



#### FOTOKREDITERING

Side 12: Constantin

Side 18: Macau Photo Agency

Side 20: Daniel Nilsen Wright

Side 26: Bjarne Riesto

Side 39: Markus Spiske

Side 40: Robynne Hu

Side 46: Jj Ying

Side 50: Science in HD

Side 53: Ricardo Gomez Angel

Side 54: Scott Webb

Side 56: Ugo °

Side 60: Susannah Burlison

Side 64: Christopher Burns

Side 69: Boris Bobrov

# Digitalisering av energisektoren

Anbefalinger om forskning og innovasjon

2020

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Forord

Energi21 er Norges nasjonale strategi for forskning og innovasjon innen klimavennlige energiteknologier. Energi21 er oppnevnt av Olje- og energidepartementet. Energi21 strategien er næringsdrevet og vektlegger muligheter i fremtidens energimarkeder. Nåværende Energi21 strategi vektlegger digitalisering og hovedsatsingsområdet er Digitaliserte og integrerte energisystemer.

Digital21 la i august 2018 frem sin strategi, med 64 strategiske anbefalinger med betydning for digitaliseringen i hele bredden av næringslivet. Sentralt i disse anbefalingene står utviklingen i de digitale muliggjørende teknologiene og den betydningen disse vil få i nesten alle bransjer og næringer, som transformativ kraft og med helt nye muligheter. I tillegg er kompetanse- og FoU-behovene dette fører med seg påpekt.

Styret i Energi21 har med basis i de to foreliggende strategiene ønsket å gå enda dypere inn hvordan anbefalingene fra Digital21 påvirker energisektoren og hvilke konkrete anbefalinger dette bør føre med seg for å realisere de ambisjonene som Energi21 har løftet frem i sin strategi, slik som sikker drift av energisystemene, kostnadseffektiv utnyttelse av komponenter og infrastruktur, og for verdiskapingen generelt. Spesielt har Energi21 ønsket en vurdering av hvordan fremveksten av de digitale muliggjørende teknologiene vil påvirke og kan utnyttes hvis vi gjør riktige grep. For å finne svar på alle disse spørsmålene ble det forsommeren 2019 etablert et samarbeid og et felles prosjekt mellom Energi21 og Digital21.

Det ble opprettet en flerfaglig innsatsgruppe med representanter fra IKT – og energibransjen. Innsatsgruppen har bidratt med verdifull innsikt og arbeidsinnsats. I tillegg har innsatsgruppen koblet inn sitt faglige nettverk. Samlet sett bygger denne rapporten på bidrag fra flere ressurspersoner utover innsatsgruppens medlemmer.

Prosjektet har blitt et gyllent bevis på at flerfaglig samarbeid er viktig for å oppnå et digitalisert integrert og klimavennlig energisystem. Kobling mellom IKT og energi-relatert kunnskap i kombinasjon med samfunnsvitenskap og økonomi er viktige suksessfaktorer for å forstå og utvikle lønnsomme energirelaterte digitale teknologier og løsninger.

Prosjektet har gitt både Energi21 og Digital21 bedre kunnskap om betydningen av de digitale teknologiområdene kunstig intelligens, stordata, autonomi, og tingenes internett for digitaliseringen av fremtidens klimavennlige energisystem. Og, for Digital21 er dette en god modell for hvordan slike gjennomganger kan gjøres inn mot spesifikke bransjer for å spesifisere tydeligere hvordan utviklingen og de generiske anbefalingene påvirker enkeltbransjer.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle bidragsyterne i prosjektet. Energi21 og Digital21 er takknemlig for prosjektdeltakernes engasjement og positive innstilling til kunnskapsdeling. Vi håper mange får glede av rapporten og resultatene fra dette prosjektet.

Oslo, Mars 2020

**Sverre Aam**  
Styreleder Energi21

**Morten Dalsmo**  
Styreleder Digital21

# Sammendrag

Energi21 tok våren 2019 initiativ til et prosjektsamarbeid med Digital21, for å evaluere hvilken betydning de muliggjørende digitale teknologiområdene *kunstig intelligens, autonomi, stordata håndtering og tingenes internett* har for digitaliseringen av energisystemene. De utvalgte digitale teknologiområdene er satsingsområder i Digital21 strategien og har stor betydning for realisering av Energi21 strategiens hovedsatsingsområde: «Digitaliserte og integrerte energisystemer».

Målet med prosjektet har vært å beskrive status, sentrale forsknings- og innovasjonstemaer og nødvendige tiltak for å realisere bruk av digitale muliggjørende teknologier i energisektoren. I tillegg har prosjektet vurdert det digitale mulighetsrommet for energisektoren. Anbefalingene retter seg mot næringen selv, forsknings- og utdanningsmiljøene, virkemiddelaktørene og myndigheter.

Prosjektet har blitt ledet i felleskap av Energi21 og Digital21. Det ble opprettet en flerfaglig innsatsgruppe med representanter fra IKT – og Energibransjen. Innsatsgruppen bidro med verdifull innsikt og arbeidsinnsats. I tillegg har representantene vært dyktige til å trekke på kunnskap i sitt faglige nettverk.

## Viktige drivere for digitalisering i energisektoren

Vårt moderne samfunn er avhengig av sikker tilgang på energi og effekt. Energisektorens betydning for samfunnet er økende, og et utfall av energiforsyningen kan lamme viktige funksjoner og prosesser. Energisystemet er i sin helhet en nøkkelinfrastruktur for samfunnets verdiskaping.

Energilandskapet og energisystemene er i endring. Vi forventer gjennomgripende endringer langs hele verdikjeden fra produksjon, via overføring til forbruk av energi. Nye produksjonskilder integreres i systemet, sol- og vindkraft får større plass i teknologi-miksen, spesielt internasjonalt. Det går fra sentrale til mer desentrale produksjonsløsninger.

Etterspørselen etter energi endrer seg, fra fossile til fornybare energibærere. Vi ser allerede en sterk elektrifisering i transportsektoren på land, på vann og i luften. I Klimakur

2030<sup>1</sup> som ble presentert 31. januar 2020 fremheves det at personbilflåten kan elektrifiseres i sin helhet allerede i 2025. Langs kysten er det nå mer enn 50 elektriske ferger under planlegging. Det jobbes med utvikling av hurtiggående fartøy som vil være i drift om få år. Dette er sterke drivere som gir konsekvenser for kraftforsyningen og hvor effekttilgang får stor betydning. I tillegg ser vi en sterk utvikling av hybride fremdriftsløsninger med bruk av flere typer energibærere som el, hydrogen og biodrivstoff.

Energismarte miljøvennlige bygg og byer vokser frem, og mikronett utvikles med intelligente lavutslippsløsninger. Tyngdepunktet av endringene er nær forbruket av energi. Forbrukeren vil i mye større grad påvirke markedsdesign, forretningsmodeller og næringslivets inntjeningspotensial. I fremtiden må deler av energiforbruket justeres for å tilpasse seg tilgjengelig produksjon. Dette er en stor endring i måten kraftsystemet drives på, og forutsetter omfattende bruk av IKT. Kybernetikken står helt sentralt i omformingen av det eksisterende kraftnettet til fremtidens 'intelligente' nett.

Digitalisering blir et viktig verktøy og en avgjørende forutsetning for å opprettholde forsynings sikkerheten, sikre fleksibilitet og kostnadseffektive løsninger i fremtidens energisystem.

**Digitalisering** innebærer at mange flere fysiske komponenter vil utstyres med sensorer som blant annet måler parametere relatert til energibruk og tilstand til komponenten. Sensorene knyttes sammen i nettverk med toveis kommunikasjon. Dataene samles og analyseres, og kontrollsignaler sendes tilbake for å optimalisere bl.a. energibruk og kraftflyt. Det digitale systemet vil gi nye muligheter for gode analyser og beslutningsunderlag.

**Dataprosessering- og lagring** blir stadig billigere og mer tilgjengelig gjennom for eksempel skybaserte løsninger. Software og metodeverk for analyser av store datamengder [inkludert kunstig intelligens, maskinlæring, mønstergjenkjenning m.m.] utvikles raskt.

<sup>1</sup> Klimakur 2030 har utredet ulike tiltak og virkemidler som kan gi minst 50 prosent reduksjon i ikke-kvotepliktige utslipp i 2030 sammenlignet med 2005. Kilde: Miljødirektoratet

## Digitalisering kan forenkle, forbedre og fornye energisektoren

### Digitaliseringen gir muligheter for energisektoren

Nye digitale løsninger vil kunne bidra til mer effektiv drift og vedlikehold av energisystemet, sikrere elforsyning og bedre beredskap. Digitalisering og høyere datakvalitet vil også gi et mer presist beslutningsunderlag ved investeringer, og vil automatisere en rekke beslutningsprosesser.

Digitaliseringen gjør det også enklere å utnytte forbruksfleksibilitet, å integrere større mengder uregulerbar fornybarproduksjon, og å sikre et effektivt samspill mellom distribuerte energiresurser (eksempelvis solceller og batterier) og resten av energisystemet.

Det vil være behov for å utvikle nye *forretningsmodeller* og *forstå kundenes adferd*. I tillegg vil det bli behov for nytt markedsdesign, ny type reguleringer og incentiver. Vi ser allerede konturene av denne utviklingen i dag. Når digitalisering blir gjennomgripende og integrasjonen tettere i energi- energisystemet vil også *datasikkerhet* og *personvern* bli viktigere.

### Verdiskapingsmuligheter i koblingen mellom energirelatert domenekunnskap og datavitenskap

Norge har muligheter til verdiskaping ved å koble energirelatert domenekunnskap med digital teknologi og kompetanse. Vårt nasjonale energisystem gir gode muligheter for uttesting av digitale energiløsninger og systemer. Verdifull kunnskap, tjenester og teknologier kan utvikles ved å vektlegge anvendelse av digitale muliggjørende teknologier.

### Digitalisering av energisektoren er et endringsprosjekt i flere dimensjoner

Overgangen til utstrakt bruk av digitale verktøy endrer både virksomhetene og arbeidsoppgavene til den enkelte arbeidstaker. En metode som ivaretar en helhetlig tilnærming til både menneske, teknologi og organisasjon er nødvendig. For energi- og nettselskapene blir det viktig å lykkes med en organisasjonsstruktur og innovasjonskultur som har nødvendig fleksibilitet for å tilpasse seg digitale systemer og løsninger. I tillegg er det viktig å ivareta god cybersikkerhet.

## Prioriterte temaer for forskning, utvikling og innovasjon

### Stordatahåndtering og cybersikkerhet blir viktige premisser

Innenfor energisektoren er det viktig å vektlegge anvendelse av stordata-teknologi og prosesser mer enn utvikling av grunnteknologiene som sådan. Nødvendige premisser ved datadrevet innovasjon er tilgang til data, eierskap og sikkerhetsrisiko. Det er viktig å etablere en balanse mellom leverandørenes og operatørenes interesser når det gjelder eierskap, tilgang og ansvar for data.

Data må forvaltes på en sikker måte slik at kun de autoriserte får tilgang, dataintegritet bevares og data ikke misbrukes. Cybersikkerhet er en kontinuerlig prosess som involverer mennesker, teknologier og selskapenes forretnings- og utviklingsstrategier. Cybersikkerhet er et nødvendig premiss i fremtidens energisystem.

### Kunstig intelligens (KI) er en forutsetning for å overvåke, styre og drifte fremtidens energisystem

Det er et stort potensial for effektiv bruk av kunstig intelligens i energisektoren. Kunstig intelligens kan benyttes til å styre hele eller deler av energisystemet, til prediksjon av produksjon fra mer varierende energikilder, til overvåking av tilstand til komponenter og levetidsberegning m.m. Dette er spesielt relevant for kritiske deler av energiforsyningen. Ved bruk av kunstig intelligens kan f.eks. energisystemoperatører, montører og vedlikeholdsarbeidere få tilstrekkelig informasjon i sanntid om alle kritiske komponenter i hele kraftsystemet. Både energi- og nettleverandørene og storbrukerne i energisektoren vil få bedre basis for planlegging, effektivisering og koordinert systemoptimering. Det nasjonale miljøet innen kunstig intelligens er fragmentert, og det bør legges til rette for å etablere et helhetlig sterkt miljø og satsing innen dette feltet, både knyttet til utvikling av kompetanse og anvendelse av KI.

### **Sensorteknologi og tingenes internett gir nye muligheter for stor datatilgang**

Bruk av sensorteknologi er en forutsetning for å digitalisere energisystemet og utnytte effektene av digitalisering. Sensorer er avhengig av løsninger for kommunikasjon, strømforsyning, robusthet og mulighet for vedlikehold for å levere pålitelige data. Digitalisering av energisystemene er avhengig av en helhetlig tilnærming hvor moderne sensorteknologi, kunstig intelligens, stordatahåndtering kommunikasjonsløsninger og cybersikkerhet ses i sammenheng. Ved å bygge inn enkle beregningsmoduler helt ute ved sensoren og kun sende tilbake data når noe er endret, belastes kommunikasjonssystemet mindre enn om alle data skal sendes over. Dette kalles edge computing. Forsknings- og innovasjonsinnsatsen og prioritering av temaer samt tiltak bør reflektere dette.

### **Autonome systemer vil få økende betydning i energisystemet**

Autonome systemer er systemer som helt eller delvis kan operere selvstendig med varierende grad av menneskelig inngripen. Autonome systemer på skip er allerede operasjonalisert og Norge er ledende innen dette feltet. Norges fortrinn innen autonomi i maritim sektor er et resultat av samarbeid mellom næringsliv, forskningsmiljøer og teknologiselskaper. Autonomi er også relevant for energisystemet. Økende kompleksitet og integrasjon av flere energiteknologier og systemer vil kreve automatiserte systemer på styring, overvåking og drift for å opprettholde forsyningsikkerhet og balanse i nettet. Det er fortsatt en vei å gå for å nå selvregulerende energisystem uten menneskelige operatører, men basert på eksisterende teknologier er det mulig å integrere enkelte løsninger i systemet. Autonome energisystemer krever et digitalisert energisystem. Slike systemer må også ha effektiv selvmodellering for tidlig varsling av uventede og uheldige utviklinger. Digitalisering og autonomi har en tett kobling og må sees i sammenheng.

### **Digitale bygg gir mulighet for økende energieffektivitet og bedre effektstyring**

Med bakgrunn i forventet utvikling av fremtidens bygg, må bygningenes IT-systemer være skalerbare og sensorene må ha mulighet til å innhente flere opplysninger enn tidligere. Sensorer i bygg skal f.eks. kunne fange opp: Energibruk, effektuttak, temperatur, luftkvalitet, fukt og konsekvenser av fukt, tilstedeværelse og energiproduksjon. Standarder og veiledning rundt framtidsrettet og helhetlig investeringsplan for bygningsrelaterte digitaliseringsteknologier (BIM, design, planlegging, bygging og drift av bygget) vil få en økende betydning både i nybygg og oppgradering av datafangst i eksisterende bygg. Digitale teknologier og løsninger vil være en forutsetning for å få til energieffektive og automatiserte bygg. Et viktig tiltak er test- og demonstrasjonsprosjekter for utprøving og evaluering av nye og endrede former for digital styring av effekt- og energieffektive bygg tilpasset fremtidige bruksområder.

**Energi21 er opprettet av Olje- og Energidepartementet for å gi råd om tematisk og finansiell satsing på forskning og innovasjon innen fornybar energi og klimavennlige energiteknologier. Energi21 strategiens satsingsområder bygger på næringens ambisjoner og muligheter i fremtidens energi- og teknologimarkeder.**



## Stort behov for ny kompetanse og dynamiske virkemidler

### Det er behov for digital kompetanseutvikling i energisektoren

Det anbefales en evaluering av vårt nasjonale utdannings-tilbud innen digitalisering av energisektoren, der faglig profil og utdanningskapasitet er viktige kriterier. Integrasjon av domenekunnskap og IKT-Kunnskap er helt nødvendig for å utvikle teknologi- og tjenester med riktig funksjonalitet. Skal resultater fra digitale løsninger benyttes for viktige avgjørelser i praksis må domenekunnskapen være utgangspunkt for tolkningen og bruk av stordataene. Selskapene i energisektoren bør samarbeide med høyskolene, universitetene og instituttsektoren om utdanningsløpene innen digitalisering, for å sikre rekruttering av kunnskapsressurser for fremtidens digitale og integrerte energisystem.

### Strategisk kompetansebygging innen digitalisering

I Norge kan vi ikke være best på alt, men må peke ut strategiske områder der vi må utvikle og styrke kompetansen på spesielt viktige områder. Vi må bygge mekanismer som gjør kompetansen lettere tilgjengelig for næringslivet. Det er viktig med målrettede forskningsinnsatser som kan bygge gode norske landslag innenfor disse sentrale muliggjørende digitale teknologiområdene og som reduserer barrierene for SMB bedrifter for å delta. Etablering av FND (Forskningssentre for næringsrettet digitalisering) er et godt virkemiddel og er foreslått med kriteriesett som skal møte nettopp dette.

### Virkemidler for forsknings- og innovasjonsaktiviteter bør reflektere markedets behov

Teknologiutviklingen innen digitalisering går raskt. Virkemidler for forsknings- og innovasjonsaktiviteter bør reflektere markedets behov for rask tilgang til kunnskap og teknologi. Finansierings- og støtteordninger bør speile denne utviklingen og gi mulighet for høyt tempo og «raske sprinter» i utviklingen av nye løsninger. Deling av data er nøkkelen til å realisere potensialene digitaliseringen fører med seg. Det er et stort behov for systemer for standardisering av data og for systemer som gir mulighet for tilgang til og deling av data. Det bør legges til rette for at både nye og eksisterende aktører får mulighet til å påvirke både reguleringer og rammebetingelser for fremtidens energisystem.

### Samarbeid og økosystem for innovasjon er viktig momenter for digital forretningsutvikling

For å utnytte forretningsmulighetene innen digitalisering er det behov for å justere både kultur, kompetanse og risikovilje i energiselskapene. Det digitale landskapet er komplekst, og det kan være utfordrende å identifisere hvilken type digital kompetanse selskapet har behov for. I stedet for å satse bredt, vil det med stor sannsynlighet være mer lønnsomt å satse på spissede forretningskonsepter. Det bør etableres gode rammebetingelser og handlingsrom som fremmer innovasjon og digital forretningsutvikling. Dette omfatter både ekstern regulering og interne rutiner i virksomhetene. Samarbeid og øko-system for innovasjon er viktige momenter for digital forretningsutvikling. Det kan være lønnsomt for større energibedrifter å samarbeide med mindre oppstartsbedrifter med innovasjonskompetanse.

# Innhold

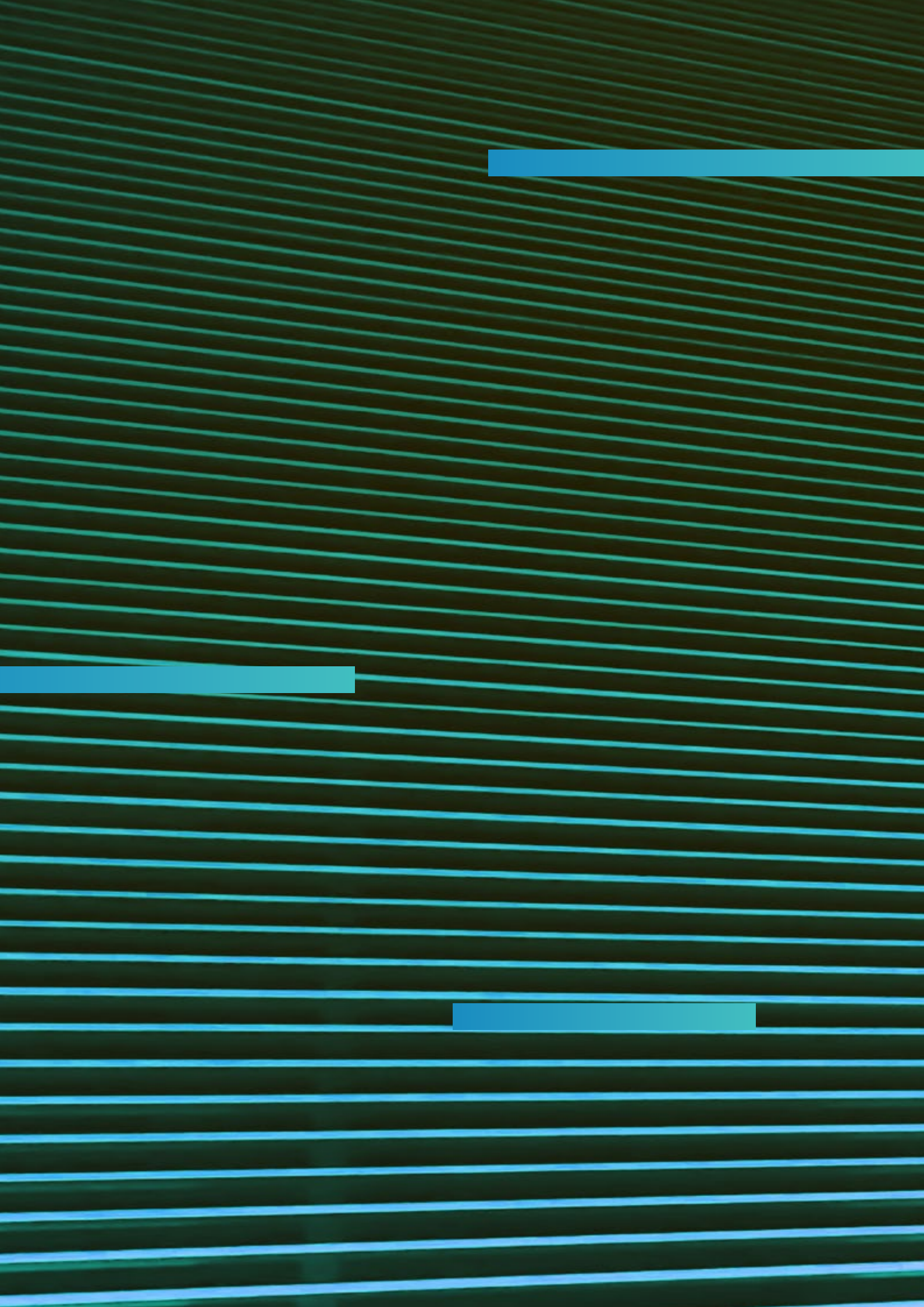
	<b>Forord</b>	<b>5</b>
	<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Om prosjektet</b>	<b>14</b>
	1.1 Bakgrunn og mål	17
	1.2 Digitale muliggjørende teknologiområder	17
	1.3 Viktige generelle tiltak anbefalt i Digital21	17
	1.4 Arbeidsmetodikken som er anvendt i prosjektet	17
	1.5 Målgrupper for prosjektet	19
	1.6 Prosjektorganisering	19
<b>2</b>	<b>Digitalisering i energisektoren</b>	<b>20</b>
	2.1 Digitalisering i energisektoren	22
<b>3</b>	<b>Behov for helhetlig digitalt kompetanseløft i energisektoren</b>	<b>24</b>
	3.1 Helhetlig digital organisasjonsutvikling	26
	3.2 Digitalisering som en del av virksomhetsstrategien	26
	3.3 Behov for praktisk IKT-kompetanse	26
	3.4 Samarbeid mellom IKT-eksperter og fagpersonell er en nøkkel	27
	3.5 Tilgjengelige digitale teknologier tas ikke i bruk	28
	3.6 Anbefalinger om digital kompetanseutvikling i energibransjen	28
<b>4</b>	<b>Stordatahåndtering og Cybersikkerhet</b>	<b>30</b>
	4.1 Data er grunnstenen i digitaliseringen	33
	4.2 Balanse mellom leverandørenes og operatørenes interesser	33
	4.3 Anbefalinger om stordatahåndtering og cybersikkerhet	33
<b>5</b>	<b>Kunstig intelligens</b>	<b>36</b>
	5.1 Kunstig intelligens - en hype?	38
	5.2 Domenekunnskap er avgjørende i maskinlæring	38
	5.3 Kunstig intelligens i energisektoren	38
	5.4 Anbefalinger om kunstig intelligens	40
<b>6</b>	<b>Tingenes internett og sensorteknologi</b>	<b>42</b>
	6.1 Sensorteknologi, muligheter og utfordringer	44
	6.2 Anbefalinger om sensorteknologi og tingenes internett	44

<b>7</b>	<b>Autonome systemer</b>	<b>46</b>
7.1	Autonomi i energisystemet	48
<b>8</b>	<b>Digitale og energieffektive bygg</b>	<b>50</b>
8.1	Aktivt samspill mellom energisystemet og bygningene	52
8.2	Digitalisering en forutsetning for energieffektive og automatiserte bygg	52
8.3	Marked for digitale bygg teknologier- og løsninger	52
8.4	AMS og ny kunnskap –nødvendig for involvering av kundene	52
8.5	Anbefalinger om digitale og energieffektive bygg	53
<b>9</b>	<b>Forretningsutvikling innen digitalisering av energisektoren</b>	<b>56</b>
9.1	Risikovilje og innovasjonskompetanse	58
9.2	Mulighetsbildet innen digital forretningsutvikling	58
9.3	Anbefalinger om digital forretningsutvikling	58
<b>10</b>	<b>Effektive virkemidler for digitalisering av energisektoren</b>	<b>60</b>
10.1	Virkemidler som speiler den digitale utviklingen	62
10.1.1	Strategisk kompetansebygging innen digitalisering	62
10.1.2	Virkemidler som understøtter en rask utvikling	62
10.2	Dynamiske virkemidler	63
10.3	Standardisering og tilgjengelige data	63
10.4	Anbefalinger om effektive virkemidler for digitalisering	63
<b>11</b>	<b>Oppsummering av anbefalinger</b>	<b>64</b>
11.1	Kompetanseutvikling og utdanning	66
11.2	Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer	66
11.3	Anbefalinger om forretningsutvikling innen digitalisering	68
11.4	Anbefalinger om virkemidler for forskning og innovasjon.	68

[Redacted]

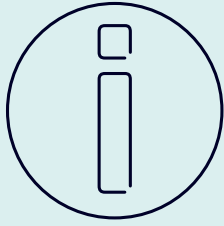
[Redacted]

[Redacted]



# 1. Om prosjektet





Digitalisering er et viktig verktøy for å realisere et klimavennlig, kostnadseffektivt og forsyningssikkert energisystem. Et samarbeidsprosjekt mellom Energi21 og Digital21 har vært verdifullt og nyttig for å konkretisere betydningen av digitale muliggjørende teknologier for utvikling av fremtidens klimavennlige energisystem.

- 1.1 Bakgrunn og mål
- 1.2 Digitale muliggjørende teknologiområder
- 1.3 Viktige generelle tiltak anbefalt i Digital21
- 1.4 Arbeidsmetodikken som er anvendt i prosjektet
- 1.5 Målgrupper for prosjektet
- 1.6 Prosjektorganisering

**Figur 1:**

Kriterier for vurdering	Kunstig intelligens	Stordata-analyse	Tingenes internett - IoT	Autonome systemer
1. Betydning for næringer som er sentrale i norsk økonomi	Stort samsvar	Stort samsvar	Stort samsvar	Stort samsvar
2. Betydning for mange bransjer - bredden av næringslivet	Stort samsvar	Stort samsvar	Stort samsvar	Samsvar
3. Sterke norske forsknings- og teknologimiljøer	Samsvar	Samsvar	Stort samsvar	Stort samsvar
4. Teknologiens internasjonale markedspotensial	Stort samsvar	Samsvar	Stort samsvar	Stort samsvar

■ = Stort samsvar mellom kriteriet og teknologiområdet  
■ = Samsvar mellom kriteriet og teknologiområdet  
■ = Ikke noe samsvar mellom kriteriet og teknologiområdet

**Figur 2:**

**Energi21 møter Digital21**  
 – tankegangen i samarbeidet

**Prioriterte muliggjørende digitale teknologiområder**

- Stordata
- Kunstig intelligens
- Tingenes internett IoT
- Autonome systemer

**Ambisjoner for energisektoren fremover**

- Kostnadseffektiv overvåking, styring og drift av energisystemene.
- Kostnadseffektive investeringer i nettkapital og nye energiløsninger.
- Bedre utnyttelse av kapasiteten i energisystemet.
- Økt fleksibilitet og dynamikk i energisystemene.
- Forbedret tilbud av energitjenester til kundene.
- Økt samspill og samarbeid mellom aktørene langs hele verdikjeden.
- Forretningsmuligheter innen digitalisering for aktørene i energisektoren.
- Forsyningssikkerhet og sikring mot CYBER - angrep.

- ✓ Hvordan vil disse teknologi- og kunnskapsområdene kunne bidra til å realisere ambisjonene?
- ✓ Hva må til?
- ✓ Hvilken anbefalinger gir dette?



## 1.1 Bakgrunn og mål

Energi21 vurderer digitalisering som et avgjørende virkemiddel for å ivareta forsynings sikkerheten, oppnå kostnads-effektiv drift og samtidig utvikle effektive markedsløsninger. I tillegg gir digitaliseringen forretningsmuligheter for virksomheter i og ved grenseflater til energisektoren

Energi21 tok initiativ til et prosjektsamarbeid med Digital21 våren 2019, for å evaluere hvilken betydning de muliggjørende digitale teknologiområdene *kunstig intelligens, autonomi, stordata håndtering og IoT<sup>2</sup> – tingenes internett* har for digitaliseringen av energisystemene.

De utvalgte digitale teknologiområdene er satsings-områder i Digital21strategien og har stor betydning for realisering av Energi21-strategiens hovedsatsingsområde: «Digitaliserte og integrerte energisystemer».

Målet med prosjektarbeidet har vært å beskrive *status, sentrale forsknings- og innovasjonstemaer og nødvendige tiltak* knyttet opp mot de utvalgte digitale teknologi-områdene. I tillegg har relevante områder direkte avledet fra de utvalgte teknologiområdene blitt evaluert; Som f.eks. sensorteknologi, cyber-sikkerhet og forretningsutvikling.

Prosjektets vurderinger retter seg mot energisektoren. Med energisektoren mener vi energi- og kraftprodusenter, nettselskap, markedsselskaper som selger energi og energibrukere.

## 1.2 Digitale muliggjørende teknologiområder

Digital21 overleverte sine anbefalinger til Regjeringen høsten 2018. Strategien er rettet inn mot hovedproblemstillingen i mandatet:

**Hvordan styrke norsk næringslivs evne til å utvikle og ta i bruk ny teknologi i takt med digitaliseringen.**

Anbefalingene bygger blant annet på arbeidet i seks ekspertgrupper, i tillegg til en bred dialog med mange interesser. For å sikre god involvering av hele bredden av norsk næringsliv ble det gjennomført innspillmøter. Til sammen 600 personer fra ulike virksomheter deltok på møter som ble avholdt på elleve steder i hele landet. Innspillene fikk stor betydning for anbefalingene i Digital21-strategien.

De 64 anbefalte tiltakene fra Digital21-strategien er rettet mot fem hovedoppgaver:

1. Etablere en relevant kunnskaps- og teknologibase og utvikle ny næringsvirksomhet
2. Sikre tilstrekkelig kompetanse med riktig innretning
3. Gjøre dataressurser tilgjengelig og utvikle en næringsrettet infrastruktur
4. Sørge for cybersikkerhet – som et nødvendig premiss
5. Utvikle et offentlig rammeverk som stimulerer innovasjon og digitalisering

Digitalisering gir mange muligheter for et land som Norge. Digitalisering er gjennomgripende og berører alle sektorer og alle deler av næringslivet. Digital21 gjennomførte en analyse av 16 av de mest sentrale digitale muliggjørende teknologiene. Alle disse får betydning i varierende grad inn mot norsk næringsliv – og alle næringer blir berørt. Vi kan imidlertid ikke bli best i alt. Derfor anbefalte Digital21 en styrket, målrettet og helhetlig satsing på de viktigste områdene – innen utdanning og kompetanseheving, forskning og virkemidler for innovasjon.

*Basert på en vurdering opp mot et sett av kriterier anbefaler Digital21 en strategisk satsing på fire sentrale teknologiområder som blir særlig viktige for Norge: kunstig intelligens, stordata, tingenes internett og autonome systemer. Vurderingene er vist helt overordnet i figur 1.*

## 1.3 Viktige generelle tiltak anbefalt i Digital21

Innenfor disse fire prioriterte teknologiområdene presenterer Digital21 flere tiltak, som blant annet omfatter:

- Etablere sterke forskningssentre for næringsrettet digitalisering (FND) – landslag
- Styrke forskning og utdanning innen IKT, og styrke IKT-moduler innen annen utdanning

Digital21 foreslår også at virkemiddelapparatet i sterkere grad må tilpasses næringslivets behov, ikke motsatt. Det betyr blant annet at forskning, utvikling og innovasjon også må skje på tvers av tradisjonelle bransjeinndelinger, eller «siloeer».

Digital21 anbefaler i tillegg å etablere one-stop-shops for hjelp fra virkemiddelapparatet og løsninger som er mer tilpasset tempoet i digitaliseringen. De nye løsningene skal ikke bare utvikles – de skal tas i bruk og gi ny verdiskaping.

## 1.4 Arbeidsmetodikken som er anvendt i prosjektet

Digitalisering handler blant annet om å ta i bruk de nye mulighetene utviklingen av digitale muliggjørende teknologiene åpner for. **Figur 2** under viser kjernen i prosjektet, hvordan de digitale muliggjørende teknologiene bidrar til å realisere ambisjonene knyttet opp mot et digitalisert – og integrert klimavennlig energisystem.

## 1.5 Målgrupper for prosjektet

Målgrupper for prosjektresultatene er Olje- og energi-departementet, Kommunal- og moderniserings-departementet og Nærings- og fiskeridepartementet.

I tillegg er prosjektresultatene relevant for bevilgende myndigheter som Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge, samt regulatoriske aktører som NVE.

Prosjektresultatene har også relevans for næringslivet, og gir et godt bilde av utviklingstrekk, utfordringer og muligheter innen de utvalgte digitale teknologiområdene i relasjon til energisektoren.

## 1.6 Prosjektorganisering

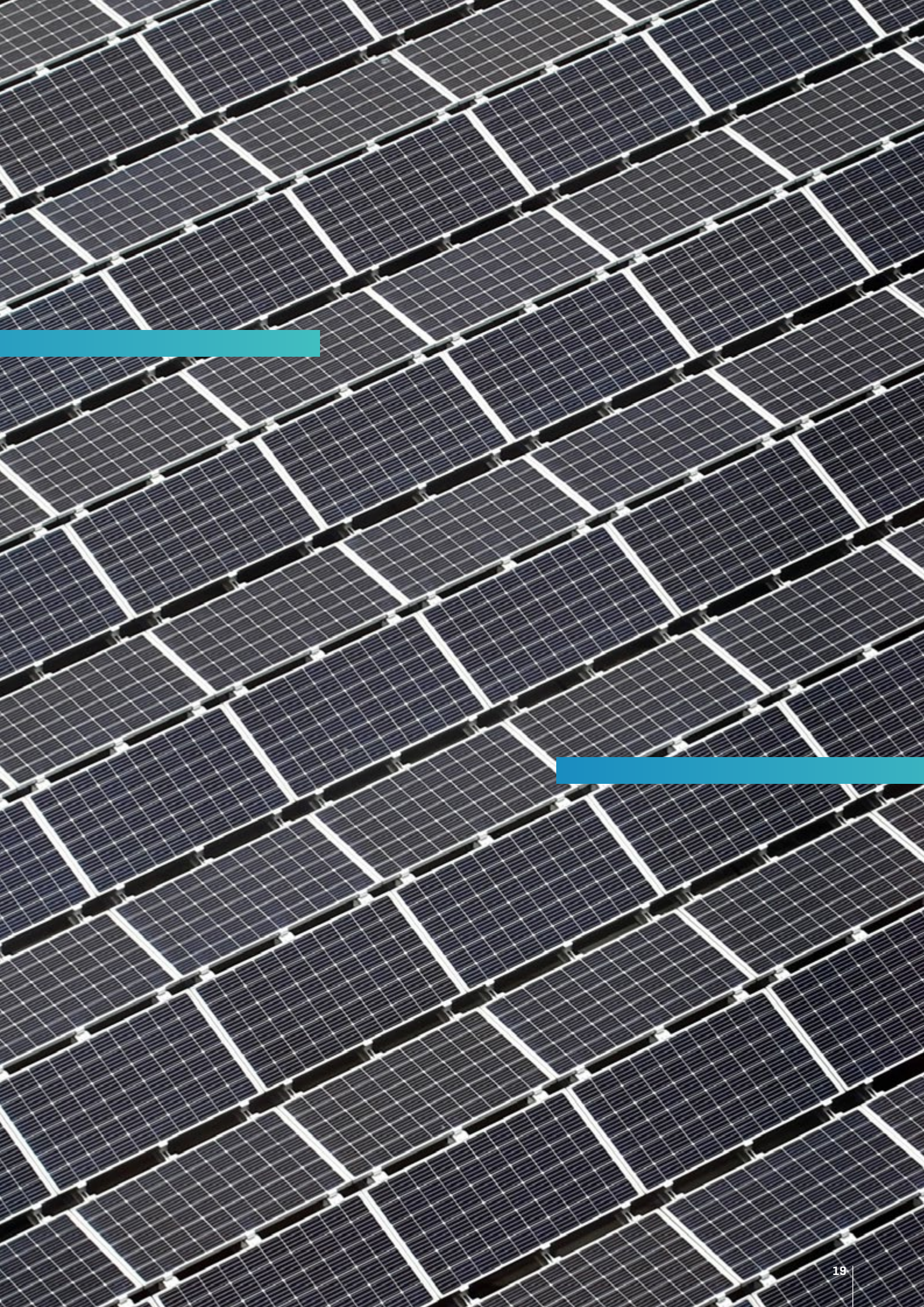
Prosjektet har blitt organisert med en flerfaglig innsatsgruppe med ressurspersoner fra IKT- og energibransjen. Innsatsgruppen har hatt følgende medlemmer:

- Arne Jørund Haugland, Statkraft
- Jon Andreas Pretorius, Hafslund Nett
- Ann Merethe Sommerseth, TrønderEnergi
- Anders Fylling, Statsbygg
- Andreas Bentzen, OTOVO
- Randulf Grotle, Devoteam Cloudify
- Harald Martens, Idletechs
- Judith Rossebø, ABB
- Mats Carlin, SINTEF Digital
- Grete Coldevin, SmartGridsenteret
- Petter Kvalvik, IFE

Det har vært en næringsorientert strategiprosess med sterk involvering av forsknings- og utdanningsmiljøene. Det har vært et godt samarbeid mellom prosjektdeltakerne og stort engasjement gjennom hele prosessen.

Prosjektet har blitt ledet av direktør for Energi21, Lene Mostue og sekretariatsleder i Digital21, Trond Moengen, DigitalNorway. Det er gjennomført to heldags arbeidsmøter i prosjektet, i tillegg har medlemmene i innsatsgruppen samarbeidet om enkelte problemstillinger utenom møtene, hvor de blant annet har fått innspill fra sine nettverk.

Prosjektperioden har vært fra juni 2019 t.o.m. januar 2020.



## 2. Digitalisering i energisektoren

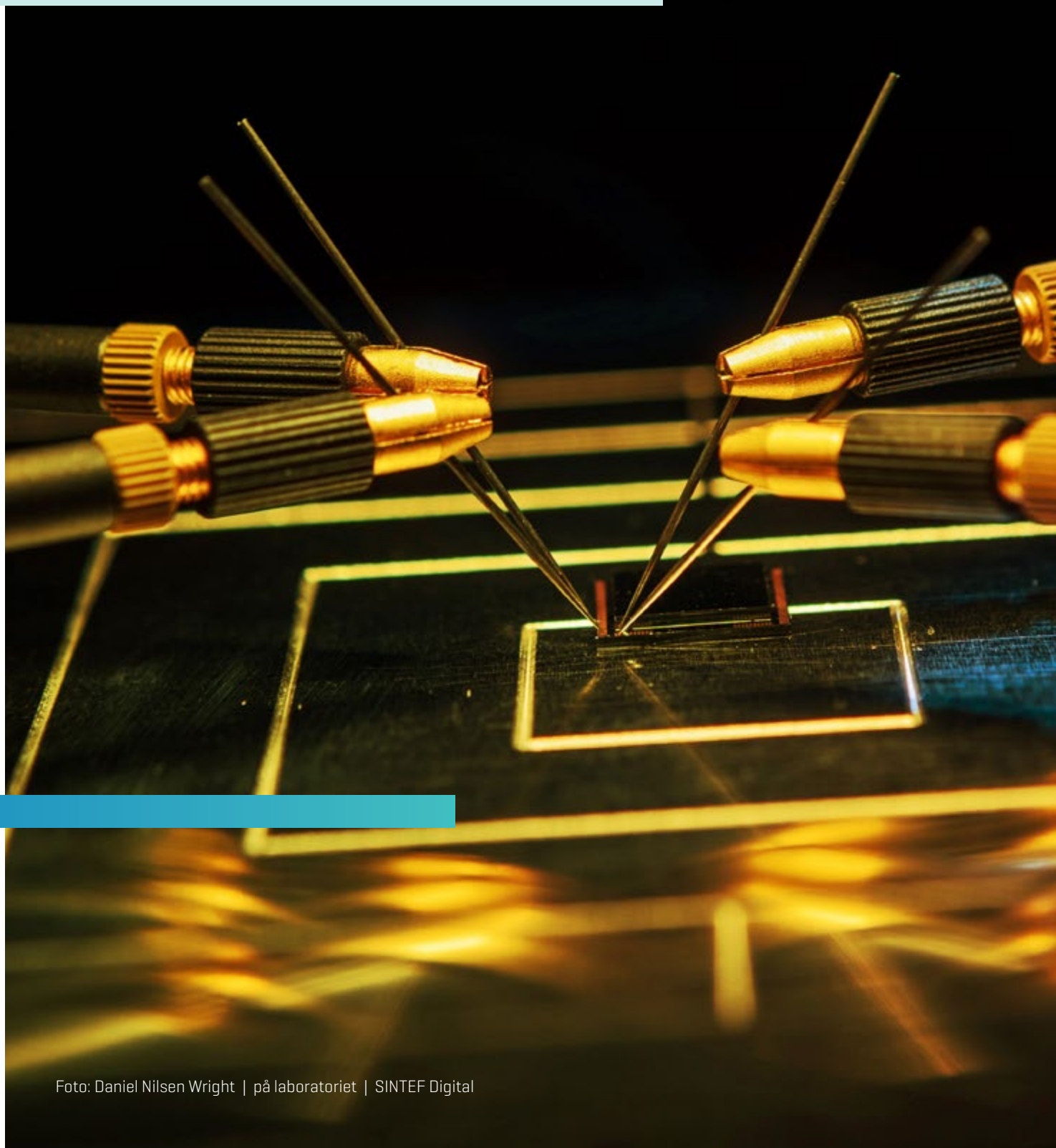


Foto: Daniel Nilsen Wright | på laboratoriet | SINTEF Digital



Nye digitale løsninger vil kunne bidra til mer effektiv drift og vedlikehold av energisystemet. Digitalisering og høyere datakvalitet vil også gi et mer presist beslutningsunderlag ved investeringer. Digitalisering er også et verktøy for å automatisere en rekke beslutningsprosesser.

## 2.1 Digitalisering i energisektoren

Teknologiutvikling innen digitalisering har gått raskt de siste årene, og vil med stor sannsynlighet føre til grunnleggende endringer i drift og styring av energisystemet. Bedre styring av energisystemet vil i sin tur gi muligheter for bedre utnyttelse av den eksisterende infrastrukturen og redusere behovet for utvidelser og investeringer.

**Digitaliseringen gjør det også enklere å utnytte forbruksfleksibilitet, å integrere større mengder uregulerbar fornybarproduksjon, og å sikre et effektivt samspill mellom distribuerte energiresurser [eksempelvis solceller og batterier] og resten av energisystemet.**

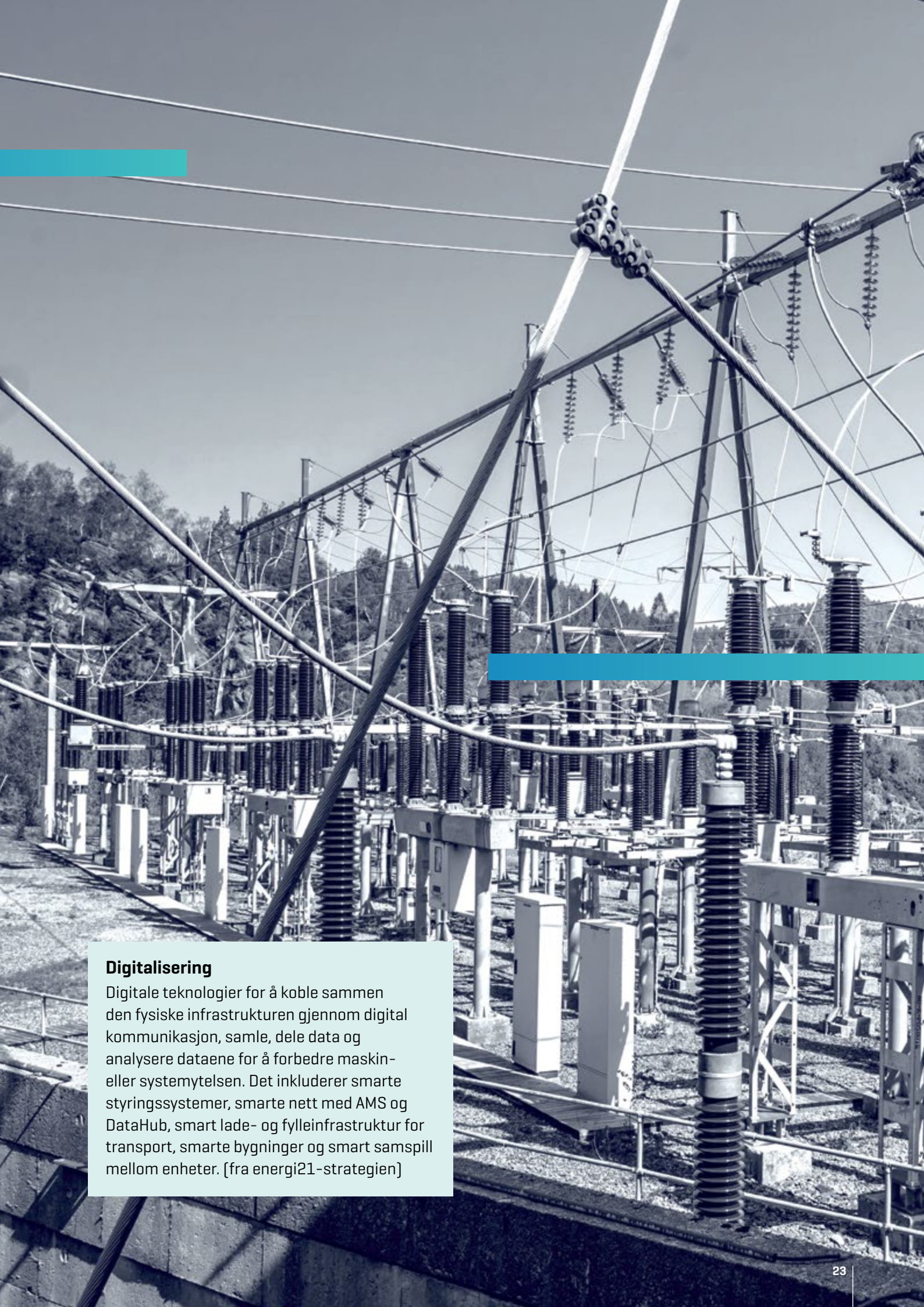
Det vil være behov for å utvikle *nye forretningsmodeller og forstå kundenes adferd*. I tillegg vil det bli behov for nytt markedsdesign, ny type reguleringer og insentiver. Vi ser allerede konturene av denne utviklingen i dag. Når digitalisering blir gjennomgripende og integrasjonen tettere i energisystemet vil *datasikkerhet og personvern* bli viktigere.

Digitaliseringen av energisektoren medfører også *kompetanseutfordringer*. Dette gjelder for hele verdikjeden. Digital kompetanseutvikling er derfor en nøkkelfaktor, både ved høyskole/universitetsutdanning, og etter- og videreutdanning.

Digitaliseringen vil gradvis gi bedre og grundigere kunnskapsgrunnlag ved bruk av mer avanserte analyser og verktøy. Dette er både kostnads- og ressursbesparende, men det vil også forde et kontinuerlig arbeid med å øke datakvalitet og harmonisere data- og utvekslingsformater. Det er derfor viktig at aktørene i energiindustrien *samarbeider om digitaliseringen*, og at de samarbeider med myndighetene. Dette vil resultere i gevinster i form av smartere løsninger som er tilpasset ulike interessenters behov. I tillegg vil dette også bidra til:

- Økt norsk konkurransekraft i et internasjonalt energimarked
- Mer effektiv elektrifisering av Norge
- Mer effektiv overgang til renere energi og mer bærekraftige byer og samfunn.
- Mulighet for en mer sikker energiforsyning og bedre beredskap

Men, økende digitalisering kan også føre til økt sårbarhet for bortfall av tjenester, manipulering med data og uønsket overtakelse av informasjonssystemer. Det er derfor avgjørende at cybersikkerhet ivaretas.



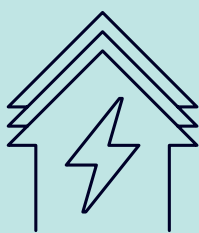
### **Digitalisering**

Digitale teknologier for å koble sammen den fysiske infrastrukturen gjennom digital kommunikasjon, samle, dele data og analysere dataene for å forbedre maskin- eller systemytelsen. Det inkluderer smarte styringssystemer, smarte nett med AMS og DataHub, smart lade- og fyllinfrastruktur for transport, smarte bygninger og smart samspill mellom enheter. [fra energi21-strategien]

### 3. Behov for helhetlig digitalt kompetanseløft i energisektoren







Energisektoren står foran store muligheter ved innføring av moderne digitalisering innenfor rammene av Industri 4.0<sup>3</sup>. På et nasjonalt nivå kan det gi bedre utnyttelse av eksisterende kraftkilder og utvikling av nye kraftkilder, og for de enkelte bedriftene kan det gi økt sikkerhet, økt effektivitet og dermed bedre økonomi. For å utnytte disse mulighetene er digital kompetanseutvikling en nøkkelfaktor.

- 3.1 Helhetlig digital organisasjonsutvikling
- 3.2 Digitalisering som en del av virksomhetsstrategien
- 3.3 Behov for praktisk IKT-kompetanse
- 3.4 Samarbeid mellom IKT eksperter og fagpersonell er en nøkkel
- 3.5 Tilgjengelige digitale teknologier tas ikke i bruk
- 3.6 Anbefalinger om digital kompetanseutvikling i energibransjen

<sup>3</sup> Industri 4.0 er en utvikling innenfor industriell produksjon som kommer raskt og med eksponentiell effekt.

### 3.1 Helhetlig digital organisasjonsutvikling

Digitalisering handler ikke bare om teknologi, men like mye om vilje og evne til endring. Overgangen til utstrakt bruk av digitale verktøy endrer både virksomhetene og arbeidsoppgavene til den enkelte arbeidstaker. En metode som ivaretar en helhetlig tilnærming til både menneske, teknologi og organisasjon er nødvendig. Digitaliseringen både fjerner og skaper arbeidsplasser, og organisasjonsutviklingen må ta hensyn til denne utviklingen. Det er behov for et digitalt løft for samtlige virksomheter i energisektoren for å møte digitaliseringen og ikke minst utnytte mulighetsrommet som ligger i denne teknologiutviklingen.

#### Teknologi - prosess - menneske

- Digitaliseringen krever mer enn teknologier, mye handler om samfunnsvitenskap, humaniora og organisasjonspsykologiske betraktninger.
- Digitalisering av energisystemene er et komplekst endringsprosjekt i flere dimensjoner.

### 3.2 Digitalisering som en del av virksomhetsstrategien

Digitalisering bør inngå som en del av selskapenes virksomhetsstrategi. Digital kompetanse må etableres i selskapenes styrer, ledelse og hos de ansatte. En viktig suksessfaktor for implementering av digitale teknologier og løsninger er å skape kultur for digitalisering i selskapet.

#### For energi- og nettselskapene blir det fremover viktig å lykkes med å:

- Skape en organisasjonsstruktur og innovasjonskultur som har nødvendig fleksibilitet for å tilpasse seg digitale systemer og løsninger.
- Dra nytte av digital innovasjon, samtidig som cybersikkerheten ivaretas.

#### Nøkkel til verdiskaping:

- Implementering av nye teknologier og løsninger skjer parallelt med tilpassing av organisasjonen, utvikling av forretningsprosesser og utvikling av den digitale kompetansen.

Forskningsbasert kunnskap som styrker virksomhetenes evne til innovasjonskultur, implementering av digitale løsninger og gevinstrealisering er grunnleggende elementer for både myndighetenes og næringslivets langsiktige strategier på digitaliseringsområdet. Overføringsverdi fra andre sektorer er sentralt. Finansbransjen har vært gjennom en digitalisering, og energibransjen kan ha noe å lære her.

### 3.3 Behov for praktisk IKT-kompetanse

Dagens forskningsaktivitet viser at endringstakten på teknologiområdet er høyere enn endringstakten i virksomhetene når det gjelder å implementere nye digitale teknologier og løsninger. Både myndigheter, markedsaktører, energiprodusenter og nettselskaper trenger praktisk erfaring og kompetanse om IKT-systemer og løsninger. Erfaringsbasert digital kompetanseutvikling i arbeidslivet blir nødvendig for å utnytte mulighetsrommet innen digitalisering.

#### Spesielt viktige områder blir:

- Stordata – analyse
- Bruk av tolkbar kunstig intelligens
- Tilrettelegging for nye markedsaktører og samspill med disse
- Cybersikkerhet



Foto: Bjarne Riesto | Varanger Kraft

### 3.4 Samarbeid mellom IKT-eksperter og fagpersonell er en nøkkel

Effektiv og sikker digitalisering av energisektoren medfører ikke bare gevinster, men også store utfordringer. Dette gjelder aktørene innen både produksjon og distribusjon. Utfordringene er knyttet opp mot innovasjon, effektivitet, sikkerhet, samfunnsmessig tillit og internasjonal konkurranse.

Digital kompetanseutvikling er en nøkkelfaktor for å møte utfordringene. Dette er relevant for høyskole- og universitetsutdanningen, videreutdanningen og i den erfaringsbaserte kompetanseutviklingen i arbeidslivet. Det er behov for en gjennomgang av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren, for å identifisere områder som krever forsterkning (fagprofil og satsing). Kompetanseutveksling mellom nasjonal og internasjonal energibransje vil være verdifullt, i tillegg til kunnskap om status og trender innen internasjonal industriell digitalisering.

**Felles forventning og forståelse av digitalisering oppnås enklere ved at bedriftene blir flinkere til å sette folk med digital kompetanse sammen med folk som har bransje- eller fagkompetanse**

Generelt er det viktig at økonomisk-administrativ ledelse og teknisk stab samarbeider om digitalisering av virksomheten. Dette for å avklare forventninger og etablere felles forståelse for digitaliseringens muligheter. Man kan unngå både urealistiske forventninger til hva «Big Data» kan gi fra ledelsen og ufruktbare og hjemmelagede løsninger fra teknisk stab. Dette gjelder generelt, ikke bare i energisektoren.

**Det bør foretas en gjennomgang av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren for å kunne forbedre og utvide disse.**

Energisektoren er ikke så forskjellig fra andre norske industrisektorer, som f.eks. landets kraftkrevende industri. Begge bransjer er allerede høyproduktive og med relativt lav bemanning. Men vi vil peke på to kompetanseaspekter vi tror blir spesielt viktige, og foreslå noen utdanningstiltak i den forbindelse:

1. Hvordan utvikle en god samarbeidskultur (mellom sektorer) for digitalisering?
2. Hvordan utvikle gode fagarbeidere i energisektoren, med kunnskap om å utnytte potensialet i digitalisering i bransjen?

#### Hvordan utvikle en god samarbeidskultur?

Det er viktig at alle relevante aktører innen den enkelte energibedrift – og i energibransjen for øvrig har god dialog og felles forståelse når det gjelder mål og midler i digitaliseringsprosessen. Digitaliseringsprosessen har både teknologiske, sikkerhetsmessige, økonomiske og organisasjonsmessige aspekter. Alle ledd i organisasjonen bør ha felles forståelse om hva digitalisering betyr, og hvilke veivalg bedriften må ta for å nå sine digitale mål. Bedriftene bør investere i en helhetlig kompetanseutvikling i hele organisasjonen slik at samtlige ansatte opparbeider seg en digital forståelse.

Det er uheldig om bedriftenes ledelse har urealistiske forventninger til hva kombinasjonen stordatahåndtering og kunstig intelligens kan bringe: «*Vi har masse data av ulike slag som vi ikke bruker godt nok i dag. Så vidt vi forstår, trenger vi bare samle sammen alle disse dataene og bruke kunstig intelligens, så får vi stor verdi ut fra det*». Det er nødvendig å vurdere hva som er realistisk å få til med digitaliseringen og hva som kreves av ressurser for å nå dit man vil.

For energibransjen er det muligheter for erfarings- og kompetanseoverføring fra andre bransjer, som for eksempel olje- og gassbransjen. I deler av olje- og gassbransjen er det opparbeidet erfaring knyttet til «black-box» maskinlæring og bruk av avansert kunstig intelligens. Erfaringene er varierte, og det er nyttig å få innblikk i prosjekter som feilet og ikke nådde mål som forventet innen bruk av digitale teknologier- og løsninger.

**Data alene er aldri nok, med mindre man bare vil se etter vage trender, og bare bruke resultatene i ikke-kritiske prosesser. Det er behov for å styrke kompetansen i energisektoren knyttet til stordata og kunstig intelligens.**

#### Hvordan utvikle gode fagarbeidere for energisektoren?

Både høyskole- og universitetsutdanningen bør justere sine utdanningsprogrammer innen energirelaterte fag slik at de blir tilpasset fremtidens digitale energisystem. I tillegg er det behov for å utvikle et etterutdanningsprogram som skal bidra til at energiselskapene og deres leverandørindustri blir mer digitalt kompetente og etablerer forståelse for hvordan bedriften kan transformeres til en mer digital virksomhetsplattform. Tilstrekkelig digital kompetanse vil forhindre frykt for innføring av digitaliserte løsninger og bidra til en bedre forståelse for digitaliseringens mulighetsrom.

Utvikling av digitale muliggjørende teknologier krever kompetanse innen blant annet matematikk, programvareutvikling og fysikk. I tillegg kreves domenekunnskap og forståelse for hvordan digitale løsninger og teknologier skal speile og fungere i det virkelige fysiske system. Implementering av digitale teknologier og løsninger krever i tillegg organisasjonsteori, samfunnsvitenskap og sosilogi. Rekruttering til realfagene,

og spesielt matematikkfaget helt fra grunnskolenivået er viktig for en satsing på utdanningsprogram innen digitalisering.

**Utgangspunktet for digital kompetanseutvikling innen nasjonale kompetanse- og utdanningsplattform er solid. Det vil være gunstig å bygge videre på Norges generelt høye tekniske kompetanse i næringslivet, på state-of-the-art norsk og internasjonal programvareteknologi, og på ungdommens allmenne interesse for datateknologi, smarttelefoner, sosiale medier osv.**

### Data Science - et viktig kompetansefelt

Feltet Data Science (datavitenskap) har de senere årene blitt etablert ved mange norske (og internasjonale) læresteder, for å gi studenter en allsidig datakompetanse. Denne flerfaglige nyorienteringen er et tiltak for å øke samarbeidet mellom fagene matematikk, statistikk, maskinlæring, elektronikk, kybernetikk, og design. Denne faglige nyorienteringen innen data-vitenskap i academia kan energibransjen benytte seg av, både i videreutdanningen og høyskole- / universitetsutdanningen. Energibransjen har mulighet til å sikre en sterkere forsknings- og utdanningsplattform ved å delta med finansiering av nye akademiske stillinger innen datavitenskap, og bidra til at energirelatert domenekunnskap integreres i denne utdanningsretningen.

**Energibransjen bør vise engasjement og samarbeide med høyskolene og universitetene om utdanningstilbudene innen digitalisering og maskinlæring for energisystemer. Dette vil sikre rekruttering av kunnskapsressurser for fremtidens digitale- og integrerte energisystem.**

### 3.5 Tilgjengelige digitale teknologier tas ikke i bruk

Mange digitale teknologier er tilgjengelig i markedet, men tas ikke i bruk av virksomhetene. Det er flere årsaker til dette og flere løsninger som kan bedre denne situasjonen.

Noen tiltak som kan bidra til økt implementering av digitale teknologier er følgende:

- Stille krav i offentlige anskaffelser om investering i innovative digitale teknologier og løsninger.
- Gode rammevilkår for integrasjon av digitale teknologier og løsninger i ny- og reinvesteringer.

- Utforske virksomhetenes mulighetsrom innen reguleringer.
  - Fortolkning og forvaltning av GDPR.
  - Tilpasning til reguleringer.
- Organisasjonsstrukturer som styrker arbeid på tvers av siloer og faggrenser, hvor IKT- kompetanse blir naturlig integrert i samtlige virksomhetsområder.
- Forretningsprosesser som kobler digitale teknologiinvesteringer opp mot kontinuerlig virksomhetsforbedring.
- Kompetanseutvikling innen digitalisering og innovasjon som styrker virksomhetens evne til rask og verdiskapende teknologiimplementasjon.
- Kunnskap- og erfaringsoverføring mellom virksomheter i energisektoren, men også med sektorer av betydning for energisystemenes utvikling.

### 3.6 Anbefalinger om digital kompetanseutvikling i energibransjen

Det er behov for økt kompetanse om hvordan verdien av digitaliseringen realiseres i virksomhetene innen energisektoren. Konkrete eksempler på gevinster ved digitaliseringen kan være motiverende og forenkler virksomhetenes prioritering av digital innsats.

Forsknings- og innovasjonsaktivitetene må levere kunnskap som styrker virksomhetenes forståelse av egne digitale kunnskaps- og teknologibehov. Dette er avgjørende for å utnytte fremtidige digitale muligheter i fremtidens energisystemer og markeder.

Nedenfor følger momenter som har stor betydning for utvikling av digital kompetanse i og for energibransjen:

- **Internasjonal kompetanseutveksling**  
Utveksling av kompetanse mellom nasjonal og internasjonal energibransje vil være verdifullt, i tillegg vil kunnskap om status og trender innen internasjonal industriell digitalisering være verdifullt.
- **Samarbeid mellom IKT-eksperter og fageksperter**  
Samarbeid mellom IKT-eksperter og fageksperter er nødvendig for å avklare forventninger og etablere felles forståelse for digitaliseringens muligheter. I tillegg er dette helt avgjørende for å modellere digitale teknologier og løsninger med riktig funksjonalitet.
- **Integrere domenekunnskap og maskinlæring**  
Empiriske data kommer alltid med en historikk og en kontekst. Skal maskinlæringsresultater brukes for viktige avgjørelser i praksis, må de ansattes domenekunnskap brukes i tolkningen og bruk av stordataene. Ingen har mer operativ domenekunnskap enn praktiske operatører.

## Anbefalinger:

### **Evaluering av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren:**

- Det er behov for en gjennomgang av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren, for å identifisere områder som krever forsterkning [fagprofil og satsing].

### **Samarbeid mellom energibransjen og utdanningsmiljøene:**

- Energibransjen bør vise engasjement og samarbeide med høyskolene og universitetene om utdanningstilbudene innen digitalisering og maskinlæring for energisystemene. Dette vil sikre rekruttering av kunnskapsressurser for fremtidens digitale- og integrerte energisystem.

### **Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer:**

For å bidra til å styrke virksomhetenes digitale orientering anbefales å forsterke forsknings- og innovasjonsinnsatsen innen følgende tema:

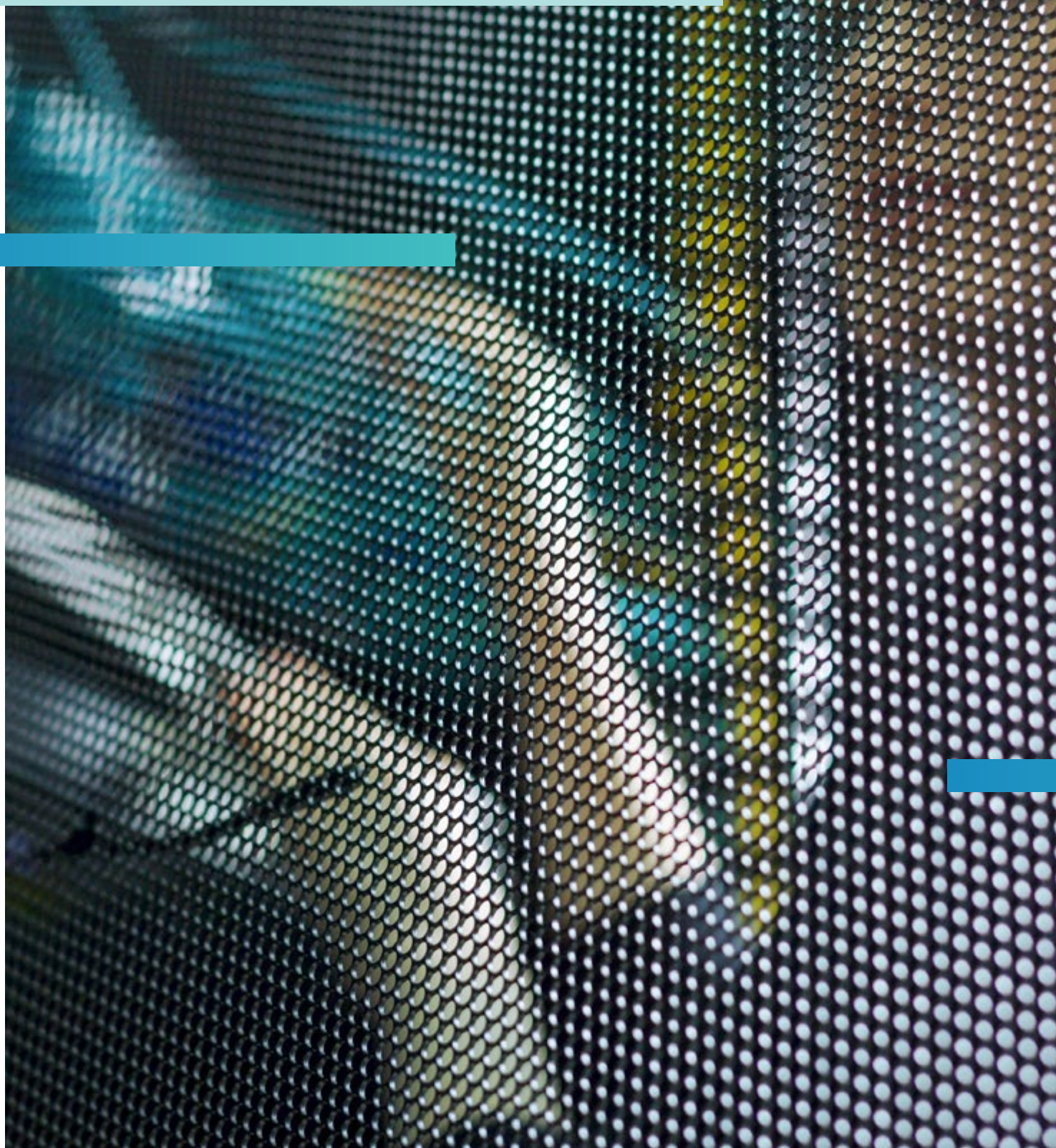
- Digital verdiskapende organisasjonsstruktur og organisasjonskultur for effektiv drift i fremtidens digitale energisystem og markeder.
- Verdiskapende ledelse, organisering og samhandling i digitale virksomheter.
- Grunnleggende organisatoriske mekanismer [i virksomhetene] for å kunne utnytte verdien fra digitaliseringen.

### **Sentrale tiltak:**

Det anbefales følgende tiltak for å realisere forsknings- og innovasjonsinnsatsen innen temaet «Digitalt løft for virksomhetene»:

- Det må etableres nasjonale programmer og arenaer for systematisk kartlegging, utprøving og evaluering av nye og endrede former for ledelse, organisering, samhandling og kompetansebygging som muliggjøres via de nye digitale teknologiene.
- Forskningsrådet bør sikre at utlysninger rettes mot anvendt forskning for å stimulere energi- og nettselskaper til en raskere etablering av nye organisasjonsstrukturer og analysekapabilitet.

## 4. Stordatahåndtering og Cybersikkerhet





Innenfor energisektoren er det viktig å vektlegge anvendelse av stordata-teknologier og prosesser, mer enn utvikling av grunnteknologiene som sådan. Energisektoren er en av samfunnets kritiske infrastrukturer, det er derfor viktig å vektlegge sikker tilgang til data, riktig eierskap og sikkerhetsrisiko ved bruk av data.

---

4.1 Data er grunnstenen i digitaliseringen

---

4.2 Balanse mellom leverandørenes og operatørenes interesser

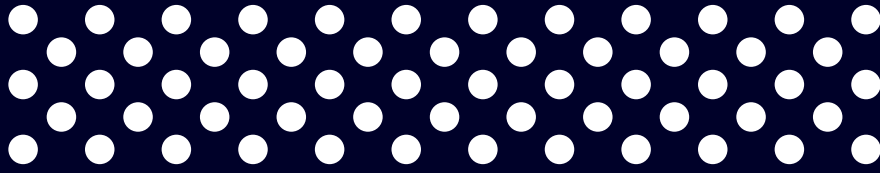
---

4.3 Anbefalinger om stordatahåndtering og cybersikkerhet

---

Figur 1:

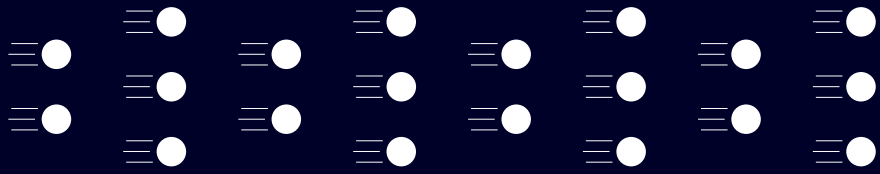
**Volume**



**Data at Rest**

Terabytes to exabytes of existing data to process

**Velocity**



**Data in Motion**

Streaming data, requiring mseconds to respond

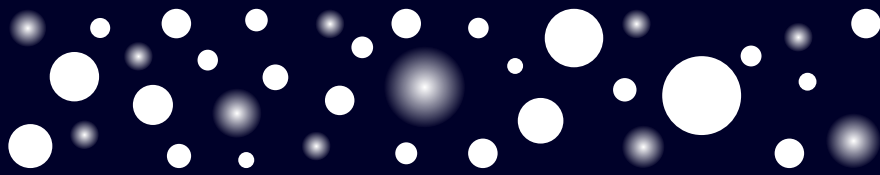
**Variety**



**Data in Many Forms**

Structured, unstructured, text, multimedia...

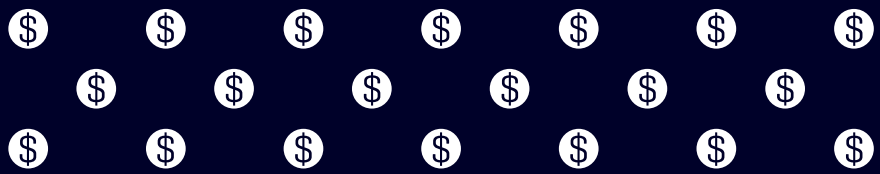
**Veracity**



**Data in Doubt**

Uncertainty due to data inconsistency & incompleteness, ambiguities, latency, deception

**Value**



**Data into Money**

Business models can be associated to the data



## 4.1 Data er grunnstenen i digitaliseringen

Data er grunnstenen i digitalisering og digital samhandling. Data er et vidt begrep, og fokus er ofte rettet mot stordata, eller «big» data. Data i kraftsektoren handler om både statiske data og datastrømmer. Felles for å kunne bruke dataene til bedre samhandling, enten det er statiske data eller live datastrømmer, er at de har høy kvalitet. Det betyr uten feil og på lesbare formater.

**Data med høy kvalitet betyr data uten feil og på lesbare formater.**

Innenfor kraftsektoren er det derfor viktig at hovedfokus ikke kun legges på volumbiten av stordata-utviklingen alene, men også omfatter de fire andre «V-ene» som er karakteristisk for stordata [jmf. Figur 1. «The Big Data 5Vs»]. Data handler om stordata teknologier, prosesser for å håndtere data, og prosesser for analyse/modellering/tolking av data [analytics].

Moderne måleteknikk er ofte karakterisert ved at sensorikken gir mange hundre ulike måleverdier i parallell – intensitet ved ulike vibrasjonsfrekvenser, ulike bølgelengder av lys, ulike tidsforsinkelser, ulike romlige retninger og posisjoner. Analyse av kjente og ukjente mønstre i slike tekniske stordata gir muligheter for bedre feilvarsling og enklere menneskelig tolkning.

### Anvendelse av stordata – teknologier og prosesser

Innenfor energisektoren er det viktig å vektlegge *anvendelse* av stordata-teknologi og *prosesser*, mer enn utvikling av grunnteknologiene som sådan. Fordi energisektoren også omfatter kritisk infrastruktur for samfunnet vil vi vektlegge *tilgang til data, eierskap og sikkerhetsrisiko* ved bruk av data. Dette er nødvendige premisser ved datadrevet innovasjon. Opprettholdelsen og forbedringen av forsyningssikkerheten er naturligvis et sentralt premiss i all behandling av data i kraftsektoren.

## 4.2 Balanse mellom leverandørenes og operatørenes interesser

I kraftbransjen i dag finnes det mange selskaper med ulike systemer. De digitale IT-systemer er på flere nivåer og det er flere leverandører inne med systemleveranser. Det er mange barrierer som hindrer verdiskapning på grunnlag av dataene. Her er det viktig å få til en *balanse mellom leverandørenes og operatørenes interesser* når det gjelder eierskap, tilgang og ansvar for data. Samtidig må sikkerhet ivaretas gjennom hele infrastrukturen. Roller, ansvar og kontroll på tilgang til data, er spesielt viktig siden det er mange aktører som har mulighet for tilgang til stordata ved digitalisering. Tilgang til data, kontroll på data og kvalitetssikring av data er derfor et helt avgjørende premiss.

Det er viktig at data forvaltes på en sikker måte slik at kun de autoriserte får tilgang, dataintegritet bevares og data ikke kan misbrukes. Gode løsninger og metoder krever risikostyring for å finne riktige kombinasjon av sikkerhetstiltak som involverer mennesker, teknologi og prosesser. I noen tilfeller kan vi lære av det som gjøres i andre bransjer, men det er også behov for å utvikle løsninger som er spesialtilpasset for bruk i kraftsystemene.

Sikkerhetsovervåking [monitorering] av kritiske styringssystemer av strøm blir enda viktigere når beslutninger tas på bakgrunn av informasjon som ligger i digitale skybaserte tjenester. Det må være klare myndighetskrav til cybersikkerhet for kritiske systemer som styrer produksjon og leveranse av strøm.

Nedenfor presenterer vi med konkrete anbefalinger for hvordan disse momentene kan adresseres.

## 4.3 Anbefalinger om stordatahåndtering og cybersikkerhet

### KraftCert/NVE/NKOM

Raskere kompetanseoppbygging gjennom læring fra konkrete hendelser: Det bør åpnes for god og sikker informasjonsdeling om digitale sikkerhetshendelser i kraftbransjen. Selv om de mest sensitive detaljene om angrep og hendelser ikke kan deles, bør det åpnes for deling av informasjon om angrep i kraftsektoren til flere miljøer/aktører. Norsk Hydro er kanskje det beste eksempel på hvordan forsvarlig deling av informasjon om krisehåndtering har bidratt til bedre resultater enn om de hadde prøvd å holde alt skjult. Det må ikke deles kritisk informasjon, men gjerne «best practices», informasjon om «malware» og angrep som har skjedd og hvordan vi kan lære av disse for å forebygge.

### Tilgang til data

Det er det viktig at data forvaltes riktig slik at kun autoriserte får tilgang til dataene, og at denne tilgjengeligheten ikke skaper risiko for misbruk av aktører som utgjør en trussel. Det er behov for gode systemer for dataforvaltning.

Viktige utfordringer å adressere er: effektiv personvern-bevarende analyse av data og automatisering av policy enforcement for databehandling [PET] i stordata.

### OED og Forskningsrådet

Det bør gis høyere prioritet på prosjekter der det forskes på cyberforsvar og selvforsvarende egenskaper i kraftsystemet. Angriperne blir stadig mer kreative. Forskning- og innovasjonsinnsats bør innrettes mot mer robuste digitale løsninger.

Målet er å gjøre kraftsystemet i stand til å oppdage «unormal» aktivitet, opprettholde autonome funksjoner ved systemsvikt og sette i gang automatiske korrektive tiltak.

Det bør etableres utlysninger der det etterspørres sektor- overgripende forskningsprosjekter med sikte på å få til raskere læring mellom sektorer. Innen data-Integritet er følgende spørsmål sentrale:

- Hvordan vet vi at disse dataene ikke har vært manipulerte?
- Hvordan sikre tilgang kun til de autoriserte brukerne?

Det finnes mye kunnskap og erfaring som kan gjenbrukes fra blant annet finans- og helsesektoren. Det gir stor nytteverdi å samarbeide med etablerte fagmiljøer i Norge. Kompeanseflyt mellom sektorer har stor verdi. Samtidig vil vi påpeke viktigheten av å ta hensyn til internasjonale standarder og gjerne delta og påvirke utvikling av disse i riktig retning. Forskningsprosjekter bør beskrive hvordan de kobler seg opp mot internasjonalt standardiseringsarbeid.

Det bør etableres utlysninger der det etterspørres fler-faglige forskningsprosjekter som involverer både mennesker, organisasjoner og teknologi. Sikkerhetstiltak må involvere mennesker, teknologi og prosesser. En viktig komponent er risikostyring og cyberrisiko analyse. Det er behov for utvikling av metoder og verktøy for å automatisere risikoanalyse av kraftsystemet, og få mulighet til å gjennomføre dynamiske analyser av trusselbildet. Det fins gode internasjonale standarder for risikostyring og risikoanalyser, men det er behov for å utvikle bedre, mer effektive og dynamiske metoder.

#### **Leverandører, energi- og nettselskaper:**

Ulike sensorer brukes for å samle informasjon om kraftsystemet. Det er viktig at energi/nettselskaper stiller krav til leverandørene om at de må kunne levere sensordata på et åpent og sikkert dataformat. Ønsket tidsoppløsning må nøye vurderes for å balansere tilstrekkelig datakvalitet opp mot overbelastning på eksisterende systemer. Det må være en lav terskel for å sammenstille data fra forskjellige sensorer/kilder og benytte dem i analyse/beslutningsstøtteverktøy utviklet av en vilkårlig tredjepart. For eksempel bør det stilles krav i offentlige anskaffelsesprosesser om at kunden eier egne sensordata og at leverandørene tilgjengeliggjør disse i real-time og på et hensiktsmessig og sikkert format. Samtidig bør det ivaretas at produsent/leverandør har rett til å lagre, analysere egne versjoner av disse dataene for å sikre stordrift av flere sensorer og drive forretningsutvikling.

#### **Forskningsrådets infrastruktur-programmer:**

Det bør legges til rette for innovasjon på datasett (anonymisert) som er tilgjengelig for forskning og utvikling. Her anbefaler vi at det utvikles datasett som del av en nasjonal forskningsinfrastruktur der data er tilgjengelig og sporbare slik at metoder og modeller kan dokumenteres og undersøkes.

Datasett som en del av forskningsinfrastrukturene bør bygge på tilgang til «high performance computing», «storage of large volume of research data» og «Sensitive Data Services» som er i overensstemmelse med norsk lovgivning. En forutsetning er at det er gjort en sikkerhetsklarering fra industri og andre brukere som muliggjør at datasett kan brukes i forsknings- og utviklingsøyemed. Det vil gi bedre effektivitet og kvalitet til forskning og opphav til nye innovasjoner. Samtidig vil slike datasett være en mulighet for mindre aktører som ønsker å komme inn i sektoren med innovative løsninger og prøve ut disse på relevante datasett.

Eksempler på hvordan dette fungerer allerede i dag i andre sektorer er kreft-registeret og HUNT<sup>4</sup> der det deles felles datasett for å fremme utvikling, og Seismisk database der data samles inn og forvaltes av PTIL. På lik linje med disse eksemplene anbefaler vi at enkelte datasett fra kraftbransjen forvaltes av en offentlig instans, for eksempel, NVE.

#### **Innovasjon Norge, Enova og Forskningsrådet:**

For å drive fram en industriell utvikling og verdiskaping basert på [stor]data, anbefaler vi at virkemiddelapparatet bør gå sammen og utlyse en eller flere storskala piloter som ligger relativt høyt på TRL skalaen [5-8]. Slike bør ha tung industriforankring. Pilotene kan vinkles i flere retninger. Her er to eksempler:

1. Utvikle en pilot som skal inneholde store mengder data og ulike typer data som skal kommer fra ulike kilder og aktører i energisystemet hvor oppgaven er å demonstrere hvordan skape merverdi og innovasjon. Nye «big data» baserte applikasjoner og tjenester er forventet å komme ut av dette. Det må beskrives hvordan piloten skal kombinere eksisterende relevante teknologier for sky-lagring, regnekapasitet, dataplattform for å muliggjøre arbeidet. En pilot bør også beskrive hvilke datasett som gjøres tilgjengelig for uttesting og hvilke standarder som skal brukes for å sikre interoperabilitet.
2. Ta utgangspunkt i IoT/cloud/edge computing hvor hensikten er å utnytte datastrømmen fra et stort antall distribuerte kilder [sentrale oppkoblede sensorer, IoT applikasjoner/infrastrukturer og avsideliggende datalagre/prosesser]. En slik pilot må løse hvordan datainnsamling fra et stort antall kilder skal foregå [kommunikasjon for innsamling, datahåndtering og interoperabilitet]. Det er mulig en slik pilot også må kunne plassere ut nye sensorer og ikke bare basere seg på eksisterende kilder til datastrømmer.

Videre følger en oppsummering av sentrale forsknings- og innovasjonstemaer og tiltak for realisering av anbefalt innsats rettet mot stordatahåndtering og cybersikkerhet.

<sup>4</sup> HUNT er et forskningsprosjekt som omfatter helseapplsninger og biologisk materiale fra innbyggerne i Trøndelag. Cirka 240.000 trøndere har deltatt i HUNT gjennom fire innsamlingsrunder siden oppstarten i 1984.

## Anbefalinger:

### Anbefalinger til Forskningsrådet:

- Utlysninger på de næringsrettede energiprogrammene bør innrettes mot cyberforsvar og selvforsvarende egenskaper i kraftsystemet.
- For å mobilisere prosjekter med sikte på å få til raskere læring mellom sektorer bør det stimuleres til deltagelse fra virksomheter i andre sektorer i slike prosjekter. Dette kan gjøres til et krav for deler av en utlysning.
- Det bør mobiliseres for flerfaglige forskningsprosjekter som involverer både mennesker, organisasjoner og teknologi der det fokuseres på sikkerhet.

### Anbefalinger til KraftCert/NVE/NKOM:

- Det anbefales at det i samarbeid med Nasjonal Sikkerhetsmyndighet (NSM) utarbeides en kort rapport årlig som gir en orientering om trusler rettet mot kraftindustrien samt sårbarheter og håndtering av risiko.
- Det anbefales å forbedre informasjonsflyten fra det offentlige til privat næringsliv om sikkerhetshendelser for å avverge ondsinnede angrep.

### Anbefalinger til leverandører, energi- og nettselskaper:

- Nettselskapene bør fortsette arbeidet med å etablere en felles informasjonsmodell for bransjen som muliggjør datautveksling mellom aktørene og digital samhandling.
- Det bør stilles krav om at sensordata leveres på et åpent og sikkert dataformat.

## 5. Kunstig intelligens





Kunstig intelligens er på veg inn i energisektoren. Potensialene er knyttet til reduserte kostnader, bedre forsyningssikkerhet, bedre utnyttelse av den eksisterende kraftinfrastrukturen og nye energitjenester.

- 
- 5.1 Kunstig intelligens - en hype?

---

  - 5.2 Domenekunnskap er avgjørende i maskinlæring

---

  - 5.3 Kunstig intelligens i energisektoren

---

  - 5.4 Anbefalinger om kunstig intelligens

---

## 5.1 Kunstig intelligens - en hype?

Innen energisektoren har kunstig intelligens et stort potensial; i modellering for styring av hele eller deler av energisystemet, ved prediksjon av produksjon fra nye mer volatile energikilder, ved overvåking av levetid og tilstand av komponenter (prediktivt vedlikehold) osv. Det er en stor hype når det gjelder kunstig intelligens og dette kjenner vi igjen fra før. Internasjonalt kommer det nå sterke krav om at kunstig intelligens løsninger ikke bare må være statistisk robuste, men også kunne forstås av mennesker. Tross hypen er det tre viktige elementer som er annerledes denne gangen: tilgjengelig datakraft, algoritmene har modnet og tilgjengelighet av data.

Vår definisjon på Kunstig Intelligens [KI]: «Machines and software that acquire information to achieve goals in a different and changing environment, using interaction, reasoning, learning, memory and planning».

Kunstig Intelligens er et stort felt som inneholder mange ulike teknikker. Maskinlæringsteknikker som nevralt nettverk er egentlig en mindre del av alle KI-teknikker. Komplementerende verktøy som statistikk og matematisk optimering er bedre egnet for å løse en del av utfordringene i energisektorene. Men for alle verktøy er det nødvendig med *datamengder av rett kvalitet*.

Kunstig intelligens kan brukes til mer fleksibel ressurs håndtering både i forhold til den enkelte ressurs og hele energisystemet. Det kan være styring av energisystemet eller enkeltressurser i forhold til å unngå toppler i energiforbruk, planlegging av produksjonen og automatisk tilpasning av tilbud til etterspørsel.

## 5.2 Domenekunnskap er avgjørende i maskinlæring

Skal vi oppnå konkurransekraft vil det bli viktig å koble kunstig intelligens med domenekunnskap gjennom fysiske modeller (også kalt Hybrid modellering). Det er ikke bare å blindt plassere sensorer overalt og samle inn data, anvende datakraften i skyen og tro at vi kan trekke ut innsikt.

Energibransjen produserer store mengder måledata, og vil gjennom digitaliseringen generere enda mer data i fremtiden. Informasjonsverdien som ligger skjult i måledataene er sannsynligvis betydelig, både økonomisk, sikkerhetsmessig og teknisk.

Empiriske data kommer alltid med en historikk og en kontekst. *Skal maskinlæringsresultater brukes for viktige avgjørelser i praksis må de ansattes domenekunnskap*

*brukes i tolkningen og bruk av stordataene. Ingen har mer operativ domenekunnskap enn praktiske operatører. Det er nødvendig å kombinere den praktiske domenekunnskapen med ingeniørens teoretiske kompetanse og programmerers spesialistkompetanse på data.*

**Industri 4.0 er en utvikling innenfor industriell produksjon som kommer raskt og med eksponentiell effekt. I hovedsak er industri 4.0 trenden mot automatisering og datautveksling i produksjonsteknologier og prosesser som inkluderer cyber-fysiske systemer (CPS), tingenes internett (IoT), industriell tingenes internett (IIOT), sky computing, kognitiv databehandling og kunstig intelligens.**

## 5.3 Kunstig intelligens i energisektoren

Norske aktører ligger langt fremme på effektiv og sikker energiproduksjon og forsyning. Sammen med våre nordiske naboland kan Norge ta ledelse innen dette området. I Norden har vi samfunn med stor tillit og vilje til å teste ut ny teknologi.

**IFE startet utvikling og implementering av Kunstig Intelligens for internasjonal kjernekraft industri allerede på midten av 80-tallet, fremst innen Condition-based Maintenance. Der benyttes sensorer for å samle inn og analysere data i realtid (f.eks. temperatur, vibrasjon, etc.) på kjølepumper så de kan utføre vedlikehold når det behøves, før det går i stykker; tilstandsbasert vedlikehold.**

Som beskrevet i foregående kapittel er det avgjørende med tilgang på kvalitetsmessig gode data som kobles med domenekunnskap på energiproduksjon, energidistribusjon og energiforbruk. Kunstig Intelligens kan benyttes inn mot flere anvendelser: prediksjon av energilagring i komplekse nettverk av produksjon og forbruk - når skal man anvende energi og når skal man spare? Dette inkluderer fornybar energi som påvirkes sterkt av vær (vind, sol, etc.) hvilket gjør dette vanskelig å predikere. Kunstig intelligens kan anvendes for å øke effekten på turbiner i tillegg til tilstandstatus. Kunstig intelligens kan også anvendes til en del overordnede optimeringsproblemer, men når det kommer til kombinasjonsriskoptimering så finnes mer effektive teknikker enn kunstig intelligens. Bygge kompetanse på analyse av sanntidsdatastrømmer og kunnskap om hvordan man utnytter kunstig intelligens i autonome operasjoner blir viktig. Vi bør også bruke kunstig intelligens til å styrke vår beredskap i forhold til uforutsette hendelser, for eksempel i form av cyberangrep (der kunstig intelligens kan anvendes for blant annet angrepsdetektering og beredskapstrening).



## 5.4 Anbefalinger om kunstig intelligens

Dagens digitaliseringsprosjekter på kunstig intelligens i energisektoren er i stor grad rettet mot å diagnostisere og beskrive tilstanden til systemene. For å kunne ta ut verdien i data må vi komme dit at analyse av data bidrar til bedre beslutninger. Det betyr at man må ha et større fokus på prediksjon og forebyggende analyse, ved å koble dagens metoder for kunstig intelligens med avansert beslutningsstøtte (og autonomi) basert på optimering, statistikk e.l., slik at vi tar i bruk hele verktøykassen.

**Utdanning:** Fremtidens elkraftingeniører bør i større grad få kunnskap og erfaring innenfor: IKT-løsninger, kommunikasjonsteknologi, maskinlæring og kunstig intelligens som en integrert del av utdanningen. Dette er viktig for å forstå muligheter og begrensninger av potensielle anvendelser og for å sikre en effektiv dialog med eksperter innenfor eksempelvis maskinlæring og kunstig intelligens.

**Forskning og utvikling:** Det norske fagmiljøet innen kunstig intelligens er fragmentert og må samle seg. Deretter må vi arbeide sammen med våre nordiske kolleger. Alene er hvert land for lite, sammen er vi sterke og kan ta en

internasjonal ledelse. Vi må satse på anvendt forskning (innen grunnforskning er det for sent å ta ledelse). Dette bør vi gjøre ved å bygge opp kompetansen kostnadseffektivt, anvende forskning innen kunstig intelligens og utnytte fysisk domenekunnskap til å sette de rette sensorer på korrekt plass, slik at vi har korrekt data i sanntid til algoritmene i kunstig intelligens systemene. I tillegg er det behov for ny kunnskap innen etikk og *talkbar - kunstig intelligens(TIK)*. Andre temaer er bruk av kunstig intelligens for bedre bærekraft og samt håndtering av cyberangrep.

### Eksempel på nettverk innen Kunstig Intelligens som er under oppbygging:

- Norwegian Artificial Intelligence Network for Europe (NAINE) som samler akademia mot samarbeid i Europa (<https://www.sintef.no/naine> )
- Norwegian Open AI Lab (NAIL) som samler industri innen Internet of Things og AI (<https://www.ntnu.edu/ailab> )
- Cluster for Applied AI (<https://www.smartinnovationnorway.com/aiklynge/> )
- NORA – The Norwegian Artificial Intelligence Research Consortium ([www.nora.ai](http://www.nora.ai))

**Virkemiddelapparat:** Det bør legges til rette for langsiktige programmer som kan samle industri, akademia og forskningsinstitutter for en fokusert felles innsats i skjæringen mellom domenekunnskap fra energisektoren og generisk kunnskap om kunstig intelligens og dataanalyse. Vi anbefaler at man bruker eksisterende sentre (SFI/FME) og andre store initiativer innen energisektoren til å identifisere muligheter innen kunstig intelligens. For å få kraft innen Norden bør man jobbe for å få frem avtaler mellom de nordiske parter (NFR, Vetenskapsrådet, TEKES etc.) med mål om store utlysninger som knytter sammen de nordiske forskningsmiljøene.

**Nettselskaper og kraftprodusenter:** Tilgjengeliggjøring av data som kan være egnet for dataanalyse gjennom åpne standarder. Avklare hva slags data som ikke er forretningskritisk og dermed kan inngå i felles datareservoar/økosystemer. Engasjement i nettverk innen kunstig intelligens. [se tekstboks om nettverk ovenfor].

**Departement/regjering:** Ved store offentlige innkjøp av hardware (vindkraftverk, turbiner, transformatorer etc.) bør utlysning utformes slik at data fra eksisterende sensorer er åpent tilgjengelige (gir valgfrihet til å velge analytics-leverandør).

**NVE:** Sørge for at regulering ikke er i veien for næringsutvikling basert på nytteverdien av kunstig intelligens, for eksempel i forhold nye aktører i energimarkedet, tariffregimer og lignende.

Videre følger en oppsummering av anbefalinger innen kunstig intelligens.





## Anbefalinger:

### **Samle miljøene innen kunstig intelligens i Norge:**

- Det norske miljøet innen kunstig intelligens er fragmentert og bør samle seg for å oppnå bedre arbeidsdeling. For å løse denne utfordringen bør finansierende myndigheter utvikle incentiver som stimulerer dette. Dette vil tjene energisektoren. Samtidig vil energisektoren kunne være en fødselshjelper for utviklingen av en tryggere og mindre fremmedgjørende KI, basert på norske samfunnsverdier og norsk FoU-kompetanse.

### **Virkemiddelapparatet:**

- Virkemiddelapparatet bør legges til rette for langsiktige programmer, som kan samle industri, akademia og forskningsinstitutter for en fokusert felles innsats, i tråd med dette som ble anbefalt i Digital21.

### **Nettselskapene og kraftprodusenter:**

- Nettselskapene og kraftprodusenter bør enes om felles løsninger som gjør utveksling av data enklere og avklare hva slags data som ikke er forretningskritisk og dermed kan inngå i felles data-reservoar/økosystemer.

### **Offentlig anskaffelser:**

- Ved store offentlige innkjøp av hardware bør anbud utformes slik at data fra eksisterende sensorer er åpent tilgjengelige.

## 6. Tingenes internett og sensorteknologi





Nye sensorer og tingenes internett vil gi et solid beslutningsunderlag, kunnskap om komponentenes fysiske tilstand og kraftflyten i nettet.

6.1     Sensorteknologi, muligheter og utfordringer

---

6.2     Anbefalinger om sensorteknologi og tingenes internett

---

## 6.1 Sensorteknologi, muligheter og utfordringer

Tilstanden til infrastrukturen som utgjør det nasjonale energisystemet, har stor innvirkning på evnen til å effektivt, sikkert og pålitelig produsere, distribuere og konsumere energi. *Bruk av sensorteknologi er en forutsetning for å kunne si noe om tilstanden til infrastrukturen i sanntid samt prognostisere utviklingen frem i tid.* Sensorene kobler sammen den fysiske verden med den digitale verden. Ved å benytte sensordataene vil det blant annet være mulig å optimalisere driften i energisystemet, planlegge og utføre et effektivt vedlikehold og få oversikt over trusler og sårbarheter i en beredskapssammenheng.

**Alle kraftlinjer har en temperaturgrense og netteierne drifter linjer konservativt for ikke å overskride grensene. Sensorer kan monteres direkte på eksisterende kraftlinjer og måle parametere som temperatur, vibrasjon, ising og linjenes helningsvinkel [sig]. Slike sensorer kan gi sanntidsinformasjon om status i linjene. Alternative kommunikasjonsløsninger finnes hvor data sendes til skyløsning for lagring eller hvor det settes opp egne basestasjoner. I Norge finnes det eksempler på at kraftlinjesensorer testes under reelle driftsbetingelser.**

Energisystemet består av både gammel og ny infrastruktur. Utviklere av sensorer må forvente ulike strategier for instrumentering av komponenter og infrastruktur hos energi- og nettselskaper samt andre relevante kunder. Sensorer er avhengig av løsninger for kommunikasjon, strømforsyning, robusthet og mulighet for administrasjon/vedlikehold, for å kunne levere pålitelige data.

En stor andel av kraftproduksjon og overføring av kraft foregår i dag i områder med begrenset kommunikasjonsinfrastruktur, noe som stiller særegne krav til kommunikasjonsløsninger, men også til autonom sensoroppførsel i tøffe omgivelser med betydelig evne til både energihøsting/ energieffektivitet, samt dataanalysekapasitet på selve sensornoden [kalt «edge computing»]. Dette stiller egne krav til systemløsninger for sensorer som kan skape grunnlag for norsk næringsutvikling.

**Moderne vindturbiner i nye vindparker er eksempler på industriell IoT/Tingenes internett i praksis hvor hver turbin gir fra seg flere tusen datapunkter fra ulike sensorer. En turbin kan bestå av mer enn 8000 komponenter. Det er mange typer elektriske og optiske sensorer i en turbin. Hensikten er å detektere, monitorere og kommunisere informasjon om parametere som avstand mellom to bevegelige deler, vibrasjonsnivåer, temperaturendringer, trykket og mekanisk belastning. I tillegg er det gjerne montert meteorologiske**

**sensorer i vindparker. Tilgjengeligheten på store vindturbiner er en utfordring, så sensorsystemene må kunne tåle at en eller flere sensorer feiler.**

**Ved inspeksjon av feil på kraftlinjer, hydroelektriske dammer eller vindkraftverk, kan man senke kostnaden ved manuell inspeksjon og vedlikehold, ved å bruke droner som en sensorplattform som bringer sensorene nærmere inspeksjonsstedet til en lavere kostnad. For å skalere dette vil man i stor grad måtte utvikle autonome droner.**

Nye trender som økt innslag av lokal kraftproduksjon og lokale energilagre, smarte nullutslipps-områder, elektrifisering av transport på land og til vanns, samt nye forbruksmønstre med stort innslag av effektkrevenne apparater, stiller nye krav til driften av energisystemet. Fleksibilitet i produksjon, nett og forbruk bør utnyttes best mulig for å unngå overinvesteringer i infrastruktur på lang sikt og for å sikre stabilitet i driften av kraftsystemet på kort sikt. Sensorer i alle stegene i verdikjeden [produksjon, overføring og forbruk] vil kunne bidra med data for en slik optimalisering.

Norge har en høy grad av forsyningssikkerhet i dag, og det er særdeles viktig at det bygges robusthet og sikkerhet inn i sensorsystemløsningene fra dag en slik at forsynings-sikkerheten ikke forringes.

## 6.2 Anbefalinger om sensorteknologi og tingenes internett

### Utviklere av sensorer/leverandørindustri:

Forskning og utvikling på sensorer i energisektoren bør møte de kravene som bransjen stiller til billige, pålitelige og energieffektive sensorer med fungerende kommunikasjonsløsninger tilpasset infrastrukturens beskaffenhet. Det bør være et betydelig fokus på verdi for energi-/nettselskaper og andre brukere i all instrumentering av energisystemet.

### OED og Forskningsrådet:

Næringsrettede programmer: For å øke verdiskapningen og antall arbeidsplasser i Norge, bør IoT/sensorteknologi få en høyere prioritet i de næringsrettede programmene som kobler leverandørindustri med kraftprodusenter, nettselskaper og byggsektor/sluttbrukere. Antall industri-drevne sensor-prosjekter bør opp. Forskningsrådet bør også se på mulighet for å etablere prosjekter som bidrar til akselerert utvikling ved at man trekker læring på tvers av industrisektorer. Sensorer brukt i andre sektorer [olje/gass, transport, maritim] som kan ha overføringsverdi til energisektoren og vice versa.

### **Forskningsrådet:**

Senter-virkemidler (långsiktig, strukturerende forskning): For å sikre at man måler de rette parameterne i sensor-systemene slik at disse produserer «smarte data», samt utnytter dataene til en optimalisering av energisystemene, vil det være viktig å koble domenekunnskap om fysikken i energisystemene med domenekunnskap om sensorer og digitalisering. Dette gjøres best ved å ha långsiktige virkemidler som gir rom for å koble flerfaglig kunnskap tettere.

### **Forskningsrådet – forskningsinfrastruktur:**

Nasjonale laboratorier som eksempelvis det nasjonale smart-grid laboratoriet og vannkraftlaboratoriet bør videreutvikles til et nivå som tar opp i seg state-of-the-art forskning på sensorteknologi. For å øke effektiviteten i forskningen og drive ned kostnadene i testing av sensorer, bør nasjonale laboratorier ha et godt utbygd system for fjern-tilgang. Det vil si at forskere kan ha tilgang til sensorer som utsettes for forsøk i laboratoriet fra en annen geografisk lokasjon. Leverandørindustrien bør også kunne benytte seg av «remote access» og involveres i utvikling av gode testprotokoller.

### **Virkemiddelapparatet:**

For å drive fram en industriell utvikling og verdiskaping basert på [stor]data, anbefaler vi at virkemiddelapparatet bør gå sammen og utlyse en eller flere storskala piloter som ligger relativt høyt på TRL skalaen [5-8]. Slike piloter bør ha tung industriforankring. Pilotene kan vinkles i flere retninger.

Et eksempel på en storskala pilot-utlysning kan ta utgangspunkt i IoT/cloud/edge computing hvor hensikten er å utnytte datastrømmen fra et stort antall distribuerte kilder (sentralt oppkoblede sensorer, avsidesliggende sensorer/data lagre/prosessering, IoT applikasjoner/infrastrukturer), og gjerne fra flere ledd i energisystemet (produksjon, overføring og bruk). Søknader om en slik pilot må løse hvordan datainnsamling fra et stort antall kilder skal foregå (kommunikasjon for innsamling, lagring, datahåndtering og interoperabilitet). En slik pilot også må kunne plassere ut nye sensorer og ikke kun basere seg på eksisterende kilder.

### **NVE/NCOM:**

Med mer kunnskap om hva som er mulig å måle med sensorer og hvordan man dermed kan utnytte ressursene i energisystemet sett under ett, vil det på sikt være viktig å sørge for gode næringsvennlige reguleringer av tilgjengeliggjøring av sensordata mellom ulike aktører i verdikjedene. Slike reguleringer kan være avgjørende for å skape en sterk leverandørindustri, som vil være viktig for den videre utviklingen av hele sektoren.

Videre følger en oppsummering av anbefalinger knyttet til tingenes internett og sensorteknologi.

## **Anbefalinger:**

### **Anbefalinger til virkemiddelapparatet:**

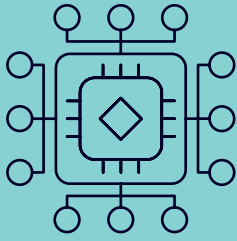
- Aktørene i virkemiddelapparatet bør gå sammen om og utlyse en eller flere storskala piloter som ligger relativt høyt på TRL skalaen [5-8] for å drive fram en industriell utvikling og verdiskaping basert på [stor]data.
- For å øke effektiviteten i forskningen og drive ned kostandene i testing av sensorer, bør nasjonale laboratorier ha et godt utbygd system for fjerntilgang til sensorer som utsettes for forsøk i laboratoriet fra en annen geografisk lokasjon.

### **Anbefalinger til NVE som regulerende energimyndighet:**

- Det bør utvikles mer næringsvennlige reguleringer for å gjøre tilgjengelig sensordata mellom ulike aktører i verdikjedene. Slike reguleringer kan være avgjørende for å skape en sterk leverandørindustri, som vil være viktig for den videre utviklingen av hele sektoren.

## 7. Autonome systemer





Autonome systemer er systemer som helt eller delvis kan operere selvstendig, med varierende grad av menneskelig inngripen. En viktig årsak til at autonomi er attraktivt, er at autonome systemer tilbyr en forretningsmodell hvor man får en høy grad av verdiøkende tjenesteyting fra systemet i seg selv.

## 7 Autonome systemer

Autonome systemer er den siste av de fire digitale muliggjørende teknologiene som er identifisert av Digital21 og som må prioriteres fremover, og hvor det derfor begrunnes en anbefaling om styrket og målrettet innsats. Som beskrevet i kap. 1.2 er disse fire områdene løftet frem etter en vurdering opp mot et sett med kriterier som styret i Digital21 utarbeidet. De tre første er prioritert fordi disse er generiske viktige områder som vil få stor betydning på tvers av nær sagt alle næringer og bransjer. Det fjerde, autonome systemer, er løftet frem spesielt som en følge av den sterke posisjonen på dette området innenfor maritim sektor. Dette er et område der det norske forskningsmiljøer og næringsliv er spesielt godt posisjonert for å ta ledende roller internasjonalt og der betydningen for norsk maritim sektor er betydelig.

Autonome systemer i form av selvkjørende biler eller autonome skip representerer autonomi på et høyt systemisk nivå med avanserte og komplekse beslutningskriterier og dataunderlag. Autonomi, i betydningen systemer som kan registrere, agere og korrigere, uten menneskelig inngripen kan også i noen sammenhenger omtales som automatikk, automatiske systemer eller selvregulerende systemer.

### 7.1 Autonomi i energisystemet

Autonomi, i betydningen automatisk, finner allerede sted i stor grad innenfor energisystemet, og dette vil øke. Dette gjelder både omfanget og graden av autonomi.

Økende kompleksitet og integrasjon av energibærere teknologier og systemer vil fordre økende grad av automatiserte systemer på styring, overvåking og drift for å opprett-

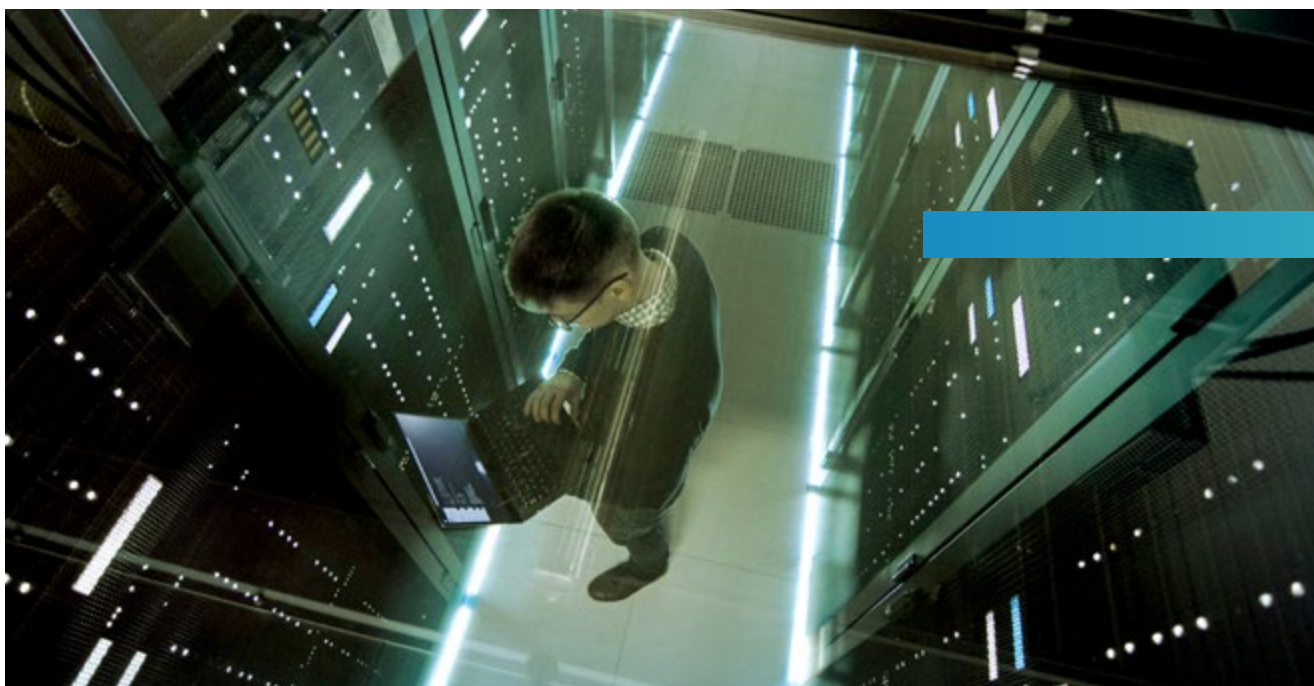
holde forsyningssikkerheten. Det er fortsatt en vei å gå for å nå et helt selvregulerende energisystem uten menneskelige operatører, men basert på eksisterende teknologier er det mulig å integrere enkeltløsninger i systemet.

Autonome energisystemer krever et digitalisert energisystem. *Kunnskaps- og teknologibehov som må dekkes for å digitalisere energisystemet har relevans for utvikling av autonome energisystemer. Digitalisering og autonomi har en tett kobling og må sees i sammenheng. Av sikkerhets-hensyn må også autonome energisystemer utstyres med moderne sensor-teknologi, så de automatisk kan utvikle en tolkbar modellbeskrivelse av hvilke variasjonsmønstre som er normale, og hvilke som skal utløse alarm.*

**Autonome energisystemer vil basere seg på avansert teknologi og vil kreve annen type kunnskap og kompetanse enn det som eksisterer og kreves i energisektoren i dag.**

Ny tilgang på data, stordata, bedre datakvalitet, IoT, nye grunnlag for algoritmer og utviklingen av kunstig intelligens vil fremover gi enda bedre grunnlag for økt autonomi i energisystemet. Anbefalingene knyttet til autonomi innenfor nettopp energisektoren handler derfor mest om å sørge for at de tre andre områdene utvikler seg og at kunnskapen integreres inn i utviklingen av løsninger for energisystemet.

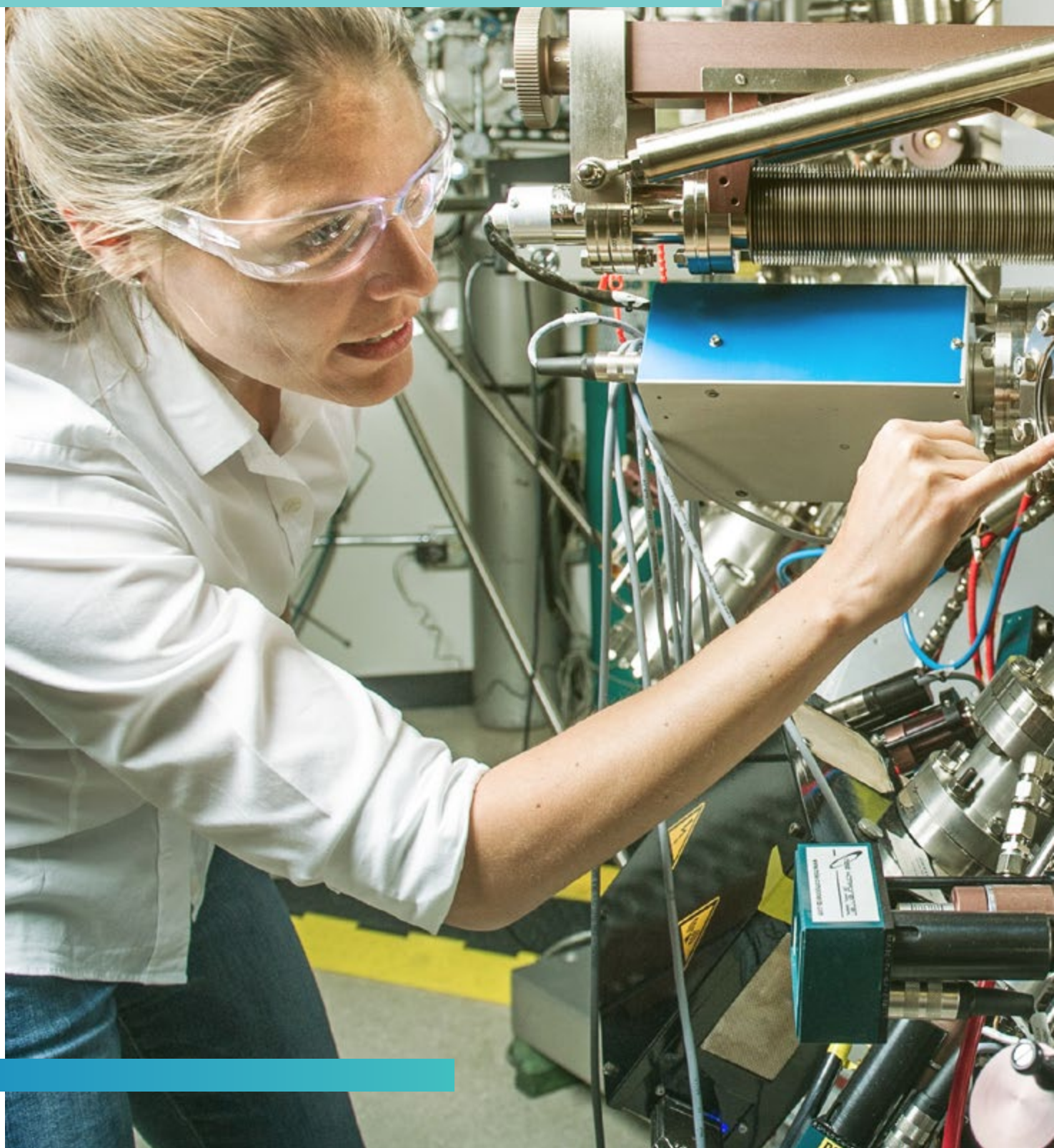
Som beskrevet tidligere er det viktig å sikre data som er en del av autonomes systemer, både under lagring og i transitt. Hvis data blir manipulert, vil viktige avgjørelser bygge på falske premisser, som igjen fører til gale avgjørelser. For autonome systemer er det helt avgjørende at digitale beslutninger baserer seg på riktig informasjon.







## 8. Digitale og energieffektive bygg





Digitaliseringen av samfunnet endrer bruksmønsteret av næringsbygg og offentlig bygningsmasse. Automatisert overvåking og styring av bygningenes energi- og effektbehov vil være viktig tiltak på veien mot et lavutslippssamfunn, et klimavennlig energisystem og utvikling av miljøvennlige smarte byer, tettsteder og samfunn.

- 8.1 Aktivt samspill mellom energisystemet og bygningene
- 8.2 Digitalisering en forutsetning for energieffektive og automatiserte bygg
- 8.3 Marked for digitale bygg teknologier- og løsninger
- 8.4 AMS og ny kunnskap –nødvendig for involvering av kundene
- 8.5 Anbefalinger om digitale og energieffektive bygg

## 8.1 Aktivt samspill mellom energisystemet og bygningene

Bygningene vil spille en mer aktiv rolle i energisystemet, både som energibruker, energiprodusent og fleksibilitetsressurs. Et viktig verktøy for å oppnå effektivt samspill mellom bygningene og energisystemet er digitalisering.

Det skjer en rask teknologisk utvikling innen smarte bygninger og utviklingen baserer seg i stor grad på digitale teknologier som blant annet IoT, sensorer, databehandling og maskinlæring, som muliggjør både energistyring i enkeltbygninger samt bedre samspill mellom bygninger og energisystemet for øvrig [Energi21 strategien].

**En viktig målsetting bør være å videreutvikle boligmassen til å bli mer digitalisert og automatisert slik at det etableres bedre data – og kunnskapsgrunnlag om:**

- Bygningenes – energi og effektbehov
- Bygningenes fremtidige energiforbruk og brukerbehov [kundebehov]
- Bygningenes potensiale for fleksibilitetsleveranser til energisystemet
- Effektivt samspill og integrasjon med energisystemet [infrastruktur, energilagring, energi/kraftutveksling]
- Adferd hos kundene/forbrukerne, de som eier og drifter bygningene
- Framtidig energiforbruk og brukerbehov [kundebehov]

## 8.2 Digitalisering en forutsetning for energieffektive og automatiserte bygg

Digitale teknologier og løsninger vil være en forutsetning for å få til energieffektive og automatiserte bygg. Med bakgrunn i forventet utvikling av fremtidens bygg, må bygningenes IT-systemer være skalerbare og sensorene må ha mulighet til å innhente flere opplysninger enn tidligere. Sensorer i bygg skal f.eks. kunne fange opp: *Energibruk, effektuttak, temperatur, luftkvalitet, tilstedeværelse og energiproduksjon.*

Standarder og veiledning rundt framtidens rettet og helhetlig investeringsplan for bygningsrelaterte digitaliserings-teknologier (design, planlegging, bygging og drift av bygget) vil få en økende betydning både i nybygg og oppgradering av datafangst i eksisterende bygg. Moderne mange-kanals sensorer [kameraer osv.] kan videreutvikles innenfor den norske utviklingen av «Internet of Intelligent Things» [IoT]. Det er også et behov for å organisere mer målrettet bruk av automasjon og data. De digitale systemene internt i bygningene må sees i sammenheng med digitale teknologier- og løsninger i energisystemet.

Samtidig med at nye regler og forskrifter for det meste retter seg mot energieffektivisering av nye bygg er

utskiftingstakten på den norske bygningsmassen på ca. 2 % årlig. Enkle og kostnadseffektive digitaliseringsløsninger for samspillet med eksisterende bygningsmasse og energisystemet må stå sentralt i FoU-arbeidet.

## 8.3 Marked for digitale bygg teknologier- og løsninger

Næringsbygg og privatmarkedet har per i dag ulike utfordringer. Privatmarkedet innen automatisering av bygninger er i dag i stor grad dominert av de store aktørene og leverandørene av forbrukerelektronikk. Fra Google, Apple og andre tilbys det rimelige styringssystemer og enkel tilgang til overvåking og styring av varme, husholdningsapparater og alarmfunksjoner. For næringsbygg er markedet langt mindre i antall aktører med ferdige hyllevareløsninger. Det er behov for kunnskap rundt standardisering av både kommunikasjon, hardware og løsninger som ivaretar cybersecurity.

Utviklingen av nye forretningsmodeller der nett, aggregator og energileverandør får tilgang til stadig mer data medfører helt nye muligheter både for privatkunder og næringsbygg. Utviklingen av forretningsmodeller på dette området har store økonomiske incentiver gjennom markedsandeler, og utviklingen av tekniske løsninger og produkter i privatmarkedet går i et raskt tempo. Behovet for å ta fram ny kunnskap ligger først og fremst innen kundenes utnyttelse av og respons på disse produktene [eks. endret forbrukeratferd, vilje til å gi fra seg data, forståelse av produktet og produktets trygghet]. For næringsbygg er den tekniske kompleksiteten høyere og en har ikke kommet like langt i å finne kostnadseffektive tekniske løsninger for datainnhenting og styring.

## 8.4 AMS og ny kunnskap –nødvendig for involvering av kundene

Utrulling av smarte strømmålere gir strømkunder nye muligheter til mer aktiv deltakelse og bedre innsikt i eget forbruk. Dette utgjør en viktig del av infrastrukturen for å fremme energibesparende og mer lønnsom forbrukeratferd. Ny tariffing vil være en sentral mekanisme for å påvirke **privatkunder** til å endre sin forbrukeratferd. Det er i tillegg vist til at andre atferdsvirkemidler også kan bidra til dette.

**VaasaETT (2014) fant at privatkunder kan redusere sitt årlige forbruk med 11 % ved å få informasjon om eget forbruk. Potensialet anslås å være desto større dersom privatkunder også benytter teknologiske løsninger.**

Det eksisterer imidlertid lite kunnskap om samspillet mellom de ulike virkemidlene, samt hvilken utforming feedback bør ha for å oppnå størst påvirkningseffekt. Når det gjelder **næringskunder** er det et betydelig kunnskapsnull både

nasjonalt og internasjonalt om hvordan man kan endre forbrukeratferd i næringsbygg da det enkelte individet som bruker bygget ikke har de samme økonomiske incentivene til å opptre energibesparende på f.eks. arbeidsplassen som det de har i eget hjem.

Det årlige forbruket til et enkelt kontorbygg anslås å være 235 kWh/m<sup>2</sup> der mesteparten av forbruket er knyttet til oppvarming [31 %] og elektrisitet til drift [31 %, inkl. bl.a. kontorutstyr, heis, serverrom, ladestasjoner til elbil] [NVE, 2016].

Det er mange rent tekniske, energibesparende grep man kan gjøre i næringsbygg. Samtidig er potensialet for energieffektivisering i næringsbygg trolig større ved smart styring i tråd med den faktiske bruken av bygget. Det er mange typer næringsbygg som kommer inn i bildet; småindustri, landbruk og andre bør inkluderes.

## 8.5 Anbefalinger om digitale og energieffektive bygg

Det kreves ny kunnskap både om den teknologiske infrastrukturen og hvordan denne kan utvikles ved hjelp av produkter som finnes tilgjengelig i markedet i dag, samt hvordan en enkelt organisasjon kan skape energieffektiviserende atferdsendringer og med hvilke effekter.

Kunnskapen hos både forbrukeren og byggeieren om energi- og effektbehov varierer. Kompetanse om det framtidige energisystemet og de effekter dette vil ha for de enkelte aktører når det gjelder økonomi i forbruk og

produksjon må styrkes.

For å oppnå ønskede effekter der bygg og energiforsyning er i effektivt samspill, bør Forskningsrådet tilrettelegge for forskning og utvikling av smarte driftsmodeller der drift, vedlikehold, modifikasjoner og sanering av bygg ses i sammenheng med det framtidige energisystemet. Dette er aktuelt både for eksisterende bygg og livssyklus til nyere bygg.

Det bør etableres nasjonale programmer og arenaer for systematisk kartlegging, utprøving og evaluering av nye og endrede former for styring av effekt- og energieffektive bygg tilpasset framtidige bruksmønstre.

Økt digitalisering og smart styring av bygg gir muligheter for energi og nettselskaper til å samarbeide med eieren (byggeieren) om utnyttelse av bygningsdata. NFR bør tilpasse utlysningstekstene til forsknings- og innovasjonsprosjektene slik at de motiverer energi- og nettselskaper til økt satsing på fornyelse av arbeidsprosesser, arbeidsformer, kompetansetilpasning og organisasjonsutvikling for å sikre utvikling av dataanalyse fra større deler av energisystemet. I tillegg bør utlysninger rettes mot anvendt forskning som inkluderer sluttbrukere og mer grunnleggende forskning rundt de mekanismer som skal til for at sluttbruker faktisk vil ta del i de framtidige markedene som kommer til å få en innvirkning.

Det anbefales å vektlegge sterk involvering av sluttbrukerne/kundene i prosjektene.

Samtidig er det viktig at de de nasjonale programmene og forsknings- og innovasjonsaktivitetene ses i sammenheng med tilsvarende initiativer i EU, spesielt Horizon2020/HorisontEuropa på dette feltet.

Videre følger en oppsummering av anbefalinger knyttet til digitale- og energieffektive bygg.





## Anbefalinger:

### Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer:

- ♦ **Fremtidens bygg med effektiv og fleksibel styring og drift – med brukerbehov i sentrum.**
  - ♦ Tilrettelegging av fremtidens bygg på en fleksibel nok måte til både å håndtere nye, kanskje ukjente brukerbehov og en god effekt- og energistyring.
- ♦ **Datafangst og datanalyse til dynamisk styring av bygg.**
  - ♦ Hvordan virksomheter skal utnytte datafangst i dynamisk styring av bygg.
  - ♦ Mekanismer og egenskaper som beskriver fremtidig datamarked for bygg.
  - ♦ Infrastruktur for datainnsamling og deling av data.
- ♦ **Kunnskapsheving hos fremtidens energikunder (sluttbrukere). Kunde i fremtidens energisystem - hvordan forstå mekanismene i energimarkedene.**
  - ♦ Hvordan og i hvilken grad sluttbruker av effekt og energi trenger å forstå og agere på de framtidige energimarkedsmekanismene.
- ♦ **Stordatahåndtering og skytjenester i bygninger og smarte byer.**
  - ♦ Bygningsdatastrukturer med tilhørende verktøy og en kunnskapsbase som tilbyr relevante data.

### Anbefalinger til OED, Forskningsrådet og

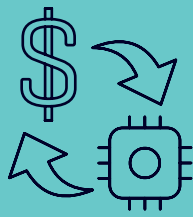
#### Enova om sentrale tiltak:

- ♦ Det bør iverksettes test- og demonstrasjonsprosjekter for utprøving og evaluering av nye og endrede former for digital styring av effekt- og energieffektive bygg tilpasset framtidige bruksområder.

## 9. Forretningsutvikling innen digitalisering av energisektoren







For å utnytte forretningsmulighetene digitalisering gir i energisektoren er det behov for å justere både kultur, kompetanse og risikovilje i energiselskapene.

---

9.1 Risikovilje og innovasjonskompetanse

---

9.2 Mulighetsbildet innen digital forretningsutvikling

---

9.3 Anbefalinger om digital forretningsutvikling

---

## 9 Forretningsutvikling innen digitalisering av energisektoren

Med energisektoren mener vi energi- og kraftprodusenter, nettselskap, markedsselskaper som selger energi og energibrukere. Vi har prioritert å gjøre vurderinger rundt forretningsutvikling i grensesnittet mot markedet/kundene og kommersialisering av energirelatert teknologi og tjenester.

### 9.1 Risikovilje og innovasjonskompetanse

De fleste energiselskap i Norge har mye kapital og fungerer som tradisjonelle driftsselskaper med eiere som forventer langsiktig og høy avkastning. Organisasjonene og styrene bærer preg av liten risikovilje, svak innovasjonskompetanse og -kultur. Den digitale teknologiutviklingen går raskt, forretningsmodeller endrer seg, nye og globale aktører kommer på banen og konkurransesituasjonen er stadig i endring.

For å utnytte forretningsmulighetene innen digitalisering er det behov for å justere både kultur, kompetanse og risikovilje i energiselskapene. Det digitale landskapet er komplekst, og det kan være utfordrende å identifisere hvilken type digitalkompetanse selskapet har behov for. Dette kan innebære at man både ansetter og leier inn feil kompetanse. Digital kompetanse er ettertraktet og kan både være krevende og kostbart å rekruttere.

Hvis virksomhetene skal være et naturlig sted for å drive innovasjon, er det viktig å få etablert gode rammebetingelser og handlingsrom som fremmer innovasjon og digital forretningstankgang. En spisset digital forretningsutviklingsstrategi kan være lønnsom og et steg på veien.

### 9.2 Mulighetsbildet innen digital forretningsutvikling

Kraftomsetning har i mange år vært fragmentert med mange ulike aktører i bransjen. Det har vært fokus på tradisjonelle forretningsmodeller ved å selge et «strøm-produkt» som har hatt relativt liten interesse for kunden/markedet (lav pris på strøm i Norge i dag). Betalingsviljen for produktet strøm har heller ikke vært høy. Forretningsutvikling innen energitjenester og digitalisering har lyktes så langt bedre i Europa enn i Norge. Det skyldes flere forhold. Det europeiske energimarkedet er ulikt energimarkedet i Norge når det gjelder størrelse og teknologimix. I tillegg er det andre drivere knyttet til prisvariasjoner og behov for fleksibilitetsmarked. Det har vært et større behov for å utvikle teknologi og tjenester som integrerer kundene mer i systemdriften for å bedre kapasitetsutnyttelse langs hele verdikjeden til energisystemet. I tillegg er høye energipriser en

motivasjonsfaktor for kundene til å vurdere tjenester som bidrar til å redusere energi- og effektforbruket.

Mulighetsbildet innen digital forretningsutvikling er stort, og ting tar tid. Mange selskaper er på «opsjonstankgang» med prøving og testing internt uten å ha det travelt. Det kan virke som om det er mer fokus på forskning og utvikling enn kommersialisering av nye digitale tjenester.

Risikoaversjon, manglende kompetanse og dertil innovasjonskultur kombinert med rigide regelverk og rask teknologisk utvikling, gjør forretningsutvikling og kommersialisering ekstra krevende. Men energisektoren angår både avansert teknologi og mange menneskers privatliv. Digitaliseringen av energisektoren kan fungere som fødselshjelper for en generell utvikling av en kultur i tråd med norske samfunnsverdier.

### 9.3 Anbefalinger om digital forretningsutvikling

Energibransjen bør samarbeide både seg imellom og med andre innovative selskaper utenfor energisektoren. Mindre dynamiske start-up selskaper har innovasjonskompetanse og det kan være verdifullt å knytte til seg disse som partnere. I tillegg er det gunstig å se til store internasjonale industribedrifter som har lyktes innen innovativ forretningsutvikling. Samarbeid og øko-system for innovasjon er nødvendig for digital forretningsutvikling. I tillegg er det viktig at selskapene har et realistisk bilde av hvilke forretningsmuligheter som er aktuelle ut fra potensialet i organisasjonen og tilgjengelige ressurser.

En mulig løsning for energiselskapene kan være å skille ut innovasjonsarbeidet i eget selskap. Det kan oppleves enklere å bygge innovasjonskultur i et mindre selskap og rekruttere riktig kompetanse og profiler for å lykkes. I tillegg kan det være enklere å teste ut nye forretningsmodeller og konsepter i et mindre og dynamisk selskap.

Videre følger en oppsummering av anbefalte tiltak for å oppnå digital forretningsutvikling i energisektoren.



Foto: Statkraft | Tokke løpehjul

## Anbefalinger:

### **Kultur, kompetanse og risikovilje:**

- For å utnytte forretningsmulighetene innen digitalisering er det behov for å justere både kultur, kompetanse og risikovilje i energiselskapene.

### **Spisset digital forretningsutviklingsstrategi:**

- I stedet for å satse bredt vil det kunne være mer lønnsomt å satse på et spisset forretningskonsept.

### **Rammebetingelser for digital innovasjon:**

- Gode rammebetingelser og handlingsrom som fremmer innovasjon og digital forretningstankegang. Dette omfatter både ekstern regulering og interne retningslinjer.

### **Samarbeid på tvers og med mindre selskaper som har innovasjonskompetanse:**

- Samarbeid og øko-system for innovasjon er viktig momenter for digital forretningsutvikling. Det kan være lønnsomt for større energibedrifter å samarbeide med mindre oppstartsbedrifter med innovasjonskompetanse.

# 10. Effektive virkemidler for digitalisering av energisektoren





Forsknings- og innovasjonsprosjekter innen digitalisering bør bidra til effektiv produksjon av resultater, og gi aktørene mulighet til å posisjonere seg i nye markeder som vokser raskt.

## 10.1 Virkemidler som speiler den digitale utviklingen

---

### 10.1.1 Strategisk kompetansebygging innen digitalisering

---

### 10.1.2 Virkemidler som understøtter en rask utvikling

---

## 10.2 Dynamiske virkemidler

---

## 10.3 Standardisering og tilgjengelige data

---

## 10.4 Anbefalinger om effektive virkemidler for digitalisering

---

## 10.1 Virkemidler som spiller den digitale utviklingen

### 10.1.1 Strategisk kompetansebygging innen digitalisering

Digitaliseringen i energisektoren, fordrer høy grad av kunnskapsutvikling, utvikling av ny teknologi og nye løsninger. Akademia og forskningsinstituttene er viktige aktører for å sikre utvikling av ny og relevant kunnskap. *Næringslivet har også et betydelig ansvar for sikre at de selv er posisjonert for de utfordringene som digitaliseringen gir og kan utnytte mulighetene.* Det norske virkemiddelapparatet har en god portefølje av instrumenter og virkemidler som kan bidra til dette.

Forskningsrådet er satt opp med gode virkemidler rettet både mot næringslivet, akademia og instituttene. De viktigste er:

- KSP – Kompetanse- og SamarbeidsProsjekter for næringslivet.
- FP – Forskerprosjekter
- IPN – InnovasjonsProsjekter for Næringslivet
- SFI – Senter for Innovasjonsdrevet Forskning
- SFF – Senter for Fremdragende Forskning
- FME – Forskningssentra for Miljøvennlig Energi

Denne virkemiddelporteføljen dekker i utgangspunktet de fleste type prosjekter som må gjennomføres for å sikre kompetanseutviklingen, både for næringslivet, for instituttene og for akademia.

Disse instrumentene må utnyttes og tilføres tilstrekkelig med midler gjennom de aktuelle forsknings- og

innovasjonsprogrammene.

I tillegg har Digital21 påpekt betydningen av målrettet forskningsinnsats som kan bygge gode norske landslag innenfor de sentrale muliggjørende digitale teknologiområdene og som reduserer barrierene for SMB<sup>5</sup> bedrifter for å delta. I anbefalingene for Digital21 beskrives derfor FND<sup>6</sup> Forskningscentre for næringsrettet digitalisering. Disse ble foreslått med kriteriesett som skal møte nettopp dette. Videre følger en beskrivelse av den anbefalte FND ordningen.

#### FND - Forskningscenter for næringsrettet digitalisering

##### Forskningscenter for næringsrettet digitalisering (FND-er) – innretning og kriterier

Forskningscenterne bør ta utgangspunkt i SFI-modellen eller FME-modellen, men med noen forslag til endringer, blant annet basert på evalueringen av SFI-modellen.

For FND-ene anbefaler ekspertgruppen for FoU i Digital21 at disse faktorene legges til grunn ved utarbeidelse av tildelingskriterier:

- Spesiell tilrettelegging for å redusere terskelen for deltakelse for SMB-er
- Mindre eksklusivitet – mer åpenhet
- Krav om næringslivspartnerne fra mer enn én næring
- Evne til tværfaglighet, samarbeid og koordinering mellom sentrene
- Cybersikkerhet ivaretas som et integrert element
- Spesiell tilretteleggelse for «å spinne» av anvendelser i korte «sprinter»
- Mulighet for gjestedeltakelse over kortere perioder fra enkeltbedrifter

### 10.1.2 Virkemidler som understøtter en rask utvikling

Den digitale utviklingen vil kreve utvidelse av eksisterende virkemiddelportefølje. Nye muligheter skapes ved at de digitale muliggjørende teknologiene utvikles og tas i bruk – og denne teknologiutviklingen går raskt. Det betyr at forsknings- og innovasjonsprosjektene som skal reflektere dette *også* må kunne gjennomføres raskt for at aktørene skal være i posisjon og resultatene fra prosjektene skal ha relevans.

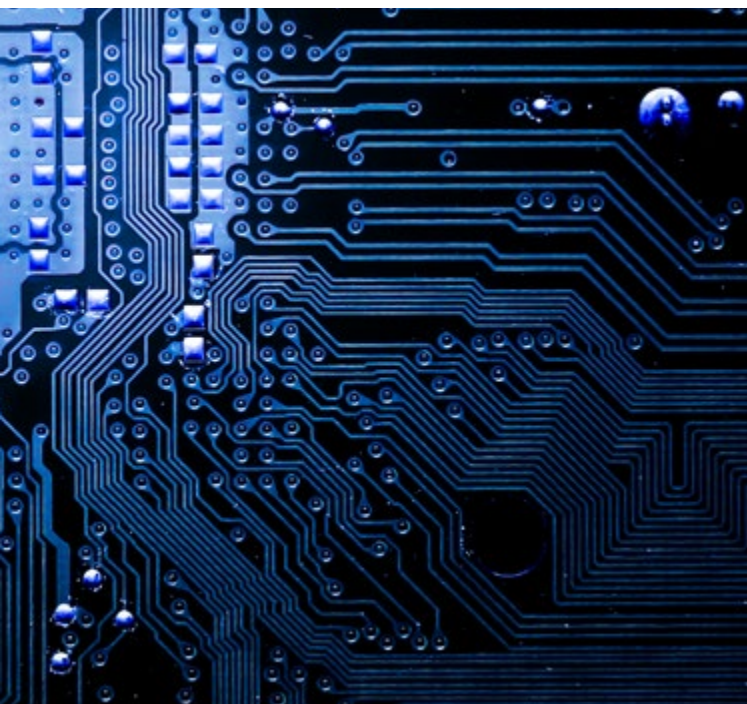
Et annet generelt trekk er at utviklingen på disse områdene (stordatahåndtering, kunstig intelligens, IoT, osv.) foregår gjennom agile utviklingsprosesser, og sjelden gjennom en lang planlagt forskningsaktivitet som går over flere år. Virkemidlene Forskningsrådet har i dag for å sikre samarbeid mellom næringslivet og akademia er enten langvarige eller forpliktende. Dette er viktige virkemidler for å sikre en lang-siktig og kontinuerlig relevant kompetanseutvikling. Dette må fortsette.

Virkemidlene som er rettet mot næringslivet (IPN) preges imidlertid også av at de i noe grad er tilpasset

<sup>5</sup> SMB-Små Mellomstore Bedrifter

<sup>6</sup> FND- Forskningscenter for Næringsrettet Digitalisering [satsingsforslag fra Digital21]

<sup>7</sup> FME – Forskningscenter for miljøvennlig energi



akademias behov, forutsigbarhet, forventning om to til fire års varighet, med søknadsfrist en gang året. Hvis virkemiddelapparatet skal klare å støtte opp under næringslivets behov gitt den endringstakten som digitaliseringen muliggjør, må det i tillegg finnes finansierings- og støttemekanismer som reflekterer dette behovet; *høyt tempo og raske sprinter*.

## 10.2 Dynamiske virkemidler

Ingen vet eksakt hvordan energisystemet ser ut om 10 – 20 – 30 år, men noen utviklingstrekk er tydelige og vil med stor sannsynlighet realiseres. Det betyr at vi må *legge til rette for at både nye og eksisterende aktører som utfordrer og videreutvikler dagens energisystem også er med og legger premissene for forskningen*. På den måten utvikler vi kunnskap som kan understøtte nye løsninger og effektiv utvikling av systemet og unngå konservering. Det betyr at hensynet til eksisterende infrastruktur, offentlige instanser og næringsaktører ikke må over-vektes i forhold til ny innovasjon, nye teknologier, og nye forretningsmodeller.

## 10.3 Standardisering og tilgjengelige data

Innsamling og deling av data er et premiss for å ta ut gevinster og realisere nye muligheter som digitaliseringen gir. Dette omfatter mange typer data. Men, for å kunne deles og brukes må de være tilgjengelige og de må være av høy nok kvalitet. Grunnmursarbeidet for mye av digitaliseringen i sektoren er derfor at selskapene tar kontroll over egne data, kvalitetssikrer og enes om formater og gjør disse tilgjengelige.

Deling av data er nøkkelen til å realisere potensialene som digitaliseringen fører med seg i energisektoren. Det er et stort behov systemer for standardisering av data, der disse kan hentes ut og brukes med åpne API<sup>8</sup>-er. Denne standardiseringen er avgjørende for mer effektiv utvikling og drift av kraftsystemet. Men, tilgang til nøkkeldata i nettet er også avgjørende for nye aktører som skal levere tjenester inn i sektoren.

Grenseflatene som nye aktører møter når de retter henvendelser til nettselskapene bør standardiseres, og eller helst gjøres slik at de fleste data kan hentes ut med et API, for eksempel tekniske spesifikasjoner i et gitt punkt [kortslutningsstrøm hovedsikring i et bygg el.l.] i nettet der det planlegges installasjon av solcelleanlegg. Dette effektiviserer installatørens installasjonstid, leverandørens behandlingstid og nettselskapenes behandlingstid.

Med dette bakteppet fremmes følgende anbefalinger.

## 10.4 Anbefalinger om effektive virkemidler for digitalisering

Videre følger en oppsummering av anbefalte tiltak om effektive virkemidler for digitalisering i energisektoren.

<sup>8</sup> API - Et programmeringsgrensesnitt, kjent på engelsk som application programming interface (API), er et grensesnitt i en programvare som gjør at spesifikke deler av denne kan aktiveres («kjøres») fra en annen programvare.

## Anbefalinger:

### Anbefalinger til virkemiddelapparatet:

- Etablering av et nytt og mer agilt (smidig) virkemiddel som reflekter det kravet til tempo som digitaliseringen fordrer; 6-18 mnd. perspektiv.
- Tilrettelegge enda bedre for prosjekter mellom forskningsinstitusjonene og mindre bedrifter / oppstartsbedrifter gjennom mer effektive rapporteringskrav, raskere og hyppigere muligheter for endringer i pågående prosjekter samt lavere krav til kontantbidrag fra næringslivet.
- Iverksette målrettede satsinger med lang tidshorisont for å styrke forskning, kompetanseutvikling, relevansstyring og arbeidsdeling på de de fire strategisk viktige områdene Stordata, KI, IoT og Autonome systemer, slik at man kan møte behovene avdekket i Digital21. Disse var tenkt dekket med virkemiddelet FND – Forskningssentra for Næringsrettet Digitalisering.

### Anbefalinger til NVE og nettselskapene:

- En forsterkning av arbeidet med å standardisere og tilgjengeliggjøre nettdata for å fremme nye løsninger, høyere effektivitet og bedre kvalitet.
- Tilpasse nettreguleringen slike at private og mer innovative aktører kan utvikle fremtidens distribuerte nett.

# 11. Oppsummering av anbefalinger







- 11.1 Kompetanseutvikling og utdanning
- 11.2 Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer
- 11.3 Anbefalinger om forretningsutvikling innen digitalisering
- 11.4 Anbefalinger om virkemidler for forskning og innovasjon.

## 11.1 Kompetanseutvikling og utdanning

### Digitalt kompetanseløft for energisektoren

#### Evaluering av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren:

- Det er behov for en gjennomgang av landets eksisterende utdanningstilbud innen digitalisering av energisektoren, for å identifisere områder som krever forsterkning (fagprofil og satsing).

#### Samarbeid mellom energibransjen og utdanningsmiljøene:

- Energibransjen bør vise engasjement og samarbeide med høyskolene og universitetene om utdanningstilbudene innen digitalisering og maskinlæring for energisystemene. Dette vil sikre rekruttering av kunnskapsressurser for fremtidens digitale- og integrerte energisystem.

#### Innsatsen må styrkes på følgende sentrale forsknings- og innovasjonstemaer:

- Digital verdiskapende organisasjonsstruktur og organisasjonskultur for effektiv drift i fremtidens digitale energisystem og markeder.
- Verdiskapende ledelse, organisering og samhandling i digitale virksomheter.
- Grunnleggende organisatoriske mekanismer [i virksomhetene] for å kunne utnytte verdien fra digitaliseringen.

#### Tiltak:

- Det må etableres nasjonale programmer og arenaer for systematisk kartlegging, utprøving og evaluering av nye og endrede former for ledelse, organisering, samhandling og kompetansebygging som muliggjøres via de nye digitale teknologiene.
- Forskningsrådet må sikre at utlysninger rettes mot anvendt forskning for å stimulere energi- og nettselskaper til en raskere etablering av analysekapabilitet. Analysekapabilitet som tilrettelegger for økt bruk av data til beslutning på alle nivåer av virksomhetene.

## 11.2 Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer

### Stordatahåndtering og Cybersikkerhet

#### Anbefalinger til Forskningsrådet:

- Utlysninger på de næringsrettede energiprogrammene bør innrettes mot cyberforsvar og selvforsvarende egenskaper i kraftsystemet.
- For å mobilisere prosjekter med sikte på å få til raskere læring mellom sektorer, bør det stimuleres til deltagelse fra virksomheter i andre sektorer i slike prosjekter. Dette kan gjøres til et krav for deler av en utlysning.
- Det bør mobiliseres for flerfaglige forskningsprosjekter som involverer både mennesker, organisasjoner og teknologi der det fokuseres på sikkerhet.

#### Anbefalinger til KraftCert/NVE/NKOM:

- Det anbefales at det i samarbeid med Nasjonal Sikkerhetsmyndighet (NSM) utarbeides en kort rapport årlig som gir en orientering om trusler rettet mot kraftindustrien samt sårbarheter og håndtering av risiko.
- Det anbefales å forbedre informasjonsflyten fra det offentlige til privat næringsliv om sikkerhetshendelser for å avverge ondsinnede angrep.

#### Anbefalinger til leverandører, energi- og nettselskaper:

- Nettselskapene bør fortsette arbeidet med å etablere en felles informasjonsmodell for bransjen som muliggjør datautveksling mellom aktørene og digital samhandling.
- Det bør stilles krav om at sensordata leveres på et åpent og sikkert dataformat.

### Kunstig intelligens

#### Samle miljøene innen kunstig intelligens i Norge:

- Det norske miljøet innen kunstig intelligens er fragmentert og bør samle seg og koordinere seg strategisk for å oppnå bedre arbeidsdeling. For å løse denne utfordringen bør finansierende myndigheter utvikle incentiver som stimulerer dette.

#### Virkemiddelapparatet:

- Virkemiddelapparatet bør legges til rette for langsiktige programmer, som kan samle industri, akademia og forskningsinstitutter for en fokusert felles innsats, i tråd med dette som ble anbefalt i Digital21.

### **Nettselskapene og kraftprodusenter:**

- Nettselskapene og kraftprodusenter bør enes om felles løsninger som gjør utveksling av data enklere og avklare hva slags data som ikke er forretningskritisk og dermed kan inngå i felles data reservoar/ økosystemer.

### **Offentlig anskaffelser:**

- Ved store offentlige hardware innkjøp (vindkraftverk, turbiner, transformatorer etc.) bør anbud utformes slik at data fra eksisterende sensorer er åpent tilgjengelige.

## **Tingenes internett og sensorteknologi**

### **Anbefalinger til virkemiddelapparatet:**

- Aktørene i virkemiddelapparatet bør gå sammen og utlyse en eller flere storskala piloter som ligger relativt høyt på TRL skalaen [5-8] for å drive fram en industriell utvikling og verdiskaping basert på [stor]data.
- For å øke effektiviteten i forskningen og drive ned kostandene i testing av sensorer, bør nasjonale laboratorier ha et godt utbygd system for fjerntilgang til sensorer som utsettes for forsøk i laboratoriet fra en annen geografisk lokasjon.

### **Anbefalinger til NVE som regulerende energimyndighet:**

- Det bør utvikles mer næringsvennlige reguleringer for å gjøre tilgjengelig sensordata mellom ulike aktører i verdikjedene. Slike reguleringer kan være avgjørende for å skape en sterk leverandørindustri, som vil være viktig for den videre utviklingen av hele sektoren.

## **Autonome systemer**

### **Anbefalinger til virkemiddelapparatet:**

- Temaet autonomi integreres i forsknings- og innovasjonsinnsatsen rettet mot digitalisering av energisystemet.

### **Anbefalinger til kraft- og nettselskaper:**

- Autonomi integreres som en del av virksomhetenes strategier for overvåking, drift og vedlikehold av kraftsystemet.

### **Anbefalinger til forsknings- og utdanningsmiljøene:**

- Autonomi integreres i fagkombinasjonen til energirelatert utdanning på universiteter, høyskoler og yrkesskoler.

## **Digitale og energieffektive bygg**

### **Sentrale forsknings- og innovasjonstemaer:**

#### **♦ Fremtidens bygg med effektiv og fleksibel styring og drift – med brukerbehov i sentrum**

- Tilrettelegging av fremtidens bygg på en fleksibel nok måte til både å håndtere nye, kanskje ukjente brukerbehov og en god effekt og energistyring.

#### **♦ Datafangst og datanalyse til dynamisk styring av bygg.**

- Hvordan virksomheter skal utnytte datafangst i dynamisk styring av bygg.
- Mekanismer og egenskaper som beskriver fremtidig datamarked for bygg.
- Infrastruktur for datainnsamling og deling av data.

#### **♦ Opplæringspakke for fremtidens energikunder [sluttbrukere]. Kunde i fremtidens energisystem –hvordan forstå mekanismene i energimarkedene.**

- Hvordan og i hvilken grad sluttbruker av effekt og energi skal utdannes til å forstå de framtidige energimarkedsmekanismene.

#### **♦ Stordatahåndtering og skytjenester i bygninger og smarte byer.**

- Bygningsdatastrukturer med tilhørende verktøy og en kunnskapsbase som tilbyr stordata.

### **Anbefalinger til OED, Forskningsrådet og Enova om sentrale tiltak:**

- Det bør iverksettes test- og demonstrasjonsprosjekter for utprøving og evaluering av nye og endrede former for digital styring av effekt- og energieffektive bygg tilpasset framtidige.

### 11.3 Anbefalinger om forretningsutvikling innen digitalisering

#### Kultur, kompetanse og risikovilje:

- For å utnytte forretningsmulighetene innen digitalisering er det behov for å justere både kultur, kompetanse og risikovilje i energiselskapene.

#### Spisset digital forretningsutviklingsstrategi:

- I stedet for å satse bredt vil det med stor sannsynlighet være mer lønnsomt å satse på et spisset forretningskonsept.

#### Rammebetingelser for digital innovasjon:

- Gode rammebetingelser og handlingsrom som fremmer innovasjon og digital forretningstankegang. Dette omfatter både ekstern regulering og interne.

#### Samarbeid på tvers og med mindre selskaper som har innovasjonskompetanse:

- Samarbeid og øko-system for innovasjon er viktig momenter for digital forretningsutvikling. Det kan være lønnsomt for større energibedrifter å samarbeide med mindre oppstarts-bedrifter med innovasjonskompetanse.

### 11.4 Anbefalinger om virkemidler for forskning og innovasjon.

#### Anbefalinger til virkemiddelapparatet:

- Etablering av et nytt og mer agilt (smidig) virkemiddel som reflekter det kravet til tempo som digitaliseringen fordrer; 6-18 mnd. perspektiv.
- Tilrettelegge enda bedre for å tilrettelegge for prosjekter mellom forskningsinstitusjonene og mindre bedrifter / oppstartsbedrifter gjennom mer effektive rapporteringskrav, raskere og hyppigere muligheter for endringer i pågående prosjekter samt lavere krav til kontantbidrag fra næringslivet.
- Iverksette målrettede satsinger med lang tidshorison for å styrke forskning, kompetanseutvikling, relevansstyring og arbeidsdeling på de fire strategisk viktige områdene Stordata, KI, IoT og Autonome systemer, slik at man kan møte behovene avdekket i Digital21. Disse var tenkt dekket med virkemiddelet FND – Forskningscentra for Næringsrettet Digitalisering.

#### Anbefalinger til NVE og nettselskapene:

- En forsterkning av arbeidet med å standardisere nettdata for å fremme nye løsninger, høyere effektivitet og bedre kvalitet.
- Tilpasse nettreguleringen slike at private og mer innovative aktører kan utvikle fremtidens distribuerte nett.







**ENERGI21**  
PB 564  
1327 Lysaker  
[www.energi21.no](http://www.energi21.no)

**Utgiver**  
Energi21  
Direktør Lene Mostue  
Telefon: +47 416 39 001  
[lm@rcn.no](mailto:lm@rcn.no)

**Hovedforfattere og redaktører**  
Lene Mostue, Energi21  
Trond Moengen, Digital21

**Design**  
TANK Design

**Trykk**  
07 Gruppen  
Oslo, april 2020

ISBN: 978-82-12-03839-4 (TRYKK)  
ISBN: 978-82-12-03838-7 (PDF)