar beroendet av fossila bränslen enligt EU kommissionen (u.å.). Sammanfattningsvis indikerar resultaten från intervjuerna med stöd av litteraturen att medan dagens intäkter huvudsakligen kommer från stödtjänster, finns det stor potential för ökade intäkter genom solenergi och batterilagring. Med rätt politiska och ekonomiska

incitament kan denna potential realiseras fullt ut, vilket skulle bidra till både ekonomisk och miljömässig hållbarhet.

## 5.1.2 Kostnader

För att bryta ned kostnadsmassan associerad med en investering i solceller med tillhörande batterilagring kommer detta kapitel att fokusera på investeringskostnaden och finansieringskostnaden. Detta då underhållskostnaderna är små i sammanhanget och har färre externa faktorer som påverkas dessa. Vidare kommer nedan kapitel att identifiera faktorer som påverkar respektive kostnadspost samt analysera vilken effekt detta får.

### 5.1.2.1 Investeringskostnader

Ursprungsinvesteringens storlek nämns i flera intervjuer och data i projekt 1 bekräftar den. Projekt 1 lägger stort fokus i att beräkna payback tiden, vid olika kalkylräntor, på en investering i solceller med och utan batterilagring. Denna studie gjordes dock 2016 och likt ovan diskussion kan detta anses vara utdaterat. Flertalet tekniska framsteg har gjorts på senare år, framför allt inom batteriteknik och solceller. Elektrifiering av transportindustrin har varit en stark bidragande faktor till denna utveckling för batterier (Sanguesa, Torres-Sanz, Garrido, Martinez & Marquez-Barja, 2021) och ett ökat fokus på hållbara lösningar har drivit tekniken framåt för solceller (Dada & Popoola, 2023). Vidare är det inte endast teknisk utveckling som påverkar investeringskostnaden utan även ekonomiska faktorer som konkurrenssituation, economies of scale och economies of scope kan ha minskat investeringskostnaden. Det är därför högst sannolikt att prestanda, både i form av ökad effekt från solcellerna så väl som ökad lagringskapacitet för batterierna, per investerad krona har minskat. Det är därför oklart huruvida kalkylen från projekt 1 är fortsatt valid idag.

Utöver ovan nämnda faktorer som kan haft påverkan på investeringskostnaden finns det även yttre faktorer som kan minska kostnaden. Enligt Klimatförändring (2024) kan subventioner öka efterfrågan på miljövänlig el och öka de ekonomiska fördelarna för företag att investera i förnybar energiproduktion. Politiska beslut i form av subvention av solceller eller batterier är alltså inte osannolikt, vilket skulle ha en omedelbar effekt på kostnadsmassan och tillika kalkylen.

### 5.1.2.2 Finansieringskostnader

Utifrån data och resultat från projekt 1 och projekt 2 framgår det att en ansevärd del av kostnadsmassan i kalkylen rör finansieringskostnaden. Det tydligaste exemplet som påvisar detta är den stora skillnaden i payback-tid vid olika kalkylräntor. I detta delkapitel kommer finansieringskostnaden som begrepp att utgå från kalkylränta, då denna ämnar att avspegla ägarnas avkastningskrav på en investering och således kan anses vara kostnaden för finansiering i en kalkyl. Via denna definition kommer alltså den faktiska finansieringskostnaden att tas i hänsyn så väl som alternativkostnad för investering. Den 21a maj 2024 var den svenska Riksbankens styrränta på 3.75 procent (Sveriges Riksbank, 2024), vilket är ca 3.5 procentenheter högre än den genomsnittliga räntan senaste 10 åren. Detta får en direkt effekt på finansieringskostnaden då en högre kalkylränta kraftigt diskonterar framtida kassaflöden och således förlänger payback tiden på en investering och intervjuperson 1's kommentar "pengar kostar ju pengar nu" bär stor sanning i sig.

I projekt 1 har beräkningar gjorts baserat på 0%, 4.5% och 9% kalkylränta och resultatet visade på att en 9% kalkylränta ej var lönsam för solceller med batterilagring. En 4.5% kalkylränta var lönsamt i 2 av 3 fall, men med en lägsta paybacktid om 20 år. Även om kalkylränta i teorin är företagsspecifikt går det att argumentera för att det vore ytterst osannolikt att utvärdera en investering i dagens ränteklimat utifrån en kalkylränta om 4.5% i något företag då styrräntan ligger på 3.75 %.

En minskning av styrräntan skulle få direkt effekt på investeringskalkylen och detta kan framförallt ske på två sätt, allmän räntesänkning samt ränterabatt. Riksbanken sänkte den 8 maj 2024 räntan för första gången på åtta år och riksbankschefen Erik Thedéen uppdaterade den prognosticerade räntebanan till 2 ytterligare sänkningar under 2024 (Birgander, 2024). Förutsatt att Riksbankens prognos realiserar skulle finansieringskostnaderna för en investering i solceller och batterilagring onekligen minska kraftigt, vilket påverkar kalkylen gynnsamt. Utöver en allmän räntesänkning finns det även initiativ som till exempel ränterabatter för att främja hållbara investeringar i form av ränterabatter för sådana. Dessa rabatter kan uppstå från att banken ser en lägre framtida risk för sådana investeringar och således erbjuder en lägre ränta (Klimatförändring, 2024). Utöver en bankmässig rabatt kan politiska beslut i form av subventionerad finansiering, antingen till låneutgivare, eller direkt till låntagare även få stor inverkan på hur lönsam investeringen blir då en lägre låneränta kommer resultera i en lägre beräknad kalkylränta.

## 5.2 Säkerhet

Enligt intervjuerna är en av de stora utmaningarna idag säkerheten kring hanteringen av batterier för att inte utgöra en risk för de som bor eller arbetar i byggnader med energilagringssystem. Batteritekniken behöver genomgå betydande förbättringar för att adressera dessa problem konstaterar intervjuperson 5.

För det första måste batterierna bli säkrare att använda i tätbefolkade områden. Det har utforskats åtgärder som testats i en undersökning (Liao, Zhang, Li, Zhang & Habtler, 2019). I en annan undersökning har litiumjonbatterier och litiumjärnfosfatbatterier jämförts där båda visar hög risk för brand men litiumjonbatterierna visade på högre risker (Meng, Yang, Zhang, Gao, Liu, Duan & Wang, 2020). Brandrisken associerad med batterier är en central oro, särskilt i flerbostadshus. För att motverka denna risk krävs utveckling av batterier med bättre termisk stabilitet och inbyggda säkerhetsfunktioner som kan förhindra överhettning och kortslutningar. En sådan utveckling skulle inte bara öka säkerheten utan också förtroendet för tekniken bland användare och investerare.

För det andra krävs även standardisering och reglering av installation och underhåll av batterilagringssystem enligt intervjupersonerna. Det innebär att det behövs tydliga riktlinjer och regelverk för hur batterier ska installeras, övervakas och underhållas för att minimera brandriskerna. Utbildning och certifiering av installatörer och underhållspersonal är också avgörande för att säkerställa att batterisystemen hanteras på ett säkert sätt framför intervjuperson 3. Sammanfattningsvis, för att kunna implementera batterilagring på bredare front, särskilt i urbaniserade områden, måste teknologin utvecklas för att hantera säkerhetsriskerna. Genom investeringar i forskning och utveckling, samt implementering av robusta regelverk och utbildningsprogram, kan batterilagring bli en hållbar och säker lösning för framtiden.

## 6. Slutsats

De främsta utmaningarna som begränsar adoption av batterilagring i flerbostadshus är ekonomiska osäkerheter och säkerhetsfrågor. För att möjliggöra en bredare användning av energilagring krävs förbättrad batteriteknik, ekonomiskt stöd och tydliga regelverk. Genom att adressera dessa utmaningar kan fastighetssektorn ta betydande steg mot hållbar energi. Studiens resultat visar att investeringar i forskning och utveckling av batteriteknik är nödvändiga för att förbättra säkerheten och effektiviteten. Ekonomiska incitament, såsom subventioner och ränterabatter, kan öka lönsamheten för investeringar i batterilagring. Tydligare regelverk och standarder för installation och underhåll är också avgörande för att minimera säkerhetsrisker. Att tillgodose dessa förutsättningar skulle möjliggöra för en mer hållbar energiförsörjning och Sveriges mål om 100 % förnybar energi är ett steg närmre realisering.

### 6.1 Kritik

Kritik riktad till studien kan vara att studien inte inkluderat tillräckligt med perspektiv från olika intressenter och aktörer inom branschen. En mer omfattande undersökning av dess synpunkter och erfarenheter skulle kunna ge en mer nyanserad bild av utmaningarna och möjligheterna med energilagring i flerbostadshus. Studien har inte utforskat hållbarhetsaspekter, miljöpåverkan och sociala konsekvenser av att implementera energilagring i flerbostadshus på ett tillräckligt djup för att med säkerhet kunna föreslå lämpliga åtgärder. En mer omfattande analys av dessa faktorer skulle kunna bidra till en mer holistisk bedömning av investeringar för energilagring i denna kontext.

### 6.2 Vidare forskning

För vidare forskning rekommenderas internationell jämförelse, inkludering av flera intressenters perspektiv, fördjupad analys av hållbarhetsaspekter, utforskning av teknologisk utveckling samt en djupare ekonomisk analys och investeringskalkyl utifrån dagens förutsättningar. Att utforska dessa områden vidare kan leda till en större och fördjupad bild av ämnet.

## Källförteckning

1. Anuphapparadorn, S., Sukchai, S., Sirisamphanwong, C., & Ketjoy, N. (2014). Comparison the Economic Analysis of the Battery between Lithium-ion and Lead-acid in PV Stand-alone Application. *Energy Procedia*, 56, 352-358. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.167>
2. A123 Systems. (u.å). *Technical specifications*. <https://www.a123systems.com/applications/data-sheets/>
3. Battery University. (2010). *Basics about Discharging*. batteryuniversity.com <https://batteryuniversity.com/article/bu-501-basics-about-discharging>
4. Battery University. (u.å). *How to prolong lithium-based batteries*. [https://batteryuniversity.com/learn/article/how\\_to\\_prolong\\_lithium\\_based\\_batteries](https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries)
5. Birgander, O. (2024). *Riksbanken sänker räntan – första gången på åtta år*. SVT Nyheter. <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/riksbanken-sanker-rantan-forsta-gangen-pa-atta-ar>
6. Boverket. (2024). *Vad menas med en- och tvåbostadshus i OVK sammanhang*. boverket.se <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/ovk/en--och-tvabostadshus-i-ovk-sammanhang/>
7. Buchmann, I. (2011). *Batteries in a Portable World: A Handbook on Rechargeable Batteries for Non-Engineers*, Third Edition (3rd ed.). Cadex Electronics Inc.
8. Dada, M., & Popoola, P. (2023). Recent Advances in Solar Photovoltaic Materials and Systems for Energy Storage Applications: A Review, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s43088-023-00405-5>
9. Davidsson Svensson, E. (16 november 2023). *Fortsatt poppis med solceller – men efterfrågan sjunker med elpriset* [Radioprogram]. Sveriges radio. <https://sverigesradio.se/artikel/fortsatt-poppis-med-solceller-men-efterfragan-sjunker-med-elpriset>
10. Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken* (fjärde upplagan). Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-12288-5
11. Depositphotos. (2023). *Energilagring Som Solpanelens Kraftackumulatorsystem Skisserar Diagram Märkt Pedagogiskt System*. <https://depositphotos.com/se/vector/energy-storage-solar-panel-power-accumulator-system-outline-diagram-labeled-654583642.html>
12. Energimyndigheten. (2024). *Koppla batterier till solcellerna*. energimyndigheten.se <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/batterier-kopplat-till-solceller/>
13. Energimyndigheten. (2024). *Stöd och bidrag att söka på energiområdet*. energimyndigheten.se <https://www.energimyndigheten.se/om-oss/stod-och-bidrag-att-soka-pa-energiomradet/>

14. Energimyndigheten. (2023). *Elektrifieringen försenas – om inte fler väljer arbete inom energibranschen*. energimyndigheten.se  
<https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/elektrifieringen-forsenas--om-inte--fler-valjer-arbete-inom-energibranschen/>
15. Energimyndigheten. (2023). *Nuläget på elmarknaden*. energimyndigheten.se  
[https://www.energimyndigheten.se/49ed19/globalassets/om-oss/lagesrapporter/elmarknaden/2023/nulaget-pa-elmarknaden-juni-2023.pdf? t\\_id=j\\_gjNyyjRaaGkULiJE7tTA%3D%3D& t\\_uuid=OFcUj2n3QkmiwCwxdms2Cg& t\\_q=energy+in+sweden+20& t\\_tags=language%3Aen%2Candquerymatch& t\\_hit.id=Energimyndigheten\\_Content\\_Media\\_CustomFile/ 6583d4a9-62b2-4bfd-a11a-fc282ba49941& t\\_hit.pos=156](https://www.energimyndigheten.se/49ed19/globalassets/om-oss/lagesrapporter/elmarknaden/2023/nulaget-pa-elmarknaden-juni-2023.pdf? t_id=j_gjNyyjRaaGkULiJE7tTA%3D%3D& t_uuid=OFcUj2n3QkmiwCwxdms2Cg& t_q=energy+in+sweden+20& t_tags=language%3Aen%2Candquerymatch& t_hit.id=Energimyndigheten_Content_Media_CustomFile/ 6583d4a9-62b2-4bfd-a11a-fc282ba49941& t_hit.pos=156)
16. Energimyndigheten. (2022). *Energistatistik för flerbostadshus*. energimyndigheten.se  
<https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energistatistik-for-flerbostadshus/>
17. Energimyndigheten. (2019). *Accelerera energiomställningen för ett hållbart samhälle*.  
<https://www.regeringen.se/contentassets/839904375fb64140a06616e4c0eb5450/energimyndigheten.pdf>
18. Europaparlamentet. (2019). *EU och Parisavtalet: mot klimatneutralitet*.  
<https://www.europarl.europa.eu/topics/sv/article/20191115STO66603/eu-och-parisavtalet-mot-klimatneutralitet>
19. Europeiska bankmyndigheten, Europeiska försäkrings- och tjänstepensionsmyndigheten, Europeiska värdepappers- och marknadsmyndigheten, (2023). *Hur påverkar inflationen och ränteuppgången min ekonomi?*, Europeiska unionens publikationsbyrå. <https://data.europa.eu/doi/10.2853/214867>
20. Europeiska kommissionen. (u.å). *Grön omställning*. [https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition\\_sv](https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition_sv)
21. European Union. (2023). *Eurobarometer*. europa.eu  
<https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2954>
22. Exide Technologies. (u.å). *Product catalog*. <https://www.exide.com/us/en/product-catalog>
23. Fortnox. (u.å). *Vad är lönsamhet?*. fortnox.se <https://www.fortnox.se/fortnox-foretagsguide/ekonomisk-ordlista/lonsamhet>
24. Fortnox. (u.å). *Vad är subvention?*. fortnox.se <https://www.fortnox.se/fortnox-foretagsguide/ekonomisk-ordlista/subvention>
25. Gao, Y., Cai, Y., & Liu, C. (2022). Annual operating characteristics analysis of photovoltaic-energy storage microgrid based on retired lithium iron phosphate batteries. *Journal of Energy Storage*, 45, 103769. <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103769>
26. Gyulanszky, T. (2022). *Solceller på Västergårdsgymnasiet*. Uppsala Universitet. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1707895/FULLTEXT01.pdf>

27. Karlsson, D. (2022). *Sverige behöver fler lösningar för solenergi*. Forskning.se.  
<https://www.forskning.se/2022/08/05/losningar-solenergi/>
28. Konkurrensverket. (2023). *Energimarknaden – konkurrens i kristider*. konkurrensverket.se  
<https://www.konkurrensverket.se/informationsmaterial/rapportlista/energimarknaden--konkurrens-i-kristider/>
29. Klimatförändring. (2024). *Gröna investeringar – En guide för hållbara investeringar*.  
klimatförändring.se <https://klimatforandring.se/grona-investeringar-en-guide-hallbara-investeringar/>
30. Klimatordlista. (2016). *Energilagring*. klimatordlista.se <https://www.klimatordlista.se/energilagring/>
31. Liao, Z., Zhang, S., Li, K., Zhang, G., & Habtler, T.G. (2019). A survey of methods for monitoring and detecting thermal runaway of lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, 436, 226879  
<https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.226879>
32. Lind, A. (7 mars 2024). *Prognosen: Kraftig minskning av solcellsanläggningar* [Radioprogram].  
Sveriges radio. <https://sverigesradio.se/artikel/prognosen-kraftig-minskning-av-solcellsanlaggningar>
33. Lindholm, K. (2023). *Elnätet – distribution av el*. energiforetagen.se  
<https://www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/elnetet--distribution-av-el/>
34. Maxwell, J. A. (2009). Designing a Qualitative Study. I. L. Bickman & I. D. J. Rog (Red). *The SAGE Handbook of Applied Social Research Methods*. (2:a upplagan). SAGE Publications, Inc. ISBN 978-1-4129-5031-2.
35. May, G. J., Davidson, A., & Monahov, B. (2018). Lead batteries for utility energy storage: A review. *Journal of Energy Storage*, 15, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.est.2017.11.008>
36. Meng, X., Yang, K., Zhang, M., Gao, F., Liu, Y., Duan, Q., & Wang, Q. (2020). Experimental study on combustion behavior and fire extinguishing of lithium iron phosphate battery. *Journal of Energy Storage*, 30, 101532. <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101532>
37. Nilsson, T. (2016). *Energilagring En kunskapsammanställning om energilagringstekniker & en fallstudie om energilagring i ett flerbostadshus*. Lunds Tekniska Högskola. ISRN 1102-3651  
<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8894574&fileId=8894577>
38. Nordea. (2023). *Vad är gröna lån?*. nordea.com <https://www.nordea.com/sv/nyhet/vad-ar-grona-lan>
39. Ould Amrouche, S., Rekioua, D., Rekioua, T., & Bacha, S. (2016). Overview of energy storage in renewable energy systems. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(45), 20914-20927.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.243>
40. Regeringskansliet. (2014). *Mål för energipolitiken*. Regeringskansliet.  
<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/energi/mal-och-visioner-for-energi/>
41. Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martinez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404.  
<https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>

42. Statistiska Centralbyrån. (2024). *Underliggande inflation enligt KPIF, 12-månadersförändringar, procent*. scb.se <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/konsumentprisindex/konsumentprisindex-kpi/pong/tabell-och-diagram/konsumentprisindex-med-fast-ranta-kpif-och-kpif-xe/kpif-12-manadersforandring/>
43. Statistiska Centralbyrån. (2022). *Var tid har sin inflation*. scb.se <https://www.scb.se/hitta-statistik/redaktionellt/var-tid-har-sin-inflation/>
44. Svenska Kraftnät. (2023). *Stödtjänster och avhjälpande åtgärder*. <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/verktyg-for-systemdrift/stodtjanster-och-avhjalpande-atgarder/>
45. Svenska Kraftnät. (2023). *Sveriges elnät*. <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/oversikt-av-kraftsystemet/sveriges-elnat/>
46. Svenska kraftnät (u.å). *Frekvensstabilitet*. <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-systemansvaret/kraftsystemstabilitet/frekvensstabilitet/>
47. Sveriges geologiska undersökning. (2023). *Energilagring*. sgu.se <https://www.sgu.se/samhallsplanering/energi/Geoenergi-geotermi-och-energilagring/energilagring/>
48. Sveriges Riksbank. (2024). *Styrränta, in- och utlåningsränta*. riksbank.se <https://www.riksbank.se/sv/statistik/rantor-och-valutakurser/styrranta-in--och-utlaningsranta/>
49. Sveriges Riksbank. (2024). *Vad är styrräntan (tidigare reporäntan)?*. riksbank.se <https://www.riksbank.se/sv/penningpolitik/vad-ar-penningpolitik/vad-ar-styrrantan/>
50. UNFCCC. (2015). *The Paris Agreement*. United Nations Climate Change. unfccc.int <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
51. Unsplash. (2017). *Photo by Biel Morro on Unsplash*. Unsplash.com <https://unsplash.com/photos/black-and-silver-solar-panel-HCha-UHkIg8>
52. Vattenfall. (u.å). *Sälj överskottet från din mikroproduktion*. vattenfall.se <https://www.vattenfall.se/elavtal/elpriser/mikroproduktion/>
53. Wang, Q., Ping, P., Zhao, X., Chu, G., Sun, J., & Chen, C. (2012). Thermal runaway caused fire and explosion of lithium ion battery. *Journal of Power Sources*, 208, 210-224. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.02.038>



INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION  
AVDELNINGEN FÖR ENTREPRENÖRSKAP OCH STRATEGI  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**