



# Norge har et betydelig potensial for forbrukerfleksibilitet i sektorene bygg, transport og industri

Hallgeir Horne, Aleksandra Roos, Ingrid Helene Magnussen, Magnus Buvik, Benedicte Langseth

Mesteparten av fleksibiliteten i det norske kraftsystemet kommer fra vannkraftverk med magasin, men forbrukersiden bidrar også. Industrien bidro i 2019 med 3 prosent av fleksibiliteten i regulerkraftmarkedet. En økende andel uregulerbar kraftproduksjon gir et økt behov for forbrukerfleksibilitet i kraftsystemet. Moderne kommunikasjonsteknologi gjør at varmelaster i bygg i større grad kan brukes som en fleksibilitetsressurs fremover. I enkelte timer kan etterspørsel etter varme i norske bygg utgjøre opp mot en tredel av det nasjonale effektuttaket, og disse lastene gir et stort potensial for fleksibilitet. I tillegg blir transportsektoren elektrisk, og store batteriressurser ruller snart på norske veier. NVEs estimer tilsier en samlet batterikapasitet på 100 GWh i 2030. Ikke bare kan fleksibiliteten i disse tre sektorene bidra med balansetjenester, men et velutformet marked for forbrukerfleksibilitet kan også gjøre det mulig å utsette investeringer i nettet.

Fleksibilitet i kraftsystemet kommer til å spille en stadig viktigere rolle fremover på grunn av økt andel uregulerbar kraftproduksjon og ønske om mer effektivt bruk av kraftnettet. Fleksibilitet kan komme fra produksjonssiden, forbrukssiden, energilagring eller fra samspill mellom kraft- og varmesektoren. NVE har sett nærmere på potensialet for fleksibilitet iblant norske strømkunder. Det finnes flere studier som kartlegger potensialet for forbrukerfleksibilitet i Norge. I en samlet oversikt av studiene<sup>1</sup> konkluderer man at en lastreduksjon på mellom 2000 og 5900 MW i topplasttime er mulig å oppnå. Dette tilsvarer mellom 8 og 24 prosent av makslasten i Norge. I dette faktaarket har vi sett på fleksibilitet i sektorene bygg,

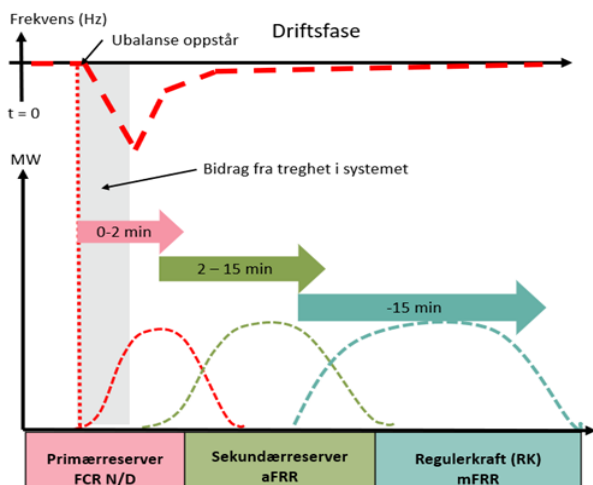
transport og industri. I dette faktaarket har vi ikke sett på fleksibilitet fra energiproduksjon.

## FLEKSIBILITET FOR BALANSEHÅNDTERING

Forbrukersiden kan bidra med balansering av transmisjonsnettet dersom en ubalanse skulle oppstå. Slik fleksibilitet er svært viktig for at Statnett skal kunne opprettholde nettfrekvensen på 50 Hz og unngå store strømbrudd. Disse fleksibilitetsreservene er hovedsakelig fra produksjonssiden og industrisektoren. Figur 1 viser hvordan det såkalte balansemarkedet består av tre typer reserver. Primærreserver (FCR) og sekundærreserver (aFRR) er raske og leveres hovedsakelig av vannkraftverk

<sup>1</sup> Söder, L. L. (2018). A review of demand side flexibility potential in Northern Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ss. 654–664.

med magasin, mens regulerkraften (mFRR) benyttes dersom ubalansen vedvarer. Regulerkraften (mFRR) er reservevolumer på minimum 10 MW som bys inn kontinuerlig på regulerkraftmarkedet til en aktiveringspris som settes av tilbyder. De rimeligste reservene aktiveres først. **Budgrensen** på 10 MW (5 MW i NOI) gjør at det er vanskelig å delta for forbrukersiden, og det er kun noe industri som i praksis har mulighet til å legge inn bud sammen med produksjonssiden. I 2019 kom 3 prosent av budene på regulerkraftmarkedet fra industrien.



Figur 1. Aktivering av reserver ved en ubalanse. Kilde: Statnett

I et forsøk på å involvere forbrukssiden i regulerkraftmarkedet i større grad, har Statnett nå et pilotprosjekt hvor budgrensen i NOI er senket til 1 MW. Dette skal legge til rette for at aggregert forbruk fra bygg- og transportsektoren og mindre industrianlegg skal kunne bidra med rask regulerkraft.<sup>2</sup>

#### FLEKSIBELT FORBRUK KAN UTSETTE BEHOVET FOR INVESTINGER I NETTET

Utover balansering av sentralnettet, kan forbrukerfleksibilitet benyttes til å håndtere kapasitetsutfordringer på lavere nettnivåer. Det er flere nettselskaper som jobber med å se nærmere på denne typen fleksibilitet.

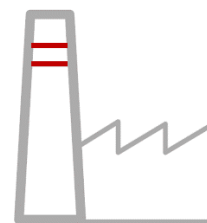
Agder Energi Nett har igjennom prosjektet «Pilot fleksibilitet» fått hjelp fra Microsoft til å teste

fleksibilitet som alternativ til å oppgradere en av sine trafostasjoner. Ved å koble ut varmelaster hos bedriftskunder unngikk Agder Energi Nett overbelastning av trafoen.<sup>3</sup>

NorFlex er et annet prosjekt hvor fleksibilitet testes som et verktøy for å utsette investeringer i nettet. I prosjektet samarbeider Statnett og noen nettselskaper med teknologibedrifter om å benytte kjøle- og varmelaster i bolig- og yrkesbygg og lading av elbiler, som kilder til fleksibilitet. Prosjektet har fokus på teknologiene som trengs for å få på plass et effektivt marked for forbrukerfleksibilitet. Tre demo-områder skal brukes til å teste ulike fleksibilitetsteknologier.<sup>4</sup>

#### INDUSTRIEN BIDRAR ALLEREDE MED NOE FLEKSIBILITET I KRAFTSYSTEMET

Norsk kraftintensiv industri bruker ca. 50 TWh strøm årlig. Denne forbruksgruppen har generelt høy betalingsvilje for kraft og vil være mindre villige til å koble ut eller flytte lastene sine. Figur 2 viser estimerte kostnader for en time uten strøm for ulike industrisektorer. Disse kostnadene kan leses som det bedriftene minimum må få betalt for å ikke tape på å tilby fleksibilitet på kort sikt.



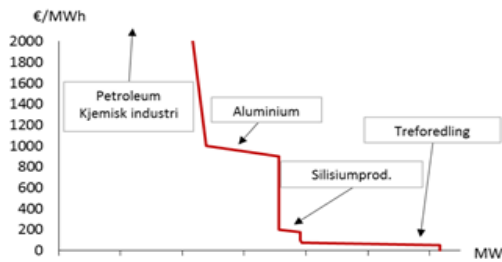
Papp- og papirproduksjon (treforedlingsindustri) antas å ha større fleksibilitet enn andre industrier, blant annet på grunn av muligheten til å sette enkelte industriprosesser på vent. Produsenter av primæraluminium er avhengig av jevnt uttak av kraft, men ved svært høye strømpriser kan det likevel være lønnsomt for dem å redusere strømforbruket sitt i korte perioder. Utkobling i lengre perioder er ikke aktuelt da dette kan ødelegge utstyr. Annen metallproduksjon (for eksempel silisiumproduksjon) kan i noen tilfeller tilby billig fleksibilitet.<sup>5</sup>

<sup>2</sup> <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedlinger/nyhetsarkiv-2019/mer-fleksibel-kraft-til-ostlandet-i-vinter/>

<sup>3</sup> <https://www.ae.no/aktuelt/nyheter/slik-ble-engene-transformatorstasjon-verdensberomt/>

<sup>4</sup> <https://www.enova.no/om-enova/om-organisasjonen/teknologiportefoljen/norflex/>

<sup>5</sup> Statnett (2018), *Fleksibilitet i det nordiske kraftmarkedet 2018-2040*.



Figur 2. Kostnaden for en time uten strøm for ulike industrisektorene i Norden. Kilde: Statnett.

Fleksibiliteten fra kraftintensiv industri brukes i dag først og fremst av Statnett som en viktig reserve i situasjoner hvor det oppstår en ubalanse i transmisjonsnettet. Industrisektoren skiller seg fra de andre sektorene, siden det er den eneste sektoren som har høyt nok effektuttak til å kunne bidra i regulerkraftmarkedet.

En del av fleksibiliteten fra større og mindre industriaktører er i dag knyttet til tariffen for fleksibelt forbruk, der nettselskapet kan koble ut lasten ved behov. Det samme fleksible forbruket kan i dag delta både mot Statnett og mot lokale nettselskap, forutsatt at det skjer informasjonsutveksling mellom de to nettaktørene.

#### NYE INDUSTRIER KAN BIDRA MED MYE NY FORBRUKERFLEKSIBILITET

Nye industrier, for eksempel datasentre og hydrogenfabrikker, kan potensielt bidra med økt forbrukerfleksibilitet i Norge. Store datasentre har alltid en UPS (Uninterruptible Power Supply) som fungerer som et lokalt reservekraftverk som settes i drift umiddelbart dersom det skulle bli strømbrudd. I prinsippet kan disse UPS-anleggene brukes til å avlaste strømmettet i korte perioder uten at dette fører til stopp i datasenterets operasjon. Dette er spesielt aktuelt som raske balanseresserver (FFR)<sup>6</sup> for transmisjonsnettet, siden anleggene kan kobles fra nettet svært raskt. Statnett har allerede testet dette i Norden, med lovende resultater.<sup>7</sup>

Produksjon av «grønn» hydrogen fra elektrolyse av vann kan også være en veldig fleksibel prosess der produksjonen bare skjer når strømmen kommer fra fornybare kilder og strømprisen er lav.

<sup>6</sup> FFR er en fleksibilitetsreserve som kan aktiveres raskt for å forhindre betydelig frekvensfall. FFR aktiveres før primærreservene.

Hydrogenproduksjon kan også fungere som et batteri hvor billig strøm brukes til å produsere hydrogen, som senere igjen brukes til å produsere strøm. I land eller områder med store innslag av uregulerbar kraftproduksjon kan dette være en kilde til fleksibilitet.

#### OPPVARMING KAN BLI EN VIKTIG KILDE TIL FLEKSIBILITET

I 2018 brukte norske husholdninger og yrkesbygg ca. 62 TWh strøm, og ca. 57 prosent av dette gikk til oppvarming av rom og tappevann.

Det største fleksibilitetspotensialet i norske bygninger er knyttet til apparater med termisk lagringskapasitet (panelovner, gulvvarme, varmepumper, elkjeler, varmtvansberedere, kjøle- og fryseapparater, snøsmelting) og ventilasjonsanlegg. Disse apparatene kan kobles ut i korte perioder uten at det går utover komforten eller i det hele tatt merkes av de som er i bygget.

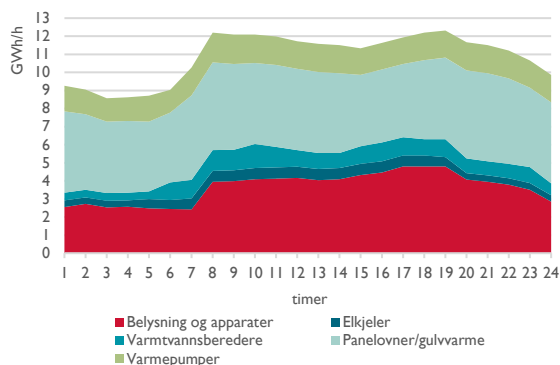


Figur 3 viser NVEs estimer for hvordan strømmen brukes i bygninger i Norge på en vanlig vinterdag. Varmelaster utgjør den største delen av strømforbruket i bygg, og kan utgjøre mellom 25 og 30 prosent av den totale norske makslasten. Tidligere studier har estimert at det realistiske potensialet for fleksibilitet som prosent av makslast, kan være mellom 4 og 11 prosent i husholdninger og mellom 3 og 7 prosent for yrkesbygg. Mesteparten av dette potensialet er å finne i varmelastene.

Alle husholdninger i Norge har nå fått en smart strømmåler og mange har mulighet til å følge med på sitt eget strømforbruk via mobilapper. Noen har installert smarte elektriske apparater som gjør

<sup>7</sup> <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/utvikling-av-kraftsystemet/nordisk-frekvensstabilitet/fast-frequency-reserves-pilot-2018.pdf>

forbrukeren i stand til å styre forbruket sitt.



Figur 3. Modellert formålsdelt lastprofil til norske bygninger (husholdninger og yrkesbygg) på en vanlig vinterdag

Disse styringssystemene blir stadig mer tilgjengelige og populære. Mange nyere elektriske apparater har innebygget smart funksjonalitet, for eksempel styring via mobilapp. På eldre modeller kan det ofte kobles på eksterne styringsenheter. De nye nettleiestrukturene som NVE har foreslått kan gi sterkere incentiver for å ta i bruk slike styringssystemer for å utnytte fleksibiliteten som ligger i husholdningens strømbruk.

## ELEKTRISKE KJØRETØY ER BATTERIER PÅ HJUL



Lading av elbiler hjemme og på arbeidsplassen representerer et svært fleksibelt forbruk. Det som gjør elbillading til en spesielt fleksibel last, er at bilen ikke er i bruk når den lades. Dermed vil det ha lite å si for bileieren om ladingen styres, så lenge bilen er tilstrekkelig ladet når den skal brukes igjen. I tillegg er de aller fleste elbiler og mange av elbilladerne utstyrt med elektronikk og programvare som legger til rette for styring.

Elektrifiseringen av bilparken går raskt og det forventes at strømbruk til lading av personbiler kan utgjøre mellom 3 og 4 TWh allerede i 2030. Hvis Klimakur2030<sup>8</sup> sine anbefalinger følges kan det bli så mye som 6 TWh strømbruk. Mye nytt kraftforbruk på få år kan bli en belastning for nettet. Da blir det viktig at bilene ikke lades i perioder av døgnet hvor

forbruket er høyest. Med stor utbredelse av smart lading kan mesteparten av elbilladingen legges utenom forbrukstoppene i nettet, og gi økt utnyttelse av kraftnettet.

Det tekniske potensialet for fleksibilitet fra elbillading er stort. Våre beregninger viser at den samlede batterikapasiteten tilknyttet elbiler i Norge kan bli opp mot 100 GWh i 2030. Dette utgjør en energi- og effektreserve som kan brukes til å redusere forbrukstoppen i bygg på vinterstid, avhengig av antall tilkoblede elbiler. Dersom bilprodusentene åpner opp for å levere strøm fra bilene tilbake til nettet, vil fleksibilitetspotensialet øke ytterligere.

Elektrisk transport vil omfatte mer enn bare personbiler. De fleste ferger kan snart være elektriske. Varebiler og busser er godt i gang med elektrifisering, mens lastebiler og større båter er store segment som fortsatt gjenstår. Dette er segmenter som kan bli store nye kraftforbrukere gjennom sitt ladebehov, og har behov for atskillig mer energi enn personbiler. Spesielt lastebiler, busser og ferger har behov for svært høye ladeeffekter for å få tilført tilstrekkelige mengder strøm på den tiden de har til rådighet for lading. Det er derfor mindre potensiale for fleksibilitet fra lading av de større transportmidlene.

## TEKNOLOGIEN GJØR DET MULIG Å UTNYTTE MER FLEKSIBLE RESSURSER I ALLE TRE SEKTORER

Det er et åpenbart potensiale for fleksibilitet i alle tre sektorer, men enn så lenge er det industrien som er den vanligste fleksibilitetstilbyderen. Moderne kommunikasjonsteknologi kan bidra til å utløse mer av fleksibilitetspotensialet i de tre sektorene. Teknologien kan også legge til rette for at aggregatorer kan kombinere mange laster og levere store mengder fleksibilitet til strømmettet. Dette kan åpne for at sluttbrukeren blir en viktigere aktør i kraftsystemet.

<sup>8</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>