

**Aggregatorrollen, fleksibilitetsmarkeder og
forretningsmodeller i energisystemet**

På oppdrag fra Enova
Desember, 2017

THEMA Rapport 2017- 20

Om prosjektet**Om rapporten**

Prosjektnummer:	ENA-17-01	Rapportnavn:	Aggregatorrollen, fleksibilitetsmarkeder og forretningsmodeller i energisystemet
Prosjektnavn:	Aggregatorrollen og fleksibilitetsmarkeder	Rapportnummer:	2017-20
Oppdragsgiver:	Enova SF	ISBN-nummer	978-82-8368-017-1
Prosjektleder:	Åsmund Jenssen	Tilgjengelighet:	Offentlig
Prosjektdeltakere:	Kristine Fiksen Berit Tennbakk Malin Wikum	Ferdigstilt:	7. desember 2017

Brief summary in English

Local flexibility markets involving the demand side and small-scale generation and aggregators can alleviate the need for investments in the electricity grid. However, there are many potential barriers that impede the development of such markets in practice. We give an overview of the knowledge status and give our recommendations for Enova's forthcoming pilot project for local flexibility markets, as well as an assessment of how Enova can use existing support programmes to support the pilot.

Om THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6
0158 Oslo, Norway
Foretaksnummer: NO 895 144 932
www.thema.no

THEMA Consulting Group tilbyr rådgivning og analyser for omstillingen av energisystemet basert på dybdekunnskap om energimarkedene, bred samfunnsforståelse, lang rådgivningserfaring, og solid faglig kompetanse innen samfunns- og bedriftsøkonomi, teknologi og juss.

Disclaimer

Hvis ikke beskrevet ellers, er informasjon og anbefalinger i denne rapporten basert på offentlig tilgjengelig informasjon. Visse uttalelser i rapporten kan være uttalelser om fremtidige forventninger og andre fremtidsrettede uttalelser som er basert på THEMA Consulting Group AS (THEMA) sitt nåværende syn, modellering og antagelser og involverer kjente og ukjente risikoer og usikkerheter som kan forårsake at faktiske resultater, ytelse eller hendelser kan avvike vesentlig fra de som er uttrykt eller antydning av slike uttalelser. Enhver handling som gjennomføres på bakgrunn av vår rapport foretas på eget ansvar. Kunden har rett til å benytte informasjonen i denne rapporten i sin virksomhet, i samsvar med forretningsvilkårene i vårt engasjementsbrev. Rapporten og/eller informasjon fra rapporten skal ikke benyttes for andre formål eller distribueres til andre uten skriftlig samtykke fra THEMA. THEMA påtar seg ikke ansvar for eventuelle tap for Kunden eller en tredjepart som følge av rapporten eller noe utkast til rapport, distribueres, reproduseres eller brukes i strid med bestemmelsene i vårt engasjementsbrev med Kunden. THEMA beholder opphavsrett og alle andre immaterielle rettigheter til ideer, konsepter, modeller, informasjon og "know-how" som er utviklet i forbindelse med vårt arbeid.

INNHold

1	HVORFOR ER LOKALE FLEKSIBILITETSMARKEDER RELEVANTE?	4
1.1	Formål med denne rapporten.....	4
1.2	Hvilke muligheter kan fleksibilitet fra nettkunder gi?	4
1.3	Lokal markedsløsning – hva er det?	7
1.4	Aggregering – hva er det?	7
1.5	Om rapporten	8
2	HVILKE VIRKEMIDLER KAN ENOVA BRUKE?	9
2.1	Håndtere markedssvikt	9
2.2	Virkemidler og deres prinsipielle egenskaper	11
3	UAVKLARTE SPØRSMÅL FOR LOKALE MARKEDSLØSNINGER	14
3.1	Oppsummering	14
3.2	Nettselskapene	15
3.3	Nettkundene er ikke så opptatt av energi og vil begrense usikkerhet	23
3.4	For aggregatorer innebærer det risiko å etablere seg i et marked	26
3.5	Hvordan organisere en markeds plass og hvordan handle fleksibilitet?	31
3.6	For regulator	35
3.7	For Statnett.....	37
4	HVORDAN KAN ENOVA BIDRA TIL Å REDUSERE BARRIERER?	39
4.1	Enova har flere virkemidler rettet mot nettkunder.....	39
4.2	En pilot er viktigst, men kan støttes av andre Enovaprogram.....	41
4.3	Teknologiutvikling	43
5	HVA ER VIKTIG I UTFORMINGEN AV EN STORSKALA PILOT?.....	44
5.1	Særlige relevante problemstillinger bør dekkes	44
5.2	Suksesskriterier for demonstrasjonsprosjektet	45
5.3	Hvilke aktører bør delta?.....	46
5.4	Organisering og håndtering av risiko.....	47
5.5	Samhandling med andre myndigheter, systemer og markeds plasser	50
5.6	Resultatspredning og læring på tvers.....	51
5.7	Utlysning av konkurransen.....	51
	REFERANSELISTE	53

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Formål med prosjektet

Enova forvalter en rekke energipolitiske virkemidler som skal bidra til å omstille Norge til et lavutslippssamfunn og styrke forsyningssikkerheten for energi gjennom teknologiutvikling og markedsendring. Utviklingen i effektbehovet kan påvirke forsyningssikkerheten negativt og føre til økte nettinvesteringer. En alternativ løsning kan være å utnytte fleksibilitet på forbrukssiden. Forbruksfleksibilitet kan være en viktig kilde til redusert effektbelastning i topplast, og dermed begrense kostnadsutfordringen på alle nettnivå.

Utvikling av gode markedsløsninger og aggregatorer vil være viktig for å utnytte fleksibilitet fra forbrukere, lokal industri og produksjon på en god måte. Det overordnede målet med rapporten er å vurdere hvilke problemstillinger som må avklares for å etablere lokale fleksibilitetsmarkeder og aggregatorers rolle i dette og hvorvidt storskala piloter vil være et godt virkemiddel å ta i bruk for Enova. Det inngår også å vurdere hvordan Enovas øvrige virkemiddelapparat kan bidra til å utvikle lokale markedsløsninger og en aggregatorrolle.

Et lokalt fleksibilitetsmarked og en aggregatorrolle kan gi økt effektivitet i kraftsystemet

Lokale fleksibilitetsmarkeder kan være et nytt alternativ til nettinvesteringer eller driftstiltak som løsning på kapasitetsutfordringer og feilsituasjoner. Nettselskap vil i en slik løsning betale nettkundene for å endre på forbruk eller produksjon og på den måten unngå overlast på nettkomponenter. Flexibiliteten kan kjøpes inn på ulike måter, men i en markedsløsning vil man søke å kjøpe fleksibilitet av den som kan løse nettutfordringer til en lavest mulig kostnad. Prissignaler i tariffen gir ikke samme effektivitet eller treffsikkerhet som man kan oppnå i et marked. Det vil imidlertid være mer krevende for nettkundene å forholde seg til markedet enn til forhåndsdefinerte prissignaler. Aggregatorer kan derfor være relevante, både for å forenkle deltakelse fra nettkundene og for å oppnå tilstrekkelig volum til at nettutfordringene kan løses og gi nettselskapene sikkerhet for at fleksibiliteten faktisk leveres når den er nødvendig.

Flere barrierer og uavklarte spørsmål gjør at lokale markeder ikke vil etableres av seg selv

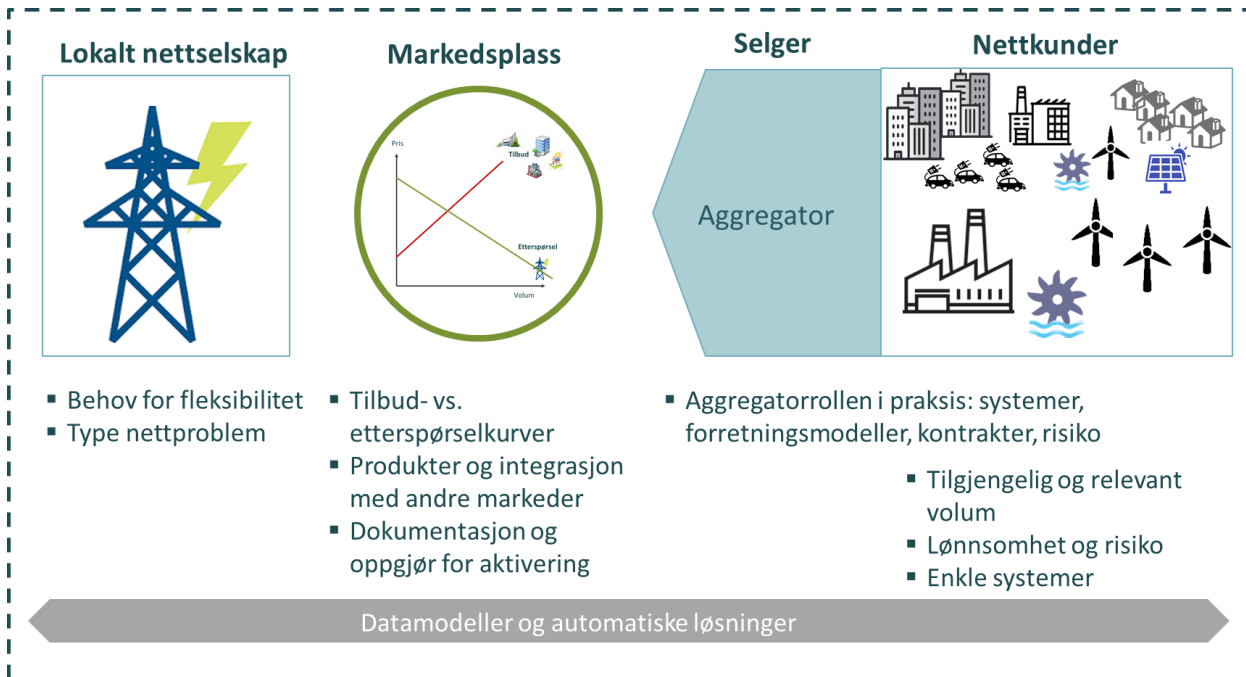
Det finnes mange barrierer for etablering av et lokalt fleksibilitetsmarked og for å ta i bruk aggregerte volumer fra nettkunder inn i det. Overordnet og på tvers av aktører er følgende særlig tydelige:

- *Begrenset informasjon/ kunnskap om attraktiviteten ved løsningen:* Verken behovet for eller verdien av fleksibilitet for nettselskapet er avklart. Det har flere årsaker: Tilgang på tilstrekkelig detaljerte data som først blir løst etter utrulling av AMS, kompleksiteten i å vurdere ulike løsninger på nettutfordringer opp mot hverandre og uklarhet om hvor mye fleksibilitet nettkundene kan bidra med og til hvilken verdi.
- *Nettverks- og skalaeffekter av løsningen gir positive eksterne effekter, men er krevende å løfte for enkeltaktører:* Det vil være svært utfordrende for en eller et fåtall aktører å etablere løsninger for en lokal markedsløsning alene. Det er mange tema som må avklares og det er behov for skala på tilbudssiden for at aggregatorløsninger skal være aktuelle. I tillegg kan man forvente skalaeffekter av et lokalt fleksibilitetsmarked inn i andre markeder i kraftsystemet, som Statnetts reservemarkeder og energimarkedet, der tilsvarende fleksibilitet også er nyttig.
- *Incentiver og krav i nettreguleringen kan være en barriere og må avklares:* Tilknytningsplikt for ny produksjon er en direkte hindring i å bruke fleksibilitet fra produksjon til å løse nettutfordringer. Årsaken er at nettet i utgangspunktet må dimensjoneres for å dekke hele produksjonen, uten bruk av fleksibilitet. Det er videre uklart om de økonomiske incentivene i inntektsrammereguleringen er for svake til at nettselskapene velger å bruke fleksibilitet fra markedet, selv i tilfeller når fleksibilitet er det beste alternativet samfunnsøkonomisk. Disse reguleringene begrenser tilfellene når fleksibilitet kan tas i bruk, og dermed nettverkseffektene, men er ikke generelle hindre for løsningen. I tillegg er det noen områder i reguleringen som bør avklares og tydeliggjøres.

Barrierene over hindrer at fullskala markedsløsninger etableres av seg selv innenfor en relativt kort tidshorisont, men vi ser ikke at noen av barrierene er til hinder for å etablere piloter på dette området. Tvert imot finnes det både forretningsmodeller og tekniske løsninger for aggregatorer fra andre markeder og tidligere piloter. Det kan likevel være spesifikke områder der det mangler tekniske løsninger, men dette kan avdekkes gjennom søknadsprosesser og pilotene.

Når det gjelder regulatoriske barrierer, må mulighetene for fritak som er til hinder for en pilot avklares spesifikt med NVE. Som regulator er NVE opptatt av å finne gode løsninger som kan bidra til et mer effektivt kraftsystem, og er positiv til at et lokalt fleksibilitetsmarked testes ut. Det er derfor grunn til å tro at de vil legge til rette for piloter så lenge det ikke gir store negative virkninger for andre aktører.

Viktige problemstillinger som bør avdekkes i en pilot er vist under.



Andre av Enovas virkemidler kan støtte opp under en pilot og fullskala markedsløsninger

Enovas eksisterende virkemiddelapparat kan brukes sammen med pilotprosjektet for å løse noen av de ulike barrierene for et velfungerende lokalt fleksibilitetsmarked som identifisert. Pilotprosjektet er rettet mot aggregator og nettselskap, mens øvrige virkemidler rettes mot nettkundene. Enova har en rekke virkemidler knyttet til energibruk som kan virke sammen med og forsterke en pilot – og på lang sikt bidra til velfungerende lokale fleksibilitetsmarkeder. Dette gjelder særlig Enovas støtte til energiutredninger for bedrifter og styringssystemer hos husholdningene som begge kan bidra til en forenkling av markedsarbeidet for aggregatorer i en pilot. Enovas nettverk og kunnskap om hvilke bedrifter som har gjennomført energiutredninger kan brukes for å markedsføre deltakelse i en pilot overfor forbrukssiden. I og med at dette arbeidet er både krevende og kostbart, vil Enovas muligheter til å drive informasjonsarbeid være særlig verdifullt.

Gode piloter forutsetter en god prosess for utlysningen

Et pilotprogram bør tilpasses slik at de viktigste problemstillingene dekkes og at det i størst mulig grad gir svar på uavklarte spørsmål og skaper nytteverdi for samfunnet. Risikoen i pilotene bør reduseres ved at Enova kan stanse prosjektet underveis dersom det viser seg å ikke føre noe sted. Prosjektene bør derfor settes opp i ulike faser med exit-muligheter for hver fase. Søknader fra nettselskap og aggregatorer som ligger langt framme på området bør prioriteres slik at pilotene i størst mulig grad kan bygge på eksisterende systemer og løsninger hos de enkelte deltakerne. Nettkundene bør imidlertid inkluderes bredt for å få erfaring med ulike typer forbrukere og et tilstrekkelig volum til å teste relevansen for ulike typer nettutfordringer. Hvor mange piloter som bør etableres og hvordan de bør organiseres, avhenger av hvordan man veier kompleksitet, fleksibilitet

og forutsigbarhet opp mot hverandre. Det er fortsatt stor usikkerhet i hvordan et lokalt fleksibilitetsmarked best kan testes ut i praksis. Det er derfor viktig å invitere aktørene til dialog om både innhold, omfang og organisering før selve utlysningen, men i selve utlysningen bør det være tydelig hva som er målsetningen med prosjektet og hvordan søknader blir vurdert opp mot dette målet.

1 HVORFOR ER LOKALE FLEKSIBILITETSMARKEDER RELEVANTE?

Lokale fleksibilitetsmarkeder kan være et alternativ til nettinvesteringer eller driftstiltak som løsning på kapasitetsutfordringer og feilsituasjoner i strømmettet. Nettselskap vil i en slik løsning betale kundene for å endre på forbruk eller produksjon og på den måten unngå overlast på nettkomponenter. Fleksibiliteten kan kjøpes inn på ulike måter, men i en markedsløsning vil man søke å kjøpe fleksibilitet av den som kan løse utfordringer til en lavest mulig kostnad. Prissignaler i tariffer gir ikke samme effektivitet eller treffsikkerhet som man kan oppnå i et marked. Det vil imidlertid være mer krevende for nettkundene å forholde seg til markedet enn til forhåndsdefinerte prissignaler. Aggregatorer kan derfor være relevante, både for å forenkle deltakelse fra nettkundene og for å oppnå tilstrekkelig volum til at nettutfordringer kan løses.

1.1 Formål med denne rapporten

Enova forvalter en rekke energipolitiske virkemidler som skal bidra til å omstille Norge til et lavutslippssamfunn og styrke forsyningssikkerheten for energi gjennom teknologiutvikling og markedsendring. En viktig faktor for forsyningssikkerheten i kraftsystemet er utviklingen i effektbehovet. Når effektbehovet øker, gir det behov for utbygging av ny produksjonskapasitet og for utbygging av nettet. Begge tiltakene kan være dyre, særlig hvis investeringene har kort brukstid, det vil si bare brukes i noen få timer i året når forbruket er på sitt høyeste. Et alternativ er å utnytte fleksibilitet fra nettkundene (husholdninger, offentlige bygg, næringsbygg, industri og lokale kraftprodusenter). Forbruksfleksibilitet kan være en viktig kilde til redusert effektbelastning i topplast, og dermed begrense kostnadsutfordringen for alle nettnivå.

I mange tilfeller vil det være krevende for enkeltkunder, også store/profesjonelle kunder, å gjøre tilpasninger av forbruket for å avhjelpe nettutfordringer og andre deler av kraftsystemet på egenhånd. Teknologi- og tjenesteleverandører som for eksempel aggregatorer kan bidra til at forbruksfleksibilitet kan utnyttes mer rasjonelt og på en enklere måte for både forbrukerkunder, netteiere og andre aktører/markeder i kraftsystemet. Enova har på denne bakgrunnen bedt THEMA om å utrede problemstillinger knyttet til lokale fleksibilitetsmarkeder og aggregatorer som utgangspunkt for å vurdere selskapets virkemiddelbruk innenfor dette området, herunder mulighetene for å etablere et storskala pilotprosjekt.

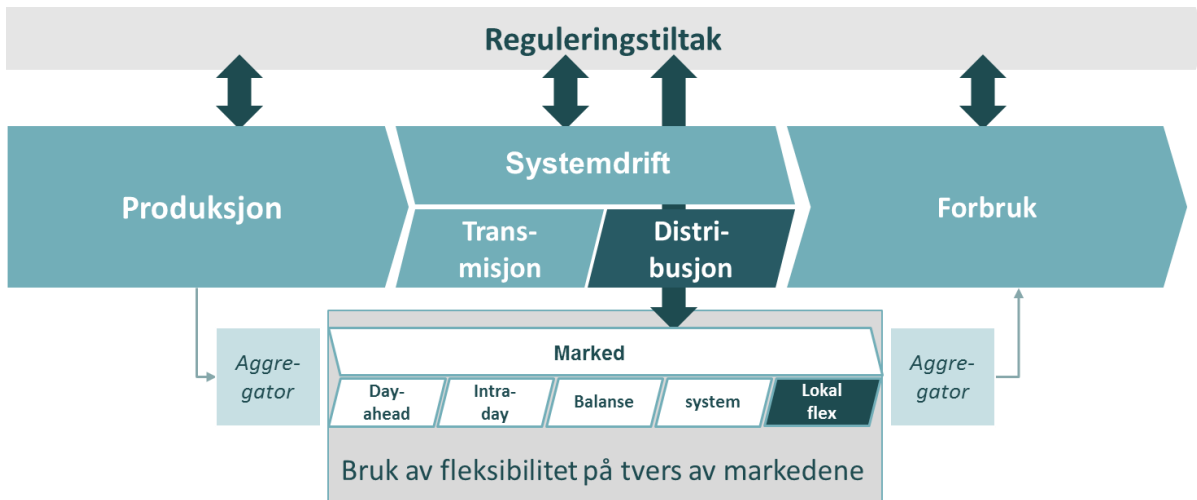
Det overordnede formålet med rapporten er å undersøke hvordan en aggregatorrolle kan fungere både på distribusjons-, regional-, og transmisjonsnettsnivå, både prinsipielt og i praksis. Målet er å konkretisere hvordan Enovas virkemiddelapparat kan bidra til å utvikle aggregatorrollen og et velfungerende marked for kjøp og salg av fleksibilitet. Det gjelder både direkte virkemidler som investeringsstøtte og lån, og FoU-finansiering av et storskala demonstrasjons-/pilotprosjekt.

1.2 Hvilke muligheter kan fleksibilitet fra nettkunder gi?

1.2.1 For kraftsystemet

Attraktiviteten av å ta i bruk forbruksfleksibilitet og aggregatorer avhenger av hvordan fleksibilitetsmarkeder og prising utformes. Samtidig må det tas hensyn til de fysiske sammenhengene i kraftsystemet. Bruk av fleksibilitet for å løse lokale nettutfordringer ett sted kan få konsekvenser for muligheten til å bruke den samme fleksibiliteten i andre sammenhenger. Når man skal utvikle aggregatorrollen, er det derfor avgjørende å se på muligheter og barrierer for bruk av fleksibilitet på alle områder i sammenheng.

Figur 1: Verdikjeden for kraft og en oversikt over aktører og markeder



Forbruksfleksibilitet, brukt på riktig måte, kan redusere kostnadene og øke effektiviteten i alle planleggingshorisonter i kraftsystemet, det vil si i utvikling, planlegging og drift som vist i figuren under. Hvor lønnsomt og attraktivt det er for forbrukere og aggregatorer å delta, varierer mellom de ulike områdene, og er sterkt avhengig av priser, markedsdesign og regulering både innenfor og på tvers av områdene og tidshorizontene.

Helt generelt vil utfordringer som oppstår plutselig i driftstimen være de mest krevende, og dermed også mest kostbart, å håndtere. Det er en viktig forskjell på uforutsette hendelser og planlagte avvik fra normal drift, som stans i forbindelse med vedlikehold. Markedene og løsningene i det norske og nordiske kraftsystemet er satt opp for å både avklare eventuelle utfordringer før driftstimen gjennom energimarkedene og prisincentiver og for at løsningene og hvilke ressurser som er tilgjengelige er avklart på forhånd. Det er også et samspill mellom de ulike delene av kraftsystemet og tidsdimensjonen i planleggingen. Ved innføring av et lokalt fleksibilitetsmarked må man derfor forstå og vurdere hvordan det vil påvirke andre deler av systemet.

Figur 2: Eksempler på nytteverdier av fleksibilitet for ulike aktører og tidshorisonter i kraftsystemet

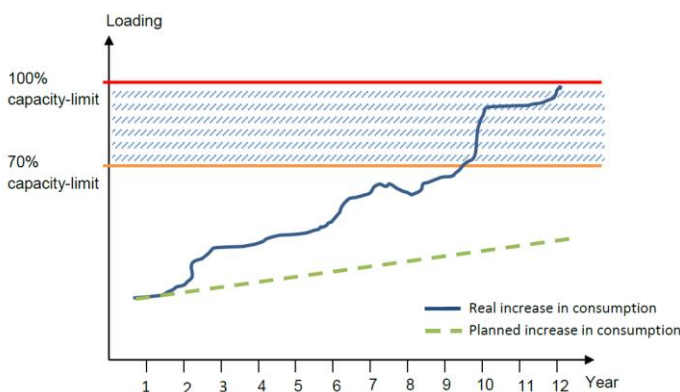
Planleggingshorisont	Flere år	Måneder-dager	Timer - minutter
Mål	LANGSIKTIG PLANLEGGING OG INVESTERINGER	DRIFTS-PLANLEGGING	DRIFTSTIMEN
Energi <ul style="list-style-type: none"> • Lønnsomhet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Økte krav til fornybar ▪ Investeringsincentiver vs. kapasitetdekning 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planlegge forbruk og produksjon neste døgn (timer) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unngå (u)balanse-kostnader
Systemstabilitet <ul style="list-style-type: none"> • Unngå black-outs • Sikre leveringskvalitet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimalisere nettinvesteringer vs. driftsløsninger 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etablere baseline for produksjon og forbruk ▪ Planlegge avvik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balansere forbruk og produksjon minutt for minutt ▪ Håndtere flaskehalser
Nett: <ul style="list-style-type: none"> • Redusere kostnader • Leveringssikkerhet og -kvalitet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimalisere nettinvesteringer vs. driftsløsninger 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planlegge vedlikehold og vurdere risiko ▪ Driftsplanlegging 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Feilretting ▪ Håndtere forstyrrelser

1.2.2 For nettselskapene spesifikt

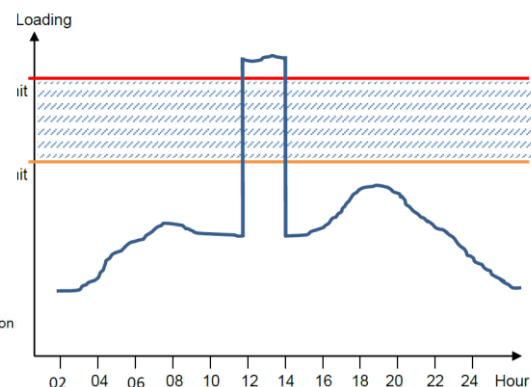
Nettselskapet kan ha flere ulike typer nettutfordringer der kjøp av fleksibilitetstjenester kan avhjelpe situasjonen:

- *Håndtere vekst i nettbelastning* opp mot kapasitetsgrensen i topplastperioder for å utsette forsterkninger, se Figur 3 under. Selv ved en gradvis vekst i forbruket vil det i en lang periode ofte bare være begrenset nettkapasitet i noen timer hver dag i topplastperioder, for eksempel morgen og ettermiddag i områder der forbruk fra boliger er det viktigste innslaget i forbrukskurvene. Dermed vil det være relativt forutsigbart for nettselskapet når det er kapasitetsknapphet, og man kan finne gode løsninger for å håndtere utfordringene og avklare eventuelle kjøp av fleksibilitet uker eller dager i forkant.
- *Håndtere planlagt utkobling til vedlikehold*. Utkoblinger til vedlikehold er som regel planlagt av nettselskapet flere måneder eller uker i forveien. Kjøp av fleksibilitet for å håndtere planlagte utkoblinger kan derfor også planlegges og avklares i god tid.
- *Håndtere uforutsett overlast* (på grunn av bortfall av forbruk, bortfall av produksjon) – se Figur 4 under. Uforutsette hendelser må løses etter at de har oppstått. Ordninger og avtaler for kjøp av fleksibilitet må likevel avklares på forhånd, slik at løsningen er klar når problemene oppstår. Dette krever dermed andre avtale- og kompensasjonsordninger enn de planlagte hendelsene. I tillegg er det viktig at fleksibiliteten kan tas i bruk på kort varsel og at man er sikker på at responsen er som avtalt.
- *Håndtere spenningsutfordringer*, for eksempel på grunn av mye distribuert produksjon ytterst på en lang nettleiding. Spenningsutfordringer og evt. absorbering av reaktiv må håndteres løpende i driften og krever en helt annen type fleksibilitet enn nettutfordringene over.

Figur 3: Rask økning i forbruket



Figur 4: Overlast ved utfall av forbruk/ produksjon



Kilde: iPower (2013a)

Utfordringene beskrevet over løses av nettselskapene i dag, uten bruk av en lokal markedsløsning. Statnett håndterer utfordringene i transmisjonsnettet med nasjonale markedsløsninger. Dagens fleksible tariff bidrar for de nettselskapene som har ordningen. I tillegg vil det alltid være et alternativ å gjøre forsterkninger i nettet dersom det totalt sett er beste løsning. Noen utfordringer kan oppnås ved hjelp av andre typer driftstiltak, som omkoblinger i nettet slik at flyten endres på en slik måte at utfordringen med overlast løses.

Noen typer utfordringer kan også løses ved at man stiller krav til nettkundene, for eksempel at elektriske apparater ikke skal kunne skape spenningsutfordringer eller reaktiv effekt. Nettselskapene har imidlertid ikke vide fullmakter med hensyn til hvilke restriksjoner de kan legge på sine kunder, men må forholde seg til begrensninger gitt av NVE. I kritiske situasjoner har imidlertid nettselskapene relativt vide fullmakter i å gjøre utkoblinger av både produksjon og forbruk, dersom alternativet er strømbrydd for en stor gruppe av nettkunder.

1.3 Lokal markedsløsning – hva er det?

Som beskrevet over, kan fleksibilitet utnyttes til mange formål. Flexibilitet kan også utløses på flere ulike måter. For nettselskap er virkemidlene for at kundene (frivillig) skal endre sin nettbruk: tariffer, rabatter i tariffer eller betaling for å endre kundenes forbruk/ produksjon, der tariffer er en såkalt prisbasert fleksibilitet og de to siste incentivbasert fleksibilitet. Mekanismene fungerer på ulike måter:

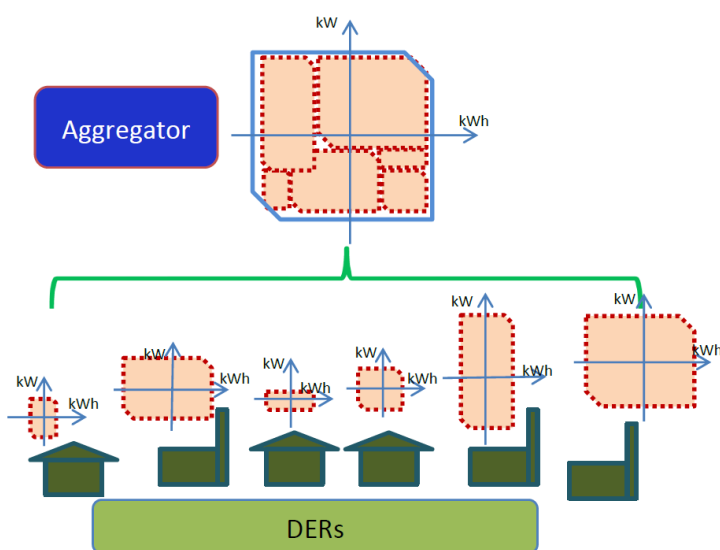
- Tariffer gir incentiver gjennom at ulikt forbruksmønster, ikke bare forbruksmengden, påvirker kostnaden ved å bruke energi. Installasjon av effektvakter i bygg og industri er et eksempel på tiltak som blir gjort som en tilpasning til incentiver i effekttariffer.
- Flere nettselskap gir rabatter på for eksempel 50-80 prosent av effektleddet i nettleien mot at kundene installerer utstyr som gjør at forbruket kan slås av dersom netttutfordringer tilsier det. Nettselskapene tilbyr denne ordningen til alle nettkunder som ønsker det.
- En lokal markedsløsning for fleksibilitet vil være en løsning der et nettselskap definerer et behov i hele eller deler av sitt nett og forbruksiden kan tilby sin fleksibilitet. Det kan imidlertid skje på ulike måter der kompleksiteten og krav til systemene øker:
 - Innkjøp av langsiktige bilaterale avtaler tilsvarende dagens fleksible forbruk, men innkjøpene skjer via auksjoner i områder der det finnes et spesifikt behov.
 - Innkjøp av langsiktig fleksibilitet via bud og/eller aggregatorer i områder med spesifikke behov.
 - Innkjøp av kortsiktig fleksibilitet (for eksempel neste dag eller umiddelbart) basert på løpende budkurver i et lokalt markedssystem (helst helautomatisk).
 - Innkjøp av kortsiktig fleksibilitet i et markedssystem som er integrert med andre markeder, for eksempel energimarkedet og Statnetts reservekraftmarkeder. Det vil være behov for koordinering/ prioritering mellom ulike formål.

I litteraturen er det mest oppmerksomhet om forbruksfleksibilitet fra energimarkedene, tariffer eller den mest kompliserte modellen med integrerte markedsløsninger mellom nettselskapene og systemoperatøren (Statnett).

1.4 Aggregering – hva er det?

En aggregator samler fleksibilitet i flere ulike laster, slik at fleksibilitet kan leveres i volum (MW) og tid (MWh) som kan dekke det etterspurte behovet, som illustrert i figuren under.

Figur 5: Hvordan flere forbrukere samlet kan dekke etterspørsel etter fleksibilitet



Kilde: iPower (2013b)

Generelt kan man dele aggregatorrollen i to:

- Fysisk aggregering: systemer og signaler for å slå av/på produksjon og forbruk
- Markedsaggregering: by fysiske aggregerte laster inn i ulike markeder som krever et balanseansvar

En slik todeling er relevant for å skille mellom tekniske løsninger ut mot forbrukere og budgivning/markedshåndtering. I en slik løsning kan man for eksempel lage tekniske løsninger for å ta i bruk fleksibilitet fra elbiler uten at man må etablere et balanseansvar. Denne fleksibiliteten kan da tas videre til en markedsaggregator som legger inn bud i markedene. Disse to delene av en aggregatorrolle vil imidlertid ofte være integrert hos en og samme aktør.

1.5 Om rapporten

Rapporten har følgende innhold:

- I kapittel 2 beskriver vi hvorfor det kan være ønskelig å bruke offentlige virkemidler generelt og diskuterer egenskapene til ulike typer virkemidler. Målet er å etablere en referanseramme for diskusjonen av problemstillinger knyttet til aggregatorrollen og fleksibilitetsmarkeder og på det grunnlaget identifisere muligheter for Enovas virkemiddelbruk.
- I kapittel 3 analyserer vi en rekke spørsmål knyttet til utformingen av fleksibilitetsmarkeder og aggregatorrollen med utgangspunkt i intervjuer, forskningslitteratur og annen offentlig tilgjengelig dokumentasjon. Målet er å identifisere barrierer og uavklarte spørsmål for etablering av lokale fleksibilitetsmarkeder og hva dette betyr innretninger på en eventuell pilot.
- I kapittel 4 vurderer vi om Enovas virkemiddelapparat generelt, og piloter spesielt, er egnet til å redusere barrierer og avklare åpne spørsmål identifisert i kapittel 3.
- I kapittel 5 gir vi avslutningsvis noen konkrete innspill til utformingen av det planlagte pilotprosjektet.

I arbeidet med rapporten har vi i tillegg til å gå gjennom relevant litteratur også gjennomført intervjuer med nettselskap, aggregatorer og andre aktører i Norge og andre land, samt diskutert foreløpige resultater med Enova. Alle konklusjoner og synspunkter står imidlertid for THEMA's regning alene. For en mer omfattende oversikt over relevant litteratur og bakgrunnsanalyser henviser vi særlig til IEA (2016), THEMA (2015), THEMA (2016) og iPower (2013a, 2013b).

2 HVILKE VIRKEMIDLER KAN ENOVA BRUKE?

Offentlig inngripen i markedet kan forsvares dersom det er markedssvikt eller styringssvikt som gjør at samfunnsøkonomiske eller politisk ønskelige prosjekter ikke gjennomføres av aktørene på egen hånd. Flere typer markedssvikt er relevante for etablering av et lokalt marked for fleksibilitet som vi skal vise senere i denne rapporten, men markedssvikt er ikke tilstrekkelig som begrunnelse for å sette i gang et virkemiddel. Ulike virkemidler må vurderes mot hverandre og opp mot allerede eksisterende virkemidler for å fungere mest mulig optimalt og redusere markedssvikten mest mulig effektivt. Egenskaper ved mulige virkemidler for å håndtere markeds- eller styringssvikt må derfor vurderes spesifikt for et lokalt marked for fleksibilitet og etablering av en aggregatorrolle.

I dette kapittelet gjør vi kort rede for samfunnsøkonomiske begrunnelser for offentlig virkemiddelbruk, hvilke av disse som kan begrunne piloten, og hvilke andre virkemidler Enova har til rådighet som kan støtte opp under en pilot. I kapittel 4 går vi på basis av denne redegjørelsen og beskrivelsen av barrierer i kapittel 3, mer konkret inn på hvordan ulike virkemidler kan bidra til å redusere barrierer for en vellykket pilot.

2.1 Håndtere markedssvikt

Det finnes flere grunner til at myndighetene gir støtte til energiomlegging eller tiltak som skal bidra til å styrke forsyningssikkerheten i kraftsystemet. Fra et teoretisk perspektiv kan slik støtte begrunnes med at aktørene ikke på egen hånd gjennomfører samfunnsmessig lønnsomme eller politisk ønskelige investeringer. At disse investeringene ikke gjennomføres, skyldes ulike former for markeds- og styringssvikt som offentlige tiltak og virkemiddelbruk kan korrigere.

Fra et prinsipielt samfunnsøkonomisk perspektiv, er det spesielt to momenter som kan forsvare offentlig inngripen i markedet:

- markedssvikt som er knyttet til de økonomiske egenskapene ved produktet eller markedet (som miljøkostnader og andre nytte- og kostnadsvirkninger som ikke uten videre belønnes via markedsprisene), og
- styringssvikt som skyldes regulatoriske, økonomiske eller tekniske barrierer som hindrer at lønnsomme investeringer og tiltak gjennomføres.

Oppfyllelse av politiske beslutninger og forpliktelser kan også være en selvstendig begrunnelse for virkemiddelbruk. Alternativt kan politiske forpliktelser ses som uttrykk for en korrigerende av markedssvikt, for eksempel som en implisitt verdsetting av et miljøgode. En slik forpliktelse kan ses som en korrigerende av en eksternalitet (se neste avsnitt).

2.1.1 Hva er markedssvikt?

Markedssvikt defineres som en situasjon der fri konkurranse ikke bidrar til det samfunnsmessig mest effektive utfallet. Da må offentlig sektor vurdere å gripe inn med tiltak dersom den optimale situasjonen skal nås. Det er ulike grunner til markedssvikt:

- I et *naturlig monopol* kan en bedrift forsyne hele markedet mer effektivt enn flere bedrifter som konkurrerer med hverandre. Et naturlig monopol er samfunnsøkonomisk optimalt grunnet kostnadsstrukturen i markedet og representerer ikke en markedssvikt dersom det er regulert på riktig måte. I et uregulert marked med naturlig monopol vil det bli produsert mindre av godet enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt fordi prisen settes for høyt.
- Ved *kollektive goder*, som karakteriseres ved at man ikke kan avgrense forbruket, vil det være vanskelig å skape nødvendig betalingsvilje fra brukerne fordi godet vil være tilgjengelig for alle uavhengig om de har betalt for det eller ikke. Dette kalles gratispassasjer-problemet. I et uregulert marked for kollektive goder vil det også bli produsert for lite av godet fordi produsenten ikke får betalt i henhold til verken kostnaden eller nytten ved produktet.

- *Eksterne virkninger*, også kalt *eksternaliteter*, innebærer at private aktører ikke tar inn over seg samtlige nytte- og kostnadsvirkninger av sine handlinger. Det oppstår dermed et gap mellom den samfunnsøkonomiske og privatøkonomiske verdien av produksjonen. Negative eksterne virkninger gir for høy produksjon, mens positive eksterne virkninger gir for lav produksjon. Utslipp av klimagasser som ikke er priset eller avgiftsbelagt, er et eksempel på en negativ ekstern virkning, mens kunnskapsspredning er et eksempel på en positiv ekstern virkning. Når et prosjekt genererer kunnskap som har ekstern virkning, kalles disse *kunnskaps-eksternaliteter*. I noen tilfeller øker nytten jo flere som bruker samme type teknologi eller løsning. Dette kalles *nettverkseksternaliteter* og kan oppstå både på etterspørsels- og på tilbudssiden i markedet. Når det er få aktører som bruker en løsning, kan det oppstå en situasjon hvor en ny løsning som ville gitt økt velferd, ikke spres i markedet. Dette kalles «teknologisk lock-in».
- *Ufullstendig eller asymmetrisk informasjon* kan føre til at produsenter og forbrukere ikke tar optimale valg. Asymmetrisk informasjon oppstår for eksempel ved at selger kan ha mer informasjon om varen enn kjøper, særlig i tilfeller der informasjonsinnhenting er spesielt kostbart eller tidkrevende for kjøperen. Dersom kjøperen er klar over dette, kan hun vegre seg fra å delta i transaksjonen. *Prinsipal-agent-problemet* refererer til situasjoner der skjevheten oppstår som følge av at en aktør (agenten) opptre på vegne av en annen (prinsipalen). Agenten, altså den som utfører, har gjerne et informasjonsovertak og kan også ha andre mål enn prinsipalen. Hvis informasjonen finnes, men er vanskelig tilgjengelig, øker det transaksjonskostnadene og reduserer interessen for å delta i markedet.
- *Begrenset rasjonalitet* bryter med vilkårene for fri konkurranse. Flere studier har avslørt at aktører ofte ikke tar rasjonelle økonomiske avgjørelser slik at selv privatøkonomisk lønnsomme handlinger ikke blir gjennomført, jf. nærmere omtale i blant annet THEMA og Vista Analyse (2013). I et samfunnsøkonomisk perspektiv kan også private aktører ha urimelig høy diskonteringsrente og avkastningskrav for avgjørelser med lang tidshorison.

På generelt grunnlag er det vanskelig å sette seg til doms over de beslutningene forbrukerne tar i spesifikke markeder og/eller situasjoner. I noen tilfeller kan tilsynelatende irrasjonalitet skyldes at alle kostnader ikke er inkludert (for eksempel alternativverdi av tidsbruk, kredittbegrensninger osv.), eller at alle nyttevirksomheter ikke er tatt med (for eksempel nytten kan noen gjennomføre tilsynelatende ulønnsomme investeringer fordi forbrukeren har glede av å være ekstra miljøvennlige, eller av å være tidlig ute med å ta i bruk ny teknologi). Ulike aktører kan videre ha ulik verdsetting av goder og tjenester, og det kan være transaksjonskostnader involvert som ikke er observerbare utenfra. Beslutninger som er tatt med begrenset informasjon, kan også ha et preg av irrasjonalitet, spesielt i etterkant når den nødvendige informasjonen for en optimal beslutning foreligger.

2.1.2 Hva er styringssvikt?

Styringssvikt kan oppstå dersom reguleringer på ett område påvirker beslutninger på et annet område. I et integrert energimarked kan for eksempel reguleringer i andre land innebære at beslutningene i det norske markedet ikke blir optimale. Ett eksempel er ulike rammebetingelser for fornybar kraftproduksjon i Norge og Sverige (fiskale skatter og residuale nettariffer) som innenfor det felles markedet for elsertifikater ville gi en suboptimal lokalisering av vindkraftprosjekter mellom Norge og Sverige. Slike skjevheter er et gangbart samfunnsøkonomisk argument for å justere tariffer og avgifter i Norge. Et annet eksempel er begrensninger på markedets mulighet til å finne en likevektspris, for eksempel fordi det er satt en maksimalpris i markedet.

Manglende markeder innebærer at en produsent leverer en tjeneste eller et gode som det ikke settes en markedspris på. Et eksempel kan være fleksibilitet som kraftprodusentene plikter å levere for å få tillatelse til å koble seg til nettet. Et annet eksempel er krav som settes til størrelse på leveranser og som forbyr leverandører under en viss størrelse å delta i markedet. For eksempel må man levere 5 MW fleksibilitet for å delta i flere av Statnett sine markeder. Spesifikke krav til hvor lenge forbruk må tåle å være koblet ut eller hvor raskt de må respondere er eksempler på produktdefinisjoner i dagens marked for forbruksfleksibilitet (Statnett og fleksibel tariff) som i praksis har samme effekt.

2.1.3 Markedssvikt ikke ensbetydende med virkemiddelbruk

Ifølge økonomisk teori krever optimal virkemiddelbruk at formålet med reguleringen først klart identifiseres. Typisk er første steg i en samfunnsøkonomisk analyse av virkemidler å identifisere hvilke markedssvikter som skal korrigeres. I neste steg vurderes ulike virkemidler etter hvor godt de korrigerer for de identifiserte markedssviktene. Det er imidlertid ikke slik at det i alle situasjoner er optimalt å bruke virkemidler for å korrigere for markedssvikt. Kostnaden av å intervensere i markedet kan overstige nytten. Dersom myndighetene skal gripe inn i markedet, må ulike virkemidler vurderes opp mot hverandre slik at man finner det virkemiddelet som fungerer best.

Optimalt sett brukes ett virkemiddel direkte mot en markedssvikt. Ved bruk av flere virkemidler på samme markedssvikt kan det oppstå problemer med virkemidler som trekker i ulik retning eller at det forekommer dobbeltreguleringer. Effekten av å subsidiere kollektivtransport vil påvirkes dersom andre transportmidler også subsidieres, for eksempel elbiler. I noen tilfeller kan det imidlertid være gode grunner til å bruke flere virkemidler og å bruke indirekte virkemidler. Et eksempel på et direkte virkemiddel mot CO₂-utslipp er pris på utslipp, mens støtte (i form av avgiftsfritak) til kjøp av elbil er et indirekte virkemiddel. Hvis CO₂-avgiften ikke kan settes på et optimalt nivå, for eksempel på grunn av karbonlekkasje, kan det være optimalt å bruke andre virkemidler i tillegg. For et gitt mål som skal oppnås, kan det finnes flere ulike markedssvikter, noe som kompliserer situasjonen. Støtte til elbiler kan for eksempel ses som FoU-støtte for å utvikle en umoden teknologi og som korreksjon for nettverkseksternaliteter knyttet til å bygge ut nødvendig ladeinfrastruktur. Generelt bør virkemidler ses i sammenheng med de samlede rammebetingelsene. Markeder og virkemidler vil påvirke hverandre og over tid.

Regjeringen har redegjort for åtte kriterier for næringspolitiske virkemidler. Utover punktene som er nevnt så langt, vektlegger de at virkemiddelet skal være enkelt å administrere, og forutsigbart for mottakerne med tanke på utvalgsriterier og tid før en avgjørelse tas.

2.2 Virkemidler og deres prinsipielle egenskaper

Økonomiske virkemidler som skatter, tariffen og avgifter, eventuelt fritak for avgifter, kan brukes til å *stimulere til en ønsket adferd*. Regulatoriske virkemidler som blant annet offentlige påbud, forbud, for eksempel tilknytningskrav, er først og fremst tiltak for å *forplikte aktørene til å handle på bestemte måter, eller hindre uønsket adferd*. Tiltak som tilrettelegger for eksisterende teknologi som for eksempel pilotprosjekter, *gjør det mulig* for aktørene å endre adferd, mens informasjonskampanjer synliggjør for aktørene *hvordan og hvorfor* de bør endre adferd. Offentlig støtte til forskning og utvikling vil kunne *påvirke teknologistatus* og dermed bedre morgendagens tilbud av tilgjengelige løsninger.

2.2.1 Pilotprosjekter som FoU og teknologiutvikling

Det er hovedsakelig tre typer markedssvikt som gjør at bedrifter engasjerer seg for lite i FoU. FoU-prosjekter generer kunnskapseksternaliteter og skaper kollektive goder. Gjennomførelsen av et FoU-prosjekt har også ofte en grad av ufullstendig og/eller asymmetrisk informasjon knyttet til seg. Enovas begrunnelse for å støtte pilotprosjekter er at det er en form for FoU. Målet ved pilotprosjekter er å teste nye produkter, prosesser eller tjenester som ikke er fullt utviklet, eller som ikke har vært brukt i stor skala. Dette kan bidra til teknisk forbedring, kunnskap om hensiktsmessig bruk og avdekking av for eksempel manglende infrastruktur.

Nytten av positive kunnskapseksternaliteter som genereres av et FoU-prosjekt tilfaller ikke bedriften i markedet, og inngår dermed ikke i den bedriftsøkonomiske lønnsomhetsvurderingen. Dette gjør at samfunnsøkonomisk lønnsomme FoU-prosjekter ikke alltid gjennomføres.

Den allment tilgjengelige kunnskapen man ender opp med etter endt pilotprosjekt klassifiseres som et kollektivt gode. Fordi bedriften selv ikke tilegner seg hele nytten av pilotprosjektet, reduseres incentivene for å gjennomføre det. Gratispassasjerproblemet oppstår her fordi alle kan benytte seg av kunnskapen et pilotprosjekt gir, men ingen vil betale for å gjennomføre prosjektet.

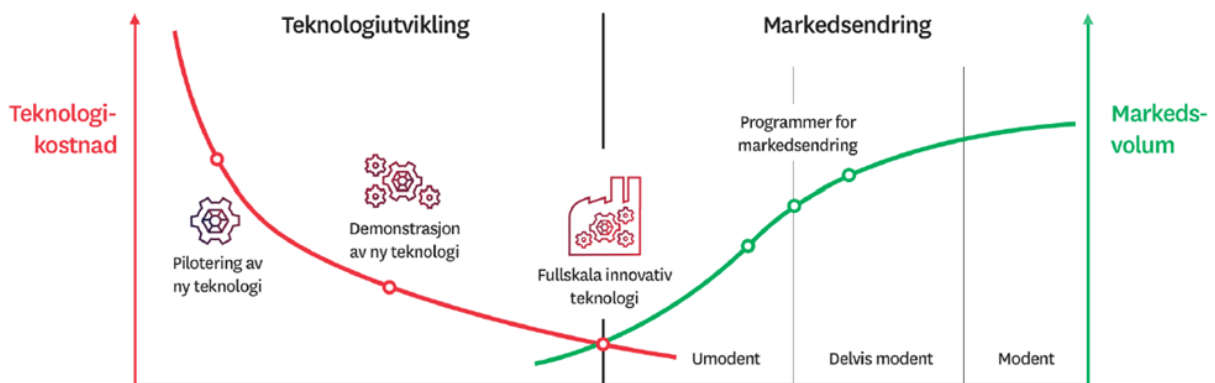
Det er knyttet usikkerhet til FoU-prosjekter, både fordi det er vanskelig å vurdere lønnsomheten på forhånd og hvor lang tid gjennomføringen vil ta. Slik usikkerhet representerer en risiko. Risiko øker

kravet om forventet avkastning for å gjennomføre prosjektet. Dersom bedriften mangler likviditet og er avhengig av ekstern finansiering, vil risiko gjøre lån dyrere, eller i verste fall umuliggjøre ekstern finansiering.

I et lokalt fleksibilitetsmarked vil aggregatoren, som opptrer på vegne av nettkundene, ha et informasjonsovertak overfor nettselskapene. Aggregator kan tenkes å ha privat informasjon om størrelsen på nettkundenes fleksibilitetsstilbud og egne kostnader. Denne informasjonen har stor betydning for størrelsen på kompensasjonen nettkundene skal motta for å tilby fleksibilitet. Aggregatoren har interesse av at markedet skal etableres, men vil ha incentiv til å skaffe seg en så stor andel av gevinsten som mulig.

Pilotprosjekter som er igangsatt og eventuelt støttet av myndighetene kan bidra til å redusere gapet mellom samfunnsøkonomisk optimalt nivå av pilotprosjekter og det som bedriftene vil finne det lønnsomt å sette i gang på egen hånd. Etter at piloteringen er gjennomført, blir risikoen ved å implementere en ny løsning redusert, og teknologien eller løsningen kan tas i bruk dersom det finnes hensiktsmessig. Dette spesifikke pilotprosjektet forventes å gi kunnskap om hvordan et fleksibilitetsmarked kan utformes, hva som mangler for at det skal være velfungerende, og hvor stor nytten av et slikt marked faktisk er. Før markedet etableres, er det usikkerhet knyttet til hvordan etterspørsels- og tilbudskurvene ser ut og hvor/om de krysses.

Figur 6: Plassering av virkemidler - teknologiutvikling og markedsending



Kilde: Enova

Det er mange ledd i utviklingen av en løsning eller teknologi, og ulike virkemidler er egnet på ulike stadier. Figuren kan brukes for å plassere virkemidler etter hvilke utfordringer i «FoU-kjeden» de skal løse. Et pilotprosjekt plasseres vanligvis under teknologiutvikling hvor prosessen eller produktet testes. Pilotprosjektet for et lokalt fleksibilitetsmarked tester ut hvordan et nytt markedskonsept kan utformes. Ny teknologi er nødvendig for at et slikt marked skal kunne etableres, men det er ikke hovedsakelig teknologien som piloteres. Pilotprosjektet skal bidra til en markedsending ved at det etableres et nytt marked, og kan dermed klassifiseres som en markedsending på umodent nivå.

2.2.2 Andre virkemidler

Som forklart i avsnitt 2.2.1 kan ulike typer markedssvikt gjøre det dyrt eller umulig å skaffe ekstern finansiering til prosjekter med høy samfunnsøkonomisk nytte. Ved å yte lån på gunstige vilkår, tar det offentlige på seg en del av risikoen i prosjektene. Dersom lånet i tillegg blir omgjort til støtte hvis tiltaket skulle vise seg å ikke være lønnsomt, tar det offentlige på seg hele nedsiderisikoen.

Virkemidler som øker informasjon kan også redusere risiko. Eksempler på slike virkemidler er tilskudd til anskaffelse av rådgivere eller ulike typer kartlegging.

Manglende prising av eksterne virkninger som utslipp av CO₂ eller nasjonale klimamål kan være en begrunnelse for å yte støtte til for eksempel utfasing av oljefyr eller bytte til fornybar energi. Støtte til overgang fra elektrisitet til andre, fornybare energikilder, kan i prinsippet begrunnes i hensynet til forsyningssikkerhet i kraftsystemet dersom de positive virkningene for forsyningssikkerheten ikke er reflektert i markedsprisene.

Tilskudd kan også gis på ulike måter for å øke lønnsomheten til prosjekter som genererer positive eksternaliteter og/eller kollektive goder. For eksempel kan det gis tilskudd til installasjon av nødvendig utstyr for bruk av produktet på etterspørselssiden. Dette vil øke etterspørselen etter produktet av prosjektet. I det aktuelle pilotprosjektet er det avgjørende at nettkundene har nødvendig teknisk utstyr og kunnskap om eget energiforbruk for å kunne delta. Vi kommer tilbake til dette i kapittel 3 og 4.

I markeder som er preget av nettverkseksternaliteter, kan myndighetsinngripen for å bygge opp og sikre spredning av tjenester i markedet være nødvendig og gi økt samfunnsøkonomisk nytte. I markedet for lokal fleksibilitet avhenger nytten til nettkundene både av antall andre nettkunder som tilbyr fleksibilitet men også av antall nettselskap som etterspør fleksibilitet. Tilsvarende avhenger nettselskapenes nytte både av antall andre nettselskap som etterspør fleksibilitet og av antall nettkunder som tilbyr fleksibilitet. Dette kalles tosidige nettverkseksternaliteter. Slike effekter vil finnes for hver klynge av nettkunder som tilbyr fleksibilitet i et område, og kan også øke dersom også Statnett også etterspør lignende fleksibilitet. Tosidige nettverkseffekter kan skape «høna-og-egget»-problematikk hvor nettkundene ikke skaffer seg nødvendig kunnskap eller teknisk utstyr for å kunne tilby fleksibilitet før et lokalt marked er opprettet. Samtidig opprettes ikke fleksibilitetsmarkedet fordi nettkundene ikke har nødvendig kunnskap eller teknisk utstyr for å kunne tilby fleksibilitet. Vi kommer tilbake til virkemidler som kan bidra til å løse slik problematikk i kapittel 4.

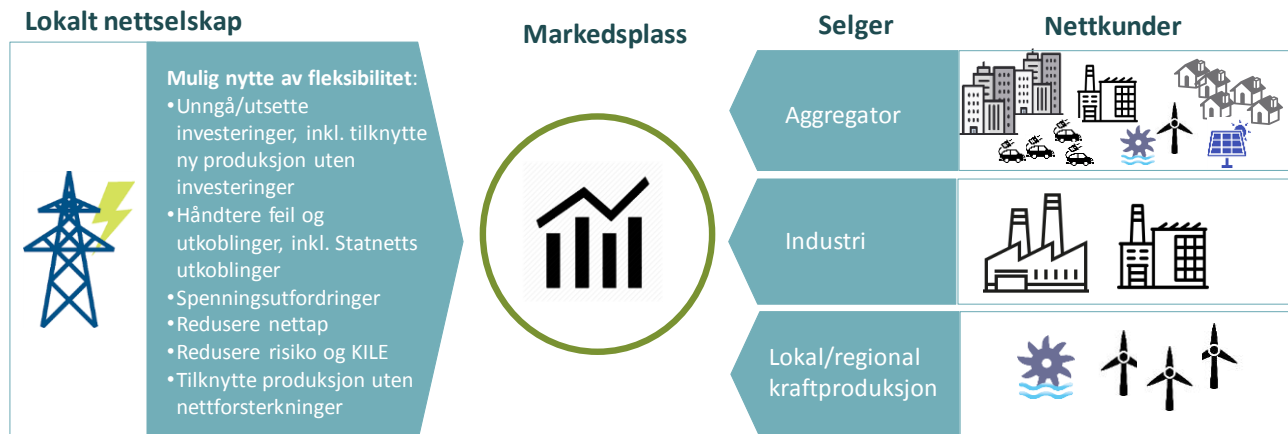
3 UAVKLARTE SPØRSMÅL FOR LOKALE MARKEDSLØSNINGER

Det finnes mange barrierer for etablering av lokale fleksibilitetsmarkeder og for å ta i bruk aggregerte volumer fra nettkunder inn i det. Mangel på informasjon og nettverkseffekter vil være markedssvikt som gjør det relevant å ta i bruk offentlige virkemidler for å komme videre. Nettselskapene har foreløpig ikke etablert en god forståelse for hvilke av deres nettutfordringer som kan løses ved å kjøpe fleksibilitet fra kunden, delvis fordi de ikke kjenner til hva forbrukssiden kan levere. Lønnsomheten er usikker for alle aktører i og med at betalingsviljen til nettselskapene og kostnader for forbrukerne ikke er avdekket. I tillegg er det mange praktiske forhold som ikke er testet ut i full skala. Det er identifisert løsninger på flere av disse områdene, og det ligger derfor til rette for at en pilot kan bidra til demonstrasjon og avklaringer dersom de relevante problemstillingene adresseres i prosjektene.

I dette kapitlet går vi gjennom barrierer og kunnskapsstatus relatert til hver av de relevante aktørene for et lokalt fleksibilitetsmarked som vist i figuren under: nettselskapet, aggregatorer og nettkunder (alle strømforbrukere og lokale kraftprodusenter) og markedsløsningen i seg selv. I tillegg diskuterer vi barrierer og aspekter som er viktige for Statnett som systemansvarlig og NVE som regulator. For hver aktørgruppe oppsummerer vi kunnskapsstatus i tre kategorier:

- Spørsmål som allerede er avklart og ikke trenger ytterligere forskning eller utredning før en pilot igangsettes
- Innspill til hvordan en pilot bør utformes
- Nytteverdien av en pilot

Figur 7: Oversikt over aktørene i en lokal markedsplass



3.1 Oppsummering

Overordnet og på tvers av aktører er det noen tydelige barrierer for lokale markedsløsninger for fleksibilitet:

- *Begrenset informasjon/ kunnskap om attraktiviteten ved løsningen:* Både behovet for og verdien av fleksibilitet for nettselskapet er ikke avklart, delvis fordi man ikke har tilstrekkelig med data før etter utrulling av AMS (avanserte måle- og styresystemer), fordi det er komplekst å vurdere ulike løsninger på nettutfordringer opp mot hverandre og fordi det er uklart hvor mye fleksibilitet nettkundene kan bidra med og til hvilken verdi.
- *Nettverks- og skalaeffekter av løsningen gir positive eksterne effekter, men er krevende å løfte for enkeltaktører:* Det vil være svært utfordrende for en eller et fåtall aktører å etablere en lokal

markedsløsning alene. Det er mange tema som må avklares og det er behov for skala på tilbudssiden for at aggregatorløsninger skal være aktuelle. I tillegg kan man forvente skalaeffekter av et lokalt fleksibilitetsmarked inn i andre markeder i kraftsystemet som Statnetts reservemarkeder og energimarkedet (Elspot) der tilsvarende fleksibilitet også er nyttig.

- *Incentiver og krav i nettreguleringen kan være en barriere og må avklares:* Tilknytningsplikt for ny produksjon er en direkte hindring i å bruke fleksibilitet fra produksjon til å løse nettutfordringer. Det er uklart om de økonomiske incentivene er for svake til at fleksibilitet fra markedet kan benyttes, selv i tilfeller når det er det mest samfunnsøkonomiske alternativet. Disse reguleringene begrenser tilfellene når fleksibilitet kan tas i bruk, og dermed nettverkseffektene, men er ikke generelle hindre for løsningen. I tillegg er det noen områder i reguleringen som bør avklares og tydeliggjøres som for eksempel betydningen for KILE-kostnader

Barrierene over er ikke til hinder for etableringen av en storskala pilot, men man må søke unntak dersom piloten forutsetter at forskriftskrav ikke overholdes. Krav til nøytralitet mellom selskap i samme konsern kan være et eksempel på krav som NVE kan vurdere å fravike i en pilotfase.

3.2 Nettselskapene

Den mest grunnleggende barrieren for etablering av et lokalt fleksibilitetsmarked er at nettselskapene ikke har en fullgod forståelse for flyten i nettet per i dag, og dermed heller ikke en komplett oversikt over dagens nettutfordringer og hvordan fleksibilitet kan bidra til å løse dem. Årsaken er at de ikke har detaljerte data for forbruksnivå i ulike deler av nettet med dagens målere. I løpet av de neste årene vil innføring av AMS (fra 1. januar 2019) sørge for slike data. Kombinert med bedre analyseverktøy får dermed nettselskapene bedre forutsetninger til å definere sine nettutfordringer på et mer detaljert nivå, og et bedre grunnlag for å finne de beste og mest effektive løsningene. Verken piloter eller markeds plasser vil være effektive uten at nettselskapene har AMS-data på plass slik at de bedre kan definere problemene som skal løses.

Hva som er beste løsningen, kjøp av fleksibilitet, nettinvesteringer eller andre tiltak, kan man imidlertid avdekke gjennom en pilot. Nettselskapene kan ikke uten videre definere hva kjøp av lokal fleksibilitet kan bidra med før de har en bedre forståelse av hva dette er og hva nettkundene kan levere gjennom en lokal markedsløsning og aggregatorer. Dermed har vi en typisk «*høna og egget*»-problemstilling der man må utvikle både etterspørsels- og tilbudssiden i parallell før man vet hvorvidt fleksibilitet er en god løsning på ulike typer nettutfordringer.

Alle andre barrierer som beskrives i dette delkapittelet er underordnede barrierer i og med at de beskriver usikkerhet knyttet til *hvordan* noe skal løses, og ikke *om* det er nettproblemer som skal løses ved hjelp av lokal fleksibilitet.

Vi beskriver flere barrierer og uavklarte spørsmål knyttet til nettselskapenes rolle. Basert på den kunnskapen vi har innhentet i dette prosjektet, ser vi imidlertid ingen avgjørende barrierer for å etablere demonstrasjonsprosjekter for lokal fleksibilitet. Tvert imot mener vi at en pilot vil være godt egnet til å avklare en del problemstillinger og bidra til å etablere gode løsninger. Likevel bør muligheten og begrensningen for å avvike fra enkelte punkter i nettreguleringen avklares med NVE.

Tabell 1: Oppsummering for nettselskapet

Barriere	Kunnskapsstatus	Betydning for pilot
<i>Uklart behov for fleksibilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> Fleksibilitet blir allerede brukt til å løse nettoutfordringer Kunnskap om behov og alternative løsninger øker med innføring av AMS og nye analyseverktøy 	<ul style="list-style-type: none"> Avdekking av behov og verdi bør ha høy prioritet i en pilot Nettselskap som kan analysere behov og helst har avklart behov bør prioriteres
<i>Uklar verdi av fleksibilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> Økonomisk teori kan benyttes, men kan kreve endrede rutiner i nettselskapet Økende kunnskap om egenskaper til aggregert fleksibilitet tydeliggjør verdi 	<ul style="list-style-type: none"> Flere case med samme nettoutfordring kan gi erfaringstall på verdi – metodikk kan inngå i piloten Utarbeide produkter som maksimerer verdi av fleksibilitet
<i>Koordinering mellom nettområder og -nivåer</i>	<ul style="list-style-type: none"> Verdien av fleksibilitet øker når den kan brukes til å løse utfordringer på flere områder Det er utarbeidet forslag hvordan koordinering kan skje 	<ul style="list-style-type: none"> Koordinering <i>må</i> ikke inkluderes fra start, men bør sikre at dette kan skje på sikt
<i>Intern kompetanse og koordinering</i>	<ul style="list-style-type: none"> Eksisterende pilot understreker behovet for koordinering mellom drift, utbygging og beredskap. 	<ul style="list-style-type: none"> Behov for bred deltakelse i nettselskap Erfaringsutveksling på tvers av selskap for kompetansebygging
<i>Betydning for dagens løsning med fleksible tariff</i>	<ul style="list-style-type: none"> Nettselskap med fleksibel tariff har et definert behov for fleksibilitet som kan bygges videre på 	<ul style="list-style-type: none"> Fleksibel tariff kan danne utgangspunkt og er interessant å involvere i pilot
<i>Regulatoriske barrierer</i>	<ul style="list-style-type: none"> Regulering skal sikre effektivitet, og kan justeres når det samlet sett gir økt effektivitet 	<ul style="list-style-type: none"> Kan bidra til å avdekke ineffektiv regulering Evt. fritak må avklares med NVE

3.2.1 Behovet for fleksibilitet er usikkert

Nettselskapene har i dag ikke en detaljert oversikt over utfordringer i nettet

Netteierne i distribusjons- og til dels i regionalnettet har begrenset oversikt over faktisk flyt og belastning på nettkomponenter i eget nett. Årsaken er at det ikke er installert målere hos alle kunder og i nettstasjoner. Etter innføring av AMS vil det være tilgjengelig data som gir god oversikt over flyt og topper på timesbasis. Egne målere i nettstasjoner slik flere nettselskap også har startet med, vil gi mer eksakte måledata, både geografisk og med høyere tidsoppløsning. Noen selskaper har også installert sanntidsmåling av produksjon over en gitt størrelse.

Det er ikke tilstrekkelig å ha måledata, de må også analyseres på en god måte for å gi et godt bilde av utfordringer i nettet. I forbindelse med innføringen av AMS er det ikke noe pålegg om å ta i bruk dataene til nettførmål. De fleste nettselskapene vil likevel dra nytte av dataene til å få oversikt over eventuelle utfordringer i nettet. God kunnskap om lastflyt, overlast, spenningsutfordringer, hvor nettapene oppstår osv. vil være en forutsetning for å finne de beste og rimeligste måtene å løse utfordringene på.

Sannsynligvis vil økt kunnskap om flyt i nettet i mange tilfeller vise at man har mer overkapasitet enn det man har trodd. Når man ikke har data til å fastsette hva som er nødvendig kapasitet for å dekke nettbehovet, er det naturlig at man sikrer seg mot problemer ved å bygge med overkapasitet. Bedre oversikt over hvordan forbruket og flyten i nettet faktisk er, vil gjøre det mulig å utnytte den eksisterende kapasiteten bedre enn tidligere, det vil si operere nærmere kapasitetsgrensen.

Det skjer mange endringer nedstrøms i kraftsystemet samtidig, og det er usikkert hvordan summen av disse endringene vil påvirke bruken av nettet, hvilke nettoutfordringer det vil gi og om/hvordan fleksibilitet kan tas i bruk for å løse nye typer utfordringer i nettet. Noen eksempler er nye effekttariffer

som trolig innføres fra 2021, økt andel elbiler og distribuert produksjon, utrulling av smarte målere og utvikling av tjenester som tar i bruk ny teknologi til styring av strømforbruket. I dette bildet er det usikkert om energiforbruket hos husholdninger og andre små kunder blir mer prisfølsomt og om kundene dermed tilpasser sitt forbruk til incentiver i nettleien og variasjoner i strømprisen, og det er usikkert hvordan dette påvirker dagens og framtidige nettutfordringer.

Flere tiltak enn fleksibilitet kan løse utfordringen

Fleksibilitet er ikke den eneste måten å løse nettutfordringer på. Forsterkning av nett og stasjoner er en mulighet slik det har vært gjort tidligere. Ved overlast i et område kan man gjøre omkoblinger i nettet slik at kraften flyter utenom området med overlast. Ved omkoblinger, kan behovet for fleksibilitet endre seg og oppstå andre steder enn det som er tilfelle i normalsituasjonen. Dermed vil være nyttig dersom en markedsløsning kan ta høyde for at fleksible laster kan utnyttes også når de endrer «plassering i nettet», det vil si hvilken nettstasjon/trafo de ligger under. Dette er særlig viktig fordi omkoblinger oftest skjer når nettet er utfordret og tilgang på fleksible laster har størst nytteverdi. I slike tilfeller kan det også være behov for koordinering på tvers av nettområder, og at de fleksible lastene er tilgjengelig for nabonettselskapet og ikke kun for det nettselskapet som vanligvis utnytter fleksibiliteten.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Forbruksfleksibilitet brukes allerede til å løse nettutfordringer/ redusere nettinvesteringer hos Statnett og hos nettselskap som har avtaler om utkoblinger ved behov gjennom rabatt på nettleien (fleksibel tariff)
- Det er allerede identifisert, for eksempel gjennom piloten i Agder, at forbruksfleksibilitet og aggregatorer via en markedsløsning kan bidra til å løse spesifikke nettutfordringer
- Økt bruk av måling, analyse og styring vil gradvis innføres hos nettselskapene, med innføring av AMS fra 2019 som et minimumsnivå. Noen nettselskap har installert AMS hos alle sine kunder allerede, og har analyseverktøy til å identifisere relevante nettutfordringer

Utforming av pilot:

- Nettselskapene som deltar bør ha innført AMS og analyseverktøy som gjør dem i stand til å beskrive faktiske nettutfordringer og dermed vurdere hvordan fleksibilitet kan avhjelpe situasjonen
- Det *kan* være en mulighet at en del 1 i piloten er å avdekke behov og verdi for fleksibilitet. Erfaringene fra Agder er imidlertid at nettselskapet lettere forstår verdien av en fleksibilitet når man også forstår hvilken fleksibilitet som er tilgjengelig og hvordan den kan benyttes. Dette taler for at utfordringer og mulige løsninger avdekkes samlet.
- Det vil være en fordel dersom flere nettselskap er med i samme pilot, særlig dersom de er berørt av hverandres omkoblinger i nettet. En mulighet er å inkludere nettselskap som har felles driftssentral en pilot.

En pilot kan bidra til:

- Som et minimum bidra til å øke forståelsen for faktiske nettutfordringer og hvilke tiltak som kan bidra til å løse dem
- Å utvikle og teste verktøy som er dynamiske slik at fleksible laster kan benyttes også ved omkoblinger i nettet og på tvers av nettområder
- Å vurdere hvordan prissignaler fra strømprisen og nettleie fungerer sammen med et fleksibilitetsmarked for å løse utfordringer i nettet. Hvilke virkemidler løser hvilke utfordringer?

3.2.2 Verdien av tiltak er krevende å fastsette, og dermed betalingsviljen for fleksibilitet

Etter at nettselskapene har fått oversikt over sine nettutfordringer, vil neste steg være å vurdere hvilken type kostnad de representerer og på hvilket nivå. Dersom utfordringene ikke bryter med krav til leveringssikkerhet eller -kvalitet, kan nettselskapet både vurdere *om* dette er noe som skal utbedres og *hvilket tiltak* som er mest relevant.

Problemstillingen kan illustreres med et eksempel fra Agder Energi. Engene trafostasjon mellom distribusjons- og regionalnettet har en kapasitet på 25 kVA (som tilsvarer ca. 25 MW). Den historiske maksimallasten har vært 27 MW, altså rundt 2 MW i overlast. Det er ikke slik at en trafo havarer ved overlast, men det vil gå ut over levetiden dersom den er (for) høyt belastet. Det er noe usikkert hvor mye levetiden reduseres og den tåler mer overlast i kalde perioder fordi den da ikke blir like raskt overopphetet. Selv om kostnaden ved å utvide trafostasjonen er kjent, er det likevel ikke like enkelt å regne ut hva som er den faktiske verdien av å unngå overlast i perioder. Tiltak for å unngå overlast har uansett en verdi knyttet til økt levetid på trafoen og redusert risiko for havari. Tilleggsverdier kan være redusert nettap, redusert belastning på andre linjer/trafoer osv.

En kompliserende faktor er at verdien av fleksibilitet ikke bare kan vurderes opp mot en forsterkning av nettanlegget, men også andre tiltak som kan løse eller avlaste problemet. I eksempelet med Engene trafo kan driftssentralen gjøre omkoblinger i nettet slik at belastningen på trafoen reduseres. Dermed blir dette et av tiltakene som fleksibilitet må vurderes opp mot. Hva som er relevante alternativer, vil variere avhengig av den konkrete situasjonen i det aktuelle nettet. Dette bidrar til kompleksiteten av fastsettelse av hva som er nettselskapets betalingsvilje for fleksibilitet i det enkelte tilfellet.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Nettselskapene har noe metodikk for vurderinger av når man skal gjennomføre investeringer som man kan bygge videre på.
- Det finnes økonomisk teori man kan støtte seg på for å avklare verdien av alternativer og betalingsvilje for ulike løsninger.

Utforming av pilot:

- Pilotene bør dekke flere typer nettutfordringer.
- Flere case med samme type nettutfordring vil være interessant fordi de likevel ikke vil være samme alternativer som skal sammenlignes.

En pilot kan bidra til:

- Å gi erfaring med kost/nytte av fleksibilitet versus andre tiltak.
- Å etablere metodikk for å fastsette verdien av å utsette/unngå netttiltak (og dermed verdien av fleksibilitet).
- Å gi økt erfaring med samarbeid mellom nettselskap for å løse nettutfordringer.

3.2.3 Det er uklart lokal fleksibilitet er beste løsning

Nettselskapenes viktigste løsninger på utfordringer har vært inntil nå å investere i nettkomponenter eller gjøre tiltak i eget nett i driften, selv om også utkoblinger av forbruk har vært gjort gjennom ordningen med fleksible tariffer eller systemvern i kritiske situasjoner. Nettet er i tillegg en samfunnskritisk infrastruktur, og strømstans får så store konsekvenser for nettkundene at sikkerhetsmarginen må være høy.

Forbruksfleksibilitet gjennom markedsløsninger og aggregatorer vil være nytt for nettselskapene og med strenge krav til leveringssikkerhet må de være sikker på at løsningen fungerer godt når behovet oppstår, også når behovet oppstår relativt sjelden. Når man ikke har erfaring med markedsløsninger, er det også krevende å stole på at det gir tilstrekkelig sikkerhet.

Usikkerhet i seg selv er derfor en stor barriere for nettselskapene. Denne usikkerheten er knyttet til både hvilke volumer av fleksibilitet som er tilgjengelig, hva det vil koste å ta det i bruk og om fleksibiliteten faktisk vil løse en kritisk situasjon.

Nettselskapene har også ulike behov for å løse ulike situasjoner. For noen typer av utfordringer (for eksempel overlast) vil det være nødvendig å ha en sikkerhet for at fleksibiliteten finnes tilgjengelig helt til eventuelt andre tiltak kan iverksettes, det vil si at de trenger langsiktige avtaler for fleksibilitet. I andre tilfeller, for eksempel der det finnes alternative tiltak som kan vurderes opp mot hverandre løpende, vil det kun være behov for kortsiktige avtaler. Hvilke typer markedsløsninger og kontrakter som best kan dekke behovet for nettselskapene, er dermed uavklart.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Statnett har testet ut bruk av forbruksfleksibilitet via aggregatorer til RKOM-markedet (markedet for regulerkraftopsjoner).
- Bruk av forbruksfleksibilitet gjennom ordningen med fleksible tariffen er i bruk, og en videreutvikling av dette er et startpunkt for hva som kan forventes av markedet.

Utforming av pilot:

- Piloten må vare tilstrekkelig lenge til at flere typer utfordrende situasjonen kan testes ut
- Både langsiktige og kortsiktige utfordringer for nettselskapet bør inkluderes.

En pilot kan bidra til:

- Å fjerne usikkerheten om hva fleksibilitetsmarkeder og aggregatorer kan levere.
- Å utvikle ulike produkter og kontrakter som gjør at kjøp av fleksibilitet kan dekke nettselskapenes behov.

3.2.4 Verdien kan oppstå hos flere aktører

Verdien ved bruk av fleksibilitet kan oppstå andre steder enn i nettselskapet. Det kan være tilgrensende nettselskap, enten nabornett på samme nivå eller på høyere nettnivå. I tillegg kan bruk av fleksibilitet være et alternativ til å forsterke nettet ved en ny tilknytning og dermed redusere eller fjerne behovet for anleggsbidrag for den kunden.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Statnett har interesse av å utløse ny fleksibilitet til å dekke sine behov, særlig i områder der det er begrenset med tilgjengelige ressurser innen produksjon og storskala forbruk til å ivareta systemansvaret.
- Det er etablert felles driftssentraler for flere nettselskap som kan være et utgangspunkt for å definere hvordan systemer og markedsløsninger bør utformes for at fleksibilitet skal kunne utnyttes i alle kritiske situasjoner
- NVE har i noen tilfeller stilt som krav i konsesjoner til nye produksjonsanlegg at effekten levert ut på nett skal holdes under gitte grenser i enkelte situasjoner for å unngå investeringer i nytt nett

Utforming av pilot:

- Tilgrensende nettselskap bør delta i en eller flere av pilotene.
- Produksjonsaktører bør delta i en eller flere av pilotene.
- Dersom reelle case skal testes, kan det være nødvendig å avklare at NVE kan gi dispensasjon for tilknytningsplikten for produksjon i testperioden.

En pilot kan bidra til:

- Avdekke hvilke nytteverdier man kan få på tvers av nettområder gjennom bruk av fleksibilitet og hvordan gevinstene (og kostnadene) kan fordeles.

3.2.5 Hva vil et lokalt marked for fleksibilitet betyr for dagens fleksible tariff?

Flere nettselskap tilbyr fleksibel tariff til sine kunder (for eksempel Hafslund Nett, Agder Energi Nett, BKK Nett og Troms Kraft Nett). En slik tariff kan kun tilbys dersom relevante nettforhold tilsier det. Rabattnivået denne ordningen gir for kundene varierer mellom nettselskapene, og noen av dem har ulik rabatt for ulike responstid fra forbrukerne. Noen av nettselskapene tilbyr denne tariffen som følge av at Statnett har behov for fleksibilitet i deres nettområde. Flere av nettselskapene har fjernutkobling av lastene og har dermed utstyr på plass for dette som verifiseres gjennom testutkoblinger minst en gang per år.

Noen av selskapene som tilbyr fleksibel tariff oppgir at den har stor verdi og at de uten denne ordningen vil måtte investere svært mye i ny nettkapasitet. De har også brukt mye tid og krefter på markedsarbeid for å få på plass det volumet som finnes i dag. I de områdene som har en del volumer på denne tariffen, kan disse kundene utgjøre hele eller deler av utgangspunktet for pilot. En utfordring kan imidlertid være at betalingsviljen i en lokal markedsløsning ikke nødvendigvis vil bli like høy som den rabatten som gis i rabatt på nettleien i dagens ordning. Etablering av et lokalt marked for fleksibilitet kan også føre til at en andel av de som i dag har fleksibel tariff ikke vil bli valgt i en lokal markedsløsning (for eksempel fordi de ligger i en del av nettet uten spesifikke nettutfordringer).

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Nettselskapene bruker allerede forbruksfleksibilitet for å avhjelpe konkrete utfordringer i sitt nett (eller for Statnett i deres område).
- Nett kunder med fleksibel tariff har en definert fleksibilitet i sitt forbruk.

Utforming av pilot:

- Noen områder med fleksibel tariff bør delta i prosjektet slik at en sammenheng/ overgang mellom de to ordningene kan testes ut.

En pilot kan bidra til:

- Å teste ut om et lokalt marked for fleksibilitet kan være et alternativ til dagens ordning.
- Å sammenligne effektiviteten i ordningene.
- Eventuelt også bidra til å forberede kunder i dagens ordning på at det kan bli endringer etter hvert.

3.2.6 Interne organisatoriske barrierer

Kjøp av fleksibilitet i et marked vil være en ny type løsning for nettselskapene, og en løsning som krever en annen måte å tenke på. Dette er i seg selv en barriere for nettselskapene. De må vurdere når nettinvesteringer fortsatt er beste løsning og når andre typer løsninger, som kjøp av fleksibilitet, er en bedre løsning.

Muligheten til å bruke fleksibilitet vil påvirke beslutninger i nettutvikling, driftsplanlegging, beredskapsarbeid og operasjonell drift. I tillegg må økonomisiden delta med å etablere nødvendige rutiner og bistå i konkrete beslutninger. For å realisere den fulle økonomiske nytteverdien av et fleksibilitetsmarked, må nettselskapene trolig endre både rutiner, ansvarsområder og kompetanse. Dette øker kompleksiteten for innføring av en slik endring, men det kan også skape engasjement og interesse på tvers av avdelingene i et nettselskap.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Hva er avklart:

- Enkelte nettselskap ser muligheten ved å ta i bruk fleksibilitet og har etablert tverrfaglige grupper som jobber med dette.

Utforming av pilot:

- Ulike deler av nettselskapet bør involveres i en pilot, ikke bare dedikerte FoU-ressurser
- Det bør være fokus på erfaringsutveksling mellom samme funksjoner på tvers av nettselskap

En pilot kan bidra til:

- Å bygge kompetanse på hva som skal til for å i bruk en markedsløsning for fleksibilitet i hele nettbransjen

3.2.7 Regulatoriske barrierer og uavklarte spørsmål

Incentiver i inntektsrammereguleringen

Historisk har investeringer i fysiske nettanlegg vært hovedvirkemiddelet for å sikre at nettet har tilstrekkelig kapasitet i forskjellige situasjoner og at leveringskvaliteten er tilfredsstillende. Av den grunn har den økonomiske reguleringen både i Norge og andre land i stor grad vært innrettet mot å gi lønnsomhet av nettinvesteringer. Den norske nettreguleringen har imidlertid beveget seg i retning av økt likebehandling av nettinvesteringer og andre tiltak. Modellen har likevel innebygd en viss skjevhet ved at nettanlegg inngår som outputparametere i modellene for å fastsette kostnadsnormen (nettstasjoner og linjer i distribusjonsnettet, samtlige typer fysiske nettanlegg i regionalnettet) (THEMA, 2016). Det er imidlertid usikkert om nettselskap som deltar i piloter totalt sett vil tjene på dette i inntektsrammemodellen sammenlignet med nettselskap som ikke deltar. Et annet spørsmål er hvorvidt deltakelse i en pilot kan gi en risiko for krysssubsidiert ved at nettselskap kan få veltet ordinære kostnader til drift og investeringer over på kundene (eller Enova).

KILE-ordningen

KILE (Kvalitetsjusterte inntektsrammer ved Ikke Levert Energi) ble innført i 2001. Formålet med ordningen er ifølge NVE å gi nettselskapene incentiv til å bygge og drive nettet med en samfunnsøkonomisk optimal leveringspålitelighet. KILE-elementet representerer kundenes kostnader ved avbrudd (som er betydelig høyere enn samlet strømkostnad og nært knyttet til Value of Lost Load), og ordningen innebærer at kundenes avbruddskostnader tas med i nettselskapenes driftsøkonomiske vurderinger. KILE inngår i selskapets inntektsramme som en del av selskapets kostnadsgrunnlag og normkostnad på samme måte som andre kostnader. Faktisk KILE i et gitt år kommer til fratrukk i selskapets inntektsramme, slik at selskapets tillatte inntekt reduseres som følge av avbrudd (ikke levert energi).

KILE-kostnaden gir incentiver til å gjennomføre tiltak for å øke leveringssikkerheten, enten det er nettanlegg eller å ta i bruk forbruksfleksibilitet. I dette vil nettselskapets vurderinger knyttet til om kjøp av fleksibilitet er sikkert nok spille inn og hvorvidt de kan inngå langvarige kontrakter om fleksibilitet. Grenseflatene mellom KILE og et lokalt fleksibilitetsmarked kan potensielt være flere:

- Et av målene med en lokal fleksibilitetsløsning bør være at risikoen for utfall reduseres. Dersom dette oppnås, vil nettselskapets KILE-kostnader reduseres.
- Når man kjøper fleksibilitet for å unngå utfall, kan KILE-kostnaden representere et pristak for hva nettselskapene er villige til å betale siden KILE i noen tilfeller vil være alternativkostnaden. KILE-satsene er definert per kundegruppe og tidspunkt for utkoblingen.
- Et lokalt fleksibilitetsmarked kan bidra til å redusere nettselskapets kostnader ved utfall dersom man kan kjøpe det volumet som finnes i fleksibilitetsmarkedet først og så betale KILE-kostnader for resten (forutsatt at prisen på fleksibilitet er lavere enn KILE-kostnaden). Formålet

med KILE er at den skal representere kundenes kostnader, og kundenes pris på tilbudt fleksibilitet bør representere en slik verdi.

Tilknytningsplikt

Energiloven § 3-4 pålegger nettselskapene tilknytningsplikt for produksjon. Tilknytningsplikten for innmating innebærer at samtlige nettkonsesjonærer må koble på enhver kraftprodusent som har anleggskonsesjon i sitt nettområde og er villige til å betale for de kundespesifikke investeringene som nettselskapet må gjennomføre (anleggsbidrag).

Fleksibilitet i form av nedregulering kan gis av NVE som et konsesjonsvilkår for produksjon som er vurdert etter energiloven, men for produksjon med konsesjon etter vassdragsreguleringsloven har nettselskapene i dag ikke mulighet til å benytte fleksibilitet eller nedregulering som alternativ til å investere i nett til den kunden. Det gjelder enten kunden selv må betale for nettinvesteringen gjennom anleggsbidrag eller ikke. Alternativet til nettselskapene er å søke fritak, men dette er en ordning som ikke har vært tatt i bruk fra nettselskapenes side.

Nøytralitet

En av forutsetningene for et effektivt kraftmarked er et klart skille mellom monopolregulert og konkurranseorientert virksomhet. **Krav til nøytralitet** innebærer at nettfunksjonen ikke skal påvirke konkurranseforholdene mellom de ulike markedsaktørene i deres nettområde. Nettselskap eid av samme konsern som eier produksjon, forbruk (for eksempel fjernvarme) eller aggregatorer/strømsalgsselskaper i område kan utfordre kravet om nøytralitet dersom de kjøper fleksibilitet fra noen av sine søsterselskap.

Nøytraliteten kan ivaretas ved at en nøytral tredjepart eier og drifter en markedsløsning slik at nettselskapet ikke selv gjør markedsklareringen eller får tilgang til bud fra konkurrenter av kommersielle søsterselskap. Likevel kan det oppstå utfordringer ved at det er få tilbydere i markedet. Dersom et søsterselskap er eneste tilbyder (eller en av få) kan dette i teorien påvirke nettselskapets vurdering av når og hvordan fleksibilitet bør benyttes. På den andre siden er det eksempler på at produksjonsselskaper innen samme konsern løser netttutfordringer uten at de i dag får kompensasjon for det. Dette er isolert sett positivt for nettkundene, men trenger ikke å være den samfunnsøkonomisk mest effektive løsningen. Blant annet kan produsentene påføres tap som samlet sett medfører suboptimal ressursutnyttelse. Et annet moment er at nettselskapenes nøytralitet kan reguleres på flere måter, herunder ved å bruke IKT-infrastruktur og informasjonsvirkemidler til å styrke transparensen (jf. Brandstätt et al., 2016, og THEMA og EPOS, 2016).

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Ved etablering av en markeds plass som håndterer flere kunder og evt. flere markeder vil nøytralitetskravet ikke oppfylles dersom integrerte kraftkonsern eier og drifter en markeds plass.
- Reguleringen skal bidra til høy leveringssikkerhet til lavest mulig kostnad. Dersom bruk av lokal fleksibilitet bidrar til dette, vil det være ønskelig å ta i bruk fra NVEs side.

Utforming av pilot:

- Enova og/eller de som ønsker å sette opp en pilot må avklare med NVE hvilke unntak som kan gis.
- Midlertidig eller langsiktig fritak fra tilknytningsplikten kan også benyttes i pilotene.

En pilot kan bidra til:

- Kunnskap om i hvilken grad de ulike reguleringene er en barriere og i hvilke tilfeller.
- Økt forståelse for fordeler og ulemper med dagens regulering og hva som bør endres/videreutvikles.

3.3 Nettkundene er ikke så opptatt av energi og vil begrense usikkerhet

Nettkundene er mange i antall og ulike kundegrupper vil ha ulike muligheter og forutsetninger for å delta i et lokalt fleksibilitetsmarked. De fleste vil ha behov for støtte gjennom ny teknologi og/eller en aggregator for å få hjelp til å tilby sin fleksibilitet inn i et marked. Både hvilke laster de har og hvor standardiserte de er, vil ha betydning for hvor relevante og kostnadseffektive de vil være i en markedsløsning:

- *Husholdninger*: Hos husholdninger er det mange og små laster hos hver kunde, men noen laster vil være relativt homogene på tvers av kundene. Varmtvannsberedere er et eksempel på homogene laster.
- *Store kontorbygg*: De relevante lastene er ofte ventilasjon, kjøling og oppvarming. Et annet fellestrekk for slike kunder er at de som hovedregel har et sentralt kontrollanlegg som alle lastene kan styres fra.
- *Offentlige bygg*: inkluderer alt fra sykehus, sykehjem og skoler av ulike typer. Innenfor hver kategori kan det være fellestrekk, men det vil være store forskjeller i laster og energibruk generelt på tvers av ulike kategorier. Ventilasjon, oppvarming og kjøling er mest aktuelt for et lokalt fleksibilitetsmarked. Slike bygg har også et sentralt energistyringsanlegg, i noen tilfeller kan også lastene i byggene styres utenfra bygget.
- *Industri*: Type laster og energibruk vil variere mye mellom ulike industribedrifter og det er nødvendig med en grundig vurdering av hva som kan kobles ut under hvilke betingelser før en eventuell deltakelse i et fleksibilitetsmarked.
- *Kraftprodusenter*: På lokalt nivå er det småskala kraftproduksjon som er relevant i denne sammenheng. Det kan være småskala vann- eller vindkraft eller solcelleanlegg. Produsenter med reguleringsevne, det vil si småkraft med magasin, vil trolig ha de laveste kostnadene ved å tilby fleksibilitet.

For nettkundene er hovedutfordringen av salg av fleksibilitet til nettselskapet er et nytt område, selv en del kunder allerede deltar i ordningen med fleksible tariffier. Dermed består barrierene i stor grad av mangel på kunnskap og usikkerhet knyttet til egen drift og hva som er inntekspotensialet av å delta. I en pilot blir derfor markedsarbeid, «proof of concept», viktig, sammen med en reduksjon av risiko i piloten gjennom støtte til utstyr og energikartlegging. En avklaring av hva man kan forvente i inntekt kan i noen grad også gis gjennom piloten, selv om inntekten trolig vil variere mye mellom kunder og nettområder.

Jo enklere systemene og markedet er å forholde seg til, desto enklere vil det være å få mange nettkunder til å delta. Å sikre at kundene ikke blir innelåst til en aggregator vil være en del av dette.

Tabell 2: Oppsummering for nettkunder

Barriere	Kunnskapsstatus	Betydning for pilot
<i>Begrenset kunnskap om energi og egen fleksibilitet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det finnes et teknisk potensial hos en stor andel nettkunder, og større kunder deltar i Statnetts ordninger • Produsenter inngår i virtuelle kraftverk i andre land 	<ul style="list-style-type: none"> • Markedsarbeid blir viktig • Bidra til å etablere løsninger som er enkle for nettkunden
<i>Risiko for egen drift eller komfort</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det finnes noe erfaring fra aggregatorer og energisystemer • Nettkunden kan legge inn begrensninger som har betydning for dem 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnskapsdeling og proof of concept blir viktig • Utvikle systemer og forretningsmodeller som ivaretar nettkundene
<i>Usikker lønnsomhet</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Erfaringstall på utstyr finnes • Inntekten er usikker og risiko reduseres gjennom deltakelse i flere markeder 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilot bør bidra til å redusere kostnadene gjennom støtte • Erfaring fra inntektsmuligheter blir viktig

3.3.1 Kunnskap om egen energifleksibilitet er begrenset

De fleste brukere av strøm, husholdninger, servicebygg og næring/industri, har begrenset fokus på og kunnskap om eget energiforbruk. Hos store forbrukere vil det ofte være noen som har ansvar for energibruk og -kostnader som en del av et driftsansvar. Kunnskapen om energibruk er rettet mot å dekke behovet og mot energi som en innsatsfaktor. Hvilken fleksibilitet det kan tilby og hvordan energibruken kan tilpasses for å løse utfordringer andre steder i energisystemet, er det få som har noe kunnskap om. Dette er en viktig barriere for å få forbrukssiden til å tilby fleksibilitet.

Småkraftprodusenter kan ha en større forståelse for hvordan deres produksjon og produksjonsprofil påvirker nettbelastningen, men det vil nok være store forskjeller i bevissthet om egen fleksibilitet og verdien av den også i denne kundegruppen.

Aggregatorer kan spille en avgjørende rolle ved å gjøre jobben med å kartlegge fleksibiliteten ved ulike laster og dermed legge til rette for at kunder kan levere fleksibilitet. En sveitsisk aggregator som retter seg mot husholdninger har gjort en slik kartlegging og tilrettelegging ved å tilby dem gratis utstyr for energioptimalisering mot at de er villige til å slå av enkelte apparater i korte perioder – uten at forbrukerne vil merke at det går utover komforten.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Det finnes et teknisk potensial for fleksibilitet hos mange forbruksgrupper. Det er vist både i piloter og gjennom deltakelse i TSO-markeder¹ i Norge og andre land.
- Produsenter, også uregulerbare, har inngått i aggregerte og fjernstyrte løsninger (Virtual Power Plant) for å optimalisere egen produksjon og/eller tilby fleksibilitet i andre land.

Utforming av pilot:

- Informasjon og markedsarbeid rettet mot flere kundegrupper bør inkluderes i en pilot.
- Det bør stilles krav om standardiserte grensesnitt for kommunikasjons- og styringssystemer hos kunden slik at man ikke låser kunden til en aggregator.

En pilot kan bidra til:

- Økt bevissthet hos nettkunder av ulike typer om hvordan de kan tilby fleksibilitet.
- Etablere systemer og forretningsmodeller for at forbrukssiden kan delta uten at det krever mye kunnskap og engasjement fra deres side.

3.3.2 Fleksibilitet kan redusere komfort og risiko for egen drift

For industri- og næringskunder er daglig produksjon og drift det viktigste. Dersom tilpasninger av energibruk er, eller oppleves som, en risiko for produksjonsprosesser og kundetilfredshet i deres markeder, vil interessen for å delta være lav. Kostnader ved driftsforstyrrelser vil langt overstige inntektene man kan få ved å delta i et marked for fleksibilitet. For løsninger som tilbys er det derfor viktig at kundene fortsatt har kontroll over egne prosesser (og dermed energibruk). Dette kan oppnås ved at kundene får mulighet til å overstyre utkobling, eller selv melder inn når og hvordan ulike laster kan benyttes til fleksibilitet.

Et tilsvarende resonnement gjelder for husholdninger. Dersom kundene er usikre på om de vil få redusert komfort gjennom for lav temperatur, kaldt vann i dusjen osv., vil det redusere interessen for å delta i et marked for fleksibilitet.

¹ TSO = Transmission System Operator eller systemansvarlig nettselskap.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Etablerte aggregatorer har noe erfaring med og systemer for å håndtere risikoen til kraftforbrukere.
- Det finnes noen systemer der forbrukerne kan definere sine begrensninger i å levere fleksibilitet, enten ved å sette grenser for maksimums- og minimumstemperaturer, hvilken temperatur man må ha på gitte tidspunkt, dager man ikke kan tilby fleksibilitet, laster som skal holdes utenfor osv.
- Konsekvensen for kraftprodusenter ved å redusere innmatingen er relativt overstigelig og begrenset til kostnaden ved tapt produksjon og eventuelle balansekostnader.

Utforming av pilot:

- Det gis tilstrekkelig rom for dialog og motivering på kundesiden.

En pilot kan bidra til:

- «Proof of concept» på kundesiden, hvilke løsninger fungerer bra og gjør at kundene føler seg trygge på at komfort og produksjon kan opprettholdes selv om de deltar i fleksibilitetsmarkeder.
- Utforme forretningsmodeller og systemer som ivaretar forbrukere på en god måte.

3.3.3 Den økonomiske gevinsten ved å tilby fleksibilitet er ukjent og usikker

En del av nettkundene må investere noe i å få oversikt over hvilket potensial for fleksibilitet som finnes i egne laster og i instrumenter og kommunikasjon for å styre lastene slik de har forpliktet seg til i markedet.

Småkraftanlegg har som hovedregel etablert fjernovervåking og -kontroll, og instrumenteringen og SCADA-systemer er i mange tilfeller på plass. Likevel må det etableres kommunikasjon og systemer for fjernutkobling vi markedsplassen/aggregator og helautomatiske systemer og prosesser.

Dersom produsenten må investere i utstyr og systemer for å kunne tilby fleksibilitet, vil forventninger om lønnsomhet i markedet ha betydning for hvorvidt investeringene blir gjennomført. Produsentene vil derfor ha behov for en viss forutsigbarhet for hvor ofte deres fleksibilitet vil bli benyttet og hvilken kompensasjon de kan forvente å få for at de skal være villige til å levere fleksibilitet.

På samme måte som produsentene, vil uttakskunder som investerer i utstyr og systemer for å kunne tilby fleksibilitet, ha forventninger om lønnsomhet i markedet for å gjennomføre investeringer. I store bygge er som hovedregel sentrale driftssystemer for å styre alle laster i bedriften/bygget allerede etablert.

I tillegg vil det være et spørsmål hvilke markeder det er mest attraktivt å levere fleksibiliteten til, lokale fleksibilitetsmarkeder, energimarkedet eller Statnetts reservemarkeder.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Det finnes noe erfaring med kostnader til kommunikasjonssystemer og «bokser» som må installeres hos kunder

Utforming av pilot:

- Pilotene bør redusere risikoen for forbrukerne ved helt eller delvis å dekke investeringskostnadene

En pilot kan bidra til:

- Gi markedet økt forståelse for kostnadssiden hos kundene og dermed deres behov for kompensasjon

- Gi forbrukerne økt forståelse for gevinstene ved å delta i ett eller flere markeder for forbruksfleksibilitet (dersom betalingsviljen hos nettselskapet også avklares i en pilot)

3.4 For aggregatorer innebærer det risiko å etablere seg i et marked

For aggregatorer vil det innebære en høy risiko å etablere sin forretningsmodell på et lokalt fleksibilitetsmarked alene. Det krever en omfattende markedsinnsats for å etablere et tilstrekkelig stort volum, og de vil måtte gjøre et tidkrevende analysearbeid hos hver nettkunde og foreta instrumentering for å komme i gang i et slikt marked. Dersom aggregatorrollen kombineres med flere tjenester for å effektivisere eller optimere energibruken hos kundene, og/eller kundene kan delta i mange markeder, vil risikoen reduseres.

For mange aggregerte laster i et kortsiktig marked vil det være et behov for helautomatiske løsninger for lastberegninger i nettselskapet som muliggjør automatisk aktivering av laster på grunnlag av budene for å løse problemet. Uten slike løsninger vil prosessene bli for tidkrevende.

I et marked må man også kunne dokumentere at en tjeneste er levert slik at nettselskapene ikke betaler for tilfeldige endringer i last, men kun for laster som er aktivert. Når alle kunder har tidsmålinger og Elhub er i drift, vil denne barrieren være redusert, men det må like fullt etableres metodikk og løsninger for dette.

Tabell 3: Oppsummering for aggregatorer

Barriere	Kunnskapsstatus	Betydning for pilot
<i>Uavklart markeds-potensial hos nettkunder</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Det finnes erfaringer fra andre markeder og land som indikerer et interessant potensial 	<ul style="list-style-type: none"> • Markedsarbeid blir viktig i piloten • Enovas nettverk fra sine programmer vil være interessant
<i>Høy økonomisk risiko i et umodent marked</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Flere forretningsmodeller kan kombineres med et lokalt marked • Automatiserte prosesser gir kostnadsbesparelser og effektivitet 	<ul style="list-style-type: none"> • Vekt på løsninger som kan spille sammen med andre markeder • Utvikle kontrakter og forretningsmodeller som avklarar og balanserer risiko
<i>Kan man benytte mange små laster og/eller tilby i kortsiktige markeder?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Helautomatiske løsninger blir nødvendig • Dette testes ut i Agder og er i storskala bruk i Sveits 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrere bruk av helautomatiske løsninger i ulike situasjoner blir viktig
<i>Hvordan måle, validere og dokumentere aktivering?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Baseline er nødvendig og det finnes ulike måter å etablere dette på • Dokumentasjon av aktivering krever måledata for alle laster 	<ul style="list-style-type: none"> • Metoder for baseline må tas i bruk • Det bør avklares om Elhub skal spille en rolle i dette
<i>Balanseansvar for aggregatorer – er det endelig avklart?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • I Norge og Norden er det definert et krav til at aggregatorer må ha balanseansvar • Dermed er det ikke uklarheter rundt dette slik det er mange andre steder i Europa 	<ul style="list-style-type: none"> • Krever balanseansvar for (markeds-)aggregatorer i pilotene • Om det kommer andre EU-krav, må pilotene tilpasses dette

3.4.1 Potensialet for fleksibilitet er ukjent

Det er gjort flere studier som estimerer potensialer for fleksibilitet fra ulike typer forbruk. Hvilket volum som kan bli tilgjengelig for et lokalt fleksibilitetsmarked er likevel ukjent. Hvor stor andel av det tekniske potensialet som kan realiseres i et marked, vil avhenge av mange faktorer: kostnadene for å utløse potensialet, prisen markedet er villig til å betale for fleksibilitet, risikovurderinger gjort hos kundene, forståelsen av markedet og egen fleksibilitet og hvor opptatt kundene er av å få betalt for fleksibilitet. For å få en god oversikt over fleksibiliteten en aggregator kan få tilgang til, må de gjøre

et omfattende markedsarbeid. For noen typer kunder vil dette trolig ikke være mulig uten at man også tilbyr andre typer tjenester som er selvstendige markedsmuligheter. Dette kan være energisparing og/eller energioptimalisering for kundene.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Det finnes erfaringer fra aggregatorer som allerede er etablert i Norge og i andre land der aggregert forbruksfleksibilitet er tatt i bruk, hovedsakelig i TSO-markeder

Utforming av pilot:

- Aggregatoren må få rom til å gjøre tilstrekkelig markedsarbeid innenfor rammene av piloten
- Enova kan velge å ta en aktiv rolle for å mobilisere industrikunder som har gjennomført energikartlegging med støtte fra Enova. Det gjelder ca. 600 industriaktører som til sammen dekker det aller meste av energiforbruket i industrien.

En pilot kan bidra til:

- Avklare teknisk/økonomisk potensial for ulike typer kontrakter og hos flere kundegrupper

3.4.2 Hva er den økonomiske risikoen?

Det er flere typer kostnader som må dekkes initialt for å gjøre forbrukssidens fleksibilitet tilgjengelig:

- Avdekke energibruk og hvor det finnes fleksibilitet
- Installere fjernstyringssystemer, «bokser» hos forbrukerne
- Etablere kommunikasjon mellom aggregatorens system og kundenes «bokser»
- Etablere egne systemer for å vite hva man kan tilby av aggregerte laster, optimere hvilke laster som skal aktiveres og melde inn bud

Dersom aggregatoren skal dekke alle disse kostnadene kun for å levere fleksibilitet til en enkelt kunde, det lokale nettselskapet, blir risikoen svært høy for aggregatoren dersom man ikke har etablert en langsiktig avtale og/ eller avtalt delvis kostnadsdekning fra nettselskapets side.

Den økonomiske risikoen vil reduseres enten ved å redusere kostnadene eller å øke mulighetene for inntekter – eller en kombinasjon av disse. LOS Energy tilbyr energioptimalisering som en tjeneste til bedriftskunder for å redusere deres energikostnader. Slike tjenester kan delvis dekkes gjennom Enovas støtteordninger. Gjennom en slik prosess vil man også få en god forståelse for kundens energibruk og de ulike lastene – og dermed innblikk i hvor det være tilgjengelig fleksibilitet uten at denne kostnaden må tas på egen kappe.

Aggregatorer i andre land leverer fleksibilitet til TSOen eller energimarkedene. Dersom aggregatorer kan levere sine tjenester også i disse markedene i tillegg til et lokalt fleksibilitetsmarked, vil det gi flere inntektsmuligheter og dermed redusere risikoen for aggregatoren.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Aggregerte laster deltar allerede i dag i Statnetts markeder. Deltakelse i flere markeder vil redusere risikoen og er dermed ønskelig for aggregatorer.
- Aggregatorer bør trolig levere flere tjenester til forbrukerne (for eksempel energioptimalisering) for å få lønnsomhet i fleksibilitetsmarkeder.

Utforming av pilot:

- Sikre at man kan utvide til flere markeder: redusere risikoen ved å gjøre det mulig å tilby fleksibilitet i flere markeder.

En pilot kan bidra til:

- Redusere usikkerhet knyttet til inntekspotensialet fra lokale markedsplasser
 - Avklare kostnader og nettkundens forventninger til kompensasjon opp mot et mulig inntektpotensial i et lokalt marked
 - Bidra til å finne løsninger for at fleksibiliteten kan bidra inn i flere markeder (tidslinjer, koordinering mellom nettnivå, produktstandardisering i den grad det er mulig)
 - Utvikle forretningsmodeller og avtaler som balanserer risikoen og sikrer et overskudd og at alle parter får en andel av gevinstene.

3.4.3 Hvordan oppnå automatisk innmelding av fleksibilitet og aktivering?

Ved aggregering og aktivering av mange små laster i kortsiktige markeder vil det være svært viktig at innmeldingen og aktiveringen skjer automatisk. Både i Agder-piloten og Swisscoms aggregering av husholdningskunder til sekundærreserver i Sveits har man utarbeidet algoritmer som kalkulerer fleksibiliteten, melder inn i markedet og aktiverer klarerte laster, altså helautomatiske løsninger.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- I kortsiktige markeder med mange små laster vil det være behov for full automatisering av prosessene.

Utforming av pilot:

- Dersom man ser for seg kortsiktige markeder med mange små laster, bør det stilles krav om at løsningene blir så helautomatiske som mulig.
- Det bør tilpasses at slike løsninger kan utnyttes i flere, relevante markeder som intra-dag og Statnetts balansemarkeder på sikt.

En pilot kan bidra til:

- Å utvikle helautomatiske løsninger tilpasset behovet i markedsplassen (det vil si fra kjøperne av fleksibilitet) på kort og lang sikt.
- Avdekke hvordan disse fungerer i praksis og i ulike situasjoner, evt. også opp mot flere markeder/kjøpere.

3.4.4 Hvordan måle, validere og dokumentere aktivering?

For at en aggregator skal kunne tilby riktig fleksibilitet inn i en markedsløsning, må de vite hva forbrukerne i deres portefølje har av forbruk til enhver tid. For å kunne dokumentere at lasten hos den enkelte har blitt aktivert, må aggregatoren ha en forståelse av hva forbruket ville ha vært uten aktivering. Til slutt må en aggregator validere og dokumentere aktivering til markedet som grunnlag for oppgjør for tjenesten som er levert.

En aggregator kan sikre at man har innmeldt eller avtalt volum av fleksibilitet på flere måter:

- Man kan ha overskudd av volum for å sikre at det samlede volumet alltid er tilstrekkelig
- Man kan avtalefeste gitte nivåer på forbruk som kan aktiveres i ulike tidsperioder
- I et kortsiktig marked kan man by inn faktiske laster dersom man har oversikt i sanntid for sin portefølje

Som dokumentasjon på at lasten er aktivert, og for å hindre manipulering fra forbrukerne, vil det være nødvendig å etablere en baseline som definerer hva lasten ville ha vært uten aktivering. Det er etablert ulike metodikker for å gjøre dette med ulik grad av korrekthet, robusthet og enkelhet, som er viktige, men i noen grad motstridende, egenskaper ved de ulike metodene.

Dokumentasjon av aktivering krever tilgang til måledata for hver av de aggregerte lastene.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Det finnes konsepter for å vurdere hva man som aggregator kan melde inn av fleksibilitet
- Dokumentasjon og validering har vært en utfordring i både Statnetts tester og tester utført av Svenska kraftnät av aggregerte forbruksvolumer i deres respektive markeder.
- Det finnes etablert metodikk for etablering av baseline, med ingen scorer like høyt på de viktigste parameterne som er enkelhet, robusthet og korrekthet. Hvilken metode som velges, vil i noen grad avhenge av hvilke data man har tilgjengelig.

Utforming av pilot:

- Det bør stilles krav til etablering av baseline for aktiverte laster.
- Det kan også stilles krav til at flere metoder for baseline skal testes ut og sammenlignes. Et slikt krav bør i så fall vurderes opp mot kostnadene.
- Det bør avklares om Elhub kan bistå med å etablere baseline og stå for dokumentasjon av aktivering for tilbyderne av fleksibilitet siden Elhub vil besitte de nødvendige dataene.

En pilot kan bidra til:

- Å etablere gode prosesser for måling, validering og dokumentasjon av aktivering via en aggregator
- Etablere en rollefordeling mellom markedsplassen, aggregatoren og Elhub på disse områdene.

3.4.5 Hvordan utforme kontrakter?

En aggregator må ha kontrakter både med markedsplassen og mot sine underleverandører, nettkundene.

Avtalen mellom en aggregator og markedsplassen vil inkludere en spesifisering av produktene og avklaring på:

- Varighet på kontrakten
- Krav til systemer
- Spesifisering av vilkår per produkt
- Straff ved ikke levert fleksibilitet
- Måling, validering, dokumentasjon og oppgjør

Aggregatoren må sikre at de selv får en lønnsomhet og begrenset risiko gjennom sine avtaler med underleverandørene. I tillegg må de sørge for at deltakelse er attraktivt for leverandørene og sikre en rimelig deling av både lønnsomhet og risiko. Avtalen mot de som leverer fleksibilitet må derfor reflektere de punktene som vil være viktig i definisjon av fleksibilitetsprodukter i en markedsløsning. Basert på hva som er viktig i Statnetts produkter og vurderinger gjort av THEMA (2015) og iPower (2013a), er disse punktene viktige å inkludere i en avtale.

- Varighet på kontrakten
- Forpliktelse på levert volum (størrelse)
- Begrensninger på når aktivering kan skje (for eksempel kun vinter, kun ukedager, bestemte klokkeslett osv.)
- Utkoblingsmetode (herunder krav til systemer og automatikk)
- Varslingstid før aktivering
- Varighet av aktivering

- Innetid før ny utkobling
- Kompensasjon – ved aktivering og/eller for deltakelse
- Straff ved ikke levert fleksibilitet
- Måling, validering, dokumentasjon og oppgjør

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Hvilke forhold som er viktig å spesifisere i en avtale mellom aggregatorer, markedsplass og leverandør av fleksibilitet er vist i andre typer produkter, piloter og i for eksempel iPower (2013a).

Utforming av pilot:

- Uttesting og klargjøring av kontraktmessige forhold bør inngå i alle piloter.

En pilot kan bidra til:

- Avdekke om forslag til innhold i kontraktene som spesifisert i forskning og piloter er tilstrekkelig, eller om det er flere forhold som må inkluderes, og i så fall hvordan.

3.4.6 Hva blir regulatoriske krav?

Det har vært en stor diskusjon i mange land om det skal stilles krav om at aggregatorer skal ha balanseansvar eller ikke. I de tilfeller der man ikke har gitt aggregatorer krav om balanseansvar, har avtaler og kompensasjon mellom aggregator og strømleverandøren/balanseansvarlig vært en utfordring. Selv der det er etablert krav om at balanseansvarlig skal kompenseres, har det vært mange diskusjoner (også rettsaker) om hva som skal kompenseres og hvordan kompensasjon skal skje. I Norden er det etablert bestemmelser som slår fast at aggregatorer skal ha balanseansvar for å delta i markedene. Dermed er denne diskusjonen avklart, og det er derfor i praksis strømleverandører som er aggregatorer.

Gjennom Vinterpakken fra EU er det sådd en del tvil om EU vil stille tilsvarende krav til balanseansvar for aggregatorer som det som er gjort i Norden. Om de ikke gjør det, er det sannsynlig at de vil tillate medlemsland (inkl. Norge) å definere regler for dette selv. Hele den nordiske bransjen har varslet i høringssvar at aggregator bør ilegges balanseansvar i et velfungerende marked som det Nordiske. I verste fall vil EU stille krav om at aggregatorer ikke skal ha balanseansvar, men at det heller skal etableres ordninger for kompensering av ubalanser mellom aggregatoren og balanseansvarlig.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Aggregator må ha balanseansvar for laster som aktiveres, noe som i praksis betyr at de er strømleverandør og at de har mulighet til å delta i andre markeder (så lenge andre krav til deltakelse er oppfylt). Det er noe usikkerhet knyttet til EUs regulering.

Utforming av pilot:

- Gjeldende krav til balanseansvar bør være krav for deltakende aggregatorer.
- Om kravene endres fra dagens, bør nye krav stilles også til deltakere i pilot

En pilot kan bidra til:

- Å teste ut rutiner og systemer for eventuelle nye krav til balanseansvar
- Å teste ut metodikk for å beregne baseline innenfor dagens krav til balanseansvar

3.5 Hvordan organisere en markeds plass og hvordan handle fleksibilitet?

En markeds plass blir en ny rolle for å håndtere kjøp og salg av en ny type produkt mellom nettselskapene og forbrukerne. Denne rollen må derfor defineres fra bunnen av. Det er avklart hvem som ikke bør eie en markeds plass, men det er usikkert hvem som bør ha denne rollen. Eksisterende markeds plasser kan imidlertid være et utgangspunkt.

Det vil være viktig å avklare hvordan produkter skal defineres for å gi et tilstrekkelig volum på tilbudssiden, svare på nettselskapenes behov og samtidig gjøre det mulig å koordinere på en god måte med andre eksisterende markeder som energi og reservemarkeder. Det finnes allerede modeller for hvordan dette kan gjøres, noe som vil være nyttig å teste ut i praksis.

Vi har tidligere beskrevet at helautomatiske løsninger for å definere nettselskapets behov og å generere bud fra nettkundene vil være nødvendig. Dette fordrer gode informasjonsmodeller og IKT-arkitektur, og dagens data fra nettselskapene er ikke strukturert på en ensartet måte. Strengt krav til informasjonsmodeller og IKT-infrastruktur vil også hindre innelåsning til en systemleverandør. Lykkes man ikke med dette, vil det bli kostbart og krevende å endre system. Elhub fungerer som en integrator for måledata fra 2018 i henhold til siste kjente tidsplan, og kan muligens spille en rolle også på dette området, noe som bør avklares i en pilot.

Tabell 4: Oppsummering for markeds plasser

Barriere	Kunnskapsstatus	Betydning for pilot
<i>Hvem skal eie og drifte?</i>	<ul style="list-style-type: none"> Regulatoriske krav til skille mellom monopol og marked kan gjøre at nettselskap ikke kan eie og drive en markeds plass Generelt bør ingen brukere av markeds plassene eie eller drifte den 	<ul style="list-style-type: none"> Avklare med NVE om nøytralitetskravene kan lempes på i en demonstrasjonsfase Mulige framtidige eiere bør inkluderes i en demonstrasjonsfase
<i>Hva skal handles og hvordan?</i>	<ul style="list-style-type: none"> Ulike behov kan kreve ulike produkter og tidshorisonter Det er definert forslag til produkter som kan dekke ulike behov i tidligere forskningsprosjekter 	<ul style="list-style-type: none"> Produktdefinisjoner og testing av ulike produkter i ulike situasjoner bør inngå i en pilot
<i>Hvordan integrere mot andre markeder?</i>	<ul style="list-style-type: none"> Fleksibilitet bør brukes der den har størst verdi, markeder bør derfor koordineres. Det finnes forslag til hvordan dette kan gjøres. Klarering bør gjøres så tidlig som mulig for å frigjøre ressurser til akutte behov 	<ul style="list-style-type: none"> Integrering mot andre markeder må ikke inkluderes i tidlige faser av en pilot, men man må sikre at slik integrering kan skje senere Etablerte forslag bør danne utgangspunktet
<i>Hva er gode IKT-løsninger?</i>	<ul style="list-style-type: none"> Innelåsning må hindres Standardisering og åpne grensesnitt er avgjørende Lastdata fra nettselskapet er ikke standardisert 	<ul style="list-style-type: none"> IKT-arkitektur og datamodeller må etableres og videreutvikles Elhub sin rolle må avklares
<i>Kan markeds makt bli en utfordring?</i>	<ul style="list-style-type: none"> Flere tilbydere og standardiserte produkter vil redusere markeds makt, men i et lokalt marked kan det likevel oppstå Pay-as-bid kan redusere markeds makt Muligheten til å bygge nett vil begrense markeds makt 	<ul style="list-style-type: none"> Vurdering av markeds makt og måter å håndtere den på bør inngå i pilotene

3.5.1 Hvem skal eie og drifte en markedsløsning?

Dagens innkjøp av fleksibilitet brukt til nettformål bli i dag handlet inn bilateralt i form av auksjoner (Statnett) og som inngåelse av avtale om fleksibel tariff for utkoblbart forbruk. For fleksibilitet som skal brukes på tvers av nettselskap og Statnett, bør det etableres mer sofistikerte løsninger og stilles strengere krav til konfidensialitet for tilbyderne av fleksibilitet. De ulike aktørene bør ikke få tilgang til informasjon fra konkurrerende tilbydere eller kjøpere av fleksibilitet. I tillegg bør handelsløsningene være effektive og transparente (på aggregert nivå). Dette stiller noen krav til både eierskap og til den som drifter løsningen:

- Det bør være en nøytral part som ikke har interesser verken på tilbuds- eller etterspørselssiden
- Det bør være en aktør som alle aktørene har tillit til

DTU (2013) foreslår at det bør være den som eier og drifter markedsplassen for energi som også har ansvaret for en markedsplasse for lokal fleksibilitet. Dersom man følger deres logikk, peker dette på Nord Pool som drifter energimarkedet i dag eller Statnett som har flere markedsplasser til innkjøp av tjenester som behøves i systemdriften.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Nettselskapene bør ikke eie markedsløsningen, bare bruke den, i hvert fall så lenge de er en del av et vertikalt integrert kraftselskap/-konsern. Her må det imidlertid også tas hensyn til andre regulatoriske virkemidler for å ivareta nøytralitet.
- Den som eier og drifter en markedsplasse bør være uavhengig av alle aktørene som kan bruke den.

Utforming av pilot:

- Pilotene bør bidra til at de som kan være aktuelle som eier/ drifter av markedsløsningen på sikt er involvert i pilotene.
- Sikre at eierskap er skilt fra softwaretilbyderen for å unngå innelåsning av løsning og leverandør.

En pilot kan bidra til:

- Avdekke problemstillinger som bidrar til å definere eierskap og organisering av en markedsplasse.
- Avklaringer mellom teknologi og systemer som benyttes og rollen som eier/drifter av markedsplassen.

3.5.2 Hva skal handles og hvordan?

Som beskrevet innledningsvis, er det flere typer utfordringer som kan løses ved hjelp av forbruksfleksibilitet. Dersom svært ulike typer utfordringer skal løses helt eller delvis gjennom kjøp av fleksibilitet, vil det være behov for å definere flere ulike typer fleksibilitetsprodukter.

Likevel vil det være viktig at man standardiserer viktige parametere og som brukes til å definere ulike produkter.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Nettselskapene kan ha ulike behov for langsiktighet for å løse ulike typer utfordringer, det er ikke sannsynlig at alle utfordringer kan løses ved hjelp av identiske «produkter»

- Det behovet som dekkes via dagens fleksible tariffer bør også kunne dekkes i en markedsløsning
- Det er utarbeidet noen forslag til hvordan produkter kan defineres ulikt avhengig av hvilke nettutfordringer som skal løses i iPower (2013a)

Utforming av pilot:

- Produktdefinisjoner og testing av ulike typer handler bør være en vesentlig del av en pilot og samlet for alle piloter

En pilot kan bidra til:

- Å etablere og teste ut hvordan produkter bør utarbeides for å dekke ulike nettutfordringer
- Å etablere og teste ut hvordan produkter kan og bør defineres for å at nettkundene kan levere fleksibilitet

3.5.3 Vil det være tilstrekkelig likviditet i markedet?

Et viktig spørsmål når man skal etablere et marked er om det vil være tilstrekkelig likviditet og antall aktører i markedet til at vi oppnår en effektiv prisdannelse, og hvorvidt nettkundene (i dette tilfellet) har mulighet til markedsmakt, det vil si om de har mulighet til å påvirke etterspørsel og pris gjennom strategisk adferd. Det er flere forhold som har betydning for disse områdene:

- *Antall tilbydere:* For å oppnå effektiv prisdannelse i et marked, kreves det at det er konkurranse mellom ulike tilbydere. Dersom det er få aktører som kan tilby fleksibilitet i en fleksibilitetsauksjon, kan de utnytte dette til å manipulere markedsprisen. Siden vi snakker om lokal fleksibilitet der den geografiske lokaliseringen også innenfor et distribusjonsnett kan spille en rolle, er det lett å tenke seg at det i mange tilfeller vil være få aktuelle tilbydere for hvert produkt.
- *Standardiserte produkter:* For å øke konkurransen kan det være viktig å standardisere de produktene som handles. Standardisering legger til rette for at aktører som opererer i flere markeder ikke har behov for å forholde seg til en rekke ulike produkter, og reduserer kompleksiteten av å delta i markedet. Standardiserte produkter legger også til rette for at større aktører og aggregatorer kan ta ut stordriftsfordeler ved å tilby sine tjenester i flere markeder. For stor grad av standardisering kan imidlertid føre til at fleksibiliteten får redusert relevans for nettselskapene som kjøper. Gevinsten ved standardisering må derfor avveies mot hensynet til konkurranseforholdene.
- *Nettselskapenes mulighet til å gjøre andre tiltak reduserer markedsmakten:* Nettselskapet har et klart alternativ til å ta i bruk fleksibilitet, og det er å bygge ut nettet. Innkjøp av fleksibilitetskontrakter kan derfor neppe bli dyrere enn å bygge ut nettet.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Nettkundenes markedsmakt begrenses av at nettinvesteringer som hovedregel er en alternativ løsning. Men med høy kostnad ved nettinvestering, kan markedsmakt likevel gi en lavere effektivitet enn det som er ønskelig.
- Ulike typer av prissetting vil også bidra til å redusere markedsmakt, som pay-as-bid eller klareringspris til alle tilbydere.

Utforming av pilot:

- Vurdering av markedsmakt bør inngå i evalueringen av piloten.

En pilot kan bidra til:

- Å teste ut mulige konsekvenser for konkurransen av ulik utforming av produkter og standardisering og vurdere når markedsmakt kan utnyttes.

3.5.4 Hvordan integrere mot andre markeder?

Flere rapporter om fleksibilitetsmarkeder og aggregatorer er opptatt av hvordan man skal koordinere bruken av fleksibilitet mellom lokale nettselskap og TSOen, eventuelt også energimarkedene. Dette vil være viktig for både å utnytte fleksibiliteten der den har størst verdi og for å øke verdien for aggregatorer, forbrukere og produsenter av å delta i ordningene. Den økonomiske risikoen ved å gjøre forarbeidet med å kartlegge egen fleksibilitet og å installere nødvendig utstyr vil reduseres dersom fleksibiliteten kan tilbys i flere markeder.

I tillegg vil aktivering på et nettnivå påvirke driften av nettet på andre nivå. Det finnes eksempler der utkobling av en stor forbruker gjennom Statnetts markeder gir store driftsutfordringer som en lokal netteier må løse. Et slikt eksempel er fra Agder Energi i et område med 30 MW produksjon og en trafo som tåler 25 MW. Dersom man kobler ut 10 MW fra industrien under samme trafo, kan man fort få et problem som kan føre til at produksjon må kobles ut for å unngå utfall. I så fall får også Statnett et økt problem, de ønsket seg 10 MW mindre forbruk, men kan ende opp med 15 MW lavere produksjon i området. Det er dermed viktig for alle nettaktørene at slike problemstillinger koordineres på en god måte. En fare kan ifølge Ramos et al. (2015) være at DSOen ut fra en «worst case»-tankegang, i for stor grad kan nekte TSOen tilgang til ressursene.

Krav til datautveksling blir mer krevende desto nærmere driftstimen koordinering mellom det lokale nettselskapet og Statnett skal skje. Et innspill fra Statnett er at tidsaksen i en lokal markedsløsning bør tilpasses faktisk behov, slik at klarering ikke kommer nærmere driftstimen enn det som er nødvendig for kjente utfordringer (kuldeperioder, planlagte utkoblinger osv.), slik at det kun er ved uforutsette hendelser at markedet må klareres og fleksibiliteten aktiveres nærme driftstimen. Dette kan også være viktig opp mot energimarkedene. Dersom man kan klarere tilbud og etterspørsel ca. to dager før driftstimen, har forbrukssiden og aggregatoren mulighet til å tilpasse sine bud også i spot- og intradagmarkedene. På denne måten vil man unngå å fjerne fokus fra energimarkedene til lokale markeder og dermed øke utfordringene i energimarkedet. Tidsdimensjonen i bud, markedsklarering og aktivering er dermed noe som bør avklares nærmere.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Det vil være positiv for utviklingen av et reelt lokalt fleksibilitetsmarked at også Statnett kan kjøpe de samme fleksibilitetsressursene og at markedesdesignet i størst mulig grad legger til rette for at forbrukerne og aggregatorer i å være aktive også i energimarkedene
- Lokale netteiere bør varsles når netteiere på høyere nivå planlegger utkoblinger og bør ha mulighet til å stoppe utkoblinger som skaper nye, lokale utfordringer
- Det finnes studier som har forslag til tilnærminger på hvordan koordinering mellom ulike markeder kan håndteres (for eksempel USEF, 2013 og iPower, 2013a).

Utforming av pilot:

- Integrasjon mot andre markeder trenger ikke inngå i et første steg i en pilot som har lokal fleksibilitet i fokus, men det bør som et minimum tas høyde for at en slik integrasjon kan skje i senere faser av en pilot
- Modellen for integrasjon mot andre markeder bør ta utgangspunkt i de modellene som allerede er beskrevet for å unngå at man går et steg tilbake og å bruke tid på å utvikle modeller som allerede finnes.

En pilot kan bidra til:

- Å teste ut løsninger for koordinering mellom ulike markeder i praksis og å finne gode og praktiske måter å oppnå dette på

3.5.5 Automatisering og datautveksling

En markedsplass er et verktøy for å koble sammen tilbud og etterspørsel av fleksibilitet. Markedsplassen kan omfatte produkter med ulik responstid og varighet. Bruk av fleksible ressurser vil ha konsekvenser for en rekke aktører, både forbrukere/produsenter, nettselskap (inklusive Statnett), kraftleverandører og aggregatorer. Det er derfor viktig at den nødvendige utvekslingen av data skjer på en effektiv måte. En effektiv datautveksling avhenger av flere faktorer:

- Standardiserte grensesnitt for kommunikasjon og utveksling, eventuelt sentraliserte løsninger (hub'er)
- Standardisert IKT-arkitektur, herunder en felles informasjonsmodell og felles dataformat
- Tilgjengelighet av data, herunder responstid og tiden det tar før data blir gjort tilgjengelige for de relevante aktørene
- Datakvalitet

Utfordringer og muligheter knyttet til datautveksling er blant annet drøftet i THEMA og EPOS (2016), THEMA (2017), THEMA og BEKK (2015) og Brandstätt et al. (2016). Erfaringene fra tidligere arbeider av THEMA og internasjonale studier (se blant annet THEMA og EPOS, 2016, og referansene der) tilsier at det er en rekke utfordringer knyttet til datautvekslingen i kraftsystemet i dag. Det gjelder både i distribusjonsnett, mellom distribusjonsnett, mellom DSO'er og TSO'er og mellom ulike kommersielle aktører og nettselskap. Noen av utfordringene kan trolig løses (i noen tilfeller ved utvidet funksjonalitet) i Elhub, som er planlagt idriftsatt i 2018, men ikke alle.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Behovet for informasjonsutveksling på et overordnet nivå er avklart i forskjellige norske og internasjonale studier.
- Elhub er i ferd med å bli etablert med en grunnleggende funksjonalitet og arkitektur.

Utforming av pilot:

- En pilot som involverer etablering av markedsplass for lokal fleksibilitet bør inkludere uttesting av IKT-arkitektur og løsninger for datautveksling basert på åpne standarder og en informasjonsmodell/datastrukturer som kan gjøres om til standarder. Proprietære løsninger må unngås.

En pilot kan bidra til:

- Å få en bedre forståelse av behovet for informasjonsutveksling.
- Å utvikle grunnleggende prinsipper for IKT-arkitekturen i forbindelse med lokale markedsløsninger, herunder en felles informasjonsmodell.
- Identifisere og utvikle praktiske løsninger for effektiv informasjonsutveksling, herunder avklare forholdet til Elhub og hvorvidt Elhub kan spille en rolle.

3.6 For regulator

Som tidligere beskrevet, er det ikke noen absolutte barrierer i nettreguleringen mot at nettselskapene benytter fleksibilitet fra nettkundene. Bruk av fleksibilitet praktiseres allerede i dag gjennom for eksempel fleksible tariffen som gir nettselskapet rett til å koble fra forbruk som har denne tariffen når nettforhold tilsier det. Ulike deler av nettreguleringen begrenser imidlertid muligheten til å benytte fleksibilitet enten direkte eller indirekte.

NVE som regulator for aktørene i kraftsystemet generelt, og nettselskapene spesielt, har noen overordnede mål og prinsipper for hva man skal oppnå med reguleringen, jf. energilovens formål om en samfunnsmessig rasjonell utvikling og drift av energisystemet. Viktige avledede mål er blant annet følgende:

- Tilstrekkelig høy leveringssikkerhet til lavest mulig pris
- Markedsløsninger der det er mulig
- Effektive markeder: Utnytte fleksibilitet der den har størst verdi/effektivitet og unngå markedsrett
- Sikre nøytralitet hos monopolister (nettselskap og Statnett)
- Data- og systemsikkerhet

Ny teknologi og nye løsninger kan øke mulighetene til å oppnå regulators overordnede mål, og utvikling på mange områder vil dermed være i tråd med NVEs ønsker. I tilfeller der dagens regulering er en hindring for løsninger som åpenbart vil være positive på lang sikt, vil det være naturlig at regulator vurderer justeringer på disse områdene. Men det er ikke regulators oppgave å legge til rette for alt som er nytt og spennende, uten at man ser at det har en langsikt positiv virkning på regulators mål. Overordnet samfunnsnytte og å unngå suboptimalisering og løsninger som kun gir omfordeling mellom aktører, vil være viktige poenger for NVE.

I en del tilfeller kan det også være motsetninger mellom de ulike målene, i alle fall på kort sikt. Nøytralitet er et mål for nettselskapene, men samtidig ser man at det er i grensesnittet mellom nettselskapet og de kommersielle interessene i et kraftkonsern det skjer mest utvikling i positiv retning for å ta i bruk fleksibilitet som en ressurs for å redusere nettkostnadene. På lang sikt er det imidlertid liten tvil om at regulator vil være skeptisk til at nettselskapene har en rolle i å drive en markedsrett for lokal fleksibilitet der de selv er kjøper, og særlig dersom søsterselskap er tilbydere.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- NVE mener at pilotene må bidra til bred samfunnsnytte og til å redusere kostnader hos nettselskapene.
- Nettselskapenes FoU-midler kan benyttes i nettselskapenes arbeid i slike piloter, gitt at det er godkjent på forhånd.
- NVE ønsker at aggregatører skal ha balanseansvar som i dagens regelverk, men må finne en annen løsning dersom EU skulle komme fram til at de ikke ønsker denne løsningen.
- NVE ønsker at pilotsøknader klargjør hvordan deres løsning vil sikre at forskriftskrav kan overholdes etter pilotfasen dersom forskriften ikke endres.

Utforming av pilot:

- Pilotene bør beskrive tydelig hva de potensielle gevinstene er i et samfunnsperspektiv, og Enova bør sikre at ikke piloter med et suboptimaliserende fokus får støtte
- NVE vurderer å lage et regulatorisk rammeverk for piloter. Dersom de har satt opp tydeligere kriterier for hvilke forskriftskrav som ikke kan avvikes fra i en pilot, hvilke man kan søke om fritak for, hvilke fritak som kan gis dersom gitte forutsetninger er oppfylt, må Enovas utlysning forholde seg til dette. Tilknytningsplikten og krav til balanseansvar er et eksempel på noe som trolig kan mykes opp i en pilot.
- Det kan være hensiktsmessig at NVE vurderer pilotsøknader før de godkjennes av Enova. Da kan man unngå at piloter legger opp til en situasjon etter piloten som ikke er i tråd med NVEs langsiktige planer og forskriftsmessige forutsetninger.
- Det kan gjerne stilles noen krav til nettselskapene – for eksempel at de har gode IKT-systemer (SCADA, NIS osv.) og gjør analyser av data som gjør dem i stand til å finne gode case for kostnadsbesparelser ved bruk av fleksibilitet.
- Det bør legges opp til deling av resultater og funn på tvers av nettselskap. Dersom resultatene kan brukes til å øke et nettselskaps relative effektivitet sammenlignet med andre, bør det gjøres på kommersielle vilkår, og ikke gjennom offentlig FoU-finansiering.

En pilot kan bidra til:

- Avklare hvilke områder i nettreguleringer som bør justeres for å oppnå regulators overordnede mål.

3.7 For Statnett

Et lokalt fleksibilitetsmarked kan både være en trussel og en mulighet for Statnett, avhengig av hvor godt de virker sammen med deres eksisterende og framtidige behov og løsninger. Dersom en pilot bidrar til å finne gode løsninger som også kommer til nytte for Statnetts markeder, vil det være svært positivt. Uansett må man i en pilot sørge for å finne løsninger som ikke svekker virkemåten til dagens viktige markeder.

Tabell 5: Oppsummering for Statnett

Barriere	Kunnskapsstatus	Betydning for pilot
<i>Kan nye markeder skape utfordringer i systemdriften?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Energimarkedene har stor betydning for Statnetts systemdrift 	<ul style="list-style-type: none"> • En pilot bør søke løsninger som styrker og ikke svekker dagens markedsløsninger
<i>Kan nye markeder forenkle systemdriften?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Statnett har stort og økende behov for ressurser – særlig i enkelte områder • Statnett og andre TSOer tester ut bruk av ressurser fra lokale nett – og potensialet er lovende 	<ul style="list-style-type: none"> • Statnetts deltakelse i en eller flere piloter vil være positivt • Integrering mot Statnetts markeder er et interessant tema

3.7.1 Kan et lokalt fleksibilitetsmarked skape utfordringer for Statnett sin drift?

Energimarkedene (day-ahead) har stor betydning for Statnetts systemdrift. Gjennom disse markedene får produsenter og forbrukere et ansvar for å planlegge sin produksjon/forbruk for hver time det neste døgnet. Dermed er utgangspunktet for hver driftstime at det er balanse mellom forbruk og produksjon. Statnetts systemdrift blir da å håndtere avvik fra planen og uforutsette hendelser gjennom opp-/nedregulering av produksjon og eller forbruk for å sikre balanse og riktig frekvens i systemet, se Figur 8.

Figur 8: Illustrasjon av balansering mellom produksjon og forbruk for å sikre riktig frekvens



Kilde: iPower (2013a)

En mulig utfordring som Statnett peker på, er at dersom det blir store volumer i et lokalt fleksibilitetsmarked, må man passe på at det ikke utfordrer deltakelsen i energimarkedene, da det vil gjøre markedet mindre velfungerende og systemdriften mer krevende. Målet bør heller være å forbedre bud i energimarkedene gjennom aggregatorer og økt fleksibilitet hos forbrukerne.

Flere av behovene nettselskapene har oppstår ikke plutselig i driftstimen, men kan forutses foran en sesong eller en uke. Slike behov bør avklares tidlig nok til at last som ikke bli aktivert i lokale markeder kan bys inn på normal måte i energimarkedet (og/eller andre kortsiktige markeder).

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Så fremt det er mulig, bør aktivering for en gitt netttutfordring avklares så tidlig som mulig slik at det samme fleksibilitetsvolumet kan delta i andre markeder. Når aktivering kan avklares, vil avhenge av om netttutfordringen som oppstår er forutsigbar eller ikke.

Utforming av pilot:

- Alle piloter bør vise en forståelse for alle de ulike kraftmarkedene og et lokalt marked sin rolle i dette. Som en del av piloten (men ikke nødvendigvis i første fase), bør deltakelse i flere markeder adresseres.

En pilot kan bidra til:

- Å utarbeide gode modeller og systemer slik at lokal fleksibilitet både blir attraktivt for deltakende nettkunder gjennom at man ikke utestenges unødvendig fra andre markeder – og til å øke/opprettholde høy deltakelse og effektivitet i alle markeder

3.7.2 Kan lokale fleksibilitetsmarkeder bidra til økte volumer i balanse/reservemarkeder?

Til tross for at den norske vannkraften er svært fleksibel og i mange tilfeller kan bidra med rimelig regulering inn i Statnetts reservemarkeder, er det mangel på ressurser i noen områder med lite vannkraft og høyt forbruk. Det er også sannsynlig at Statnett vil trenge ytterligere ressurser framover (Statnett, 2017). Dette er årsaken til at Statnett har kjørt test med fleksibilitet fra forbruk via aggregator i NO1 og tester ut bruk av fleksibilitet fra alminnelig forsyning i deler av Nord-Norge. En markeds plass for aggregert lokal forbruksfleksibilitet vil derfor være av interesse også for Statnett, i første omgang i utvalgte områder, men trolig også flere steder etter hvert.

Hva betyr dette for etablering av en storskala pilot?

Allerede avklart:

- Statnett har behov for flere ressurser flere steder i landet og har testet deltakelse via en aggregator.
- Tidligere tester i Norge og i Sverige har vist at forbrukssiden kan bidra positivt i markedet, i Sverige (og andre land) har også ressurser hos husholdninger vist seg interessant, da særlig varmtvannsberedere.
- Tidligere prosjekter har foreslått noen prioriteringer mellom ulike typer utfordringer på ulike nettnivå.
- Kravene for deltakelse i Statnetts markeder er krevende for aggregert forbruk, særlig er volumkravet innenfor en node krevende å oppfylle.

Utforming av pilot:

- Statnett bør få mulighet til være involvert i en eller flere piloter, der områder der de har for få ressurser bør prioriteres.
- Plattformen bør utformes for å kunne dekke ulike typer av aktiveringer.

En pilot kan bidra til:

- Å avdekke muligheten for å utnytte lokal fleksibilitet i balanse/reservemarkedene til Statnett via aggregerte laster og hvordan produktene må utformes for at forbrukssiden kan delta i større grad enn i dag.
- Teste ut metodikk for å koordinere ressursene mellom lokale nettselskap og Statnett, inkl. hvordan bruken av fleksibilitet prioriteres til ulike formål og om prissettingen bør være felles eller linkes på noen måte.

4 HVORDAN KAN ENOVA BIDRA TIL Å REDUSERE BARRIERER?

Enova har en rekke virkemidler knyttet til energibruk som kan virke sammen med og forsterke en pilot, som på lang sikt bidra til velfungerende lokale fleksibilitetsmarkeder. Som beskrevet i kapittel 3 er tilgjengelige volumer og lønnsomhet hos nettkundene usikre. På dette området vil Enovas program for energiutredninger og støtte til alternativer energiløsninger bidra positivt. Husholdninger kan få støtte til styringssystemer som kan brukes i lokale fleksibilitetsmarkeder dersom de har grensesnitt som kan kommunisere med en aggregator. Videre har Enova programmer for FoU og teknologiutvikling for både energi-sektoren og forbrukere der det kan utvikles teknologi som kan benyttes i pilotene.

Enovas eksisterende virkemiddelapparat kan brukes sammen med pilotprosjektet for å løse noen av de ulike barrierene for et velfungerende lokalt fleksibilitetsmarked som identifisert i kapittel 3. Pilotprosjektet er rettet mot aggregatorer og nettselskap, mens øvrige virkemidler rettes mot nettkundene. I dette kapitlet redegjør vi først for Enovas virkemidler før vi diskuterer hvilke av virkemidlene som kan bidra til et vellykket pilotprosjekt og hvordan de kan tilpasses for å fungere sammen med pilotprosjektet.

4.1 Enova har flere virkemidler rettet mot nettkunder

Enovas virkemidler består hovedsakelig av direkte subsidier i form av tilskudd og gunstige lån, samt rådgivning og pilotering. Tabellene under gir en oversikt over Enovas programmer for bedrifter og private husholdninger. For programmer rettet mot bedrifter har vi også oppgitt Enovas begrunnelse for programmene.

Tabell 6: Kategorisering av Enovas virkemidler for private husholdninger

Program	Energi-effektivisering	Fornybar energi	Miljøstudier/utredninger	Utslippsreduksjon
Energirådgivning			X	
Varmesentral	X			
Varmestyringssystem	X			
Balansert ventilasjon	X			
Oppgradering av bygningskroppen	X			
Fjerning av oljefyr og tank		X		X
Fjerning av oljekamin og tank		X		X
Varmegjenvinning av gråvann	X			
Vannbåren varme	X			
Væske-til-vann-varmepumpe	X			
Luft-til-vann-varmepumpe	X			
Avtrekksvarmepumpe	X			
Bio-ovn med vannkappe	X			X
Biokjel	X			
El-produksjon		X		
Solfanger	X	X		

Tabell 7: Enovas virkemidler rettet mot bedrifter med tilhørende begrunnelse

			Forskning og utvikling	Miljøbeskyttelse ikke dekket av EU-standard	Energieffektivisering	Fornybar energi	Energieffektiv fjernvarme og -kjøling	Miljøstudier/	Lokal infrastruktur	Teknologidemonstrasjon	Innovativ energi- og klimateknologi	Infrastruktur drivstoff
Program			25	36	38	41	46	49	56		Eco-Inn	Transport
Teknologiutvikling	FoU	Pilotering av ny energi- og klimateknologi industrien	X									
	Demo	Demonstrasjon av ny energi- og klimateknologi								X		
	Markeds-intro	Fullskala innovativ energi- og klimateknologi				X					X	
Forprosjekt energi-/ klimateknologi i industrien							X					
Markedsendring	Transport	Biogass og biodrivstoff				X						
		Energi- og klimatiltak i landtransport		X								X
		Energi- og klimatiltak i skip		X								
		Infrastruktur for komm.transporttjenester										X
		Introduksjon av energiledelse						X				
		Ladeinfrastruktur										X
		Landstrøm										X
		Hydrogeninfrastruktur										X
	Industri	Energitiltak			X	X						
		Forprosjekt for energitiltak						X				
		Introduksjon av energiledelse						X				
	Bygg og eiendom	Fjernvarme					X					
		Eksisterende bygg	Eksisterende bygg			X	X					
			Energieffektive bygg		X							
		Konseptutredning for innovative energiløsninger						X				
Kartleggingsstøtte til eksisterende bygg							X					
Ny teknologi for fremtidens bygg			X									
Varmesentraler					X							

4.2 En pilot er viktigst, men kan støttes av andre Enovaprogram

Tabellen under viser hvilke uavklarte spørsmål en pilot kan gi kunnskap om. Som vist vil en pilot være et svært relevant virkemiddel. Pilotprosjektet er rettet mot aggregatorer og nettselskap som vil være de aktørene som driver prosjektet framover. Tabellen viser også hvilke av Enovas andre programmer som kan støtte opp under en pilot og etablering av et lokalt marked for fleksibilitet generelt. Det er hovedsakelig virkemidler rettet mot strømforbrukerne (nettkundene) som vurderes som relevante. Både målsetningen i og utformingen av eksisterende programmer har betydning for hvor godt de kan støtte opp om en pilot og etableringen av lokale fleksibilitetsmarkeder.

Tabell 8: Oppsummering av hvor Enovas virkemidler vil være relevante

	Spørsmål som skal avklares	Pilot er relevant	Andre Enova-programmer relevante	Relevans for Enovas programmer
Nettselskapet	Uavklart behov	X		
	Uavklart verdi / betalingsvilje	X		
	Når er fleksibilitet beste løsning?	X		
	Hvordan fordele nytten mellom nettselskap?	X		
	Betydning for utkoblbart/fleksibelt forbruk	X		
	Interne barrierer	X		
	Regulatoriske barrierer	(X)		
Nett-kundene	Begrenset kunnskap om egen fleksibilitet		X	Utredning energibruk
	Risiko for egen drift og komfort	X	X	Utredning energibruk
	Den økonomiske gevinsten er ukjent	X	X	Utredning energibruk
Aggregator	Potensialet for fleksibilitet er ukjent	X	X	Nettverk bygg og industri
	Økonomisk risiko som mellommann	X	X	Utredning energibruk
	Hvordan helautomatisere?	X	X	Teknologiprogram?
	Hvordan best håndtere måling og validering?	X		
	Hvordan utforme kontrakter?	X		
	Hva blir regulatoriske krav?			
Markeds plass	Eierskap?			
	Hva skal handles og hvordan?	X		
	Integrasjon mot andre markeder?	X		
	Automatisering og datautveksling	X	X	Teknologiprogram?
NVE	Effektivitet	X		
	Nøytralitet			
	Sikkerhet	X		
Statnett	Kan lokal fleksibilitet gi nye utfordringer?	X		
	Kan lokal fleksibilitet gi økt regulerkraftvolum?	X		

4.2.1 Virkemidlenes utforming påvirker relevansen for et lokalt fleksibilitetsmarked

I tillegg til å styrke forsyningssikkerheten skal Enova bidra til reduserte klimagassutslipp, og de fleste av de eksisterende virkemidlene er rettet mot utslippsreduksjoner. Disse virkemidlene er ikke

designet for å øke forsyningssikkerheten eller å virke sammen med pilotprosjektet for lokale fleksibilitetsmarkeder. Noen justeringer kunne ha endret på dette. For eksempel kunne en beslutning om å prioritere søkere i områder med kapasitetsproblemer framfor andre når det er konkurranse om støttemidlene. Dette gjelder både energiutredninger og støtte til alternative energiløsninger.

For å motta Enova-støtte må ulike krav oppfylles. Kravene kan inkludere deltakelse i andre programmer eller tekniske krav som reduserer barrierer for et lokalt fleksibilitetsmarked. Noen krav ved støtte til anskaffelse av teknisk utstyr er aktuelle allerede, for eksempel krav om at varmepumper ikke skal skape spenningsutfordringer. Videre kan det stilles krav om at varmeanlegg må kunne fjernstyres. Andre krav kan vurderes når teknologier modnes i framtiden, som mulighet for å bruke batterier i elbiler til lagring av elektrisitet som kan mates tilbake til nettet.

4.2.2 Enovas programmer for støtte til alternativ energiforsyning

Både nettkundenes faktiske energibruk og hvilke energikilder som er i bruk vil påvirke deres mulighet til å tilpasse strømforbruket når det blir etterspurt og tilby dette i et marked. Se tekstboksen på neste side for en oversikt over hvilke forhold som spiller inn.

Dersom en forbruker har flere energikilder installert, kan man kutte strømforbruket i en periode ved å ta i bruk andre alternativer. Slik fleksibilitet vil være verdifull inn i et fleksibilitetsmarked fordi strømmen ofte kan kuttes raskt og være utkoblet lenge. Enovas eksisterende virkemidler inkluderer programmer som kan bidra til å etablere alternative energikilder både for private husholdninger og bedrifter. Disse virkemidlene kan bidra både positivt og negativt inn i en pilot avhengig av hvordan de påvirker forbrukernes evne til å levere fleksibilitet.

Et av Enovas hovedmål er å bidra til kutt av klimagassutslipp. Noen av virkemidlene for å oppnå dette handler om å fjerne kilder til oppvarming som ikke er basert på fornybare kilder, som hovedregel oljekjeler. Historisk har kombinasjonen av olje- og elkjeler vært et viktig bidrag til fleksibilitet (blant annet i ordningen for utkoblbart forbruk ved hjelp av fleksible tariffer). Fjerning av oljekjeler vil derfor redusere volumet av fleksibilitet fra bygg.

Kjeler basert på fornybar energi (for eksempel bioenergi) har i prinsippet det samme egenskapene som en oljekjel ved at de kan kombineres med en elkjel og dermed bidra til fleksibilitet i elsystemet. Biokjeler er imidlertid sjeldnere kombinert med elkjeler og gir derfor et lavere potensial for fleksibilitet enn oljekjelene de erstatter.

Enova kan også gi støtte til oppvaring fra varmepumper, solfangere og egenproduksjon av strøm. Slike installasjoner kan bidra til økte muligheter for fleksibilitet, særlig dersom de inkluderer lagring og/eller styringssystemer som beskrevet i neste avsnitt. Enova støtter i dag ikke installasjon av batterier eller varmelager, men slike løsninger vil direkte øke muligheten for å levere fleksibilitet.

4.2.3 Enovas programmer som påvirker mulighetene for lastflytting og kutt i forbruk

Nettkundene som tilbyr fleksibilitet via en aggregator, er avhengige av å ha oversikt over eget energiforbruk og ha mulighet for å endre energiforbruket for å oppfylle forpliktelser til å levere fleksibilitet som er forpliktet i et marked. Teknisk utstyr og kunnskap er nødvendig for å kunne skru av forbruk og for å kunne flytte last i tid som beskrevet i tekstboksen under.

I Enovas eksisterende virkemiddelapparat er det flere muligheter til å yte støtte til nettkunder som ønsker å få oversikt over eget energiforbruk og å sette opp styringssystemer som er nødvendig for å levere fleksibilitet. Det gjelder både for private husholdninger og for bedrifter. Dagens programmer er direkte relevante, men man kan også tenke seg å utvide et program for å støtte en pilot mer direkte over en periode, eller å spisse et program til et nettområde for å støtte etablering av et fullskala marked.

Enova tilbyr økonomisk støtte til installasjon av varmestyringssystemer i private husholdninger. Installasjon av nødvendig utstyr hos aktørene i aggregatorene er svært relevant som virkemiddel sammen med pilotprosjektet. Private husholdninger kan også motta støtte til energirådgivning for å kartlegge energitiltak i boligen. Energirådgivning kan øke kunnskap om et forbruk både i mengde og

tidspunkt. Videre kan rådgivningen øke forbrukernes kunnskap om deres mulighet til å tilby fleksibilitet gjennom en aggregator.

Bedrifter kan motta støtte til ulike typer kartlegginger og konseptutredninger i tillegg til energiledelse. Enova tilbyr støtte til konseptutredninger for innovative klimaløsninger i bygg, områder og energisystem. Kartleggingen inkluderer løsninger for energilagring samt effektutjevningssystemer. Det gis også støtte for systemer for måling og styring, og for egenproduksjon av energi. Produksjon av egen energi kan tenkes å skje når det er kapasitetsbegrensninger, gitt at produksjonen er regulerbar.

Det finnes eksempler der energirådgivere har etablert lokale nettverk der de har hjulpet industri og næring med energikartlegging og -optimalisering støttet av Enova (Tafjord EnergiArena). En aggregator vil ha en tilsvarende rolle i nettområder som inkluderes i en pilot. Det vil derfor være et spørsmål om en slik energikartlegging skal finansieres i piloten eller støttes av Enovas generelle virkemidler siden de har betydning for Enovas måloppnåelse uavhengig av piloten.

Installert utstyr og energibruk påvirker muligheten til å tilby fleksibilitet

For å tilby fleksibilitet kan nettkundene skru av forbruket, skifte energikilde eller flytte last i tid. **Error! Reference source not found.** Nedenfor viser vi en oversikt over de ulike formene for forbrukerfleksibilitet med eksempler. Enovas eksisterende virkemidler kan bidra til at nettkundene enklere kan tilby de ulike typene respons og dermed bidra til å redusere «høna-og-egget»-problematikken, hvor for eksempel nettkunder vegrer seg for å installere nødvendig teknisk utstyr før markedet for lokal fleksibilitet er etablert, og markedet fleksibilitet ikke etableres fordi kundene ikke har nødvendig teknisk utstyr.

Tabell 9: Ulike former for forbrukerfleksibilitet

Respons	Lasttype	Eksempel industri	Eksempel bygg
1. Skru av forbruk	Prosesser som kan avbrytes	<ul style="list-style-type: none"> • Stopp i produksjon med redusert vareleveranser 	<ul style="list-style-type: none"> • Slå av lys, TV eller annet
2. Skifte energikilde	Laster med back-up	<ul style="list-style-type: none"> • Olje-/elkjeler • Fjernvarme (inkl. økt forbruk) 	<ul style="list-style-type: none"> • Olje-/elkjeler • Strømaggregat
3. Flytte last i tid	Trege laster	<ul style="list-style-type: none"> • Varme/kjøling 	<ul style="list-style-type: none"> • Varme, kjøling og ventilasjon
	Laster med lager	<ul style="list-style-type: none"> • Lager av kvernet tremasse i papirindustri • Akkumulatortanker i fjernvarme 	<ul style="list-style-type: none"> • Varmtvannstanker, varmelager eller batteri
	Laster med overkapasitet	<ul style="list-style-type: none"> • Gartneri – trenger kun lys 20 av 24 timer per døgn 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaske-/oppvask-maskiner

4.3 Teknologit utvikling

Enova har også egne virkemidler som gir tilskudd til teknologit utvikling for bedrifter. Ny teknologi kan bidra til å øke nettkunders fleksibilitetstilbud både i form av energistyringssystemer og til økt mulighet for å endre energikilde.

Som forklart i kapittel 2 omhandler pilotprogrammer vanligvis introduksjon av en ny teknologi i markedet. En pilot rettet mot et lokalt fleksibilitetsmarked handler mer om å ta i bruk eksisterende teknologi for å tilrettelegge for et marked. Teknologi som er utviklet i andre piloter, i regi av Enova eller andre, kan imidlertid være aktuelle å teste ut i en pilot for en lokal markedsløsning. Teknologiprogrammet kan derfor støtte opp om piloten vi diskuterer, men mer indirekte.

5 HVA ER VIKTIG I UTFORMINGEN AV EN STORSKALA PILOT?

Et pilotprogram bør tilpasses slik at de viktigste problemstillingene dekkes og at det i størst mulig grad gir svar på uavklarte spørsmål og skaper nytteverdi for samfunnet. Risikoen i pilotene bør reduseres ved at Enova kan stanse prosjektet underveis dersom det viser seg å ikke føre noe sted. Prosjektene bør derfor settes opp i ulike faser med exitmuligheter for hver fase. Søknader fra nettselskap og aggregatorer som ligger langt framme på området bør prioriteres slik at pilotene kan bygge på eksisterende systemer og løsninger hos de enkelte deltakerne. Nettkundene bør imidlertid inkluderes bredt for å få erfaring med ulike typer forbrukere og et tilstrekkelig volum til å teste relevansen for ulike typer nettutfordringer. Hvor mange piloter som bør etableres og hvordan de bør organiseres, avhenger av hvordan man veier kompleksitet, fleksibilitet og forutsigbarhet opp mot hverandre. Det er fortsatt stor usikkerhet i hvordan et lokalt fleksibilitetsmarked best kan testes ut i praksis. Det er derfor viktig å invitere aktørene til dialog om både innhold, omfang og organisering før selve utlysningen, men i selve utlysningen bør det være tydelig hva som er målet med prosjektet og hvordan søknader blir vurdert.

I dette kapittelet gir vi noen innspill til den videre prosessen med å sette opp et storskala pilot- og demonstrasjonsprosjekt. Først oppsummerer vi hvilke problemstillinger som bør dekkes og hva vi ser som relevante suksesskriterier. Deretter diskuterer vi noen praktiske spørsmål som hvem som bør delta, faseinndeling og organisering av prosjektet. Flere myndigheter kan ha betydning for pilotens relevans og mulighet for suksess. Vi har gir en oversikt over de organene vi mener bør konsulteres når man utarbeider utlysningsgrunnlaget slik at man unngår store fallgruver. Til slutt gir vi noen innspill på selve utlysningsprosessen.

Alle anbefalinger i dette kapittelet er basert på det vi vet så langt, og er ment som foreløpige innspill å ta med i den videre prosessen. Anbefalingene utgjør ikke et tilstrekkelig grunnlag for å utforme et storskala pilot- og demonstrasjonsprosjekt.

5.1 Særlige relevante problemstillinger bør dekkes

Det unike med piloten Enova planlegger er at det er en markedspilot og ikke en ren demonstrasjon av teknologi. Problemene som skal løses, altså nettutfordringer, bør være utgangspunktet for hva som dekkes i studien. Løsninger kan ikke demonstreres i praksis uten at de relaterer seg til et problem. Som beskrevet innledningsvis kan fleksibilitet løse flere typer utfordringer som vil kreve ulike produkter, nettkunder og tidshorisonter for å løse utfordringer i nettet:

- Håndtere vekst i nettbelastning uten nettførsterkninger
- Håndtere planlagt utkobling til vedlikehold.
- Håndtere uforutsett overlast
- Håndtere spenningsutfordringer

I og med at temaene bør bygge på konkrete problemer, er det også naturlig at problemstillingene i ulike piloter blir forskjellige. Samtidig har vi tidligere beskrevet at samme type nettutfordring har ulike forutsetninger for å løses med lokal fleksibilitet. Dermed er det også interessant med en viss overlapp mellom ulike piloter.

Som vist i kapittel 2 er dette de viktigste problemstillingene å få studert gjennom Enovas planlagte program:

- *Behovet for fleksibilitet* og i hvilke tilfeller fleksibilitet kan være en sikker og effektiv løsning.
- *Tilbuds- og etterspørselskurver for fleksibilitet.* Er tilstrekkelig volum av fleksibilitet tilgjengelig til en akseptabel totalkostnad for nettselskapene? I så fall, er det noe som kjennetegner de tilfellene der fleksibilitet er en god løsning?

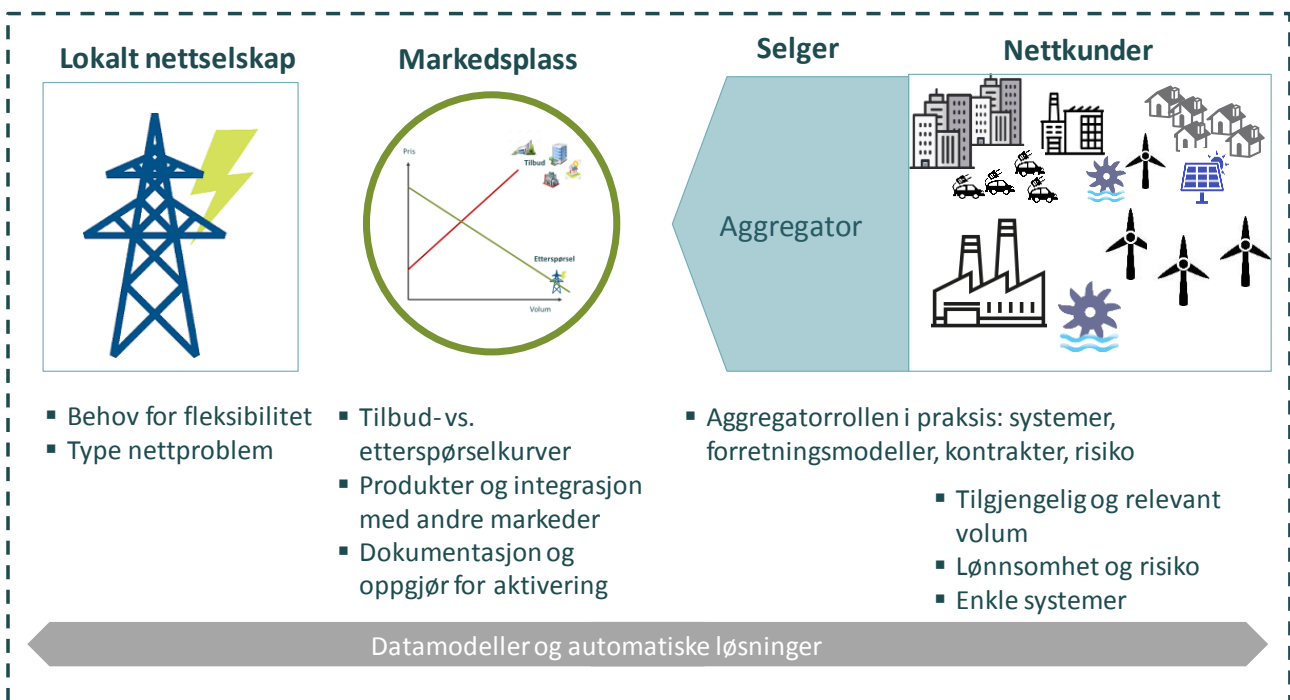
- *Markedsdesign i praksis:* Demonstrasjon av produkter og god integrasjon mot andre deler og aktører i kraftsystemet
- *Aggregatorrollen i praksis:* Demonstrasjon av aggregering, systemer og kontrakter som ivaretar individuelle behov hos nettkunder opp mot standardiserte produkter i en markedsløsning
- *Datamodeller og automatiske løsninger for handel:* Demonstrasjon av datamodeller og helautomatiske løsninger (der det er en forutsetning)
- *Dokumentering av aktivering.* Avklare og demonstrere modeller for baseline og verifikasjon av aktivering som er tilstrekkelige for at godtgjørelse for levert fleksibilitet kan utbetales.

For hvert av punktene over vil det være positivt om man kan ta utgangspunkt i modeller og systemer som allerede finnes. Formålet til pilot- og demonstrasjonsprosjekter er å ta i bruk eksisterende kunnskap i praksis, og ikke å utvikle systemer og modeller fra grunnen av. Som beskrevet i denne rapporten finnes det et bredt kunnskapsgrunnlag, både om fleksibilitetsmarkeder, aggregatorrollen, relevante datasystemer og -modeller, og det vil være viktig å ta utgangspunkt i dette.

Likeve vil det innenfor alle områdene også være viktig å avdekke hvor det fortsatt mangler systemer og løsninger som må utvikles for å støtte et eventuelt lokalt fleksibilitetsmarked i full skala.

De ulike temaområdene er grovt sett fordelt på hvor i verdikjeden de er relevante i figuren under.

Figur 9: Oversikt over temaområder for piloten fordelt på verdikjeden



5.2 Suksesskriterier for demonstrasjonsprosjektet

Offentlig pengebruk må alltid vurderes opp mot effekten av tiltaket og hva man får igjen. Før Enova eventuelt setter av betydelige midler til et storskala pilot/demonstrasjonsprosjekt, vil det være svært viktig at man har en klar formening om hva som skal til for at prosjektet blir vellykket. Det er to overordnede punkter som vil definere hvor vellykket prosjektet er:

- *Mest mulig læring per krone.* Dermed må man sikre at man bygger på eksisterende kunnskap og systemer fra tidligere studier og erfaringer fra både Norge og andre land, og at pilot-/demonstrasjonsprosjektene har en høy læringseffekt og i størst mulig grad reduserer barrierene for å ta løsningene i bruk i fullskala.

- *Nytte for kraftsystemet og aktørene i verdikjeden:* Prosjektet bør sikre at man kan løse faktiske og kostbare utfordringer hos nettselskapene og bidra til økt effektivitet i kraftsystemet. Sub-optimale løsninger som kun bidrar til omfordeling av kostnader har begrenset verdi.

For utforming av pilotprosjektene i seg selv er det flere forhold som er viktige:

- Pilotprosjektet bør dekke alle de viktigste problemstillingene, men samtidig forsøke å løse dem i riktig rekkefølge. Det vil si at uavklarte spørsmål som faktisk behov for fleksibilitet og kundenes evne til å løse dem gjennom sitt potensial for å levere fleksibilitet bør avklares før detaljer i kontrakter og systemer utarbeides.
- Piloten krever deltakelse fra mange aktører og det er uklart hvilken retning det vil ta underveis. Dermed vil det være viktig å ha mulighet til å justere innretningen demonstrasjonsprosjektet underveis og til å avslutte det dersom det ikke fører noe sted.
- Markedsarbeid på forbrukssiden blir avgjørende. Salg av fleksibilitet er nytt for de fleste forbrukerkunder, og man kan feilaktig konkludere med at forbrukssiden ikke er villig til å delta dersom man ikke tar hensyn til behovet for oppmerksomhet hos kundene.
- Et marked som ikke oppfyller regulators krav etter pilotene vil uansett ikke kunne implementeres. Et tett samarbeid med NVE om muligheter og begrensninger i reguleringen vil derfor være avgjørende for at demonstrasjonsprosjektet skal skape varig endring.
- For at demonstrasjonsprosjektet skal gjøre fullskala introduksjon mulig i etterkant, må systemer, produkter og markeder være skalerbare.

5.3 Hvilke aktører bør delta?

Aktører i hele verdikjeden må delta for å få gjennomført en pilot. Vi har gjort oss noen tanker på hvilke typer aktører som bør delta:

- Nettselskap som har definerte nettutfordringer og kommet lengst i å ta i bruk nye data og nye analyseverktøy og som har størst sannsynlighet for å bidra til å dokumentere framtidens løsninger bør prioriteres. Det vil også være riktig å vurdere om nettselskapene har tilstrekkelig kompetanse og kapasitet til å gjennomføre prosjektet. Flere nettselskap med både ulike og overlappende nettutfordringer bør inkluderes.
- Aggregatorer bør enten ha markedskontakt i Norge (for eksempel sluttbrukerselskaper) eller disponere relevant teknologi.
- Tekniske aggregatorer bør delta der det er relevant, for eksempel utstyrsleverandører, energi-optimaliseringsselskap og elbilmerker/organisasjoner.
- Det bør ikke settes krav til at aggregatorer eller systemleverandører til markedsplassen bør være norske, da det vil hindre erfaring fra andre markeder og begrense bruken av eksisterende teknologi og markedsmodeller.
- Det bør åpnes for at industri og produksjon deltar direkte i markedet uten aggregatorer så lenge kravet om balanseansvar oppfylles. Fjernvarme bør inkluderes i minst én av pilotene.
- Batterier og lokal produksjon bør inkluderes i noen piloter, men det bør ikke stilles krav om at disse elementene inkluderes i alle pilotene.
- Det er en fordel om rollen som eier og drifter av markedsplasse tas av noen som også kan ha den på sikt, det vil si kommersielle aktører eller noen som allerede har markedsansvar eller lignende roller. I en pilot vil det trolig bli akseptert at nettselskap er eier/drifter av en løsning så lenge de beskriver godt hvordan denne rollen kan overføres til andre på sikt.
- Statnett bør inkluderes i minst én pilot og bør spille en rolle som rådgiver i demonstrasjonsprosjektet.

5.4 Organisering og håndtering av risiko

5.4.1 Alternative organisering mellom aktører i verdikjeden

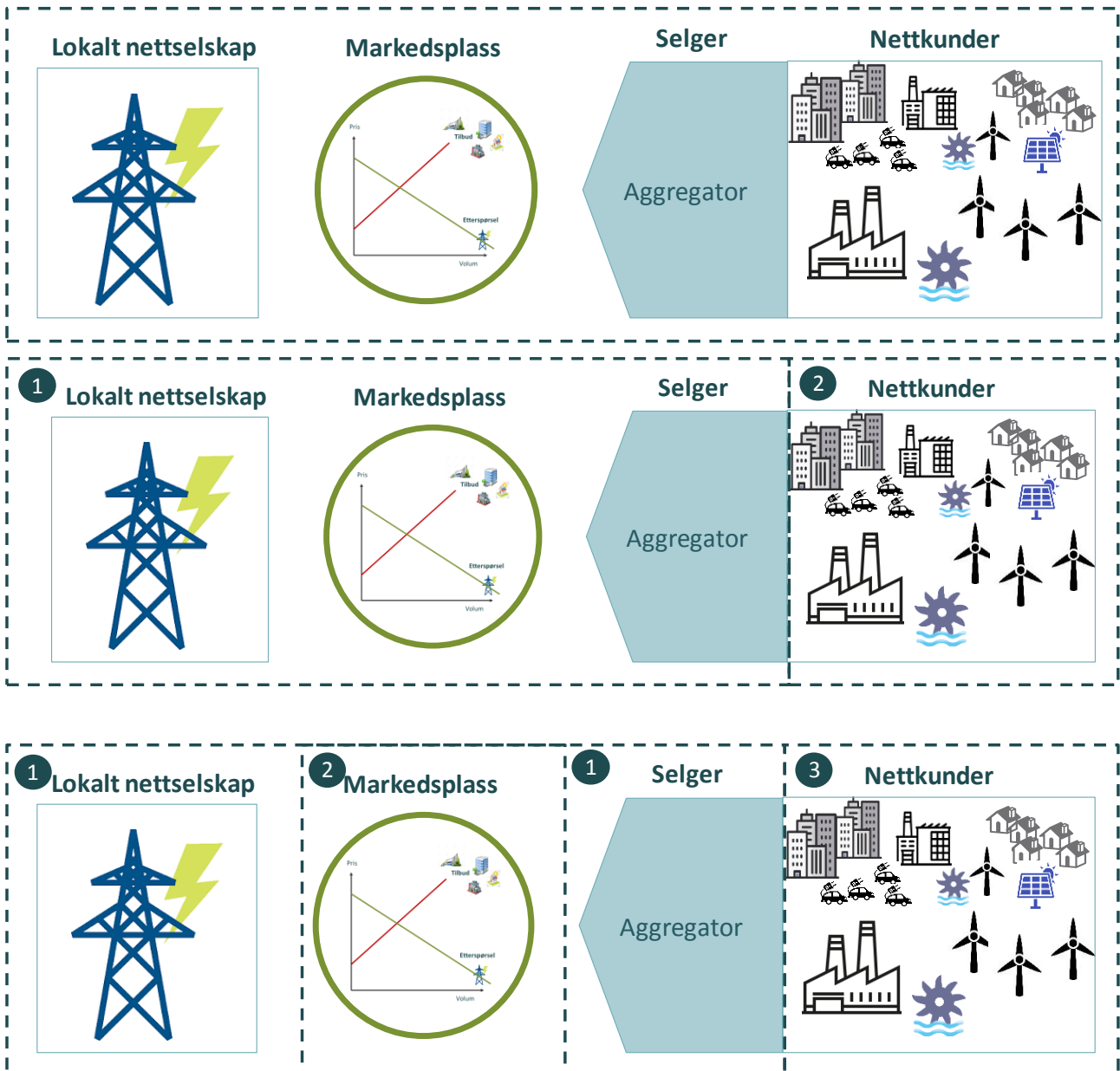
Pilot- og demonstrasjonskonkurransen kan utlyses og organiseres på flere måter. Et viktig overordnet spørsmål er om pilotene bør integrere alle aktørene i verdikjeden, nettselskapene, markedsplassen, aggregatorer og nettkunder i en og samme søknad og prosjekt, eller om prosjektene bør organiseres slik at de ulike aktørene kommer inn i prosjektet i ulike fase og gjennom separate søknader.

Beskrivelsene og illustrasjonene under viser tre ulike måter å organisere fasene på:

- Hele verdikjeden deltar i et integrert prosjekt basert på en felles søknad, for eksempel ved at piloten defineres til å gjelde for et nettområde der nettselskap, leverandør av markedsplass og en aggregator har funnet sammen, og aktørene har også identifisert nettkunder som er relevante å inkludere. Piloten i Agder er organisert på denne måten.
- En justering av organiseringen beskrevet over er å skille ut nettkundene fra pilotsøknaden. I så fall vil markedsarbeidet gjøres av aktørene i piloten. Det kan også opprettes egne piloter på kundesiden som kan bidra inn i en eller flere piloter. En slik organisering vil gjøre kundesiden helt åpen og også gi rom for tekniske aggregatorer, for eksempel på elbilsiden og for å teste ut løsninger rettet mot husholdninger.
- Et annet alternativ er å dele opp utlysningen i ulike faser, der piloten utvikles stegvis. I illustrasjonen har vi vist et eksempel der nettselskap definerer nettutfordringer og aggregatorer definerer hva de og deres løsning kan bidra med. Basert på funn i denne fasen kan nettselskap og aggregatorer kobles for å definere hva som kreves av en markeds løsning i denne settingen. Til slutt utvikles markedssiden i de nettområdene som er relevante.

Markedsplassen spiller en spesiell rolle i pilotene ved å være en fasilitator. Man kan tenke seg at en aktør ble tildelt rollen som eier og drifter av markedsplassen (for eksempel NordPool eller Statnett som systemansvarlig) i dette demoprojektet. I så fall kan denne aktøren drifte ulike markeds løsninger og -systemer gjennom deltakelse i alle piloter. En fordel med en slik tilnærming er at erfaringer fra andre markedsplasser bringes inn i demonstrasjonsprosjektet og man sikrer læring knyttet til markedsplassen på tvers av pilotene.

Figur 10: Illustrasjon over ulike faseinndeling/ organisering av piloter



5.4.2 Faseinndeling og klare exitmuligheter

En inndeling i et demonstrasjonsprosjekt i ulike faser kan være nyttig av flere grunner:

- Prosjektomfanget blir mer håndterlig. Risiko og kompleksitet blir redusert både for Enova og deltakerne.
- Man kan starte med det viktigste i første fase og utvide problemstillingen gradvis i senere faser.
- Problemstillingene i senere faser kan bygges på kunnskap i de første fasene og dermed gjøre prosjektet mer relevant.
- Faser gjør det mulig å stoppe prosjektet, utvide det eller endre scope underveis.

Enkeltpiloter eller demonstrasjonsprosjektet som helhet kan stoppes avhengig av om man ikke oppfyller krav eller det viser seg at piloten ikke lenger er relevant. Exit-mulighetene avhenger av hvordan demonstrasjonsprosjektet er organisert og hvilke faser det er delt inn i.

5.4.3 Få eller mange piloter?

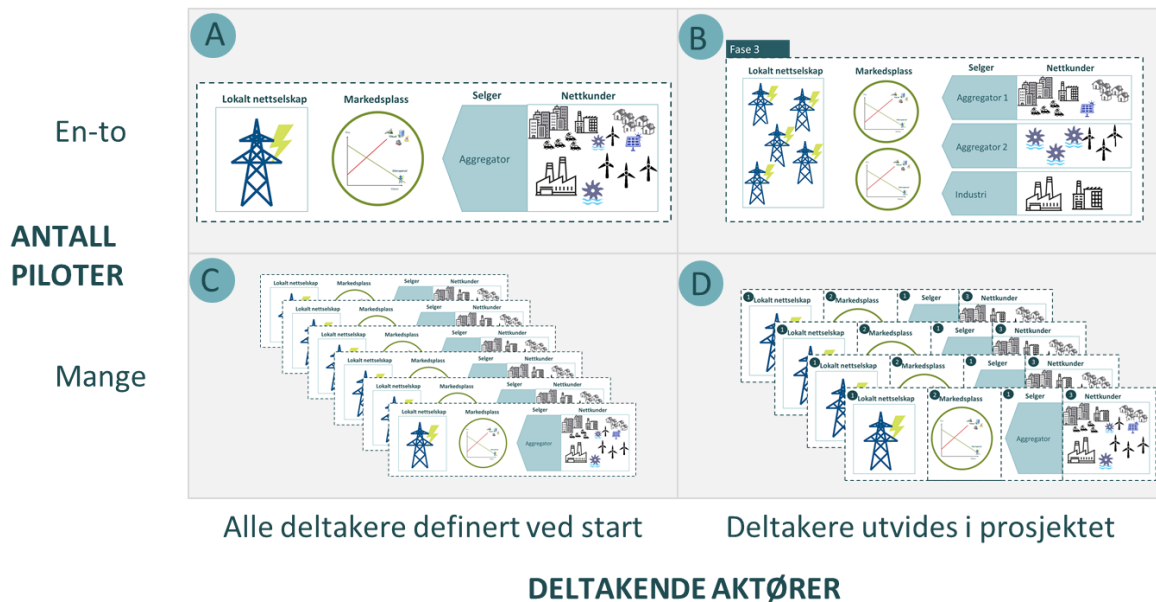
Antall piloter vil ha stor betydning for hvordan demonstrasjonsprosjektet inndeles i faser. Med mange piloter kan man eliminere eller integrere noen av pilotene i en ny fase. Dersom man har en eller et fåtall piloter, kan man utvide piloten til å dekke flere nettområder, kunder, aggregatorer og problemstilling underveis i prosjektets faser. Selv med en stor pilot kan man teste ulike systemer for markedsløsningen. Dersom man velger å basere prosjektet på en eller to piloter kan man ta utgangspunkt i den eksisterende piloten i Agder og/eller Statnetts piloter og utvide piloten(e) gjennom nye faser. Man kan starte med de problemstillingene som er viktigst å få belyst og utvide problemstillingene etter hvert som man utvider prosjektet.

Dersom man etablerer et større antall piloter, for eksempel 8-10, kan de ulike pilotene dekke ulike problemstillinger som til sammen dekker de viktigste uavklarte spørsmålene. Man kan teste ulike markedssystem og få belyst aspekter hos ulike nettselskap og aggregatorer parallelt.

5.4.4 Sammenligning av de ulike organiseringsmåtene

Illustrasjonen under viser overordnet flere organiseringsmåter basert på om det er en til to eller mange piloter og om alle deltakerne er definert ved oppstart, eller om deltakerne i pilotene utvides gjennom prosjektets faser.

Figur 11: Illustrasjon på ulike måter å organisere en pilotkonkurranse



Forholdet mellom fleksibilitet, kompleksitet og forutsigbarhet for Enova og deltakerne bør vurderes opp mot hverandre før organisering av prosjektet besluttes. Hvilken organisering som velges bør derfor baseres på hvilke forhold man vil legge mest vekt på. Tabellen under gir en overordnet sammenligning av fordeler og ulemper ved de ulike måtene å organisere på som er vist i figuren over.

Tabell 10: Overordnet sammenligning av ulike organiseringer

	Fordeler	Ulemper
<i>Alt A</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt å vurdere søknader opp mot hverandre • Oversiktlig og lett for Enova å organisere • Alle er i samme prosjekt, noe som gjør erfaringsdeling enklere 	<ul style="list-style-type: none"> • Begrenser problemstillingene som kan håndteres • Lite fleksibilitet i å justere problemstilling underveis
<i>Alt B</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mulig å fokusere på de viktigste problemstillingene først • Støtter etableringen av en markedsløsning som flere har vært med på å teste ut • Stor fleksibilitet underveis • Alle i samme prosjekt gjør erfaringsdeling enklere 	<ul style="list-style-type: none"> • Krever løpende prosjektledelse og -styring fra Enova • Færre problemstillinger i parallell gir ikke like rask kunnskapsbygging
<i>Alt C</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt å vurdere søknader opp mot hverandre • Mange ulike problemstillinger kan vurderes parallelt • Større regionalt fokus kan bedre kobling mellom nettselskap og nettkunder 	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko for mye dobbeltarbeid i å sette opp markeds plass og organisering av prosjektet • Mer krevende standardiseringsarbeid for etablering av markedsløsning etter prosjektet
<i>Alt D</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Samme som C • Stor fleksibilitet underveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Samme som C • Flere faser i mange prosjekt kan være administrativt krevende

5.5 Samhandling med andre myndigheter, systemer og markeds plasser

Andre myndighetsaktører er relevante for en pilotkonkurranse, enten fordi de setter premissene for hvorvidt og hvordan et lokalt fleksibilitetsmarked og aggregatorrollen kan fungere i fullskala, og/eller fordi de kan være en ressurs og premissgiver også i pilotene.

De viktigste er:

- *NVE* som regulator for kraftmarkedene generelt og nettselskapene spesielt. Det vil være viktig å sikre at demonstrasjonsprosjektene skjer innenfor rammen av dagens regulering, eller få innvilget fritak for enkelte reguleringer og å avklare hva som er av betydning for etablering av lokale fleksibilitetsmarkeder og en aggregatorrolle i full skala etter endt pilotprosjekt.
- *Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)* har ansvar for brann og elsikkerhet og kan ha innspill og synspunkter på sikkerhetsaspekter for fjernstyring av strømforbruk. De kan legge begrensninger på hva som kan gjøres både i en pilot og i en fullskala løsning.
- *Konkurransetilsynet* har effektiv håndheving av konkurranseloven med tilhørende forskrifter og EØS-regelverket som sitt hovedformål, og har det administrative ansvaret for KOFA (Klagenemnda for offentlige anskaffelser). Det kan være nyttig å informere tilsynet og avklare eventuelle forhold som de vil være opptatt av i et lokalt marked for fleksibilitet for at piloten i størst mulig grad kan legge til rette for velfungerende markeder.
- *Statnett* er som systemansvarlig avhengig av at eksisterende markeder fungerer best mulig og nye, tilgrensende markeder kan ha innvirkning på både deres reservemarkeder og energimarkedene. Dersom et lokalt marked integreres i Statnetts reservemarked og koordineres med energimarkedet, kan et nytt marked gi økte muligheter for å ta i bruk forbruksfleksibilitet også for å sikre systemets stabilitet. Statnett bør derfor inkluderes enten i en eller flere av pilotene og holdes orientert om innhold og framdrift i det samlede prosjektet.
- *Elhub* skal håndtere måleverdier for alle slutt kunder etter planlagt oppstart i 2018, og kan bidra til å forenkle validering, dokumentasjon og avregning av aktivert fleksibilitet, inkludert etablering av en såkalt baseline som sier noe om hva forbruket hadde vært dersom aktivering ikke hadde skjedd. Enova bør derfor avklare før utlysning av pilot-/demonstrasjonskonkurransen om det er aktuelt for Elhub å spille en rolle og i så fall hvordan.

- *Difis (Direktoratet for forvaltning og IKT) digitaliseringsråd* er etablert for å hjelpe statlige virksomheter i å lykkes med digitaliseringsprosjekter og å bidra til at ulike etater lærer av hverandres suksesser og feil. De kan ha innspill til utforming av skalerbare IKT-systemer som kan være interessante å ta med seg inn i en pilot.
- *NordPool, Nasdaq* eller andre leverandører av markedsplasser i kraftsystemet kan være relevante deltakere i pilotene, men også nyttige rådgivere for Enova i hvordan markedsplassen i seg selv bør fungere og hva som er viktige suksesskriterier for markedsplasser generelt, inkludert hvilke krav som bør settes til systemer og løsninger for en markedsplass.

5.6 Resultatspredning og læring på tvers

Formålet med et storskala pilot-/demonstrasjonsprosjekt vil være å redusere barrierene mot å etablere fullskala lokale markeder for lokal fleksibilitet og å etablere en aggregatorrolle som et bidrag til å utløse tilstrekkelig deltakelse fra forbrukssiden. Spredning av kunnskap og erfaringsdeling fra pilotene vil derfor være nødvendig. Resultatspredningen kan skje gjennom oppsummerende rapporter for hver fase av prosjektet, men det bør suppleres med egne seminarer i regi av Enova, og man bør sikre at erfaringene deles på konferanser og seminarer i regi av NVE og bransjeforeninger og andre steder der relevante aktører møtes. Erfaringsdeling på tvers av pilotene underveis i prosjektene kan også gi bedre resultater i hver enkelt pilot.

Til tross for at målet i et FoU-prosjekt vil være mest mulig læring og at positive eksterne virkninger i form av kunnskapsdeling utenfor prosjektet begrunner offentlig støtte, betyr ikke det at all læring og utvikling i prosjektet må deles. Det er flere årsaker til dette. Flere av aktørene vil legge ned mye egeninnsats og tar i bruk løsninger (systemer og forretningsmodeller) de allerede har utviklet og som man dermed ikke kan forvente at deles i detalj.

Forholdet mellom behovet for kunnskapsspredning utenfor pilotene må derfor veies opp mot behovet de ulike deltakerne har for å beskytte sine eksisterende forretningshemmeligheter og kunnskapsfordeler fra deltakelse i prosjektet.

5.7 Utlysning av konkurransen

5.7.1 Prosessen bør involvere mange aktører og informasjonsarbeidet bør starte tidlig

Utlysningsprosessen for et storskala pilot-/demonstrasjonsprosjekt vil ha stor betydning for hvor godt resultatet blir. Noen innspill for en god prosess i arbeidet med å lyse ut prosjektene er:

- *Lære av tidligere pilotkonkurranser.* Enova bør avdekke erfaringer fra tidligere pilotutlysninger i Enova, Forskningsrådet og eventuelle andre prosjekter, og basert på det etablere suksesskriterier for prosessen og prosjektet. Markedspiloter er mindre vanlig enn teknologiutlysninger, det er derfor ekstra viktig å søke erfaring med dette for øye.
- *Tydelig målsetninger for pilot/demonstrasjonskonkurransen.* Målsetningene for pilot-demonstrasjonsprosjektet bør etableres tidlig i prosessen. En klar definisjon av målsetningene vil gjøre det enklere å kommunisere presist med aktører før utlysningen og til å etablere relevante kriterier for evaluering av søknader.
- *Dialog med mulige deltakere i pilotkonkurransen.* For å få gode søknader til pilotprogrammet er det avgjørende at utlysningen oppleves som relevant for de som kan søke. Man bør derfor få innspill fra de aktuelle aktørene på både organisering, faglig innhold og suksesskriterier gjennom dialogkonferanser og møter.
- *Informasjonsarbeid i forkant.* Aktørene må kjenne til formål og prosess for utlysningen for å kunne søke. Informasjonsarbeid blir derfor viktig, og bør starte så tidlig som mulig. Innholdet i informasjonen kan bli mer konkret etter hvert som man jobber med utlysningen. Tidlig i prosessen må man motivere til deltakelse i dialogen og senere i prosessen være konkret på hva som forventes av prosjektene og søkerne. Det gi aktørene mulighet til å starte sitt arbeid med søknadene så tidlig som mulig.

- *Prekvalifisering.* For å redusere risikoen for aktører som kan delta for å unngå at mange bruker mye tid på en søknad som ikke har mulighet til å nå opp i konkurransen, kan det være relevant å starte med en prekvalifisering. Den kan enten være i form av noen formelle minimumskrav for å delta eller som en idekonkurranse der de beste ideene går videre.
- *Kommunikasjon av krav og kriterier.* Til slutt må selve utlysningen være tydelig på hva som er minimumskrav og hvilke kriterier som vil benyttes til å vurdere og prioritere søknadene. Bidrag til hovedmålsettingen og mest mulig læring per krone bør være høyt vektet og man bør belønne aktører som ligger langt framme og som har mye kunnskap allerede om problemstillingene.
- *Juridiske avklaringer bør gjøres tidlig.* Det er flere forhold som bør avklares juridisk. Helt overordnet må Enova sikre at lov om offentlige anskaffelser og forsyningsforskriften (for nettselskapene) overholdes også i en pilot. Dersom nettselskapenes FoU-ordning skal supplere pilotkonkurransen utlyst av Enova, må grenseflaten mellom disse og hva det betyr for statsstøttereguleringen også avklares.

5.7.2 Både kvalifikasjonskrav og utvelgelseskriterier er relevante

Både kvalifikasjons- og utvelgelseskriterier er relevante og kan brukes sammen slik at både noen minimumskrav stilles og man kan velge ut de prosjektene som har størst potensiale til å oppnå suksesskriteriene.

Kvalifikasjonskrav kan stilles som noen minimumskrav til søkerne, for eksempel formalkrav til hvem som kan delta i ordningen og nødvendig dokumentasjon. Det kan også stilles krav til type aktører som må inngå i en pilot, for eksempel et nettselskap eller en aggregator.

Tildeling bør skje på grunnlag av hvem som best oppfyller tydelig definerte tildelingskriterier basert på en detaljerte prosjektplan med beskrivelse av formål, omfang, gjennomføringsstrategi, resultatmål, organisering, aktivitetsplaner etc.

Viktige tildelingskriterier bør være av type:

1. Bidrag til målsettinger i utlysningstematikken
2. Verdi av resultatene for el-forsyningen, samfunnet og berørte parter (kost/nytte)
 - Inkludert vurdering av addisjonalitet
3. Kvalitet på planverk
4. Gjennomføringsevne
 - Ressursbruk, kompetanse og kapasitet
 - Organisering og samarbeidsforhold
5. Prosjektrisiko
6. Løsningens langsiktige bærekraft
 - Inkludert om løsningen kan etableres som en fullskala, kommersielle løsning
7. Resultatspredning og erfaringsdeling utenfor prosjektet. Dette må ses i forhold til nivået på egeninnsats og investering i løsningene.

REFERANSELISTE

Brandstätt, Christine, Gert Brunekreeft, Marius Buchmann and Nele Friedrichsen (2016): *Balancing between competition and coordination in smart grids – a Common Information Platform (CIP)*. Forthcoming in Economics of Energy & Environmental Policy.

DTU (2013): *A Clearinghouse Concept for Distribution-Level Flexibility Services*.

IEA (2016): *Re-powering markets*.

iPower (2013a): *Development of a DSO-market on flexibility services*.

iPower (2013b): *FLECH – technical requirement specification*.

Ramos, A., De Jonghe, C., Gómez, V., & Belmans, R. (2014). *Reaching the smart grid's potential: Defining local markets for flexibility*.

THEMA og Vista Analyse (2013): *Rebound, preboud og lock-in ved energieffektivisering i boliger: Kunnskapsstatus og virkemiddelanalyse*. THEMA-rapport 2013-42. Utarbeidet i samarbeid med Vista Analyse.

THEMA (2014): *Demand response in the Nordic electricity market – input to strategy*, utarbeidet for Nordisk Energiforskning. TemaNord 2014:553.

THEMA (2015): *Teoretisk tilnærming til en markedsløsning for lokal fleksibilitet*. Utarbeidet for NVE. THEMA-rapport 2015-37.

THEMA (2016): *Nettregulering i framtidens kraftsystem*. Utarbeidet på oppdrag av Energi Norge, KS Bedrift og 6 nettselskap. THEMA-rapport 2016-21.

THEMA og EPOS (2016): *Behovet for koordinering mellom distribusjons- og regionalnettet*. Utarbeidet for NVE. THEMA-rapport 2016-25.

THEMA (2017): *Data exchange in electric power systems: European state of play and perspectives*. Utarbeidet for ENTSO-E. THEMA-rapport 2017-03.

USEF (2013): *Recommended practices for DR Market design*.