



# Batterier i distribusjonsnett

Konsulentrapport utarbeidet for NVE

2  
2018



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

# Rapport nr 2-2018 Batterier i distribusjonsnettet

**Utgitt av:** Norges vassdrags- og energidirektorat

**Redaktør:**

**Forfattere:** DNV GL

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:**

**Forsidefoto:**

**ISBN** 978-82-410-1651-6

**ISSN** 1501-2832

**Sammendrag:**

**Emneord:** Batterier, nettselskap, eierskap, regulering

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Januar 2018

# Forord

Det vil i tiden fremover være behov for store investeringer i nettet. Det er derfor viktig å sørge for en mest mulig kostnadseffektiv utbygging, og at det vurderes alternativer til tradisjonell forsterkning av nettkomponenter. Økt bruk av styring, lagring og batterier i nettsystemet kan være et alternativ eller supplement til tradisjonell nettutbygging i enkelte tilfeller. Det kan tenkes at batterier kan være med på å utsette investeringer eller i noen tilfeller et fullverdig alternativ til nettutbygging.

Nettselskapenes bruk og eierskap av batterier reiser noen regulatoriske problemstillinger. Høsten 2017 fikk DNV GL derfor i oppdrag å utrede hvilke tjenester batterier kan yte i distribusjonsnettet og drøfte fordeler og ulemper ved at nettselskap skal kunne eie batterier. Rapporten skal inngå som grunnlag i NVEs videre arbeid med hvordan eierskap og bruk av batterier kan tas inn i reguleringen.

DNV GLs vurdering er at batterier kan være et svært nyttig og økonomisk gunstig alternativ til tradisjonelle nettinvesteringer. De mener batterier på sikt ikke bør være i nettselskaps eie, men at det likevel kan være tilfeller der unntak fra en slik linje er uproblematisk. På kort sikt peker de på at både nettselskap, andre aktører og regulator mangler erfaring med hva batterier kan gjøre og hvordan det bør organiseres. DNV GL trekker frem at pilotprosjekter og testing er viktig for å vinne erfaring med bruk av batterier, og at fremtidige forsøk bør omfatte både tekniske og mer kommersielle og avtalemessige spørsmål.

Innholdet i rapporten står for DNV GL sin regning.

Oslo, januar 2018



Ove Flataker  
avdelingsdirektør

SAKSNUMMER 201706611

# Batterier i distribusjonsnett

Norges Vassdrags- og Energidirektorat

**Rapportnr.:** 2017-1199, Rev. 1

**Dokumentnr.:** 1

**Dato:** 18.12.2017



Prosjektnavn: Saksnummer 201706611 DNV GL Energy  
Rapporttittel: Batterier i distribusjonsnettet Markets & Policy Development  
Oppdragsgiver: Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Veritasveien 1  
Middelthunsgate 29, 1363 Høvik  
0368 Oslo Norway  
Kontaktperson: Bjørnar Fladen  
Dato: 18.12.2017  
Prosjektnr.: 10071016  
Org. enhet: DNV GL AS  
Rapportnr.: 2017-1199, Rev. 1  
Dokumentnr.: 1  
Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Oppdragsbeskrivelse:

Rapporten skal brukes som underlag til videre diskusjon om hvordan batterier kan utnyttes i nettdriften og hvordan eierskap og kjøp av batteritjenester kan tas inn i reguleringen.

Utført av:

  
Jørgen Bjørndal  
Sjefskonsulent

Verifisert av:

  
Christopher Wiig  
Sjefskonsulent

Godkjent av:

  
Erik Dugstad  
Avdelingsleder

Thomas Bjørnerud  
Seniorkonsulent

Daniel Grote  
Seniorkonsulent

Arne Øvrebø Lie  
Konsulent

Alistair Steele  
Seniorkonsulent

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2017. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- Fri distribusjon (internt og eksternt)  
 Fri distribusjon innen DNV GL  
 Fri distribusjon innen det DNV GL-selskap som er  
kontraktspart  
 Ingen distribusjon (konfidensiell)

Nøkkelord:

Batterier, nettselskap, regulatorisk

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
0	2017-12-18	First issue			

## Innholdsfortegnelse

### FORORD 1

1	SAMMENDRAG.....	2
2	EXECUTIVE SUMMARY .....	4
3	INTRODUKSJON .....	6
4	BRUKSOMRÅDER - FORMÅL OG TJENESTER .....	8
4.1	Leveringskvalitet	10
4.2	Forsyningsikkerhet	11
4.3	Effektutjevning	12
4.4	Markedstjenester	14
5	EIERSKAP SETT FRA NETTSELSKAPS PERSPEKTIV .....	16
5.1	Eierskap gir kontroll	16
5.2	Inntektsrammereguleringen <i>kan</i> favorisere eierskap	16
5.3	Batterier må vedlikeholdes	17
5.4	Tjenestekjøp kan være bra ved midlertidige behov	17
5.5	Batterier bak kundens måler – kunder som kobler seg fra nettet	17
6	EIERSKAP SETT FRA SAMFUNNETS PERSPEKTIV .....	19
6.1	Uklart skille mellom ulike tjenester og formål	19
6.2	Bruk av batterier innebærer kjøp og salg av energi	19
6.3	Batterier kan delta i reservemarkedene	20
6.4	Eierskap gir mulighet for kryssubsidiering	22
6.5	Mistanke om rolleblanding er problematisk	23
6.6	Eierskap kan være til hinder for teknologinøytralitet	23
6.7	Batteriets betaling for netttjenester	24
7	BARRIERER FOR TJENESTEKJØP .....	25
7.1	Manglende tilbud eller konkurranse er svakt argument	25
7.2	Avtaler om tjenestekjøp kan være kompliserte	25
8	KONKLUSJON .....	27



## FORORD

Teknologi- og prisutvikling på elektrokjemiske batterier og moderne kommunikasjons- og styringsteknologi har gjort batteriløsninger til et reelt alternativ til tradisjonelle nettinvesteringer. NVE har bestilt en vurdering av hva batterier kan brukes til og hvordan eierskap til batterier som eventuelt skal levere tjenester i distribusjonsnettene bør organiseres.

Til å vurdere disse spørsmålene har DNV GL etablert et prosjektteam bestående av Jørgen Bjørndalen, Thomas Bjørnerud og Arne Øvrebø Lie. Vi har hatt hjelp fra våre kolleger Daniel Grote, Tim Mennel og Alistair Steele. Christopher Wiig har påtatt seg ansvaret for intern kvalitetssikring.

I forbindelse med arbeidet har vi hatt nyttige telefonmøter med Agder Energi Nett, Skagerak Nett, Helgeland Kraft Nett og Trønder Energi Nett. Sammen med NVE har vi dessuten hatt et telefonmøte med eksperter fra Ofgem – den britiske regulatoren for gass og elektrisitet, som nettopp har sendt på høring forslag til britisk regulering av batterier.

Vi benytter anledningen til å takke alle bidragsytere for gode innspill. Vi takker også NVE for oppdraget og for gode diskusjoner underveis. Ansvaret for denne rapporten hviler naturligvis på oss.

Høvik, 18. desember 2017



## 1 SAMMENDRAG

Teknologi- og prisutvikling på elektrokjemiske batterier og moderne kommunikasjons- og styringsteknologi har gjort batteriløsninger til et reelt alternativ til tradisjonelle nettinvesteringer. Eksempelvis vil man ved kapasitetsutfordringer eller spenningsproblemer i distribusjonsnettet i en rekke situasjoner kunne installere batterier heller enn å investere i ny kraftlinje med høyere tverrsnitt. Dette kan være spesielt aktuelt i bymessige boligområder med fortetting, der det kreves jordkabel og i tilfeller med svake og langstrakte nett. Jo mindre kapasitetsøkning man eventuelt trenger, og jo mer sjelden og kortvarig det potensielle kapasitetsproblemet er, jo større er sannsynligheten for at batterier kan være konkurransedyktig med tradisjonell nettførsterkning.

Utviklingen innen moderne kommunikasjons- og styringsteknologi fører også til at forbrukerflexibilitet blir et reelt alternativ til nettførsterkninger. For mange av de aktuelle bruksformål for batterier kan det derfor være (eller bli) flere konkurransedyktige muligheter.

For bruk i distribusjonsnettet er det rimelig å legge til grunn at en typisk installasjon eventuelt vil være batterier med kapasitet på et fåtall kW og kWh, i noen tilfeller kanskje opp mot MW og MWh.


Batteriteknologi kan levere en rekke tjenester til nett- og markedsformål. Gjennom innmating og uttak av aktiv eller reaktiv effekt kan batterier bistå netteier med å sikre tilfredsstillende kvalitet på leveransen, optimalisere driften av nettet, utsette investeringer i tradisjonelle nettaktiva og bedre forsyningssikkerheten. Batterier kan også benyttes til handel i spotmarkedet eller intradag markedet, og i markedene for opp- og nedregulering. Med et energitap for en ladesykel i størrelsesorden 20 prosent er imidlertid ikke markedspotensialet ubegrenset.

Batterier er fleksible sammenlignet med tradisjonelle løsninger som kraftlinje og kabel. Batterier kan, nesten uavhengig av størrelsen da de ofte er modulbaserte, relativt enkelt demonteres og flyttes til et nytt sted, eller benyttes til andre formål. Dersom lastsituasjonen endrer seg og investeringer i kraftlinje eller kabel på et senere tidspunkt blir aktuelt, kan det være enklere å avslutte et leieforhold eller tjenestekjøp enn om nettselskapet selv må finne nye bruksområder for batteriet eller selge det.

Eierskapet til batterier som skal levere tjenester for nettvirksomhet kan enten være hos nettselskapet, hos en tredjepart eller en kombinasjon av disse. Fordelen for nettselskapet ved eierskap er at de får full kontroll over batteriet og sikkerhet rundt leveransen av batteritjenester, uten å måtte gå veien om kompliserte avtaler med tjenesteleverandører. Samtidig trekker dagens inntektsrammeregulering i retning av at investeringer i batteri kan være mer gunstig enn kjøp av tjenester, hvis kostnadene ellers er helt like. På den annen side vil batterier eiet av tredjeparter, med tjenesteleveranse til nettselskapene, kunne utnytte batterikapasiteten fullt ut, til både nett- og markedsformål. Vi har lagt til grunn at nettselskap ikke skal kunne benytte batterier til rene markedsformål – altså uten at de samtidig løser et potensielt nettproblem. Batterier eiet av tredjeparter vil således kunne sikre en samfunnsøkonomisk sett bedre utnyttelse av batterikapasiteten. En slik modell kan også legge til rette for å utnytte stordriftsfordeler knyttet til drift og vedlikehold.

Et lite antall små enkeltstående batterier vil ikke ha noen nevneverdig virkning på energimarkedene. Derimot kan mange batterier som agerer samlet ha potensial til å påvirke prisdannelsen i alle relevante markeder (spot, intradag og realtid). Nettselskap bør ikke ha noen interesse av å være aktiv i disse markedene, men bruk av 'mange' batterier til rene netjtjenester vil også kunne påvirke prisdannelsen uten at dette er hensikten. Dersom et batteri utelukkende brukes til netjtjenester vil markedsvirkningene kunne likestilles med tradisjonelle nettførsterkningstiltak eller kjøp av forbruksflexibilitet (for eksempel via en aggregator) i nettselskapets vurdering av tiltak for å løse konkrete utfordringer. I slike tilfeller spiller det ingen rolle hvem som eier batteriet og prisvirkningene i kraftmarkedet utgjør ikke noe samfunnsøkonomisk problem. Om andre aktører mener de taper på nettselskapets bruk av batterier





(hvis bruken er som forutsatt her), må de bare konstatere at ny teknologi har redusert lønnsomheten av deres virksomhet.

Et sentralt argument mot å tillate at nettselskap eier batterier er at det kan føre til at installasjon og bruk av egne batterier favoriseres fremfor andre fleksibilitetsløsninger. Hensynet til teknologinøytralitet trekker derfor i retning av at batterier bør eies av tredjeparter, slik forbrukerfleksibilitet også eies, eventuelt administreres og tilbys via tredjeparter. Andre momenter som trekker i samme retning er faren for krysssubsidiering og mistanke om rolleblanding.

Dagens marked for batteritjenester har få aktører og liten utbredelse. Omfanget av aktører som er villig til å plassere batterier i nettet for salg av batteritjenester til (blant annet) nettselskap er begrenset. På kort sikt kan dette være barrierer mot lønnsom bruk av batterier i nettvirksomheten, kanskje spesielt dersom nettselskap ikke skal få eie batterier. På den annen side kommer det neppe noen aktører som tilbyr tjenester før nettselskapene etterspør tjenester og vinner erfaring med både bruk av batterier og ulike avtaleformat for kjøp av tjenester.

Vår konklusjon er at batterier kan være et svært nyttig og økonomisk gunstig alternativ til tradisjonelle nettinvesteringer. På sikt bør imidlertid nettselskapene kjøpe batteritjenester snarere enn å kjøpe batterier. En slik linje vil samsvare godt med reglene for funksjonelt skille mellom nettvirksomhet og annen virksomhet, og den vil bidra til at et marked for nettrelaterte batteritjenester vokser frem og blir levedyktig.

På kort sikt mangler imidlertid både nettselskapene, andre aktører og regulator erfaring med hva batterier kan gjøre og hvordan det bør organiseres. Noen nettselskap har etablert pilotprosjekter og 'test'-case for å lære seg mer om spesielt tekniske muligheter og utfordringer. Slike forsøk er viktige for å vinne erfaring med en til nå relativt ukjent og ubeskrevet teknologi i nettvirksomheten. Vi bør derfor tillate oss ytterligere aktivitet med prøving og feiling før et eventuelt forbud håndheves strengt. Fremtidige forsøk bør omfatte både tekniske og mer kommersielle og avtalemessige spørsmål.

## 2 EXECUTIVE SUMMARY

Technology and price developments on electrochemical batteries and modern communication and control technology have made battery solutions a real alternative to traditional online investment. Several capacity challenges or voltage problems in the distribution network may be handled by installing batteries rather than grid reinforcement. This may be particularly relevant in urban residential areas with growing demand, in cases where earth cables are required and in cases of weak and long radials. The smaller the requested capacity increase, and the less frequent the potential capacity problem, the greater the likelihood that batteries may compete with traditional grid reinforcement.

Developments in modern communication and management technology also lead to end user flexibility becoming a real alternative to network enhancements. For many of the potential applications of batteries, such flexibility may therefore be (or become) more competitive opportunities.


For use in the distribution network, it is reasonable to assume that a typical installation may be batteries with a capacity of a few kW and kWh, in some cases perhaps up to MW and MWh.

Battery technology can provide a range of services for network and market purposes. Through the input and output of active or reactive power, a battery can assist network owners to ensure satisfactory quality of delivery, optimize the operation of the network, postpone investments for grid reinforcement, and improve security of supply. Batteries can also be used for trading in the day ahead market or the intraday market, and in the real-time markets for up and down regulation. However, with a loss of energy for a load cycle in the order of 20 percent, the potential in the Norwegian power market is limited.

Batteries are flexible compared to power lines, cable and substations. Batteries can, relatively independent of the size as they are often modular, relatively easily be disassembled and moved to a new location or used for other purposes. If the network load changes and powerline or cable investments later become applicable, it may be easier to terminate a rental or service purchase than if the network company itself must find new uses for the battery or sell it.

Ownership of batteries that provide network service services may be either with the network company, with a third party or a combination of these. Direct ownership may benefit network companies as this gives full control and certainty about the delivery of battery services, without having to go through complex agreements with service providers. At the same time, today's revenue regulation incentivises investments rather than purchases of services, given that the total costs otherwise are equal. On the other hand, third party batteries, with service delivery to the grid companies, could better utilize the battery capacity for both network and market purposes. We have assumed that grid companies should not be able to use batteries purely for market purposes, i.e. without simultaneously solving a potential network problem. Batteries owned by third parties will thus be able to ensure better utilization of the battery capacity in a socio-economic sense. Such a model can also facilitate the exploitation of economies of scale related to operation and maintenance.

A small number of small stand-alone batteries will not have any significant effect on the energy markets. On the other hand, many batteries that act together have the potential to affect price formation in all relevant markets (day ahead, intraday and real time). Network companies should not have any interest in being active in these markets, but using 'many' batteries purely for network services could also affect price formation, without this being the purpose. If a battery is used exclusively for network services, market effects can be compared to traditional network enhancement measures or purchase of consumer flexibility (for example, via an aggregator) in the grid company's assessment of actions to address specific challenges. In such cases, it does not matter who owns the battery and the price effects in the



power market do not constitute a socioeconomic problem. If other actors believe they lose on the grid's use of batteries (if used as provided here), they must simply note that new technology has reduced the profitability of their business.

A key argument against allowing a network company to own batteries is that it may cause installation and use of own batteries to be preferred over other flexibility solutions, also when other solutions are better. The concern for technology neutrality therefore implies that batteries should be owned by third parties, like consumer flexibility, which is also owned, administered and offered through third parties. Other arguments that pull in the same direction are the risk for cross-subsidization and suspicion of role-mixing.

Today's market for batteries and battery services has few players and little propagation. The number of players willing to place batteries in the network for the sale of battery services to (among other) network companies is low. In the short term, this could be a barrier to profitable use of batteries in the network business, perhaps especially if the network companies are not supposed to own batteries. On the other hand, there will hardly be any actors offering services until the network companies demand services and gain experience with both the use of batteries and different types of contracts for purchase of services.

Our conclusion is that batteries can be a very useful and economically advantageous alternative to traditional investments in grid reinforcement. However, in the long term, network companies should purchase battery services rather than buying batteries. Such a line will be consistent with the rules for functional separation between network business and other businesses, and it will help a market for grid related battery services emerge and become viable.

However, in the short term, both the network companies, other actors as well as regulators, need experience with what batteries can do and how use and ownership should be organized. Some network companies have established pilot projects and test cases to learn more about special technical possibilities and challenges. Such attempts are important to gaining experience with a relatively unfamiliar and unscathed technology among network companies. Therefore, we should allow further activity with trial and error before strictly enforcing a ban. Future trials should include both technical as well as commercial and contractual issues.

### 3 INTRODUKSJON

Elektrifisering av fossil energibruk, mer effektorientert kraftetterspørsel, økende kraftetterspørsel og fallende kostnader for distribuert kraftproduksjon betyr at norske nettselskap står foran økende etterspørsel etter nettkapasitet. Samtidig tilsier alderssammensetningen og tilstanden for nettanleggene at behovet for reinvesteringer er økende. Teknologiske endringer og fallende priser på elektrokjemiske batterier og på moderne kommunikasjons- og styringsteknologi har skapt stigende interesse for og oppmerksomhet omkring alternativer til tradisjonelle nettinvesteringer.

NVE ønsker en analyse av hvilke tjenester batterier kan yte i **distribusjonsnett** og en vurdering av fordeler og ulemper ved at nettselskap eventuelt eier slike batterier. Alternativet til at nettselskap eier, er eventuelt at en tredjepart eier batteriet og at nettselskapet kjøper tjenester. En kombinasjon der nettselskap og tredjepart eier batterier sammen kan også tenkes – i hvert fall rent hypotetisk. Eierskap gir som kjent full kontroll over bruken (innenfor rammen av relevant regulering). Hvis tredjeparter skal eie batterier, må nettselskapets kjøp av tjenester spesifiseres i en avtale. Avhengig av avtalen kan tredjeparten eventuelt også tilby tjenester til andre eller selv bruke batteriet på samme måte som vannkraftverk bruker sine magasiner. En mellomløsning er om nettselskap og tredjepart eier batterier sammen og for eksempel bruker dem for hver sine formål.


Helt fra starten er det norske kraftsystemet bygget ut med ulike **energilager** spredt rundt i nettet – i form av vannkraftverk med magasin. Nettutbyggingen har i noen grad blitt rimeligere enn den ellers ville ha vært nettopp fordi disse energilagrene ligger der de ligger. Ikke desto mindre har det helt fra omreguleringen av sektoren i 1990 vært fokusert på å skille vannmagasinene fra nettvirksomheten. Etter lovendringen i 2016 skal nettvirksomhet være helt adskilt fra annen virksomhet fra 2021. Temaet for vår analyse er om det er grunnlag for andre konklusjoner for **elektrokjemiske batterier** enn for energilagere i form av vannkraftverk. Siden tekniske og økonomiske egenskaper for de to er ulike, er ikke svaret så åpenbart som man kanskje skulle tro.

Elektrokjemiske batterier lager elektrisk strøm fra en kjemisk prosess. Litium-ion batteri er eksempelvis det som er vanlig i moderne elbiler, men noen har nikkel-kadmium batteri. Startbatteri i bensin- og dieselmotorer er som regel blybatterier. Kondensatorbatterier, som har vært vanlige nettkomponenter i mange år og som kan lagre reaktiv effekt, og termiske energilagere er eksempler på lagringsteknologier som faller utenfor vårt mandat. Våre vurderinger og anbefalinger gjelder kun elektrokjemiske batterier.

Batterier i distribusjonsnett representere en allsidig form for energilagring ved at de kan opptre som generatorer, som en integrert del av nettet, og som last med høy fleksibilitet. En av de store fordelene med batterier sammenlignet med andre lagringsteknologier, som pumpekraft og energilagring med trykkluft, er hurtigheten og kvaliteten på tjenesten de leverer, samt at de er mer fleksible når det gjelder plassering.

Batterier hos sluttbrukere kan redusere effektbehovet og har i kombinasjon med distribuert kraftproduksjon potensialet til å gjøre tradisjonelle forbrukere selvforsynte, hvilket eventuelt kan medføre at de kobler seg av nettet. Batterier lokalisert bak måler hos sluttbruker kan teknisk sett levere flere av de tjenestene som er beskrevet i denne rapporten, men er i tråd med mandatet ikke vurdert nærmere her.

I kapittel 4 presenterer vi en oversikt over aktuelle bruksområder for batterier i distribusjonsnett. I kapittel 5 og 6 vurderer vi ulike modeller for eierskap, sett fra henholdsvis nettselskapenes og samfunnets perspektiv. For nettselskap vil spørsmål om kostnader i forhold til nyttevirkninger stå sentralt, herunder hvor sikker nettselskapet kan være på at batterier leverer tjenester som forventet, både mengde, egenskaper og når man trenger dem. Fra samfunnets side er det også et spørsmål om kostnader, men i et bredere perspektiv. Da må også virkninger på andre områder vurderes, som for



eksempel kraftmarkedet og konkurransen i markeder for tjenester til nettselskap. Behovet for effektiv regulering av nettvirksomheten blir ikke mindre om nettselskap eier batterier, og vi ser derfor nærmere på regulatoriske forhold.

Gitt at batterier kan skape effektive løsninger for distribusjonsnettene er det viktig at batteritjenester blir tilgjengelig for nettselskap. I kapittel 7 drøfter vi om det finnes relevante barrierer for dette, først og fremst med utgangspunkt i et tenkt scenario hvor nettselskap er forhindret fra å eie batterier selv. I kapittel 8 samler vi trådene og trekker konklusjoner og begrunner våre forslag.

## 4 BRUKSOMRÅDER - FORMÅL OG TJENESTER

De potensielle bruksområdene for batterier i distribusjonsnettet er mange, og bruksområdene kan beskrives på flere ulike måter. For de aller fleste områder vil imidlertid bruk av batteriet innebære at batteriet trekker og leverer aktiv effekt. Dessuten kan det i mange tilfeller være fullt mulig å benytte ett og samme batteri til flere ulike formål. Energistrømmen for batteriet vil derfor ikke nødvendigvis fortelle noe om motivasjonen for bruken i det enkelte tilfellet. I dette kapitlet presenterer vi derfor en overordnet oversikt over de ulike bruksområdene basert på formålet batteriet er tenkt å tjene. Vi har lagt større vekt på å gi et oversiktlig bilde enn å få frem alle tekniske forhold og karakteristika for hvert enkelt.

Vi har identifisert tre overordnede nettførmål og to typer markedsførmål. Nettførmålene er:

- leveringskvalitet,
- forsyningsikkerhet og
- effektutjevning.

Det siste kunne alternativt vært beskrevet som kostnadsminimerende utforming og bruk av nettet. Markedsførmålene skiller mellom det ordinære energimarkedet og markedene for reserver.

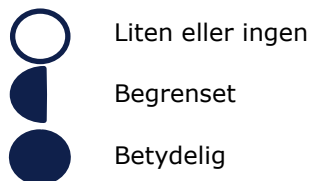
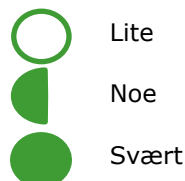
Innenfor hver av de tilsammen fem kategoriene kan en for så vidt spesifisere formålet ytterligere, og slik sett tegne et kart med finere målestokk, enn det som er gjort her. Den grove inndelingen er hensiktsmessig for å vurdere markedsvirkningen av bruksområdene, samt muligheten for å kombinere ulike bruksområder med samme batteri – bruksområdenes komplementaritet. Dette antas som tilstrekkelig for en vurdering av regulatoriske spørsmål, men er naturligvis ikke tilstrekkelig for evaluering av tekniske muligheter ved konkrete utfordringer i nettet.

Selv om formålene gir et klart skille mellom nett og marked, følger ikke markedsvirkningen det samme skillet. Tjenester batterier leverer for enkelte nettførmål vil for eksempel kunne påvirke energimarkedene eller markeder for forbrukerfleksibilitet. Vurderingene nedenfor av markedsvirkningene forutsetter en relativt stor utrulling av batterier for å tjene de ulike formålene - ved mindre utstrakt bruk vil uansett markedsvirkningen være lav. Merk også at alle formål som innebærer bruk og leveranse av aktiv effekt i prinsippet også kan dekkes med forbrukerfleksibilitet. Det betyr at i slike tilfeller vil batterier nærmest per definisjon kunne konkurrere med tjenester fra aggregatorer av forbrukerfleksibilitet.

Vurderingen av komplementaritet er relevant for å illustrere mulighetene for å kombinere innteksstrømmer for batterieieren, men også for å avdekke hvorvidt enkelte bruksområder som klassifiseres som nettførmål ikke kan kombineres med markedsførmål, og dermed gir en naturlig avgrensning for bruken av batteriet. Generelt er vurderingen av komplementaritet ment å vise hvordan bruken av batteriet for ett bestemt formål kan motvirke eller forsterke et annet formål, men også være til hinder for samtidig bruk til andre formål.

Formålene, de ulike bruksområdene samt beskrivelsen av de ulike tjenestene batteriene leverer er oppsummert i Tabell 4-1. I tabellen illustreres også vurderingen av markedsvirkningen og komplementariteten til bruksområdene. Videre i kapitlet beskrives de enkelte bruksområdene nærmere. Markedsvirkninger er drøftet nærmere i kapittel 0 og 6.

I tabellen nedenfor antydes størrelse på markedsvirkninger og komplementaritet med en tredelt skala som vist nedenfor.

**Markedsvirkning****Komplementaritet****Tabell 4-1 Oversikt over bruksområder**

	Formål	Beskrivelse	Markeds- virkning	Komple- mentaritet
KVALITET	Spenningsregulering med reaktiv effekt	Omformere tilknyttet batterier kan bidra til å holde spenningen innenfor et akseptabelt variasjonsområde ved å levere eller trekke reaktiv effekt. Årsaken kan være høy 'normallast' i forhold til kapasitet eller stor momentan effektvariasjon ved inn- eller utkobling av forbruk eller produksjon.		
	Spenningsregulering med aktiv effekt	Som over, men ved bruk av aktiv effekt og dermed virkning på energimarkedet.		
FORSYNINGSSIKKERHET	Beredskap	Batterier kan være et alternativ til tradisjonelle komponenter for å opprettholde N-1 i normaldrift. Dette forutsetter at batteriet er oppladet.		
	Leverer ved avbrudd	Batterier som har vært i beredskap kan levere aktiv effekt ved utfall av ordinære nettanlegg. Begrensningene er gitt av batteriets kapasitet og plassering.		
	Annet	Andre formål kan tenkes (for eksempel alternativ til nødaggregat for oppstart av kraftverk fra spenningsløst nett). Men med mindre dette dekkes av raden ovenfor, vil det gjerne være batterier bak nettkundens måler.		
EFFEKT- UTJEVNING	Flaskehalshåndtering	Ved å avgi energi i perioder med høy effektflyt i nettet og lagre i andre perioder, kan batteriet avlaste nettet og løse kortvarige lokale flaskehalsar.		
	Optimal lastflyt	Batterier kan benyttes til å sikre en jevnere belastning av nettanlegg for derved å redusere tap og/eller forlenge levetid for nettkomponenter.		
MARKEDSTJENESTER	Krafthandel	Batterier kan benyttes til å kjøpe når kraftprisen er lav og selge når den er høy. Dette kan gjøres i day-ahead markedet og/eller i intradag markedet, eventuelt som ledd i optimalisering av en portefølje for produksjon eller forbruk.		
	Primærreserve	Batterier kan i prinsippet delta i alle markeder for primær-, sekundær- og tertiærregulering. Disse anvendelsene er prinsipielt sett like med tanke på funksjon og formål. De har imidlertid ulik markedsvirkning og kan på ulike vis kombineres med andre bruksområder.		
	Sekundærreserve			
Tertiærreserve				



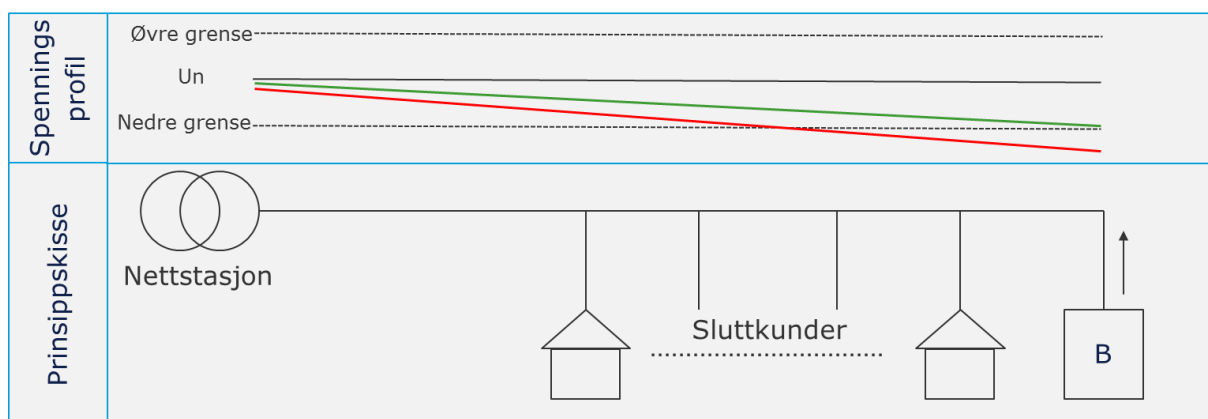
Legg for øvrig merke til at for alle nettformål kan vi i prinsippet se for oss batterier i 'alle størrelser' – alt fra noen få kW og kWh til mange MW og MWh. Eksempelene vi benytter i det følgende er ikke ment for å begrense utvalget av potensielt relevante batterityper og -størrelser.

## 4.1 Leveringskvalitet

### 4.1.1 Spenningsregulering med reaktiv effekt


De fleste batteriers omformere kan bidra til å holde spenningen i distribusjonsnettet innenfor båndet for akseptable spenningsvariasjoner. Dette kan gjøres ved å trekke reaktiv effekt når spenningen er høy og levere reaktiv effekt når spenningen er lav. Reaktiv effektregulering gjøres gjennom omformeren og kan tilbys på kontinuerlig basis så lenge ikke hele kapasiteten i omformeren er beslaglagt til uttak/innmating av aktiv effekt. Batterier kan også redusere ubalanser mellom fasespenninger, glatte ut spenningskurven og bidra til bedring av leveringskvaliteten.

Figuren under viser en prinsippskisse hvor batteriet driver spenningsstøtte i distribusjonsnettet. Den røde linjen illustrerer spenningsprofilen utover i fordelingsnettet uten batteriet tilkoblet, og uakseptable spenninger ytterst på radialen. Spenningen kan holdes innenfor akseptable nivåer ved at et batteri leverer reaktiv effekt ute på den aktuelle radialen.



Behovet for spenningsregulering kan oppstå ved store stasjonære spenningsvariasjoner over året, eller over korte intervaller slik som spenningssprang eller -dipper ved lastutkobling og -innkobling. Behovet for spenningsregulering vil ofte kunne være kortvarig, som i situasjoner med høy last eller høy innmating på en nettradial eller ved lastutkopling. Dersom batteriet er ment å stå i beredskap for å håndtere eventuelle spenningsprang kan dette legge beslag på batteriets kapasitet. Men dersom det for eksempel skal bistå med reaktiv effekt under høylasttiden vil batteriet kunne tilby andre tjenester i periodene det ikke bidrar til spenningsreguleringen. Dersom batteriet også tilbyr andre tjenester vil disse kunne påvirke spenningen i nettet og dermed i seg selv øke/ redusere behovet for spenningsregulering.

Eksempler på årsaker til behov for spenningsregulering kan være elektrifisering av transport, spesielt hurtigløpere for elektriske kjøretøy og ferger som gir relativt hyppige og høye inn- og utkoblinger. Høy integrasjon av uregulerbar kraftproduksjon i distribusjonsnettet vil også kunne føre til store spenningsvariasjoner, for eksempel for solceller ved varierende skydekke, og resulterende uønsket bruk og slitasje på transformatortrinning. Med korrekt innstilling vil batterier i distribusjonsnettet kunne avhjelpe i slike tilfeller.



Spenningsregulering med reaktiv effekt i distribusjonsnettet vil ikke ha noen direkte virkning på det ordinære energimarkedet, men vil kunne redusere tapene i overføringen. Forbrukerfleksibilitet synes heller ikke å være noe reelt alternativ til slik bruk av batterier. Nettariffer for reaktiv effekt er et virkemiddel for å få sluttforbrukere til å dempe sin innmating eller sitt uttak av reaktiv effekt og i liten grad egnet til å stimulere leveranse eller uttak av reaktiv effekt i henhold til nettselskaps behov. Sluttbrukere med slik problematikk antas generelt å ha liten mulighet til å levere eller trekke reaktiv effekt på anmodning. Kondensatorbatterier, shuntreaktorer og Magtec Voltage Booster er eksempler på potensielle alternativer til slik bruk av batteriomformere.

#### 4.1.2 Spenningsregulering med aktiv effekt

Batterier kan bidra i spenningsreguleringen ved å lagre energi når spenningen er høy og avgi energi når spenningen er lav. Innvirkningen på spenningen kan være større ved regulering med aktiv enn reaktiv effekt, men batteriet kan da kun bidra til reguleringen så lenge det er kapasitet i batteriet.

Spenningsutfordringer i distribusjonsnettet er et lokalt problem og krever lokale tiltak. Bruk av batterier til dette formål betyr at batteriet plasseres nær stedet med spenningsutfordringer. Ettersom dette er en lokal problemstilling er det mindre grunn til å vente utbredt samtidighet i tilbud av spenningsregulering fra batterier, og derfor mindre virkning på kraftmarkedet, jo lenger ut i distribusjonsnett batterier plasseres<sup>1</sup>. Forbrukerfleksibilitet kan åpenbart også være et alternativ, og batterier i en slik anvendelse vil derfor påvirke slike (lokale) markeder. Spenningsregulering med aktiv effekt har derfor større virkning på både kraftmarkedet og markeder for forbrukerfleksibilitet enn spenningsregulering med reaktiv effekt. På den annen side vil spenningsregulering i de fleste tilfeller gjøres ved å mate/trekke reaktiv effekt i omformeren – muligheten for bruk av aktiv effekt vil være mest aktuell ved prekære behov i nettet.

### 4.2 Forsyningssikkerhet

Batterier kan bidra til tilfredsstillende forsyningssikkerhet ved å stå i beredskap under normaldrift og opprettholde forsyningen i perioder med feil i eller utfall av enkeltkomponenter (N-1) i nettet, eller bidra til å gjenopprette kraftforsyningen ved strømbrydd, såkalt *black start*.

#### 4.2.1 Beredskap

Batterier kan stå passivt i beredskap og være et alternativ til tradisjonelle komponenter for å tilfredsstille N-1 i normaldrift. Batteriet må nødvendigvis være ladet for å kunne levere energi i tilfeller med utfall.


Når batterier benyttes til slike formål vil batteriets kapasitet være satt av til å levere ved utfall, og derfor ikke levere andre tjenester som krever aktiv effekt. Et passivt batteri vil ikke ha noen annen virkning på kraftmarkedet enn tradisjonell nettførsterkning.

#### 4.2.2 Leverer ved avbrudd

Ved utfall av enkeltkomponenter kan batterier på 'riktig' sted være et alternativ til tradisjonelle vern og bidra med effekt for å unngå overlast på gjenværende komponenter og/eller opprettholde akseptable

---

<sup>1</sup> Det er naturligvis batteristørrelse som har betydning, men vi legger til grunn at jo lenger ut i distribusjonsnettet et batteri er tilknyttet, jo større er sannsynligheten for at det er snakk om et relativt lite batteri.



driftsspenninger i nettet. Smart styring av utvalgte forbruksanlegg eller forbrukstyper kan i prinsippet også være et alternativ til tradisjonelle vern, som typisk er designet for å koble ut et helt område (blind utkobling). Vern og fleksibilitet innebærer redusert forsyning sammenlignet med normal eller forventet forsyning. Batterier kan derimot bidra til at forsyningen opprettholdes også ved utfall av enkeltkomponenter.

Øydrift kan være aktuelt ved utfall av linjer hvis det finnes lokale energikilder 'bak' utfallet. Det stilles i å fall store krav til lokale kraftverks massetregghet (inertia) og regulerbarhet, men alternativt kan batterier bidra til å gjøre øydrift mulig. Batterier kan også være et alternativ til dieselaggregat som nettselskap kan utplassere hvis slike utfall blir langvarige.

Aktivisering av batteritjenester relatert til forsyningssikkerhet, ved feil eller utfall i nettet, bør være sjelden. Men når utfallet først inntreffer vil et hensiktsmessig dimensjonert og plassert batteri kunne benyttes til å bidra til eller sørge for akseptable driftsforhold i nettet. Dersom behovet for beredskap er like stort hele tiden, vil det i praksis være vanskelig å benytte slike batterier til andre formål og tjenester, om ikke kapasiteten er større enn behovet i nettet skulle tilsi. Om behovet er mer sesongbetont eller begrenset til bestemte deler av døgnet eller uken, blir imidlertid situasjonen en annen.

Virkingen på kraft- og balansemarkedene vil være liten for den del og tid batterier står i beredskap. De vil bare levere aktiv effekt i feilsituasjoner som opptrer i et avgrenset område og for en begrenset periode.

### 4.2.3 Annet

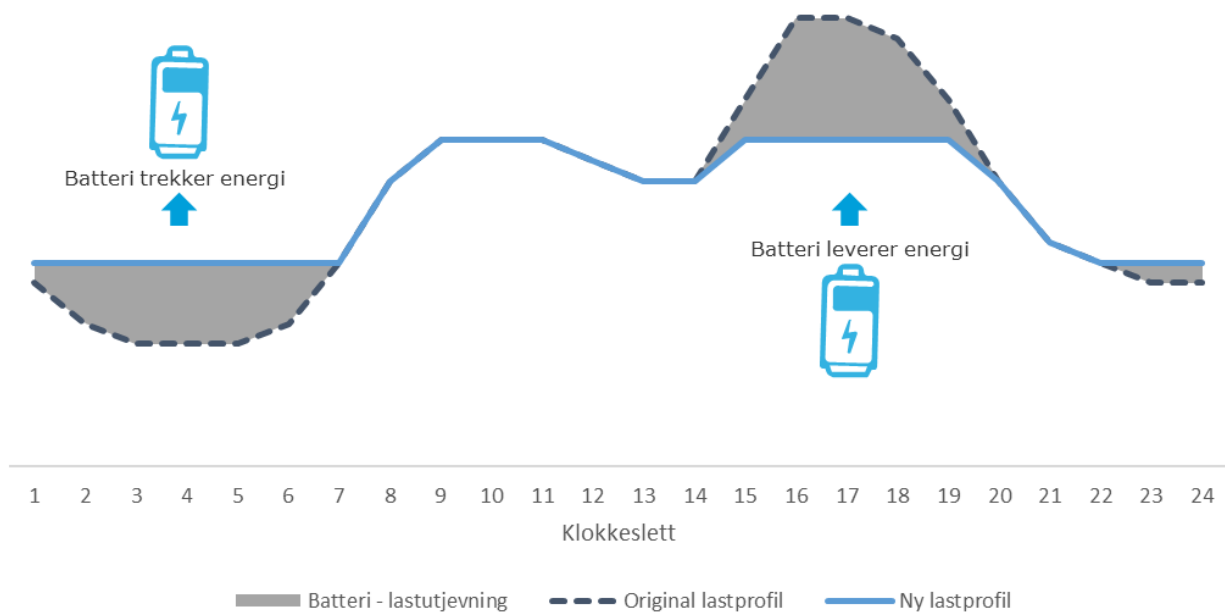
Batterier vil kunne være et alternativ til nødaggregat for oppstart av kraftverk fra spenningsløst nett, såkalt black start, og bidra til en hurtigere spenningssetting etter avbrudd i forsyningen. Slik bruk av batterier kommer bare i konkurranse med dieselaggregater og har følgelig ingen annerledes virkning på kraft- og balansemarkedene forøvrig.

Batterier til dette formålet vil nødvendigvis ha en buffer med energi for å kunne bistå ved behov. Kapasiteten til batteriet vil således ikke være tilgjengelig for andre formål som innebærer aktiv effektregulering, om ikke batterikapasiteten er overdimensjonert for dette formålet. Det kan likevel være tenkelig at batteriet kan bistå med spenningsregulering i form av reaktiv effekt, da dette kun beslaglegger kapasiteten i omformeren og ikke batteriet.

## 4.3 Effektutjevning

Batterier kan lagre energi i perioder med lav last og avgi energi i perioder med høy last, og på denne måten jevne ut effektflyten i nettet over tid. Effektutjevningen kan bidra til flaskehalshåndtering eller optimere lastflyten i nettet. Nye forbrukstyper, som ladestasjoner for ferjer, er ofte aktuelle på steder hvor nettet er svakt sett i forhold til den nye etterspørselen. Batterier ved ladestasjoner, som tar opp energi over tid og lader ut relativt raskt ved ferjeanløp, kan være like bra og samtidig rimeligere enn et desto sterkere nett.

Med tanke på driftsmønsteret for batteriet er effektutjevning temmelig likt spenningsregulering som forklart ovenfor. Forskjellen er først og fremst at med effektutjevning bestemmes bruken av batteriet ikke ut fra spenningen i seg selv, men ut fra effektflyten.




### 4.3.1 Flaskehalshåndtering

Effektutjevning kan redusere eller i beste fall fjerne flaskehalser i nettet ved å unngå termisk overlast på kraftlinjer eller andre komponenter i situasjoner med høy last i nettet. Flaskehalshåndtering vil bidra til å øke komponentenes levetid og muliggjør utsettelse av investeringer i nettkapasitet.

Effektutjevningen betyr bedre utnyttelse av eksisterende kapasitet og jevnere belastning på de tekniske komponentene. Normalt vil det også tilsi lenger levetid. Å skyve investeringskostnader ut i tid kan gi besparelser i form av lavere kapitalkostnader. Spesielt aktuelt er dette i tilfeller hvor marginale endringer i effektflyten kan utsette tradisjonelle nettinvesteringer. Det er naturligvis særlig aktuelt dersom de relevante nettinvesteringene er forbundet med høye kostnader (som fortetting i bymessige strøk med nedgravde kabler eller utskifting av sjøkabler) eller er problematiske av miljøhensyn.

Flaskehalshåndtering i distribusjonsnettet vil typisk være aktuelt i morgentimene på vinterdager når alle forbereder seg for dagen, eller i ettermiddagsrushet når folket kommer hjem fra jobb. For at batterier skal være et alternativ til tradisjonelle nettinvesteringer bør flaskehalsen være begrenset både i tid og størrelse. Batterier for håndtering av flaskehalser vil således ha 'ledig tid' og kan derfor i perioder kombineres med andre tjenester. Flaskehalshåndtering med batteri kan samtidig bidra til reduserte nettap (se avsnitt 4.3.2).

Flaskehalser i distribusjonsnettet er lokale og en geografisk avgrenset problemstilling. Dette taler for at batteriene som leverer denne tjenesten samlet sett har liten innvirkning på kraftmarkedet. Samtidig er det naturlig at flaskehalser i distribusjonsnettet oppstår omtrent samtidig, i høylastperiodene på morgenen og ettermiddagen. Så dersom det installeres mange batterier i distribusjonsnettet som driver med flaskehalshåndtering vil de samlet sett ha potensial til å redusere forskjellene mellom peak og off-peak kraftpriser. Dersom mange batterier aggregert brukes til å håndtere flaskehalser i overliggende nett (sentral- eller regionalnett) vil dette kunne ha en større samtidig effekt.



Et annet alternativ enn batteri for flaskehalshåndtering er systematisk utnyttelse av forbrukerfleksibilitet. Flere pilotprosjekter har nettopp demonstrert at dette er fullt mulig, jf. forsøkene på Hvaler og Agder Energis prosjekt på Engene i Grimstad.

Batterier kan åpne for alternativer i forbindelse med nettilknytning av variabel last eller produksjon. Batterier kan redusere produksjons- eller forbrukstoppene i perioder med høy produksjon eller uttak. På denne måten kan de åpne opp for høyere maksimal ytelse enn tilgjengelig nettkapasitet tilsier, eller at det bygges noe lavere nettkapasitet enn tradisjonell tilnærming. Eksempelvis kan det være mulig å tilknytte solkraft med installert effekt høyere enn tilgjengelig nettkapasitet om det samtidig installeres batteri som jevner ut netto innmating, og på den måten overholder kapasiteten i nettet. Et annet eksempel er ladestasjon for elferger, som kan få tilfredsstillende nettilknytning til en lavere kostnad enn 'ren' nettinvestering.

### 4.3.2 Optimal lastflyt

Batterier kan benyttes til å optimere lastflyten i nettet ved å fordele last på komponenter, øke komponentenes levetid, redusere uttaket fra overliggende nett i høylast etc. Et resultat av dette kan også være reduksjon av tapene i overføringen. Dette vil kunne arte seg på samme måte som flaskehalshåndtering – tappe batteriet under høylast og lade det under lavlast – men formålet er et annet og kriterier for 'start' og 'stopp' vil formodentlig være annerledes.

Et batteri som brukes til å optimalisere lastflyten vil typisk ha kapasitet til å yte andre typer tjenester, men dette beror på lokale forhold og kapasiteten til batteriet. I prinsippet skulle det kunne være mulig å bruke forbrukerfleksibilitet og oppnå om lag det samme, men også det vil avhenge av hva som er tilgjengelig på stedet.

I den grad det er sammenfall mellom når det er høylast i det lokale nettet hvor batterier (eller forbrukerfleksibilitet) eventuelt brukes på denne måten og høyest timepris for døgnet i kraftmarkedet eller god betaling for nedregulering, vil det være vanskelig å bruke batteriet til mer kommersielle formål også.

## 4.4 Markedstjenester

Alle batterier kan i prinsippet delta i spotmarkedet, intradag markedet og markedene for primær-, sekundær- og tertiærregulering. Rent teknisk er det fullt mulig å etablere porteføljer av mange små batterier som til sammen er store nok til å delta aktivt i alle disse markedene. For reservemarkedene er det i noen grad administrative forhold som kan være til hinder for å benytte mange små i stedet for ett stort batteri. I det følgende legger vi til grunn at dersom batterier kan være konkurransedyktige ressurser i disse markedene, vil eventuelle administrative barrierer kunne fjernes.

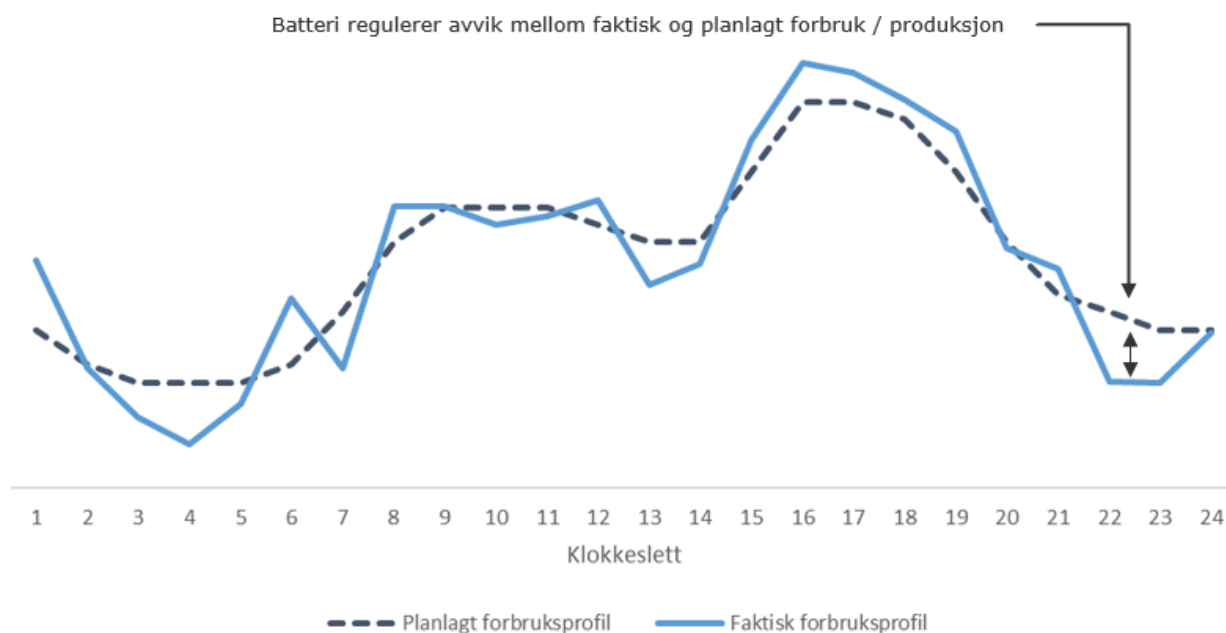
### 4.4.1 Krafthandel

Batterier kan benyttes til å kjøpe kraft når kraftprisen er lav og selge når den er høy i spotmarkedet og/eller i intradag markedet. Hvis prisforskjellen er det eneste som skal gi lønnsomhet til slik handel, er det imidlertid en forutsetning at de høye prisene er minst i størrelsesorden 20 prosent høyere enn de lave prisene, ettersom energitapet ved en ladesyklus er omkring 20 prosent.

En variant av en slik strategi er å benytte batteri til optimalisering av en portefølje av produksjon og/eller forbruk med sikte på å redusere strukturelle ubalanser (altså knyttet til at spot- og intradag

markedene har timesoppløsning mens forbruk og uregulerbar produksjon varierer løpende). Et eksempel på slik bruk er illustrert i figuren nedenfor.

Batterier brukt til energihandel vil typisk kunne levere tjenester til nettselskap – på om lag samme måte som aggregatorer av forbrukerfleksibilitet. Energipap i størrelsesorden 20 prosent er imidlertid relativt mye sett i forhold til norske kraftpriser, og det er dermed usikkert om det er noe særlig potensiale for slike batteristrategier. Dersom prisene på batterier faller tilstrekkelig vil man imidlertid kunne klare seg med færre slike ladesykler per år, så på sikt kan en ikke utelukke at dette kan bli aktuelt også i Norge.



#### 4.4.2 Reservemarkeder – FCR, aFRR og mFRR

Batterier kan bidra til primærregulering ved å lagre/avgi energi når frekvensen øker/faller. Batteriers egenskap i form av hurtig respons gjør det godt egnet for hurtig regulering av frekvens som primærreserve. På samme måte som termiske kilder til primærregulering (dampkjeler) er reguleringsevnen avhengig av tilstanden til enhver tid. Batterier kan designes slik at de har vesentlig lenger 'utholdenhet' enn dampkjeler, men trolig ikke så lenge som vannkraftverk vil kunne gå opp- eller nedregulert. Aktiv deltagelse i reservemarkeder vil gjerne kreve store batterier eller en rekke små som kan driftes som et virtuelt stort batteri.

Batterier som tilbyr tjenester i reservekraftmarkene kan potensielt også tilby andre tjenester om ikke hele kapasiteten er bundet opp til frekvensreguleringen. Motsatt kan batterier som er utplassert for nettførmål i stort omfang også kunne tilby primærregulering.

Om mange batterier yter den samme tjenesten har de potensial til å påvirke prisdannelsen i markedet for primærreserve.

Helt tilsvarende momenter kan anføres for batteriers potensielle deltagelse i markedene for sekundær- og tertiærreserve. Siden energivolumet per transaksjon typisk øker fra primær- til sekundær- og tertiærregulering er det grunn til å tro at batterier eventuelt vil ha størst potensiale som primær- og eventuelt sekundærreserve.

## 5 EIERSKAP SETT FRA NETTSKAPSPERSPEKTIV

I dette kapitlet ser vi nærmere på fordeler og ulemper for nettselskap dersom de selv eier batterier de eventuelt vil benytte i distribusjonsnettet. Vi har lagt til grunn at i den grad et batteri i tillegg til å yte tjenester til nettselskap også skal benyttes til det vi kalte markedstjenester i forrige kapittel, eller til salg av netjtjenester til andre nettselskap, så må det foretas av andre enn nettselskapet. Dette følger ikke nødvendigvis av dagens regulering, men er en nærliggende tolkning av de nye reglene om funksjonelt og selskapsmessig skille mellom nettvirksomhet og annen virksomhet.

Sentrale tema for drøftingen er kontroll med tilgjengelighet, virkning av den økonomiske reguleringen av nettselskap, vedlikehold av batterier og problemstillinger knyttet til midlertidige behov og til batterier bak kundenes målere.

### 5.1 Eierskap gir kontroll

Den kanskje største fordelen for nettselskapet ved å eie batteriet selv, er at de har full kontroll over kapasiteten og tilgjengeligheten til batteriet og hvordan det benyttes. Batteriet vil således kontinuerlig kunne agere i netteiers interesse uten frykt for at kapasiteten skal være beslaglagt til andre tjenester eller markedsformål.

En alternativ organisering med en kommersiell eier som selger batteritjenester til nettselskap gir ikke nødvendigvis samme kontroll for nettselskapet. Ettersom en ren markedsaktør vil agere ut fra prisstruktur og bedriftsøkonomiske insentiver kan det i utgangspunktet være risiko for at batterier eiet av tredjepart i praksis ikke er tilgjengelig når nettselskapet trenger dem. Slik risiko må eventuelt begrenses og håndteres gjennom avtaler mellom nettselskap og tjenesteleverandør. En slik avtale vil potensielt være en omfattende, kompleks og detaljrik avtale for å regulere alle eventualiteter og tjenestespekterets prioriteringsmekanismer. Frem til batterier i nettet og slike tjenesteavtaler blir vanlig, kan det være risiko for at avtalene ikke er tilstrekkelige, i tillegg til at kompliserte avtaler i seg selv kan virke fordyrende.

På kort sikt synes det derfor å være en fordel med eierskap at en kan unngå kontraktsmessige utfordringer. På den annen side vil det med en slik tilnærming kunne ta lenger tid før denne hindringen eventuelt blir ryddet av veien.


### 5.2 Inntektsrammereguleringen kan favorisere eierskap

For et nettselskap som har konkludert med at batteri er riktig teknologi i en konkret situasjon påvirkes valget mellom å investere selv og kjøpe tjenester i noen grad av dagens beregning av inntektsrammer. Alt annet likt, vil det lønne seg for distribusjonsselskap å velge den løsningen som gir høyest bokført kapital, noe som skyldes fordelingen av den såkalte kalibreringspotten ved fastsettelse av inntektsrammer.

På den annen side kan en tenke seg at et tjenestekjøp kan gi mulighet for at tredjepart selger andre batteritjenester parallelt. I så tilfelle er det nærliggende å tro at muligheten for noe lavere leiepris kan dominere over verdien av noe høyere nettkapital.

Aller viktigst er nok likevel at et sentralt element i inntektsrammereguleringen i Norge er at det er de andre nettselskapene som definerer hva som er effektivt. Straks noen nettselskap tar i bruk batterier og dette viser seg å skape rimeligere løsninger enn tradisjonelle nettanlegg, vil den simulerte konkurransen





via reguleringen stimulere andre nettselskap til å både ta i bruk batterier selv og foretrekke den eierskapsmodellen som gir lavest total kostnad over tid.

### 5.3 Batterier må vedlikeholdes

På samme måte som ordinære nettanlegg krever batterier ettersyn og vedlikehold. På den ene siden har nettselskap god oversikt over egne nettanlegg og generelt gode rutiner for løpende tilstandsvurdering og vedlikehold. Med egne montører vil de muligens kunne komme raskere til unnsetning ved batterifeil enn en eier eller selger av batteritjenester som er lokalisert et helt annet sted.

På den annen side er batteriteknologi svært ulik annen teknologi i nettselskap. Det er ikke utenkelig om batteriprodusenter stiller store krav til vedlikehold og kompetanse hos ansvarlig personell som betingelse for garantier som de eventuelt må stille eller som nettselskap forlanger. Ettersom netteiers batteriinvesteringer vil begrense seg til behovet i eget nett, vil kostnader ved eventuell kompetanseheving kunne være stor i forhold til investeringen. Dersom netteier i stedet kjøper batteritjenester fra en tredjepart vil denne potensielt kunne dra nytte av stordriftsfordeler og erfaringer fra tilsvarende anlegg i andre distribusjonsnett. En tredjepart vil trolig også enklere kunne holde lager av reservemoduler eller 'lånebatterier'. Sammen med konkurranse kan dette tilsi lavere driftskostnader enn om nettselskapene står for dette selv.


### 5.4 Tjenestekjøp kan være bra ved midlertidige behov

Batterier er fleksible sammenlignet med tradisjonelle løsninger som kraftlinje og kabel. Batterier kan, nesten uavhengig av størrelsen da de ofte er modulbaserte, relativt enkelt demonteres og flyttes til et nytt sted og/eller benyttes til andre formål. Dersom lastsituasjonen endrer seg og investeringer i kraftlinje/-kabel på et senere tidspunkt blir aktuelt, kan det være enklere å avslutte et leieforhold eller tjenestekjøp enn om nettselskapet selv må finne nye bruksområder for batteriet eller selge det.

### 5.5 Batterier bak kundens måler – kunder som kobler seg fra nettet

Tiltakende bruk av solceller i kombinasjon med energilagring hos sluttbrukere kan potensielt gi et økende antall avkoblinger fra nettet, noe som hverken er i andre nettkunders eller nettselskapenes interesse. Et spørsmål som er beslektet med tematikken for denne rapporten – batterier i distribusjonsnettet – er om en slik trend kan ha betydning for nettselskapenes tilpasning. Vi ser flere relevante forhold:

- Kunder som installerer batterier først og fremst til eget bruk får, alt annet likt, større fleksibilitet på grunn av batteriet. For nettselskapet vil det derfor isolert sett kunne være attraktivt om slike kunder forblir tilknyttet nettet. Det er naturligvis ikke særlig sannsynlig dersom det nettopp er fleksibiliteten fra batteriet som gjør frakobling både mulig og lønnsom for kunden.
- Et aktuelt 'mottrekk' fra nettselskapene for å hindre frakobling kan da være å vurdere om de kan ha behov for noen batteritjenester, eventuelt i kombinasjon med annen fleksibilitet. Samtidig som batterier i kunders eie legger grunnlag for et svært konkurransedyktig og attraktivt tilbud av batteritjenester, kan nettselskapets tjenestekjøp samtidig være tilstrekkelig til å redusere omfanget av frakobling.

- 
- Dersom en slik strategi lykkes, kan en mulig sideeffekt være at nettselskapet får en viss innflytelse over plassering av distribuert produksjon tilknyttet nettet. Gjort på riktig måte kan det bidra til at nettkostnader reelt påvirker lokalisering av produksjon, jf. også diskusjonen om lokaliseringssignaler i Statnetts tariffer.
  - Lavere energiledd vil alt annet likt redusere faren for at sluttforbrukere kobler seg fra nettet, mens høyere samlet nettleie øker faren for økt grad av frakobling. I den grad nettselskap opplever frakobling som et problem, er det derfor uansett grunn til å vurdere om forholdet mellom energiledd og fastledd er hensiktsmessig.

## 6 EIERSKAP SETT FRA SAMFUNNETS PERSPEKTIV

Utgangspunktet i dette kapitlet er en forutsetning om at batteritjenester er et kostnadseffektivt tiltak i nettet. Forutsetningen er altså at for eksempel tradisjonelle nettkomponenter med større dimensjoner eller ytelse, er dyrere og/eller ikke løser 'oppgaven' på en like god måte.

Vi starter med å drøfte forskjeller mellom praktisk bruk (konkrete batteritjenester) og hensikt, og fortsetter med hva slags virkninger bruken av batterier generelt kan ha på kraftmarkedet og markedene for reserver. Vi fortsetter med utfordringer knyttet til kryssubsidiering og mistanke om rolleblanding, som kan avhenge av eierskap– også selv om mer direkte virkninger eventuelt er uavhengig av eierskap. Eierskapsdiskusjonen har også betydning for konkurranseflaten mellom lagringsteknologier og andre kilder til fleksibilitet. Vi avslutter med spørsmålet om hvordan netttadgangen for et batteri som leverer markedstjenester eventuelt bør prissettes.

### 6.1 Uklart skille mellom ulike tjenester og formål

Hvor de nøyaktige grensene går, eller bør trekkes i praksis, mellom de ulike tjenester og bruksformål forklart i kapittel 4, er uklart. En mulig avgrensning kan være størrelse på batteriene. Små batterier vil ikke ha noen nevneverdig virkning på prisdannelsen i kraftmarkedet, men kan åpenbart påvirke lokale markeder for fleksibilitet. Men samtidig som et lite batteri vil kunne gjøre nytte lokalt i distribusjonsnettet, vil mange små batterier kunne levere verdifulle tjenester til transmisjonsnettet eller påvirke prisdannelsen i kraftmarkedet.

En annen tilnærming kan være å ta utgangspunkt i hvordan batteriene brukes i praksis. For batterier som utelukkende benyttes til nettførmål, er det ikke nødvendigvis noen relevant regulatorisk forskjell mellom små og store batterier eller batteriparker. Eventuell bekymring for virkning på prisdannelsen i kraftmarkedet kunne fjernes dersom programvaren på batteriet er markedsnøytral. En verifisert elektronisk styring, som ingen andre kan påvirke, kunne for eksempel programmeres slik at batteriet agerer ut fra predefinerte forhold som ikke har med pris å gjøre.

Fremtidig regulering må ta utgangspunkt i at mye av det nettselskap foretar rent faktisk *har* virkninger i andre markeder. Nøytralitetskravet vi stiller til nettselskap skal blant annet sikre at selskapene gjør sine vurderinger og prioriteringer uavhengig av hva som eventuelt tjener nærstående selskaper. Overført til bruk av batterier tilsier det at reguleringen bør fokusere på hvordan batterier brukes i praksis, for eksempel i form av hva som trigger opplading og utlading av batterier. Det vil være en vesentlig forskjell om ladesykluser styres av priser eller av elektriske parametere som spenning eller strøm.

### 6.2 Bruk av batterier innebærer kjøp og salg av energi

For flere av nettjenestene et batteri kan yte er det en unngåelig virkning at bruken også trekker energi ut av eller mater energi inn i nettet – selv om denne energivirkningen ikke er hensikten. Drøftingen i dette avsnittet er kun relevant for anvendelser der batteriet leverer eller mottar aktiv effekt.

Bruken av batterier vil i varierende grad føre til avledede kjøp og salg av energi, som kommer i tillegg til og/eller erstatning for energi til dekning av nettap, og i tillegg til det markedsaktørene handler. For bruk i distribusjonsnettet er det rimelig å legge til grunn at en typisk installasjon eventuelt vil være batterier med kapasitet på et fåtall kW og kWh, i noen tilfeller kanskje opp mot MW og MWh. Det enkelte batteri vil således ikke kunne ha nevneverdig direkte virkning på prisdannelsen i day-ahead eller intradag

markedet, selv ikke i en volummessig liten budsonne. Men dersom batterier blir vanlig i nettvirksomheten, kan den aggregerte virkningen bli signifikant, slik at batterier påvirker prisvariasjonen over tid.

Imidlertid er det ikke gitt at batterier bidrar til lavere volatilitet i prisene. Dersom batterier primært brukes under lokal høylast, og tidspunktet for denne faller sammen med tidspunktet for høypris i den aktuelle budsonen, vil virkningen være i retning av mindre prisforskjeller over døgnet (selv om virkningen per batteri vil være begrenset). Skulle bruksmønsteret være 'motsatt', kan virkningen i ytterste konsekvens være bortimot motsatt – altså at batteriet forsterker volatiliteten for kraftprisene.

Eventuell virkning på prisnivået vil først og fremst komme gjennom energitapet ved opplading og utlading av batteriet. Det relevante i denne sammenheng er forskjellen i energitap ved bruk av batteri og ved alternative tiltak. Når alternativet er en eller annen form for nettførsterkning, vil dette normalt tilsi reduserte tap. Denne virkningen vil gjøre seg gjeldende i alle timer. Bruk av batteri til rene nettførmål vil i mange tilfeller bidra til en jevnere belastning på nettet noe som isolert sett skulle tilsi at også batterier reduserer nettap i forhold til status quo. Imidlertid er det nærliggende å tro kapasitetsutnyttelsen på nettet kan være noe høyere totalt sett med batteri enn med forsterket nett. Energitapet per gang et batteri brukes kan være høyt (enkelte kilder antyder opp mot 20 prosent), men det vil neppe være aktuelt å bruke det enkelte batteri hele tiden (for nettførmål). Samlet kan dette tyde på at batterialternativet er forbundet med høyere nettap enn ved rene nettiltak. Imidlertid vil tapskostnaden (forhåpentligvis) inngå i nettselskapets vurdering av alternativene. Dersom en velger batteri, og potensielt høyere energitap enn alternativene tilsier, motsvares dette da av lavere kostnader til investering og drift av ordinære nettanlegg. Tapsvirkningene er dermed allerede i prinsippet hensyntatt og ikke noe ytterligere forhold sett fra samfunnets side.

Dersom et batteri utelukkende brukes til netttjenester og kostnadene til batteriet finansieres via nettselskapets inntektsramme, vil virkningene drøftet her være en naturlig del av nettselskapets vurdering av om batteri eller tradisjonelle tiltak er best for å løse konkrete utfordringer. I slike tilfeller spiller det ingen rolle hvem som eier batteriet og prisvirkningene i kraftmarkedet utgjør ikke noe samfunnsøkonomisk problem. Om andre aktører mener de taper på nettselskapets bruk av batterier (hvis bruken er som forutsatt her), må de bare konstatere at ny teknologi har redusert lønnsomheten av deres virksomhet.

Avhengig av hvilke netttjenester et konkret batteri skal brukes til, kan det eventuelt i noen grad også benyttes i energimarkedet eller markeder for systemtjenester. Dermed oppstår det, i hvert fall i prinsippet, mulighet for krysssubsidiering, se kapittel 6.4. Uavhengig av den faktiske bruken, er det også en reell mulighet for at markedsaktører eventuelt fatter mistanke om at slike batterier ikke utelukkende brukes til netttjenester, men også til helt alminnelige markedstjenester, se kapittel 6.5.

### 6.3 Batterier kan delta i reservemarkedene

Markedene for primær, sekundær og tertiær reserve er basert på at ressurser står i beredskap for å kunne aktiveres i gitte situasjoner. Som forklart i kapittel 4 kan batterier være relevante ressurser i disse markedene.

I den grad batterier benyttes som reserve kan kraftverk som ellers yter slike tjenester disponeres friere i day-ahead og intradag markedene. Når kraftverk står i beredskap, er det særlig to virkninger av beredskap som er viktig å ha klart for seg:

- Noen kraftverk må operere utenfor sitt bestpunkt for å ivareta sine forpliktelser i reservemarkedene. Det fører til høyere produksjonskostnader (vannforbruk per MWh) for energi

som omsettes i day-ahead eller intradag markeder enn de ellers ville ha hatt. Det fører til høyere priser enn vi ellers ville hatt i disse markedene.

- Beredskap fører også til lavere tilbud i day-ahead- og intradag-markedet enn vi ellers ville hatt, spesielt i perioder hvor day-ahead- og intradag-prisene er så høye at alle kraftverk ellers ville ha vært i drift. I og med at den samlede vannkraftproduksjonen er begrenset av tilsiget, har ikke dette betydning for samlet produksjon over tid (bortsett fra det som må tilskrives forskjeller i virkningsgrad). Derimot er det rimelig å anta at spesielt vinterprisene er høyere enn de ville ha vært om kraftverk ikke deltok i RKOM.

Batterier kan (i prinsippet) redusere begge disse virkningene. Virkningen av ett enkelt batteri med kapasitet på et fåtall MW og MWh vil rimeligvis være begrenset, men den aggregerte virkningen av mange batterier kan være signifikant.

Tilsvarende kan batterier også ha virkninger på prisdannelsen i markedene for reserver. Økt tilbud skulle i utgangspunktet tilsi lavere priser og lavere kostnader. Spørsmålet er imidlertid komplisert og svaret er ikke gitt. For det første er kostnadene med å anskaffe og vedlikeholde batteriet relevant, se avsnitt 6.4. For det andre er ikke dagens betaling for beredskap i reservemarkedene presise uttrykk for samfunnsøkonomiske kostnader. Det skyldes at den optimale tilpasningen for et enkelt kraftverk, inkludert fordeling mellom day-ahead og reservemarkeder, og dermed den optimale tilpasningen for kraftsystemet kan beskrives som et kombinatorisk problem<sup>2</sup>. Det kan ha flere løsninger hvor prisbegrepet kun kan forstås som en avtalt godtgjørelse mellom kjøper og selger, og ikke som signaler som hjelper aktørene til å koordinere effektivt.

Det er ikke usannsynlig at batterier kan redusere problemene som kostnadsfunksjonene for 'vanlige' kraftverk byr på, ettersom batterier neppe har minstelast eller problemstilling knyttet til start- eller stopp-kostnader. Et batteri vil alltid ha kapasitet til å levere og/eller trekke effekt, med mindre det har en teknisk feil. På den annen side er batterier 'trege' – dersom det er fullt utladet (eller oppladet) kan det ikke levere (ta imot) energi straks, selv om betalingen heves. Dette er annerledes for et kraftverk som står stille eller går for fullt – der er endringer først og fremst et spørsmål om kostnader (gitt at det er vann i reservoaret).

Dette tilsier at det er gunstige virkninger av at batterier deltar i reservemarkedene, men det er uvisst om det samlet sett er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Vår problemstilling er imidlertid om disse forholdene har betydning for hvordan eierskap til batterier som skal levere nettjenester bør organiseres. Det synes klart at virkningene på reservemarkedene påvirkes av den faktiske bruken av batterier. Eierskapet har eventuelt en indirekte virkning, se nedenfor.

De prinsipielle momentene ovenfor gjelder uavhengig av hvem som eier batteriet; resonnementene er knyttet til bruken, ikke eierskapet. Valg av modell synes ikke å være enklere om man forutsetter én bestemt form for eierskap. Dermed synes heller ikke regulators eventuelle bestemmelse om eierskap egnet til å gjøre valget mellom tariffmodeller enklere – det er et komplisert tema for alt annet enn batterier som utelukkende brukes for å imøtekomme nettselskaps behov.

<sup>2</sup> Optimeringsproblemet er ikke-konvekst, noe som kan illustreres med 'hull' i mulighetsområdet. Selv om to konkrete allokeringer begge kan være mulige, er det ikke sikkert at alle lineærkombinasjoner av disse er mulige. Problemet skyldes binære variabler (for eksempel om kraftverket er i drift eller ikke) og udeleligheter (som for eksempel minstelast).

## 6.4 Eierskap gir mulighet for kryssubsidiering

I den grad ett og samme batteri både leverer netttjenester og markedstjenester, jf. definisjonene i kapittel 4, oppstår spørsmålet om hvordan kostnadene knyttet til anskaffelse og vedlikehold allokeres. Dersom det er mulig, vil slik 'sambruk' formodentlig være samfunnsøkonomisk fordelaktig. Utgangspunktet bør derfor være at slik sambruk ikke bør utelukkes fra regulatorisk hold.

Selv om vi antar at hvert formål i alle fall dekker kostnadene ved selve bruken (for eksempel energitap), gjenstår spørsmålet om dekning av det vi kan kalle residuale kostnader. Dersom nettselskap eksempelvis betaler i meste laget for 'sine' tjenester, vil inntjeningskravet for den markedsbaserte anvendelsen kunne settes tilsvarende lavere. For andre aktører vil dette fremstå som kryssubsidiering.

Denne utfordringen er imidlertid uavhengig av hvem som eier batteriet – den oppstår ene og alene fordi ett og samme batteri benyttes i flere markeder (til flere formål). Derimot kan det tenkes at eierskapsorganiseringen kan ha betydning for om utfordringen er problematisk. La oss se nærmere på alternativene:

- Hvis nettselskapene eier batteriet, vil mistanke om kryssubsidiering være forståelig – også selv om det ikke er nettselskapet selv som eventuelt utnytter batteriet i energi- eller reservemarkeder.
- Hvis tredjeparter eier batteriet, kan man håpe at konkurransen i batterimarkedet – om å få selge batteritjenester til nettselskap – blir såpass velfungerende og sterk at mistanke om at nettselskapene betaler for mye faller på sin egen urimelighet.

Nøyaktig samme argumentasjon kan en for så vidt bruke for nettselskapenes entreprenørvirksomhet eller aktiviteter innen fiber. Energilovens nye regler om skille mellom nettvirksomhet og annen virksomhet ble nettopp motivert for at slik kryssubsidiering ikke skal være mulig. Dog er det trolig noen viktige forskjeller mellom et eventuelt batterimarked og markeder for entreprenørtjenester og fiber:

- Batterimarkedet er i sin spede barndom. Hvorvidt vi får virksom konkurranse gjenstår å se. Uten virksom konkurranse er det fortsatt reell fare for at nettselskapene betaler 'for mye' for de batteritjenester de har nettmessig behov for.
- Dette henger sammen med at inntil videre har nettselskap liten eller ingen praktisk erfaring med batterier. De har dermed heller ikke noe godt grunnlag for å ta stilling til om en tilbudt pris er konkurransedyktig eller forsøk på utnyttelse fra batterileverandørs side.
- Et tredje forhold er at mens mobiliteten generelt er høy i eksempelvis markedet for entreprenørtjenester, kan en tenke seg i hvert fall noen situasjoner der en eventuell tilbyder av batteritjenester kan ha en uforholdsmessig sterk posisjon overfor et nettselskap med få alternativer. Som eksempel kan vi nettopp tenke oss et ferjeselskap, der nettselskapets løsning innebærer batteri stedet for ekstra kraftig dimensjonert forsyning. Anta videre at nettselskapet har inngått en femårig avtale om kjøp av batteritjenester fra en tredjepart og at avtalen nå er i ferd med å utløpe. I forbindelse med forhandlinger om nytt tilbud, fremmer eksisterende leverandør krav om en etter omstendighetene høy pris, sett hen til at batteripakken er fem år gammel og at alternative leverandører vil måtte basere seg på nye batterier. Har nettselskapet stilt seg i en uheldig avhengighetssituasjon?<sup>3</sup>

<sup>3</sup> I eksemplet er det implisitt lagt til grunn at det er nettselskapet som kjøper batteritjenester og videregir netttjenester til ferjeselskapet. Et alternativ er eksempelvis at et ladeselskap selger ladetjenester til ferjeselskapet, og at det er ladeselskapet som er nettkunde, ikke ferjeselskapet. Det ville eliminere faren for kryssubsidiering.



Faren for krysssubsidiering tilsier isolert sett at nettselskap i størst mulig grad bør kjøpe batteritjenester fra tredjeparter fremfor å bygge opp sin egen portefølje av batterier.

## 6.5 Mistanke om rolleblanding er problematisk

Problemet med krysssubsidiering er at konkurransen i kommersielle markeder forstyrres. Resultatet kan bli mindre effektiv tilpasning enn uten krysssubsidiering. Et tilleggsmoment er knyttet til markedsaktørenes oppfatning av hva som foregår, og mer konkret om at kjøp og salg av energi ikke foretas av hensyn til lokale nettforhold, men på lik linje med utnyttelse av pumper/vannkraft med reservoar – altså for å kjøpe billig og selge dyrt, så ofte man kan. Ettersom marginalkostnaden for vannkraftproduksjon er subjektiv og knyttet til eierens vurdering av fremtidige priser, har deres oppfatning av omgivelsene selvstendig betydning.

For å illustrere poenget kan vi tenke oss et nettselskap som har anskaffet et betydelig omfang batterier ut fra rene nettmessige vurderinger. Nettproblematikken er imidlertid avgrenset til bestemte perioder av døgnet, og ikke større i omfang enn at det ville ha vært mulig å lade batteriene når prisene er lave og levere kraft når prisene er høye. La oss videre anta at vi vet at nettselskapet ikke benytter batteriene slik, men kun for rene nettførmål. Kraftprodusenter i dette markedet vet derimot ikke dette sikkert – de er henvist til å anta. Om de nå feilaktig antar at den store batterikapasiteten blir benyttet til å jevne ut prisene, kan resultatet bli at kraftprodusentene legger for liten vekt på verdien av å regulere opp og ned når de foretar sin vandisponering og produksjonsplanlegging. Resultatet vil i så fall bli ineffektiv disponering av ressursene, selv om det ikke var grunnlag for mistanken om 'feil' adferd i nettselskapet.

Det at det er mulig å fatte mistanke om rolleblanding er dermed problematisk og et potensielt effektivitetsproblem.

## 6.6 Eierskap kan være til hinder for teknologinøytralitet

En relevant problemstilling er at netteier, ved eierskap i batterier, kan stå i fare for å diskriminere andre energilagringsteknologier og kilder til fleksibilitet. Der et batteri kan være et egnet alternativ til nettførsterkning, kan fleksibilitet hos nettkunder bak flaskehalsen også være et alternativ. Sistnevnte vil typisk eventuelt kunne organiseres gjennom aggregatorer eller ordinære kraftleverandører. Det er allment akseptert at det ikke er nettselskap som skal ta noen rolle som aggregator – det regnes som alminnelig konkurranseutsatt virksomhet. Nettselskap kan tvert imot være betydelige kjøpere av slik fleksibilitet. På sikt må vi også holde muligheten åpen for at det kommer andre lagringsteknologier som kan tilby lignende tjenester. Batterier i nettselskaps eie kan her komme i samme posisjon som ordinære nettanlegg – at batterier favoriseres fremfor forbrukerfleksibilitet.

På den annen side er nettselskapene regulert slik at de stimuleres til å foreta en nøktern kalkyle for å finne rimeligste løsning og nettopp ikke favorisere for eksempel nett der det finnes rimeligere alternativer. Om nettselskap eier batterier er det derfor ikke åpenbart at det fører til prioritering av batterier fremfor fleksibilitet hos nettkunder. Om det parallelt er et velfungerende marked for slike batterier, også brukte batterier, vil nettselskapet uansett stå overfor en 'fornuftig' alternativkostnad for batteriet, selv om det eventuelt er avskrevet og fremstår som rimeligere enn alternativer som reelt sett er enda bedre.

Faren for manglende teknologinøytralitet er trolig i større grad knyttet til nettselskapenes erfaring, kompetanse og vaner. I dag har de færreste god kunnskap om batterier og forbrukerfleksibilitet, og



mange velger derfor (uansett) tradisjonell nettførsterkning. Blir det vanlig for nettselskap å eie batterier mens forbrukerfleksibilitet organiseres gjennom aggregatorer, kan det ligge til rette for en fair konkurranse mellom batteri og tradisjonelle tiltak, mens forbrukerfleksibilitet i noen grad oversees.

En spesiell problemstilling er knyttet til ladestasjoner for elektriske ferjer, som ved bruk av batterier ved ladepunktet kan få en rimeligere forsyning enn en 'ren' nettløsning. Ferjeselskapenes konsesjoner er normalt tidsbegrenset og det kan være lite aktuelt for disse å sette opp batteri til eget bruk. Samtidig kan det være begrenset med forbrukerfleksibilitet i slike punkter i nettet, og dermed begrenset potensiale for skjev konkurranse. Et batterianlegg i nettselskapets eie i kombinasjon med tradisjonelle nettanlegg er da ikke nødvendigvis problematisk. På den annen side er det ikke åpenbart at lav investeringsvilje fra et ferjeselskap på grunn av kort lisensperiode er til hinder for at en tredjepart kan ha et lengre tidsperspektiv og planlegge utleie til senere ferjeselskaper også.

Samlet sett er det etter alt å dømme 'mer teknologinøytralt' om nettselskap som hovedregel ikke får eie batterier.

## 6.7 Batteriets betaling for netjtjenester

Batterier må nødvendigvis ha netttadgang. Det reiser spørsmål om hvordan netttadgangen bør prissettes og om prisene bør avhenge av bruksformålet (netjtjenester eller markedsformål). Flere prinsipper er tenkelig her, og det faller utenfor rammen av dette prosjektet å avklare dette spørsmålet. Svaret kan imidlertid tenkes å avhenge av eierskapet og/eller formålet, og temaet hører derfor hjemme her også.

I alle fall tre mulige tariffmodeller er tenkelig:

- Avregning som enten forbruk eller produksjon, for hele det relevante energivolumet og effektbelastningen (altså noe vi kunne kalle enkel bruttoavregning)
- Avregning som både forbruk og produksjon, for hele uttaket og hele innmatingen (dobbel bruttoavregning)
- Avregning for netto energiforbruk, tilsvarende avregning for energitapet i batteriet (enkel nettoavregning)

Batterier kan i noen grad sammenlignes med pumpekraftverk. I transmisjonsnettet er pumpekraftverk formelt sett eksponert for både innmatings- og uttakstariff (alternativ to ovenfor). Ettersom sannsynligheten er svært lav for å være i pumpemodus når avregningsgrunnlaget for forbruk fastsettes (systemets topplast), betaler de i praksis 'bare' fastledd for innmating (systemtariff og fastledd) for brutto produksjon og betaler/mottar marginaltapsledd for både innmating og uttak. Tilsvarende prinsipp gjelder for tariffing av batterier i Storbritannia.

Det fremstår i utgangspunktet som unaturlig å tariffere et batteri som utelukkende leverer netjtjenester til nettet det er tilkoblet, selv om bruken også innebærer transaksjoner i energi- eller reservemarkedene. Årsaken er helt enkelt at batteriet i en slik situasjon er et alternativ til tradisjonelle nettanlegg, og de tariffes rimeligvis ikke. For et batteri som utelukkende brukes til markedstjenester vil det derimot være naturlig om nettselskapet får betalt for sine tjenester. Dersom batterier brukes (eller skal kunne brukes) til begge formål, blir spørsmålet noe mer komplisert, men ideelt sett kan man forestille seg at en forholdsmessig andel av batteriet tariffes. Vi understreker imidlertid at hvordan dette eventuelt skal gjøres i praksis nok ikke er helt trivielt.

## 7 BARRIERER FOR TJENESTEKJØP

Selv om batterier kan tilby klart konkurransedyktige løsninger på en rekke utfordringer, vil en eventuell blokkering mot at nettselskap kan eie batterier skyldes helt andre hensyn. Hensynet til likebehandling med andre løsninger, muligheten for bedre samlet utnyttelse av det enkelte batteri og regulators syn på hva nettvirksomhet bør være i fremtiden trekker i motsatt retning og kan bli avgjørende. I så fall oppstår spørsmålet om en slik blokkering vil gjøre batteribaserte løsninger mindre aktuelle. Vi skal derfor se nærmere på potensielle barrierer mot tjenestekjøp.

### 7.1 Manglende tilbud eller konkurranse er svakt argument

Et av argumentene som blir brukt for at nettselskapene skal kunne eie batterier er at batterier i distribusjonsnettene er et lite segment for leverandører av batterier eller batteritjenester. Nettselskap har i noen grad forventninger om at tilbudet og konkurransen i markedet for batteritjenester er eller kommer til å være begrenset.

Vi kan ikke utelukke at interessen for å levere tilbud om batteritjenester til nettselskap kan være begrenset, enten generelt eller for visse områder, eller for visse typer batterier eller batteritjenester. Den eneste måten å avklare det er imidlertid å foreta en grundig sjekk i markedet. Enten nettselskapet ønsker å eie batteri selv eller kjøpe batteritjenester, må det utarbeides en god behovsanalyse og en 'spesifikasjon' av behovet. Dette er blant annet nødvendig for å kunne ta en veloverveid beslutning om man skal satse på tradisjonell nettinvestering eller om batteritjenester eller fleksibilitet fra nettkunder er bedre i den aktuelle situasjonen.


En slik analyse er langt på vei også et godt konkurransegrunnlag for potensielle tilbydere av så vel batteritjenester som aggregatorer av forbrukerfleksibilitet. Dermed er også en betydelig del av 'anbudskostnadene' allerede innbakt i selskapets eget beslutningsgrunnlag som de uansett bør utarbeide.

Gitt at batterier er i ferd med å bli en konkurransedyktig teknologi er det grunn til å vente at noen vil se batteritjenester til nettselskap som en forretningsmulighet, eventuelt i tillegg til andre markedssegmenter for batterier. Spesielt for nettrelaterte behov som lar seg kombinere med annen bruk, enten markedsmessig eller overfor en sluttbruker eller et annet nettselskap, bør nettselskap kunne ha et berettiget håp om at tjenestekjøp vil falle rimeligere ut enn investering i og vedlikehold av eget batteri. En kan ikke utelukke at slike entreprenører har strategier som ikke er 'kompatible' med nettselskaps behov, men det er på den annen side ingen grunn til å forutsette at slik blir det.

Vi kan derfor ikke se at NVE bør legge til grunn at eierskap er den 'eneste' måten nettselskap i praksis kan benytte batteritjenester. Tvert imot kan batterier eiet av tredjeparter være mer konkurransedyktig og gi nettselskapene en bedre fleksibilitet. Alt annet likt tilsier dette at nettselskap som ønsker å eie batterier bør få bevisbyrden på sin side for at eierskap er best. Med motsatt regulatorisk tilnærming er det risiko for at det ikke oppstår noe kommersielt marked for batteritjenester, eller at dette kommer svært sent.

### 7.2 Avtaler om tjenestekjøp kan være kompliserte

I kapittel 5.1 trakk vi frem at en av fordelene ved at nettselskap eier batterier er at de ikke er avhengig av gode avtaler for å sikre kontroll over batteriers tilgjengelighet og bruksmuligheter. Motsatsen er



naturligvis at så lenge det foreligger liten erfaring på området, kan det å utarbeide effektive avtaler som ivaretar nettselskapets behov være en reell barriere.

Nettselskap vil formodentlig være opptatt av sikkerhet for at avtaler overholdes, at avtalte tjenester leveres til avtalt tid, at batterier står til rådighet i avtalte perioder med avtalt tilstand, at tredjeparts bruk ikke går på bekostning av nettselskapets prioriteringer, og lignende. Nye tilbydere står overfor en betydelig utfordring med å vise at deres teknologi har like forutsigbar tilgjengelighet som tradisjonelle løsninger.

I den grad dette er en reell barriere, er den imidlertid etter alt å dømme midlertidig. Dersom tredjeparter skal klare å etablere seg som leverandører av tjenester til nettselskap, må det utvikles avtaleformer som ivaretar begge parters behov. En kan selvsagt ikke utelukke at det for visse tjenester kan vise seg vanskelig å utvikle hensiktsmessige standardavtaler. Vi ser imidlertid ingen grunn til å legge dette til grunn som en forutsetning. Snarere bør avtaleformer være en del av hva nettselskap bør eksperimentere med i tiden fremover.

## 8 KONKLUSJON

Vi har ovenfor vist at batterier tilknyttet distribusjonsnettene kan være et konkurransedyktig alternativ til alminnelig nettkapasitet i en rekke situasjoner. Batterier som skal løse én konkret oppgave kan eller kan ikke løse andre oppgaver i samme periode – det kommer an på hvilke oppgaver det er snakk om og andre konkrete omstendigheter. Slike kombinasjoner øker sannsynligheten for at batterier er konkurransedyktig – i hvert fall i forhold til vanlige nettførsterkninger, men muligens også sammenlignet med forbrukerfleksibilitet.

Sett fra nettselskapets side handler spørsmålet om eierskap i første rekke om kontroll med ressursen. Eierskap er en vanlig tilnærming for strategisk viktige ressurser – det gir generelt sterkere kontroll med tilgjengelighet og samtidig stor fleksibilitet med hensyn til bruken. Alternativet er (kompliserte) avtaler om tjenestekjøp, som i verste fall ikke sikrer nettselskapet den kontroll man trodde man fikk og som ikke nødvendigvis er enkle å tilpasse endrede behov eller ny kunnskap underveis.

Sett fra samfunnets side er det grunn til å legge vekt på at nettvirksomhet er og reguleres som monopoloppgaver. Effektiv regulering av monopoler er krevende og vanligvis mindre dynamisk enn konkurranse i markeder. En vanlig tommelfingerregel er derfor at alt som kan eksponeres for konkurranse bør eksponeres for konkurranse. Det forenkler oppgaven med å regulere monopolene og man blir mindre sårbar for regulatorisk utilstrekkelighet og eventuelle feil. Konkurranse er vanligvis også mer egnet for å fremme innovasjon, både teknologisk og forretningsmessig.

Siden ett og samme batteri (i hvert fall i prinsippet) kan benyttes til både tjenester for nettselskap og i kraftmarkedet, kan nettselskaps bruk av, og eierskap til, batterier påvirke konkurranseforholdene i kraftmarkedet. Tilsvarende kan markeder for forbrukerfleksibilitet påvirkes. Med eierskap oppstår også en mulighet for krysssubsidiering som i seg selv kan svekke effektiviteten i de øvrige markedene.

Det kan innvendes at nettselskap ikke uten videre bare kan bestille batteritjenester i et velfungerende marked for dette. Omfanget av aktører som er villig til å plassere batterier i nettet for salg av batteritjenester til (blant annet) nettselskap er begrenset. Tjenestene er heller ikke veldefinerte og standardiserte.

Etter vårt syn er barrierene mot bruk av batterier i verste fall bare av midlertidig karakter. Den beste måten å få redusert barrierene mot bruk synes dessuten å være et klart signal fra regulator om at nettselskap ikke bør eie batterier. Skal man eventuelt få unntak fra en slik regel bør man kunne vise til at man har lagt en viss innsats i å utfordre potensielle leverandører.

Etter dette har vi kommet frem til følgende konklusjoner med tanke på fremtidig regulering:

- Batterier bør på sikt ikke være i nettselskaps eie. En slik linje vil samsvare godt med reglene for funksjonelt skille mellom nettvirksomhet og annen virksomhet, og den vil bidra til at et marked for batteritjenester til nettselskap kan vokse frem og bli levedyktig.
- To permanente unntak fra en slik hovedregel *kan* likevel være uproblematisk:
  - Reservestrøm til bruk i nettanlegg, for eksempel nettstasjoner, kommunikasjonsløsninger og lignende.
  - Nødstrømsanlegg, til 'erstatning' for dagens dieselaggregat som brukes der det tar tid å gjenopprette forsyningen etter linjebrydd eller andre feil. Det kan likevel tenkes at det er rimeligere og mer hensiktsmessig for nettselskapene å dekke dette behovet ved hjelp av beredskapsavtaler med batterileverandører eller leverandører av batteritjenester.

- På kort sikt mangler imidlertid både nettselskapene, andre aktører og regulator erfaring med hva batterier kan gjøre og hvordan det bør organiseres. Noen nettselskap har etablert pilotprosjekter og 'test'-case for å lære seg mer om spesielt tekniske muligheter og utfordringer. Slike forsøk er viktige for å vinne erfaring med en til nå relativt ukjent og ubeskrevet teknologi i nettvirksomheten. Vi bør derfor tillate oss en viss aktivitet med prøving og feiling før et eventuelt forbud håndheves strengt.
  - Dette tilsier at nettselskap som ønsker å teste batterier i stor utstrekning bør få anledning til det i de nærmeste årene. Om de skal måtte søke om unntak fra et forbud eller om forsøk generelt bør være tillatt i en begrenset periode har vi ikke vurdert. Det kan imidlertid være nyttig for selskap som ønsker å prøve ut batterier, at de allerede nå får avklart regulators holdning til fremtidig regulering av batterier.
  - Testing og pilotprosjekter bør ha et videre perspektiv enn kun de tekniske mulighetene og begrensningene. Like viktig er det å teste avtaleformer, for eksempel med ambisjon om å utvikle standardavtaler, og modeller for organisering av 'tjenesteleveranser' og vedlikehold.
  - Testing innebærer ikke bare at man skal finne ut hva som fungerer. Like viktig er det å avklare hva som ikke fungerer – både teknisk, kommersielt og juridisk. Derfor er det ikke problematisk om forsøk mislykkes, så lenge resultatene kan bidra til ny kunnskap.
- Nettselskap som ønsker å ta i bruk batterier bør, uavhengig av modell for eierskap og organisering, etablere klare kriterier for bruken av batterier. Et tydelig og kjent skille mellom det som i kapittel 4 ble kalt markedstjenester og netjtjenester kan bidra til at det ikke oppstår tvil om intensjonen for batteriene. I det minste bør trolig kriteriene for når batterier lades og når de avgir aktiv effekt av hensyn til nettet være offentlig tilgjengelig.



## **About DNV GL**

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.



Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstuen  
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

