

# Framtidig **prisfølsomhet** til sluttbrukerne

Sluttrapport iFleks

**Statnett**  
FoU og Teknologitviking  
Center for RD&I



		<h1>Sluttrapport</h1>			
		Dokumenttittel / Document title <b>Sluttrapport for FoU-prosjektet iFleks Framtidig prisfølsomhet til sluttbrukerne Et prosjekt under Statnetts FoU-program "Samhandling i energisystemet"</b>			
ADR.: Statnett SF Divisjon Teknologi og Utvikling Avdeling FoU Nydaleen Allé 33 0484 OSLO					
Gradering / Classification <b>Åpen</b>					
Ansvarlig Enhet / Responsible department <b>Markedsanalyse</b>		Prosjektnr. / Project no. <b>2019-169</b>		Antall sider + vedlegg / Pages + attachments <b>12 + 0</b>	
Sammendrag, resultat / Summary, result :  <b>PROSJEKTETS HENSIKT OG MÅL</b> Hovedmålet er å kvantifisere kortsiktig prisfølsomhet blant husholdninger og næringsbygg på variable priser for strøm og hvordan dette påvirker forbruket i toppplastperioden i fremtiden. Det er et stor potensial i implisitt forbruksfleksibilitet, altså fleksibilitet som utløses av prissignaler for strøm. Forventningen er at implisitt fleksibilitet kan bidra til lavere forbrukstopper, en bedre utnyttelse av elektrisitetsnettet, muligheten til å gi kunder tidligere tilknytning til strømmettet og samlet sett lavere nettinvesteringer. Forskningsprosjektet ser på mulighetene innenfor implisitt fleksibilitet og ble gjennomført sammen med strømleverandører og teknologiselskaper for å utnytte kompetansen, kundegrunnlaget og eksisterende løsninger som disse allerede har.					
<b>TEKNISK OG FORETNINGSMESSIG NYVINNING OG INNOVASJON</b> Det finnes bare begrenset kunnskap om forbrukernes prisfølsomhet i dag og enda mindre om den framtidige prisfølsomheten når det finnes flere tekniske løsninger for smart styring av forbruk etter strømprisen. Men det er viktig å forstå prisfølsomheten og dermed tilgjengelig potensial for forbrukerfleksibilitet, for å kunne lage langsiktige forbruksprognoser og prognoser for toppplast i et framtidig kraftsystem med forhåpentligvis fleksible sluttbrukere. Den største nyvinningen fra prosjektet er at det ble testet ulike nivåer og mønster på prissignalene slik at resultatene kan brukes for alle mulige framtidige prissignaler, uansett om de kommer fra spotprisen, forskjellige typer effekttariffer eller andre prissignaler som kanskje blir innført i fremtiden for å endre strømforbruksmønstret.					
<b>BESKRIVELSE AV PROSJEKTRESULTAT</b> Prosjektet analyserer i samarbeid med en nærings-PhD datasettet for å finne statistisk signifikante sammenhenger mellom strømpris og strømforbruket, altså prisfølsomheten. I tillegg skal det undersøkes hvilke parametere som påvirker prisfølsomheten, hvorvidt utvalget av deltakende sluttbrukere er representative for norske byer og hvorvidt resultatene dermed er overførbare til hele Norge. Dette arbeidet avsluttes gjennom doktorgradavhandlingen Q4 2022. Selve iFleks-eksperimentene er avsluttet og viser at husholdninger responderer på prissignaler selv uten automatisering og strømforbruket er i gjennomsnitt mellom 2 – 11 % lavere i timer med høye priser sammenlignet med kontrollgruppen. Omtrent 50 % av husholdningene responderte på prissignalene og brukte framfor alt elektrisk oppvarming som fleksibilitetskilde.					
Rev	Dato / Date	Revisjonsbeskrivelse / Description	Utarbeidet / Author	Kontrollert / checked	Godkjent / Approved
1	13.01.2022	Komplett rapport ferdig	Turid Siebenbrunner, Matthias Hofmann	Dalibor Vagner, Lasse Christiansen	Rannveig S. J. Løken, Jørn E. Johnsen

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn for prosjektet .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Metoder .....</b>	<b>5</b>
2.1	Husholdninger Fase 1 .....	5
2.2	Næringsbygg Fase 1 .....	5
2.3	Mål og nye partnere Fase 2 .....	5
2.4	Prissignaler som ble testet .....	6
<b>3</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>7</b>
3.1	Husholdninger .....	7
3.2	Næringsbygg og offentlige bygg .....	8
<b>4</b>	<b>Konklusjoner / Anbefalinger .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Statnetts fordel med å ha gjort dette prosjektet .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Veien videre .....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>12</b>

## 1 Bakgrunn for prosjektet

Forbruksprognoser og estimater for fremtidig topplast modelleres i Statnett for å fange opp behov for investeringer i nettet. Men det mangler nødvendig kunnskap om hvordan forbruket til alminnelig forsyning påvirkes av variable sluttbrukerpriser i fremtiden. Basert på historiske forbruksdata kan vi si noe om dagens prisfølsomhet, men ikke så mye om fremtidig prisfølsomhet. Vi forventet allerede i 2019 at forbrukerne ville komme til å være mer prisfølsomme i fremtiden i det reell timesavregning innføres og prisforskjellene fra kraftpris og planlagt effektariff ville bli mye større enn i dag.

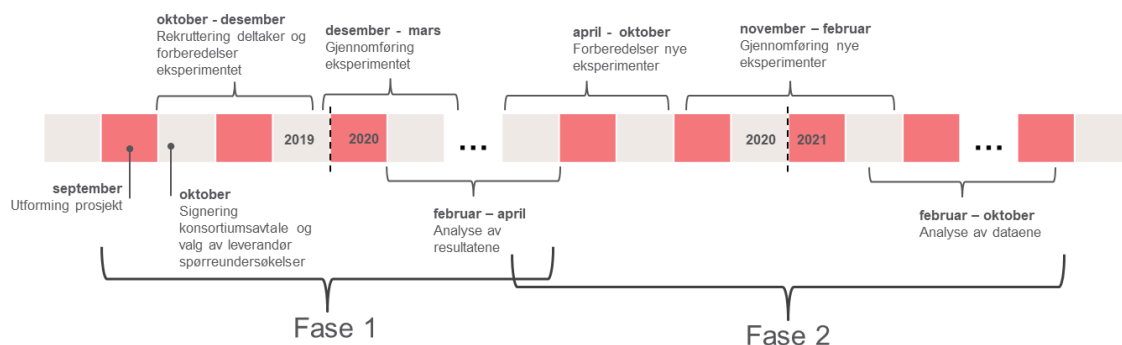
Teknologiske innovasjoner som smart styring vil også gjøre det enklere å tilpasse forbruket ved å automatisere avgjørelsene. Uten god kunnskap om prisfølsomhet til sluttbrukerne vil forbruksprognosene vise for stort behov for overføringskapasitet og kan føre til overinvesteringer. Statnett må være minst 10 år i forkant med sine forbruksprognoser og har derfor ikke mulighet å vente og se hvordan prisfølsomheten utvikler seg.

Derfor ble det gjennomført et større FoU-prosjekt for å estimere prisfølsomhet til fremtidens sluttbrukere i topplastperioder med søkelys på husholdninger og næringsbygg i byområder. Dette estimatet er viktig både som grunnlag for fremtidig markedsdesign, bedre forbruksprognoser og for å kalkulere fremtidig topplast og dermed behov for investeringer i nettet. Hoveddelen av prosjektet er et felteksperiment med et representativt utvalg av husholdninger og næringsbygg i storbyene. Vi målte faktiske responser på prissignaler. Eksperimentet fremskaffet empiriske data som vil føre til generaliserbare og overførbare resultater til alle storbyområder i Norge. I tillegg ønsket vi å samle inn metadata fra deltakere for å kunne analysere hvilke faktorer som har mest påvirkning på prisfølsomhet til sluttbrukeren.

**Prosjektets mål:** Kvantifisere hvordan variable sluttbrukerpriser påvirker forbruket i topplastperioden i fremtiden. Forbruket er avgrenset til husholdninger og næringsbygg i byområder. For å kunne nå målene måtte flere spørsmål besvares:

- Responderer husholdninger og næringsbygg på prissignaler i vinterperioden?
- Hvordan er prisresponsen avhengig av egenskapene til husholdninger og næringsbygg?
- Hvordan blir responsen påvirket av prismønster og informasjon om prisen?

Prosjektet ble gjennomført i 2 faser. Planen for fase 1 var tidsrommet oktober 2019 til mai 2020, for testing i et oppsett i mindre omfang. Vi kom imidlertid ikke i gang med eksperimentene så tidlig som planlagt, og korona førte til at det ble en begrenset testperiode. Vi gjennomførte videre et stor-skala priskeksperiment i fase 2, vinteren 2020/21.



Figur 1. Overordnet tidsplan

## 2 Metoder

### 2.1 Husholdninger Fase 1

I 2019 var det dialog og arbeidsmøter med alle de største kraftleverandørene for å formidle om og rekruttere til deltakelse i iFleks. Utfordringen for en mulig deltakelse i iFleks var ofte kapasitet og deltakelse i konkurrerende prosjekter.

I Q4 2019 ble det inngått kontrakt med markedsundersøkelsesbyrået IPSOS som rekrutterte husholdninger fra sine egne kundedatabaser. IPSOS gjennomførte spørreundersøkelser før og etter eksperimentperioden, mens Statnett innhentet forbruksdata for den enkelte kunde fra Elhub. Husholdninger ble motivert til deltakelse ved at alle kunne vinne gavekort uavhengig om de ble med i intervensjonsgruppen eller kontrollgruppen og at de ville få utbetalt sin besparelse fra eksperimentene. Likevel mistet man en del kunder siden de måtte gi samtykke i Elhub for at Statnett skulle kunne hente deres forbruksdata.

Prissignalet som ble brukt under eksperimentperioden måtte oppfattes som en realistisk pris for å få riktig respons og økonomisk konsekvens. Metoden som ble brukt er at endring i forbruket mot opprinnelig forbruk uten prissignal (baseline) ble godskrevet og utbetalt etter eksperimentet til forbrukerne. Beløpet ble beregnet ved å multiplisere endring i forbruket med den aktuelle timesprisen for strøm som ble gitt som prissignal.

Spørreundersøkelsene hadde som formål å se på hvordan kundene responderte på ulike prissignaler og hvordan de tilpasset seg variable strømpriser, for eksempel om de erstattet elektrisk oppvarming med vedfyring eller gjorde andre tiltak. Alle forbruksdata og svar fra spørreundersøkelsene ble analysert for å kvantifisere prisfølsomhet og for å avdekke viktige parametre som har betydning for prisfølsomheten. I tillegg ble det gjennomført analyser for å kunne avdekke statistisk signifikante sammenhenger. Dette arbeidet vil pågå videre under PhD avhandlingen til Matthias Hofmann som ferdigstilles Q4 2022.

### 2.2 Næringsbygg Fase 1

Det ble inngått kontrakter med Entelios og Energi Salg Norge for å rekruttere næringskunder til å delta i priseksperimentene. Næringskunder ble motivert til deltakelse ved at prosjektet betalte opprinnelsesgarantier for alle deltakende kunder under prosjektets varighet. Dermed kunne næringskunder motiveres med miljøaspektet, i tillegg til erfaringer som kunne føre til mulige besparelser i energikostnad.

Statnett utarbeidet spørreskjema for å samle inn informasjon som er viktig for å analysere prisfølsomhet og potensial for forbruksflytting hos næringskundene. Det var et mål å teste ut og høste erfaring om både økonomiske og organisatoriske hinder for å styre strømforbruket etter variabel strømpris utover effekt. Derfor ble det installert og tilpasset styringsløsninger hos noen få utvalgte kunder, med mål om å høste erfaringer og avdekke potensialet for forbruksfleksibilitet og dermed økt prisfølsomhet. Det viste seg å være krevende å oppnå ønsket automatisering og samtidig medførte koronasituasjonen at kontorbygg stod nærmest tomme.

### 2.3 Mål og nye partnere Fase 2

Vi forenklet prosessen for å øke sannsynligheten for å få flere partnere og større kundegrunnlag med i eksperimentene. Grunnet korona, lave spotpriser og begrenset kapasitet ble det utfordrende å rekruttere nye partnere inn i prosjektet også våren 2020.

Gjennom sommer og høst ble samtlige større kraftleverandører kontaktet og forsøkt vervet til å delta med sine kundebaser.

I løpet av Q3 2020 klarte vi å inngå kontrakt med følgende nye partnere for husholdninger i Oslo, Bergen, Stavanger, Trondheim, Bodø og Tromsø:

- Gudbrandsdal Energi
- Ishavskraft
- Bodø Energi / Balcoo

Partnerne valgte selv hvordan de ville verve og profilere seg overfor sine kunder gjennom etablert kundeportal, brev, e-post, SMS eller App. Statnett utarbeidet og besluttet når det var eksperiment og hvilke priser som skulle gjelde. Partnerne formidlet eksperimentprisene til sine kunder dagen før eksperimentet via SMS/app og nettsider, og partnerne samlet inn måleverdier og sendte de til Statnett. Kundens besparelse ble beregnet basert på etablert metode for fastsettelse av 'base-line'. Besparelsen eller gevinsten fikk kunden enten som en rabatt på senere faktura, eller som et gavekort utbetalt i etterkant. Statnett godtgjorde partnerne for kundenes utbetalinger, merarbeid og 75% av spesiell tilrettelegging. I tillegg ble kundene motivert til å delta ved at de ble med i trekning av gaver fra sin kraftleverandør, som smarttelefon eller donasjon til veldedig organisasjon.

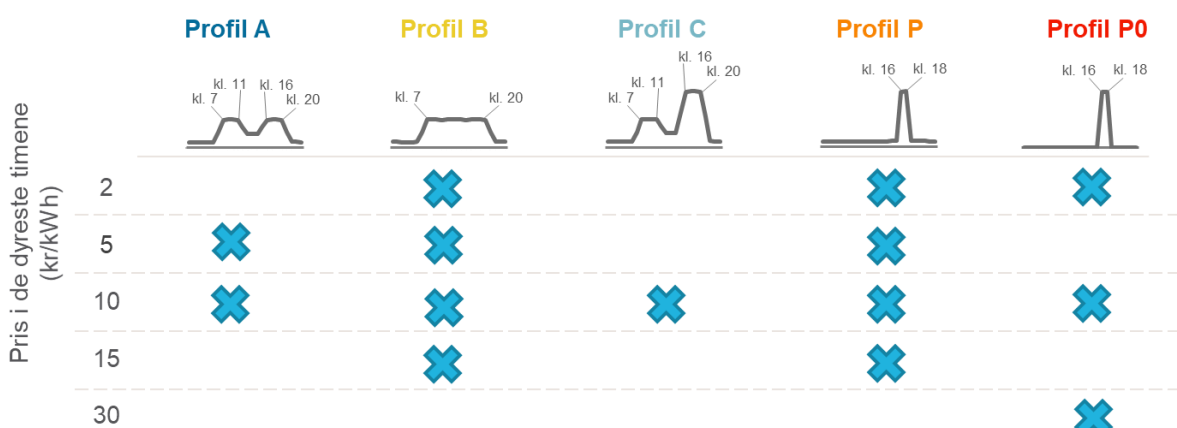
Å rekruttere partnere til å delta med sine næringskunder var også utfordrende grunnet lav aktivitet i kontorbygg, kompliserte løsninger for automatisering og en opplevelse av lave priser som gav lite incentiv til å delta for bedriftene. Imidlertid klarte vi å inngå kontrakter med følgende partnere som sikret oss tilgang til noen kontorbygg, varelager, hoteller og helseforetak.

- Entelios
- Ishavskraft Bedrift

Næringskundene som deltok, fikk sin besparelse som rabatt fra kraftleverandøren. Til tross for at mye var stengt ned ble det gjennomført prisseksperimenter med interessante resultater.

## 2.4 Prissignaler som ble testet

Prissignalene i eksperimentet er kunstige timespriser for strøm over et døgn. Husholdninger hadde ca. 20 eksperimentdager med prissignaler i fase 2. Prosjektet testet både forskjellige prisprofiler og prisenivåer. Figurene under viser prisprofilene og prisen i de dyreste timene som ble testet under prisseksperimentet.

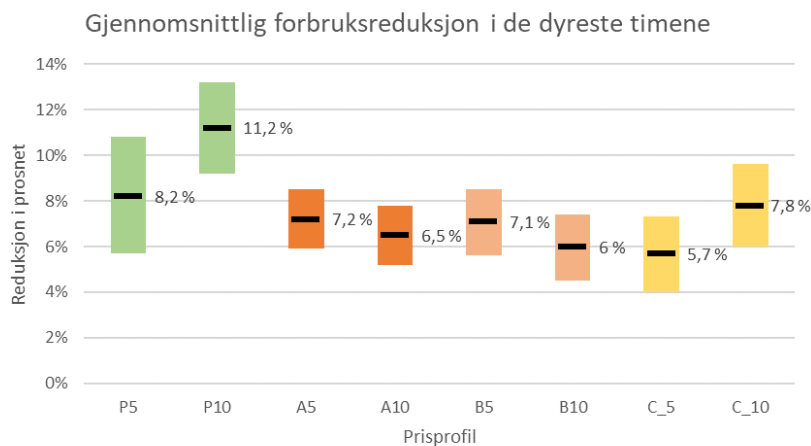


### 3 Resultater

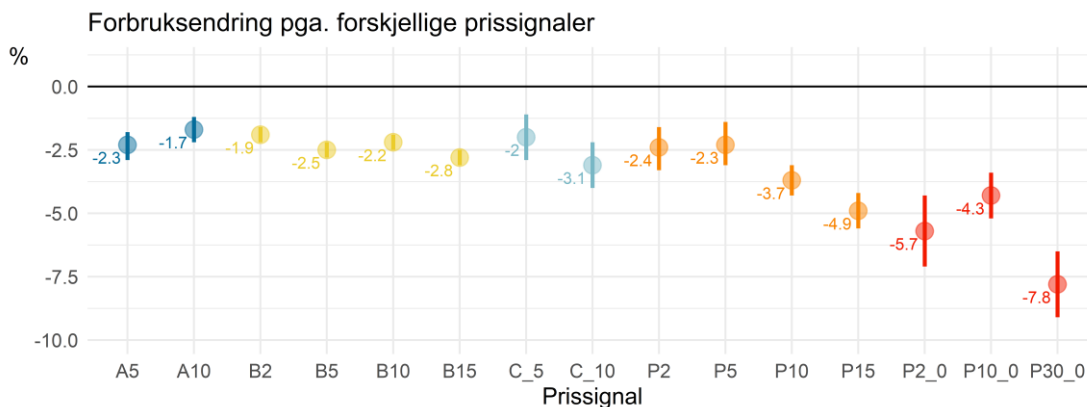
#### 3.1 Husholdninger

I gjennomsnitt reduserte husholdningene sitt strømforbruk mellom 2 og 11% i timene med høyest strømpris. Samtidig viser resultatene at hele 50% av de som mottok prissignaler reagerte på prisen, selv om alt var basert på manuell respons. Det vil si at den delen av kundene som fikk prissignaler og reagerte på de reduserte forbruket sitt mellom 4 og 22%. Figuren under viser responsen på de forskjellige prissignalene i fase 1 og i fase 2

##### Fase 1:

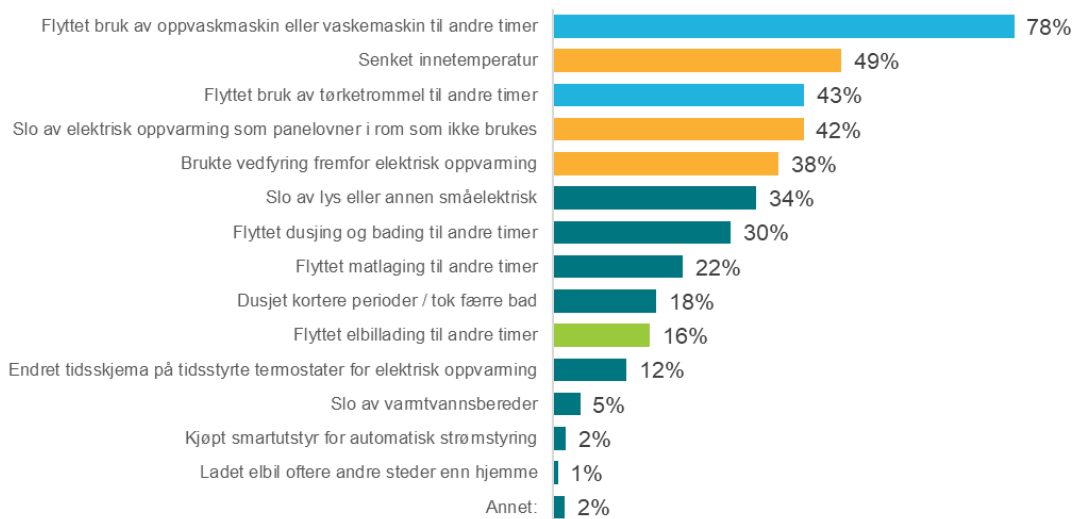


##### Fase 2:



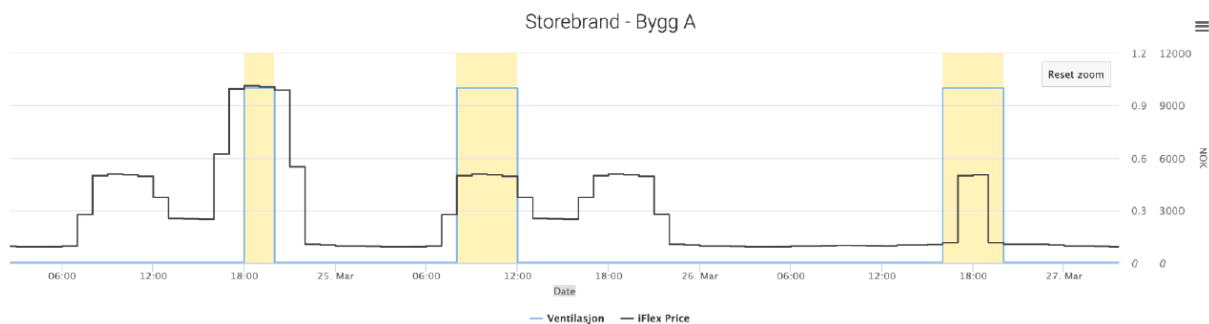
Resultatene viser også at prisnivå og varigheten på de dyre timene har bare mindre effekt på responsen. Det at en husholdning kan respondere på prissignaler forutsetter både informasjon og muligheter til å respondere.

Husholdningene som responderte brukte mest oppvarming og strømkrevende apparater som fleksibilitet for å kunne redusere strømforbruket i timer med høye priser. Figuren under viser de mest populære tiltakene og hvor mange av husholdningene som responderte på prissignalene som brukte et spesifikt tiltak.



### 3.2 Næringsbygg og offentlige bygg

I fase 1 var fokus på automatisk styring og egnete fleksible enheter i næringsbygg. I flere bygg ble det installert en PriceGuard som definerer hvor lange intervaller priskvoterer har lov til å koble ut. I denne perioden ble det sendt et sparesignal til det lokale sentrale driftsanlegget (SD-anlegget) for å gå ned i effekt i ventilasjonsanlegget. I prosjektet startet man med 2 timers intervall, før man gikk over til 4 timer maksimal varighet. Figuren under viser hvordan ventilasjon ble utkoblet i en av byggene avhengig av prisene som ble sendt. Utkoblinger er markert gult og prisene svart (1000-10 000 kr/MWh).



Resultatene viste at det er fullt mulig å styre fleksible laster i næringsbygg. Andre læringspunkter fra piloten i fase 1 er:

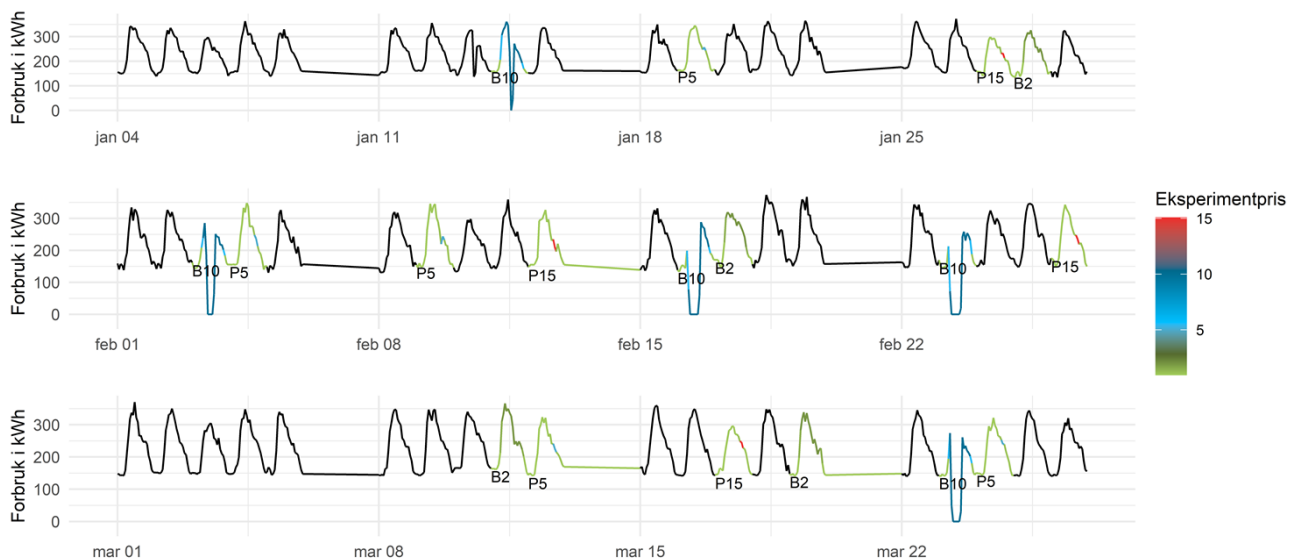
- Rollefordeling mellom byggeier, leietaker og driftsansvarlig kan være en hinder til å få installert styring siden kostnader og gevinster kan tilfeller forskjellige parter
- Installering av styringsenhetene gikk veldig raskt, mens det tok tid å få programmert om alle varmesentralene
- Noen bygg har styresystemer som allerede er koblet opp til overliggende skyløsninger, og en sky-til-sky integrasjon kan være effektivt når man har mange bygg som skal kobles opp.
- Styrebokser som ble brukt baserer seg på 4G eller kablet internett som kommunikasjonsløsning. Det kan være en utfordring med dekning i kjellere/tekniske rom.



- Det er mange systemer som henter inn data. På bygget brukes Energinet til å samle inn forbruk av fjernvarme og strøm. Dette systemet henter også inn data fra Elhub. En utfordring er at man har en forsinkelse på datainnsamlingen og man får en begrenset tidsoppløsning. Skal man delta i alle typer markeder, og gjøre en mer effektiv lokaloptimalisering, bør man legge opp til datainnsamling i nær sanntid.
- I mange av rommene var det satt opp temperatur- og CO<sub>2</sub>-måling for å sikre godt innneklima. Dersom disse brukes på en smart måte, kan de settes opp som en sikring mot at innneklima blir for dårlig.

I fase 2 deltok forskjellige typer sluttkunder, både kjøpesenter, hoteller, et helsehus, en skole og en arena, totalt 8 kunder. Driftspersonell fikk informasjon om prisene via epost og måtte så gjøre manuelle tiltak som å endre tidsplan for oppvarming eller redusere noen laster. Resultatene viser at det var ingen respons bortsett fra helsehuset, noen kjøpesenter og et hotell. Helsehuset hadde en alternativ oppvarmingskilde fra biofyring som de brukte istedenfor strøm i timer med pris over 5 kr/kWh. Forbruksreduksjonen var i disse timene opp til 250 kWh/h. Biofyring har oppstartskostnader som førte til at det ikke lønte seg å respondere på høye priser som varte bare to timer selv om prisen var høyere enn 5 kr/kWh. Responsen fra helsehuset er vist i figuren under. Tre kjøpesenter anga at de hadde redusert ventilasjon i timer med høy pris, men responsen var vanskelig å oppdage i forbruksdataene. Et hotell skrudde av varmtvannsberedere i noen timer med høy pris og oppnådde en forbruksreduksjon opp til ca. 150 kWh/h.

#### Forbruk i helsehuset i eksperimentperioden:



## 4 Konklusjoner / Anbefalinger

Basert på resultatene kan vi konkludere følgende om hvor prisfølsomme husholdninger og næringsbygg er og hva potensialet for implisitt fleksibilitet er.

Konklusjon husholdninger:

- Gjennomsnittlig forbruksreduksjon i høypristimer med manuelle tiltak var mellom 2 – 11 %
- Ca. 50 % av husholdningene responderte på prissignalene
- Prisnivå og varighet av høyprisperioden har bare mindre effekt på responsen
- Elektrisk oppvarming, flytting av vaskemaskin etc., og lading av elbil var fleksibilitetskilder som husholdningene brukte mest for å respondere
- Veldig tydelig at husholdningene må få god informasjon om prisen og konsekvensen av dem, samt mulige tiltak for å kunne respondere manuelt
  - Informasjon om den totale timeprisen for strøm
  - Kunnskap om tiltak som lønner seg

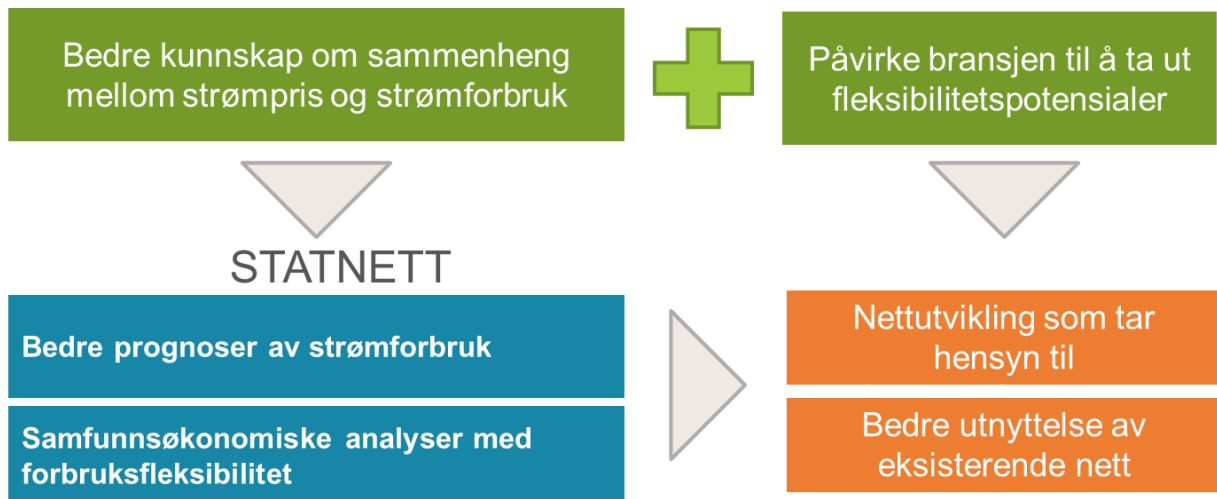
Konklusjon næringsbygg og offentlige bygg:

- Forbruk som er fleksibelt er ventilasjon, oppvarming, varmtvannsberedere eller en alternativ energikilde som kan erstatte strøm i noen timer
- Automatisert styring etter prissignal er mulig å integrere med SD-anlegg og ventilasjon kan reduseres opp til 4 timer for å spare strøm i høypristimer
- Manuelt respons er vanskeligere og forutsetter dedikert driftspersonell som har som mål å redusere energikostnader
- Forskjellige roller i næringseiendom (eier, leietaker, driftspersonell) kan være et hinder for å få respondert på priser siden gevinst og kostnad ikke alltid tilfeller samme rolle

Implisitt forbrukerfleksibilitet kan føre til lavere topplast i nettet og kan dermed potensielt bidra til lavere nettinvesteringer. Resultatene viser at husholdninger reduserer strømforbruket bare med rundt 3 % ved høye priser som kan oppstå i det framtidige kraftmarkedet. En slik reduksjon er dessverre for lite til å kunne endre forbruksprognoser og topplastprognoser siden usikkerhet i slike prognoser er mye større enn den observerte prisfølsomheten i eksperimentet. Forbruksreduksjonen i høypristimer må nok være større enn 10 % for å kunne anse implisitt forbruksfleksibilitet som en alternativ til nettutbygging.

## 5 Statnetts fordel med å ha gjort dette prosjektet

Prosjektet har framskaffet nyttig kunnskap om hvordan sluttbrukere i byområder endrer sitt strømforbruk på grunn av variable og høye strømpriser. Kunnskapen kan brukes av Statnett og bransjen, og prosjektet har bidratt til å påvirke strømleverandører til å gi god informasjon til sine kunder om strømpriser og sparetiltak. Figuren under oppsummerer de største nytteeffektene.



## 6 Veien videre

Veien videre for å forstå og bruke potensialet som ligger i implisitt fleksibilitet kan deles inn i flere videre oppgaver:

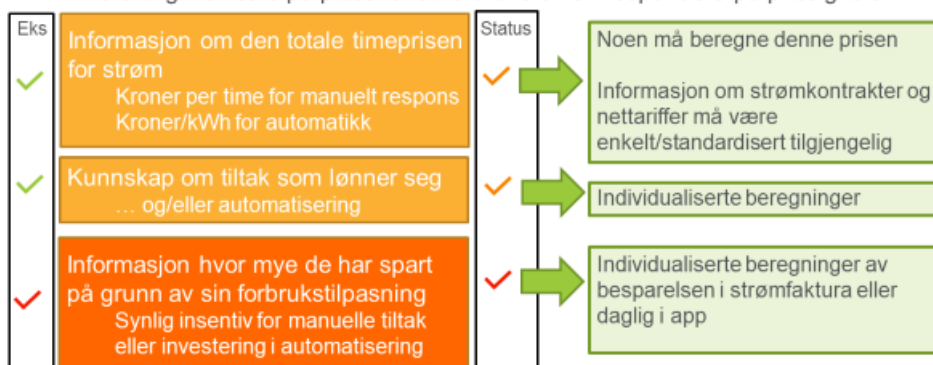
- Tilleggsanalyser av datamaterialet fra iFleks og Elhub for å forstå bedre om hvilke type husholdninger er mest prisfølsomme og hvorvidt resultatene fra priseksperimentet stemmer overens med faktisk observert prisfølsomhet med denne høstens/vinterens strømpriser
- Undersøkelser og interne vurderinger hvorvidt prissignaler kan være en del av Statnetts verktøykasse for å øke utnyttelsen i nettet (blant annet ved riktig utforming av Statnetts tariff og ved å bidra med kunnskap til nettselskaper for riktig utforming av distribusjonsnettariffer)
- Forskning og analyser hvordan sluttbrukerens prisfølsomhet kan økes og barrierer kan reduseres (se figuren under)

Prosjektet har vist at det er noe respons hos sluttbruker på grunn av variable og høye strømpriser. Flere analyser vil bli gjennomført av blant annet en Nærings-PhD i Statnett basert på dataene som ble samlet inn. Hvordan legge til rette for prisfølsomhet for forbrukerne?

### Utfordringer med prissignaler

Statnett

- Flere ting må være på plass for at forbrukere kan respondere på prissignaler



Fremtiden er elektrisk

43

## 7 Referanseliste

- Prosjektside: <https://www.statnett.no/om-statnett/innovasjon-og-teknologiutvikling/vare-sentrale-prosjekter/ifleks---prisfølsomhet/>
- Presentasjon EnergiNorges Markedskonferansen: Verdien av fleksibilitet, Turid Siebenbrunner, Statnett, 10.11.2021 (tilgjengelig på prosjektsiden)
- Presentasjon EnergiNorges workshop Flexibility and grid planning: Prissignaler og nettvikling – Resultater fra priseksperimentet iFleks, Matthias Hofmann, 26.11.2021 (tilgjengelig på prosjektsiden)
- Intern rapport: Enfo. Læringspunkter ifm. utkobling av laster hos Storebrand i prosjektet iFlex, 4.6.2020
- Datasett: åpent tilgjengelig på zenodo.org fra 1. april 2022, 10.5281/zenodo.5744262
- Statnett nyhetsmelding: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemedinger/nyhetsarkiv-2020/tester-om-folk-ender-stromvaner-ut-fra-prisvariasjoner/>
- Artikkel Energiteknikk: <https://energiteknikk.net/2021/09/husholdningene-var-mindre-fleksible-enn-ventet/>
- Smartgridsenterets Innovasjonspris 2021: <https://smartgrids.no/pressemeding-statnetts-fleksibilitetsprosjekter-vinner-smartgridsenterets-innovasjonspris-2021/>