

## **Et lokalt fleksibilitetsmarked for flaskehalshåndtering**

En kartlegging av barrierer knyttet til fleksibilitetshandel og betydningen av prismodell for å oppnå et velfungerende marked

HARALD PETTERSEN  
VEGARD SÆBØ

VEILEDER  
Trond Bjørnenak

**Universitetet i Agder, 2024**  
Fakultet for teknologi og realfag  
Handelshøyskolen

Master

## **Forord**

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på sivilingeniørstudiet i industriell økonomi og teknologiledelse for fakultet for ingeniør- og realfag ved Universitetet i Agder. Utredningen er skrevet over fem måneder våren 2024. Vi har fått mye igjen for å begynne tidlig med disiplinert arbeid i januar. Det har bidratt til at vi har vært i forkant nesten hele veien, som har gitt en trygghet og ro på at vi har kontroll.

Utredningens komplekse tema har utfordret oss på å finne og diskutere årsak-virkningssammenhenger som kan hjelpe aktørene i det lokale fleksibilitetsmarkedet til å realisere et velfungerende marked. Det har vært spennende siden det er et konsept som er i forsknings og utviklingsfasen, hvor det er ulike meninger om hva som er best.

Vi vil rette en stor takk til våre veiledere i Glitre Nett, Henning Stea og Børge Johannes Fagermyr, for god oppfølging og for å gi oss en god innføring i det komplekse temaet som forbrukerfleksibilitet er. Det har vært svært lærerikt og motiverende med jevnlig møter som har bidratt til å forme oppgaven.

Til slutt ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder, Trond Bjørnenak, for jevnlig teamsmøter som har gitt lærerike diskusjoner og tilbakemeldinger som har økt kvaliteten på oppgaven.

Grimstad, 14.05.2024

Harald Pettersen

Vegard Sæbø

## Sammendrag

Elektrifiseringen av samfunnet fører til en betydelig forventet økning i strømforbruk. Det fører til at nettselskap blir presset på å tilknytte flere kunder til strømmettet. Strømmettet møter kapasitetsutfordringer når det må dimensjoneres etter effekttoppene som oppstår i løpet av året. De oppstår typisk når det er veldig kaldt, på julaften og på vinterhalvåret. En løsning som kan motvirke effekttoppene er forbrukerfleksibilitet, som omhandler flytting av strømforbruk på prissignaler og utkobling av forbruk. Utkobling av laster mot betaling på en markeds plass, blir testet i et pilotprosjekt kalt Euroflex. I prosjektet er det etablert en markeds plass der nettselskapet kan kjøpe fleksibilitet fra selgere, som et virkemiddel for å løse kapasitetsutfordringer.

Denne utredningen har studert hvordan handel i et lokalt fleksibilitetsmarked (LFM) kan benyttes til flaskehalshåndtering. Det er formulert følgende forskerspørsmål for å belyse temaet:

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?
2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

For å besvare problemstillingen, med underliggende forskerspørsmål, er det gjennomført en kvalitativ studie. Empirien er innsamlet gjennom intervjuer med ti aktører, som består av selger, kjøpersiden og markeds plassen er representert, samt en representant fra Statnett som har inngående kunnskap om temaet. Formålet var å identifisere generelle barrierer for et velfungerende LFM, samt barrierene som påvirket hver aktørgruppe. Det LFM benytter i dag prismodellen pay-as-bid (PAB), mens alle andre markeder i kraftmarkedet bruker pay-as-clear (PAC). Derfor ble det vurdert om en av prismodellene i større grad passet i det LFM.

Resultatene viser til at det er utfordrende å skaffe store nok volumer med fleksibilitet, som er en forutsetning for at nettselskapet kan benytte den. Volum påvirkes av en usikker inntektsside og et marked med kortsiktige garantier, som trolig motvirker aggregatorenes satsing på det LFM. Utredningens funn tyder på at langsiktige avtaler og muligheten til å tilby fleksibilitet i flere markeder kan være med å styrke inntektssiden til aggregatorene. Det vil bidra til at aggregatorene kan gi mer konkrete lovnader til sine slutt kunder. Som kan hjelpe med rekrutteringen av flere slutt kunder og derfor øke porteføljene til aggregatorene. Hvilket også gir insentiver til å rekruttere flere aggregatorer fordi det kan bli en attraktiv forretningsmulighet. En sikrere inntektsside og mer forutsigbarhet i markedet kan derfor gi ringvirkninger som er

med på å øke det totale volumet av fleksibilitet i LFM. Det er et viktig steg for at LFM skal gå fra forskning og utvikling til business-as-usual.

Det første funnet rundt prismodell var at få av informantene hadde dybdekunnskap om temaet. Det kom frem at det var flest som så PAC som den enkleste modellen med størst insentiver for selgersiden. Funnene tyder derimot på at manglende konkurranse og at det geografiske elementet i flaskehalshåndtering, gjør at PAC er vanskelig å gjennomføre i det LFM. Siden LFM i praksis er delt opp i veldig mange små markeder, er det en fare for at de aldri blir likvide nok til å kunne avholde en effektiv auksjon. PAB ble trukket frem, av aktørene med mest kunnskap om prismodell, som fleksibel og enkel, men med en risiko for markedsmakt. Utredningens funn tyder på at PAB er den beste prismodellen for dagens situasjon, og trolig i lang tid.

## Abstract

The electrification of society leads to a significant expected increase in the demand for electricity. Grid operators are under pressure to allow the connecting of more customers to the power grid. The grid faces challenges because it needs to be dimensioned for peak load which occurs typically during the coldest days, on Christmas eve and generally during the winter. A solution that can counteract peak load is consumer flexibility, which involves the shift of electricity consumption from price signals and disconnecting loads. The latter is being tested in a pilot project called Euroflex, with a marketplace for disconnecting loads for payment. The marketplace is where grid operators can purchase flexibility from sellers to aid operating the power grid.

This study has examined how trading in a local flexibility market can be utilized for bottleneck management. The following research questions have been formulated to address the topic:

1. What challenges are present in today's local flexibility market?
2. How can different pricing mechanisms contribute to realize a well-functioning flexibility market?

To address the thesis, along with the research questions, a qualitative study was conducted. The empirical data was collected through interviews with ten informants from the market, including representatives from the seller side, buyer side and the marketplace, as well as a representative from Statnett with in-depth knowledge of the topic. The purpose was to identify overlying barriers for a well-functioning local flexibility market (LFM), as well as the barriers which affect each player-group individually. The LFM currently utilizes pay-as-bid (PAB) as the pricing mechanism, while all other markets in the power-market use pay-as-clear (PAC). Therefore, it was evaluated which of the pricing mechanisms who are more suitable for an LFM.

The results indicate that there is a challenge obtaining a sufficient volume of flexibility, which is a prerequisite for the grid operator to utilize it. The volume is likely impacted by the LFM providing an uncertain revenue, and that it is a market with short-term guarantees which can deter aggregators from investing in the LFM. The findings suggest that long-term agreements and the ability to offer flexibility in multiple markets can mitigate several barriers for the aggregators. This will in turn enable aggregators to make more concrete promises to their end customers and consequently increasing the aggregators portfolios. Which also provides incentives to recruit more aggregators because it is a more attractive business opportunity. A more secure revenue and increased market predictability can therefore have ripple effects that

contribute to increasing the overall volume of flexibility in LFM. This is an important step for LFM to transition from research and development to business-as-usual.

The first finding regarding pricing mechanisms was that few of the informants had in-depth knowledge of the topic. It was clear that most people saw PAC as the simplest mechanism with the greatest incentives for the sellers. However, the findings suggest that lack of competition and the geographical element in bottleneck management make PAC difficult to implement in the LFM. Since the LFM, in practice, is divided into several small markets, there is a risk that they will never become liquid enough to hold an efficient auction. PAB was highlighted as flexible and straightforward but with the risk of market power abuse. The findings of this thesis suggest that PAB is the best pricing mechanism in the current situation, and likely for a long time.

## **Forkortelser**

aFRR	automatic Frequency Restoration Reserves
CEP	Clean energy package
DSO	Distribusjonsnettoperør
FCR	Frequency Containment Reserves
FFR	Fast Frequency Reserves
KILE	Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi
LFM	Lokalt fleksibilitetsmarked
mFRR	manual Frequency Restoration Reserves
PAB	Pay-as-bid
PAC	Pay-as-clear
RME	Reguleringsmyndigheten for energi
TPV	Tilknytning på vilkår
TSO	Transmisjonsnettoperør
UKT	Utkoblbar tariff

# Innhold

Forord .....	i
Sammendrag .....	ii
Abstract .....	iv
Forkortelser .....	vi
Tabelliste .....	x
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Relevans.....	2
1.3 Problemstilling.....	3
1.4 Avgrensninger .....	4
1.5 Utredningens oppbygning.....	5
2 Bransje og case.....	6
2.1 Det norske kraftnettet .....	6
2.2 Reservemarkedene.....	7
2.3 Relevante aktører i bransjen .....	12
2.4 Nettselskapets rolle.....	13
2.5 Glitre Nett - casebedrift .....	14
2.6 AMS-målere.....	16
2.7 NODES.....	16
3 Konseptuelt rammeverk .....	17
3.1 Fleksibilitet .....	17
3.2 Forbrukerfleksibilitet .....	18
3.2.1 Behovet for forbrukerfleksibilitet .....	20
3.2.2 Potensialet for forbrukerfleksibilitet .....	21
3.2.3 Nettselskapets interesse for forbrukerfleksibilitet .....	22
3.2.4 Nettselskapers organisatoriske barrierer for forbrukerfleksibilitet .....	23
3.2.5 Nettselskapers regulatoriske barrierer for forbrukerfleksibilitet.....	24
3.2.6 Barrierer hos aggregator.....	25
3.2.7 Barrierer hos forbruker .....	27
3.3 Implisitt forbrukerfleksibilitet .....	28
3.3.1 Strømpris.....	28
3.3.2 Nettleie.....	31
3.4 Eksplisitt forbrukerfleksibilitet.....	32



3.4.1	Tilknytning på vilkår .....	33
3.4.2	Utkoblbar tariff .....	33
3.4.3	Fleksibilitetsmarked .....	34
3.4.4	Pilotering av fleksibilitetshandel.....	35
3.5	Aggregatorrollen .....	36
3.6	Prismodeller.....	37
3.6.1	Pay-as-clear.....	38
3.6.2	Pay-as-bid .....	38
3.6.3	Prismodell i reservemarkedet.....	39
3.6.4	Alternativ prismodell .....	39
3.6.5	Fordeler og ulemper med PAB og PAC .....	40
4	Metode.....	42
4.1	Utdypning av problemstilling.....	42
4.2	Studieobjekt.....	43
4.3	Forskningsdesign .....	43
4.3.1	Intensivt eller ekstensivt design .....	44
4.3.2	Forskningshensikt .....	44
4.3.3	Forskningstilnærming .....	45
4.3.4	Tidsperspektiv .....	45
4.3.5	Hoveddesign .....	46
4.4	Metode for datainnsamling, databehandling og analysering .....	46
4.4.1	Kvalitativ eller kvantitativ .....	46
4.4.2	Primær og sekundærdata.....	48
4.4.3	Databehandling .....	48
4.4.4	Analyse.....	49
4.4.5	Datakilder.....	50
4.5	Vurdering av empiri.....	51
4.5.1	Intern gyldighet.....	51
4.5.2	Overførbarhet.....	54
4.5.3	Pålitelighet .....	55
4.6	Kildekritikk.....	57
5	Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag? .....	58
5.1	Funn.....	58
5.1.1	Forutsigbarhet for at aggregator har tilstrekkelig fleksibilitet tilgjengelig og at nettselskapet benytter den .....	58

5.1.2	Rekruttere tilbydere av fleksibilitet.....	67
5.1.3	Multimarkedsintegrasjoner og DSO-TSO-koordinering .....	69
5.1.4	Regulatoriske barrierer.....	71
5.1.5	Vil nettselskapet prioritere LFM over andre virkemidler?.....	72
5.2	Diskusjon .....	75
5.2.1	Gir LFM forutsigbarhet på inntekt og at det vil bestå utover prosjektperioden?.....	75
5.2.2	Hva står i veien for økt volum?.....	77
5.2.3	Regulatoriske barrierer.....	78
5.2.4	Multimarkedsintegrasjon og DSO-TSO-koordinering.....	79
5.2.5	Langvarige fleksibilitetskontrakter .....	81
6	Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende marked?.....	84
6.1	Funn .....	84
6.1.1	Fordeler og ulemper med PAB og PAC i LFM.....	84
6.1.2	Respondentenes vurdering av prismodell .....	88
6.2	Diskusjon .....	90
6.2.1	Kan PAC fungere i et illikvid LFM?.....	90
6.2.2	Hvordan kan valg av prismodell påvirke markedet .....	91
6.2.3	Hvilken prismodell fungerer best i LFM .....	92
7	Konklusjon .....	94
7.1	Hvilke utfordringer finnes det i det lokale fleksibilitetsmarked i dag? .....	94
7.2	Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende marked?.....	96
7.3	Utredningen begrensninger og forslag til videre studier .....	97
	Referanseliste .....	99
	Vedlegg 1 - Intervjuguide .....	106

## Tabelliste

Tabell 1 Utfordringer knyttet til uforutsigbar inntekt og lønnsomhet for aggregatorer .....	59
Tabell 2 Påstander knyttet til prisutvikling av fleksibilitet på LFM.....	60
Tabell 3 Utfordringer knyttet til volumutfordringer .....	63
Tabell 4 Fordeler med langvarige fleksibilitetsavtaler .....	65
Tabell 5 Utfordringer med langsiktige fleksibilitetsavtaler.....	66
Tabell 6 Utfordringer knyttet til rekruttering av fleksibilitetstilbydere.....	67
Tabell 7 Utfordringer knyttet til kartlegging av potensialet av fleksibilitet .....	68
Tabell 8 Utfordringer knyttet til multimarkedsintegrasjoner og DSO-TSO-koordinerings.....	69
Tabell 9 Utfordringer knyttet til nettselskapers aktivitet på LFM.....	73
Tabell 10 Fordeler med PAB .....	85
Tabell 11 Ulemper med PAB.....	85
Tabell 12 Fordeler med PAC .....	86
Tabell 13 Ulemper med PAC.....	88

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

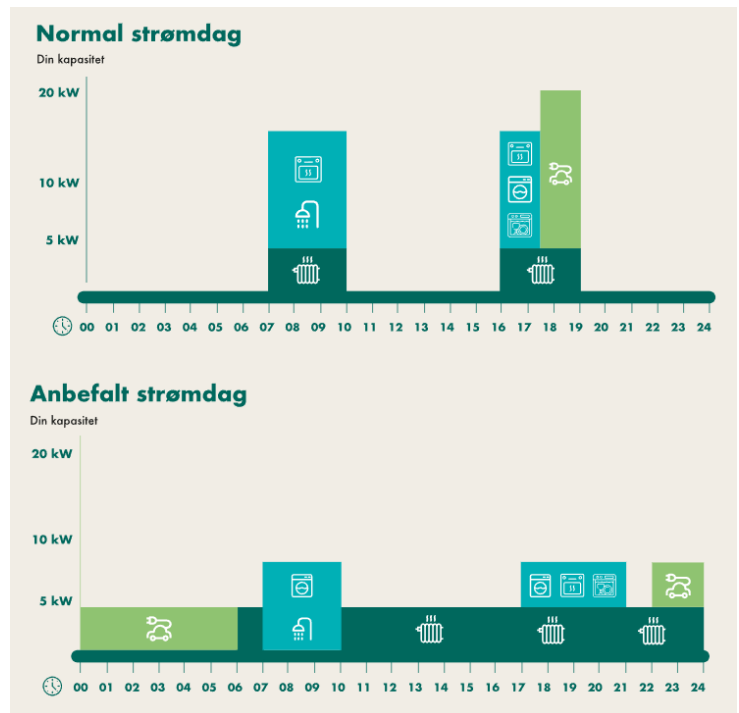
Det er forventet en jevnt høy forbruksvekst for strøm fremover. I 2022 var det årlige forbruket på 140 TWh, og basert på Statnetts beste antagelse forventes forbruket å stige til 220 TWh i 2050. Dette tilsvarer et økt forbruk på 57% fra i dag til 2050 (Statnett, 2023-b). Store bidragsyttere til forbruksveksten er omstilling i industri, elektrifisering av transportsektoren og etablering av ny kraftintensiv industri som datasentre og batterifabrikker. Kraftsystemet i Norge har i dag høyere produksjonskapasitet enn den nasjonale etterspørselen. Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE) rapporterte at kraftproduksjonen for 2022 var på 146 TWh, som gir en positiv kraftbalanse på 6 TWh (Norges vassdrags- og energidirektorat [NVE], 2022-c).

Dagens kraftnett kan derimot ikke håndtere den økte belastningen over tid uten at det gjøres betydelige investeringer. Det er særlig tunglasttimene, de timene med høyest strømforbruk i året, som skaper kapasitetsutfordringer i nettet. Statnett estimerer at tunglasttimene øker med 7 GW frem mot 2030, noe som tilsvarer 30% økning sammenlignet fra i dag (NVE, 2022-b). Å dimensjonere kraftnettet etter tunglasttimene, fører til at kraftnettet er overdimensjonert store deler av året. Disse oppstår typisk på de kaldeste dagene i året når etterspørselen er høyest, som kan føre til flaskehalsproblematikk. Hvilket forekommer når det er kraftoverskudd i et område og kraftunderskudd i et annet, siden det er begrenset hvor mye strøm som kan overføres, vil flaskehalsen oppstå der overføringskapasiteten er begrenset (NVE, 2022-a). Reservemarkedene er Statnetts viktigste verktøy for flaskehalsbehandling og er det beste sammenligningsgrunnlaget for denne utredningens tema. På samme måte er mulighet til å påvirke etterspørselen et virkemiddel nettselskapene kan bruke for å unngå flaskehals uten å måtte oppgradere nettkapasiteten, også kalt fleksibilitet.

Norges kraftproduksjon består i stor grad av vannkraft. Denne dominerende vannkraftproduksjonen er lett regulerbar og fører til at man enkelt kan kontrollere kortsiktige utfordringer innen kraftforsyning. Det er ventet at det i fremtiden suppleres med mer ikke-regulerbar kraftproduksjon som sol- og vindkraft. Dette, sammen med sterkere integrasjon mot det europeiske kraftsystemet i årene fremover, sørger for en økende interesse for tiltak som kan iverksettes når etterspørselen etter strøm er høy.

I tillegg anslås det at varme i norske bygg står for en tredel av det nasjonale effektuttaket i enkelte timer (Statnett, 2020-a). Det er derfor tenkt at med moderne teknologi, kan denne type laster i større grad utnyttes for å redusere effekttoppene, som illustrert i figur 1.

En rekke av apparater som brukes for oppvarming har termisk lagringskapasitet, det vil si at utstyret kan utkobles i kortere perioder uten å påvirke komforten hos forbrukere. I tillegg til andre strømkrevende apparater kan husholdninger være en ressurs for å løse flaskehalsproblematikk for nettselskapet.



Figur 1 En anbefalt strømndag (Norgesnett, u.å.)

Forbrukerfleksibilitet har vært sentralt i flere tidligere masterutredninger skrevet i samarbeid med nettselskapet. I utredningene blir forbrukerfleksibilitet vurdert som et virkemiddel for å blant annet håndtere fremtidige kapasitetsutfordringer og gevinsten ved å utsette investeringer i regionalnettet (Stokke & Baste, 2022) og muligheten for å bedre spenningskvaliteten (Våge & Stea, 2021).

## 1.2 Relevans

Fleksibilitet blir sett på som et viktig verktøy for å kunne utnytte eksisterende kraftnett bedre og samtidig tilpasse seg det fremtidige energibehovet. I Norge er vannkraft en viktig bidragsyter til fleksibilitet på produksjonssiden. På grunn av økte kapasitetsproblemer er det derimot nødvendig med forbrukerfleksibilitet i tillegg.

Som en del av et integrert kraftsystem på tvers av landegrenser i Europa, vil utviklingen av Norges kraftsystem bli utfordret. For å akselerere arbeidet med å utnytte nettet bedre, har EU vedtatt Clean Energy Package (CEP) (EU, 2019). Et virkemiddel for å utnytte nettet bedre, nevnes forbrukerfleksibilitet. Den siste versjonen, altså den fjerde energimarkedspakken er foreløpig ikke innlemmet i EØS-avtalen (Bjørnebye, 2020), men grunnet Norges tette tilknytning, argumenteres det allikevel for å ta i bruk enkelte verktøy.

Nettselskapene blir sett på som sentrale aktører innen energiomstillingen, ettersom utnyttelse av fleksibilitet i distribusjonsnettet blir sett på som et viktig verktøy for å begrense investeringsbehovet (Elmarkedsdirektiv, 2019/944). CEP beskriver at nettselskapene skal få insentiver for å ta i bruk fleksibilitetshandel som et verktøy for å håndtere flaskehalshåndtering. Norge, gjennom Reguleringsmyndigheten for energi (RME), har som nevnt ikke implementert CEP i sin helhet. Energi Norge er derimot opptatt av at Norske nettselskap skal ha samme rammebetingelser som nettselskapene i våre naboland.

Stortinget nevner fleksibilitet som et virkemiddel for å utnytte kraftnettet bedre (Regjeringen, 2021). Det lokale fleksibilitetsmarkedet (LFM) er et viktig virkemiddel for å kunne handle fleksibilitet. Denne utredningen vil vurdere barrierene i LFM og prismodellene som benyttes til kjøp og salg av fleksibilitet. Det foreligger svært begrenset forskning på dette i det LFM, noe denne utredningen søker å belyse.

### **1.3 Problemstilling**

Som nevnt er fleksibilitetshandel et virkemiddel som har til hensikt å utsette eller unngå investering i kraftnettet som følge av økt effektforespørsmål, i tillegg til å kunne være til nytte inn i driftstimen for den kontinuerlige driften av nettet. Nettselskapene er avhengige av et lokalt fleksibilitetsmarked som fungerer for å kunne benytte seg av dette virkemiddelet. I dag er ikke fleksibilitetsmarkedet på nettselskapsnivå velfungerende. Dette utgangspunktet legger grunnlaget for denne utredningen, og den overhengende problemstillingen er:

*Hvordan kan handel i et lokalt fleksibilitetsmarked løse flaskehalsproblematikk?*

For å spesifisere hvilke momenter innen fleksibilitetsmarkedet som belyses, er det formulert to forskerspørsmål som besvares i denne utredningen. Forskerspørsmålene har til hensikt å kartlegge utfordringer som oppleves fra ulike aktører i markedet, samt om prismodell kan være med å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked. Følgende forskerspørsmål er utarbeidet for denne utredningen:

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?
2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

Forskerspørsmålene blir besvart ved å intervjuer ti aktører som deltar i det lokale fleksibilitetsmarkedet. Kriterier for valgte informanter er utdypet i kapittel 4.4.5 *Datakilder*.

## 1.4 Avgrensninger

Denne utredningen tar for seg fleksibilitetshandel på nettselskapsnivå i kraftnettet. Mer presist er det avgrenset til handel på trafostasjonsnivå, altså i grensesnittet mellom regional- og distribusjonsnettet.

Tidsperioden for arbeid knyttet til denne utredningen er avgrenset til perioden fra 01.01.2024 til 15.05.2024, som er fra semesterstart til innleveringsdato for utredningen. Datainnhenting for utredningen foregår fra 01.03.2024 til 15.04.2024, som begrenses av at det må være tilstrekkelig tid til å analysere data og drøfte resultat. Det som fremkommer i intervjuene er informanternes erfaringer som strekker seg over lengre tid. Flere av informantene har arbeidet med fleksibilitetshandel siden oppstarten av Norflex i 2018. Andre informanter har lengre erfaring med fleksibilitetshandel gjennom Statnetts markeder og enkelte informanter har mindre erfaring knyttet til fleksibilitetshandel.

Utredningen har til hensikt å kartlegge utfordringer knyttet til LFM og hvilken prismodell som kan være med å realisere et mer velfungerende marked. Det avgrenses til å være en kvalitativ studie. Et alternativ kunne vært en kvantitativ økonomisk analyse, men ettersom det ikke var tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag for å regne på effekten av ulike modeller uteble dette fra utredningen.

Det ble bestemt at utredningen begrenser seg til å kun vurdere prismodellene som allerede er etablert i markedet, nemlig pay-as-bid (PAB) og pay-as-clear (PAC). Det er disse som det er mulig å vurdere erfaringer fra gjennom intervjuene. Andre modeller kunne vært vurdert, men her er det lite erfaringsgrunnlag for å kunne vurdere disse.

## 1.5 Utredningens oppbygning

Utredningen har følgende oppbygning:

<b>Kapittel 1 Innledning</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beskriver kort hovedtema, bakgrunn, problemstilling, relevans og avgrensninger.</li></ul>
<b>Kapittel 2 Bransje og case</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introduksjon av det norske kraftnettet, Statnetts regulerkraftmarkeder og relevante aktører i bransjen, og innføring i casebedrift.</li></ul>
<b>Kapittel 3 Konseptuelt rammeverk</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenterer konsepter, tidligere studier og teori som er grunnlaget for utredningen.</li></ul>
<b>Kapittel 4 Metode</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenterer og diskuterer metodiske valg.</li></ul>
<b>Kapittel 5 Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utredningens funn rundt mangler for et velfungerende fleksibilitetsmarked presenteres og diskuteres.</li></ul>
<b>Kapittel 6 Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende marked?</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utredningens funn rundt prismodell presenteres og diskuteres.</li></ul>
<b>Kapittel 7 Konklusjon</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konkluderende avslutning med begrensninger og forslag til videre studier.</li></ul>



## 2 Bransje og case

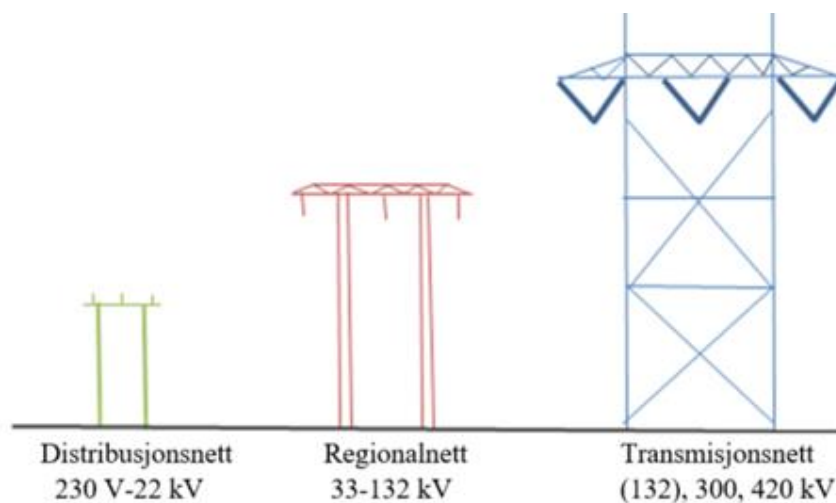
I dette kapitlet blir det som er relevant for utredningen i form av bransje og case introdusert. Innledningsvis presenteres hvordan det norske kraftnettet og reservemarkedene til Statnett fungerer, der mFRR-markedet er det beste sammenligningsgrunnlaget for utredningens problemstilling. Videre vil relevante aktører i et LFM beskrives. Avslutningsvis presenteres casebedriften denne utredningen skrives for.

### 2.1 Det norske kraftnettet

Kraftnettet er infrastrukturen som distribuerer elektrisk energi fra produsent til forbruker. Et velfungerende nett er en viktig forutsetning for å kunne levere energi *når* forbruker ønsker det og i *ønskede mengder*. Denne infrastrukturen er kompleks, og må blant annet kunne håndtere svingninger i produksjon og forbruk. Det er Statnett som har det overordnede ansvaret for forsyningssikkerheten.

Norsk kraftproduksjon består i stor grad av vannkraft. Vannkraftproduksjon foregår ofte i innlandet der vannmagasin og fallhøyde ligger naturlig i topologien. Samtidig befinner størsteparten av forbrukere seg med stor geografisk avstand fra produksjonen, som i Agder der 80% av befolkningen er bosatt langs kysten (Agder Energi Nett, 2022). Dette fører til store avstander mellom produsent og forbruker, som også resulterer i store utstrekninger i kraftnettet. Tapet som oppstår ved distribusjon av elektrisitet står for omtrent 8% av landets totale strømproduksjon (Regjeringen, 2012).

I kraftnettet skilles det mellom distribusjonsnett, regionalnett og transmisjonsnett, som vist i figur 2.



Figur 2 Kraftnettet i Norge (NVE, 2019-b)

Der transmisjonsnettet er det høyeste spenningsnivået, som vanligvis opereres på 300 til 420 kV. Det vil også forekomme linjer på 132 kV som klassifiseres som en del av transmisjonsnettet. Formålet med dette spenningsnivået er å binde landsdelene sammen til ett felles kraftsystem.

Det er Statnett som er systemansvarlig for dette nettnivået, og omtales heretter som TSO<sup>1</sup>. Transmisjonsnettet inkluderer blant annet også utenlandsforbindelser, samt større kraftintensiv industri.

Regionalnettet er bindeleddet mellom transmisjonsnettet og distribusjonsnettet, og opererer på spenningsnivå fra 33 til 132 kV. Det kan også omfatte produksjon og forbruk på dette nettnivået.

Distribusjonsnettet er det siste leddet i kraftnettet og er grensesnittet mot de aller fleste forbrukere som er tilknyttet det allmenne nettet. Distribusjonsnettet består av et høyspent- (ofte 11 eller 22 kV) og lavspentnett (ofte 230 eller 400 V). Her er det lokale nettselskap som er ansvarlig for sine respektive konsesjonsområder. Distribusjonsnettet har stort geografisk utstrekning og står for omtrent halvparten av nettapet som oppstår i kraftsystemet.

Distribusjons- og regionalnett har lokale nettselskap konsesjon på innenfor sitt tildelte geografiske område, og blir omtalt som DSO<sup>2</sup>. Selv om det er ulike aktører som drifter kraftnettet, er man avhengig av tett samarbeid på tvers. Statnett har også ansvar for balanse i produksjon og forbruk i kraftnettet.

## **2.2 Reservemarkedene**

Sikker tilgang på elektrisk energi er grunnleggende for at dagens samfunn skal fungere. I Norge er det en meget god leveringspålidelighet, i år uten ekstremvær, er leveringspålideligheten på 99,99% (Energifakta Norge, 2024).

Transmisjonsnettet binder landets regioner sammen til ett kraftsystem og er en kritisk installasjon for forsyningssikkerheten. Forsyningssikkerhet for elektrisk energi omfatter energisikkerhet, effektsikkerhet og leveringspålidelighet (Energifakta Norge, 2024). Samtidig vil også forbrukers evne til å kunne tilby fleksibilitet påvirke forsyningssikkerheten.

*Energisikkerhet* er kraftsystemets evne til å kunne dekke energibehovet (Energifakta Norge, 2024). Dette innebærer at man klarer å produsere nok energi til å dekke forbruket. Vannkraft

---

<sup>1</sup> TSO – Transmission System Operator

<sup>2</sup> DSO – Distribution System Operator

står som nevnt for en stor del av landets produksjon. Perioder med lite nedbør og lav vannstand i magasinene kan føre til energiknapphet som igjen kan resultere i utfordringer for landets energisikkerhet. Energifakta kan vare i flere uker, men kan begrenses av store vannmagasiner og gode produksjonsforhold i utlandet.

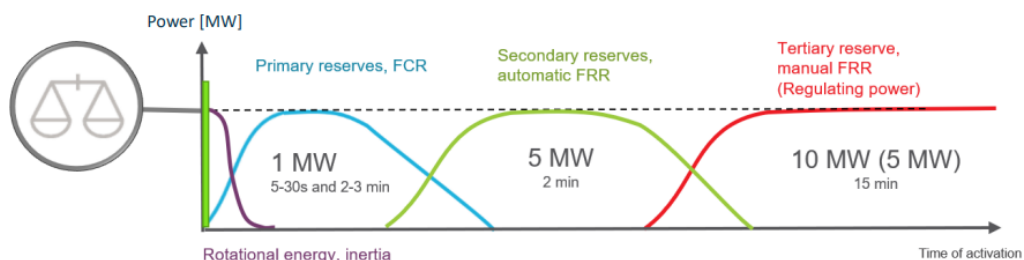
*Effektsikkerhet* er evnen til å dekke momentan belastning i kraftsystemet. For å kunne tåle høyt forbruk er det nødvendig at systemet er dimensjonert for å kunne håndtere denne belastningen. Dersom systemet blir utsatt for høye belastninger, kan dette føre til avbrudd i forsyningen.

*Leveringspålitelighet* er kraftsystemets evne til å motstå en driftsforstyrrelse (Energifakta Norge, 2024). Med dette menes avbrudd, frekvens- eller spenningsavvik. Det kan være flere årsaker til en at en driftsforstyrrelse oppstår. Feil på komponenter som følge av vær og ytre påvirkninger en viktig årsak.

I situasjoner der det oppstår ubalanse mellom produsert og forbrukt energi, vil dette påvirke forsyningssikkerheten. Det er essensielt at kraftsystemet er i balanse for at alt tilkoblet utstyr skal fungere som tiltenkt. Ved å oppnå balanse menes at kraftnettet har systemfrekvens på 50 Hz. Dersom frekvensen blir lavere enn den skal være, betyr det at det forbrukes mer enn det produseres (NVE, 2022-b). I slike situasjoner må Statnett gjøre tiltak, som å be produsenter om å øke produksjon, eller kompensere med å koble om last, som er Statnetts viktigste verktøy for å kunne håndtere ubalanser som oppstår i kraftnettet (Statnett, 2023-c). Og vice versa ved for høy frekvens.

For å sikre balanse i kraftsystemet, kan det aktiveres ulike reserver etter behovet. Dette er leverandører som produsenter eller forbrukere som kobles til eller fra. Det skilles mellom fire ulike reserver: primær, sekundær, tertiærreserver og raske reserver (Statnett, 2023-c). Det er TSOs ansvar å sørge for at det til enhver tid er tilstrekkelige reserver som kan aktiveres.

Responstid, aktiveringstid og hviletid skiller de ulike reservene. Responstid er tiden det tar fra ressursen blir aktivert til den oppnår maksimal ytelse. Aktiveringstid defineres som hvor lang tid ressursen kan bidra med maksimal ytelse. Med hviletid menes tiden mellom hver aktivering.



Figur 3 Effekterespons i balansemarkedet for de ulike reservene (Statnett, 2022-c, s. 6)

Flere av ulikhetene i egenskapene til reservene er illustrert i figur 3, med påfølgende innføring av reservene.

Det er essensielt for forsyningssikkerheten at reservene er klare til aktivering når ubalansen i kraftnettet oppstår. Dermed anskaffes reservene i forkant av driftsdagen, og leverandørene får kompensasjon for å kunne stille med tilgjengelige ressurser og ytterligere betalt hvis ressursen blir aktivert.

### Raske reserver (FFR)

Fast Frequency Reserves, FFR, er svært raske reserver som benyttes ved større utfall, der last blir berørt og dermed fører til ubalanse i nettet. FFR aktiveres utelukkende når frekvensen synker, og skal ved oppregulering forhindre at frekvensen synker til under 49 Hz (Statnett, 2023-e). Oppregulering oppnås enten ved at forbrukere reduserer forbruk, eller produsenter øker produksjon. Det skilles mellom to ulike raske reserver, FFR Profil og FFR Flex. FFR Profil er reserver som benyttes om natten (fra kl. 22 til 07) og gjennom hele helgene og FFR Flex er et supplement som skal kunne aktiveres til enhver tid. En selger av fleksibilitet kan ikke stille med samme kapasitet i tidsperiodene der Flex overlapper Profil.

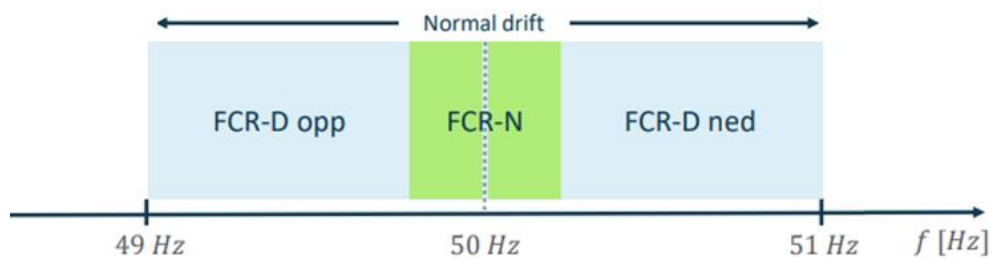
FFR blir sikret gjennom et sesongbasert marked. Grunnen til dette er at Statnett vil skape forutsigbarhet for aktørene i markedet. For 2024-sesongen anskaffer Statnett FFR i perioden fra 27. april til 27. oktober (Statnett, 2020-b). Ønsket kapasitet er 150 MW, fordelt på FFR Profil (50 MW) og FFR Flex (100 MW).

Statnett anser det som en risiko dersom ett reguleringsobjekt står for mer enn 60% av reservebehovet i FFR-markedet (Statnett, 2023-e). Dersom det også for eksempel er behov for ekstra FFR-ressurser etter prissetting, velger Statnett det tilbudet som i størst grad kan oppfylle behovet. Med det menes tilbydere som er mest fordelaktig tilgjengelig og med ønsket volum. Om flere leverandører stiller likt, velger Statnett tilbudet med laveste aktiveringskostnad.

### Primære reserver (FCR)

Hovedformålet med Frequency Containment Reserves (FCR) er å begrense frekvensavvik ved å automatisk aktivere tilgjengelige reserver. Hovedregelen er at ressursene som aktiveres, bidrar så lenge frekvensavviket vedvarer (Statnett, 2024).

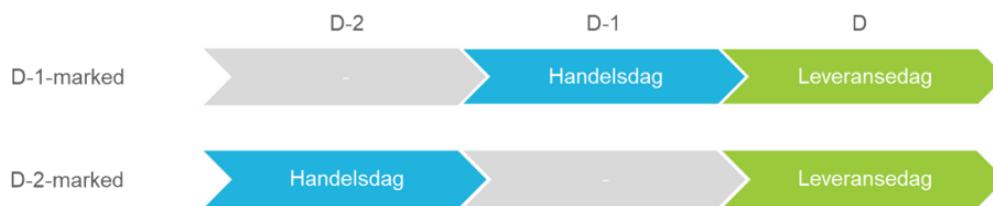
Det skilles mellom to ulike kategorier, en som benyttes i normaldrift (FCR-N) og en som aktiveres ved driftsforstyrrelser (FCR-D). FCR-N er reserver som aktiveres når frekvensavviket er +/- 0,1 Hz og skal kunne levere både opp- og nedreguleringer (Statnett, 2022-c). Dersom det er større feil i nettet som fører til at dette tiltaket ikke er tilstrekkelig, vil FCR-D automatisk aktiveres. Denne reserven skal aktiveres når frekvensavviket er +/- 0,5 Hz. FCR-D er derimot ikke symmetrisk, med det menes retningen på frekvensavviket bestemmer hvilken reserve som blir aktivert. Figur 4 illustrerer bruksområdet til de ulike primære reservene.



Figur 4 Bruksområdet til primære reserver (Statnett, 2023-a, s. 9)

Responstiden for FCR-N og FCR-D er henholdsvis tre minutter og 30 sekunder, der begge reservene har en aktiveringstid på minst 15 minutter (Statnett, u.å.-b). Volum og aktiveringstid for FCR-N bestemmes av kapasiteten av aFRR og mFRR (Statnett, 2021-a). I 2018 var Statnetts kjøp av FCR-N- og FCR-D-kapasitet henholdsvis 212 MW og 350 MW (Statnett, 2018-b). Nedre volum på enkeltbud er 1 MW (Statnett, 2023-a).

Reservene knyttet til FCR sikres gjennom D-1- og D-2-markedene. I D-1-markedet anskaffes reservene dagen i forkant av driftsdøgnet. I D-2-markedet anskaffes reservene to dager i forkant av driftsdøgnet. Prinsippene til D-1- og D-2-markedene er illustrert i figur 5.



Figur 5 D-1- og D-2-marked (Statnett, 2022-c, s. 6)

### Sekundære reserver (automatiske FRR)

I situasjoner der de primære reservene ikke er tilstrekkelige, vil sekundære reserver, også kalt Automatic Frequency Restoration Reserves (aFRR), bli aktivert. Formålet med denne reserven er å frigjøre primærreservene og bringe systemet tilbake i balanse. Sekundære reserver er fullt

aktivert innen fem minutter. Det er i all hovedsak produksjonsanlegg som leverer sekundære reserver (Statnett, 2018-c). Den totale kapasiteten som sikres i Norden er 300 MW (Statnett, 2018-c).

aFRR sikres gjennom bud i perioden fra opptil syv dager før driftsdøgnet, frem til D-1 (Statnett, 2021-c). Det skilles mellom reserver som benyttes for opp- og ned-regulering, og det kan foreligge ulikt behov som fører til ulik pris. Minste budvolum er 1 MW.

### Tertiære reserver (manuell FRR)

Etter at de sekundære reservene har stabilisert frekvensen, aktiveres tertiære reserver. Formålet med disse reservene er å opprettholde en stabil frekvens i kraftnettet som kan bidra til både opp- og nedregulering. Opp- og nedreguleringer blir kjøpt inn separat. Aktivering av tertiære reserver, også kalt manual Frequency Restoration Reserves (mFRR), foregår manuelt og må kunne aktiveres innen 15 minutter, samt levere i minimum en time. I tillegg benyttes mFRR til å håndtere flaskehalshåndtering og skjevlast.

Både produksjon og forbrukere er egnet som leveranser av mFRR-ressurser. Kraftintensiv industri kan gjennom fleksibilitet bidra med hurtig forbruksreduksjon (Statnett, 2018-e). Statnett spesifiserer minstevolum av mFRR fordelt på fem ulike prisområder (Statnett, 2018-e). I prisområde Glitre Nett opererer innen, NO2, er det i dag et minste volum på 10 MW.

mFRR består av to markeder, kapasitets- og aktiveringsmarked. Formålet med kapasitetsmarkedet, også kalt mFRR-sesong, er å sikre at det til enhver tid er tilstrekkelige ressurser i det norske mFRR-markedet (Statnett, 2018-e). Tilbydere får betalt for å garantere at dem også deltar i regulerkraftmarkedet. mFRR er et opsjonsmarked, der tilbydere har en tilgjengelighetspris og ytterligere aktiveringspris dersom reserven aktiveres.

mFRR-kapasitet blir anskaffet gjennom to ulike markeder, sesongmarked og kapasitetsmarked. Sesongmarkedet gjelder for en lengre tidsperiode, normalt vinterstid (uke 45 til 16) og aktivering på dagtid (fra kl. 05 til 24).

Statnett skiller mellom to ulike produkter innen mFRR-sesong, *høykvalitet* og *med begrensninger*. Reserver som går under kategorien høykvalitet har ingen begrensninger på varighet eller hviletid, mens med begrensninger kan ha fastsatte vilkår på disse egenskapene.

Reserver på kapasitetsmarkedet sikres i D-1-auksjon der Statnetts reservebehov blir oppdatert fortløpende.

Tilbydere kan legge inn bud på aFRR og mFRR med samme ressurs, men hvis Statnett aksepterer ressursen for et av markedene, annulleres budet i det andre markedet (Statnett, 2023-f). Statnetts algoritme legger til rette for kjøp av aFRR først. Samme ressurs kan dermed ikke være tilgjengelig for aktivering i aFRR- og mFRR-markedene samtidig.

I tillegg til å være et virkemiddel for sikre balanse i nettet, kan mFRR også benyttes til å håndtere regionale flaskehals. Det er to virkemidler for å håndtere flaskehals, be kunder regulere produksjon eller forbruk, eller kjøpe regulering av produksjon eller forbruk fra et marked (NVE, 2019-a). Når mFRR aktiveres for å håndtere flaskehals, kalles det spesialregulering, vil det være aktuelt med raskere aktivering enn den generelle aktiveringstiden for mFRR på 15 minutter (Statnett, 2021-b). Statnett estimerer at omtrent halvparten av det aktiverte mFRR-volumet er spesialregulering (Statnett, 2018-b).

Statnetts spesialregulering har samme funksjon som nettselskapets bruk av LFM. Dermed er dette det beste sammenligningsgrunnlaget for LFM. Selv om Statnett har etablerte markeder, er det et geografisk element i aktiveringen ved spesialregulering. Statnett har dermed et annen prismodell ved spesialregulering, noe som utdypes i kapittel 3.6 *Prismodeller*. Flexibilitetshandel på tvers av Statnetts mFRR-marked og LFM har gjennom pilotprosjekter vært utprøvd og det er mulighet for at kjøperne kan dele på fleksible ressurser. Statnetts markeder har derimot et minstevolum på 1 MW for å kunne være tilbyder, der Glitre Nett har et minstevolum på 1 kW.

### **2.3 Relevante aktører i bransjen**

*Kraftprodusentene* er de som produserer strøm, som tidligere nevnt er disse hovedsakelig vannkraftprodusenter, men det er også sol-, vind- og bioenergi. Deres rolle er å produsere den strømmen som til enhver tid forbrukes. Produsentene legger ut hva de er villig til å selge strømmen sin for, mens strømselskapene melder inn hva de vil betale for strømmen de har behov for det neste døgnet (Statnett, 2018-d). Kraftmarkedet er basert på konkurranse, der tilbud og etterspørsel påvirker markedet for både produsenter og strømselskap.

*Strømselskapene* er bindeleddet mellom produsent og forbruker, de kjøper og selger videre strøm. De bidrar, grovt sett, til å oppnå balanse i kraftmarkedet sammen med produsentene ved at de avtaler hvor mye kraft som skal bli produsert og brukt time for time dagen etter (Statnett, 2018-d).

*Statnett (TSO)* er ansvarlig for drift, vedlikehold og bygging av det sentrale strømmettet og systemansvar for kraftsystemet. Systemansvaret betyr å sikre strømforsyning i strømmettet døgnet rundt, gjennom å sørge for den endelige balansen som betyr at det er samsvar mellom produksjon og forbruk til enhver tid (Statnett, 2018-d). Hvorfor dette er viktig forklares under kapittel 2.2 *Reservemarkedene*. I motsetning til kraftprodusentene og strømselskapene, har Statnett monopol på sin virksomhet og reguleres derfor statlig.

*Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)* er et direktorat under Energidirektoratet. RME er en enhet i NVE og skal sørge for like konkurransevilkår for aktørene i kraftmarkedet, i tillegg til å regulere lokale nettselskap og Statnett som har monopol på netjtjenester (NVE, 2019-c).

## **2.4 Nettselskapets rolle**

Nettselskapet er eier av regionalt- og lokalt distribusjonsnett i sitt geografiske tildelte område. Samtidig er Statnett ansvarlig for at driften av regionalnettet (forskrift om systemansvaret i kraftsystemet, 2002, §7). Innenfor dette området har nettselskapene monopol på å levere elektrisk energi. På disse nettnivåene blir det både produsert og konsumert elektrisk energi, noe som fører til et bredt og viktig ansvarsområde i verdikjeden innen kraftforsyning.

Grunnet sitt monopol, har nettselskapene leveringsplikt. Dette innebærer en plikt overfor kunder å sørge for nettilknytning innen sitt konsesjonsområde, samt leveringspålitelighet og spenningskvalitet (NVE, 2022-d). Denne retten kommer ikke nødvendigvis fordelsgjort for kunden. De kan måtte dekke hele eller deler av investeringskostnaden til nettselskapet for tilknytningen. Oppgraderinger og vedlikehold er essensielt for at kapasiteten i nettet tilfredsstillende behovet. Kapasitetsutfordringer har tradisjonelt blitt løst ved å bygge ut kraftnettet. I tilfeller der oppgradering av nettet kommer fra kapasitetsutfordringer ved forbrukstopper, er dette lite samfunnsøkonomiske investeringer. Den tilførte kapasiteten vil i slike tilfeller bli utnyttet i svært liten grad, og deler av kostnaden tilfaller kunder gjennom nettleie.

Nettselskapenes årlige inntekt er sterkt regulert av NVE gjennom inntekstrammemodellen. Det eksisterer 85 nettselskaper i landet, og inntekstrammemodellen regulerer inntektene hvert nettselskap kan kreve individuelt. Målet med dette er å sikre effektiv drift, utvikling og utnyttelse av kraftnettet (NVE, 2024).



Inntektsrammemodellen består av to ledd, kostnadsgrunnlaget og kostnadsnormen. Kostnadsgrunnlaget baseres på de faktiske kostnadene for to regnskapsår tilbake (forskrift om kontroll av nettvirksomhet, 1999, § 8-1). Dette kan være drifts- og vedlikeholdskostnader, nettap og kvalitetsjusterte inntektsrammer ved ikke-levert energi (KILE). I kostnadsnormen blir nettselskapene sammenlignet med et virtuelt selskap som ligner det eksakte nettselskapet, men som er gjennomsnittlig effektiv. Inntektsrammemodellen er utformet for å gi insentiver til at kostnadseffektivisering skal lønne seg (NVE, 2021-a).

I tillegg presses nettselskapene på å ivareta tilknytningsplikten. Dermed vil virkemidler som kan frigjøre kapasitet i nettet være til gunst for nettselskapene. Det foreligger heller ingen kostnad for å reservere kapasitet hos nettselskapene. Derfor argumenteres det for at insentiver for å ta i bruk fleksibilitet bør innlemmes i inntektsrammemodellen (Høiem Wang et al., 2021).

I situasjoner der nettselskapet ikke leverer energi til forbruker, inntreffer ordningen KILE. Avbrudd forårsaket av driftsforstyrrelser og planlagte koblinger som følge av vedlikehold og utbygging av nettet kan være årsaker til at KILE inntreffer. Formålet med KILE-ordningen er å sikre at nettselskapene sørger for pålitelig distribusjon, der forbruker i minst mulig grad skal bli berørt i form av avbrudd. Herunder, også utbygging og vedlikehold som sørger for et mer driftssikkert anlegg.

KILE er en del av den økonomiske reguleringen av nettselskapene. Ved avbrudd skal KILE uttrykke samfunnets kostnad, som blir en del av grunnlaget for beregningen i inntektsrammemodellen. Dermed differeres det mellom formålene med tilknyttede forbrukere, dette bestemmer også KILE-kostnaden. NVE deler forbrukere inn i ulike kundegrupper som for eksempel jordbruk, husholdning, industri og handel (RME, 2021-b). Kostnadsfunksjonen vil variere også innen de forhåndsbestemte kundegruppene. Parametere som måned, hvilken ukedag og når på døgnet avbruddet skjer påvirker også KILE-kostnaden. KILE er inkludert i inntektsrammen, men ettersom det ikke er en faktisk kostnad, kan dette beløpet ikke bli med i beregninger for tillat inntekt (NVE, 2021-b).

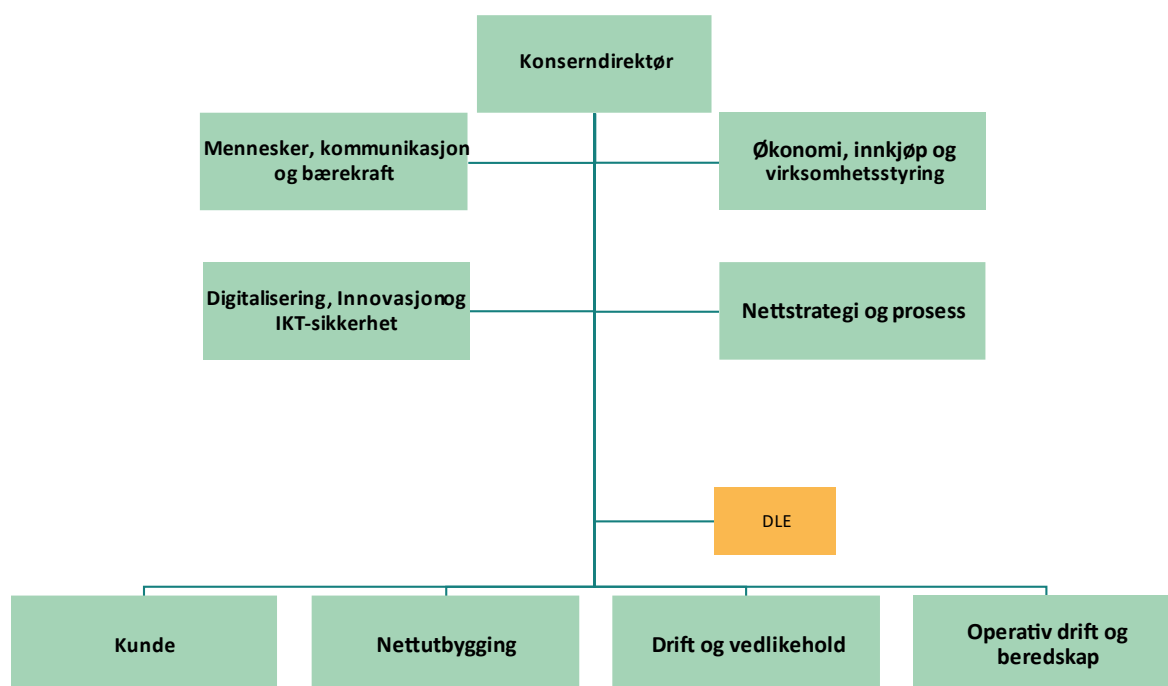
## **2.5 Glitre Nett - casebedrift**

Denne utredningen skrives i samarbeid med nettselskapet Glitre Nett. Etter fusjonen mellom Agder Energi og Glitre Energi i 2023, ble Glitre Nett landets nest største nettselskap med 320.000 nettkunder (Glitre Nett, u.å.-c). Nettselskapet har 370 ansatte som er fordelt på flere

lokasjoner, både i Agder og Buskerud. Glitre Nett er datterselskap av Å Energi som er kommunalt eid av kommuner i Agder og Buskerud, samt Statkraft (Glitre Nett, 2023).

Glitre Nett har totalt over 30.000 km med linjer og kabler og 133 transformator- og koblingsstasjoner i regionalnett- og distribusjonsnettet. For å kunne tilby et lavspent distribusjonsnett, som de fleste forbrukere er tilknyttet, er det 12.000 nettstasjoner i kraftnettet. Ettersom det er lite samfunnsøkonomisk at flere interessenter bygger og drifter kraftnett i samme geografiske område, er nettselskapene naturlige monopoler.

Denne utregningen er fremmet i avdeling Systemoperatør som tilhører seksjon Operativ drift. Organisasjonskartet til Glitre Nett er illustrert i figur 6. Operativ drift står for nettselskapets operative drift av kraftnettet og består av fire underavdelinger, nettsentralen øst, nettsentralen sør, systemdrift og systemoperatører. Systemoperatørene ser på muligheter for å utnytte eksisterende nett i større grad.



Figur 6 Organisasjonskart Glitre Nett per 02.02.2024 (H. Stea, personlig kommunikasjon, 21. februar 2024)

Det lokale fleksibilitetsmarkedet som er utgangspunktet for utredningen, er en del av EuroFlex-prosjektet. Dette er et prosjekt med flere aktører som vil bli nærmere beskrevet senere i utredningen. I tillegg til interne ressurser, er utredningen supplert med eksterne intervjuobjekter (som presenteres i kapittel 4.4.5 *Datakilder*).

Glitre Nett er en del av Å Energi-konsernet. Å Energi investerer i hele verdikjeden i kraftbransjen, der produksjon, distribusjon og salg av energi sikres gjennom selvstendige datterselskap. Som en del av sitt ansvarsområde, har Å Energi også lagt ned ressurser i flere fleksibilitetsprosjekter.

## **2.6 AMS-målere**

Tradisjonelt har det ikke vært mulig å spore strømforbruket blant forbrukere tilknyttet lavspentnettet. Etter at avanserte måle- og styresystemer (AMS) ble introdusert, har dette endret seg drastisk. Ved utgangen av 2022 var 98,8 % av alle målepunktene tilknyttet lavspentnettet utstyrt med AMS med kommunikasjonsmodul (NVE, 2023-a). I dag er det mulig å overvåke eget strømforbruk ned til time-for-time og samtidig muliggjør for sanntidsprising av forbruket. Installasjonen av AMS fjernet dermed også en viktig barriere innen forbrukerfleksibilitet, ved at det legger til rette for at forbruk kan dokumenteres (Vennemo et al., 2017).

## **2.7 NODES**

NODES er en uavhengig markedsplass for kjøp og salg av fleksibilitet, og eies av Å Energi Flexibilitet, som tilhører samme konsern som Glitre Nett (NODES, u.å.) NODES legger til rette for handel av fleksibilitet for DSOer gjennom en markedsplass (NODES, u.å.). Motparten kan være produsenter, bedrifter som kan kontrollere strømforbruket eller aggregatorer som kan bidra med større volum fra forbrukere. NODES tilrettelegger også for koordinering mellom DSO og TSO. Det er derfor mulig at fleksibilitetshandelen brukes i Statnetts reservemarkeder når det ikke er bruk for fleksibilitet til å løse lokale flaskehalser (Statnett, 2022-a).

På markedsplassen skilles det mellom to ulike produkter kalt Shortflex og Longflex. Shortflex er bud som inneholder lokasjon, pris, volum og tidsrom med aktivering i et kortsiktig tidsperspektiv. Longflex innebærer at man forplikter seg over et gitt tidsrom å levere Shortflex-bud. Da vil man kompenseres for å være tilgjengelig og ved aktivering. Ved inngåelse av Longflex-kontrakter blir det også avtalt en maksimal aktiveringspris. Det har derfor flere likheter med Statnetts mFRR-markeder, som i prinsippet inneholder en rekke Longflex-avtaler.

### 3 Konseptuelt rammeverk

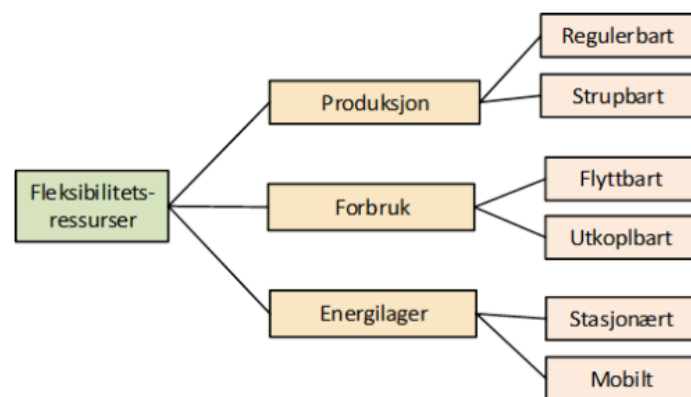
I dette delkapittel fremstilles det konseptuelle rammeverket som benyttes for å besvare problemstillingen. Først introduseres begrepet fleksibilitet før forbrukerfleksibilitet presenteres, hvilket er delt inn i implisitt- og eksplisitt forbrukerfleksibilitet og inneholder modeller, rammeverk og begreper som er sentrale for temaet. I tillegg introduseres aggregatorrollen som er en viktig aktør for å kunne tilby forbrukerfleksibilitet. Avslutningsvis presenteres aktuelle prismodeller som er aktuelle å anvende i LFM.

#### 3.1 Fleksibilitet

Denne utredningen baserer seg på følgende definisjon av fleksibilitet i kraftsystemet:

«Fleksibilitet er evne og vilje til modifisering av produksjons- og/eller forbruksmønstre, på et individuelt eller aggregert nivå, ofte som en reaksjon på et eksternt signal, for å kunne tilby en tjeneste til kraftsystemet eller opprettholde stabil nettdrift.» (Vefsnmo et al., 2020).

Fleksibilitet i kraftsystemet kan oppnås gjennom regulering av ressursene produksjon, lagring eller forbruk, som blir illustrert i figur 7. Ettersom ressursene har ulike egenskaper, vil det være ulike tiltak som er nødvendig for å oppnå fleksibilitet.



Figur 7 Klassifisering av fleksibilitetsressurser (Sæle et al., 2022, s. 12)

Vannkraft står for 96% av Norges kraftproduksjon, som også står for omtrent 50% av Europas magasinkapasitet (Statkraft, u.å.). En stor fordel med vannkraft, er muligheten for å lagre energi ved å fylle opp vannmagasinene. Som følge av dette er kraftproduksjon den viktigste fleksible ressursen i kraftnettet. Tilgangen til vann følger ikke forbruket, dermed er man avhengige av vannmagasin for å kunne spare vann til perioder med høyt forbruk. Etterspørselen varierer, og er størst om vinteren. Dette er perioder med lite nedbør som fører til redusert tilsig i vannmagasinene, det vil derfor være fordelaktig å ha tilnærmet fulle magasin ved inngangen av slike perioder. Alternativkostnaden for vann kalles vannverdi, der kostnaden av brukt vann i produksjonen i dag blir målt mot gevinsten av å produsere den i fremtiden (Førsund, 2011).

Etterspørselen og mengde vann i reservoarene styrer vannverdien og da også prisen, dermed vil det som regel være gunstigst å produsere i vintermånedene.

Fleksibilitetsressurser innen energilagring kan være pumpekraft, vannmagasin og batterier. Vann lagret i vannmagasin er en fleksibilitetsressurs ettersom det er produksjon som lett kan reguleres opp og ned. Høy strømpris kan være med på å gi insentiver som motvirker kraftprodusenters vilje til å lagre energi.

Fleksibilitet ved å tilpasse forbruk er et virkemiddel som har vært begrenset brukt, ettersom nettselskapene historisk har dimensjonert nettkapasitet som kan håndtere effekttoppene. Utbygging av nett for økt kapasitet er derimot en kostbar løsning, både for nettselskapet og kunder. I tillegg vil utbygging av nettet føre til naturinngrep.

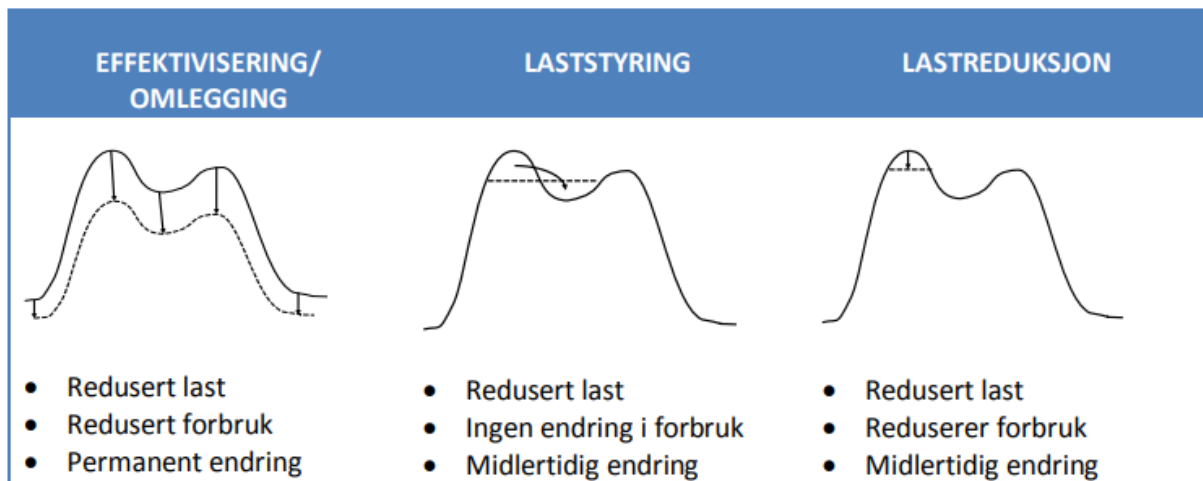
### **3.2 Forbrukerfleksibilitet**

Forbrukerfleksibilitet kan defineres som evnen og viljen til å endre produksjons- og forbruksmønster på kort eller mellomlang sikt (Meland et al., 2006).

Der *evnen* er forbrukerens mulighet for å koble ut deler av lasten i perioder nettselskap opplever overbelastning. I slike situasjoner blir de fleksible ressursene utkoblet på kort varsel i et uvisst tidsperspektiv for forbruker. I denne sammenheng vil laster som i liten grad påvirker forbrukerens komfort kobles ut, som for eksempel elbillader, varmtvannsbereder og annet oppvarming. Dette forutsetter styresystemer hos forbruker som gjør utkobling av spesifikke fleksible ressurser mulig.

*Viljen* for å ha utkoblbare laster kan gjenspeiles i responsen på prissignaler. I et lokalt fleksibilitetsmarked kan det for eksempel foreligge en økonomisk gevinst hos forbrukere som muliggjør fleksible ressurser for en aggregator. For å skape vilje hos forbrukerne til å stille seg tilgjengelig bør den økonomiske kompensasjonen være tilstrekkelig i forhold til deres investeringskostnader.

Formålet med forbrukerfleksibilitet er å sikre et verktøy som et midlertidig tiltak kan utnytte det eksisterende nettet bedre ved kapasitetsutfordringer. Det er tre prinsipielle metoder for å håndtere kapasitetsutfordringer på, nemlig effektivisering eller omlegging, laststyring og lastreduksjon. Disse metodene er illustrert i figur 8, der den heltrukne linjen er lasten forbrukeren har i utgangspunktet, mens den stiplede linjen er lasten etter at tiltaket er blitt utført. Pilen indikerer hvordan lasten blir endret.



Figur 8 Metoder for forbrukerfleksibilitet (Lislebø et al., 2012, s. 12)

Omlegging av last, eller effektivisering, er endringer som er permanente. Det kan være effektivisering av laster hos kunde. Fra kundens perspektiv kan det innebære energieffektiviserende tiltak som å isolere hus bedre eller bytte ut eldre elektriske apparater som har redusert virkningsgrad sammenlignet med mer moderne utstyr. Med omlegging menes i all hovedsak forbruk knyttet til oppvarming. Det kan for eksempel være mulig for enkelte forbrukere å legge om energibærere for å redusere last, som å benytte fjernvarme til oppvarming.

Forbrukerfleksibilitet kan også oppnås ved laststyring. Denne metoden går ut på å flytte lasten fra enkelte perioder, til andre perioder. Forbruker vil dermed ikke oppleve endring i forbruk, men heller endring i det samtidige forbruket. Varmtvannsberedere og elbilladere er vanlige laster som er egnet for laststyring, ettersom komforten av når disse lastene er aktive påvirkes i liten grad. Det kan foreligge insentiver ovenfor forbruker eller driftsutfordringer hos nettselskapet som fører til at laststyring, i figur 8, kan være en aktuell metode for å redusere last.

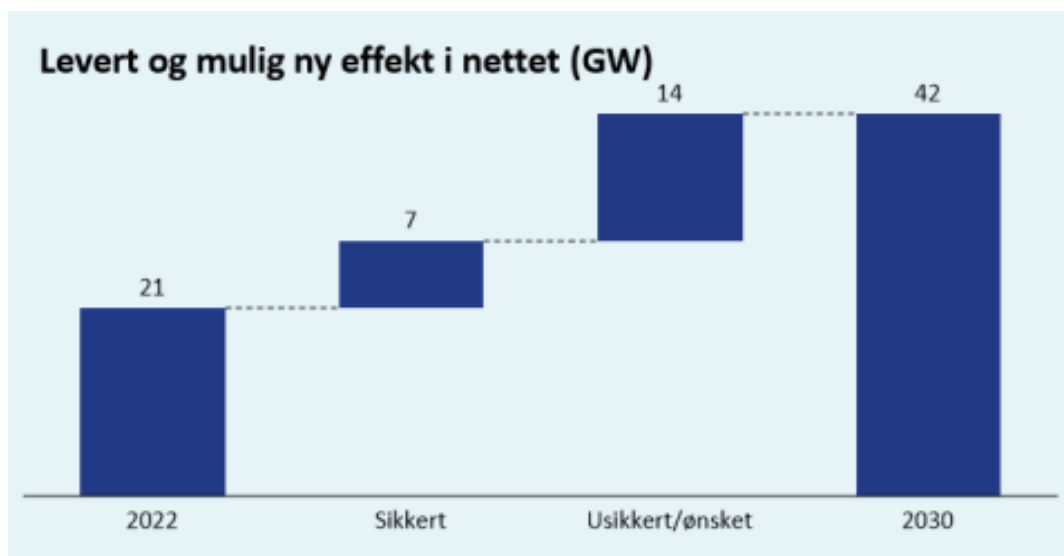
En tredje metode innen forbrukerfleksibilitet er å redusere last i enkelte perioder. I slike tilfeller kan forbrukeren redusere last, og erstatte dette behovet med en annen energibærer, som for

eksempel at vedovn erstatter elektrisk oppvarming. For nettselskaper kan lastreduksjon være nyttig i kortvarige perioder der det oppleves kapasitetsutfordringer.

Selv om det er bred enighet om at forbrukerfleksibilitet kan være et virkemiddel for mer effektiv drift av nettet i fremtiden, foreligger det nødvendigvis ikke tilstrekkelig forbrukerfleksibilitet tilgjengelig for å kunne dekke det ønskede behovet. Behovet for nettselskapene og potensiale hos forbrukere for forbrukerfleksibilitet bli presentert i påfølgende underkapitler.

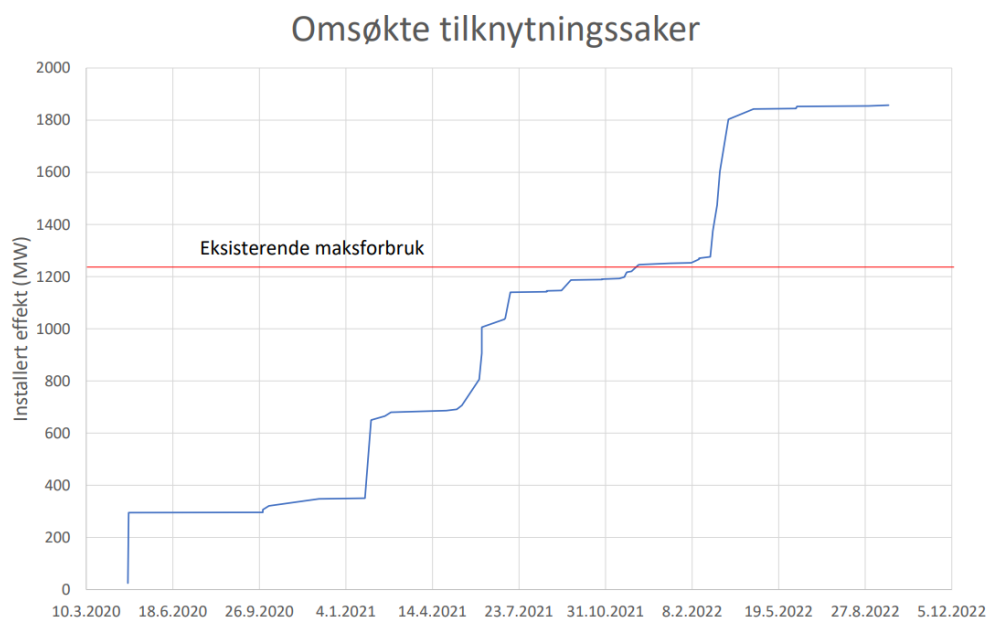
### 3.2.1 Behovet for forbrukerfleksibilitet

Det estimeres en drastisk landsdekkende økning i effektbehovet i tiden fremover, som blir illustrert i figur 9. I 2030 forventer nettselskapene å måtte levere dobbelt så mye effekt som i 2022. En tredjedel av det forventede økte effektbehovet er allerede forespurt av forbrukere, som vil si at de har søkt om tilknytning til strømmettet. Det eksisterende kraftnettet har derimot ikke nok kapasitet til å kunne håndtere denne økningen i effektbehovet.



Figur 9 Forventet effektbehov i Norge (Statnett, 2023-d, s. 12)

På et mer lokalt nivå, opplever også Glitre Nett en økning i effektbehovet. På kort tid har ønsket effektuttak som tilegnes gjennom nye tilknytningssaker, oversteget den eksisterende maksforbrukskapasiteten i nettet, som vist i figur 10.



Figur 10 Utvikling av tilknytningssaker i Agder i perioden 2020 – 2023 (Statnett, 2023-d, s. 20)

Forbrukerfleksibilitet kan være en løsning på det økende effektbehovet i noen tilfeller, men er ikke den eneste metoden. Det er derimot mer uklart hvor stor andel av det fremtidige effektbehovet forbrukerfleksibilitet kan bidra med. Innføring av AMS og nye analyseverktøy gir nettselskapene bedre kunnskap til å avdekke behovet for fleksibilitet (Jenssen et al., 2017). Innen forbrukerfleksibilitet er det flere virkemidler som kan benyttes, som presenteres i delkapittel 3.4 *Eksplisitt forbrukerfleksibilitet*, som tilknytning på vilkår og utkoblbar tariff. Et lokalt fleksibilitetsmarked kan også være et virkemiddel for å kunne håndtere denne utfordringen.

Nettselskapene har også behov for forbrukerfleksibilitet i driften av nettet. Gjennom handel av fleksibilitet i Norflex-prosjektet, ble det mellom 2021 og 2023 handlet 4.000 MWh fordelt på 30.000 handler (Euroflex, u.å.).

### 3.2.2 Potensialet for forbrukerfleksibilitet

Det finnes en rekke studier som kartlegger potensialet for forbrukerfleksibilitet i Norge. En oppsummering av disse konkluderer med at det totalt er mulig å oppnå en lastreduksjon i toppplasttime på mellom 8 og 24% ved å aktivere forbrukerfleksibilitet (Söder et al., 2018). Husholdninger kan alene stå for mellom 4 og 11% av dette. Selv om det er stor usikkerhet rundt hvor stor andel av potensialet som kan bli realisert, viser studiene allikevel at det er husholdninger som står for størstedelen av forbrukerfleksibiliteten i Norge.



En annen studie viser at 57% av husholdningene stiller seg positive til å endre sitt forbruksmønster (Sæle, 2020). Kundene stiller seg derimot mer positive til forbruksendring når endringene kommer av manuell kontroll fremfor fjernstyrt kontrollering. Det er essensielt for nettselskapet å ha forbrukerfleksibiliteten tilgjengelig når den trengs. Det vil si når det oppstår kapasitetsproblemer, som i Norge ofte inntreffer på kalde vinterdager. I slike tilfeller svarte 73% av kundene at de kunne bidra med å manuelt redusere forbruket. På alternativet om fjernstyring av varmtvannsberederen var det 61% som stilte seg positive.

NVE har pålagt nettselskapene å vurdere forbrukerfleksibilitet ved utarbeidelse av kraftsystemutredningene (Olje- og Energidepartement, 2022). Glitre Nett anslår at det er mulig å redusere energiforbruket med 5% ved å endre energiforbruket på kort sikt (AEN, 2022). Ytterligere 5% reduksjon kan oppnås dersom forbrukerfleksibilitet ved å bytte energibærer inkluderes. Dermed estimeres det maksimale potensialet for forbrukerfleksibiliteten til å være 10% i Agder. For å ekspandere muligheten for aktivering av forbrukerfleksibilitet forventer Glitre Nett å ha en gradvis innføring av UKT fra og med 2022 (Agder Energi, 2022).

Samtidig kan det være utfordrende å realisere det fulle potensialet av forbrukerfleksibilitet. Ettersom billigere fleksibilitetsressurser, som regulerbar vannkraft kan senke prisen og behovet for forbrukerfleksibilitet (Statnett, 2018-a). Det foreligger også økonomiske, tekniske og praktiske barrierer hos ulike aktører, der det er nødvendig med klarhet for å sikre at potensialet kan bli realiserbart (Jenssen et al., 2017).

### **3.2.3 Nettselskapets interesse for forbrukerfleksibilitet**

Forbrukerfleksibilitet kan løse ulike behov, som påvirker tidsperspektivet for forbrukerfleksibilitet som virkemiddel (Jenssen et al., 2017). Forbrukerfleksibilitet kan ha et langtidsperspektiv over flere år for planlegging av nett og investeringer. På måneds- og dags-horisonten kan forbrukerfleksibiliteten være et verktøy for driftsplanlegging. I driftstimen kan forbrukerfleksibilitet være aktivert i tidshorisont på minutter til timer, og det kan det oppstå flere situasjoner der forbrukerfleksibilitet kan være et verktøy for å håndtere situasjonen (Jenssen et al., 2017).

*I lengre perioder med økning i belastning som nærmer seg kapasiteten i nettet, er forbrukerfleksibilitet et virkemiddel som kan benyttes i et lengre perspektiv. Denne kapasitetsutfordringen er da kun et problem noen timer om dagen i topplastperioder. På den måten har nettselskapet muligheten til å anskaffe tilgjengelig forbrukerfleksibilitet til de*

aktuelle driftstidene som blir ansett som utfordrende. Det kan for eksempel være morgen og ettermiddager i kalde perioder.

Ved *planlagte utkoblinger* grunnet vedlikehold eller arbeid på nettet, kan forbrukerfleksibilitet være et virkemiddel. Utkoblinger knyttet til vedlikehold kan planlegges flere uker i forkant. I slike tilfeller kan forbrukerfleksibilitet anskaffes i god tid for å muligens kunne håndtere utkoblingen på en bedre mulig måte.

Håndtering av driftsforstyrrelser som fører til *uforutsett overlast*. Ettersom dette inntreffer uforutsett er det essensielt med hurtig aktivering av tilgjengelig forbrukerfleksibilitet når driftsforstyrrelsen oppstår. Det må da foreligge forhåndsavtaler og kompensasjoner som kan benyttes når slike situasjoner oppstår.

*Spenningsutfordringer* er også mulig å håndtere ved handel av forbrukerfleksibilitet. Det kan for eksempel være spenningsutfordringer som oppstår i kortvarige situasjoner på enden av en krets. I slike situasjoner kan handel av forbrukerfleksibilitet føre til redusert last og økt spenningsnivå. Denne type utfordring må kunne håndteres i driftstimen.

#### **3.2.4 Nettselskapers organisatoriske barrierer for forbrukerfleksibilitet**

Det at forbrukerfleksibiliteten er tilgjengelig på riktig sted til riktig tid, og at det samtidig er tilstrekkelig kunnskap i nettselskapet til å både kunne se og aktivere ressursene er essensielt for å kunne benytte dette virkemiddelet (Tensio, 2022). Det foreligger flere barrierer hos nettselskapene knyttet til forbrukerfleksibilitet som presenteres i dette delkapittelet.

Blant nettselskaper nevnes det at *geografiske barrierer* er en utfordring ved bruk av fleksibilitet (Høiem Wang et al., 2021). Nettselskapene kan ha identifisert et behov for fleksibilitet i en del av nettet, men at aggregatører ikke har mulighet til å tilby fleksibilitet i det spesifikke nettområdet.

Det pekes også på at nettselskapene trenger *tillitt* til fleksibilitet for å kunne ta dette virkemiddelet i bruk. Med det menes det at fleksibilitetsressursene er tilgjengelig når det er behov og kan dekke behovet. I tillegg argumenteres det for å inkludere fleksibilitet i et langtidsperspektiv kan øke tilliten. For å kunne foreta planlegging av nettet er nettselskapene også avhengige av forutsigbarhet om at fleksibilitetsressurser kan levere i flere år fremover (Høiem Wang et al., 2021). Samtidig peker enkelte nettselskap fra studien på at det er risikabelt å anta at en fleksibilitetsressurs vil bestå i flere tiår fremover.

*Usikkerhet* er også en stor barriere for fleksibilitet (Jenssen et al, 2017). Behovet for fleksibilitet kan oppstå kjapt og det forventes at nettselskapet skal håndtere slike situasjoner. Da vil responstiden være avgjørende, altså om ressursen kan kobles ut momentant eller har behov for varslings tid. Samt at det er tilfredsstillende volum tilgjengelig og om det faktisk kan benyttes til i en driftsforstyrrelsessituasjon.

Da er nettselskapene avhengige av en *portefølje* med nok tilgjengelige fleksibilitetsressurser som kan aktiveres på kort responstid. Det å opparbeide en tilstrekkelig portefølje trekkes frem som en utfordring, samt at det foreligger ekstra fleksibilitetsvolum (Høiem Wang et al., 2021). Det at en fleksibilitetsressurs ikke er tilgjengelig er også en risikofaktor. I situasjoner der nettselskapet opplever behov for fleksibilitet har ikke nødvendigvis aggregatorene nok fleksible ressurser tilkoblet, som for eksempel elbilladere, til at det det kan aktiveres.

Samspeillet mellom DSO og TSO kan være en barriere som oppstår i driftskoordinering av regionalnettet. Den nåværende systemdriftsorganiseringen der DSO drifter og eier regionalnettet, mens Statnett har ansvar for flaskehalshåndtering og balansen gjør at det ikke alltid er sammenheng mellom den som ser kostnadene og den som har velger og utfører tiltak (Høiem Wang et al., 2021). Hvilket vil si at Statnett kan gjøre tiltak uten at DSO er involvert, og motsatt. De kan derfor påføre hverandre problemer i driften av strømmettet, gjennom å benytte fleksibilitet.

### **3.2.5 Nettselskapers regulatoriske barrierer for forbrukerfleksibilitet**

Kravet til nettselskapets *nøytralitet* kan også utfordres (Jenssen et al., 2017). Det foreligger som en forutsetning at det i et effektivt kraftmarked skilles mellom monopolvirksomhet og konkurranseorientert virksomhet. I tilfeller der nettselskaper er eid av samme konsern som også driver med produksjon, forbruk og strømsalg i samme område, kan det oppstå utfordringer knyttet til nøytraliteten ved handel. Det kan for eksempel oppstå ved at det er få tilbydere i et marked og det kan teoretisk sett påvirke nettselskapets vurderinger. Samtidig eksisterer det i dag produksjonsvirksomheter i samme konsern som løser nettutfordringer for nettselskapet uten at det foreligger en kompensasjonsordning (Jenssen et al., 2017).

Nettselskapene nevner også faren for økt *KILE-kostnad* som et risikomoment (Høiem Wang et al., 2021). Det å bruke fleksibilitet, blir ansett som et risikofylt virkemiddel for å løse kapasitetsutfordringer. Høye KILE-kostnader er insentiver for at nettselskaper skal unngå avbrudd, og dermed kan det velges mindre risikofylte alternativer for å håndtere situasjonen.

*Inntektsrammemodellen* gir insentiver ovenfor nettselskapene for å investere i kraftnettet og samtidig ha lave driftskostnader. Det er bred enighet om at fleksibilitet er et virkemiddel som kan benyttes for å unngå unødvendige nettutbygginger. Med det menes kapasitetsutvidelser som kun blir utnyttet i liten grad. Med dagens vilkår i inntektsrammemodellen blir fleksibilitetshandel sett på som en driftskostnad for nettselskapene, og kjøp av fleksibilitet vil dermed redusere den tillatte inntekten (Høiem Wang, 2021). Det er naturlig at nettselskapene vil tilpasse seg inntektsrammemodellen for å sikre økonomisk bærekraftig drift. Med andre ord er det regulatoriske barrierer for å ta i bruk fleksibilitetshandel som et alternativ for nettutbygging.

Det argumenteres for at inntektsrammemodellen bør modereres slik at nettselskapene sitter igjen med en gevinst hvis fleksibilitetshandel fører til utsatte eller unngåtte investeringer i nettet (Vennemo, 2017).

Forbrukerfleksibilitet introduserer altså flere risikoer sett fra nettselskapenes perspektiv. Ved nye tilknytninger i områder med kapasitetsutfordringer kan nettselskapene ta i bruk utkoblbar tariff. Det kan også inngås avtaler med større kunder hvis det oppstår uplanlagte utkoblinger. Dette kan være avtaler nettselskaper har inngått med større forbrukere, der formålet er at KILE-kostnader som følge av uplanlagte avbrudd reduseres (Høiem Wang et al., 2021). Nettselskap har allerede andre virkemidler som kan tas i bruk ved kapasitetsutfordringer. Dette vil bli nærmere beskrevet i utredningens delkapittel 3.4 *Eksplisitt forbrukerfleksibilitet*.

### **3.2.6 Barrierer hos aggregator**

Selv om det er blitt utført flere studier som estimerer potensialet for forbrukerfleksibilitet, er det fremdeles ukjent hvor stort *potensiale som kan bli tilgjengeliggjort* i LFM (Jenssen et al., 2017). Faktorer som aktiveringskostnad, nettselskapenes betalingsvillighet, samt forbrukers risikovurderinger av laststyring og det økonomiske aspektet er viktig å få kartlagt. Det innebærer at aggregator utfører et grundig markedsarbeid blant forbrukerne.

Det foreligger også en *økonomisk risiko* i å være delaktig i et umodent marked, som et LFM. Faktorer som nevnes er avdekking av forbrukers energiforbruk og mulighet for laster som kan benyttes til fleksibilitet, installering av styresystemer samt kommunikasjon mot aggregators system (Jenssen et al., 2017). Det å håndtere disse faktorene blir ansett som en økonomisk risiko. En reduksjon av usikkerheten knyttet til forbrukers inntekspotensial i det LFM vil være ønskelig. Den økonomiske risikoen kan reduseres ved å redusere kostnaden for å

tilgjengeliggjøre fleksibilitet eller øke muligheten for inntekt. Det nevnes at langsiktige avtaler eller kostnadsdekning fra nettselskap kan være en mulig løsning for å redusere den økonomiske risikoen.

I et LFM der det handles i et kortsiktig tidsperspektiv, er det behov for utkobling av mange små laster. Ved aggregering av mange små laster er det viktig at det tilrettelegges for at aktivering skjer så helautomatisk som mulig. Det er også knyttet økonomisk risiko hos aggregator i tilfeller der aggregator ikke er i stand til å levere det volumet som aggregator har fått aksept på i sitt bud. Det er flere måter aggregator kan sikre at faktisk fleksibilitetsvolum samsvarer med avtalt volum med nettselskapet (Jenssen et al., 2017):

- Aggregator kan sikre seg et overskudd av volum
- Ha fastsatte nivåer på forbruk som kan aktiveres i tidsperioder
- Ved sanntidsoversikt over porteføljen kan man by inn faktiske laster

Aggregator er avhengig av å vite hva forbrukere i porteføljen har av laster som kan benyttes som fleksibilitetsressurs til enhver tid, for å kunne levere avtalt volum. Det å *måle, validere og dokumentere* aktivering av denne ressursen kan gjøres på flere måter, og er viktig å få klarhet i. For å kunne måle hva aktiveringen har bidratt med, er det essensielt å vite hva forbruket hadde vært uten aktivering. For å redegjøre et oppgjør for aktiveringen ovenfor kunden, må aktiveringen også valideres og dokumenteres.

Aggregatører må ha *kontrakter* både med markedsplass og mot sine forbrukere. Kontrakten mellom markedsplassen må avklare spesifikasjoner og avklaringer om leveransen. Dette innebærer varigheten på kontrakt, systemkrav, vilkår per produkt, straff når avtalt volum ikke blir levert, samt måling validering, dokumentering og oppgjør (Jenssen et al., 2017). Samtidig er det viktig for aggregator å sikre seg lønnsomhet i kontraktene overfor forbrukere. Disse kontraktene bør inneholde varighet på kontrakten, tilgjengelig volum og begrensninger for når dette kan aktiveres, utkoblingsmetode, varslings tid og varighet for aktivering, samt hviletid.

Ved anskaffelse av fleksibilitet, skilles det mellom *prismodellene* PAB og PAC. Valg av prismodell nevnes også som en potensiell barriere (NordREG, 2016). Prismodellene kan være med på å utvikle markedet på ulike måter, det kan på den måten også betraktes som en barriere. PAC vil gi de mest effektive langsiktige prissignalene i markedet, som fører til større deltakelse i markedet og samtidig redusere clearings-prisen (NordREG, 2016). Ved å benytte prismodellen

PAB vil kjøpere i markedet sitte igjen med den potensielle fortjenesten på bekostning av markedsaktørene.

For aktører som må investere for å komme inn på markedet vil altså *pristransparens* være viktig (NordicREG, 2016). Elementer som at det foreligger kunnskap om priser og potensielle fremtidige inntekter vil være avgjørende i investeringsbeslutningen. I situasjoner med få aktører i markedet som fører til markedsrett, vil det samtidig være ugunstig å publisere individuelle bud. Electricity Balancing Guideline skal legge retningslinjer som sikrer tilstrekkelig åpenhet rundt publisering av priser, og samtidig hensynta at det ikke kan bli misbrukt av markedsrett.

*Eksistensen av flere markeder* for handel av fleksibilitet kan føre til spørsmål knyttet til hvilket alternativ som er det mest attraktive for forbrukere og aggregator å være en del av (Jenssen et al., 2017). Jenssen (et al. 2017) viser til at den økonomiske risikoen ved delta i markedet reduseres om fleksibiliteten kan tilbys i flere markeder. Hos mindre forbrukere vil det være en begrensning i hva slags marked man kan ta del av, derav aggregering av forbrukere. Det kan skilles mellom det LFM, energimarkedet eller Statnetts reservemarked.

### **3.2.7 Barrierer hos forbruker**

Som tidligere nevnt eksisterer det potensial for fleksibilitet hos store deler av forbrukere, der husholdninger står for omtrent halvparten. Begrenset *kunnskap om egen fleksibilitet* vil være en stor barriere for forbrukere (Jenssen et al., 2017). Flexibilitetsressurser i husholdninger karakteriseres som små laster som kan styres, det krever derimot en mulighet for å kunne koble ut enkeltlaste som er egnet til fleksibilitetsmarkedet. Her kan tilrettelegging fra aggregator være avgjørende, ved å kartlegge forbrukers potensial og tilrettelegge for at kunden skal kunne levere fleksibilitet.

Mangel på kunnskap hos forbrukere kan også føre til *lav interesse* til å kunne tilby fleksibilitetsressurser (NordREG, 2016). Tiltak for å kunne redusere denne barrieren nevnes det at utstyr kan designes med en løsning som begrenser forbrukers fysiske delaktighet ved tilrettelegging av automatisk aktivering. Samt å øke kunnskapen blant forbrukere om tilgjengelige fleksibilitetsprodukter. Enklere systemer og marked kan føre til høyere deltakelse blant forbrukerne (Jenssen et al., 107).

For næringskunder kan *risiko for drift* være en barriere for å levere fleksibilitet. Kostnader som følge av en driftsforstyrrelse kan være langt høyere enn inntektene for å være delaktig i

fleksibilitetsmarkedet. I slike tilfeller kan det være mulig å tilrettelegge for at forbruker har mulighet til å overstyre utkoblinger, eller at det foreligger avtaler på når enkelte laster kan aktiveres som en fleksibilitetsressurs (Jenssen et al., 2017).

På samme måte gjelder dette også for husholdninger. Rapporter viser at det foreligger *risiko for komfort* blant forbrukere ved å tilby fleksibilitet, og at dette er en barriere for å tilby fleksibilitet (Jenssen et al., 2017). Det å utforme systemer som ivaretar forbrukers interesser er essensielt for å tilegne seg flere forbrukere.

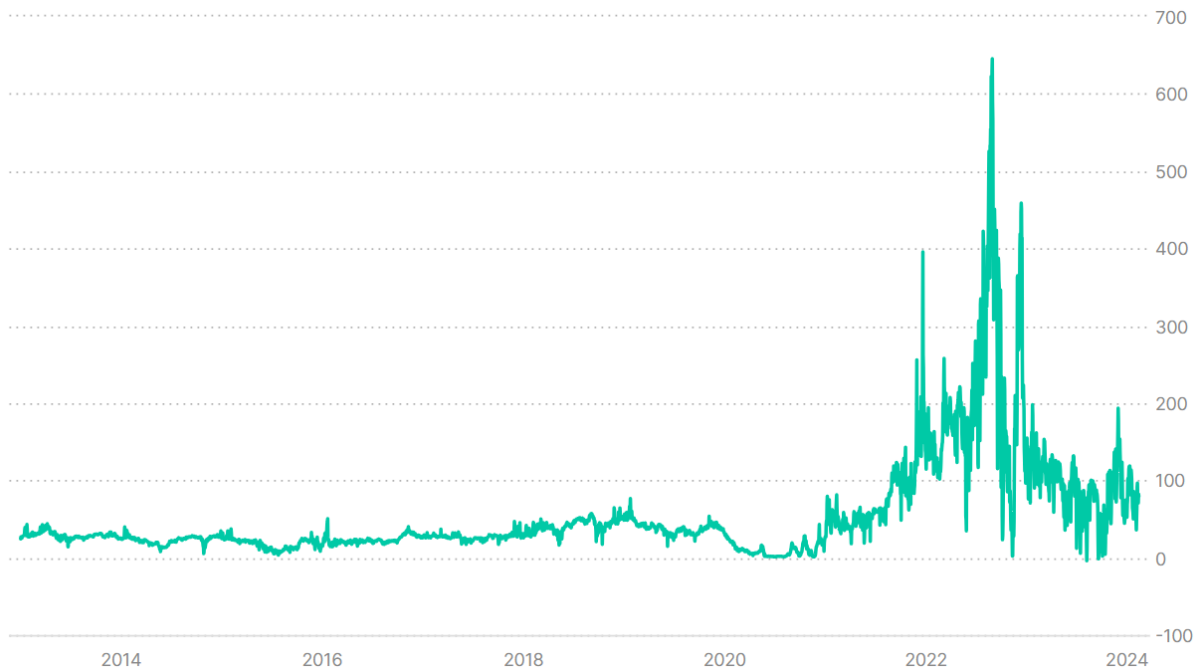
*Lønnsomheten* av å investere i utstyr som muliggjør fleksibilitetshandel er usikker (Jenssen et al., 2017). Det vil foreligge en kostnad ved å tilrettelegge for laststyring, samtidig er det knyttet en forventning fra kunder at dette skal være en lønnsom investering. Med det forventes forutsigbarhet om at aktivering av fleksibilitet faktisk er aktuelt og hvilken kompensasjon man kan regne med.

### **3.3 Implisitt forbrukerfleksibilitet**

Implisitt forbrukerfleksibilitet omhandler forbrukeres adferdsendringer på bakgrunn av ulike prissignaler, som strømpris og nettleiepriser. Dette gir insentiver til forbrukeren til å utsette forbruk av strøm når prisen er høy. De deles derfor inn i nettleie- og strømpris.

#### **3.3.1 Strømpris**

Strømpris som en kilde til implisitt forbrukerfleksibilitet baserer seg på at når prisen på strøm er høyest i løpet av dagen er når etterspørselen er høyest. Dette forekommer ofte på morgenen og ettermiddagen. Figur 11 illustrerer utviklingen av strømprisen de siste ti årene. Hvis forbrukerne svarer på disse prissignalene gjennom å redusere sitt strømforbruk vil det være med på å senke effektoppene for nettselskapet. Dette er i seg selv ikke noe nettselskap kan regulere, men det blir et heldig, i nettselskapets øyne, biprodukt av høy strømpris med tanke på kapasitetsutfordringer. Året 2020 hadde den lavest gjennomsnittlige spotprisen noensinne på Nord Pool med 11,6 øre/kWh (Fornybar Norge, u.å.) Etter dette har prisene fortsatt å øke og vært svært volatile illustrert i figur 11.



Figur 11 Historisk strømpris for en kWh eks avgifter, nettleie og mva hentet (VG, u.å.)

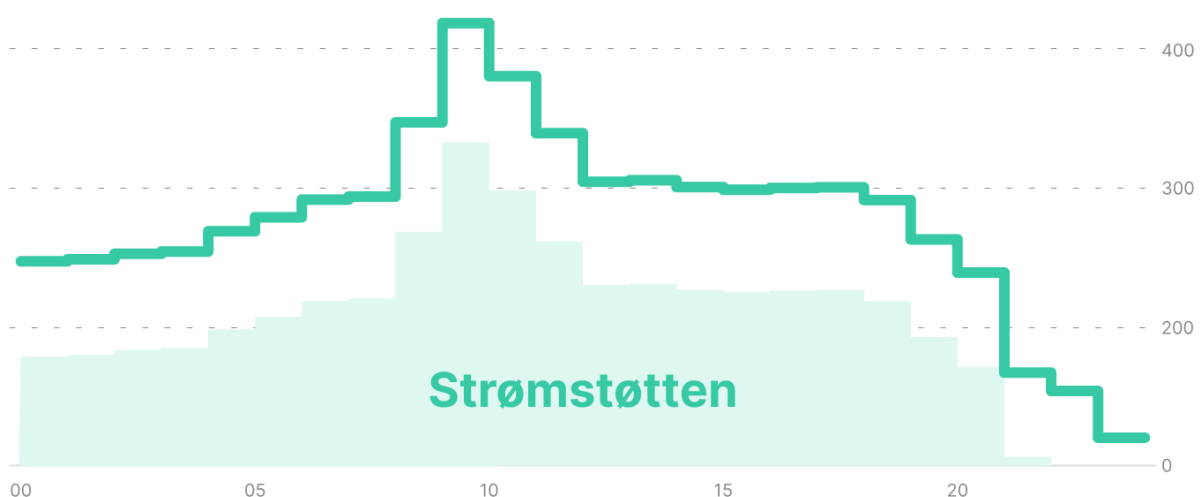
Muligheten til å følge med på strømprisen har økt for forbrukerne de siste årene. De fleste strømselskap har en time-for-time-oversikt over dagens strømpriser, i tillegg til avisen VG som utmerker seg med en oversikt som kan inkludere et estimat på nettleie, avgifter og mva. Ettersom tilgjengeligheten på informasjonen har økt, har også evnen til å svare på prissignaler økt. Den beste løsningen for kostnadsbesparelse er smarte styringssystemer for strøm, der elbillading og oppvarming av hus og vann er de vanligste. Selv uten smarte styringssystemer for strømforbruk, kan forbrukere manuelt regulere forbruket etter prisen.

Strømprisen i Norge settes på bakgrunn av auksjoner på Nord Pools day-ahead marked som er en strømbørs. Prisen på strømmen bestemmes av det høyeste budet som blir akseptert i auksjonen. Slik at tilbud og etterspørsel legger grunnlaget for strømprisen. Siden Norge er påkoblet kraftmarkedet i Europa gjennom kraftkabler til Storbritannia, Tyskland, Nederland, Sverige og Danmark vil tilbud og etterspørsel herfra påvirke norske strømpriser. Forenklet betyr det at for eksempel et vannkraftverk i Agder heller vil selge strømmen til 2 kr/kWh i Tyskland enn 40 øre/kWh i Norge. Prisen vil også påvirkes av prisnivå i områdene vi er knyttet til og energiprisene, som også omfatter andre energiresurser, der mange peker på økte gass- og kullpriser som følge av blant annet at Russland har redusert gassforsyninger til Europa (Statnett, u.å.-a).



For å evaluere strømpris som implisitt forbrukerfleksibilitet gjennomførte Statnett et prosjekt kalt iFleks, med hensikten å undersøke hvor prissensitive forbrukerne er. Resultatet deres viste at 50% svarte på prissignaler og at de som svarte reduserte forbruket sitt med 4-22% (Statnett, 2019). Dette betyr at det er en villighet blant forbrukere å svare på prissignaler med å redusere forbruk. iFleks-prosjektet brukte hypotetiske strømpriser som skulle oppfattes realistiske, men datainnsamling i prosjektet var slutt før strømprisene økte i Norge. Det kan derfor tenkes at forbrukere har blitt mer prissensitive etter at strømprisen faktisk har økt. Gjennomføring av en ny studie fra de siste to årene ville gitt et bedre bilde på i hvilken grad strømforbruk reguleres i henhold til strømprisen.

Da strømprisen økte, innførte regjeringen en strømstøtteordning. Den første ordningen var uvektet og knyttet til gjennomsnittlig strømpris per måned, er den nye ordningen basert på når du faktisk forbruker strøm, time for time (Öberg, 2023). Den nye strømstøtteordningen vil gi støtte for gjennomsnittlig strømpris for den timen strømmen forbrukes, og dekker 90% over en strømpris på 70 øre/kWh (Regjeringen, 2023). Strømstøtten motvirker derfor at forbrukere svarer på prissignaler siden store deler av kostnaden, vist i figur 12, blir dekket av staten. Det bidrar til at gevinsten ved å flytte forbruket som følge av høy strømpris, antagelig reduseres. Ved omleggingen fra uvektet til vektet strømstøtte kan det tenkes har ytterligere motarbeidet strømpris som implisitt forbrukerfleksibilitet. Dette er fordi der den gamle ordningen ikke tok hensyn til et voldsomt hopp i strømpris, vil den nye ordningen dekke 90% over 70 øre/kWh uansett. Hvilket reduserer effekten av å regulere forbruket sitt når strømprisen er høy.



Figur 12 Illustrasjon av den nye strømstøtten (Engan & Byermoen, 2023)

### 3.3.2 Nettleie

Tidligere har nettleien bestått av et energiledd (forbruk i kWh) og et fastledd, fast månedlig beløp (NVE, 2022-f). Det ble da eksempelvis ikke differensiert mellom kunder som bruker 15 kWh over et kort tidsrom eller kunder som bruker 15 kWh jevnt fordelt over en lengre tidsperiode. At disse to kundene betaler den samme nettleien, reflekterer ikke hva kostnadene deres er for nettselskapet og utfordringene det medfører.

Den nye ordningen fra og med 01.01.2022 søker å øke den implisitte forbrukerfleksibiliteten gjennom endringer i energi- og fastleddet, også kalt kapasitetsleddet som justeres etter effektuttak. Det har tidligere bare vært brukt effekttariffer for større industri- og næringskunder, men siden AMS-målere har blitt installert i husholdninger gjør dette at effekttariff kan inkluderes hos samtlige forbrukere.

Det nye kapasitetsleddet i nettleiemodellen søker å bedre gjenspeile kostnaden ved høyt effektforbruk. Dette gjøres ved at prisingen av kapasitetsleddet er stegvis som vist i figur 13. Hvilket vil si at kunder som når en makseffekt på 14 kW betaler høyere nettleie i kapasitetsleddet i forhold til en kunde som har makseffekt på 8 kW, selv om kunden med lavere makseffekt forbruker mer strøm totalt. Makseffekten regnes ut fra gjennomsnittet av de tre høyeste døgnmaksene per måned, der en døgnmaks er den timen i døgnet du forbruker mest strøm. Det gir incentiver til kunden om å fordele forbruket sitt og unngå store strømforbruk over kort tid, dette er en gevinst for nettselskapet i form lavere effekttopper. Dette er en aktuell problemstilling hvis man får en kald vinter og samtidig lave strømpriser, da er ikke strømprisinsentivene tilstede og effekttariffen kan begrense effektforbruket (Sæle et al., 2022).

Innføringen av effekttariffer for husholdninger har høstet kritikk for økte kostnader for de fleste forbrukere. Kritikken omhandler at den nye nettleien rammer de svakest økonomisk stilte i samfunnet. De som ikke har midler til å investere i styringssystemer for strømbruk. Disse styringssystemene er i stor grad nødvendig for å kunne overvåke og kontrollere strømforbruket på en enkel måte, og derav optimalisere forbruket inn mot effekttariffen.

Nettleiepriser fra 1. oktober 2023		
Kapasitetstrinn 1	0-2 kWh/h	155,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 2	2-5 kWh/h	195,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 3	5-10 kWh/h	335,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 4	10-15 kWh/h	690,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 5	15-20 kWh/h	900,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 6	20-25 kWh/h	1 125,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 7	25-50 kWh/h	1 745,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 8	50-75 kWh/h	2 760,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 9	75-100 kWh/h	3 680,00 kr/mnd
Kapasitetstrinn 10	over 100 kWh/h	5 980,00 kr/mnd
Energiledd DAG fra 01.01.24	kl. 06:00 - kl. 22:00	42,09 øre/kWh
Energiledd NATT fra 01.01.24	kl. 22:00 - kl. 06:00	30,09 øre/kWh

Figur 13 Nettleiepriser hos Glitre Nett (Glitre Nett, u.å.-a)

Energileddet estimeres utfra hvor mye strøm du bruker, men nå også når på døgnet du bruker strøm som vist nederst i figur 13, der det er lavere priser på natten enn på dagen (Glitre Nett, u.å.-a). Ved at offentlige avgifter på strøm er lavere på natten enn på dagen, søker nettselskapet å forskyve noe av strømforbruket mot den delen av døgnet med ledig kapasitet i nettet. Dette er typisk elbillading, men med smarte styringssystemer kan det også være at varmtvannsberederen varmer opp vannet på natten og at huset varmes opp før dagsatsene setter inn. Gjennom dette kan kundene bli en kilde til fleksibilitet ved at de flater ut forbruket og nærmer seg en anbefalt strømndag som vist i figur 1.

### 3.4 Eksplisitt forbrukerfleksibilitet

Eksplisitt forbrukerfleksibilitet omfatter tiltakene som benyttes for å koble ut hovedsakelig husholdninger og næringsbygg. Dette forekommer når det er høy belastning på nettet og den

implisitte fleksibiliteten ikke er tilstrekkelig. De mest aktuelle tiltakene består av utkoblbar tariff, tilknytning på vilkår og fleksibilitetsmarkedet. Nettselskap har nesten ikke benyttet seg av disse virkemidler for å løse nettutfordringer, men i de tilfellene det har vært aktuelt har utkoblbar tariff blitt benyttet (Wang Høiem et al., 2021).

### **3.4.1 Tilknytning på vilkår**

I utgangspunktet har alle produsenter og forbrukere i Norge rett på full tilknytning gjennom tilknytnings- eller leveringsplikten. Det kan derimot være kapasitetsproblemer i nettet som gjør det utfordrende med mer tilknytning i enkelte nettområder og derfor finnes avtalen om tilknytning på vilkår (TPV). Dette er en midlertidig løsning når det ikke er tilgjengelig kapasitet i nettet, så når nett bygges ut eller det av andre grunner blir ledig kapasitet flyttes kunden over på vanlig tariff. Gjennom dette kan nettselskapet og kunden komme til enighet om en tilknytningsavtale, der kunden kan kobles ut eller nedreguleres uten å motta kompensasjon (NVE, 2023-b). Kundene som har TPV-avtale blir derfor en kilde til fleksibilitet uten ekstrakostnader for nettselskapet. I de tilfellene der ny tilknytting krever investeringer i nettanlegg kan kunden som ønsker tilknytning måtte dekke hele eller deler av investeringskostnaden, også kalt anleggsbidrag (NVE, 2023-b). Dette bidrar til at næringsvirksomhet kan etableres raskt og potensielt uten store investeringskostnader for nettselskapet.

### **3.4.2 Utkoblbar tariff**

Utkoblbar tariff (UKT) er en avtale som gir nettselskap mulighet til å koble ut kunden ved behov, som kompenseres med en reduksjon i fastleddet på nettleien (Wang Høiem et al., 2021). Som tidligere nevnt har dette vært det mest brukte virkemiddelet for eksplisitt forbrukerfleksibilitet for nettselskapene. De som kan få UKT er bedriftskunder som har hovedsikring som tilsvarer effektuttak på omtrent 200 kW eller høyere (Glitre Nett, u.å.-b). Tariffen har fire produktklasser for fleksibelt forbruk, der rabatten differensieres ut fra hvor fort kunden kan kobles ut. Siden disse kundene i all hovedsak vil være industrielle virksomheter, er fleksibiliteten tilgjengelig i et begrenset tidsrom basert på virksomhetens forbruksmønster.

Det er noen utfordringer knyttet til UKT, hvis nettselskapet har en eksisterende avtale i et område er de pliktet å tilby avtaler til kunder som ønsker det. Det er derfor en fare for å få bedrifter som melder seg på ordningen uten at nettselskapet har bruk for deres fleksibilitet. Den

økonomiske kostnaden av rabatten til kunder på UKT blir omfordelt på de andre nettkundene gjennom inntektsrammemodellen. UKT-avtaler har ikke aktiveringsledd, det vil si at nettselskapet kan koble ut kunder på UKT uten ekstra kostnader.

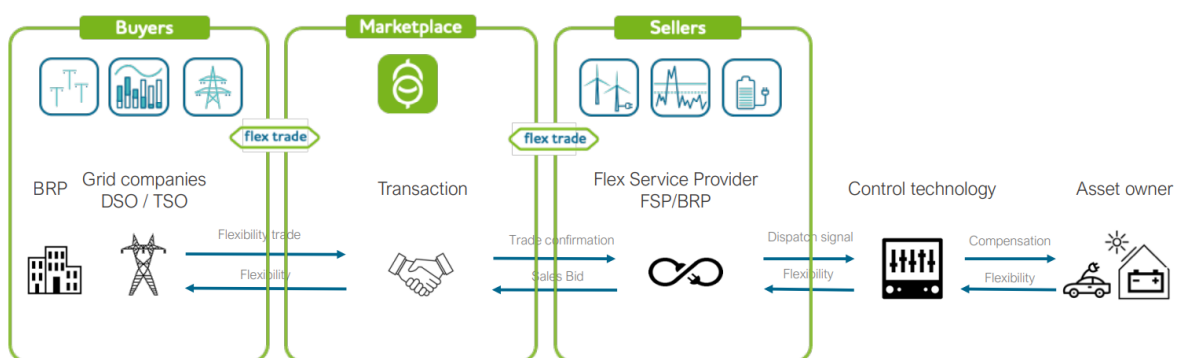
### 3.4.3 Fleksibilitetsmarked

Formålet med LFM er å løse kapasitetsproblematikken i perioder med høye effekttopper. Spenningsutfordringer, håndtere driftsforstyrrelser, forsyningssikkerhet og tilrettelegging for vedlikehold kan også være årsaker til at nettselskap ønsker å ta i bruk et LFM.

LFM kan ha ulike design og virkemåter. Det illustreres i figur 14 hvordan det er tiltenkt at samspillet skal være. Selgersiden består av aggregatorer som innhenter fleksibilitet fra sine kunder, de tilbyr denne fleksibiliteten til nettselskapet, som er kjøpersiden, gjennom en uavhengig markeds plass. For at en aggregator skal kunne tilby fleksibilitet på vegne av kunden er de avhengig av at de besitter styringssystemer på det forbruket som skal kobles ut.

Som nevnt er LFM i en startfase. For at LFM skal være velfungerende må markedsplattform, klare spilleregler, kommunikasjonskanal for automatisk aktivering og aggregator være på plass (Wang Høiem et al., 2021).

Et lokalt fleksibilitetsmarked kan være med på å løse de fremtidige utfordringene nettselskapene står ovenfor ved lokale utfordringer i distribusjonsnett. I Norge er dette et virkemiddel som har blitt utprøvd i flere pilotprosjekter frem til nå.



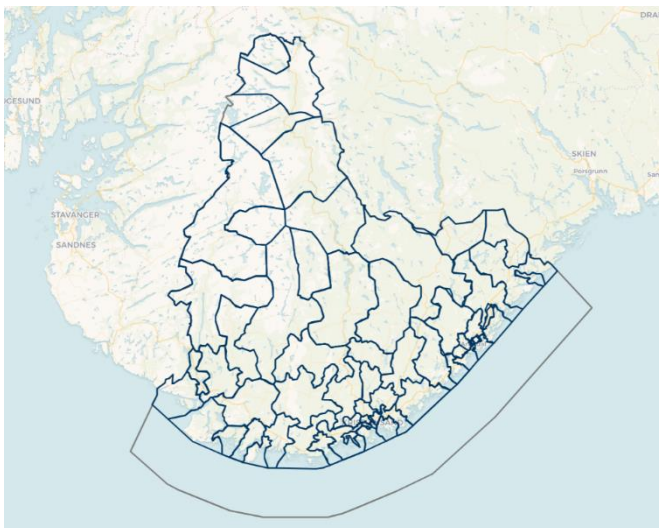
Figur 14 Samspillet i LFM (Afr, 2021, s. 18)

### 3.4.4 Pilotering av fleksibilitetshandel

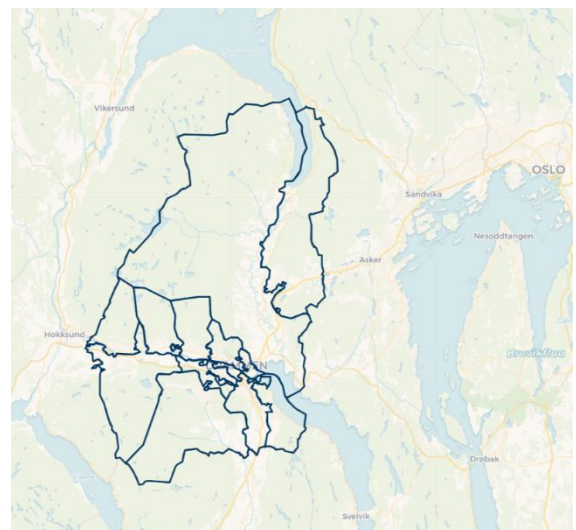
Formålet med Norflex-prosjektet var å legge til rette for kjøp og salg av fleksibilitet. Norflex-prosjektet var et samarbeid mellom daværende Agder Energi og Glitre Energi (nå Å Energi), NODES og Statnett, som pågikk fra 2019 til 2023 (Å Energi, 2023-a). Norflex ble finansiert gjennom Enova og egenfinansiering av prosjektdeltakerne. Prosjektet bestod av tre delprosjekter. Ett av prosjektene der det i samarbeid med Statnett ble testet om aggregert fleksibilitet kan bidra til balanseshåndtering av det norske kraftnettet. De to andre prosjektene var Demo Agder og Demo Glitre, som var geografisk adskilt og bestod av ulike kundegrupper (OED, 2022). Formålet med disse prosjektene var å teste ulike metoder for lokal fleksibilitetshandel ved bruk av markedsplassen NODES.

Norflex ble rundet av i april 2023 og resulterte i en videreføring til Euroflex-prosjektet (NorFlex, u.å.). Dette prosjektet har som mål å ekspandere det allerede utførte arbeidet i Norflex, både på nettområder, flere aggregatorer, sluttbrukere og antall handler. Det er satt av 25 millioner kroner i prosjektmidler som er et samarbeid mellom Å Energi, NODES, Elvia og Glitre Nett (Å Energi, 2023-b).

Figur 15 og 16 viser de ulike kjøpsområdene i Glitre Netts konsesjonsområde, som illustrerer at LFM i praksis blir delt opp i en rekke mindre markeder. Prisene vil kunne variere fra et område til et annet, basert på hvor ofte det er kapasitetsbegrensninger og hvor store de er. Siden det er mange kjøpsområder, er det en stor utfordring å ha tilgjengelig fleksibilitet i hvert område.



Figur 15 Kjøpsområder i Agder per 20.02.2024 (H. Stea, personlig kommunikasjon, 21. februar 2024)



Figur 16 Kjøpsområder rundt Drammen/Lier, der hvor Glitre Nett eier distribusjonsnettet (H. Stea, personlig kommunikasjon, 21. februar 2024)

### **3.5 Aggregatorrollen**

Fleksibiliteten som hver enkelt husholdning har å tilby blir isolert sett for lav til å være nyttig for nettselskapet. En aggregator er derfor nødvendig for å kombinere mange små laster til et volum som kan være betydelig for å løse effekttopper og flaskehalsproblematikk. Minstevolumet som aksepteres i Glitre Netts LFM er 1 kWh. Aggregatorens rolle blir å på vegne av forbrukeren reagere på prissignaler og samtidig kunne tilby fleksibilitet på vegne av dem (Nordic Council of Ministers, 2017). Ved inngåelse av avtale med en aggregator vil forbrukeren kompenseres, gjennom å hele tiden være tilgjengelig og/eller når de kobles ut. De følgende aktørene presenteres som kan opptre som aggregator på LFM.

#### Strømselskap

Strømselskapet er egnet til å ta den rollen basert på at aktørene har avtaler med forbrukerne. Siden fakturaen fra mange strømselskap allerede inkluderer nettleie, kan kompensasjon for fleksibilitet inkluderes i fakturaen. For strømselskapet er forretningsmuligheten at de kan selge fleksibiliteten til forbrukeren for en høyere pris enn de blir kompensert. De vil da være avhengig av at kompensasjonen er høy nok til å tiltrekke et stort volum av kunder. Hva den er vil basere seg på nettselskapenes betalingsvillighet for fleksibilitet. Med andre ord ligger gevinsten til strømselskapet i differansen mellom DSOs betalingsvillighet og kundenes «kompensasjonsvillighet».

#### Teknisk aggregator

Aggregatorrollen kan deles inn i to deler, teknisk aggregator og kommersiell aggregator. Den tekniske aggregatoren er en tjenesteleverandør til den kommersielle, gjennom å levere kontrollteknologi som kan justere eller slå av forbruk (NODES, personlig kommunikasjon, 8. mars 2024). Det er en forutsetning for at den kommersielle aggregatoren kan selge fleksibiliteten på en markeds plass. Strømselskapene er den mest vanlige aggregatoren, de kan ta både det tekniske og kommersielle. Når de bare har rollen som kommersiell aggregator, så benytter de en tjenesteleverandør som gjør den tekniske aggregeringen.

### Tredjepart

Tredjeparts aggregatorer kan være selskaper som selger produkter med styringssystemer for strømbruk. Det kan være elbilladere, varmtvannsberedere eller varmepumper, der for eksempel OSO Hotwater og Futurehome leverer løsninger og produkter som tilrettelegger for fleksibilitet. Gjennom å aggregere mange enheter i samme geografiske område kan de tilby fleksibilitet i et volum som er verdifullt for nettselskapet. For tredjeparter vil det være mer utfordrende med avtaler og kompensasjon fordi avregningen også må gå via strømselskapet. Forretningsmuligheten vil være av samme karakter som for strømselskapene.

### Aggregatorrollen i LFM

I Norden er det bestemt at aggregatorer skal ha balanseansvar for å kunne delta i strømmarkedene (Jenssen et al., 2017). En balanseansvarlig forvalter ansvaret for at det er balanse mellom avtalt forbruk og faktisk forbruk (Elhub, u.å.). I et LFM må aggregatoren være balanseansvarlig for lastene som aktiveres. Etersom strømselskapene allerede er balanseansvarlig, tilfaller ansvaret som aggregator naturlig hos dem.

## **3.6 Prismodeller**

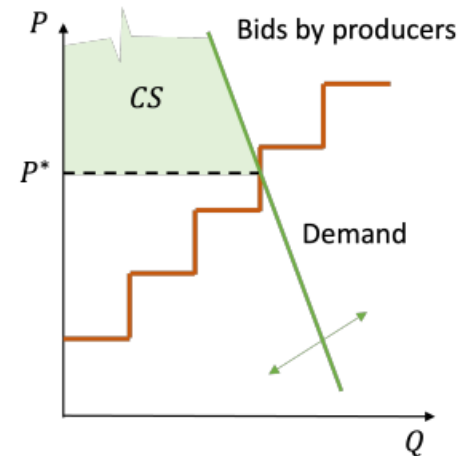
Når fleksibilitet handles på en markeds plass settes prisen gjennom nettselskapets og tilbydernes betalingsvillighet. De må derfor komme til enighet om pris før en handel kan gjennomføres. Hvordan samspillet på markeds plassen fungerer vil påvirkes av prismodellen som ligger til grunn. Den sier noe om hvordan de ulike tilbyderne blir kompensert og legger føringer for hvordan de tilnærmer seg det å selge fleksibilitet. De to aktuelle prismodellene er PAC og PAB.



### 3.6.1 Pay-as-clear

Prismodellen PAC går ut på at høyeste aksepterte bud bestemmer markedsprisen (Scottish and Southern Electricity Networks [SSEN], u.å.). Dermed får alle tilbydere samme pris. I økonomiske termer er denne prismodellen kalt marginalprisen, som er endringen i de totale kostnadene som kommer fra å kunne produsere en ekstra enhet (Touvila, 2024).

Virkemåten til marginalprising er illustrert i figur 17, som en funksjon av pris og volum. Aggregatorenes bud er presentert som en økende trappfunksjon i oransje, og etterspørselen er illustrert ved den grønne streken. Etterspørselen er mettet i krysningspunktet mellom den oransje og grønne funksjonen, som fastsetter marginalprisen,  $P^*$  i figuren. Kjøpers besparelse, CS (fra consumer surplus) i figuren, er markert som grønt område. Dette er differansen mellom kjøpers betalingsvillighet og prisen på etterspørselen. Ettersom alle aksepterte tilbud får samme pris, vil dette sette en begrensning for kjøpers besparelse.

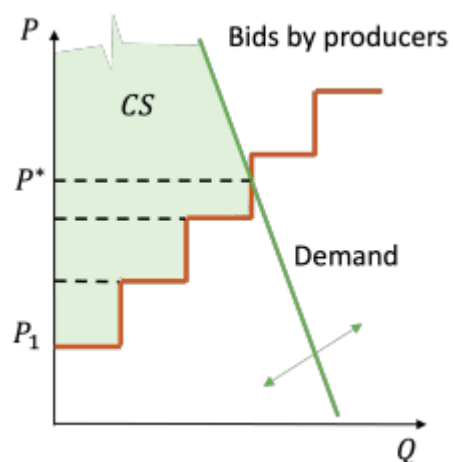


Figur 17 Pay-as-clear (Willems & Yu, 2023, s. 1)

### 3.6.2 Pay-as-bid

Prinsippet i PAB er ganske enkelt, tilbydere får prisen de byr, hvis de får tilslag (SSEN, u.å.). Det vil si at to ulike tilbydere kan få ulikt betalt for å levere den samme fleksibiliteten, basert på hva de har budt.

Det illustreres i figur 18 hvordan en auksjon med PAB ser ut. Hovedforskjellen i figuren fra marginalprising til PAB er CS, altså hvor mye kjøperen sparer. Den er illustrert større for PAB ettersom det grønne arealet over budet er en ekstra besparelse kontra ved marginalprising. Det betyr derimot ikke at CS for PAB er kvantitativt større, fordi det kommer an på hvor aggressivt tilbyderne byr og på hva marginal bud pris er (Willems & Yu, 2023).



Figur 18 Pay-as-bid (Willems & Yu, 2023, s. 1)

### 3.6.3 Prismodell i reservemarkedet

Selv om reservene har ulike egenskaper, er prismodellen ved anskaffelse relativt lik. I all hovedsak får alle aksepterte bud innenfor samme budområde samme pris pr. MW for samme tidsenhet (Statnett, 2022-c). Denne prisen fastsettes ut ifra det høyeste aksepterte bud, altså marginalpris eller PAC. Statnett velger hvilke tilbud som aksepteres. Kriteriet for utvelgelse er tilbudspris, dersom det er lik pris vil bud som passer behovet best velges. Hvis flere bud dekker behovet vil innsendingstidspunkt avgjøre hvilket bud som aksepteres. Enkelte bud kan bli valgt bort for å sikre bredde i reservene.

Det kan derimot forekomme situasjoner der det avvikes fra PAC-modellen. Nettforhold eller reservebehov kan være med å avgjøre reservebehovet. I slike tilfeller kan Statnett inngå kontrakter som skjer etter tilbudt pris, altså PAB-modellen (Statnett, 2022-c). Kontrakter som er høyere bud enn marginalpris betrakter Statnett som spesialregulering.

### 3.6.4 Alternativ prismodell

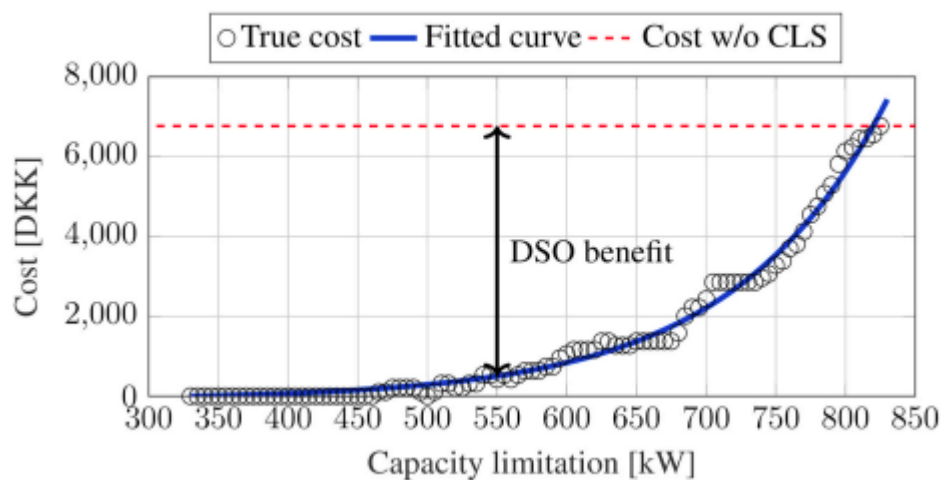
Det er lite forskning rundt alternative prismodeller for strømmarkedet og fleksibilitet, men noen forskere har løftet frem Vickrey-Clarke-Grove (VCG) som et alternativ. Lange et al. (2022) lanserer VCG-auksjon for strømmarkedet, mens Heinrich et al. (2021) løfter frem en «uni-side» VCG-auksjon som et bedre alternativ til de to dominerende prismodellene for fleksibilitet.

VCG-auksjonen finnes i flere varianter, men den som omtales i sammenheng med fleksibilitet er den som omhandler flere enheter av en homogen vare (Ausubel & Milgrom, 2005). Den fungerer slik at budgivere byr skjulte bud som danner behovskurver, som selger aggregerer til en etterspørselskurve og en «clearing price». Prisen som vinner av auksjon betaler er derimot ikke «clearing price», men den betaler alternativkostnaden for enhetene de kjøper. En ansett stor fordel ved denne metoden er at når kompensasjonen er adskilt fra budene, så vil det ta vekk insentiver til å spekulere i pris og marked, men heller utøve «truthful bidding» i forhold til hva varen er verdt (Lange et al., 2022).

«Uni-side» VCG, eller ensidig VCG, tar hensyn til det faktum at det i et LFM bare er en kjøper og potensielt få tilbydere av fleksibilitet. Det gjøres ved at DSO analyserer fleksibiliteten de har behov for og når, så må de estimere kostnaden av å drifte distribusjonsnett med ulik anskaffelse av fleksibilitet (Heinrich et.al., 2021). Da kan de etablere en kostnadskurve, vist i figur 19, som sammen med spesifikasjoner om mengde og når det er behov sendes til

markedsplassen. Dette kommuniseres til aggregatorene som byr inn mengde og pris. DSOs kostnadskurve og aggregators tilbudskurve brukes da til å klarere markedet.

En utfordring ved ensidig VCG-metoden er at den kun kalkulerer betalingen til en aggregator hvis det er mulig å klarere markedet uten den spesifikke aggregatoren (Heinrich et al., 2021). Det kan tenkes å være aktuelt og problematisk når en aktør har en dominant posisjon i det LFM, siden det da ikke er mulig å avregne betaling. En annen utfordring er at det er en ukjent metode i denne bransjen og selve metodens kompleksitet. Dette bidrar til at det er en vanskelig metode å implementere, siden det også vil kreve at det designes en VCG-modell spesifikt til det LFM.



Figur 19 DSOs kostnadskurve for ulik mengde anskaffet fleksibilitet (Heinrich et al., 2021, s. 9)

### 3.6.5 Fordeler og ulemper med PAB og PAC

Heinrich et al. (2021) lanserer 8 egenskaper ved en prismodell eller markedsklaringsmekanismer for å evaluere hvor egnet den er for et lokalt fleksibilitetsmarked, vist i figur 20.

Property	UP	PAB	VCG	Uni-sided VCG
Efficient	x	x	✓	(✓)
Agg. incentive-compatible	x	x	✓	✓
DSO incentive-compatible	x	x	✓	x
Agg. individually rational	✓	✓	✓	✓
DSO individually rational	✓	✓	✓	x
Budget-balanced	✓	✓	x	✓
Collusion averse	✓	✓	x	x
Revenue monotone	✓	✓	x	x

Figur 19 Prismodellers egenskaper (Heinrich et al., 2021, s.6)

- At en markedsklareringsmekanisme er *efficient* defineres av at varer allokeres slik at den samfunnsøkonomiske kostnaden blir minimal.
- En auksjon er *incentive-compatible* når den gjør at DSO og aggregator ikke har insentiver for å ikke oppgi sine virkelige kostnader.
- En auksjon er *individually rational* når det er insentiver for å delta i markedet, at forventet gevinst for å være med i markedet er større enn null.
- En auksjon er *budget-balanced* når summen av kjøp og salg er null. De som drifter markedet verken tjener eller taper penger.
- En auksjon er *collusion averse* når det ikke er insentiver for markedsaktører til å gå sammen om å manipulere markedet.
- En auksjon er *revenue monotone* når summen av utbetalinger til selger ikke øker eller er den samme når antallet aktører i markedet øker.

Som vist i figur 19, krysser både PAB og PAC av på de samme egenskapene. Det gir derfor ikke noe kunnskap om hva som skiller de, men utdyper hvilke egenskaper de besitter.

Shmuel Oren (2004) mener derimot at en av styrkene til en PAC-auksjon er at den gir insentiver til å vise sine sanne kostnader, som gjør den effektiv. Ulempen er at ved usikker etterspørsel, så vil PAC reflektere den usikkerheten i høyere prisvolatilitet enn gjennomsnittsprisen i en PAB-auksjon.

## 4 Metode

Dette kapittelet omfatter de metodiske valgene ved denne utredningen. Innledningsvis utdypes problemstillingen og studieobjektet. Videre blir forskningsdesignet og metoden som benyttes for datainnsamling, databehandling og analysering presentert. Avslutningsvis vurderes empirien, som innebærer drøfting rundt utredningens gyldighet og pålitelighet.

### 4.1 Utdypning av problemstilling

Som nevnt i kapittel 3.2 *Forbrukerfleksibilitet* og 3.4 *Eksplisitt forbrukerfleksibilitet* er det bred enighet om at handel på LFM kan være et virkemiddel for å håndtere driftsutfordringer, både på kortsiktig og lengre sikt. Dette markedet er i en pilotfase og er i dag ikke modent nok til å være et godt virkemiddel. Denne utredningen tar sikte på å kartlegge hvilke barrierer aktører opplever med fleksibilitetshandelen i dag og hva som skal til for at LFM kan bli velfungerende. Det vil også bli undersøkt hvordan valg av prismodell kan bidra til å realisere et velfungerende LFM.

Problemstillingens formulering blir retningsgivende for hele prosessen med å skrive en oppgave. Den har stor betydning for valg av teori, forskningsmetode, hvilken empiri som skal samles inn og hvilket tema som skal analyseres (Busch, 2013). Ved å formulere problemstillingen som forklarende med utdypende forskerspørsmål, gir det et bredere utgangspunkt som åpner for mer komplekse årsak-virkning-sammenhenger og samtidig belyser temaet dypere (Busch, 2013). Problemstillingen for denne utredning er dermed følgende:

*Hvordan kan handel i et lokalt fleksibilitetsmarked løse flaskehalsproblematikk?*

Forskerspørsmålene har som hensikt å spisse og avgrense problemstillingen. Dette er fordi en problemstilling formulert som et enkelt spørsmål risikerer å bli generell (Busch, 2013). Ut fra problemstillingen er det formulert to forskerspørsmål:

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?
2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

Utredningen tar sikte på å kartlegge hvilke utfordringer som eksisterer i LFM i dag ved det første forskerspørsmålet. Det har allerede i kapittel 3.2 *Forbrukerfleksibilitet* blitt presentert funn fra tidligere utredninger som har kartlagt utfordringer på LFM, der nettselskapene har blitt intervjuet. I denne utredningen belyses utfordringen fra andre aktører i markedet i tillegg.

Det andre forskerspørsmålet er spisset mot betydningen av prismodeller, og hvordan valg av prismodell kan være med å realisere et velfungerende LFM. Det er lite forkunnskaper knyttet til PAB og PAC i LFM blant informantene. Det fremkommer også i intervjuene at kunnskapen knyttet til prismodell blant informantene er varierende. Motivasjonen for det andre forskerspørsmålet er for å vurdere om valg av prismodell kan være med å realisere et velfungerende LFM.

## **4.2 Studieobjekt**

Studieobjektet for denne utredningen er det LFM som Glitre Nett er en del av. Ettersom dette ikke er et velfungerende marked, noe som fremkommer i intervjuer med ulike aktører, er forskerspørsmålene formulert på en måte der målet med utredningen er å kartlegge hva som skal til for å oppnå et tilfredsstillende marked og samtidig betydningen av valg av prismodell. Mer presist vil denne utredningen vurdere to ulike prismodeller som allerede er etablerte i fleksibilitetsmarkeder, nemlig PAB og PAC.

I denne utredningen legges det til grunn at fleksibilitetshandel vil foregå på trafostasjonsnivå, som er grensesnittet mellom regional- og distribusjonsnettnivå som i geografisk utstrekning er avgrenset til å gjelde Agder og deler av Buskerud. Distribusjonsnettet i dette området består av omtrent 12.000 nettstasjoner med tilhørende linjer og kabler og forsyner om lag 320.000 sluttforbrukere. I LFM aggregeres fleksibiliteten som tilbys fra sluttkundene til større volum av aggregatorene, slik at Glitre Nett kjøper større kvantum med fleksibilitet hos sluttforbruker gjennom NODES' markedsplattform.

## **4.3 Forskningsdesign**

Busch (2013) beskriver forskningsdesign som metodiske valg som benyttes for å besvare problemstillingen. Disse valgene vil få betydning for hvordan datainnsamling og dataanalyse blir gjennomført. I dette delkapittelet diskuteres valgene rundt forskningsdesignet som ligger til grunn for denne utredningen.

Forskningsdesignet bestemmes ut ifra en rekke prinsipielle beslutninger. Det vil svært sjeldent være «rene» versjoner, men at man heller ser beslutninger som bygger på tilnærminger. Ved utarbeidelse av forskningsdesignet skilles det mellom intensivt eller ekstensivt design,

kvalitativ eller kvantitativ metode, tidsperspektiv og hoveddesign (Busch, 2013). Dette beskrives i påfølgende underkapitler.

#### **4.3.1 Intensivt eller ekstensivt design**

Forskjellen på intensivt og ekstensivt design er at ved et intensivt design er datainnsamlingen fra et fåtall kilder som man går i dybden på, mens ved et ekstensivt design samles det inn data fra flere kilder, typisk ved spørreundersøkelser (Busch, 2013). Intensivt og ekstensivt design har ulike kvaliteter og hvilken som velges er gjerne basert på kompleksiteten til problemstillingen. Ved en begrenset problemstilling er ekstensivt design å foretrekke, mens ved en høy grad av kompleksitet er et ekstensivt design mest hensiktsmessig.

For å best belyse denne utredningens problemstilling benyttes hovedsakelig et intensivt design. Dette designet velges fordi temaet denne utredningen søker å belyse er komplekst og at beste fremgangsmåte for å innsamle data er fra intervjuer av et begrenset antall kilder. Med komplekst menes sammenhengen av utfordringer og om prismodellen kan være med å redusere enkelte utfordringer. Selv om det ble valgt et begrenset antall kilder, representerte informantene for denne utredningen ulike roller i LFM. På den måten sikres muligheten for å få meninger om samme utfordring fra ulike roller. Intervjuer med aktører med ulike roller i LFM blir sett på som mest hensiktsmessige metoden for å kunne besvare forskerspørsmålene, ettersom disse aktørene sitter med kjennskap og erfaringer om det LFM.

#### **4.3.2 Forskningshensikt**

Hensikten med en studie er å opparbeide ny kunnskap om temaet. Forskningen som blir utført kan ha forskjellig karakteristikk, den kan være forklarende gjennom hypotesetesting, beskrivende eller utforskende (Sekaran & Bougie, 2016). I en forklarende forskning undersøker man om årsak-virkning i hypotesen kan bekreftes. Beskrivende forskning beskriver karakteristikk av et fenomen. Utforskende forskning har som mål å undersøke områder innenfor et tema som tidligere i liten grad har blitt forsket på.

Forskningen som blir utført i denne utredningen vil bære preg av både beskrivende og utforskende forskningshensikt. Utredningen vil ta for seg LFM, derunder kartlegge hvilke barrierer aktører opplever i dag og om valg av prismodell kan være med å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked, noe som fører til en beskrivende forskningshensikt. Dette

er prismodeller som er blitt forsket rundt tidligere, men i liten grad i et LFM. Dermed kan man gjennom forskning tilføye ny kunnskap om temaet, noe som karakteriserer en utforskende forskningshensikt. Det å kartlegge utfordringer knyttet til LFM er også utforskende ettersom det er i liten grad forsket på.

### **4.3.3 Forskningstilnærming**

Det skiller i all hovedsak mellom to ulike forskningsdesign, nemlig induktiv og deduktiv tilnærming. Et induktiv forskningsdesign er en tilnærming der man tilegner seg empiri uten å ha studert teori på forhånd. På denne måten beveger forskeren seg fra empiri til teori (Bush, 2013). Motsetningen til induktiv forskningsdesign er en deduktiv tilnærming, der forskerens datainnsamling i større grad er styrt av teoretiske antagelser.

Denne utredningen vil ha et forskningsdesign med stor vekt på den induktive tilnærmingen. Dette er fordi arbeidet med denne utredningen startet med å sette seg inn i ny og relevant teori. Selv om LFM er tilgjengelig i store deler av landet, er det ikke etablert ettersom det er ulikt behov hos nettselskapene og i dag er fleksibilitetshandel finansiert av støtte. Dermed var det begrenset teori om fenomenet, både fra Norge og utlandet. Derfor trekkes inn andre relevante markeder, som Statnetts reservemarkeder.

### **4.3.4 Tidsperspektiv**

I en utredning er det ønskelig å samle inn data ved flere tidspunkt over tid, fordi dette gir muligheten til å analysere komplekse utviklingstrekk (Busch, 2013). Hvis datainnsamlingen bare foregår over et kort tidsintervall vil det karakteriseres som en tverrsnittsundersøkelse (Busch, 2013). Dette er typisk for studenter som samler inn data i forbindelse med en oppgave som strekker seg over ett semester.

Tidsperspektivet til denne utredningen går i retning av en tverrsnittsundersøkelse, ettersom tidsaspektet til masteroppgavens begrenses til ett semester. Derfor er innsamlet data fra perioden 01.03.2024 til 15.04.2024. Erfaringene som fremkommer i intervjuene er opparbeidet over flere år. Statnetts markeder har vært operative i flere år, og LFM-piloteringen startet med Norflex i 2018.



### **4.3.5 Hoveddesign**

Hoveddesignet til utredningen betegnes som en casestudie. Den kjennetegnes ved at fenomenet eller problemet som undersøkes relateres sterkt til konteksten (Busch, 2013). For denne utredningen er konteksten Glitre Nett og LFM, mens fenomenet som studeres er barrierer og prismodellene for fleksibilitetshandel og hvordan de kan påvirke markedet. Styrken ved casestudien er at den evner å beskrive problemet gjennom å undersøke det i en reell situasjon.

## **4.4 Metode for datainnsamling, databehandling og analysering**

I dette delkapittelet blir metoder for datainnsamling diskutert. Metoden som velges for datainnsamlingen har stor påvirkning på hvordan problemstillingen besvares. I påfølgende underkapitler diskuteres metodiske valg innen datainnsamling og databehandling, der målet er å kunne svare på problemstillingen i best mulig grad.

### **4.4.1 Kvalitativ eller kvantitativ**

Datainnsamlingen i forskningen kan basere seg på to ulike vitenskapelige tilnærminger, kvalitativ eller kvantitativ metode (Busch, 2013), som også krever ulikt forarbeid. Formuleringen av forskerspørsmålet vil i stor grad påvirke hvilken metode for datainnsamling som er best egnet. En kvalitativ metode kjennetegnes ved at datainnsamlingen baserer seg på ikke-målbare data, men heller analyser, observasjoner eller intervjuer. Den kvantitative tilnærmingen innhenter tall og målbare data som en del av datainnsamlingen (Jacobsen, 2015).

Innen innsamling av kvantitative data skilles det i hovedsak mellom fire metoder: individuelle intervju, fokusgruppeintervju, observasjon og dokumentundersøkelser. Hvor det individuelle intervjuet er den vanligste metoden innen kvalitativ metode (Jacobsen, 2015). Individuelle intervju egner seg best når det er relativt få informanter som undersøkes, og det foreligger en interesse i å høre meninger fra aktører og hva den enkelte har av kunnskap innen temaet.

Selv om kvalitative metoder egner seg best når få informanter skal undersøkes, kan denne prosessen være tidkrevende (Jacobsen, 2015). Det å finne riktige kandidater, avtale passende tid, og store datamengder å analysere i etterkant fører til at dette er tidkrevende. Dette er faktorer som begrenser antall informanter som kan intervjues for utredningen. Det kan også være et problem hvis fortolkningen av de individuelle intervjuene blir formulert som en mening fra en større gruppe gjennom analysen i etterkant.

Denne utredningen går i dybden innenfor LFM og prismodeller. Målet er å tilegne seg mest mulig detaljkunnskap om hvordan prismodeller påvirker LFM under ulike forutsetninger. Samtidig som det forsøkes å identifisere manglende faktorer for et velfungerende fleksibilitetsmarked. Datainnsamlingen vil være kvalitativ i form av intervjuer.

Det skilles mellom ulike intervju typer. Jacobsen (2015) skiller i all hovedsak mellom ansikt-til-ansikt, telefon, chat og e-post. De ulike intervju typene har sine fordeler og ulemper. Som følge av utviklingen av teknologi viskes skillene mellom de ulike intervju typene ut. I denne utredningen benyttes Teams som intervju plattform. Dette er et godt implementert verktøy hos de fleste i bransjen og egner seg godt til dette formålet. Det fører til god flyt i samtalen og er fleksibelt med tanke på både tid og sted. I tillegg har Teams nyttige funksjoner, som muligheten for å gjøre opptak av både lyd og bilde.

Ved bruk av for eksempel Teams som intervju type kan derimot intervjuer miste kontroll over intervjusituasjonen (Jacobsen, 2015). For å forhindre dette, vil det være naturlig å etablere tiltak. Det å ha kontroll på strukturen og utarbeidelse av tilpassende intervjuguide er virkemidler som benyttes i forbindelse med intervjuene. En ulempe ved å ta i bruk opptaksfunksjoner funksjoner kan være at det lurer intervjuer til å slappe av, ikke noterer og dermed ikke stille presise oppfølgingsspørsmål (Jacobsen, 2015).

En utfordring ved kvalitative studier, er å bestemme størrelsen på utvalget (Bryman, 2016). Denne utredningen har som nevnt et tidsperspektiv på et semester, dermed er tidsbegrensning en utslagsgivende faktor på antall informanter. Det vil heller ikke være mulig å sikre datainnhenting fra alle aktuelle kilder. Det kan også være utfordrende å overføre resultatene fra denne utredningen til andre bransjer (Bush, 2013). Under forberedelsene til datainnsamlingen ble det ikke forhåndsbestemt hvor mange informanter som trengtes for å kunne besvare forskerspørsmålene. I samråd med kontaktpersoner i Glitre Nett ble det utpekt interne og eksterne informanter som kunne bidra med informasjon rundt temaet for problemstillingen. Deretter ble det utført semi-strukturerte intervjuer. Begrunnelsen for valg av informanter er presentert i kapittel 4.4.5 *Datakilder*.

Hensikten med et semi-strukturert intervju er å skape dialog innenfor et bestemt tema, men ikke låse informasjonsflyten fra informanten ved å ha forhåndsbestemte spørsmål (Tjora, 2021). På denne måten kan informanten svare fritt på temaet som er innenfor dens ekspertise og intervjuer har mulighet for å kunne stille relevante oppfølgingsspørsmål. En semi-strukturert intervju metode vil på mange måter underbygge den induktive forskningstilnærmingen.

For å sikre at datainnsamlingen gjennom intervjuene blir som tiltenkt, vil det bli utarbeidet en intervjuguide. Dette er en oversikt over temaer som skal belyses i intervjuet (Jacobsen, 2015). Strukturen til en intervjuguide kan variere, fra lite strukturert til sterkt strukturert. I denne utredningen vil informantene kunne belyse ulike sider av temaet, derfor vil intervjuguiden til de ulike intervjuene bestå av den samme kjernen med hovedspørsmål, men med underspørsmål som spisset mot den spesifikke informanten. Intervjuguiden ble også endret underveis, ettersom informasjon fra intervjuer førte til nye fenomen som var aktuelle å undersøke med andre informanter. Endringer i intervjuguiden ble også gjort for å verifisere påstander som dukket opp hos enkelte med flere aktører. Intervjuguiden ligger som vedlegg 1, i tillegg presenteres aktuelle oppfølgingsspørsmål for å sikre tilstrekkelig dekning fra informantene.

I datainnsamlingsprosessen var det også aktuelt å kalle inn flere intervjuobjekter enn det som var planlagt fra starten av. Dette var fordi de forhåndsbestemte intervjuobjektene hadde ulik kjennskap til enkelte spørsmål som var essensielle med kvalifiserte svar på for å sikre utredningens pålitelighet og gyldighet.

#### **4.4.2 Primær og sekundærdata**

Hvem som har generert dataen bestemmer om det klassifiseres som primær- eller sekundærdata. Hvis forskeren selv har innsamlet data til utredningen vil det være primærdata, der sekundærdata kan være kvalitativ eller kvantitativ data innhentet fra andre kilder (Jacobsen, 2015).

Primærdataen som innhentes i utredningen er gjennom intervjuer og kommunikasjon med informanter innenfor sentrale temaer. Dette representerer de viktigste delene av datainnsamlingen ettersom temaet for denne utredningen er konseptuelt. Hvilket best belyses av kvalitativ data fra teori og intervjuer.

Sekundærdata i denne utredningen stammer fra artikler, rapporter og forskning fra hovedsakelig NVE og Statnett, men også andre troverdige kilder.

#### **4.4.3 Databehandling**

Under de kvalitative intervjuene ble det tatt opptak. Det vurderes som den sikreste måten å få med all informasjonen fra intervjuet. Dette muliggjør transkribering i etterkant slik at det kan benyttes direkte sitater i teksten for å underbygge konklusjoner og drøftinger. Samtidig vil en skriftlig fremstilling av intervjuobjektet være asynkron, det vil si at man ikke trenger å holde

samme tempo som intervjuobjektet for å få med innholdet (Jacobsen, 2015). Det vil også gjøre det lettere å bevege seg rundt i intervjuet. Det gjør det enklere å fokusere på å hente ut informasjon fra intervjuobjektet, i stedet for å måtte konsentrere seg om å notere.

Ulempen med transkribering, er at det er tidkrevende og at man ender opp med flere sider med tekst. Ved opptak av intervjuet er det nødvendig med samtykke fra intervjuobjektene, noe som ikke var en utfordring for denne utredningen.

#### **4.4.4 Analyse**

I kvalitative analyser trekkes det frem tre forhold som ble benyttet i denne utredningen: dokumentere, systematisere og kategorisere og sammenbinde.

Første skritt i den kvalitative analysen er å renskripe intervjuene (Jacobsen, 2015). Jacobsen argumenterer for at lydopptak bør transkriberes, da dette fører til asynkron informasjon. I etterkant av intervjuene ble opptakene transkribert. Det ble transkribert individuelt av begge studentene for å sikre riktig forståelse og kvalitetssikre innholdet. Momenter som dialekt og annet språk var med på å gjøre transkriberingen utfordrende. Det resulterte i at manuelle transkriberinger også var mest hensiktsmessig, ettersom man heller ikke hadde god kjennskap til analyseprogrammer. Ved endt dokumentering av intervjuopptakene, ble transkriberingene sammenlignet og benyttet videre.

Deretter ble transkripsjonene systematisert og kategorisert. Kategorisering innebærer at man “brekker opp” transkripsjonen til mindre enheter for å samle ulike enhetene i ulike kategorier (Jacobsen, 2015). Kategoriseringen startet med å fastslå hvilket forskerspørsmål som ble besvart. Deretter ble det etablert flere under-kategorier for å systematisere informantens dekning. Allerede under dette arbeidet, var det mulig å identifisere kategorier der enkeltinformanter stod for en stor andel av datagrunnlaget. Dette ble hensyntatt senere i analysearbeidet.

Som et siste skritt i analyseprosessen ble det funnet sammenhenger. Informantene hadde både like og ulike meninger og syn på temaene. Kompleksiteten i svarene og forskerspørsmålene førte til at det i flere tilfeller var mest hensiktsmessig med en tabell-fremstilling av empiri.

I løpet av analysearbeidet ble det avdekket noe som kan være en ulempe med et semi-strukturert intervju. Det at informanten får relativt åpne spørsmål åpner muligheten for bredde i svarene,

Ettersom det var ulikt kunnskapsnivå, klarte enkelte å trekke inn flere aspekter enn andre. Dette førte til at det ble stilt oppfølgings spørsmål til informanter som ikke svarte utfyllende.

#### 4.4.5 Datakilder

Valg av kilder er viktig for utredelsen (Bush, 2013). Ettersom datainnhenting har en kvalitativ tilnærming der intervjuer er viktig for å belyse problemstillingen, er det nødvendig å redegjøre for valg av informanter. Aktuelle informanter ble valgt i samråd med Glitre Netts veileder. Ettersom veileder har vært med i flere fleksibilitetsprosjekter og har opparbeidet seg kunnskap og kjennskap i bransjen, er anbefalinger rundt valg av informanter viktig for å tilfredsstillende dekningsgrad som er nødvendig. Det ble også valgt informanter fra flere aktører uten Glitre Netts tilrettelegging, for å sikre flere upåvirkede og selvstendige informanter som også er aktører i fleksibilitetsmarkedet fikk muligheten til å belyse utredningens problemstilling.

Det ble totalt sendt ut 19 invitasjoner til informanter man anså som kvalifiserte til å belyse forskerspørsmålene, som resulterte i ti intervjuer. Åtte av invitasjonene og purringer ble ikke besvart, og en informant henvendte seg for sent i forhold til utredningens fremdriftsplan.

Datainnhenting bestod av følgende intervjuer:

- Seks aggregatorer

Det ble intervjuet fem strømselskap. Ett var kun med i Euroflex, andre hadde tilføyd seg prosjektet i senere tid og noen var delaktige i flere piloter som solgte fleksibilitet på NODES-plattformen. Selskapene hadde ulik portefølje av kunder og dermed ulikt syn på fleksibilitetsmarkedet. I tillegg ble det intervjuet et strømselskap som ikke har vært med på fleksibilitetshandel på NODES, men det var under vurdering, dette strømselskapet solgte derimot fleksibilitetsressurser til Statnetts markeder. Strømselskapene betraktet seg selv som kommersielle aggregatorer.

Det ble intervjuet en teknisk aggregator. Denne aggregatoren leverte utstyr og systemer til flere av de kommersielle aggregatorene og har dermed god kjennskap til markedet. Denne aktøren har vært med siden oppstarten av Euroflex.

- To nettselskap

Til å belyse utredningen fra kjøpersiden ble det innhentet informasjon fra to nettselskap. Et av nettselskapene har erfaring fra pilotering av fleksibilitetshandel gjennom Norflex og Euroflex. Det andre nettselskapet har i nyere tid blitt med på Euroflex, men denne

informanten har erfaring fra fleksibilitetsmarkedet fra ulike roller og arbeidsoppgaver tidligere.

- **NODES**

NODES er markedsplassen for LFM og anses som en av aktørene og viktig bidragsyter for å belyse begge forskerspørsmålene i denne utredningen.

- **Statnett**

LFM er i all hovedsak en handlingsplattform mellom kommersielle aggregatorer og nettselskap. Statnett har også vært med som kjøper i piloteringen. I tillegg ble det bestemt å intervju en informant fra Statnett ettersom de har et velfungerende balansemarked der de kjøper tjenester hos forbrukere, som også kan være aktuelle deltakere for et LFM. Statnett er også en aktør som benytter seg av prismodellene PAB og PAC ved aktiveringer.

## **4.5 Vurdering av empiri**

I dette delkapittelet vurderes den innsamlede empirien. Innen kvalitativ forskning må det forekomme en kritisk drøfting om empirien er til å stole på og gyldige (Jacobsen, 2015). Dermed vil intern gyldighet (validitet), overførbarhet (ekstern gyldighet) og pålitelighet (reliabilitet), drøftes i dette delkapitlet. Det skal etterstrebtes å minimere problemer knyttet til disse elementene ved datainnsamling (Jacobsen, 2015).

### **4.5.1 Intern gyldighet**

Intern gyldighet, også kalt validitet, går på om utredningens resultater oppfattes som gyldige, altså at de gir en nøyaktig beskrivelse av virkeligheten (Jacobsen, 2015).

Et vanlig problem i kvalitative undersøkelser er at man ikke får tilgang til de informantene som kan gi riktig informasjon (Jacobsen, 2015). Det vil derfor være naturlig å stille seg kritisk til om man i utredningen har fått tak i de best egnede informantene. Dette vil i stor grad påvirke dataens gyldighet.

Aktuelle informanter ble i starten kontaktet i samråd med kontaktperson i Glitre Nett. Gjennom utførelse av intervjuene ble det avdekket behov for flere kilder, ettersom flere av informantene ikke kunne svare på alle spørsmålene på tilfredsstillende måte som kunne benyttes som sitat i denne utredningen.

Det ble sendt ut invitasjon til intervju til flere informanter blant aktørene. Det var derimot ikke alle som responderte på invitasjonen og dermed ble enkelte aktuelle datakilder ekskludert fra datainnsamlingen. Informantene som ikke responderte representerte deler av markedet som allikevel ble belyst i utredningen, det vil derimot være vanskelig å vite nøyaktig hvordan det at alle ikke var tilgjengelig for intervju har påvirket gyldigheten.

Selv om kildene er ressurssterke informanter, er det ikke sikkert dem gir den riktige informasjonen (Alvesson, 2011). Informantenes evne til å avgi riktig informasjon og nærhet til fenomenet er viktig å belyse i en kritisk drøfting. Jo nærmere kilden er fenomenet, jo større tiltro har vi til informanten (Jacobsen, 2015). Konteksten kan også påvirke informasjonsflyten. Ved den valgte intervjutypen i utredningen, altså individuelle intervjuer på Teams, er barrieren ved tilstedeværelse av andre interessenter redusert.

Det vil derimot være vanskelig å avdekke om informanter snakker sant eller ikke. For å redusere risikoen for at dette inntreffer, blir det benyttet flere forskjellige informanter. Videre ble informasjonen fra intervjuene kontrollert opp mot hverandre. I situasjoner der kildene er uavhengige, har ulike motiv og interesser, og samtidig fremlegger den samme virkelighetsforståelsen, vil dette kunne øke dataens gyldighet (Jacobsen, 2015).

Ved gjennomføring av intervjuer ble det klart at ikke alle informantene hadde like god kjennskap til temaene. Det ble hensyntatt ved analyseringen i etterkant, der informasjonen som kom frem fra de aktuelle intervjuene kun ble benyttet i temaene dem ga uttrykk for at dem hadde kjennskap til. Gjennom intervjuene i denne utredningen ble informanter som representerte ulike aktører i markedet stilt spørsmål som kunne være med å bekrefte andres erfaringer og forståelse. Dette anses som en metode for å styrke oppgavens interne gyldighet.

Et gjentakende problem var at når man i intervjuene kom til seksjonen rundt prismodellene, ble barrierene ofte dratt inn i svaret. Det er konsekvensen av et semi-strukturert intervju, og fører til merarbeid under analysen for å unngå å miste viktige poenger som kan brukes for å besvare utredningens forskerspørsmål.

Det at dataene blir innhentet på ulike stadier i utarbeidelsen, på ulike arenaer og ulike aktører, vil også påvirke gyldigheten til dataen (Jacobsen, 2015). Gjennom de ulike fasene i utredningen vil forfatterne tilegne seg ny kunnskap, som kan føre til klarhet innen fenomenet og hva det skal letes etter. Det argumenteres dermed for at data samlet inn på senere tidspunkt er de beste (Miles & Hubermann, 1994). Det ble utarbeidet en fremdriftsplan for å sikre kvalitet. Det bestod

i all hovedsak å ha en sluttdato for siste intervju, når funn- og diskusjonskapitlene skulle bli klare for sitatsjekk, samt når det var forventet å få tilbakemeldinger.

Majoriteten av intervjuene fant sted i det man definerte som datainnsamlingsperioden som strakte seg over tre uker. Dette ga oss muligheten til å analysere intervjuene underveis, evaluere intervjuguide, oppfølgingsspørsmål og verifisere om benyttet metode hadde svakheter med veileder. Samt kunne man verifisere påstander fra tidligere intervjuer med andre informanter. Det ble vurdert dertil at når i datainnsamlingsperioden de enkelte intervjuene ble utført ikke hadde stor betydning for utredningen. Heller ikke intervjurekkefølgen. Intervjuguiden ble endret ettersom flere informanter belyste andre fenomener. Dette ble hensyntatt i stor grad ved å hente inn flere informanter med ulike roller i LFM.

Informasjon innhentet i et semi-strukturert intervju, kommer frem på to ulike måter. Den kan komme som en respons på et spørsmål fra intervjuer eller komme spontant fra informanten. Informasjon som tilføyes uoppfordret fra informanten, vil styrke gyldigheten (Jacobsen, 2015). Det er fordi denne informasjonsflyten ikke er styrt av intervjuers spørsmål, men heller informantens egen oppfatning av temaet. Her vil selvsagt også informantens kunnskap og formidlingsevne kunne påvirke kvaliteten på informasjonen som kommer frem.

Informantenes evne og vilje til å legge frem informasjon fremsto som varierende. Enkelte informanter la frem tilstrekkelig og utfyllende informasjon til at det ikke var nødvendig med like mange oppfølgingsspørsmål i etterkant, mens enkelte informanter opplevdes som mer sparsomme med informasjon rundt oppfølgingsspørsmålene. Dette ble hensyntatt ved analysering av opptakene av intervjuene i etterkant. Det var derimot ikke mange som opplevdes som reserverte, noe som er til gunst for utredningens datagrunnlag.

Analyse av innhentet data vil også påvirke gyldigheten, der målet er å gjengi en sann representasjon av data. Analysen innebærer at man kutter ut noen detaljer, forenkler og systematiserer (Jacobsen, 2015). På den måten beveger man seg lengre bort fra kildene og faren for å legge inn egne meninger og fordommer øker. Tiltak for å unngå dette er å konfrontere informantene med tolkningene som blir presentert i utredningen, og foreta en kritisk gjennomgang ved analysering av intervjuene (Jacobsen, 2015).

En gjentakende utfordring var informantenes manglende kjennskap til prismodellene og dermed også hvordan de kunne påvirke LFM. Dette var derimot ikke tilfelle hos alle informantene. Det vil dermed være viktig å hensynta dette ved analysering av intervjuene. Det vil være problematisk at «syensing» fra enkelte informanter skal vektas likt som påstander fra



informanter med erfaring rundt dette fenomenet i denne utredningen. I tillegg ble hvert intervju avsluttet med å avtale en responsvalidering ved bruk av sitater til denne utredningen. På den måten kan informanten forsikre seg om at intervjuet har blitt tolket riktig, samt at informant har mulighet til å endre eller be om å fjerne sitater. En annen måte for å verifisere om man satt med riktig forståelse av dataen, var å stille lignende oppfølgingsspørsmål til andre informanter som da kunne bekrefte eller avkrefte enkelte usikre teorier.

Et siste steg for valideringen er å finne ut i hvor stor grad funnene gjenspeiler virkeligheten, utenfor både forsker og informanter (Jacobsen, 2015). For å kontrollere om funnene i denne utredningen gjenspeiler virkeligheten, vil det være naturlig å sammenligne med annen forskning. I tilfeller der funnene sammenfaller med andre forskninger øker gyldigheten.

En alternativ form for å øke gyldigheten kan være metodetriangulering. Det vil si at samme problemstilling blir besvart ved hjelp av ulike metoder, og funnene sammenfaller. Hvis ulike metoder fører til samme funn, vil dette styrke gyldigheten rundt resultatene (Creswell & Miller, 2000). Det vil derimot være utfordrende med følgende forskerspørsmål. En annen metode for å sikre større gyldighet, vil være å høre fra flere informanter og aktører.

#### **4.5.2 Overførbarhet**

Overførbarhet, eller ekstern gyldighet, går ut på i hvilken grad funnene fra en utredning kan generaliseres til andre enn det som er undersøkt (Jacobsen, 2015). Generaliseringen er avhengig av to forhold, nemlig antall enheter som danner datagrunnlaget og kriterier for hvordan disse enhetene er valgt.

Antall enheter er med på å beskrive i hvor stor grad man kan generalisere funnene. Jo flere informanter, jo større sannsynlighet er det for at funnene kan generaliseres (Jacobsen, 2015). Samtidig bestemmes også antall informanter av når man oppnår teoretisk metningspunkt. Det vil si det stadiet det ikke fremkommer ny informasjon ved å foreta flere intervjuer (Glaser & Strauss, 1967). Dermed vil flere informanter som danner grunnlaget øke sannsynligheten for metning. Dette gjelder også antall caser som undersøkes (Jacobsen, 2015). Ved å innhente informasjon fra lignende kontekster vil dette være med å kunne styrke overførbarheten.

Som tidligere nevnt, legger ti intervjuer grunnlaget for dataen i denne utredningen. Selv om dette er på tvers av flere aktører i markedet, var utgangspunktet i intervjuguiden den samme. Det opplevdes for eksempel tidlig i innsamlingsperioden at barrierene aktørene opplevde ble

repeterende, noe som kan tyde på at metningspunktet er nådd. Det ble derimot en del av de fremtidige intervjuene, på den måten ble det avdekket barrierer som enkelte ikke hadde nevnt tidligere.

Det var mer utfordrende å oppnå metningspunkt på delen av intervjuguiden som handlet om prismodeller. Som nevnt var det ikke stor kunnskap om dette, og det kan dermed diskuteres om det kunne være aktuelt med flere intervjuer for å oppnå metning her. Med tidsbegrensningen til en masteroppgave på et semester og ti gjennomførte intervjuer, ble det ansett som tilstrekkelig for å kunne analysere forskerspørsmålene i denne utredningen.

Ofte dannes datagrunnlaget av få informanter eller en case, uten indikasjon om metning er nådd eller ikke (Jacobsen, 2015). For å da kunne vurdere overførbarheten i kvalitative studier, kan man analysere tre elementer som allikevel øker muligheten for generalisering, nemlig det typiske utvalget, spredning og test av gyldighetsgrenser (Jacobsen, 2015; Gobo, 2009).

Utvalget som legger grunnlaget for utredningens datainnsamling, dekker de ulike aktørene som tar del av fleksibilitetsmarkedet. Det ble også utført intervjuer i de markedsposisjonene det var naturlig og på den måten kan være representativt for flere enheter. Som flere nettselskap, kommersielle aggregatorer, en tekniske aggregator, en med hele aggregator-rollen, samt Statnett og NODES.

Spennvidden, eller spredningen, blant informantene er også hensyntatt ved at det ble inkludert kommersielle aktørene med ulik portefølje og forretningsmodell. Det ble også sikret intervju fra aggregatorer som ikke var med i Euroflex, det ville være naturlig å få med deres meninger rundt barrierer og prismodeller. For å sikre spredning blant informantene, ble det sendt invitasjoner til en rekke aktører i markedet. Det var derimot flere selskaper som ikke responderte på invitasjon eller purring om intervjuer.

Det kan argumenteres for at funnene kan generaliseres, spesielt til å gjelde andre LFM i Norge. Da vil utfordringene aktørene møter med høy sannsynlighet være like. Utover den spesifikke bransjen vil funnene trolig ikke kunne generaliseres nevneverdig.

### **4.5.3 Pålitelighet**

Pålitelighet, også kalt reliabilitet, beskriver i hvilken grad man kan stole på resultatet (Busch, 2013). Det vil også være naturlig å rette kritisk syn på påliteligheten av resultatet. Innen dette foreligger metodiske valg for datainnsamling, databehandling og analyse kan påvirke resultatet

(Jacobsen, 2015). Det vil være naturlig å etterstrebe høy reliabilitet, dette oppnås ved å redusere feil og skjevheter i studien (Yin, 2018).

Selve undersøkelsen kan påvirke informanten, dette kalles intervjuereffekt (Davies et al., 2010). Det kan være at samtalen formes underveis, og blir påvirket av intervjueren. Det kan være vanskelig å kontrollere undersøkelseeffekten fullstendig (Jacobsen, 2015). En refleksjon over hvordan undersøkelseeffekten kan ha påvirket resultatet vil være aktuelt.

Gjennom utførelse av intervjuene, som ble utført semi-strukturert, svarte informantene relativt åpent. Oppfølgingsspørsmålene ble i stor grad formulert på forhånd for å sikre at spørsmålet skulle påvirke informantens retning i svaret i minst mulig grad. Samtidig oppstod det situasjoner der oppfølgingsspørsmål ble til under intervjuet. Enkelte ganger ble det i etterkant enighet om at enkelte spørsmål i intervjuet kunne oppfattes som retningsgivende. Undersøkelseeffekten ble enklere å kontrollere ved å utføre manuell transkribering i etterkant, da begge hørte gjennom opptaket på nytt. I tilfeller det ble oppdaget undersøkelseeffekt, ble dette diskutert og i verstefall ekskludert fra datagrunnlaget under denne prosessen i analyseringen.

En annen effekt som påvirker er hvilken sammenheng informasjonen som blir samlet inn er i, kalt konteksteffekten (Jacobsen, 2015). Intervjuene ble tatt via Teams innenfor normal arbeidstid, noe som gir en naturlig omgivelse og i vante former for både intervjuer og informant. Intervjuene ble også godt planlagt i forkant og informant kunne i stor grad bestemme et passende tidspunkt. Det finnes derimot ingen klare svar på hvordan konteksten påvirker resultatet (Jacobsen, 2015). At informanter ble med i planleggingen og tilsendt intervjuguide i forkant, vil i hvert fall ikke være med å svekke påliteligheten knyttet til konteksten.

Andre forhold som påvirker påliteligheten er unøyaktig registrering av data (Jacobsen, 2015). Som nevnt ble det tatt opptak av intervjuene som senere ble transkribert. Med valgt transkriberingsmetode, anses det som lite sannsynlig at registrert data er unøyaktig. Det oppstod derimot situasjoner, der informanter hadde uvant dialekt eller språk, som førte til vanskeligheter under transkribering. Dette ble løst ved å ta i bruk oversettelsesprogram og sammenligne de to individuelle transkriberingene som ble gjort av hvert intervju.

Unøyaktig analyse av transkripsjoner kan også forekomme. Dette vil påvirke funnet i stor grad og vil være ødeleggende for utredningen. Det ble utført flere tiltak for å sikre nøyaktig analyse.

For å unngå at viktig informasjon uteble, ble det utført et tiltak under kategoriseringen i analyseprosessen markert hva som var blitt hentet ut til videre analyse av hver enkelt

transkripsjon. De originale transkripsjonene med markeringer ble deretter gjennomgått flere ganger for å kontrollere at all essensielle informasjon var tatt med videre i analyseringen.

For å sikre at datagrunnlaget som benyttes er nøyaktig og presist, ble det som tidligere nevnt, utført responsvalidering. De fleste informantene hadde ingen kommentarer å tilføye. Ettersom noen av informantene hadde lange refleksjoner der utredningen bare har tatt et utdrag, var det noen som kom med presiseringer og korreksjoner av sitatene. Da ble endringer utført for å sikre at informantene følte seg korrekt sitert og at datagrunnlaget ble presist.

#### **4.6 Kildekritikk**

Ved utarbeidelse av det konseptuelle rammeverket har det vært nødvendig å tilegne seg tidligere forskning på områdene. Sekundærdataene er da i all hovedsak artikler hentet fra fagfelleverderte tidsskrifter. Søkemotorene Oria og Google Scholar er benyttet til dette formålet. Benyttet sekundærdata består også av publikasjoner som ikke er utgitt av et tidsskrift eller forlag, men som er viktig for å kunne inkludere tilstrekkelig grunnlag i konseptuelle rammeverket. Utgiverne av disse publikasjonen anses som troverdige kilder.

Rapporten av Wang Høiem et al. (2021) som er en viktig kilde i denne utredningens konseptuelle rammeverk, er fra lobbyorganisasjonen Fornybar Norge, som fremmer uregulerbar kraftproduksjon. Det kan derfor tenkes at en rapport fra dem vil være mer positiv til LFM enn kritisk, ettersom det vil være et virkemiddel for å håndtere økte mengder uregulerbar kraftproduksjon. De har derfor insentiver for å fremme virkemidler som kan håndtere de utfordringene det skaper.

## **5 Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?**

Dette kapitlet omhandler om funn og diskusjon som benyttes for å besvare utredningens første forskerspørsmål:

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?

For nettselskapene er LFM et mulig virkemiddel som kan bidra med å utsette eller unngå investeringer i nett og kunne tilknytte mer forbruk. Ettersom markedet i dag er et pilotprosjekt, søker denne utredningen å kartlegge utfordringer som aktørene i markedet opplever, som et bidrag til markedets videre modning. Det vil i første del bli presentert funn og deretter en diskusjon knyttet til dette.

### **5.1 Funn**

I dette kapitlet presenteres funnene knyttet til det første forskerspørsmålet. Resultatene fra intervjuene er analysert og bearbeidet til en presentasjon av funn i form av en kombinasjon av tabell og sammenfattende tekst.

En stor utfordring er forutsigbarhet, det knyttes flere barrierer og synspunkter for tiltak rundt dette. Videre presenteres barrierer som rekruttering av tilbydere av fleksibilitet, multimarkedsintegrasjon og DSO-TSO-koordinering, regulatoriske barrierer og kulturelle barrierer hos nettselskapene.

For å sikre en oversiktlig presentasjon av funnene er det i flere tilfeller funnet mest hensiktsmessig å inkludere en fremstilling i tabell. Formålet med tabellene er å visualisere hvor mange aktører som delte synspunkter knyttet til de ulike utfordringene.

#### **5.1.1 Forutsigbarhet for at aggregator har tilstrekkelig fleksibilitet tilgjengelig og at nettselskapet benytter den**

Det virker å være en stor utfordring knyttet til forutsigbarhet for å få et velfungerende LFM i dag, og denne utfordringen belyses fra både aggregators og nettselskapets ståsted. For nettselskapet er det viktig at aggregatorene har tilstrekkelig fleksibilitet i sin portefølje til å kunne løse en driftsutfordring og kan tilgjengeliggjøre denne ovenfor nettselskapet når det er behov. Samtidig belyser samtlige aggregatører utfordringer knyttet til forutsigbarhet for at

nettselskapet tar i bruk fleksibilitet som et reelt verktøy. Aggregator 1 formulerte utfordringen som at et «nettselskap kan ikke stole på fleksibilitet før fleksibiliteten er der og aggregatorer vil ikke tilgjengeliggjøre fleksibilitet før det er et marked».

I denne utredningen har det blitt identifisert flere barrierer som kan knyttes til denne utfordringen. De største barrierene synes å være:

- Uforutsigbar inntekt og lønnsomhet for aggregator
- Sikkerhet for at LFM består etter endt pilotering
- Sikre store nok volumer for aggregator og nettselskap

Samtidig ble informantene spurt om synspunkter på virkemidler som kan ha til hensikt å gjøre LFM mer attraktivt som ved Longflex-avtaler og prissetting av fleksibilitet. Det vil også bli presentert funn knyttet til risikoen for ikke-levert fleksibilitet, som blir ansett som en mindre barriere.

#### Uforutsigbar inntekt og lønnsomhet for aggregator

Blant representantene svarte fem av seks aggregatorer, NODES og et nettselskap at usikkerhet rundt inntektssiden er en betydelig barriere. Usikker inntektsside omfatter flere faktorer, der hvor ofte en ressurs blir aktivert fremheves av flere av respondentene. Aggregatorene peker på at de er avhengig av en forutsigbar inntekt fra LFM for å kunne forsvare å bruke tid og ressurser på dette. De er usikre på behovet for fleksibilitet fra nettselskapet, som omhandler hvor ofte de kan regne med å få tilslag på bud.

*Tabell 1 Utfordringer knyttet til uforutsigbar inntekt og lønnsomhet for aggregatorer*

Utfordring	Respondent	Sitat
Få aktiveringer	NODES	«Du har et marked med få aktiveringer som du ikke vet om blir aktivert hver sesong. Det vil si inntektssiden din er ganske usikker.»
	Aggregator 2	«Et LFM har et problem ved at det i de fleste tilfeller ikke trengs og så blir det perioder der det virkelig trengs.»
	Nettselskap 1	«Det er ikke et skrikende behov til å koble inn og ut fra nettselskap, de fleste nettselskapene er i dag rigget for ganske stor forbruksmengde.»

<b>Forutsigbar inntekt</b>	NODES	«Hvis du bare kan få betalt for å stå tilgjengelig, så har du plutselig garantert en fast forutsigbar inntekt.»
	Nettselskap 1	«Når behovet er som det er i dag, at det er bare unntaksvis du faktisk trenger å aktivere. Så betyr ikke det så mye om det er større sprang i aktiveringsprisen.» «Det er viktigere hva du beregner tilgjengelighetsprisen [til å være], at du kan bygge deg opp den forsikringen du har på at du ikke går på en smell tror jeg.»
<b>Usikker nedbetalingstid</b>	Aggregator 4	«Hvis du skal gjøre en installasjon hos en kunde, selge det inn til-kunden, så er det å ha en noenlunde forutsigbarhet eller vite at kunden faktisk blir utkoblet mer enn en eller to ganger i året, og en pris som gjør at de investeringene er nedbetalt over relativt kort tid.»

Usikker inntektsside er også knyttet opp mot prisen for fleksibilitet, både reservasjonspris og aktiveringspris. Det ble derfor stilt tillegsspørsmål rundt hva de ulike aktørene tenker om prisen for fleksibilitet – både for nå og i tiden frem mot et velfungerende marked.

Tabell 2 Påstander knyttet til prisutvikling av fleksibilitet på LFM

<b>Påstand</b>	<b>Respondent</b>	<b>Sitat</b>
<b>Usikkerhet</b>	Aggregator 4	«Så langt er det et kunstig marked på den måten at netteierne har fått en støtte for å kjøpe fleksibilitet for at man skal forske på dette, eller man skal teste dette markedet. Jeg vil si at jeg tror det er usikkerhet rundt hvor prisen er.»
<b>Ser for seg en reduksjon i fremtidig pris</b>	Nettselskap 1	«Jeg tror den kommer til å falle. Den må falle for at det skal bli et seriøst alternativ hos flere nettselskap.»
	Nettselskap 2	«Vi er klar over at prisene vi har i LFM er nokså mye høyere enn prisene tilgjengelighetsprisene i mFRR. Dette henger tett sammen med at mFRR for det meste er produksjonsenheter med lav marginalpris for opp-

<b>Ser for seg en reduksjon i fremtidig pris</b> (fortsettelse)	Nettselskap 2	<p>og nedregulering, mens lokale markedet per nå har laster som kun kan tilby oppregulering ved å koble fra forbruk.»</p> <p>«En naturlig konsekvens av konkurransen blant fleksibilitetstilbyderne vil være at prisene presses nedover. Det er også vår forventning at når konkurransen øker og markedet blir likvid vil vi oppleve lavere priser.»</p>
	Aggregator 3	<p>«Jeg tror kanskje prisen vi fikk nå siste handelsperiode er mer slik det faktisk blir, tidligere har vi hatt 8-15.000 i aktiveringsinntekter og det tror jeg ikke er veldig reelt.»</p> <p>«Sånn som det er nå, hvor vi gjennom Longflexavtalene har satt en maks aktiveringskost på fem tusen så tenker jeg det er mer reelt på den type avtale, da får man tilgjengelighetsprisen i tillegg.»</p>
	Nettselskap 1	<p>«Ved å se på alternativ prising, så vil det være noen tilfeller hvor vi egentlig ender opp mye lavere enn denne prisen, og det vil være områder hvor vi øker prisen fordi her vet vi at vi er presset ... det gir mening å kunne tilby en ganske god deal. Men i og med at vi ikke er ferdig med det arbeidet, så har vi lagt ut en pris som baserer seg mest av alt på rebalanseringsrisikoen til selger.»</p>
<b>Prissetting etter nettselskapets kostnader</b>	Aggregator 2	<p>«På sikt tror jeg det er fordelaktig og at man da også legger inn andre parametere i denne beregningen også. For eksempel hva det koster ved å ikke levere strøm til visse vilkår. Selv om det kun er en del av volumet som kobles ut, så må prisen reflektere hva det faktisk er verd for DSOen.»</p>



### Usikkerhet for at LFM består etter endt pilotering

Tre av seks aggregatorer nevner ukjent tidshorison som en barriere som kan knyttes til forutsigbarhet. Usikkerheten til eksistensen av LFM etter pilotering er absolutt til stede. Statnett påpeker at «det finnes ikke noe kommersielt LFM i Norge i dag». Videre begrunner representanten for at det kun er pilotering på LFM, men at «LFM er noe vi jobber med å få på plass, men dem er ikke der enda».

Aggregator 1 utdyper denne barrieren med følgende kommentar:

«Tendensen til DSO-markedene som har vært kjørt i Norden er at de ofte kjøres i piloter og demoer der man setter en «nå skal vi kjøre prosjektet i ett, to eller tre år», men hva skjer da etter tre år? Vil en selger ta en investering og installere utstyr, koble opp en fleksibilitetsplattform og sette ressurser til å lære seg det her? Og så vet man ikke hva som skjer når prosjektet er ferdig. Den forutsigbarheten er noe jeg føler mangler i et lokalt fleksibilitetsmarked». Videre utdyper representanten «jeg tror aggregatoren ønsker å vite om er det et marked i år, er det et marked om fem år, 10 år, eller er det noe de skal teste ut de neste seks måneder og så er det ferdig».

Dette synspunktet nevnes av flere aggregatorer, der aggregator 3 utdyper hva dem legger i et forutsigbart marked: «vi må vite at det er et marked utenfor prosjektperioden og handelssesongen vi er inni. Vi må ha et lite perspektiv på hvordan ting blir fremover». Også aggregator 2 nevner denne problematikken: «jeg tror man har risiko for at det blir et uinteressant marked fordi aktiviteten kan gå såpass sporadisk». Aggregator 2 peker i tillegg på at markedet har behov for å modnes.

«Det er fremdeles mye piloter som gjør det vanskelig å gjøre full commitment på det. Det er ganske mye som rører seg, som ulike krav som stilles og krav som utvikles. På sikt skal markedene modnes til, og bli litt mer langsiktige og ikke så foranderlige. Akkurat nå føles det som om vi utvikler noe så endres det, så må vi gjøre om. Noe som skaper usikkerhet» (Aggregator 2).

Representanten fra nettselskap 2 kommenterer at «samtlige aktører vet veldig godt at dette er et FoU-prosjekt som har en kort tidshorison» og følger opp med «hovedmålet til fleksibilitetsstrategien, er å skape et levedyktig og likvid marked med reell konkurranse for hele kraftsystemet».

### Skaffe store nok volum for aggregator og nettselskap

Volumproblematikk kan omfatte både aggregators utfordring med å tilegne seg sluttkunders fleksibilitet, og nettselskapets utfordring med at det ikke er store nok volumer tilgjengelig til at handel av fleksibilitet kan være et fullverdig virkemiddel i driften av nettet.

Tabell 3 *Utfordringer knyttet til volumutfordringer*

Utfordring	Respondent	Sitat
<b>Store nok volum til at nettselskap kan benytte seg av den</b>	NODES	«Hvis du har en overlast på en trafo og trenger 2 MW fleksibilitet, men så har du 300 kW, da er på en måte ikke fleksibilitet en reel løsning på problemet ditt.»
	Nettselskap 2	«I dag har vi ikke nok fleksibilitet i marked under noen trafostasjoner til at vi kan bruke denne til flaskehalshåndtering.»
		«Foreløpig har vi ikke det volumet vi ønsker, heller ikke i de områdene hvor behovet er størst.»
<b>Aggregators evne til å tilegne seg volum</b>	Aggregator 5	«En utfordring er å få nok assets til å være en del av markedet.»
	Aggregator 6	«Vi er en strømleverandør på vegne av veldig mange kunder, så vi må jo aggregere opp mange små batterier, mange små frysedisker i butikker og så videre. Og det er jo en litt krevende oppgave.»
	NODES	«Det å få store nok volumer til en pris som er lav nok til at gir mening å bruke fleksibilitet for et nettselskap er også noe selgerne prøver å løse.»
	Aggregator 3	«Vi er med på flere prosjekt, i visse prosjekt er det kapasitetsproblemer. Men i andre prosjekt har vi spenningsproblematikk, da er det helt andre problemer og type produkter man ser at kunden skal kunne levere.»

### Risiko for ikke-levert fleksibilitet

Totalt fem av seks aggregatorer nevner at det er en utfordring knyttet til risikoen for at de ikke kan levere det volumet av fleksibilitet som det ble tilslag på gjennom budgivingen. På spørsmålet om deres syn på risikoen, ble det brukt formuleringer som «en kompleks affære» (aggregator 5), «det er klart at det er en utfordring» (aggregator 2), «vanskelig» (aggregator 4) og «ganske høy» (aggregator 6).

«Jo nærmere leveransen man kan gjøre affæren, jo bedre sikkerhet har vi på tilgjengelig fleksibilitet» (aggregator 2).

Nettselskap 2 påpeker at «baseline er en kvalifisert gjetning, og det er vi som nettselskap klar over. Det viktigste for vår del er derfor å høste erfaringer fra pilotprosjekt som Norflex og Euroflex, slik at vi vet mer om hvilket volum som er nødvendig å aktivere for å oppnå ønsket lastreduksjon».

Det kan virke som at nettselskapene har litt ulikt syn på denne utfordringen. Der «det er absolutt en risiko for at tilbydere av fleksibilitet ikke leverer tilsvarende det volumet som er avtalt da budet ble aktivert», er nettselskap 2 kommentar, har nettselskap 1 følgende synspunkt: «jeg tror ikke nødvendigvis at det er et skrikende problem i dag. Den vil jo være der».

Konsekvensene av å ikke levere avtalt fleksibilitet i LFM forklares av Aggregator 3, der aggregatorer får en avkortning på inntekten dersom de ikke kan levere det volumet som de har fått tilslag på og stiller seg positivt til den. «I dag er det bare en forkortning i inntekter, det er en veldig bra modell sånn som markedet ser ut i dag når vi holder på å teste ut teknologien, vi tester ut baseline. Da er det veldig fint med den modellen». Og kommenterer at «når markedet modnes må man kanskje ha en annen modell der man får en straff. For å sikre at det er seriøse aktører som er med og for at netteier skal være trygg nok på at det er et produkt vi kan levere på og at det er et verktøy de har i verktøykassen».

For å redusere risikoen for ikke-levert fleksibilitet peker Aggregator 6 på behovet for «kommunikasjon tilbake hvis noe er galt på kundens side, så må vi få en beskjed helst automatisk om at noe er galt. At vi da melder fra at vi har ikke den fleksibiliteten tilgjengelig likevel». Og avslutter med «at informasjonsflyten går fra A til Å».

### Kan langsiktige avtaler skape trygghet i LFM?

Longflex trekkes frem som et produkt som kan gi bedre forutsigbarhet knyttet til volum og inntekt. Nettselskap 2 har følgende syn på Longflex-avtaler: «tilgjengelighetsavtaler er en viktig del av handel fra vår side. Vi ønsker å ha fleksibiliteten tilgjengelig på markedsplassen slik at vi kan aktivere den dersom et behov oppstår i drifta, f.eks. pga. kuldeperioder eller uforutsette driftssituasjoner. For å få opp tilgjengelig fleksibilitet ønsker vi derfor å inngå Longflex-avtaler der fleksibilitetstilbyderne får en kompensasjon for hver time de er tilgjengelige for utkobling».

Intensjonen med Longflex-avtaler er å sikre forutsigbarhet, men det er også avdekket utfordringer knyttet til dette virkemiddelet. Det blir presentert både fordeler og utfordringer knyttet til langvarige avtaler i LFM.

Tabell 4 Fordeler med langvarige fleksibilitetsavtaler

Fordel	Respondent	Sitat
<b>Sikkerhet på tilgjengelig fleksibilitet</b>	NODES	«Skal de være trygge på at det finnes fleksibilitet når de trenger det, så er de gjerne interessert i å sikre det litt god tid i forveien. Så de vet at trenger jeg 10 MW på denne trafoen så har vi sikret at det ligger 10 MW tilgjengelig i markedet og det er det den Longflex-kontrakten gjør.»
<b>Lengde på Longflex-avtaler</b>	Aggregator 3	«Det er jo bedre også for netteiere fordi da kan man faktisk bruke fleksibilitetshandel til planlegging og drift av nett.»
<b>Sikker inntektsside for tilbyder</b>	Nettselskap 1	«På salgssiden så tror jeg det primært vil være tilgjengelighet du får betalt for, sånn at du er en forsikring for nettselskapet. Men at du samtidig kan optimaliserer strømflytting for besparelser, tilby fleksibilitet til Statnett på en daglig basis.»
	Aggregator 2	«Ser man på systemet i helhet så skaper lange avtale stabil og forutsigbar inntekt.»

Informantene argumenterer også for utfordringer angående langsiktige avtaler i LFM.

Tabell 5 Utfordringer med langsiktige fleksibilitetsavtaler

Utfordring	Respondent	Sitat
<b>Vanskelig å standardisere</b>	Nettselskap 1	«En aktør har en gitt profil som de kan bidra med de neste fem årene, og et nettselskap har også en definitiv profil på når de trenger fleksibilitet. Hvor de kanskje har et stort behov klokka 07-09 og 15-16, de har et langt mindre behov de andre timene. Da kan du på en måte gradere hvor mye du betaler for de forskjellige timene i større grad, altså at sluttkunden da matcher den profilen, som du blir enige om at dette er prisen for at du skal være her.»
	Aggregator 4	«Vi synes det var litt for dårlig betalt. At vi egentlig var mer tjent med å bare ligge i Shortflex-markedet.»
<b>Prisnivå på tilgjengelighet</b>	Nettselskap 1	«Jeg observerer at prisnivået varierer fra 100 til 300 kr/MW på tilgjengelighet, der jeg tror 300 er altfor høyt for denne type sesongavtaler.»
	Aggregator 6	«Å love bort fleksibiliteten over lang tid, ville jeg tenkt at ikke så lukrativt. Det er bedre å låne den bort for en dag eller en time og så videre. Sånn at du hele tiden kan bytte mellom de ulike markedene du er i. Hvis du lover bort til NODES i én måned, over sommeren eller noe sånt, og så ser du at prisen i FCR-markedet er fryktelig mye bedre. Da har vi gjort en dårlig jobb med å være med på LFM.»
<b>Ugunstig å binde seg i lengre perioder</b>	NODES	«Noen selgere har vanskeligheter for å vite at mandag til fredag hele januar kommer jeg til å ha 3 MW tilgjengelig. For det kan hende det varierer med temperatur for eksempel. Det gjør at Shortflex bidrar til mer aktivering av fleksibilitet enn om du bare hadde hatt lange avtaler. De produktene spiller litt opp mot hverandre.»

<b>Lengde på Longflex-avtaler</b>	Aggregator 3	«Jeg ønsker enda lengre Longflexavtaler. Jeg tenker det er viktig å ha en stor variasjon av produkter for å sikre at alle kan levere.»
-----------------------------------	--------------	--

### 5.1.2 Rekruttere tilbydere av fleksibilitet

En av barrierene knyttet til forutsigbarhet var volum. Det ble kartlagt flere utfordringer fra aggregatorene som går på å øke volumet, eller rekruttere tilbydere av fleksibilitet. Blant alle informantene er det bred enighet at rekruttering av forbrukere er essensielt for å få et velfungerende LFM.

Det ble påstått at «den største utfordringen blir å rekruttere nok selgere inn i markedene» (Statnett). Denne påstanden støttes av flere aggregatorer, der aggregator 6 supplerer med at «vi har ikke nok fleksibilitet der LFM er. Hvis vi hadde hatt det, ville vi vurdert å være med».

Tabell 6 Utfordringer knyttet til rekruttering av fleksibilitetstilbydere

Utfordring	Respondent	Sitat
<b>Kundens manglende forståelse av fleksibilitet</b>	Aggregator 3	«Oversette det de trenger å vite til et språk kundene forstår.»
	Aggregator 6	«Det er noen som er gira på å tilby fleksibilitet. Andre er giret fram til de skjønner hva det på innebærer. Hvis de har et kjølelager, så er de kanskje ikke så gira på å skru det av allikevel.»
<b>Aggregators manglende forståelse av fleksibilitet</b>	Aggregator 5	«Å ha et onboardingsløp for å komme i gang kan være gunstig. Mange opplever nok det som uoversiktlig og vanskelig å ta valg på hvilke partnere man skal samarbeide med og hvilken teknologi man skal ha.»
	Nettselskap 1	«Aktørene bør få nok hjelp til å være litt mer sikre på at de opptrer riktig.»
<b>Høye kostnader for kunden</b>	Aggregator 5	«Både elbilladere og varmtvannsberedere er kostbare saker, i størrelsesorden 10-20.000 og akkurat nå er det en stor investering for de aller fleste.»
	Aggregator 3	«Det er rett og slett for kostbart i dag, spesielt med de lastene som vi tar inn på dette markedet.»

<b>Risiko for kundens drift</b>	Aggregator 6	«Det er ikke mye energi som skal til når du deaktiverer batteriet eller mater ut på nettet. Men den risikoen for at noe kan skje, batteriet kan gå tomt, sitter langt inne for kunden på å faktisk ville bli med.»
	Aggregator 4	«[En forbruker fikk] dobbelt så høy nettleie fordi de fikk en peak på effekten etter å ha blitt koblet inn» etter å ha blitt aktivert i LFM.»
<b>Betydningen av implisitt forbruker-fleksibilitet</b>	Nettselskap 1	«Det er en del aktører som har flyttet mye av forbruket sitt til sene timer fordi det er besparende, ikke minst hjemmelading. Og da er normalen at de ikke bruker så mye av laderen på dagtid. Da kan de reelt sett ikke tilby noe fleksibilitet i de timene de har flyttet det vekk ifra fordi det ikke er normalen.»
		«Kanskje lading i kontorbygget er en viktigere kilde, og det er man jo på en måte i en eller annen tilstand hvor du har fleksibilitet i de timene som nettselskapet trenger det mest.»

Et problem som kan knyttes til å ekspandere volumet «i de riktige områdene», er bevisstheten knyttet til potensialet for kunders fleksibilitet i de spesifikke områdene. Det ble prøvd å hente inn informanternes synspunkt rundt dette.

Tabell 7 Utfordringer knyttet til kartlegging av potensialet av fleksibilitet

<b>Utfordring</b>	<b>Respondent</b>	<b>Sitat</b>
<b>Vite nettselskapets behov for fleksibilitet</b>	Aggregator 3	«Fleksibilitet skal løse veldig spesifikke problemer og utfordringer hver enkelt netteier har og da kan det bli litt vanskeligere å skjønne.»
	Nettselskap 2	«Enkelte områder er mer «kritiske» enn andre» og «behovet varierer mellom ulike trafostasjoner og fra år til år avhengig av temperatur, gjeldende koblingsbilde og driftsforstyrrelser.»
	Statnett	«Nettselskapene som er opptatt av å utvikle LFM i sine områder og har problemer i nettet sitt er veldig

<b>Vite nettselskapets behov for fleksibilitet</b> (fortsettelse)	Statnett	fokusert på å få tak i mer av den lokale fleksibiliteten og få utnyttet den på en bedre måte. Veldig mange nettselskap er derimot overhodet ikke interessert fordi de ikke har problemer i nettet sitt, og vil derfor ikke bruke tid og ressurser på dette.»
<b>Kartlegge potensiale hos kunder</b>	Aggregator 3	«Tar mye gjennom den tekniske aggregatoren, men når jeg er ute og prater med kunder og har introduksjonen og starter kartleggingen, gjør vi et estimat på hva de faktisk har av fleksibilitet.»
	Aggregator 4	«Vi har ingen prognoser på det. Hvis nettselskapet våres sier at dem har utfordringer i et trafo-område eller trafokrets, så vil vi egentlig bare prøve å lete opp kunder i det området og se om vi kan gå i dialog.»
	Aggregator 1	«Alle aggregatorer kan sitte i plattformen vår og følge med på hvor mye kunden bruker nå.»

### 5.1.3 Multimarkedsintegrasjoner og DSO-TSO-koordinering

Samtlige respondenter nevnte DSO-TSO-koordinering som en barriere. For nettselskapet er det hva som må på plass mellom DSO og TSO for å unngå interessekonflikter. Dette er også en forutsetning for aggregators utfordring, som er at de ikke kan delta i flere markeder samtidig. Det er særlig Statnett som kommer med synspunkter rundt det første punktet. Argumentene rundt viktigheten av å delta i flere markeder stammer fra aggregatorene og nettselskapene.

Tabell 8 Utfordringer knyttet til multimarkedsintegrasjoner og DSO-TSO-koordinering

Utfordring	Respondent	Sitat
<b>Felles ressurs-utnyttelse mellom DSO og TSO</b>	Nettselskap 1	«Det finnes gode DSO-TSO-samarbeid i dag for ulike deler av nettdriften. For fleksibilitet er det fremdeles en god vei å gå for å få til en form for felles ressursutnyttelse.»
	Statnett	«Det første som må komme på plass og som er under utvikling er utveksling av sanntidsdata. Det er et



	Statnett	arbeid kalt KORRR <sup>3</sup> , som sier noe om hvem som skal vite hva og hvem som skal sende hva hvor.»
<b>Felles ressurs- utnyttelse mellom DSO og TSO (fortsettelse)</b>	Aggregator 1	«Disse to markedsplassene kan krangle litt med hverandre, der et marked kan påføre problemer i et annet marked.»
	Aggregator 2	«På det lokale fleksibilitetsmarkedet behøver man ikke ha samme hurtighet og kontroll, kan være mer avslappet med tekniske krav. Da tror jeg det er veldig viktig at man også tillater at man ikke dupliserer unødvendige harde tekniske krav fra det ene markedet til det andre.»
<b>Viktigheten av å kunne delta i flere markeder samtidig</b>	Aggregator 3	«Skal det bli lønnsomt og aktuelt for sluttbrukeren å være med i markedet så må man være med i flere markeder. Da må kravene og vilkårene for å faktisk kunne være med, kunne speiles i de ulike markedene.» «Handelsperioden er så kort på LFM, det er bare oktober til mars. Det er ganske mange måneder lasten bare står, og man ikke utnytter den på.»
	NODES	«Du vil kanskje være på Statnetts marked hver dag, men så vil du være tilgjengelig på det lokale markedet og bli tatt ut der de tre gangene i året det er behov for da er kanskje prisen skyhøy.»
	Aggregator 6	«Vi er gira på å være med i alle markeder som er mulig å være med i egentlig.»
	Aggregator 5	«Teame opp med en markedsintegrator som er med å rådgi i forhold til hvor det er gunstigst å plassere den asseten på nå.»
<b>Regulatoriske barrierer til multimarkeds- integrasjon</b>	Nettselskap 1	«Her i nettselskapet er det delte meninger, men noen som synes det er helt greit at en aktør skal bli betalt to ganger. Så lenge det er reelt at du at du yter en tjeneste til to parter som sjelden trenger det samtidig.»

<sup>3</sup> Key organisational requirements, roles and responsibilities er en felles europeisk metode for datautveksling mellom TSOer og DSOer. Den angir hvem som skal sende hvilken data og hvordan det skal utveksles. (NVE, 2022-e).

<b>Regulatoriske barrierer til multimarkeds-integrasjon</b> (fortsettelse)	Aggregator 6	«Låser du deg til NODES, så kan du ikke være med FCR eller mFRR. Det krever at du har forskjellig tidspunkt for closing i markedene. Da kan vi først legge inn et bud i det markedet som stenger lengst før levering. Får vi ikke tilslag der, så prøver vi i neste markedet og så videre, så det er jo noe som må koordineres til en viss grad.»
	Aggregator 3	«En løsning der vi kan by inn volumet vårt på samme plass, så kunne både TSO og DSO sittet der og bestemt hvem som skal få det eller har behov og sette den prioriteringen, så ville det vært enklere.»

#### 5.1.4 Regulatoriske barrierer

Rundt regulatoriske barrierer presenteres det utfordringer fra både kjøper- og selgersiden. Synspunktene rundt denne barrieren kommer fra nettselskap 1, Statnett, NODES og to aggregatorer.

Utsagnene fra informantene tyder på at de ser at regulatoriske forhold er en utfordring, og at det ikke er stor kjennskap til det i bransjen. NODES starter med å si at «regulatoriske barrierer er et spørsmål ingen vet helt svaret på». Statnett legger til at den forutsetningen for å realisere LFM er «å finne gode transparente forretningsmodeller, markedsdesign og tillit i bransjen til å rulle ut dette». Statnett nevner at «regulator er med å tillate og legger til rette for denne type løsninger som er viktig for «å ha verdiskapning i alle ledd, alle som er med her skal tjene noe».

NODES utleder om samspillet mellom regulator og nettselskap, «spør du RME, vil de si at nettselskap har nok insentiver til å bruke fleksibilitet i driften sin og at de får kostnaden dekket over driftsrammen sin. Hvis du spør nettselskapene så vil de si at inntektsreguleringen gir dem insentiver til å bygge nett og ikke kjøpe fleksibilitet». NODES viser til at det kan være ulike meninger om nettselskapet har tilstrekkelig med insentiver for å benytte seg av fleksibilitet. Avslutningsvis nevner NODES at «det er ikke så mange som kan detaljreguleringen så godt».

Fra selgersiden åpner aggregator 6 med «hvis man har forskjellige lokale markeder for hver DSO i landet med ulike markedsregler, så er det vanskelig for oss som har kunder i hele Norge å være med i alle, da det er ulike regler og krav». Informanten etterlyser at i en prosess med

fremvekst av lokale markeder, så er det viktig at regulator er med for å standardisere markedene. Aggregator 6 argumenterer for at «jo er mer likt det er i de ulike markedene gjør det enklere for aggregatorer og markedsaktører å være med på tvers av de ulike markedene».

Et element rundt aggregator- og kundeforholdet løftes frem av nettselskap 1: «når man snakker om produktet som går på tariff, så er ikke det en eksplisitt betaling. Det er en kostnadsbesparelse for tilbyder. Dilemmaet med denne modellen er at den er direkte knyttet til asseteier». Informanten ser at det kan være til hinder for forretningsmodellene deres, og spør «skal de kreve inn direkte betaling fra kunden for det kunden har fått i besparelse?». En mulig løsning løftes frem «noen tilbydere har litt andre insentiver til sine kunder. Det er de selv som er aktører i fleksibilitetsmarkedet og får betalt. Deretter må de velge i hvilken form de kompenserer det videre». Dette er for å gi større handlingsrom for hvordan aggregatorene kan opptre. Aggregator 5 tror derimot at «det vil komme reguleringer her etter hvert, at kunden skal sitte igjen med en betydelig andel av kaka».

Aggregatorene som er intervjuet er balanseansvarlige, noe som gjør at dem er ansvarlig for at faktisk forbruk samstemmer med det som er planlagt. Aggregator 3 trekker frem utfordringer knyttet til ubalansekostnaden. «Hvis man ikke klarer å holde den planen så får de en økonomisk straff fra oss, fordi de har forårsaket en ubalanse» (Statnett). «Når vi tilbyr fleksibilitet, har vi allerede kjøpt den strømmen og da har vi hatt en kostnad med det. I tillegg må vi gjøre opp for den ubalansen med at vi ikke bruker det vi har kjøpt inn» (aggregator 3). Statnett deler også synspunkter knyttet til denne utfordringen, og utdyper med «da må vi vite at denne ressursen som ble aktivert som en del av dette budet fra aggregatoren ligger under følgende balanseansvarlig og skal da trekkes ut fra oppgjøret her, så det er en ekstremt komplisert dataflyt som vi må ha på plass før vi kan slippe aggregatorene helt løs i markedet».

### **5.1.5 Vil nettselskapet prioritere LFM over andre virkemidler?**

Det krever en omstilling fra nettselskapene å se på LFM som et alternativt virkemiddel til å drifte nettet. Som nevnt av NODES: «det å få dem til å gå med på at det går an å løse utfordringer i nettet med andre virkemidler enn å bygge nett som de har gjort i 100 år». Det å bygge ut nettet har vært den konvensjonelle løsningen i lange tider. En forutsetning for at LFM skal modnes er at nettselskapene har tro på at det kan være med å løse noen av deres utfordringer.

Nettselskap 2 nevner at «vi ønsker å vise at vi kan skaffe tilstrekkelig med fleksibilitet gjennom et marked til at vi kan bruke fleksibilitet til å løse flaskehalsutfordringer i lokalt

distribusjonsnett. På sikt er det et mål å opparbeide nok fleksibilitet til å kunne utsette eller unngå investeringer i nettet».

For å gi trygghet til selgerne i markedet er signaleffekter fra nettselskapet viktig for å vise at det satses på, som skaper trygghet. Spesielt nettselskap 2 er tydelige på hva de ønsker: «det overordnede målet for oss i Euroflex er å finne ut hvordan lykkes med overgangen fra et konsept som fungerer i mindre skala til et fleksibilitetsmarked som fungerer i praksis, både operativt og i planlegging. Kort sagt ønsker vi å ta fleksibilitetssatsningen fra FoU til business as usual».

Tabell 9 Utfordringer knyttet til nettselskapers aktivitet på LFM

Utfordring	Respondent	Sitat
<b>Langvarig planlegging</b>	Nettselskap 1	«De er vant til å ta investeringsbeslutninger på flere år når de ser at de må utvide en trafo.»
	Aggregator 1	«Nettselskapet har andre insentiver som de ser på som egentlig tryggere, for eksempel TPV og UKT som fortsatt er i stor bruk som gir nettselskapet en stor trygghet.»
<b>Er andre virkemidler bedre?</b>	Aggregator 1	«Rabatten man får for å være med på en UKT er, sånn det ser ut i dag hvert fall, veldig mye bedre for en sluttkunde enn å vurdere fleksibilitetsmarked. Nettselskapet må vise at fleksibilitet blir prioritert, er forutsigbart og er prisgunstig sett opp mot de andre alternativene.»
	Nettselskap 1	«Nettselskapene er ikke tradere, det å sitte å handle og kunne angi en pris som de vil betale for de neste tre timene, det fungerer ikke for øyeblikket.»
<b>Funksjonalitet</b>	Aggregator 6	«Nettselskapene er nok litt bak i løpet av på hvordan man skal lage et marked virker det som.»
	Statnett	«Det er et fåtall nettområder hittil som er aktive på plattformen.»
<b>Begrenset utstrekning blant DSOer</b>	Aggregator 4	«Helt lokalt for oss ville vært hvis den lokale netteieren hadde vært med på dette, og det er de foreløpig ikke. Vi jobber med å få dem inn i prosjektet.»

---

<b>Begrenset utstrekning blant DSOer (fortsettelse)</b>	Aggregator 6	«Vi har kunder over hele Norge, så vi har jo kunder i NODES-områder også, men det er ikke alle de som har fleksibilitet. Man må ha et visst volum for å kunne være med og foreløpig så har vi ikke det.»
---	--------------	--

---

## 5.2 Diskusjon

I dette kapittelet diskuteres funnene knyttet til utfordringer for et velfungerende LFM, i lys av tidligere funn som er presentert tidligere i utredningen.

### 5.2.1 Gir LFM forutsigbarhet på inntekt og at det vil bestå utover prosjektperioden?

Aggregatorenes mest sentrale utfordring knyttet til tidshorisont virker å være om hvorvidt det LFM vil bestå utover pilot periodene. Innledningsvis i delkapittel 3.2.1 *Behovet for forbrukerfleksibilitet* presenteres figur 10, som viser at effektbehovet estimeres doblet til 2030. Det vil derfor utvilsomt være et økende behov for forbrukerfleksibilitet i årene som kommer. Usikkerheten virker å bunne i når behovet inntreffer i det langsiktige perspektivet. Påstanden fra aggregator 2 oppsummerer bekymringen «det blir en mismatch mellom å stimulere et marked og så er det eksempelvis først behov i 2027 og om det er en kald vinter». Det kan argumenteres for at det er aggregatorsiden som tar den største økonomiske risikoen ved å delta i det LFM, ettersom kjøpersiden får støtte fra Enova til å prøve det ut. Hvis du er aktøren som risikerer mest, så gir pilotprosjekter som kjøres i et kort tidsperspektiv en økt risiko. Det handler om å skape tillit til at markedet ikke forsvinner, for å gi trygghet til selgere, som også gjør det attraktivt å få flere selgere inn i markedet.

«Vil en selger ta en investering og installere utstyr, koble opp en fleksibilitetsplattform og sette ressurser til å lære seg det her? Og så vet man ikke hva som skjer når prosjektet er ferdig.» (Aggregator 1)

Barrieren som omhandler uforutsigbar inntekt og lønnsomhet for aggregatorer tar utgangspunkt i det faktum at LFM fortsatt er i pilotprosjektfasen. I denne fasen baserer mye av handelen fra kjøpersiden seg på testing og eksperimentering heller enn på et reelt og behov. Dette gjenspeiles i det faktum at aggregatorer opplever få tilslag på bud og at det er usikkerhet knyttet til om de vil bli aktivert hver sesong, som påpekt av NODES.

Rapporten fra NordicREG (2016) viser til at kunnskap om priser og potensiell inntekt er avgjørende for investeringsbeslutninger. Når flere aggregatorer stiller spørsmål om hvorvidt prisen på fleksibilitet er reell eller kunstig høy, indikerer det at markedet ikke har nådd et modenhetsnivå der prisen reflekterer den faktiske verdien av fleksibiliteten. Uten en klar forståelse av inntektsmuligheter, i tillegg til risikoen for lav aktivitet og usikkerhet rundt priser,

kan føre til at aggregatorer blir tilbakeholdne med investeringer og at de ikke tør å satse på LFM. Dette vil være med å hemme veksten og utviklingen av markedet.

### Hvordan kan pris skape trygghet?

Aktører på begge sider av bordet har uttalt at prisen er urealistisk høy og må ned for å bli tatt seriøs. Aggregator 3 påpeker at de i starten av piloten fikk 8-15 000kr/MWh, men at aktiveringskostnaden nå ligger på maks i Longflex-avtalene 5000kr/MWh. utfordringen med å sette en pris på fleksibilitet for nettselskapet er hva de skal ta utgangspunkt i.

«Ved å se på alternativ prising, så vil det være noen tilfeller hvor vi egentlig ender opp mye lavere enn denne prisen [dagens pris], og det vil være områder hvor vi øker prisen fordi her vet vi at vi er presset ... det gir mening å kunne tilby en ganske god deal.»

(Nettselskap 1)

De foreslår at alternativkostnaden kan utgjøre budsjettet, der differansen mellom andre tiltak og fleksibilitet må være positiv for at det skal lønne seg. Det er en modell som vil gjøre det lettere for nettselskapet å anslå en mer reell pris, siden det tar utgangspunkt i en konkret besparelse ved bruk av fleksibilitet. En utfordring med denne modellen er at det vil kreve en utregning for hver trafo eller kjøpsområde for å finne ut hva de er villig til å betale. Hvor kjøpsområdene, figur 13 og 14, til Glitre nett illustrerer hvor omfattende det vil være.

Ved å ta utgangspunkt i den måten å fastsette priser på, vil gi ulike priser basert på hvor nettselskapet har problemer i nettet. Selv om det blir mange ulike priser å forholde seg til for aggregatoren vil det allikevel gi trygghet på at disse prisene er realistiske og basert på en spesifikk besparelse hos nettselskapet.

### Vil nettselskapene prioritere LFM over andre virkemidler?

Slik som inntektsrammemodellen er utformet i dag gir den insentiver til å investere i utbygging av nettet og ha lave driftskostnader (Høiem Wang, 2021). Flexibilitetshandel vil derimot regnes som en driftskostnad, og derfor slå negativt ut på inntekten til nettselskapet. LFM synes derfor å gi en negativ økonomisk effekt for nettselskapet som, per i dag, bare motvirkes av støtte til pilotprosjekt.

«Nettselskapet har andre insentiver som de ser på som egentlig tryggere, for eksempel TPV og UKT som fortsatt er i stor bruk som gir nettselskapet en stor trygghet.»  
(Aggregator 1)

TPV og UKT, henholdsvis forklart i kapittel 3.4.1 og 3.4.2, er virkemidler som ikke fører til en utbetaling fra nettselskapet. Hvilket gir nettselskapet økonomiske insentiver til å benytte dem over fleksibilitetshandel i et LFM. Det er derfor Vennemo (2017) foreslår å moderere inntektsrammemodellen, for å gi insentiver til fleksibilitetshandel der den bidrar positivt samfunnsøkonomisk. For eksempel ved å utsette investeringer i nett. LFM gjør at fleksibilitet, typisk fra husholdninger, kan aggregeres til volumer som kan brukes i driftssituasjonen som gir nettselskapene et nytt virkemiddel. Selv om LFM virker å være ulønnsomt for nettselskapet i forhold til andre virkemidler, er fordelene at det kan frigjøre fleksibilitet i områder de muligens ikke har hatt mulighet for utkobling tidligere.

«Det bare et fåtall nettområder hittil som er aktiv på den plattformen. De som er opptatt av dette her og har problemer i nettet sitt ønsker å få tak i mer av den lokale fleksibiliteten. Veldig mange nettselskap er overhodet ikke interessert fordi de har ikke noen problemer i nettet sitt.» (Statnett)

Det vil si at det er innenfor begrensede geografiske områder at aggregatorene må ha kunder for å kunne delta i markedet. Det kommer frem fra tre av aggregatorene at når det lokale nettselskapet i deres område ikke er med, så begrenser det muligheten til å delta i markedet.

### **5.2.2 Hva står i veien for økt volum?**

At selgersiden ser på markedet som attraktivt nok til å investere og satse på det er en forutsetning for å motvirke nettselskapenes barriere. De etterlyser store nok volum i LFM til å kunne ta i bruk fleksibiliteten.

«I dag har vi ikke nok fleksibilitet i marked under noen trafostasjoner til at vi kan bruke denne til flaskehalshåndtering.» (Nettselskap 2)

Wang Høiem et al. (2021) påpeker at nettselskapet er avhengig av tilstrekkelig med fleksibilitet. Hvis du som poengtert av NODES, har behov for 2 MW og har 300 kW tilgjengelig, så er ikke fleksibilitet et effektivt virkemiddel. Hvis de skal utsette investering i nett eller tillate tilknytning som øker faren overlast, som er høyere effekt enn en trafo kan håndtere. Da må nettselskapet være trygge på at det volumet er tilgjengelig i markedet.



«Å ha et onboardingsløp for å komme i gang kan være gunstig. Mange opplever nok det som uoversiktlig og vanskelig å ta valg på hvilke partnere man skal samarbeide med og hvilken teknologi man skal ha.» (Aggregator 5)

En mulighet for å øke antallet aggregatorer kan være å ha et onboardingsløp. Ved å vise til partnere og fungerende løsninger kan det bidra til å senke barrierene for å ta del i LFM. En økning av selgere i markedet vil til gjengjeld frigjøre mer fleksibilitet i markedet for nettselskapet. Når flere selgere er med, så vil en større andel av slutt kunder ha et potensiale for å stille sin fleksibilitet tilgjengelig.

For aggregatorene er en økning i volum viktig for å kunne tilby fleksibilitet både i LFM og Statnetts reservemarkeder. Det vil også kunne bidra til å gi trygghet på at de klarer å levere fleksibilitetsvolumet de har avtalt, når de får tilslag på bud (Jenssen et al., 2017).

«Vi er en strømleverandør på vegne av veldig mange kunder, så vi må jo aggregere opp mange små batterier, mange små frysedisker i butikker og så videre. Og det er jo en litt krevende oppgave.» (Aggregator 6)

For å kunne øke sin portefølje er de avhengig av å rekruttere slutt kunder. Flere av aggregatorene nevner kostbare styringssystemer, risiko for drift, usikker inntekt og at kundene har lav forståelse for fleksibilitet som utfordringen på kundesiden. Det er sammenfallende med kundens barrierer som presenteres av Jenssen (et al., 2017). Første punkt for å kunne øke i volum vil trolig være å motvirke kundens barrierer. Hvor lønnsomhet synes å være den mest sentrale faktoren. For på samme måte som tidligere diskutert for aggregatorene, så vil den potensielle inntekten og pris i stor grad legge føringer for kundens villighet til å investere. Deretter handler det om å gi en forståelse for hvilken risiko det har for kundens komfort eller drift (Jenssen et al., 2017).

### **5.2.3 Regulatoriske barrierer**

I det konseptuelle rammeverket presenteres funn fra lignende utredelse, der nettselskaper i større grad legger grunnlaget for empirien. Det argumenteres for at inntektsrammemodellen er en sterk regulatorisk barriere for LFM, ettersom den gir insentiver for å bygge ut nett. NODES trekker dette også frem med følgende kommentar:

«Spør du RME, vil de si at nettselskap har nok insentiver til å bruke fleksibilitet i driften sin og at de får kostnaden dekket over driftsrammen sin. Hvis du spør nettselskapene så

vil de si at inntektsreguleringen gir dem incentiver til å bygge nett og ikke kjøpe fleksibilitet.» (NODES)

Det er åpenbart et problem for eksistensen av LFM hvis man ikke kan inkludere denne investeringen i fremtidig inntektsregulering. Hvordan inntektsrammemodellen faktisk påvirker bruken av LFM er derimot uklart, ettersom denne utfordringen ikke ble nevnt av nettselskapene. Denne problematikken ble derimot løftet frem av Wang Høien et al. (2021) sin mulighetsstudie blant nettselskap, der ble denne problematikken tatt opp i større grad.

En annen utfordring som ble belyst er standardisering, det at LFM skal ha samme markedsregler. Ved standardiserte markedsregler kan det virke som om man reduserer inngangsbarrierene for aggregatorene i de ulike områdene.

«Jo mer likt det er i de ulike markedene gjør det enklere for aggregatorer og markedsaktører å være med på tvers av de ulike markedene.» (aggregator 6)

Dette ble poengtert av en aggregator som har landsdekkende kundeportefølje. Det er derimot uklart hvor mye som kan standardiseres. Som det kommer frem i funn-kapittelet har flere aggregatorer pekt på at lokale nettselskap bruker LFM til å løse ulike problemer, som fører til det er ulike laster som er aktuelle å aktiveres. Det kan tenkes at det kan være problematisk å standardisere markeder der det handles på ulike behov. Men at LFMene derimot kan integreres i større grad og bli likere vil være til gunst for alle aktører.

Det knyttes også usikkerhet til hvordan den økonomiske kompensasjonen skal fordeles mellom aggregator og forbruker. Flere tenker at det kommer regulatoriske endringer som fører til at kunden i fremtiden skal sitte igjen med en større andel av inntekten fra fleksibilitetssalg. I dag har aggregatorene ulik tilnærming til dette. Eksempelvis har enkelte aggregatorer en kompensasjonsordning som er en jevn reduksjon i kundens kostnader, som ikke nødvendigvis gjenspeiler inntekten aggregatoren mottar for å selge kundens fleksibilitet. Å regulere forretningsmodellene som minimerer aggregators fortjeneste kan derimot også føre til at aggregatorer mister økonomisk interesse å delta på LFM, noe som motvirker arbeidet for et velfungerende marked.

#### **5.2.4 Multimarkedsintegrasjon og DSO-TSO-koordinering**

Det at DSO og TSO har markeder for aktivering av fleksible ressurser er kilde til både utfordringer og muligheter. Her vil det bli diskutert rundt begge deler.

Flere aktører påpeker at multimarkedsintegrasjoner kan være med å løse usikker inntektsside som er en barriere. Aggregator 6 og nettselskap 1 sine forslag går begge ut på at man skal få mulighet til å utnytte ressursen mest mulig.

### Utfordringer

Både Statnett og nettselskap 1 påpeker godt samarbeid i den daglige driften, men at det kan være utfordringer knyttet til DSO-TSO-koordineringen i LFM. Det at partene skal ha et enda tettere samarbeid ved felles ressursutnyttelse og utveksling av sanntidsdata. Det vil være et problem at en av partene aktiverer på LFM som kan skape utfordringer ovenfor den andre parten (Høiem Wang et al., 2021).

Aktiveringer i reservemarkeder har ulik pris enn aktivering i LFM.

«Vi er klar over at prisene vi har i LFM er nokså mye høyere enn prisene tilgjengelighetsprisene i mFRR. Dette henger tett sammen med at mFRR for det meste er produksjonsheter med lav marginalpris for opp- og nedregulering, mens lokale markedet per nå kun har laster som kun kan tilby oppregulering ved å koble fra forbruk.»  
(Nettselskap 1)

Det kan føre til spekulasjoner for aggregatorer som er store nok til å imøtekomme Statnetts minste volumkrav – og dermed er en stor aktør og viktig bidragsyter for sikkerhet til tilgjengelig fleksibilitet i DSOs LFM. Samtidig er det ikke sikkert at aktivering i LFM forekommer like ofte som hos Statnett. Det kan bli sett på som en utfordring at man ikke vet hvor man har aggregatoren.

### Muligheter

Flere aktører påpeker at multimarkedsintegrasjoner kan være med å løse usikker inntektsside som er en barriere. Jensen et al. (2017) påpeker at ved å tilby fleksibilitet i flere markeder kan inntektsgrunnlaget bedres og risikoen knyttet til å tilby fleksibilitet reduseres. Dette støttes av aggregator 6 og nettselskap 1.

«Låser du deg til NODES, så kan du ikke være med FCR eller mFRR. Det krever at du har forskjellig tidspunkt for closing i markedene. Da kan vi først legge inn et bud i det markedet som stenger lengst før levering. Får vi ikke tilslag der, så prøver vi i neste

markedet og så videre, så det er jo noe som må koordineres til en viss grad.» (Aggregator 6)

Informanten ser muligheten til å jakte aktivering i flest mulig markeder og etterlyser derfor at markedene kan stenges med ulik tid før leveringstidspunktet. Da er det mulig å få tilbudt lasten sin i flere markeder uten at det blir konflikter rundt at den aktiveres i både TSO- og DSO-markedene samtidig. Nettselskap 1 poengterer at problemstillingen ved at DSO og TSO har behov for å aktivere den samme ressursen, for samme time, er svært usannsynlig. Derfor foreslår informanten at selger kan få tilgjengelighetspris i flere markeder.

«Her i nettselskapet er det delte meninger, men noen som synes det er helt greit at en aktør skal bli betalt to ganger. Så lenge det er reelt at du at du yter en tjeneste til to parter som sjelden trenger det samtidig.» (Nettselskap 1)

Begge nettselskapene har antydnet at dette markedet i oftest vil fungere som en forsikring for å unngå overlast. Derfor vil det sannsynligvis domineres av Longflexkontrakter, som medfører at du som aggregator får betalt en fast pris for tilgjengelighet med mulighet for ytterligere pris ved aktivering. Hvis du kan ta den grunninntekten fra både Statnett og LFM, så har du drastisk bedret forutsigbarheten for hvilken inntekt du kan få. Med en klarere inntektsside vil aggregatorene ha et klarere bilde på hva de kan love til sine slutt kunder.

Det kan også tenkes at muligheten for å kunne tilby en ressurs i både DSOs- og TSOs markeder samtidig vil kunne påvirke volumet, ved at selgersiden ikke har insentiver til å spekulere i hvilket marked som gir best inntekt. Det fremkommer i funnene at kjøpersiden anser som langvarige kontrakter som et viktig virkemiddel i LFM, noe som fører til en løsning der kjøpersiden kan dele kostnaden av å ha langvarige tilbydere på markedet.

### **5.2.5 Langvarige fleksibilitetskontrakter**

Som presentert i funn-kapittelet er langvarige fleksibilitetskontrakter en mulig løsning på å redusere barrierer knyttet til nettselskapets sikkerhet for å ha fleksibilitet tilgjengelig og usikker inntekt for aggregator. Det vil bli diskutert hvilke utfordringer som belyses samt hvilke muligheter langvarige kontrakter i LFM gir.

## Utfordringer

Det ytres uenigheter på lengden av avtalene, der enkelte aggregatorer som har portefølje bestående av stabile laster gjerne vil ha avtaler over flere år, ser enkelte aggregatorer på en deltagelse på LFM uten lengre avtaler, altså kun delta i Shortflex-markedet.

«Vi synes det var litt for dårlig betalt. At vi var mer tjent med å bare ligge i Shortflex-markedet.» (Aggregator 4).

Når det gjelder prisnivået, nevnes det også av flere at dagens tilgjengelighetspris er for høyt. For at nettselskapene skal se på LFM som et virkemiddel, er det viktig at tilgjengelighetsprisen er på et nivå som gjør det mulig for nettselskapene å investere i denne sikkerheten. Samtidig er det essensielt å kunne tilby en pris som er akseptabel for aggregator. Det kan derfor sees på en utfordring at enkelte aggregatorer får for dårlig betalt for å være med å sikre tilgjengelig volum gjennom langvarige kontrakter, samtidig varsles det at prisen på tilgjengelighet må reduseres for at nettselskapene skal ta i bruk LFM som et reelt virkemiddel.

En annen utfordring er lengden på avtalene. Det at du binder en ressurs ved bruk av langvarige kontrakter kan være utfordrende. Det kan være det finnes andre mer lukrative avtaler som dukker opp i etterkant, og det kan være utfordrende å vite hvor mye fleksibilitet en aggregator har i lengre tid fremover. Ved å inngå langvarige kontrakter, som går ut på at du skal levere tilbud i Shortflex-markedet, blir det avtalt en maksimal aktiveringskost. Det å forhandle seg frem til en rettferdig pris kan også være utfordrende.

Det nevnes at de langvarige avtalene er «skreddersydde» og at det mangler standardisering knyttet til dette produktet. Noe som kan gjøre det utfordrende i form av merarbeid i å kunne utarbeide langvarige kontrakter med økende volum.

## Muligheter

Jenssen et al. (2017) argumenterer for at det ligger en risiko dersom aggregatoren skal stå økonomisk ansvarlig for at forbrukere skal kunne tilby fleksibilitet. Langvarige kontrakter trekkes frem av Jenssen et al. (2017) og flere informanter som et produkt som kan redusere aggregators risiko.

Det å sørge for at det er tilstrekkelig ressurser tilgjengelig er som tidligere diskutert en utfordring, at volumet på fleksibilitet er for lavt til at det kan brukes av nettselskapene. Nettselskap 2 forteller at «for å få opp tilgjengelig fleksibilitet ønsker vi å inngå Longflex-

avtaler». Longflex vil trolig også føre til en sikrere inntektsside for aggregator ved å ha en tilgjengelighetspris, men til gjengjeld forplikter aggregator å legge inn bud i Shortflex til en maksimal aktiveringspris som er forhåndsbestemt ved inngåelse av langtidskontrakten.

Dette kan også sees på som et tiltak som kan gjøre det mer attraktivt for å tilegne seg flere tilbydere til LFM. Det garanterer en inntekt. Aggregatorene argumenter for at det minimum må kunne dekke kostnaden for å installere utstyr med kompatibelt styresystem for å kunne tilby fleksibilitet på LFM. En Longflex-avtale vil dermed kunne være med å gi en sikkerhet på dette aspektet. Det finnes ulik lengde på Longflex-avtalene, og aggregator 3 ønsker avtaler over flere år. Lengden på Longflex-avtaler vil være en viktig signaleffekt fra nettselskapene at dem faktisk satser på LFM.

## **6 Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende marked?**

Dette kapitlet omhandler funn og diskusjon som benyttes for å besvare utredningens andre forskerspørsmål:

2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

Det LFM er det eneste markedet i Norge som har PAB som grunnleggende prismodell, der alle andre i kraftmarkedet, i utgangspunktet, benytter PAC. Utredningen søker derfor å undersøke hvilken rolle prismodeller spiller for å utvikle markedet og hvordan det påvirker aktørene. Herunder om LFM har egenskaper og karakteristikker som legger føringer for hvilken modell som er fordelaktig.

### **6.1 Funn**

I dette kapitlet presenteres funnene knyttet til det andre forskerspørsmålet. Resultatene fra intervjuene er analysert og bearbeidet til en presentasjon av funn i form av en kombinasjon av tabell og sammenfattende tekst.

Funn fra intervjuene blir presentert i to underkapitler, først fordeler og ulemper med PAB og PAC, etterfulgt av spørsmålet «hvilken prismodell fungerer best i det LFM?».

For å sikre en oversiktlig presentasjon av funnene er det i flere tilfeller funnet mest hensiktsmessig å inkludere en fremstilling i tabell. Formålet med tabellene er å visualisere hvor mange aktører som delte synspunkter knyttet til de ulike utfordringene.

#### **6.1.1 Fordeler og ulemper med PAB og PAC i LFM**

Det var et gjentakende fenomen at de fleste informantene hadde lite eller ingen kjennskap rundt spørsmålene som dekker denne delen av utredningen. Av 10 intervjuer var representantene fra strømselskapene som hadde minst kjennskap til prismodellene. Hvert underkapittel vil starte med en kort introduksjon på hvilke aktører som legger grunnlaget for dataen.

### Fordeler med PAB

Dekningen rundt fordeler for PAB stammer fra aktørene aggregator 2, nettselskapene og NODES.

Tabell 10 Fordeler med PAB

<b>Fordel</b>	<b>Respondent</b>	<b>Sitat</b>
<b>Fleksibel</b>	Aggregator 2	«Man kan hele tiden oppdatere tilgjengelig fleksibilitet basert på hva sluttforbrukere har og prissettingen av denne.»
	NODES	«Når omgivelsene dine endrer deg hele tiden, kan det være greit å kunne oppdatere prisene tilsvarende.»
<b>Redusere inngangsbarrierer</b>	Nettselskap 2	«Denne prismodellen er enkel å forstå for både kjøpersiden og selgersiden. Prismodellen er også enkel å forholde seg til for alle aktørene, spesielt i en etableringsfase.»

Nettselskap 1 stiller spørsmålet «får du en bra auksjon når du er nede på nettstasjonen nivå?» og svarer med å dra inn fordelene med PAB: «du gjør sannsynligvis ikke det. Argumentet for at PAB var det eneste fornuftige, var fordi du får små illikvide områder hvor en aktør påvirker en auksjon altfor mye».

### Ulemper med PAB

Dekningen for ulemper med PAB stammer fra aktørene Statnett, nettselskapene og NODES.

Tabell 11 Ulemper med PAB

<b>Ulempe</b>	<b>Respondent</b>	<b>Sitat</b>
<b>Markedsmakt</b>	Statnett	«Hvis du ligger plassert i nettet og vet at det er en flaskehals oppstrøms eller nedstrøms for der ressursen din er. Da vet du at du vil bli aktivert av nettselskapet for å løse denne flaskehalsen og det er ingen andre som kan konkurrere med deg på dette geografiske punktet.»
<b>Krevende for aggregatorer å fastslå pris</b>	NODES	«Selger må overvåke og tilpasse seg markedet hvis man vil ha bud som ligger tett mot høyeste aktiverte.»



Det nevnes derimot også at det vil bli veldig synlig om en aktør er dominerende i PAB (NODES). Informanten viser til at dette er uavhengig av prismodell, ettersom «du kan utnytte markedsrett ved å være en dominerende aktør både i PAB- og PAC-marked». En uklarhet som løftes frem av NODES er aksepten for å utnytte posisjonen i markedet. Som representant fra NODES sier: «vi tenker jo egentlig at det ikke er lov i forhold til en energiregulering som sier du ikke har lov til å utnytte markedsmakten din. Sånn sett er jo spørsmålet om det gjelder for lokale fleksibilitetsmarkeder, det er ikke gitt. I energimarkedet hadde du ikke fått lov til å gjøre det».

Fra kjøper-perspektivet kommenterer representanten fra nettselskap 2 med «vi jobber med markedsbaserte løsninger for fleksibilitet, så det vil være leit om vi låser oss til en prismodell som ikke er ideell for skalering».

I tillegg peker Statnetts representant på at det kan være utfordrende å passe på at det blir rettferdig og ikke manipulert ved å ta i bruk en PAB-modell. Nettselskap 1 supplerer med at ved en PAB-modell må selger ha «mye mer kunnskap om hva dem tror markedet vil betale, og så lenge ingen aktører egentlig har et fundamentalt bra forhold til det, så blir det litt monopolpenger».

### Fordeler med PAC

Dekningen rundt fordeler med PAC stammer fra en rekke informanter, åtte av 10 informanter er representert med kommentarer som reflekterer fordeler knyttet til PAC.

Tabell 12 Fordeler med PAC

<b>Fordel</b>	<b>Respondent</b>	<b>Sitat</b>
<b>Rettferdig prissetting</b>	Statnett	«Det ikke er noen grunn for en aktør å by veldig høyt inn i markedet fordi at vedkommende uansett får betalt høyeste pris du klarer i markedet. Hvis du byr lavt i markedet, så vet du at du får være med og får betalt det som er betalingsvillighet i markedet.»
<b>Rettferdig prissetting (fortsettelse)</b>	NODES	«Eneste som kan endre prisen i et marked er å ha høy likviditet, mange selgere i dette tilfellet. Hvis det er få selgere og de er viktige så har de større makt til å sette pris.»

<b>Tiltrekke tilbydere av fleksibilitet</b>	Aggregator 4	«Det er ikke tvil om at PAC vil være gunstig for å få med en del større aktører.»
	Aggregator 2	«PAC er en lettere klareringsmetode og auksjon. Det kan være lettere på sikt. Spesielt for mindre aktører, ved at det blir lettere å legge opp til auksjon.»
<b>Lettere prissetting</b>	Nettselskap 1	«Det å kunne angi en pris for de neste timene, på hva de ønsker å få for fleksibilitet for selgersiden er ganske fjernt. ... Det er litt lettere for å tilby noe til Statnett sine markeder, som er basert på marginalkost og auksjon. Det gjør det lettere å angi hvilke kostnader du har og vite hva du må som et minimum. Deretter vil auksjonen gi deg en profitt på toppen av det.»
	NODES	«[Selgersiden trenger ikke] å ha noe forhold til hva som skjer i markedet. Du kan bare dytte inn volumet ditt til marginalprisen din også får du prisen som markedet setter.»

Det LFM er i en tidlig fase, og NODES mener «å gjøre det så enkelt som mulig for selger også er en fordel». Videre utdypes det med at «du vet hva din marginalkostnad er, du byr den inn og er clearingprisen høyere får du en god pris for det du har bydd inn, og blir clearingprisen lavere enn din pris blir du ikke aktivert».

På spørsmål på hvorfor Statnett har PAC i sine markeder, svarer representanten at «det er anerkjent økonomisk teori at marginalprising er den mest effektive måten å klarere et likvid marked med mange kjøpere og selgere. Alle energimarkedene er PAC, spot, intra-day og kapasitetsmarkedene i reservemarkedene».

### Ulemper med PAC

Blant informantene var det få som kunne belyse ulemper ved å ta i bruk PAC som prismodell. En kommentar fra Nettselskap 2 sin representant, «vi har ingen erfaring ettersom denne prismodellen ikke er utprøvd» virker å kunne gjelde flere av informantene. Av informantene ga Statnett og aggregator 2 kortfattede kommentarer rundt dette. Både Statnett og aggregator 2 påpeker at det kan være vanskelig å ha en PAC-modell i det LFM.

Tabell 13 Ulemper med PAC

Ulempe	Respondent	Sitat
<b>Illikvid marked</b>	Statnett	«Det blir vanskeligere å beholde marginalprisprinsippet fordi da har du alltid et geografisk element i aktiveringen.»
	Aggregator 2	«PAC forutsetter at det finnes god konkurranse, noe det ikke gjør i dag» og «man skulle nok hatt et modnere marked før PAC blir en effektiv prissetting.»

### 6.1.2 Respondentenes vurdering av prismodell

På dette spørsmålet ble det lagt frem ulike synspunkter fra aktørene. Det er i all hovedsak informantene fra Statnett, NODES, aggregator 1-3 og nettselskapene som er representert med argumenter.

Aggregator 1 påpeker at hvilken prismodell som er gunstigst «kommer nok litt an på hvilken type ressurser som er tilgjengelig, hvor mye fleksibilitet som er tilgjengelig og ikke minst hvor mange tilbydere man har».

Blant informantene var det stor enighet, der fire av fem spurte aggregatorer, Statnett, NODES og ett nettselskap, argumenterer for at en PAC-modell være den mest gunstige prismodellen. Aggregator 3 supplerer med «jeg har ikke så store meninger om akkurat hvordan de prismodellene skal se ut, så lenge vi klarer å få inn det vi har av kostnader for å bidra i de markedene», flere strømselskap har lignende uttalelser. Men, aggregator 2 og aggregator 3 kommenterer at dagens prismodell, altså PAB, fungerer bra slik som markedet er i dag. Nettselskap 2 trekker frem at PAB muligens er det beste alternativet i en etableringsfase, og argumenterer for at det er en enkel prismodell å forstå av alle aktørene.

Nettselskap 2 supplerer med følgende kommentar som også vinkler det mot terskelen for deltakelse i LFM: «selgersiden i Norflex og Euroflex kommer gjerne inn i prosjektet med varierende forkunnskaper, og en kan derfor argumentere for å velge den enkleste prismodellen som utgangspunkt. En enkel prismodell vil i det minste ikke heve terskelen for deltakelse dersom prismodell å gjøre oppgjør nye aktører som ikke er godt kjent med hva det innebærer å selge sin fleksibilitet».

NODES oppsummerer det slik: «i et veldig umodent marked som vi har, ville jeg kanskje tenkte det er lettere med PAC av den enkle grunn at du slipper å ha et forhold til hva som skjer i

markedet. Samtidig så har vi et kontinuerlig marked og gitt at du har litt i forhold til prisen din så er det også greit å kunne endre den hele tiden. ... Jeg tenker min konklusjon er at begge deler fungerer greit også har de noen momenter som skiller dem litt».

Erfaringene til nettselskap 1 sin representant er at aktører i markedet synes pris er vanskelig, og påpeker en mulig løsning med PAC-auksjon for hver time for det daglige oppgjøret. Nettselskap 1 peker også på at PAC hadde bidratt til lettere DSO-TSO-koordinering, og argumenterer for at «det hadde vært en bedre modell som hadde vært mer kompatibel med Statnett, sånn at man kunne ha integrert i markedet enn litt mer, for det har jo også vært et problem. En måte å samkjøre på trekkes også frem av Statnett, der PAB blir benyttet i LFM, men hvis overskudd av volum aggregeres til TSO-markeder, benyttes PAC. Og legger til at dem «vet ikke om det er mulig å få til i praksis, men da kan man kanskje bruke sånne ulike prisingsprinsipper i de ulike markedene».

Et fjerde argument kommer fra nettselskap 2 sin representant som «har mest tro på PAB i skrivende stund av den enkle grunn at det fungerer i dag. I etableringsfasen er det svært få tilbydere innenfor hvert kjøpsområde, ofte kun et par aktører, så da ville det vært lite hensiktsmessig å bytte ut prismodellen før tilbydersiden er stor nok til å skape reell konkurranse om å få tilslag på bud». På spørsmål om det kan være gunstig å endre prismodell når markedet er mer modent, svarer nettselskap 1 at «ja, jeg tror i hvert fall det er en nyttig diskusjon å ta gjerne før vi ser et modent marked. Men innen markedet er modent er nok gevinsten av et slik bytte liten. Det er også verdt å spørre seg om det i det hele tatt er mulig å skape stor nok konkurranse under enkelte trafostasjoner til at et bytte av prismodell er hensiktsmessig. Meg bekjent er dette i liten grad kartlagt».

«Fra et markedssynspunkt, altså et effektivt og transparent marked, så er åpenbart PAC den beste modellen. Fordi da får du bedre konkurranse og du får utnyttet de billigste ressursene først. Men problemet er når du skal regulere flaskehalshåndtering så har du geografisk plassering som er viktig og så tror jeg at det tar lang tid før småmarkedene blir likvid nok til å skape en stor nok konkurranse til å ha en PAC-modell, så jeg tror nok PAB vil være den modellen vi starter med.» (Statnett)

Det pekes på av Statnett at under riktige forutsetninger så mener de at PAC er den beste modellen, men at noen av karakteristikkene ved LFM gjør det utfordrende.

## 6.2 Diskusjon

Ettersom det var varierende kjennskap til de aktuelle prismodellene er det naturlig å tenke at enkelte aktørers synspunkter veier tyngre enn andre i diskusjonen. Dette kapittelet tar for seg diskusjon knyttet til fordeler og ulemper med prismodellene, samt hvordan prismodeller kan påvirke LFM mot et mer velfungerende marked og hvilken prismodell man ser for seg i LFM i tiden fremover. Ettersom det er mangelfullt av tidligere forskning på dette området, vil diskusjonen hovedsakelig omhandle empiri som fremkommer i funn-kapittelet.

Gjennom intervjuene er det hovedsakelig to sentrale faktorer som aktørene peker på at er utfordrende i valg av prismodell. Det første er at markedet har for få tilbydere og at det fører til lav eller ingen konkurranse. Hvilket ofte omtales som «et veldig umodent marked» (aggregator 1), som er mye fordi det er nytt og i en «etableringsfase» (nettselskap 2). Den andre faktoren er hvordan prismodell kan være med å skape insentiveffekter for å få med flere tilbydere og få opp likviditeten i markedet. Da nevnes enkelhet som en viktig faktor ved prismodellen, enkel å forstå og bruke. Dette er for at prismodell ikke skal være en inngangsbarriere for å by inn i det LFM.

### 6.2.1 Kan PAC fungere i et illikvid LFM?

Blant intervjuobjektene var det en overvekt av fordeler for PAC kontra PAB. Hovedfordelen er at den skal gi insentiver til å by inn sin marginalkost (Shmuel Oren, 2004). Ved å by inn marginalkost, slipper man å overvåke markedet og spekulere i hvordan man skal by for å tjene mest. Det gjør at det eneste du trenger å vite er din egen marginalkostnad. Dette er fordi man da håper at noen med høyere marginalkost enn deg selv skal bli aktivert slik at du får differansen i fortjeneste. Statnett nevner at det gir en fordel ved at «du får utnyttet de billigste ressursene først».

Det pekes på spesielt to utfordringer ved PAC i det LFM. Aggregator 2 sier at det «forutsetter at det finnes god konkurranse», som det er veietablert at det ikke er på et lokalt plan. Man kan tenke seg at hvis det er fire tilbydere som byr inn på en PAC-auksjon, så er ikke sannsynligheten høy for at de får tilslag og da heller ikke at de tre andre med høyere marginalkost blir aktivert. Derfor vil trolig bud-strategien i en PAC-auksjon med få selgere tilnærme seg den ved en PAB. Hvilket gir selger insentiver til å overvåke markedet for å øke sine sjanser for aktivering og samtidig regne seg frem til en pris som inkluderer gevinst. Det kan derfor tyde på at marginalpris-fordelen ved PAC ikke får effekt i et illikvid LFM. Hvis selgere i markedet ser

grunner til å måtte overvåke markedet og konkurrenter, mister PAC enkelheten som det argumenteres med av nettselskap 1 og NODES. Hvor flere aktører har pekt på PAC i Statnett sine marked som en velfungerende modell. Statnett identifiserer det samme problemet og sier at «jeg tror det tar lang tid før småmarkedene blir likvid nok til å skape stor nok konkurranse til å ha en PAC-modell».

Den andre utfordringen påpekes av Statnett, «DSO driver bare netthåndtering og da blir det vanskeligere å beholde dette marginalprisprinsippet fordi du alltid har et geografisk element i aktiveringen». Som informanten påpeker, er geografisk plassering viktig for flaskehalshåndtering og fremheves også av Wang Høiem et al. (2021) som en barriere. Hvis det da er få selgere i markedet, vil lav likviditet i markedet kunne hindre en god auksjon. Plasseringen til en ressurs i nærheten av et svakt punkt i nettet gjør at det spesifikt er den som må kobles ut for å løse flaskehalsen. I slike situasjoner sier Statnett at de «bruker PAB i noen markeder til flaskehalshåndtering, da kalt spesialregulering». De nevner samtidig at de ønsker helst å benytte PAC for å «unngå utfordringene med plassering». Dette er fordi det øker faren for at selgeren kan utøve markedsmakt.

### **6.2.2 Hvordan kan valg av prismodell påvirke markedet**

Som det kommer frem i presentasjonen av funnene, fremkom det svært få argumenter på den positive siden for en PAB-modell i LFM. Aggregator 2 og NODES trekker frem at i et kontinuerlig marked, gir PAB muligheten til å hele tiden oppdatere fleksibiliteten og priser. Det gjør det fleksibelt for selger å ta del i markedet, der de kan svare på endringer i sine omgivelser. Enten ved økte kostnader eller å kunne endre volumet de byr inn opp og ned ved behov. I pilotfasen av et LFM når mye er i endring, kan det tenkes at det er en fordel. Nettselskap 2 påpeker at PAB trolig er den enkleste modellen i etableringsfasen av et LFM. Argumentet er at den er enkel å forstå for begge parter. Hvis du blir aktivert som selger så får du den prisen du har bydd inn og nettselskapet vet akkurat hvor mye de betaler for den fleksibiliteten.

Det fremkommer spesielt to ulemper med PAB. Den første er risiko for markedsmakt og -manipulering. NODES påpeker at «du kan ha en dominerende posisjon i markedet og utnytte den». Informanten utdyper videre «siden alle bud ligger ute på markedsplassen, gir det en mulighet for en dominerende aktør til å skvise ut konkurrenter». I tillegg nevner Statnett «hvis du ligger plassert i nettet og vet at det er en flaskehals oppstrøms eller nedstrøms for der ressursen din er», da vet du at du blir aktivert for å løse denne flaskehalsen. Da er det en risiko

for markedsmanipulering, siden selger kan presse opp prisen. Prismodellen gir i sin helhet insentiver til å by så høyt som mulig, innenfor prisrekkevidden som aktiveres av kjøper.

### **6.2.3 Hvilken prismodell fungerer best i LFM**

Dagens LFM er et illikvid marked, noe som påvirker valget av prismodell. Selv om de fleste informantene stiller seg mest positive til en PAC-modell, virker de bevisste over dagens situasjon. En forutsetning for å ha et effektivt marked med PAC er at det eksisterer konkurranse. Når Statnett, som har et landsdekkende reservemarked med PAC, benytter seg av ressurser til spesialregulering handles denne unntaksvis etter PAB hvis flaskehalsen ikke kan løses med aktivering etter PAC. Fordi de da må velge et bud som er dyrere enn marginalprisen på grunn av geografisk plassering. Når det gjelder Statnetts spesialregulering kan det trekkes en parallell mot LFM når det brukes som virkemiddel knyttet til kapasitetsutfordringer. Det at Statnett ikke har klart å opparbeide seg tilstrekkelig likvide marked i noen geografiske områder, kan tyde på at det kan være utfordrende å få til i et lokalt marked også. Til sammenligning har Statnett et minstevolum for å være med i markedet sitt på 1MW. Dermed kan et LFM muligens tiltrekke seg interesserte tilbydere av fleksibilitet som ikke er store nok for Statnetts marked.

Gjennom intervjuene ble det forsøkt å kartlegge om prismodeller kan bidra til et mer velfungerende marked, ved å løse opp i enkelte andre barrierer. Etersom det var varierende kunnskap knyttet til prismodeller, ble det utfordrende. Det er derimot flere som argumenterer for tilrettelegging av bedre forståelse av markedet. Det kan virke som at den største barrieren er at nettselskapene ikke har tilstrekkelig volum, dermed kan en PAB-prismodell, som nettselskap 2 argumenterer for, «en enkel prismodell vil i det minste ikke heve terskelen for deltakelse». Siden alle bud ligger åpent i PAB gir det pristransparens på selgersiden, som kan hjelpe andre aktører som vil bli med i markedet med investeringsbeslutningen (NordicREG, 2016). Selv om et flertall på selgersiden vurderte insentivene til å by ved PAC som høyere.

Nettselskap 1 kommenterer at ved å ha PAC blir det LFM «mer kompatibelt med Statnetts markeder». Det kan derfor tenkes at ved å benytte samme prismodell så kan det være med å lette DSO-TSO-koordinering og muligheten til å delta i flere markeder.

Enkelte har argumentert rundt regulatoriske barrierer, at det er nødvendig med et tydeligere regelverk på tvers av ulike LFM i landet. Gjennom intervjuene har det blitt henvist til det LFM som er tilknyttet Euroflex, flere informanter har nevnt at de også samarbeider med andre piloteringer på dette området. Det kan tenkes at prismodell også kan standardiseres for å gjøre

det lettere for aggregatorene på tvers av nettområder og markeder. Det kan derimot tenkes å være utfordrende når nettområdene har ulikt behov, mengde aktører og derfor konkurranse i sine områder. Hvor spørsmålet om det er PAB eller PAC som er mest effektiv kan ha ulikt svar.

Flere av informantene argumenterte for at PAC vil være en foretrukket prismodell. I dag benyttes PAB ettersom det er «svært få tilbydere innenfor hvert kjøpsområde» (nettselskap 2). Statnett peker også på at «PAB vil være den modellen vi starter med». Det vil være nødvendig med flere tilbydere for at man skal kunne få en effektiv klarering med PAC. Ettersom nettselskap 2 stiller spørsmål om man noen gang får tilstrekkelig konkurranse i enkelte nettområder, samt Statnetts kommentar om at ved nettselskapets bruk av LFM foreligger det «alltid et geografisk element i aktiveringen», om man i det hele tatt kan ta i bruk PAC på et LFM som benyttes til kapasitetsutfordringer i et geografisk avgrenset område. Det er mange aktører som har pekt på at det LFM må modnes. Hvis markedet i fremtiden utvikler seg til å være et effektivt virkemiddel til å løse nettselskapets utfordringer, vil det trolig trekke inn flere tilbydere. Da kan det være at markedet kommer i en situasjon der det er høyere konkurranse og nok selgere til at PAC blir en effektiv prismodell i LFM.



## 7 Konklusjon

Med den økende elektrifiseringen som resulterer i høyere belastninger i kraftnettet, er LFM introdusert som et virkemiddel for å håndtere dette. Denne utredningen har til hensikt å kartlegge hvilke utfordringer som eksisterer i dagens LFM og betydningen av prismodeller.

For å avgrense utredningens omfang, ble det introdusert to forskerspørsmål som er blitt undersøkt i utredningen. Det er følgende:

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?
2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

I dette kapitlet oppsummeres utredningen ved å trekke frem de viktigste funnene for hvert av forskerspørsmålene. Avslutningsvis vil presenteres utredningens avgrensninger og forslag til videre studer.

### 7.1 Hvilke utfordringer finnes det i det lokale fleksibilitetsmarked i dag?

Det har blitt utført intervjuer med informanter som representerer ulike interesser for å identifisere barrierer knyttet til at LFM ikke er et velfungerende marked. Kartleggingen av barrierer viste at det er sammensatte barrierer som påvirker hverandre.

Forutsigbarhet ble nevnt som en viktig utfordring som innebærer flere barrierer. Det at nettselskapet kan føle seg trygge på at aggregatorer kan tilby tilstrekkelig fleksibilitet når det trengs for å løse en kapasitetsutfordring er essensielt. Samtidig må aggregatorer føle seg trygge på at opparbeidet fleksible ressurser i porteføljen faktisk blir aktivert. Begge poenger blir påpekt av de respektive informantene er en mangelvare. Nettselskapene er interessert i større volumer tilgjengelige og aggregatorene vil ha flere aktiveringer.

Det er flere grunner til at aggregatorer ikke har tilstrekkelig fleksible ressurser i sin portefølje. Argumenter som forbrukers egen kjennskap om fleksibilitet, usikker inntektsside og risiko for egen drift nevnes av aggregatorene. I dag eksisterer LFM kun i enkelte steder i landet og kun i pilot-prosjekter. Dette skaper også en usikkerhet for hvor aktivt aggregatorene skal etterspørre fleksibilitet hos kunder.

For å sikre at nettselskapene har tilgjengelige fleksible ressurser, er det etablert langvarige avtaler. Disse kalles Longflex-kontrakter i Euroflex, nettselskapet avgjør hvor lang tidsperiode avtalen strekker seg over. Longflex består av et tilgjengeligledd og et aktiveringsledd, som innebærer at aggregator må legge inn bud i Shortflex-markedet til en allerede fastsatt pris når nettselskapet har behov. Det at aggregator får en kompensasjon i tilgjengelighetsleddet er også med på å redusere den usikre inntektssiden. Blant selgersiden har det blitt nevnt at usikker inntektsside er en inngangsbarriere. Introduksjonen av langvarige avtaler fører også til utfordringer for tilbydersiden. Det at man forplikter seg til å legge inn Shortflex-bud til en allerede fastsatt maksimal pris kan være problematisk, både ved at det er vanskelig å vite hvor store volumer aggregator kan ha tilgjengelig for aktivering i porteføljen over lengre perioder, samt risikoen for å låse en ressurs til et marked.

Det er naturlig å tenke seg at inntekten på fleksibilitet kan avgjøre hvor attraktivt det er å stille ressurser tilgjengelig. Samtidig uttrykker samtlige som uttalte seg om prisforventninger, at det forventes en lavere pris fremover.

Flere av aggregatoren peker på muligheten for å kunne delta i flere markeder samtidig, nemlig multimarkedsintegrasjon. Når det installeres styringssystemer vil det være naturlig å få mest mulig utnyttelse av det, og ettersom flere aktører mener at DSO og TSO sjeldent trenger samme ressurs samtidig, vil det være muligheter for å kunne stille fleksibilitet tilgjengelig i begge markeder samtidig. Dersom det blir reguleringer som tillater å få tilgjengelighetsbetalt for å være med i flere markeder, kan det tenkes at flere aktører med større volumer kan være med i nettselskapenes langvarige avtaler.

Det er klart at LFM fremdeles er i en piloteringsfase, og flere aktører påpeker at det må modnes før man kan se et velfungerende marked. For å øke volumet av tilbydere og fleksibilitet i markedet vil en økt forutsigbarhet for aggregatorene være essensiell. Herunder ligger trygghet for at markedet vil bestå og at inntekten forsvarer en satsing fra deres side. Funnene tyder på at langsiktige avtaler og muligheten til å delta i flere markeder kan bidra til det. Det handler om å konkretisere usikkerhetsmomentene for å skape en trygghet i markedet.

Denne utredningen har kartlagt flere utfordringer knyttet til LFM i dag. I det konseptuelle rammeverket har det blitt presentert utfordringer, men i hovedtrekk fra nettselskapers synspunkt. Funnene i denne utredningen belyses av alle aktuelle roller i LFM. Hovedfunnene i denne utredningen vil være at det i dag foreligger uforutsigbarhet. Det at det ikke er tilstrekkelig volum for nettselskapene til å ta i bruk LFM og for få aktiveringer til at aggregator aktivt søker

etter fleksibilitet i sin portefølje virker som en stor utfordring. Usikkerhet for at LFM også eksisterer etter endt pilotering er en viktig barriere mot at selgere vil satse på å selge fleksibilitet.

## **7.2 Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende marked?**

Det andre forskerspørsmålet søkte å belyse hvordan prismodeller påvirker markedet. Det har vært forsøkt å finne relevant teori om prismodeller i et LFM, men det har vist seg utfordrende. Diskusjonen har derfor hovedsakelig tatt utgangspunkt i funnene fra innsamlet empiri fra kvalitative intervju.

Det første viktige funnet var at de fleste aktørene hadde lite kunnskap om prismodellene. Det var likevel en overvekt av aktørene som så PAC som den enkleste modellen med størst insentiver for selgersiden. Fra intervjuene fremkommer det derimot to store utfordringer med PAC. Når kjøpsområdene i det LFM er så lokale som de er, så er det ikke tilstrekkelig med konkurranse til at det kan holdes en effektiv auksjon. I tillegg ble det påpekt at for netthåndtering, så er geografisk plassering av ressursen du aktiverer viktig. For at en auksjon skal kunne fungere, må det da være god konkurranse og et likvid marked. Statnett som har velfungerende og likvide markeder må noen ganger benytte spesialregulering, for å løse flaskehals.

For PAB var det færre positive utsagn, men det blir påpekt at den er fleksibel og enkel. Du har muligheten til å hele tiden justere priser og volum, samtidig som du byr inn den prisen du ønsker. Hvis en selger blir aktivert, er de garantert at det er til en pris de er fornøyd med. Ulempen med PAB er at det er en risiko for markedsrett og manipulering, siden alle budene ligger tilgjengelig på NODES. I forbindelse med flaskehalsbehandling så kan du misbruke din plassering i forhold til en svakhet i nettet.

Kombinasjonen av få aktører som motvirker en effektiv auksjon og at ved flaskehalsproblematikk kan ikke nettselskapet velge det spesifikke budet som løser deres problem gjør at PAC-auksjoner er vanskelig å gjennomføre i det LFM. Slik som tilstanden er i markedet i dag, så peker funnene fra denne utredningen mot at PAB er den mest hensiktsmessige modellen. Hvis det i fremtiden blir en økning av tilbydere så vil det være verdt å ta diskusjonen på å bytte til PAC, siden den under riktige forutsetninger, er en mer effektiv klareringsmetode.

Et viktig funn for dette forskerspørsmålet er at det på generelt grunnlag er lite kunnskap blant de ulike aktørene knyttet til prismodeller, og derfor også effekten av egenskapene til PAB og PAC. Hovedfunnet knyttet til dette er at PAC er den mest ønskede prismodellene blant selgersiden, men aktørene nevner også at dagens prismodell (PAB) fungerer. Dessuten påpeker informantene som har noe dybdekunnskap om temaet, at PAB er den mest aktuelle prismodellen der LFM er i dag, og det er fremdeles uklart om LFM noen gang blir tilstrekkelig likvid til at PAC kan fungere på dette markedet.

### **7.3 Utredningen begrensninger og forslag til videre studier**

Denne utredningen har søkt å belyse hvilke barrierer som hindrer et velfungerende LFM. Herunder ligger nettselskapets utfordringer knyttet til å ta det i bruk, men også aggregators barrierer ved å tilby fleksibilitet. Aktørene som er inkludert i studien stammer hovedsakelig fra det LFM som omfattes av Euroflex, men det eksisterer flere LFM i Norge som benyttes til ulike formål. Problematikken rundt aggregators utfordringer er derimot såpass generell at det trolig vil ha relevans også for andre LFM i Norge. Nettselskapenes behov vil variere og ettersom denne utredningen kun inkluderer synspunkter fra to nettselskap, begrenser det grunnlaget for å konkludere med noe på et generelt grunnlag på vegne av den gruppen aktører.

Datagrunnlaget for denne utredningen er begrenset til å basere seg på ti intervjuer. Dette er for å sikre tilstrekkelig tid til gjennomføring, analysering og presentere funnene. Innen enkelte temaer ble det som nevnt ikke oppnådd metningspunkt. Dermed vil flere intervjuer antageligvis føre til at forskerspørsmålene belyses med flere argumenter enn det som fremkommer i denne utredningen.

Når utredningen har vurdert prismodeller så har den reflektert rundt hvordan PAB og PAC sine egenskaper synes å virke i markedet som det er i dag. På grunn av tids- og ressursbegrensninger er det ikke gjennomført kvantitativ analyse for å underbygge de kvalitative resultatene.

Resultatene viser at aggregatorene møter en rekke barrierer i møte med å tilby fleksibilitet. Hvor utredningen vurderer forutsigbarhet på inntekt og markedets eksistens som størst. De praktiske implikasjonene er at dette må bedres for å sikre at det er attraktivt å tilby fleksibilitet i LFM. Hvis ikke aggregators situasjon forbedres risikerer nettselskapet at markedet ikke når et ønskelig nivå. For nettselskap handler det om å få opp likviditeten, og derav volumet, i markedet, som skaper høyere konkurranse og lavere priser. Hvis det legges til rette for at selgere

kan tilby samme ressurs i flere markeder kan forutsigbarheten på inntekt økes, som kan øke likviditeten i markedet ved å tiltrekke seg flere tilbydere.

Det henger sammen med forslaget til videre studier. LFM er avhengig av å komme i en situasjon der det tar utgangspunkt i konkrete kostnader, inntekter og behov. Ellers risikerer det å bli uinteressant for både aggregator og nettselskap når pilotmidlene tar slutt.

Videre studier på det LFM kan ta for seg en kvantitativ analyse som søker å hjelpe nettselskap med å sette pris på fleksibilitet. En modell som viser til hva betalingsvilligheten til nettselskap kan være, basert på alternative kostnader, utsatte investeringer og andre virkemidler, vil bidra til å sette en mer reell markedspris. Det vil også bidra til å kartlegge behovet for fleksibilitet. Alle studier som søker å konkretisere elementer av LFM som blir sett på som barrierer, kan øke forutsigbarhet for aktørene og være med på å ta LFM fra pilot til et levedyktig kommersielt marked.

## Referanseliste

- Afry. (2021, 12. oktober). *Nordic flexibility markets – Practical experience and lessons learned from Germany*. [https://afry.com/sites/default/files/2021-10/nordic\\_flexibility\\_markets\\_webinar\\_v100\\_0.pdf](https://afry.com/sites/default/files/2021-10/nordic_flexibility_markets_webinar_v100_0.pdf)
- Agder Energi Nett. (2022). *Regional kraftsystemutredning for Agder 2022–2041*. <https://cdn.sanity.io/files/zfag0g0w/glitre-prod/dbe31af0868a137b90ee28fc733f7297fce19328.pdf>
- Alvesson, M. (2011). *Interpreting interviews*. Sage.
- Ausubel, L. M. & Milgrom, P. (2005). *The Lovely but lonely Vickrey auction*. <https://web.stanford.edu/~milgrom/publishedarticles/Lovely%20but%20Lonely%20Vickrey%20Auction-072404a.pdf>
- Bjørnebye, H. (2020). *Hva betyr EUs ren energi-pakke for Norge?* [https://api.klimastiftelsen.no/wp-content/uploads/2020/05/NK3\\_2020\\_ren-energi.pdf](https://api.klimastiftelsen.no/wp-content/uploads/2020/05/NK3_2020_ren-energi.pdf)
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*, Oxford university press.
- Bush, T. (2013). *Akademisk skriving: for bachelor og masterstudenter*. Fagbokforlaget.
- Creswell, J. W. & Miller, D. L. (2000). Determining validity in quantitative inquiry. *Theory into Practice*, 39. s. 124–134. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2)
- Elhub AS. (u.å.). Rollebeskrivelser og koder. Hentet 20. februar 2024 fra <https://elhub.no/aktorer-og-markedsstruktur/aktorenes-roller/rollebeskrivelser/>
- Energifakta Norge. (2024, 22. januar). *Forsyningssikkerhet*. <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/forsyningssikkerhet/>
- Engan, Ø. & Byermoen, T. (2023, 31. august). *I morgen blir det ny strømstøtte*. Hentet 31. januar 2024 fra <https://e24.no/norsk-oekonomi/i/pQkpeo/i-morgen-blir-det-ny-stroemstoette>
- Euroflex. (u.å.). *Dette har skjedd*. Hentet 28. februar 2024 fra <https://www.euroflex.no/historien>
- Europeiske Union. (2019). *Clean energy for all Europeans*. <https://data.europa.eu/doi/10.2833/9937>
- Fornybar Norge. (u.å.). *Derfor er strømprisen uvanlig høy*. Hentet 31. januar 2024 fra <https://www.fornybarnorge.no/strommarked/derfor-er-stromprisen-hoyere-i-ar-enn-i-fjor/>
- Forskrift om kontroll av nettvirksomhet. (1999). *Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariff* (FOR-2023-12-22-2415). Lovdata. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1999-03-11-302>

- Forskrift om systemansvaret i kraftsystemet. (2002). *Forskrift om systemansvaret i kraftsystemet* (FOR-2021-06-29-2284). Lovdata.  
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2002-05-07-448>
- Førsund, R. R. (2011). *Hydropower Economics: an overview*. University of Oslo.  
<https://www.uio.no/studier/emner/sv/oekonomi/ECON4930/v11/undervisningsmateriale/Hydropower%20economics4.pdf>
- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (1967). The discovery of grounded theory. *Strategies for Qualitative Research*. Aldine.
- Glitre Nett. (u.å.-a). *Nettleiepriser privatkunder*. Hentet 18. januar 2024 fra  
<https://www.glitrenett.no/kunde/nettleie-og-priser/nettleiepriser-privatkunde>
- Glitre Nett. (u.å.-b). *Nettleiepriser større bedriftskunder*. Hentet 13. februar 2024 fra  
<https://www.glitrenett.no/kunde/nettleie-og-priser/nettleiepriser-storre-bedriftskunder>
- Glitre Nett. (u.å.-c). *Om Glitre Nett*. Hentet 16. januar 2024 fra <https://www.glitrenett.no/om-Glitre-Nett>
- Glitre Nett. (2023, 21. november). *Vi er blitt Glitre Nett*. <https://www.glitrenett.no/aktuelt/vi-er-bli-tilt-glitre-nett>
- Gobo, G. (2009). Re-conceptualization: old issues in an new frame. In P. Alasuutari, L. Bickman and J. Brannen (eds): *The Sage Handbook of Social Research Methods*. Sage. 193–213.
- Heinrich, C., Ziras, C., Jensen, T. V., Bindner, H. W. & Kazempour, J. (2021). A local flexibility market mechanism with capacity limitation services. *Energy Policy*. 156.  
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112335>
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (3. utg.). Cappelen Damm.
- Jenssen, Å., Fiksen, K., Tennbakk, B. & Wikum, M. (2017). *Aggregatorrollen, fleksibilitetsmarkeder og forretningsmodeller i energisystemet*. THEMA rapport 2017-20.  
[https://www.enova.no/download?objectPath=upload\\_images/3BD44BEB78B2464CA\\_B46DF44B08E4BAD.pdf&filename=Lokale%20fleksibilitetsmarkeder%20og%20aggregatorrollen.pdf](https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/3BD44BEB78B2464CA_B46DF44B08E4BAD.pdf&filename=Lokale%20fleksibilitetsmarkeder%20og%20aggregatorrollen.pdf)
- Lange, S., Sokolowski, P. & Yu, X. (2022). An efficient, open-bid procurement auction for small-scale electricity markets. *Applied Energy*, 314.  
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118867>
- Lislebø, O., RenéeNaper, L., Havskjold, M., & Bakken, E. (2012). *Nettplan Stor-Oslo: Alternativer til nettinvesteringer*. <https://www.statnett.no/globalassets/her-er-vare-prosjekter/region-ost/nettplan-stor-oslo/alternativer-til-nettinvesteringer-2011.pdf>
- Meland, P., Wahl, S. T. & Tjeldflåt, A. (2006). *Forbrukerfleksibilitet i det norske kraftmarkedet*.  
[https://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapportA/2006/oppdragsrapportA2006\\_07.pdf](https://publikasjoner.nve.no/oppdragsrapportA/2006/oppdragsrapportA2006_07.pdf)

- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded Sourcebook*. Sage.
- NODES. (u.å.). *Flexibility*. Hentet 22. januar 2024 fra <https://NODESmarket.com/flexibility/>
- Nordic Council of Ministers. (2017). *Flexible demand for electricity and power: barriers and opportunities*. [https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/12/Flexible-demand\\_Barriers-and-opportunities.pdf](https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/12/Flexible-demand_Barriers-and-opportunities.pdf)
- Nordic Energy Regulators. (2016). *Status report on regulatory aspects of demand side flexibility*. <https://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2016/12/NordREG-Status-report-on-regulatory-aspects-of-demand-side-flexibility.pdf>
- NorFlex. (u.å.). *Historien*. Hentet 19. januar 2024 fra <https://www.norflextech.no/historien>
- Norgesnett. (u.å.). *Hva du kan gjøre for å spare nettleie*. Hentet 07. februar 2024 fra <https://norgesnett.no/kunde/ny-nettleie/spare-pa-ny-nettleie/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019-a). *Bruk av reguleringsressurser i DSOenes nett – prissetting og incentiver*. [https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2019/eksternrapport2019\\_08.pdf](https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2019/eksternrapport2019_08.pdf)
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019-b). *Endringer i regelverket om anleggsbidrag styrker vernet av kundene*. <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/nytt-frar-me/nyheter-reguleringsmyndigheten-for-energi/endringer-i-regelverket-om-anleggsbidrag-styrker-vernet-av-kundene/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2019-c). *Hvem er Reguleringsmyndigheten for energi?* Hentet 16. februar 2024 fra <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/om-rme/dette-er-rme/hvem-er-reguleringsmyndigheten-for-energi/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2021-a). *Inntektsrammer*. <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/ec3744e9-48b2-41b1-8c27-b433474dc47f/202119109/3425689>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2021-b). *KILE-ordningen*. <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/36e42f1b-1888-48a9-a54f-c6e21ae5e67b/202119109/3425692>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022-a). *Hva er budområder og flaskehals?* <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/slik-fungerer-kraftsystemet/hva-er-budomraader-og-flaskehals/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022, 19.oktober-b ) *I kraftsystemet handler mye om fysikk*. <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/slik-fungerer-kraftsystemet/i-kraftsystemet-handler-mye-om-fysikk/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022-c). *Kraftsituasjonen: Fjerde kvartal og året 2022*. [https://www.nve.no/media/15154/kvartalsrapportq4\\_2022.pdf](https://www.nve.no/media/15154/kvartalsrapportq4_2022.pdf)
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022, 02.desember-d). *Leveringsplikt*. <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/stroem/leveringsplikt/>



- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022-e). Metode for datautveksling "Key Organisational requirements, roles and responsibilities (KORRR).  
[https://www.nve.no/media/13363/21\\_01213-3-vurdering-av-metode-for-korrr-iht-sogl-art-40.pdf](https://www.nve.no/media/13363/21_01213-3-vurdering-av-metode-for-korrr-iht-sogl-art-40.pdf)
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022, 01. juli-f). *Ny nettleie (fra 1. juli 2022)*.  
<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/nett/ny-nettleie-fra-1-juli-2022/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2023-a). *Sluttrapport for innføringen av avanserte måle- og styringssystemer (AMS)*.  
[https://publikasjoner.nve.no/rme\\_rapport/2023/rme\\_rapport2023\\_02.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rme_rapport/2023/rme_rapport2023_02.pdf)
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2023, 30. mars-b). *Tilknytning med vilkår om utkobling*.  
<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettilknytning/leveringsplikt/tilknytning-med-vilkaar-om-utkobling/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2024, 18. januar). *Økonomisk regulering av nettselskap*.  
<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/oekonomisk-regulering-av-nettselskap/>
- Olje- og energidepartement. (2022). *Nett i tide*.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/9dabbb7fb58e4bb297f4388696570460/no/pdfs/nou202220220006000dddpdfs.pdf>
- Oren, Shmuel S. (2004). *When is a pay-as bid preferable to uniform price in electricity markets*. Power Systems Conference and Exposition. [10.1109/PSCE.2004.1397542](https://doi.org/10.1109/PSCE.2004.1397542)
- Regjeringen. (2012, 02. mars). *Vi bygger Norge – om utbygging av strømmettet*.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/19472ee2fcc54a0eaae169972fd61c98/no/pdfs/stm201120120014000dddpdfs.pdf>
- Regjeringen. (2021, 11. juni). *Energi til arbeid – langsiktig verdiskaping fra norske energiressurser*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-36-20202021/id2860081/?ch=1>
- Regjeringen. (2023, 08. desember). *Regjeringens strømtiltak*.  
<https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/regjeringens-stromtiltak/id2900232/?expand=factbox2900261>
- Scottish and Southern Electricity Networks. (u.å.). *Pay as bid and pay as clear*. Hentet 09. februar 2024 fra <https://ssen-transition.com/blog/pay-as-bid-and-pay-as-clear/>
- Sekaran, A., & Bougie, R. (2016). *Research methods for business: a skill-building approach*. John Wiley & Sons Ltd.
- Statkraft. (u.å.). *Vannkraft*. Hentet 10. januar 2024 fra <https://www.statkraft.no/var-virksomhet/vannkraft/>
- Statnett. (u.å.-a). *Om Strømpriser*. Hentet 30. januar 2024 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/om-strompriser/>

- Statnett. (u.å.-b). *Reservemarkedskalkulator: hvor mye kan du tjene på å være fleksibel?* Hentet 07. februar 2024 fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/kraftmarkedet/reservemarkeder/reservemarkedskalkulator/>
- Statnett. (2018-a). *Fleksibilitet i det nordiske kraftmarkedet 2018–2040.* <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/2018-Fleksibilitet-i-det-nordiske-kraftmarkedet-2018-2040/>
- Statnett. (2018-b). *Roller i balansemarkedene og vilkår for aggregerte bud.* <https://www.statnett.no/contentassets/d27d9d5efd7a4371abe2b17c97ef4a64/27-august-2018-roller-i-balansemarkedene-og-aggregering.pdf>
- Statnett. (2018-c). *Sekundærreserver – aFRR.* Hentet 06. februar fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/kraftmarkedet/reservemarkeder/sekundærreserver/>
- Statnett. (2018-d). *Slik fungerer kraftsystemet.* Hentet 16. februar 2024 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/slik-fungerer-kraftsystemet/>
- Statnett. (2018-e). *Tertiærreserver – mFRR.* Hentet 07. februar fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/kraftmarkedet/reservemarkeder/tertiærreserver/>
- Statnett. (2019). *Framtidig prisfølsomhet til sluttbrukerne: sluttrapport iFleks.* [https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/forskning-og-utvikling/vare-sentrale-fou-prosjekt/ifleks\\_sluttrapport-4.pdf](https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/forskning-og-utvikling/vare-sentrale-fou-prosjekt/ifleks_sluttrapport-4.pdf)
- Statnett. (2020-a). *Norge har et betydelig potensial for forbrukerfleksibilitet i sektorene bygg, transport og industri.* [https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020\\_07.pdf](https://publikasjoner.nve.no/faktaark/2020/faktaark2020_07.pdf)
- Statnett. (2020-b). *Raske frekvensreserver – FFR.* Hentet 20. februar 2024 fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/kraftmarkedet/reservemarkeder/ffr/>
- Statnett. (2021-a). *Frequency containment process - oppsummering av ny FCR-spesifikasjon.* <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/utvikling-av-kraftsystemet/nordisk-frekvensstabilitet/fcp-pilot-2021/vedlegg-1---veiledning---nye-fcr-krav-oppsummert---pilotunderlag.pdf>
- Statnett. (2021-b). *Vilkår: for tilbud, aksept, aktivering og prising i aktiveringsmarkedet for mFRR.* <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/systemansvaret/retningslinjer---horinger/21-00574-1-vedlegg-til-retningslinjer-for-fos--11---vilkar-for-mfr-fra-q4-2022.pdf>
- Statnett. (2021-c). *Vilkår: for tilbud, aksept, aktivering og prising i kapasitetsmarkedet for aFRR (sekundærreservemarkedet).* <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/market/reservemarkeder/afrr/vilkar-for-afrr-sekundærreserver---gjeldende-fra-7.12.2022.pdf>
- Statnett. (2022-a). *Lokale fleksibilitetsløsninger testes i Statnetts regulerkraftmarked.* Hentet 16. januar 2024 fra <https://www.statnett.no/for-aktorer-i->

[kraftbransjen/nyhetsarkiv/lokale-fleksibilitetslosninger-testes-i-statnetts-regulerkraftmarked/](https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/forskning-og-utvikling/fou-konferansen/session-3---lecturer-3-kl.-1330---knut-styve-hornnes---stability-management-in-power-electronics-dominated-systems.pdf)

- Statnett. (2022-b). *Stability management in power electronics dominated systems*. <https://www.statnett.no/globalassets/om-statnett/forskning-og-utvikling/fou-konferansen/session-3---lecturer-3-kl.-1330---knut-styve-hornnes---stability-management-in-power-electronics-dominated-systems.pdf>
- Statnett. (2022-c). *Vilkår - tilbud, aksept, aktivering, rapportering og avregning i marked for FCR til Statnett*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/systemansvaret/retningslinjer-fos/systemansvaret---vedlegg-til-retningslinjer-for-fos--9---vilkar-for-markedet-for-primarreserve-fcr2.pdf>
- Statnett. (2023-a). *FCR aktørmøte*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/systemansvaret/reservemarkeder/231027---aktormote-fcr.pdf>
- Statnett. (2023-b). *Forbruksutvikling i Norge 2022–2050*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/lma/forbruksutvikling-i-norge-2022-2050---delrapport-til-lma-2022-2050.pdf>
- Statnett. (2023-c). *Introduksjon til reservemarkedene*. <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/systemansvaret/kraftmarkedet/reservemarkeder/introduksjon-til-reserver/>
- Statnett. (2023-d). *Områdeplan Sør-Rogaland og Agder: dialogmøte Kristiansand 27. januar 2023*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/omradeplaner/27.01.2023-dialogmote-omradeplan-sor-rogaland-og-agder---kristiansand.pdf>
- Statnett. (2023-e). *Vilkår for tilbud, aksept, rapportering og avregning i markedet for raske effektreserver (FFR)*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/systemansvaret/retningslinjer-fos/systemansvaret---vedlegg-til-retningslinjer-for-fos--9---vilkar-for-ffr.pdf>
- Statnett. (2023-f). *Vilkår for sesongmarkedet for mFRR-kapasitet*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/systemansvaret/retningslinjer-fos/systemansvaret---vedlegg-til-retningslinjer-for-fos--9---vilkar-for-kapasitetsmarkedet-for-mfrr-11.02.2024.pdf>
- Statnett. (2024). *Norsk støttedokument for FCR kravene*. <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/market/reservemarkeder/fcr/norsk-stottedokument-for-fcr-kravene-v2024-01-05.pdf>
- Sæle, H (2020). Flexibility potential at Norwegian households – customer evaluations and system benefits. *17th International Conference on the European Energy Market (EEM)*. 1–5. <https://doi.org/10.1109/EEM49802.2020.9221911>
- Sæle, H., Sandell, S., Istad, M., & Zenebe Degafa, M. (2022). *FlexOps DPI Testcase*. SINTEF Energi. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/3065217/2022-00856.pdf?sequence=1>

- Söder, L., Lund, P. D., Koduvere, H., Bolkesjø, T. F., Rossebø, G. H., Soysal, E. R., Skytte, K., Katz, J., & Blumberga, D. (2018). A review of demand side flexibility potential in Northern Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 654–664.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.104>
- Tensio. (2022). *Kraftsystemutredning for Nord-Trøndelag 2022–2042*.  
[https://tn.tensio.no/kraftsystemutredning-for-nord-trondelag-og-bindal/\\_attachment/download/95bb4a02-111a-4d36-b266-0f8d68eb50a1:89a8be51e9959482e9a6a2aa693d48bd47256114/KSU%202022%20TN%20Hovedrapport.pdf](https://tn.tensio.no/kraftsystemutredning-for-nord-trondelag-og-bindal/_attachment/download/95bb4a02-111a-4d36-b266-0f8d68eb50a1:89a8be51e9959482e9a6a2aa693d48bd47256114/KSU%202022%20TN%20Hovedrapport.pdf)
- THEMA Consulting Group. (2017). *Demand response in the Nordic electricity market: input to strategy on demand flexibility*. <http://dx.doi.org/10.6027/TN2014-553>
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal akademisk.
- Tuovila, A. (2024, 28. januar). *Marginal cost meaning, formula and examples*. Hentet 09. februar 2024 fra <https://www.investopedia.com/terms/m/marginalcostofproduction.asp>
- Vefsnmo, H., Hermansen, T. S., Kjølle, G., & Sand, K.. (2020). *Scenarier for fremtidens elektriske distribusjonsnett anno 2030-2040*. CINELDI / SINTEF Energi.  
<https://hdl.handle.net/11250/2681944>
- Vennemo, H., Erlandsen, A., Grorud, C., & Skjelvik, J. (2017). *Flexible demand for electricity and power: Barriers and opportunities*. Nordic Energy Research.  
[https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/12/Flexible-demand\\_Barriers-and-opportunities.pdf](https://www.nordicenergy.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/12/Flexible-demand_Barriers-and-opportunities.pdf)
- Verdens Gang. (u.å.). *Strømprisen*. Hentet 13. februar 2024 fra <https://www.vg.no/stromprisen/>
- Wang Høiem, K., Mathiesen, V., Bakken Sperstad, I., & Sæle, H. (2021). *Mulighetsstudie: bruk av fleksibilitet i nettselskap*. Energi Norge.  
<https://www.fornybarnorge.no/contentassets/72d407b08a0045b59de36c5545a58069/bruk-av-fleksibilitet-i-nettselskap-2021.pdf>
- Willems, B. & Yu, Y. (2023). *Bidding and investment in wholesale electricity markets: discriminatory versus uniform-price auctions working paper*. TILEC Discussion Paper. <https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/TSE/documents/conf/2022/energy/you.pdf>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: design and methods*. (6. utg.). Sage Publications.
- Öberg, L. Ø. (2023, 04. september). *Ny strømstøtte fra 1. september*. Hentet 30. januar 2024 fra <https://www.huseierne.no/nyheter/ny-stromstotte-fra-1.-september>
- Å Energi. (2023, 01. februar-a). *Ny markedsplass frigjør plass i nettet*.  
<https://www.aenergi.no/no/nyheter/ny-markedsplass-frigjor-plass-i-nettet>
- Å Energi. (2023, 18. april-b). *Nytt prosjekt skal utnytte strømnettet bedre*.  
<https://www.aenergi.no/no/nyheter/nytt-prosjekt-skal-utnytte-stromnettet-bedre>

## Vedlegg 1 - Intervjuguide

Hvordan kan handel i et lokalt fleksibilitetsmarked løse flaskehalsproblematikk?

1. Hvilke utfordringer finnes i det lokale fleksibilitetsmarkedet i dag?
2. Hvordan kan ulike prismodeller bidra til å realisere et velfungerende fleksibilitetsmarked?

### Forskerspørsmål 1

Hvordan opplever du at LFM fungerer i dag?

- Hva fungerer/fungerer ikke

Hva skal til for at det blir et velfungerende marked?

Hva opplever du er de største barrierene mot kjøp og salg av fleksibilitet?

### Forskerspørsmål 2

Hvordan har den nåværende prismodellen blitt bestemt?

- Har du påvirkningskraft på valg av prismodell?

Hvordan tror du markedet vil påvirkes av ulike prismodeller?

- Hvilken prismodell tror du vil fungere best i LFM?
- Opplevde fordeler og ulemper med PAB?
- Opplevde fordeler og ulemper med PAC?

Føler du at enten PAB eller PAC gir større insentiver for aggregator?

Tror du at en annen prismodell enn de to nevnte hadde fungert bedre?

### Oppfølgingsspørsmål til aggregator:

- Hvordan opplever du at LFM fungerer i dag?
- Hva skal til for at det blir et velfungerende marked?
- Hva opplever du er de største barrierene mot kjøp og salg av fleksibilitet?
  - Forutsigbarhet:
    - Prosjektene er kjørt i piloter og demoer, gir det nok forutsigbarhet?
    - Er det en usikkerhet rundt om prisen man får betalt er reell?
  - Er det noen regulatoriske barrierer eller mangler?
  - Er mangel på TSO-DSO koordinering en barriere mot å tilby fleksibilitet i det lokale fleksibilitetsmarkedet?
- Benytter dere en teknisk aggregator?
  - Et strømselskap vi har snakket med, påstår det er normalt å ha en teknisk aggregator. Er dere enige i det?
  - Hvorfor tror du ikke flere strømselskap tar på seg rollen som fullverdig aggregator?
- Hva gjør dere som aggregator for å tilegne dere kunder i LFM?
  - Hvordan opplever dere villighet/evne til å tilby fleksibilitet blant kunder?
- Opplever dere at nettselskapene er aktive på å etterspør fleksibilitet?
- Har dere prognoser om potensiale av forbrukerfleksibilitet hos deres kunder?
- Hvordan tror dere utviklingen fremover vil være?
- Opplever dere at dere har tilgjengelige reserver der nett opplever behov?
- Ser dere muligheter for forretningsmodeller knyttet til LFM?
  - Er det et satsingsområde?
- Hvilken rolle skal/kan dere spille i det lokale fleksibilitetsmarkedet?
- Hvordan oppleves risiko for ikke-levert fleksibilitet?
- Hvilke synspunkter har dere rundt Longflex-avtaler, slik som i mFRR-reservemarkedet til Statnett?
  - Større forutsigbarhet?
- I det lokale fleksibilitetsmarkedet brukes i dag PAB, hvordan opplever du at det fungerer?
  - Hva er ulempen med den prismodellen?
- I TSO markedene benyttes hovedsakelig PAC, tror du det hadde fungert bedre enn PAB gjør i det lokale fleksibilitetsmarkedet?

- Hvorfor/hvorfor ikke?
- Tror du at en av de prismodellene gir større incentiver for dere som aggregator og også for sluttkunden? I forhold til å tilegne seg størst mulig volum.
- Vil typen laster dere har gjøre at PAB eller PAC er mer gunstig?
- Nå er de lokale fleksibilitetsmarkedene i piloter og demoer, tror du at prismodellen burde endre seg fra nå og når markedet er modent?

#### Oppfølgingsspørsmål til nettselskap:

- Hvordan fungerer fleksibilitetsmarkedet i dag?
- Hvordan er deres rolle i dette markedet?
- Hva ønsker dere å få ut av fleksibilitetsmarkedet?
- Hvilken rolle spiller dere i dag for å få et bedre fungerende marked?
  - Hva mangler for at det blir et velfungerende marked?
- Hvilke barrierer har dere for kjøp av fleksibilitet?
- Flere aktører nevner manglende DSO-TSO-samarbeid som en barriere. Hvilke tiltak må til for at du mener TSO/DSO-koordineringen er fungerende?
- Hvordan tror du prisen på fleksibilitet vil utvikle seg fra dagens pris?
- Hvor stor del av fleksibiliteten blir anskaffet gjennom kjøp i det lokale fleksibilitetsmarkedet?
- Hvor stort og hvor ofte har dere behov for fleksibilitet?
- Tror du at UKT og TPV er et hinder for fleksibilitetsmarkedet?
- Opplevs det at aggregatorer byr når nett legger ut behov for kjøp?
  - Er det (kritiske) områder det er vanskeligere å få kjøpt fleksibilitet?
- Hvordan oppleves risiko for ikke-levert fleksibilitet?
- Hvilke synspunkt har dere rundt Longflex-avtaler, slik som i mFRR-reservemarkedet til Statnett?
  - Hvordan relateres det til prismodellen? Er det da en standardisert pris for å stå tilgjengelig og ved aktivering?
- Hvordan har den nåværende prismodellen blitt bestemt?
  - Har du påvirkningskraft på valg av prismodell?
- Hvordan tror du markedet vil påvirkes av ulike prismodeller?
  - Hvilken prismodell tror du vil fungere best i LFM?

- Opplevde fordeler og ulemper med PAB?
- Opplevde fordeler og ulemper med PAC?
- Nå er de lokale fleksibilitetsmarkedene i piloter og demoer, tror du at prismodellen burde endre seg fra nå og når markedet er mer modent?

Oppfølgingsspørsmål til Statnett:

- Hva driver du med til daglig?
- Det blir kanskje sett litt utenfra, men hvordan opplever du at LFM fungerer i dag?
  - (hvis han har litt kunnskap om det) Hva tror du skal til for at det blir mer velfungerende?
  - (hvis ikke) Hva mener du er grunnlaget for et fungerende marked?
- Vi tenker det lokale fleksibilitetsmarkedet i størst grad kan sammenlignes med deres mFRR-marked, Hva kan LFM lære av Statnetts reservemarkeder?
- Dere har vært med i Norflex og Euroflex, hvilken rolle har dere i de prosjektene?
  - Det har vært nevnt at overskudds fleksibilitet på NODES har blitt tilbudt i deres markeder, er dette noe som ofte inntreffer?
  - Er dere andre måter dere har dratt nytte av Euroflex?
- Opplever du at nettselskapene ser på fleksibilitet som et reelt alternativ til tradisjonelle metoder å drifte nettet?
- Har dere vurdert konkurransen som kan oppstå gjennom at fleksibilitet kan tilbys flere steder?
  - Eller er det slik at det som ofte gagnar DSO også gagnar dere?
  - Motstridende interesser?
- Flere aktører nevner manglende DSO-TSO-samarbeid som en barriere. Hvilke tiltak må til for at du mener TSO/DSO-koordineringen er fungerende?
  - Hvor langt har dere kommet i å løse dette?
  - For slik det er nå, så kan vel i teorien en ressurs være i flere markeder samtidig?
  - I forhold til figuren din på side 8 i powerpointen, Hvilke negative virkninger kan ønsket aktivering få?
  - gitt at DSO eller TSO ønsker å kjøpe fleksibilitet, men det påvirker den andre negativt. Er det noen som får sine interesser prioritert? Eller er det slik at den



av dere som får problemet da må løse det på en annen måte enn å kjøpe fleksibilitet.

- I hovedsak benytter jo dere PAC som prismodell, hvorfor landet dere på det?
  - Er det noen ulemper ved denne prismodellen?
  - Vi ser at dere har mulighet benytte PAB ved unntak, hvorfor ville ikke PAB-modell som standard fungert like bra?
    - Er det noen fordeler ved PAB-modellen?
    - Inntreffer det ofte at dere kjøper fleksibilitet etter PAB-prinsippet?
  - tror du det vil passe best også i LFM?