

ÄR OFF-GRID FRAMTIDEN FÖR DET SVENSKA ELSYSTEMET?

En analys utifrån Flernivå-perspektivet

**KAROLINA BERGKVIST
CAROLINE HERMANSSON**

Akademien för ekonomi, samhälle och teknik

Kurs: Examensarbete i industriell ekonomi
Kurskod: FOA402
Ämne: Industriell ekonomi
Högskolepoäng: 30 hp
Program: Civilingenjörsprogrammet i industriell ekonomi

Handledare: Pär Blomkvist
Examinator: Pär Blomkvist
Datum: 2019-06-04
E-post:
kbt14002@student.mdh.se
chn14010@student.mdh.se

FÖRORD

Detta examensarbete är ett examinerande moment i kursen ”Examensarbete i industriell ekonomi”, 30 högskolepoäng, och har utförts som en avslutande del i Civilingenjörsprogrammet i Industriell ekonomi med inriktning mot Energiteknik, 300 högskolepoäng, på Mälardalens högskola under vårterminen 2019.

Vi vill rikta ett stort tack till vår uppdragsgivare, WSP, som gav oss möjligheten att genomföra denna studie samt ett speciellt tack till vår handledare på WSP, Claës af Burén.

Vi vill även tacka vår handledare på Mälardalens högskola, Pär Blomqvist, som på seminarierna hjälpt och lett oss i rätt riktning samt bistått med värdefulla insikter kring hur vårt arbete kan utvecklas och stärkas. Vi vill även tacka samtliga opponenter som läst och bistått med värdefull feedback.

Slutligen vill vi rikta ett stort tack till samtliga medverkande företag och personer som ställt upp på intervju till denna studie.

Västerås, juni 2019



Karolina Bergkvist



Caroline Hermansson

ABSTRACT

Date:	4 th June 2019
Level:	Degree project at advanced level, 30 ETCS
Institution:	School of Business, Society and Engineering, Mälardalen University
Authors:	Karolina Bergkvist and Caroline Hermansson
Title:	Is off-grid the future for the Swedish electricity system? – An analysis from the Multi-Level Perspective
Supervisor:	Pär Blomkvist, Mälardalen University
Keywords:	Off-grid, Energy landscape of the future, Multi-Level Perspective, Large Technical Systems, Swedish electricity system
Purpose:	The purpose of this master thesis is to study whether the off-grid scenario is a potential direction in the Swedish energy landscape of the future, and to investigate what can drive such development.
Research Question:	<ul style="list-style-type: none">- How do the actors of the system reflect on the possibilities for development towards an electricity system that is characterized as off-grid?- What factors can drive the development towards a system characterized as off-grid?
Method:	For this master thesis, a qualitative research strategy has been applied, through an abductive approach towards the found empirical material and theory. An empirical data collection has been carried out in the form of semi-structured interviews with ten actors in the Swedish electricity grid market. Subsequently, a thematic analysis has been carried out, in which the empirical material is set against the theory.
Conclusion:	The study shows that there today are several factors that can drive the development towards an off-grid electricity system in Sweden. In the study's empirical material, it is possible to find signs that most informants believe that change in today's Swedish electricity system is needed. However, how likely it is that such a change process will take place, the study finds no evidence for. The factors that would drive the development towards an electricity system characterized by off-grid can be identified as price development, development in other sectors, changed tariff set, decentralization, legislation, increased popularity and examples where off-grid has been realized.

SAMMANFATTNING

Datum:	4 juni 2019
Nivå:	Examensarbete på avancerad nivå, 30 hp
Institution:	Akademien för Ekonomi, Samhälle och Teknik, Mälardalens Högskola
Författare:	Karolina Bergkvist och Caroline Hermansson
Titel:	Är off-grid framtiden för svenska elsystemet? En analys utifrån ett flernivå-perspektiv
Handledare:	Pär Blomkvist, Mälardalens Högskola
Nyckelord:	Off-grid, Framtidens energilandskap, Flernivå-perspektivet, Stora tekniska system, Svenska elsystemet
Syfte:	Syftet med detta examensarbete är att studera om scenariot off-grid är en potentiell riktning i framtidens svenska energilandskap, samt undersöka vad som kan driva en sådan utveckling.
Frågeställning:	<ul style="list-style-type: none">- Hur ser systemets aktörer på möjligheterna till en utveckling mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid?- Vilka faktorer kan driva utvecklingen av elsystemet mot ett system som karaktäriseras som off-grid?
Metod:	För detta examensarbete har en kvalitativ forskningsstrategi tillämpats, genom ett abduktivt förhållningssätt till funnen empiri och teori. En empirisk datainsamling har genomförts i form av semistrukturerade intervjuer med ett tiotal aktörer på den svenska elnätsmarknaden. Därefter har en tematisk analys utförts, där det empiriska materialet ställts mot teori.
Slutsats:	Studien påvisar att det idag finns flertalet faktorer som kan vara drivande för en utveckling mot ett off-grid elsystem. I studiens empiriska material går det att finna tecken på att flertalet informanter tror att en förändring av dagens svenska elsystem behövs. Dock hur troligt det är, att en sådan förändringsprocess sker, finner studien inga belägg eller grunder för. De faktorer som skulle driva utvecklingen mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid kan identifieras som prisutveckling, utveckling i andra sektorer, ändrad tariffsättning, decentralisering, lagstiftning, ökad popularitet samt exempel där off-grid har realiserats.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Problematisering.....	2
1.3	Syfte.....	4
1.4	Frågeställningar	4
1.5	Avgränsningar.....	4
1.6	Studiens disposition.....	5
2	LITTERATURSTUDIE	6
2.1	Stora tekniska system	6
2.2	Flernivå-perspektivet.....	7
2.2.1	Landskapsnivå	8
2.2.2	Nischnivå.....	8
2.2.3	Regimnivå	8
2.2.4	Förändringar.....	9
2.3	El i Sverige	12
2.3.1	Koncession.....	12
2.3.2	Användning	13
2.3.3	Elnätsavgifternas utveckling	13
2.3.4	Efterfrågefleksibilitet	14
2.3.5	Förändringar på marknaden	15
2.3.6	Framväxten av off-grid.....	15
2.3.7	Energisamhällen	16
2.4	Teknikens utvecklingsstatus.....	17
2.4.1	Solceller.....	17
2.4.2	Lagring	18
2.5	Miljömedvetenhet och attityder.....	19
3	METOD	20
3.1	Val av metod.....	20

3.2	Datainsamlingsmetod.....	21
3.2.1	Intervjuer	21
3.2.2	Urval	22
3.3	Studiens arbetsgång	23
3.4	Metoddiskussion.....	24
3.4.1	Reliabilitet och Validitet.....	24
3.4.2	Objektivitet	25
3.4.3	Etik.....	25
3.4.4	Källkritik	26
4	EMPIRI.....	27
4.1	Landskapsnivå	27
4.2	Nischnivå	29
4.3	Regimnivå	30
4.3.1	Tekniska element och fysiska strukturer	30
4.3.2	Formella-, normativa- samt kognitiva regler	31
4.3.3	Sociala strukturer, nätverk och aktörer	34
5	ANALYS	36
5.1	Landskapsnivå	36
5.2	Nischnivå	37
5.3	Regimnivå	39
5.3.1	Tekniska element och fysiska strukturer	40
5.3.2	Formella-, normativa- samt kognitiva regler	40
5.3.3	Sociala strukturer, nätverk och aktörer	42
5.4	Övergripande analys	43
6	DISKUSSION OCH SLUTSATS	45
7	FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER	48
8	REFERENSER	49
	BILAGA 1: INTERVJUGUIDE	55

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 - Kapslad hierarkisk struktur. (Geels, 2002)	8
Figur 2 - Transformerings genom de tre strukturerna (Geels, 2002)	10
Figur 3 - Elens väg (Svenska Kraftnät, 2017)	12
Figur 4 - Månatlig elanvändning 2014 (SCB, 2019)	13
Figur 5 - Utveckling av elnätsavgifter. (Nils Holgersson-gruppen, bearbetade data)	14
Figur 6 - Modulpriser av kristallina-kisel solceller. (BloombergNEF, 2018)	18
Figur 7 - Ackumulerad energilagring (BloombergNEF, 2018)	18
Figur 8 - Undersökning från 2014 om svenskar attityder till energikällor. Frågan "hur Sverige bör satsa på olika energikällor de kommande 5-10 åren". (Energimyndigheten, 2014)	19
Figur 9 - Abduktiv ansats baserad på Blomqvist & Hallin (2014)	21

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 - Förteckning över samtliga informanter. Alla intervjuer genomfördes under våren 2019 och informanterna har kategoriserats utifrån grupperna; Branschverksammaaktörer, Branschorganisationer, Slutkund, Myndigheter och statliga aktörer.	23
Tabell 2 - Kodning	27

FÖRKORTNINGAR

Förkortning	Beskrivning
IS	Innovationssystem
LTS	Stora tekniska system
MLP	Flernivå-perspektivet
TIS	Tekniska innovationssystem

DEFINITIONER

Definition	Förklaring
Flaskhals	Ett område i nätet där full utnyttjad kapacitet råder, trots att det finns ledig kapacitet i närliggande områden
Micro-grid	Några konsumenter och producenter som är sammankopplade i ett småskaligt elnät.
Off-grid	Att som konsument vara bortkopplad från det traditionella elnätet och således vara oberoende av tillförsel av el från en annan aktör
Prosumert	Individ som både producerar och konsumerar elektricitet

1 INLEDNING

I följande kapitel introduceras läsaren till ämnet. En bakgrund till det identifierade problemet presenteras, som vidare leder till studiens syfte och frågeställningar. Därefter presenteras studiens avgränsningar.

Dagens klimatproblematik i kombination med ökad efterfrågan på el, som dels beror på ökad elektrifiering, sätter press på dagens elsystem att leverera säker och pålitlig el. (IVA, 2016b) Dock har elpriserna, främst elnätsavgifterna, i Sverige ökat avsevärt de senaste åren och stora geografiska skillnader upplevs (Nils Holgersson-gruppen, u.å.). För att slippa skenande elnätsavgifter finns alternativet för privatpersoner att börja producera sin egen el och på sikt bli helt självförsörjande och koppla bort sig från elnätet, en så kallad off-grid lösning. (Hojckova, Sandén, & Ahlberg, 2018) Off-grid innebär i vissa kontexter att ett hushåll är helt oberoende av alla samhällstjänster som distribution av el, värme och vatten. Dock avser denna studie enbart till att utreda detta begrepp i kontexten elförsörjning. Det finns en rad olika förnyelsebara produktionstekniker som är tillgängliga i små skala, exempelvis solkraft och vindkraft (Palm & Tengvard, 2011). Solceller är den teknik som anses som mest aktuell för mindre aktörer (SOU 2018:76). Emellertid är stora socio-tekniska system, som elnätet, svåra att förändra eftersom systemet har komplex dynamik (Hughes, 1987).

1.1 Bakgrund

Det var efter den så kallade Brundtlandrapporten som begreppet *hållbar utveckling* fick en betydande roll i miljö- och klimatfrågor. Världskommissionen för miljö och utveckling hävdade att om miljön i grunden förstörs och naturresurserna överexploateras är det omöjligt att uppnå hållbar ekonomisk tillväxt och social utveckling. (World Commission on Environment and Development, 1987) Global uppvärmning är ett fenomen som ses som ett resultat av ökade utsläpp av växthusgaser. Den globala uppvärmningen ändrar människors levnadsförhållande, exempelvis ökar den genomsnittliga temperaturen på jorden, vilket gör att glaciärer smälter och vidare att havsnivåerna höjs. (WWF, u.å.) Stundande klimatförändringar hotar att ändra jordens ekosystem och för att styra dessa förändringar bort från ett tröskelvärde krävs mänsklig handling. (Steffen et al., 2018) Sveriges ambition är att ha en fordonsflotta som inte är fossilberoende år 2030. Dessutom ska utsläppen av växthusgaser minska med 40 procent till 2020 jämfört med 1990 för verksamheter som inte omfattas av systemet för handel med utsläppsrätter. (Miljö- och energidepartementet, 2015) Sverige har haft som mål att 50 procent energikonsumtionen ska genereras från förnybara källor 2020, dock anses detta mål uppfyllt redan 2012. (Anaya & Pollit, 2015) Senast 2040 ska Sverige ha 100 procent förnybar elproduktion. (Lövin, 2018)

För att nå de uppsatta klimatmålen byggs allt mer förnyelsebar elproduktion, så som vind- och solelproduktion. Ökningen av den icke planerbara elproduktionen och utfasningen av kärnkraften skapar sämre effektbalans i elnätet. Tre viktiga åtgärder för att hantera effektproblematiken är ökad överföringskapacitet, utveckling av användarflexibiliteten och energilagring. I rapporten *Anpassning av elsystemet med en stor mängd förnybar*

elproduktion menar Svenska Kraftnät (2015) att det, med nuvarande marknadsdesign, är svårt att se hur elmarknaden ska kunna leverera behövd effekt i framtiden. Historiskt sett har användarsidan varit passiv och inte förändrat sina förbrukningsmönster utifrån variation i elpriset, och Svenska Kraftnät anser att de ekonomiska incitamenten för användarflexibilitet har varit för svaga. (Svenska Kraftnät, 2015) En undersökning från 2017 visar att allt större del av den svenska befolkningen tar hänsyn till hållbarhet och miljö i sin vardag men många vill göra ännu mer. Dock anser var tredje person att det är för dyrt. (Projektengagemang, 2017)

Sveriges elanvändning har ökat med över hundra procent mellan 1970 och 2013. I *Scenarier för den framtida elanvändningen* presenterar Kungliga Ingenjörssakademien, IVA (2016), fem olika scenarion för den framtida svenska elanvändningen. I tre av fallen förväntas ett ökat elbehov. En ökad elektrifiering av exempelvis transporter förväntas öka effektuttaget och påverka det svenska elnätet. När det svenska elsystemet skapades så utformades det med storskalig energiproduktion, framförallt för att det var ekonomiskt fördelaktigt. Om mängden vindkraft, biokraft och solkraft blir en större del av energisystemet i framtiden förväntas produktionen bli mer distribuerad. (IVA, 2016b)

Huvuddelen av Sveriges elkonsumenter är beroende av eldistribution och nätverksamheten regleras bland annat av nätkoncession, vilket skapar ett naturligt monopol bland elnätsföretagen (Energimarknadsinspektionen, 2009). För att täcka kostnaden för elnätet beläggs alla elnätsbolagets kunder med en fast avgift för nyttjandet av elnätet. Avgiften som de svenska konsumenterna betalar för att bruka elnätet, elnätsavgiften, har ökat i genomsnitt ca 5,4 procent per år sedan 2014 (Nils Holgersson-gruppen, u.å.) För att öka investeringar i åldrad nätinfrastuktur har avbrottsersättning vid elavbrott längre än 24 timmar införts. (Energimyndigheten, 2007) I sin rapport *Nya regler för elnätsföretagen inför perioden 2020-2023* menar Energimarknadsinspektionen (2017) att de planerade investeringarnas kostnadsnivå skulle innebära en avgiftsökning på ca 1 procent, vilket indikerar att dessa prisökningar endast till viss del kan förklaras i investeringar. Det bör också poängteras att det finns stora variationer i elnätsavgiftens storlek mellan olika geografiska områden i Sverige. År 2018 var den lägsta avgiften 50 öre/kWh och den högsta 145 öre/kWh (Nils Holgersson-gruppen, u.å.) Ökningen av elnätsavgifterna har minskat konsumenternas förtroende för elnätsföretagen (Energimarknadsinspektionen, 2018).

1.2 Problematisering

Det svenska elnätet kan enligt Kajiser (1994) ses som ett infrasystem, och Hughes (1983) beskriver infrasystem som stora socio-tekniska system. Vidare kan stora socio-tekniska system studeras ur det så kallade Stora tekniska system (LTS)-perspektivet. Flera forskare menar att samhällsutmaningar, som exempelvis klimathot, kan lösas genom innovationer. (Mölleryd, 2018; Blomqvist & Johansson, 2016) För energisystem och säker energiförsörjning är innovationer av särskild vikt, då innovationer kan främja välfärd och driva utveckling mot ett hållbart samhälle. (Mölleryd, 2018) Teorin Flernivå-perspektivet (MLP) är ett ramverk som ämnar förklara hur och varför strukturella transformeringar i socio-tekniska system uppkommer och hur innovationer får fäste i ett samhälle (Geels, 2002). En av de punkter som Hughes (1983) belyser när han karaktäriserar LTS är att de är svåra att förändra, dels på grund av att systemets aktörer har en negativ inställning till förändring vilket gör att LTS ofta är mycket konservativa. När LTS väl förändras är det ofta

krafter som miljöhänsyn, förändrade marknadsförhållanden, brist på primära resurser eller nya teknologiska lösningar som är drivande. (Hughes, 1983)

Hojckova (2018) har genom sin forskning *Watt 's next?* studerat socio-teknisk utveckling av elsystemet. Studien motiverar att en förändring av nuvarande elsystem behövs för att möta framtidens utmaningar med ett 100 procent förnyelsebart elsystem. Det finns mycket som tyder på att det just nu pågår en utveckling och transformering av dagens elsystem, dock är det ännu oklart i vilken riktning. Hojckova (2018) beskriver tre olika framtidsscenarioer för en potentiell utveckling, där studien bottenar i de teoretiska ramverken Tekniska innovationssystem(TIS) och MLP. Förändringsprocesser och transformeringar tar lång tid, men även inlåsta system kan ersättas av nya, vilket forskningen benämner som socio-teknisk övergång. En transformering tar sig avstamp i innovationer som ger nya möjligheter, vilket i sin tur ger svaret på de problem som finns i nuvarande system. (Hojckova, 2018)

Ett av de framtidsscenarioer som Hojckova (2018) beskriver är off-grid scenariot. Systemet karaktäriseras då av ett elsystem som utgörs av små oberoende system, där varje konsument producerar el som täcker det egna behovet. I ett off-grid scenario förändras konsumenternas beroende av att elnätsbolag förser konsumenten med el. Historiskt sett har självförsörjande energilösningar oftast setts ur perspektivet att möjliggöra tillgång till el i fattiga länder och regioner. Småskaliga solsystem har varit lösningen då infrastruktursystemet länge varit både opålitligt och obefintligt i dessa områden. I industrialiserade länder som USA och Australien sker en ökning av självförsörjande hushåll. (Hojckova, Sandèn, & Ahlborg, 2018)

Tekniska lösningar kan påverka och omvandla arkitekturen i ett infrasystem. Ny och modern teknik i kombination med ökad kundmedvetenhet banar vägen för en ny riktning i det moderna energilandskapet. En nyckel till att nå uppsatta klimatmål kan vara övergången från passiv till aktiv energikonsument. Den tekniska utvecklingen skapar förutsättningar och underlättar transformeringen av dagens elsystem, men även om tekniken för småskalig energiproduktion utvecklas i hög takt så är det inte helt oproblematiskt att inneha ett hushåll som är *off-grid*. Det krävs stora investeringar från konsumenten och det skapar viss osäkerhet kring tillgången till el.

1.3 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att studera om scenariot off-grid är en potentiell riktning i framtidens svenska energilandskap, samt undersöka vad som kan driva en sådan utveckling.

1.4 Frågeställningar

- *Hur ser systemets aktörer på möjligheterna till en utveckling mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid?*
- *Vilka faktorer kan driva utvecklingen av elsystemet mot ett system som karaktäriseras som off-grid?*

1.5 Avgränsningar

Den här studien avgränsas till det svenska elsystemet och dess befintliga struktur. Därav tas endast hänsyn till svenska förutsättningar, så som lagar och sociala strukturer. Detta begränsar studiens generaliserbarhet till andra marknader, eftersom specifika villkor och förutsättningar måste tas hänsyn till. Studien undersöker främst möjligheterna för privata elkonsumenter och inte stora konsumenter som industrier eller företag. Vidare avser denna studie enbart att utröna ett hypotetiskt scenario och inte utföra några energitekniska beräkningar. Författarna avgränsar sig till att enbart ta hänsyn till dagens förutsättningar i det svenska elsystemet.

1.6 Studiens disposition

Kapitel 1 Inledning- *I följande kapitel introduceras läsaren till ämnet. En bakgrund till det identifierade problemet presenteras, som vidare leder till studiens syfte och frågeställningar. Därefter presenteras studiens avgränsningar.*

Kapitel 2 Litteraturstudie - *Följande kapitel är en sammanställning från den litteraturstudie som har genomförts för studien. Kapitlet börjar med att presentera de två teorierna LTS och MLP. De relevanta delarna av teorierna samt deras tillämpbarhet för studien presenteras. Vidare ges en bild av hur dagens svenska elmarknad är uppbyggd och hur el distribueras och konsumeras. Begreppet off-grid introduceras med hjälp av tidigare forskning, för att skapa en djupare förståelse för off-grid scenariot. Avslutningsvis presenteras teknikens utvecklingsstatus, samt samhällets inställning i frågan.*

Kapitel 3 Metod - *Följande kapitel börjar med en redogörelse och beskrivning för den valda metodiken i denna studie. Därefter förklaras processen och arbetsgången för studien, vilket efterföljs av en metoddiskussion där studiens trovärdighet och tillförlitlighet resoneras i utgångspunkt från validitet, reliabilitet samt objektivitet. Slutligen i detta kapitel återfinns ett avsnitt med källkritik där valda källor diskuteras och motiveras.*

Kapitel 4 Empiri - *Följande kapitel presenterar den empiri som har samlats in genom intervjuer. Dock återges inte alla intervjuer till helhet utan belyser enbart de viktigaste utgångspunkterna. Först presenteras en tabell med kodning av informanterna som underlättar för läsaren, vilket sedan följs av flera kapitel empiri. Empirin är utformad utefter MLP-teorins olika teman landskap-, nisch- samt regimnivå, för att skapa ett bra underlag för analys och slutsatser.*

Kapitel 5 Analys - *I detta kapitel har litteraturstudien och den insamlade empirin kopplats och analyserats utifrån studiens syfte. Kapitlet har strukturerats utefter MLP-teorins olika nivåer.*

Kapitel 6 Diskussion och Slutsats - *Denna studies syfte, att studera om scenariot off-grid är en potentiell riktning i framtidens svenska energilandskap och undersöka vad som kan driva en sådan utveckling, har uppfyllts genom en kvalitativ studie. I följande kapitel besvaras studiens frågeställningar till följd av en kort diskussion.*

Kapitel 7 Förslag till fortsatt forskning - *Följande kapitel introducerar ett antal förslag till fortsatta studier. Förslagen bygger på studiens avgränsningar och slutsatser.*

2 LITTERATURSTUDIE

Följande kapitel är en sammanställning från den litteraturstudie som har genomförts för studien. Kapitlet börjar med att presentera de två teorierna LTS och MLP. De relevanta delarna av teorierna samt deras tillämpbarhet för studien presenteras. Vidare ges en bild av hur dagens svenska elmarknad är uppbyggd och hur el distribueras och konsumeras. Begreppet off-grid introduceras med hjälp av tidigare forskning, för att skapa en djupare förståelse för off-grid scenariot. Avslutningsvis presenteras teknikens utvecklingsstatus, samt samhällets inställning i frågan.

För ett modernt samhälle är fungerande infrastruktursystem en grundläggande faktor, en förutsättning för det liv vi lever. Ett infrastruktursystem utgörs av anläggningar och strukturer som tillsammans skapar en helhet, ett system. Särskilt avses energisystem, elnät, vägar, järnvägar, vatten- och avloppssystem samt kommunikationssystem som grundläggande element i ett infrasystem. Vidare inkluderas även mer abstrakta system som sjukvård, skolor och lagar. (Nationalencyklopedin, u.å) Teknikhistoriken Arne Kaijser beskriver i sin bok *I fäderns spår* (1994) att infrasystem kan ses som "samhällets materiella underbyggnad i form av bland annat transportsystem, kommunikationssystem, energisystem och vatten- och avloppssystem" (s.15). Kaijser (1994) beskriver hur dessa system utgörs av tekniska komponenter och strukturer men att människor och organisationer skapar och brukar dessa system.

2.1 Stora tekniska system

I sin bok *Networks of Power* beskriver Thomas Hughes (1983) utvecklingen av det elektriska systemet, och konstaterar att tekniska system som det elektriska systemet bör ses som socio-tekniska system snarare än bara tekniska system. I sin studie redogör han att det tekniska systemet inte är autonomt och att systemets stil baseras på flera saker. Dessa saker är bland annat företagares drivande och beslut, institutionella strukturer, lagstiftningar och stöd samt ekonomiska principer. Vidare menar Hughes (1983) att stora socio-tekniska system är svårföränderliga. Hughes (1983) studier av stora socio-tekniska system resulterar i att han presenterar faserna Innovation, Teknisk övergång, Mognad, Konkurrens och Konsolidering samt Momentum i ett stort socio-tekniskt systems utveckling. (Hughes, 1983) Tekniska system skapas och utvecklas av innovatörer, ingenjörer, ledare och finansärer. Hughes (1987) benämner dessa som systembyggare. Tekniska system innehåller komponenter som är rörliga, komplexa och problemlösande och de är både socialt skapande och socialt skapade. Fysiska eller icke-fysiska artefakter som fungerar som komponenter i ett system verkar i samband med andra artefakter för att nå systemets mål, direkt eller indirekt. Denna samverkan gör att en förändring av egenskaper hos eller uteslutningen av en komponent påverkar de andra komponenterna och deras egenskaper. Artefakterna i ett system bör ses som samhällsbyggda eftersom de skapats av systembyggare. (Hughes, 1987) LTS teorin är tillämpbar på denna studie eftersom studien i grunden behandlar det svenska elsystemet, ett typ av system som Hughes (1987) ser som ett stort socio-tekniskt system. Det svenska elsystemet är inbundet i samhället av regelverk, strukturer och beteenden.

Salienter och *omvända salienter* kan användas för att beskriva förändringen av ett stort socio-tekniskt system. Begreppet *salienter* innefattar komponenter som, på grund av att de exempelvis är effektivare eller mer ekonomiskt fördelaktiga än andra komponenter, ligger i

framkant av systemet. Dessa komponenter kan oftast inte användas fullt ut då systemet inte är anpassat ännu. *Omvända salienter* innefattar istället komponenter som ligger efter systemets utveckling. Problemlösare, så som investerare, identifierar dessa *salienter* och *omvända salienter*. Ett steg på vägen mot att eliminera dessa gap är att definiera *kritiska problem*. Att definiera dessa som *kritiska problem* innebär att de blir lösningsbara problem, och genom att lösa de kritiska problemen sätts systemet åter i ett tillstånd av jämvikt. De kritiska problemen identifieras av systembyggarna. (Hughes, 1991)

2.2 Flernivå-perspektivet

Stora socio-tekniska system har komplex dynamik och struktur. Komponenterna och delarna är många och verkar ömsesidigt och simultant, vilket skapar tröghet och inlåsnings i strukturen. Innovationssystem (IS) och MLP har utvecklats oberoende av varandra men bottenar i samma teoretiska utgångspunkt, evolutionär ekonomisk teoretisering, som förklarar liknande empiriska fenomen. Båda teorierna belyser vikten av nätverk och lärandeprocesser samt institutionernas roll i utvecklingen av innovationer. (Markard & Thruffler, 2008) I den här studien kommer MLP att användas, framförallt med tanke på begreppets bredare fokus på samhället. Med utgångspunkt i studiens syfte så är MLP tillämpbar i studien eftersom den ger detta övergripande samhällsperspektiv. Dessutom fokuserar MLP på olika innovations- och övergångsprocessers dynamik medan IS fokuserar mer på dynamik och prognoser för en specifik innovation. (Prasad Koirala, van Oost, & van der Windt, 2018)

MLP är en teori som har utvecklats av forskarna Rip och Kemp (1998) samt Geels (2002). Teorin försöker förklara hur transformeringar och dynamiska förändringar sker i komplexa socio-tekniska system och modellen används främst som ett ramverk för att studera teknologiska transformeringar utifrån ett hållbarhetsperspektiv. (Geels, 2011) Modellen MLP illustreras av Figur 1, och bygger på tre strukturella nivåer; nisch, regim och landskap. Relationen mellan nivåerna ses som en kapslad hierarkisk struktur, där nischen är inkapslad i regimen och där regimen är vidare inkapslad i landskapet. Vidare menar Geels (2002) att teknologisk transformering inte har någon verkan eller syfte, förrän den sker i samverkan med mänskligt engagemang, sociala strukturer eller genom organisationer. Det har visat sig att även komplexa system förändras över tid, och forskningen benämner en sådan transformering som teknisk övergång. Forskningen belyser att en övergång i ett socio-tekniskt system bygger på flera processer, där MLP-teorin motiverar att en transformering i ett etablerat infrasystem bygger på interaktion mellan de tre olika strukturella nivåerna. Kärnan är regimstrukturen, som utgörs av ett flertal aktörer och institutioner som är starkt sammanlänkade med varandra. (Geels, 2004)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 1 - Kapslad hierarkisk struktur. (Geels, 2002)

2.2.1 Landskapsnivå

Denna nivå beskriver det socio-tekniska landskapet, som utgörs av värderingar, sociala trender, kulturella värderingar, ekonomi samt miljöfrågor. Denna nivå förändras inte lika snabbt som nisch och regim, men påverkar och influerar de andra nivåerna genom påtryckningar. Landskapet består således av institutioner och marknader, och beskriver existerande element som städer och infrastrukturer. Landskapet och dess funktion är fundamentalt viktig för att de andra nivåerna ska fungera. (Geels, 2002)

2.2.2 Nischnivå

Det är i nischnivån som radikala innovationer uppkommer. Geels (2002) förklarar att nischnivån fungerar som inkubatorsrum för innovationer, eftersom miljön är skyddad och åtskild från övriga marknader. Detta skapar bra förutsättningar eftersom det både ger tid och möjlighet till utveckling och mognad där innovationen kan testas och verka i en avskild miljö. Mokyr (1990) menar på att detta utrymme är ett måste för att radikala tekniker ska få rum till att utvecklas och benämner innovationer som *hopeful monstrosities*. Geels (2002) nämner att för teknisk transformering är nischnivån vital då det är där förändringar groor och växer, och nischnivån fungerar som byggstenar för framtida förändringar. Ny teknik är oftast både dyr och har låg teknisk prestanda, och är därmed inte konkurrenskraftig, och därför blir nischen vital för att innovationer ska få utrymme att utvecklas (Blomqvist & Johansson, 2016).

2.2.3 Regimnivå

Geels (2002) beskriver denna nivå, regimnivån, som ett sammanlänkat nätverk som följer en uppsättning regler. Nätverket består av olika sociala strukturer och grupper. En socio-teknisk regim kan beskrivas genom sju dimensioner; Teknologi, Infrastruktur, Kultur och symbolik, Industristruktur och nätverk, Teknikvetenskapligkunskap, Sektoriell policy samt Marknaden och dess användningsprocesser. De olika dimensionerna är sammanlänkade och utvecklade gemensamt, men varje dimension har en egen intern dynamik vilket både kan hämma och

stabilisera en övergång. När dynamiken förändras skapar det osäkerhet i regimen vilket gör att strukturen och kopplingarna försvagas och kan brytas upp. Ett regimskifte sker genom en längre tids påtryckningar och kan resultera i att landskapsnivån förändras. (Geels, 2002)

Geels (2004) beskriver vidare att denna nivå kan liknas vid tre dimensioner som alla är tätt bundna och sammanlänkade. Den första dimensionen utgörs av sociala strukturer, nätverk och aktörer, som elbolagen, myndigheter, staten och elkonsumenterna. Den andra dimensionen består av regler; formella, normativa samt kognitiva, vilket guidar och leder aktiviteter i ett samhälle. Den tredje dimensionen beskriver tekniska element och fysiska strukturer, vilket utgörs av exempelvis elnätet och energianläggningar. (Geels, 2004)

2.2.4 Förändringar

Logiken bakom en övergång och transformering kan beskrivas genom Figur 2. Transformeringen visualiseras med hjälp av pilar och beskriver hur strukturella förändringar sker inom modellen. När det sker påtryckningar från landskapet på regimen, som grundar i globala trender eller andra strukturella problem skapar detta ett tryck på regimen som kan leda till att strukturen försvagas och en lucka öppnas upp. Denna lucka benämner Geels (2002) som *window of opportunity*. I denna lucka eller fönster kan sedan radikala innovationer existera och få fäste. En övergång sker även från nischnivå till regimnivå, då det byggs upp ett momentum i nischnivån som sätter press på regimnivån, vilket skapar ett skifte i regimen, och möjligheten till transformering uppkommer. Genom att förändringar inträffar tar innovationer fördel av *window of opportunity* och får således fäste i regimen. Geels (2011) beskriver att transformering sker vid interaktion mellan nivåerna samt genom interna processer i varje nivå. En förändring behöver inte bara vara nya marknadsandelar eller användningen av ny teknik, utan ska ses ur ett större perspektiv som infrastrukturella- och regleringsförändringar. När en transformering skett kan det bidra till att landskapsnivån målas om och förändras. (Geels, 2002)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 2 - Transformerings genom de tre strukturerna (Geels, 2002)

Pilarna i Figur 2 på nischnivå visualiserar mängden innovationer i ett tidigt stadie samt dess spridning. När en lucka öppnas upp på regimnivå, efter ett skift, övergår innovationen till att bli mer dominant och tas upp till regimnivån. Strukturen i regimnivån förändras av nischinnovationer, vilket figuren visualiserar genom att sammansättningen reformeras. Detta kan sedan övergå till förändringar på högre nivå, landskapsnivå. (Geels, 2002)

En förändring i socio-tekniska system motiverar MLP-teorin botten i ackumulering av innovationer på nischnivå. När en innovation ökar i styrka, kan den förflyttas från nischnivå till regimnivå. En förändring i ett system uppkommer inte plötsligt eller omedelbart, utan en transformering tar tid och sker gradvis genom olika steg och utvecklingar. Olika nischer utvecklar teknik som blir del av regimen som sedan nya radikala innovationer kan dra nytta av. Detta benämns som ackumulering. (Geels, 2005)

Att det har formats kopplingar mellan olika tekniker blir således en vital utgångspunkt för ett genombrott, dessutom motiverar forskningen att ny och gammal teknik inte nödvändigtvis ska konkurrera, utan istället arbeta i symbios. (Markard & Hoffmann, 2016) Ytterligare en aspekt för en sekventiell transformering är att gammal teknik och strukturer fungerar som en katalysator för vidareutveckling av ett socio-tekniskt system, där ny teknik förändrar regimen som en annan teknik bygger på. (Geels, 2005) (Norrlund, 2019) Ett exempel på detta är cykeln som skapade förändringsprocesser i regimnivån, som sedan bilen drog nytta av när en övergång från häst och vagn skedde. (Geels, 2005)

Socio-teknisk övergång

När ett nytt system bildats genom en socio-teknisk övergång, har forskningen påvisat att gammal struktur och innovationer fortfarande finns kvar i det nya systemet. Det innebär att nya strukturer aldrig blir oberoende av gamla strukturer, utan bygger och utvecklas på tidigare dynamik. I realiteten innebär detta att i transformeringen av ett elsystem i en ny riktning kommer strukturen bygga på och dra fördel av befintlig teknik, institutioner och aköter, vilket även kan innebära att strukturen lånar komponenter från andra sektorer för att dra fördel och växa i styrka i transformeringen. När en sektor lånar från en annan kan ett visst överlapp mellan dessa ske, vilket kan ge uppkomst till att övergången både växer i styrka och hastighet. (Sandén & Hilman, 2011) En viss typ av riktning kan även gynnas av

lagstifning, specifikt ny teknik och aktörskonstellationer. Ett exempel på detta har vi tidigare sett i historien vid framväxten av solcellsystem och litiumjonbatterier och även exemplet med batterier, där den tekniska utvecklingen har skett främst via konsumentelektronik och att innovationen nu även kan tillämpas på ett bredare perspektiv, på hela energisektorn. Detta benämner forskningen som *hybridisering*, när olika sektorer lånar och hjälper andra sektorer till en utveckling. (Hojckova, 2018)

Aktörsmönster

Det går att se mönster i hur företag agerar och reagerar på innovationer, där vissa företag väljer att sitta still i båten tills någon annan aktör väljer att ta första steget. Geels (2005) benämner detta som *vänta-och-se strategi*, där en aktör följer efter först när en annan aktör tagit steget. Resultat av detta kan vara att efterföljande aktörer accelererar utvecklingen. (Geels, 2005)

När marknaden blir hotad av ny teknik har de visat sig att aktörer och spelare försöker försvara sig genom att förbättra sin nuvarande teknik (Ward, 1967). Ett resultat av detta kan innebära att ny teknik trycks undan av gammal förbättrad teknik, vilket vidare kan innebära fördröjning och förskjutning av nyttjandet av ny teknik. (Geels, 2005)

Det pratas även om *att missa vågen*, där befintliga aktörer på marknaden är blinda för potentialen av ny teknik och sena med att erkänna detta (Bower & Christensen, 1995). Det kan leda till att väletablerade företag inte längre fyller ett syfte på marknaden, och en succesiv nedgång av dessa företag uppkommer. Dock kan befintliga företag med gammal teknik brytas loss från marknaden och verka under mindre nischmarknader när annan dominerande teknik tar över. (Geels, 2005)

Användarmönster och kulturmönster

När ny teknik introduceras kan det finnas rädsla inför hur den ska användas, hur prestandan är och vilka säkerhetsrisker det finns. Detta kan hämma att en innovation får fäste, då ingen vågar ta steget till en förändring. Men när väl förändring sker pratas det om utveckling i form av dominoeffekt. (Geels, 2005)

Det har även påvisats kulturella värderingar knyter väl an till användningen och stödet av ny teknik (Van Lente, 1993). Allmänheten kan stödja en framväxt för att göra världen till en bättre plats, och det råder en consensus och ett folkligt stöd till att främja, vilket även leder till att resurser och företag lockas till vidareutveckling och satsning. Det har även påvisats att *hypes* kring en specifik teknik kan få vissa innovationer att lyfta och utvecklas snabbare, just för det råder en allmän hets kring ämnet. Detta kan sedermera vara en bidragande faktor till att en specifik innovation tas upp i regimnivån. (Geels, 2005)

Policymönster

Politiska stöd och mål är även en aspekt som blir viktig för spridning av ny teknik. Ekonomiskt stöd till forskning och politiska styrmedel kan främja en viss utveckling och riktning vilket bidrar till tillgänglighet ökar, och en implementering i regimen sker. Anledningen är att det ofta finns ett starkt stöd för detta i den allmänna opinionen. (Schrag, 2000) menar även att politisk stimulans kan motarbeta eller accelerera ny teknik, genom att påverka maktbalansen på marknaden, via statliga subventioner av ny teknik, till förmån för att motarbeta befintliga aktörer för att undergräva dess position. Ett exempel på det är

monopolbolag, där staten kan leda in i en riktning där samhället blir mindre beroende av monopolstrukturer. (Geels, 2005)

2.3 El i Sverige

Den 1 januari 1996 avreglerades den svenska elmarknaden vilket innebar att elhandel blev konkurrensutsatt och att priset på el nu sätts utifrån utbud och efterfrågan. Dock kvarstod distributionen, elnätet, som ett naturligt monopol, eftersom det inte är hållbart att dra fler än en elledning till ett hus eller byggnad. Elsystemet är idag uppbyggt runt en centraliserad elproduktion med storskaliga produktionsanläggningar som kärnkraft, vattenkraft samt på senare tid även kraftvärme. Distributionen av el, elnätet, bygger på tre delar, stamnät, regionalnät samt lokalnät. Stamnätet transporterar och förser el till regionalnäten, som sedan förgrenar sig ytterligare och skickar vidare ut el till lokalnäten som slutligen når elkonsumenten. Stamnätet är ett högspänningsnät på 400 kV eller 220 kV som ägs av svenska staten och förvaltas via myndigheten Svenska Kraftnät, som även har systemansvar. Systemansvar innebär att de ansvarar för att systemet har balans mellan produktion och konsumtion. Stamnätet medför att stora mängder energi kan transporteras långa sträckor utan att större förluster sker i ledningarna. Regionalnäten samt lokalnäten har lägre spänning och ägs huvudsakligen av energiföretag, som antingen drivs i privatregi eller genom kommunalägda bolag. Regionalnäten har en spänningsnivå mellan 130kV och 40 kV, lokalnäten har en spänningsnivå under 40kV. (Energimarknadsbyrån, u.å.)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 3 - Elens väg (Svenska Kraftnät, 2017)

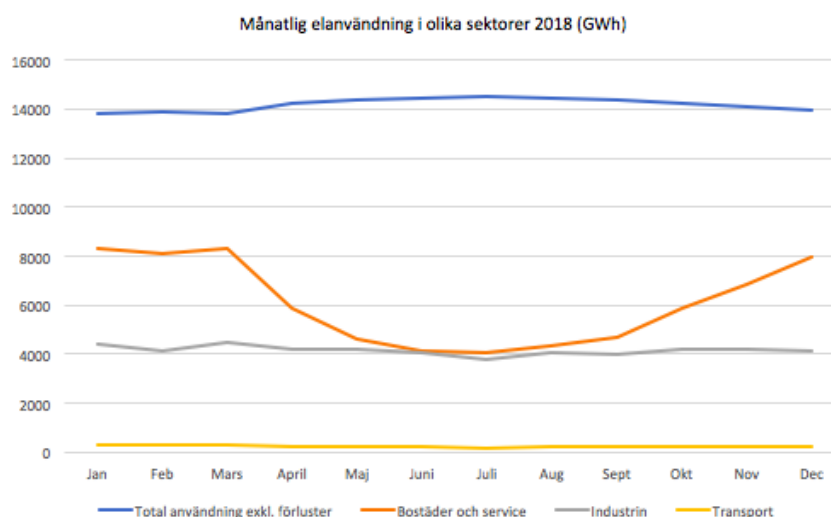
2.3.1 Koncession

Nätkoncession innebär att ägaren av koncessionen har ensamrätt att överföra el i koncessionsområdet. Anledning till att vi har koncessionsrätt i Sverige är för det inte är samhällsekonomiskt motiverbart att flera aktörer driver ledningar i samma område. (Energimarknadsinspektionen, a, 2019a)

Den 10 juni 2019 ska den utredningen som tillsats för att bland annat utreda om reglerna kring koncession behöver ändras presenteras. Det har saknats genomgång av lagen om nätkoncessioner och inga större ändringar har gjorts sedan 1958. I dokumentet som ligger till grund för utredningen så poängterar regeringen att det kan ifrågasättas huruvida elnätsföretagen får de rätta förutsättningarna i rådande regelverk sett ur perspektivet att elnätet ska kunna möta framtida krav. Exempelvis har inte den eventuella utvecklingen mot att hushåll och energisamhällen inte är kopplade till elnätet tagits hänsyn till vid utformningen av lagen om nätkoncession. (Miljö- och energidepartementet, 2018)

2.3.2 Användning

Det svenska klimatet medför stora variationer i elförbrukningen hos sektorn bostäder och service mellan olika månader. Dessutom finns variationer i olika geografiska områden i Sverige och samtliga variationer anses påverkas av strukturella, politiska och beteendemässiga faktorer. Användningen hos hushåll varierar över dygnet på grund av konsumenternas livsstil, på dagtid när de flesta arbetar eller går i skolan minskar förbrukningen i hushållet. (IVA, 2016) I Figur 3 illustreras hur elanvändningen kan se ut över årets tolv månader, exemplet är bearbetad data från 2018 (SCB, 2019).



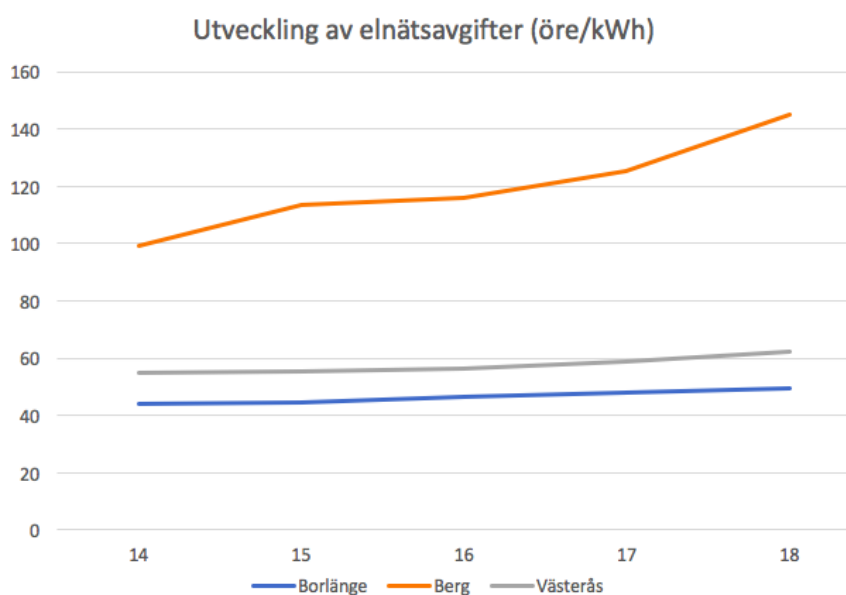
Figur 4 - Månatlig elanvändning 2014 (SCB, 2019)

I sin rapport *Framtidens elanvändning* bedömer IVA att det i framtiden kommer vara större dygnsvariationer, dels till följd av en elektrifiering av transportsektorn. Dock finns det en möjlighet, genom exempelvis smarta laddningstekniker, att denna elektrifiering istället jämnar ut effektbehovet. Den möjligheten är dock beroende av användarflexibilitet. (IVA, 2016b) I Sverige är elbehovet lägre under sommarmånaderna samtidigt som det är då solinstrålningen är som störst. Men solproduktion, precis som vindkraftsproduktion är elproduktion som inte kan planeras, och det gör att elnätet ställs inför utmaningar i takt med en ökad andel av dessa produktionskällor. (Svenska Kraftnät, 2015)

2.3.3 Elnätsavgifternas utveckling

Elnätsavgifterna har ökat väldigt mycket i vissa delar av Sverige de senaste sex åren. År 2017 identifierades den högsta elnätsavgiften till Bergs kommun och den lägsta till Borlänge

kommun. Västerås kommun är en av de kommuner som representerade medianen av elnätsavgifterna utifrån storlek. I Borlänge, där elnätsavgiften var lägst 2017, har det skett en ökning på 2-3,6 procent per år mellan 2014 och 2018. Motsvarande ökning i Västerås och Berg har varit 0,20-5,72 procent respektive 2,01-15,95 procent per år. I Figur 5 kan det utläsas att elnätsavgiften är nästan dubbelt så hög i Bergs kommun jämfört med de två andra områdena. Dessutom är det i Bergs kommun som den procentuella ökningen har varit störst. (Nils Holgersson-gruppen, u.å.) Av Sveriges tre största elnätsbolag har två gått med vinst under 2016 och 2017. Vinsterna har uppgått till 487 miljoner respektive 1,4 miljarder för Vattenfall Eldistribution AB samt 276 000 respektive 390 000 för E.ON Elnät Stockholm. (Vattenfall Eldistribution AB, 2018) (E.ON Elnät Stockholm AB, 2018)



Figur 5 - Utveckling av elnätsavgifter. (Nils Holgersson-gruppen, bearbetade data)

I ett europeiskt perspektiv har Sverige väldigt höga elnätsavgifter. En undersökning där 39 länders elnätspriser granskades, klargjordes det att Sverige, näst efter Belgien, har Europas högsta nätpriser. Sett från ett internationellt perspektiv hamnar Sverige som nionde land i världen med dyrast nätpriser. Dessutom bekräftas det att elnätsavgiften sett ur totalkostnaden för el aldrig tidigare varit så hög som just nu. Som tidigare nämnts har de svenska elnätspriserna ökat avsevärt de senaste åren och undersökningen visar på att mellan åren 2008 och 2017 har en prisökning på 64 procent skett, medan elnätsavgiften i EU har sedan 2008 enbart upplevt en prisökning på knappt 0,5 procent, för hushåll med en förbrukning mindre än 5000 kWh per år. (Villaägarna, 2019)

2.3.4 Efterfrågefleksibilitet

Energimarknadsinspektionen (2017) beskriver i sin rapport *Ny modell för elmarknaden* att efterfrågefleksibilitet kan vara lösningen på de utmaningen nuvarande elsystem står inför. Efterfrågefleksibilitet innebär att elkunder förändrar sitt konsumtionsmönster kring användningen av el. Det innebär att kunden förändrar nyttjande av el genom att exempelvis minska sin elanvändning när systemet är högt belastat och lösningen blir att flytta användningen till tider när systemet är mindre belastat. För att detta ska fungera är en

väsentlig premis att konsumenten är informerad om hur det fungerar, samt vad kunden själv kan tjäna på att vara flexibel med sin elanvändning. (Norstedt, o.a., 2017)

2.3.5 Förändringar på marknaden

För att nå uppsatta klimatmål behövs en integration av 100 procent förnyelsebar produktion i elsystemet och samtidigt en utfasning av koldioxidkrävande produktionsanläggningar, vilket kräver en strukturell förändring av nuvarande system. Hur elsystemet kommer att förändras och se ut i framtiden är det flera studier som har försökt besvara. Hojkova (2018) har förslagit tre riktningar som elsystemet kan ta för att möta de utmaningar vi står inför. Studien beskriver tre olika scenarier varav ett är off-grid. Hojkova (2018) försöker beskriva dessa scenarier genom att påvisa härkomsten och ursprunget av socio-tekniska komponenter på nischnivå. I off-grid scenariot utvecklas systemet bort från nuvarande struktur och progressionen av innovationer på nischnivå är grunden till systemets styrka. Ett off-grid scenario sker genom att det ackumuleras innovationer i nischnivån som bidrar till att regimnivån kommer att förändras och omstruktureras. (Hojkova, 2018)

Den främsta drivkraften för ett off-grid scenario är den ekonomiska styrka som småskaliga energilösningar i utvecklingsländer har, utveckling av elfordon, satelliter samt andra portabla lösningar drivet av andra sektorer. Yttre faktorer som hur bolag på marknaden väljer att driva specifika lösningar kan få en betydelse för hur väl ett off-grid scenario skulle te sig. Även prisutveckling av batteri och solceller kan vara en bidragande faktor för hur väl och troligt ett sådant scenario är. (Hojkova, Sandèn, & Ahlborg, 2018)

Hojkova (2018) framställer att off-grid även är troligt i länder som redan har en väl fungerande infrastruktur och elsystem på grund av politiska mål, miljöansvar, sociala diskurser och ideal, social rättvisa, individuellt oberoende och designdriven konsumentism. Intresset för att vara oberoende ökar även i industrialiserade länder. Även minskade systemkostnader bidrar till att alternativet att vara oberoende av elnät kan ses om ett möjligt och troligt alternativ. Hojkova (2018) beskriver även att *off-grid* är ett sätt att grodhoppa fram i utvecklingen, genom att hoppa av och exkludera nuvarande centraliserade elsystem, i förmån för decentraliserade elsystem i strävan att minska beroendet av fossila bränslen och mängden koldioxidutsläpp.

2.3.6 Framväxten av off-grid

Globalt är fenomenet off-grid en trend som fortsätter öka. Både i USA och Australien väljer fler och fler privatpersoner att ta bort kopplingen till elnätet. I USA är det ungefär 200 000 personer som idag innehar ett off-grid hushåll. I ett globalt perspektiv, var det ungefär 25 miljoner hushåll år 2016 som hade någon form av självförsörjande off-grid lösning. Den siffran förväntas stiga upp till 99 miljoner hushåll till år 2020. Dock har både USA och Australien andra förutsättningar än Sverige att få ett off-grid system att fungera på årsbasis, då solinstrålning och förutsättningarna är gynnsamma i dessa områden. (Gellenmyr, u.å.)

Energibolaget Skellefteå kraft har de senaste åren drivit framtidsprojektet Zero Sun. Zero Sun är ett hus som är helt självförsörjande på energi och har inte någon koppling till det lokala elnätet. Projektets syfte är att visa att om det går att vara självförsörjande av el i de tuffa förhållande som projektets spelregler sätter, går det även att vara självförsörjande av el på andra plaster. Lösningen är att lagra solenergi från sommarmånaderna till de mörka

vintermånaderna genom ett helt unikt energisystem som utgörs av solceller i kombination med batterier, vätgaslagring, bränsleceller och elektrolys samt bergvärme. Energiföretaget bakom denna innovationslösning ser detta projekt som ett sätt att utforska solcellers möjlighet och potential i framtidens energisystem, genom att påvisa solcellernas styrka att klara försörjning på årsbasis samt även möjliggöra att tekniken blir mer tillgänglig. (Skellefteå Kraft, 2018)

Motivet till varför personer väljer att leva off-grid kan variera. Det kan handla om ekonomiska aspekter, viljan till att vara självständig och oberoende av någon annan eller att leva mer miljövänligare och resurssnålare. Gellenmyr (u.d.) menar på att den senare gruppen är dem som leder utvecklingen framåt utifrån ett samhällsperspektiv. Gruppen som väljer att leva off-grid i kontexten att minska sin egen påverkan på miljön genom att producera sin egen el har oftast en större vilja och ett större driv till förändring. Dessutom har de även en högre tolerans mot de ekonomiska konsekvenserna. Samtidigt är det övervägande skälet till varför personer väljer att lämna nätet, att det finns ekonomiska skäl bakom en konvertering. Även om initialkostnaden för ett off-grid system är väldigt hög, är driftkostnaderna låga gentemot att köpa el den konventionella vägen, genom elnätet. Därav finns det ett ekonomiskt tänkande bakom detta fenomen att lämna elnätet. (Gellenmyr, u.å.) Gellenmyr (u.d.) menar att man kan likna detta beteende med samma driv till varför personer väljer att tilläggsisolera, byta till energifönster i sitt hus eller byta ut sin gamla oljepanna till en modernare lösning, då personerna ser detta som en investering som ger utdelning över tid. (Gellenmyr, u.å.)

Vattenfall AB:s Magnus Berg, ansvarig för forsknings- och utvecklingsavdelning på Vattenfall AB, menar emellertid att ta bort anslutningen till elnätet och vara självförsörjande på el inte är lönsamt idag. Även om det är rent tekniskt möjligt och fungerar, är det en dyr lösning som är allt för kostsam för att det ska vara motiverbart att lämna elnätet. Dessutom är det en orealistisk lösning för det moderna samhälle vi lever i, i aspekten med alla dessa uppkopplade tekniska system och elektriska apparaturer, och med tanke på att samhället leds in i en riktning mot ökad elektrifiering och ett ännu större beroende och behov av el. (Wahlström, 2018) Samtidigt har förutsättningarna aldrig tidigare varit så bra som just nu för ett off-grid hushåll, då de flesta elektriska apparaturerna finns i att köpa med högsta miljöklassning, A+++, vilket innebär att de är energieffektiva och drar lite ström. Dessutom finns det goda förutsättningar för att bygga energisnåla bostadshus med låg elförbrukning och med en hög energieffektivitet. (Gellenmyr, u.å.)

2.3.7 Energisamhällen

Ett energisamhälle är en sammanslutning av flera små aktörer och konsumenter som ihop bildar en avgränsad gemenskap. Sammanslutning kan omfattas av produktion, distribution, lagring samt leverans av energi. Energisamhället ansvarar även för ett nätområde som antingen kan vara anslutet till det lokala elnätet eller drivas helt separat och avskilt från det konventionella elnätet via micro-grids. Kommissionen som utreder energisamhällen motiverar att energisamhällen behövs då de kan tillgodose människors efterfrågan på förnyelsebar energi på ett kostnadseffektivt vis. Kommissionen menar även att energisamhällen bidrar till högre efterfrågeflexibilitet genom att gemenskapen engagerar konsumenterna samtidigt som kundinflytandet ökar på den svenska elmarknaden. Det är något som kommissionen välkomnar och ser som något positivt. Idag finns det ingen reglering kring dessa energisamhällen, därför utreder energimarknadsinspektionen ett

lagförslag kring hur dessa kan regleras och vilka åtgärder som bör göras. Energisamhällen kan även kringgå ett områdes koncessionsplikt genom att bygga likströmsnät som ett micro-grid, som förbinder fastigheter och byggnader med varandra. (Tvingsjö, Östman, & Alvehag, 2017)

2.4 Teknikens utvecklingsstatus

Variationer i förbrukning och variationer i produktion av el från förnybara källor gör att både produktion och lagring krävs för att tillhandahålla den el som ett hushåll behöver om hushållet ska vara bortkopplat från elnätet. (IEA, 2018)

Energimyndigheten bedömer att solceller idag kan anses som en mogen teknik. Dock befinner sig utvecklingen ännu bara i ett inledande stadium, där tillväxten inom den globala industrin ännu bara är i början av dess tillväxtfas. Sett till prestandan av dagens solceller så är det långt kvar tills solcellerna har nått sin fulla potential, och Energimyndigheten uppskattar att det finns goda förutsättningar för fortsatt utveckling utifrån aspekten att dagens solceller har en verkningsgrad på ca 15 procent, men ett teoretiskt värde på upp till 90 procent. Detsamma gäller solceller i ett system kombinerat med modulär teknik där det finns stor potential för stark tillväxt. Energimyndigheten menar på att ifall kombinerade system utvecklas kan hela strukturen i dagens energisystem förändras. Idag sker en sådan utveckling redan i länder som Tyskland och Italien, där solceller redan nu har börjat utmana etablerad struktur. (Energimyndigheten, 2014)

2.4.1 Solceller

I Figur 6 illustreras det att kostnader för kristallina kiselsolceller har minskat exponentiellt mellan åren 1976 och 2018. Det innebär en kostnadsreducering med 28,5 procent, per fördubblad installerad kapacitet. Anledningen är stordriftsfördelar, innovationer på området samt tillverkningserfarenheter. Fallande priser på kristallina kiselsolceller bidrar även till att övriga systemkomponenter faller i pris och inom 17 år förväntas priset på övriga komponenter halveras. (BloombergNEF, 2018)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 6 - Modulpriser av kristallina-kisel solceller. (BloombergNEF, 2018)

2.4.2 Lagring

New Energy Outlook är en rapport som analytiker på företaget Bloomberg årligen ger ut. Från den senaste versionen 2018 framkommer det att energilagringensmarknaden förväntas växa avsevärt de kommande åren, och före 2040 förväntas ackumulering av marknaden till en storlek av 942 GW. Mängden investeringar beräknas uppgå till 620 miljarder dollar, vilket innebär att batterier blir betydligt billigare i framtiden. Marknaden i sig kommer att växa i styrka, och till 2040 innebär det att 7 procent av den totala installerade effekten på ett globalt plan utgörs av energilagring. Dagen batteripris är till stor del resultatet av en ökning i installerad batterikapacitet. (BloombergNEF, 2018)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 7 - Ackumulerad energilagring (BloombergNEF, 2018)

Lagring ger även nya möjligheter gällande flexibilitet, eftersom lagringsteknik kan balansera ett fluktuerande utbud och efterfrågan. Försäljningen av elbilar bidrar även till att stationära lagringsapplikationer upplever en minskning av kostnader. År 2030 förväntas ett kostnadstapp på 66 procent ske i förhållande till 2017 års priser. (BloombergNEF, 2018)

2.5 Miljömedvetenhet och attityder

Hela 95 procent av de som deltog i Naturvårdsverkets undersökning om klimatet som genomfördes 2018 tror att Sverige kommer att påverkas av klimatförändringar, och 70 procent är beredda att acceptera större kostnader för åtgärder som bromsar klimatförändringar. Det är 80 procent i undersökningen som anser sig själva som klimatmedvetna, en ökning med 5 procent sedan 2015. (Naturvårdsverket, 2018)

Figur 8 visar en årlig undersökning som SOM-institutet har genomfört för att ta reda på vad allmänheten har för attityder gentemot olika energislag. Från undersökningen framkom det att 80 procent anser att Sverige ska "satsa mer" på solenergi. Den siffran har även varit stadig sedan undersökningen startades 1999. Det finns även andra undersökningar som visar solcellernas popularitet hos allmänheten. I en undersökning genomförd av SIFO framkom det att 83 procent av villaägarna kunde tänka sig att sätta upp solceller på sina tak, samt att solkraft var det populäraste energislaget. (Energimyndigheten, 2014)

Bilden saknas av upphovsrättsliga skäl

Figur 8 - Undersökning från 2014 om svenskar attityder till energikällor. Frågan "hur Sverige bör satsa på olika energikällor de kommande 5-10 åren". (Energimyndigheten, 2014)

3 METOD

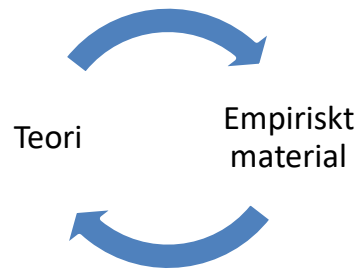
Följande kapitel börjar med en redogörelse och beskrivning för den valda metodiken i denna studie. Därefter förklaras processen och arbetsgången för studien, vilket efterföljs av en metoddiskussion där studiens trovärdighet och tillförlitlighet resoneras med utgångspunkt i validitet, reliabilitet samt objektivitet. Slutligen återfinns ett avsnitt med källkritik där valda källor diskuteras och motiveras.

3.1 Val av metod

Val av forskningsdesign och metod är beroende av en studies syfte och frågeställningar. Det är karaktären av syftet som tydliggör och motiverar för att en viss typ av strategi är tillämpbar. Denna studie syftar till att utreda ett potentiellt framtidsscenario, vilket föranleder att denna studie har ett beskrivande syfte. (Blomkvist & Hallin, 2014)

Bryman och Bell (2017) menar att det finns två specifika strategier att på ett generellt sätt välja vilken inriktning en studie ska ha. Dessa två typer av forskningsstrategier benämns kvalitativ och kvantitativ forskning. Vid en kvalitativ forskningsstrategi appliceras ett tolkande synsätt där stor vikt läggs vid ord under datainsamlingen. Vidare menar Bryman och Bell (2017) att en kvalitativ forskning brukar vara tolkningsinriktad och att den som genomför studien fokuserar på att förstå den sociala verkligheten. Det finns ofta ett intresse hos kvalitativa forskare att skapa en förståelse för hur ekonomiska och politiska intressen grundar organisatoriska åtgärder, för att vidare utveckla förändringsprocessen av dessa. I allmänhet fokuserar kvalitativa undersökningar ofta på utveckling och förändring. (Blomkvist & Hallin, 2014) Med utgångspunkt i detta är en kvalitativ strategi god att använda i denna studie, då studien ämnar beskriva, utvärdera samt tolka aktörers syn av verkligheten genom att beskriva ett socio-tekniskt system under utveckling och förändring. Vi finner även goda stöd för att en kvalitativ strategi är tillämpbar då vi ämnar studera en objektiv bild av verkligheten.

Blomkvist och Hallin (2014) beskriver att det finns tre olika förhållningssätt att ställa sig till teori och empiri när en vetenskaplig studie genomförs, var av ett är abduktion, vilket innebär att forskaren bollar mellan teori och litteratur ihop med empiri för att skapa en förståelse kring hur dessa växelverkar och påverkas av varandra. När mer förståelse för litteraturen skapas så påverkas det empiriska materialet, och vice versa. Blomkvist och Hallin (2014) benämner denna process som en spiralliknande rörelse, ett förlopp som växlar mellan teorier och data, likt en rörelse som går fram och tillbaka. Bryman och Bell (2017) nämner att en abduktiv ansats inte är lika begränsad som ett deduktivt- eller induktivt förhållningssätt. När en forskare stöter på en empirisk företeelse som inte beskrivs eller inryms i existerande teori eller litteratur för att sedan sätta dessa betingelser i ett perspektiv där de kan ses som naturliga och självklara, har en abduktiv tänkande tillämpats (Bryman & Bell, 2017).



Figur 9 - *Abduktiv ansats baserad på Blomqvist & Hallin (2014)*

För denna studie tillämpar vi en abduktiv ansats, då vi undersöker ett fenomen som vi identifierat, för att sedan samla och formulera empiri kring ämnet. Därefter har teori och referensram utvecklats utifrån erfarenheter och observationer. Denna process knyter väl an till en abduktiv process där ny teori och data uppkommit längs arbetes gång.

Blomqvist och Hallin (2014) beskriver att det går att analysera empiriska material på flera olika sätt, varav ett är tematisk analys. För denna studie finner vi att den tematiska analysen är lämplig då vi bygger vår analys kring olika mönster funna i litteraturen. Analysen tog sig avstamp i att söka efter mönster i det empiriska materialet kopplat till teori, vilket sedermera föranledde att de olika teman i analysen uppkom.

3.2 Datainsamlingsmetod

Enligt Blomqvist och Hallin (2014) finns det fem typer av datainsamlingsmetodiker som ofta förekommer vid en studie likt detta arbete; dokumentinsamlings-, intervju-, fokusgrupps-, observations- och enkätmetodik. Genom en intervjumetodik skapas enkelt en förståelse för hur individer resonerar om ett ämne. Denna typ av metodik skapar goda förutsättningar för en kvalitativ forskningsstrategi då möjligheterna för nya och oväntade upptäckter är stora. (Blomqvist & Hallin, 2014) Vid kvalitativ forskning är intervjumetodiken oftast mindre strukturerad än i kvantitativ forskning. I denna studie har personliga intervjuer samt telefonintervjuer använts.

3.2.1 Intervjuer

Enligt Björklund och Paulsson (2003) kan intervjuer ses som utfrågningar som sker via personlig kontakt, telefon eller mail. Begreppet kvalitativa intervjuer separeras ofta som semistrukturerade intervjuer och ostrukturerade intervjuer. Bryman och Bell (2017) beskriver ostrukturerade intervjuer som en intervjutyp där intervjuaren endast har få minnesanteckningar kring de relevanta ämnena och saknar färdigformulerade frågor. Vid en semistrukturerad intervju har intervjuaren en intervjuguide där ämnen har specificerats innan. Dock finns det under en semistrukturerad intervju, utrymme för följdfrågor. (Bryman & Bell, 2017) Eftersom detta arbete vid tidpunkten för intervjuerna har inriktats mot ett antal forskningsområden är en semistrukturerad intervju mest lämplig.

Personliga intervjuer ger intervjuaren möjlighet att se informantens ansiktsuttryck, en möjlighet som inte ges vid telefonintervjuer. Denna typ av intervju är den vanligaste vid företagsekonomiska undersökningar. Eventuella osäkerheter från informanten riskerar att

inte uppfattas av intervjuaren. Telefonintervjuer kan ge en betydlig minimering av den felkälla som kan uppstå vid personliga intervjuer gällande att informantens svar förändras beroende på intervjuarens kön, ålder, klass etc. En av telefonintervjuens brister i förhållande till personliga intervjuer är att de oftast inte kan vara lika långa tidsmässigt. Vidare går det inte att avgöra om informanten faktiskt är den person som den uppger sig att vara när en telefonintervju genomförs. En fördel med telefonintervjuer är att de är tidsmässigt mindre krävande samt att de är kostnadsmässigt fördelaktigt jämfört med personliga intervjuer. (Bryman & Bell, 2017)

3.2.2 Urval

En intervjuguide med ämnen som skulle kunna ge relevant data för studien skapades. Förslag på frågor kring dessa ämnen diskuterades, men frågorna ställdes olika under varje intervju utifrån intervjuguidens ämnen vilket kan identifieras med semistrukturerade intervjuer. Att frågorna anpassades till intervjuerna har sin förklaring i att författarna ville skapa öppenhet och inte begränsa informanterna i deras svar. Intervjuerna spelades in och transkriberades för att identifiera skillnader och likheter, samt för att inte gå miste om relevant data för studien. Två olika intervjumetoder användes, personlig intervju och telefonintervju. De tre telefonintervjuerna genomfördes då ett personligt möte inte var möjligt.

Informanterna valdes med utgångspunkt i att skapa insikter om frågeställningarna från olika perspektiv i branschen. Informanter från tre elnätsbolag, varav ett av de tre största i Sverige, ett betydligt mindre nätbolag som äger nät i mindre bebyggda områden och ett nätbolag som äger nät i en medelstor stad. Från det stora elnätsbolaget intervjuades två informanter med befattningarna affärsutvecklare samt projektledare inom R&D. Från det mindre elnätsbolaget som äger nät på landsbygden intervjuades Vd:n och från det andra mindre elnätsbolaget intervjuades en chef på avdelningen Elnät. Två informanter från två olika branschorganisationer har intervjuats. Branschorganisationerna är Svensk Solenergi och VillaÄgarna, vilket skapar två olika perspektiv, konsument- och teknikperspektivet. Vidare har intervjuer gjorts med informanter från två myndigheter, Energimyndigheten och Energimarknadsinspektionen. Energimarknadsinspektionen verkar som tillsynsmyndighet för den reglerade elnätsmarknaden och har en viktig roll i elsystemet. Energimyndigheten verkar som informatör och bidrar med kunskap och analyser av energi i samhället. En privatperson som idag äger ett off-grid hushåll har intervjuats för att utöka konsumentperspektivet samt belysa möjligheten att bli ett off-grid hushåll. Vidare har en intervju gjorts med en energi- och klimatrådgivare från en av Sveriges kommuner.

Tabell 1 - Förteckning över samtliga informanter. Alla intervjuer genomfördes under våren 2019 och informanterna har kategoriserats utifrån grupperna; Branschverksammaaktörer, Branschorganisationer, Slutkund, Myndigheter och statliga aktörer.

Typ av informant	Aktör	Befattning informant	Plats och Datum	Kodning
<i>Branschverksamma aktörer</i>	Vattenfall AB	Affärsutvecklare Projektledare, R&D	Västerås 2019-03-14 Solna 2019-03-27	BV1 BV2
	Härjeåns Nät AB	VD	Sveg 2019-03-18	BV3
	Borlänge Energi AB	Chef elnät	Borlänge 2019-04-16	BV4
<i>Branschorganisationer</i>	Villaägarna	Analytiker	Telefonintervju 2019-03-05	BO1
	Svensk Solenergi	Talesperson	Södertälje 2019-03-07	BO2
<i>Slutkund</i>	Hans-Olof Nilsson	Privatperson	Telefonintervju 2019-03-29	SL1
<i>Myndigheter och statliga aktörer</i>	Energimyndigheten	Projektledare	Eskilstuna 2019-03-12	M1
	Energimarknadsinspektionen	Biträdande avdelningschef teknisk analys	Eskilstuna 2019-03-12	M2
	Kommun i Norrland	Energi- och klimatrådgivare	Telefonintervju 2019-02-27	M3

3.3 Studiens arbetsgång

Grunden till studien och dess uppkomst har kärna i en upplevd ökning av elnätsavgifter för svenska elkonsumenter. Efter en inledande ytlig undersökning kring ämnena decentraliserade elsystem och off-grid identifierades det att nuvarande elsystem är under en stor förändring för att möta de politiska målen och de strukturella problem samhället står inför. Vi fann det därför intressant att undersöka om en typ av transformering skulle innebära att vi i framtiden går mot ett mer decentraliserat elsystem och fler oberoende och självständiga off-grid hushåll. Från detta formulerade vi ett vetenskapligt och forskningsbart problem, som en utgångspunkt för arbetet.

När problemet väl var formulerat och tydlig bild av situationen hade förklarats, var nästa steg att finna relevant teori kopplat till den problembild som tydliggjordes. Vi fann att teorierna LTS och MLP var väsentliga då LTS förklarar varför infrastruktursystem är så hårt bundna i strukturer och svåra att förändra, och MLP förklarar varför och hur förändringar i dessa infrastruktursystem uppkommer. Båda dessa teorier gav oss en god förståelse vilket skapade grunden i arbetet med att tydliggöra orsaker till varför elsystemet utvecklas åt ett visst håll.

Nästa steg i studien var att genomföra en litteraturstudie kring ämnet för att skapa en bättre förståelse och tillsammans med teorin skapa en utgångspunkt för empiriinsamling. Litteraturstudien gjordes omfattande för att i ett senare skede smalas av utefter studiens frågeställning utvecklades och förändrades. De sökmotorer som användes för litteraturstudie och teori var SwePub, ABI/INFORM Global samt Google Scholar. Där användes sökorden socio-technical transition, electricity system, system innovation, off-grid, Large Technical system, Multi-Level Perspective, electricity future, technological transitions, socio-technical system, sustainable development, electricity distribution grid, distributed generation. Övriga källor i litteraturstudien är rapporter och dokument författade av myndigheter och organisationer.

Empiriinsamlingen har genomförts i form av semistrukturerade intervjuer, främst genom personliga intervjuer men även några telefonintervjuer. Intervjuerna utformades utifrån fem olika områden; elnätet nu och i framtiden, möjligheter och utmaningar för konsumenter vid en omställning till off-grid, möjligheter och utmaningar för nätägare vid en omställning till off-grid, möjligheter och utmaningar för elnätet vid en omställning till off-grid samt teknik- och prisutveckling. För att bearbeta data från empiriinsamlingen har en systematisk genomgång av samtliga intervjuer gjorts, där det började med att alla intervjuer transkriberades. I det transkriberade materialet fann vi nyckelord och i nästa steg fann vi teman kring informanternas svar, en process som underlättade sökandet efter olika mönster i svaren. Det presenterade empiriska materialet i denna studie strukturerade vi upp enligt mönster funna i de presenterade teorierna. Sedermera byggdes analysen på samma struktur som det empiriska materialet, vilket gjordes för att en tydlig och läsbar struktur skulle uppnås. Vidare genererade analysen en grund till den förda diskussionen. Från detta kunde följaktligen svar på givna frågeställningar ges och slutsatser till arbetes dras.

3.4 Metoddiskussion

För att bedöma en studies trovärdighet och dess vetenskapliga kvalitet menar Bell (2016) att studien måste granskas kritiskt för att avgöra dess tillförlitlighet och giltighet. Detta benämns som reliabilitet och validitet. Kort förklarar avser validitet till att bedöma om studien studerar rätt sak. Reliabiliteten avser i sin tur om studien genomförs på rätt sätt. (Blomkvist & Hallin, 2014) Vidare menar Björklund & Paulsson (2012) att ytterligare en aspekt, objektivet, även måste beaktas.

3.4.1 Reliabilitet och Validitet

Reliabilitet beskriver en undersöknings kvalitet och anspelar till om studiens resultat även hade uppkommit om någon annan genomfört liknande undersökning med samma metod, det vill säga hur tillförlitlig metoden har varit. Reliabilitet innefattar även om resultaten går att generaliseras även på andra urvalsgrupper. (Blomkvist & Hallin, 2014) I andra ord innebär det att reliabilitet kan benämnas i uttrycken repeterbarhet och konsistens. (Mälardalens Högskola, 2012)

Bell (2016) beskriver att validitet eller giltigheten, är ett mått att mäta relevansen av det materialet som studien samlar in. Att materialet som är insamlat faktiskt beskriver det som ämnas att studeras. Det vill säga hur hög grad ett insamlat material representerar det som faktiskt vill mätas. Blomkvist & Hallin (2014) förklarar att validitet uppnås genom att

litteraturgenomgång lyfter de ämnen som problemformulering, syfte och frågeställningar belyser samt även om det finns en koppling där emellan till de teorierna som presenteras och sedermera används i analysen. Validitet uppnås även om studien uppfyller dess syfte genom att diskutera, resonera och besvara frågeställningar, samt även om vald datainsamlingsmetod överensstämmer med studiens syfte, frågeställningar och problemformulering. Björklund & Paulsson (2012) beskriver att det går att öka validiteten om flera olika perspektiv beaktas, så kallad triangulering.

Gällande denna studies validitet anses den vara hög då den empiriska insamlingen tyder på likvärdiga resonemang från en majoritet av informanterna. Det finns en tydlig riktning i samtliga av informanternas svar vilket interpreterar att reliabiliteten av undersökningen är hög. Det finnas även en tydlig koppling mellan presenterad teori och litteraturstudie ställt emot informanternas diskussion. Av detta motiveras det att datainsamlingen har en hög trovärdighet vilket tyder på att en hög validitet av undersökningen har uppnåtts. Det går även att finna en tydlig koppling mellan hur de ställda teorierna motiveras och används i analysen.

Gällande antal intervjuer och hur de representerar resultaten, hade en högre validitet uppnåtts ifall fler intervjuer omfattar personer som innehar ett off-grid hushåll. Men då detta ännu i Sverige är ett sällsynt fenomen var denna möjlighet begränsad. Från den utgångspunkten går det att resonera att repeterbarheten för undersökningen är god, och likvärdiga resultat hade uppnåtts oberoende för dess urvalsgrupp, då urvalsgruppen i studien representerar flera olika perspektiv. Från den aspekten går det att motivera att studiens resultat inte frambringa en onyanserad bild av verkligheten, vilket tyder på att hög validitet har uppnåtts.

3.4.2 Objektivitet

Björklund & Paulsson (2012) anser att en studie även måste ses på utifrån objektivitet. Det vill säga att forskaren inte går in med förutfattade meningar och värderingar samt en klar bild av verkligheten, utan att forskaren är öppen och neutral inför det studerade fenomenet. Från denna aspekten finner vi att denna studie har setts på från en objektiv vinkel eftersom samtliga intervjuer har varit semistrukturerade där informanten har varit den styrande aktören. Detta har även bidragit till att svar och frågor uppkommit enkom för att informanten själv fört det på tal. Objektivitet har även uppnåtts genom att en abduktiv ansats tillämpas, där förståelse inför det studerade fenomenet uppkommit längst arbetets gång.

3.4.3 Etik

I detta arbete har vi följt Mälardalens högskolas regler gällande fusk och plagiat. (Mälardalens Högskola, 2014) Där med har vi tagit avstånd från att fuska och anskaffa information på ett omoraliskt sätt. Gällande den kvantitativa undersökningen har samtliga informanter informerats om denna studies syfte och att denna rapport skrivs i samarbete med en extern part. Informanterna har även informerats om hur deras svar kommer att användas i denna studie och att svaren inte kommer användas kommersiellt syfte, vilket styrker att studien har genomfört på ett etiskt korrekt tillvägagångssätt. Samtliga informanter har även medverkat i denna studie frivilligt.

3.4.4 Källkritik

Vi argumenterar för att primär- och sekundärkällorna är relevanta för denna studies syfte och frågeställningar. Licentiatavhandlingen som används i litteraturstudien är publicerad under 2018 och ligger nära denna studies forskningsområde. Därmed finner vi att källan är representativ och även trovärdig, då avhandling är publicerad under peer-review. Vi anser därmed att analysen och slutsatserna har god samhörighet med denna undersökning. Vidare går det att argumentera för att tillvägagångssättet i Licentiatavhandling följer kutym som medför att dess slutsatser går att styrka genom en genomgång av de använda källorna. De vetenskapliga teorierna som presenteras är tillika så faktagranskade enligt peer-review, vilket stödjer att denna typ av källa är tillförlitlig och korrekt. Gällande hur källan är representativ för denna undersökning framkommer då teorierna studerar hur stora socio-tekniska system förändras, vilket knyter väl an till denna studies syfte och därmed är de valda teorierna tillämpbara. Beträffande hur dessa källor har tendentiösa uppgifter eller uppkommit på grund av beroendeställning finner vi inga tecken på, då det är forskningspublikationer vilket följer forskningsetiska riktlinjer.

Övriga källor i litteraturstudien kommer från olika myndigheter så som Energimyndigheten, Energimarknadsinspektion samt Statistiska centralbyrån. Dessa källor finner vi trovärdiga i kontexten att de är författade av en myndighet, vilket införlivar en kredibilitet till dess uppgifter. Samtliga källor finns dokumenterade vilket bidrar att det går att styrka information om en annan part vill bekräfta uppgifterna. Övriga källor i litteraturstudien bygger på olika rapporter utgivna av organisationer som Nils Holgersson-gruppen och Bloomberg, vilket kan skapa en viss osäkerhet gällande trovärdigheten till källan. Men då dessa rapporter har skildrat verkligheten i siffror utifrån inlämnade uppgifter till myndigheter och forskningsinstitut anser vi att källorna ändå har en hög pålitlighet. Dessa källor finner vi även representativa i denna studies kontext då de styrker hur nuvarande förhållanden ser ut. Då flertal källor kommer från myndigheter och organisationer går det att ställa sig frågande till om källorna är vinklade eller framställda på ett visst sätt. Här finner vi att det kan finnas sådana tendenser, men att detta även har beaktats i analysen. Samtliga källor är valda utifrån närhet i tid, där vi har valt bort de källor som inte är aktuella.

I den kvalitativa undersökningen finner vi att de personer som har intervjuats står nära forskningsområdet vi undersöker i aspekten att de arbetar med elnätsfrågor och elmarknaden dagligen. Sedermera anser vi att informanterna representerar det undersökta fenomenet väl då flera olika perspektiv kommer till tal. Dock kan informanterna skildra en onyanserad bild utifrån att aktören försöker framställa sig i bättre dager. Detta är något vi har beaktat när vi analyserat den insamlade empirin.

4 EMPIRI

Följande kapitel presenterar den empiri som har samlats in genom intervjuer. Dock återges inte alla intervjuer till helhet utan belyser enbart de viktigaste utgångspunkterna. Först presenteras en tabell med kodning av informanterna som underlättar för läsaren, vilket sedan följs av flera kapitel empiri. Empirin är utformad utefter MLP-teorins olika teman landskap-, nisch- samt regimnivå, för att skapa ett bra underlag för analys och slutsatser.

Tabell 2 - Kodning

Aktör	Kodning
Vattenfall AB	BV1
Vattenfall AB	BV2
Härjeåns Nät AB	BV3
Borlänge Energi AB	BV4
Villaägarna	BO1
Svensk solenergi	BO2
Hans-Olof Nilsson	SL1
Energimyndigheten	M1
Energimarknadsinspektionen	M2
Kommun i Norrland	M3

4.1 Landskapsnivå

Informant BV1 (2019) ser att utvecklingen av elsystemet drivs av två motiv, dels politiska mål och dels ökad elektrifiering av samhället. Att samhället går mot en ökad elektrifiering ser flertal av informanterna (BV1; BV3; BO1, 2019) som något problematiskt. Två informanter indikerar att effektbehovet kommer att öka i takt med att samhället blir allt mer elektrifierat. (BV1; BV2, 2019) Strukturen av elsystemet kan behöva förändras i takt med ökad elektrifiering för att möta de nya utmaningar som behovet av mer el skapar. Därför anser informanterna att det kan krävas koordinering och samordning av flera lösningar för att uppnå en önskvärd utveckling och ett hållbart samhälle. (BV1; BV3; BO1, 2019) Informant M1 (2019) indikerar även att elektrifieringen ökar samhällets sårbarhet, med tanke på exempelvis den ständiga uppkopplingen som kräver el. Traditionellt sett har elsystemet byggts nedifrån och upp, men enligt två informanter sker det just nu ett skifte på marknaden. (BV1; SL1, 2019) Enligt informant SL1 (2019) kommer vi behöva ändra hur vi ser på marknaden och hur den utvecklas. I framtiden behöver inte elen gå via stamnätet, regionledningar sedan vidare ut till de lokala näten, utan strömmen kan lika gärna gå från det andra hållet. (SL1, 2019) Om vi ska klara strömförsörjningen framöver är detta en viktig omställning och att konsumenterna behöver ta en mer aktiv roll (BV1; BO1, 2019)

Flera av informanterna indikerar att användarflexibilitet kan vara lösningen på de problem med effektbrist som Sverige står inför (BV1; BV2; M2; BO1, 2019). I stora delar i Sverige kommer vi framöver uppleva "elbrist" i nätet i form av effektbrist, där problematiken ligger i att hänga med i samhällsutveckling och att bygga ut stamnätet i samma takt som övrig tillväxt. I Skåne och Mälardalen är det ett faktum att dessa regioner inte idag kan ta emot någon form av en större industri, då det inte finns tillräcklig med hög installerad effekt och resurs i näten. Även runt storstäder och i övriga tillväxtregioner finns liknande problematik, där samhällsutvecklingen inte ligger i linje med nuvarande struktur. (BV1, 2019) Informant M2 (2019) är i samklang och antyder att detta inte är ett problem för framtiden utan att vi redan idag upplever och ser kapacitetsbrister i elsystemet. Enligt informant BV2 (2019) behöver vi även uppmärksamma denna problematik på lägre nivåer, som hur strukturen och samhället ska hantera situationen om ett helt villakvarter köper elbil samtidigt och installerar en laddare till elbilen. För att hantera detta menar informant BV1 (2019) således att vi behöver hantera tillförlitligheten i systemet, där lösningen blir att börja tänka och fokusera på flexibilitet i både användningen och generationen av el.

Förändring i elsystem idag tyder på att systemet går mot ett mer decentraliserat elsystem med fler mindre aktörer. Redan idag ser vi dessa förändringar menar informant BV1 (2019) och BV2 (2019), då vi upplever en stark tillväxt av lokalproduktion och anslutningar på lägre spänningsnivåer. Informant BV2 (2019) anser att Sverige är beroende av ett decentraliserat elsystem där konsumenterna har en aktiv roll för att klara den framtida elförsörjningen. En informant resonerar att om vi hade byggt upp elsystemet idag hade det troligtvis sett annorlunda ut i strukturen (BV1, 2019). Informant M1 (2019) menar att ett decentraliserat system även uppnår en högre resiliens än ett hårt centraliserat system. För om något händer med exempelvis ett kärnkraftverk eller annan större produktionsanläggning skapar det en stor sårbarhet i hela systemet. Detta eftersom problemen snabbt förflyttar sig och växer i styrka och ger konsekvenser för hela strukturen, vilket inte händer på samma vis i ett decentraliserat system om det är designat på rätt sätt, eftersom flera aktörer kan täcka upp ett avbrott. (M1, 2019) Dock menar informant BV2 (2019) att ett decentraliserat system som utgörs av mindre förnyelsebara anläggningar inte uppnår en högre säkerhet än vad nuvarande system gör, då förnyelsebar elproduktion är fluktuerande och svår att planera. Mindre anläggningar som ägs av en konsument är även designade att inte producera ström vid avbrott, därav kan det inte täcka upp för ett avbrott i systemet. Dock har Sverige en väl uppbyggd och fungerande vattenkraft som kan balansera elproduktionen. (BV2, 2019)

Informant SL1 (2019) beskriver att solceller kan ses som en form av statusobjekt idag, där en liknelse kan dras med att köpa en ny bil eller bygga om köket. Där skillnaden mellan dessa är att bilen enbart kostar pengar, jämfört med solceller som är en investering som ger utdelning över tid. (SL1, 2019) Även BV2 (2019) styrker att solceller idag är en lönsam investering. Dessutom är gemeneman mer miljömedveten idag än tidigare, och att installera och äga solceller kan ge "cred" till individen vilken kan utvecklas till en form av status i samhället (BV2, 2019).

Ett annat område som kan komma att förändra möjligheterna för off-grid är reglering. Om off-grid skulle vara den valda vägen att gå i framtidens elsystem så kommer reglering utformas för att främja off-grid, och då kommer möjligheterna för off-grid hushåll se helt annorlunda ut. (M1, 2019)

4.2 Nischnivå

Några av informanterna (SL1; M1, 2019) tror att den tekniska utvecklingen kommer gå fortare i framtiden och att vi kommer se en teknikutveckling som både innebär att vi har bättre tekniska komponenter samt billigare system. En informant motiverar detta genom att påvisa att priset på energilagring just nu är på nivåer där solceller var för fem år sedan och att utvecklingen kommer gå fort (BO2, 2019). Informanten som lever off-grid resonerar att privatpersoner i framtiden förhoppningsvis kan köpa vätgaslager i den konventionella detaljhandeln (SL1, 2019). En utveckling av tekniken skulle kunna leda till billigare systempriser och i framtiden andra möjligheter för off-grid hushåll (M1; SL1, 2019). Två informanter tror att utvecklingen av komponenter kommer drivas av andra sektorer, som exempelvis att bilindustrin driver utvecklingen av batterier (M1; BV1, 2019). Informant M1 (2019) berättar om ett fall där gamla bilbatterier har använts i ett flerfamiljshus och att denna möjlighet skulle kunna driva prisutvecklingen för ett off-grid hushåll.

Huvuddelen av informanterna ser det som väldigt osannolikt att en betydande del av Sveriges elkonsumenter kopplar bort sig från elnätet och bli självständiga *off-grid* hushåll inom en rimlig framtid. (BV1; BV2; BV3; BV4; M1; M2; BO1; BO2; 2019) Dock lyfter några av informanterna att de i sådana fall tror på en framtid där elnätet är mer decentraliserat och att så kallade lokala energisamhällen växer fram (BV2; M2, 2019). Informant M2 (2019) informerade om EUs nya regelverk Clean Energy package, där små energisamhällen presenteras som en aktör, och att den aktören får äga sitt nät och på så sätt frångå lagen om koncession. Vidare berättar informanten att det nu är upp till Sverige som nation att besluta om detta ska implementeras i svensk lagstiftning. (M2, 2019) De flesta intervjuer tyder på att aktörer i systemet ser det som problematiskt för enskilda konsumenter att gå *off-grid*, framförallt ur det ekonomiska perspektivet. Många menar dock att det inte finns några tekniska hinder i dagsläget. (M1; M2; BV1; BV2; BO2, 2019) Emellertid kan bristen på information göra det problematiskt för den enskilde individen (M1, 2019). Några informanter menar att det är problematiskt att lagra den mängd el som behövs från sommar till vinter, om man som individ tänker att man vill vara miljövänlig och endast använda förnybara källor. (M1; M3; BO2, 2019) Den tekniska utvecklingen behöver komma längre och priserna behöver minska för att det ska bli realistiskt (BV2, 2019). Två informanter ser att det finns en möjlighet till en annan utveckling för fritidshus som är off-grid. Dels att det blir lönsamt fortare och dels på grund av kraven på elleverans kanske är mindre. (BV2; BO2, 2019). En annan informant ser det som ännu mer problematiskt för fritidshus som inte har daglig tillsyn (M3, 2019).

Många av informanterna (BV1; BV2; BV3; M1, 2019) ser det som delvis problematiskt att den som vill gå *off-grid* måste vara sin egen servicetekniker och ha ansvaret för drift och säkerhet. Dessutom kan bristen på kunskap vara ett hinder. Det system som krävs för att klara av att producera hela årets förbrukning kräver många komponenter och att det då krävs kunskap om alla dessa komponenter, kunskap om hur systemet optimeras och hur systemet underhålls. (BV2, 2019) Den informant som själv äger och bor i ett hushåll som är off-grid delar dock inte samma mening. Informanten menar att dennes system i stort sett endast har en på- och avknapp, och att när allt är installerat är det väldigt lättskött. Idén om att det var svårt att sköta ett eget system kan komma från elnätsföretagen som inte vill förlora kunder. I sitt hushåll har informanten endast haft ett avbrott på fyra år, som även i grunden berodde på ett handhavande fel. Dock understryker informanten att det har krävts en viss typ av kunskap att utveckla det system som finns i informantens off-grid hus. Men tack vare att informanten har gjort detta betyder det således att ingen annan behöver ha den tekniska

kunskapen. Informanten drar liknelse med att det inte åläggs på konsumenten att besitta det tekniska kunskaperna som krävs för att köpa exempelvis en bergvärmepump, utan konsumenten köper tjänsten av någon annan som har den tekniska expertisen. Utöver detta beskriver informanten att hans system bygger helt på standardkomponenter. Anledning till detta är för att alla ska kunna köpa likadant system samt om något går sönder ska det vara enkelt att ersätta mot en ny komponent. Informanten berättar även att det finns att köpa helt färdiga system som helt enkelt ersätter elabonnemanget och att konsumenten inte behöver göra något annat än att betala för själva produkten och installeringen. (SL1, 2019) Informant BV1 (2019) tror att elpriset kommer stiga i framtiden samtidigt som beroendet av el ökar, och tror att det i framtiden kommer vara många hushåll som producerar sin egen el för att exempelvis ladda sin elbil på grund av ökade elpriser.

4.3 Regimnivå

Följande avsnitt presenterar den del av den insamlade empirin som passar under regimnivå i linje med Geels (2002). Vidare har kapitlet delats upp utifrån Tekniska element och fysiska strukturer, Formella-, normativa- samt kognitiva lagar och Sociala strukturer, nätverk och aktörer.

4.3.1 Tekniska element och fysiska strukturer

En informant från ett mindre elnätbolag tror att det kommer krävas andra typer av investeringar i framtiden, investeringar i smartare utrustning och självläkande nät. (BV3, 2019) I och med den effektbrist som Sverige i framtiden kommer att ställas inför samtidigt som kravet på leveranssäkerhet ökar så ställer sig en informant frågande till om elnätet ska dimensioneras för worst case-scenarion, och menar vidare att det blir ett väldigt dyrt elnät som kan komma att behöva finansieras av ökade elnätsavgifter. (BV2, 2019) Sett från elnätsperspektivet så menar en informant från ett elnätbolag att målen med 100 procent förnyelsebar produktion inte kommer vara det problematiska. I framtiden kommer strukturen möta andra typer av problem och flaskhalsar när ström flödar åt båda riktningarna genom elnäten, samt hur systemet ska hantera den ökade mängd anslutningar på lägre spänningsnivåer som mindre prosumenter bidrar med. (BV2, 2019)

Användarflexibiliteten är en möjlighet att ge incitament till konsumenten att styra användningen för att kapa effekttoppar. M2 (2019) Informant BO1 (2019) håller med om att användarflexibiliteten är viktig pusselbit för att lösa de problem som en ökad elanvändning skapar och att det är viktigt att planera elanvändningen till tider där det är mest samhällsekonomiskt effektivt. Likvärdigt resonemang motiverar även andra informanter, att samhället behöver använda tillgänglig kapacitet på ett smartare sätt samt även nyttja och maximera nuvarande resurser (BV2; M1; M2, 2019).

Majoriteten av informanterna påtalar att det finns en risk att om fler går off-grid så skulle det bli dyrare för kvarvarande kunder med tanke på att finansieringen av elnätet då delas på färre kunder (M1; M2; M3; Bo2; BV1; BV2, 2019). En informant ser det som ytterst problematiskt eftersom off-grid system i dagsläget kräver stora investeringar och att det därav är konsumenter med störst betalningsförmåga som har möjlighet att gå off-grid. Då blir de konsumenter med lägre betalningsförmåga kvar på elnätet och får betala en högre

elnätsavgift. (M2, 2019) En informant pratar om att flexibilitet även är väldigt viktigt från generationssidan (BV1, 2019). På flera ställen idag skulle det bli problematiskt om alla bilar skulle ställas om till elbilar, där laddningen då blir dilemmat. (BV2, 2019) Flertalet informanter styrker att det skulle bli flaskhalsar i systemet om alla elbilar skulle kopplas in vid samma tillfälle. (BV1; BV2; BV3, 2019)

Även i andra kontexter blir lösningar på de problem vi står inför, från ett samhällsekonomiskt perspektiv, inte nödvändigtvis att bygga nya ledningar utan snarare andra typer av portabla förstärkningar. Exempelvis skulle en portabel lösning i form av batterilager vara möjligt att tillfälligt montera på ställen där belastningen kommer vara hög under några få dagar, så som under semestertider och högtider när många transporterar sig från ett ställe till ett annat och behöver laddning i sin bil för att fortsätta sin resa vidare.

Likvärdigt kan en portabel applikation även vara svaret för områden och hushåll som ligger långt ut på nätet, där användning är sällan och relativt låg. Det kanske blir billigare för nätägarna att tillfälligt ställa upp ett portabelt energilager än att göra investeringar i näten på sådana platser. (BV1, 2019) Informant BV2 (2019) nämner också portabla produktionsenheter som en alternativ lösning till att bygga ut nätet, men menar vidare att lagstiftning kring detta i dagsläget är luddig utifrån perspektivet att elnätsföretag är reglerad verksamhet. (BV2, 2019) En av informanterna från ett nätbolag som äger nät innehållande en så kallad flaskhals ställer sig frågande till om det inte är kapitalförstöring att bygga 100 laddstolpar för elbilar som används tre veckor om året. En informant ställer sig frågande till vem som då ska äga dessa portabla energilager. (BV3, 2019) Ponerat att vi i framtiden har 1 miljon elbilar inom Sveriges gränser innebär det även att det finns ett enormt stort portabelt energilager rullandes på vägarna. Men problem blir när alla dessa bilar ska laddas och en hög momentan belastning på nätet uppkommer. Med hjälp av smart teknik, är lösningen inte nödvändigtvis att bygga ut och förstärka nätet utan snarare att varje bil blir en del av lösningen genom att upplåta del av sitt energilager till nätet. Men för att en individ ska vara motiverad att bidra med detta krävs det någon form av kompensation samt även smart styrning, där det regleras i hur stor andel av energilagret som individen kräver när hen behöver bruka bilen. (BV1, 2019)

4.3.2 Formella-, normativa- samt kognitiva regler

Flertalet (BV1; BV4; M1, 2019) av informanterna påpekar att i en utveckling mot ett decentraliserat system kanske nuvarande infrastruktur inte kommer användas på samma sätt. Ledningar, nät och komponenter kan bli värdelösa då det inte längre fyller ett syfte i strukturen. (BV1, 2019) Där ställer sig informant M2 (2019) frågande till om det är samhällsekonomiskt försvarbart att inte bruka en resurs som är byggd och fungerande, där både stora summor pengar och resurser är investerade i systemen, enbart i kontexten att personer vill bli mer självständiga och oberoende av samhällstjänster som tillgången till el via elnätet. Dock resonerar ett elnätsbolag (BV1, 2019) att det inte finns något självändamål att de finns. Idag finns dem på grund av en anledning, att de fyller ett behov på marknaden. (BV1, 2019) Men om samhällsutvecklingen går mot ett håll menar emellertid informant M1 (2019) att systemet inte ska främja för att bevara en struktur som inte är önskvärd. Även sett från hållbarhetsperspektivet ställer sig informant M2 (2019) frågande till om det är miljövänligt att det finns flera oberoende system som inte brukas till sin fulla potential (M2, 2019).

För att nå de uppsatta politiska målen med hundra procentig förnyelsebar produktion, kan konsumenter behöva förändra sitt beteende och vara mer flexibla i sin användning av el, då förnyelsebar elproduktion är både osäker och fluktuerande (M2, 2019). Dock finns viss problematik med att styra laster och göra det mer ekonomiskt att exempelvis ladda sin elbil på natten eftersom det skulle innebära en risk för ett överbelastat nät nattetid (BV3, 2019). Men för att konsumenten ska vara motiverad att vara flexibel med sin användning kan det krävas en annan prismodell för tariffer. Idag tillämpar de flesta elnätbolag säkringstariffer, med undantag för några få. Säkringstariffer innebär att den en fasta summan utgörs av storleken på säkringen i hushållet. Dock poängterar informant M2 (2019) att det idag inte finns något som hindrar elnätsföretag att bruka andra typer av tariffer. En omreglering mot effekttariffer skulle ge konsumenten ett större inflytande på sina kostnader genom att minska eller förskjuta sin elanvändning. (M2, 2019)

Problematiken kring detta sett ur konsumentperspektiv är att den ekonomiska vinsten i proportion till offrad förskjuten användning inte nödvändigtvis är likvärdig. Om konsumenten tjänar 50 procent av priset per köpt kWh el på att förskjuta sin förbrukning till optimala tider, som exempelvis natten där det är låg belastningen på näten så kan idag i vissa fall enbart betyda en besparing några kronor. Informant BV1 (2019) beskriver ett exempel med att tvätta på natten som ger en besparing på ca 1 kronor, men detta resulterar i att konsumenten måste hänga sin tvätt på morgonen, och informanten resonerar att troligtvis skulle de flesta välja att betala 1 krona extra och slippa hänga sin tvätt på morgonen, snarare än att förskjuta sin elanvändning. Om förtjänsten skulle ha ett större ekonomiskt värde är det mer troligt att konsumenter är villiga att förändra sina förbrukningsmönster. (BV1, 2019) Dock menar en annan informant att exemplet med att börja tvätta på natten aldrig kommer att få genomslag, då detta har diskuterats i drygt 30 år och ingen förändring på marknaden har ännu skett (BV2, 2019). Förbrukningen för uppvärmning har en större betydelse när det kommer till att kapa effekttoppar och att förskjutning på det användningsområdet skulle vara effektivare. (M2; BV2, 2019) Detta tyder på att andra förändringar än att konsumenten behöver offra något behöver till, för att skapa en förbättring i nyttjandet av nuvarande resurser. Flera informanter ser användarflexibiliteten som viktig, men att lösningarna nödvändigtvis inte behöver påverka, göra anspråk på eller göra avkall på konsumentens bekvämlighet och komfort. Det går att styra laster utan konsumenten själv märker detta med hjälp av smarta lösningar. (BV1; BV2; M2, 2019) Informant BO1 (2019) anser att det är oresonligt att det kostar lika mycket att nyttja elnätet oberoende av hur högt belastat elnätet är.

Effekttariffer, kan som tidigare informanter resonerat hjälpa till att kapa effekttoppar och ge incitament att förändra beteendemönstret kring elanvändningen. I ett regeringsuppdrag som Energimarknadsinspektionen genomförde 2016 beskrivs den tekniska potentialen för användarflexibilitet. Informant M2 (2019) håller med om att möjligheterna på användarsidan är som störst för uppvärmning som är beroende av el. Informanten motiverar detta genom att förklara att det redan nu finns teknik som kan underlätta att genomföra energieffektiviseringsåtgärder och styra laster som inte påverkar temperaturen i ett hushåll med mer än 0,5 grader, samtidigt som den totala förtjänsten är någonstans mellan 1500-5000 MW på en nationell nivå. (M2, 2019) Informant M2 (2019) menar att säkringstariffer är passé och informerar att de nya förskriften för utformning av effekttariffer ska vara klara 2020. Dock har energibolagen historiskt sett varit väldigt restriktiva i nyttjandet av effekttariffer, men menar att energibolagen kan uppleva en viss osäkerhet kring hur de ska tolka regleringarna. (M2, 2019)

En informant menar att resonemanget kring problematiken av skenande elnätsavgifter och geografiska variationer skulle bli avhjälpt med effekttariffer fallerar. (BV1, 2019) Flera informanter motiverar att effekttariffer kan ge en felaktigt och skev kostnadsbild, då elbolaget oavsett nyttjandegraden från konsumentssidan har likvärdiga kostnader fränsett om elnätet brukas 24 timmar på årets alla dygn, eller några få semesterdagar. (BV1; BV3, 2019) I fjällområden, landsbygd eller i områden med hög turism menar en informant att det inte kommer fungera med effekttariff. En informant från ett elnätsbolag menar att i elnätsområden som utgörs av hög andel semesterbostäder måste elnätet finansieras även de dagar då det inte brukas så mycket, och att incitament till att förskjuta sin elanvändning är låg i dessa områden. (BV3, 2019) Dock hävdar informant BV2 (2019), att av samma anledning har nätbolag infört effekttariff för att styra användning i motiv att kapa effekttoppar. Det har då gjorts istället för att investera och förstärka näten i områden där nätet är svagt, vilket då sett från elnätsbolaget skulle vara en bättre lösning rent ekonomiskt. (BV2, 2019)

Även från samhällsperspektivet skulle en sådan lösning nyttja nuvarande resurser på ett effektivare sätt. Säkriingsabonnemang som idag de flesta elbolag tillämpar, utgörs av en fast månadskostnad för att nyttja elnätet upp till säkriingsstorleken. En effekttariff innebär att konsument istället betalar för maxförbrukad effekt. Det finns även andra former av tariffer som tidstariffer där det är skillnad i avgiften beroende på när elnätet nyttjas. Nackdelen med effekttariffer är att konsumenten själv måste ha kunskap om hur prissättning fungerar. (M2, 2019) Där menar en informant att det blir viktigt med information och att konsumenten förstår konsekvenserna kring hur användningen kan resultera i ökade eller minskade kostnader, och att det blir centralt att hantera det så att konsumenter inte hamnar i kläm. (BO1, 2019) Att effekttariffer är framtiden indikerar dock flertalet av informanterna på, då det ger goda incitament till att styra mot en effektivare användning av elsystemet, och är en viktig utgångspunkt för att elnätet ska kunna leverera den kapacitet som efterfrågas även i framtiden. (M2; BV2; BO1, 2019)

De nya förslagen om elbilar och de politiska målen om fossilfri fordonsflotta, implicerar att bilar måste tanka sin energi via elnätet. (BV3, 2019) I denna kontext menar två informanter (M2; BV1, 2019) att flexibelt nyttjande och användning blir vitalt viktig för att klara en sådan omställning. En informant från ett mindre nätbolag ställer sig frågande till hur vissa politiska mål ska kunna nås, exempelvis det förbud mot dieslebilar efter 2030 som diskuteras, utifrån perspektivet att vi redan har effekttoppar och flaskhalsar (BV3, 2019). Sett från nätbolagsperspektivet menar en informant på att det inte är elbolag som upplever problem med effekten och att problematiken snarare uppkommer på systemnivå än hos enskilda bolag. (BV1, 2019)

Emellertid tror informanter på att vi kommer se en stabilisering av elnätsavgiften framöver (M2; BV3, 2019). Informant M2 (2019) menar på att detta kan dels bero på den reglerade intäktsramen som varje bolag blir ålagda att följa, vilket från om med 2020 i princip innebär en halvering av de vinster som varje bolag får ta ut. Dock är det stora skillnader i hur stora vinster som bolagen tar ut. Kommunala bolag kommer sällan upp till maxtaket i intäktsramarna medans privata bolag oftast vinstmaximerar och når taket. En stabilisering av elnätsavgiften kan även påvisas om det tillkommer bättre reglering inom EU. Att elnätsavgifterna har ökat den senaste åren motiveras av att elnätsbolagen har genomfört stora moderniseringar i elnäten, vilket har varit dyrt för företagen. Dock menar informant

M2 (2019) efter att ha granskat investeringar i elnäten, att det inte alltid återfinns ens korrelation mellan uttagen vinst och investeringar i strukturen. (M2, 2019) Historiskt sett menar informant BV1 (2019) att näten har varit dimensionerade för att klara maxlast men sällan nyttjas till sin fulla kapacitet, vilket bidragit till höga elnätsavgifter. På många ställen nyttjas näten 80 procent av tiden till ungefär 20-25 procent av dess fulla potential. Informanten ställer sig då frågande till om vi ska fortsätta bygga kommande infrastruktur på likvärdigt sätt, eller om finns det andra lösningar som är bättre sett ur ett ekonomiskt- och hållbarhetsperspektiv. Men för att företag ska vilja investering i ny infrastruktur och drifta ett nät är det även ett krav att företagen även får avkastning på satsat kapital. (BV1, 2019) Informant BV3 (2019) resonerar att elnätsbolagen behöver vara med och påverka hur intäktsramarna sätts och vilken avgift som bolagen får ta ut eftersom det är bolagen som besitter kunskapen om hur och var investeringar i strukturen behövs.

En informant poängterar att det skulle kunna bli som med vatten- och avloppssystemet, att staten kräver att man ska vara uppkopplad till nätet, för att behålla samhällsnyttan (M3, 2019) Informant BO2 (2019) öppnar också upp för att det i framtiden kan lagstiftas kring huruvida hushåll får gå off-grid. Informant M1 (2019) delar mening om att regleringen kring off-grid konsumenter är otydlig.

4.3.3 Sociala strukturer, nätverk och aktörer

En av informanterna från en stor nätägare ser det som en risk att stora nätägare sätter sig emot en övergång till fler off-grid hushåll då deras befintliga affärsidé är att driva de traditionella näten. Om många kopplar bort sig från elnätet så minskar intäkterna för dessa aktörer. (BV1, 2019) De två informanterna BV1 (2019) och BV2 (2019) från ett nätbolag belyser också riskerna med en utveckling mot lokala energisamhällen eller mikro-grids. Om koncessionen luckras upp kan det bli så att vissa områden är attraktiva att äga och vissa är oattraktiva. De områden där det är dyrt att äga nät står då utan nät och informanterna ställer sig frågande till vem som ska bära ansvaret för dessa områden. (BV1; BV2, 2019) Dessutom kan de lokala energisamhällena ägas av i princip vem som helst som det ser ut idag (M2, 2019). Med tanke på att det i dagsläget inte är så reglerat, exempelvis finns det inga geografiska begränsningar för ett sådant energisamhälle, finns det en risk att energi blir en handelsvara på ett sätt som inte är samhällsekonomiskt effektivt (BV1, 2019) Dessutom ställer sig informant M1 (2019) frågande till vem som ska driva det nät som är kvar, det vill säga det nät som inte tillhör ett energisamhälle.

Några av informanterna behandlar ämnet framtida affärsmodeller och informant M1 (2019) beskriver affärsmodeller som en utmaning i framtiden, dock ser informanten det som troligt att nya affärsmodeller utvecklas på elnätsmarknaden. Informanten ställer sig frågande till vem som kommer driva utvecklingen av dessa, med tanke på att de stora bolagen ofta är trögrörliga. Vidare menar informanten dock att EU vill skapa ett gemensamt regelverk för alla länder i unionen där elnätsägarna anses ha en betydande roll som möjliggörare, snarare än tjänsteleverantör. Genom det är det troligt att elnätsföretagen har en neutral roll och erbjuder en spelplan men inte tjänster. (M1, 2019) Informant BV3 (2019) ser det som en möjlighet att sälja tjänsten ”off-grid hushåll”, dels för att kunna koppla bort kunder som kräver dyra ledningar. Exempel på sådana kunder kan vara kunder på landsbygden där en lång ledning krävs för en eller ett fåtal anslutningar. Dock poängterar samma informant problematiken med dagens reglering, och att elnätsbolag inte får bedriva den typ av verksamhet. En lösning som informanten ser på detta är att starta ett nytt bolag, något som

informanten menar inte är långt bort i dennes företag. Genom att göra så öppnas möjligheten för att erbjuda off-grid lösningar som tjänst, men det krävs utveckling av befintliga affärsmodeller och befintlig marknadsföring. (BV3, 2019) Informant BV1 (2019) menar att dom som nätbolag kommer att följa efter utvecklingen och om den går mot off-grid så måste de förändra sina affärsmodeller. Informant BV4 (2019) menar att de som elnätsbolag avvaktar med att göra stora förändringar, så som att införa effekttariffer, för att avläsa åt vilket håll branschen går. Den största anledningen till detta är att de vill undvika att kunderna upplever skarpa förändringar för att behålla en hög kundnöjdhet. (BV4, 2019) Vidare menar informant BV1 (2019) att utvecklingen mot fler mikro-grids, eller energisamhällen, skulle innebära att olika affärsmodeller skulle behövas för olika områden. (BV1, 2019) Dock menar en annan informant att det inte kommer vara just elnätssidan av bolaget som utvecklar affärsmodellerna, framförallt med tanke på att det som händer i elnätsföretaget är reglerad marknad. (BV2, 2019) Regleringen blir ett litet hinder, men det går relativt lätt att komma förbi det genom att skapa verksamheten i en annan del av bolaget. Men informanten håller med om att det i vissa fall skulle vara en möjlighet och kunna koppla bort kunder som är långt ut på nätet, men att det är väldigt olika från fall till fall. (BV2, 2019)

Informant SL1 (2019) som lever off-grid håller med om att elsystemet är under förändring och att vi i framtiden kommer behöva ändra hur vi ser på systemet. Informanten drar kopplingen med internet, där många hävdade när internet kom, att det enbart vara en fluga. Titta på det nu, 20 år senare, nu är allt uppkopplat. Dock poängterar informanten starkt att elbolagen fram tills nu, har gjort ett fantastiskt jobb med att förse Sverige med el. Men att bolagen är gammalmodiga och inlåsta i sina strukturer och passar inte in i framtidens elsystem. Då bolagen inte längre fyller sitt syfte på marknaden att förse svenska hushåll med el. (SL1, 2019)

5 ANALYS

I detta kapitel har litteraturstudien och den insamlade empirin kopplats och analyserats utifrån studiens syfte. Kapitlet har strukturerats utefter MLP-teorins olika nivåer.

Hughes (1987) menar att det ofta är krafter som miljöhänsyn, förändrade marknadsförhållanden och ny teknik som ligger bakom en förändring av stora socio-tekniska system. Informant BV2 (2019) nämner att det i vissa kontexter ses som trendigt att vara miljömedveten. Hojckova, Sandén och Ahlberg (2018) menar att en drivkraft bakom att privatpersoner vill gå off-grid är att de har ett hållbarhetsperspektiv. De stundande klimatförändringarna har drivit för skapandet av klimatmål som befolkningen måste förhålla sig till och ta hänsyn till. Utvecklandet av tekniska lösningar, så som solceller och olika lagringstekniker, sker snabbt. (BO2, 2019) Enligt Energimyndigheten (2014) kan kombinerade system utmana elsystemets befintliga struktur, en utveckling som vi kan se redan idag i Tyskland och Italien. Hughes (1987) beskriver de olika stadierna i utveckling av ett stort socio-tekniskt system, där den första fasen benämns innovation och den andra teknisk övergång. Ett elsystem som karaktäriseras som off-grid skulle kunna ses som att det befinner sig mellan innovation och teknisk övergång, med tanke på att vissa delar av systemet, som solceller, är mogna teknologier samtidigt som lagringstekniker fortfarande är i behov av utveckling. Vidare används begreppet systembyggare som ett samlingsbegrepp för aktörer som skapar och utvecklar stora socio-tekniska system. För ett potentiellt elsystem som karaktäriseras som off-grid så skulle Hans-Olof Nilsson och andra privatpersoner som har byggt hushåll som är off-grid kunna ses som systembyggare.

5.1 Landskapsnivå

Som tidigare presenterats står samhället och världen inför stora utmaningar för att stävja stundande klimatförändringar. Det råder en enighet om att det krävs mänsklig handling för att styra världen i en riktning som är önskvärd. Från politiskt håll ser vi bland annat mål om att Sverige ska ha en fossilfri fordonsflotta till 2030 samt att den globala temperaturökningen inte får överstiga 2 grader, vilket kräver en omställning av dagens elsystem. Detta poängterar även flertalet informanter, att det kommer krävas ett annat elsystem i framtiden för att bättre möta kommande utmaningar. Dock belyser Geels (2002; 2004) att förändringar i ett infrastruktursystem både är svåra och tar lång tid då strukturen är komplex. Geels (2002) menar att en lucka på regimnivå uppkommer när det sker globala trender på landskapsnivå. Utifrån denna teori går det att motivera att det just nu sker förändringar i landskapet då en ökad medvetenhet gällande klimat- och miljöfrågor har uppkommit, då gemeneman är mer miljömedveten nu än förr, vilket den empiriska insamlingen visar tecken för. Detta påstående styrks ytterligare av en undersökning som SOM-institutet genomförd där över 80 procent av tillfrågade ansåg att Sverige bör satsa mer på solenergi. Detta i kombination med att forskningen är enig om att vi behöver minska utsläppen av växthusgaser för att hindra de stundande klimatförändringar visar att det finns ett starkt engagemang och en stark vilja att göra världen till en bättre plats. Som tidigare presenterat står samhället inför fler utmaningar, som elektrifieringen av bilsektorn och industrin, vilket leder till ökat effektbehov men även en ökad sårbarhet. Med avstamp i detta går det således att antyda att en förändringsprocess har påbörjats och en lucka i regimen har öppnats där elsystemet kan omstruktureras och utvecklas för att uppnå en önskvärd utveckling och ett hållbart samhälle. Om det sker förändringar i landskapet som grundar sig på ökad medvetenhet gällande miljö-

och klimatfrågor kan off-grid system, som utgörs av förnyelsebar produktion, gynnas av detta då det sker en hybridisering mellan teknikerna.

Van Lente (1993) menar att det tidigare har påvisats att stödet för och användningen av nya tekniker har en koppling till kulturella värderingar. Två informanter menar att det är trendigt att ha solceller på sitt tak och att det har utvecklats till en form av statusobjekt. Så kallade hypes menar Geels (2005) kan leda till ökad utvecklingstakt och att en innovation tas upp till regimen. Om det är så att solceller ökar i status och blir mer trendigt, kan det som Geels (2005) motiverar påskynda ett transformeringsprocess. Med tanke på att solceller är en självklar del av ett off-grid system så bör det ses som troligt att trenden kring solceller gynnar off-grid systemets utveckling som en innovation. Som presenterat i föregående kapitel har utvecklingen lett till att investera i egen elproduktion ses som en investering likt den att tilläggsisolera eller byta ut en gammal oljepanna. Huruvida egna solceller och vindkraftverk blir vanlig företeelse i framtiden är svårt att resonera kring, dock visar en undersökning som Sifo genomför att 83 procent av de tillfråga indikerade för att de kunde sätta upp solceller på sina tak. Det framhålls även i tidigare kapitel att solcellssystem ännu bara är i början av dess utvecklingsfas och tillväxten är väldigt god. Vidare nämner informant BV1 (2019) från ett nätbolag att de vill vara med i framkant av marknaden oavsett vilken riktning den tar, och om efterfrågan på solceller och liknande tekniker som gör att kunden känner sig mer miljövänlig så skapas en möjlighet till nya affärsmöjligheter i form av tjänster som stöttar konsumenten.

5.2 Nischnivå

Förändringar i socio-tekniska system uppkommer som tidigare beskrivits genom ackumulering av innovationer på nischnivå, som sedermera går in i regimen. Förändringsprocesser i strukturen av nuvarande elsystem, kan hjälpa till att driva en utveckling mot fler oberoende system i strukturen. Idag bygger nuvarande system på en hög centraliserad produktion med långa transmissionsledningar som transporterar stora mängder el över längre sträckor. Men framtidsvisionerna är som bekräftat en högre mängd förnyelsebar produktion i systemet, vilket bidrar till att elnät behöver utvecklas och anpassas till vart generationen av elen sker. När en sådan förändring sker, kan det enligt Geels (2005) fungera som en katalysator för vidareutveckling. Om det sker en förändring av nuvarande struktur till att elsystemet i framtiden utgörs av micro-produktion, kan off-grid gynnas av detta då det bygger på samma teknik. Att vi i framtiden har ett annorlunda system som utgörs av decentraliserad generation motiverar flera av informanterna, vilket ihop med politiska mål tyder på att det sker förändringsprocesser i strukturen redan nu, vilket även Hojckova (2018) är i samklang med.

Informanterna SL1 (2019) och M1 (2019) menar att det idag är tekniskt möjligt att vara ett off-grid hushåll och att utvecklingen kommer att accelerera ännu mer i framtiden. Informant M1 (2019) diskuterar möjligheterna att använda gamla bilbatterier i off-grid system och informanten tror att detta kan bidra till prisutveckling. BloombergNEF (2018) menar att dagens batteripriser är resultatet av ökning i installerad batterikapacitet, och menar samtidigt att vi kommer att se en markant ökning de kommande åren. Vidare menar BloombergNEF (2018) att prisutvecklingen till viss del kommer att drivas av elbilar, vilket stämmer överens med flera informanters syn på prisutvecklingen, att den kommer att drivas av andra sektorer. När en socio-teknisk övergång sker och en sektor lånar teknik från en annan har forskning visat att ett visst överlapp mellan sektorerna uppkommer vilket bidrar

till att övergången både växer i styrka och hastighet (Sandén & Hilman, 2011). En rimlig tanke kring det är att då utvecklingen av batterier i el-bilar skulle styra även utvecklingen av off-grid elsystem, då de delar samma teknik och komponenterna blir billigare och mer tillgängliga på marknaden. När ett system förändras har det visats att gammal struktur återfinns som en omkonfigurerad formation, vilket innebär att ny struktur byggs utifrån tidigare sammansättning (Hojckova, 2018). I kontexten off-grid kan en sådan parallell dras mellan att tekniken nu kontra förr används i mindre skala.

Solceller är redan en väl utvecklad teknik som har förändrat systemet på regimnivå, och är nu en del av dagens elsystem. Solceller är också en självklar del av ett off-grid system, och en sådan koppling mellan tekniker menar Markard och Hoffmann (2016) är en viktig utgångspunkt för att en ny innovation ska slå igenom. Som tidigare presenterat tror flera informanter att utvecklingen av batterier och vätgassystem kommer att drivas av andra sektorer snarare än av energisektorn. (M1; BV1, 2019) Dock finns det då en tydlig möjlighet även för energisektorn att ta del av den utvecklingen. Hojckova (2018) benämner hybridisering som fenomenet när innovationer och teknik utlånas mellan olika sektorer och menar att en hybridisering kan påskynda en transformering. Vidare menar Hojckova (2018) att utvecklingen av teknik i andra sektorer blir betydande för en riktning mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid. När aktörer, som exempelvis energibolaget Skellefteå kraft och deras projekt Zero sun, tar initiativ till projekt inom tekniker som är en del av ett off-grid system så är det möjligt att det även skulle kunna gynna utvecklingen av off-grid. En av informanterna menade att dessa satsningar är ett resultat av EU-direktiv, men trots det är det de facto satsningar i innovativa tekniker och kan främja utveckling, oavsett dess egentliga syfte (BO1, 2019). Initiativ från aktörer i branschen, så som projektet Zero Sun, där möjligheterna för att vara ett självförsörjande hushåll realiserats, borde rimligtvis främja utvecklingen. Som tidigare nämnt menar Geels (2005) att det ofta är en aktör som visar vägen och att det inte är dessa start-ups som gör att utvecklingen slår igenom. Istället är det när större och mer slagkraftiga aktörer tar efter, och nu när en mindre aktör har tagit steget finns chansen att en större aktör följer efter. Informant BV1 (2019) menar att de som stort elnätbolag vill följa med i utvecklingen, oavsett riktning. I det här fallet skulle detta bolag kunna vara den stora aktören med slagkraft som tar nästa initiativ. Dock hävdar många av informanterna att det största hindret för privatpersoner som vill gå off-grid är ekonomin, att systempriserna för lagringstekniker är höga samtidigt som teknikerna är ineffektiva. (M1; M2; BV1; BV2; BO2, 2019) Dock motiverar Hojckova (2018) att motiv till att konvertera till off-grid där redan välfungerande och utbyggd infrastruktur finns, är att privatpersoner vill bli oberoende av befintliga system och undgå skenande elkostnader. De flesta informanter anser att det inte är troligt att en betydande andel hushåll är off-grid i Sverige i framtiden, då det svenska klimatet kräver lagring över vinterhalvåret (M1; M3; BO2, 2019). Men då tekniken utvecklas snabbt går det att resonera att off-grid scenariot inte är en utopisk framtid, vilket länder som USA och Australien har bevisat, då det i dessa länder idag finns en uppgående trend om självförsörjande hushåll. En aspekt som talar för off-grid skulle fungera här i Sverige är att det idag finns produkter som har högsta miljöklassningen, vilket således innebär att produkten drar lite ström och den totala förbrukningen kan minska genom att använda energisnåla vitvaror och hushållsapparater. Dock är lagring en fråga som måste lösas för att en sådan utveckling ska förverkligas i Sverige.

Geels (2005) menar att nya tekniker kan hämmas om det uppstår osäkerhet kring hur de ska användas när tekniken introduceras. Som tidigare nämnt ser några informanter okunskap om systemen i ett off-grid system som hinder vid en övergång till off-grid. Men det råder som också nämnt, meningsskiljaktigheter i frågan. Om det dock uttalas svårigheter med att driva

system, från aktörer som konsumenterna har förtroende för, finns risken att en rädsla uppstår, och enligt Geels (2005) så skulle det då hämma utvecklingen mot off-grid system. Emellertid så finns det utvecklade tjänster och produkter på marknaden idag som en privatperson kan köpa, och privatpersonen behöver således inte besitta den tekniska kunskapen eller expertisen. Fler informanter menar att en av de största utmaningarna för privatpersoner som vill gå off-grid är kunskapsbrister. Dessa informanter menar att en privatperson utan specifikt intresse saknar den kunskap som behövs för att driva ett system. (BV1; BV2; BV3; M1, 2019) Detta är något informanten som idag äger ett off-grid hushåll motsätter sig. Informanten menar att det inte alls krävs mycket underhållning av systemet när det väl är installerat och att uttalanden som säger motsatsen grundar sig i en vilja att förhindra en sådan utveckling. Vidare ställer sig informanten frågande till varför det skulle krävas teknisk kunskap om off-grid system när det exempelvis inte krävs någon speciell kunskap för en bergvärmepump hos den privatperson som vill installera en sådan. (SL1, 2019)

Många av informanterna ser det som problematiskt för ett enskilt hushåll att kunna tillgodose tillräcklig produktion under vissa delar av året då det exempelvis är låg solinstrålning (M1; M3; BO2, 2019). Emellertid har informant SL1 (2019) bevisat motsatsen. Även om det dock är dyrt så fungerar informantens system att tillgodose ström på årsbasis, utan att göra avkall på bekvämligheter. Enligt Geels (2005) kan det när någon väl vågar ta steget, så som informant SL1 (2019), uppstå en dominoeffekt. Därav går det att påstå att informant SL1 (2019) kan ses som en förebild för andra individer som vill följa.

En annan faktor som kan ses som drivande i utvecklingen mot off-grid system är höjda elnätsavgifter, vilket i kombination med fallande priser på off-grid system, kan göra att dessa system ersätter elabonnemanget. Informant BV1 (2019) tror att priset för el kommer att öka och därigenom motivet till att vara självförsörjande. Även Hojckova (2018) motiverar att en faktor för att lämna elnätet är just för att undgå skenade elkostnader. Historiskt sett har elnätsavgifterna ökat markant de senaste åren och Sverige följer inte samma utveckling som resten av Europa, på 0,5 procent. När det sker investeringar och förändringar i dagens elsystem innebär det att kunden får vara med och bekosta utvecklingen. Därav är det troligt att kostnaderna även i framtiden kommer öka på grund av systemet behöver förändras för att bättre möta var generationen av elen sker. Därav skulle ett decentraliserat system bidra med att en lucka i regimen öppnas upp, på grund av ökade kostnader för kunden, och en ny riktning i framtidens energilandskap uppkommer.

5.3 Regimnivå

BV1 (2019) menar att vi i framtiden behöver se batterilagring och annan lagring som en viktig pusselbit i att fylla behovet av el. Denna aspekt gynnar off-grid likvärdigt som tidigare resonerat, då samma teknik och innovation kan användas i off-grid kontexten. Geels (2005) menar även på att timing och tiden är väldigt viktig för att en transformering ska lyckas, för om strukturen inte är redo för en viss innovation eller ny teknik kommer tekniken inte implementeras, då det inte finns någon lucka i regimen att fylla. Här finns det en tydlig koppling när off-grid system kan ta fart och få styrka till utveckling. Flera informanter bekräftar att det just nu pratas väldigt mycket om hur systemet ska tillgodose behovet av el även i framtiden. (BV1; BV2; M2, 2019) På flera ställen i Sverige idag går det inte att expandera på grund av att infrastrukturen inte skulle klara av en högre belastning. Det är

även problematiskt när systemet upplever effekttoppar. I denna aspekt finns det en lucka på regimnivå som grundar sig på att det behövs en förändring för att möta de problem samhället står inför. Dock är det oklart om off-grid är svaret på det.

5.3.1 Tekniska element och fysiska strukturer

Informant M2 (2019) ställer sig frågande till om det verkligen är hållbart att inte bruka och nyttja de resurser som vi upp till nu byggt och investerat i. Dock utesluter det ena inte det andra, bara för att personer väljer att själv börja producera sin egen el, betyder det inte att samhället som enhet i framtiden kommer vara oberoende av elnät, elnätsbolag och elbolag. Elnätsbolag och kommer troligtvis vara en stor del av samhället i framtiden, men att de kan få en annan roll på marknaden. (M2, 2019)

I dagens elsystem går strömmen bara i en riktning, men informant BV2 (2019) poängterar att i framtiden kan det se annorlunda ut. Strömmen kommer troligtvis flöda i båda riktningar i ledningar, och en konsument blir således istället en prosument. Informant BV2 (2019) ser det som problematiskt om antalet elbilar i samhället ökar i framtiden och om alla dessa bilar ska laddas samtidigt. Det innebär att flaskhalsar i systemet kan uppkomma där det tidigare inte varit något problem. Enligt IVA (2016) så kommer systemet i framtiden uppleva större dygnsvariationer. Dygnsvariationerna skulle kunna jämnas ut med hjälp av smart teknik som kan styra laster. (IVA, 2016) Flera informanter menar att effekttariffer skulle vara ett bra sätt att styra mot att resurser används på ett effektivare sätt. (M2; BV2; BO1, 2019) Dock tror några informanter att, för att det ska vara hållbart, att konsumenten inte ska behöva offra någon komfort för att styra laster. Därför behövs smart teknik som styr laster utan att konsumenten behöver vara aktiv. (BV1; BV2; M2, 2019) Vidare kommer en ökad andel solelproduktion leda till högre produktion under sommaren, då behovet är lägre. (IVA, 2016) En lösning som informant BV1 (2019) ser är energilager. Problematiken med energilager är bland annat att elnätsbolag inte får äga ett batterilager i dagens lagstiftning. Här motverkar nuvarande lag en sådan utveckling av elsystemet, och dessutom är energilager en underutvecklad teknik som är dyr och ineffektiv. Enligt Hughes (1987) kan komponenter som ligger efter i utvecklingen, som i det här fallet energilagring, benämnas omvända salienter. Dessa omvända salienter bromsar utvecklingen av ett system. För att systemet ska återgå i balans så behöver det kritiska problem som definierar de omvända salienterna formuleras och sedan ändras. De kritiska problemen har i detta fall till viss del formuleras, så det som behövs är utveckling av tekniken för energilager samt en översikt av lagstiftningen. Det ska dock poängteras att det just nu sker en massiv investering och satsning i batterilagring och marknaden förväntas öka exponentiellt. Flertalet informanter ser användarflexibilitet som en lösning på framtidens effektbrist. (BV1; BV2; M2, 2019) Det är något som Energimarknadsinspektionen (2017) även har kommit fram till i sin rapport *Ny modell för elmarknaden*. Användarflexibilitet kräver att konsumenten blir mer aktiv, i alla fall om användarflexibiliteten skapas av effekt- eller tidstariffer.

5.3.2 Formella-, normativa- samt kognitiva regler

Som tidigare beskrivet får elnätsbolagen enligt ellagen ta ut skälig elnätsavgift av sina kunder för nyttjande av elnätet. Dock har kunder senaste åren upplevt en hög ökning av sina elnätavgifter. (Nils Holgersson-gruppen, 2019) Det går det att ställa sig frågande till om elnätsbolagen har tagit ut alldeles för stor avgift i förhållande till vad de själva går in med i

nyinvesteringar i infrastrukturen. Att dessutom majoriteten av alla elnätsbolag gör miljonvinster på konsumenternas bekostnad, tyder på att dagens reglering har varit alldeles för snäv. Sverige har näst högst elnätsavgifter i Europa och ökningen av avgifterna har varit markant större än övriga Europa. (Villaägarna, 2019) Sett från elnätsbolagens perspektiv menar informant BV1 (2019) att om de inte får göra vinster och ta ut avgiften enligt trenden, kommer ingen vilja driva ett elnät då det är dyrt och kostsamt. Vidare menar samma informant BV1 (2019) att det inte är något självändamål att elnätsbolag finns, utan elnätsbolagen fyller ett syfte på marknaden. Dock korrelerar inte ökningen av elnätavgiften ställt till mängden nyinvestering i infrastrukturen. Hojckova, Sandèn och Ahlberg (2018) menar att det främsta motivet att lämna elnätet är just för att undgå ökade elkostnader. Därmed är det intressant att ställa sig frågan hur mycket elnätsbolagen vågar förlita sig på att det är dem som styr på marknaden, då det just nu sker massiva framsteg inom flertal sektorer som kan underlätta för en privatperson att välja att lämna elnät i förmån till att börja generera sin egen el. Här finns det en liknelse till hur Geels (2005) menar att aktörer på marknaden kan reagera när de blir konfronterade med ny innovation, där aktörer kan visa på likgiltighet inför förändringar.

Regeringen driver idag att ett försäljningsförbud av dieslbilar efter år 2030 ska införas. En sådan reglering innebär att staten pressar biltillverkarna till att utveckla andra typer av bilar, vilket dem troligen kommer att bistå med för att inte förlora marknadsandelar. Anledning till varför off-grid skulle gynnas och stimuleras av detta, är för off-grid system är starkt kopplat till att lagra intermittent energi över tid för att tillgodose behov av el när solen inte lyser. En politisk rörelse som trycker samhällsutveckling mot att utveckla bättre och billigare batterier för att ersätta förbränningsmotor i konventionella transportmedel. Stimulerar även off-grid i kontexten att systemet troligtvis blir billigare, bättre och säkrare att klara elförsörjningen på årsbasis. Att politiska beslut både kan hämma och accelerera en utveckling blir således centralt när resonemanget kring en trolig samhällsutveckling och riktning i elsystemet. Gällande hur nuvarande lagstiftning står sig gentemot möjligheterna att koppla bort sig ifrån elnätet, så framkommer det att vi idag inte ser några hinder som skulle kunna påvisa att det skulle vara olagligt att välja att avsluta relationen med elnätsbolag. Dock framhålls det av flera informanter att det finns en risk att lagstiftning likt den kring att tvångsansluta hus till vatten- och avloppssystemet uppkommer i framtiden. Detta eftersom infrastrukturen är byggd för att delas och brukas av alla, vilket innebär att alla konsumenterna har ett solidariskt betalningsansvar för dagens struktur. (BO2; M3, 2019) En politisk inverkan kan därmed styra ett system in i en önskvärd riktning, vilket även Geels (2002) bevisar genom hans teori om hur socio-tekniska system kan förändras.

Schrag (2000) menar på att stimulans från politiskt håll kan påverka hur en transformering tar sig. Idag regleras distribution av el enligt ellagen kring koncessionsplikt. Marknaden är idag ett monopol och det är förbjudet att överföra el genom någon annans koncessionsområde. Som presenterat i tidigare kapitel är energisamhällen en form av avgränsad gemenskap som producerar, genererar och distribuerar el över ett område. Dock pågår det just nu en utredning om koncessionsplikt behövs reformeras för att bättre möta utveckling av energisamhällen. (Miljö- och energidepartementet, 2018) Geels (2005) menar att politiska beslut kan underminera befintliga aktörer på marknaden, genom att förändra grundförutsättningar för elnätsbolagen. Om förändringar och uppluckring av koncessionsplikt sker innebär det, menar en informant från ett elnätsbolag, att vi kanske kommer se en utveckling av el som en handelsvara som inte är önskvärd. Då det kan bli fritt för vem som helst att driva ett elnät och bestämma spelreglerna inom området. (BV1, 2019) Emellertid menar en annan informant att det är en självklarhet att elnätsbolaget inte vill

förlora sin ensamrätt att driva elnät (SL1, 2019). Om vi kommer se någon förändring av ellagen är ännu oklar, men att en uppluckring av koncessionsplikten kan få stora konsekvenser för hela elsystemet är flera informanter eniga om (BV1; BV2, 2019). En stimulans från politiskt håll att uppmuntra och underlätta uppkomsten av energisamhällen kan sätta elnätsbolagen roll på marknaden ur balans. Fram tills nu har elnätsbolagen bestämt spelreglerna på marknaden, men om denna förutsättning förändras kan off-grid system följa med i den våg som energisamhällen skapar. Även om det politiska motivet nödvändigtvis inte är att försvaga elnätsbolagen roll, utan snarare stärka tillgängligheten av el, så kan off-grid system gynnas då det sker ett skifte i regimen av ett energisamhälle. Om energisamhällen skulle bli en växande del av elsystemet så skulle det även finnas en möjlighet att det främjar off-grid. Off-grid hushåll skulle kunna ta lärdom av den teknik som används i energisamhällen, då tekniken förmodligen kommer vara samma men i mindre skala. Dessutom skulle energisamhällen kunna skapa större kunskap i samhället om hur el genereras och distribueras.

5.3.3 Sociala strukturer, nätverk och aktörer

Många av informanterna ser inte off-grid system som en trolig utveckling inom en rimlig framtid (BV1; BV2; BV3; BV4; M1; M2; BO1; BO2; 2019). Detta är något som Vattenfall ABs Magnus Berg håller med om. (Wahlström, 2018) Informant SL1 (2019) som har ett off-grid hushåll tror att synen på dessa typer av system kommer att förändras. Informanten SL1 (2019) drar en parallell till internet som, när tekniken introducerades, sågs som något som inte skulle bli en speciellt långvarig teknik men som idag är en av de viktigaste byggstenarna i vårt samhälle. Geels (2005) och Bower och Christensen (1995) diskuterar begreppet att missa vågen i samband med nya innovationer och det skulle kunna vara så att de missar chansen att fortsatt växa och ta marknadsandelar och istället förlorar marknadsandelar, med tanke på att ingen av informanterna, förutom informant SL1 (2019) tror på off-grid som en rimlig utveckling. Informant BV3 (2019) menar att de som nätbolag väntar för att se vilken riktning som branschen kommer att ta, gällande framförallt utformningen av tariffer.

En av informanterna ställer sig frågande till vem som kommer att driva nya affärsmodeller på elnätsmarknaden (M1, 2019). Informant BV1 (2019) ser det som viktigt för dem som elnätsbolag att ständigt följa med i utvecklingen för att bibehålla sina marknadsandelar. En informant från ett nätbolag ser det som problematiskt för nätägare att vara den aktör som driver utvecklingen mot exempelvis tjänster till off-grid system på grund av att de idag är reglerad verksamhet (BV2, 2019). Regleringen innebär övergripande att en aktör som idag äger nät inte får sälja tjänster. Geels (2005) menar att vid innovationer finns det två tydliga reaktioner från företag. Vissa företag väljer att vänta tills någon annan aktör tar första steget, och det kan ibland vara dessa aktörer som gör att utvecklingen accelereras. Informant M1 (2019) och SL1 (2019) menar att de stora nätbolagen ofta är svårörliga och inte vanligtvis agerar så snabbt. Om det är mindre aktörer som tar de första initiativen till nya affärsmodeller så skulle det kunna innebära att det är stora resurskraftiga bolag som kommer i nästa steg. Kopplat till teorin om att efterföljande aktörer har stor påverkan på utvecklingens fart bör det ses som positivt för utvecklingen, och antas att utveckling då skulle ske väldigt fort.

Från den empiriska undersökningen erfaras en konsekvens av off-grid scenario att kvarvarande kunder får en högre avgift för elnätet och det solidariska betalningsansvaret inte längre delas av samhället utan faller på enskilda individer. Det föranleder att ett sådant

scenario kan utvecklas till en form av klassfråga och segregera samhället mer utifrån vilka som har råd att betala och investera i energilösningar hemma.

5.4 Övergripande analys

Geels (2002) har i sin forskning påvisat att stora socio-tekniska system förändras utifrån två strömningar, från landskapsnivå och nischnivå. När ett system förändras kommer dynamiken i regimen att omstruktureras och ta en ny form. Geels (2002) motiverar att regimnivån utgörs av sju olika dimensioner och i en förändringsprocess kommer den interna dynamiken mellan dessa förändras. När regimen blir ”varm” av påtryckningar blir bindningar mellan aktörerna i regimen uppluckrade vilken en transformering tar språnget från. Utifrån den empiriska insamlingen och litteraturstudien uppskattas goda grunder för att ett off-grid system är redo att om några år ta steget in i regimnivå och utmana befintlig struktur i samhället. I andra länder har utvecklingen emellertid kommit längre, där off-grid system redan nu utmanar befintliga strukturer. Forskning har påvisat att en förändringsprocess inte sker hastigt utan följer mönster av en sekventiell utveckling, där då parallellen mellan utveckling i andra länder kan påbörja en process mot ett sådant system även i Sverige. Tekniken för ett elsystem som karaktäriseras som off-grid finns idag, och som majoriteten av informanterna antyder finns det inga tekniska hinder för ett off-grid hushåll i Sverige. Men då systemen ännu är dyra, i en svensk kontext, för att tillgodose energibehovet utifrån ett svenskt klimat, behöver innovationen kvarstå i nischen i en skyddad miljö för att vidareutveckling av lagringstekniker ska fullbordas. Geels (2002) antyder emellertid att timing är viktigt när steget från nischnivå till regimnivå sker, vilket om inte innovationen tar tillfället i akt när en lucka öppnas, resulterar i att innovationen inte tas upp i regimen. Denna lucka uppkommer som tidigare resonerat på grund av rådande klimatförändringar och förhållningssätt att leva mer hållbart, vilket trycker landskapet mot att det krävs förändring och en uppluckring av bindningar i regimen medför att chansen till transformering föreligger. I denna aspekt är det troligt att klimat- och miljöfrågorna kvarstår lång tid framöver och en lucka i regimen uppkommer eller fortfarande är öppen när innovationen är fullt redo att utmana och förändra strukturen från grunden. Då strukturell förändring mot ett mer hållbart samhälle inte sker på några år och dessa förändringar kommer troligt bistå flera år framöver.

Den empiriska undersökningen finner stöd för att ett off-grid system skulle förändra dagens infrastruktursystem. Om off-grid blir mer vanligt och individer väljer det som sin primära strömförsörjning innebär det att redan byggda system och komponenter inte kommer användas, vilket i sin tur innebär att de inte längre fyller ett syfte i sin nuvarande form i strukturen. Även befintliga aktörer som idag försörjer elnäten kan behöva ändra sina affärsmodeller för att inte förlora marknadsandelar. Ett resultat av detta kan således vara att maktförhållanden mellan aktörer på marknaden förändras om individer väljer alternativ strömförsörjning. Det uppfattas även som troligt att de skulle ske en förändring gällande beteendemönster kring konsumtionen av elektricitet när ansvar primärt hamnar på den enskilda individen. Det finns även tydliga paralleller mellan hur utvecklingen av energilager kan hjälpa att driva och förändra dynamiken i regimnivån. Om elbilen förändrar dynamiken, innebär det att hybridisering sker mellan dessa tekniker. Geels (2002) pratar även i termer om add-on när en fysisk komponent drar nytta av existerande struktur. I den aspekten bedöms det troligt att individen som har ambition att bli självförsörjande först provar detta genom att behålla kopplingen till elnätet tills systemen har nog med kraft att klara det på

årsbasis i det svenska klimatet. Det betyder att dagens elnät skulle kunna fungera som en typ av livlina tills alternativt att helt klippa kabeln till elnätet realiserats som en realistisk ekonomisk lösning. I den aspekten uppskattas det att nuvarande elnät och ett elnät som karaktäriseras som off-grid inte kommer tävla med varandra förens långt senare. De kommer snarare arbeta i symbios en lång tid framöver, då steget mot att hushåll är helt bortkopplade från elnätet är relativt långt bort i dagens samhälle eftersom det krävs vidareutveckling av innovationen in nischnivå.

Från den empiriska undersökningen framhålls det att det inte hållbart att bevara en struktur som inte längre är önskvärd i samhället. Det betyder att om fler väljer att vara självförsörjande bör inte samhället motsätta sig en sådan utveckling, där av grundas det att lagstiftning troligen kommer förändras om en off-grid scenario besannas, mot att bättre passa en sådan utveckling.

Det har även visats att en ny regimnivå uppkommer och gradvis växer ur en redan existerande regimnivå efter en serie anpassningar och adaptationer över tid. Det betyder således att ett off-grid scenario sker utifrån flera efterföljande aktioner. Från den empiriska undersökningen kan det utläsas att flera oberoende faktorer skulle kunna trycka en samhällsutveckling mot ett scenario som definieras som off-grid. Dock bedömas det troligt att det inte enbart är en faktor som är drivande för en utveckling, utan en rad olika faktorer som ihop förstärker varandra och där en gradvis anpassning och transformering sker i symbios. De faktorer som den empiriska undersökningen pekar på är framförallt målet och förändring mot 100 procent förnyelsebart elsystem samt hur systemet ska hantera ett ökat effektbehov.

6 DISKUSSION OCH SLUTSATS

Denna studies syfte, att studera om scenariot off-grid är en potentiell riktning i framtidens svenska energilandskap och undersöka vad som kan driva en sådan utveckling, har uppfyllts genom en kvalitativ studie. I följande kapitel besvaras studiens frågeställningar till följd av en kort diskussion.

Miljöhänsyn, förändrade marknadsförhållande samt ny teknik är alla krafter som studien visar händer just nu. Även tidigare forskning visar att dessa omständigheter ofta är krafter bakom en förändring av stora socio-tekniska system, vilket talar för att en förändring är på väg att ske. Att en förändring i ett socio-tekniskt system uppkommer när globala trender i samhället alstras har också tidigare forskning visat. Studien pekar på att det idag finns ett starkt tryck till förändring för att möta problemen som samhället står inför, gällande klimatförändringar, mål om en fossilfri energisektor, ökad elektrifiering samt ett ökat effektbehov. I studiens empiriska material går det att finna tecken på att flertalet informanter tror att en förändring av dagens svenska elsystem behövs.

Studien pekar på att effektbehovet i framtiden kommer öka, och sårbarheten för avbrott och andra störningar är därmed högre ju mer uppkopplat samhället är. Idag krävs det elektricitet till nästan allting och ett hushåll skulle i princip bli helt lamslaget om inte tillgången till el fanns. Från detta går det således att påvisa att en omständighet som kan stävja en utveckling för ett off-grid elsystem är att mindre system ämnade för hushåll har svårt att tillgodose energibehovet över året på grund av variationer i generationen.

Något som talar emot en framtid där elsystemet karaktäriseras som off-grid är att det är enkelt och bekvämt att vara ansluten till nätet. Vid ett avbrott är privatpersonen själv inte ansvarig för att åtgärda felet, något som denne är om hushållet är off-grid. Studien visar också att många av informanterna ser det som ekonomiskt olönsamt att vara off-grid, då det kan bli dyrt att tillgodose elbehovet på årsbasis, dock kan en ökning av de tidigare nämnda elnätsavgifterna förändra situationen i framtiden. Utifrån perspektivet att det inte skulle vara samhällsekonomiskt effektivt att inte bruka den befintliga strukturen, bör det ses som en risk att reglering kring huruvida privatpersoner får lämna elnätet införs. Lagstiftning som försämrar möjligheterna för privatpersoner att vara off-grid skulle hämma en utveckling mot ett sådant elsystem. Huvuddelen av de aktörer från branschen som intervjuats i studien anser att det inte är troligt att vi i framtiden har ett elsystem som karaktäriseras som off-grid. Dock poängterar några av informanterna att med förändrade förutsättningar, som exempelvis lagstiftning som gynnar off-grid system, skulle utsikterna förändras.

Ytterligare en omständighet som studien belyser pekar emot en utveckling av elsystemet till off-grid, är risken ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. För om flera skulle bli självförsörjande innebär det att totala kostnaden för elnätet kommer vara lika stor men delas av färre kunder, vilket gör att det blir ännu dyrare för den enskilde konsumenten att vara uppkopplad till elnätet. Dessutom brukas inte redan byggda resurser, vilket inte kan ses som en önskvärd samhällsutveckling sett från ett hållbarhetsperspektiv. Dock antyds det att om en mindre andel hushåll går off-grid skulle det möjligen medför att kvarvarande kunder får en högre tillförlitlighet till elsystem. Det skulle även kunna innebära att investeringar i infrastrukturen kan undvikas då problematiken med effekttoppar och flaskhalsar skulle bli avhjälpt när konsumenten själv försörjer sin egen elkonsumention.

De flesta informanter upplevs ha en negativ inställning till transformering mot ett off-grid elsystem, dels med tanke på att huvuddelen inte ser det som en trolig utveckling. Enligt tidigare forskning är LTS ofta konservativa i sin karaktär, vilket kan bekräftas för det svenska elsystemet genom att se till informanternas inställning. Den negativa inställningen från dessa aktörer skulle kunna hämma en utveckling mot ett off-grid elsystem. Studien visar dock att den informant som själv innehar ett off-grid hushåll har en helt annan inställning till off-grid och system typens framtid. Det bör dock inte frånges att både branschverksamma företag och myndigheter inte tror på en sådan utveckling. Skillnaderna i inställning kan bero på att för de flesta ser off-grid hushåll i Sverige som knappt möjligt, samtidigt som informant SL1 (2019) ser tydligt att det är möjligt i sitt eget hushåll.

Som tidigare forskning påvisat uppkommer en förändringsprocess av ett socio-tekniskt system genom ackumulering av innovationer samt genom en serie anpassningar över tid i existerande regimnivå. Med avstamp i detta går det att påvisa att det i dagens samhälle finns det en rad olika faktorer som kan driva en samhällsutveckling mot ett off-grid elsystem. Det som talar för en framtid där elsystemet karaktäriseras som off-grid är bland annat de ökade elnätsavgifterna, som gör det dyrare för konsumenter att vara kopplade till elnätet. Samtidigt som den utvecklingen sker, upplevs en minskning i systempriser på komponenter som används i ett off-grid system. En drivande faktor mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid är således prisutveckling.

Konsumenternas miljömedvetenhet har ökat och det anses i vissa kontexter trendigt att vara miljövänlig. Om den utvecklingen fortsätter bör vi förvänta oss att andelen elbilar och andra elektriska fordon ökar, samt att användandet av andra fossilfria produkter ökar, som i viss mån istället är beroende av el. Det är även tydligt att andra sektorer som transportsektorn har stor påverkan och inflytande på utveckling av specifika komponenter. Lagar och förordningar angående förbud av dieslbilar driver för bättre och billigare lagringstekniker vilket föranleder att en betydande faktor för en utveckling mot ett off-grid elsystem är hur andra sektor pressas att utveckla bättre och mer passande teknik för att uppnå uppsatta mål.

Studien har samtidigt visat att flera informanter ser det som troligt att andra typer av tariffer, exempelvis effekt- och tidstariffer, kommer att användas i större utsträckning i framtiden. En konsument som är mer beroende av el och som samtidigt behöver anpassa sig mer efter när elen används, kan möjligtvis känna sig begränsad. Det skulle då kunna ses som en möjlighet att producera sin egen el och vara ett off-grid hushåll, och på så sätt uppnå en helt annan frihet. Införandet av effekt- och tidstariffer skulle då kunna öka motiven för privatpersoner att bli off-grid och således kan förändrade tariffer ses som en drivande faktor i utvecklingen av elsystemet.

Ett ökat effektbehov kan medföra att det byggs fler mindre produktionsanläggningar som drivs av förnyelsebara energilag för att möta de ökade behovet. Om fler småskaliga solcellsparker och vindkraftsparker byggs kan ett resultat av detta vara att tekniken utvecklas till att bli billigare och bättre, och vidare öka möjligheterna för ett off-grid hushåll. Flera informanter nämner portabla energilagring som en lösning på flaskhalsar, och om utvecklingen skulle gå mot att dessa typer av lösningar används i stor skala, så är det troligt att teknikutveckling av dessa komponenter skulle drivas ännu snabbare. Det som ses som problematiskt för off-grid system idag är just energilagring, och om portabla energilagring används i elnätet skulle utvecklas så skulle det även gynna off-grid system. Från detta går det således att antyda att en drivande faktor för ett off-grid elsystem skulle kunna vara en decentralisering av dagens elsystem.

Den lagstiftning om energisamhällen som EU vill få igenom skulle kunna underlätta för grupper av privatpersoner som vill skapa ett sådant energisamhälle. Om fler energisamhällen skapades, skulle småskalig produktions- och lagringsteknik kunna utvecklas i snabbare takt, och tjänster som underlättar driften av energisamhällen skapades, skulle det kunna gynna även enskilda hushåll som vill gå off-grid. Om regelverket Clean Energy Package från EU skulle antas i Sverige så är det troligt att energisamhällen utvecklas och blir allt vanligare, vilket vidare skulle gynna off-grid hushåll då dessa bygger på samma teknik och idéer. En drivande faktor för ett elsystem som karaktäriseras som off-grid är således lagstiftning om energisamhällen, under förutsättning att lagstiftningen underlättar utvecklingen av energisamhällen.

Denna studie påvisar att det är fullt möjligt att vara självförsörjande och klippa kabeln till elnätet dock belyses det att det är dyrt. Men rent teoretiskt så är det fullt möjligt, då det idag finns färdiga system på den svenska marknaden som är ämnade för detta. Påstående stärks ytterligare då det idag finns självförsörjande hushåll i Sverige och även i andra länder. Det finns även en uppåtgående trend om självförsörjande hushåll i både USA och Australien. Rimligtvis borde en sådan revolution medföra att förutsättningar för off-grid i Sverige skulle gynnas, då systemen troligen blir billigare och bättre. Med avstamp i detta bör utvecklingen och en ökad popularitet för off-grid ses som en drivande faktor i utvecklingen av Sveriges elsystem. I detta perspektiv går det att resonera att det inte längre kan ses som ett rebelliskt steg att vara självförsörjande utan snarare som ett medvetet val att ta steget in i framtidens energisystem. Vi finner även att informanten som idag lever off-grid visar och bekräftar att det även i Sverige går att vara helt självförsörjande på el. Således är informanten en faktor som kan vara drivande mot off-grid elsystem eftersom fler kan följa och ta efter och informanten blir sålunda en förebild för vidareutveckling.

Studien påvisar att det idag finns flertalet faktorer som kan vara drivande för en utveckling mot ett off-grid elsystem, dock bör det påtalas att dessa faktorer inte rimligtvis ska ses som oberoende av att varandra, utan dessa omständigheter förstärker varandra och intensifierar en förändringsprocess. Därav kan inte en faktor ses som tydlig grund eller skäl för att en förändringsprocess uppkommer.

Denna studie bidrar med insikter om hur aktörer i det svenska elsystemet ser på möjligheterna till en förändring mot ett elsystem som karaktäriseras som off-grid. Studien styrker vad tidigare forskning kommit fram till, att en förändring behövs. Denna studie redogör även faktorer som kan bidra till förändring utifrån en svensk kontext.

7 FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER

Följande kapitel introducerar ett antal förslag till fortsatta studier. Förslagen bygger på studiens avgränsningar och slutsatser.

Med utgångspunkt i denna studies slutsatser kan vidare forskning förslagsvis bedrivas genom att undersöka hur aktörerna ser på andra potentiella scenarion. Denna studies fokusområde har varit scenariot där elsystemet karaktäriseras som off-grid, vilket medför att det empiriska materialet i stort sett endast speglar aktörernas syn på det scenariot.

Denna studie avgränsar sig till att enbart studera ett hypotetiskt scenario och inte utföra några energitekniska beräkningar. Därav kan förlängd forskning innebära att genomföra en kostnadsanalys, där utvecklingen av systempriser jämförs med utvecklingen av kostnaden för att vara ansluten till elnätet. Genom detta skulle en bredare och djupare förståelse för fenomenet off-grid troligtvis uppkomma.

För att stärka och eventuellt utveckla studiens slutsatser kan vidare forskning genomföra fler och bredare intervjuer som innefattar ett ännu större omfång av informanter.

8 REFERENSER

- SOU 2018:76 . (2018). Mindre aktörer i energilandskapet-förslag med effekt. Stockholm: Miljö- och energidepartementet.
- Anaya, K. L., & Pollit, M. G. (den 12 Maj 2015). Integrating distributed generation: Regulation and trends in three leading countries. ss. 475-486.
- Bell, J. (2016). *Introduktion till forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Björklund, M., & Paulsson, U. (2003). *Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera*. Lund: Studentlitteratur.
- Björklund, M., & Paulsson, U. (2012). *Seminarieboken: att skriva, presentera och opponera*. Lund: Studentlitteratur.
- Blomkvist, P., & Hallin, A. (2014). *Metod för teknologer: examensarbete enligt 4-fas modellen*. Stockholm: Studentlitteratur.
- Blomqvist, P., & Johansson, P. (2016). *A Dynamic Mind. Perspectives on Industrial Dynamics in Honour of Staffan Laestadius*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- BloombergNEF. (2018). *New Energy Outlook 2018, summary* . BloombergNEF.
- Borlänge Energi. (den 16 April 2019). Chef elnät. (C. Hermansson, Intervjuare)
- Bower, J., & Christensen, C. (Jan-Feb 1995). Disruptive technologies: catching the wave. *Harvard Business Review*, ss. 43-53.
- Bryman, A., & Bell, E. (2017). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Stockholm: Liber AB.
- E.ON Elnät Stockholm AB. (2018). *Årsredovisning 2017*. Stockholm: E.ON Elnät Stockholm AB.
- Energimarknadsbyrån. (u.å.). *Elmarknaden*. Hämtat från www.energimarknadsbyran.se: <https://www.energimarknadsbyran.se/el/elmarknaden/sa-har-fungerar-elmarknaden/> den 21 02 2019
- Energimarknadsinspektionen. (2009). *Förhandsreglering av elnätsavgifter: principiella val i viktiga frågor*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.

- Energimarknadsinspektionen. (2017). *Nya regler för elnätsföretagen inför perioden 2020-2023*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Energimarknadsinspektionen. (2018). *Konsumenter på elmarknaden*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Energimarknadsinspektionen. (den 12 Mars 2019). Biträdande avdelningschef teknisk analys. (K. Bergkvist, & C. Hermansson, Intervjuare)
- Energimarknadsinspektionen, a. (den 30 01 2019a). *Mer om nätkoncessioner*. Hämtat från ei.se: <https://www.ei.se/sv/for-energiforetag/el/Natkoncession/mer-om-natkoncessioner/mars-2019>
- Energimyndigheten. (2007). *Utvärdering av stormen Per: Konsekvenser och lärdomar för en tryggare energiförsörjning*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. (2014). *Teknologiska innovationssystem inom energiområdet. En praktisk vägledning till identi ering av systemsvagheter som motiverar särskilda politiska åtaganden*. Eskilstuna: Satens Energimyndighet.
- Energimyndigheten. (den 12 Mars 2019). Projektledare. (K. Bergkvist, & C. Hermansson, Intervjuare)
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration process: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy*, 31(8), ss. 1257-1274.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovations to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, ss. 897-920.
- Geels, F. W. (July 2005). Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Elsevier*, 72(6), ss. 681-696.
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1), ss. 24-40.
- Gellenmyr, M. (u.å.). *Energy buildning*. Hämtat från energybuildning.se: www.energybuildning.se/off-grid/ den 20 mars 2019
- Härjeåns Nät AB. (den 18 Mars 2019). VD. (C. Hermansson, Intervjuare)
- Hojckova, K. (2018). *Watt's next? On socio-technical transitions towards future electricity system architectures*. Chalmers Un, Department of Technology Mangement and Economics. Göteborg: Chalmers University of Technology.
- Hojckova, K., Sandèn, B., & Ahlborg, H. (April 2018). Three electricity futures: Monitoring the emergence of alternative system architectures. *ELSEVIER*, 98, ss. 72-89.

- Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power*. Baltimore och London: The Johns Hopkins University Press.
- Hughes, T. P. (1987). The evolution of Large Technical Systems. i W. Bijker, T. Hughes, & T. Pinch, *The Social Construction of Technological Systems* (ss. -). Cambridge: MIT Press.
- Hughes, T. P. (1991). Salients, Critical Problems, and Industrial Revolutions. i T. P. Hughes, *The dynamics of Technological Change*.
- IEA. (2018). *Trends 2018 in photovoltaic applications*. IEA.
- IVA. (2016). *Framtidens elanvändning: En delrapport*. Stockholm: IVA.
- IVA. (2016b). *Sveriges framtida elnät: en delrapport*. Stockholm: IVA.
- Kaijser, A. (1994). *I fädrens spår: Den svenska infrastrukturens historiska utveckling och framtida utmaningar*. Stockholm: Carlsson Bokförlag.
- Lövin, I. (den 24 April 2018). Industrin behöver långsiktighet för att nå klimatmålen. *Dagens Industri*.
- Mölleryd, B. (2018). *Governance of innovation – deploying an architectural framework for innovation of technological systems for energy, security and defence*. Stockholm: Print US-AB Universitetservice.
- Mälardalens Högskola. (den 04 December 2012). *Reliabilitet*. Hämtat från Mälardalens Högskola: <https://www.mdh.se/student/stod-studier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/metod/reliabilitet-1.29074> April 2016
- Mälardalens Högskola. (den 02 Januari 2014). *MDH*. Hämtat från Mer om fusk och plagiat: <https://www.mdh.se/student/stod-studier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/vetenskaplighet-etik/mer-om-fusk-och-plagiat-1.32802> April 2019
- Mälardalens Högskola. (den 02 Januari 2014). *Validitet*. Hämtat från Mälardalens Högskola: <https://www.mdh.se/student/stod-studier/examensarbete/omraden/metoddoktorn/metod/validitet-1.29071> April 2019
- Markard, J., & Hoffmann, V. H. (2016). Analysis of complementarities: Framework and examples from the energy transition. *Technological Forecasting and Social Change, III*, ss. 63-75.
- Markard, J., & Thruffler, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. . *Research Policy*, 28(4), ss. 595-615.
- Miljö- och energidepartementet. (November 2015). *Målet är ett Fossilfritt Sverige*. Hämtat från regeringen.se:

https://www.regeringen.se/4add1a/contentassets/790b8bod7c164279a39c9718ae54c025/faktablad_fossilfritt_sverige_webb.pdf

- Miljö- och energidepartementet. (2018). Översyn av regelverket för nätkoncession. *Kommittédirektiv 2018:6*.
- Morkyr, J. (1990). *The Level of Riches*. New York: Oxford University Press.
- Nationalencyklopedin. (u.å). *Infrasystem*. Hämtat från ne.se:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/infrasystem>
- Naturvårdsverket. (2018). *Allmänheten om klimatet 2018 - En kvantitativ undersökning om den svenska allmänhetens syn på lösningar för klimatet*. Gullers Grupp.
- Nils Holgersson-gruppen. (u.å.). Hämtat från www.nilsholgersson.nu:
<http://nilsholgersson.nu/> den 31 Januari 2019
- Nils Holgersson-gruppen. (u.å.). *Nils Holgersson-rapporten*. Hämtat från nilsholgersson.nu:
<http://nilsholgersson.nu>
- Nilsson, H.-O. (den 29 Mars 2019). Privatperson. (K. Bergkvist, Intervjuare)
- Norrland, K. i. (den 27 Februari 2019). Energi rådgivare. (K. Bergkvist, & C. Hermansson, Intervjuare)
- Norstedt, D., Larsson, M., Nilsson, J., Moren, G., Ny, T., Vidlund, E., . . . Lindblom, J. (2017). *Ny modell för elmarknaden*. Eskilstuna: Energimarknadsinspektionen.
- Palm, J., & Tengvard, M. (2011). Motives for and barriers to household adaption of small-scale production of electricity: examples från Sweden. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 7(1).
- Prasad Koirala, B., van Oost, E., & van der Windt, H. (den 1 December 2018). Community energy storage: A responsible innovation towards a sustainable energy system? *Applied Energy*, 231, ss. 570-585.
- Projektengagemang. (den 29 Juni 2017). *Åtta av tio svenskar vill leva mer miljövänligt*. Hämtat från www.projektengagemang.se:
https://www.projektengagemang.se/sites/default/files/pressreleases/documents/prm_samhallsbarometern_miljo_pe_20170629.pdf
- Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. *Human Choice and Climate Change: Resources and Technology*, ss. 327-400.
- Sandén, B. A., & Hilman, K. M. (April 2011). A framework for analysis of multi-mode interaction among technologies with examples from the history of alternative transport fuels in Sweden. *Research Policy*, 40(3), ss. 403-414.

- SCB. (den 24 Mars 2019). *Elanvändningen i Sverige efter användningsområde*. Hämtat från statistikdatabasen.scb.se:
http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__EN__EN0108/ElanvM/?rxid=d5e6bf50-of11-41a8-9eb8-3bcc24dcb9f
- Schrag, Z. (2000). The buy is young and honest: transportation politics, technical choice, and the motorization of Manhattan surface transit, 1919-1936. *Technology and Culture*, ss. 51-79.
- Skellefteå Kraft. (2018). *About Zero Sun*. Hämtat från Skellefteå Kraft:
<https://www.zerosun.se/page?id=24550> Mars 2019
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., . . . Schellenhuber, H. (den 14 Augusti 2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *PNAS*, ss. 8252-8259.
- Stridh, B., & Hedström, L. (den 0 Maj 2011). *www.svensksolenergi.se*. Hämtat från Solceller - Snabbguide och anbudsformulär:
<https://www.svensksolenergi.se/upload/pdf/Solceller-snabbguide-rev20110503.pdf>
- Svensk Solenergi . (den 07 Mars 2019). Talesperson. (K. Bergkvist, & C. Hermansson, Intervjuare)
- Svenska Kraftnät. (2015). *Anpassning av elsystemet med en stor mängd förnybar elproduktion*. Svenska Kraftnät.
- Svenska kraftnät. (2015). *Anpassning av elsystemet med stor mängd förnybar elproduktion*. Stockholm: Svenska kraftnät.
- Svenska Kraftnät. (den 4 Juli 2017). *Elens vägar*. Hämtat från Svenska kraftnät:
<https://www.svk.se/drift-av-stamnatet/drift-och-marknad/elens-vagar/> April 2019
- Tvingsjö, K., Östman, K., & Alvehag, K. (den 2 Oktober 2017). *Nätfrågor i Ren energi-paketet*. Hämtat från
www.ei.se/Dokument/Projekt/Ren_energi_for_alla/Ren_energi_natfragor_20171002.pdf den 20 Mars 2019
- Wahlström, A. (Oktober 2018). *Går det att leva off grid?* . Hämtat från Vattenfall.se:
www.vattenfall.se/fokus/trender-och-innovation/kan-vi-leva-off-grid/ den 20 03 2019
- Van Lente , H. (1993). *Promising Technology: The Dynamics of Expectations in Technological Development*. Delft: Twente University .
- Ward, W. (1967). The sailing ship effect. *Physical Society*, 18(6), s. 169.
- Vattenfall AB. (den 14 Mars 2019). Affärsutvecklare. (K. Bergkvist, & C. Hermansson , Intervjuare)

Vattenfall AB. (den 27 Mars 2019). Projektledare, R&D. (C. Hermansson, & K. Bergkvist, Intervjuare)

Vattenfall Eldistribution AB. (2018). *Årsredovisning 2017*. Stockholm: Vattenfall Eldistribution AB.

Villaägarna. (den 5 Mars 2019). Analytiker. (C. Hermansson, Intervjuare)

Villaägarna. (den 02 Februari 2019). *Nätkostnader ur ett internationellt perspektive*. Hämtat från ww.villaägarna.se:
<https://www.villaagarna.se/globalassets/dokument/resultat-sammanstallning.pdf>

World Comission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

WWF. (u.å.). *Klimatförändringarna*. Hämtat från wwf.se:
<https://www.wwf.se/klimat/klimatforandringar/> den 9 Maj 2019

BILAGA 1: INTERVJUGUIDE

Följande ämnen användes som utgångspunkt vid de intervjuer som genomfördes för studien

Elnätet - Ökad elektrifiering ställer högre krav på elnätet

Möjligheter och utmaningar för konsumenter vid omställning till *off-grid*

Möjligheter och utmaningar för elnätet vid omställning till *off-grid*

Möjligheter och utmaningar för nätägare vid omställning till *off-grid*

Prisutveckling av systemkomponenter



MÄLARDALENS HÖGSKOLA
ESKILSTUNA VÄSTERÅS

Box 883, 721 23 Västerås **Tfn:** 021-10 13 00
Box 325, 631 05 Eskilstuna **Tfn:** 016-15 36 00
E-post: info@mdh.se **Webb:** www.mdh.se