

# Flexibilitetsmarknaders roll för att överkomma kapacitetsbrist i lokala elnät

- En studie om konceptets möjligheter och utmaningar på aktörsnivå och marknadsnivå

---

The role of flexibility markets in overcoming capacity shortages in local electricity grids

- A study of the concept's opportunities and challenges on actor and market level

Gustav Bjerre

Daniel Granath

Handledare: Pontus Cerin, Linköpings universitet

Företagshandledare: Johan Karlsson, SyAC

Examinator: Sara Gustafsson, Linköpings universitet

# Sammanfattning

Flera svenska storstadsregioner har börjat nå taket för nätkapacitet i elnäten, ett problem som även kallas kapacitetsbrist. Problemet med kapacitetsbrist grundar sig i de förändringar som sker för elproduktionen, med exempelvis en ökande grad av förnyelsebar, intermitterande elproduktion, och förändringar i efterfrågan i och med samhällets ökande grad av elektrifiering. För att hantera och överkomma kapacitetsbrist har elnätsbolag traditionellt sett byggt ut elnätet för att därmed ha möjlighet att leverera effekt under årets alla dagar, en metod som har långa ledtider och har höga investeringskostnader. Den accelererade problematiken kring kapacitetsbrist sätter ett förändringstryck på elsystemet och i synnerhet elnätsbolagen att hantera problemet. Ett alternativ till att hantera kapacitetsbrist är för elnätsbolag att upphandla flexibilitets tjänster. Det är en lösning som anses som resurseffektiv och samhällsekonomisk i förhållande till konventionell nätutbyggnad. Flexibilitet i elsystemet innebär aktörers medvetna förändring i elproduktion eller efterfrågan av effekt som avser att stabilisera elsystemet. Genom en flexibilitetsmarknad kan elnätsbolag ge aktörer incitament att erbjuda sin flexibilitet mot betalning och därmed hantera kapacitetsbrist när det behövs.

I det här examensarbetet har syftet varit att studera flexibilitetsmarknaders roll i att överkomma kapacitetsbrist i lokala elnät och vad konceptet innebär för möjligheter och utmaningar på aktörsnivå och övergripande marknadsnivå. Genom kvalitativa forskningsmetoder, semi-strukturerade intervjuer, litteratur- och dokumentstudier, har författarna kartlagt kunskapsläget om flexibilitetsmarknader och konceptets innebörd för enskilda aktörer. Examensarbetet presenterar även ett teoretiskt ramverk av ekonomisk teori som syftar till att ge större förståelse för marknadens etableringsprocess och vilka eventuella marknadsmisslyckanden som riskerar att ske. En förstudie har genomförts där två aktiva projekt, CoordiNet och Sthlmflex, av flexibilitetsmarknader i Sverige har studerats för att identifiera insikter om flexibilitetsmarknaders möjligheter och utmaningar. Vidare utfördes en semi-strukturerad intervjustudie med 15 olika företag i Göteborg, en region som ännu inte har en flexibilitetsmarknad, för att studera olika aktörers drivkrafter och hinder för att medverka på en flexibilitetsmarknad. Företagen var kategoriserade i fem olika segment; industrier, hamnindustrier, fastighetsbolag, elnätsbolag och aggregatorer.

Resultatet från förstudien visar på att de existerande flexibilitetsmarknaderna har varit viktiga för deltagande aktörer att lära sig förstå hur de bör arbeta med en flexibilitetsmarknad som en del av verksamheten. Det har visat sig existera ett antal utmaningar i projekten som exempelvis bristfällig kommunikation, avsaknad av automatiserade processer och låg likviditet på marknaderna. I intervjustudien kunde det urskiljas att de flesta industrier, hamnindustrier och fastighetsbolag har flexibilitetsresurser och potential för att medverka som leverantörer på en flexibilitetsmarknad. Hos samma segment identifierades dock hinder gällande bristen på teknisk utrustning för att kunna erbjuda flexibilitet och en osäkerhet kring ersättningsnivån som kan väntas från flexibilitetsmarknaden för flexibilitetsleverantörer. Elnätsbolag ser flexibilitetsmarknader som ett bra alternativ till att hantera kapacitetsbrist och att potentialen är stor för framtiden. Aggregatorer tros ha en betydande roll på flexibilitetsmarknader och vara en möjliggörare för aktörer med mindre resurser och begränsad kunskap. Totalt var 12 av 15 tillfrågade företagen intresserade av att delta på en flexibilitetsmarknad i Göteborg. Utifrån teori kan flexibilitetsmarknader ses som en innovativ marknad och att etableringsprocessen innebär olika marknadsstabiliserande aktioner. Flexibilitetsmarknader innebär även ett behov av innovativa affärsmodeller för marknadsaktörerna. Med hänsyn till hinder och utmaningar som identifierats hos flexibilitetsmarknaderna under examensarbetet existerar risker för eventuella marknadsmisslyckanden, orsakade av asymmetrisk information, transaktionskostnader, begränsad rationalitet och externaliteter.

## Abstract

Several Swedish metropolitan regions have begun facing issues regarding the capacity in the power grid, a problem that is also known as capacity shortage. The problem of capacity shortage is based on several changes within the power system, for example, an increasing degree of renewable, intermittent electricity production, and society's increasing degree of electrification. In order to manage capacity shortages, power grid companies have traditionally expanded the power grid to be able to deliver power during all hours of the year, a method that has long lead times and high investment costs. The accelerated problem of capacity shortages puts pressure for change in the power system, and in particular the power grid companies to deal with the problem. An alternative in managing capacity shortages is for power grid companies to purchase flexibility services. It is a solution that is referred to as a more sustainable, resource efficient and socio-economic in relation to conventional power grid expansion. Flexibility in the power system can be seen as changes in the electricity production or the demand for power that intends to stabilize the power system. In a flexibility market, power grid companies can give companies incentives to offer their flexibility against payment and thus handle capacity shortages when needed.

The purpose of the thesis has been to study the role of flexibility markets in overcoming capacity shortages in local power grids, and the concept's opportunities and challenges for different actors and from a market perspective. Through qualitative research methods, semi-structured interviews, literature- and document studies, the authors have mapped the state of knowledge about flexibility markets and the concept's meaning for the power system. The thesis also presents a theoretical framework of economic theory that aims to provide a greater understanding of the market's establishment process and what possible market failures that are likely to occur. A pre-study has been carried out where two projects, CoordiNet and Sthlmflex, of flexibility markets in Sweden have been studied to identify insights into the concept's opportunities and challenges. Furthermore, a semi-structured interview study was conducted with 15 different companies in Gothenburg, a region that does not yet have a flexibility market, to study companies' drivers and obstacles to participate in a flexibility market. The companies were categorized into five different segments: industries, port industries, real estate companies, power grid companies and aggregators.

The results from the pre-study show that the existing flexibility markets have been important for participating players to understand how they should integrate a flexibility market as a part of their businesses. It has been shown that there are several challenges in the flexibility projects, such as inadequate communication, lack of automated processes and low liquidity on the markets. In the interview study, it could be discerned that most industries, port industries and real estate companies have flexibility resources and potential to participate as flexibility providers in a flexibility market. In the same segments, obstacles were identified regarding the lack of technical equipment to be able to offer flexibility and an uncertainty about the level of remuneration that can be expected from the flexibility market for flexibility providers. Power grid companies sees flexibility markets as a good alternative for managing capacity shortages and that the potential is great for the future. Aggregators are believed to play a significant role in flexibility markets and be an enabler for companies with smaller flexibility resources and limited knowledge. In total, 12 of the 15 companies surveyed were interested in participating in a flexibility market in Gothenburg. Based on theory, a flexibility market can be seen as an innovative market and that the establishment process involves various market stabilizing actions. Flexibility markets also imply a need for innovative business models for market participants. Regarding the obstacles and challenges identified in the flexibility markets during the thesis, there are risks of market failure caused by asymmetric information, high transaction costs, bounded rationality, and externalities.

## Förord

Vi vill börja med att tacka alla som har medverkat i intervjuer under examensarbetet för eran tid och för att ni har gjort examensarbetet möjligt att uträtta. Det har varit betydelsefullt att få ta del av er kunskap och era insikter i området om flexibilitetsmarknader. Vi vill tacka vår handledare, Pontus Cerin, på Linköpings universitet, för god vägledning och intressanta samtal under vårens gång. Tack till Sara Gustafsson, vår examinator, och våra klasskamrater tillika opponenter, Josef Hughes och David Sandgren, för all feedback och hjälp med examensarbetet under våren.

Till sist vill vi tacka Johan Karlsson och Anders Grahl på SyAC och Hans Ristner på BatteryLoop som har gett oss den här fantastiska möjligheten och som har stöttat oss under hela våren. Det har varit en fantastisk sista termin på vår utbildning och vi är glada att vi har fått komma ner till Göteborg under våren och fått se och lära av er alla tre vad yrkeslivet inom energibranschen kan innebära.

Stort tack!

*Gustav Bjerre + Daniel Granath*

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning .....</b>	<b>1</b>
1.1. Bakgrund.....	1
1.2. Problemformulering .....	3
1.3. Syfte & Frågeställning .....	3
1.4. Val av studieobjekt och referensprojekt.....	4
1.5. Rapportstruktur.....	4
<b>2. Metod .....</b>	<b>7</b>
2.1. Arbetsprocess.....	7
2.2. Litteratur- och dokumentstudie .....	9
2.2.1. Litteraturstudie.....	9
2.2.2. Dokumentstudie .....	11
2.3. Empiriinsamling.....	12
2.3.1. Förstudie.....	12
2.3.2. Intervjustudie .....	14
2.4. Analysmetod .....	18
2.4.1. Analys av intervjuer .....	18
2.4.2. Kvalitativ komparativ analys av litteratur-, dokumentstudie och empiri.....	19
2.4.3. Ramverksanalys av empiri.....	19
2.5. Metoddiskussion .....	20
<b>3. Elsystemet i Sverige.....</b>	<b>22</b>
3.1. Sveriges elproduktion.....	22
3.2. Intressenter i elsystemet .....	25
3.3. Elnätet.....	26
3.3.1. Elnätstariffer och effektabonnemang .....	27
3.4. Elhandel.....	28

3.4.1.	Finansiell elhandel.....	28
3.4.2.	Fysisk elhandel i Sverige .....	28
3.4.3.	Balansmarknader och effektreserv .....	30
3.4.4.	Sammanställning av elhandel.....	32
3.5.	<i>Några utmaningar i elsystemet.....</i>	33
<b>4.</b>	<b>Flexibilitet i elsystem.....</b>	<b>36</b>
4.1.	<i>Definition av flexibilitet i elsystemet .....</i>	36
4.2.	<i>Flexibilitetsresurser .....</i>	37
4.3.	<i>Efterfrågeflexibilitet .....</i>	39
4.3.1.	Nyttor med efterfrågeflexibilitet.....	40
4.3.2.	Hinder för efterfrågeflexibilitet .....	41
<b>5.</b>	<b>Flexibilitetsmarknader.....</b>	<b>44</b>
5.1.	<i>Flexibilitet som handelsvara.....</i>	45
5.2.	<i>Marknadens utformning .....</i>	46
5.3.	<i>Utformning av flexibilitetsmarknader .....</i>	48
5.4.	<i>Identifierade hinder för flexibilitetsmarknader .....</i>	49
5.4.1.	Organisatoriska hinder .....	49
5.4.2.	Tekniska hinder .....	50
5.4.3.	Ekonomiska hinder.....	51
5.4.4.	Regulativa hinder.....	51
<b>6.</b>	<b>Teoretiskt ramverk.....</b>	<b>52</b>
6.1.	<i>Innovativa marknader.....</i>	52
6.1.1.	Innovativa affärsmodeller .....	54
6.2.	<i>Marknadsmislyckanden.....</i>	56
6.2.1.	Transaktionskostnader .....	57
6.2.2.	Asymmetrisk information.....	58

6.2.3.	Begränsad rationalitet.....	59
6.2.4.	Externaliteter.....	60
6.2.5.	Marknadsmisslyckanden som grund till policyer och styrmedel.....	61
6.3.	<i>Summering av det teoretiska ramverket.....</i>	62
<b>7.</b>	<b>Resultat från förstudien .....</b>	<b>63</b>
7.1.	<i>CoordiNet .....</i>	63
7.1.1.	CoordiNet Uppland och Skåne .....	63
7.1.2.	Identifierade framgångsfaktorer och utmaningar i CoordiNet Uppland och Skåne.....	64
7.2.	<i>Sthlmflex.....</i>	64
7.2.1.	Identifierade framgångsfaktorer och utmaningar i Sthlmflex.....	65
7.3.	<i>Intervjuresultat från myndigheter, akademiker och intresseorganisationer .....</i>	66
7.3.1.	Allmänna insikter.....	66
7.3.2.	Möjligheter som flexibilitetsmarknader ger.....	67
7.3.3.	Hinder för flexibilitetsmarknader .....	67
<b>8.</b>	<b>Resultat från intervjustudien.....</b>	<b>69</b>
8.1.	<i>Industriers drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad.....</i>	69
8.1.1.	Drivkrafter identifierade hos industrier .....	69
8.1.2.	Hinder identifierade hos industrier .....	70
8.2.	<i>Hamnindustriers drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad .....</i>	71
8.2.1.	Drivkrafter identifierade hos hamnindustrier .....	71
8.2.2.	Hinder identifierade hos hamnindustrier.....	71
8.3.	<i>Fastighetsbolags drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad.....</i>	72
8.3.1.	Drivkrafter identifierade hos fastighetsbolag .....	72
8.3.2.	Hinder identifierade hos fastighetsbolag .....	73
8.4.	<i>Elnätsbolags drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad .....</i>	75
8.4.1.	Drivkrafter identifierade hos elnätsbolag .....	76

8.4.2.	Hinder identifierade hos elnätsbolag .....	77
8.5.	<i>Aggregatorers drivkrafter och hinder</i> .....	78
8.5.1.	Drivkrafter identifierade för aggregatorer .....	78
8.5.2.	Hinder identifierade för aggregatorer .....	79
8.6.	<i>Sammanställning av drivkrafter och hinder</i> .....	79
<b>9.</b>	<b>Analys och diskussion</b> .....	<b>83</b>
9.1.	<i>Kvalitativ komparativ analys</i> .....	83
9.2.	<i>Analys av resultat utifrån teoretiskt ramverk</i> .....	87
9.2.1.	Flexibilitetsmarknad som en innovativ marknad .....	87
9.2.2.	Affärsmodeller på flexibilitetsmarknader .....	89
9.2.3.	Marknadsmisslyckanden på flexibilitetsmarknader .....	90
9.3.	<i>Avslutande diskussion</i> .....	93
<b>10.</b>	<b>Slutsats</b> .....	<b>95</b>
10.1.	<i>Fortsatta studier</i> .....	97
<b>11.</b>	<b>Referenser</b> .....	<b>98</b>
<b>Bilagor</b>	.....	<b>106</b>
	<i>Bilaga 1: Intervjuguide nätägare</i> .....	106
	<i>Bilaga 2: Intervjuguide flexibilitetsleverantörer</i> .....	108
	<i>Bilaga 3: Intervjuguide aggregatorer</i> .....	110

# Nomenklatur

<b>aFRR</b>	Automatisk frekvensåterställningsreserv (Automatic Frequency Restoration Reserve)
<b>Aggregator</b>	Aktör som förenar flertalet kunders flexibilitet för försäljning på flexibilitetsmarknader
<b>BRP</b>	Balansansvarig (Balance Responsible Party) har skyldighet att produktionen av el och förbrukningen av densamma ska vara lika stor
<b>CEER</b>	Rådet för europeiska tillsynsmyndigheter (The Council of European Energy Regulators)
<b>DSO</b>	Elnätsägare och distributör av el på regional och lokal nivå (Distribution System Operator)
<b>Ei</b>	Energimarknadsinspektionen
<b>Efterfråge- flexibilitet</b>	Den mängd flexibilitet som av efterfrågan i systemet kan regleras upp eller ned under en specifik tid
<b>FCR-N</b>	Frekvensreserv normal drift (Frequency Containment Reserve – Normal)
<b>FCR-D</b>	Frekvensreserv störd drift (Frequency Containment Reserve – Disturbed)
<b>FFR</b>	Snabb frekvensreserv (Fast Frequency Reserve)
<b>Flexibilitets- leverantör</b>	Aktörer som flexibelt antingen kan nedreglera sin elanvändning eller reglera upp sin elproduktion
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IVA</b>	Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien
<b>mFRR</b>	Manuell frekvensåterställningsreserv (Manual Frequency Restoration Reserve)
<b>TSO</b>	Systemansvarig för transmissionsnätet (Transmission System Operator)

# 1. Inledning

Kapitlet inleder med en bakgrund till examensarbetet och varför forskningsområdet för examensarbetet är av intresse. Vidare presenteras en problemformulering och motivering till studien, följt av examensarbetets syfte och frågeställningar. Till sist presenteras studieobjekt, referensprojekt och en översikt över innehållet i alla huvudkapitel.

## 1.1. Bakgrund

I många delar av världen sker omfattande förändringar vad gäller elproduktionens struktur och mönster av energianvändning (Eid et al., 2016). Det här medför ett förändringstryck på de befintliga energisystemens strukturer och därmed även elsystemet i sin helhet. I Europa påverkas elsystemet av en ökande grad av elektrifiering och av nationella samt internationella mål som syftar till att öka andelen förnyelsebar elproduktion. EU-kommissionen lade 2016 fram lagpaketet ”Ren energi för alla i Europa” för att driva förändringen mot en mer effektiv energianvändning och förnyelsebar elproduktion, samt regleringar för elmarknaden (Energimarknadsinspektionen (Ei), 2020b). Målet med paketet är bland annat att minska koldioxidutsläppen, säkerställa en trygg elförsörjning och högre energieffektivitet. Till 2040 har Sverige satt som mål att elproduktionen ska vara 100 procent förnybar (Energimyndigheten, 2020). Enligt Richardson (2013) innebär integreringen av förnyelsebar intermittent elproduktion svårigheter när det sker storskaligt. Det är på grund av att intermittent elproduktion ger en ökad variabilitet och osäkerhet hos elsystemets förmåga att möta balansen mellan utbud och efterfrågan av elkraft (Eid et al., 2016). Parallellt med de förändringar som sker för elproduktionen pågår en digitalisering och elektrifiering av samhället som ökar behovet av el och sätter därigenom ytterligare press på elsystemet och elnäten (Ei, 2020a). Som följd börjar storstadsregioner i Sverige närma sig taket för elektrisk kapacitet under de tidpunkter med störst efterfrågan, vilket innebär kapacitetsbrist. Problemet ligger alltså inte i att det produceras för lite el, så kallad effektbrist, utan att elnätets möjlighet att ta emot och leverera el där den behövs har nått sin maximala förmåga (Ei, 2020a). Konsekvensen för kapacitetsbrist är att nätägarna inte har möjlighet att nyansluta fler kunder till elnätet vilket kan begränsa etablering av industrier och stadsutvecklingen där kapacitetsbristen emellanåt är ett faktum. För att motverka kapacitetsbrist är den konventionella metoden att bygga ut elnätet.

Enligt Ei (2020a) som utrett kapacitetsutmaningarna i elnätet är de planerade elnätsinvesteringarna både för transmission-, region- och lokalnät nödvändiga för att avhjälpa den stundande kapacitetsbristen, men att det däremot krävs lösningar som snabbt går att implementera för att förebygga kapacitetsbrist på kort sikt och för att även gardera sig mot framtida osäkerheter gällande kapacitetsbrist. Idag genomför Svenska

kraftnät stora investeringar i utbyggnaden och utvecklingen av det svenska transmissionsnätet (Ei, 2020a). Stora investeringar görs även i region- samt lokalnät av regionala och lokala nätägare (Ei, 2020a). På lång sikt innebär dessa investeringar en lösning för att bland annat överkomma kapacitetsbrist i elnätet, men det kommer krävas ytterligare lösningar för att stabilisera elsystemet för en hållbar elförsörjning menar Ei (2020c), Schittekatte & Meeus (2020) och Ramos et al., (2016). En anledning är att utbyggnaden av transmissionsnätet tar lång tid och är dyrt (Ei, 2020a). I Stockholm är läget kritiskt och utbyggnaden av transmissionsnätet planeras att vara klara till 2030 (Sweco, 2020). I en rapport från Ei (2020b) presenteras en handlingsplan och lagförslag för att främja flexibilitet på elsystemet och elmarknaden för att bemöta problematiken med kapacitetsbrist. Hillberg et al. (2019) föreslår olika tillvägagångssätt och implementeringsåtgärder med syfte att höja flexibiliteten i elnäten, där flexibilitetsmarknader är en av dem.

En lösning för att främja flexibilitet av överföringskapacitet och säkra kapacitetsbehovet är genom koordinering av en flexibilitetsmarknad (Schittekatte & Meeus, 2020). En flexibilitetsmarknad fungerar som komplement till befintliga elmarknader såsom Nord Pools Elspot och Elbas. Marknaden möjliggör köpanget av effektkapacitet för nätägarens räkning och säljandet av effektkapacitet från nätkunder i syfte till att överkomma kapacitetsbrist. Det syftet ligger även bakom några pågående pilotprojekt i Sverige, Sthlmflex (Stockholm) och CoordiNet (Malmö, Uppsala, Västernorrland och Gotland). För att flexibilitetsmarknader ska vara ett koncept som används istället för konventionell nätutbyggnad krävs det att den samhällsekonomiska nyttan är större enligt Ei (2020a), exempelvis i form av att investeringskostnader är lägre eller att kostnaden är densamma men att miljöpåverkan är lägre. Schittekatte & Meeus (2020), Ramos et al., 2016 och Khomami et al., (2020) menar på att flexibilitetsmarknader kan vara en lösning på kapacitetsproblematiken samtidigt som det möjliggör ett mer effektivt nyttjande av elnätet. I förlängningen kan en ökad flexibilitet i elnätet leda till att den förnyelsebara energiomställningen kan ske snabbare (Ei, 2020a). Flexibilitetsmarknader är ett relativt nytt koncept som håller på att utvecklas och eftersom det är i ett innovativt stadi är inte marknadens förutsättningar helt etablerade. Det kan således skapas osäkerheter för inblandade aktörer när förutsättningarna inte är klargjorda och det finns risk för dysfunktionella faktorer som påverkar marknaden negativt. För att undvika eventuella marknadsmisslyckanden till följd av de ojämna förutsättningarna kan stater implementera policyer och styrmedel för att ge marknader bättre villkor (Gillingham & Sweeney, 2010). Genom Coase (1960) teorem beskrivs att en marknad ska vara perfekt effektiv om det inte råder några negativa externaliteter och utan transaktionskostnader. Vidare enligt Malkiel (2003) speglar sig priset utifrån att alla parter ska ha all tillgänglig information, marknaden kan då inte vara perfekt utan att alla parter har fullständig information. För flexibilitetsmarknader kan dylika faktorer spela in på berörda marknadsaktörers handlingar och således marknadens effektivitet.

## 1.2. Problemformulering

Intermittenta energikällor och en ökad elektrifiering kan innebära problem mellan utbud och efterfrågan på el i framtiden vilket kräver att energisystemet blir mer flexibelt (Ei, 2020a). Det innebär i sin tur att de initiativen till lösningar och åtgärder för att överkomma dessa utmaningar behöver testas och utvärderas innan problemen blir för stora. Flexibilitetsmarknader har under de senaste åren erhållit större fokus och uppmärksamhet som en lösning på några av elsystemets utmaningar (se Schittekatte & Meeus, (2020)). Flexibilitetsmarknaders olika tillämpningssätt och utformning innebär frigörandet av olika sorters flexibilitet som kan åtgärda exempelvis kapacitetsbrist i lokala elnät. Flexibilitetsmarknader är ett tämligen nytt koncept inom både akademien och energibranschen, vilket i sig motiverar en studie om dessa marknader för att komplettera och bygga upp kunskapsläget. Baserat på författarnas initiala informationsinhämtning under examensarbetet tidiga skede gjordes bedömningen att en studie som studerar processen för flexibilitetsmarknadens etablerande i elsystemet är av intresse och vilka marknadsmisslyckanden som det riskerar att innebära. Vidare anses det för de aktörer som kan komma att påverkas av en flexibilitetsmarknad – eller den framtida avsaknaden därav – vara intressant att utvärdera mognadsgraden för en flexibilitetsmarknad i en region där en sådan marknad ännu inte existerar, för att uppnå ett mer flexibelt elsystem i regionen och motverka kapacitetsbrist. På så vis kan lärdomar och insikter från tidigare studier appliceras och syntetiseras med en studie om regionens potentiella aktörer på en flexibilitetsmarknad. Författarna anser därmed att det är intressant att initialt studera det befintliga kunskapsläget om flexibilitetsmarknader och förstå flexibilitetsmarknader och konceptets etableringsprocess för att sedan utforska potentialen i att etablera en flexibilitetsmarknad i ett nytt område.

## 1.3. Syfte & Frågeställning

Syftet med examensarbetet är att utreda vilken roll en flexibilitetsmarknad kan spela i att överkomma kapacitetsbrist i lokala elnät, samt vad konceptet innebär för möjligheter och utmaningar på aktörsnivå och på övergripande marknadsnivå. För uppfyllandet av syftet behöver flexibilitetsmarknadernas utformning belysas och konceptets innebörd utredas, samt att studera företags beredskap och villighet att medverka på en sådan marknad för att förstå det utifrån aktörsnivå. Utifrån ett marknadsmässigt perspektiv kommer etableringsprocessen för en innovativ marknad och potentiella marknadsmisslyckanden på en flexibilitetsmarknad att undersökas för att förstå konceptet från en övergripande marknadsnivå.

För att uppfylla syftet har därför följande frågeställningar upprättats:

1. Hur ser kunskapsläget ut för flexibilitetsmarknader och vilken roll har den för att överkomma kapacitetsbrist i lokala elnät?

2. Vilka drivkrafter och eller hinder, med avseende på tekniska, ekonomiska och organisatoriska aspekter, står aktörer inför för att kunna medverka på en flexibilitetsmarknad?
3. Hur ser etableringsprocessen ut för en innovativ marknad och vilka marknadsmisslyckanden kopplat till flexibilitetsmarknader riskerar att påverka marknaden?

## 1.4. Val av studieobjekt och referensprojekt

I Ei:s rapport (2020a) om kapacitetsutmaningarna i elnätet prognosticeras kapacitetsbristen i Sverige över olika områden. I dagsläget råder akut kapacitetsbrist i Stockholm, Malmö och Uppsala, vilket är regioner där flexibilitetsmarknader har upprättats och numera testas. I Göteborg, som också är en storstadsregion, är läget inte lika kritiskt, men beräknas komma att bli ett riskområde i framtiden enligt Ei (2020a). Göteborg Energi som är ansvariga för lokalnätet i Göteborg menar på att läget är mer kritiskt än vad Ei:s utredning har visat på (Göteborg Energi, 2021). I Göteborg existerar ingen flexibilitetsmarknad i dagsläget, men Göteborg Energi som är lokalnätsägare i regionen arbetar med att realisera ett sådant projekt i framtiden. Göteborg är ett storstadsområde präglad av flera olika industrier och Sveriges största hamn. I och med avvecklingen av Ringhals reaktorer R1 och R2 samtidigt som en ökad grad av elektrifiering pågår kan det innebära utmaningar med att säkerställa kapacitetsbehoven i Göteborg framöver.

I dagsläget existerar det ett flertal projekt och studier av flexibilitetsmarknader för att motverka kapacitetsbrist i Europa (Schittekatte & Meeus, 2020). I Sverige pågår projekten Sthlmflex (Stockholm) och CoordiNet (Malmö och Uppsala). Projekten i Stockholm, Malmö och Uppsala är initierade i syfte till att hantera den befintliga kapacitetsbrist som existerar i regionens elnät. Eftersom studiens inriktning är att kontextualisera en flexibilitetsmarknads roll i förhållande till utmaningen med kapacitetsbrist är projekten i Stockholm, Malmö och Uppsala intressanta att studera och utgör därmed referensprojekt som kommer granskas i en förstudie.

## 1.5. Rapportstruktur

Nedan beskrivs varje kapitels innehåll och syfte kortfattat.

### 1. Inledning

Inledningen syftar till att presentera bakgrunden till examensarbetet och ge läsaren en förståelse för studiens relevans genom en problemformulering. Examensarbetets syfte och frågeställningar presenteras och vidare motiveras valda studieobjekt och referensprojekt.

## *2. Metod*

Kapitlet redovisar examensarbetets arbetsprocess och metodologi. Forskningsmetoder som nyttjas är av kvalitativ art och empiriinsamlingen har genomförts med intervjuer. Här presenteras tillvägagångssättet för förstudien som behandlar referensprojekten och intervjustudien som behandlar studieobjektet.

## *3. Elsystemet i Sverige*

Kapitlet ger en bakgrund till elsystemet i Sverige och den kontext som flexibilitetsmarknader tar plats i. Kapitlet ämnar till att ge en övergripande förståelse för det svenska elsystemet och de utmaningar som existerar.

## *4. Flexibilitet i elsystem*

I det här kapitlet presenteras flexibilitetskonceptet djupare. Kapitlet redogör för vad flexibilitet är, behovet av flexibilitet i elsystemet och hur aktörer kan bidra med flexibilitet.

## *5. Flexibilitetsmarknader*

Kapitlet redogör för läsaren vad flexibilitetsmarknader innebär och hur det kan bidra till att avhjälpa kapacitetsbrist i elnät. Vidare hur flexibilitetsmarknader kan utformas och hur man betraktar flexibilitet som handelsvara.

## *6. Teoretiskt ramverk*

Här presenteras teori vilken sedan används för att analysera resultatet från empiriinsamlingen. Teorin är inriktad på innovativa marknader och innovativa affärsmodeller, samt marknadsmisslyckanden och olika orsaker till dem.

## *7. Resultat från förstudien*

Kapitlet presenterar referensprojekten Sthlmflex och CoordiNet och de insikter som erfarits under förstudiens intervjuer. Intervjuer har genomförts med akademiker, intresseorganisationer och myndigheter presenteras.

## *8. Resultat från intervjustudien*

Här presenteras intervjurens resultat från de 15 olika aktörer som intervjuats. Aktörerna är uppdelade i fem olika segment: industrier, hamnindustrier, fastighetsbolag, nätägare och aggregatorer.

### *9. Analys och diskussion*

Kapitlet redovisar analysen och diskussionen av examensarbetets resultat genom de analysmetoder som presenterats i metodavsnittet.

### *10. Slutsats*

I det här avsnittet presenteras examensarbetets slutsatser. Vidare ges även förslag till fortsatta studier.

## 2. Metod

Kapitlet presenterar examensarbetets arbetsprocess och metodologi. Inledningsvis beskrivs arbetsprocessen med en överskådlig bild av ingående aktiviteter. Vidare redogörs de genomförda aktiviteterna och den valda metoden motiveras. Avsnittet avslutas med metodkritik där det presenteras eventuella förbättringar i metodiken som har identifierats under arbetets gång.

### 2.1. Arbetsprocess

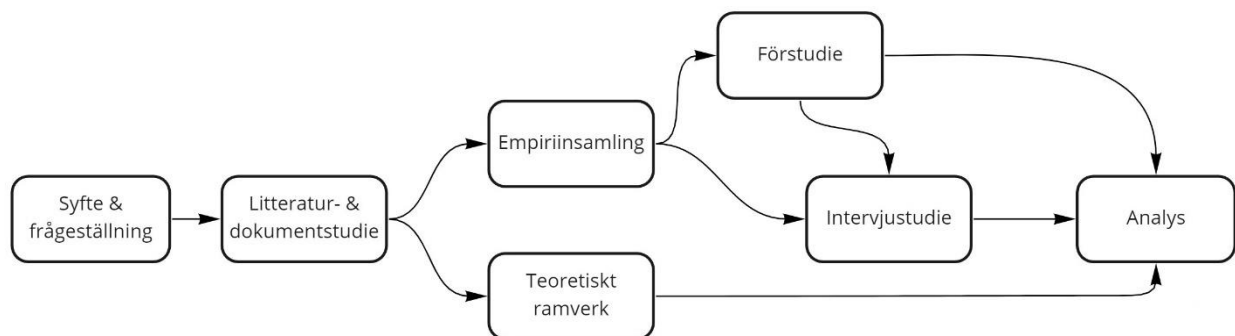
Vid examensarbetets början diskuterades och formulerades det initiala syftet och inriktningen för examensarbetet tillsammans med uppdragsgivare och handledare. Examensarbetets syfte och frågeställning har därefter reviderats och uppdaterats under arbetets gång i samråd med uppdragsgivare och handledare. Den iterativa processen kan härledas till att författarnas initiala kunskaper om flexibilitetsmarknader var begränsade och att forskningsområdet som sådant fortfarande är i sin vagga. Under examensarbetets gång när mer kunskap och förståelse för området hade anskaffats av författarna kunde syfte och frågeställning formuleras på sådant vis att det uppfyllde det vetenskapliga bidraget och målet med studien. Studiens översiktliga arbetsprocess är inspirerad av Bryman et al. (2019) och illustreras i *Figur 1*.



*Figur 1: Figuren visar examensarbetets övergripande arbetsprocess och redovisar den iterativa processen för formulering av frågeställning. Arbetsprocessen är inspirerad av den process som Bryman et al. (2019) föreslår för en kvalitativ studie.*

Den iterativa processen för definierandet av frågeställningen är något som Bryman et al. (2019) betonar vara ett särdrag för kvalitativa studier, vilket examensarbetet kommer att utgöras av. Examensarbetets kvalitativa inriktning kan enligt Mason (2002) anses vara lämpligt eftersom en kvalitativ studie innefattar förmågan att behärska komplexitet, detaljer och kontexten hos en företeelse. Flexibilitetsmarknader är ett tämligen nytt koncept och berör komplexa delar av elsystemet och den samhällsmässiga kontexten, vilket styrker föregående tes om en kvalitativ studies lämplighet. Hesse-Biber & Leavy (2011) menar även på att kvalitativa studier hjälper att på djupet förstå den sociala och samhällsliga kontext som utreds, medan en kvantitativ studie vanligtvis studerar mönster och förutsägbarhet med numerisk eller matematisk analys i kombination med en statistisk analys. Vidare menar Hesse-Biber & Leavy att en kvalitativ studie går på djupet av den insamlade empirin och att analysen av den står i fokus och att kvalitativ forskning visar på orsaksförhållanden samtidigt som det utforskar området.

Examensarbetets metodik bygger på tre fundamentala spår som syftar till att uppfylla syftet och vidare ligga till grund för att besvara frågeställningarna. De tre centrala delarna i examensarbetet är en litteratur- och dokumentstudie, empiriinsamling och analys. Hesse-Biber & Leavy (2011) menar på att genom att ha flera olika metoder underlättar det att besvara komplexa forskningsfrågor eftersom metoderna kan interagera med varandra och besvara forskningsfrågan i sin helhet. Litteraturstudien ämnar att dels bygga upp författarnas kunskap om flexibilitetsmarknader och om det svenska elsystemet, dels för att vara teorigrundande för analysen. Dokumentstudien har kompletterat litteraturstudien i delar av examensarbetet där det varit behov av information och kunskap från dokument som inte är vetenskapligt granskade. Litteratur- och dokumentstudien har således fungerat som en kunskapsgrund för att genomföra de två resterande delarna, empiriinsamling och analys. Empiriinsamlingen innefattar en förstudie och en intervjustudie. Förstudien innebar intervjuer med experter från akademi och myndigheter, samt med aktörer som har varit verksamma i referensprojekten Sthlmflex och CoordiNet. Intervjustudien är inriktad mot studieobjektet och potentiella marknadsaktörer för en flexibilitetsmarknad i Göteborg. I analysen tolkas och analyseras resultatet från empiriinsamlingen med dels en jämförande analys av den data som insamlats, dels en ramverksanalys utifrån den teori som har presenterats i rapporten. Examensarbetets metodik och de innehållande aktiviteterna illustreras i *Figur 2*.



Figur 2: Schematisk bild över arbetsstrukturen för etablerandet av analysen som grundar sig på litteratur- och dokumentstudie, empiriinsamlingen och det teoretiska ramverket.

## 2.2. Litteratur- och dokumentstudie

Här presenteras metodiken för kapitel 3. *Elsystemet i Sverige*, 4. *Flexibilitet i elsystem*, 5. *Flexibilitetsmarknader* och 6. *Teoretiskt ramverk*. Litteratur- och dokumentstudien fyller två essentiella funktioner för examensarbetet. Dels ämnar litteratur- och dokumentstudien till att bygga upp författarnas, och vidare läsarnas, kunskapsläge kring elsystemet och elhandeln i Sverige för att förstå flexibilitetsmarknaders roll i elsystemet. Det för att skapa förståelse för vad flexibilitet innebär, vad en flexibilitetsmarknad är och hur den kan utformas med kunskap från tidigare studier. Det innebär i sig att förstå vilken funktion en flexibilitetsmarknad fyller, vilka incitament som finns och vilka hinder som kan behöva överbryggas, samt vad som behövs för att få till en fungerande flexibilitetsmarknad. Vidare kan den inhämtade kunskapen och informationen besvara *frågeställning 1*. Den andra funktionen som litteraturstudien fyller är det teorigrundande avsnittet i kapitel 6. *Teoretiskt ramverk*. Det teoretiska ramverket syftar till att bygga upp teoretisk förståelse utifrån ekonomisk teori vilken, tillsammans med resultaten av inhämtad empiri, analysen kan utföras genom och besvara *frågeställning 3*. Nedan presenteras tillvägagångssättet för litteratur- och dokumentstudien.

### 2.2.1. Litteraturstudie

Att studera relevant litteratur är en essentiell del inom alla forskningsområden och forskningsprojekt (Snyder, 2019). Snyder (2019) menar att genom en litteraturstudie kan kunskapsläget utvärderas och att det ger en översikt över teorin inom ett specifikt område. Beroende på inriktningen på forskningen och frågeställningens karaktär lämpar sig tillvägagångssättet för litteraturstudien olika väl, och i Snyders (2019) artikel kartläggs olika riktlinjer och passformer för alternativ av litteraturstudiemetodiker. Appliceras Snyders insikter på det här examensarbetets kvalitativa metodik och dess föreslagna frågeställning med en relativt bred karaktär bör därmed en *semisystematisk litteraturstudie* lämpa sig väl. En *semisystematisk*

*litteraturstudie* som begränsar sig till en delmängd av befintlig litteratur, anser Snyder (2019) vara en bra metod om mängden data inte är lämpad som statistiskt underlag och kräver mer kvalitativ bearbetning, något som lämpar sig väl för mer komplexa och tvetydiga forskningsområden. Metoden kan jämföras med *integrerande litteraturstudie* som även den lämpar sig för breda forskningsfrågor, men att den syftar till att integrera den befintliga forskningen och bilda nya teoretiska ramverk samt nya perspektiv inom området (Snyder, 2019; Torraco, 2005). Eftersom det inte är examensarbetets syfte att bilda nya teoretiska ramverk kommer det därav inte att användas. En *systematisk litteraturstudie* innebär däremot en granskning av samtliga artiklar på området utifrån begränsningar som exempelvis årtal och sökord, resulterande i en data som lämpar sig väl för kvantitativa analyser, vilket inte görs i examensarbetet och som därmed kan exkluderas.

Litteraturstudier kan emellertid ge upphov till att den befintliga kunskapen inte belyses på ett korrekt vis och att författare således bygger sin forskning på bristfälliga antaganden (Tranfield et al., 2003). Det kan enligt Tranfield et al. (2003) bero på att brister finns i litteraturstudiens tillvägagångssätt eller att forskarna helt förbiser forskning som pekar i en annan riktning än det som has för avsikt. För att undvika det har författarna till examensarbetet studerat tillvägagångssättet för en semi-systematisk litteraturstudie noggrant och följt därefter. Dessutom har författarna värnat om att belysa flera perspektiv inom forskningsområdet gällande flexibilitet i elsystem, flexibilitetsmarknader och teorin för att således ge en nyanserad och fullständig bild av den befintliga kunskapen. Litteraturstudien har grundat sig på befintliga vetenskapligt granskade artiklar, vilka är åtkomliga på databaserna ScienceDirect, Unisearch Diva och Google Scholar. I urvalet av artiklar kontrollerades artiklarnas publikationsår och antal citationer i syfte till att bedöma artiklarnas relevans och trovärdighet. Inga tröskelvärden nyttjades, istället prioriterades artiklar med senare publikationsår och fler antal citationer. Utifrån de identifierade artiklarna nyttjades snöbollsmetoden, på liknande vis som Geissdoerfer et al. (2018), för att hitta andra relevanta artiklar som refererats i den tills man inte längre finner litteratur som bidrar mer till området. För examensarbetets olika kapitel har sökord använts för att finna den kunskap och den kontext som avsnittet avser att behandla. Sökorden valdes utifrån forskningsområdet och temat som respektive kapitel berörde. Litteraturstudiens sökord för examensarbetets kapitel 3-6 kan ses i *Tabell 1*.

*Tabell 1: Tabellen visar de sökord som litteraturstudien genomfördes av för respektive kapitel.*

<b>Kapitel</b>	<b>Sökord</b>
3. <i>Elsystemet i Sverige</i>	”Power system”, ”Power markets”, “Challenges in the power system”

4. <i>Flexibilitet i elsystem</i>	”Flexibility in the power system”, “Flexibility + power”
5. <i>Flexibilitetsmarknader</i>	”Flexibility markets”, ”Market-based flexibility”, “Flexibility markets + benefits + challenges”
6. <i>Teoretiskt ramverk</i>	”Transaction cost theory”, ”Energy system transformation”, “Innovative market”, “Bounded rationality”, “Asymmetric information”, “Market failure + energy markets”

### 2.2.2. Dokumentstudie

Dokumentstudien har avsett att komplettera litteraturstudien där behovet av information inte varit tillgänglig via vetenskapligt granskade artiklar. Dokumentstudien har kompletterat delar i kapitel 3. *Elsystemet i Sverige*, 4. *Flexibilitet i elsystem* och 5. *Flexibilitetsmarknader*. Dokumentstudier syftar till att använda material som inte är kvalitetsgranskat av andra forskare enligt Bowen (2009). Dokument som har använts i detta examensarbete är rapporter från bland annat myndigheter, internationella organisationer, industry outlooks och intressentorganisationer såväl som artiklar publicerade i branschtidningar och dagsmedia. Med tanke på att fokus har legat på Sveriges elsystem har majoriteten av dokumentstudierna varit från svenska organisationer, sökorden för dokumentstudien presenteras i ***Error! Reference source not found.*** De källor som har varit på engelska i dokumentstudien har hittats genom liknande sökord på engelska men även utifrån sökorden i *Tabell 1*. Informationen i dokumentstudien har exempelvis varit rapporter och statistik från Ei och Energimyndigheten samt forskningsrapporter från internationella energiorganisationer. Urvalet av dokumenten baserades på publikationsår och organisation. Källor från myndigheter och etablerade och allmänt erkända organisationer premierades. Bowen (2009) och Owen (2014) menar på att dokumentstudier kan användas vid kvalitativa studier och att det är vanligt att kombinera det med andra metoder när samma fenomen studeras – det för att skapa en högre trovärdighet och minska partiskhet, eftersom dokumentstudier inte är granskade. Vidare lyfter Bowen att dokumentstudier kan hjälpa till att utveckla förståelse och ge insikter till kvalitativ forskning, inte minst för att ge bakgrundsinformation och insikt i ett ämne vilket även Owen (2014) poängterar. Dessutom att det kan hjälpa vid intervjustudier för att ställa rätt frågor (Bowen, 2009). Bowen lyfter att det största problemet med dokumentstudier är just partiskheten från organisationen som har producerat dokumentet. Owen (2014) lyfter samma problem med följdfrågan vad som kan ha uteslutits av författarna till dokument. Författarna till examensarbetet har därför varit vaksamma över vilken organisationen eller vilka personer som står bakom dokumenten för att i högsta möjliga mån undvika partiskhet och säkerställa informationens trovärdighet. Vidare att genom övriga metoder styrka att dokument inte för med sig ett eget tvivelaktigt

budskap. För att förtydliga för läsaren är alla dokumentstudier i examensarbetet namngivna efter organisation i stället för författare, exempelvis (Energimyndigheten, 2021) jämfört med artiklar som presenteras med forskarens namn exempelvis (Porter, 1995).

Tabell 2: Tabellen visar de sökord som användes i dokumentstudien för respektive kapitel.

Kapitel	Sökord
3. Elsystemet i Sverige	“Sveriges elnät”, “Kapacitetsbrist”, “Elproduktion i Sverige”, ”Elhandel”, ”Utmaningar i elsystemet”
4. Flexibilitet i elsystem	”Flexibilitet + elnät”, ”Efterfrågefleksibilitet”
5. Flexibilitetsmarknader	”Flexibilitetsmarknader”, ”Sthlmflex”, ”CoordiNet”

## 2.3. Empiriinsamling

Den empiriska data som samlats in är dels genom en förstudie, dels en intervjustudie. Förstudien utfördes först för att få en djupare bild av forskningsområdet och för att förstå olika intressenters ståndpunkter i frågan utöver det som upptäckts i litteratur- och dokumentstudien. Kommande delkapitel presenterar och motiverar metodiken för förstudien och intervjustudien. Förstudien och intervjustudien ämnar besvara *frågeställning 2* med stöd av litteratur- och dokumentstudien.

### 2.3.1. Förstudie

Under examensarbetets initiala del upplevde författarna att det först var nödvändigt att skapa en kunskapsbas gällande det svenska elsystemet som helhet och existerande elhandel vilket kan ge författarna och läsarna en god förståelse för ämnet och fördjupningen i flexibilitetsmarknader. I förstudien intervjuades därav experter inom området för flexibilitetsmarknader, myndigheter som bevakar utvecklingen av dessa, samt aktörer som har medverkat i referensprojekten Sthlmflex och CoordiNet. Experter som ansågs lämpliga att intervjua var delvis personer inom akademi, men även insatta personer från intresse- och branschorganisationer. Dessutom ansågs det vara lämpligt att intervjua Energimyndigheten och Ei för att skapa en ökad förståelse från vilken målsättning och vilka perspektiv som myndigheterna har eftersom de utformar lagar och bevakar efterlevnaden av dessa. Aktörer som ansågs lämpliga valdes utifrån två pågående projekt i Sverige, CoordiNet och Sthlmflex där syftet var att intervjua ett antal aktörer för att utreda deras erfarenheter och lärdomar från projekten. Intervjuer i förstudien genomfördes semi-strukturerat med öppna och få frågor, därmed hade intervjuerna en tyngdpunkt mera åt det ostrukturerade hållet. Fördelen med mer ostrukturerade intervjuer och öppna frågor är för att låta intervjuobjekten forma svaren på eget sätt utan att påverkas av intervjuarens frågor (Bryman et al., 2019). Samtidigt fanns möjligheten för

följdfrågor för att få en djupare förståelse och bredd i området. Kvalitativ forskning av det här slaget möjliggör för forskare att få förståelse för en särskild kontext och utreda tvetydiga frågeställningar (Bengtsson, 2016).

Intervjuerna i förstudien påbörjades den 28 januari och pågick löpande till den 8 april år 2021. Personerna som kontaktades var antingen kopplade till en organisation som har kunskap inom området eller hade kommit upp som förslag vid tidigare intervjuer. Inledande kontakt skedde via mejl där ämnet till examensarbetet introducerades för att personen i fråga skulle kunna bedöma om den var rätt person för intervjun. I annat fall föreslogs att personen skulle vidarebefordra mejlet till kollega som hen ansåg vara bättre lämpad för intervjun. I förstudien låg fokus på att etablera en övergripande bild över den svenska elmarknaden, behovet av flexibilitet i elnätet, möjligheter och utmaningar med flexibilitetsmarknader, marknadsutformning, vilka aktörer som är i fokus och vad för frågor som behöver utredas kopplat till en flexibilitetsmarknad. Totalt intervjuades elva aktörer i förstudien vilka genomfördes med videosamtal som spelades in. Med tanke på Covid-19 uteslöts fysiska intervjuer. Samtliga intervjudeltagare, deras roll, datum och längd på intervjun kan ses i *Tabell 3*. Under intervjuerna har båda författarna varit med, en har ställt de förbestämda frågorna och den andra har antecknat. Författarna har båda varit med och ställt följdfrågor under intervjun. Intervjuerna transkriberades sedan i efterhand och svaren har analyserats.

Tabell 3: I tabellen redovisas samtliga intervjudeltagare från olika organisationer som intervjuades under förstudien.

<i>Organisation</i>	<i>Roll</i>	<i>Datum</i>	<i>Intervjulängd</i>
<i>Linköpings universitet</i>	Professor	28-jan	55 min
<i>Energimyndigheten (Gruppintervju med tre personer)</i>	Analytiker Analytiker Analytisk Handläggare	03-feb	60 min
<i>NODES</i>	Projektledare Sthlmflex	03-feb	45 min
<i>Svenska Kraftnät / SWECO</i>	Projektledare Sthlmflex	04-feb	30 min
<i>Belok / CIT Energy Management Chalmers</i>	Projektledare/ Koordinator, VD, Docent	05-feb	45 min

<i>Power Circle</i>	Expert Elsystem	05-feb	40 min
<i>E.ON</i>	Projektledare CoordiNet	09-feb	50 min
<i>Entelios</i>	Sales Specialist Energy & Sustainability Services	19-feb	35 min
<i>Energimarknads- inspektionen</i>	Analytiker & projektledare för kapacitetsuppdraget	22-feb	60 min
<i>Ellevio</i>	Projektledare Sthlmflex	17-mar	75 min
<i>Vattenfall Eldistribution</i>	Kundansvarig	08-apr	60 min

### 2.3.2. Intervjustudie

För att studera studieobjektet i Göteborg och en flexibilitetsmarknads potential i regionen genomfördes en intervjustudie med potentiella aktörer, vilka delades upp i fem segment: *industri, hamnindustri, fastighetsbolag, elnätbolag och aggregator*. Aktörer som ingick i intervjustudien var nätägare i regionen, potentiella flexibilitetsleverantörer i form av olika företag samt aggregatorer. Intervjustudien genomfördes genom semi-strukturerade intervjuer med en intervjuguide som baserades på frågor som var relevanta utifrån litteraturstudien, dokumentstudien och förstudien. Kvalitativa intervjustudier ger forskare möjlighet att få djupare förståelse för områden och därmed besvara frågeställningar som inte kan besvaras genom kvantitativa intervjumetoder som exempelvis intervjuformulär (Gill et al., 2008). Fördelen med semi-strukturerade intervjuer är möjligheten att ställa följdfrågor samtidigt som de tematiska frågorna går att jämföra och analysera enligt Bryman et al. (2019). Intervjustudier har emellertid fått en utbredd tillämpning inom den kvalitativa forskningen men att det finns risk att förbise ett par utmaningar under intervjustudiens tre faser (planering, genomförande och analys) som kan äventyra studiens kvalitet (Potter & Hepburn, 2012). För att undvika att intervjustudiens kvalitet och tillförlitlighet äventyras föreslår Potter & Hepburn (2012) bland annat att planeringsfasen bör vara transparent, att intervjuaren är aktiv och lyhörd under genomförandet, samt att analysen utförs med vetskapen om forskarnas egen forskningsagendas påverkan på intervjudeltagarens svar och intervjudeltagarens personliga partiskhet i svaren. Författarna till

examensarbetet har med den vetenskapen sett till att planeringsfasen har varit transparent för handledare och intervjudeltagare genom att sända över intervjuguider på förhand. I genomförandet deltog båda författarna där en aktivt ledde intervjun och den andre antecknade svar. Under analysen beaktades den subjektiva utmaningen och eventuell partiskhet som lyfts av forskarna. Analysen utfördes genom tematisk analysmetodik som Bryman et al. (2019) föreslår, vilket presenteras senare i kapitel 2.4.1. *Analys av intervjuer.*

Utifrån litteratur-, dokument- och förstudien upptäcktes att förutsättningarna skiljer sig åt för nätägare, flexibilitetsleverantörer och aggregatorer därför gjordes intervjuguiden i tre exemplar, en för nätägare som är potentiella köpare på en flexibilitetsmarknad, en för potentiella flexibilitetsleverantörer som är säljare av flexibilitet och en för aggregatorer. Intervjuguiden utformades med frågor som kommer i teman, fokus låg på pågående energiarbete, kunskap om elektrisk effekt och möjlighet till att reglera den, kunskap om flexibilitetsmarknader samt drivkrafter och hinder för att medverka på en flexibilitetsmarknad. Intervjuguiden baserades på frågor utifrån litteratur och de punkter som experter har berört för att kunna analysera och diskutera området. Intervjuguiderna finns i sin helhet i *Bilaga 1: Intervjuguide nätägare*, för flexibilitetsleverantörer i *Bilaga 2: Intervjuguide flexibilitetsleverantörer* och för aggregatorer i *Bilaga 3: Intervjuguide aggregatorer.*

### *Urval och segmentering av företag i fem kategorier*

Intervjustudien genomfördes med företag som har identifierats som potentiella aktörer på en flexibilitetsmarknad i Göteborg. Företagen valdes i samråd med uppdragsgivare och utifrån förstudiens insikter om pågående referensprojekt och deras medverkande företag. Parametrar som betraktades vid urvalet för potentiella flexibilitetsleverantörer var företagens lokalisering, det vill säga huruvida de tillhörde elnätet i regionen som studeras, samt storleken på företagen och dess hypotetiska effektbehov. Vid urvalet av företag för intervjustudien upprättades en sortering av olika företag inom fem segment, vilka är följande:

- Industrier
- Hamnindustrier
- Fastighetsbolag
- Elnätsbolag
- Aggregatorer

Bland de deltagande industriföretagen ingick ett par olika slag av industrier, tillverkande företag inom fordonsindustrin, processinriktad metallindustri och raffinaderi. Bredden av industrier var för att möjliggöra intern analys och jämförelse samt för att undvika eventuella missledande slutsatser som grundar sig för ett typ av industrislag. Det andra segmentet hamnindustrier faller inte in under segmentet industrier eftersom

den ena aktören är ett transport- och logistikföretag och den andra aktören erbjuder infrastrukturlösningar i hamnen. Med tanke på att hamnen i Göteborg är den största i Skandinavien och att elektrifiering av hamnen och dess logistik pågår har det lyfts i förstudien som en möjlighet för flexibilitet. Det tredje segmentet av intervjudeltagare var fastighetsbolag, vilket inkluderar både kommersiella fastigheter och bostadsfastigheter. Med kommersiella fastigheter inkluderas kontorslokaler, butikslokaler, eller övriga typer av fastigheter som olika företag bedriver sin verksamhet i. Fastighetsbolagen kunde skilja sig genom att antingen vara verksamma inom antingen kommersiella fastigheter eller bostadsfastigheter, eller vara verksamma inom båda delar. Av de tre deltagande elnätsbolagen är ett företag lokalnätsägare och två regionnätsägare, samtliga tre är verksamma i det avsedda området. De regionnätsägande företagen har sedan tidigare erfarenhet av deltagande på en flexibilitetsmarknad, dock på annan ort. Lokalnätsägaren i centrala Göteborg har en projektledare som har påbörjat arbetet med att upprätta en flexibilitetsmarknad. Det femte segmentet bestod av aggregatorer vilka har lyfts som möjliggörare för att mindre flexibilitetsleverantörer, utifrån ett effektperspektiv, ska kunna delta. Ett större urval av företag och fler företagssegment hade kunnat generera ett mer tillförlitligt resultat, examensarbetets begränsade tidsspann sätter däremot ett kapacitetstak på intervjustudiens omfång. De fem intervjustudien och de medverkande företagen ansågs dock av författarna ge en god bredd och en bra bild av olika aktörer som potentiellt skulle kunna medverka på en flexibilitetsmarknad. Ett segment som hade utvecklat och gett en ännu större bredd till examensarbetet hade varit att inkludera elproducenter i studien. Det segmentet lyftes inte särskilt starkt under förstudien varför det inte noterades som ett viktigt segment, ytterligare att mycket av den befintliga litteraturen behandlar efterfrågefleksibilitet vilket inte innefattar elproducenter.

#### *Val av intervjustudien*

När det breda urvalet av företag hade etablerats inleddes identifieringen av lämpliga intervjustudien från respektive företag. Med lämpliga intervjustudien ansågs personer med god kännedom och insikt i företagets energi- och elrelaterade frågor. Intervjustudien identifierades på två olika vis, dels genom nätverksbaserad kännedom, dels genom eftersökning via Google och det berörda företagets egen webbsida. För säkerställandet av intervjustudiens lämplighet för studien ställdes kontrollfrågor gällande intervjustudiens roll på företaget och kompetens inom området, samt om de själva ansåg sig vara passande för att besvara intervjustudien. I de fall kraven inte uppfylldes tillfrågades personen efter en kontakt som den ansåg vara bättre lämpad för intervjustudien syfte. För att säkra intervjustudiens anonymitet har företaget och deras namn anonymiserats. Intervjustudiens segment, roll och datum för intervjustudien presenteras i *Tabell 4*.

Tabell 4: I tabellen presenteras intervjuinformation för intervjustudien som utförts med aktörer belägna i Göteborg. Intervjudeltagarna delas upp i olika segment beroende på typ av företag och tilldelas därefter ett ID som representerar dem senare i rapporten. Intervjupersonens officiella roll på företaget, datum för intervju och längden på intervjun presenteras även i tabellen.

<b>Intervjusegment</b>	<b>Intervju-ID</b>	<b>Roll</b>	<b>Datum</b>	<b>Intervjulängd</b>
<i>Industri</i>	I1	Director Energy	08-mar	40 min
<i>Industri</i>	I2	Real Estate Manager	10-mar	60 min
<i>Industri (två personer)</i>	I3	Director Public Affairs and Renewable Energy & Affärsområdeschef Sales	29-mar	60 min
<i>Hamnindustri</i>	H1	Senior Manager Innovation	4-mar	60 min
<i>Hamnindustri</i>	H2	Port Engineer	31-mar	35 min
<i>Fastighetsbolag</i>	F1	Energi- och miljöchef	05-mar	60 min
<i>Fastighetsbolag</i>	F2	Teknisk chef	17-mar	60 min
<i>Fastighetsbolag</i>	F3	Energistrateg	18-mar	60 min
<i>Fastighetsbolag</i>	F4	Verksamhetsansvarig vindkraft	19-mar	60 min
<i>Elnätsbolag</i>	E1	Utvecklingsstrateg	12-mar	90 min
<i>Elnätsbolag</i>	E2	Affärsutvecklare	17-mar	90 min
<i>Elnätsbolag</i>	E3	Key Customer Manager	8-apr	60 min
<i>Aggregator</i>	A1	Head of Strategic Development	9-apr	60 min
<i>Aggregator</i>	A2	CEO	22-apr	60 min
<i>Aggregator</i>	A3	Affärsutvecklare	23-apr	60 min

## 2.4. Analysmetod

Den tredje och avslutande delen av examensarbetets arbetsmetodik utgörs av analysen. Analysen avser att binda samman de insikter och kunskaper som uppkom i litteraturstudien, dokumentstudien och den insamlade empirin. Analysen har byggts på en flerstegsprocess med tre analysmetodiker. Det första steget i analysprocessen är analys av insamlade intervjudata från förstudie och intervjustudien. Vidare utfördes en kvalitativ komparativ analys av resultaten från litteraturstudien, dokumentstudien och empiriinsamlingen. Den sista analysmetoden utgjordes av en ramverksanalys av examensarbetets resultat och det teoretiska ramverk som presenteras i kapitel 6. Nedan beskrivs och motiveras analysmetoderna var för sig.

### 2.4.1. Analys av intervjuer

Eftersom att insamlad data från intervjuerna är av kvalitativ karaktär innebär det enligt Bryman et al. (2019) att det kan vara svårt att analysera den, främst för att det empiriska materialet är ostrukturerat vilket i det här arbetet är i form av transkriberade intervjuer. En riskfaktor i analyseringen av kvalitativa data är bedömningen och hänsynstagande av subjektiva svar och subjektiva tolkningar av svaren som ges (Potter & Hepburn, 2012). Examensarbetets författare har med den vetenskapen beaktat det i analysen för att vara medvetna om sin egen partiskhet, men även intervjupersonernas subjektivitet. En av de vanligaste metoderna för att analysera kvalitativ data är tematisk analys (Bryman et al., 2019) och har även nyttjats i det här arbetet. En tematisk analys byggs upp av kategorier och kan definieras på fyra olika sätt genom att:

- det identifieras som en kategori i datainsamlingen
- det relaterar till frågeställningar eller studiens syfte
- koda data i transkriberingar
- det relaterar till den teori som används i studiens syfte för att skapa en vidare teoretisk förståelse.

Främst menar Bryman et al. (2019) att den tematiska analysen måste vara relevant gentemot frågeställningar och syftet med studien. De intervjuer som har utförts under examensarbetet har analyserats utifrån frågeställningarna och studiens syfte. Intervjuerna i förstudien syftade till att delvis ligga till grund i besvarandet av *frågeställning 1* som behandlar kunskapsläget. Genom intervjustudien avsågs *frågeställning 2* att besvaras. Den tematiska analysen utgick därmed från de aspekter (tekniska, ekonomiska och organisatoriska) som frågeställningen lyfter. Här var intervjufrågorna formade efter teori på området samt den kunskap som insamlats från förstudiens intervjuer. Intervjudeltagarnas kunskaper och förståelse om flexibilitetsmarknader varierade vilket skapar olika förutsättningar för att tolka insamlade data. Många intervjupersoner kan säga samma sak men därmed behöver det inte automatiskt vara ett tema, för att det ska vara ett tema behöver det alltså kopplas mot studiens syfte och frågeställningar. För att öka validiteten av dataanalysen föreslår Bengtsson (2016) att transkriberade intervjuer kan analyseras separat av två

forskare. Under analysen utfördes enskilda analyser av de transkriberade intervjuerna av examensarbetets författare för att identifiera teman, vilket sedan diskuterades tillsammans för att bilda konsensus av analysen. Det gjordes för att koda data från transkriberingarna och bilda kategorier som relaterade till frågeställningarna. Det gjorde att enskilda uppfattningar av författarna sorterades bort medan teman som det råde konsensus över och som uppfyllde punktlistan ovan av Bryman et al. (2019) inkluderades.

#### 2.4.2. Kvalitativ komparativ analys av litteratur-, dokumentstudie och empiri

När resultatet från litteratur-, dokumentstudien och från empiriinsamlingen hade sammanställts ansåg författarna att en sammanvävande analys var lämpligt för att binda samman och jämföra de insikter och resultat som de olika studierna hade genererat. Genom en kvalitativ komparativ analys kan insikter från olika fall jämföras inbördes och möjliggöra för forskare att uppnå en generalisering i sin analys av ett visst fenomen (Rihoux & Lobe, 2009). En kvalitativ komparativ analys kan möjliggöra för forskare att studera och förklara förekommande mönster av framgångsfaktorer eller misslyckanden i de studerade fallen (Pattyn et al, 2019). På så vis kan resultat från litteratur- och dokumentstudien om flexibilitetsmarknader, förstudiens resultat om referensprojekten CoordiNet och Sthlmflex, samt intervjustudien jämföras och analyseras inbördes för att identifiera generella insikter om flexibilitetsmarknader. Eventuella möjligheter eller utmaningar med flexibilitetsmarknader som har kunnat identifieras genom de olika metodikerna kommer således att kunna nyanseras och belysas från olika perspektiv. Exempelvis kan eventuella utmaningar flexibilitetsleverantörer står inför enligt litteratur jämföras med insikter som genererats i förstudien och intervjustudien. En utmaning som Pattyn et al. (2019) lyfter med kvalitativ komparativ analys är att studien och den data som jämförs behöver vara detaljerad gällande den kontext och de villkor som gäller för dem. Det gäller därmed för forskaren att förstå studiens olika förhållanden för att inte dra eventuella generella slutsatser som grundar sig i kontextuella skillnader. I examensarbetet har författarna försökt klarlägga för- och intervjustudiens resultat på så vis att det blir tydligt för dem själva och läsaren om deras kontext. Avslutningsvis är syftet med den kvalitativa komparativa analysen att få ett större perspektiv i analysarbetet och identifiera generella insikter från resultaten av examensarbetets olika metodiker.

#### 2.4.3. Ramverksanalys av empiri

Att använda ett teoretiskt ramverk i en studie innebär användandet av en eller flera teorier som förmedlar och artikulerar forskarnas vägvisare eller glasögon för hur studiens resultat kan frambringa ny kunskap (Collins & Stockton, 2018). Enligt Anfara & Mertz (2015) kan en studie inom kvalitativ forskning guidas genom ett teoretiskt ramverk. Ett teoretiskt ramverk är enligt Collins & Stockton (2018) gränssnittet mellan:

- existerande kunskap och tidigare formulerade idéer om komplexa fenomen

- forskarnas disposition av epistemologi
- en analysmetodik.

I examensarbetet har författarna använt sig av ett teoretiskt ramverk för att analysera konceptet flexibilitetsmarknader från ett marknadsmässigt perspektiv. Det teoretiska ramverket har två fokusområden; innovativa marknader och marknadsmisslyckanden. Dels lyfts teorier som förklarar processen för innovation och skapandet av nya innovativa marknader. Anledningen är att det tros ge god förståelse för flexibilitetsmarknadens etableringsprocess. Forsättningsvis lyfts teorier om olika marknadsmisslyckanden, hur de kan uppstå på energimarknader och varför de motiverar ingripande av staten genom policyer och styrmedel. Det tros ge god grund att förstå flexibilitetsmarknaders eventuella hinder eller problem på ett teoretiskt plan. Det teoretiska ramverket och ramverksanalysen kommer således ligga till grund för att besvara *frågeställning 3*. En utmaning med teoretiskt ramverk är att forskare presenterar och använder teorier utan att belysa meningsmotståndare, vilket kan skapa en obalanserad bild för läsaren enligt Blomkvist & Hallin (2015). Därmed har teorierna som lyfts i examensarbetet även bemötts av andra perspektiv för att ge läsaren en nyanserad förståelse för teorierna och hur de kommer till förfogande. Det teoretiska ramverket fungerar således som ett analysverktyg för att förstå flexibilitetsmarknader från ett större perspektiv i en ekonomisk teoretisk bemärkelse.

## 2.5. Metoddiskussion

Validitet och pålitlighet är viktiga kriterier i bedömandet av en studies kvalitet (Bryman et al., 2019). Huruvida dessa kriterier skall bedömas likvärdigt för en kvalitativ studie som det görs för en kvantitativ studie existerar det däremot en diskussion bland forskare, menar Bryman et al. (2019). För att uppskatta en kvalitativ studies tillförlitlighet och forskningskvalitet föreslår Bryman et al. (2019) fyra olika kriterier utifrån vilka en kvalitativ studie kan bedömas. De fyra kriterierna och deras innebörd förklaras nedan:

- **Trovärdighet:** Implikerar den interna validiteten av studien och är bunden till mängden och kvaliteten av data och analysen av data. Trovärdigheten kan stärkas ytterligare genom bekräftande av insamlade data, exempelvis genom triangulering.
- **Överförbarhet:** Refererar till den externa validiteten genom studiens förmåga att bedömas generalistiskt.
- **Pålitlighet:** En studies pålitlighet korresponderar mot hur väl utfallet av studiens resultat skulle se ut om studien replikerades.
- **Saklighet:** Innebär forskarnas förmåga till objektivitet och neutralitet i sina tolkningar och analyser.

Författarna till examensarbetet har arbetat med att validera data vid de fall där risk för feltolkning har existerat, det genom att validera data utifrån de olika metoderna för dokument- och litteraturstudie samt

intervjuresultat. Analysen av insamlade kvalitativa data genomfördes på viset Bengtsson (2016) föreslår, vilket enligt Bengtsson är en typ av triangulering och ett sätt att öka studiens trovärdighet. Tolkningen av insamlade data i intervjustudien och identifiering av teman för diskussion har kunnat stärkas genom att liknande teman har identifierats under förstudie alternativt litteraturstudien. På så vis har författarna värnat om studiens trovärdighet genom att koppla examensarbetets resultat med tidigare resultat från liknande studier. Överförbarheten för en kvalitativ studie kan i förhållande till en kvantitativ studie vara komplicerad (Bryman et al., 2019). Eftersom kvalitativa studier ofta utreder karaktärsdrag bland mindre grupper eller individer, tenderar dessa att vara bundna till de kontextuella särdragen i den sociala miljön som råder (Bryman et al., 2019). Det kan därmed innebära komplikationer för den kvalitativa studiens överbarhet eftersom resultaten i studien kanske inte håller i en annorlunda kontext eller en annan tid. Bryman et al. (2019) föreslår därmed att kvalitativa forskare har ett ansvar att ge en djup förståelse för den kontext som studien utförs i för att på så vis öka överförbarheten och tillämpningen av studiens resultat. För att stärka examensarbetets överförbarhet har författarna arbetat att belysa den kontext som examensarbetet tar form genom att redogöra för det svenska elsystemet och beskriva de aktörer som medverkat i intervjuer.

För att stärka examensarbetets pålitlighet har författarna arbetat med att ge en transparent bild och motivering av studiens metodologi. Bryman et al. (2019) lyfter även att forskningsarbete inte endast ska vara transparent vid färdigställandet av arbetet men även under arbetets gång för att ge relevanta observatörer insikt i arbetet och på så vis stärka pålitligheten. Examensarbetet har under förloppet bedömts av examinator och opponenter samt kontinuerlig avstämning med handledare och uppdragsgivare som gett god vägledning för det fortsatta arbetet. Uppdragsgivarna har inte haft någon drivande agenda med examensarbetet för att uppnå affärsmässiga mål, utan har sett det som en kunskapshöjande insats för egen del och för att se potentialen för en flexibilitetsmarknad i Göteborg. Examensarbetets författare har därmed varit fria i att ta beslut gällande studiens vetenskapliga riktning och arbetat utan en förväntan om att uppnå särskilda resultat. Gällande saklighet betonar dock Bryman et al. (2019) att fullständig objektivitet i princip är omöjligt för forskare att uppnå. Forskare kan däremot uppvisa god forskningssed genom att synliggöra personliga intressen eller åsikter, alternativt en viss teoretiskt lutning, inte har påverkat studiens riktning eller resultat. Blomkvist & Hallin (2015) menar på att efter intervjuer är det lätt att påverkas av intervjuobjektens synsätt och "bli en av dem". Författarna har därför haft ett kritiskt förhållningssätt till det empiriska underlag som har samlats in från intervjuer, vilket anses vara viktigt enligt Blomkvist & Hallin (2015). Syftet är alltså att vara objektiv vilket innebär svårigheter i en kvalitativ studie eftersom intervjuaren har ett subjektivt perspektiv, istället menar Blomkvist & Hallin (2015) att det viktiga är att ge en utvecklad och motiverad bild av det man studerat.

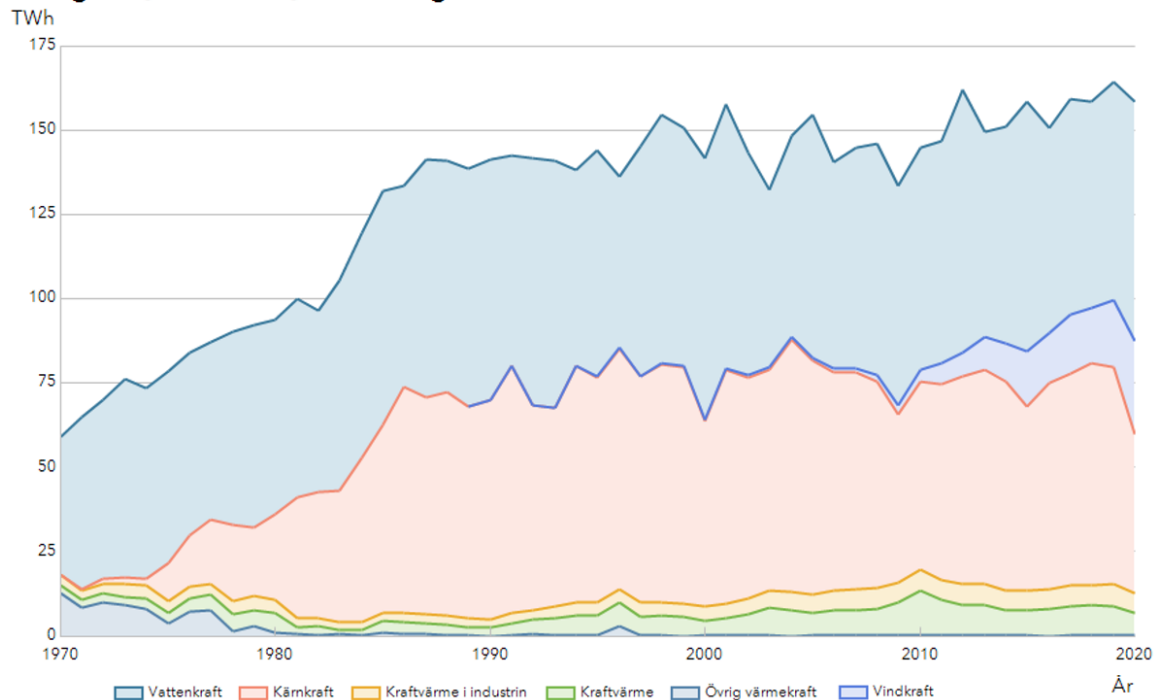
## 3. Elsystemet i Sverige

I följande kapitel kommer det svenska elsystemet presenteras överskådligt och relevanta intressenter och deras roller i elsystemet kommer att redogöras. Vidare kommer de olika marknaderna som existerar för elhandel att presenteras för att bygga upp en förståelse för elhandel, det för att vidare förstå hur flexibilitetsmarknader kan passa in med de befintliga marknaderna.

### 3.1. Sveriges elproduktion

Sveriges elproduktion har sedan mitten på 1990-talet visat på en svagt uppåtgående trend, samtidigt som den totala elanvändning har stagnerat de senaste 15 åren (Energimyndigheten, 2020). I *Figur 3* visas utvecklingen av Sveriges elproduktion fördelat på olika kraftslag mellan åren 1970 och 2020 (Energimyndigheten, 2021). Oljekriserna under 1970-talet ledde till brist på olja och höga priser varför Sverige ville göra sig oberoende av densamma (Energimyndigheten, 2015). Eftersom 20 procent av Sveriges eltillförsel bestod av oljekondenskraft behövde den ersättas samtidigt som elbehovet ökade markant. Omställningen resulterade i att Sverige byggde ut kärnkraft fram till 1980-talet vilket avstannade efter 12 byggda reaktorer. Det berodde på att i mars 1980 kom resultatet av folkomröstningen gällande kärnkraft som ledde till att den skulle avvecklas senast 2010 (Vattenfall, 2020). De 12 redan planerade och utbyggda kärnkraftsreaktorerna fick alltså fortsätta att vara i drift. År 2009 kom beslut om att kärnkraften skulle behållas och att det är tillåtet att bygga nya och underhålla kärnkraftsreaktorer på befintliga platser. Sveriges elproduktion är fördelat på två dominerande kraftslag; vattenkraft som stod för 45 procent av elproduktionen 2020 och kärnkraften stod för 30 procent (Energimyndigheten, 2020). Vindkraften har en ökande trend och stod för 17 procent. Resterande elproduktion är fördelade på förbränningsbaserade kraftslag i industri och kraftvärmeverk. Sverige både importerar och exporterar el, de senaste 10 åren har exporten varit högre än importen och år 2020 slog nettoexporten nytt rekord om 25 TWh, vilket motsvarade 16 procent av den totala produktionen i Sverige.

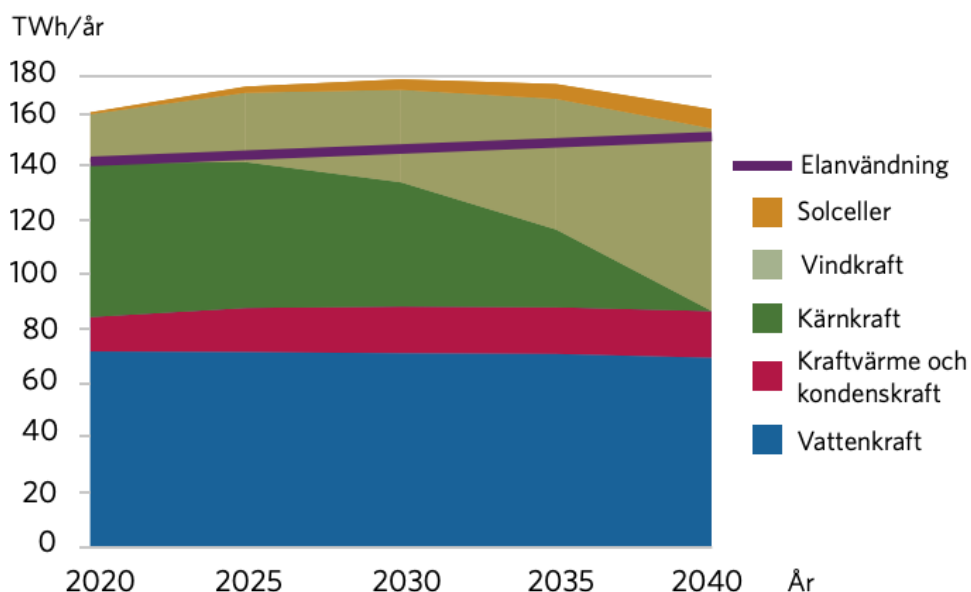
### Sveriges elproduktion per kraftslag



Figur 3: Sveriges energiproduktion fördelat på olika kraftslag, visas i TWh mellan 1970 och 2020. Källa: Energimyndigheten., Bild omgjord från SCB (2021).

Trots folkomröstningen som resulterade i att avskaffa kärnkraften i Sverige så är dess framtida roll i den svenska elproduktionen förhållandevis oviss sett till politiska aspekter och nuvarande handlingsplaner (Energimyndigheten, 2020). Mellan 2015 och 2017 togs kärnkraftsreaktorerna Oskarshamn 1 och 2 ur drift, vidare har även Ringhals reaktorer R1 och R2 tagits ur drift under 2019 respektive 2020. Den primära anledningen till reaktorernas avveckling är kopplat till problem med lönsamhet, vilket är en följd av låga elpriser, ökade avgifter för radioaktivt avfall och ökade säkerhetskrav (Energikommissionen, 2017). Samtidigt hade effektskatten en särskild påverkan på kärnkraften eftersom den påverkade elproduktion som inte tar tillvara på all energi, kärnkraftverken nyttjar inte spillvärme utan kyler bort den i havet (Vattenfall, 2019). År 2018 fasades effektskatten ut vilket har gett kärnkraften bättre förutsättningar men den förnyelsebara elproduktionen har tagit över (Vattenfall, 2019). Andelen förnyelsebar elproduktion har ökat och stod år 2018 för 57 procent av den totala elproduktionen, i storleksordning vattenkraft, vindkraft, biokraft och solkraft (Energikommissionen, 2017). Den ökande graden av förnyelsebar elproduktion som har lägre kostnader än kärnkraften är alltså en bidragande faktor till kärnkraftens utfasning. Fem av Sveriges 12 reaktorer är fortfarande konkurrenskraftiga och planeras vara i drift fram till cirka 2040 (Vattenfall, 2019). I Svenska Kraftnäts systemutvecklingsplan (Svenska Kraftnät, 2017) presenteras ett referensscenario för år 2040 och hur elproduktionen förändras över tiden, vilket kan ses i *Figur 4*. Referensscenariot är baserat på antaganden gjorda av Svenska kraftnät som i sig är baserade på

Energikommissionens beslut och planer för framtiden. I referensscenariot antas det att kärnkraften är helt avvecklad vid år 2040, samt att intermittenta förnybara källor i form av vind- och solkraft ökar och fyller det tappet på produktionssidan. Vattenkraften kommer vara relativt konstant över tid eftersom den antas vara fullt utbyggd i dagsläget. År 2040 förväntas elanvändningen ligga på cirka 150 TWh/år. Andra prediktioner har gjorts för den framtida elanvändningen i Sverige. North European Energy Perspectives Project (NEPP) har genomfört en analys av elanvändningen för år 2045, den förväntas bli 190 TWh/år (NEPP, 2019). Energiforsk och Profu har genomfört en uppdaterad analys under året 2021 med ett högnivåscenario för år 2045, de har inkluderat alla aviserade satsningar på elektrifiering vilket resulterar i en elanvändning på mellan 240-310 TWh/år (Energiföretagen, 2021b). Vilket skiljer sig väsentligt gentemot Svenska kraftnäts framtida prediktioner.



Figur 4: Diagrammet visar Svenska Kraftnäts referensscenario för Sveriges framtida elproduktion och elanvändning fram till år 2040. Källa: Svenska Kraftnät, (2017)

Referensscenariot och nationella mål/energiöverenskommelsen om att ha en 100 procent förnybar elproduktion år 2040 tyder på att den svenska elproduktionen står inför förändringar (Regeringskansliet, 2021). Trots en positiv energibalans i dagsläget på årsbasis mellan produktion och användning, ser Svenska kraftnät (2017) utvecklingen med en högre grad av intermittenta kraftkällor som en risk för säker krafttillförsel i framtiden. Det presenterade referensscenariot bygger, som tidigare nämnt, på antaganden om kärnkraftens avveckling och vindkraftens snabba utveckling och är inget som kan tillstyrkas med full säkerhet. Däremot pekar utvecklingen på att elsystemet står inför en förändring vad gäller produktionen och att det i sin tur medför utmaningar.

## 3.2. Intressenter i elsystemet

I det svenska elsystemet ingår många olika aktörer med varierande roller och ansvar. Nedan listas några viktiga intressenter inom elsystemet.

**Svenska Kraftnät – TSO** (Transmission System Operator): Svenska kraftnät är statligt ägt och Sveriges TSO och därmed ansvarig över transmissionsnätet (stamnätet som binder ihop det svenska elnätssystemet) i Sverige, samt har det övergripande och slutgiltiga balansansvaret på den svenska elmarknaden (Svenska kraftnät, 2021g). Med balansansvaret kommer även att Svenska kraftnät ska se till att landets elförsörjning klarar av kritiska situationer (Ei, 2020a). Utöver den svenska elhandelsmarknaden har Svenska kraftnät även ansvaret för export och import med de europeiska länder som är kopplade med Sverige (Svenska kraftnät, 2021g). En annan viktig roll är att Svenska kraftnät från regeringen tilldelats ansvaret att framhäva konkurrens på den svenska och den europeiska elhandelsmarknaden (CoordiNet, 2020a).

**Regionala DSO:s** (Distribution System Operator): Regionala DSO:s äger och driver regionnäten i Sverige, som är indelade i olika regioner över landet och som har lägre spänningsnivåer än transmissionsnätet (CoordiNet, 2020b). De har ett abonnemang gentemot TSO och abonnemanget reglerar mängden effekt som är tillåten att distribuera genom nätet. DSO:s får inte bedriva annan verksamhet än just nätverksamhet.

**Lokala DSO:s:** Lokala DSO:s är lokala nätägare och har ett geografiskt avgränsat område där distribution sker till slutkunder (Ei, 2017). Det finns över 160 DSO:s i Sverige. För att vara DSO krävs nätkoncessionstillstånd antingen lokalt eller regionalt som ansöks genom Ei.

**Elproducenter:** Elproducenter förser nätet med el och idag finns ungefär 200 konventionella producenter i Sverige; Vattenfall, Fortum och Uniper står för 70 procent av den totala produktionen (Ei, 2020a). Distribuerade energiresurser (DER) är små- och medelstora elproducenter eller ellagringsaktörer som är kopplade till lågspänningsnäten (Sweco, 2015). Det finns tre huvudsakliga typer av DER: förnyelsebar elproduktion som är fluktuerande, energilagring exempelvis batterier och svänghjul samt efterfrågefleksibilitet där konsumenter förändrar sin elanvändning efter prissignaler.

**Elhandelsbolag:** Elhandelsbolag är de som främst handlar el på Nord Pool för att sedan sälja det vidare till dem cirka 5,3 miljoner konsumenterna på grossistmarknaden (Ei, 2020a). Det finns ungefär 130 elhandelsbolag i Sverige varav de tre största med en marknadsandel på knappt 50 procent totalt är Fortum, Vattenfall och E.ON med cirka 800 000 kunder vardera (Ei, 2020a).

**Balansansvariga – BRP** (Balance Responsible Parties): Balansansvariga ska se till att produktionen av el och förbrukningen av densamma ska vara lika stor, det regleras genom avtal mot Svenska kraftnät och ansvaret är ekonomiskt (Ei, 2020a). Elhandelsbolagen är de balansansvariga och i dagsläget finns det 37 aktörer i Sverige som sköter detta. Det finns fler elhandelsbolag än balansansvariga vilket beror på att vissa elhandelsbolag köper in tjänsten från andra elhandelsbolag.

**Aggregator:** Aggregatörer är en förhållandevis ny aktör på elmarknaden vars huvudsakliga uppgift är att optimera energianvändning hos sina kunder. De är en tredjepartsaktör som från flera olika aktörer kan slå ihop deras efterfrågefleksibilitet för att uppnå tillräcklig skala på flexibilitetsresursen för att i sin tur kunna sälja det på en flexibilitetsmarknad (Ei, 2020a). Aggregering ger möjligheten för aktörer med mindre efterfrågefleksibilitet att bidra på en flexibilitetsmarknad.

**Energimyndigheten:** Energimyndigheten är en expertmyndighet som tar fram och förser energiområdet med kunskap och har som långsiktigt mål att leda Sverige till ett hållbart energisystem (Energimyndigheten, 2014). De bedriver forskning, demonstrationsprojekt och ger anslag till bland annat områden inom affärsutveckling och smarta elnät.

**Energimarknadsinspektionen – Ei:** Ei är en tillsynsmyndighet som utvecklar och utfärdar lagförslag inom energiområdet å regeringens vägnar. Myndigheten genomför tillsyn och prövning för bland annat ellagar och ger tillstånd (koncession) för elledning (Ei, 2020a).

### 3.3. Elnätet

Det svenska elnätet är uppdelat i transmissionsnät, regionnät och lokalnät (Ei, 2020a). Transmissionsnätet, stamnätet i Sverige, drivs av det statliga affärsverket Svenska Kraftnät. Stamnätet sprider sig över hela Sverige och sammankopplar till grannländerna för att möjliggöra elhandel internationellt. Svenska kraftnät har ett övergripande balansansvar för hela elnätet, alltså att produktion och konsumtion ska vara densamma i nätet konstant vilket regleras genom elhandeln som förklaras i *kapitel 3.4 Elhandel*. Den producerade elen i Sverige från storskaliga elproducenter transporteras genom transmissionsnätet med en spänning på 400 eller 220 kV. Det svenska transmissionsnätet är ett av de äldsta i världen och är i behov av en upprustning och utbyggnad för att kunna tillgodose framtidens kapacitetsbehov i Sverige (Svenska kraftnät, 2020a). En del av det ökade kapacitetsbehovet är för att elproduktionen med en ökad andel förnyelsebar elproduktion är intermittent, eftersom den är beroende av väder och vind, vilket ökar belastningen på elnätet då det blir högre maxproduktion. Kapacitetsbehovet påverkas även av den ökande graden av digitalisering, elektrifiering inom transportsektorn och elintensiva processer inom industrin (Ei, 2020a).

Regionnätet är inte statligt ägt i Sverige utan det är regionala DSO:s som exempelvis Vattenfall, E.ON och Ellevio som äger och driver majoriteten av dem (Svenska kraftnät, 2021c). Totalt är regionnäten uppdelade i 63 områden. Regionnätens syfte är att föra över el från transmissionsnätet till lokalnäten samt att från elproducenter (som är kopplade till regionnätet) distribuera den el som produceras (Ei, 2020a). För att föra över el från transmissionsnäten till regionnäten krävs det att elen transformeras till spänningsnivåer på 30 till 130 kV. Den tredje och sista nivån av elnät är lokalnäten som ägs av ungefär 160 olika lokala DSO:s som distribuerar el till fastigheter, industrier och övriga konsumenter på en spänningsnivå om 20 kV eller lägre (Ei, 2020a). Överföringen av el från regionnätet till lokalnäten sker genom cirka 1600 olika anslutningspunkter (Ei, 2012). Spänningen i lokalnäten baseras på behovet av kapacitet och hur långt elen ska transporteras (Ei, 2020a).

### 3.3.1. Elnätstariffer och effektabonnemang

Elnätstariffer är en av prismekanismerna för att utnyttja elnäten effektivt (THEMA, 2019). Syftet med elnätstariffer är även att de ska finansiera nätkostnader och en effektiv utbyggnad av nätet. För att tariffen ska uppfylla dessa krav bör den innehålla prismekanismer som bemöter tre olika aspekter: energiförluster i nätet, marginalkostnad för utbyggnad av elnätet och överblivna kostnader. Kostnader för nyanslutning och mätning bör vara kundspecifik och inte ingå i tariffen eftersom den varierar till hög grad kunder emellan. En effekttariff bör ge en prissignal om det är risk för kapacitetsbrist i nätet och tvärtom om det inte är någon risk för kapacitetsbrist, detta för att skapa verksamma marknadsförutsättningar. THEMA (2019) rekommenderar att tarifferna för lokalnät bör ha lägre prissignaler än region- och stamnät eftersom det kan påverka lokaliseringen av elintensiv industri och elproduktion. Det motiveras utifrån att lokaliseringen av elintensiv industri och elproduktion har ett stort inflytande på elnätets utformning.

Transmissionsnätet finansieras genom de kunder som nyttjar nätet och avgifterna bestäms utifrån transmissionsnätstariffen (Svenska kraftnät, 2021f). Kunderna betalar en effektagift och en energiavgift. Den förstnämnda grundas på både inmatning och uttag av abonnerad effekt till den anslutningspunkt som kunden är ansluten till. Kunden har alltså tillgång till en specifik mängd som den tillåts att använda från en specifik anslutningspunkt (CoordiNet, 2020b). Effektagifterna ska se till att täcka operativa kostnader för elnätet samt investeringskostnader (Svenska kraftnät, 2021f). Energiavgiften baseras i stället på de överföringsförluster som sker i stamnätet, denna avgift är baserad på var anslutningspunkten ligger geografiskt eftersom ju längre elen transporteras desto större förluster. Om inmatning av el i nätet ser till så att förlusterna minskar uteblir avgift, därför är incitamenten för placering av elproduktion större där det är brist på den. På samma sätt är avgifterna lägre för uttag av el där produktionen är hög. Generellt står transmissionsnätsavgiften för knappt 10 procent av konsumenters totala nätavgift.

I de fall då den abonnerade effekten för en helårsperiod förväntas överstiga vad som är avtalat för, finns möjlighet att teckna ett tillfälligt abonnemang för lokala DSO:s gentemot den transmissionsansvarige om denne tillåter detta (CoordiNet, 2020b). De tillfälliga abonnemangen tecknas för en enveckasperiod och priset baseras på den årliga avgiften samt antalet kWh som nyttjas under veckan (Svenska kraftnät, 2021e). Problemet är att det i dagsläget är svårt att få höjda årliga effektabonnemang eller tillfälliga abonnemang i de regioner där kapacitetsbrist råder som fallet är i Skåne och Uppland (CoordiNet, 2020b). Följden av att regionala DSO:s inte kan höja effektabonnemangen är att större effektförbrukare som industrier och större fastighetsbestånd i sin tur nekas att få utökade abonnemang för att tillgodose sina behov. I många fall innebär förfrågningar om utökade effektabonnemang en tidskrävande process på grund av att det behöver utredas hur det påverkar de överliggande regional- och transmissionsnäten.

### 3.4. Elhandel

Utöver den fysiska distributionen som sker i elnäten fördelas elkraftsresurserna på en uppsättning av olika marknader anpassade för olika intressenter. I det svenska elsystemet kan el handlas på tre olika marknadskategorier; finansiell marknad, fysiska marknader och balansmarknader för så kallade stödtjänster. Fortsättningsvis kommer de olika marknadskategorierna presenteras mer utförligt och vilka intressenter som medverkar på dessa.

#### 3.4.1. Finansiell elhandel

Långsiktig handel av el kan i Sverige göras på Stockholmsbörsen Nasdaq OMX (Svenska kraftnät, 2021b). Genom handel av framtida kontrakt för energitillförsel kan aktörer på marknaden skydda sig mot risker av varierande spot-priser över olika regioner. De finansiella kontrakten innebär i sig ingen fysisk överföring av elektricitet, men ger aktörer möjligheten att säkra sitt elpris flera år i framtiden.

#### 3.4.2. Fysisk elhandel i Sverige

Majoriteten av Sveriges elhandel utförs via elbörsen Nord Pool, närmare bestämt 90 procent av den årliga producerade elen i Sverige handlas där medan resterande sker på balansmarknader eller bilaterala avtal (elhandel mellan två enskilda aktörer) (Energiföretagen, 2020a). Nord Pools fysiska elhandel innefattar aktörer i Norden, Baltikum, centrala Västeuropa, Polen och Storbritannien med två separata elmarknader – Elspot och Elbas (Nord Pool, 2021a). Aktörer som köper och säljer el på Nord Pool är främst balansansvariga, stora elproducenter och elhandelsbolag men även större elkonsumenter. Privatpersoner och övriga företag köper i sin tur el via elhandelsbolag.

Sverige har en uppdelning om fyra elområden; SE1, SE2, SE3 och SE4, där SE1 är längst norrut i Sverige och SE4 i södra Sverige (Svenska kraftnät, 2021b). Den geografiska uppdelningen av Sveriges elområden kan ses i *Figur 5* nedan. För varje zon sätts ett systempris som baseras på utbud och efterfrågan av el vilket formar ett referenspris för handeln i området (Energiföretagen, 2020a). Priset i de fyra zonerna kan skilja sig åt men inom en av dessa zoner är priserna densamma för handel på Nord Pool (Nord Pool, 2021b).



*Figur 5: Figuren visar den geografiska uppdelningen av Sveriges elområden samt produktionsförmågan av el i respektive område.*

### *Elspot (Nord Pool) – Day ahead market*

Elspot är en spotmarknad, även kallad ”dagen-föremarknad”, där priserna sätts med en auktionshandel för fysisk elkraft varje timme under det nästkommande dygnet (Energiföretagen, 2020a). Varje morgon fram till klockan 12.00 kan aktörer lägga sina order för nästkommande dag enligt sina prognoser. Samtliga bud är specificerade för en volymnivå (MWh/h) med en specifik prisnivå (Euro/MWh) given för varje enskild timme nästkommande dygn som aktören är villig att köpa eller sälja el. Klockan 13.00 samma dag

publicerar Nord Pool spotpriset för varje timme nästkommande dag baserat på de inkomna köp- och säljbuden. Spotpriset skiljer sig ofta åt i de fyra zonerna, detta eftersom det är ett underskott på produktion av el i södra Sverige och överproduktion i norr vilket leder till generellt högre priser i söder och lägre i norr.

#### *Elbas (Nord Pool) – Intraday market*

Elbas är en ”intradagsmarknad” och startar klockan 15.00 i Sverige efter att Elspot, dagen-föremarknaden, är avklarad. (Power Circle, 2019) Marknaden har som uppgift att justera kontrakten från Elspot som aktörerna redan har tecknat (Ei, 2017a). Det medföljer av osäkerheter i de prognoser och estimeringar som görs för den kommande dagens elproduktion och elanvändning. Dessa osäkerheter kan bero på väderförhållanden som påverkar både den slutgiltiga produktionen och användningen av el. För att kompensera dessa ojämnheter existerar Elbas som möjliggör jämvikt genom marknadsmekanismer. Handel av fysisk elkraft på Elbas i Sverige sker fortlöpande en timme innan leverans under nuvarande dygn. Elbas är alltså aktivt under dygnets alla timmar men kan handlas först efter att marknaden för Elspot är klar.

#### 3.4.3. Balansmarknader och effektreserv

I elsystemet behöver produktionen och användningen av el vara i konstant jämvikt för att elnätet ska behålla korrekt frekvens på 50 Hz (Svenska kraftnät, 2021a). Svenska kraftnät uppger att det sällan går att förutse och planera exakt vilken användning och produktion som kommer ske i realtid, varför det behöver finjusteras konstant för att behålla frekvensen på 50 Hz (Svenska kraftnät, 2016). Som tidigare nämnt finns det olika påverkansfaktorer som försvårar driften och balanseringen av detta. För att upprätthålla balansen och driftsäkerheten i elsystemet finns det ett antal balansfunktioner där olika stödtjänster kan upphandlas av Svenska Kraftnät (Svenska kraftnät, 2020c). Nedan presenteras de befintliga balansmarknaderna i Sverige och vad deras syfte är. De sammanställs sedan i *Tabell 5* med information om tekniska specifikationer. Dessa stödtjänster kan exempelvis tillhandahållas av företag med produktionsanläggningar, anpassningsbara energilagrar eller energianläggningar. Endast två procent av den volym av elkraft som säljs årligen säljs på dessa balansmarknader (Power Circle, 2019). För Svenska Kraftnät som är TSO och har det slutgiltiga balansansvaret på elmarknaden är balansmarknaderna en viktig funktion för att lyckas upprätthålla balansen mellan utbud och efterfrågan. Därför arbetar Svenska Kraftnät aktivt med att tillgängliggöra marknaderna för fler aktörer och underlätta för nya tekniker att medverka på den (Svenska kraftnät, 2020c).

Effektreserv kan användas när den planerade produktionen av effekt är för låg, exempelvis riktigt kalla vinterdagar och kan endast aktiveras mellan den 16 november och den 15 mars (Svenska kraftnät, 2020b). Effektreserv upphandlas av Svenska kraftnät, dels genom att aktörer vid nödfall kan tillgodose ökad

produktion, men även minskad elförbrukning från aktörer. Från och med 2021 kommer effektreserven agera som komplement till den övriga elmarknaden och ska endast nyttjas när balansmarknaderna inte räcker till (Ei, 2020b). Effektreserven får alltså inte nyttjas på annat sätt än som just effektreserv. När effektreserv upphandlas av Svenska kraftnät aktiveras automatiskt Nord Pools takpris på 3 000 Euro/MWh. Effektreserven är en tillfällig lösning och kommer att upphöra 2025 (Svenska kraftnät, 2020b). Nedan listas och förklaras de balansmarknaderna som existerar i Sverige och som drivs av Svenska kraftnät. Balansmarknadernas tekniska och marknadsmässiga krav summeras i *Tabell 5*.

### *De olika balansmarknaderna*

**FFR** – *Fast Frequency Reserve*: Snabb frekvensreglering som aktiveras automatiskt för att hantera snabba och djupa frekvensförändringar som uppstår när rotationsenergin är vid låga nivåer i det nordiska kraftsystemet (Svenska kraftnät, 2020c).

**FCR-N** – *Frequency Containment Reserve Normal*: Stödtjänst som inhandlas automatiskt för att stabilisera frekvensen vid små förändringar på produktions- eller efterfrågesidan (Svenska kraftnät, 2020c).

**FCR-D** – *Frequency Containment Reserve Disturbed*: Stödtjänst som stabiliserar frekvensen vid driftstörningar (Svenska kraftnät, 2020c).

**aFRR** – *automatic Frequency Restoration Reserve*: Stödtjänsten återställer frekvensen till 50 Hz och aktiveras automatiskt (Svenska kraftnät, 2020c).

**mFRR** – *manual Frequency Restoration Reserve*: En manuell marknadsbaserad stödtjänst som syftar till att avlasta de andra stödtjänsterna och som återställer frekvensen till 50 Hz (Svenska kraftnät, 2020c).

**Effektreserv** – Stödtjänst på förhand upphandlade av Svenska Kraftnät. Syftar till att täcka upp eventuell effekt- eller energibrist på produktionssidan i transmissionsnätet, aktiveras manuellt (Svenska kraftnät, 2020c).

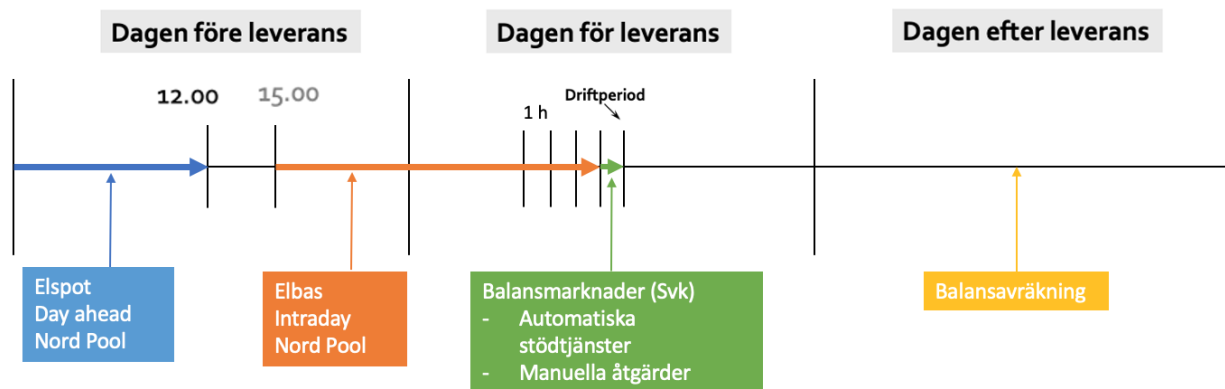
*Tabell 5: Tabellen redovisar de befintliga balansmarknaderna i Sverige och deras respektive krav och specifikationer. Källa: Svenska Kraftnät, (2020b).*

<b>Balansmarknad</b>	<b>FFR</b>	<b>FCR-N</b>	<b>FCR-D</b>	<b>aFRR</b>	<b>mFRR</b>	<b>Effektreserv</b>
<i>Upphandling</i>	Årsbasis	1-2 dagar före	1-2 dagar före	En gång i veckan	Under drifttimmen	Årsbasis
<i>Minsta budstorlek</i>	0,1 MW	0,1 MW	0,1 MW	5 MW	10 MW (5 MW för SE4)	5 MW

<i>Aktivering</i>	Automatiskt - Frekvensförändringar pga. låg rotationsvolym	Automatiskt - 49,90–50,10 Hz	Automatiskt 49,50–49,90 Hz alt. 50,10–50,50 Hz	Automatiskt Frekvensavvikelse från 50,00 Hz	Manuellt på begäran av Svenska kraftnät	Manuellt på begäran av Svenska kraftnät
<i>Volymkrav för Sverige</i>	Ca 100 MW	Ca 240 MW	Upp till ca 580 MW	Upp till ca 150 MW	Inga volymkrav	Upp till 2 000 MW
<i>Uthållighet</i>	30 sekunder, alternativt 5 sekunder	1 h	Minst 20 min	1 h	1 h	Enligt avtal

### 3.4.4. Sammanställning av elhandel

Elsystemet innefattar ett flertal intressenter som samverkar på varierande vis, exempelvis på olika former av marknadsplatser för elhandel. I syfte till att ge en övergripande bild av elsystemets fysiska marknader för elhandel och när de är aktiva, illustreras detta i en schematisk bild i *Figur 6*. Figuren visar när marknaderna är aktiva i förhållande till den driftperiod som avses. Dagen efter leverans utförs en balansavräkning för att revidera om aktörernas aktioner efterlevde deras bud som de är skyldiga att följa.



*Figur 6: Figuren visar en tidslinje över de olika marknaderna för elhandel och när de är aktiva i förhållande till avsedd driftperiod. Källa: (Power Circle, 2019).*

### 3.5. Några utmaningar i elsystemet

Elsystemet står ständigt inför nya förändringar som i sin tur resulterar i utmaningar och eventuella problem för systemet och dess framtida utformning. Samhällets utveckling och dess förändring i beteendemönster påverkar även elsystemet i hög grad. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, (2017) lyfter ett antal trender gällande elanvändningen och elproduktionen vilka i sin tur påverkar elsystemet. För elanvändningen påverkar trender som urbanisering, elektrifiering av transport, digitalisering, samt elektrifiering av svensk industri (IVA, 2017). Urbaniseringen ökar el- och effektbehovet i storstadsområden vilket ökar risken för trängsel i elnäten på sina håll och utmanar därmed nätkapacitetstaket. Den ökande graden av fordon drivna av el, digitaliseringens framfart och elektrifieringstrender inom industrin kan innebära hastiga förändringar i efterfrågan som kan bli svåra att möta i tid. Gällande elproduktionen skådas en ökande grad av intermittenta kraftkällor samtidigt som kärnkraften genomgår en nedåtgående trend i och med delvisa avvecklingsplaner. Sverige har exempelvis som mål att år 2040 ha 100 procent förnybar elproduktion, något som i sin tur innebär utmaningar med ökad andel intermittent elkraftproduktion (Regeringskansliet, 2021). Dessa trender som skådas på både användarsidan och produktionssidan resulterar i flera olika utmaningar för elsystemet. Nedan lyfts ett par av de främsta utmaningarna som betonats av olika aktörer inom energibranschen.

Kärnkraftens avveckling påverkar elsystemet genom att en stor del av baslasten inom det svenska elsystemet försvinner (Sweco, 2020). Kärnkraften har utöver sin roll som baslast även en viktig roll för frekvensstabilitet och spänningsstabilitet på elnätet, vilket ökar elnätets tillförlitlighet. Eftersom kärnkraften står för cirka 30 procent av Sveriges elproduktion behöver den ersättas av andra energislag, där vindkraften förväntas stå för en stor del (Ei, 2020a). Fördelen med kärnkraft är att den är planeringsbar och går att justera till skillnad från vindkraft som genererar elkraft beroende på väder och vind. Intermittent elproduktion kommer från den ökande andelen förnyelsebar elproduktion från vind- och solkraft vilket påverkar flertalet faktorer i elsystemet enligt Council of European Energy Regulators (CEER) (2020). Det kommer påverka frekvensregleringen eftersom produktionen inte kan styras utifrån annat än väder och vind, i Sverige gäller det främst vind eftersom andelen installerad effekt är betydligt högre för vind- än solkraft. När det blåser lite uppstår därför risk för underskott som annan elproduktion eller energilagring av el behöver täcka upp. När det är kraftiga vindar finns risken att elnäten blir överbelastade, vilket innebär att produktionen kan behöva stängas av och man går miste om tillgänglig produktion.

Lokal elkraftproduktion består av två huvudsakliga typer. Den första är storskalig planerbar produktion i form av exempelvis kraftvärme och är anslutet till det lokala elnätet (Ei, 2020a). Denna typ av produktion är på nedåtgående trend på grund av nya lagar som har höjt skatten på fossila bränslen och på avfall som

bränsle. I förlängningen leder detta till lägre lönsamhet och därmed är det troligt att investeringar i kraftvärmeanläggningar minskar. Den andra typen av lokal elkraftsproduktion är mer småskalig i form av förnyelsebar elkraftproduktion, främst är det vindkraft men även solkraft börjar komma mer och mer. Nackdelen är att varken sol- eller vindkraft är planerbar vilket gör att när väder och vind inte ger någon el behövs el från överliggande elnät. För elsystemet innebär det ett ökat behov på överliggande elnät eftersom den behöver transporteras från det överliggande nätet till det lokala.

Med en högre grad av elektrifiering inom industrin, transportsektorn och samhället samtidigt som en ökad digitalisering införlivas blir samhället mer beroende på tillgång av el, samt att säkerheten i leveranssystemet är hög för att undvika elavbrott (Ei, 2020a). Med tanke på det höga behovet av el blir lokalisering av verksamheter en allt viktigare faktor eftersom det både påverkar tillgång, pris och framtida utvecklingsplaner. Serverhallar är en av de verksamheter som främst påverkas av detta eftersom de är elintensiva, intresset för etablering i Sverige beror på den goda tillgången på el, det billiga elpriset och kalla klimatet. Serverhallarna begränsas dock av etablering i storstadsregioner med tanke på kapacitetsbristen. En nytta som serverhallar kan bidra med i energisystemet är att spillvärmerna kan användas till fjärrvärme och därmed öka energieffektiviteten och minska kostnader (Wahlroos et al., 2017). Värmebehovet är alltså ytterligare en faktor som gör det gynnsamt att etablera serverhallar i Norden enligt Wahlroos et al. (2017), därför är nyttan av dessa etableringar större vid städer som har ett fjärrvärmenät och som har ett behov av mer värme till systemet. Detta leder till att serverhallar inte bör byggas i glesbygd för att vara som mest lönsamma, men å andra sidan är kapacitetsbristen generellt större i storstäder vilket skapar ett dilemma för etableringen av serverhallar.

I delar av Sveriges elnät råder det en ansträngd kapacitetssituation till följd av en föråldrad nätinфраstruktur och de påverkande trender som tidigare nämnts (Ei, 2020a). Nätföretag i särskilt ansträngda områden tvingas därmed att neka nyanslutningar och förfrågningar om effekthöjning av befintliga kunder, vilket i sig hämmar tillväxt och samhällets hållbarhetsomställning, menar Ei (2020c). Kapacitetsbristen, även kallat nätkapacitetsbrist, har sitt ursprung i ett med tiden ökande elbehov och elanvändning men en stagnerande upprustning och utbyggnad av elnäten. Samtidigt har lokal elproduktion som kärnkraft lagts ner i dessa regioner vilket har lett till ett ökat behov av el från överliggande nät. Några av Sveriges tillväxtregioner, Stockholm, Malmö, Västerås och Uppsala, har identifierats av Ei som regioner med stort behov av utökad nätkapacitet och förnyelse av elnätet. Den ökande takten av intermittent elproduktion tillför även ytterligare kapacitetsansträngningar och utmaningar med leveranssäkerheten gällande transmission och distribution. Kapacitetsbristen är en relativt ny företeelse, i och med det saknas en tydlig ansvarsfördelning mellan nätägare på alla spänningsnivåer men också mellan nätägare och nätkunder. Däremot har det etablerats ett nytt EU-regelverk, det så kallade *Ren energi-paketet*, med tillhörande förordningar och direktiv som delvis

åskådliggör problemet med kapacitetsbrist och hur det ska hanteras (Ei, 2020a). EU påpekar genom *Ren energi-paketet* att kapacitetsbristen i allt större utsträckning ska lösas genom handel på en marknadsplats som substitut för att endast bygga ut nätet. Att bygga ut elnätet är en tidskrävande process och beror till stor del på tillståndsprocesser med flertalet inblandade intressenter som behöver passera flera instanser (Ei, 2020a). På stamnätets nivå är tidshorizonten för utbyggnad 10–15 år, medan det för regionnät ligger på 3–5 år och för lokalnät kan det variera mycket men generellt cirka 1–2 år. Ei rekommenderar en ny lag som ska prioritera andra alternativ än elnätsutbyggnad när det är samhällsekonomiskt rimligt (Ei, 2020a). DSO:s får alltså inte använda nätutbyggnad som enda alternativ till att motverka kapacitetsbrist utan måste utreda den mest samhällsekonomiska lösningen mellan olika flexibilitetsresurser och nätutbyggnad. I tillägg till långa tidshorisonter för utbyggnad finns en problematik i att utbyggnad av lokal- och regionnät inte har någon samlad planering. Det leder till osäkerheter om var begränsningar i nätet kommer uppstå samt att överliggande nät har svårt att förutse och bemöta framtida behov från underliggande nät.

Med tanke på ovanstående faktorer finns ett behov av flexibilitet i elnätet för att bemöta samhällets problematik med kapacitetsbrist, eftersom dessa förändringarna sker tämligen snabbt hinner inte dagens konventionella metod – elnätsutbyggnad – med (Ei, 2020a). Därför föreslår Ei (2020a) att bemöta problematiken genom flexibilitet så som efterfrågefleksibilitet, flexibel produktion och lagring både på kort sikt och för att få en bestående förmåga att möta framtidens behov. Det ska ske parallellt med nätutbyggnad och ska väljas utifrån den samhällsekonomiskt bästa lösningen.

## 4. Flexibilitet i elsystem

I det här avsnittet kommer det redogöras för vad flexibilitet i elsystemet innebär, vilka fördelar det innebär och hur flexibilitet kan frigöras. Vidare kommer begreppet efterfrågefleksibilitet förklaras och vilka aspekter som är viktiga ur dess synpunkt.

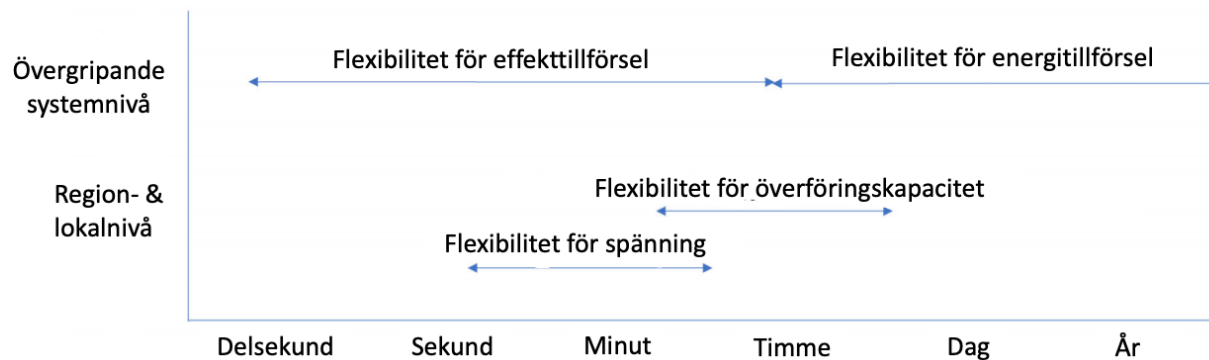
### 4.1. Definition av flexibilitet i elsystemet

Flexibilitet har traditionellt sett länge varit en del av elsystemet genom exempelvis upp- och nedreglering av konventionella kraftverk för att balansera energianvändning och energiproduktion (Roesch et al., 2019). Med en ökad andel intermittenta, förnyelsebara energikällor, en alltmer utbredd distribuerad energiproduktion och pressade elnät krävs ytterligare flexibilitet, av olika former och ursprung. Flexibilitet i elsystemet har skådats på varierande vis genom åren och termen *flexibilitet* används ofta som ett paraplybegrepp som saknar en vedertagen definition eller tydlig innebörd. Den internationella energiorganisationen International Energy Agency (IEA, 2019) definierar flexibilitet på följande vis:

*“...the ability of a power system to reliably and cost-effectively manage the variability and uncertainty of demand and supply across all relevant timescales, from ensuring instantaneous stability of the power system to supporting long-term security of supply...”*

(IEA, 2019)

Enligt Hillberg et al. (2019) kan flexibilitet i elsystem ses från en teknisk dimension och en kommersiell dimension. Den tekniska dimensionen innebär systemets förmåga att utnyttja tekniska möjligheter för att stötta elnätet, medan den kommersiella dimensionen innefattar de marknadsmässiga och regulatoriska aspekterna som påverkar flexibilitet i systemet (Hillberg et al., 2019). Oavsett definition betonar flera forskare vikten av flexibla elsystem (Hillberg et al., 2019; Impram et al., 2020; Ulbig & Andersson, 2015). Däremot kan behovet av flexibilitet skilja sig beroende på situation och var i elsystemet flexibiliteten efterfrågas. De som kan tänkas ha behov av flexibilitet är flera intressenter, exempelvis systemoperatörer (TSO och DSO) med distributionsansvar och driftsäkerhetsansvar, samt balansansvariga som ansvarar över balansen i elsystemet, eller marknadsaktörer med ekonomiskt motiverade behov av flexibilitet. Enligt Hillberg et al. (2019) kan flexibilitetsbehovet kategoriseras enligt fyra olika behov, samt två olika perspektiv med antingen övergripande regionalt eller lokalt systemperspektiv. Flexibilitetsbehoven och tidsramen för dem illustreras i *Figur 7*:



Figur 7: I figuren visas de olika flexibilitetsbehoven som presenteras av Hillberg et al. (2019). Flexibilitetsbehoven existerar på olika systemnivåer och över olika tidsramar.

För var och en av dessa flexibilitetsbehov föreslås det av Hillberg et al. (2019) olika tillvägagångssätt eller implementeringsåtgärder som syftar till att öka tillgången av flexibilitet. Vidare menar Bouloumpasis et al., (2019) att flexibilitetsrelaterade lösningar är nödvändiga för elsystemen och att de täcker behov när det kommer till just stabilitet, frekvensreglering, energitillförsel och överföringskapacitet. För respektive flexibilitetsbehov finns ett flertal tänkbara lösningar som möjliggör flexibilitet och förslagen av angreppssätt och metoder varierar enligt olika forskare och organisationer. I rapporten av CEER (2018) föreslår de fyra olika angreppssätt för att möjliggöra flexibilitet för region- och lokalnätsägare; regelbaserat angreppssätt, dynamiska nättariffer, anslutningsavtal och marknadsbaserad handel. För just lokal kapacitetsbrist tar branschorganisationen Energiföretagen (2020) upp sju olika lösningar på problemet: lokal flexibel elgenerering, samhällsplanering, integrering nätägare emellan, flexibilitetslösningar, anpassbara anslutningsabonnemang, differentierade elnätstariffer och nätutbyggnad. För att överkomma kapacitetsbrist och trängsel i elnätet som innebär flaskhalsar bedöms det av flera aktörer, forskare och tillsynsmyndigheter att en marknadsbaserad lösning i form av en flexibilitetsmarknad är ett lämpligt koncept (Bouloumpasis m.fl., 2019; Hillberg m.fl., 2019; Kulms m.fl., 2017; Schittekatte & Meeus, 2020). Vidare identifierar även CEER (2018) att marknadsbaserad handel är det föredragna tillvägagångssättet för att möjliggöra flexibilitet på elnäten. I Sverige betonar även Ei (2020d) vikten av flexibilitetsmarknader, lokala, men även regionala och nationella, som en nödvändig del i att överkomma de kapacitetsutmaningar som det svenska elsystemet står inför. För att möjliggöra en handel av flexibilitet är det viktigt att identifiera flexibilitetsresurser och vilka som kan tänkas lämpa sig på en flexibilitetsmarknad.

## 4.2. Flexibilitetsresurser

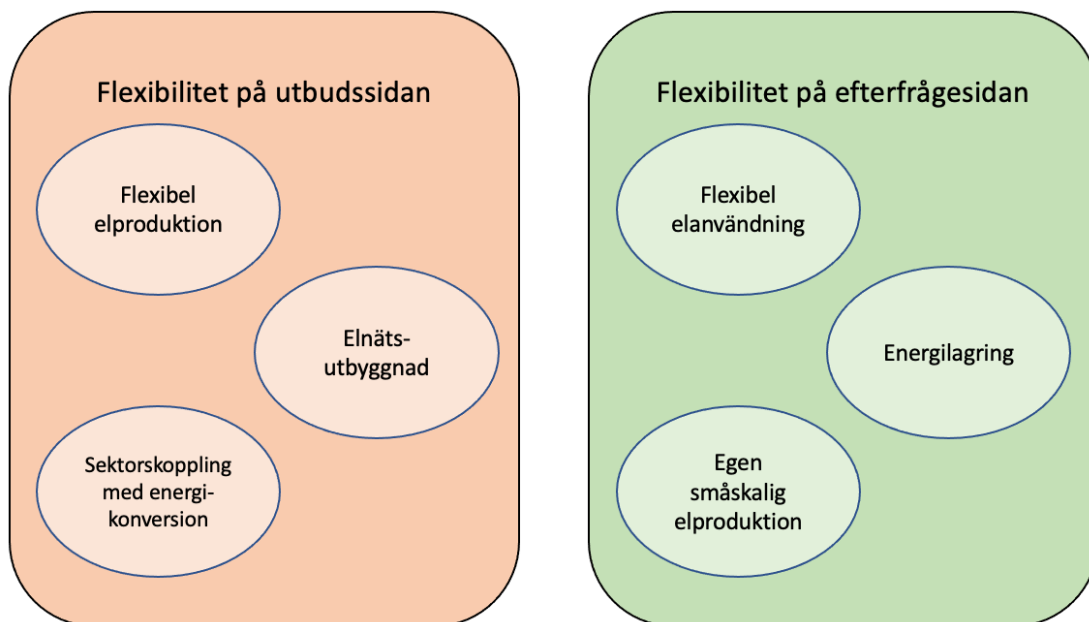
Flexibilitet kan som tidigare nämnt möjliggöras på olika vis. Enligt Roesch et al. (2019) kan flexibilitet frigöras i elsystemet utifrån fem olika avseenden:

- Produktion – flexibla elproduktionsenheter som kan möta behovet genom upp- eller nedreglering.
- Transmission – genom planerad investering och installation i elnätsutbyggnad för att möjliggöra mer flexibilitet i elnätet.
- Lagring – flexibilitet kan tillhandahållas genom åtskilliga energilagringalternativ.
- Kopplingar mellan sektorer – konversion av olika energislag mellan sektorer.
- Konsumtion – flexibilitet kan uppnås genom flexibel konsumtion hos användare, även kallat efterfrågefexibilitet.

Med flexibel elproduktion menas enligt Roesch et al. (2019) produktionsenheters förmåga att anpassa sig till efterfrågan. Genom att planera och optimera elnätet samt utbyggnaden av det kan flexibilitet mellan produktion och användning möjliggöras på ett lämpligare vis som undviker situationer för eventuella flaskhalsar. Flexibel elkraftsproduktion är till exempel gasturbiner, vattenkraft, kraftvärme och elgeneratorer som är drivna på diesel eller biodiesel, ofta nyttjad som reservkraft vid större anläggningar (CoordiNet, 2020b). Dessa elkraftsproducenter kan genom att reglera sin produktion, upp eller ned, bidra till flexibilitet. En ökad produktion inom det angivna nätområdet kan ge minskat behov av transmission från överliggande elnät och därmed reducera risken för kapacitetsbrist (Ei, 2020a).

Vidare menar Roesch et al. (2019) att olika energilagringstekniker kan möjliggöra anpassade effektuttag, även kallat laststyrning, i syfte till att balansera systemet. Energilagring förväntas att öka som flexibilitetsresurs eftersom den exempelvis kan hjälpa problematiken med intermittent förnyelsebar elproduktion genom att lagra när det produceras mycket och distribuera när motsatsen råder (Villar et al., 2018). Som en flexibilitetsresurs anses exempelvis batterilager vara av hög kvalitet eftersom den har lägre risker än andra alternativ och högre pålitlighet, det eftersom batterilager har som huvudsaklig uppgift att flexibelt leverera el (Khomami et al., 2020; Villar et al., 2018). En förekommande framtidsutsikt är att elektrifierade fordon ska vara en del av denna marknad, men med tanke på att fordonens huvudsakliga uppgift inte är att förse elnätet som en flexibilitetsresurs är osäkerheten hög i dagsläget enligt Khomami et al. (2020) och (Sweco, 2015). Värt att nämna är att den framtida potentialen är stor för elfordonens medverkan som flexibilitetsresurs, dels för att laddning av elfordon förväntas ske under natten då kapacitetsproblematiken är låg, samt för att bilar förväntas stå stilla stora delar av dygnet då kapacitetsbristen är hög (Sweco, 2015). Med tanke på att energilagring i bilar har låg tillgänglig effekt är behovet av aggregering påtagligt och gör processen komplicerad (Khomami et al., 2020). En annan framtida energilagringmetod är vätgas vilken förväntas att öka behovet av effekt i Sverige men har samtidigt potential att agera som flexibilitetsresurs (CoordiNet, 2020b). Slutligen föreslår Roesch et al. (2019) flexibel konsumtion hos användare som genom upp- eller nedreglering av sitt elbehov innebär ett sätt att

åstadkomma flexibilitet. Enligt Berg & Börjs (2019) kan flexibilitetsresurser ses från två olika sidor, antingen från utbudssidan eller från efterfrågesidan se *Figur 8* nedan.



*Figur 8: I figuren visas olika flexibilitetsresurser och deras uppdelning på antingen utbud- eller efterfrågesidan (Berg & Börjs, 2019).*

Enligt Ei (2020a) kan flexibilitetsresurser som lämpas på en flexibilitetsmarknad vara efterfrågefleksibilitet (flexibel elanvändning), flexibel elproduktion (utbudssidan samt småskalig elproduktion på efterfrågesidan), och energilagring. Fortsättningsvis menar Ei (2020a) att utformningen av en flexibilitetsmarknad ska möjliggöra konkurrens på lika villkor mellan dessa energiresurser.

### 4.3. Efterfrågefleksibilitet

Begreppet efterfrågefleksibilitet, även kallat efterfrågesvar eller förbrukningsfleksibilitet, har under en längre tid existerat i energibranschen och litteratur. På liknande vis med begreppet *flexibilitet*, har även efterfrågefleksibilitet varierande innebörd och definition. Ei definierar begreppet efterfrågefleksibilitet enligt följande:

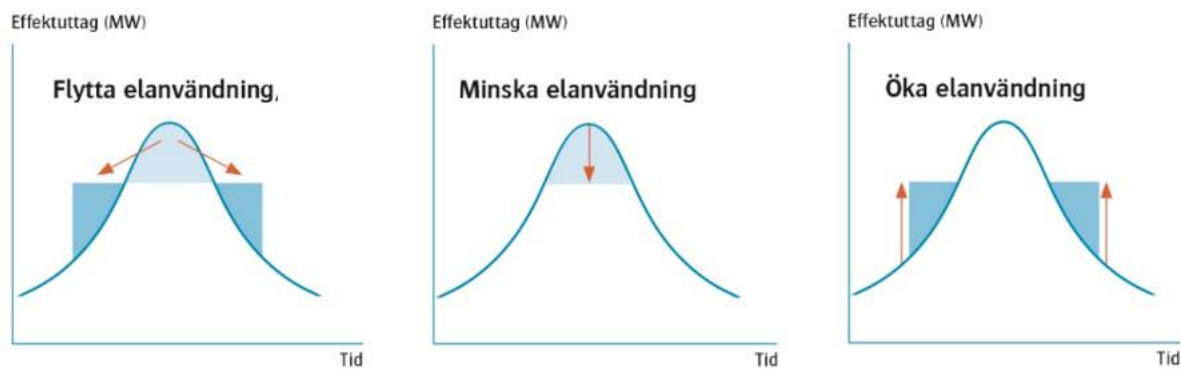
*”Efterfrågefleksibilitet är en frivillig ändring av efterfrågad elektricitet från elnätet under kortare eller längre perioder till följd av någon typ av incitament”*

(Ei, 2016)

Enligt denna definition bygger efterfrågefleksibiliteten på någon typ av incitament som kunden upplever vara gynnsam gentemot valet att ändra på sin elanvändning åt något håll. Incitamenten kan exempelvis

grundas i varierande prissignaler på elmarknaden, vilket därmed motiverar förändring i elanvändningen, eller att en utomstående part är villig att betala kunden för att minska sitt elbehov, vilket kunden därmed anser vara skäligt (CEER, 2014). Efterfrågefleksibilitet kan således delas in i två kategorier, implicit eller explicit, beroende på vilken typ av incitamentet är. Den implicita efterfrågefleksibiliteten, som även kallas för prisbaserad efterfrågefleksibilitet, innebär att kunden justerar sin elanvändning i förhållande till prissignaler som elpriser och nättariffer som kan variera timvis (Ei, 2016). Genom implicit efterfrågefleksibilitet kan kunder anpassa sin elanvändning beroende på variation i timpris och på så sätt påverka sin totala elkostnad.

Den explicita efterfrågefleksibiliteten innebär att kunden kompenseras för att justera sin elanvändning under en given tidsperiod (Ei, 2016). Den frigjorda kapaciteten kan därmed erbjudas på olika marknadsplatser eller nyttjas till syften som åtgärdar lokala nätansträngningar. Den explicita efterfrågefleksibiliteten kräver en högre grad av operativ styrning och tillsyn hos kunden i jämförelse med den implicita efterfrågefleksibiliteten, eftersom den sålda kapaciteten måste kunna garanteras. Oavsett vilken typ av incitament som kunden erhåller för att erbjuda sin efterfrågefleksibilitet existerar det ett par olika tillvägagångssätt för kunden att ändra sin efterfrågan på el. Tre olika tillvägagångssätt presenteras av Ei (2017b) och visualiseras i *Figur 9*:



*Figur 9: I figuren visas olika tillvägagångssätt för efterfrågefleksibilitet där kunden antingen laststyr, minskar eller ökar sin elanvändning för att skapa flexibilitet. Källa: (Ei, 2017b).*

#### 4.3.1. Nyttor med efterfrågefleksibilitet

Förutom införlivandet av de incitament som kunder har för sin efterfrågefleksibilitet innebär konceptet även nyttor för elsystemet i stort. Exempelvis kan några av de utmaningar som nämns i kapitel 3.5 *Några utmaningar i elsystemet* förebyggas genom efterfrågefleksibilitet. Det har tidigare gjorts studier på de fördelar som efterfrågefleksibilitet kan möjliggöra för elsystemet, vilka listas nedan:

- tillhandahålla resurseffektivitet i elsystemet (Ei, 2017b; Lund et al., 2015a)
- hantering av kapacitetsbrist (Ei, 2020a)

- balansering av elnätet (Khripko et al., 2017; Lund et al., 2015)
- bidrar till stabilitet på elmarknaden (Lund et al., 2015).

Genom en tillämpning av efterfrågeflexibilitet i systemet innebär det en högre grad av resurseffektivitet i systemet, dels att den producerade elen används av de som värderar den högst, dels att elnätet i sig utnyttjas på ett mer resurseffektivt vis. På så vis skapas det en högre grad av samhällsekonomisk nytta utifrån den infrastruktur och de resurser som finns tillgängliga. En allmän tillämpning av efterfrågeflexibilitet förebygger även uppkomsten av de kostsamma toppar av effektbehov som sker årligen och som ofta innebär involvering av fossila bränslen och således utsläpp av växthusgaser (Lund et al., 2015). Efterfrågeflexibilitet innebär även minskade förluster i transmissionsnät och distributionsnät. För att undvika kapacitetsbrist kan efterfrågeflexibilitet nyttjas (Ei, 2020a). Ei ser efterfrågeflexibiliteten som en viktig resurs på flexibilitetsmarknader vars syfte delvis kan vara att hantera kapacitetsbrist i elnätet.

Med efterfrågeflexibilitet kan balansering mellan elproduktion och elanvändning nyttjas vilket därmed fyller funktionen att upprätthålla frekvensstabiliteten i elnätet (Khripko et al., 2017). Traditionellt sett har produktionssidan för elkraft reglerats efter det existerande behovet, med efterfrågeflexibilitet skapas möjlighet att reglera behovet på efterfrågesidan. Det är något som kan tänkas komma att bli allt mer värdefullt och eftertraktat med en ökande andel intermittent elproduktion som är svår att reglera (Lund et al., 2015). Till följd av en ökande andel intermittent elproduktion befaras elmarknaden och elpriset kunna lida av volatilitet. Enligt Lund et al., (2015) kan efterfrågeflexibilitet förebygga volatila prisändringar på elmarknaden, eftersom det jämnar ut elbehovet och förebygger kraftiga prisändringar. Efterfrågeflexibilitet öppnar även upp för en jämnare maktfördelning mellan aktörerna på elmarknaden. Lund et al. (2015) menar att marknadsbaserad efterfrågeflexibiliteten höjer kundernas makt, något som traditionellt sett har legat hos elproducenterna.

#### 4.3.2. Hinder för efterfrågeflexibilitet

Trots att nyttorna med efterfrågeflexibilitet existerar finns det ett antal hinder som försvårar frigörandet av efterfrågeflexibilitet till elnätet. De hinder som motverkar kunder att erbjuda efterfrågeflexibilitet kan enligt Good et al. (2017) kategoriseras enligt ekonomiska, tekniska och organisatoriska hinder. Väsentliga aspekter för varje hinder kommer att presenteras mer utförligt nedan.

##### *Ekonomiska hinder för efterfrågeflexibilitet*

Ett vanligt förekommande hinder för kunder att arbeta med efterfrågeflexibilitet anses vara uteblivandet av en tydlig affärsnytta och lönsamhet (Ei, 2019). En grundsten för att möjliggöra efterfrågeflexibilitet är att

införliva de incitament som kunder har, således är tydliga prisbilder och prisinformation om efterfrågeflexibilitetens värde ett viktigt inslag för att kunderna ska kunna avgöra eventuell lönsamhet, visar Ei:s undersökning om efterfrågeflexibilitet (Ei, 2019). Enligt Cardoso et al., (2020) kan frånvaron av tydliga affärsfall innebära hinder för kunder att delta med efterfrågeflexibilitet. För att möjliggöra efterfrågeflexibilitet krävs det i många fall även en investering i teknisk mät- och styrutrustning, en investering som således förväntas ge avkastning. Det innebär en osäkerhet för kunder, däribland industrier och fastighetsbolag, att göra rättmätiga kalkyler och bedöma lönsamheten utan tydlig prisinformation för vad flexibiliteten innebär för transaktionskostnader för organisationen (Cardoso et al., 2020). En del av problematiken kopplad till avsaknad av tydlig prisinformation kan kopplas till existerande flexibilitetsmarknadernas oförutsägbarhet, eftersom nätägarnas behov av flexibilitet kan bero på yttre aspekter som väder och tillgång på dagsljus som därmed skapar fluktuationer i prissättningen (Cardoso et al., 2020).

### *Tekniska hinder för efterfrågeflexibilitet*

För att möjliggöra handel av efterfrågeflexibilitet existerar det ett par tekniska parametrar som behöver uppfyllas. Enligt Good et al. (2017) nödvändiggör efterfrågeflexibilitet tillgång på kvalificerad informations- och kommunikationsteknologi. Ett hinder för efterfrågeflexibiliteten bottenar i problematiken kring tillgång till data och korrekta elmätningar. För att handel av efterfrågeflexibilitet ska ske korrekt krävs det ett utbyte av rätt data för de involverade aktörerna (European Smart Grids Task Force, 2019). Det ställer i sin tur krav på att aktörer som förser efterfrågeflexibilitet har lämplig teknologi som kan förse korrekta mätvärden på timbasis, eller ännu kortare intervall, för att därmed bekräfta den levererade efterfrågeflexibiliteten. Överföringen av data och vilka aktörer som har tillgång till den orsakar även en problematik kring sekretess och GDPR-relaterade aspekter (European Smart Grids Task Force, 2019). På regeringsuppdrag har Ei tagit fram så kallade funktionskrav på mätsystem och mätutrustning med syftet att underlätta elkunders tillgång på information om sin elanvändning och även öppna upp för möjligheter till efterfrågeflexibilitet och andra energitjänster i framtiden (Ei, 2019). Bestämmelserna trädde i kraft år 2018 och senast år 2025 ska elmätare uppfylla de nya funktionskraven, vilka bland annat handlar om utökade mätdata, möjlighet till avläsning per 15 minuter och öppet kundgränssnitt (Ei, 2019b). I maj år 2023 ska 15 minuters avräkning börja gälla (Energiföretagen, 2021a).

Enligt en undersökning om elkunders möjlighet till efterfrågeflexibilitet gjord av Sweco (2016), uttryckte elkunderna ett behov av automatiserad styr- och mätutrustning som dels kan förebygga behovet av operativa arbetet med efterfrågeflexibilitet men som även skapar tillförlitlighet till processen gällande styrning av enheter och avmätning. Ett styrsystem som kan sköta automatiserad styrning av enheters elanvändning,

kommunicera med avmätning och även behandla yttre signaler som prissignaler för att avgöra en affär, menar Good et al. (2017) skulle sänka barriärerna för många aktörer att arbeta med efterfrågeflexibilitet. Ett sådant system kräver följaktligen en investering för aktören och kan då kopplas till de ekonomiska hinder som tidigare har lyfts.

### *Organisatoriska hinder för efterfrågeflexibilitet*

Enligt Good et al. (2017) kan de sociala hinder som verkar mot efterfrågeflexibilitet delas upp i organisatoriska hinder och hinder kopplat till beteende, vilka främst är kopplade till individnivå och kommer således inte presenteras i detta avsnitt eftersom examensarbetets inriktar sig på organisationsnivå. De organisatoriska hindren mot efterfrågeflexibilitet kan enligt Good et al. (2017) kopplas till aspekterna *makt* och *kultur*. Huruvida personen som leder arbetet med efterfrågeflexibilitet i en organisation besitter en position med makt över att ta relevanta beslut för exempelvis investeringar och rutinarbeten kan ha avgörande påverkan på utfallet för arbetet med efterfrågeflexibilitet (Good et al., 2017). På liknande vis är organisationskultur en viktig aspekt. Huruvida en organisationen värdesätter miljö- och energirelaterade frågor eller alternativa intäktströmmar jämte kärnverksamheten har betydelse för resultatet (Good et al. 2017). Enligt Cardoso et al. (2020) är risken för att kärnverksamheten lider av efterfrågeflexibilitet en avgörande faktor som gör att organisationer väljer att avstå från det. Det skapar även problematik kring organisationers förhållningssätt till efterfrågeflexibilitet som en del eller komplement till den övriga verksamheten vilket kan leda till konflikter mellan olika interna intressen inom organisationen (Cardoso et al., 2020). Ett ytterligare organisatoriskt hinder för efterfrågeflexibilitet är organisationers brist på kunskap eller medvetenhet om konceptet. Efterfrågeflexibilitet är ett koncept som många svenska företag saknar kompetens eller kunskap inom, enligt den undersökning som gjordes av Sweco (2016). Bristen på kunskap om efterfrågeflexibilitets möjligheter och potential hindrar på så vis kunder att delta på marknaden (European Smart Grids Task Force, 2019).

## 5. Flexibilitetsmarknader

Flexibilitetsmarknader är ett tämligen nytt koncept inom akademien och energibranschen. Under de senaste åren har det initierats ett antal projekt gällande flexibilitetsmarknader i Sverige vilka kommer presenteras mer utförligt i 7 *Resultat från förstudien*. Flexibilitetsmarknader har på senare tid även involverats genom policyer på EU-nivå och vidare genom medlemsstaters tillsynsmyndigheter. I juni år 2019 trädde ett EU-direktiv i kraft, inkluderat var *Ren energi-paketet*. Direktivet adresserar bland annat ansvaret hos DSO:s att inhandla marknadsbaserade flexibilitetstjänster, exempelvis i form av distribuerad elgenerering, efterfrågefleksibilitet och energilagringssalternativ, när dessa tjänster är billigare än att investera i elnätsutbyggnad (European Parliament, 2019; Schittekatte & Meeus, 2020). Arbetet med att implementera EU-direktivet i svensk lagstiftning sker för närvarande av Ei som på uppdrag av regeringen har fått ansvaret för att införliva det, vilket ska vara klart till år 2024 (Ei, 2020b). Ett av kraven är att elnätsägare med över 100 000 anslutna kunder till distributionsnätet måste upphandla flexibilitetstjänster, medan mindre elnätsägare kan ges undantag för kravet från staten. Mindre elnätsägare får därmed fortfarande nyttja flexibilitetstjänster men har inte ett lagkrav på sig om de har givits undantag för kravet.

I samband med direktivets ikraftträdande har projekt, i vissa fall finansierade genom EU och Horizon 2020, initierats för att realisera och utvärdera konceptet om lokala flexibilitetsmarknader. Under de senaste åren kan en acceleration av utvecklingen och implementering av konceptet identifieras, däremot existerar skiljaktigheter i utformningen av existerande flexibilitetsmarknader. Beroende på den berörda systemoperatörens (TSO eller DSO) efterfrågan av flexibilitetstjänst kan marknadsutformningen te sig annorlunda. I Sverige har två olika pilotprojekt initierats med totalt fem stycken enskilda flexibilitetsmarknader med olika syften och angreppssätt; Coordinet (Malmö, Uppsala, Västernorrland samt Jämtland och Gotland) och Sthlmflex (Stockholm) (Gürses-Tran et al., 2019; Svenska kraftnät, 2020d). I Europa har det även genomförts ytterligare projekt för flexibilitetsmarknader och i sin studie redogör Schittekatte & Meeus (2020) för fyra flexibilitetsmarknader med olika utformning.

Fortsättningsvis i detta kapitel kommer det presenteras tidigare forskning inom området för flexibilitetsmarknader på ett mer teoretiskt plan. Dels kommer det redogöras för hur flexibilitet kan betraktas som handelsvara, hur produktdesignen på en flexibilitetsmarknad kan se ut och vilka aspekter som har sin inverkan på en flexibilitetsmarknads marknadsutformning.

## 5.1. Flexibilitet som handelsvara

Under de senaste decennierna har handelsmarknader för elektricitet varit i ständig förändring till följd av energisystemens utveckling. Elektricitetens komplexa roll som handelsvara och huruvida den bör betraktas som homogen eller icke är även något som diskuteras i litteraturen inom ämnet. Från ett rent fysikaliskt perspektiv är elektricitet att betrakta som en homogen produkt, men Erdmann (2015) menar att ekonomiskt sett bör den betraktas som heterogen på grund av sin marknadsmässiga natur och att den kan betraktas som dels energimängd, men samtidigt även kan definieras utifrån dess effektöverföring. I takt med ökande diskussioner om behovet av flexibilitetstjänster och tillhörande marknader stiger även diskussionen huruvida de ska betraktas utifrån ett ekonomiskt perspektiv. Enligt Boscán & Poudineh (2016a) har flexibilitetstjänster flera attribut i jämförelse med den konventionella elhandeln. Flexibilitetstjänsten kan betraktas utifrån faktorer som varaktighet, kapacitet, ramphastighet och ledtid på flexibilitetsresurserna (Boscán & Poudineh, 2016b). Således innebär detta att köparen kan ha särskilda preferenser gällande dessa attribut vilket påverkar deras värdering av flexibilitet, samtidigt som flexibilitetsleverantörer kan vara begränsad av tekniska hinder som omöjliggör tillgodogörandet av flexibilitetsresurser med särskilda preferenser. Enligt Boscán & Poudineh (2016a) innebär denna korrelation att handelsmarknaden för flexibilitet blir heterogen. Författarna menar fortsättningsvis att flexibilitetens flerskaliga attribut och dess heterogena handelsmarknad innebär ekonomiska konsekvenser som inte har analyserats tidigare. Dessa implikationer har även hög relevans för dels författandet av policyer och styrmedel inom energiområdet, men framför allt för systemoperatörer, för att stimulera tillgången på flexibilitet i elsystemen och därmed möjliggöra överkommandet för elnätets utmaningar (Boscán & Poudineh, 2016a).

Enligt CEER (2020) kan flexibilitetsresurser standardiseras och att det är en viktig komponent för en välfungerande marknad av flexibilitetsresurser. Det ökar transparensen och underlättar inbördes jämförelse mellan budens värde för en köpare (Schittekatte & Meeus, 2020). Standardiserade produkter möjliggör därmed en högre grad av likviditet på en marknad och bidrar således till en mer organiserad konkurrens (CEER, 2020; Schittekatte & Meeus, 2020). Två nackdelar med standardiserade produkter enligt Schittekatte & Meeus (2020) är att specifika behov inte kan erbjudas och att särskilda attribut som har en inverkan på produktens värde från köparens sida inte kan tas i beaktning. Trots problematiken i de flerdimensionella egenskaper som flexibilitetsresurser kan ha och hur de kan värderas, som beskrivs av Boscán & Poudineh (2016a), så föreslår CEER (2020) tre viktiga faktorer för marknadsoperatören att ta i hänsyn till för att möjliggöra en lämplig produktdesign:

1. Produkten som efterfrågas ska vara specifik nog så att det löser det eventuella flexibilitetsbehovet.
2. Produkten ska vara så pass bred att det möjliggör en god likviditet på marknaden.

3. Eftersträva standardisering i paritet med produkter på befintliga marknader (nationella eller regionala) så att produkten kan lämpas på ytterligare marknader, exempelvis balansmarknader.

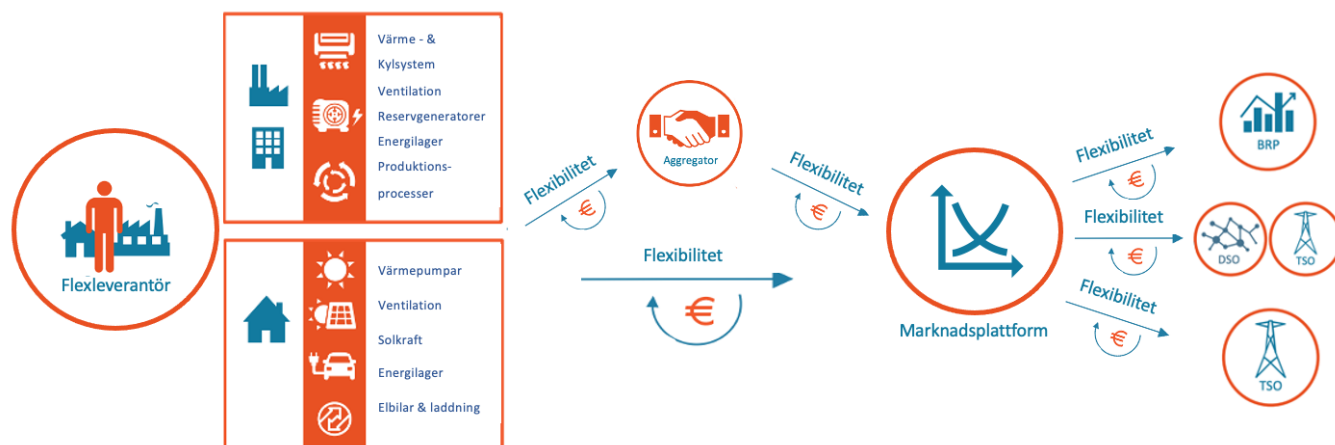
Fortsättningsvis föreslår CEER (2020) att flexibilitetsinköpare och flexibilitetsleverantörer rimligtvis gemensamt bör prova sig fram för att med tiden identifiera en relevant produkt som fyller behovet och är lämplig marknadsmässigt sett. I rapporten av CEER (2018) lyfts frågan om det bör vara standardiserat i hela Europa vilket de inte bedömer som rimligt eftersom elhandelsmarknaden i övrigt skiljer sig mellan olika nationella marknader. Schittekatte & Meeus (2020) som har granskat fyra flexibilitetsmarknader i Europa har utrett huruvida de har standardiserade produkter eller inte på marknaden. Tre av fyra marknader har standardiserade produkter även om marknaderna emellan har olika typer av standardiserade produkter. En sak som alla tre har gemensamt är ett lokaliseringskrav för att kunna bemöta den lokala kapacitetsbristen. En av de tre marknaderna har även krav på att förmedla spänningsnivå samt på hur länge en flexibilitetsleverantör kan leverera, både som kortast och som längst. Den andra marknaden har i stället tidskrav på att produkten ska kunna levereras i olika tidsintervall, exempelvis i en kvart eller en timme. Den tredje har som krav att säljbud och köpbud ska vara i två olika nätområden, där säljbudet läggs i det område där det är kapacitetsbrist och köpbudet läggs där det finns kapacitet i elnätet. För att skapa lönsamhet för dessa två aktörer är det nätägaren som betalar mellanskillnaden. Den fjärde som inte har någon form av standardiserad produkt har ett visst antal parametrar som önskas när buden läggs ut, exempelvis vilket elnät de är kopplade till, pris och tid – på så vis kan köparen välja det säljbud som passar bäst.

## 5.2. Marknadens utformning

Möjligheten till handel av flexibilitetstjänster är essentiell för tillförlitliga elsystem (Boscán & Poudineh, 2016a). I elsystemet existerar en hög potential av flexibilitet, en potential som kan frigöras med hjälp av teknologisk infrastruktur och stöttande affärsmodeller för flexibilitetsleverantörer (Lynch et al., 2017). Sedan elmarknader avreglerades i allt större utsträckning under slutet av 1900-talet (år 1996 i Sverige (Ahlström, 2005)) har utvecklingen av dem präglats av teknologisk utveckling och marknadsmekanismer (Lynch et al., 2017). I takt med ökad tillgång av information- samt kommunikationsteknologi, smartare dataanalyser och med involvering av flexibilitet kommer elhandeln förändras allt mer samtidigt som komplexiteten ökar, menar Lynch et al. (2017). Handel av flexibilitetstjänster förekommer redan idag på vissa marknader, som exempelvis Svenska kraftnäts FCR- samt FRR-marknader (balansmarknader för frekvenshantering) för TSO:s möjlighet att säkerställa den övergripande balansen och frekvensen i elsystemet (Svenska kraftnät, 2021b). Däremot är flexibilitetsmarknader som involverar nya typer av flexibilitetsleverantörer, exempelvis en lokal flexibilitetsmarknad med industrier och fastighetsbolag som leverantörer, se *Figur 10*, ett relativt obeprövat område. Flexibilitetsresurser fyller, som tidigare nämnt,

olika typer av funktioner i elsystemet beroende på behovet och vilken typ av flexibilitet det handlar om. Enligt Boscán och Poudineh (2016b) kan flexibilitetsbehovet och teoretiska inköpare av flexibilitet härledas till tre olika aktörer:

- Transmissionssystemoperatörer (TSO) som säkerställer balansen i elnätssystemet genom inköp av flexibilitetstjänster.
- Region- och lokalnätägare (DSO) som kan undvika kapacitetsbrist och trängsel genom inköp av flexibilitetstjänster.
- Marknadsaktörer (energileverantörer, balansansvariga och aggregatorer) som kan inhandla flexibilitetstjänster för att optimera sin portfölj och uppfylla sina skyldigheter på elmarknaden och till elnätet på ett kostnadseffektivt vis. Dessa typer av aktörer har inte medverkat som köpare på referensprojekten Sthlmflex och CoordiNet.



Figur 10: Figuren visar värdekedjan av flexibilitetsresurser, från flexibilitetsleverantören till eventuella köpare på marknadsplattformen. Aggregatorer kan fungera som en mellanhand på marknaden som aggregerar flera flexibilitetsresurser och sköter budgivning på marknaden. Bilden är inspirerad och omgjord från European Smart Grids Task Force (2019).

Det finns flertalet aktiva flexibilitetsmarknader i Europa, Schittekatte & Meeus (2020) har granskat utformningen av fyra olika marknader. Den första frågan de undersöker är om flexibilitetsmarknaden är integrerad med den befintliga elmarknaden vilket två av dem är. Fördelarna med att vara integrerad med den befintliga elmarknaden enligt Schittekatte & Meeus (2020) är att det är likviditetsskapande och lämpar sig bra för en auktionsbaserad handel eftersom allokeringen av flexibilitet sker mer effektivt. Motsatsen (en kontinuerlig marknad) missar då fördelarna eftersom den inte är integrerad med den befintliga elmarknaden. Schittekatte & Meeus (2020) menar dock att vid en låg likviditet finns det argument för att en kontinuerlig handel lämpar sig bättre, eftersom de undersökta flexibilitetsmarknaderna är i startfasen. En annan fördel med en integrerad marknad är att det ger möjligheten för flexibilitetsleverantörer att delta på marknaden för både kapacitetsbrist och balans vilket minskar komplexiteten och tillträdesavgiften eftersom allt är

samlat på samma marknad (Schittekatte & Meeus, 2020). Fortsättningsvis ger det möjligheten för både balansansvariga och nätägare att handla på marknaden. Fördelen med en separat marknad är att produkten blir mer tydligt definierad genom att antingen säljas på balansmarknaden eller flexibilitetsmarknaden. Att flexibilitet kombineras med balansmarknaden möjliggör att TSO kan köpa upp den effekt som inte nyttjas i den lokala flexibilitetsmarknaden, det för att upprätthålla effektbalansen i elsystemet. I Sverige är Ei:s intention att skapa en nationell marknad för handel med flexibilitet på balansmarknaden men det är inget som har genomförts i praktiken (Ei, 2020a).

### 5.3. Utformning av flexibilitetsmarknader

Schittekatte & Meeus (2020) har identifierat att marknadsoperatören på de fyra flexibilitetsmarknader de undersökt är drivna av en tredjepartsaktör. Marknadsoperatör är den som är ansvarig för utformandet av flexibilitetsmarknaden och har som uppgift att administrera marknadsplattformen och transaktioner samt att utbud och efterfrågan når ett jämviktsläge på marknaden (Schittekatte & Meeus, 2020). Nackdelen med att en tredjepartsaktör driver marknaden menar Schittekatte & Meeus (2020) är behovet av samspel mellan DSO och tredjepartsaktör som undviks om DSO utvecklar det själv, vilket generellt är kostsamt. Det framhävs dock för att marknaden ska vara transparent och icke-diskriminerande får inte marknadsoperatören vara verksam på den marknaden (Ramos et al., 2016; Stanley et al., 2019; Burger et al., 2019). Fördelarna med att ha en tredjepartsaktör blir delvis att marknadsoperatören är neutral på marknaden gentemot köpare och säljare jämfört med en DSO som marknadsoperatör, vilket hade lett till att marknadsplattformen blivit ett naturligt monopol (Schittekatte & Meeus, 2020). Ei (2020a) har utformat ett lagförslag om ett förbud för DSO:s att äga och driva en marknadsplattform. Vidare menar Schittekatte & Meeus (2020) att tredjepartsaktören ofta är specialiserade på att utforma marknadsplattformar varför utvecklingen av den går snabbare.

Att köpa och sälja flexibilitet kan antingen göras bilateralt eller på en flexibilitetsmarknad. Med ett bilateralt avtal undviker man att ha en tredje part utan istället skrivs avtalet två parter emellan, oftast långsiktigt (Ramos et al., 2016). Fördelen med att ha en marknad är att man undviker transaktionskostnader genom att alla parter inte behöver ingå separata avtal (som i bilaterala avtal) utan istället kan flera parter köpa flexibiliteten (Villar et al., 2018). En ytterligare fördel enligt Villar et al. (2018) är att flexibiliteten kan säljas som olika produkter genom en marknadsplattform, den kan säljas både för att lösa lokala och regionala kapacitetsproblem samt till TSO som är i behov av att uppfylla balansansvaret. På en flexibilitetsmarknad krävs ofta aggregerad flexibilitet (innebär att flera flexibilitetsleverantörers effekt läggs ihop) för att kunna delta på marknaden och uppnå miniminivån av effekt för att köpa och sälja (Ramos et al., 2016). För att en aktör ska kunna aggregera flexibiliteten behövs både teknik och avtal mellan

aggregatorn och flexibilitetsleverantören, vilket kan rendera i investeringskostnader för tekniken samt transaktionskostnader för avtalen mellan de två aktörerna (Ramos et al., 2016). Vidare menar Ramos et al. (2016) att höga minimitrösklar för deltagande på en flexibilitetsmarknad leder till inträdesbarriärer och därigenom ökade transaktionskostnader.

För att garantera att det finns flexibilitet tillgängligt på en lokal flexibilitetsmarknad är en viktig faktor att säkra upp tillgången av kapacitet, det kan göras genom medellånga- och långtidskontrakt där man utlovar flexibilitet som kan nyttjas i realtid (Ramos et al., 2016). Det eftersom tanken med flexibilitetsmarknader är att de ska ersätta och eller komplettera utbyggnad av elnätet, därför behöver marknaden garantera att erbjuda samma funktion som elnätet. Med andra ord behöver en flexibilitetsmarknad vara billigare än traditionell nätutbyggnad för att vara motiverad enligt Ramos et al. (2016). Nackdelen med längre kontrakt är att det innebär en inträdesbarriär eftersom flexibilitetsleverantören behöver vara säker på att faktiskt kunna erbjuda den effekten på lång sikt (Schittekatte & Meeus, 2020). Majoriteten av plattformarna som Schittekatte & Meeus (2020) har undersökt har undvikit att använda sig av långtidskontrakt eftersom de vill få in så många aktörer som möjligt och därigenom skapa likviditet på marknaden. Däremot nämner alla marknadsoperatörer att de i framtiden har för avsikt att inkludera långtidskontrakt. Vidare utdelas heller inte i dagsläget några straff för den som inte uppfyller kravet att leverera effekt, men vid flertalet överträdelser kan flexibilitetsleverantören uteslutas, kontroll av det här sker genom balansavräkning. I framtiden ämnar plattformarna införa ekonomiska straff för de flexibilitetsleverantörer som inte följer sina åtaganden (Schittekatte & Meeus, 2020).

## 5.4. Identifierade hinder för flexibilitetsmarknader

I studien av Zabaleta m.fl. (2020) var de vanligaste hindren för flexibilitetsmarknader i storleksordning: adoptionsgrad, administrativa, standardisering, tillit, tekniska aspekter och kostnader. Där adoptionsgrad och tillit faller under organisatoriska hinder i detta arbete. Administrativa hinder faller både under regulativa hinder med tanke på lagar och utformning av policyer men även under organisatoriska hinder då det omfattar beslutsfattande och ledarskap. Standardisering faller under regulativa hinder men beror också på utformandet av flexibilitetsmarknaden och dess huvudsakliga syfte.

### 5.4.1. Organisatoriska hinder

För att flexibilitetsmarknader ska etableras krävs att marknaden adopteras till behoven och bemöter incitamenten från de olika aktörerna på marknaden (Zabaleta et al., 2020; Villar et al., 2018). Det är en komplicerad process som kräver tillit emellan aktörerna men även kunskap och ledarskap internt hos dem. En av anledningarna till att adoptionsgraden och deltagandet var lågt på flexibilitetsmarknader beror på att

konceptet förklaras undermåligt, varför aktörerna har svårt att förstå nyttan. Zabaleta m.fl. (2020) menar därför på att fördelarna behöver spridas för att aktörer bättre ska förstå fördelarna med att medverka på dessa marknader. Ett vanligt förekommande hinder i litteraturen är hur kontrakt ska upprättas samt att de kommer med transaktionskostnader (Ramos et al., 2016; Burger et al., 2019; Zabaleta et al., 2020). Delvis är det alltså frågan om ett ekonomiskt hinder men även ett organisatoriskt hinder eftersom flertalet parter är del av utformandet av kontrakten. Det krävs tillit och samarbete för att utforma kontrakten, eftersom aktörerna i dagsläget har låg kompetens och har problem med att se nyttan leder det till långa processer och organisatoriska transaktionskostnader (Cardoso et al., 2020). Vidare är att olika aktörer har olika mycket kunskap vilket leder till problem med asymmetrisk information (Zabaleta et al., 2020b). Det leder till att aktörer med fullständig information kan agera opportunistiskt samtidigt som aktörer med mindre information agerar mer försiktigt. Aktörers samarbete kräver alltså tillit och förtroende sinsemellan för att undvika dolda kostnader och risker (Zabaleta et al., 2020).

#### 5.4.2. Tekniska hinder

Enligt Zabaleta m.fl. (2020) är de tekniska hindren för lokala flexibilitetsmarknader inte de huvudsakliga hindren. Zabaleta m.fl. (2020) menar på att även fast flexibilitetsmarknader utvecklas snabbt finns det flertalet tekniska barriärer, de listar fyra olika tekniska barriärer kopplade till lokala flexibilitetsmarknader:

- Att det är en ny marknad kommer med flertalet tekniska lösningar, för att det ska adopteras av slutanvändarna krävs ett lämpligt system som är baserat på dem och är standardiserat.
- Interoperabilitet, att det finns många delar som kommunicerar med varandra sätter höga krav på systemet.
- Företags integritet, säkerhet och delning av data.
- Det krävs en etablerad infrastruktur.

För att nå ut till flexibilitetsleverantörer med lägre mängd effekt som inte uppnår minimikraven på en flexibilitetsmarknad krävs att någon aggregerar (lägger ihop) flertalet aktörers effekt för att kunna delta på marknaden. För att aggregera krävs sofistikerade system i form av mjuk- och hårdvara (Ramos et al., 2016). För att komma åt problematiken med att det är kapacitetsbrist i specifika delar av nätet behöver även aggregeringen ske inom samma nätområde för att överkomma kapacitetsbristen (CEER, 2020). Teknologi finns tillgänglig för att automatiskt reglera flexibilitet och för att aggregera flexibilitetsresurser, men är inte allmänt etablerad bland användare (Ramos et al., 2016). Med tanke på att aggregatorn omfördelar effekt i elnätet utan den balansansvarigas kontroll skapas en obalans för dem (Ei, 2020b). I dagsläget är det relativt få aggregatorer aktiva vilket gör att problemet för dem balansansvariga inte är påtagligt, men med införlivandet av flexibilitetsmarknader enligt regelverket kopplat till *Ren energi-paketet* kan problemet bli alltmer vanligt förekommande.

### 5.4.3. Ekonomiska hinder

Som nämnt kommer ekonomiska hinder sist på listan av barriärer som Zabaleta m.fl. (2020) har undersökt. Det beror förmodligen på att de främst tittat på investeringskostnader vilka generellt sett är låga. Kostnader för upprättande av marknad och organisatoriska transaktionskostnader faller under andra kategorier än ekonomiska i studien av Zabaleta m.fl. (2020). Vidare lyfter de att oförutsedda kostnader kan uppstå vid implementering och deltagandet på marknaden. De lyfter även att kostnaden för att delta på en flexibilitetsmarknad kan vara hög till en början eftersom det är få aktörer, vilket gör att marknaden inte blir optimal. Det finns även risk för att nätavgifterna påverkas negativt om inte lokala flexibilitetsmarknader faktiskt avhjälper kapacitetsbristen i området vilket skulle rendera i sämre lönsamhet. Att det är svårt att standardisera flexibilitet som en produkt leder till att värdet för flexibilitet är svårdefinierat vilket kan skapa en ineffektiv marknad på grund av felaktig prissättning, vilket beskrevs ovan i *5.1 Flexibilitet som handelsvara*.

### 5.4.4. Regulativa hinder

Regulativa hinder kopplade till lokala flexibilitetsmarknader är att det generellt råder brist på lagstiftning eller att det är på väg att införlivas vilket skapar osäkerheter för marknadsutformningen (Zabaleta et al., 2020). Utformningen av intäkter för nätägare, tillika köpare på en flexibilitetsmarknad, är idag otillräckliga för att de ska välja att nyttja flexibilitetstjänster framför att bygga ut elnätet, varför Ei (2020b) rekommenderar att regelverket bör omformas så att incitamenten ökar. Det för att elmarknadsdirektivet artikel 32 punkt 1 (upphandling av flexibilitetstjänster i lokala elnät) ska uppfyllas genom att skapa incitament för DSO:s att nyttja flexibilitetstjänster i elsystemet. I dagsläget är intäktsregleringen utformad så att investeringskostnader för elnätsutbyggnad ger ersättning medan driftkostnader för flexibilitetstjänster inte ger någon ersättning, trots att syftet med de två lösningarna är densamma. Fortsättningsvis innebär det att nätutbyggnad som har höga investeringskostnader blir mer lönsamt för nätbolagen jämfört med flexibilitetstjänster som potentiellt sett är en mer kostnadseffektiv lösning. Det innebär att med dagens reglermodell kommer nätföretagen bygga onödigt mycket elnät i stället för att nyttja flexibilitetstjänster – vilket utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv inte är optimalt (Ei, 2020b). Förslaget är att man ska inkludera driftkostnader i intäktsregleringen för att den lösning som är mest kostnadseffektiv på sikt ska vara den som ger bäst incitament, planen är att introducera lagen under tillsynsperioden som startar den 1 januari 2024.

## 6. Teoretiskt ramverk

I det här avsnittet presenteras det teoretiska ramverket som utgör grunden för analysen av resultaten. Avsnittet innehåller två teoretiska ramar som används till att förklara och skapa förståelse om flexibilitetsmarknader utifrån ekonomisk teori. Till att börja med studeras innovativa marknader och vilka faktorer som spelar in i processen för bildandet av en ny marknad och därefter innovativa affärsmodeller. Med hjälp av det analyseras utformandet av flexibilitetsmarknader, ett koncept som är i en uppstartsfas, och hur affärsmodeller kan appliceras för att skapa, leverera och fånga värde för potentiella aktörer. Därav är det lämpligt att skapa förståelse om flexibilitetsmarknaders etableringsprocess, vilka aspekter som påverkar och hur aktörer kan tillämpa affärsmodeller som lämpar sig på en flexibilitetsmarknad. Den andra inriktningen av teorin kommer fokusera på marknadsmisslyckanden och några orsaker som ligger bakom uppkomsten av dem för att lyfta svårigheterna med att upprätthålla en väl fungerande marknad. Anledningen till att författarna har valt marknadsmisslyckanden som en ram för den teoretiska diskursen är för att förstå vilka eventuella hinder och utmaningar som kan leda till flexibilitetsmarknaders marknadsmisslyckanden.

### 6.1. Innovativa marknader

Från ett traditionellt ekonomiskt perspektiv kan en marknad definieras utifrån utbud och efterfrågan vilket Adam Smith (1776) illustrerade samt behovet av ett större antal aktörer inom både utbud och efterfrågan för att uppnå en effektiv marknad. Senare kom Ricardo (1817) som snävade in synen på utbud och efterfrågan vilka därefter applicerades i matematiska modelleringar av Cournot (1838) i fokuseringen på marginalaspekter, men även oligopolfrågor, och Walras (1896) tog vid och utvecklade teoretiskt arbete kring jämvikt. Coase (1937) förde därefter in transaktionskostnader och institutioner och deras betydelser för hur marknaders effektivitet och hur de organiseras. Hur uppkomsten och utvecklingen av nya marknader sker kan däremot innebära ytterligare faktorer och lager av komplexitet, något som även diskuteras inom akademien. Enligt Ulbig och Andersson (2015) kan nya marknader ses som ett resultat av företags aktiviteter, slumpartade eller planerade, som tillfredsställer ett underliggande behov genom sitt erbjudande. Skapandet av en ny marknad är en följd av de innovativa produkter alternativt tjänster, inkrementella som radikala, som företag lanserar i syfte till att exploatera nya möjligheter att skapa lönsamhet, menar Ulbig & Andersson (2015). Med tanke på att flexibilitetsmarknader syftar till att hantera kapacitetsbrist och i förlängningen kunna minska behovet av ytterligare elnätsutbyggnad och därigenom minska investeringar kopplat till elsystemet, anser Schittekatte & Meeus (2020) att det är ett bra alternativ med en marknadslösning. Därav följer det Ulbig & Andersson (2015) resonemang att det kan skapa lönsamhet genom att exploatera nya möjligheter. Innovation och marknad är två teoriområden som ideligen överlappar

inom litteratur, och innovationsteori är i sig ett område som diskuterats väl inom litteraturen genom åren. Malerba (2002) menar att innovation sker genom en kollektiv process och inte genom ett företags isolerade aktiviteter. Således innebär ett företags innovationsprocess interagerande mellan flertalet institutioner, exempelvis andra företag, universitet och statliga samt finansiella institutioner (Malerba, 2002). Vilket kan kopplas till flexibilitetsmarknader där flertalet aktörer som myndigheter och olika typer av företag interagerar med varandra.

Kunskap och en organisations förmåga för lärande är en elementär del av innovationsprocessen (Malerba, 2002; Metcalfe, 1998). Enligt litteratur kan innovationsprocessen betraktas både från en teknologisk dimension och en marknadsdimension (Abernathy & Clark, 1985; Kjellberg et al., 2015). Kjellberg et al. (2015) menar dock att forskning inom innovationsteori inte sällan är teknologifokuserad, trots Schumpeters (1934) erkännande av marknaden som en egen kategori av innovation. Enligt Johne (1999) kan innovation kategoriseras enligt följande; produktinnovation, processinnovation, och marknadsinnovation. Produkt- samt processinnovation tillhör de traditionella innovationskategorierna och tillfaller den teknologiska dimensionen av innovation (Johne, 1999). Flexibilitetsmarknader innebär ett koncept som rör området marknadsinnovation mer än de övriga två som Johne (1999) presenterar och kommer därmed att utvecklas djupare. Marknadsinnovation har, enligt Kjellberg et al. (2015), emellertid i litteratur reducerats till en fråga om efterfrågan. Kjellberg et al. (2015) menar att uppfattningen om marknadsinnovation starkt beror på vår uppfattning av marknader, men definierar själva marknadsinnovation som förändringar i hur affärer genomförs på en marknad. Begreppet marknadsinnovation innefattar både, enligt synsättet Kjellberg et al. (2015) presenterar, processen för skapandet av nya marknader och förändringar i redan existerande marknader. Marknader betraktas enligt litteratur som pågående processer snarare än stabila entiteter (Araujo & Spring, 2006; Kjellberg et al., 2015; Schmidt, 2018). Utifrån sin litteraturstudie om marknadsinnovation finner Kjellberg et al. (2015) att marknadsinnovation genomgår olika marknadsstabiliserande aktioner som motsvarar det dynamiska marknadsperspektivet trots att syftet är att stabilisera marknaden. Kjellberg et al. (2015) framför fyra sammanhängande aktioner som syftar till att stabilisera en innovativ marknad:

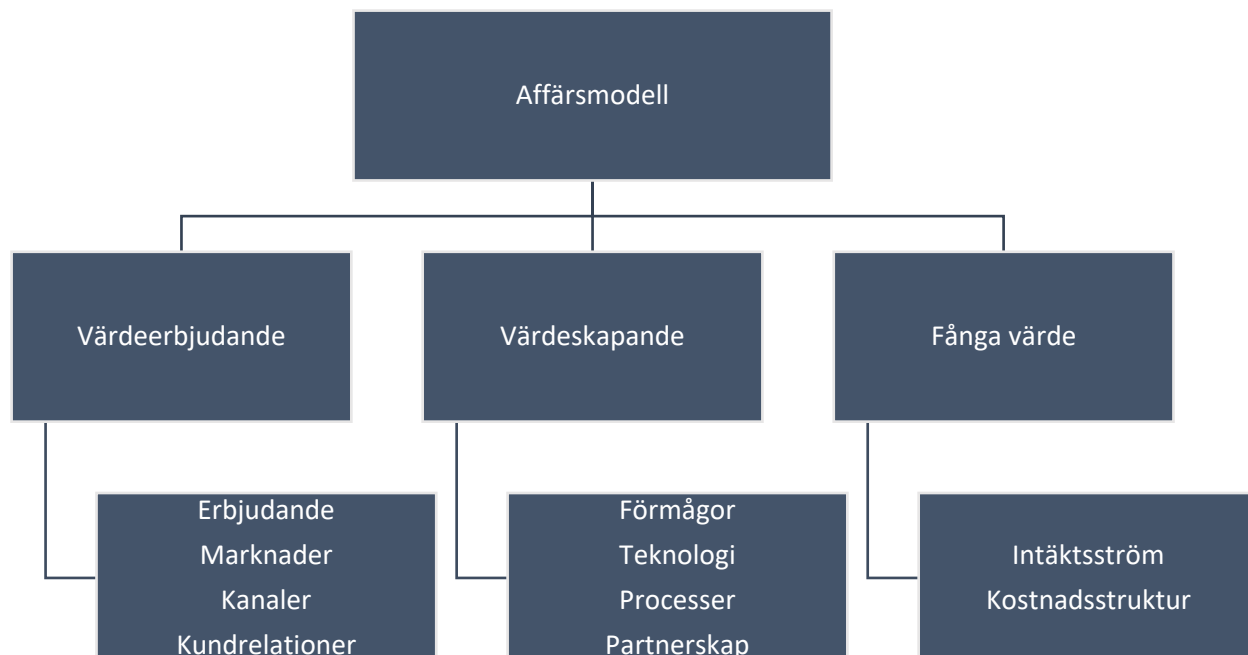
- Institutionalisering av normer och regler på en marknad.
- Etablerandet av teknisk infrastruktur.
- Generering och spridning av modeller.
- Antagandet av rutiner, praxis och vanor.

Fortsättningsvis, menar Kjellberg et al. (2015), bör marknadsinnovation inte vara något som sker genom yttre påfrestningar (exogen), exempelvis teknologisk innovation eller regulativa förändringar, utan något som sker i de förändringarna av en marknads inre funktioner (endogen) och tillhörande mekanismer. Med tanke på att flexibilitetsmarknader har den teknologiska innovation som krävs är det inte huvudsakligen det som hindrar utvecklingen av marknaden vilket även Zabaleta et al. (2020) menar. Gällande regulativa

förändringar lyfter Malerba (2002) att innovationsprocesser kräver samarbete mellan flertalet institutioner varför regulativa förändringar spelar roll för utvecklandet av flexibilitetsmarknader men är inte nödvändigtvis det som driver processen. Marknadsbaserad innovation kan även innebära ett nytt sätt att bedriva en operativ affärsverksamhet (Zhou et al., 2005). Till skillnad från teknologibaserad innovation innebär marknadsbaserad innovation nya eller växande marknader som kräver att kunderna genomgår förändringar i hur de agerar (Christensen, 1997; Zhou et al., 2005). Med tanke på att flexibilitetsleverantörer tidigare enbart har efterfrågat effekt av elnätsbolagen sker nu förändringar när de ska göra det motsatta – att erbjuda effekt till elnätsbolagen. Marknadsbaserade innovationer kan däremot innebära svårigheter för kunder att förstå eller uppskatta nyttan, eller att adapteringen är komplicerad (Zhou et al., 2005). Vilket kan härledas till att flexibilitet i vissa fall inte kopplar till flexibilitetsleverantörens kärnverksamhet och därmed att ett kunskapsglapp existerar (Cardoso et al., 2020; Zabaleta et al., 2020b), vilket gör att de inte vet hur de ska agera på en flexibilitetsmarknad. Det här kan kopplas till fenomenet 'Bounded Rationality', begränsad rationalitet, som nobelpristagaren Simon (1955) myntade och som lyfts vidare under kapitel 6.2.3 *Begränsad rationalitet*.

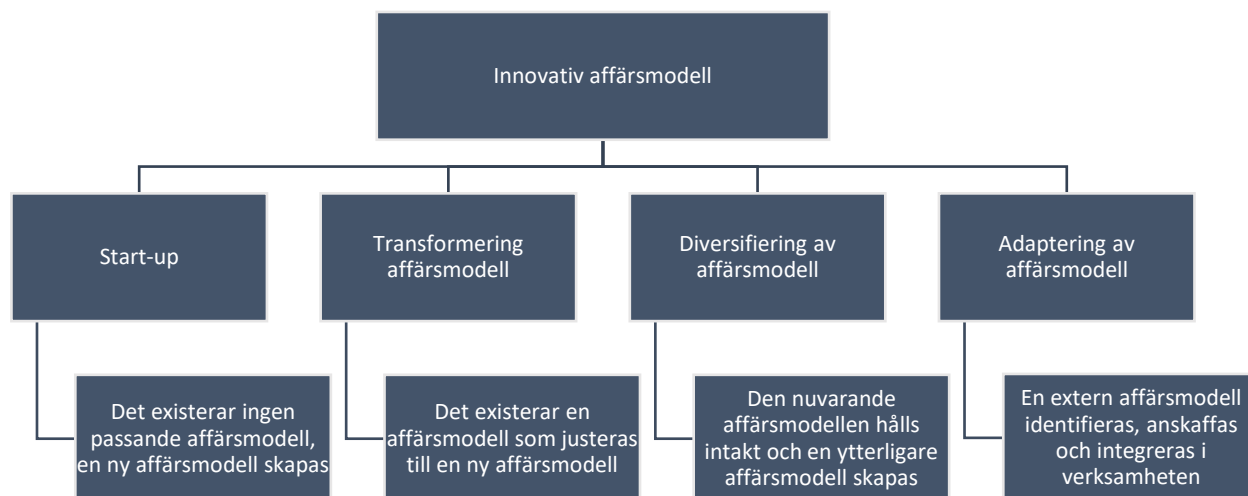
### 6.1.1. Innovativa affärsmodeller

En affärsmodell medför grunden till hur en organisation skapar, levererar och fångar värde (Osterwalder & Pigneur, 2010). Enligt Osterwalder & Pigneur (2010) är kärnan i ett företag dess värdeerbjudande som löser kundens problem och tillfredsställer dess behov. Med tanke på att elnätsbolags huvudsakliga värdeerbjudande är att förse sina kunder med elektrisk effekt skapas det med flexibilitetsmarknader ett omvänt förhållande när de istället behöver köpa effekt av sina kunder. Följaktligen är flexibilitetsleverantörernas erbjudande om effekt nytt vilket leder till att de behöver arbeta fram ett nytt värdeerbjudande om de ska delta på en flexibilitetsmarknad. I många artiklar betonas det att det inte existerar ett ramverk för en affärsmodell som lämpar sig för alla företag, däremot återfinns ett par grundläggande element som kan ses som elementära för en affärsmodell (Osterwalder & Pigneur, 2010). I sin modell, *Business Model Canvas*, presenterar Osterwalder & Pigneur (2010) de elementära komponenterna och aktörerna som är viktiga i etableringen av en affärsmodell. Modellen behandlar faktorer som nyckelpartners, nyckelaktiviteter, nyckelresurser, värdeerbjudande, kundrelationer, kanaler, kundsegment, kostnadsstruktur och intäcksströmmar. Som fortsättning på Osterwalder och andra akademikers modeller konstruerar Clauss (2017) ett ramverk uppdelad i tre huvudsegment, värdeerbjudande, värdeleverans och värdefångande, och med dessa en rad faktorer som är en viktig del av affärsmodellens funktion. Ramverket för en affärsmodell som Clauss presenterar ses i *Figur 11* nedan.



Figur 11: Figuren visar tre fundamentala delar av en affärsmodell och vilka faktorer som spelar in i respektive del, föreslaget av Clauss (2017).

Med förändrade affärsmiljöer uppstår således nya behov som inte kan tillfredsställas med företags existerande värdeskapande aktiviteter och befintliga affärsmodeller. Det påtvingar därmed ett behov av innovativa affärsmodeller för att tillfredsställa de nya behoven. Det behöver därmed finnas en drivkraft för flexibilitetsleverantörer att skapa en affärsmodell där de klarar av att genomgå processen som ses i *Figur 11*. Med andra ord en omfattande process om det inte ligger nära deras befintliga kärnverksamhet. Exempelvis har en industri inget tydligt incitament att leverera effekt medan en aggregator (som kan vara en flexibilitetsleverantör) har sin huvudsakliga affärsidé i att prisoptimera sina kunders energianvändning, och kan därigenom ha det som ett utökat värdeerbjudande dels för sina kunder och dels elnätsbolagen. Men att adaptera nya teknologier och förändra det operativa arbetet hos en verksamhet kan vara ansträngande, likväl är det av många forskare att betrakta som en nödvändighet för att överleva som företag över tid (Clauss, 2017; Geissdoerfer et al., 2018). Enligt Geissdoerfer et al. (2017) betraktas innovativa affärsmodeller vara en nödvändig del i de sociotekniska omställningarna. Uppkomsten av innovativa affärsmodeller kan enligt Geissdoerfer et al. (2018b) ske genom fyra olika tillvägagångssätt, vilket visas nedan i *Figur 12*.



Figur 12: Figuren visar fyra olika sätt som en innovativ affärsmodell kan uppstå och adopteras hos ett företag, enligt Geissdoerfer et al. (2018b).

Huruvida företag är villiga att adaptera affärsmodeller, och även innovativa sådana, för alternativa intäktströmmar är däremot diskutabelt. Vilket tidigare nämndes i kapitel 4.3.2 *Hinder för efterfrågefleksibilitet*, kan detta skapa konflikter inom organisationen mellan olika intressen (Cardoso et al., 2020). Processen för beslutsfattandet om att implementera nya affärsmodeller, eller att arbeta med att erbjuda flexibilitet, kan även lida av begränsad rationalitet, vilket är en barriär för en sådan implementering i organisationen som förklaras ytterligare i ett delkapitel om marknadsmisslyckanden.

## 6.2. Marknadsmisslyckanden

Begreppet *'marknadsmisslyckande'* fick sin födelse under 1950-talet när Bator (1958) redogjorde för begreppets betydelse inom ekonomisk teori. Enligt Bator (1958) och den neoklassiska ekonomin uppstår ett marknadsmisslyckande när allokeringen av varor och tjänster inte uppnår paretooptimalitet, vilket leder till förlorat ekonomiskt värde. Orsakerna till att marknadsmisslyckanden uppstår är åtskilliga och diskuteras ideligen inom akademien. Marknadsmisslyckanden i sig kan förklara varför organisationer och stater ingriper på marknader för att åtgärda sådan problematik. En parallell kopplat till flexibilitetsmarknader är de marknadsmisslyckanden som uppstår inom energimarknader. Ett exempel är förnyelsebar elproduktion som genom policyer och styrmedel har getts bättre villkor för att motverka den fossilbaserade elproduktionen, vilket alltså är motiverat för att motverka de marknadsmisslyckanden som råder på marknaden (Gillingham & Sweeney, 2010). Några av orsakerna till marknadsmisslyckande kan härledas till problematik gällande asymmetrisk information, transaktionskostnader, externaliteter och begränsad

rationalitet (Bator, 1958; Brown, 2001). Nedan kommer de nämnda orsakerna att presenteras mer utförligt och varför de kan innebära ett marknadsmisslyckande.

### 6.2.1. Transaktionskostnader

Begreppet transaktionskostnader introduceras av Coase (1937) och han menar att existensen av företag beror på just transaktionskostnader där marknaden sköts inom företaget så länge den interna administrativa transaktionskostnaden är lägre, i annat fall hade människor arbetat i egen regi. En av de huvudsakliga anledningarna till att ha ett företag är att kostnaden för att finna rätt pris på marknaden reduceras. Kostnaderna och tidsåtgången för att förhandla och skriva kontrakt blir även den reducerad eftersom man kommer upp i större skala och genomför fler transaktioner vilket fördelar kostnaderna över mer än en handelstransaktion. Kostnader för prissättning, förhandling och att skriva kontrakt är alla exempel på transaktionskostnader och är alltså det som motiverar uppkomsten av företag enligt Coase (1937). För flexibilitetsleverantörer gäller det därför att arbeta med flexibilitet på sådant vis att det kan användas på flera sätt, annars blir kostnaderna höga för att genomföra endast ett fåtal transaktioner. Därav blir kostnaden förhållandevis hög per transaktion med tanke på förhandling och upprättandet av kontrakt (Burger et al., 2019; Ramos et al., 2016; Zabaleta et al., 2020b). Utöver att det är relativt få transaktioner menar Boscán & Poudineh (2016b) att flexibilitetsbuden vanligen är för små för att övervinna transaktionskostnaderna för flexibilitetsleverantörer. Genom att verksamheten blir större kan flera olika processer lösas internt vilket minskar kostnaderna per transaktion och är en grund till att verksamhetens lönsamhet ökar med storleken på verksamheten (Coase, 1937). Vilket motiverar aktörer som är specialiserade och har ett större utbud av flexibilitet att erbjuda för att minska transaktionskostnaderna. Detta begränsas dock av att ju större ett företag blir desto större blir de administrativa kostnaderna för organisationen att hantera transaktioner internt, varför kostnaden för att köpa in transaktionen från ett annat företag till slut blir lägre än att göra transaktionen internt (Coase, 1937).

Den vanliga prismekanismen att utbud och efterfrågan reglerar priset ses vanligen som att det sköts av sig självt men Coase (1937) poängterar att det inte kommer utan en transaktionskostnad. Enligt Jonason (2001) fungerar den vanliga prismekanismen endast i ett fåtal fall där produkten i sig har låga transaktionskostnader, där efterfrågan är skyddad från osäkerheter och att produkten är väl definierad. Med tanke på att produkter blir allt mer komplexa krävs nya metoder för att ta betalt för dem eftersom den klassiska prismekanismen sätts ur spel när produkten är svårdefinierad (Jonason, 2001b). Med innovativ prissättning kan man bemöta prissättningen av produkter som är svåra att definiera, varierar över tid och är komplexa enligt Jonason (2001). Definitionen av flexibilitet är komplicerad med tanke på att produktattributen skiljer sig åt mellan olika marknader samt att priset kan variera stort, därav finns det ingen

tydlig standard som gäller generellt (Boscán & Poudineh, 2016b). Exempelvis är Sthlmflex och CoordiNet endast öppna under vinterhalvåret eftersom det är då kapacitetsbrist råder. Vidare att produkten är svår att definiera eftersom lastprognosen ska jämföras mot det faktiska utfallet, vilket är en komplicerad process att verifiera. Jonason (2001) menar därför att kostnaden inte bör tas för produkten i sig utan efter en parameter vilken kommer att täcka kostnaden och ge inkomst efter den parameter som väljs. Innovativ prissättning beror alltså på parametern och den blir kritisk för att uppnå lönsamhet. I dagsläget sätts priset främst gentemot tillfälligt abonnemang eftersom det generellt är alternativet för elnätsbolag att inhandla för att överkomma kapacitetsbrist. En intressant aspekt är om undvikandet av elnätsutbyggnad skulle kunna inkluderas i prissättningen på flexibilitet.

### 6.2.2. Asymmetrisk information

I den klassiska artikeln ”The Market for Lemons” av Akerlof (1970) introducerades begreppet asymmetrisk information, att köpare och säljare inte besitter samma information vilket skapar osäkerheter. Boscán & Poudineh (2016b) menar på att informationsasymmetrin är flerdimensionell mellan köpare och säljare när det kommer till flexibilitet. Dessa osäkerheter kan leda till marknadsmisslyckanden eftersom det försvårar att uppnå konsensus om priset på en produkt (Akerlof, 1970). I elnätet innebär det även att alla aktörer som medverkar på denna marknad behöver ha full kunskap för att priserna ska vara de rätta (Burger et al., 2019). På liknande vis kan det jämföras med flexibilitet eftersom det är elnätsbolaget som sitter på information om hur stort behovet av flexibilitet är, med tanke på att ju högre kapacitetsbrist det är desto högre värderas flexibiliteten. Därav sitter elnätsbolag på informationen om hur mycket flexibiliteten är värd men inte flexibilitetsleverantörerna eftersom de inte har information om förutsättningarna i elnätet. Ett hinder som Zabaleta et al. (2020) lyfter är att elnätsbolaget som har ett informationsövertag kan agera opportunistiskt gentemot flexibilitetsleverantörerna. Därför krävs förståelsen för hur elsystemet påverkas av olika faktorer som exempelvis att balansen i systemet ska upprätthållas, att förluster sker när el transporteras i elnätet samt att kapacitetsbrist kan uppstå, och så vidare. Dels behövs full kunskap för hur elhandel fungerar, både utifrån bilaterala avtal och elhandeln på exempelvis Nord Pool för att asymmetrisk information inte ska uppstå. För att motverka osäkerheter gäller det att skapa trygghet enligt Akerlof (1970), vilket det genom ett par alternativ går att upprätta:

1. Att ge garantier till köparen från säljarens sida är ett sätt att skapa trygghet eftersom det ger en minimikvalitet till köparen.
2. Genom att vara ett välrenommerat företag vilket ger trygghet till köparen och ökar incitamenten att köpa hos företaget igen om kraven uppfylls.

På en flexibilitetsmarknad kan långtidskontrakt skapas där flexibilitetsleverantören får betalt av nätägaren för att vara tillgänglig med flexibilitet (Ramos et al. 2016). Dock lyfter Ramos et al. (2016) flertalet problem med långtidskontrakt på en flexibilitetsmarknad vilket har utvecklats i *Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.* Elnätsbolag är ofta stora och välrenommerade företag men med tanke på att flexibilitetsmarknaderna är en ny marknad har de inte kunnat etablera ett förtroende.

### 6.2.3. Begränsad rationalitet

Nobelpristagaren i ekonomi Herbert A. Simon ifrågasatte den klassiska ekonomins syn på företag som fullständigt rationella och vinstmaximerande institutioner genom att belysa individens begränsade rationalitet och således dennes oförmåga att fatta rationella beslut (Simon, 1955). De begränsningar som individer kan erfara är kopplat till deras kognitiva förmåga, deras kunskap och deras förmåga att prognosticera framtiden (Simon, 1955). Försättningsvis innebär individens begränsningar till resurser och tid för att avgöra den optimala lösningen att individen som beslutsfattare istället väljer för stunden tillfredställande lösningar snarare än optimala lösningar. Därmed menar Simon (1955) att individer inte är kapabla till att ta fullständigt rationella beslut, utan att de snarare väljer alternativ som tillfredsställer deras kriterier tillräckligt. Enligt Cardoso et al. (2020) finns det två huvudsakliga anledningar till att konceptet begränsad rationalitet kan hjälpa till att förklara det begränsade intresset hos aktörer som inte arbetar med efterfrågefleksibilitet. För det första innebär begränsad rationalitet en relevant aspekt att beakta när det rör frågor som inte är kopplade till ett företags kärnverksamhet, något som efterfrågefleksibilitet och flexibilitetsmarknader ofta kan utgöra (Cardoso et al., 2020). Enligt studier gjord på icke-energiintensiva företag betraktas investeringar gjorda för energiprojekt annorlunda och har lägre prioritet i jämförelse med projekt kopplade till kärnverksamheten (Cardoso et al., 2020). Således ges ansvariga personer för energirelaterade projekten begränsade resurser för att genomföra fullständigt rationella analyser och beslut, vilket resulterar i heuristiska metoder för beslutsfattandet (Cooremans, 2011). Den andra anledningen, enligt Cardoso et al. (2020) till den begränsade rationalitetens lämplighet för att förstå företags ställningstagande till efterfrågefleksibilitet är relaterad till just den heuristiska metodik som ofta tillämpas vid första ansats vid bedömning av efterfrågefleksibilitet. Heuristik är allmänt förekommande under den initiala fasen när företag, med lite eller helt utan erfarenhet av efterfrågefleksibilitet, bedömer sina möjligheter att vara flexibla i sin elanvändning (Cooremans, 2011). För att överkomma barriärer kopplade till begränsad rationalitet i den tidiga processen för flexibilitetsprojekt föreslår Cardoso et al. (2020) att företag kan konsultera med aggregatorer som kan ta fram välgrundade förslag med kostnadsberäkningar som företaget kan gå vidare för att grunda sitt beslut med. Vidare menar även Good et al. (2017) att begränsad rationalitet är en tänkbar barriär för företags arbete med efterfrågefleksibilitet, men att det även

kan finnas en tröghet inom organisationer som är svår att få bukt med när det handlar om förändringar, vilket även det är en möjlig barriär.

#### 6.2.4. Externaliteter

Coase (1960) behandlar problemet gällande negativa externaliteter, hur ett företags förehavanden skapar problem för andra. Han menar framför allt på att dessa problem är ömsesidiga för båda parter och därav misslyckanden i det ekonomiska systemet. Detta eftersom om ena parten kommer till skada bör den som orsakar problemet kompensera den andre, men genom den kompensationen tar det skadande företaget själv skada. Genom denna logik menar Coase att problemet är ömsesidigt och frågan är egentligen vem som har rätten att skada vem. Vidare belyser Coase att fokuset bör ligga på att undvika den större skadan vilket leder till att samhällsnyttan blir som störst om detta uppnås. I paritet till Coase syn på externaliteter som negativa kan positiva externaliteter även betraktas (Gillingham & Sweeney, 2010; Porter & Kramer, 2011; Porter & van der Linde, 1995). Företag vars aktioner och affärer har en positiv inverkan på samhället bör således gynnas av det på en marknad. Flexibilitet i elnätet introduceras i *Ren energi-paketet* för att öka samhällsnyttan, dels genom att nyttja elnätet mer effektivt, dels för att förbättra förutsättningarna för den förnyelsebara elproduktionen och skapa stabilitet i elförsörjningen. Vilket motiverar att flexibilitetsmarknader har en del i den hållbara utvecklingen av elsystemet. Gillingham & Sweeney (2010) menar att ett marknadsmisslyckande som hanterats genom policyer och styrmedel är negligeringen av de positiva externaliteter som förnybar elproduktion för med sig, vilket beskrivs ytterligare i nästa delkapitel. Enligt Porter & Kramer (2011) har företag generellt sett sedan millennieskiftet varit satta under stor press gällande att bemöta hållbarhet (ur alla tre perspektiven socialt, ekonomiskt och miljömässigt) eftersom de på bekostnad av samhället agerar opportunistiskt. Genom att företagen agerar opportunistiskt, vilket leder till negativa externaliteter, gör att politiker sätter press genom policyer för att motverka det opportunistiska beteendet. Dessa policyer leder i sin tur till icke optimala förutsättningar för konkurrens och motverkar därför ekonomisk utveckling (Porter & Kramer, 2011). Därför menar Porter & Kramer (2011) att man behöver skapa delat värde som ger positiva externaliteter, alltså en samhällsnytta, samtidigt som företaget skapar eget ekonomiskt värde. De menar på att till skillnad från exempelvis välgörenhet, som skapar ett värde åt aktörer utanför företaget, så åstadkommer delat värde en dubbel nytta eftersom det utvecklar företaget samtidigt som du påverkar samhället positivt – medan välgörenhet exkluderar nytta internt hos företaget.

Ett ytterligare intressant perspektiv kopplat till externaliteter lyfts av Porter & van der Linde (1995) i kontexten grön innovation. Hanteringen och minskandet av negativa externaliteter är enligt Porter & van der Linde (1995) att bemöta grundproblemen och inte de sekundära problemen, exempelvis att minska

mängden material i en process istället för att rena utsläppen från materialet. Kopplat till flexibilitet kan det innebära att elnätsbolagen inte behöver bygga ut elnätet om flexibilitetsmarknaden är så pass effektiv att det ersätter nätutbyggnad. Det skulle helt enkelt minska resurserna och därmed miljöpåverkan. De hävdar att lagar kopplade till att minska miljöproblem leder till innovation som kan vara både kostnadseffektiv och vara resurseffektiv om till exempel regleringarna tar industrins investeringscykler i beaktning så att de kan driva fram innovativa lösningar hos den reglerade sektorn. Att antingen använda ett nytt material som är billigare eller att minska användningen av det nuvarande materialet definierar Porter & van der Linde (1995) som resurseffektivitet. Som en fördel med mer miljöinnovativa produkter lyfter även Porter & van der Linde (1995) att det inte enbart är krav utifrån lagar utan att även konsumenter sätter ett värde på resurseffektiva produkter. Dock om konsumenter inte är medvetna om att ett företags resursineffektivitet leder till ökade kostnader kan följderna bli att företaget negligerar dessa kostnader. Vilket verkar vara fallet för elnätsbolag som bygger elnät för alla ändamål. Porter & van der Linde (1995) menar på att man kan få bättre betalt för hållbara produkter samtidigt som fördelen med att vara först på marknaden fås och därmed skapar konkurrensfördel.

#### 6.2.5. Marknadsmislyckanden som grund till policyer och styrmedel

Marknadsmislyckanden inträffar när det existerar brister på marknaden som gör att den inte fungerar optimalt (Bator, 1958). Bristerna kan bero på olika faktorer och enligt Brown (2001) handlar det om förutsättningar som bryter mot de neoklassiska ekonomiska antaganden om en ideal marknad, som exempelvis begränsad rationalitet, transaktionskostnader, asymmetrisk information och externaliteter. Marknadsmislyckanden och ekonomisk teori kan motivera statens ingripande på marknader genom implementering av policyer och styrmedel (Brown, 2001; Gillingham & Sweeney, 2010). Enligt Gillingham & Sweeney (2010) kan marknader för förnybar elproduktion ses som ett exempel på marknadsmislyckanden som stater hanterat med policyer och styrmedel. Förnyelsebara energikällor har en stor betydelse för uppfyllandet av nationella klimat- och energimål, samt att det är ett viktigt alternativ i utfasningen av fossila bränslen som sker i världen, menar Gillingham & Sweeney (2010). Trots att det till stor del råder politisk konsensus om det här krävs statliga åtgärder för att förverkliga den förnyelsebara omställningen även på kapitalistiska marknader. Med ekonomisk teori som grund kan beslutsfattare formulera policyer och styrmedel av ekonomisk, administrativ eller informativ karaktär för att överkomma en eller flera identifierade marknadsmislyckanden (Brown, 2001; Gillingham & Sweeney, 2010). I deras artikel, presenterar Gillingham & Sweeney (2010) ett spektrum av policyer och styrmedel som lämpar sig för olika typer av marknadsmislyckanden. Ett särskilt marknadsmislyckande som identifieras av Gillingham & Sweeney (2010) för förnybar elproduktion är marknads icke-beaktande av den positiva externalitet som det för med sig, det vill säga minskade koldioxidutsläpp. Vidare menar de att en kombination av flera

policyinstrument troligtvis är mer effektivt för att överkomma marknadsmisslyckanden som förnybar energi innebär. Att motivera staters ingripanden på marknader genom ekonomisk teori och marknadsmisslyckanden är enligt Schmidt (2018) inte tillräckligt, samt att det kan innebära felaktiga ingripanden av stater. Schmidt (2018) menar att de neoklassiska antagandena om en ideal marknad sällan är uppnåeliga och att de utgör en felaktig grund för att motivera policyer och styrmedel. Enligt Bleda & Del R o (2013) kan systemfel motivera staters ingripanden, vilket innebär en mer generell motivering  n marknadsmisslyckandens neoklassiska ekonomiska inramning. Istället menar Schmidt (2018) att identifierade fenomen som marknadsmisslyckanden, staters felaktiga ingripande och systemfel  r inneboende kännetecken för moderna marknadsekonomier inbäddade i ett ständigt föränderligt system av organisationer och institutioner. Därmed bör statliga beslutsfattare ha ett bredare och evolutionärt perspektiv vid formulering av policyer och styrmedel, snarare än att endast förhålla sig till marknadsmisslyckanden (Schmidt, 2018). Däremot belyser flera forskare marknadsmisslyckanden som adekvat grund för statligt ingripande på marknader genom policyer och styrmedel (Brown, 2001; Fisher & Rothkopf, 1989; Gillingham & Sweeney, 2010).

### 6.3. Summering av det teoretiska ramverket

Det här kapitlet har behandlat ett flertal ekonomiska teorier som syftar till att förstå konceptet flexibilitetsmarknader och vilka eventuella utmaningar som en sådan marknad kan innebära. De presenterade teorierna kommer ligga till grund för ramverksanalysen i kapitel 9. Till att börja med presenterades perspektiv som beaktar innovationsprocessen f r en marknad och hur en innovativ marknad följer vissa marknadsstabiliserande aktioner. Det är troligt att dessa insikter kan vara givande i analysen för att förstå fasen och den process som flexibilitetsmarknader befinner sig i. Vidare betraktades aff rsmodellsteori och innovativa affärsmodeller. Den nya och f rh llandeviss omkastade värdekedja som flexibilitetsmarknader innebär n r elnätsägare g r från säljare till köpare av effekt innebär det f r flexibilitetsleverantörer att förstå hur de ska skapa, leverera och fånga värde på en flexibilitetsmarknad. Det presenteras även alternativ för hur aktörer kan adaptera eller utveckla innovativa affärsmodeller. Nästa del i det teoretiska ramverket avsåg till att utifrån ekonomisk teori ta fram förståelse för hur eventuella hinder och utmaningar på en marknad kan innebära marknadsmisslyckanden. Det presenterades olika grunder till marknadsmisslyckanden, däribland transaktionskostnader, asymmetrisk information, begränsad rationalitet och externaliteter. Genom att förstå och identifiera dessa grunder till marknadsmisslyckanden som eventuellt kan förekomma på flexibilitetsmarknader möjliggör det ett förebyggande av dem i ett tidigt stadie genom dels medvetenhet, dels statens och myndigheters ingripanden.

## 7. Resultat från förstudien

I detta kapitel kommer de två referensprojekt som varit en del av förstudien att presenteras. Referensprojekten utgörs av CoordiNet och Sthlmflex. Vidare kommer resultat från intervjuer med experter på intresseorganisationer, myndigheter och inom akademien.

### 7.1. CoordiNet

CoordiNet är ett EU-projekt finansierat av EU:s Horizon 2020 och demonstreras sedan genom åtta olika projekt i tre medlemsländer; Sverige, Spanien och Grekland (CoordiNet, 2020a). CoordiNet startade i januari år 2019 och pågår till och med juni år 2022. Målet med den svenska demonstrationen av CoordiNet är att avhjälpa de kapacitetsbegränsningar som existerar i regionnät och nätpunkterna mellan TSO och DSO (CoordiNet, 2020c). Det görs genom att regionala DSO:s via en flexibilitetsmarknad handlar flexibilitet i elnätet för att sänka nätets topplast under de månaderna med högst efterfrågan (november till mars). Varje projekt och flexibilitetsmarknad är utformad på ett enskilt vis för att överkomma de utmaningar som existerar i respektive region. I Sverige pågår fyra olika projekt för flexibilitetsmarknader fördelat på fyra olika regioner med respektive begränsningar i elnäten, regionerna och deras nätsituation presenteras nedan (CoordiNet, 2020a):

- Uppland – flexibilitetsmarknaden avser att avhjälpa den rådande kapacitetsbristen i regionen.
- Skåne – flexibilitetsmarknaden avser att avhjälpa den rådande kapacitetsbristen i regionen.
- Gotland – den höga andelen intermittent energiproduktion av förnyelsebara energikällor innebär stora fluktuationer i effektkapacitet och varierande uttagsbehov från stamnätet. En flexibilitetsmarknad på Gotland ska hantera den intermittenta energiproduktionens påverkan på kapacitetsutmaningar, ett syfte som därmed skiljer sig från de flexibilitetsmarknader som testas i Skåne och Uppland.
- Västernorrland och Jämtland – flexibilitetsmarknader planerade för att överkomma kapacitetsbegränsningar som uppstår vid underhåll av transmissionsnät och regionnät. Projektet är således inte av samma karaktär som det i Uppland och Skåne och har därmed inte utgjort en del av förstudien och referensprojektet.

#### 7.1.1. CoordiNet Uppland och Skåne

Uppland och Skåne är båda områden som har problem med kapacitetsbrist i elnätet och där situationen är akut enligt Ei (2020a). Som följd av problematiken med kapacitetsbrist har kunder nekats utökad kapacitetsuttag eller nyanslutningar, något som hämmar regionernas tillväxt och den ekonomiska utvecklingen i området (CoordiNet, 2020a). Vattenfall, som är regional DSO i Uppland, nekades år 2016

utökade abonnemang för lokala DSO:s till följd av nätens ansträngda tillstånd. De planerade elnätutbyggnaderna som är nödvändiga estimeras att vara i färdigställda om cirka tio år. Vattenfall har sedan år 2018 arbetat med bilaterala avtal med större aktörer för att tillhandahålla flexibilitet på elnätet, något som krävt mycket resurser och administrativt arbete. I och med CoordiNet fungerar flexibilitetsmarknaden som ett marknadsbaserat verktyg för de regionala nätägaren Vattenfall och E.ON att omfördela flexibilitetsresurser mellan lokala och regionala elnät för att därmed överkomma kapacitetsutmaningen.

### 7.1.2. Identifierade framgångsfaktorer och utmaningar i CoordiNet Uppland och Skåne

För elnätsbolagen har det varit värdefullt utifrån den lärandeprocess som projektet innebär. Att förstå hur en flexibilitetsmarknad fungerar och hur de som elnätbolag ska och kan använda den i sin verksamhet har varit huvudfrågor. Eftersom att bygga ut elnät är en tidskrävande och kostsam process innebär en flexibilitetsmarknad dels ett snabbare sätt att få bukt på kapacitetsbegränsningar, dels ett mer resurseffektivt utnyttjande av elnäten. Aggregatorer öppnar upp möjligheten för fastigheter och andra mindre flexibilitetsresurser att medverka på, annars är det svårt. För flexibilitetsleverantörer som har medverkat har det inneburit en ny intäktskälla. E.ON uttrycker att det har varit en utmaning för deras egen del med utvecklingen av plattformen och det kalkyleringsverktyg de använder för flexibilitetsmarknaden. Målbilden har förändrats med tidens gång vilket inneburit svårigheter för utvecklare att ställa om programvaror och dylikt. De ser det även som en utmaning att som nätägare integrera processen med flexibilitetshandel med övrig verksamhet. En ytterligare utmaning man har påträffat är kommunikationssvårigheter med aktörer som har lägre kunskap inom området. Där uttrycker båda elnätsbolag att de har en viktig roll som informationsspridare att fylla. Vidare har kommunikationen generellt varit en utmaning med alla marknadsaktörer. Automatiserade processer för flexibilitetsmarknaden uttrycker båda elnätsbolag som önskvärt.

## 7.2. Sthlmflex

Projektet Sthlmflex är ett forsknings- och utvecklingsprojekt som genomförs i Stockholm av aktörerna Svenska kraftnät, Ellevio och Vattenfall (Svenska kraftnät, 2020d). Projektet initierades under sommaren år 2020 och marknaden öppnade den första december samma år. Ellevio och Vattenfall är båda verksamma som regionala DSO:s i Stockholmsområdet och har båda erfarit kapacitetsbegränsningar på sina håll i elnätet. Trots att elnätföretagens behov att överkomma kapacitetsbegränsningar i elnät är densamma skiljer sig Sthlmflex delvis från CoordiNet, framför allt kopplat till att två regionnätbolag båda medverkar på samma flexibilitetsmarknad. En huvudsaklig anledning till att det är två regionala DSO:s som medverkar

på samma flexibilitetsmarknad är att de möjliggör användning av varandras effektabonnemang mot överliggande nät. Det innebär att om en elnätägare måste utöka sitt abonnemang för att tillgodose behovet kan de genom Sthlmflex köpa flexibilitet av flexibilitetsleverantörer, alternativt köpa in sig på den andra elnätägarens abonnemang för att därmed inte överskrida sitt eget abonnemang. Projektet Sthlmflex ämnar till att testa flexibilitetsmarknaden för informationsutbyte och för gemensam användning av flexibilitetsresurser (Svenska kraftnät, 2020d). Syftet med Sthlmflex är att möjliggöra en mer effektiv användning av Stockholmregionens energisystem genom att elnätägare via flexibilitetsmarknaden köper flexibilitetstjänster. Flexibilitetsmarknaden Sthlmflex avser att komplettera övriga marknader, såsom Elspot, Elbas och Svenska kraftnäts balansmarknader, samtidigt som den är samordnad med dessa. En avsikt med Sthlmflex är att utforma flexibilitetsmarknaden på så vis att den kan koordineras med övriga marknader vad gäller produktkrav och kommunikation för att på så vis underlätta för flexibilitetsleverantörer (Svenska kraftnät, 2020d). Under Sthlmflex första säsong mellan december till och med mars avropades totalt 2 276 MWh. Deltagande marknadsaktörer utöver de elnätföretag som drev projektet var exempelvis aggregatorer, energiproducenter, hamnindustri och fastighetsägare. I april år 2021 beslutade Svenska kraftnät, Ellevio och Vattenfall att fortsätta med Sthlmflex i ytterligare två år.

### 7.2.1. Identifierade framgångsfaktorer och utmaningar i Sthlmflex

Samtliga tillfrågade uppger att Sthlmflex har varit ett lärorikt och insiktsfullt projekt. För elnätsbolagen har det inneburit ett värdefullt sätt att hantera kapacitetsbrist och att nyttja varandras nät och resurser. Samtliga aktörer lyfter vikten av att det är kapacitetsbrist, vilket är fallet i Stockholm, som är incitamentet för att handla flexibilitet. Flexibilitetsleverantörer medger att de har fått lära sig förstå deras roll på en flexibilitetsmarknad och vad det har inneburit i praktiken. För flexibilitetsleverantörer är lönsamhetsfrågan viktigast, även om andra aspekter som hållbarhet också värderas högt. Aktörerna är överens om att de ser en god potential för flexibilitetsmarknader för att överkomma kapacitetsbrist och att det samtidigt möjliggör samhällsnyttor i och med ett mer effektivt nyttjande av resurser. Dessutom lyfter elnätsbolagen att det i storstadsregioner är särskilt dyrt att gräva elkablar vilket höjer incitamentet att nyttja flexibilitetsmarknader framför att bygga ut elnätet. Marknadsoperatören lyfter att mer handel än förväntat har genomförts på Sthlmflex. Den huvudsakliga anledningen till att mer handel än förväntat har skett är för att vintern år 2020-2021 var kall och att kapacitetsbrist därmed uppstod mer frekvent.

Ett problem som varit återkommande för alla aktörer är att projektet har getts för lite tid för förberedelse och att det gick alldeles för fort att sätta igång med marknaden. Trots den lärorika processen lyfter flera aktörer att det hade varit nyttigt att ge mer tid för alla aktörer att förbereda sig och hinna kommunicera ut tydlig och korrekt information från början. Eftersom projektet är i ett innovationsstadium påstår

marknadsoperatören att det har komplicerat en tydlig informationsspridning till deltagande aktörer, eftersom många beslut och ny information har kommit under projektets gång. Faktumet att det har varit tre olika elnätsbolag som har varit med och drivit projektet har gjort att ledtiden på beslut dragits ut, menar ett elnätsbolag. Kommunikationen under projektet uppges av många aktörer även ha varit stundtals bristfällig och är något som behöver utvecklas vidare. En flexibilitetsleverantör upplever att transparensen har varit låg gällande prisnivåer och effektnivåer, vilket de önskar kunde förtydligas. I flera intervjuer betonas det även att det existerat ett kunskapsglapp mellan marknadsaktörerna vilket försvårar kommunikationen mellan dem. Bristen på kunskap är även ett hinder som lyfts upp för flexibilitetsmarknaden, i vissa fall har inneburit att potentiella flexibilitetsleverantörer har hoppat av projektet eftersom de har ansett att det har varit för komplext.

Det finns ett stort behov och en förhoppning från samtliga aktörer att skära ner det manuella arbetet kring Sthlmflex genom automatisering. Framst för att det är kostsamt, men även för att det i vissa fall drar ut och komplicerar handelsprocessen. Däremot betonas hinder för automatiseringen vad gäller tillgången och utbytet av mätdata mellan marknadsaktörerna, samt att det behövs tydliga regelverk för det. Det påpekas av flera aktörer att Sthlmflex har begränsat med flexibilitetsleverantörer vilket har inneburit en låg likviditet på marknaden, vilket gör det svårt att få en väl fungerande marknad. Ett annat hinder som identifierats för Sthlmflex är höga tröskelvärden för bud vilket har försvårat medverkan för flexibilitetsleverantörer med mindre resurser. Gränsen sänktes dock under projektet från 0,5 MW till 0,1 MW som lägsta bud för att möjliggöra fler flexibilitetsresurser.

### 7.3. Intervjuresultat från myndigheter, akademiker och intresseorganisationer

I förstudien genomfördes två intervjuer med myndigheterna Ei och Energimyndigheten. Två akademiker intervjuades kunniga inom energiområdet, en från Linköpings universitet (vidare benämnd som L1) och en från Chalmers tekniska högskola (vidare benämnd som C1). Akademikern från Chalmers är även ordförande för intresseorganisationen Belok som driver frågor kopplat till kommersiella fastigheter i samarbete med Energimyndigheten och privata bolag. Även Power Circle intervjuades som är elkraftbranschens intresseorganisation.

#### 7.3.1. Allmänna insikter

Behovet av flexibilitetsmarknader uppkommer med problematiken kring kapacitetsbrist enligt Ei, Energimyndigheten och Power Circle eftersom det är ett sätt att motverka den problematiken. Att

kapacitetsbrist uppstår beror enligt Energimyndigheten främst på den pågående elektrifieringen och urbaniseringen. Ei tror på en fördubbling av industriens elanvändning. C1 och Energimyndigheten menar på att nätägare inte längre kan garantera effekt utan eftertanke till kunder och att det krävs ytterligare kapacitet i näten för att nyansluta dem, C1 utvecklar att så inte är fallet i Göteborg i dagsläget men att effektavgiften har blivit dyrare. L1 menar på att de viktigaste faktorerna för att få en fungerande marknad är att nätägaren tydligt adresserar betalningsviljan, vilket även Ei lyfter som en viktig aspekt, och att lönsamheten för flexibilitetsleverantörer är tydligt presenterat. Alla intervjuobjekt lyfter att lönsamhet är ett måste för att aktörer ska vilja delta på en flexibilitetsmarknad.

### 7.3.2. Möjligheter som flexibilitetsmarknader ger

Samtliga intervjuobjekt utom L1 lyfter att flexibilitetsmarknader kan bidra med en samhällsnytta och motverka flaskhalsar eftersom det möjliggör ett minskat utbyggande av elnätet. Vidare att aggregatorer är en nyckelaktör för att få en mer automatiserad process, uppnå minikravet på budstorlek och bidra med kompetens. Ei menar på att flexibilitetsmarknader kan bidra med driftsäkerhet och klara av plötsliga fel i elnätet. Ytterligare en fördel är att flexibilitetsmarknader ger förutsättningar för aktörer att arbeta mer effektivt med sin effekt eftersom man kan få betalt för att minska sin konsumtion. Power Circle menar att det finns tre huvudsakliga sätt att motverka kapacitetsbrist: utbyggnad av elnätet, lokal elproduktion och flexibilitetsmarknader. De menar att flexibilitetsmarknader är en viktig pusselbit för att klara av kapacitetsproblemen i elsystemet men att den mest kostnadseffektiva lösningen ska nyttjas. I dagsläget får nätägaren betalt för de investeringskostnader som sker kopplat till utbyggnad av elnätet men inte för driftskostnader som förbättrar elsystemets kapacitetsförmåga. Både Ei och Energimyndigheten lyfter att driftskostnader är på väg att omregleras vilket skulle ge nätägarna incitament att investera i tjänster som flexibilitetsmarknader.

Ei:s intention är att det ska vara en nationell flexibilitetsmarknad som kan köpa upp de buden som inte handlas lokalt och göra nytta för andra ändamål. De menar på att det hade ökat möjligheterna för en mer standardiserad marknad där Svenska kraftnät är köparen på den nationella marknaden och har stora resurser. Ei menar dock på att den högsta betalningsviljan finns hos lokala DSO:s. Det beror på att DSO slipper betala för tillfälligt abonnemang, samt övertrasseringsavgifter om även det tillfälliga abonnemanget skulle överskridas, vilket kan undvikas med en flexibilitetsmarknad enligt Energimyndigheten.

### 7.3.3. Hinder för flexibilitetsmarknader

Likviditeten för bud på marknaderna är för låg för att goda marknadsförhållanden ska råda enligt Ei, Power Circle och Energimyndigheten. De menar att marknaderna behöver vara utformade så att likviditeten ökas

genom standardisering, lägre inträdesbarriärer på marknaden och lägre transaktionskostnader för att aktörer ska våga delta. Ei menar på att det krävs mycket arbete för att godkänna aktörer för att delta på marknaden och verifiera deras flexibilitet genom balansavräkning, det för att uppfylla säkerheten att flexibiliteten finns där när den väl behövs samt att flexibilitetsleverantörerna faktiskt sänker sin effektanvändning. Standardisering skulle hjälpa att slippa granska varje enskild aktör som det görs idag enligt Ei och Energimyndigheten. Det är mycket administrativt arbete vilket resulterar i transaktionskostnader enligt Ei, Power Circle och Energimyndigheten – därmed är automatiseringen i processen viktig för att undvika det administrativa arbetet. Både Energimyndigheten och Power Circle menar på att det finns lönsamhet redan i dagsläget med flexibilitetsresurser men att det behövs tydligare exempel för att sprida konceptet så att fler vågar delta. Energimyndigheten utvecklar att det krävs en tydligare prissättning för att flexibilitetsleverantörerna ska kunna förstå erbjudandet.

Generellt saknas kunskap hos flexibilitetsleverantörer för att delta på en flexibilitetsmarknad enligt Power Circle, C1 och Energimyndigheten. Energimyndigheten utvecklar att många aktörer skulle kunna bidra med flexibilitet men att de inte är medvetna om det. Power Circle, Energimyndigheten och C1 har identifierat att flexibilitetsleverantörer behöver installera styrutrustning för att kunna realisera flexibilitetsresurserna. Med tanke på att det är så få timmar om året som flexibilitetsmarknader är aktiva gör att incitamenten är låga för investeringar kopplat till att möjliggöra flexibilitetsresurser enligt Energimyndigheten. Dessutom krävs höga effektgränser för att delta på en flexibilitetsmarknad vilket utesluter många flexibilitetsresurser enligt Power Circle. Flexibilitetsleverantörerna har problem med att resurserna har för kort uthållighet gentemot vad köparen kräver, minimum ligger på en timme varför det hade underlättat att minska till 15 minuter för att möjliggöra potentialen enligt Power Circle.

C1 och Ei lyfter att ett problematiskt område kopplat till flexibilitet är att lagar kring datautbyte är otydliga och att datasäkerheten därmed påverkas, samtidigt som mätdata och digitalisering behöver utvecklas enligt C1. Ei menar på att lastprognoser behöver utvecklas för att lättare veta när flexibilitet behövs och kan erbjudas vilket är en del i att bättre datahantering behövs. Implementeringen av *Ren energi-paketet* ligger efter vilket skapar osäkerhet eftersom lagarna kommer sätta förutsättningar för hur flexibilitetsmarknaden ska fungera enligt Ei och Energimyndigheten. Ytterligare ett område som är osäkert i dagsläget enligt Ei är hur balansavräkningen kopplat till flexibilitet ska skötas eftersom det kan störa balansen.

## 8. Resultat från intervjustudien

I kapitlet sammanställs resultatet från de 15 intervjuer som genomförts i intervjustudien. Intervjuerna är kategoriserade genom fem olika segment: industrier, hamnindustrier, fastighetsbolag, elnätbolag och aggregatorer. För intervjuer med potentiella flexibilitetsleverantörer har det frågats om deras tillgång på flexibilitetsresurser och i samtliga fall har efterfrågefleksibilitet varit aktuellt och några enstaka fall även energilagring eller reservkraft. För varje intervjusegment presenteras resultatet i löpande text för tekniska, ekonomiska samt organisatoriska drivkrafter och hinder. Slutligen presenteras resultaten med sammanfattande tabeller för de mest förekommande hinder och drivkrafter.

### 8.1. Industriers drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad

Tre olika industrier i Göteborg har intervjuats, I2 och I3 som är processindustrier och I1 som är en tillverkande industri.

#### 8.1.1. Drivkrafter identifierade hos industrier

Samtliga industrier lyfter att högsta prioritet kopplat till energifrågor är att ha tillgång på effekt till deras produktion, eftersom deras affärsverksamhet kretsar kring att producera. I2 och I3 lyfter därför att det största incitamentet för dem att vara med på en flexibilitetsmarknad är om det kan säkra tillgången på effekt. I1 är en av de största industrierna i Sverige och har effektkrävande processer som används intermittent. De har även värmepumpar som i dagsläget har en effekt på 0,5 MW och ska framöver installera ytterligare en på 0,25 MW. I2 har delar av sin verksamhet i hamnen i Göteborg, där har de oljecisterner som kräver intermittent uppvärmning med el och en årlig förbrukning på cirka 2,4 GWh – I2 bedömer det som en lågt hängande frukt att nyttja det som flexibilitetsresurs. I3 som är en processindustri ser möjligheten till att reglera sin produktion för att erbjuda flexibilitet. Dessutom har de fem dieselgeneratorer som skulle kunna producera el som flexibilitetsresurs eftersom deras huvudsakliga syfte är att ge reservkraft till de mest kritiska processerna på industrin vid strömavbrott. I3 har framtidsplaner på att producera ”grön vätgas”, vätgasen skulle kunna nyttjas för att både reglera upp och ned behovet av effekt. I2 ser en framtida potential med batterilagring i sin verksamhet.

De ekonomiska drivkrafterna hos industrier är generellt låga och att det krävs en lönsamhet för att delta. Det främsta ekonomiska incitamentet för både I2 och I3 är att försäkra sig om tillräcklig kapacitet, om det inte fås stannar produktionen vilket skulle leda till utebliven försäljning av deras produkter. Dessutom lyfter

I2 och I3 att vissa maskiner inte kan stå utan el för då skulle de gå sönder. I1 ser främst den ekonomiska nyttan av att ha en jämn effektförbrukning och minska toppbelastningarna. Både I2 och I3 ser ett intresse av att delta på en flexibilitetsmarknad. I2 arbetar med att sänka sina koldioxidutsläpp genom att elektrifiera och producera solkraft, med denna utveckling ser de en potential att förena medverkan på en flexibilitetsmarknad. Även I3 ser liknande möjligheter med det pågående hållbarhetsarbetet vilket leder till fler elektrifierade processer, intern elproduktion samt en möjlig framtida lagring av energi. I3 uppskattar att deras behov av effekt kommer stiga från deras befintliga 17 MW till 21-25 MW om fem år. I1 har inga direkta organisatoriska drivkrafter för att medverka på en flexibilitetsmarknad.

### 8.1.2. Hinder identifierade hos industrier

I3 och I2 uppger att de saknar teknisk utrustning för att kunna erbjuda flexibilitet. I3 menar dock på att det inte är någon stor investering de behöver genomföra. Enligt I2 saknas det även en teknisk standard. Vidare lyfter I2 att de saknar mätinsamlingsmetod för att hantera data, därmed har de svårt att veta deras faktiska potential att bidra med flexibilitet. I1 lyfter att deras kostnad för el är en ”droppe i havet” i kontrast till deras totala kostnader för produktionen, varför det inte går att anpassa den för att erbjuda flexibilitet. De ser alltså inga möjligheter att stänga av produktionen för att delta på en flexibilitetsmarknad, deras processer ”går när de går”. I2 säger att de har låg priskänslighet för el vilket innebär att de inte anpassar sig efter elpriset. I3 menar på att det i dagsläget finns en osäkerhet för lönsamheten och att man därför inte vill vara först ut för att det kan innebära högre kostnader.

Både I3 och I2 uttrycker att de saknar kunskap gällande hur de ska gå till väga för att delta på en flexibilitetsmarknad. Exempelvis säger I2 att de är osäkra på vilken typ av teknik som behövs. Med tanke på att den interna kunskapen är låg lyfter de att automation för flexibilitet är viktigt och att extern hjälp behövs. I1 säger det inte uttryckligen men utifrån svaren de ger är intrycket att de saknar kunskap om hur en flexibilitetsmarknad fungerar och hur det kan vara förenligt med deras verksamhet. Både I3 och I2 menar på att det krävs tydliga regelverk för bland annat hur det ska hanteras skattemässigt och vem som ska betala vad. Båda lyfter också att avtalen mellan köpare och säljare blir en viktig del för att det ska gå rätt till. I3 lyfter att med projekt likt dessa är det svårt att veta som ska initiera projektet och betala för de olika delarna, därför är det viktigt med en aktör som samordnar projektet.

## 8.2. Hamnindustriers drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad

Två hamnindustrier belägna i Göteborgs hamn har blivit intervjuade. H1 som förser hamnen med infrastruktur och H2 som bedriver linjetrafik med färjor.

### 8.2.1. Drivkrafter identifierade hos hamnindustrier

H1 har som målsättning att hamnen ska elektrifieras för att skapa bättre förutsättningar i hamnen och minska användningen av fossila bränslen. H1 ser därför att det totala topputtaget av effekt i området kommer gå från dagens 20 MW till att om 20 år ligga på 100 MW. Hamnen i Göteborg har inte ett kontinuerligt effektbehov som en processindustri, utan behovet av effekt varierar kraftigt, under vissa tillfällen kommer effektbehovet vara så högt som 100 MW. H1 menar på att bygga elnätsskablar för dessa få tillfällen skulle vara ineffektivt med tanke på att det är för dyrt, därmed söker de andra lösningar som exempelvis energilagring och flexibel användning av el för att bemöta problemet. H1 lyfter att det finns stora ytor i hamnen att ha energilagringlösningar på som skulle kunna vara verksamma på en flexibilitetsmarknad. H2 har landströmskabel till sina färjor på 1,5 MW, här finns möjlighet att flexibelt anpassa laddningen eftersom de i stället kan använda förbränningsmotorer till att försörja färjorna med el. H2 planerar år 2030 att ha färjor som är eldrivna med batterier som kräver landströmskabel på 30 MW, där ser de möjligheten för flexibilitet när färjorna har ”liggdagar” (dagar då båten inte nyttjas i trafik).

H1 har en stark vilja om att delta på en flexibilitetsmarknad om det finns lönsamhet. H1 har möjlighet att ha långa investeringsperspektiv då de anser att deras verksamhet ”kommer leva i minst 400 år till”. Det gör att de inte behöver ha lika hög avkastning på investeringarna och ser möjligheten att skapa bra förutsättningar för aktörerna i hamnen. H2 ser möjligheten att erbjuda flexibilitet om det är lönsamt. Både H1 och H2 arbetar mot en mer hållbar verksamhet och vill kunna förena det med medverkan på en flexibilitetsmarknad. Till skillnad från de andra aktörerna i hamnen menar H1 att de kan arbeta mer långsiktigt, och har möjligheten att föra samman aktörerna i hamnen och skapa bra förutsättningar. H2 tror på ett deltagande om det förenas av ekonomisk-, samhälls-, och miljönytta.

### 8.2.2. Hinder identifierade hos hamnindustrier

H1 har låg effektanvändning varför de anser sig ha en låg potential att bidra med flexibilitet. H2 har problemet med att deras färjor behöver samma lösning i alla de hamnar som färjorna går till vilket kräver etablerade lösningar. I dagsläget anser varken H1 eller H2 att de har den tekniska utrustning som krävs. H2 kan inte delta på en flexibilitetsmarknad om det påverkar deras operativa verksamhet eftersom det skulle

ge ekonomisk ofördelaktighet. Det beror på att deras verksamhet är cyklisk och ifall de skulle bidra med flexibilitet hade det skett ett avbrott. De lyfter också att en medverkan på en flexibilitetsmarknad inte får vara för administrativ eftersom det kommer med personalkostnad. Både H1 och H2 lyfter att de inte har tillräcklig kunskap inom området för att kunna delta på en flexibilitetsmarknad. H2 har möjligheten att bidra med flexibilitet och använda förbränningsmotorer på färjorna i stället för landströmskabel, men de anser att det är oförenligt med deras hållbarhetspolicy eftersom de vill minska sin klimatpåverkan. För att H2 ska delta på en flexibilitetsmarknad behövs tydliga förutsättningar för vilka krav som krävs från köparen av flexibilitet.

### 8.3. Fastighetsbolags drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad

Fyra fastighetsbolag i Göteborg har intervjuats. Alla fastighetsbolag har kommersiella fastigheter och alla utom F3 har bostadshus. Fastighetsbolagen har generellt sett en positiv inställning till att medverka på en flexibilitetsmarknad. Fastighetsbolag ser störst potential när det kommer till kommersiella fastigheter medan bostadshus har en relativt låg potential. Fastighetsbolagen ser ökat ett effektbehov kopplat till utbyggnad av nya fastigheter samt att elektrifiering och digitalisering i de kommersiella fastigheterna ökar. Bostadshusen blir alltmer energieffektiva, det finns dock en framtida osäkerhet kring hur laddinfrastruktur för elbilar ska lösas ur ett effektperspektiv.

#### 8.3.1. Drivkrafter identifierade hos fastighetsbolag

Samtliga fastighetsbolag ser en potential att arbeta med flexibilitet. System med tröghet lyfts upp som typexempel, det vill säga värmepumpar och ventilation. Fastighetsbolagen har generellt börjat rikta in sig mer mot effekt än energi, det på grund av att deras kunder börjar få allt högre effektuttag. Den främst förekommande möjligheten som fastighetsbolagen ser störst potential i är kopplat till värmepumpar som går att reglera, främst med tanke på trögheten i fastigheterna och går då att stänga av helt eller nedreglera, under en begränsad tidsperiod. Vanligt förekommande är även att fastighetsbolagen har både värmepumpar och exempelvis fjärrvärme som går att alternera mellan och därmed minska effektbehovet från värmepumparna om de övergår till fjärrvärme. Andra möjligheter som dykt upp men som inte har nämnts gemensamt för alla fastighetsbolag är att det går att reglera ventilation, kylmaskiner, kompressorer och tryckluft. Exempelvis har F3 värmepumpar och kylmaskiner på en total effekt om cirka 1,5 MW som går att reglera. De har även tryckluft på cirka 75 kW som i dagsläget går konstant men de har möjlighet att reglera den. F2 har värmepumpar på 100 kW som går att reglera ner till halva kapaciteten när det behövs.

Alla fastighetsbolagen nämner att effekt blir allt viktigare att ha koll på men att tidigare har fokus legat på energieffektiviseringar. Därmed har fastighetsbolagen startat upp arbete med att kartlägga effektbehov i sina fastigheter. Samtliga fastighetsbolag har i varierande grad installerad mätutrustning som möjliggör datainsamling för effekt, fastighetsbolagens olika förutsättningar beskrivs ytterligare under tekniska hinder. Fastighetsbolagen har alla till viss del möjlighet till att styra sina effektuttag, där graden av digitala styrningsmöjligheter skiljer dem mest åt. Den mest progressiva inom detta område är F2 som har digitala styrsystem som går att styra i cirka 75 procent av fastigheterna.

Fastighetsbolagen strävar efter att skapa gynnsamma förutsättningar för sig själva som företag och för sina hyresgäster. Därför är de intresserade av lösningar som ger bra villkor till sina kunder och avkastning till sina ägare. Fastighetsbolagen ser därför ett intresse av att medverka på flexibilitetsmarknader om det i förlängningen skapar ett värde för dem och kunden. Generellt lyfter fastighetsbolagen att de arbetar aktivt med att bli mer hållbara eftersom det skapar konkurrenskraftighet inom fastighetsbranschen. Samtliga fastighetsbolag arbetar mot en mer hållbar verksamhet och försöker minska sin klimatpåverkan genom att exempelvis installera solceller och vindkraft. Med intermittent elproduktion kommer frågor gällande hur de på bästa sätt ska ta vara på energin. De lyfter att den förnyelsebara producerade elen endast är lönsam att använda internt på grund av att den beskattas om den levereras till elnätet, därför vill fastighetsbolagen se till att nyttja all el de producerar. Fastighetsbolagen ser därför potential i att kunna lagra sin producerade el för att till högre grad kunna nyttja elen internt när den behövs. I dagsläget har fastighetsbolagen generellt sett inte installerat lagringslösningar men ser det som en framtida lösning både utifrån energi- och effektproblematik. F1 har ett projekt i gång och övriga aktörer ser potentialen men att investeringen i lagringslösningar i dagsläget är för hög.

Fastighetsbolagen medger att de har god kompetens inom energiområdet och har påbörjat utvecklingen av kompetens inom effekt genom olika pilotprojekt för att optimera sin effektanvändning. Det genom pilotprojekten, deras tidigare arbete med energieffektiviseringar och deras utbyggnad av förnyelsebar elproduktion. Samtidigt lyfter alla att de vill fortsätta utveckla sin kompetens inom området och ser därför positivt på att delta på en flexibilitetsmarknad.

### 8.3.2. Hinder identifierade hos fastighetsbolag

Ett tekniskt hinder som har identifierats bland samtliga fastighetsbolag är den begränsade effektstorleken hos de potentiella flexibilitetsresurserna. De möjligheter som tidigare nämnts gällande värmepumpar, ventilation och till viss del belysning har legat mellan spannet på 20–500 kW, där de flesta av flexibilitetsresurserna ligger under 100kW. Beroende på flexibilitetsmarknadens krav på minsta

effektstorlek för deltagande och budgivning kan det innebära ett hinder för fastighetsbolagen, något som även har identifierats för aktörer på Sthlmflex och CoordiNet. Samtliga fastighetsbolag uttrycker således att det finns ett behov att aggregera mindre flexibilitetsresurser för att på så vis ha möjlighet att erbjuda det på en marknad. Det är endast F3 som i dagsläget har möjlighet att erbjuda enskilda flexibilitetsresurser på 500 kW, vilket är att stänga av, alternativt nedreglera, en kyl- eller värmepump och ersätta med annan kyl- eller värmekälla. Ett ytterligare hinder kopplat till de flexibilitetsresurser som fastighetsbolagen diskuterat är den begränsade varaktigheten på flexibilitetsresurserna. F3 lyfter exempelvis att ventilation har en varaktighet på 15–20 minuter och runt 15 minuter för vissa kyl- och värmesystem som inte har reservmöjligheter. Resterande fastighetsbolag lyfter även ovissheten i hur länge de kan vara flexibla med sådana system och menar att varaktigheten är svår att bedöma.

Ett annat hinder som samtliga fastighetsbolag upplever för att kunna styra sin flexibilitet och kunna delta på en flexibilitetsmarknad är bristen på digitala styrsystem och möjlighet till insamling och hantering av data. Fastighetsbolagen har utifrån intervjuerna varierande grad av styrmöjligheter och datatillgång i sina fastigheter. F2 kan styra cirka 75 procent av sina fastigheter via digitala styrsystem, men understryker behovet av att moderniseringar krävs på sina håll och att nya investeringar krävs i fastigheter utan styrsystem. F4 har börjat installera så kallade elhubbar i sina fastigheter, framför allt nybyggnationer, som ger goda möjligheter till datainsamling och till viss del även styrning. F4 använder även sig av ett program som optimerar elanvändningen utifrån prissignaler på elspotmarknaden med deras befintliga mätdata. F3 har varierande tillgång på data i sina fastigheter, där vissa elmätare kan ge data för en hel byggnad och andra för en förbrukningsenhet. De bedömer att kunskapen om elflöden inom sina fastigheter är för låg. Vad gäller styrningen så har F3 i dagsläget få möjligheter till digital styrning, något de ser som ett krav tillsammans med noggrannare datasystem, för att delta på en flexibilitetsmarknad. F1 nämner att även de har varierande grad av styrmöjligheter och möjlighet till datainsamling i sina fastigheter, och att investering av lämplig mjuk- och hårdvara som tillgodoser de möjligheterna är ett behov för att kunna erbjuda flexibilitet på en marknad.

Samtliga fastighetsbolag betonar svårigheten att påverka sina kunders (hyresgäster och kommersiella kunder) agerande när det kommer till elanvändning och att de inte har möjligheten att reglera kundernas elanvändning för att erbjuda flexibilitet. F3 lyfter att de måste bli bättre på att kommunicera sina kunders elanvändning för att skapa medvetenhet om det. Samtliga fastighetsbolag poängterar att lönsamheten är ett krav för att arbeta med flexibilitet. I dagsläget är det inte lönsamt att reglera sina effektuttag mot prissignaler som existerar på de fysiska elmarknaderna. F4 som till viss del prisoptimerar sin elanvändning fokuserar inte primärt på effektuttagen utan att hållbarhetsaspekten är mer intressant i det arbetet eftersom det möjliggör konkurrenskraft. Samtliga fastighetsbolag menar att det krävs andra ekonomiska incitament som

får investeringskostnader och driftskostnader att ge positivt utslag för att minska effektuttaget, vilket det i dagsläget inte gör. De ser potentialen i att en flexibilitetsmarknad skulle kunna ge dessa incitament. Som tidigare nämnt ser samtliga fastighetsbolag ett behov av att investera i digitala system för att nyttja sin flexibilitet. F3 och F4 lyfter att det finns en utmaning i dagsläget om vilka prisnivåer en flexibilitetsmarknad ligger på. Det leder i sin tur till en problematik för att kunna utföra trovärdiga investeringskalkyler och därmed ta välgrundade beslut. De menar även att det finns risker kopplat till den långsiktiga tillförlitligheten till flexibilitetsmarknadens utveckling och bestående över tid.

Att arbeta med energirelaterade frågor är inget som något av fastighetsbolagen är främmande inför. Förutom att det inte får påverka deras kunder negativt nämns det inga interna konflikter eller andra intressen som komplicerar energirelaterat arbete eller projekt för något av fastighetsbolagen. Den interna kompetensen om el- och energirelaterade frågor är god enligt tre av fyra fastighetsbolag. Fastighetsbolaget F1 anser sig dock ligga efter i området. Samtliga bolag, som tidigare nämnt, ser det som viktigt att utvecklas och vara med och lära sig på el- och energiområdet för att inte riskera att hamna efter konkurrenterna. När det gäller en flexibilitetsmarknad ser alla fastighetsbolag det som intressant, men att kunskap och förståelse för konceptet är något som saknas i dagsläget. Vidare uttrycker samtliga fastighetsbolag det som troligt att de behöver ta hjälp av extern part för att delta på en flexibilitetsmarknad. Fastighetsbolagen F1, F2 och F3 önskar att överlåta styrningen och det operativa arbetet med budgivning och dylikt fullständigt till en extern part. F4 anser även att de behöver hjälp och ser då möjlighet i att samarbeta med redan existerande samarbetspartner som ansvarar över inköp av el åt fastighetsbolaget. Samtliga fastighetsbolag ser ett behov av en automatiserad hantering av flexibilitetsarbetet för att undvika operativa kostnader i form av arbetstimmar.

## 8.4. Elnätsbolags drivkrafter och hinder för medverkande på en flexibilitetsmarknad

De tre elnätsbolagen som är verksamma inom Göteborgsområdet har en varierad inställning till en flexibilitetsmarknad i Göteborg. E1 som är lokalnätsägare har stora förhoppningar om att etablera en flexibilitetsmarknad inom de kommande åren. Delvis som en lärandeprocess och på grund av att de ser en framtida kapacitetsbrist i sitt elnät. Regionnätsägare E2, som är verksamma som nätägare på Sthlmflex, har inga planer eller ambitioner att delta på en flexibilitetsmarknad i Göteborg, med anledningen att de anslutningar man har till Göteborgs lokalnät är enstaka och de inte upplever några risker för kapacitetsbrist i sitt elnät de kommande åren. Regionnätägare E3 är även de verksamma på andra flexibilitetsmarknader, CoordiNet och Sthlmflex, och har dessutom fler anslutningspunkter till Göteborg än regionnätägare E2.

Däremot framgår det inga tydliga indikationer på att regionnätägare E3 har några aktuella planer på att medverka på en flexibilitetsmarknad eller har ett uttalat behov av flexibilitet i regionen. Nedan beskrivs elnätbolagens drivkrafter och hinder för en flexibilitetsmarknad mer detaljerat.

#### 8.4.1. Drivkrafter identifierade hos elnätsbolag

Samtliga elnätsbolag ser en flexibilitetsmarknad som ett rimligt alternativ för att hantera kapacitetsbrist och för att ta vara och utnyttja de resurser som finns i elsystemet, dels vad gäller tillgänglig effekt, dels själva elnäten. Elnätsbolagen E2 och E3 använder sig redan idag av flexibilitetsmarknader för att överkomma kapacitetsbrist i elnät på andra håll i Sverige. För deras del är kapacitetsbristen inte lika angelägen i deras elnät som angränsar till Göteborg. Elnätsbolaget E1 uttrycker sig ha ett starkare behov av att medverka på en flexibilitetsmarknad eftersom de prognosticeras ha begränsningar i sitt elnät kommande framtid. Dessa kommande begränsningar menar sig E1 bero på ett effektbehov som troligtvis kommer att öka i snabbare takt än vad nätutbyggnad kommer hinna med och är planerat för. Det ökande effektbehovet de ser beror till stor del vara kopplat till elektrifiering av industri och transport, där bland annat laddinfrastruktur för elbilar ses som en bidragande faktor.

Elnätsbolagen E2 och E3 uttrycker att deras medverkan på flexibilitetsmarknaden Sthlmflex innebär möjligheter att nyttja deras effektabonnemang mot överliggande nät sinsemellan för att dels undvika att bli nekad utökade abonnemang från Svenska Kraftnät, dels att undvika kostsamma utökade abonnemang i allmänhet. Med tanke på att situationen inte är lika kritisk i Göteborg jämfört med Sthlmflex ser inte E2 och E3 behovet av ett deltagande på en flexibilitetsmarknad i dagsläget. För elnätsbolaget E1 är utökade abonnemang mot överliggande nät inget man har behov av i dagsläget eller ser problem med inom den närmsta framtiden. Samtliga elnätsbolag är eniga om att flexibilitetsmarknader är ett rimligt och nödvändigt alternativ till att säkerställa framtida behov av flexibilitet för att undvika kapacitetsbrist i elnäten.

För samtliga elnätsbolag kan en flexibilitetsmarknad innebära ett mer resurseffektivt nyttjande av befintliga resurser. Det handlar delvis om materiella resurser men även om finansiella resurser. Enligt samtliga elnätsbolag innebär en flexibilitetsmarknad en möjlighet att handla flexibilitet som alternativ till andra kostnader som uppstår vid kapacitetsbrist. Att handla flexibilitetsresurser kan innebära ett mer effektivt nyttjande av elnäten och därmed undvika eventuella nätutbyggnader, vilket skapar besparingar för elnätsbolaget så väl som för deras kunder och samhället. Elnätsbolaget E1 poängterar att det utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv inte anses vara sunt att bygga elnät som inte används effektivt. För elnätsbolagen E2 och E3 har flexibilitetsmarknaden även inneburit besparingar när det har varit billigare att handla flexibilitetsresurser än att teckna utökade abonnemang hos överliggande nät. Elnätsbolagen påstår

även att en flexibilitetsmarknad kan ge en förutsättning för dem att bli konkurrenskraftiga och bli mer attraktiva för sina kunder.

Elnätsbolaget E1 som är inställda på att vara med och etablera en flexibilitetsmarknad i Göteborg ser det även som en del av deras samhällsroll. En flexibilitetsmarknad skulle kunna innebära ett mer hållbart nätägande med positiva effekter för hela samhället. E1 betonar även sin roll i att förmedla och öka kunskapsnivån om dessa frågor. Samtliga elnätsbolag ser en flexibilitetsmarknad som ett sätt att komma närmre sina kunder. För E2 och E3 som medverkar på flexibilitetsmarknader är en stor drivkraft lärandeprocessen. För dem innebär projekten med flexibilitetsmarknader ett värdefullt tillfälle att förstå marknaden och hur den ska samordnas med organisationens övriga verksamhet. Eftersom flexibilitetsmarknader förväntas vara en naturlig del av framtidens elsystem menar E2 och E3 att det är viktigt att de som elnätbolag förstår konceptet och deras behov av den i ett tidigt skede. E1 poängterar även att deras behov av en flexibilitetsmarknad för att överkomma kapacitetsbrist inte är kritiskt i dagsläget men att det är värdefullt att utveckla sin kunskap för framtiden.

#### 8.4.2. Hinder identifierade hos elnätsbolag

Samtliga elnätsbolag bedömer att de främsta tekniska hindren för en flexibilitetsmarknad är kopplad till behoven av teknisk utrustning som sköter korrekt hantering och insamling av data, styrutrustning av flexibilitetsresurser, marknadsplattform och samspelet dem emellan. Det handlar delvis om att den interna utrustningen och IT-systemen ska finnas och fungera, men även att flexibilitetsleverantörerna har tillgång till rättmätig utrustning som flexibilitetsmarknaden kan förlita sig på. Ett ytterligare tekniskt hinder som E1 lyfter är det interna behovet av att bedöma och kalkylera var i elnäten kapacitetsbrist uppstår samt hur flexibilitetsresurser kan avhjälpa dessa.

Samtliga elnätsbolag anser att uppstarten av en flexibilitetsmarknad innebär kostnader och att avkastningen är svår att bedöma i ett sådant tidigt skede, dels för deras egen del men framför allt för flexibilitetsleverantörerna. Dels innebär det investeringar i hård- och mjukvara för elnätsleverantörer, dels för införskaffandet av en plattform. För elnätsbolagen E2 och E3 har det handlat om att hantera kritisk kapacitetsbrist och incitamenten har därmed varit höga för att komma i gång, trots uppstartskostnader. För E2 och E3 har de administrativa kostnaderna varit höga för arbetet med flexibilitetsmarknader, något som man önskar att skära ner på i framtiden genom automatiserade system. E1 ser även att etablerandet av en flexibilitetsmarknad i Göteborg skulle innebära mycket kostnader för deras del men att de är villiga att sponsra projektet för att helt enkelt få i gång en marknad. Enligt E2 och E3 som har medverkat på flexibilitetsmarknader har ett ekonomiskt hinder varit bristen på att lyckas förmedla affärsnyttan för

flexibilitetsleverantörer, vilket tros leda till uteblivandet av medverkan för flexibilitetsleverantörer. Som tidigare nämnt beror det delvis på det tidiga skedet som dessa flexibilitetsmarknader är i och att det inte finns någon säkerhet i avkastningen för flexibilitetsleverantörer. E2 och E3 betonar även vikten av att förmedla prissignaler för att marknadsaktörer ska få möjlighet att göra investerings- och lönsamhetskalkyler. Ett organisatoriskt hinder som E1 lyfter upp är behovet av interna förmågor för en flexibilitetsmarknads olika delar, vilket i dagsläget inte finns fullt ut. För E2 och E3 är ett organisatoriskt hinder som de påträffat under sin medverkan bristfällig kommunikation mellan de olika marknadsaktörerna, där framför allt kunskapsnivån som har skiljt sig bland flexibilitetsleverantörerna inneburit en svårighet.

## 8.5. Aggregatorers drivkrafter och hinder

Nedan beskrivs drivkrafter och hinder för aggregatorer att medverka på en flexibilitetsmarknad. Aggregatorerna skiljer sig från de övriga aktörssegmenten på det viset att de har tillgång till teknik och system som kan möjliggöra styrning och automatisering av flexibilitetsresursers frigörande. Det är även något som är en del av deras kärnverksamhet och således är inställningen till en flexibilitetsmarknad positiv.

### 8.5.1. Drivkrafter identifierade för aggregatorer

Samtliga aggregatorer utvecklar och erbjuder produkter och helhetslösningar som tillåter deras kunder att reglera sin effektförbrukning mot parametrar som exempelvis interna laster, yttre prissignaler och väderförhållanden. Samtliga aggregatorer ser en potential att arbeta mer med reglering av effektförbrukning och att kombinera detta på flexibilitetsmarknader och balansmarknader. De har även teknisk möjlighet att aggregera flera mindre flexibilitetsresurser från olika flexibilitetsleverantörer på en eller flera marknader. Samtliga aggregatorer ser behovet av och goda möjligheter för att automatisera processen. Det har även testats av aggregatorerna på sina håll i andra liknande projekt. Aggregatorer ser en stor potential för att arbeta med flexibilitet eftersom det ger en ytterligare inkomstström, både för aggregatorn och deras kund. Samtliga påvisar att deras förstudier och pilotprojekt har gett besparingar för sina kunder men även genererat nya intäkter. Aggregatorerna lyfter att de har studier som påvisar affärsnyttor att visa för kunder för den här typen av satsningar och investeringar. För två av aggregatorerna som är start-ups är det nödvändigt att inom sikt skala upp deras verksamhet för att få en mer långsiktig ekonomisk trygghet. För aggregatorer innebär en flexibilitetsmarknad goda affärsmöjligheter eftersom det kretsar kring deras kärnverksamhet. Det finns därmed ett stort fokus och satsning inom organisationerna att utvecklas och bli bättre på området. En betydande del handlar om lärandeprocessen och förstå aggregatorernas passningsform i marknadsutformningen, samt hur affärsmodellerna ska se ut för deras värdeskapande. En aktör planerar

även att utveckla en egen marknadsplattform för flexibilitet där målsättningen är att den ska kunna verka globalt.

### 8.5.2. Hinder identifierade för aggregatorer

Ett tekniskt hinder som lyfts upp av aggregatorerna är tillgängligheten på data mellan olika marknadsaktörer och hur vissa faktorer, tekniska som legala, hindrar en automatiserad process för flexibilitetsmarknader. Aggregatorerna upplever att det även finns hinder kopplade till balansansvaret som påverkas av deras verksamhet. Det är således mer än ett tekniskt hinder i och med att det innebär komplikationer med balansansvarigas verksamhet och det regelverk som styr detta. Trots att aggregatorer ser en lönsamhet för sina kunder att arbeta med att styra laster och erbjuda flexibilitet kan en längre återbetalningstid i vissa fall vara ett hinder för många kunder. En aggregator lyfter att liknande initiativ i andra länder som Tyskland och Storbritannien där återbetalningstiden är kortare eftersom flexibiliteten värderas högre. Dessutom finns det osäkerhet kring flexibilitetens avkastning på kort och lång sikt, vilket kan försvåra noggrannheten i investeringskalkyler för deras potentiella kunder. Samtliga aggregatorer utvärderar hur deras affärsmodeller passar in på en flexibilitetsmarknad och hur de kan justeras för att skapa och fånga värde på ett bättre vis. Två aggregatorer bedömer det som en risk med flexibilitetsmarknader att endast en nätägare står som köpare, således sätter premisser som gynnar dem mer än det gynnar övriga marknadsaktörer. Samtliga aggregatorer betonar att ett hinder med flexibilitetsmarknader kan utgöras av för mycket administrativa insatser och operativt arbete kring marknaden. Det är något som de ser att deras produkter ska kunna hjälpa deras kunder och andra marknadsaktörer att överkomma genom interagerande system som automatiserar processen. För det krävs fungerande och tydliga regelverk som möjliggör detta.

## 8.6. Sammanställning av drivkrafter och hinder

Intervjustudien visade på att de flesta aktörerna är intresserade av att delta på en flexibilitetsmarknad i Göteborg. Det kunde urskiljas diverse drivkrafter för att delta på en flexibilitetsmarknad för de intervjuade aktörerna. De mest förekommande drivkrafterna är kopplade till lönsamhet, hållbarhetsfördelar och lärandeprocessen som deltagandet skulle kunna innebära. Drivkraften gällande lönsamhet är däremot på liknande vis det främsta hindret för flexibilitetsleverantörerna om en flexibilitetsmarknad inte innebär någon avkastning för deras del. Frågan gällande lönsamhet är något som samtliga lyfter som viktigt, men är samtidigt något som skiljer sig åt mellan företagen när det gäller deras definition. För många potentiella flexibilitetsleverantörer handlar det om att erhålla avkastning på de investeringar och det arbete som flexibilitetsmarknader kräver. För andra handlar det om att ersättningen bör vara så pass hög att det kompenserar den nytta som går förlorad genom uppsagd kapacitet samt ger avkastning på kopplade

investeringar. De flesta flexibilitetsleverantörer ser att de måste investera i teknisk utrustning för att möjliggöra sitt deltagande. Det har för många av de tillfrågade genererat en ovisshet hur investeringskalkylerna ska utföras, framför allt med tanke på ovissheten kring prissignalerna som skulle råda på flexibilitetsmarknaden. Andra flexibilitetsmarknader som Sthlmflex och CoordiNet skulle kunna ge en fingervisning för vilka prisnivåer flexibiliteten kan handla om, däremot är betalningsviljan till stor del reglerad av elnätsbolaget som har det främsta behovet av flexibiliteten även om det teoretiskt sett finns andra potentiella köpare av flexibilitet. I det här fallet är aktören E1 det elnätsbolag som uttryckligen visat ett kommande behov av flexibilitet i regionen och har uttryckt sig vara en aktör som är villig att vara med och starta upp en flexibilitetsmarknad i Göteborg. E1 förstod vikten av att förmedla affärsnyttan för flexibilitetsleverantörer genom att delvis påvisa prissignaler, vilka E1 menar beror på alternativkostnader för flexibiliteten. Utöver den ekonomiska osäkerheten och bristen på teknisk utrustning är de mest förekommande hinder kopplade till administrativt arbete och ett behov av automatiserade processer, samt att många företag saknar kunskap om flexibilitetsmarknader. För företag inom segmenten industri, hamnindustri och fastigheter uttrycktes det som tidigare nämnt en osäkerhet kring hur investeringskalkyler och lönsamheten ska avgöras för medverkan på flexibilitetsmarknaden. Här existerar ett kunskapsgap som aggregatorer menar att de kan fylla. Aggregatorerna visar att de har belägg för att påvisa affärsnyttan i den här typen av projekt genom deras tidigare studier och genomförda projekt. De besitter även kunskap om marknadskonceptet och elhandelsbranschen i övrigt vilket kan nyttjas, till skillnad från de andra aktörssegmenten där vissa besitter en hög grad av kunskap inom energiområdet men saknar specifik kompetens för flexibilitetsmarknader. I **Error! Reference source not found.** presenteras de drivkrafter som de femton olika företagen lyfter. I **Error! Reference source not found.** presenteras de hinder som de femton olika företagen lyfter. I tabellen symboliserar prickarna att företagen har lyft den drivkraft eller hinder som berörs. Avsaknaden av en prick innebär således inte att företaget motsätter sig påståendet om drivkraften eller hindret, utan att de antingen inte upplever det eller inte har lyft det under intervjun.

Tabell 6: Tabellen visar en sammanställning av aktörers drivkrafter för en flexibilitetsmarknad. FM är en förkortning för flexibilitetsmarknad.

	Industri 1	Industri 3	Industri 2	Hamnindustri 1	Hamnindustri 2	Fastighetsbolag 1	Fastighetsbolag 2	Fastighetsbolag 3	Elnätsbolag 3	Elnätsbolag 1	Elnätsbolag 2	Aggregator 3	Aggregator 1	Aggregator 2
<b>Tekniska drivkrafter</b>														
Säkerställa kapacitet för egen del genom FM		●	●						●	●	●			
Har god möjlighet att reglera effektuttag idag	●		●	●		●	●					●	●	●
Bedömer sig ha flexibilitetsresurser för att medverka på FM		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●
Ser risker i sitt framtida effektbehov kopplat till kapacitetsbrist		●	●	●	●	●		●	●					
Ser potential i energilagringlösningar som kan användas på FM		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ser FM som en lösning för att överkomma kapacitetsbrist									●	●	●	●	●	●
<b>Ekonomiska drivkrafter</b>														
Erbjuda flexibilitet som skapar lönsamhet	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●
Reglera effektförbrukning över tid	●											●	●	●
Deltagande på FM kan skapa konkurrensfördelar					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
FM innebär effektivt resursutnyttjande			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Inköp av flexibilitet kan innebära besparingar		●	●						●	●	●			
<b>Organisatoriska drivkrafter</b>														
Intresserade av att delta på en FM i Göteborg		●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●
Ser hållbarhetsfördelar med FM		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ser utvecklingsmöjligheter inom området för FM		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
Lärandeprocessen värdefull i deltagandet på FM		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
Deltagande på FM gör så att företag kommer närmre sina kunder						●		●	●	●	●	●	●	●
Medger sig ha god kompetens inom energi-effektfrågor	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●

Tabell 7: Tabellen visar en sammanställning av aktörers hinder för en flexibilitetsmarknad. FM är en förkortning för flexibilitetsmarknad.

	Industri 1	Industri 2	Industri 3	Hammindustri 1	Hammindustri 2	Fastighetsbolag 1	Fastighetsbolag 2	Fastighetsbolag 3	Elnätsbolag 1	Elnätsbolag 2	Elnätsbolag 3	Aggregator 1	Aggregator 2	Aggregator 3
<b>Tekniska hinder</b>														
Flexibilitetsleverantörer saknar teknisk utrustning för att erbjuda flexibilitet	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Flexibilitetsleverantörer saknar lämplig utrustning för datainsamling och datahantering	●	●			●		●	●	●	●	●	●	●	●
För låga effektnivåer för att erbjuda flexibilitet			●		●	●		●						
Svårigheter för att möjliggöra automatisering	●	●			●		●		●	●	●	●	●	●
Osäkerhet kring varaktighet på flexibilitetsresurser					●	●	●	●						
Osäkerhet kring flexibilitetsresursernas tillförlitlighet									●	●	●			
Göra korrekta bedömningar var flaskhalsar uppstår och flexibilitetsresursers bidrag till avhjälpandet									●	●	●			
<b>Ekonomiska hinder</b>														
Osäkerhet kring lönsamheten	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
Priser för el och effekt låga, därav lågt intresse att reglera	●	●			●		●	●						
Kostsamt att stoppa övrig verksamhet för att erbjuda flexibilitet	●	●		●										
Investeringar av teknisk utrustning krävs	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Prissignaler saknas för att göra lönsamhetskalkyler						●	●	●						
Administrativa konstader för FM önskade	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>Organisatoriska hinder</b>														
Saknar kunskap om vad deltagandet på en FM innebär	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
Automatisering av FM är önskvärt för att minska operativt arbete		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
Får inte påverka kunder negativt			●	●	●	●	●	●				●	●	●
Osäkerhet kring hur deltagandet på FM förenas med kärnverksamheten	●	●	●	●	●									
Tydliga regelverk behövs	●	●		●			●		●	●	●	●	●	●
Avtal mellan köpare och säljare måste fungera	●	●							●	●	●	●	●	●
Extern kompetens efterfrågas	●		●		●	●	●	●	●					
Bristfällig kommunikation mellan marknadsaktörerna									●	●	●	●	●	●
Flexibilitetsresurser som innebär fossil förbränning problematiskt ur hållbarhetsperspektiv		●		●										

## 9. Analys och diskussion

I det här avsnittet kommer analysen av rapportens redovisade resultat att redogöras. Inledningsvis kommer den kvalitativa komparativa analysen att presenteras som är en syntes av resultaten från litteraturstudien, förstudien och intervjustudien. Därefter följer en ramverksanalys av resultaten utifrån den teori som presenterades i kapitel 6 *Teoretiskt ramverk*. Avslutningsvis rundas kapitlet av med en diskussion kring flexibilitetsmarknadens framtidsutsikter.

### 9.1. Kvalitativ komparativ analys

Det råder en enighet i resultaten från för- och intervjustudien om att det grundläggande incitamentet för flexibilitetsmarknader grundar sig i kapacitetsbrist, samt att kapacitetsbrist är ett växande problem i det svenska elsystemet. Kapacitetsbrist gör att nätägare inte kan ackreditera nyanslutningar (Ei, 2020a), det leder till att fastighetsbolag exempelvis inte kan bygga nya bostadsområden eller garantera laddinfrastruktur, samt att industrier inte kan utöka sin verksamhet eller elektrifiera sina processer för arbetet mot klimatneutralitet. Flexibilitetsmarknader kan i viss utsträckning ersätta utbyggnad av elnätet, vilket i dagsläget inte helt nyttjas utan istället används det som en tillfällig lösning medan den långa processen för utbyggnad sker (Ramos et al., 2016; Ei, 2020a). Om marknaden blir så pass kostnadseffektiv att den kan ersätta nätutbyggnad blir ersättningsmodellen för elnätsbolag annorlunda än i dagsläget, vilket lyfts i 5.4.4 *Regulativa hinder*, eftersom intäcksregleringen även gäller för driftkostnader. Ytterligare att prissättningen på flexibilitet som sätts av elnätsbolaget baseras på kostnaden för att teckna utökad avtal mot överliggande elnät, men om det ersätter utbyggnad av elnät utesluter det kostnaden som krävs för att bygga ut vilket indikerar att flexibiliteten har ett högre värde än enbart tillfälliga abonnemang. Därmed kan betalningsviljan för elnätsbolag, teoretiskt sett, bli högre med det inberäknat. En ytterligare aspekt är att lägre kostnader för elnätsbolaget kan bidra med lägre kostnader för slutkunden, vilket samtliga elnätsbolag lyfter i intervjun. Vidare att resurseffektivitet kan uppnås i form av att både den producerade elen nyttjas bättre, samt minskad åtgång på resurser för nätutbyggnad vilket möjliggör ett mer hållbart elsystem (Ei, 2020a; Lund et al., 2015). Med hänsyn till att flexibilitetsmarknader potentiellt kan minska nätutbyggnad, minska kostnader för elnätbolagen och i förlängningen deras kunder och innebära ökad resurseffektivitet motiverar det den samhällsnytta som Ei (2020a) och Lund et al. (2015) lyfter, även Porter & van der Linde (1995) på en mer generell nivå. Tilläggas ska att lagförslaget enligt Ei (2020d) är att den lösning som är mest samhällsekonomiskt rimlig ska nyttjas av nätägaren.

Det lyfts av de intervjuade elnätsbolagen att pilotprojekt är viktiga för att lära sig processen och få i gång en marknad varför man ser nytta av att starta en flexibilitetsmarknad innan problemet med kapacitetsbrist är för stort. I intervjustudien lyfter E1 att de ämnar starta arbetet med en flexibilitetsmarknad i god tid och därmed försöka ta lärdom från de redan etablerade marknaderna. Både E2 och E3, som medverkar på redan existerande flexibilitetsmarknader, påstår att flexibilitetsleverantörer generellt har låg kunskap inom området vilket gör att det krävs mycket kommunikation och tillit för att aktörer ska delta. Kunskapsbristen lyfter även Cardoso et al. (2020), European Smart Grids Task Force (2019) och Sweco (2016) samt att intervjustudiens resultat även påvisar det. Konsekvenserna av kunskapsbristen kan leda till en längre och mer komplicerad process för att få flexibilitetsleverantörer att delta, vilket var fallet i Sthlmflex. Utifrån intervjuerna betonades att det hade behövts mer tid för att kommunicera ut informationen tydligt för att flexibilitetsleverantörerna skulle kunna ha möjligheten att förbereda sig. Zabaleta et al. (2020) menar att informationsasymmetri kan bli problematiskt för att få till avtal som gynnar båda parterna när en aktör sitter på information och den andra inte gör det, vilket kan leda till att aktören med mer information agerar opportunistiskt. Samtidigt existerar problemen med transaktionskostnader för att få till avtalen (Ramos et al., 2016; Burger et al., 2019; Zabaleta et al., 2020), antingen krävs det en tredje part som kan medla mellan parterna, att båda parterna har kunskapen eller att man har tillräcklig tillit för den aktören som har kunskapen.

Majoriteten av aktörerna i intervjustudien har effekt som skulle kunna regleras och därmed bidra med flexibilitet, det finns dock ett antal hinder för att delta i dagsläget. Majoriteten av de intervjuade aktörerna har inte installerad styrutrustning eller datahanteringsverktyg för att reglera effektbehovet, vilket innebär att investeringar krävs för att möjliggöra det. Det bör poängteras att tekniska hinder inte är ett huvudsakligt problem för flexibilitetsmarknader enligt Zabaleta et al. (2020) eftersom tekniken finns, men att integreringen och etablerandet behöver utvecklas. Nackdelen med investeringar kopplat till flexibilitetsmarknader är att det i dagsläget inte utgör ett tillräckligt starkt incitament eftersom det inte är etablerat och endast ger intäkter när det är kapacitetsbrist, vilket är relativt få timmar om året. Zabaleta et al. (2020) menar dock på att investeringskostnaderna är låga. Samtidigt finns det få etablerade exempel på affärsnytta för flexibilitetsleverantörer, även om aggregatorer börjar närma sig det. Aggregatorer nyttjar även den teknik som behövs till flexibilitetsmarknader till andra ändamål, exempelvis intern laststyrning mot elpris. Med tanke på de osäkra incitamenten för investeringar och affärsnytta kopplat till flexibilitetsmarknader gör att investeringar inom det här området kan vara svåra att motivera. De huvudsakliga motiven för flexibilitetsleverantörer som har varit delaktiga och vill delta är att de ser potentialen och hållbarhetsfördelar med flexibilitetsmarknader – varför det kan möjliggöra deltagande trots osäkra ekonomiska förutsättningar. Vilket kan förklaras utifrån Porter & van der Linde (1995) som menar

att hållbara lösningar skapar konkurrensfördel. Aggregatorer som nyttjar styrutrustning till andra ändamål än för flexibilitetsmarknader har möjligheten att på ytterligare sätt ge värde åt sina kunder samtidigt som det ökar intäktskällorna. Därmed har aggregatorer en lägre barriär för att ta sig in på en flexibilitetsmarknad jämfört med industrier och fastighetsbolag. Det ska tilläggas att aggregatorer kan ha fastighetsbolag och industrier som kunder varför det inte utesluter dem som flexibilitetsleverantörer, utan att aggregatorerna möjliggör potentialen som de har. Med tanke på att aggregatorers kärnverksamhet kopplar till området har de betydligt bättre kunskap, främst när det handlar om elhandel och automatisering av de operativa processer som kopplar till deltagande på en flexibilitetsmarknad.

Ett viktigt behov för många av de tillfrågade aktörerna är automatiserade processer för flexibilitetsmarknaden. Det uttrycks även vara en viktig del i att få en lönsamhet i det genom att skära ned på det administrativa arbetet med flexibilitetsmarknader. Likt de studerade referensprojekten Sthlmflex och CoordiNet är ambitionen där densamma. Anledningen till att referensprojekten varit tyngda av administrativt arbete kan härledas till den innovativa och experimenterande fas som projekten befinner sig i. Paralleller kan även dras till en av de marknadsstabiliserande aktioner som Kjellberg et al. (2015) lyfter (antagande av rutiner, praxis och vanor), vilket ännu inte kommit på plats för flexibilitetsmarknader och som därmed försvårar automatiseringen. Andra svårigheter med automatiseringen som lyfts av några aktörer anses vara samspelet mellan olika tekniska system och tillgången på data för marknadsaktörerna. Här betonas även vikten av tydliga regelverk och fungerande avtalsprocesser som underlättar det hela.

Att flexibilitetsmarknader är utformade med minimitrösklar på buden kan kopplas till att plattformarna inte är tillräckligt automatiserade och sofistikerade för att hantera för många och för små bud i dagsläget. Samtidigt som elnätsbolagen vill erhålla önskad effekt och minska kapacitetsproblem behövs större mängd effekt och där är säkerheten om att elnätsägarna får tillräckligt stora bud viktig. Nackdelen är att det utesluter flexibilitetsleverantörer vilket gör att de går miste om tillgänglig flexibilitet och att marknadens likviditet kan bli låg. Marknadsoperatören Nodes på Sthlmflex eftersträvar att i framtiden minska minimibuden till lägre nivåer än de 0,1 MW som är minimibudet i dagsläget. En lösning för att säkra upp flexibilitet är långtidskontrakt, men nackdelen är att det skapar inträdesbarriärer då det skapar än högre villkor för flexibilitetsleverantören vilket Ramos et al. (2016) poängterar. Med andra ord behövs flexibilitetsleverantörer med större flexibilitetsresurser för att elnätägaren ska kunna få önskat resultat med flexibiliteten och som samtidigt inte kräver för mycket administrativt arbete. Majoriteten av flexibilitetsleverantörerna i Sthlmflex och CoordiNet har antingen varit större elproducenter eller aggregatorer. En annan aspekt är att efterfrågefexibilitet ofta har en kort uthållighet på resurserna samt behöver återhämtning efter att den har nyttjats, vilket är problematiskt med tanke på att flexibilitetsleverantörerna måste erbjuda bud på en timme. Vilket beror på att det ska matcha de befintliga

elmarknaderna, Elspot och Elbas, och inte påverka balansen mellan utbud och efterfrågan på el i hela elsystemet. Aggregatorer har möjlighet att aggregera flexibilitet både för att överkomma tidsbegränsningen och för att komma över minimibuden. De nordiska systemoperatörerna har planerat att minska tidsluckorna på elmarknaderna från en timme till 15 minuter våren 2023, vilket hade minskat denna barriär. Med tanke på dessa barriärer och att flexibilitetsmarknader är ett nytt koncept gör att likviditeten på marknaderna är låg. Det finns därmed få bud för elnätsbolagen att köpa samtidigt som det är få köpare på Sthlmflex och CoordiNet, med tanke på att nätägarna är de enda köparna. Intentionen att integrera flexibilitetsmarknader med balansmarknaderna skulle därmed kunna bredda marknaden genom att även Svenska kraftnät kan nyttja resurserna. Svårigheten är att flexibilitet och elhandel skiljer sig åt vilket skapar heterogenitet (Boscán & Poudineh, 2016a), det kan vara en förklaring till varför Sthlmflex inte har lyckats med en integrering av flexibilitetsmarknaden och de nationella balansmarknaderna som har varit planen. En anledning som lyfts under intervjuerna är att det funnits för lite tid att planera integrationen mellan marknaderna. För att flexibiliteten lättare ska kunna användas på båda marknaderna skulle produkten behöva standardiseras vilket även skulle kunna underlätta för leverantörerna då flexibiliteten är tydligare definierad (CEER, 2020; Schittekatte & Meeus, 2020). I åtanke bör vara att utformningen av de standardiserade produkterna inte ska göra det mer komplext för aktörer att bidra med flexibilitet.

Genom EU:s *Ren energi-paket* håller lagförändringar på att genomföras för att bemöta den alltmer intermittenta och förnyelsebara energiproduktionen, lagförslagen förväntas att realiseras år 2024. Det som kopplar till flexibilitetsmarknader är bland annat att nätägare ska få incitament att inhandla flexibilitetstjänster gentemot driftskostnader och inte enbart mot investeringskostnader för nätutbyggnad som intäktsregleringen ser ut idag. Dessutom ska nätägare med över 100 000 anslutna kunder upphandla flexibilitetsresurser enligt lagförslaget som ingår. Vidare får inte nätägare ägna sig åt att äga eller driva marknadsplattformar på en flexibilitetsmarknad då Ei vill driva mot att nätägare enbart ska ägna sig åt nätverksamhet. Syftet med det är troligen att minska inflytandet och den maktposition nätägare har på en flexibilitetsmarknad. Ytterligare kommer nätägare inte få äga energilagringlösningar utan ska i stället upphandla dessa av tredje part. Med tanke på att lagstiftningen inte är implementerad än skapar det osäkra förutsättningar för flexibilitetsmarknaders utformning enligt Zabaleta et al. (2020). Ei menar även på att det leder till att nätägare därför bygger ut elnät framför att inhandla flexibilitetstjänster och att lagstiftningen är viktig för att ändra incitamenten. Kjellberg et al. (2015) lyfter att institutionalisering av regler på en marknad är viktigt för att stabilisera den. Därmed är det viktigt för aktörerna på en marknad att ha tydliga förutsättningar i regelverket vilket också lyfts i majoriteten av intervjuerna.

Avslutningsvis kan det konstateras att det finns potential för en flexibilitetsmarknad i Göteborg, sett till kommande flexibilitetsbehov och olika aktörers drivkrafter. Det har i examensarbetet även identifierats

diverse hinder som behöver överkommas för en lyckad efterlevnad av flexibilitetsmarknaden. Som elnätsbolaget E1 uttryckte det ”Den främsta utmaningen är att få till orkestern av alla aktörer så att det bildar ett harmoniskt samspel”.

## 9.2. Analys av resultat utifrån teoretiskt ramverk

I det här delkapitlet kommer ramverksanalysen att redogöras. Inledningsvis kommer analysen behandla flexibilitetsmarknaden som en innovativ marknad, samt vad den innovationsprocessen kan innebära för konceptets fortsatta utveckling. Flexibilitetsmarknadens upphov till nya affärsmodeller kommer även att analyseras. Vidare kommer analysen behandla marknadsmisslyckanden och redogöra för examensarbetets identifierade riskfaktorer med flexibilitetsmarknader som kan orsaka dessa.

### 9.2.1. Flexibilitetsmarknad som en innovativ marknad

Utifrån det som har presenterats om flexibilitetsmarknaders uppkomst och nuvarande existens kan det dras paralleller till de aspekter som utgör innovativa marknader och marknadsinnovation enligt Johne (1999) och Kjellberg et al. (2015). Grunden till flexibilitetsmarknader baserar sig i behov av flexibilitet för att överkomma olika problem i elnätet, däribland kapacitetsbrist, vilket har lett till att elnätsbolag har efterfrågat en ny typ av produkt i form av flexibilitet från deras kunder. Den process som flexibilitetsmarknader befinner sig i kan således beskrivas genom den Kjellberg et al. (2015) beskriver för innovativa marknader. I *Figur 10* visades ett förslag till värdekedjan av flexibilitet för aktörer på en flexibilitetsmarknad. Denna värdekedja har på så vis erhållit en motsatt riktning i kontrast till den traditionella värdekedjan som elnätsbolag har haft mot sina kunder, i praktiken innebär det att kunderna erbjuder effekt till elnätsbolaget. Det kan jämföras med Zhou et al. (2005) förslag om att marknadsinnovation innebär ett nytt sätt att bedriva den operativa affärsverksamheten. Kjellberg et al. (2015) lyfter att marknadsinnovation dels innefattar förändringar i hur affärer genomförs på en redan existerande marknad, dels skapandet av nya marknader. Huruvida en flexibilitetsmarknad är en förändring i hur affärer genomförs på en redan existerande marknad mellan elnätföretag och deras kunder, eller om det innebär en helt ny marknad kan därmed diskuteras. En marknad för effekt är inget nytt, däremot är aktörerna som efterfrågar och erbjuder det nya i sammanhanget och att det krävs en marknad med nya förutsättningar för att förse det. Därmed kan det hävdas att en flexibilitetsmarknad är en nyskapad och således innovativ marknad. Utifrån Kjellberg et al. (2015) litteraturstudie menar de på att en innovativ marknad vidtar marknadsstabiliserande aktioner. Kjellberg et al. (2015) framför fyra sammanhängande aktioner som syftar till att stabilisera en marknad som kan förenas med flexibilitetsmarknader utifrån resultatet i det här examensarbetet:

1. *Institutionalisering av normer och regler på en marknad.* Utifrån intervjustudien och insikter från aktörer i existerande projekt efterfrågas tydliga regelverk för flexibilitetsmarknaden. Myndigheter, i synnerhet Ei, arbetar aktivt med att följa utvecklingen av flexibilitetsmarknader och med att implementera stöttande regelverk för det. EU driver projekt där CoordiNet är en demonstration som delvis genomförs i Sverige. Demonstrationerna kommer således utgöra en kunskapsgrund utifrån vilka regelverk kan utformas. Tydliga regler gällande dataåtkomst, avtalsprocesser och kontraktsbrott är även aspekter som har lyfts av olika aktörer i för- och intervjustudie.
2. *Etablerandet av teknisk infrastruktur.* I realiserandet av en flexibilitetsmarknad krävs en stöttande teknisk infrastruktur. Det framgår även i förstudien och i intervjustudien att en flexibilitetsmarknad behöver investeringar i teknisk utrustning för att delvis kunna styra och frigöra flexibilitet men även för att få till en marknadsplattform och möjliggöra automatisering. Det har lyfts i examensarbetet att rättmätig teknologi finns på marknaden, men att det efterfrågas tekniska standarder för att möjliggöra ett smidigare samspel.
3. *Generering och spridning av modeller.* Flexibilitetsleverantörer efterfrågar tydliga belägg för avkastning och prisnivåer för flexibilitet för att kunna utföra sina investeringskalkyler och avgöra lönsamheten. Därmed kommer generering och spridning av fungerande affärsmodeller på en flexibilitetsmarknad fylla en viktig funktion. Många aktörer efterfrågar dessutom stöd och information om hur de ska gå till väga för att delta. Det beror förmodligen på det kunskapsglapp som råder mellan parterna på en flexibilitetsmarknad. Det har även lyfts att köparen på en flexibilitetsmarknad behöver ge tydliga förutsättningar gentemot flexibilitetsleverantören. Elnätsbolagen efterfrågar även verktyg för att bedöma och avgöra sitt behov. Ett elnätsbolag som är delaktigt på CoordiNet har utvecklat en modell för att bedöma deras eget flexibilitetsbehov och är något som skulle kunna spridas vidare till andra elnätsbolag genom försäljning.
4. *Antagandet av rutiner, praxis och vanor.* Utifrån förstudien uttrycks det av aktörer att deltagandet på CoordiNet och Sthlmflex innebär att lära sig förstå hur man ska arbeta med flexibilitetsmarknader internt, gäller både för köpare som flexibilitetsleverantör. Den mest uppenbara insikten är det administrativa arbete som krävs i dagsläget, där de flesta aktörer efterfrågar en automatiserad process. Förhoppningen hos referensprojekten är att etablera fungerande standarder vad gäller rutiner och praxis för budgivning, avrop, avtal och aktivering för att vidare kunna utveckla automatisering av dem.

Innovationsprocessen sker enligt Malerba (2002) genom en kollektiv process och inte genom ett företags isolerade aktiviteter. Således innebär ett företags innovationsprocess interagerande mellan flertalet institutioner, exempelvis företag, universitet och statliga samt finansiella institutioner (Malerba, 2002).

Flexibilitetsmarknader är utifrån examensarbetets kartläggning av konceptet en kollektiv process som involverar och berör flertalet aktörer och institutioner. De kapacitetsproblem som flexibilitetsmarknader syftar till att hantera är av samhällsmässiga intressen och berör således statliga institutioner, akademi och ett brett spektrum av företag. Nya marknader kan, i perspektiv mot Malerba (2002), enligt Ulbig och Andersson (2015) ses som ett resultat av företags aktiviteter, slumpartade eller planerade, som tillfredsställer ett underliggande behov genom sitt erbjudande. Elnätsbolag, som har varit drivande i projekt som CoordiNet, Sthlmflex och nu även i Göteborg, har som drivkraft att hantera kapacitetsbristen i sina elnät och säkerställa försörjningen av effekt till deras kunder. Det har även betonats under förstudien och intervjustudien att kapacitetsbrist i elnät och behovet av att överkomma den är den fundamentala drivkraften för en flexibilitetsmarknad. Enligt Ulbig & Andersson (2015) innebär skapandet av nya marknader som ett resultat av företag som exploaterar nya produkter eller tjänster för att skapa lönsamhet. För elnätsbolag blir det en paradox i det Ulbig & Andersson (2015) lyfter eftersom elnätsbolagen inte eftersträvar att exploatera nya affärsområden på en flexibilitetsmarknad, snarare tillfredsställa sina behov genom den på ett kostnadseffektivt vis. Det kan därmed dras en parallell till Zhou et al. (2005) syn om att en innovativ marknad innebär nya tillvägagångssätt att bedriva den operativa affärsverksamheten.

### 9.2.2. Affärsmodeller på flexibilitetsmarknader

Något som har lyfts under för- samt intervjustudie är aktörers (elnätsbolag, aggregatorer och flexibilitetsleverantörer) betoning på att flexibilitetsmarknader innebär en viktig lärandeprocess. Att ta till sig ny kunskap och en organisations förmåga för lärande är en elementär del av innovationsprocessen (Malerba, 2002; Metcalfe, 1998). Flera aktörer belyser vikten för dem själva att förstå hur en flexibilitetsmarknad ska förenas med övrig verksamhet, både för elnätsföretag och flexibilitetsleverantörer. Det kan kopplas till Zhou et al. (2005) och de förändringar att bedriva affärsverksamheten som en innovativ marknad innebär. Något som tidigare har nämnts är att flexibilitetsmarknaden innebär en omvänd värdekedja som skapar förändringar gällande intäktströmmar. För flexibilitetsleverantörer blir det ett nytt sätt att förhålla sig till det värde som flexibilitet skapar och en utmaning i hur det värdet ska fångas. Det skapas därmed en diskussion kring behovet av innovativa affärsmodeller som kan tillämpas av flexibilitetsleverantörer och även aggregatorer. Ett aktörssegment som betonats ha en stor potential på flexibilitetsmarknader är aggregatorer vars kärnverksamhet är närmre angränsande till flexibilitet och flexibilitetsmarknader än många andra flexibilitetsleverantörer. Samtliga av de aggregatorer som har intervjuats beskriver att de jobbar aktivt med att se över och utveckla affärsmodeller som lämpar sig på en flexibilitetsmarknad. Många aggregatorer menar att det är en lärandeprocess och att affärsmodellerna troligtvis kommer att förändras med tiden. Enligt de fyra tillvägagångssätt för innovativa affärsmodeller som Geissdoerfer et al. (2018b) lyfter och som kan ses i *Figur 12*, är samtliga alternativ möjliga för

aggregatorer att tillämpa. För övriga aktörssegment som har intervjuats i form av flexibilitetsleverantörer (industrier, hamnindustri och fastighetsbolag) är det troligt att det senare alternativet ”adaptering av affärsmodell” är troligt, eftersom deras kärnverksamhet och existerande affärsmodeller troligtvis inte är anpassningsbara för en flexibilitetsmarknad. Många av de tillfrågade i intervjustudien hävdar dock att det är troligt att de kommer ta hjälp av extern part, exempelvis aggregatorer, för arbetet med flexibilitetsmarknader, något som Cardoso et al. (2020) även föreslår är lämpligt för dessa typer av aktörer. Det skulle därmed utesluta adapteringen av en ny, innovativ affärsmodell för flexibilitetsleverantörerna.

Bland de mest förekommande hindren i intervjustudien är osäkerheten kring lönsamhet i deltagandet på en flexibilitetsmarknad. Det är även något som har lyfts upp i referensprojekten där de projektledande elnätsbolagen arbetar aktivt med att arbeta fram affärsmodeller som medverkande flexibilitetsleverantörer kan tillförlita sig på gällande intäktsströmmar. Något som har diskuterats inom referensprojekten är så kallade långtidskontrakt och tillgänglighetsavtal som kan tecknas mellan elnätsbolagen och flexibilitetsleverantören, där flexibilitetsleverantören garanterar tillgänglighet med sin flexibilitet under en viss period i utbyte mot en förbestämd kompensation för den tillgängliga effekten. Ramos et al. (2016) föreslår även att långtidskontrakt kan skapas där flexibilitetsleverantören får betalt av elnätsbolaget för att vara tillgänglig med flexibilitet. På så vis kan en flexibilitetsleverantör med säkerhet utgå från en kompensationsgrund och inte endast utgå från deras osäkerheter kring att det inte avropas några bud på marknaden och att de därmed inte erhåller någon ersättning. Fortsättningsvis ser både CoordiNet och Sthlmflex möjligheten att integrera flexibilitetsmarknaderna med Svenska kraftnäts mFRR-marknad, där icke avropade bud kan läggas vilket därmed breddar möjligheten för flexibilitetsleverantören att få sitt bud avropat och erhålla ersättning. Det är även något som ligger i linje med Ei:s och Energimyndighetens förhoppning om en nationell samverkande flexibilitetsmarknad. Lyckas flexibilitetsleverantörer och aggregatorer genom sin affärsmodell koppla samman deras flexibilitetsresurser till flera tänkbara ändamål och därmed öka intäktsramen för flexibilitet kommer investeringskalkylerna troligtvis bli enklare att få ihop.

### 9.2.3. Marknadsmislyckanden på flexibilitetsmarknader

I det teoretiska ramverket presenterades begreppet marknadsmislyckanden och olika faktorer som kan orsaka fenomenet, däribland transaktionskostnader, asymmetrisk information, begränsad rationalitet och externaliteter. Vidare poängterades det att marknadsmislyckanden och identifieringen av dessa kan motivera statligt ingripande av policyer och styrmedel. Genom rapporten har hinder och utmaningar presenterats för flexibilitetsmarknader utifrån olika aspekter. Det finns skäligen risker för att marknadsmislyckanden kan uppstå på flexibilitetsmarknader. Utifrån ramverksanalysen kommer

författarna till examensarbetet att belysa identifierade aspekter som kan kopplas till eventuella marknadsmisslyckanden. Vilket ökar förståelsen för aktörer på flexibilitetsmarknader över vilka svårigheter som kan uppstå. Resultatet kan således fungera som vidare grund för beslutsfattare inom området att forma policyer och regelverk för flexibilitetsmarknader.

### *Transaktionskostnader*

Enligt Coase (1937) grundar sig transaktionskostnader i prissättning. Enligt Jonason (2001) är processen för prissättning av komplexa produkter en innovation i sig. Prissättning för flexibilitet har varit en fråga av avgörande betydelse på flexibilitetsmarknader som fortsatt diskuteras, i dagsläget sätts priset främst gentemot tillfälligt abonnemang eftersom det är alternativkostnaden för nätägaren. Det är inte alltid som nätägaren blir beviljad tillfälligt abonnemang av Svenska kraftnät och då blir prissättningen av flexibiliteten högre. För flexibilitetsleverantörer kan det vara svårt att veta vilket pris som är lämpligt vid olika tillfällen på grund av att de inte har erfarenheten eller information att grunda besluten på. Vidare menar Coase (1937) att ett för stort företag kan begränsas av kostnader internt för att hantera transaktioner och istället motiverar att köpa in tjänsten från ett annat företag. Exempelvis att industrier skulle få höga transaktionskostnader för att hantera handel med flexibilitet om de inte redan har kunskapen för det. För att medverka på en flexibilitetsmarknad behöver det upprättas avtal och förhandling för att delta, i dagsläget finns ingen gängse norm över hur avtalen ska utformas och kan skilja sig mellan olika marknader (Schittekatte & Meeus, 2020). Det leder till transaktionskostnader för att delta och kan då behöva återupprepas om aktören deltar på flera olika marknader. Utöver deltagandet på marknader spelar det också roll hur många transaktioner som sker på marknaden samt storleken på buden. Med fler bud på en flexibilitetsmarknad kan kostnaderna för prissättning, förhandling och avtal spridas ut – det motiverar aktörer som kan erbjuda flexibilitet ofta och gärna i större volymer. Det motiverar även en aktör som är specialiserad på området för att transaktionskostnaderna ska vara låga. Utifrån intervjustudien, litteratur- och dokumentstudien har aggregatorer lyfts som en aktör som kan åstadkomma det.

### *Asymmetrisk information*

Asymmetrisk information innebär den skillnad i tillgång på information som köpare och säljare har på en marknad, ett begrepp som introducerades av Akerlof (1970) i artikeln ”The Market for Lemons”. Skillnaden i informationstillgång kan skapa osäkerheter hos aktörerna vilket kan leda till marknadsmisslyckanden eftersom konsensus om priset på en produkt inte kan uppnås. Boscán & Poudineh (2016b) menar på att informationsasymmetrin är flerdimensionell mellan köpare och säljare när det kommer till flexibilitet. Elnätsbolagen sitter på information om hur stort behovet av flexibilitet är, ju högre kapacitetsbrist det är desto högre värderas flexibiliteten. Flexibilitetsleverantörerna behöver i sin tur

förmedla korrekt information om deras prognoser om effektbehov och hur de kan bidra med flexibilitet genom att avvika från sin prognos. För båda parter finns risker att agera opportunistiskt som grundas i den asymmetriska informationen. I elnätet innebär det även att alla aktörer som medverkar på denna marknad behöver ha full kunskap för att priserna ska vara de rätta (Burger et al., 2019). Under förstudien betonades det av medverkande flexibilitetsleverantörer att tillgängligheten på information om prisnivåerna för avropade bud har varit låg, vilket har skapat osäkerheter. Det har även identifierats en varierad kunskapsnivå om flexibilitetsmarknadskonceptet mellan elnätsbolagen och flexibilitetsleverantörer under intervjustudien vilket också kan leda till osäkerheter aktörerna emellan. För att överkomma osäkerheterna föreslår Akerlof (1970) två tillvägagångssätt som kan upprätta förtroende och minska förekomsten av asymmetrisk information. Dessa tillvägagångssätt handlar dock om säljarens möjlighet att bygga förtroende hos köparen. På en flexibilitetsmarknad behövs förtroende byggas i båda riktningar. Aggregatorer har utifrån möjlighet att som mellanhand etablera förtroende och minska informations- och kunskapsskillnaderna i värdekedjan mellan flexibilitetsleverantören och elnätsbolaget.

### *Begränsad rationalitet*

Begränsad rationalitet handlar om individers och företags oförmåga att fatta fullständigt rationella beslut till följd av den otillräckliga tillgång på tid och resurser, ett fenomen som myntades av nobelpristagaren Herbert A. Simon (1955). Enligt Cardoso et al. (2020) kan begränsad rationalitet även kopplas till flexibilitetsmarknader. Det beror på att konceptet ofta inte rör vid företags kärnverksamhet. Likt asymmetrisk information berör det även kunskapsglappet som finns mellan aktörerna på en flexibilitetsmarknad. I tidigare studier (Good et al., 2017) och även i examensarbetet har det kunnat identifieras att aktörer väljer att inte delta på en flexibilitetsmarknad eftersom de inte anser det som intressant att involvera i sin kärnverksamhet trots att de besitter flexibilitetsresurser att erbjuda. För företag som har en högre tröskel när det kommer till kunskap och resurser föreslår Cardoso et al. (2020) att en konsultation med en aggregator som kan ta fram välgrundade kostnadsberäkningar och information om deltagandet kan vara lämpligt för företaget att gå vidare med för att fatta sitt beslut. Aggregatorer har i intervjuer även poängterat deras förmåga att påvisa nyttan för företag och deras kunder att arbeta med flexibilitet och vilka affärsmöjligheter det kan innebära. På så vis kan aggregatorer fylla en värdefull funktion för en flexibilitetsmarknad genom att inkludera fler flexibilitetsleverantörer som annars kanske hade beslutat att avstå.

### *Externaliteter*

Negativa externaliteter är förknippat med aktiviteter som skadar sin omgivning och därmed leder till kostnader (Coase, 1960). Generellt sett har det upptäckts få negativa externaliteter kopplat till en

flexibilitetsmarknad, utan snarare att den kan bidra med positiva externaliteter som den förnyelsebara energiomställningen kommer med (Gillingham & Sweeney, 2010) – det eftersom flexibilitet kan öka stabiliteten i elnätet (Bouloumpasis et al., 2019; Lund et al., 2015; Ei, 2020a). Dessutom kan flexibilitetsmarknader innebära ett bättre resursutnyttjande av elsystemet eftersom det både kan leda till ett minskat behov av elnätsutbyggnad samt att energibehovet tillfredsställs på ett mer effektivt sätt (Ei, 2020a). Exempelvis att flexibiliteten potentiellt skulle kunna minska användandet av marginalel eller i förlängningen behovet av kolkraft som importeras. Det kan även förklara intresset från flexibilitetsleverantörer i intervjustudien som vill delta på en flexibilitetsmarknad utifrån hållbarhetsaspekter. Motsatt menar två av de intervjuade aktörerna att de har möjlighet till elproduktion i form av reservkraft som drivs med fossila bränslen, vilket de helst inte vill nyttja som flexibilitetsresurs eftersom det kommer med en negativ klimatpåverkan. Det kan alltså förklara aktörernas agerande genom de negativa externaliteter som kommer med fossil förbränning. Vilket leder till en avvägning mellan hur viktig flexibiliteten är för elsystemet och den negativa påverkan av att använda fossilbaserad elproduktion.

### 9.3. Avslutande diskussion

Elsystemet genomgår storskaliga förändringar på både produktionssidan och på efterfrågesidan (Eid et al., 2016). Ökad andel intermittent elproduktion och samhällets pågående elektrifiering med utsikter om större elbehov implicerar utmaningar för elsystemet, där elnätets periodvisa oförmåga att möta utbud och efterfrågan är ett av dem, så kallad kapacitetsbrist. Kapacitetsbrist kan innebära problematiska konsekvenser för samhälle och näringsliv. Den konventionella metoden för att hantera kapacitetsbrist har varit att bygga ut elnäten och säkerställa att kapacitet finns under årets mest krävande stunder för elnätet (Ei, 2020a). Den acceleration av förändringar som sker i elsystemet har därmed satt press på elnätsbolag att hantera kapacitetsbrist på kort sikt, eftersom elnätsutbyggande tar tid och är kostsamt. För elnätsbolagen innebär kapacitetsbristen således ett behov av flexibilitet i elnätet som kan avhjälpa kapacitetsbristen. Det sker även regulativa förändringar på EU-nivå och nationell nivå som sätter tryck på elnätsbolag att inhandla flexibilitetstjänster på marknadsbaserat vis framöver. Flexibilitet har visat sig innebära fördelar som exempelvis stabilitet i elnätet och ett mer samhällsekonomiskt resursutnyttjande (Bouloumpasis et al., 2019; Lund et al., 2015; Ei, 2020a). Ett framväxande alternativ till lösning på kapacitetsproblematiken och ett sätt för elnätsbolag att inhandla flexibilitet är via en flexibilitetsmarknad. Genom att ge aktörer incitament till att erbjuda sin möjlighet till att producera el, alternativt att förändra sin efterfrågan på effekt över en viss tidsperiod, kan elnätsbolagen via en flexibilitetsmarknad införskaffa flexibilitetstjänster för att på så vis betrygga effektförsörjningen på ett resurs- och kostnadseffektivt vis (Schittekatte & Meeus, 2020; Ramos et al., 2016). I dagsläget är det generellt låga och stabila elpriser i Sverige vilket ger relativt låga incitament

till att vara flexibel, med en ökande andel intermittent elproduktion kan dessa förutsättningar ändras och leda till en mer fluktuerande prisbild för el. Samtidigt om elanvändningen till år 2045 kommer att öka till 240-310 TWh/år (Energiföretagen, 2021b) kan priset förväntas bli högre än i dagsläget.

En generell aspekt som kan identifieras med flexibilitetsmarknader är de osäkerheter som upplevs av olika aktörer. Vilket kan kopplas till flexibilitetsleverantörernas osäkerhet till avkastning på de investeringar som behövs för att medverka, samt hur långsiktig flexibilitetsmarknaden och elnätbolagens flexibilitetsbehov är. Långtidskontrakt och integration med balansmarknader är alternativ som existerande flexibilitetsmarknader utvärderar och som skulle kunna hantera de här osäkerheterna. En flexibilitetsmarknad bör även drivas av en oberoende part för att minska risken för marknadsmanipulation från nätägarens sida (Ramos et al., 2016; Burger et al., 2019; Stanley et al., 2019). Det är även något som är på väg att implementeras i lag för att hindra nätägare att driva marknadsplattformen (Ei, 2020a). Vidare existerar osäkerheter för elnätbolagen kring flexibilitetsleverantörens leversansäkerhet och flexibilitetsresursens faktiska avhjälpande mot kapacitetsbrist. Vilket kan kopplas till den heterogenitet som flexibilitetsprodukten har och leder till att värdet av produkten är svår att definiera. En standardiserad produkt som löser kapacitetsproblematiken kan därmed vara behjälpligt i frågan, dock är det viktigt att ha i beaktning att en standardiserad produkt kan skapa inträdesbarriärer som hindrar aktörer från att medverka. Det existerar även en diskrepans mellan aktörernas kunskapsnivå och tillgång på information, något som har identifierats som ett hinder för marknaden och som riskerar marknadsmisslyckande. De osäkerheter som flexibilitetsmarknader upplever behöver även bemötas av myndigheter som genom policyer och styrmedel kan tillstyrka aktörers incitament att delta på en flexibilitetsmarknad samt tillförsäkra marknadens långsiktighet. Lynch et al. (2017) menar på att elhandelsmarknaden kommer att förändras och bli alltmer komplex med flexibilitet. För att flexibilitetsmarknader ska ha möjlighet att bli en naturlig del av elsystemet och överbrygga osäkerheterna efterfrågas det standarder för exempelvis flexibilitetsprodukter, avtalsprocesser och teknisk utrustning. Ett aktörssegment som har identifierats ha en utmärkande roll på flexibilitetsmarknader är aggregatorer som dels besitter kunskap om branschen och flexibilitetsmarknader, dels har de möjlighet att aggregera flera mindre resurser från flexibilitetsleverantörer. Därmed har de möjlighet att brygga det kunskapsgap som existerar mellan potentiella flexibilitetsleverantör och elnätbolag, samt att de kan hjälpa flexibilitetsleverantörer att överkomma de trösklar och hinder som en medverkan kan innebära. Aggregatorer har huvudsakligen tidigare byggt sin affärsmodell på deras kunders implicita elanvändning, alltså att anpassa elanvändningen efter elpriset och att effektivisera elanvändningen. För att delta på en flexibilitetsmarknad har aggregatorer den tillgängliga tekniken som krävs men behöver utveckla affärsmodellen för att ta vara på det incitament som explicit finns på en flexibilitetsmarknad.

## 10. Slutsats

Det här examensarbetet har haft som syfte att utreda flexibilitetsmarknadens roll i att överkomma kapacitetsbrist i lokala elnät och vad konceptet innebär för möjligheter och utmaningar på aktörsnivå och övergripande marknadsnivå. Tre frågeställningar formulerades för att uppfylla syftet med examensarbetet. *Frågeställning 1* har besvarats genom att kunskapsläget för flexibilitetsmarknader har redogjorts i, och enligt författarnas förhoppning även utvidgats genom, det här examensarbetet. Genom intervjustudien besvarades potentiella aktörers drivkrafter och hinder för att medverka på en flexibilitetsmarknad, och därigenom besvaras *frågeställning 2*. Utifrån examensarbetets teoretiska ramverk analyserades insamlade data och författarna kunde diskutera flexibilitetsmarknaders etableringsprocess och eventuella marknadsmisslyckanden som riskeras att inträffa för att besvara *frågeställning 3*. Utifrån examensarbetets resultat och analyser har följande slutsatser formulerats:

- Flexibilitetsmarknader är ett lämpligt alternativ till att höja flexibiliteten i elsystemet genom marknadsbaserad handel av flexibilitetsresurser. Kapacitetsbrist är det främsta motivet för upprättandet av en flexibilitetsmarknad och genom en flexibilitetsmarknad ges elnätsbolag möjligheten att hantera kapacitetsbrist i elnät när det uppstår. Flexibilitetsmarknader möjliggör ett mer hållbart elsystem genom en mer samhällsekonomisk och resurseffektiv användning av elnätet och energi.
- Ren energi-paketet som EU har lanserat kommer med direktiv som Ei har gett genomförandeförslag till regeringen, där ingår lagstiftning gällande hur flexibilitet ska bli en del av elsystemet. Med tanke på att lagstiftningen har som syfte att skapa förutsättningar för flexibilitetsmarknader är det en indikation på en marknadsstabiliserande aktion. Införandet av lagarna är tänkt att premiera flexibilitetslösningar för att uppnå målen med förnyelsebar energi, vilket ger framtida förutsättningar för flexibilitetsmarknaders plats i elsystemet. I dagsläget råder det dock osäkerheter eftersom berörda lagar och policyer ännu inte är implementerade, vilket leder till att den tydlighet kopplat till lagar och regelverk som aktörer efterfrågar saknas.
- Det har kunnat identifieras drivkrafter och hinder hos potentiella marknadsaktörer för att medverka på en flexibilitetsmarknad. De främsta drivkrafterna är kopplade till potential för lönsamhet, hållbarhetsfördelar och lärandeprocessen som deltagandet skulle kunna innebära. De främsta hindren är kopplade till osäkerhet kring investeringar, brist på teknisk utrustning, det administrativa arbetet och behovet av automatiserade processer, samt att många företag saknar kunskap om flexibilitetsmarknader.
- Flexibilitetsmarknader är innovativa marknader som genomgår en pågående etableringsprocess för att finna de rätta lösningarna för att hantera kapacitetsbrist. Det sker fyra olika marknadsstabiliserande

aktioner: institutionalisering av normer och regler, etablerande av teknisk infrastruktur, generering och spridning av modeller samt etablerande av rutiner, praxis och vanor. Det kan utifrån teori och empiri även ses som en kollektiv process där flera aktörer och institutioner är med och formar marknadens etableringsprocess. Konkreta exempel som efterfrågas för att stabilisera marknaden ytterligare är standarder för flexibilitetsmarknadens handelsprocesser, flexibilitetsprodukten, teknisk utrustning och automatiserade processer.

- Flexibilitetsmarknader innebär en omvänd värdekedja och nya roller inom elhandel för aktörer att träda in i. Det finns således ett behov av innovativa affärsmodeller som kan påvisa affärsnyttan med flexibilitetsmarknader. Affärsmodeller som kan kombinera flexibilitetsresursers användningsområden till fler ändamål än flexibilitetsmarknader, exempelvis balansmarknader eller intern laststyrning, har större potential i att nå affärsnytta. Aggregatorer har en betydande roll på flexibilitetsmarknader framöver med hänsyn till deras kärnverksamhet, kompetenser inom området och möjlighet att sänka barriärer för fler flexibilitetsleverantörer att medverka på en marknad. Samtidigt påverkas inte aggregatorer av den omvända värdekedjan, utan kan anpassa sin affärsmodell utefter deras kärnverksamhet.
- Betalningsviljan för flexibilitet på flexibilitetsmarknaden baseras på elnätsbolagets behov vilket utgörs av graden av kapacitetsbrist och alternativkostnader i form av utökade effektabonnemang och nätutbyggnad. På kort sikt är utökade abonnemang från överliggande nät det som sätter taket för flexibiliteten på en flexibilitetsmarknad. Skulle utökat abonnemang nekas för elnätsbolag ökar flexibilitetens värde. På lång sikt är elnätsutbyggnad den alternativkostnad som avgör flexibilitetens värde.
- Ett par olika risker för marknadsmisslyckanden har identifierats för flexibilitetsmarknader: höga transaktionskostnader, asymmetrisk information, begränsad rationalitet och oanmärkta externaliteter. Höga transaktionskostnader uppkommer främst genom förhandling av avtal mellan aktörer och manuellt arbete, vilket ökar kostnaden för deltagande och minskar därmed lönsamheten. Asymmetrisk information uppstår för att aktörer på marknaden har olika mycket kunskap och kan därmed skapa svårigheter för prissättning, det i sin tur kan leda till opportunist gentemot aktörer med lägre kunskap. Generellt har flexibilitetsleverantörer en låg kunskapsnivå medan elnätsbolag och aggregatorer har en högre kunskapsnivå. Begränsad rationalitet beror dels på att flexibilitetsleverantörer inte har kunskapen, dels att det inte angränsar till deras kärnverksamhet vilket kan göra det svårt att se värdet och leda till färre deltagande aktörer på marknaden. Flexibilitetsmarknader kan komma med positiva externaliteter i form av ökad resurs- och energieffektivitet samtidigt som reservkraft med fossilbaserad förbränning kan leda till negativa externaliteter genom ökad klimatpåverkan.

## 10.1. Fortsatta studier

Med tanke på att framtida lagstiftning ska leda till en övervägning mellan nätutbyggnad och nyttjande av flexibilitetstjänster utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv, bör det utredas vilka parametrar som avgör det och hur man ska beräkna det. Det för att kunna motivera vilken lösning som lämpar sig bäst när kapacitetsproblematiken uppstår i lokala elnät. Vidare är det i ett senare skede intressant att utvärdera effekten av implementerade policyer och regelverk som har tillkommit för flexibilitetsmarknader för att utvärdera deras effekt, samt vilka eventuella förändringar som behövs.

Flexibilitetsmarknader behöver en ökad automation kopplat till handelsprocessen och förmågan att leverera flexibilitet, det för att minska transaktionskostnader och för att få en mer tillförlitlig process. För en ökad automation krävs data från olika parter vilket kan vara känslig information. Det kan alltså handla om tekniska lösningar för att skapa program som sköter handelsprocessen samtidigt som det uppfyller krav för att hantera data och ha en säker process. Frågor som dyker upp är exempelvis vem som har rätt till data och vem som kan få nyttja dem. För att minska transaktionskostnaderna eftertraktas lösningar som inte är komplicerade varför det bör undersökas hur det kan underlätta för inblandade parter. Därav behövs fortsatta studier hur flexibilitetsmarknader kan få en ökad grad av automation och hur data från olika aktörer ska hanteras.

De enskilda flexibilitetsresursernas potential har inte utretts närmre i det här examensarbetet. Därmed hade det varit intressant att utreda olika flexibilitetsresurser potential på en flexibilitetsmarknad, exempelvis batterilager, vätgaslagring och laddinfrastruktur för elbilar.

## 11. Referenser

- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3–22. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(85\)90021-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(85)90021-6)
- Ahlström, J. (2005). *Den avreglerade elmarknaden* (Luleå Tekniska Universitet). Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1019213/FULLTEXT01.pdf>
- Akerlof, G. A. (1970). THE MARKET FOR “LEMONS”: QUALITY UNCERTAINTY AND THE MARKET MECHANISM. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(33), 488–500.
- Anfara, V. M., & Mertz, N. T. (2015). *Theoretical frameworks in qualitative research* (2nd ed.; H. Salmon, Ed.). London: SAGE Publications.
- Araujo, L., & Spring, M. (2006). Services, products, and the institutional structure of production. *Industrial Marketing Management*, 35(7), 797–805. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2006.05.013>
- Bator, F. M. (1958). The anatomy of market failure. *Quarterly Journal of Economics*, 72(3), 351–379. <https://doi.org/10.2307/1882231>
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, 2, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001>
- Berg, M., & Böris, K. (2020). *A Review of Drivers and Barriers for Demand Side Flexibility - The perspective of electric grid customers* (Linköpings universitet). Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1460657/FULLTEXT01.pdf>
- Bleda, M., & Del Río, P. (2013). The market failure and the systemic failure rationales in technological innovation systems. *Research Policy*, 42(5), 1039–1052. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.02.008>
- Blomkvist, P., & Hallin, A. (2015). *Metod för teknologer* (1st ed.). Lund: Studentlitteratur AB.
- Boscán, L., & Poudineh, R. (2016a). Business Models for Power System Flexibility: New Actors, New Roles, New Rules. In *Future of Utilities - Utilities of the Future: How Technological Innovations in Distributed Energy Resources Will Reshape the Electric Power Sector* (pp. 363–382). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804249-6.00019-1>
- Boscán, L., & Poudineh, R. (2016b). *Flexibility-Enabling Contracts in Electricity Markets* (No. ISBN 978-1-78467-063-4). Oxford Institute for Energy Studies.
- Bouloumpasis, I., Steen, D., & Tuan, L. A. (2019). Congestion Management using Local Flexibility Markets: Recent Development and Challenges. *Proceedings of 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe, ISGT-Europe 2019*. <https://doi.org/10.1109/ISGTEurope.2019.8905489>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Brown, M. A. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29(14), 1197–1207. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00067-2)
- Bryman, A., Bell, E., & Harley, B. (2019). *Business research methods* (5th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Burger, S. P., Jenkins, J. D., Batlle, C., & Pérez-Arriaga, I. J. (2019). Restructuring revisited part 1: Competition in electricity distribution systems. *Energy Journal*, 40(3), 31–54. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.3.sbur>

- Cardoso, C. A., Torriti, J., & Lorincz, M. (2020). Making demand side response happen: A review of barriers in commercial and public organisations. *Energy Research and Social Science*, 64, 18. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101443>
- CEER. (2014). *Advice on Ensuring Market and Regulatory Arrangements help deliver Demand-Side Flexibility*. Retrieved from ref: C14-SDE-40-03
- CEER. (2018). *Flexibility Use at Distribution Level - A CEER Conclusions Paper*. Retrieved from ref: C18-DS-42-04
- CEER. (2020). *CEER Paper on DSO Procedures of Procurement of Flexibility*. Retrieved from ref: C19-DS-55-05
- Christensen, C. M. (1997). The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail - Clayton M. Christensen - Google Books.
- Clauss, T. (2017). Measuring business model innovation: conceptualization, scale development, and proof of performance. *R&D Management*, 47(3), 385–403. <https://doi.org/10.1111/radm.12186>
- Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), 386–405. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>
- Coase, R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, 44.
- Collins, C. S., & Stockton, C. M. (2018). The Central Role of Theory in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1177/1609406918797475>
- CoordiNet. (2020a). *CoordiNet Deliverable D4.5: Report on lessons learned, bug fixes and adjustments in products and routines within the Swedish demo*. Retrieved from ref: GA 824414
- CoordiNet. (2020b). *CoordiNet Deliverable D4.5: Report on lessons learned, bug fixes and adjustments in products and routines within the Swedish demo*. 1–86. Retrieved from ref: GA 824414
- CoordiNet. (2020c). *D4.1 - Site specific product portfolio to be used in Swedish demo (including contracts, routines and business models)*. Retrieved from ref: 824414
- Cooremans, C. (2011, November). Make it strategic! Financial investment logic is not enough. *Energy Efficiency*, Vol. 4, pp. 473–492. <https://doi.org/10.1007/s12053-011-9125-7>
- Cournot, A. A. (1838). *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Retrieved from [https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=22J1OJlqC1MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Recearches+sur+les+principes+mathematiques+de+la+theorie+des+richesses&ots=eYkBdKTn2o&sig=YmbYW aBN73XCAfXnj8EOMVH\\_TeY&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=22J1OJlqC1MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Recearches+sur+les+principes+mathematiques+de+la+theorie+des+richesses&ots=eYkBdKTn2o&sig=YmbYW aBN73XCAfXnj8EOMVH_TeY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Ei. (2012). *Leveranssäkerheten i elnäten 2012 Statistik och analys av elavbrotten i Sverige*. Retrieved from <https://docplayer.se/5526649-Leveranssakerheten-i-elnaten-2012.html>
- Ei. (2016). *Åtgärder för ökad efterfrågefleksibilitet i det svenska elsystemet*. Retrieved from <https://www.ei.se/download/18.d4c49f01764cbd606218b36/1608307256769/Åtgärder-för-ökad-efterfrågefleksibilitet-i-det-svenska-elsystemet-Ei-R2016-15.pdf>
- Ei. (2017a). Elmarknader och elhandel. Retrieved from <https://www.ei.se/sv/for-energikonsument/el/Elmarknader-och-elhandel/>
- Ei. (2017b). *Measures to increase demand side flexibility in the Swedish electricity system Abbreviated version*. Retrieved from

- <https://www.ei.se/download/18.5b0e2a2a176843ef8f582/1608542148119/Measures-to-increase-demand-side-flexibility-in-the-Swedish-electricity-system-Ei-R2017-10.pdf>
- Ei. (2017c). Nätkoncession | Ei.se - Energimarknadsinspektionen. Retrieved from <https://www.ei.se/bransch/koncessioner/natkoncession-for-omrade>
- Ei. (2019). *Tjänster för efterfrågefleksibilitet*. Retrieved from <https://www.ei.se/download/18.5b0e2a2a176843ef8f56cace/1611643039194/Tjanster-for-efterfragefleksibilitet-2019-Ei-R2019-04.pdf>
- Ei. (2020a). *Kapacitetsutmaningen i elnäten*. Retrieved from [https://www.regeringen.se/4afc14/contentassets/8d350a3c57644a9faf9ffe7678743961/eir2020\\_06\\_kapacitetsutmaningen-i-elnaten.pdf](https://www.regeringen.se/4afc14/contentassets/8d350a3c57644a9faf9ffe7678743961/eir2020_06_kapacitetsutmaningen-i-elnaten.pdf)
- Ei. (2020b). *Ren energi inom EU - Ett genomförande av fem rättsakter*. Retrieved from <https://www.ei.se/download/18.1e4309991774c3fe50b83bf1/1613135492591/Ren-energi-inom-EU-Ett-genomforande-av-fem-rattsakter-Ei-R2020-02.pdf>
- Eid, C., Codani, P., Perez, Y., Reneses, J., & Hakvoort, R. (2016). Managing electric flexibility from Distributed Energy Resources: A review of incentives for market design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 237–247. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.008>
- Energiföretagen. (2020a). Handel på elbörsen. Retrieved from Energiföretagen website: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/elhandel/handel-pa-elborsen/>
- Energiföretagen. (2020b). *Inspel till Energimarknadsinspektionens nätkapacitetsutredning : Ansvarsfrågan vid nätkapacitetsbrist*. Retrieved from <https://www.energiforetagen.se/globalassets/dokument/samling-for-natkapacitet/inspel-ei-om-ansvarsfragan-0217.pdf>
- Energiföretagen. (2021a). Beslut fattat om 15-minuters avräkning från 22 maj 2023. Retrieved May 12, 2021, from <https://www.energiforetagen.se/medlemsnyheter/2021/mars/beslut-fattat-om-15-minuters-avrakning-fran-22-maj-2023/>
- Energiföretagen. (2021b). Ny analys: Sveriges elanvändning kan landa på 310 TWh. Retrieved April 27, 2021, from [https://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/ny-analys-sveriges-elanvandning-kan-landa-pa-310-twh/?fbclid=IwAR3VxNC0488vYRnewHo8xkXk1Er7PjucoKztu4baYIrz0qO7EA7dI\\_5L9qE](https://www.energiforetagen.se/pressrum/pressmeddelanden/2021/ny-analys-sveriges-elanvandning-kan-landa-pa-310-twh/?fbclid=IwAR3VxNC0488vYRnewHo8xkXk1Er7PjucoKztu4baYIrz0qO7EA7dI_5L9qE)
- Energikommissionen. (2017). *Kraftsamling för framtidens energi, SOU 2017:2*. Stockholm: Elanders Sverige AB.
- Energimyndigheten. (2014). Om oss. Retrieved from <http://www.energimyndigheten.se/om-oss/>
- Energimyndigheten. (2015). *Energiläget 2015*. Retrieved from [https://www.energimyndigheten.se/contentassets/50a0c7046ce54aa88e0151796950ba0a/energilaget-2015\\_webb.pdf](https://www.energimyndigheten.se/contentassets/50a0c7046ce54aa88e0151796950ba0a/energilaget-2015_webb.pdf)
- Energimyndigheten. (2020). *Energiläget 2020*. Retrieved from ISBN 978-91-89184-52-7
- Energimyndigheten. (2021). Ökning av förnybar elproduktion under 2020. Retrieved February 14, 2021, from <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elproduktion-under-2020/>
- Erdmann, G. (2015). *Economics of electricity*. <https://doi.org/10.1051/epjconf/20159806001>
- European Parliament. (2019). Directive 2019/944 on Common Rules for the Internal Market for Electricity.

*Official Journal of the European Union*, (L 158), 18.

- European Smart Grids Task Force. (2019). *Demand Side Flexibility Perceived barriers and proposed recommendations European Smart Grids Task Force Expert Group 3*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/eg3\\_final\\_report\\_demand\\_side\\_flexibility\\_2019.04.15.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/eg3_final_report_demand_side_flexibility_2019.04.15.pdf)
- Fisher, A. C., & Rothkopf, M. H. (1989). Market failure and energy policy A rationale for selective conservation. *Energy Policy*, 17(4), 397–406. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(89\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0301-4215(89)90010-4)
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017, February). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, pp. 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geissdoerfer, M., Vladimirova, D., & Evans, S. (2018, October). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 198, pp. 401–416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>
- Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Methods of data collection in qualitative research: Interviews and focus groups. *British Dental Journal*, 204(6), 291–295. <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192>
- Gillingham, K., & Sweeney, J. (2010). Market failure and the structure of externalities. In A. J. Padilla & R. Schmalensee (Eds.), *Harnessing Renewable Energy in Electric Power Systems: Theory, Practice, Policy* (1st ed., pp. 69–92). <https://doi.org/10.4324/9781936331864>
- Good, N., Ellis, K. A., & Mancarella, P. (2017, May). Review and classification of barriers and enablers of demand response in the smart grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 72, pp. 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.043>
- Göteborg Energi. (2021). Pressmeddelande: Elnätskapaciteten i Göteborgsregionen måste framtidssäkras | Göteborg Energi AB. Retrieved May 13, 2021, from [https://www.mynewsdesk.com/se/goteborg\\_energi/pressreleases/pressmeddelande-elnaetskapaciteten-i-goetborgsregionen-maaste-framtidsaekras-3081371](https://www.mynewsdesk.com/se/goteborg_energi/pressreleases/pressmeddelande-elnaetskapaciteten-i-goetborgsregionen-maaste-framtidsaekras-3081371)
- Gürses-Tran, G., Lipari, G., Trakas, D., Santos Múgica, M., Chaves Ávila, J. P., Kessels, K., ... Uslar, M. (2019). *CoordiNet Deliverable D1.5: Business Use Case: Business Use Case definition*. 1–140.
- Hesse-Biber, S. N., & Leavy, P. (2011). *The Practice of Qualitative Research* (Second; V. Knight, Ed.). California: SAGE Publications Inc.
- Hillberg, E., Zegers, A., Herndler, B., Wong, S., Pompee, J., Bourmaud, J.-Y., & Lehnhoff, S. (2019). *Power Transmission & Distribution Systems Flexibility needs in the future power system Discussion paper Disclaimer*.
- IEA. (2019). *Status of Power System Transformation 2019: Power system flexibility*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/status-of-power-system-transformation-2019>
- Impram, S., Varbak Nese, S., & Oral, B. (2020, September). Challenges of renewable energy penetration on power system flexibility: A survey. *Energy Strategy Reviews*, Vol. 31, p. 100539. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100539>
- IVA. (2017). *Sweden's Future Electrical Grid. A project report. IVA Electricity Crossroads project*. Retrieved from <https://www.iva.se/globalassets/info-trycksaker/vagval-el/vagvalel-swedens-future-electrical-grid.pdf>

- Johne, A. (1999). Successful Market Innovation. In *Innovationsmanagement* (pp. 163–170). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-58427-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-642-58427-5_15)
- Jonason, A. (2001). Innovative pricing. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-3221>
- Khomami, H. P., Fonteijn, R., & Geelen, D. (2020). Flexibility market design for congestion management in smart distribution grids: The dutch demonstration of the interflex project. *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe, 2020-October(Lv)*, 1191–1195. <https://doi.org/10.1109/ISGT-Europe47291.2020.9248970>
- Khripko, D., Morioka, S. N., Evans, S., Hesselbach, J., & de Carvalho, M. M. (2017). Demand Side Management within Industry: A Case Study for Sustainable Business Models. *Procedia Manufacturing*, 8, 270–277. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.034>
- Kjellberg, H., Azimont, F., & Reid, E. (2015). Market innovation processes: Balancing stability and change. *Industrial Marketing Management*, 44, 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.10.002>
- Kulms, T., Meinerzhagen, A. K., Koopmann, S., & Schnettler, A. (2017). Development of An Agent-based Model for Assessing the Market and Grid Oriented Operation of Distributed Energy Resources. *Energy Procedia*, 135, 294–303. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.521>
- Lund, P. D., Lindgren, J., Mikkola, J., & Salpakari, J. (2015, May). Review of energy system flexibility measures to enable high levels of variable renewable electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 45, pp. 785–807. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.057>
- Lynch, P. J., Power, J., Hickey, R., & Messrevey, T. B. (2017). Business model strategies: Flexibility trade in low voltage distribution networks. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 4(3), 380–391. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.3S\(12\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.3S(12))
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), 247–264. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- Malkiel, B. G. (2003). The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59–82. <https://doi.org/10.1257/089533003321164958>
- Mason, J. (2002). *Qualitative Researching* (2nd ed.; L. Slocombe, Ed.). London: SAGE Publications.
- Metcalf, J. S. (1998). *Evolutionary Economics and Creative Destruction - J. Stanley Metcalfe - Google Böcker*.
- NEPP. (2019). *Färdplan fossilfri el – analysunderlag - En analys av scenarier med en kraftigt ökad elanvändning*. Retrieved from <https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/sa-tycker-vi/fardplaner-fossilfritt-sverige/fardplan-el-20190802.pdf>
- Nord Pool. (2021). Day-ahead trading | Nord Pool. Retrieved February 15, 2021, from <https://www.nordpoolgroup.com/trading/Day-ahead-trading/>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and ... - Alexander Osterwalder, Yves Pigneur - Google Böcker*.
- Owen, G. T. (2014). Qualitative methods in higher education policy analysis: Using interviews and document analysis. *Qualitative Report*, 19(26), 1–19. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2014.1211>
- Pattyn, V., Molenveld, A., & Befani, B. (2019). Qualitative Comparative Analysis as an Evaluation Tool: Lessons From an Application in Development Cooperation. *American Journal of Evaluation*, 40(1), 55–74. <https://doi.org/10.1177/1098214017710502>

- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating Shared Value How to reinvent capitalism—and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, 1–17.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Green and competitive: Ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 47–60. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)99997-e](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)99997-e)
- Potter, J., & Hepburn, A. (2012). Eight challenges for interview researchers. In *The SAGE Handbook of Interview Research: The Complexity of the Craft* (pp. 555–570). <https://doi.org/10.4135/9781452218403.n39>
- Power Circle. (2019). Stödtjänster från nya tekniker. Retrieved March 10, 2021, from <https://powercircle.org/stodtjanster-fran-nya-tekniker/>
- Ramos, A., De Jonghe, C., Gómez, V., & Belmans, R. (2016). Realizing the smart grid's potential: Defining local markets for flexibility. *Utilities Policy*, 40, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.03.006>
- Regeringskansliet. (2021). Mål för energipolitiken. Retrieved April 21, 2021, from <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/energi/mal-och-visioner-for-energi/>
- Ricardo, D. (1817). On the Principles of Political Economy and Taxation -. Retrieved May 19, 2021, from [https://books.google.se/books/about/On\\_the\\_Principles\\_of\\_Political\\_Economy\\_a.html?id=cUBKAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.se/books/about/On_the_Principles_of_Political_Economy_a.html?id=cUBKAAAYAAJ&redir_esc=y)
- Richardson, D. B. (2013). Electric vehicles and the electric grid: A review of modeling approaches, Impacts, and renewable energy integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.042>
- Rihoux, B., & Lobe, B. (2009). The case for qualitative comparative analysis (QCA): Adding leverage for thick cross-case comparison. *Books.Google.Com*. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=BZtx0nkz1ZIC&oi=fnd&pg=PA222&ots=HNzLfoMpq-&sig=yCpmOb5YtvIbtGZ-ZAEM20Z4W00>
- Roesch, M., Bauer, D., Haupt, L., Keller, R., Bauernhansl, T., Fridgen, G., ... Sauer, A. (2019). Harnessing the Full Potential of Industrial Demand-Side Flexibility: An End-to-End Approach Connecting Machines with Markets through Service-Oriented IT Platforms. *Applied Sciences*, 9(18), 3796. <https://doi.org/10.3390/app9183796>
- Schittekatte, T., & Meeus, L. (2020). Flexibility markets: Q&A with project pioneers. *Utilities Policy*, 63(February), 101017. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101017>
- Schmidt, P. (2018). Market failure vs. system failure as a rationale for economic policy? A critique from an evolutionary perspective. *Journal of Evolutionary Economics*, 28(4), 785–803. <https://doi.org/10.1007/s00191-018-0564-6>
- Schumpeter, J. (1934). The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle. In *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle* (pp. 61–116). [https://doi.org/10.1007/0-306-48082-4\\_3](https://doi.org/10.1007/0-306-48082-4_3)
- Simon, H. A. (1955). *A BEHAVIORAL MODEL OF RATIONAL CHOICE*. Retrieved from <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0604198.pdf>
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One*. Retrieved from <https://era.ed.ac.uk/handle/1842/1455>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

- Stanley, R., Johnston, J., & Sioshansi, F. (2019). Platforms to support nonwire alternatives and DSO flexibility trading. In *Consumer, Prosumer, Prosumer: How Service Innovations will Disrupt the Utility Business Model*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816835-6.00006-1>
- Svenska kraftnät. (2016). Balansansvar | Svenska kraftnät. Retrieved February 11, 2021, from <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/balansansvar/>
- Svenska kraftnät. (2020a). Drivkrafter bakom utvecklingen av transmissionsnätet. Retrieved from <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/transmissionsnatet/drivkrafter/>
- Svenska kraftnät. (2020b). Effektreserven för 2020-2025 | Svenska kraftnät. Retrieved February 9, 2020, from <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/information-om-stodtjanster/effektreserv/effektreserven-for-2020-2025/>
- Svenska kraftnät. (2020c). Information om stödtjänster. Retrieved February 22, 2020, from <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/information-om-stodtjanster/>
- Svenska kraftnät. (2020d). *sthlmflex - Projektpresentation*. Retrieved from <https://www.svk.se/siteassets/2.utveckling-av-kraftsystemet/forskning-och-utveckling/sthlmflex/short-presentation-sthlmflex-20200611.pdf>
- Svenska kraftnät. (2021a). Kontrollrummet | Svenska kraftnät. Retrieved from <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/kontrollrummet/>
- Svenska kraftnät. (2021b). Om elmarknaden. Retrieved May 17, 2021, from <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/om-elmarknaden/>
- Svenska kraftnät. (2021c). Sök nätområde. Retrieved from <https://mimer.svk.se/NetworkArea/Search>
- Svenska kraftnät. (2021d). Stödtjänster. Retrieved from <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/information-om-stodtjanster/>
- Svenska kraftnät. (2021e). *TRANSMISSIONSNÄTET*. Retrieved from <https://www.svk.se/utveckling-av-kraftsystemet/transmissionsnatet/>
- Svenska kraftnät. (2021f). Transmissionsnätstariffen | Svenska kraftnät. Retrieved February 16, 2021, from <https://www.svk.se/aktorsportalen/systemdrift-elmarknad/anslut-till-transmissionsnatet/transmissionsnatstariffen/>
- Svenska kraftnät. (2021g). Vårt uppdrag. Retrieved February 5, 2021, from <https://www.svk.se/om-oss/verksamhet/>
- Svenska Kraftnät. (2017). Systemutvecklingsplan. Retrieved February 17, 2021, from <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2017/svenska-kraftnats-systemutvecklingsplan-2018-2027.pdf>
- Sweco. (2015). *Study on the effective integration of Distributed Energy Resources for providing flexibility to the electricity system*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35386.39360>
- Sweco. (2016). *Elkundens möjlighet till flexibel elanvändning*. Retrieved from <https://docplayer.se/27167864-Elkundens-mojlighet-till-flexibel-elanvandning-en-underlagsrapport-till-energimarknadsinspektionen-2016.html>
- Sweco. (2020). *Kartläggning av hur planerade nätinvesteringar avhjälper kapacitetsbrist i elnätet*. Retrieved from <https://docplayer.se/196246000-Kartlaggning-av-hur-planerade-natinvesteringar-avhjälper-kapacitetsbrist-i-elnatet.html>

- THEMA. (2019). *Nättariffer för ett effektivt utnyttjande av elnätet*. Retrieved from <https://ei.se/download/18.3efc7ab1177db3efbe42aded/1615454324586/THEMA-Slutrapport.pdf>
- Torraco, R. J. (2005). Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356–367. <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Ulbig, A., & Andersson, G. (2015). Analyzing operational flexibility of electric power systems. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 72, 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2015.02.028>
- Vattenfall. (2019). Klimat och kärnkraft debatteras – igen - Vattenfall. Retrieved April 15, 2021, from <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2019/klimat-och-karnkraft-debatteras--igen>
- Vattenfall. (2020). Motstånd mot kärnkraft | Vattenfalls historia och kulturarv - Vattenfalls historia och kulturarv. Retrieved April 8, 2021, from <https://historia.vattenfall.se/stories/i-hetluften/motstand-mot-karnkraft>
- Villar, J., Bessa, R., & Matos, M. (2018). Flexibility products and markets: Literature review. *Electric Power Systems Research*, 154, 329–340. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2017.09.005>
- Wahlroos, M., Pärssinen, M., Manner, J., & Syri, S. (2017). Utilizing data center waste heat in district heating – Impacts on energy efficiency and prospects for low-temperature district heating networks. *Energy*, 140(2017), 1228–1238. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.08.078>
- Walras, L. (1896). *Eléments d'économie politique pure*. Retrieved May 19, 2021, from [https://scholar-google-com.e.bibl.liu.se/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&q=+++Walras%2C+Léon++Eléments+d'économie+politique+pure&btnG=](https://scholar-google-com.e.bibl.liu.se/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=+++Walras%2C+Léon++Eléments+d'économie+politique+pure&btnG=)
- Zabaleta, K., Casado-Mansilla, D., Kapassa, E., Borges, C. E., Presmair, G., Themistocleous, M., & Lopez-De-Ipina, D. (2020). Barriers to Widespread the Adoption of Electric Flexibility Markets: A Triangulation Approach. *2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies, SpliTech 2020*. <https://doi.org/10.23919/SpliTech49282.2020.9243744>
- Zhou, K. Z., Yim, C. K. (Bennett), & Tse, D. K. (2005). The Effects of Strategic Orientations on Technology- and Market-Based Breakthrough Innovations. *Journal of Marketing*, 69(2), 42–60. <https://doi.org/10.1509/jmkg.69.2.42.60756>

# Bilagor

## Bilaga 1: Intervjuguide nätägare

### Allmänt

- Namn och anställning
- Berätta om er organisation.
- Hur arbetar ni i dagsläget med att bedöma risken för kapacitetsbrist?
  - Hur genomförs prognostiseringen för en "riskfylld" kall dag?
- Hur ser riskbedömningen ut för kapacitetsbrist i Göteborg?
  - När blir det akut?
- Tillfälliga abonnemang från överliggande nät, hur ser den situationen ut hos er?
- Hur arbetar ni med nätplanering idag?

### Flexibilitet

- Tas flexibilitetsresurser i beaktning vid nätutvecklingsplanering i dagsläget?
- Hur ska man beräkna flexibilitetsresurser kontra nätutbyggnad?
- Vad är er syn på *Ren energi-paketet* och kommande lagstiftning gällande flexibilitet?
- Vilka möjligheter har ni att möjliggöra/erbjuda flexibilitet i elnätet?
  - Genom elproduktion?
- Vad är er betalningsvilja för flexibilitet?
  - Kort och lång sikt?
- Planerar ni att medverka på en flexibilitetsmarknad i Göteborg?
  - Finns en tidplan?
  - Hur ska ni gå till väga med etableringen?
  - Forskningsprojekt?
- Vilka möjligheter ser ni med en FM?
- Vilka olika aktörer anser du krävs för att få till en fungerande flexibilitetsmarknad?
  - Planerar ni samarbeten med andra nätoperatörer? Lokala, regionala eller Svenska kraftnät?
  - Hur ser ni på att delta på en nationell flexibilitetsmarknad?
- Val av marknadsoperatör?

### Hinder och drivkrafter

- Vilka förutsättningar krävs för en fungerande flexibilitetsmarknad?

- Från ert perspektiv, vilka är de tekniska aspekterna?
- Vilka är de organisatoriska aspekterna?
- Vilka är de ekonomiska aspekterna?
- Vilka ser ni som potentiella flexibilitetsleverantörer?
  - Vilka krav/kriterier bör uppfyllas?
  - Har ni några aktörer redan idag som skulle kunna agera som flexibilitetsleverantörer?
- Hur ska ni nå flexibilitetsleverantörer och engagera dem att delta på en flexibilitetsmarknad?
- Vad tror du flexibilitetsleverantörer begär av er som köpare?
  - Viktiga incitament?
  - Stödtjänster?
  - Information/vägledning för implementering?
- Vad krävs från flexibilitetsleverantörerna för att en flexibilitetsmarknad ska fungera?
  - Storlek på buden?
  - Långsiktighet?
- Vilka svårigheter/utmaningar ser du med en flexibilitetsmarknad?
  - Hur kan de överkommas?
- Vilka alternativ ser ni till flexibilitetsmarknad?

## Bilaga 2: Intervjuguide flexibilitetsleverantörer

### Allmänt

- Namn och anställning
- Berätta om din roll och er organisation.
- Hur arbetar ni med energifrågor kopplat till elektricitet?
  - Har en energikartläggning genomförts?
  - Finns det en särskild strategi för energiarbetet?
  - Har företaget några särskilda mål med energiarbetet?
  - Hur anser du att er kompetens inom energi är generellt?
- Vilken typ av elavtal har ni?
  - Hur anser du att er kompetens inom elhandel är?
  - Bedriver ni elhandel via Nord Pool?

### Verksamhetsfrågor

- Hur bra koll anser du att ert företag har på er elanvändning?
- Hur stor är er tillgängliga effekt?
- Hur ser den effektbehovet ut över tid?
  - Över dagen?
  - Varierar det över tid på året?
- Vilka är de primära effektkrävande processerna?
- Vilka möjligheter har ni att reglera effektbehovet?
  - Vad krävs för att möjliggöra reglering?
  - Vilka tekniska hinder finns?
- Har ni tillgång till reservkapacitet?
  - Batterilager? Elproduktion?
- Hur bedömer ni ert framtida effektbehov?
  - Vilka parametrar kollar ni efter?
  - Görs en riskbedömning?

### Flexibilitet

- Vad är din syn på flexibilitet?
  - Vad är din syn och kunskap om flexibilitetsmarknad?
- Arbetar ni aktivt i dagsläget för att medverka på en framtida flexibilitetsmarknad?
- Vad tror du deltagandet på en flexibilitetsmarknad skulle innebära i praktiken?

### Drivkrafter

- Vilka incitament finns för att ni ska erbjuda flexibilitet?
  - Vilka incitament behövs?
- Vilka tror ni är intresserade av att ni erbjuder er flexibilitet?
- Ser ni intäkter kopplat till medverkan på en flexibilitetsmarknad?
- Vilka möjligheter tror du ert företag har för att delta på en flexibilitetsmarknad?

## Hinder

- Vilka hinder ser ni kopplat till medverkan på en flexibilitetsmarknad?
  - Hur kan de överkommas?
  - Krävs extern hjälp?
- Ser ni kostnader kopplat till en medverkan på en flexibilitetsmarknad?
  - Inträdesbarriärer, krävs investeringar?
  - Vad är er payback-tid?

## Bilaga 3: Intervjuguide aggregatorer

- Namn och anställning
- Berätta om din roll och er organisation
- Hur ser du på potentialen för flexibilitetsmarknader?
- Vad är affärsnyttan för aggregatorer på en flexibilitetsmarknad?
- Vad är det aggregatorer bidrar med till flexibilitetsleverantören? På vilket sätt hjälper en aggregator flexibilitetsleverantörer?
- Hur har ni tänkt avgöra prissättningen för flexibiliteten?
- Hur ser er affärsmodell ut?
- Hur sker den praktiska aggregeringen av flexibilitet gentemot era kunder?
  - Hur stort är intresset från era kunder att vara delaktiga på en flexibilitetsmarknad?
- Hur ser framtidsutsikterna att vara en aggregator i Göteborg? Finns det några etablerade idag?
- Vilka aktörer hade varit intressanta som flexibilitetsleverantörer i Göteborg?