

FRA SÅRBARHET TIL ROBUSTHET I ET ALVORLIG TRUSSELBILDE

**– ET NASJONALT LØFT FOR
ENERGISIKKERHET GJENNOM
FORSKNING, UTVIKLING OG
INNOVASJON.**

Energi2050
Besøksadresse: Drammensveien 288
Postboks 564
1327 Lysaker

Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01

sekretariat@energi2050.forskningsradet.no
<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Publikasjonen kan lastes ned fra
<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Design: Energi2050
Forfattere: Ekspertgruppe på Energisikkerhet
etablert av Energi2050 Styret.
Redaktører:
Lene Mostue, Energi2050
Håkon Taule, THEMA Consulting

ISBN 978-82-12-04253-7

Ekspertgruppens **HOVEDANBEFALINGER**

Rapporten er utarbeidet etter mandat fra Energi2050.

Ekspertgruppens hovedanbefalinger

Fra sårbarhet til robusthet i et alvorlig trusselbilde – et nasjonalt løft for energisikkerhet gjennom forskning, utvikling og innovasjon.

Norge trenger et nasjonalt løft for forskning, utvikling og innovasjon innen energisikkerhet. Behovet er både akutt og langsiktig. Satsingen bør omfatte alle faser av innovasjonsprosessen, fra forskning og utvikling til testing, markedsintroduksjon og utbredt anvendelse.

Et kunnskapsløft gir ikke økt energisikkerhet i seg selv, men er avgjørende for å gi beslutningstakere et bedre grunnlag for å handle, samtidig som det skaper ny kunnskap og nye løsninger som styrker energisystemets robusthet og motstandskraft.

En slik satsing må kombinere kortsiktige tiltak som styrker evnen til å håndtere dagens trussel- og risikobilde, med langsiktige investeringer i kunnskapsutvikling og teknologiutvikling. Geopolitiske endringer, klimaendringer og en rask omstilling av energisystemet gjør at behovet for slik innsats er akselererende og vil vedvare i mange år fremover.

For å styrke energisikkerheten i et stadig mer komplekst trussel- og risikobilde, anbefaler ekspertgruppen følgende:

Etablere et nasjonalt forsknings- og innovasjonsløft for energisikkerhet

Det bør etableres en langsiktig og tverrdepartemental satsing på energisikkerhet som et eget strategisk forsknings- og innovasjonsområde fram mot år 2050. Satsingen bør komme i tillegg til dagens forskningsinnsats på energiområdet, og organiseres slik at teknologiske, økonomiske, samfunnsmessige og sikkerhetspolitiske problemstillinger ses i sammenheng. Energisikkerhet er i økende grad et systemspørsmål som berører samspillet mellom energi- og digitalinfrastruktur, forsyningskjeder, markeder, samfunnet og geopolitikk. Insentiver og virkemidler må derfor fremme tverrfaglig og sektorovergripende innsats. Satsingen bør omfatte alle faser av innovasjonsprosessen, fra forskning og utvikling til testing, markedsintroduksjon og utbredt anvendelse.

Ekspertgruppen anbefaler å

1. Styrke forsknings- og innovasjonsinnsatsen mot øvre del av krisespekteret

Forsknings- og innovasjonsinnsatsen på energiområdet må i større grad rettes mot øvre del av krisespekteret (inkludert hybride trusler, sabotasje, cyberangrep og væpnet konflikt). Det er viktig at forsknings- og innovasjonsinnsatsen rettes mot hele beredskapssyklusen, dvs. kartlegging av risiko og sårbarheter, dimensjonering av systemet, beskyttelse av det fysiske og digitale systemet, tidlig deteksjon og ha

tilstrekkelig kapasitet til å respondere og gjenopprette når forebyggende tiltak likevel svikter.

2. Etablere forsknings- og innovasjonssentre for energisikkerhet

Ekspertgruppen anbefaler at det etableres forsknings- og innovasjonssentre som dekker følgende sentrale dimensjoner:

a. Geopolitikk og strategisk kontekst – eksterne risikofaktorer

Kunnskap om hvordan stormaktsrivalisering, geopolitisk fragmentering og klimaendringer påvirker energisikkerhet, tilgang til energiresurser, kritiske råvarer og globale forsyningskjeder bør styrkes som en integrert del av den bredere forskningen på geopolitikk og samfunnssikkerhet.

b. Markedsmessige og institusjonelle rammer – styring

Denne dimensjonen omhandler styringssystemer som forsterker eller reduserer energisikkerheten.

c. Teknisk og operasjonelt robust energisystem – gjennomføring

Denne dimensjonen handler om energisystemets operative evne til å forebygge, motstå, håndtere og gjenopprette etter forstyrrelser og kriser – fra tekniske og naturgitte hendelser til militære trusler, hybride angrep og geopolitisk press.

d. Nasjonalt fagmiljø for scenarioanalyse, stresstesting og situasjonsforståelse

Det bør etableres et nasjonalt fagmiljø med ansvar for scenarioutvikling, simulering, risikoanalyse, stresstesting og analyse av kaskadeeffekter mellom ulike energibærere i energisystemet og mot andre samfunnskritiske funksjoner.

3. Styrke forsknings- og innovasjonsinnsatsen på digital sikkerhet i energisystemene

Digitalisering, kunstig intelligens og fjernstyrte operasjoner skaper nye sårbarheter. Det må etableres en betydelig forsknings- og innovasjonsinnsats innen cybersikkerhet, industrielle kontrollsystemer, sikker bruk av kunstig intelligens og beskyttelse av digitale verdikjeder.

4. Integrere energisikkerhet som en del av styrkingen av nasjonal sikkerhet og totalforsvaret

Forskning og innovasjonsaktiviteter må utvikles i skjæringspunktet mellom fagområdene energi, samfunnssikkerhet, forsvar, digital sikkerhet og geopolitikk. Energisystemene må i større grad enn tidligere planlegges og utvikles for å styrke vår nasjonale sikkerhet og totalforsvaret i en ny tid.

5. Redusere strategiske avhengigheter i kritiske forsyningskjeder

Norge må styrke kunnskapsgrunnlaget for håndtering av avhengigheter knyttet til kritiske råvarer, mineraler, materialer, teknologier, komponenter, programvare og utenlandske

leverandører. Strategisk autonomi og forsyningskjeder må få større plass i energiforskningen og sikkerhetsarbeidet som helhet.

6. Bygge opp test- og demonstrasjonsarenaer for energisikkerhet

Norge trenger nasjonale test- og demonstrasjonsarenaer hvor beredskapssystemer, overvåkingsteknologier og gjenopprettingskapasiteter kan prøves ut under realistiske forhold.

7. Styrke kompetansebyggingen innen energisikkerhet

Det må etableres langsiktige utdannings- og kompetanseprogrammer som kobler energi, sikkerhet, beredskap, digitalisering og forsvar i større grad enn det som gjøres i dag. Utdanningsprogrammer som skal sikre kandidater til kritiske fagområder bør prioriteres.

8. Styrke internasjonalt samarbeid med NATO, EU og nordiske land

Norsk energisikkerhet er tett knyttet til europeisk, nordisk og alliert sikkerhet. Forsknings- og innovasjonsinnsatsen bør derfor kobles sterkere mot relevante internasjonale initiativ, FoU-I-programmer, forsknings- og utdanningsmiljøer og samarbeidsarenaer i Norden, Europa og NATO.

Energisikkerhet er et tverrsektorielt samfunnsansvar som krever koordinert innsats

Energisikkerhet er et tverrsektorielt samfunnsansvar som forutsetter strategisk samordning mellom sentrale departementer og virkemiddelaktører. Særlig bør samarbeidet mellom Energidepartementet, Justis- og beredskapsdepartementet, Forsvarsdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet og Kunnskapsdepartementet styrkes gjennom en felles strategisk innretning for forskning, innovasjon og kunnskapsutvikling. En slik koordinert innsats vil styrke samfunnets samlede motstandsdyktighet, øke energisystemets robusthet og forsyningssikkerhet, redusere sårbarheter i kritisk energiinfrastruktur og legge til rette for økt innovasjon, verdiskaping og teknologisk konkurransekraft.

Samtidig vil den bidra til å styrke Norges strategiske handlefrihet og evne til å ivareta nasjonale interesser i et sikkerhetspolitisk landskap preget av økende geopolitisk usikkerhet, rask teknologisk utvikling og et tettere samspill mellom energi-, klima- og sikkerhetspolitikken.

SAMMENDRAG

Sammendrag

Fra sårbarhet til robusthet i et alvorlig trusselbilde – et nasjonalt løft for energisikkerhet gjennom forskning, utvikling og innovasjon

Norge trenger et nasjonalt løft for forskning, utvikling og innovasjon innen energisikkerhet. Behovet er både akutt og langsiktig. Satsingen bør omfatte alle faser av innovasjonsprosessen, fra forskning og utvikling til testing, markedsintroduksjon og utbredt anvendelse.

Et kunnskapsløft gir ikke økt energisikkerhet i seg selv, men er avgjørende for å gi beslutningstakere et bedre grunnlag for å handle, samtidig som det skaper ny kunnskap og nye løsninger som styrker energisystemets robusthet og motstandskraft.

Geopolitiske endringer, klimaendringer og en rask omstilling av energisystemet gjør at behovet for slik innsats er akselererende og vil vedvare i mange år fremover.

For å sikre at Norge utvikler og tar i bruk den kunnskapen som er nødvendig for å møte et stadig mer komplekst trussel- og risikobilde, anbefaler ekspertgruppen en rekke tiltak som skal styrke den nasjonale innsatsen innen forskning, utvikling og innovasjon og bidra til et bedre beslutningsgrunnlag, økt teknologiutvikling og et mer robust energisystem.

Energisikkerhet i et dynamisk og alvorlig trusselbilde

Det sikkerhetspolitiske landskapet er grunnleggende endret. Norge står overfor et mer alvorlig, sammensatt trusselbilde enn på noe tidspunkt siden den kalde krigen. Det er forventet at trusselbildet vedvarer. Samtidig blir energisystemet stadig mer elektrifisert, digitalisert og sammenkoblet som følge av omlegging til et lavutslippssamfunn.

Ekspertgruppen vurderer at utviklingen i det sikkerhetspolitiske, teknologiske og geopolitiske risikobildet har vært raskere enn oppbyggingen av den kunnskapen, kompetansen og innovasjonskapasiteten som er nødvendig for å styrke energisystemenes sikkerhet og motstandskraft.

Dersom utviklingen ikke møtes med en målrettet og langsiktig satsing på forskning, utvikling og innovasjon, vil sårbarhetene i energisystemene øke, samtidig som evnen til å forebygge, håndtere og gjenopprette etter alvorlige kriser og sikkerhetstruende hendelser svekkes.

Ekspertgruppe for energisikkerhet

Ekspertgruppen for energisikkerhet ble opprettet av styret i Energi2050 i oktober 2025. Gruppens mandat har vært å gi kunnskapsbaserte råd om hvordan forsknings- og innovasjonsinnsatsen bør innrettes for å styrke Norges nasjonale energisikkerhet og bidra til

sikre energileveranser til Europa på kort og lang sikt. Arbeidet har omfattet vurderinger av tematiske prioriteringer og virkemidler som kan fremme nødvendig forskning og innovasjon. Ekspertgruppen har utredet behovet for forsknings- og innovasjonsinnsats på tvers av energiområdet, med særlig vekt på utfordringer knyttet til økt geopolitisk usikkerhet, digitalisering, klimaendringer og et energisystem i rask omstilling. Analysene er basert på åpen informasjon og offentlig tilgjengelig dokumentasjon, uten bruk av gradert eller sikkerhetsklassifisert materiale. Vurderingene er avgrenset til kunnskaps- og teknologibehov innenfor verdikjedene som omfattes av Energi2050s mandat. Dette inkluderer kritiske avhengigheter og tilgang på mineraler, materialer, komponenter, innsatsfaktorer, kompetanse og arbeidskraft, samt både fysisk og digital infrastruktur.

Ekspertgruppen har hatt en bred og tverrfaglig sammensetning med representanter fra sentrale aktører innen energisektoren, myndighetsorganer, forskningsmiljøer, forsvars- og sikkerhetsmiljøer samt industri- og næringslivsorganisasjoner. Gruppen har bestått av representanter fra Gassco, Statnett, Equinor, Statkraft, Barents Nett, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Havindustritilsynet (Havtil), Sökkeldirektoratet, Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), Universitetet i Stavanger (UiS), NTNU, Adepth Minerals, Fornybar Norge, Norsk Industri, SINTEF Energi, NORCE, Offshore Norge, Forsvarets høyskole og Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM). Energidepartementet har deltatt som observatør.

Ekspertgruppens sammensetning har gitt tilgang til et bredt spekter av perspektiver, erfaringer og fagkompetanse på tvers av energiverdikjedene, og har bidratt til helhetlige vurderinger av energi- og ressursikkerhet. I tillegg til gruppens egne analyser har arbeidet vært støttet av dialog med andre relevante aktører. Ekspertgruppen har også gjennomgått kunnskapsgrunnlaget i nasjonale og internasjonale rapporter.

Forsknings- og innovasjonsbehovet øker utover i krisespekteret

Krisespekteret for energiforsyning illustrerer bredden av trusler og forstyrrelser som kan påvirke energisystemet, fra mindre driftsavvik og naturhendelser til alvorlige nasjonale kriser, hybride trusler og krig. Dagens energiinfrastruktur er hovedsakelig utviklet for normalsituasjoner og håndtering av hendelser i de lavere delene av krisespekteret, selv om vesentlige deler av systemet, særlig innen vannkraft og transmisjon og distribusjon av strøm, er bygget med krav til beredskap og sikring mot ekstraordinære hendelser, også høyt i krisespekteret. Forsknings- og innovasjonsbehovene knyttet til energisikkerhet øker både i omfang og kompleksitet utover i krisespekteret.

Dette omfatter behov for:

- Økt digital og fysisk motstandsdyktighet
- Styrket reparasjons- og beredskapskapasitet
- Evne til rask gjenoppretting
- Utvikling av samfunnsmessig og organisatorisk resiliens
- Bedre koordinering og beslutningsstøtte

- Økt forståelse av sektoravhengigheter og kaskadeeffekter, samt styrkede kapasiteter for situasjonsforståelse, scenarioutvikling og stresstesting

Videre er det behov for forskning og innovasjon som ikke bare styrker eksisterende systemer, men som også bidrar til transformasjon og tilpasning av energisystemet til et mer komplekst og uforutsigbart trusselbilde.

Et robust, sikkert og motstandsdyktig energisystem fram mot 2050 forutsetter derfor en vesentlig styrking av dagens forsknings-, utviklings- og innovasjonsinnsats. Gitt de lange ledetidene for kunnskapsutvikling, teknologiutvikling, kompetansebygging og implementering, er det nødvendig å etablere en målrettet, koordinert og langsiktig nasjonal satsing allerede i dag.

Energisikkerhet er både en energifaglig utfordring og en nasjonal sikkerhetsutfordring.

Energisikkerhet er i ferd med å bli en av de mest sentrale utfordringene for Norge fram mot 2050. Utviklingen i det sikkerhetspolitiske landskapet, energiomstillingen og den teknologiske utviklingen innebærer at energisystemene får stadig større betydning for nasjonal sikkerhet, totalforsvar, verdiskaping og samfunnsutvikling. Samtidig øker kompleksiteten og sårbarheten i systemene som samfunnet er avhengig av.

Ekspertgruppen vurderer at følgende utviklingstrekk forsterker behovet for en helhetlig og tverrfaglig innsats for å styrke energisikkerheten:

- Økende geopolitisk rivalisering og blokkdannelse.
- Russlands krigføring i Europa og økt risiko for hybride operasjoner mot energiinfrastruktur.
- Sabotasje- og cybertrusler mot kritisk energiinfrastruktur.
- Økende avhengighet av globale forsyningskjeder for kritiske mineraler, materialer, råvarer, komponenter og teknologier.
- Klimaendringer og mer ekstremvær.
- Økt elektrifisering av samfunn og industri, flere avhengigheter og sektorkobling.
- Fremvekst av kunstig intelligens, datasentre og nye digitale avhengigheter.
- Nye energiverdikjeder og økende systemintegrasjon mellom flere energibærere.

Utviklingen skjer samtidig som Norge har fått en stadig viktigere rolle som energileverandør til Europa. Norge dekker i dag om lag en tredjedel av Europas og Storbritannias gassforbruk og er en sentral leverandør av energi til våre allierte. Dette styrker Norges strategiske betydning, men innebærer også økt eksponering for politisk press, etterretningsaktivitet, cyberangrep, sabotasje og andre trusler rettet mot energiinfrastruktur og tilhørende verdikjeder.

Ekspertgruppen vurderer derfor at energisikkerhet ikke lenger kan forstås utelukkende som et spørsmål om energiforsyning og markedsforhold. Energisikkerhet må i økende grad

behandles som et spørsmål om nasjonal sikkerhet og samfunnets samlede motstandskraft. Dette innebærer en styrket og mer målrettet innsats innen forskning, utvikling og innovasjon for å sikre at energisystemene er robuste, sikre og i stand til å møte et mer komplekst og krevende risikobilde.

FoU-I-innsatsen bør organiseres rundt fire gjensidig avhengige dimensjoner

Ekspertgruppen anbefaler at den nasjonale satsingen på energisikkerhet organiseres rundt fire gjensidig avhengige FoU-I-dimensjoner som må sees i sammenheng.

Geopolitisk og strategisk kontekst – eksterne risikofaktorer:

Kunnskap om hvordan stormaktsrivalisering, geopolitisk fragmentering og klimaendringer påvirker energisikkerhet, tilgang til energiresurser, kritiske råvarer og globale forsyningskjeder bør styrkes som en integrert del av den bredere forskningen på geopolitikk og samfunnssikkerhet.

Særlig er det behov for mer kunnskap om hvordan slike utviklingstrekk påvirker energisektorens sårbarheter og handlingsrom, samt om tiltak som kan redusere risiko gjennom diversifisering, beredskapslagre og nasjonal eller nordisk produksjonskapasitet. Dette vil bidra til å lukke identifiserte kunnskapsgap knyttet til energisystemets robusthet i en mer usikker geopolitisk situasjon.

Markedsmessige og institusjonelle rammer - styring:

Dagens markedsdesign og regulatoriske rammeverk for energisektoren er i stor grad utviklet i en periode preget av fred, stabilitet og økende internasjonal integrasjon. Utformingen har derfor primært vært rettet mot effektiv ressursutnyttelse, konkurranse og etter hvert bærekraft. Et skjerpet sikkerhetspolitisk trusselbilde, økt geopolitisk rivalisering og større risiko for hybride trusler og væpnet konflikt utfordrer flere av de grunnleggende forutsetningene som dagens systemer bygger på.

Det er behov for å utvikle robuste markedsdesign og regulatoriske rammeverk som opprettholder funksjonalitet, forsyningssikkerhet og samfunnskritiske prioriteringer også under kriser, sikkerhetspolitiske spenninger og væpnet konflikt. Videre er det behov for økt kunnskap om det juridiske handlingsrommet for beskyttelse og sikring av norske energi- og havressurser, herunder samspillet mellom nasjonal lovgivning, folkerett og allierte forpliktelser.

Det er også behov for å utvikle systemer, metoder og organisatoriske modeller for effektiv sivil-militær samhandling. Dette omfatter ansvars- og rollefordeling, mekanismer for informasjonsdeling, felles planverk og etablering av løsninger som understøtter en felles situasjonsforståelse på tvers av sektorer og myndighetsnivåer. Slik kunnskap og kapasitet er en grunnleggende forutsetning for et velfungerende totalforsvar og for å sikre energisektorens evne til å forebygge, håndtere og gjenopprette funksjoner under alvorlige hendelser.

Teknisk og operasjonelt robust energisystem - gjennomføring:

Det er behov for å styrke kunnskapsgrunnlaget for sikkerhet og beredskap i energisystemet gjennom hele beredskapssyklusen. Dette omfatter videreutvikling av risiko- og sårbarhetsmetodikk, som i større grad fanger opp tilsiktede handlinger, sammensatte trusler og kaskadeeffekter på tvers av infrastrukturer og samfunnssektorer.

Et bedre kunnskapsgrunnlag er også nødvendig for å kunne dimensjonere energisystemer og tilhørende infrastruktur med tydelig definerte sikkerhets- og robusthetsnivåer, tilpasset et mer komplekst og utfordrende trusselbilde.

Videre er det behov for mer kunnskap om hvordan fysisk og digital infrastruktur kan beskyttes mot både tradisjonelle og nye trusler, herunder hvordan et tilstrekkelig digitalt handlingsrom kan etableres og opprettholdes under sikkerhetspolitiske kriser og konflikter. Dette inkluderer også styrket evne til overvåking, deteksjon og varsling, slik at uønskede hendelser kan identifiseres tidlig og håndteres før konsekvensene eskalerer.

I tillegg er det behov for å styrke kunnskapen om operativ krisehåndtering og beredskap ved bortfall eller alvorlige forstyrrelser i energiforsyningen. Dette omfatter blant annet reparasjonsberedskap, tilgang til kritiske ressurser og kompetanse, samt tiltak som kan sikre rask gjenoppretting av normal drift. Særlig er det behov for økt kunnskap om energisystemets evne til å opprettholde eller gjenopprette forsyning under ekstraordinære forhold, herunder løsninger for svartstart og øydrift. Samlet vil dette bidra til et mer robust energisystem med bedre evne til å forebygge, håndtere og komme seg etter alvorlige hendelser.

Kompetanse og kapasitet -gjennomføringsevne:

Kompetanse og kapasitet er en grunnleggende forutsetning for å gjennomføre den forsknings-, utviklings- og innovasjonsinnsatsen som er nødvendig for å styrke energisikkerheten. Energisikkerhet krever en bred og tverrfaglig kompetansebase som omfatter teknisk energikompetanse, digital sikkerhet, beredskap, krisehåndtering, regelverk og styring. Samtidig må det bygges tilstrekkelig kapasitet til å utvikle, drifte, overvåke, vedlikeholde og gjenopprette energisystemer under normale forhold og i kriser.

Ekspertgruppen peker på behovet for langsiktig satsing på rekruttering, utdanning, trening, øvelser og nasjonal kunnskapsoppbygging, samt sterkere samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og utdanningsmiljøer. Det er også nødvendig å styrke kapasiteten i hele verdikjeden, inkludert leverandør- og forsyningskjeder, for å sikre at kritiske leveranser, tjenester og kompetanser er tilgjengelige når de trengs.

Uten tilstrekkelig kompetanse og kapasitet vil energisystemets evne til å forebygge, håndtere og gjenopprette etter alvorlige hendelser svekkes, med potensielt betydelige konsekvenser for samfunnssikkerhet og verdiskaping.

Ledetidene varierer betydelig mellom de anbefalte forsknings- og innovasjonsaktivitetene. Analytisk kunnskapsutvikling kan gi resultater innen få år og må gå kontinuerlig, mens

strukturelle løsninger som alternative verdikjeder, robust systemarkitektur, sikkerhet i nye verdikjeder og oppbygging av kompetansemiljøer vil kreve et tiår eller mer. Med bakgrunn i at ledetidene er lange og trusselbildet allerede er alvorlig, må det nasjonale kunnskapsløftet og FoU-I-satsingen starte nå.

Kraftfulle og målrettede tiltak for styrket forsknings- og innovasjonsinnsats innen energisikkerhet

Ekspertgruppen anbefaler en langsiktig og målrettet nasjonal satsing på forskning, utvikling og innovasjon (FoU-I) for å styrke energisikkerheten i møte med et mer komplekst og alvorlig trusselbilde. *Satsingen bør kombinere tidskritiske tiltak med langsiktige investeringer i kunnskap, teknologi, kompetanse og gjennomføringsevne. Tiltakene bør bygge på et tett samspill mellom myndigheter, næringsliv, forskningsmiljøer, beredskapsaktører og forsvarssektoren.*

Det anbefales å utvikle bedre kunnskap om kritiske avhengigheter, systemiske sårbarheter og kaskadeeffekter på tvers av energi, digital infrastruktur, transport, forsyningskjeder og samfunnssikkerhet. Et slikt kunnskapsgrunnlag er nødvendig for å kunne utforme treffsikre og kostnadseffektive tiltak.

Nasjonal kompetanse og kunnskapsutvikling

Ekspertgruppen understreker samtidig behovet for å styrke nasjonal kompetanse, kunnskapsutvikling og gjennomføringskapasitet. Energisikkerhet krever både spesialisert fagkompetanse og tverrfaglig forståelse av teknologi, sikkerhet, beredskap, samfunnsutvikling og geopolitikk. Det anbefales derfor å styrke utdanningstilbud, rekruttering, øvings- og simuleringskapasiteter, samt etablere varige samarbeidsarenaer mellom akademia, næringsliv og offentlige aktører.

Helhetlig virkemiddelbruk

For å realisere satsingen anbefales en helhetlig virkemiddelstruktur på energisikkerhet, som dekker hele innovasjonsskjeden, fra grunnforskning til demonstrasjon og implementering. Sentrale virkemidler omfatter etablering av forsknings- og innovasjonssentre for energisikkerhet, styrket grunnforskning på områder som systemrisiko, forsyningskjeder og samfunnsmessig motstandskraft, samt målrettet teknologiutvikling for robuste energi- og kraftsystemer. Videre bør innovasjon og demonstrasjon styrkes gjennom tettere samarbeid med næringslivet, slik at nye løsninger kan utvikles, testes og tas i bruk under realistiske drifts- og beredskapsforhold.

Koordinert og langsiktig forsknings- og innovasjonssatsing mellom departementer

Samlet anbefaler ekspertgruppen en koordinert og langsiktig FoU-I-satsing mellom relevante departementer, særlig Energidepartementet, Justis- og beredskapsdepartementet, Forsvarsdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet og Kunnskapsdepartementet. Formålet er å styrke en helhetlig systemforståelse og bidra til innsikt om avhengigheter mellom sektorer med betydning for energisikkerheten.

Nasjonale analyse-, modell-, og scenariokapasiteter

Ekspertgruppen anbefaler også å etablere nasjonale analyse-, modell- og scenariokapasiteter som kan støtte forskning, planlegging, øvelser og krisehåndtering, samt følgeforskning og læringsmekanismer som sikrer kontinuerlig forbedring og tilpasning av innsatsen over tid.

Styrke samarbeid med nordiske partnere, EU og NATO

Internasjonalt samarbeid må være en integrert del av satsingen. Norge bør styrke samarbeidet med nordiske partnere, EU og NATO for å utvikle kunnskap, teknologi og beredskapsløsninger i fellesskap, samt sikre tilgang til internasjonale forsknings- og innovasjonsarenaer.

Fra sårbarhet til robusthet

Energisikkerhet er i ferd med å bli et definerende premiss for utviklingen av det norske energisystemet, på linje med kostnadseffektivitet og bærekraft. Et robust og motstandsdyktig energisystem i 2050 forutsetter kunnskap, teknologi og kompetanse som i stor grad ikke finnes i dag, og som ikke vil oppstå uten en målrettet satsing. Ekspertgruppens samlede vurdering er derfor at et løft i FoU-I-innsatsen for energisikkerhet er en nødvendig nasjonal investering: Den styrker samfunnssikkerheten og totalforsvaret, reduserer sårbarheten i kritiske verdikjeder, og legger samtidig grunnlag for industriutvikling, verdiskaping og eksport innen sikkerhetsfremmende energiteknologi. Veien fra sårbarhet til robusthet går gjennom kunnskap – og arbeidet må begynne nå.

Innhold

1	Ekspertgruppens mandat, sammensetning, arbeidsform og mandatforståelse	5
1.1	Mandat	5
1.1	Ekspertgruppens sammensetning og arbeid	7
1.1.1	Ekspertgruppens medlemmer	7
1.1.2	Ekspertgruppens arbeid og kunnskapsdeling	8
1.2	Forankring i Energi2050 og strategisk kunnskapsgrunnlag	9
1.3	Ekspertgruppens mandatforståelse	10
1.3.1	Nasjonal energiforsyning og Norges energileveranser til Europa	11
1.3.2	Begrepsforståelse – hvordan definere energisikkerhet?	12
1.3.3	Krisespekteret, forsknings- og innovasjonsbehov	13
1.3.4	Safety vs security innen temaet energisikkerhet	15
2	Trusselbildet og sårbarheter i energisystemene	17
2.1	Overordnet situasjonsforståelse	17
2.2	Geopolitiske utviklingstrekk og sikkerhetspolitiske spenninger	18
2.3	Geopolitiske utviklingstrekk, sårbarhet og robusthet i energiforsyningen	23
2.4	Markedsmessige og økonomiske risikofaktorer	26
2.5	Grønn industri, Kina og europeisk industribase	27
2.6	Marked, regulering og langsiktig robusthet	28
2.7	Finansiering	29
2.8	Kritiske funksjoner, avhengigheter og sårbarheter i energisystemet	30
2.8.1	Datasentre, KI og systemrelevante laster	31
2.9	Klimaendringer og naturrelaterte risikoer	31
2.10	Målkonflikter og tidsdimensjon	33
3	Utviklingstrekk mot 2050 og konsekvenser for energisikkerheten	35
3.1	Fra dagens energisystem til framtidens energisystem: sentrale drivere for endring	35
3.2	Geopolitikk og energimarkeder	36
3.3	Teknologiutvikling, digitalisering og nye systemavhengigheter	38
3.4	Elektrifisering	40
3.5	Sentrale dilemmaer, usikkerheter og kunnskapsbehov	40
3.5.1	Energisystemet i et samfunnssikkerhets- og totalforsvarsperspektiv	41
3.5.2	Systemstruktur: sentralisering og desentralisering	41

3.5.3	Teknologiutvikling og digitalisering	41
3.5.4	Elektrifisering	41
3.5.5	Energiforbruk og etterspørsel	41
3.5.6	Norges energimiks og rolle som energileverandør	42
4	Anbefalinger om FoU-I-innsats for styrket energisikkerhet mot 2050	44
4.1	Geopolitisk og strategisk kontekst – eksterne risikofaktorer	46
4.1.1	Geopolitikk, klimaendringer og energisikkerhet	46
4.1.2	Energiressurser, mineraler, materialer, komponenter og kritiske råvarer.....	48
4.1.3	Globale forsyningskjeder og sikker teknologiutvikling.....	49
4.2	Markedsmessige og institusjonelle rammer - styring	51
4.2.1	Systembasert analysegrunnlag for energisikkerhet og kritiske avhengigheter	51
4.2.2	Markedsdesign og regulering for robust drift i kriser	53
4.2.3	Juridisk og regulatorisk rammeverk - beskytte norske energi- og havressurser	55
4.2.4	Organisering, ansvarsforhold, samhandling og informasjonsdeling	56
4.2.5	Sivil-militær samhandling en forutsetning for et velfungerende totalforsvar	58
4.3	Teknisk og operasjonelt robust energisystem -gjennomføring	60
4.3.1	Risiko og sårbarheter	60
4.3.2	Robust systemdesign	61
4.3.3	Beskytte fysisk og digital infrastruktur	65
4.3.4	Overvåking, deteksjon og varslings	67
4.3.5	Operativ krisehåndtering og gjenoppretting	69
4.4	Kompetanse og kapasitet – gjennomføringsevne	71
5	Behov for kraftfulle og målrettede tiltak for styrket energisikkerhet.....	74
5.1	Egen nasjonal FoU-I-satsing på energisikkerhet i et endret trusselbilde.....	74
5.2	Nasjonal kompetanse og kapasitet for energisikkerhet.....	75
5.3	Virkemidler for en langsiktig og målrettet FoU-I-satsing på energisikkerhet	76
5.3.1	Forsknings- og innovasjonssentre for energisikkerhet.....	76
5.3.2	Grunnforskning og kunnskapsutvikling	77
5.3.3	Teknologiutvikling for robuste energi- og kraftsystemer	77
5.3.4	Innovasjon og demonstrasjonsprosjekter i realistiske drifts- og beredskapsmiljøer. 78	
5.3.5	Nasjonale analyse-, modell- og scenariokapasiteter	78
5.3.6	Følgeforskning og læringsmekanismer	78
5.3.7	Forskningsinfrastruktur og testarenaer	79
5.3.8	Leveranse- og gjennomføringskapasitet som er riktig dimensjonert	79

5.4	Internasjonalt samarbeid: NATO, EU og Norden	79
6	VEDLEGG	81
6.1	Begrepsforklaring	81
6.2	Status på dagens virkemidler for FoU-I-innsats på energisikkerhet	86
6.2.1	Gassnova	86
6.2.2	Enova	86
6.2.3	Norges Forskningsråd	87
6.2.4	Innovasjon Norge (IN)	88
6.2.5	KVAST – perspektiver med relevans for energisikkerhet	89
6.2.6	EU og Norden	90
6.3	Litteraturliste	92

Tabelliste

Tabell 1	Medlemmer i ekspertgruppen for energisikkerhet	7
Tabell 3	Faglige foredrag og presentasjoner som har blitt holdt av ekspertgruppens medlemmer	8

Figurliste

Figur 1	Energi2050 Energiverdikjeder som inngår i mandatet til ekspertgruppen.....	10
Figur 2	Forståelse av energisikkerhet krever et helhetlig systemperspektiv og kunnskap om avhengigheter mellom sektorer	13
Figur 3:	Forsknings- og innovasjonsbehovet øker utover i krisespekteret	14
Figur 4	Fire gjensidig avhengige dimensjoner for FoU-I-innsats	45
Figur 5	Konsekvenser ved manglende regulering og insentiver for energisikkerhet i kraftsystemet	54
Figur 6	Gjensidig avhengige tematiske områder som samlet beskriver organisatoriske, teknologiske og menneskelige forutsetninger for robust krisehåndtering i energisektoren.	56

Foto:

Foto: 1	Statkraft Eivind Lea : Mo I Rana	6
Foto: 2	Lene Mostue: Grini – Bærum	9
Foto: 3	Gassco – Equinor Prosessanlegget på Kollsnes i Øygarden er en viktig knutepunkt for Norges energisektor og støtter Europeisk eksport. Kollsnes behandler gassen fra feltene Troll, Kvitebjørn, Visund og Fram.....	11
Foto: 4	Barents Nett Øst Finnmark	16
Foto: 5	Forsvaret Kystvaktskipet Jan Mayen viser tilstedeværelse i oljefeltet Johan Sverdrup.	17
Foto: 6	Forsvaret Norske F-35 identifiserer russiske fly utenfor Norge	19

Foto: 7 Forsvaret Ina Nyås Moe: Grensevakt, Elvenes, Sør-Varanger	20
Foto: 8 Forsvaret Kristian Kapelrud Heimvernet: Drone som brukes under utdanningen av Ukrainske droneoperatører.	21
Foto: 9 Gassnova Fotograf Haakon Nordvik: Mottaksterminal Zeebrugge	22
Foto: 10 Forsvaret Edward V. Coates: KV Jan Mayen tilstede i oljefelt	23
Foto: 11 Forsvaret Jan Harald Tomassen: Totalforsvarsøvelse Istind. Her sjef Brigade Nord, Terje Bruøygard sammen med sjef Sivilforsvaret, Øistein Knudsen jr.	24
Foto: 12 Stockfoto: Solkraftanlegg	26
Foto: 13 Adepth Minerals: Kobber	27
Foto: 14 Statnett Vetle Hofstad Liåsen transformatorstasjon fra montasje av master.	28
Foto: 15 Statkraft Geitfjellet, Eivind Lea @Leafilms	29
Foto: 16 NVE Flom i Opo- Odda - 2014.....	32
Foto: 17 Barents Nett : Varangerhalvøya	34
Foto: 18 VesselFinder: Hormuz streket - 2. juli 2026	37
Foto: 19 Statnett Olivia Knudsen: Arbeid med mastehavari i Narvik.....	39
Foto: 20 Statkraft : Ulla Førre.....	43
Foto: 21 Gassco Haakon Nordvik : Langeled mottaksterminal, Easington	48
Foto: 22 Adepth Minerals : Undervannsoperasjon med 2 ROV FlexiCore på 1000 m dyp.....	49
Foto: 23 Statnett Vetle Hofstad : Transformatortransport Sogn	50
Foto: 24 Statkraft Øyvind Buljo: Løpehjul	52
Foto: 25 Statnett Olivia Knudsen: Arbeid med å fly inn beredskapsmaster til Samdalen Fjellbu	53
Foto: 26 Forsvaret Kystvakten: Helikopterstøtte til KV Bjørnøya forsyninger til Bjørnøya	55
Foto: 27 Forsvaret Camilla Engum Paulsen: Nord-Gudbrandsdal HV-område øver på å sikre kritisk infrastruktur	58
Foto: 28 Forsvaret Vanessa Andrea Vågstøl Hilland: Minedykkerkommandoen gjennomfører Arctic Specialist. Øvelsen ble gjennomført på Bøyelefoss kraftverk. Sammen med allierte fra USA og Sverige.	59
Foto: 29 NVE Stig Storheil: Øyfjellet vindkraftverk	62
Foto: 30 Stortinget De nordiske flaggene i vandrehallen på Stortinget	63
Foto: 31 Forsvaret Selma Jenvin-Steinsvåg: Øvelse Counter Sabotage - Beskytte/håndtere sabotasje mot kritisk infrastruktur.....	65
Foto: 32 Stock foto Illustrasjon - Datasenter	67
Foto: 33 Gassco Haakon Nordvik: Kontrollrom.....	68
Foto: 34 Barents Nett Øst Finnmark	69
Foto: 35 Lene Mostue: Transmisjonsnett.....	70
Foto: 36 Statkraft Eivind Lea : Mo I Rana	73

1 EKSPERTGRUPPENS MANDAT, SAMMENSETNING, ARBEIDSFORM OG MANDATFORSTÅELSE

1.1 Mandat

Energi2050 besluttet å etablere en ekspertgruppe innen energisikkerhet september 2025. Ekspertgruppen ble gitt følgende mandat:

Bakgrunn

Global uro, klimautfordringer og økende press på naturressurser stiller Norge overfor nye krav til forsyningssikkerhet, omstilling og bærekraft. Energi2050-styret ønsker innspill om nødvendig forsknings- og innovasjonsinnsats for å sikre tilgang til kritiske ressurser og en stabil, bærekraftig energiforsyning. Det er behov for en samlet faglig vurdering av prioriterte FoU-I-områder, virkemidler og samarbeid som kan gi størst mulig effekt. Med bakgrunn i dette ønsker Energi2050 å etablere en flerfaglig ekspertgruppe innen temaet energisikkerhet.

Formål og oppgaver

Ekspertgruppen skal gi Energi2050-styret kunnskapsbaserte råd om hvordan forsknings- og innovasjonsinnsatsen bør innrettes for å styrke Norges energisikkerhet og energileveranser til Europa på kort og lang sikt. Rådene skal omfatte tematiske prioriteringer og behov for incentiver for realisering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen. Videre følger nærmere beskrivelse av oppgaven.

1. Etablere felles forståelse av mandatet og faglig avgrensning

Ekspertgruppen skal etablere en felles forståelse av mandatet og faglig avgrensning, for å sikre at arbeidet blir målrettet, gjennomførbart og gir ønsket effekt for Energi2050. Ekspertgruppens forståelse av mandat og avgrensning presenteres for og avklares med Energi2050-styret.

2. Kartlegge eksisterende arbeid og initiativer innen energisikkerhet med betydning for ekspertgruppens arbeid.

Dette kan være bransjefora, forsknings- og innovasjonsprosjekter og satsinger, samt rapporter og analyser.

3. Kartlegge og vurdere behov og utfordringer innen energisikkerhet, opp mot ulike hensyn, mål og risikofaktorer, som f.eks.: geopolitikk og sikkerhetspolitikk, bærekraft og klima, forsyningssikkerhet, økonomi og kostnader, teknologi og infrastruktur og samfunn og aksept.

4. *Identifisere forsknings- og innovasjonsområder med særlig potensial for å styrke energisikkerheten, og som støtter Energi2050-målene:*
Styrke sikkerhet, konkurransekraft og verdiskaping på hele energiområdet
Sikre langsiktig kunnskaps- og teknologiutvikling som ivaretar en bærekraftig energiomstilling og en sikker og effektiv energiforsyning
Bidra til en utvikling mot et lavutslippssamfunn innen 2050
5. *Vurdere virkemidler for å realisere anbefalt forsknings- og innovasjonsinnsats samt mobilisere næringsliv, universiteter, forskningsinstitutter og offentlig sektor til samarbeid og investeringer.*
6. *Anbefale FoU-I-prioriteringer hvor flerfaglig og internasjonalt samarbeid vil ha stor betydning.*



Foto: 1 Statkraft | Eivind Lea : Mo I Rana

1.1 Ekspertgruppens sammensetning og arbeid

1.1.1 Ekspertgruppens medlemmer

Ekspertgruppen for energisikkerhet er bredt sammensatt og representerer sentrale aktører fra energinæringen, kraftsektoren, petroleumssektoren, myndigheter, forsvars- og sikkerhetsmiljøer, forskningsinstitusjoner, academia og industriorganisasjoner. Samlet dekker ekspertgruppen kompetanse innen industri, energisystemer, kraftforsyning, olje- og gassvirksomhet, kritisk infrastruktur, samfunnssikkerhet og beredskap, geopolitikk, sikkerhetspolitikk, teknologiutvikling, ressursforvaltning og næringsutvikling.

Denne tverrfaglige sammensetningen gir et solid grunnlag for å vurdere energisikkerhet i et helhetlig perspektiv, der tekniske, operasjonelle, økonomiske, regulatoriske og geopolitiske forhold ses i sammenheng. Videre følger en beskrivelse av sammensetningen av ekspertgruppen:

Tabell 1 Medlemmer i ekspertgruppen for energisikkerhet

Gassco, Jens Eldøy	Statnett, Anders Granum
Equinor, Øyvind Bergvoll	Statkraft, Ingunn Åsgard Bendiksen
Barents Nett, Jens Betsi	NVE, Eldri Holo
Havtil, Eli Harriet Bøhnsdalen	Sokkeldirektoratet, Niels Erik Hald
FFI, Stig Rune Sellevåg	UiS, Sissel Haugdal Jore
NTNU, Asgeir Tomasgard	Adepth Minerals, Anette Broch Mathisen Tvedt
Fornybar Norge, Tobias Bang-Hansen	Norsk Industri, Arne Eik
Offshore Norge, Torbjørn Giæver Eriksen	Forsvarets Høgskole, Jo Inge Bekkevold
NSM, Håkon Styri	Energidepartementet, Jørgen Teslo (observatør)
Prosjektteam – arbeidsgruppe:	
Energi2050, Lene Mostue (<i>prosjektleder</i>)	THEMA Consulting Group, Håkon Taule
SINTEF Energi, Gunhild A. Reigstad	NORCE, Arvid Nøttveit

Ekspertgruppens arbeid har vært understøttet av et sekretariat bestående av Lene Mostue (Energi2050), Håkon Taule (THEMA Consulting Group), Gunhild A. Reigstad (SINTEF Energi) og Arvid Nøttveit (NORCE). De har bidratt med faglig, analytisk og administrativ støtte gjennom prosessen. Lene Mostue har ledet arbeidet på vegne av Energi2050.

1.1.2 Ekspertgruppens arbeid og kunnskapsdeling

Ekspertgruppen har arbeidet bredt og systematisk, og gjennomført regelmessige møter og faglige workshops i perioden november 2025 til og med juni 2026. Medlemmene i ekspertgruppen har bidratt med faglige presentasjoner underveis som belyser sentrale perspektiver på energisikkerhet, og dermed styrket det samlede kunnskapsgrunnlaget for gruppens vurderinger.

Tabellen under er en oversikt over temaer som har blitt belyst gjennom faglige foredrag og presentasjoner fra medlemmene i ekspertgruppen. Foredragene har bidratt med sentral kunnskap og faglige perspektiver som har understøttet ekspertgruppens arbeid.

Tabell 2 Faglige foredrag og presentasjoner som har blitt holdt av ekspertgruppens medlemmer

Tema	Bidragster
Når energien blir sikkerhetspolitikk: Sårbarheter og samhandling i en ny geopolitisk virkelighet	UiS, Sissel Haugdal Jore
Energisikkerhet, hybride trusler og norsk forsvarsevne: Beskyttelse av kritisk infrastruktur.	FFI, Stig Rune Sellevåg
Trusselbilde og sårbarhet til olje- og gassanleggene – nødvendige tiltak på kort og lang sikt	Equinor, Øyvind Bergvoll, Gassco, Jens Eldøy,
Trusselbilde og sårbarheter til kraftsystemet i Øst-Finnmark – nødvendige tiltak på kort og lang sikt	Barents Nett, Jens Betsi,
Etablerte strukturer og organisering innen beredskap og tilsyn, som har relevans for ekspertgruppens arbeid om energisikkerhet. Fysisk og digital sikkerhet.	NSM, Håkon Styri NVE, Eldri Holo Havtil, Eli Harriet Bøhnsdalen, Sokkeldirektoratet, Niels Erik Hald
Hvordan styrke energisikkerheten – sentrale utfordringer og hva er kunnskapsbehovet	Statnett, Anders Granum Statkraft, Ingunn Åsgard Bendiksen Norsk Industri, Arne Eik
Implikasjoner av USA – Kina-rivaliseringen og fremveksten av en ny økonomisk orden for energisikkerheten.	Forsvarets Høgskole Jo Inge Bekkevold
Hvordan ressursikkerhet kan styrke energisikkerheten, inkludert kritiske innsatsfaktorer, avhengigheter og sårbarheter	Adepth Minerals, Anette Broch Mathisen

Sekretariatet og ekspertgruppen har samarbeidet om å kartlegge relevante rapporter, analyser og eksterne initiativ med betydning for arbeidet. Det henvises til vedlegg og litteraturliste. Det er også gjennomført møter med eksterne aktører fra næringsliv, industri, FoU-I-miljøer og offentlige myndigheter for å komplettere kunnskapsgrunnlaget.

Medlemmene i ekspertgruppen har deltatt aktivt i utformingen av sluttrapporten og har gjennom sine faglige bidrag vært sentrale i å kvalitetssikre bakgrunn og begrunnelser for anbefalinger om FoU-I-innsats innen energisikkerhet.



Foto: 2 Lene Mostue: Grini – Bærum

1.2 Forankring i Energi2050 og strategisk kunnskapsgrunnlag

Arbeidet i ekspertgruppen for energisikkerhet er tett knyttet til mandatet og strategiutviklingen til Energi2050. Ekspertgruppens analyser og FoU-I-anbefalinger utgjør en viktig del av kunnskapsgrunnlaget til Energi2050. Anbefalingene om FoU-I-innsats som følge av endret trusselbilde tilfører et tydelig sikkerhets- og beredskapsperspektiv i utviklingen av Energi2050-strategien.

Både den helhetlige strategiprosessen til Energi2050 og ekspertgruppen på energisikkerhet har som utgangspunkt at energisystemet står overfor grunnleggende strukturelle endringer,

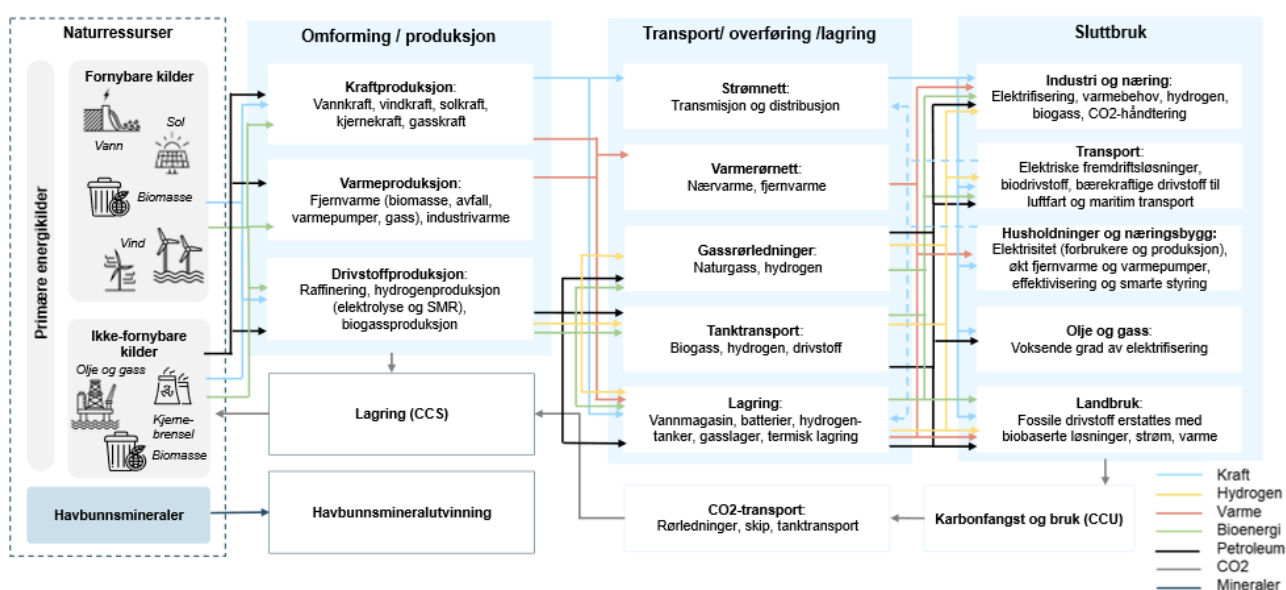
drevet av behov for reduksjon av klimagassutslipp, teknologisk utvikling, økende elektrifisering og et mer komplekst geopolitisk og sikkerhetspolitisk landskap. I tillegg er det økende konfliktnivå i samfunnet knyttet til bygging av ny energinfrastruktur som kraftproduksjon og overføringslinjer. For flere av de sentrale strategiske utfordringene kan styrket FoU-I-innsats bidra til utvikling av et kostnadseffektivt, sikkert og miljøvennlig energisystem for fremtiden.

1.3 Ekspertgruppens mandatforståelse

Ekspertgruppen legger til grunn at mandatet må forstås i lys av utviklingen i energisystemet, et endret sikkerhets- og trusselbilde og samfunnets økende avhengighet av pålitelig tilgang til energi. Ekspertgruppens hovedoppgave har vært å utrede behovet for forsknings- og innovasjonsinnsats på tvers av energiområdet med sikte på å styrke energi- og ressursikkerheten på kort og lang sikt. Oppdraget må ses i sammenheng med økt geopolitisk usikkerhet, digitalisering, klimaendringer og et energisystem i rask omstilling. Arbeidet har vært basert på åpen informasjon og offentlig tilgjengelig dokumentasjon. Det er ikke benyttet gradert eller sikkerhetsklassifisert materiale i ekspertgruppens arbeid.

Ekspertgruppens analyser og vurderinger er avgrenset til kunnskaps- og teknologibehov innenfor verdikjeder som omfattes av Energi2050-mandatet¹. Dette inkluderer vurderinger av kritiske avhengigheter samt tilgang til komponenter, innsatsfaktorer, utstyr, kompetanse og arbeidskraft. Mandatet omfatter både fysisk og digital infrastruktur.

Figur 1 illustrerer verdikjedene som inngår i mandatet til Energi2050 og som inngår i utredningen om forsknings- og innovasjonsbehov for å styrke energisikkerheten.



Figur 1 Energi2050 | Energiverdikjeder som inngår i mandatet til ekspertgruppen

¹ www.energi2050.no

1.3.1 Nasjonal energiforsyning og Norges energileveranser til Europa

Arbeidet tar utgangspunkt i både **nasjonal energisikkerhet og Norges rolle som leverandør av sikre energileveranser til Norden og Europa**. Det nordiske kraftsystemet, og særlig det svensk-norske kraftsystemet, er tett integrert, og det nordiske systemet er videre koblet til det kontinentaleuropeiske kraftmarkedet. Norge har i dag mellomlandsforbindelser for kraft med seks land. Siden 2020 har Norge hatt en årlig nettoeksport på mellom 12,5 til 22,8 TWh.² Innen petroleumssektoren er Norge nært integrert med Europa gjennom et omfattende og sammenkoblet gassrørnett, med årlige leveranser på om lag 1300 TWh³, inkludert leveranser til Storbritannia. I tillegg leverer Norge betydelige volumer råolje, på om lag 950 TWh⁴, til det internasjonale markedet via skipstransport.



Foto: 3 Gassco – Equinor | Prosessanlegget på Kollsnes i Øygarden er en viktig knutepunkt for Norges energisektor og støtter Europeisk eksport. Kollsnes behandler gassen fra feltene Troll, Kvitebjørn, Visund og Fram.

I tillegg til rollen som energileverandør kan Norge styrke leveransen av strategiske mineraler og metalliske råvarer som Europa er avhengig av for sin energi- og klimateknologi.

² Kilde: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitet/artikler/hoyeste-stromproduksjon-noensinne>

³ Kilde: [Record delivery of natural gas in 2024 - Gassco](#)

⁴ Kilde: [Handelsoverskuddet i 2025 på det laveste nivået på fire år – SSB](#), omregningsfaktor i tråd med Søkeldirektoratets standardfaktorer, se <https://www.sodir.no/om-oss/bruk-av-innhold/omregningsfaktorar/>

Eksponeringen knyttet til import av kritiske råvarer og materialer utgjør en økende sårbarhet for Norge og Europa, og kan utgjøre en viktig dimensjon av både norsk og europeisk energisikkerhet.

1.3.2 Begrepsforståelse – hvordan definere energisikkerhet?

Energisikkerhet er et sammensatt begrep som tolkes ulikt avhengig av aktør, sektor og posisjon i verdikjeden. I dette arbeidet legger ekspertgruppen forsyningssikkerhet til grunn som den sentrale dimensjonen i forståelsen av energisikkerhet.

En avgrensning av energisikkerhet til produksjonskapasitet, tilgjengelighet og leveringspålitelighet fanger sentrale operasjonelle aspekter ved energiforsyningen, men gir samtidig et begrenset grunnlag for å forstå energisikkerhet som et strategisk og samfunnskritisk fenomen. I moderne energisystemer omfatter energisikkerhet et bredere sett av forhold knyttet til systemets robusthet, motstandsdyktighet, evne til å opprettholde samfunnskritiske funksjoner og befolkningens grunnleggende behov under ulike former for stress og forstyrrelser.

Energisikkerhet kan forstås som energisystemets evne til å sikre kontinuerlig tilgang til energi gjennom både normale driftsforhold og ekstraordinære hendelser, samtidig som forsyningen opprettholder forsvarlig kvalitet, kapasitet og økonomisk bærekraft. Dette innebærer både en kortsiktig dimensjon, som omhandler håndtering av akutte hendelser og forsyningsavbrudd, og en langsiktig dimensjon knyttet til investeringer, teknologisk utvikling, systemtilpasning og strategisk planlegging.

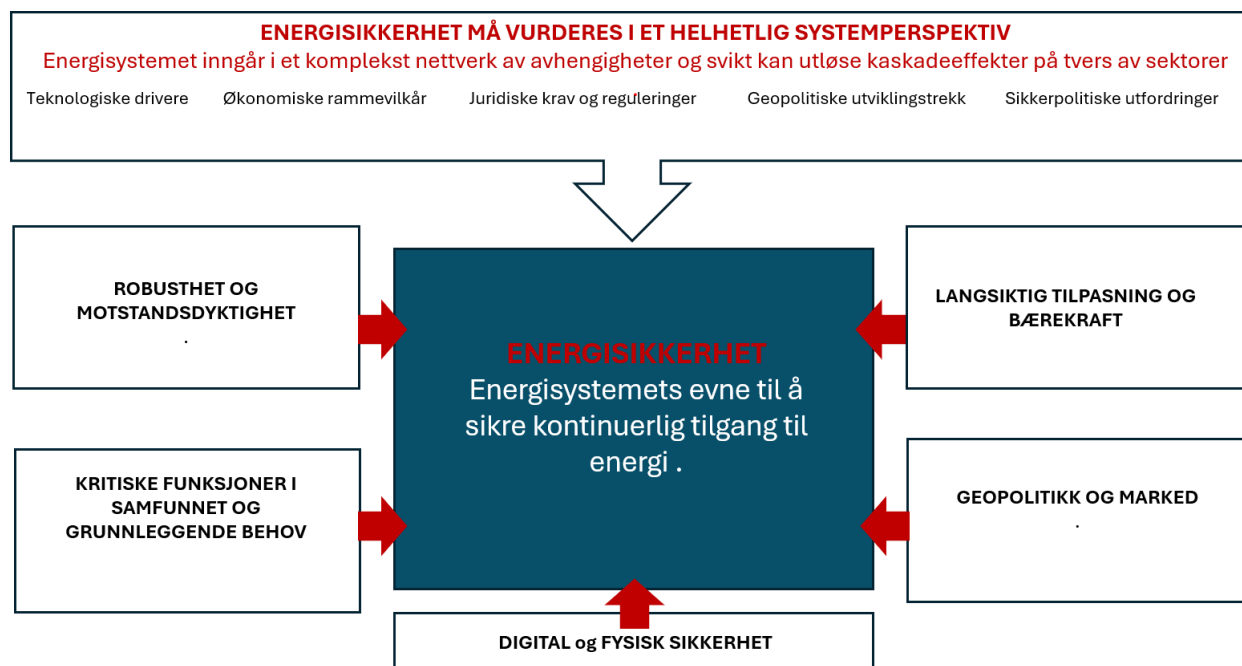
Et helhetlig perspektiv på energisikkerhet omfatter videre risikoer som følger av geopolitiske spenninger, markedsforstyrrelser, endring av nasjonal politikk og reguleringer, internasjonale avhengighetsforhold og konsentrasjon av kritiske ressurser og verdikjeder. I en stadig mer sammenkoblet verden påvirkes energisikkerheten ikke bare av nasjonale forhold, men også av utviklingen i internasjonale markeder, utenrikspolitiske relasjoner og globale forsyningskjeder.

Digitaliseringen av energisystemet gir mange muligheter, og er i utgangspunktet positivt for forsyningssikkerheten, men digitaliseringen har samtidig introdusert nye sårbarheter. Cybersikkerhet, beskyttelse av kritisk infrastruktur og håndtering av hybride trusler utgjør derfor integrerte deler av energisikkerheten. Når IT-systemer og styringssystemer integreres tettere, øker sannsynligheten for at angrep eller forstyrrelser mot digitale systemer kan få konsekvenser langt utover energisektoren og påvirke samfunnets samlede funksjonsevne.

Et sentralt kjennetegn ved moderne energisikkerhet er dessuten erkjennelsen av at energisystemet inngår i et komplekst nettverk av avhengigheter. Svikt i energiforsyningen kan utløse kaskadeeffekter på tvers av sektorer som transport, elektronisk kommunikasjon, finansielle tjenester, helsetjenester og forsvar. Vurderinger av energisikkerhet må derfor også inkludere analyser av kritikalitet, systemavhengigheter og konsekvenser for samfunnets

samlede motstandsdyktighet. Energisikkerhet er et flerdimensjonalt begrep som favner teknologiske, økonomiske, juridiske, geopolitiske og sikkerhetspolitiske forhold.

En helhetlig forståelse av energisikkerhet krever derfor et systemperspektiv. I tillegg kreves vurderinger av både kortsiktig og langsiktig forsyningsevne, samt av energisystemets robusthet, tilpasningsevne og motstandsdyktighet overfor fremtidige risikoer og strukturelle endringer.



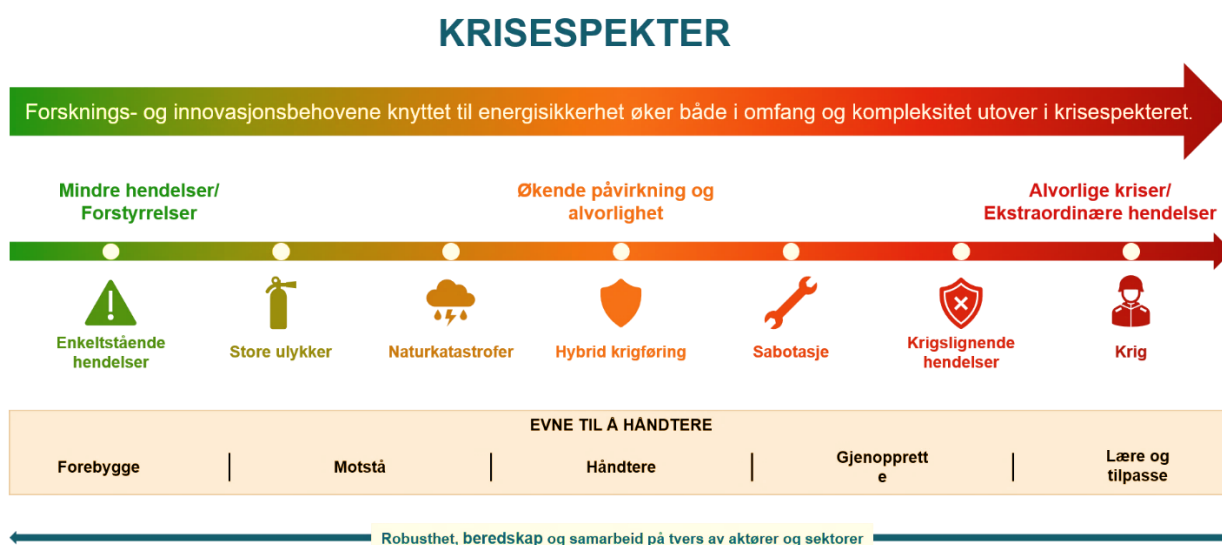
Figur 2 Forståelse av energisikkerhet krever et helhetlig systemperspektiv og kunnskap om avhengigheter mellom sektorer.

1.3.3 Kriesespekteret, forsknings- og innovasjonsbehov

Kriesespekteret (se figur 3) for energiforsyning illustrerer bredden av trusler og forstyrrelser som kan påvirke energisystemet, fra mindre driftsavvik og naturhendelser til alvorlige nasjonale kriser, hybride trusler og krig. Dagens energiinfrastruktur er hovedsakelig utviklet for normalsituasjoner og håndtering av hendelser i de lavere delene av kriesespekteret, selv om vesentlige deler av systemet, særlig innen vannkraft og transmisjon og distribusjon av strøm, er bygget med krav til beredskap og sikring mot ekstraordinære hendelser, også høyt i kriesespekteret. Alle vannkraftmagasiner og dammer i høy klasse har krav til beredskapsmessig sikring gjennom ulike byggetekniske krav, og kraftstasjoner i høy klasse er bygget i fjell, mens transformatorer er bygget i betongsjakt.

Energisystemet er i økende grad avhengig av komplekse og globale verdikjeder, digitale løsninger og samspill med andre sektorer med stor betydning for samfunnet. Dette skaper nye sårbarheter og kan forsterke konsekvensene av alvorlige trusler og forstyrrelser. I et FoU-I-perspektiv må man vurdere hvilke kunnskaps- og innovasjonsbehov som er nødvendig

for å øke robustheten i energisystemene, beskytte mot langvarige avbrudd og hvordan beredskapssituasjoner kan håndteres på en effektiv måte. Forsknings- og innovasjonsbehovene knyttet til energisikkerhet øker både i omfang og kompleksitet utover i krisespekteret.



Figur 3: Forsknings- og innovasjonsbehovet øker utover i krisespekteret

Risiko knyttet til både sikkerhet og sikring må vurderes helhetlig og samlet på tvers av hele krisespekteret. Dagens alvorlige og sammensatte trusselbilde stiller nye krav til kunnskapsutvikling og teknologisk innovasjon, men den historiske og nåværende sivile forsknings- og innovasjonsporteføljen reflekterer i begrenset grad behovene knyttet til energisikkerhet under dagens alvorlige trusselbilde.

Det er derfor behov for en betydelig styrking av forskning og innovasjon som utvikler kunnskap, teknologi og løsninger for å øke energisystemets motstandsdyktighet. Dette omfatter styrket digital og fysisk robusthet, økt reparasjons- og beredskapskapasitet og evne til rask gjenoppretting. Samtidig er det nødvendig å styrke samfunnsmessig og organisatorisk resiliens gjennom bedre koordinering, beslutningsstøtte og situasjonsforståelse, samt økt forståelse av sektoravhengigheter og kaskadeeffekter. Videre er det behov for styrkede kapasiteter innen scenarioutvikling, systematisk stresstesting og analyse av sammensatte risikobilder som grunnlag for mer robuste beslutninger.

Forsknings- og innovasjonsinnsatsen må imidlertid gå lenger enn å forbedre eksisterende systemer og løsninger. Den må også bidra til å transformere og tilpasse energisystemet til et sikkerhetspolitisk landskap preget av økende usikkerhet og et mer komplekst trusselbilde, der fysiske, digitale og hybride hendelser kan opptre samtidig og forsterke hverandre. Dette

krever forskning som integrerer teknologiske, organisatoriske og samfunnsmessige perspektiver, og som styrker evnen til forebygging, håndtering og rask gjenoppretting gjennom hele krisespekteret. En slik omstilling er en forutsetning for å sikre et robust, motstandsdyktig og fremtidsrettet energisystem.

Ekspertgruppen har identifisert forsknings- og innovasjonsbehov som kan redusere sårbarhet og styrke energiforsyningens motstandsdyktighet gjennom hele krisespekteret.

Det er lagt særlig vekt på den øvre delen av krisespekteret, der tilsiktede og ondsinnede handlinger, som hybrid påvirkning, sabotasje, cyberangrep og væpnet konflikt, kan få omfattende og langvarige konsekvenser for energiforsyningen og samfunnet.

Dette reflekterer behovet for kunnskap og innovasjon som styrker energisystemets og samfunnets evne til å forebygge, håndtere og gjenopprette funksjoner under alvorlige kriser og krig.

1.3.4 Safety vs security innen temaet energisikkerhet

Energisikkerhet forutsetter en helhetlig forståelse av både *safety-* og *security-relaterte* risikoer. Med *safety* menes beskyttelse mot utilsiktede hendelser, som tekniske feil, menneskelige feil og naturhendelser. *Security* omfatter beskyttelse mot tilsiktede handlinger, herunder sabotasje, terrorhandling, cyberangrep og statlige trusler. Selv om safety og security representerer ulike risikokategorier med ulike utløsende mekanismer, kan *konsekvensene for energisikkerheten være de samme*. Både utilsiktede og tilsiktede hendelser kan føre til bortfall av produksjon, overføring eller distribusjon av energi, og kan utløse kaskadeeffekter i andre kritiske samfunnsfunksjoner.

Safety-hendelser, som ulykker, tekniske feil eller utilsiktede menneskelige feil, fører vanligvis til konsekvenser som er begrenset til systemets iboende svakheter. Disse hendelsene er ofte mer forutsigbare, bygger på kjente feilmodi og utvikler seg uten strategisk påvirkning. Konsekvensene kan reduseres gjennom robuste systemer, redundans og læring fra tidligere hendelser. De følger i større grad kjente mønstre og kan dermed lettere modelleres og håndteres innenfor etablerte rammeverk.

Security-hendelser som hacking, sabotasje eller terror kan derimot gi mer omfattende og målrettede konsekvenser, fordi en aktør med ondsinnet intensjon kan velge tidspunkt, mål og metode for å maksimere skade. Slike aktører kan også angripe funksjoner som gir størst samfunnsmessig eller symbolsk effekt, og de kan bevisst utløse kaskadeeffekter som rammer kritisk infrastruktur på tvers av sektorer. Dermed kan konsekvensene ofte bli mer komplekse, mer uforutsigbare og muligens langt større.

I et energisystem preget av økende digitalisering og tette koblinger mellom fysiske og digitale komponenter blir samspillet mellom «safety» og «security» særlig viktig. Cyberhendelser rettet mot styrings- og kontrollsystemer kan få direkte fysiske konsekvenser for energiforsyningen, mens tekniske feil og driftsforstyrrelser kan utnyttes av ondssinnede aktører for å forsterke skadeomfanget.

Ekspertgruppen legger et felles konsekvensrammeverk til grunn for vurdering av safety- og security-hendelser, men analyserer årsaker, sannsynlighet og forebyggende tiltak særskilt for security-relaterte risikoer.



Foto: 4 Barents Nett | Øst Finnmark

2 TRUSSELBILDET OG SÅRBARHETER I ENERGISYSTEMENE

2.1 Overordnet situasjonsforståelse

Det internasjonale energibyrået (IEA) definerer energisikkerhet som «*avbrutt tilgang til energikilder til en overkommelig pris*». Gitt dagens trusselbilde fremstår denne definisjonen som for snever ved at den primært vektlegger tilgjengelighet og kostnad, og i mindre grad reflekterer de bredere sikkerhetsmessige og geopolitiske dimensjonene ved moderne energisystemer. Energiomstilling, nasjonal sikkerhet og økonomisk stabilitet er i økende grad tett sammenvevd. Geopolitisk ustabilitet, økende volatilitet i energipriser, energiknapphet, sårbare forsyningskjeder og strategiske avhengigheter, blant annet knyttet til import av kritiske mineraler, teknologikomponenter, digitale systemleveranser og internasjonal energihandel, synliggjør at energisikkerhet ikke lenger kun handler om tilgang til energiresurser. Begrepet omfatter også forhold knyttet til teknologi, digital infrastruktur, markedsstrukturer, beredskap og samfunnets evne til å forebygge og håndtere forstyrrelser og kriser.



Foto: 5 Forsvaret | Kystvaktskipet Jan Mayen viser tilstedeværelse i oljefeltet Johan Sverdrup

Dette perspektivet understøttes av Norges nasjonale sikkerhetsstrategi (2025), som fremhever at sikkerhetsutfordringer i økende grad oppstår i skjæringspunktet mellom sikkerhet, økonomi og teknologi, og at samfunnets samlede motstandskraft må styrkes. Strategien tydeliggjør videre at økonomisk sikkerhet og robuste samfunnsfunksjoner er grunnleggende nasjonale sikkerhetsinteresser, noe som implisitt omfatter energiforsyning og energiinfrastruktur som kritiske forutsetninger for statens og samfunnets virkemåte. Energipolitikken vil derfor i fremtiden måtte balansere fire overordnede hensyn: økonomisk effektivitet, leveransesikkerhet, bærekraft og nasjonal sikkerhet.

2.2 Geopolitiske utviklingstrekk og sikkerhetspolitiske spenninger

Norges geopolitiske posisjon og sikkerhetspolitiske forankring legger føringer for norsk energisikkerhet. Norsk sikkerhetspolitikk må utformes på basis av maktbalansen i våre nærområder, og særlig overfor Russland som Norge deler grense med både til lands og til havs. Samtidig må Norge forholde seg til stormaktsrivalisering, sanksjoner, handelskonflikter, sabotasje, hybride operasjoner og strategisk bruk av energi som pressmiddel. Denne utviklingen gjør energisystemene mer utsatt for både direkte og indirekte forstyrrelser.

Norges energisikkerhet utfordres av flere parallelle utviklingstrekk. Stormaktsrivaliseringen mellom USA og Kina skaper nye geopolitiske skillelinjer, og Kinas dominerende posisjon innenfor fornybar industri, mineraler og sentrale teknologier utfordrer norsk, europeisk og alliert industrikapasitet. Russlands invasjon av Ukraina har endret trusselbildet i Europa og fått store konsekvenser for europeisk energipolitikk. Russlands energisamarbeid med Kina og India reduserer effekten av vestlige sanksjoner mot russisk olje og gass.



Foto: 6 Forsvaret | Norske F-35 identifiserer russiske fly utenfor Norge

Sabotasjeaksjoner mot energiinfrastruktur på havbunnen i Nord-Europa har samtidig synliggjort sårbarheter i infrastrukturen som knytter Norge til Europa. Økt usikkerhet knyttet til USAs fremtidige politiske forankring i NATO har utløst en europeisk debatt om strategisk autonomi og økt ansvar for egen sikkerhet. Samtidig oppfyller USA sine NATO-forpliktelser gjennom etablerte mekanismer som NATO Defence Planning Process, og har vært en sentral pådriver for økte forsvarsbudsjetter blant allierte. I dette bildet har NATO-landene styrket sine ambisjoner betydelig, med mål om å øke forsvarsinnsatsen fra tidligere 2 prosent av BNP til et samlet ambisjonsnivå på opptil 5 prosent (3,5 prosent til forsvar og 1,5 prosent til relaterte sikkerhetsformål).



Foto: 7 Forsvaret | Ina Nyås Moe: Grensevakt, Elvenes, Sør-Varanger

Kinas fremvekst som USAs største sikkerhetsutfordring påvirker også norsk energisikkerhet. USA legger større vekt på Asia i sin sikkerhets- og forsvarspolitik, samtidig som europeiske land må ta større ansvar for egen sikkerhet, forsvarssamarbeid og forsvarsindustriell kapasitet. Rivaliseringen mellom USA og Kina skaper nye geopolitiske skillelinjer i internasjonal økonomi. USA og allierte søker i økende grad å redusere avhengigheten av Kina innenfor strategiske sektorer. Regjeringens nasjonale sikkerhetsstrategi fra 2025 legger vekt på å redusere risikoen i det økonomiske samvirket med Kina. Sektorer av betydning for norsk energisikkerhet anses i denne sammenhengen som kritiske leverandørkjeder⁵. For energisikkerheten gjelder dette særlig kritiske mineraler, grønn industri, komponenter, transformatorer, batterier, invertere, programvare og annen ren teknologi. Samtidig er problemstillingen bredere enn Kina alene: den handler om kontroll over teknologi, komponenter, data, råvarer og infrastruktur.

Russlands fullskala invasjon av Ukraina i 2022 og USA–Iran-krigen våren 2026 er eksempler på konflikter med store konsekvenser for europeisk energipolitikk og norsk energisikkerhet. Russlands krigføring i Ukraina endret trusselbildet i Europa, og en sentral europeisk respons var å redusere avhengigheten av russisk olje og gass. Moskvas partnerskap med Beijing bidrar til å opprettholde den russiske krigsøkonomien, og energisamarbeidet med Kina og India reduserer effekten av vestlige sanksjoner. Dette illustrerer hvordan krig, stormaktsrivalisering og strategisk bruk av energi som geopolitisk virkemiddel påvirker

⁵ Statsministerens kontor (2025) Nasjonal sikkerhetsstrategi, s. 27.

energisikkerheten direkte. USA–Iran-krigen har samtidig bidratt til økt uro i det globale energimarkedet og kan på sikt påvirke tempoet i energiomstillingen.



Foto: 8 Forsvaret | Kristian Kapelrud | Heimvernet: Drone som brukes under utdanningen av Ukrainske droneoperatører.

Geopolitiske spenninger øker faren for sabotasjeaksjoner mot energiinfrastruktur (PST, 2026). Russiske militære styrker opererer jevnlig i havområder med energiinfrastruktur som knytter Norge til Europa, inkludert i norsk økonomisk sone. Sabotasjen mot Nord Stream-gassrørledningene i september 2022 synliggjorde sårbarheter knyttet til energiinfrastruktur på havbunnen. Norge responderte med å legge deler av petroleumssektoren under sikkerhetsloven, og på internasjonalt nivå responderte NATO og EU blant annet ved å etablere en eget senter for kritisk undervannsinfrastruktur og en felles task force i 2023 for beskyttelse av kritisk infrastruktur, mens Norge og Tyskland tok et tilsvarende bilateralt initiativ i 2024⁶. Dette illustrerer at norsk energisikkerhet i økende grad er tett knyttet til europeisk og alliert sikkerhet, ettersom Norge i dag leverer rundt en tredjedel av gassforbruket i Europa og Storbritannia.

⁶ Jonas Gahr Støre (2026) Statsministerens sikkerhetspolitiske redegjørelse. 12.02.2026, [Statsministerens sikkerhetspolitiske redegjørelse - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no)



Foto: 9 Gassnova | Fotograf Haakon Nordvik: Mottaksterminal Zeebrugge

Europa står i en mer krevende energisituasjon som følge av geopolitiske konflikter, sanksjoner, markedsuro og usikkerhet om tilgang på energi. Norges energileveranser er et viktig bidrag til europeisk forsyningssikkerhet og økonomisk sikkerhet. Samtidig kan vedvarende uro i energimarkedene fremskynde energiomstillingen i Europa bort fra fossile brensler, med mulige konsekvenser for Europa som marked for norsk energi. Kunstig intelligens og datasentre kan forsterke kraftbehovet, men også bidra med fleksibilitet, spillvarme og systemtjenester dersom de reguleres og lokaliseres på en måte som støtter energisystemet.

Den globale sikkerhetssituasjonen har flere direkte konsekvenser for Norge. Norge blir en viktigere energileverandør for Europa i en periode med geopolitisk ustabilitet, noe som også øker risikoen for politisk press, cyberangrep og hybride trusler mot norsk energiinfrastruktur. Norsk energipolitikk kan derfor ikke ses isolert fra EU, NATO og stormaktsrivalisering. Globale leverandørkjeder innebærer økt risiko fordi norsk energisektor er avhengig av teknologi og mineraler som i stor grad kontrolleres av eksterne aktører. Norske energiselskaper må i økende grad håndtere risiko knyttet til sanksjoner, handelsrestriksjoner og geopolitisk turbulens. Norske rørledninger, plattformer, kabler og overvåkingssystemer er samtidig mer utsatt for både militære og hybride trusler.

2.3 Geopolitiske utviklingstrekk, sårbarhet og robusthet i energiforsyningen

Den sikkerhetspolitiske situasjonen i Norges nærområder har de senere årene utviklet seg i en retning som forsterker risikobildet for både havbasert og landbasert energiinfrastruktur. Energisystemene fremstår i dag som tett integrerte på tvers av domener, der produksjon, transport og distribusjon er avhengig av sammenhengende funksjonalitet mellom installasjoner til havs og anlegg på land. Samtidig har energiinfrastrukturen fått økt strategisk betydning som følge av skjerpet geopolitisk rivalisering og økt vekt på energisikkerhet.

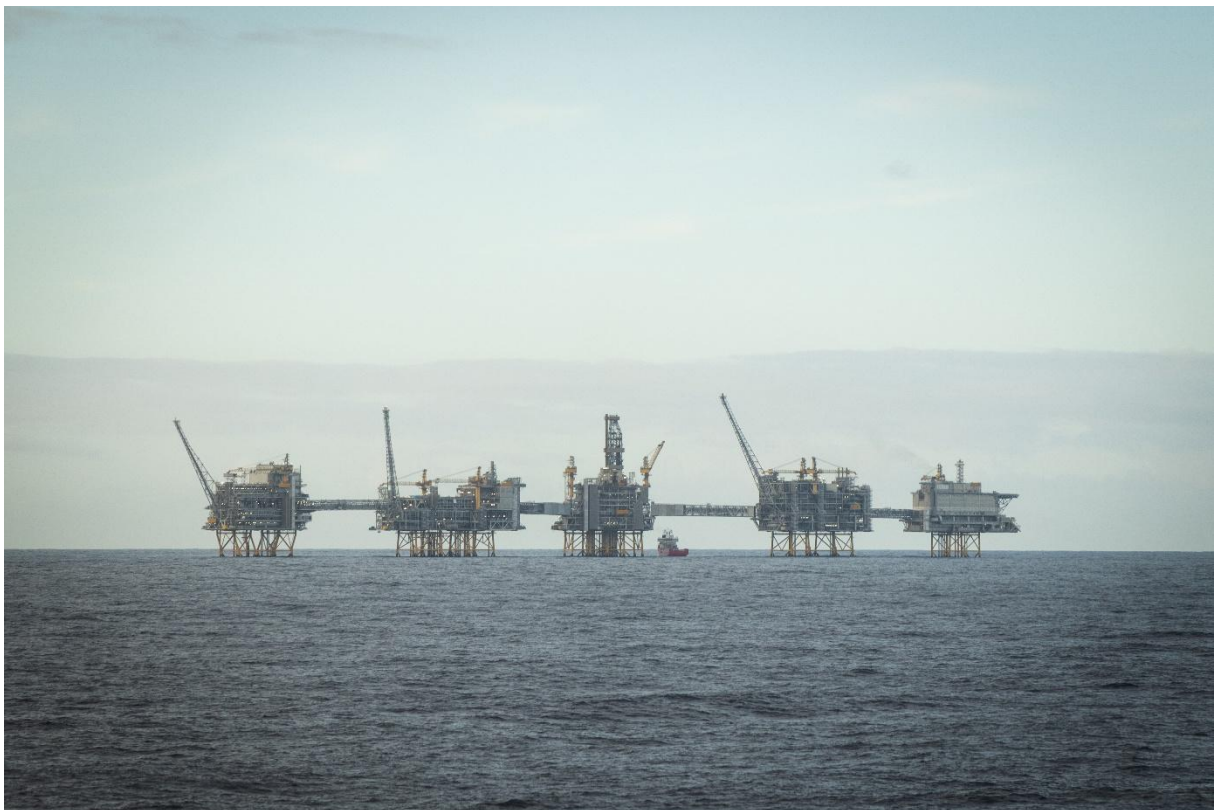


Foto: 10 Forsvaret | Edward V. Coates: KV Jan Mayen tilstede i oljefelt

Kritisk energiinfrastruktur fremstår dermed som tettere sammenkoblet og sårbar. Dette omfatter offshore installasjoner som plattformer, rørledninger, undervannsanlegg, kraftkabler og havvind, samt landbaserte komponenter som terminaler, prosessanlegg, ilandføringsanlegg, kraftnett, transformatorstasjoner og digitale styringssystemer. Den gjensidige avhengigheten mellom disse delene innebærer at bortfall eller kompromittering av ett element kan få forplantningseffekter i hele systemet. Økt digitalisering, automatisering og bruk av fjernstyrte operasjoner bidrar samtidig til en utvidet angrepsflate, særlig innen cyberdomenet.

Utviklingen innebærer også at skillet mellom tradisjonell sikkerhet (safety) og sikring (security) blir mindre tydelig. Mens risikostyringen historisk har vært dominert av fokus på ulykker og utilsiktede hendelser, må virksomhetene i økende grad håndtere tilsiktede

handlinger, herunder sabotasje, etterretning, påvirkning og cyberoperasjoner rettet mot både fysisk og digital infrastruktur. Dette gjelder i like stor grad landbaserte energisystemer som offshore installasjoner.

Den økte sikkerhetspolitiske betydningen av energinfrastrukturen stiller også nye krav til beredskap, situasjonsforståelse og tverrsektorielt samarbeid. Beskyttelse av kritisk infrastruktur forutsetter tettere samhandling mellom energiselskaper, myndigheter, tilsynsorganer og sikkerhets- og forsvarsaktører. Dette peker i retning av et mer integrert totalforsvarsperspektiv, hvor både sivile og militære virkemidler inngår.



Foto: 11 Forsvaret | Jan Harald Tomassen: Totalforsvarsøvelse Istind. Her sjef Brigade Nord, Terje Bruøygard sammen med sjef Siviltforsvaret, Øistein Knudsen jr.

Samtidig indikerer utviklingen at etablerte styringsmodeller utfordres. Økt kostnadspress, teknologisk omstilling, bruk av digitalisering og kunstig intelligens, samt et mer komplekst og dynamisk trusselbilde, kan påvirke den norske modellen for partssamarbeid og regulering av sikkerhet og arbeidsmiljø. Dette kan igjen ha konsekvenser for robustheten i sikkerhetsarbeidet, både på kort og lengre sikt.

Endelig må utviklingen sees i sammenheng med energiomstillingen. Fremveksten av nye havbaserte næringer som havvind, karbonfangst og -lagring samt havbunnsmineraler, kombinert med økt elektrifisering og utbygging av landbasert kraftinfrastruktur, forsterker energisystemenes strategiske betydning. Dette bidrar til et mer sammensatt trusselbilde,

hvor geopolitikk, energisikkerhet og teknologisk utvikling i økende grad virker sammen. Samtidig innebærer fremveksten av nye energiindustrier at regulerings- og ansvarsforhold i forhold til sikkerhet fortsatt er i utvikling, noe som kan skape sikkerhetsmessige gap og øke sårbarheten i beskyttelsen av kritisk energiinfrastruktur.

I et lengre historisk perspektiv må denne utviklingen også sees i lys av en periode preget av relativ stabilitet og «dyp fred», hvor energisikkerhet i mindre grad ble forstått som et eksplisitt sikkerhetspolitisk anliggende. De siste årene har imidlertid denne situasjonen endret seg markant. Både Covid-19-pandemien og Russlands invasjon av Ukraina har bidratt til økt oppmerksomhet om forsyningssikkerhet, sårbarheter i globale og nasjonale leverandørkjeder og behovet for økt robusthet i kritisk infrastruktur. For den norske olje- og gassektoren har dette også tydeliggjort rollen som en sentral nasjonal sikkerhetsinteresse, samtidig som det har påvirket virksomhetenes risikoforståelse, vurderinger av utenlandske leverandører og prioriteringer knyttet til investeringer i sikkerhet og beredskap. Utviklingen har også aktualisert behovet for tilpasninger i reguleringsregimer og tilsyn, blant annet knyttet til sikkerhet i leverandørkjeder, eierskapskontroll, digital sikkerhet og krav til beredskap, som en del av en mer helhetlig tilnærming til beskyttelse av kritisk energiinfrastruktur.

Gitt de tett sammenkoblede energisystemene og energiens økende betydning for samfunnssikkerhet og økonomi, må energi i økende grad forstås som en strategisk interesse i bred forstand. Nye teknologier, digitale trusler, droner og datasentre som understøtter kunstig intelligens, skaper nye sårbarheter. Klimaendringer og ekstremvær øker i tillegg risikoen for skader på infrastruktur.

Robusthet og motstandskraft i energisystemet forstås i økende grad som **strategiske verdier**, drevet av et mer alvorlig og sammensatt trusselbilde. Samtidig er det ikke gitt at denne forståelsen er fullt ut konsolidert på tvers av sektorer og aktører, noe som kan skape ulik praksis og prioritering.

Robusthet og motstandskraft handler ikke bare om teknologivalg, men også om styring, institusjonell kapasitet, operativ kompetanse, offentlig legitimitet og hensiktsmessige markedssignaler. I tillegg må motstandskraft omfatte evnen til gjenoppretting etter hendelser, herunder kapasitet til rask reparasjon, omstilling og videreføring av kritiske funksjoner.

Et robust og motstandsdyktig energisystem forutsetter at myndigheter, systemoperatører, nettselskaper, energiselskaper, kommuner, forsvar, industri og andre samfunnskritiske sektorer deler relevant informasjon og utvikler et felles situasjonsbilde av risiko, avhengigheter og sårbarheter.

Samtidig skaper det skjerpede trusselbildet et grunnleggende dilemma: behovet for å beskytte sensitiv informasjon og infrastruktur må balanseres mot behovet for informasjonsdeling for å utvikle felles risikoforståelse, styrke beredskap og legge til rette for innovasjon og videre utvikling av energisystemet.

Offentlig legitimitet inngår også i dette bildet. Sikkerhetsargumenter kan bidra til å legitimere nødvendige investeringer og tiltak, men kan også skape frykt, motstand eller mistillit dersom de ikke kommuniseres tydelig og balansert. I et slikt perspektiv fremstår også desinformasjon og økende polarisering som systemrisikoer, fordi de kan svekke tillit og dermed indirekte redusere systemets samlede robusthet.

2.4 Markedsmessige og økonomiske risikofaktorer

Rammebetingelsene for energipolitikk og energisikkerhet avhenger av om internasjonal økonomisk orden formes av markedsøkonomiske prinsipper og geopolitiske hensyn. I en verden med økte geopolitiske spenninger vil stater ta mer hensyn til nasjonal sikkerhet i sin økonomiske politikk, også i energipolitikken. Dette kan i noen tilfeller gå på tvers av markedsøkonomiske hensyn. Samtidig kan markedsmessige og økonomiske forhold forsterke sårbarheter i energisystemet. Prisvolatilitet, høye kapitalkostnader, knapp nettkapasitet, feil insentiver, investeringsrisiko og kortsiktige markedssignaler kan gjøre det vanskeligere å bygge robusthet.

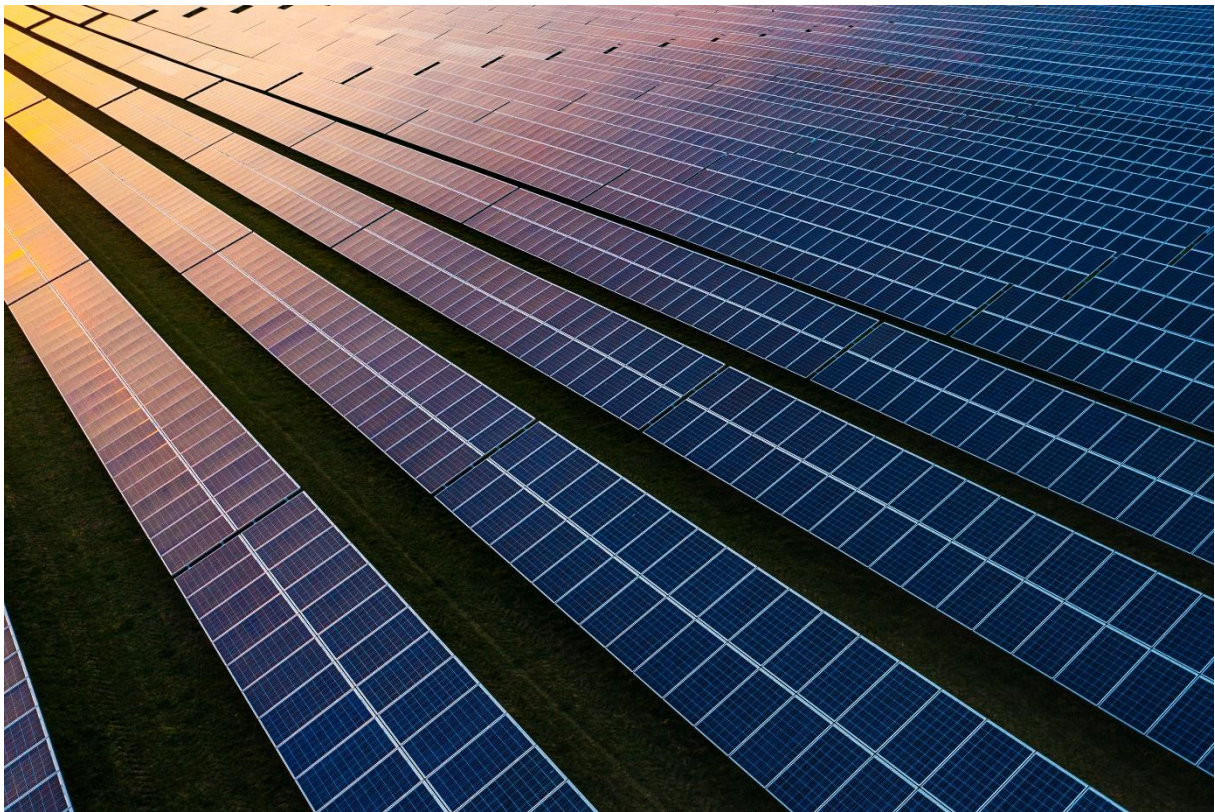


Foto: 12 Stockfoto: Solkraftanlegg

2.5 Grønn industri, Kina og europeisk industribase

En fremskyndet energiomstilling i Norge og Europa vil kreve en styrket europeisk industribase for grønn industri, eller et nærmere partnerskap med Kina som i dag har en dominerende posisjon innenfor disse næringene, som produksjon av batterier og solcelleanlegg.⁷ Norge står her i likhet med resten av Europa overfor et strategisk valg. Hvis man velger et nært samarbeid med Kina, risikerer man å styrke Kinas dominans og øke europeisk avhengighet. Hvis man derimot velger å bygge opp egen industrikapasitet, som kan være viktig sett fra et energisikkerhetsperspektiv, vil norske og europeiske selskaper møte sterk konkurranse fra kinesiske aktører, inkludert på pris. Dette er allerede tilfelle i dag. En utfordring framover vil være å bygge opp europeisk industriproduksjon som vil innebære store kostnader og ta lang tid. Et konkret eksempel på hvor krevende det er å etablere europeisk produksjon er de nordiske batteriprodusentene ⁸.

Norge og Europa står overfor det samme strategiske valget når det gjelder kritiske mineraler. Kina har en enda mer dominerende posisjon med hensyn til enkelte kritiske mineraler enn hva tilfellet er i grønn industri. Kina dominerer hele verdikjeden for enkelte mineraler. Kinas dominerende posisjon innenfor kritiske mineraler har konsekvenser for Europas ambisjon innen grønn industri, nye teknologier og forsvarsindustri⁹. Skal Norge etablere gruvedrift og oppnå kapasitet på utvinning/raffinering for mineraler, er dette tidkrevende prosesser og må ses i en lang tidshorisont. I denne sammenhengen aktualiseres behovet for å vurdere leverandørkjeder til energiinfrastrukturen bredere enn ut fra marked og pris alene, herunder også med hensyn til nasjonal sikkerhet, leverandørrisiko og langsiktig robusthet.



Foto: 13 Adepth Minerals: Kobber

⁷ [China dominates global trade of battery minerals - U.S. Energy Information Administration \(EIA\); 'They're just so much further ahead': How China won the world's EV battery race](#)

⁸ [Den svenske batteriprodusenten Northvolt har begjært seg konkurs – NRK Nordland; Morrow-konkursen: – Stor pågang – E24](#)

⁹ [Beijing's critical raw material weapon - And how to dismantle it | European Union Institute for Security Studies; FNI Policy Brief 01 2025.pdf](#)

2.6 Marked, regulering og langsiktig robusthet

Markedsdesign og netregulering som primært vektlegger effektivitet, kan komme i konflikt med andre hensyn som natur/bærekraft, fleksibilitet, robusthet, evne til å reparere, beredskap og systemets langsiktige totalkostnader. Denne konflikten blir særlig tydelig når nye store forbrukere konkurrerer om knapp nettkapasitet.



Foto: 14 Statnett | Vetle Hofstad | Liåsen transformatorstasjon fra montasje av master.

Et sentralt dilemma er hvordan kraftsystemet skal håndtere økende etterspørsel fra ulike typer forbrukere med svært ulike samfunnsmessige funksjoner. Datasentre, elektrifisering av eksisterende industri, hydrogenproduksjon, forsvarsformål, metallindustri, boligbygging og lokal næringsutvikling kan alle ha legitime behov for nettilgang, men de bidrar ulikt til verdiskaping, utslippsreduksjon, fleksibilitet, beredskap og strategisk autonomi. Dersom tilknytning i hovedsak avgjøres av betalingsevne, kjøplass eller kortsiktige bedriftsøkonomiske kriterier, kan kritiske samfunnsfunksjoner og tjenester bli nedprioritert. Samtidig kan sterk politisk prioritering av enkelte typer forbruk reise vanskelige spørsmål om markedsnøytralitet, effektiv ressursbruk, konkurranse, forutsigbarhet og rettferdig behandling av aktører.

2.7 Finansiering

I Europa er det normalt kommersielle aktører som investerer i ny produksjonskapasitet. Flere av de relevante teknologiene er nå lønnsomme uten direkte subsidier. Samtidig kan økte risikopremier, blant annet som følge av geopolitisk uro, svekke lønnsomheten og gjøre kapitaltilgangen mer krevende. I Norge er kraftproduksjonen i stor grad offentlig eid, sammenlignet med mange andre land. Kommuner, fylkeskommuner og staten eier samlet over 80 % av den norske fornybare kraftproduksjonskapasiteten. Staten alene eier rundt 35 % gjennom Statkraft, mens kommuner og fylkeskommuner eier store deler av resten gjennom regionale kraftselskaper. Landbasert vindkraft som ble bygget ut på 2010- og tidlig 2020-tallet hadde et langt høyere innslag av private og utenlandske investorer. De siste årene har det imidlertid vært en trend tilbake mot mer norsk eierskap gjennom oppkjøp fra norske kraftselskaper.



Foto: 15 Statkraft | Geitfjellet, Eivind Lea @Leafilms

Strømnettet i Norge er i hovedsak offentlig eller kommunalt eid, mens transmisjonsnettet er statlig eid gjennom Statnett. Annen infrastruktur, som gassrør og i framtiden eventuelle hydrogenrør eller CO₂-rør, kan ha både private og offentlige eiere, men vil ofte være regulert som infrastruktur med karakter av naturlig monopol. Felles for slike investeringer er at de har svært lange levetider, høye investeringskostnader og stor følsomhet for avkastningskrav.

Risikoavlastning gjennom finansiering er en kjernekomponent i energi- og sikkerhetspolitikken. Høy rente og høye risikopremier kan gjøre det vanskeligere å realisere både grønne investeringer, kritisk infrastruktur og løsninger som styrker energisikkerheten. Dette gjelder særlig prosjekter der nytten er samfunnsøkonomisk eller sikkerhetspolitisk viktig, men der den kommersielle risikoen er høy eller inntektsgrunnlaget usikkert. Det er derfor relevant å vurdere hvordan samspillet mellom private og offentlige aktører kan utformes for å redusere risiko og mobilisere kapital. Private aktører er normalt godt egnet til å håndtere ordinær markedsrisiko.

For store infrastrukturinvesteringer, som CO₂-rør, hydrogenrør eller annen strategisk energi-infrastruktur, kan risikoen derimot i stor grad være knyttet til politiske og regulatoriske forhold, herunder klimapolitikk, industripolitikk, konsesjonsprosesser og geopolitisk usikkerhet. I slike tilfeller kan det være behov for virkemidler som fordeler risiko mer effektivt mellom private og offentlige aktører. Det kan omfatte langsiktig investeringsstøtte, blandet finansiering, statlige garantier, kontraktsmodeller eller andre risikoreducerende ordninger. Formålet bør ikke være å skjerme private aktører fra all risiko, men å redusere politisk og systemisk risiko der dette er nødvendig for å utløse investeringer som har stor betydning for energiomstilling, industriell utvikling og energisikkerhet.

2.8 Kritiske funksjoner, avhengigheter og sårbarheter i energisystemet

Energisystemet bør forstås som et komplekst og tett sammenkoblet system, der gjensidige avhengigheter og ikke-lineære sammenhenger kan forsterke konsekvensene av forstyrrelser. Svikt i én del av systemet kan dermed utløse kaskadeeffekter på tvers av sektorer, særlig der energi er integrert med telekommunikasjon, digitale systemer, transport og andre samfunnskritiske funksjoner. Slike systemrisikoer innebærer at hendelser som i utgangspunktet er håndterbare, kan utvikle seg til større kriser.

For å analysere og håndtere slike risikoer er det hensiktsmessig å skille mellom ulike typer sårbarhet. Strukturell sårbarhet knytter seg til fysiske forhold som nettstruktur, geografi og kapasitet. Operasjonell sårbarhet gjelder drift, vedlikehold, beredskap og tilgang på kompetanse. Strategisk sårbarhet omfatter avhengigheter til eksterne aktører, leverandørkjeder og kritiske innsatsfaktorer, herunder også forsvarssektoren og andre samfunnskritiske funksjoner. Digital sårbarhet knytter seg til avhengighet av digitale systemer, datainfrastruktur og styringssystemer, samt eksponering for cybertrusler. I tillegg er menneskelige og organisatoriske sårbarheter sentrale, knyttet til beslutningsprosesser, sikkerhetskultur, kompetanse, koordinering og evne til samhandling på tvers av aktører.

De gjensidige avhengighetene mellom sivile og militære sektorer er særlig viktige gitt et alvorlig trusselbilde. Energi-, klima- og sikkerhetspolitikk har tradisjonelt i stor grad vært utviklet i separate sektorielle «siloer», noe som gjør det vanskeligere å identifisere avveininger og synergier på tvers av samfunnsområder. Samtidig er militære kapabiliteter

fortsatt i betydelig grad avhengige av fossile, flytende drivstoff, noe som reiser spørsmål om hvordan militær beredskap skal inngå i fremtidens energiomstilling.

Dette peker på behovet for en mer integrert tilnærming, der sivil elektrifisering og militær beredskap planlegges i sammenheng. Spørsmål knyttet til vertslandsstøtte, drivstoffavhengighet og interoperabilitet med allierte bør ses i lys av utviklingen i energisystemet og energiomstillingen. Et slikt perspektiv forutsetter også at relevante aktører – herunder statlige myndigheter, nettselskaper, systemoperatører, kommuner, forsvar, industri, leverandører, lokalsamfunn og allierte – ikke bare har formelle planer, men også har etablert praksis for samarbeid gjennom øvelser og erfaringsutveksling.

2.8.1 Datasentre, KI og systemrelevante laster

Digital suverenitet forutsetter både fysisk infrastruktur og relevant kompetanse. Lokal datakapasitet og lagring er sentralt for opprettholdelse av kritiske samfunnsfunksjoner, men etablering av datasentre alene er ikke tilstrekkelig for å sikre reell digital suverenitet.

KI-drevne datasentre og fremveksten av såkalte neocloud-aktører peker mot en utvikling der slike anlegg i økende grad vil utgjøre kritiske ressurser for industri og næringsliv. Samtidig må datasentre som understøtter kunstig intelligens forstås både som potensielle mål for sabotasje og som store, systemrelevante kraftforbrukere. De kan dermed bidra til økt belastning på kraftsystemet, men også representere en potensiell fleksibilitetsressurs.

Dette innebærer at datasentre kan spille en aktiv rolle i energisystemet, blant annet gjennom laststyring, bidrag til system- og balansetjenester, utnyttelse av spillvarme og integrasjon av batteriløsninger. For å realisere slike bidrag forutsettes hensiktsmessige regulatoriske rammer og insentiver. Sentrale og lokale myndigheter kan i denne sammenhengen stille krav til transparens eller betrodd deling av informasjon om driftsprofiler, rampingkapasitet, nødutkoblingslogikk og reserveløsninger.

Samtidig kan datasentre redusere egen belastning på kraftsystemet gjennom tiltak som begrensninger i effektopptak (ramping), økt bruk av fleksible løsninger og tydeligere krav til deltakelse i systemtjenester. Regulering, lokalisering og integrasjon av datasentre blir dermed sentrale virkemidler for å sikre at veksten i slike anlegg understøtter, snarere enn svekker, robustheten i energisystemet.

2.9 Klimaendringer og naturrelaterte risikoer

Klimaendringer påvirker energisikkerheten gjennom økt og endret fysisk belastning på energinfrastruktur, endrede produksjonsforhold og høyere sannsynlighet for samtidige hendelser. Ekstremvær, flom, skred, tørke, skogbrann, avising, havnivåstigning, temperaturendringer og endrede tilsigsmønstre kan påvirke produksjon, overføring, distribusjon og reparasjonsevne. I tillegg kan ismelting, særlig i nordområdene, bidra til økt

geopolitisk spenning ved å åpne nye sjøveier, tilgangen til naturressurser og nye områder for energirelatert aktivitet, herunder mulig utbygging av energiressurser.

Naturrelaterte risikoer kan gi direkte skader på anlegg og nett, men også indirekte konsekvenser gjennom transportforstyrrelser, vanskeligere tilgang til kritiske anlegg, svikt i elektronisk kommunikasjon og økt press på beredskapsressurser. For kraftforsyningen kan dette blant annet gi økt risiko for strømbrudd, særlig i situasjoner hvor flere hendelser opptrer samtidig. Slike hendelser kan bli mer krevende når energisystemet samtidig blir mer elektrifisert, digitalisert og sammenkoblet, og i økende grad avhengig av fungerende ekom-infrastruktur.



Foto: 16 NVE | Flom i Opo- Odda - 2014

Utbygging av ny kraftproduksjon, nettinfrastruktur, datasentre og andre energirelaterte anlegg møter i økende grad motstand knyttet til naturinngrep, lokalsamfunn og miljøhensyn. Slike konflikter kan forsinke eller hindre nødvendige investeringer i energisystemet og dermed påvirke både forsyningssikkerhet og omstillingsevne. Klimarisiko fremstår derfor som en integrert del av energiplanlegging, infrastrukturdesign og beredskap.

Det er også økende oppmerksomhet om sammensatte hendelser, der ekstremvær opptrer i kombinasjon med andre typer forstyrrelser, som cyberoperasjoner, svikt i leverandørkjeder, markedsuro eller geopolitisk spenning. I denne sammenhengen kan avhengighet av globale leverandørkjeder for komponenter, reservedeler og teknologiske løsninger bidra til å forsterke konsekvensene av naturhendelser og påvirke tempoet i gjenopprettingsarbeidet.

Samlet sett innebærer dette at klimarisiko ikke kan behandles isolert, men må ses i sammenheng med systemrisiko, digital sårbarhet og geopolitiske utviklingstrekk, som en del av et mer komplekst og samvirkende risikobilde for energisystemet.

2.10 Målkonflikter og tidsdimensjon

Energisikkerhet og energiomstilling innebærer grunnleggende målkonflikter mellom hensyn som ikke kan maksimeres samtidig, men må balanseres gjennom løpende avveininger. I tillegg til spenningene mellom effektivitet og robusthet, og mellom markedsbaserte løsninger og statlig styring, fremstår tidsdimensjonen som en sentral målkonflikt. Tiltak som styrker forsyningssikkerheten på kort sikt kan bidra til økt fossil avhengighet eller forsinke investeringer i lavutslippsløsninger, mens tiltak som fremmer langsiktig omstilling kan innebære økt risiko eller redusert fleksibilitet i en overgangsfase.

Denne tidsmessige målkonflikten henger tett sammen med hvordan risiko utvikler seg i energisystemet. Trusler og sårbarheter kan bygge seg opp gradvis over tid, men også endre seg raskt som følge av geopolitiske forhold og utviklingen i trusselbildet. Det er derfor analytisk nyttig å skille mellom akutte hendelser og langsom risikooppbygging. Akutte hendelser omfatter plutselige forstyrrelser, som tekniske feil, ekstremvær, cyberangrep, sabotasje, krigshandlinger eller storulykker, og krever umiddelbar krisehåndtering. Når hendelser er tilsiktede, kan de i større grad være utformet for å inntreffe på tidspunkt og steder hvor effekten er størst, noe som bidrar til økt uforutsigbarhet og gjør dem mer krevende å forebygge, håndtere og attribuere.

Langsom risikooppbygging omfatter gradvise utviklingstrekk som over tid kan svekke systemets robusthet og motstandskraft, herunder geopolitiske endringer, økt digital avhengighet, manglende vedlikehold, svekket reparasjonskapasitet, knapphet på kompetanse og økende avhengighet av konsentrerte leverandørkjeder. Slike utviklingstrekk kan over tid øke systemets sårbarhet uten å gi umiddelbare utslag.

Tidsdimensjonen innebærer dermed en dobbel utfordring: akutte hendelser krever rask respons og operativ beredskap, mens langsom risikooppbygging forutsetter langsiktig planlegging, investeringer og institusjonell læring. Samtidig er disse tett sammenkoblet, ettersom et system med opparbeidede sårbarheter vil være mer utsatt når en akutt hendelse inntreffer. Tidsdimensjonen forsterker dermed eksisterende målkonflikter, ved at tiltak som er rasjonelle på kort sikt ikke nødvendigvis bidrar til robusthet eller sikkerhet på lengre sikt.



Foto: 17 Barents Nett : Varangerhalvøya

3 UTVIKLINGSTREKK MOT 2050 OG KONSEKVENSER FOR ENERGISIKKERHETEN

Energi2050 legger til grunn et langsiktig perspektiv frem mot 2050. Analysene i dette kapitlet bygger i stor grad på utviklingstrekk og sårbarheter som er identifisert i kapittel 2, og danner et utgangspunkt for å forstå hvordan dagens risikobilde kan utvikle seg videre. Perspektivet er dermed ikke prediktivt, men basert på en videreføring av observerbare trender. Det legges samtidig til grunn at akutte hendelser, brudd og såkalte «svarte svaner» vil inntreffe i perioden frem mot 2050. Slike hendelser er imidlertid preget av høy grad av usikkerhet og lav forutsigbarhet, og er derfor ikke eksplisitt hensyntatt i utviklingstrekkene, som i stedet tar utgangspunkt i identifiserbare utviklingstrekk og langsiktige drivere.

3.1 Fra dagens energisystem til framtidens energisystem: sentrale drivere for endring

Frem mot 2050 vil energisystemet gjennomgå omfattende endringer. Utviklingen vil trolig bli formet av flere faktorer, som elektrifisering, digitalisering, avkarbonisering, geopolitisk fragmentering, klimaendringer, nye forbruksmønstre og industriell omstilling, og ikke minst en sterkere kobling mellom energi, sikkerhet og konkurransekraft.

Energisystemet forventes å få en ytterligere styrket rolle i samfunnets kritiske infrastruktur, der energiforsyning ikke bare er et spørsmål om stabil tilgang på energi, men også om evnen til å opprettholde samfunnsfunksjoner under ulike former for kriser. Energisikkerhet vil i denne konteksten handle om å utvikle systemer som er robuste, fleksible, kostnadseffektive og sikre, samtidig som de er sosialt rettfærdige og tilpasningsdyktige overfor et mer komplekst og alvorlig risikobilde.

Det er fem sentrale drivere som vil forme energisystemet frem mot 2050:

For det første tilsier geopolitikken at dagens situasjonsbilde med sterke sikkerhetspolitiske spenninger vil vedvare i lang tid. Dette legger sterke føringer for det internasjonale energimarkedet, leverandørkjeder og sårbarheter i energisystemet.

For det andre forventes det en teknologiutvikling med ytterligere digitalisering av energisystemene. Økt digitalisering gjør energisystemet mer eksponert for cyberangrep, mens tettere koblinger mellom sektorer øker risikoen for kaskadeeffekter, der hendelser i én del av systemet kan forplante seg til andre samfunnskritiske funksjoner. Samtidig kan avhengigheten av internasjonale leverandørkjeder for teknologi og råvarer gjøre energisystemet mer utsatt for geopolitisk risiko og handelsforstyrrelser. Digitalisering kan føre til bedre overvåking, styring og fleksibilitet, som kan bidra til et mer robust og effektivt energisystem forutsatt tilstrekkelig kompetanse og sikkerhetsnivå.

Den tredje sentrale driveren er lavutslippsomstillingen, som innebærer at energisystemet blir mer elektrifisert, digitalisert og desentralisert, samt mer avhengig av kritiske komponenter, globale verdikjeder og digitale styringssystemer. Dette kan bidra til økt effektivitet og fleksibilitet, men skaper også nye sårbarheter.

For det fjerde vil økende knapphet på ressurser kunne bli en sentral driver. Dette gjelder ikke bare energi, men også tilgang på kritiske råvarer, areal, kapital og kompetanse. Knapphet kan føre til høyere konkurranse om ressurser, endrede prioriteringer og i ytterste konsekvens behov for helt andre løsninger enn dem som ligger til grunn for dagens energisystem. Dette kan innebære økt vekt på effektivisering, lokal energiproduksjon, sirkulære løsninger og alternative teknologier.

En femte viktig driver er klimaendringer, samt fremveksten av eventuelt nye energiformer, men disse vil i mindre grad omtales i denne rapporten. Klimaendringer kan likevel påvirke energisystemet direkte gjennom økt risiko for ekstremvær og indirekte gjennom strengere reguleringer og endrede rammebetingelser.

3.2 Geopolitikk og energimarkeder

Dagens situasjonsbilde skissert i kapittel 2, med en tilspisset rivalisering mellom USA og Kina, redusert amerikansk engasjement i Europa, og økt russisk vilje til å bruke militærmakt, forventes å forbli den geopolitiske rammen for norsk og europeisk sikkerhetspolitikk også i årene fremover. Det er ingen underliggende strukturelle utviklingstrekk i internasjonal politikk som indikerer en annen utviklingsbane de neste to tiårene. Det kan selvsagt forventes mindre justeringer i USA-Kina-rivaliseringen og i russisk politikk, blant annet som følge av utskiftninger i lederskap, men den internasjonale maktbalansen – den viktigste indikatoren for hvordan USA, Kina, Russland og Europa forholder seg til hverandre - vil i stor grad forbli uendret de neste 10-20 årene.

Geopolitisk rivalisering, industriell konkurranse og sikkerhetspolitiske hensyn vil med andre ord fortsette å forme energimarkeder og verdikjeder frem mot 2050. Energi forblir ikke bare en handelsvare, men et strategisk gode og et aktivt virkemiddel i geoøkonomisk maktutøvelse. Dette innebærer at energisikkerhet i økende grad påvirkes av geopolitisk konfrontasjon, strategisk konkurranse og bevisst bruk av energi og infrastruktur som politiske og økonomiske pressmidler.

Erfaringene fra Russlands krigføring i Ukraina har tydeliggjort hvordan energi kan brukes som våpen gjennom reduksjon av leveranser, angrep på energiinfrastruktur og målrettet påvirkning av energimarkeder. Samtidig illustrerer utviklingen i Midtøsten knyttet til Iran, hvordan energisikkerhet også påvirkes gjennom trusler mot transportkorridorer, maritime flaskehalser og regionale eskaleringer med globale ringvirkninger. Disse hendelsene synliggjør det moderne samfunnets sårbarheter og avhengigheter, særlig knyttet til stabile energileveranser, velfungerende infrastruktur og forutsigbare markedsforhold.

Samtidig må det understrekes at selv ved en fremforhandlet fredsløsning i Ukraina, vil Russland fortsatt representere en langsiktig utfordring for europeisk sikkerhet både gjennom sin militære kapasitet og vilje til å bruke energi, cyber og påvirkningsoperasjoner som maktmidler. Tilsvarende er stengingen av Hormuzstredet et frempek mot en fremtid der lignende avbrudd og kriser oppstår hyppigere enn det vi har vært vant til de siste tiårene, drevet av økt geopolitisk rivalisering og regional ustabilitet.

I dette landskapet utfordres tidligere antakelser om at økonomisk integrasjon og gjensidig avhengighet bidrar til stabilitet. I stedet ser man en utvikling der handel, teknologi og energi i større grad inngår i nullsumspill, der kontroll over kritiske ressurser, forsyningskjeder og markeder gir strategisk fortrinn. Global konkurranse om kritiske mineraler, grønn teknologi, digital infrastruktur og styringssystemer kan dermed øke betydningen av strategisk handlefrihet og kontroll samtidig som nye former for avhengighet skaper potensial for politisk press og sårbarhet. Samtidig er det verdt å merke seg at mange av verdens største eksportører av energiresurser er ikke-demokratiske stater, noe som kan forsterke risiko knyttet til politisk styring, uforutsigbarhet og bruk av energi som maktmiddel. I en slik kontekst kan Norge, som en stabil og demokratisk energileverandør, få en styrket og mer strategisk attraktiv rolle i fremtidige energimarkeder.

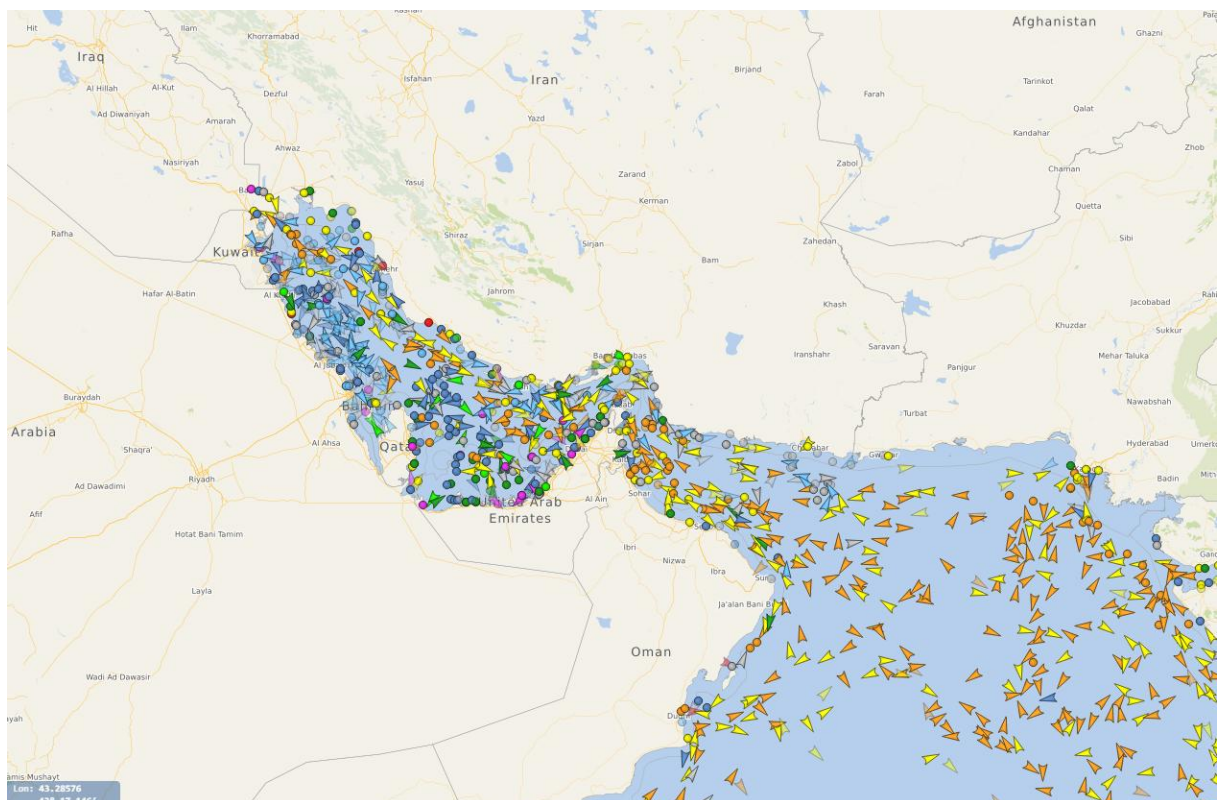


Foto: 18 VesselFinder: Hormuz stredet - 2. juli 2026

Norge er samtidig tett integrert i nordiske og europeiske energimarkeder og inngår i et bredere sikkerhetspolitisk fellesskap gjennom NATO. Norsk energisikkerhet frem mot 2050 må derfor forstås i lys av nordisk energisamarbeid, europeisk markedsintegrasjon, globale forsyningskjeder, alliert beredskap og sikkerhetspolitiske forpliktelser. Dette innebærer at

energisystemet ikke bare må vurderes ut fra nasjonale forhold, men som en del av et større geopolitisk og sikkerhetspolitisk system der både avhengigheter og bidrag går på tvers av landegrensene.

Energisystemer må i økende grad utformes og videreutvikles for å håndtere komplekse og sammensatte trusselbilder. Dette inkluderer hybride trusler, som kombinasjoner av cyberangrep, fysisk sabotasje, økonomisk press og påvirkningsoperasjoner, samt kaskadeeffekter på tvers av kritiske infrastrukturer. Erfaringene fra Ukraina viser hvordan samtidige angrep på fysisk infrastruktur og digitale systemer kan svekke energiforsyningen over tid, mens hendelser i Midtøsten illustrerer hvordan forstyrrelser i handel og transport kan ha globale konsekvenser. Slike trusler er ikke lenger unntakstilfeller, men må betraktes som sentrale dimensjoner i design og drift av fremtidens energisystemer. I tillegg vil mange av disse truslene være langvarige, uklare og politisk drevne, noe som utfordrer tradisjonelle forståelser av krig, krise og fred. Energisikkerhet må i større grad baseres på håndtering av ufullstendig og til tider motstridende informasjon, samt effektiv koordinering mellom myndigheter, systemoperatører, næringsliv og sikkerhetsaktører. Evnen til å etablere felles situasjonsforståelse på tvers av sektorer og institusjoner blir en sentral forutsetning for et robust energisystem.

Det er usikkerhet forbundet med hvordan det europeiske energimarkedet vil utvikle seg frem mot 2050, men utviklingen har stor betydning for norsk energisikkerhet. Hvis Europas interesse for norsk olje og gass reduseres, vil det ha konsekvenser for norsk energisikkerhet. Noen sentrale problemstillinger vil være om Europa igjen åpner kranene for import av russisk olje og gass, i hvilken grad Europa lener seg på import av gass (LNG) fra USA, og om Europa vil satse mer på kjernekraft. USAs fremtidige energipolitikk og energimiks er også en del av dette bildet. I tillegg vil et varmere klima øke smelting av polisen, som igjen vil påvirke muligheten for norsk energiutvinning.

Samlet sett innebærer utviklingen at energisystemet må forstås som en del av et bredere geoøkonomisk og sikkerhetspolitisk system. Energisikkerhet handler i økende grad om å håndtere vedvarende geopolitisk turbulens, snarere enn isolerte kriser, og krever nye analytiske perspektiver, styringsmodeller og former for internasjonalt samarbeid.

3.3 Teknologiutvikling, digitalisering og nye systemavhengigheter

Teknologiutvikling og digitalisering vil være blant de viktigste driverne for endring fram mot 2050. KI, automatisering, sensorer, dataanalyse og digitale styringssystemer kan gi bedre systemdrift, mer effektiv ressursbruk og raskere respons på forstyrrelser. Samtidig øker avhengigheten av digitale systemer, programvare, kommunikasjon, skytjenester og komplekse leverandørkjeder.

Utviklingen innebærer at energisystemet beveger seg fra et system der hovedoppgaven i stor grad har vært å produsere og levere kraft, til et langt mer sammensatt system som

kontinuerlig må balanseres og optimaliseres på tvers av teknologier, forbruk og markeder. Dette representerer en grunnleggende endring i hvordan energisystemet må forstås og styres. I dette bildet blir styring, prognoser og utnyttelse av data stadig viktigere, som del av et mer datadrevet og operasjonelt komplekst system. Samtidig øker betydningen av riktig kompetanse, både for å utvikle, drifte og sikre systemene.

Datasentre og KI kan bli store nye kraftforbrukere. De kan øke belastningen på kraftsystemet og potensielt fortrenge annen strategisk kraftbruk. Samtidig vil datasentre og KI trolig være sentrale for nettopp den automatiseringen, dataanalysen og de styringssystemene som energisystemet i økende grad vil baseres på. Dette gir et paradoks: teknologiene som muliggjør økt effektivitet og bedre systemstyring, kan samtidig bidra til høyere etterspørsel etter kraft og redusere tilgjengelig fleksibilitet dersom de ikke integreres hensiktsmessig.

Datasentre kan også bidra med fleksibilitet, spillvarme og systemtjenester dersom rammevilkårene utformes godt. Realiseringen av dette potensialet vil imidlertid avhenge av hvordan disse aktørene inngår i energimarkedene, og i hvilken grad de kan tilpasses behovene for fleksibilitet og forsyningssikkerhet i et stadig mer komplekst energisystem.



Foto: 19 Statnett | Olivia Knudsen: Arbeid med mastehavari i Narvik

En ytterligere dimensjon som i økende grad påvirker hvordan energisystemet bør forstås, er sikkerhetssituasjonen og behovet for beredskap i et mer alvorlig trusselbilde. Erfaringer fra Europa de siste årene tilsier at energisystemer ikke bare må være effektive og kostnadsoptimale, men også robuste i møte med krig, sabotasje og sammensatte trusler. Et energisystem tilpasset en mer uforutsigbar og konfliktpreget fremtid kan måtte prioritere redundans, desentralisering, reparasjonsevne og beredskapskapasitet på en annen måte

enn i dag. Dette kan innebære avveininger mellom effektivitet og sikkerhet, og utfordrer etablerte prinsipper for hvordan kraftsystemet dimensjoneres og driftes.

3.4 Elektrifisering

Elektrifisering av industri, transport, bygg og nye næringer vil øke betydningen av kraftsystemet som kritisk infrastruktur. Etter hvert som flere samfunnsfunksjoner blir avhengige av elektrisitet, øker også konsekvensene av avbrudd – både økonomisk og samfunnsmessig. I en sikkerhetskontekst innebærer dette at kraftforsyningen får en stadig mer sentral rolle for evnen til å opprettholde grunnleggende samfunnsfunksjoner i kriser og konflikter. Energisikkerhet blir dermed tett knyttet til forsyningssikkerhet, beredskap og samfunnets samlede motstandsevne.

Nye energibærere kan spille en rolle i å knytte sammen elektriske verdikjeder og gassverdikjeder. Samtidig vil integrasjon mot andre energibærere være viktig for å sikre diversifisering, redundans og fleksibilitet. I et energisikkerhets- og totalforsvarsperspektiv bidrar dette til å redusere sårbarheten ved ensidig avhengighet av elektrisitet, og gir flere alternativer dersom deler av energisystemet svikter eller blir utsatt for angrep.

Energifleksibilitet, særlig sesongfleksibilitet, fremstår som en sentral utfordring frem mot 2050. Kortsiktig balansering kan i stor grad håndteres gjennom fleksibel etterspørsel, batterier og smartere drift. Derimot er langsiktige fleksibilitetsløsninger mer begrenset. Hydrogen og hydrogenbaserte energibærere kan bidra, men det er usikkert i hvilken grad disse kan levere sesonglagring i tilstrekkelig omfang og til konkurransedyktige kostnader. Begrensninger i fleksibilitet kan i et beredskapsperspektiv innebære redusert evne til å håndtere langvarige forstyrrelser eller forsyningssvikt.

Robust nettutbygging, lagringsløsninger, mellomlandsforbindelser, energieffektiv elektrifisering og økt fleksibilitet i industri og forsyningskjeder vil være sentrale strategier for å styrke robustheten i energisystemet. Et sterkt og godt integrert kraftnett kan redusere prisvolatilitet, bidra til bedre ressursutnyttelse og gjøre systemet mer motstandsdyktig mot tekniske feil, naturhendelser og tilsiktede angrep. Samtidig vil slike tiltak være avgjørende for totalforsvaret, ved å sikre at energiforsyningen kan opprettholdes, gjenopprettes raskt og tilpasses under ulike former for kriser og konflikt, også i situasjoner der deler av infrastrukturen er satt ut av spill.

3.5 Sentrale dilemmaer, usikkerheter og kunnskapsbehov

Dagens situasjonsbilde, slik det er beskrevet i kapittel 2, samt langsiktige utviklingstrekk mot 2050, viser at utviklingen av energisystemet vil preges av flere grunnleggende spenninger og betydelig usikkerhet. Disse spenningene danner et viktig utgangspunkt for videre forskning og innovasjon knyttet til energisikkerhet.

En sentral utfordring i utviklingen av energisystemer og energimarkeder er samspillet og avveiningen mellom hensyn til kostnadseffektivitet, bærekraft og forsyningssikkerhet. Dette kan forstås som et flerfasettert styrings- og prioriteringsdilemma, der også geopolitiske hensyn og beredskap i økende grad må integreres i vurderingsgrunnlaget. Et energisystem som er optimalisert for lave kostnader under normale og stabile driftsforhold, vil ikke nødvendigvis være tilstrekkelig robust ved større forstyrrelser, kriser eller sikkerhetspolitiske hendelser. Samtidig vil en styrking av systemets robusthet, redundans og beredskapsevne normalt innebære høyere investeringskostnader og andre strukturelle prioriteringer i systemutviklingen.

3.5.1 Energisystemet i et samfunnssikkerhets- og totalforsvarsperspektiv

Energisystemet inngår i økende grad i et bredere samfunnssikkerhets- og totalforsvarsperspektiv, der sammenhenger mellom energi, kritisk infrastruktur og sikkerhet blir tydeligere. Økt kompleksitet og avhengighet mellom sektorer innebærer at hendelser i energisystemet kan få omfattende konsekvenser for andre samfunnsfunksjoner. Samtidig er energiforsyning en grunnleggende forutsetning for både sivile og militære kapabiliteter.

3.5.2 Systemstruktur: sentralisering og desentralisering

Forholdet mellom sentraliserte og desentraliserte løsninger representerer en viktig systemdimensjon med ulike egenskaper. Store, integrerte systemer kan gi effektiv ressursutnyttelse og stabil drift, mens distribuerte løsninger kan bidra til lokal robusthet og redusert sårbarhet for enkeltfeil. Samtidig kan økt desentralisering bidra til høyere operasjonell kompleksitet og behov for koordinering.

3.5.3 Teknologiutvikling og digitalisering

Digitalisering og teknologiutvikling kan forbedre systemdrift, ressursutnyttelse og fleksibilitet, men innebærer også nye avhengigheter og sårbarheter. Økt bruk av KI, automatisering og digitale styringssystemer påvirker både hvordan energisystemet opereres og hvilke risikoer det eksponeres for. Samtidig kan nye forbruksformer, særlig knyttet til datasentre, påvirke belastningen på kraftsystemet.

3.5.4 Elektrifisering

Økt elektrifisering vil påvirke både etterspørsel etter kraft og krav til systemets fleksibilitet. Samtidig vil tilgjengelig nettkapasitet, tempo i utbygging og behov for redundans være usikre faktorer. Spørsmål knyttet til fleksibilitet, særlig over lengre tidsperioder, står sentralt.

3.5.5 Energiforbruk og etterspørsel

Forholdet mellom energitilgang og energibruk vil også være en viktig faktor for energisystemets utvikling. Energieffektivisering og etterspørselsfleksibilitet kan påvirke både systemkostnader, utslipp og sårbarhet.

3.5.6 Norges energimiks og rolle som energileverandør

Utviklingen i norsk energisikkerhet vil også påvirkes av sammensetningen av energiproduksjon og rollen i internasjonale energimarkeder. Dette inkluderer samspill mellom nasjonale ressurser, eksport, europeisk energietterspørsel og globale markedsforhold.

De beskrevne spenningene og usikkerhetene representerer områder hvor eksisterende kunnskap er begrenset eller fragmentert, og hvor utviklingen går raskt. Dette skaper et behov for systematisk forskning.

For det første er mange av problemstillingene tverrsektorielle, og involverer komplekse avhengigheter mellom teknologi, økonomi, geopolittikk og samfunnssikkerhet. Slike sammenhenger er i liten grad fullt ut forstått, og kan ikke analyseres tilstrekkelig innenfor enkeltfag eller isolerte modeller.

For det andre innebærer overgangen til et mer elektrifisert, digitalisert og integrert energisystem at både risikobildet og systemegenskapene endres. Historiske erfaringer og eksisterende analyseverktøy gir derfor bare delvis grunnlag for å forstå fremtidige utfordringer, særlig når det gjelder sammensatte hendelser, kaskadeeffekter og langvarige forstyrrelser.

Videre er mange av avveiningene knyttet til energisystemet preget av grunnleggende usikkerhet, både når det gjelder teknologiutvikling, kostnader, etterspørsel og geopolitisk utvikling. Dette tilsier behov for scenariobasert forskning og utvikling av metoder som kan håndtere usikkerhet og støtte beslutninger under skiftende rammebetingelser.

Et annet moment er at flere av spenningene ikke kan løses gjennom optimalisering alene, men krever økt forståelse av systemrobusthet, redundans, fleksibilitet og gjenopprettingsevne. Slike egenskaper er vanskeligere å kvantifisere og verdsette enn tradisjonelle effektivitetsmål, og det er behov for utvikling av nye begreper, indikatorer og analysemetoder.

Til sist er det behov for forskning som kan belyse samspillet mellom teknologiske løsninger, reguleringer, markedsdesign og aktøratferd. Hvordan energisystemet faktisk utvikler seg vil i stor grad avhenge av slike institusjonelle og organisatoriske forhold, som i dag er mindre belyst enn de tekniske og økonomiske dimensjonene.

Samlet sett tilsier dette at de identifiserte spenningene representerer sentrale kunnskapsbehov. Forskning og innovasjon vil være nødvendig for å utvikle et bedre beslutningsgrunnlag, redusere usikkerhet og bidra til utvikling av et energisystem som er tilpasset et mer komplekst og krevende risikobilde frem mot 2050.



Foto: 20 Statkraft : Ulla Førre

4 ANBEFALINGER OM FOU-I-INNSATS FOR STYRKET ENERGISIKKERHET MOT 2050

For å forstå og håndtere hvordan energisikkerheten utfordres i en ny energi- og geopolitisk virkelighet er det behov for en helhetlig og flerfaglig tilnærming til forsknings- og innovasjonsinnsatsen.

Det anbefales å strukturere FoU-I-innsatsen opp mot følgende fire gjensidig avhengige dimensjoner:

- Geopolitisk og strategisk kontekst - *eksterne risikofaktorer*
- Markedsmessige og institusjonelle rammer - *styring*
- Teknisk og operasjonelt robust energisystem - *gjennomføring*
- Kompetanse og kapasitet - *gjennomføringsevne*

Det foregår allerede aktiviteter innen flere av de relevante FoU-I-dimensjonene. Samtidig er det behov for å *styrke eksisterende prosjekter og prosesser, starte nye initiativer og aktiviteter, og forsterke innsatsen for å møte de strategiske utfordringene* knyttet til energisikkerhet frem mot 2050. Det henvises til figur 4 neste side, med beskrivelse av sentrale FoU-I problemstillinger tilhørende hver dimensjon.



Foto: 21 NVE : Dam Grimsoset - Høyanger

Figur 4 Fire gjensidig avhengige dimensjoner for FoU-I-innsats

1	Eksterne risikofaktorer	2	Styring	3	Gjennomføring	4	Gjennomføringsevne
Geopolitisk og strategisk kontekst		Markedsmessige og institusjonelle rammer		Teknisk og operasjonelt robust energisystem		Kompetanse og kapasitet	
Geopolitikk, klimaendringer og energisikkerhet Hvordan stormaktsrivalisering, geopolitisk fragmentering og klimaendringer påvirker forsyningsikkerhet og robusthet i energi- og mineralverdikjeder.	Energieresurser, mineraler, materialer, komponenter og kritiske råvarer Sikker tilgang på primære energiresurser, mineraler, materialer og komponenter som forutsetning for energisystemets robusthet og strategiske handlingsrom.	Systembasert analysegrunnlag Helhetlig kartlegging av kritiske funksjoner, avhengigheter og verdikjeder på tvers av virksomheter, energibærere og sektorer, som grunnlag for å identifisere systemiske sårbarheter.		Risiko og sårbarheter Videreutvikling av ROS-metodikk for å fange opp sammensatte trusler, vilde handlinger og kaskadeeffekter mellom energibærere og infrastruktur.		Bred og tverrfaglig kompetansebase Teknisk energi- og kraftsystemkompetanse, cyber- og IT-sikkerhet, beredskap og krisehåndtering, regelverk og styring	
		Markedsdesign og regulering for robust drift i kriser Utvikling av markedsdesign og regulatoriske rammeverk som opprettholder funksjonalitet og samfunnskritiske prioriteringer under kriser og væpnet konflikt.		Robust systemdesign Design, dimensjonering og drift av energisystemet for å redusere systemisk risiko og styrke robusthet, fleksibilitet og gjenopprettingsevne under ulike trusselscenarier.		Utdanning, trening og simulering Solide grunnutdanningsløp og gode ordninger for etter- og videreutdanning Øvelser og simulering i samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og utdanningsmiljøer.	
		Juridisk og regulatorisk rammeverk Konsesjonsregimer, eierskapskontroll og statlige beføyelser som sikrer nasjonal kontroll over energi- og havressurser i krise og krig.		Beskytte fysisk og digital infrastruktur Fysisk og digital sikring av energianlegg, cybersikkerhet i IT/OT og etablering av et forsvarlig digitalt handlingsrom.		Leveranse og gjennomføringskapasitet Tilstrekkelig tilgang på kvalifisert personell og kapasitet hos leverandører og fagmiljøer til å omsette FoU-I til drift og beredskap over lange ledetider.	
		Organisering, ansvarsforhold, samhandling og informasjonsdeling Roller, ansvar og mekanismer for informasjonsdeling som gir felles situasjonsforståelse mellom myndigheter, energinæring og sikkerhetsaktører.		Overvåking, deteksjon og varsling Kontinuerlig overvåking av fysiske og digitale komponenter for tidlig å oppdage avvik og angrep, og varsle relevante aktører raskt nok til å bevare handlingsrommet.		Rekruttering og nasjonal kunnskapsoppbygging Rekruttering til kritiske fagområder og langsiktig oppbygging av nasjonal kompetanse i konkurranse med andre sektorer.	
		Sivil-militær samhandling for et velfungerende totalforsvar Organisatoriske modeller, felles planverk og robuste, cybersikre energiløsninger for felles sivil og militær anvendelse.		Operativ krisehåndtering og gjenoppretting Reparasjonsberedskap, svartstart, øydrift, beredskapslagre og logistikk for å begrense konsekvenser og gjenopprette forsyningen raskest mulig.			

4.1 Geopolitisk og strategisk kontekst – eksterne risikofaktorer

Denne dimensjonen beskriver FoU- i temaer knyttet til eksterne risikofaktorer som påvirker energisystemet og energimarkedene, herunder stormaktsrivalisering, strategiske avhengigheter og tilgang til kritiske innsatsfaktorer.

4.1.1 Geopolitikk, klimaendringer og energisikkerhet

Energisikkerheten påvirkes i økende grad av to utviklingstrekk: tiltakende stormaktsrivalisering og geopolitisk fragmentering på den ene siden, og klimaendringer med tilhørende ekstremvær på den andre. Begge rammer et stadig mer elektrifisert og væravhengig energisystem.

De forsterker hverandre i et sammensatt trussel- og risikobilde der energi-, sikkerhets- og industripolitikk smelter tettere sammen, og utgjør samlet en trussel mot energisikkerheten.

Utfordringer

Energi- og ressursmarkedene preges av økt fragmentering, svekket internasjonalt samarbeid og sterkere sammenkobling mellom energi-, sikkerhets- og industripolitikk. Energi og kritiske mineraler spiller en stadig viktigere strategisk rolle for staters økonomiske og sikkerhetspolitiske handlingsrom. USA fremstår som en aktør som i økende grad vektlegger nasjonal energisikkerhet, kontroll over verdikjeder og strategisk teknologiutvikling, på bekostning av den åpne, regelbaserte ordenen USA tidligere fremmet. Rivaliseringen mellom USA og Kina forsterkes, særlig når det gjelder tilgang til energiressurser, kritiske mineraler, tilhørende teknologier og kunstig intelligens. Dette driver frem et skifte fra multilaterale energimarkeder til bilaterale og blokkbaserte løsninger, der energihandel, investeringer og verdikjeder i økende grad organiseres innenfor politiske og sikkerhetspolitiske fellesskap snarere enn gjennom åpne, globale markeder. Rivalisering og tollkrig kan også få negative konsekvenser for norsk olje- og gassvirksomhet, som er vant til å eksportere innenfor rammene av en regelstyrt, markedsbasert verdensorden.

Det skjerpede trusselbildet medfører også at energiinfrastruktur i større grad brukes som sikkerhetspolitisk virkemiddel. Ekstremvær og klimatiske endringer øker belastningen på produksjon, nett og forsyningslinjer, og forsterker sårbarheten i et stadig mer elektrifisert og væravhengig energisystem.

Konsekvenser for energisikkerheten

Stormaktsrivaliseringen svekker forutsigbarheten i globale energimarkeder og øker risikoen for avbrudd i forsyningskjeder, prissvingninger og politisk betingede restriksjoner på energi og råvarer. Energibærere og teknologier som tidligere ble handlet i åpne markeder, blir i større grad underlagt strategisk kontroll. For mindre og åpne økonomier innebærer dette økt sårbarhet knyttet til import-, teknologi- og innsatsfaktoravhengighet, samtidig som kravene til

nasjonal beredskap og diversifisering øker. Uten tilstrekkelig forberedelse til å møte de kombinerte utfordringene fra klimaendringer og et endret trusselbilde kan Norge og Europa få svekket forsyningssikkerhet, redusert evne til å håndtere sammensatte klima- og sikkerhetskriser, og over tid svekket legitimitet for energiomstillingen.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvordan påvirkes forsyningssikkerhet og robusthet i energi- og mineralverdikjeder over tid av stormaktsrivalisering og geopolitisk fragmentering, handelsforhold og industriell utvikling? Hvilke konsekvenser har dette for nasjonal og regional energisikkerhet?
- Hvilke sammenhenger er det mellom nasjonal forsyningssikkerhet og Norges energiekspor, og hvordan vil utviklingen i europeiske energimarkeder – herunder etterspørselen etter norsk olje, gass og kraft – påvirke norsk energisikkerhet og Norges rolle som energileverandør frem mot 2050?
- Hvordan kan energisystemer utformes, utvikles og driftes for økt motstandsdyktighet overfor et stadig mer komplekst trusselbilde - gjennom teknologiutvikling, innovasjon, internasjonalt samarbeid, diversifisering og integrering av geopolitisk risikoforståelse – slik at de kan motstå, tilpasse seg og gjenopprette drift etter klimatiske, geopolitiske, fysiske, digitale og hybride trusler?
- Hvordan kan rammeverk for styring, planlegging og investeringsbeslutninger i energisektoren videreutvikles for å integrere geopolitisk og klimatisk risikoforståelse på en systematisk måte, og dermed styrke energisystemers motstandsdyktighet mot sammensatte klimatiske, geopolitiske og sikkerhetsrelaterte trusler, herunder fysiske, digitale og hybride hendelser?
- Hvordan kan scenarioer som kombinerer energiomstilling, teknologiutvikling, sikkerhetspolitisk utvikling, klimaendringer og markedsforhold utvikles og anvendes for å analysere konsekvenser for kostnader, utslipp, forsyningssikkerhet, industriutvikling, avhengigheter og samfunnsmessig robusthet frem mot 2050?



Foto: 22 Gassco | Haakon Nordvik : Langeled mottaksterminal, Easington

4.1.2 Energiressurser, mineraler, materialer, komponenter og kritiske råvarer

Ressurssikkerhet omfatter energiressurser, mineraler, materialer, komponenter og kritiske råvarer.

Utfordringer

Energisikkerheten frem mot 2050 blir i økende grad avhengig av sikker tilgang på primære energiressurser, materialer, komponenter og kritiske råvarer som inngår i produksjon, distribusjon og lagring av energi. Energiomstillingen medfører økt elektrifisering, digitalisering og utbygging av ny infrastruktur, noe som gir en betydelig økning i materialintensiteten i energisystemet. Ressurssikkerhet er en forutsetning for energisikkerhet. Uten tilstrekkelig kontroll over råvarer, materialer og komponenter reduseres energisystemets robusthet, fleksibilitet og strategiske handlingsrom.

Samtidig er verdikjedene for mange kritiske råvarer kontrollert av land som benytter råvarer og verdikjeder som strategiske virkemidler. Dette gjelder både primærressurser (mineraler) og videreforedte komponenter og teknologier. Manglende helhetlig forståelse av ressursavhengigheter på tvers av energibærere, geografiske områder og verdikjeder representerer en sentral utfordring for energisikkerheten.

Konsekvenser

Utilstrekkelig ressursikkerhet kan føre til økt sårbarhet i energisystemet gjennom forsinkelser i utbygging, redusert vedlikeholds- og reparasjonskapasitet og begrenset evne til rask gjenoppretting etter forstyrrelser. På lengre sikt kan dette svekke både forsyningssikkerhet, systemrobusthet og samfunnets evne til å gjennomføre nødvendige energi- og industriomstillinger.

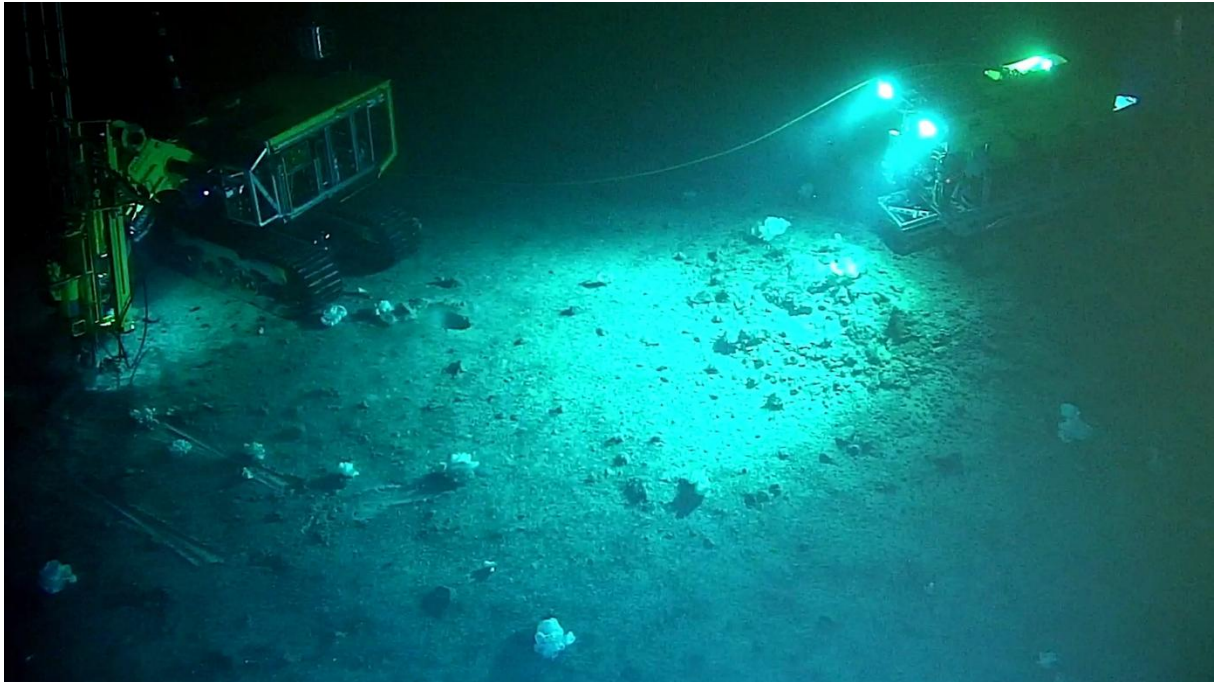


Foto: 23 Adepth Minerals: Undervannsoperasjon med 2 ROV FlexiCore på 1000 m dyp

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvordan kan ressurs- og materialavhengigheter i energisystemet kartlegges og analyseres på tvers av verdikjeder på land og til havs?
- Hvilke materialer, komponenter og råvarer er mest kritiske for energisikkerheten frem mot 2050, hvor ligger de største sårbarhetene, og hva er alternative løsninger?
- Hvordan kan vi utvikle løsninger som gir bedre nasjonal kontroll på kritiske råvarer og komponenter, herunder substitusjon, materialgjenvinning, sirkulære løsninger og nasjonal eller nordisk utvinnings-, prosess- og produksjonskapasitet?

4.1.3 Globale forsyningskjeder og sikker teknologiutvikling

Utfordringer

Energisektoren er avhengig av globale forsyningskjeder for kritiske komponenter langs hele verdikjeden. Denne avhengigheten er en sentral utfordring for energisikkerheten i den nye geopolitiske situasjonen, fordi energiinfrastruktur i økende grad er avhengig av teknologi, materialer og komponenter som produseres i et begrenset antall land. Et eksempel er

avhengigheten av kinesiske leveranser av kritiske energiteknologier og komponenter, som gir en strukturell sårbarhet for Norge og Europa.

Konsekvenser

Geografisk konsentrert produksjon av komponenter og teknologier øker risikoen for leveranseavbrudd ved geopolitiske spenninger som handelsrestriksjoner eller forstyrrelser i globale forsyningskjeder. Manglende diversifisering av leverandørkjeder for komponenter og teknologier reduserer handlingsrommet ved kriser, og kan føre til forsinkelser i reparasjon og gjenoppbygging av energiinfrastruktur. Komplekse og eksternt kontrollerte leverandørkjeder gir også begrenset innsyn i kvalitet, sikkerhet og digitale avhengigheter, noe som igjen kan påvirke robustheten til kritiske systemer med betydning for energisikkerheten.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvordan kan energisektoren identifisere og redusere sårbarheter i kritiske leverandørkjeder gjennom økt diversifisering, integrerte sikkerhets- og cybersikkerhetskrav samt redusert strategisk avhengighet av enkeltleverandører og regioner?
- Hvordan kan sirkulære verdikjeder, alternative produksjons- og lagerstrategier, inkludert beredskapslagre for kritiske komponenter og nasjonal/nordisk produksjonskapasitet, utvikles for å styrke robusthet og forsyningssikkerhet i energisektoren?
- Hvilke produksjons- og prosessinnovasjoner kan gjøre skalerbar nasjonal/nordisk produksjon av utvalgte kritiske komponenter konkurransedyktig og forsyningssikker, og hvordan kan dette piloteres og demonstreres?



Foto: 24 Statnett | Vetle Hofstad : Transformatortransport Sogn

4.2 Markedsmessige og institusjonelle rammer - styring

Denne dimensjonen omhandler styringssystemer som forsterker eller reduserer energisikkerheten.

4.2.1 Systembasert analysegrunnlag for energisikkerhet og kritiske avhengigheter

Med systembasert analysegrunnlag menes et helhetlig analysegrunnlag på systemnivå som kartlegger kritiske funksjoner, avhengigheter og verdikjeder på tvers av virksomheter, energibærere og sektorer, og vurderer i hvilken grad dagens institusjonelle, regulatoriske og operative rammeverk fanger dem opp som grunnlag for å identifisere systemiske sårbarheter og prioritere FoU-I-innsats.

Det er behov for forskning som styrker kunnskapsgrunnlaget om hvordan energisikkerhet ivaretas gjennom dagens institusjonelle, regulatoriske og operative rammeverk. Analysen bør ta utgangspunkt i et helhetlig systemperspektiv og undersøke hvordan kritiske funksjoner, infrastrukturer og verdikjeder er koblet sammen på tvers av virksomheter, energibærere og sektorer, herunder hvor tette koblinger, gjensidige avhengigheter og konsentrasjoner av samfunnskritiske funksjoner kan skape systemiske sårbarheter som ikke fanges opp gjennom virksomhetsvise risikovurderinger eller eksisterende sektorinndelinger. Den tekniske kartleggingen av slike avhengigheter og kaskadeeffekter er nærmere behandlet i 4.3.1; her ligger vekten på det institusjonelle og regulatoriske.

Sentralt står spørsmålet om hvordan regulering av sikkerhet bidrar til å ivareta energisikkerheten, og i hvilken grad regulering både nasjonalt og fra EU fanger opp kritiske avhengigheter og sårbarheter på tvers av virksomheter og sektorer, og hvordan markedsregulering og sikkerhetsregulering henger sammen høyt i krisespekteret, inkludert ansvars- og myndighetsfordeling.

Videre bør det vurderes hvordan øvrige regulerings- og forvaltningsregimer – samspillet mellom konsesjonsregimer, beredskapskrav, sikkerhetsbestemmelser, tilsynsordninger og markedsmekanismer – understøtter energisikkerhet i et trusselbilde preget av økt geopolitisk usikkerhet, digitalisering, klimaendringer og sterkere sektorintegrasjon. Det er også behov for å kartlegge om virkemiddelapparatet innen forskning, innovasjon, beredskap og kompetanseutvikling er tilstrekkelig innrettet, og om det finnes strukturelle hull eller overlapp som reduserer den samlede effekten.

Et slikt analysegrunnlag vil gi bedre forutsetninger for å utvikle målrettede og kostnadseffektive FoU-I-prioriteringer som styrker robustheten i energisystemet og

samfunnets evne til å forebygge, håndtere og gjenopprette funksjonsevne ved uønskede hendelser.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvordan kan et systembasert analysegrunnlag for energisikkerhet etableres, som kartlegger kritiske funksjoner, avhengigheter og verdikjeder på tvers av virksomheter, energibærere og sektorer?
- I hvilken grad fanger dagens sikkerhetsregulering (GNF/sikkerhetsloven) og EU-regulering opp systemiske avhengigheter og sårbarheter, og hvordan henger markeds- og sikkerhetsregulering – og ansvars- og myndighetsfordeling – sammen høyt i krisespekteret?
- Er virkemiddelapparatet innen forskning, innovasjon, beredskap og kompetanseutvikling tilstrekkelig innrettet for fremtidens energisikkerhetsutfordringer, og hvor finnes strukturelle hull eller overlapp?



Foto: 25 Statkraft | Øyvind Buljo: Løpehjul

4.2.2 Markedsdesign og regulering for robust drift i kriser

Utfordringer

Dagens regulering av energisystemet og energimarkedene prioriterer effektivitet, og gir svake incentiver for investeringer i tiltak som styrker energisikkerheten, som robusthet og motstandsdyktighet under kriser og krig.

Konsekvenser

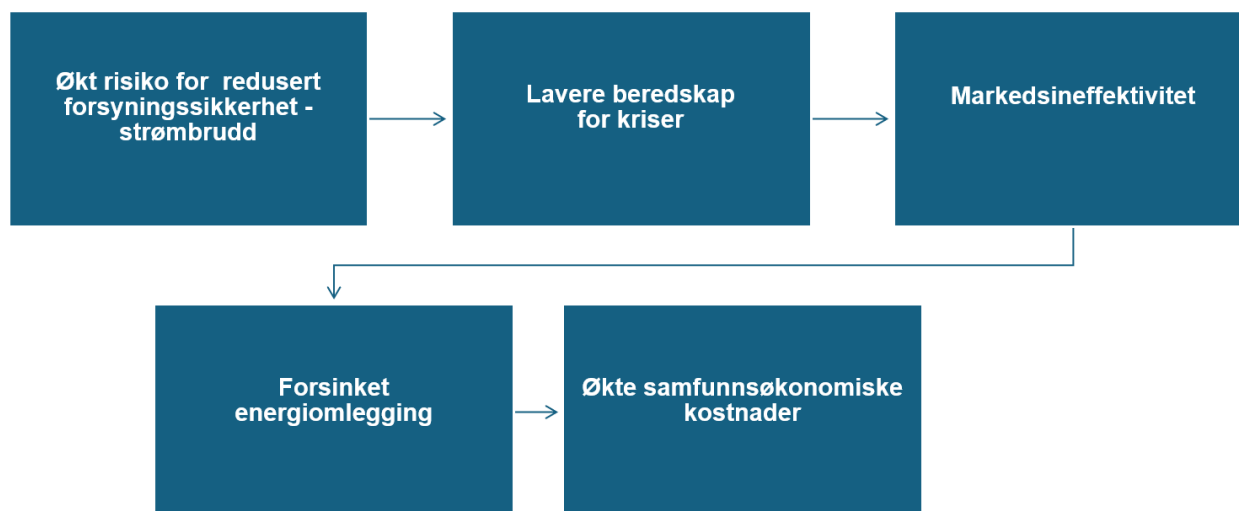
Manglende incentiver for å styrke energisikkerheten i reguleringen av energisektoren og markedene kan få flere alvorlige konsekvenser, både på kort og lang sikt.



Foto: 26 Statnett | Olivia Knudsen: Arbeid med å fly inn beredskapsmaster til Samdalen Fjellbu

I kraftsystemet på land er det mange direktekrav om beredskapsmessig sikring av fysiske energianlegg uavhengig av kost/nytteberegninger, men økonomiske incentiver for ytterligere beredskapstiltak for alle anlegg og systemet sett under ett, er i dag for svake. Uten tydelige incentiver vil energiselskaper og markedet ofte prioritere kortsiktig lønnsomhet fremfor systemrobusthet, noe som kan føre til strømbrydd og et mer sårbart energisystem.

Konsekvenser ved manglende regulering og incentiver for energisikkerhet i kraftsystemet



Figur 5 Konsekvenser ved manglende regulering og incentiver for energisikkerhet i kraftsystemet

Aktuelle FoU-I-problemstillinger:

- Hvordan kan energimarkeder og regulatoriske rammer utformes for å fungere robust i sikkerhetspolitiske kriser og krig, og samtidig balansere kostnadseffektivitet, bærekraft og energisikkerhet?
- Drift av kraftsystemet under krise og krig:
Hvilke konsepter finnes for overgangen fra hurtige, digitale markedsløsninger til (delvis) suspensjon og manuell drift, og hvilken kompetanse kreves hos systemoperatør, nettselskaper og myndigheter for å håndtere slike situasjoner? Hvem skal få strøm under krise og krig?
- Hvordan kan økonomiske virkemidler, finansieringsmodeller og ordninger for risikodeling mellom private og offentlige aktører utformes for å utløse investeringer i robusthet, beredskap og strategisk energiinfrastruktur under økt geopolitisk og regulatorisk usikkerhet?
- Hvordan kvantifisere verdien av sikkerhet i investeringsbeslutninger?

4.2.3 Juridisk og regulatorisk rammeverk - beskytte norske energi- og havressurser

Temaet dekker det juridiske og regulatoriske rammeverket for å ivareta norske energi- og havressurser, herunder konsesjonsregimer, eierskapsbegrensninger, lover og forskrifter og særskilte ordninger for offshoreressurser og havbunnsmineraler. Dette skiller seg fra markedsdesign ved at det handler om grunnleggende rettslige rammer for hvem som kan eie, drive og nyttiggjøre seg ressursene, og om hvilke beføyelser staten har i krise og krig.



Foto: 27 Forsvaret | Kystvakten: Helikopterstøtte til KV Bjørnøya forsyninger til Bjørnøya

FoU-I-problemstillinger:

- Hvordan bør konsesjonsregimer, eierskapskontroll og beredskapshjemler utformes for å sikre nasjonal kontroll over energi- og havressurser i kriser og krig?
- Hvilke statlige beføyelser (rekvisisjon, prioritering, midlertidig overtakelse) er nødvendige og forholdsmessige høyt i krisespekteret, og hvordan kan sikkerhetsloven, beredskapslovgivning og energilovgivning harmoniseres?

- Hvordan kan det rettslige rammeverket for beskyttelse av havbunnsressurser og offshore-infrastruktur i norsk økonomisk sone og på kontinentalsokkelen styrkes?
- Kan forenkling av regulering i et stadig mer komplekst energisystem være et FoU-I-tema i seg selv, og hvordan henger markeds- og sikkerhetsregulering sammen høyt i krisespekteret?

4.2.4 Organisering, ansvarsforhold, samhandling og informasjonsdeling

Energisystemet kjennetegnes av et komplekst samspill mellom et stort antall aktører på tvers av markeder, sektorer, forvaltningsnivåer og landegrenser. Etterretnings- og påvirkningsaktiviteter pågår kontinuerlig, også i normalsituasjoner, og utfordrer tradisjonelle skiller mellom fredstid, gråsone og krise. Dette stiller økte krav til samhandling, informasjonsdeling og etablering av felles situasjonsbevissthet.

Dagens organisering, ansvarsforhold og samordningsmekanismer er i stor grad utviklet for å håndtere mer avgrensede hendelser, og kan være mindre tilpasset et sammensatt og vedvarende trusselbilde. Tverrsektorielle avhengigheter og grensekryssende problemstillinger forsterker kompleksiteten ytterligere, og skaper behov for ny kunnskap om hvordan ansvar, roller og samordning bør innrettes.



Figur 6 Gjensidig avhengige tematiske områder som samlet beskriver organisatoriske, teknologiske og menneskelige forutsetninger for robust krisehåndtering i energisektoren.

Konsekvenser

Manglende organisering, ansvarsforhold og samhandling – kombinert med fragmentert datatilgang og svake mekanismer for informasjonsdeling – kan føre til vedvarende svakheter i situasjonsforståelse, koordinering og beslutningsgrunnlag. Dette kan gi fragmentert håndtering av både løpende hendelser og mer alvorlige situasjoner, med risiko for forsinket respons, ineffektiv ressursutnyttelse og at hendelser eskalerer før tiltak iverksettes. Når data ikke deles eller sammenstilles gjennom felles løsninger eller etablerte

informasjonsmekanismer, får aktørene tilgang til ulike deler av informasjonsgrunnlaget, noe som svekker evnen til å danne et helhetlig bilde av tilstanden og gir mindre treffsikre prioriteringer i krisehåndtering.

Over tid kan manglende samhandling svekke energisikkerheten, redusere systemets robusthet og begrense evnen til å forebygge, oppdage og håndtere komplekse trusler. I et integrert energisystem med høy gjensidig avhengighet mellom aktører og sektorer kan slike svakheter få forsterkede konsekvenser for samfunn og næringsliv.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

Hovedformål med de anbefalte FoU-I-temaene er å styrke evnen til å forebygge, oppdage trusler og håndtere kriser som truer energisikkerheten, gjennom bedre samhandling og informasjonsdeling mellom myndigheter, energinæring og sikkerhets- og beredskapsaktører.

- Hvordan kan felles situasjonsforståelse, samhandling og informasjonsdeling mellom myndigheter, energinæringen og sikkerhetsaktører styrkes for bedre å forebygge, oppdage og håndtere trusler mot energisikkerheten?
- Hvordan kan sikker datadeling, felles standarder, sanntidsintegrasjon og styringsmodeller videreutvikles for å muliggjøre felles situasjonsforståelse og styrket energisikkerhet?
- Hvordan kan beslutningsstøtte, beredskap og organisatorisk resiliens utvikles for å håndtere sammensatte trusler, påvirkningsoperasjoner og kriser under høy usikkerhet i energisektoren?
- Hvordan kan styring og utvikling av energisystemet innrettes i et helhetlig og risikobasert perspektiv som ser energisikkerhet, samfunnssikkerhet og totalforsvar i sammenheng på tvers av sektorer og forvaltningsnivåer?
- Hvilke samfunnsmessige forhold påvirker aksept, tillit og legitimitet ved utbygging av ny energiinfrastruktur og innføring av sikringstiltak, og hvordan kan kommunikasjon og medvirkning utformes for å styrke samfunnets samlede robusthet – også i møte med desinformasjon og polarisering?



Foto: 28 Forsvaret | Camilla Engum Paulsen: Nord-Gudbrandsdal HV-område øver på å sikre kritisk infrastruktur

4.2.5 Sivil-militær samhandling en forutsetning for et velfungerende totalforsvar

Sivil-militær samhandling på energiområdet er en forutsetning for nasjonal energisikkerhet og et fungerende totalforsvar. Energien som forsyner militære operasjoner og anlegg er i stor grad basert på sivile infrastrukturer, teknologier og markeder. Samtidig er energisystemene kritisk infrastruktur som i økende grad eksponeres for sammensatte trusler. En tydeligere kobling mellom strategi, teknologiutvikling og operativ anvendelse er nødvendig for å sikre både militær operativ evne og samfunnets samlede motstandskraft.

Forsvarets behov på energiområdet er preget av krav til robusthet, tilgjengelighet og fleksibilitet, ofte under ekstreme og uforutsigbare forhold. Det handler for det første om sikker tilgang til drivstoff og alternative energibærere, med robuste løsninger for lagring og distribusjon, og for det andre om mobile og hybridiserte energiløsninger tilpasset operasjoner i felt og midlertidige installasjoner. Videre er det behov for autonome energisystemer i form av mikronett med lokal produksjon, energilagring og øydrift ved militære baser og kritiske knutepunkt, og for cyberbeskyttelse som sikrer digitale energistyringssystemer og gir motstandsdyktighet mot cyber- og hybridangrep. Endelig kreves en helhetlig energilogistikk der energiforsyning planlegges som en integrert del av operativ logistikk og forsvarets egenberedskap.

Disse behovene overlapper i stor grad med sivile behov i krise, og krever felles teknologiske og organisatoriske løsninger.



Foto: 29 Forsvaret | Vanessa Andrea Vågstøl Hilland: Minedykkerkommandoen gjennomfører Arctic Specialist. Øvelsen ble gjennomført på Bøyelefoss kraftverk. Sammen med allierte fra USA og Sverige.

Konsekvenser

Manglende satsing på sivil-militær energisamhandling gir flere svakheter. Integrasjonen mellom sivile energiløsninger og militære operasjonskonsepter blir svak, og felles standarder for interoperabilitet, sikkerhet og beredskapsdrift forblir lite modne. Samtidig utnyttes sivile forsknings- og innovasjonsmiljøer i begrenset grad i utviklingen av militært relevante energiteknologier.

Konsekvensene av dette er betydelige. Militær utholdenhet og operativ frihet i krise og konflikt reduseres, samtidig som sårbarheten i kritisk energiinfrastruktur øker – med direkte samfunnsmessige ringvirkninger. Samlet svekker dette totalforsvarsevnen og reduserer den nasjonale beredskapen på energiområdet.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

En målrettet FoU-I-innsats bør konsentreres om to overordnede problemstillinger:

- Utvikling av robuste, autonome og cybersikre energisystemer for felles sivil og militær anvendelse. Energisystemer som vektlegger mikronett, energilagring, mobile og hybride løsninger samt innebygd digital sikkerhet.

- Samhandling og logistikk for energi i totalforsvaret. Følgende områder bør vektlegges: organisatoriske modeller, felles planverk, standarder og øvingsarenaer som integrerer sivile energileverandører og militære behov.

4.3 Teknisk og operasjonelt robust energisystem - gjennomføring

Denne dimensjonen handler om energisystemets operative evne til å forebygge, motstå, håndtere og gjenopprette etter forstyrrelser og kriser – fra tekniske og naturgitte hendelser til militære trusler, hybride angrep og geopolitisk press. Mens 4.1 behandler den strategiske konteksten energisystemet opererer i, og 4.2 de markedsmessige og institusjonelle rammene, ligger gjennomføringsevnen her: I fysisk og digital infrastruktur, og i operative prosedyrer.

Underpunktene følger beredskapssyklusens logikk. Risiko og sårbarhet må kartlegges før systemet kan dimensjoneres riktig. Infrastrukturen må beskyttes mot kjente og fremvoksende trusler. Avvik, svekkelser og angrep må oppdages tidlig nok til at handlingsrommet bevares. Og sektoren må ha kapasitet til å respondere og gjenopprette når forebyggende tiltak likevel svikter.

4.3.1 Risiko og sårbarheter

Temaet dekker felles kunnskapsgrunnlag for risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) for sammensatte trusler, situasjonsforståelse, kaskadeeffekter mellom energibærere og infrastrukturer, metoder som kombinerer fysiske og digitale hendelser, og dynamiske modeller for rask oppdatering. Kartleggingsfasen er en forutsetning for de øvrige fasene i beredskapssyklusen.

Utfordringer

Energiomstillingen gir en sterkere integrasjon mellom ulike energibærere og infrastrukturer. Gjennom blant annet avkarbonisering av industri og elektrifisering av næringer etableres det flere grenseflater og avhengigheter mellom sektorene. Energisystemet blir mer integrert og komplekst, samtidig som nye energibærere som hydrogen og ammoniakk introduseres.

Sektorintegrasjon, digitalisering og nye energibærere medfører imidlertid flere avhengigheter og sårbarheter i energisystemet, og åpner for at feil eller trusler kan spre seg mellom delsystemene og gi kaskadeeffekter. Økt risiko for brudd i energiforsyningen ved villedede handlinger er videre i liten grad kartlagt, sammenlignet med risiko for naturutløste hendelser og menneskelige og tekniske feil. Den pågående omstillingen fordrer dessuten en kontinuerlig kapasitet til å gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser.

Konsekvenser

Risiko- og sårbarhetsanalyser er avgjørende for å etablere en nødvendig forståelse av utviklings- og beskyttelsesbehovet for energiinfrastruktur. En utvidelse av dagens metoder til også å dekke villedede handlinger som sabotasje, hybrid krigføring og krig, samt etablere forståelse for særegenheter og nye avhengigheter knyttet til nye energibærere og

energiløsninger, vil styrke evnen til å vurdere risiko og hensiktsmessigheten ved ulike beredskapstiltak betydelig. Uten oppdatert kunnskap om samspill og avhengigheter på tvers av energibærere og infrastruktur øker også risikoen for at kaskadeeffekter mellom energibærere og sektorer ikke fanges opp i tide.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvordan kan systemmodeller videreutvikles for å analysere avhengigheter, sårbarheter og kaskadeeffekter mellom ulike energibærere, infrastruktur og andre samfunnskritiske sektorer, og deres konsekvenser for energisikkerheten?
- Hvordan kan ROS-metodikk videreutvikles for å fange opp sammensatte trusler og vilde handlinger – sabotasje, hybrid krigføring og krig – inkludert kombinasjoner av fysiske og digitale hendelser, og hvordan styrkes det nordiske og internasjonale beredskapssamarbeidet om energiforsyning i krigsscenarioer?
- Hvordan påvirker digital integrasjon av energisystemer cybersikkerheten, og hvordan kan slike avhengigheter inkluderes i ROS-analyser?
- Hvordan kan dynamiske risiko- og sårbarhetsmodeller etableres, slik at risikobildet kan oppdateres raskt i takt med endringer i trussel- og systembilde?
- Hvordan kan avveininger mellom effektivitet og energisikkerhet ved økt sektorkobling og introduksjon av nye energibærere som hydrogen og ammoniakk kartlegges og analyseres og tas i bruk i utviklingen av energisystemet?

4.3.2 Robust systemdesign

Utfordringer

For å styrke energisikkerheten frem mot 2050 bør energisystemet utvikles gjennom en helhetlig tilnærming som sikrer tilstrekkelig energitilgjengelighet, kapasitet, fleksibilitet og robusthet. Energisystemet må dimensjoneres for å håndtere hendelser i krisespekteret og langsiktige utviklingstrekk, herunder økt innslag av variabel fornybar energiproduksjon, endrede etterspørselsmønstre, omfattende elektrifisering og nye belastninger som følge av samfunnsmessige og industrielle omstillinger. Den sentrale rollen til vannkraft i det norske kraftsystemet gir spesielle fordeler og hensyn som må tas i utviklingsprosessen, sett i forhold til for eksempel de fleste europeiske land.

Energisystemet må sikres gjennom helhetlige og balanserte tiltak som ivaretar utfordringer på de ulike nivåene i krisespekteret. Økende systemkompleksitet, klimarelaterte påvirkninger og et mer sammensatt geopolitisk risikobilde forsterker behovet for å vektlegge energisikkerhet som et sentralt premiss for både planlegging og dimensjonering av energisystemet. Dette omfatter forsyningssikkerhet, systemrobusthet og evne til å opprettholde kritiske samfunnsfunksjoner også under kriser og langvarige påkjenninger.

I en krisesituasjon ved militær konflikt og krig, må energisystemet ivareta energibehovene til militære aktører, både på land og til havs. Dette innebærer krav til energiforsyning, høyt

sikkerhetsnivå, operativ pålitelighet, fleksibilitet og tilgjengelighet, herunder evne til å understøtte både faste installasjoner og mobile enheter under krevende forhold. Dette er helt sentralt for nasjonal beredskap og forsvarsevne i et 2050-perspektiv.



Foto: 30 NVE | Stig Storheil: Øyfjellet vindkraftverk

Konsekvenser

Et utilstrekkelig dimensjonert og utviklet energisystem representerer ikke bare en teknisk og økonomisk risiko, men også en sikkerhetspolitisk sårbarhet, der svikt i energiforsyningen kan få konsekvenser for både samfunnssikkerhet og nasjonal og internasjonal sikkerhet.

Et energisystem med utilstrekkelig kapasitet, fleksibilitet og robusthet vil ha begrenset evne til å motstå og håndtere forstyrrelser, enten disse skyldes tekniske feil, klimarelaterte hendelser eller tilsiktede handlinger. Dette øker risikoen for bortfall av energiforsyning og reduserer evnen til å opprettholde kritiske samfunnsfunksjoner under kriser og langvarige påkjenninger.

I en sikkerhetspolitisk kontekst, herunder ved militær konflikt eller krig, kan manglende leveranseevne til militære formål redusere operativ kapasitet, reaksjonsevne og utholdenhet, og dermed direkte påvirke nasjonal og alliert beredskap samt samlet forsvarsevne.

Norsk energirobusthet må vurderes i lys av et bredere geopolitisk og alliansemessig rammeverk. Sårbarheter og avhengigheter i energisystemet er tett knyttet til utviklingen i Norden og Europa, samarbeidet i NATO og transatlantiske relasjoner. Nasjonale vurderinger

av energisikkerhet kan derfor ikke sees isolert, men må inngå i en helhetlig forståelse av gjensidige avhengigheter og felles utfordringer.



Foto: 31 Stortinget | De nordiske flaggene i vandrehallen på Stortinget

Energitrusler og leveransesikkerhet bør derfor analyseres innenfor et integrert europeisk og transatlantisk perspektiv. Dette forutsetter samordnet planlegging, styrket informasjonsdeling og tiltak for økt robusthet på tvers av allierte land.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

Det er behov for ny kunnskap, metoder og teknologier for planlegging og dimensjonering av fremtidens integrerte energisystemer, tilpasset et endret trusselbilde. En målrettet FoU-I-innsats er nødvendig for å understøtte strategiske beslutninger og møte kunnskapsbehovet.

- Design, dimensjonering og systemisk risiko: Hvordan bør fremtidens energisystem designes, dimensjoneres og driftes for å redusere systemisk risiko og grenseoverskridende sårbarheter, gitt et endret trusselbilde og ulike belastnings- og trusselscenarier?
- Sikkerhetsnivåer, drift og gjenoppretting: Hva er hensiktsmessige og samfunnsøkonomisk forsvarlige sikkerhetsnivåer for styring, drift og rask gjenoppretting av energiforsyningen under ulike belastnings- og trusselscenarier, herunder kriser av varierende alvorlighetsgrad (jf. krisespekteret)?
- Robust systemarkitektur i et integrert, internasjonalt og markedsbasert kraftsystem: Hvordan balanseres sentrale og desentrale løsninger, herunder distribuerte energiressurser, mikronett og lokal fleksibilitet, samspillet mellom lokal og sentral systemstyring, mellom marked og systemdrift, og avveiningen mellom effektivitet, redundans og interoperabilitet?

- Hvordan kan energisystemet designes for å begrense kaskadeeffekter mellom sektorer, herunder hvordan robusthet for bortfall av energi kan styrkes?
- Robusthet som designprinsipp: hvordan kan robusthet, redundans og gjenopprettingsevne bygges inn som designprinsipper i komplekse infrastruktursystemer, og hvordan kan slike systemegenskaper kvantifiseres og verdsettes i planleggings- og investeringsbeslutninger?
- Fleksibilitet, energieffektivisering og digitalisering. Hvordan kan økt fleksibilitet på kort og lang sikt, herunder sesongfleksibilitet, utløst av eksempelvis V2G (Vehicle to Grid), laststyring og lagring, og energieffektivisering redusere sårbarhet i krise, og hvordan kan digitalisering styrke energisikkerheten uten å øke den digitale angrepsflaten?
- Etterspørselsscenarioer for KI og datasentre: Hvordan kan scenarioer for etterspørselsutvikling knyttet til KI og datasentre utvikles, og hvilke lokale og systemmessige effekter har slike systemrelevante laster for dimensjonering, fleksibilitet og energisikkerhet?
- Energieffektivisering og byggsektoren: Hvordan kan effektene av energieffektivisering og redusert energiforbruk kvantifiseres med hensyn til robusthet, forsyningssikkerhet og sårbarhet, herunder tiltak knyttet til bygg, transport, arealbruk og fleksibel etterspørsel? I byggsektoren er det eksempelvis en stor del av bygningsmassen som kun har strøm til oppvarming.
- Integrasjon mellom energibærere: Hvordan kan integrasjon mellom energibærere som elektrisitet, hydrogen, varme og flytende drivstoff utformes for å gi diversifisering, redundans og fleksibilitet i et beredskaps- og totalforsvarsperspektiv?



Foto: 32 Forsvaret | Selma Jenvin-Steinsvåg: Øvelse Counter Sabotage - Beskytte/håndtere sabotasje mot kritisk infrastruktur

4.3.3 Beskytte fysisk og digital infrastruktur

Temaet omfatter fysisk og digital sikring av energianlegg, cybersikkerhet i IT/OT, digitalt handlingsrom og nasjonal kontroll over data, systemer og plattformer, beskyttelse av infrastruktur og havbunnsressurser, differensiering av sikringstiltak og bruk av ikke-tekniske kompenserende tiltak. Det juridisk-regulatoriske er behandlet i 4.2.3.

Utfordringer

Energisystemet er avhengig av et stort antall fysiske og digitale infrastrukturelementer, inkludert produksjonsanlegg, transformatorstasjoner, kabler på land og under vann, varmeanlegg, rørledninger og styrings- og kontrollsystemer. Disse anleggene kan være sårbare for både tilsiktede handlinger som sabotasje og cyberangrep, og for utilsiktede hendelser som naturfare, tekniske feil eller sammensatte kriser.

I tillegg kommer en grunnleggende digital dimensjon: *Norge har ikke fullstendig nasjonal kontroll med digital infrastruktur, tjenester eller produkter.* Det vil alltid være avhengigheter i leverandørkjeder og digitale verdikjeder – ofte på tvers av flere land – som reduserer den nasjonale kontrollen og dermed handlingsrommet. Utfordringen er å identifisere kritiske avhengigheter til eksterne digitale innsatsfaktorer og etablere redundans med alternative løsninger og teknologier som ikke deler de samme vesentlige sårbarhetene. Slik redundans

utgjør et digitalt handlingsrom som kan bidra til virksomhetskontinuitet i en større del av krisespekteret.

Konsekvenser

Utilstrekkelig sikring og motstandsdyktighet i energiinfrastruktur kan gi større skadeomfang ved hendelser, økt sårbarhet for sammensatte trusler og lengre gjenopprettingstid. Dette øker risikoen for forstyrrelser som sprer seg på tvers av anlegg, energibærere og sektorer.

Uten å etablere et forsvarlig digitalt handlingsrom som gjør det mulig å opprettholde tilgang til eksterne kritiske innsatsfaktorer, vil virksomhetskontinuiteten ikke kunne opprettholdes på et forsvarlig nivå i en periode med svikt.

Det er viktig å identifisere de punktene i verdikjeden hvor utfall får uakseptable konsekvenser, og å etablere en allmenn forståelse for denne utpekingen.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Angreps- og eksponeringsbilde. Hvilke typer angrep og eksponering rammer ulike energianlegg, og hvordan kan kartlegging og sammenligning av villede og ikke-villede hendelser – med hensyn til treffsikkerhet, skadeomfang, følgeskader og gjenoppretting – legge grunnlag for forebyggende multiformåls sikringstiltak?
- Utforming og differensiering av sikringstiltak. Hvordan utforme og differensiere fysiske og digitale sikringstiltak for energianlegg? Hvilke tiltak virker mot luftleverte våpen og små sprengladninger på mindre anlegg og hjelpeanlegg, hvordan kan ny teknologi supplere tradisjonell sikring? Hvilke sikringstiltak skal etableres av sivile og militære aktører, og hvordan kan kost-/nyttemodeller og finansieringsmodeller bidra til å differensiere sikringen etter anleggets kritikalitet, lokalisering og rolle i øydrift?
- Utforming og differensiering av sikring av infrastruktur offshore. Hvordan utforme tiltak som eksempelvis beskytter mot ankerstøt og undervannsekspløsjoner?
- Lokal robusthet og redundans i nye verdikjeder. Hvordan kan eksempelvis øydrift, herunder distribuerte løsninger og hybride løsninger (batterier koblet til ladeinfrastruktur og produksjonsanlegg) redusere nedetid og bidra til et mer robust energisystem? Hvordan legges det til rette for helhetlig sikkerhets- og risikostyring i framvoksende verdikjeder for hydrogen, ammoniakk og CO₂?
- Ikke-tekniske kompenserende tiltak. Hvilken rolle kan ikke-tekniske kompenserende tiltak spille i energiberedskapen? Hvordan kan ordninger for befolkningsvarsling og evakuering – etter mønster av fjellskredvarslingen – utformes, og hvilke kriterier bør gjelde for når slike tiltak er forsvarlige og tilstrekkelige som supplement til tekniske sikringstiltak?
- Digitale avhengigheter og resiliens i energisektorens digitale infrastruktur: i hvilken grad er Norges grunnleggende digitale infrastruktur – herunder internett, mobilnett (5G) og nasjonale digitale fellestjenester – avhengig av utenlandske aktører, hvordan kan systematisk kartlegging av digitale avhengigheter og sårbarheter danne grunnlag for robuste løsninger, og hvilke teknologiske og organisatoriske forutsetninger må være til stede for å opprettholde regional/lokal energiforsyning, øydrift og kritiske digitale tjenester ved bortfall av nasjonal eller grensekryssende energiforsyning og kommunikasjonsnett?

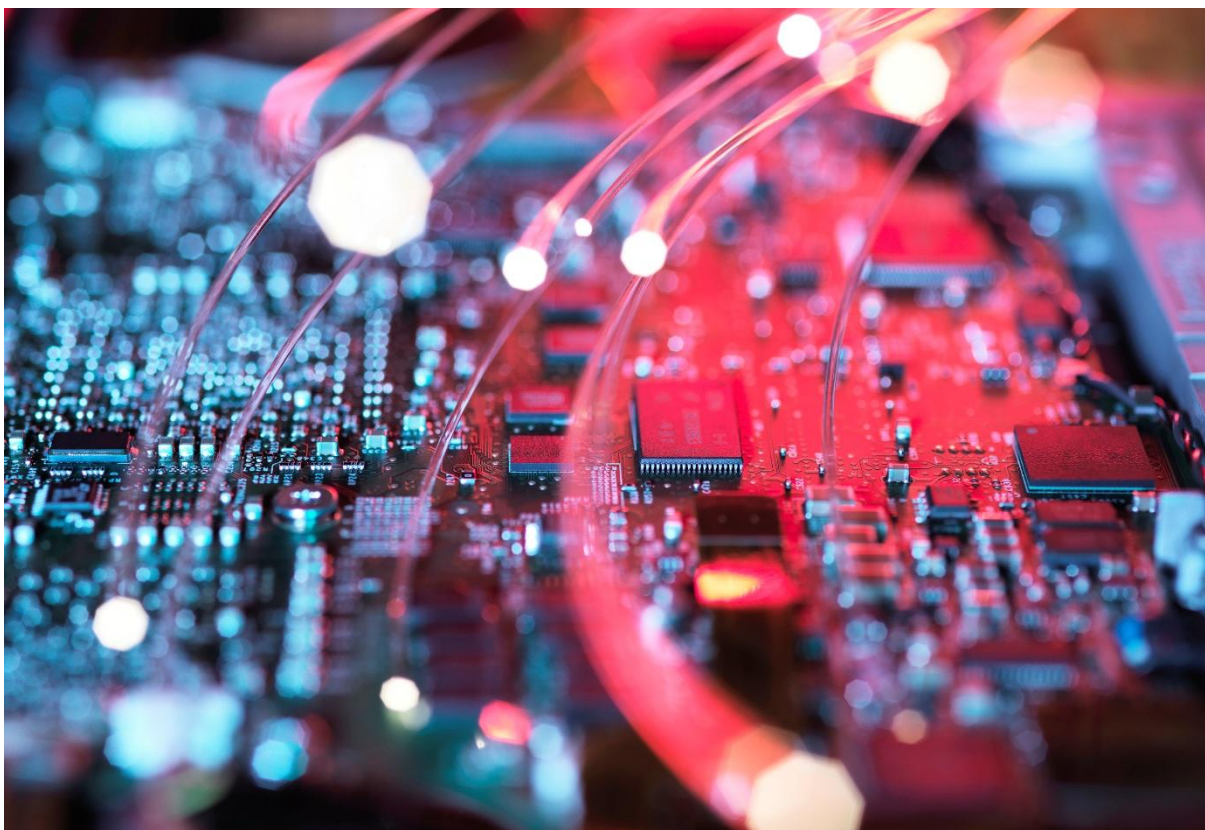


Foto: 33 Stock foto | Illustrasjon - Datasenter

4.3.4 Overvåking, deteksjon og varsling

Temaet dekker overvåking, deteksjon og varsling i energisystemet – fra kontinuerlig innsyn i tilstanden til fysiske og digitale komponenter (overvåking og deteksjon) til å oppdage avvik og varsle relevante aktører raskt og informativt nok til å bevare handlingsrommet (varsling). God deteksjonsevne på tvers av IT- og OT-systemer og domener er en forutsetning for at angrep, avvik og tekniske feil fanges opp tidlig – før de utvikler seg til hendelser som krever operativ håndtering og gjenoppretting.

Utfordringer

Utilstrekkelig deteksjon av trusler kan oppstå som følge av mangelfull overvåking av digitale og fysiske komponenter i energisystemet. Dette kan innebære begrenset innsikt i avvik, uautorisert aktivitet eller tekniske feil i systemer som er sentrale for drift av energiproduksjon, transportinfrastruktur og tilhørende IT- og OT-infrastruktur.

Tidlig oppdagelse er avgjørende for å kunne begrense skadeomfanget og opprettholde sikker drift av energisystemet. Sen oppdagelse reduserer handlingsrommet for effektive tiltak. Utfordringene er sammensatte. Infrastruktur og installasjoner er spredt over store geografiske områder, både på land og til havs, og enkelte operative systemer har begrenset logging og sanntidsovervåking. Integrasjonen mellom overvåkingsløsninger i IT- og OT-miljøer er ofte utilstrekkelig, og hendelsesdata fra ulike systemer korreleres i for liten grad –

herunder mangler det også informasjonsutveksling mellom aktører. I tillegg er kapasiteten til kontinuerlig analyse og oppfølging av alarmer begrenset.

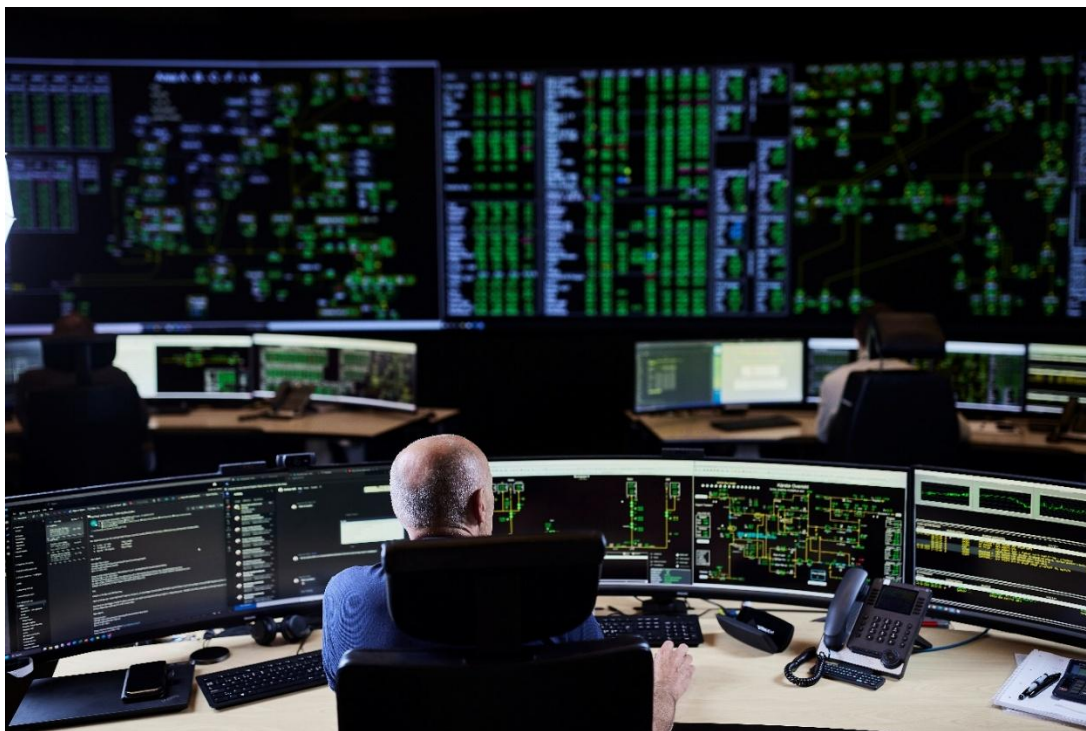


Foto: 34 Gassco | Haakon Nordvik: Kontrollrom

Konsekvenser

Mangelfull deteksjon og overvåking kan bidra til at både digitale angrep og tekniske feil forblir uoppdaget over lengre tid. I et energisystem med høy grad av digitalisering kan dette øke risikoen for driftsforstyrrelser og redusere sektorens evne til å håndtere hendelser på et tidlig stadium.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger:

- **Deteksjon og situasjonsforståelse i sammensatte trusler.**
Hvordan kan avansert analyse av operasjonelle data, herunder maskinlæring, avviksdeteksjon og sensortechnologi, utvikles og integreres for å forbedre tidlig deteksjon, identifisering og forståelse av cyber- og fysiske angrep mot kritisk energinfrastruktur, og hvordan kan overvåkingssystemet designes slik at kritiske områder er dekket kontinuerlig?
- **Integrert overvåking og varsling på tvers av domener og grenser.**
Hvordan kan integrerte overvåkings- og varslingssystemer for digital og fysisk infrastruktur videreutvikles for å styrke presisjon og hurtighet i nasjonal og internasjonal situasjonsforståelse og varsling - herunder sikker identifikasjon som gir myndighetene bedre grunnlag for å velge rett mottiltak og hvordan forsterkes private og militære overvåkingssystemer?

- **Kunstig intelligens (KI) i drift og overvåking**

Hvordan kan KI og automatisering implementeres i drift, overvåking og styring av energisystemer på en sikker og pålitelig måte, herunder samspillet mellom automatiserte systemer og operatørkompetanse, slik at KI tidlig kan identifisere avvik, analysere årsak og foreslå eller iverksette korrigerende tiltak og prioritere ved en kaskade av alarmer?



Foto: 35 Barents Nett | Øst Finnmark

4.3.5 Operativ krisehåndtering og gjenoppretting

Temaet dekker reparasjonsberedskap, modulære og mobile løsninger, 3D-printing, standardiserte løsninger, svartstart, prioritering av laster, gjenoppbygging av systemet, sluttbrukerberedskap (herunder oppvarming ved langvarig strømbrudd), beredskapslagre og logistikk. Det omfatter både robust drift under hendelse og gjenoppretting etter hendelse.

Utfordringer

Selv med omfattende forebyggende tiltak kan alvorlige hendelser føre til bortfall av energiforsyning eller betydelig skade på energinfrastruktur. Et robust energisystem må derfor også ha god evne til å håndtere kriser når de oppstår, begrense konsekvensene og gjenopprette forsyningen raskest mulig. Det inkluderer hvordan markedet og den løpende prissettingen som er sentralt for systemdriften påvirkes og håndteres i kriser.



Foto: 36 Lene Mostue: Transmisjonsnett

Konsekvenser

Mangelfull beredskap og gjenopprettingsevne kan føre til langvarige avbrudd i energiforsyningen, redusert evne til å begrense skadeomfang og økt sannsynlighet for kaskadeeffekter i andre samfunnskritiske sektorer. Dette kan forsterke konsekvensene av kriser og forsinke normalisering.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Sikring av god reparasjonsberedskap og gjenopprettingsevne. Hva er det reelle gjenopprettingspunktet etter hendelser i øvre krisesjikt, hvilke preliminaire tiltak reduserer gjenopprettingstiden mest effektivt, og hvordan kan kunnskapen om områdevis redundans og øydrift styrkes, og hvordan kan energi til ulike sluttbruksbehov prioriteres best mulig i krisehåndteringsfasen?
- Strategi og utstyr for sikker reparasjon og gjenoppretting. Hvordan kan prosedyrer for reparasjon og gjenoppretting, sammen med hensiktsmessig design av utstyr, bidra til sikkerhet i denne fasen i konfliktsituasjoner, hvordan kan man unngå at infrastruktur og personell blir angrepsmål i gjenopprettingsfasen, og hvordan kan autonome prosesser og utstyr benyttes, særlig for hav-infrastruktur?

- Håndtering av svartstart, lastprioritering og øydrift: Hvilke kapasiteter understøtter løpende balansering i en oppstartsfase, hvordan prioriteres samfunnskritiske funksjoner ved langvarig energimangel, hvilke standarder og løsninger for øydrift, svartstart, kommunikasjon og cybersikkerhet bør utvikles og hvilke systemer, prosedyrer og kompetanse trengs for trygg øydrift ved bortfall av sentralnettet?
- Utforming av beredskapslager, lager- og logistikksystem. Hvordan dimensjoneres et effektivt beredskapslager for kritiske komponenter, og hvilke særlige logistikkutfordringer reiser digitale komponenter med kortere levetid og begrenset tilgang på eldre versjoner i krisetid?
- Styrking av cybersikkerhet og kommunikasjonsrobusthet i kraftforsyningen. Hvordan styrkes robustheten i driftsradio og øvrige kommunikasjonssystemer for forsyningsberedskap?
- Energireserver og lagring. Hvilken betydning har energireserver, lagring og tilgang til ulike energibærere for nasjonal beredskap og gjenopprettingsevne under ulike krisescenarier, og hvordan bør slike reserver dimensjoneres, lokaliseres og forvaltes?
- Er beredskapen god nok?: Lærer vi fra øvelser og hendelser, hvordan kan vi få realisme i øvelser høyt i krisespekteret? Hvordan kan et rammeverk for å få «omgivelsene» med i mindre øvelser utformes?

4.4 Kompetanse og kapasitet – gjennomføringsevne

Denne dimensjonen beskriver kompetanse og kapasitet som er nødvendig for å gjennomføre og realisere nødvendig FoU-I-innsats for styrket energisikkerhet.

Utfordringer

Det er behov for en bred og tverrfaglig kompetansebase for å utvikle kunnskap, teknologi og løsninger som styrker motstandsdyktigheten og energisikkerheten. Nedenfor følger sentrale kompetansebehov:

- **Teknisk kompetanse innen energisystemer og kritisk infrastruktur**, inkludert forståelse av drift, stabilitet og sammenhengen mellom produksjon, overføringsnett og forsyningssikkerhet. I tillegg er det behov for kompetanse innen risiko- og beredskapsanalyse for å kunne identifisere sårbarheter og håndtere kriser.
- **Digital- og cybersikkerhetskompetanse**, knyttet til styring av moderne energisystemer og beskyttelse mot digitale trusler og angrep.
- **Økonomisk og regulatorisk kompetanse**, som gir forståelse for energimarkeder, investeringer og politiske rammebetingelser.

- **Geopolitisk og strategisk kompetanse**, ettersom energisikkerhet i stor grad påvirkes av internasjonale forhold, forsyningskjeder og sikkerhetspolitikk.

Samlet sett understrekes behovet for tverrfaglighet og evnen til å se energisystemet som en helhetlig og kritisk infrastruktur for samfunnet.

Konsekvenser

Uten tilstrekkelig kompetanse og kapasitet vil evnen til å utvikle, drifte og sikre energisystemet svekkes. Dette øker sårbarheten for tekniske feil, digitale angrep og andre uønskede hendelser, og kan få alvorlige konsekvenser for samfunnssikkerheten.

For å styrke gjennomføringsevnen og sikre et robust energisystem er det derfor nødvendig å utvikle, anvende og videreutvikle kompetanse og kapasitet på flere områder.

- **Bred og tverrfaglig kompetansebase – hva slags kompetanse som trengs**
Energisikkerhet forutsetter tilgang til kompetanse innen energi- og kraftsystemer, cyber- og informasjonssikkerhet, beredskap og krisehåndtering, samt regelverk, styring og risikoforståelse. Den økende kompleksiteten i energisystemet krever at disse fagområdene ses i sammenheng, slik at teknologiske, sikkerhetsmessige og samfunnsmessige utfordringer kan håndteres på en helhetlig måte.
- **Utdanning, trening og simulering – hvordan kompetansen utvikles**
For å møte dagens og fremtidens kompetansebehov må utdanningsløp styrkes og videreutvikles. Dette omfatter både grunnutdanning, etter- og videreutdanning, samt regelmessige øvelser og simuleringer. Samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og utdannings- og forskningsmiljøer er viktig for å sikre at kompetansen er relevant og oppdatert.
- **Leveranse- og gjennomføringskapasitet – hvordan kompetansen tas i bruk**
Kompetanse alene er ikke tilstrekkelig dersom det mangler kapasitet til å omsette kunnskap til handling. Det er derfor nødvendig å sikre tilgang på kvalifisert personell og tilstrekkelig kapasitet hos leverandører, forskningsmiljøer og virksomheter. Dette er avgjørende for å kunne omsette forskning, utvikling og innovasjon til praktiske løsninger, sikker drift og effektiv beredskap.
- **Rekruttering og nasjonal kunnskapsoppbygging – hvordan kompetansen sikres over tid**
For å møte et økende behov for spesialisert kompetanse må rekrutteringen til kritiske fagområder styrkes. Samtidig er det behov for langsiktig nasjonal kunnskapsoppbygging for å redusere sårbarhet og sikre tilgang på nødvendig ekspertise i konkurranse med andre sektorer og land.

Tiltakene må ses i sammenheng. En bred kompetansebase er en forutsetning for å utvikle

nødvendig ekspertise, mens utdanning, trening og simulering bidrar til å bygge og vedlikeholde denne kompetansen. Leveranse- og gjennomføringskapasitet er nødvendig for å omsette kunnskap til praktiske resultater, og rekruttering og kunnskapsoppbygging sikrer at kompetansen opprettholdes og videreutvikles over tid. Samlet vil dette styrke energisektorens robusthet, motstandsdyktighet og evne til å håndtere fremtidige utfordringer.

Aktuelle FoU-I-problemstillinger

- Hvilken kompetanse og operativ kapasitet må utvikles og dekkes for å styrke energisikkerheten?
- Hvordan kan utdanning, trening, simulering og samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og utdanningsmiljøer og forsvaret utformes for å sikre tilstrekkelig rekruttering, beredskap og evne til krisehåndtering i energisektoren?
- Hvordan kan leverandørkapasitet og fagmiljøer dimensjoneres for å sikre gjennomføringsevne over lange ledetider og i konkurranse med andre sektorer?



Foto: 37 Statkraft | Eivind Lea : Mo I Rana

5 BEHOV FOR KRAFTFULLE OG MÅLRETTEDE TILTAK FOR STYRKET ENERGISIKKERHET

Ekspertgruppen anbefaler en kraftfull og målrettet FoU-I-satsing som kombinerer tidskritiske tiltak med langsiktige investeringer i kunnskap, teknologi, kompetanse og gjennomføringsevne. Tiltakene som løftes frem i kapittel 5 har som mål å realisere innsats innen FoU-I-temaene tilhørende de fire dimensjonene beskrevet i kapittel 4.

5.1 Egen nasjonal FoU-I-satsing på energisikkerhet i et endret trusselbilde

Ekspertgruppen anbefaler å etablere en egen nasjonal FoU-I-satsing på energisikkerhet som et direkte svar på et stadig mer alvorlig, komplekst og dynamisk trusselbilde. Satsingen bør prioritere forskning, innovasjon og kunnskapsutvikling som styrker nasjonal beredskap, motstandsdyktighet og tverrsektorielt samarbeid.

Behovet for en slik satsing er både akutt og langsiktig. Trusselbildet utvikler seg raskere enn dagens kunnskaps- og teknologiutvikling, og det er derfor avgjørende å handle nå. Norge må raskt bygge opp den kunnskapen, teknologien og de løsningene som kreves for å forebygge, håndtere og motstå fremtidige trusler mot energisystemet.

Dette er ikke et tiltak som kan utsettes. Enhver forsinkelse øker sårbarheten og reduserer vår evne til å møte utfordringene som allerede er i ferd med å materialisere seg. Det haster med å etablere en målrettet nasjonal FoU-I-satsing på energisikkerhet.

Den nye satsingen bør være et supplement til eksisterende energiforskning, og ikke erstatte den ordinære forskningsinnsatsen på energiområdet. En vellykket satsing forutsetter at ressursene dimensjoneres i tråd med ambisjonene, og at ansvar og finansiering er tydelig definert.

Styrket energisikkerhet forutsetter en FoU-I-satsing som kombinerer tidskritiske tiltak med langsiktige investeringer i kunnskap, teknologi, kompetanse og gjennomføringsevne. Ekspertgruppen anbefaler at tiltak på tvers av forskning, innovasjon, utdanning, øvelser, infrastrukturutvikling og internasjonalt samarbeid ses i sammenheng for å gi størst mulig effekt.

Videre anbefaler ekspertgruppen at FoU-I-innsatsen bygger på et tett samspill mellom sivile og militære aktører, og omfatter både fysisk og digital infrastruktur. Utfordringsbildet krever samarbeid på tvers av sektorer, forvaltningsnivåer og fagdisipliner. En slik helhetlig tilnærming er nødvendig for å utvikle kunnskapsgrunnlaget, teknologiene og kapasiteten som kreves for å sikre et robust og motstandsdyktig energisystem.

5.2 Nasjonal kompetanse og kapasitet for energisikkerhet

Energisikkerhet i et mer komplekst og krevende trusselbilde forutsetter langsiktig oppbygging av nasjonal kompetanse, kunnskap, innovasjonsevne og gjennomføringskapasitet. Norge har behov for både spesialisert fagkompetanse innen energi, teknologi, systemarkitektur, cybersikkerhet, beredskap og samfunnssikkerhet, og tverrfaglig kompetanse som kobler tekniske, juridiske, økonomiske, samfunnsvitenskapelige og sikkerhetspolitiske perspektiver.

Ekspertgruppen anbefaler en nasjonal satsing på kompetanse- og kunnskapsutvikling som styrker evnen til å forebygge, håndtere og redusere sårbarheter i energisystemet. Samtidig bør satsingen bidra til utvikling av nye løsninger, teknologier og tjenester som kan styrke norsk næringslivs konkurransekraft innen energisikkerhet og beredskap.

Kompetanseutvikling må derfor ses i sammenheng med forskning, innovasjon og næringsutvikling.

For å sikre kontinuitet i kunnskapsutviklingen bør det etableres langsiktige samarbeidsstrukturer mellom myndigheter, forsknings- og utdanningsinstitusjoner, næringsliv og beredskapsaktører. Erfaringer fra operativ drift, sikkerhetsarbeid og håndtering av hendelser bør i større grad systematiseres og omsettes til forskning, utdanning og innovasjon. På denne måten kan erfaringsbasert kunnskap, akademisk forskning og næringslivets utviklingsarbeid gjensidig forsterke hverandre og bidra til økt nasjonal gjennomføringsevne.

Ekspertgruppen anbefaler følgende tiltak:

- Integrere energisikkerhet som tema i relevante utdanningsprogrammer på universitets- og høyskolenivå, inkludert etter- og videreutdanningstilbud for yrkesaktive.
- Etablere tverrfaglige utdanningsløp innen energisikkerhet som kombinerer energi, teknologi, sikkerhet, beredskap og samfunnsutvikling. Tilbudene bør være fleksible og tilgjengelige også for personer uten tradisjonell energifaglig bakgrunn.
- Styrke rekrutteringen til realfaglige og teknologiske utdanninger som er sentrale for fremtidens energisystem og energisikkerhet.
- Integrere grunnleggende forståelse av energisystemets betydning, sårbarheter og beredskapsutfordringer i allmenn utdanning og relevante folkeopplysningstiltak for å styrke samfunnets samlede robusthet.
- Etablere eller videreutvikle kompetansemiljøer med særskilt ansvar for energisikkerhet, herunder støtte til offentlig forvaltning. Slike miljøer bør kombinere forskning, undervisning, analyse, kompetanseutvikling og kunnskapsformidling, og ha tett kobling til

universitets- og høyskolesektoren.

- Utvikle en nasjonal scenarioplattform for energisikkerhet som kan benyttes i forskning, utdanning, lederutvikling, øvelser og strategisk planlegging. Plattformen bør bygge på oppdaterte analyser av teknologiske, geopolitiske og samfunnsmessige utviklingstrekk.
- Styrke kompetansen om hvordan energisikkerhet kan bygges og operasjonaliseres i praksis, inkludert utvikling av robuste energisystemer, forsyningskjeder, beredskapsløsninger og sikkerhetsfremmende teknologier.
- Stimulere til forskning, innovasjon og næringsutvikling som bidrar til økt energisikkerhet. Dette omfatter utvikling av produkter, tjenester, digitale løsninger og teknologier som både styrker nasjonal motstandskraft og skaper grunnlag for verdiskaping og eksport.
- Fremme samarbeidsarenaer der myndigheter, academia, næringsliv og beredskapsaktører kan utvikle felles kunnskap, dele erfaringer og identifisere nye muligheter for innovasjon og næringsutvikling innen energisikkerhet.

5.3 Virkemidler for en langsiktig og målrettet FoU-I-satsing på energisikkerhet

Ekspertgruppen vurderer at styrket energisikkerhet forutsetter en kraftfull, langsiktig og koordinert satsing på forskning, utvikling og innovasjon (FoU-I). Innsatsen må bidra til både økt samfunnssikkerhet, teknologisk utvikling, næringsutvikling og nasjonal gjennomføringsevne. Dette krever virkemidler som stimulerer hele innovasjonskjeden – fra grunnforskning og kunnskapsutvikling til teknologiutvikling, pilotering, demonstrasjon, implementering og kommersialisering.

FoU-I-innsatsen bør ta utgangspunkt i de forsknings- og innovasjonsbehovene ekspertgruppen har identifisert, og organiseres slik at teknologiske, økonomiske, samfunnsmessige og sikkerhetspolitiske problemstillinger ses i sammenheng. Energisikkerhet er i økende grad et systemspørsmål som berører samspillet mellom energi, digital infrastruktur, forsyningskjeder, markeder, beredskap og geopolitikk. Virkemidlene må derfor fremme tverrfaglige og sektorovergrepene tilnærminger som kobler teknologi, samfunnssikkerhet, økonomi, juss og sikkerhetspolitikk.

5.3.1 Forsknings- og innovasjonssentre for energisikkerhet

Ekspertgruppen anbefaler at det etableres forsknings- og innovasjonssentre som dekker de sentrale FoU-I-dimensjonene som er identifisert av ekspertgruppen (beskrevet i kap. 4):

- Geopolitikk og strategisk kontekst – eksterne risikofaktorer

- Markedsmessige og institusjonelle rammer – styring
- Teknisk og operasjonelt robust energisystem – gjennomføring
- Kompetanse- og kapasitet – gjennomføringsevne

Sentrene bør samle ledende forskningsmiljøer, næringsliv, energiselskaper, systemoperatører, beredskapsaktører og myndigheter i langsiktige partnerskap. Organiseringen bør bygge på etablerte virkemidler i Forskningsrådet, samtidig som den sikrer tett kobling til innovasjons- og demonstrasjonsvirkemidler gjennom blant annet Enova og øvrige næringsrettede programmer.

Forsknings- og innovasjonssentrene bør ha et eksplisitt mandat til å utvikle kunnskap, teknologi og løsninger som kan tas i bruk av energisektoren og samtidig bidra til industriutvikling, eksportmuligheter og styrket nasjonal konkurransekraft.

5.3.2 Grunnforskning og kunnskapsutvikling

Flere av utfordringene knyttet til energisikkerhet krever langsiktig kunnskapsoppbygging og forskning med tidshorisonter utover ordinære innovasjonsløp. Dette gjelder blant annet forskning på kritiske materialer, forsyningskjeder, samfunnsmessig motstandskraft, systemrisiko, kaskadeeffekter mellom kritiske infrastrukturer og samspillet mellom energisystemer, digitalisering og geopolittikk.

Ekspertgruppen anbefaler derfor at det etableres målrettede forskningsløp som styrker grunnforskningen på områder som er avgjørende for fremtidig energisikkerhet og nasjonal handlefrihet.

5.3.3 Teknologiutvikling for robuste energi- og kraftsystemer

FoU-I-innsatsen bør bidra til utvikling av fremtidens robuste energi- og kraftsystem. Dette omfatter både teknologiske løsninger, systemarkitektur og driftskonsepter som styrker motstandskraften mot naturhendelser, tekniske feil, cyberangrep, sabotasje og langvarige forsyningsforstyrrelser.

Sentrale forsknings- og innovasjonsområder inkluderer:

- Avanserte løsninger i kraftsystemet for «svartstart»¹⁰ og lokal energiresiliens for gjenoppretting av forsyning.
- Fleksibilitetsløsninger og samspill mellom lokale energisystemer og det overordnede kraftsystemet.

¹⁰ Svartstart er kapasiteten til å gjenoppbygge kraftsystemet etter et total- eller delvis bortfall av strømforsyningen, ved at utvalgte kraftverk kan starte opp uten tilgang til ekstern elektrisk kraft og bidra til gradvis reetablering av nettet.

- Fremtidige markeds- og styringsmodeller for kraftsystemer under kriser og ekstraordinære hendelser.
- Teknologier som reduserer sårbarhet i kritiske komponenter og infrastrukturer, herunder løsninger som er enklere å reparere, erstatte eller beskytte.
- Sikker og robust maskinvare, sensorteknologi og industrielle kontrollsystemer som reduserer risikoen for manipulasjon, kompromittering eller skjulte sårbarheter.
- Nye løsninger for overvåking, situasjonsforståelse og deteksjon av trusler som samtidig ivaretar personvern og andre samfunnshensyn.

5.3.4 Innovasjon og demonstrasjonsprosjekter i realistiske drifts- og beredskapsmiljøer

Ekspertgruppen anbefaler en målrettet innovasjonssatsing som stimulerer utvikling, testing og demonstrasjon av nye teknologier, produkter og tjenester med mål om bred anvendelse.

Satsingen bør stimulere til innovasjonsprosjekter der forskningsmiljøer, energiselskaper, teknologileverandører, industribedrifter og offentlige aktører samarbeider om å utvikle og verifisere løsninger i realistiske drifts- og beredskapsmiljøer.

Eksempler på sentrale teknologiområder:

- Produksjon av kritiske reservedeler gjennom additiv produksjon og andre fleksible produksjonsteknologier.
- Teknologier for forebyggende sikkerhet, beredskap og hendelseshåndtering.
- Digitale beslutningsstøtteverktøy og analyseplattformer.
- Teknologier som styrker forsyningskjeders robusthet og reduserer avhengigheter til sårbare leverandørkjeder.

5.3.5 Nasjonale analyse-, modell- og scenariokapasiteter

Norge har sterke fagmiljøer innen enkeltsektorer, men mangler i dag tilstrekkelig integrerte modeller for å analysere energisystemet i samspill med andre kritiske samfunnsfunksjoner.

Ekspertgruppen anbefaler derfor etablering av nasjonale analyse- og simuleringskapasiteter som kan brukes til forskning, planlegging, øvelser, krisehåndtering og beslutningsstøtte. Kapasitetene bør kunne analysere konsekvenser av hendelser på tvers av energi, IKT, transport, vannforsyning, helse, forsvar og andre kritiske infrastrukturer, og bidra til bedre forståelse av systemiske risikoer og kaskadeeffekter.

5.3.6 Følgeforskning og læringsmekanismer

For å sikre læring og kontinuerlig forbedring bør det etableres et langsiktig program for følgeforskning som evaluerer effekten av virkemidler, forskningsinnsats og innovasjonstiltak. Programmet bør dokumentere erfaringer, identifisere barrierer og bidra til løpende justering av prioriteringer og virkemidler.

Slik kan FoU-I-satsingen utvikles i takt med endringer i teknologi, trusselbilde, energisystem og samfunnsbehov, og samtidig sikre at investeringene gir størst mulig effekt for energisikkerhet, beredskap og verdiskaping.

5.3.7 Forskningsinfrastruktur og testarenaer

Testarenaer er en forutsetning for å omsette forskning til reelle løsninger og for å gjennomføre meningsfulle øvelser (jf. 5.4). De bør dimensjoneres for å dekke behovene til både academia, industri og forsvarssektoren.

Dette inkluderer laboratorier, simuleringsplattformer, testanlegg for maskinvaresikkerhet, øydrift og distribuerte systemer, og infrastrukturer for digitale tvillinger i kraftsystemet. Infrastrukturer for digital tvilling bør understøtte integrert systemmodellering på tvers av energibærere, slik at infrastrukturen ikke kun tjener enkeltsektor-formål, men aktivt støtter tverrfaglig krisesimulering og beslutningsstøtte.

5.3.8 Leveranse- og gjennomføringskapasitet som er riktig dimensjonert

Det er avgjørende å sikre tilstrekkelig leveranse- og gjennomføringskapasitet gjennom langsiktig planlegging og dimensjonering av tilgang på kvalifisert personell, leverandørkapasitet og relevante fagmiljøer. Dette krever en systematisk kartlegging av fremtidige kapasitetsbehov, forutsigbare rammebetingelser for kompetanse- og leverandørutvikling, samt tiltak som sikrer at forskning, utvikling og innovasjon kan omsettes til operative løsninger, drift, vedlikehold og beredskap. Slik kapasitet må bygges og opprettholdes over tid, også i perioder med sterk konkurranse om arbeidskraft, kompetanse og kritiske leveranser fra andre sektorer.

5.4 Internasjonalt samarbeid: NATO, EU og Norden

Energisikkerhet er et grunnleggende internasjonalt spørsmål. Truslene er i stor grad grenseoverskridende, og effektive svar forutsetter samarbeid på tvers av land og institusjoner.

Det er flere sentrale internasjonale arenaer der norsk deltakelse er viktig. Dette omfatter det nordiske samarbeidet, europeiske forsknings- og innovasjonsarenaer, samt europeiske og transatlantiske rammer gjennom henholdsvis EU og NATO. Internasjonalt samarbeid er også en forutsetning for at norske forsknings- og innovasjonsmiljøer skal kunne utvikles og hevde seg over tid.

Det nordiske samarbeidet er særlig relevant gitt den høye graden av integrasjon i kraftsystem og markeder, samt felles sårbarhet i kritisk infrastruktur. Samarbeidet bør videreutvikles innen områder som scenarioutvikling, analyse av kaskadeeffekter, beredskap ved forsyningsbrudd, lagringsløsninger, datasikkerhet og tiltak for lokal og regional forsyningssikkerhet ved utfall av sentrale transmisjonslinjer.

På europeisk nivå er det viktig med aktiv norsk deltakelse i EUs forsknings- og innovasjonsarenaer, inkludert strategiske prosesser som SET-Plan. Dette er sentrale rammer for utvikling og koordinering av energi- og sikkerhetsrelatert forskning og teknologiutvikling, og gir tilgang til relevante nettverk og samarbeidsprosjekter.

Videre er EERA en viktig forskningsarena, blant annet gjennom sitt Joint Programme for energisikkerhet. Norge bør delta aktivt i disse strukturene for å sikre god kobling mellom nasjonale forskningsmiljøer og ledende europeiske FoU- og innovasjonsmiljøer.

Flere av de sentrale temaene, særlig kaskadeeffekter, material- og ressursforsyning samt scenariometodikk, har tydelige internasjonale dimensjoner og er relevante også i NATO-sammenheng. Det nordiske og europeiske samarbeidet bør ses i sammenheng og koordineres for å redusere overlapp og styrke samlet gjennomslag.

6 VEDLEGG

6.1 Begrepsforklaring

Additiv produksjon (3D-printing) – Produksjonsmetode der komponenter bygges lag for lag fra digitale modeller. Muliggjør rask og desentral fremstilling av reservedeler, og er derfor relevant for reparasjonsberedskap i energisektoren.

Attribusjon – Å fastslå med tilstrekkelig sikkerhet hvilken aktør som står bak en tilsiktet hendelse, for eksempel et cyberangrep eller en sabotasjeaksjon. Attribusjon er ofte krevende ved hybride virkemidler, og er en forutsetning for målrettede mottiltak.

Beredskap – Planlagte og forberedte tiltak som gjør det mulig å håndtere uønskede hendelser og kriser, begrense konsekvensene og gjenopprette normaltilstand (jf. DSB).

Beredskapslager – Lager av kritiske komponenter, reservedeler, drivstoff eller andre innsatsfaktorer som etableres for å sikre drift, reparasjon og gjenoppretting ved forsyningsavbrudd eller kriser.

Beredskapssyklusen – Rammeverk som beskriver beredskapsarbeidet som en kontinuerlig syklus: kunnskapsgrunnlag og kartlegging, forebygging, beredskapsforberedelser, håndtering og gjenoppretting/læring. Brukes som strukturerende logikk i rapportens kapittel 4.3.

CCS (karbonfangst og -lagring) – Carbon Capture and Storage – fangst, transport og permanent geologisk lagring av CO₂ fra industri- og energianlegg.

Cybersikkerhet – Beskyttelse av digitale systemer, nettverk og data mot uautorisert tilgang, manipulasjon og skade, slik at konfidensialitet, integritet og tilgjengelighet ivaretas (jf. NSMs grunnprinsipper for IKT-sikkerhet).

De-risking – Målrettet reduksjon av strategisk risiko og avhengighet av enkeltland eller enkeltleverandører i kritiske verdikjeder, uten full økonomisk frakobling (decoupling).

Digital tvilling – Virtuell representasjon av et fysisk system eller anlegg som oppdateres med sanntidsdata, og som kan brukes til simulering, analyse, øvelser og beslutningsstøtte.

Digitalt handlingsrom – De operasjonelle redundansforholdene – alternative løsninger og teknologier som ikke deler samme sårbarheter – som gir virksomhetskontinuitet ved svikt i eksterne digitale avhengigheter (jf. Ekomsikkerhetsutvalget, 2025). Brukes i rapporten parallelt med «nasjonal kontroll».

Distribuerte energiresurser (DER) – Mindre enheter for produksjon, lagring og fleksibilitet – for eksempel solceller, batterier og styrbart forbruk – tilknyttet distribusjonsnett, ofte nær sluttbruker.

Diversifisering – Spredning av forsyningskilder, leverandører, teknologier eller transportveier for å redusere avhengighet av enkeltaktører og dermed redusere sårbarhet.

EERA – European Energy Research Alliance – europeisk allianse av energiforskningsinstitusjoner som koordinerer felles forskningsprogrammer (Joint Programmes), herunder et eget program for energisikkerhet.

Ekom – Elektronisk kommunikasjon – nett og tjenester for overføring av tale og data, som internett og mobilnett. Fungerende ekom-infrastruktur er en kritisk innsatsfaktor for drift og styring av energisystemet.

Energibærer – Formen energien omsettes, transporteres og lagres i, for eksempel elektrisitet, naturgass, hydrogen, ammoniakk, fjernvarme og flytende drivstoff.

Energisikkerhet – IEA definerer energisikkerhet som uavbrutt tilgang til energi til en overkommelig pris. Rapporten legger en bredere systemforståelse til grunn: energisystemets evne til å sikre kontinuerlig tilgang til energi med nødvendig kvalitet, kapasitet og økonomisk bærekraft, under både normale driftsforhold og ekstraordinære hendelser.

Energitrilemma – Avveiningen mellom de tre overordnede hensynene forsyningssikkerhet, bærekraft og kostnadseffektivitet i energipolitikken (jf. World Energy Council).

Fleksibilitet – Evnen til å endre produksjon eller forbruk av energi som respons på systembehov eller prissignaler, fra kortsiktig balansering (sekunder til timer) til utjevning over døgn, uker og sesonger.

Forsyningssikkerhet – Energisystemets evne til å dekke etterspørselen etter energi og effekt og levere med tilfredsstillende kvalitet, på kort og lang sikt (jf. NVE). I rapporten den sentrale dimensjonen i forståelsen av energisikkerhet.

FoU-I – Forskning, utvikling og innovasjon.

Følgeforskning – Forskning som følger et tiltak, program eller en satsing over tid for å dokumentere effekter, identifisere barrierer og gi grunnlag for læring og løpende justering.

Geopolitisk fragmentering – Utvikling der internasjonal økonomi og handel i økende grad deles opp i konkurrerende blokker langs politiske og sikkerhetspolitiske skillelinjer, på bekostning av åpne, multilaterale markeder.

Geoøkonomi – Bruk av økonomiske virkemidler – handel, investeringer, sanksjoner og kontroll over ressurser og verdikjeder – for å fremme geopolitiske og strategiske mål.

Gjenopprettingsevne – Evnen til raskt å reparere skader og reetablere energiforsyning og kritiske funksjoner etter en hendelse, herunder tilgang på reservedeler, kompetanse, personell og logistikk.

Grunnleggende nasjonale funksjoner (GNF) – Tjenester, produksjon og andre former for virksomhet som er av en slik betydning at et helt eller delvis bortfall vil få konsekvenser for statens evne til å ivareta nasjonale sikkerhetsinteresser (sikkerhetsloven § 1-5).

Gråsone – Tilstand mellom fred og væpnet konflikt der en aktør benytter virkemidler under terskelen for krig, ofte fordekt og vanskelig å attribuere.

Havbunnsmineraler – Mineralforekomster på og under havbunnen, herunder sulfidforekomster og manganskorper, som kan inneholde metaller av betydning for energi- og forsvarsteknologi, som kobber, sink, kobolt og sjeldne jordarter.

Hybride trusler / hybrid krigføring – Koordinert bruk av militære og ikke-militære, åpne og fordekte virkemidler – som cyberangrep, sabotasje, påvirkningsoperasjoner og økonomisk press – for å nå strategiske mål, normalt under terskelen for væpnet konflikt (jf. European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats).

Interoperabilitet – Evnen systemer, organisasjoner eller styrker har til å fungere effektivt sammen, teknisk og operativt – for eksempel mellom sivile og militære energiløsninger, eller mellom allierte lands systemer.

IT/OT – IT (informasjonsteknologi) omfatter administrative systemer og databehandling, mens OT (operasjonell teknologi) omfatter industrielle styrings- og kontrollsystemer som overvåker og styrer fysiske prosesser. Tettere integrasjon mellom IT og OT øker den digitale angrepsflaten.

Kaskadeeffekter – Følgehendelser der svikt i ett system eller én sektor forplanter seg til andre systemer og sektorer gjennom gjensidige avhengigheter, slik at den samlede konsekvensen blir vesentlig større enn den utløsende hendelsen.

KI (kunstig intelligens) – Datasystemer som utfører oppgaver som normalt krever menneskelig intelligens, for eksempel mønstergjenkjenning, prognoser, optimalisering og beslutningsstøtte. KI kan deles inn i tre kategorier: prediktiv, generativ og agentisk KI.

Kritikalitet – Uttrykk for hvor viktig en funksjon, et anlegg eller en komponent er for opprettholdelse av samfunnskritiske funksjoner. Brukes som grunnlag for å prioritere og differensiere sikrings- og beredskapstiltak.

Kritisk infrastruktur – Anlegg og systemer som er nødvendige for å opprettholde samfunnets kritiske funksjoner, og der bortfall kan true liv, helse eller dekning av grunnleggende behov (jf. NOU 2006:6 og DSB).

Kritiske råvarer – Råvarer med stor økonomisk og strategisk betydning og høy forsyningsrisiko, ofte med produksjon og foredling konsentrert i få land (jf. EUs Critical Raw Materials Act).

Krisespekteret (krisepyrampen) – Bredden av hendelser som kan ramme samfunnet, fra fred via sikkerhetspolitisk krise til væpnet konflikt. I rapporten illustrert som spennet fra enkeltstående hendelser og store ulykker, via naturkatastrofer, hybrid krigføring og sabotasje, til krigslignende handlinger og krig.

Laststyring – Aktiv styring av forbruk (laster) for å redusere eller flytte effektuttak i tid, som virkemiddel for balansering av kraftsystemet, avlastning av nett og prioritering i krisesituasjoner.

Leveringspålitelighet – Kraftsystemets evne til å levere elektrisk energi til sluttbruker uten avbrudd. Måles gjerne gjennom avbruddsstatistikk og avbruddskostnader (jf. NVE/RME).

LNG – Liquefied Natural Gas – naturgass nedkjølt til flytende form for skipstransport, som muliggjør gasshandel uavhengig av rørledninger.

Mellomlandsforbindelser – Overføringsforbindelser for kraft (kabler eller luftledninger) mellom land. Norge har i dag forbindelser til seks land.

Mikronett – Avgrenset, lokalt energisystem med egen produksjon, lagring og styring, som kan driftes tilkoblet hovednettet eller isolert i øydrift.

Nasjonal kontroll – Statens styringsevne og handlefrihet over digital infrastruktur, tjenester og data. Begrepet brukes i nyere offentlige utredninger fremfor «digital suverenitet» (jf. Ekomsikkerhetsutvalget, 2025).

Neocloud – Ny generasjon skytjenesteleverandører spesialisert på KI- og GPU-basert regnekapasitet, i motsetning til de etablerte, brede skyplattformene.

Påvirkningsoperasjoner – Fordekt eller villedende informasjonsaktivitet utført av eller på vegne av statlige aktører for å påvirke holdninger, beslutninger eller tillit i et annet land (jf. PSTs og Etterretningstjenestens trusselvurderinger).

Ramping (rampingkapasitet) – Hastigheten et anlegg eller en last kan endre effektuttak eller produksjon opp eller ned med. Krav til ramping for store forbrukere, som datasentre, kan begrense brå belastningsendringer i kraftsystemet.

Redundans – Dublering eller reservekapasitet i systemer, komponenter eller forsyningsveier, slik at funksjonen opprettholdes selv om enkeltelementer faller bort.

Resiliens (motstandsdyktighet) – Et systems evne til å motstå, absorbere, tilpasse seg og gjenopprette funksjon etter påkjenninger og forstyrrelser. På norsk brukes ofte motstandsdyktighet eller motstandskraft.

Revisjonistisk aktør – Stat eller annen aktør som aktivt søker å endre den etablerte internasjonale orden, etablerte normer eller den rådende maktfordelingen.

Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) – Systematisk kartlegging og vurdering av uønskede hendelser, sannsynlighet, sårbarheter og konsekvenser, som grunnlag for forebygging, dimensjonering og beredskap (jf. DSB; ISO 31000).

Robusthet – Et systems evne til å tåle påkjenninger og feil uten vesentlig funksjonstap. Skiller seg fra resiliens ved å vektlegge motstandsevne fremfor tilpasnings- og gjenopprettingsevne.

Sabotasje – Tilsiktet ødeleggelse, lammelse eller driftsstopp av utstyr, materiell, anlegg eller virksomhet (jf. definisjonen i sikkerhetsloven § 1-5).

Safety – Beskyttelse mot utilsiktede hendelser, som tekniske feil, menneskelige feil og naturhendelser. På norsk gjerne omtalt som sikkerhet i driftsmessig forstand.

Security (sikring) – Beskyttelse mot tilsiktede uønskede handlinger, som sabotasje, terror, cyberangrep og statlige trusler. På norsk gjerne omtalt som sikring (jf. NS 5830-serien).

Sektorintegrasjon (sektorkobling) – Tettere kobling mellom energibærere og sektorer – for eksempel kraft, varme, gass, hydrogen og transport – som kan øke effektivitet og fleksibilitet, men som også skaper nye grenseflater, avhengigheter og sårbarheter.

Sesongfleksibilitet – Evnen til å flytte energi mellom sesonger, for eksempel gjennom vannkraftmagasiner eller lagring av hydrogen. Sentralt i et væravhengig kraftsystem med store sesongvariasjoner i produksjon og forbruk.

Sikkerhetsloven – Lov om nasjonal sikkerhet (2018), som skal trygge nasjonale sikkerhetsinteresser gjennom krav til beskyttelse av skjermingsverdige verdier, objekter, infrastruktur og grunnleggende nasjonale funksjoner.

Situasjonsforståelse (felles situasjonsbilde) – Et omforent og oppdatert bilde av tilstand, trusler og hendelsesutvikling, etablert ved at relevante aktører deler informasjon og data. En forutsetning for koordinert beslutningstaking og krisehåndtering.

Spillvarme – Overskuddsvarme fra industri- eller datasenterprosesser som kan utnyttes til oppvarmingsformål, for eksempel i fjernvarmeanlegg.

Strategisk autonomi – Evnen til å ivareta egne sikkerhets- og samfunnsinteresser uten kritisk avhengighet av eksterne aktører. Brukes særlig om europeiske ambisjoner om økt ansvar for egen sikkerhet og egne verdikjeder.

Stresstesting – Systematisk testing av hvordan et system tåler ekstreme, men tenkbare påkjenninger og scenarioer, for å avdekke sårbarheter og dimensjoneringsbehov.

Svartstart (black start) – Evnen til å gjenoppbygge kraftsystemet etter helt eller delvis bortfall av strømforsyningen, ved at utvalgte kraftverk kan starte uten tilgang til ekstern elektrisk kraft og bidra til gradvis reetablering av nettet (jf. Statnett).

Svart svane – En svart svane er en hendelse som faller utenfor de rådende forventnings- og kunnskapsmodellene, får betydelige konsekvenser, og som i ettertid feilaktig fremstår som mer forutsigbar enn den faktisk var (begrep etter Nassim Nicholas Taleb).

Systemansvarlig (TSO) – Virksomheten med ansvar for den momentane balansen og driftssikkerheten i kraftsystemet (Transmission System Operator). I Norge er Statnett systemansvarlig og eier av transmisjonsnettet.

Systemrelevante laster – Store forbruksenheter, for eksempel datasentre eller elektrolyser, hvis driftsmønster har vesentlig betydning for kraftsystemets balanse, stabilitet og sikkerhet.

Systemrisiko – Risiko som oppstår gjennom samspillet og avhengighetene i komplekse, tett koblede systemer, der hendelser kan forsterkes ikke-lineært og spre seg på tvers av sektorer.

Totalforsvaret – Den samlede sivile og militære beredskapen i Norge, basert på gjensidig støtte og samarbeid mellom Forsvaret og det sivile samfunn i hele krisespekteret, fra fred via sikkerhetspolitisk krise til væpnet konflikt (jf. «Støtte og samarbeid», FD/JD).

Transmisjonsnett og distribusjonsnett – Transmisjonsnettet er hovednettet for overføring av kraft over lange avstander og mellom regioner, i Norge eid av Statnett. Distribusjonsnettet omfatter regionale og lokale nett frem til sluttbruker.

V2G (Vehicle-to-Grid) – Teknologi der elbilbatterier kan levere strøm tilbake til nettet, slik at bilparken kan fungere som en distribuert fleksibilitets- og lagringsressurs.

Verdikjede og leverandørkjede – Verdikjeden omfatter alle ledd fra råvare og produksjon til transport, lagring og sluttbruk. Leverandørkjeden omfatter leverandører og underleverandører som inngår i frembringelsen av et produkt eller en tjeneste.

Vertslandsstøtte (Host Nation Support) – Sivil og militær støtte et land yter allierte styrker som opererer på eller fra dets territorium, herunder energiforsyning, infrastruktur, transport og logistikk.

Øydrift – Drift av en avgrenset del av kraftsystemet isolert fra hovedstrømnettet, med lokal produksjon, balansering og frekvensregulering.

6.2 Status på dagens virkemidler for FoU-I-innsats på energisikkerhet

Energisikkerhet forstås her som noe som går utover den ordinære energiforsyningen – det vil si virkemidler som styrker motstandskraften i møte med usikkerhet og krisesituasjoner, og som blant annet tar hensyn til autonomi, sårbarheter, hybride trusler og det endrede sikkerhetsbildet vi står overfor. Videre følger status på dagens virkemidler for FoU-I-innsats på energisikkerhet i et alvorlig trusselbilde.

6.2.1 GASSNOVA

Det er bare CCS-virkemidler (CLIMIT-Demo, TCM og Langskip) som Gassnova jobber med, disse gir ikke støtte til styrking av energisikkerheten i Norge eksplisitt.

6.2.2 ENOVA

Enova har ikke et eksplisitt mandat knyttet til beredskap, sikkerhet eller krisehåndtering.

Formålet, slik det er formulert i styringsavtalen med departementet, er å fremskynde utvikling og utbredelse av klima- og energiløsninger som bidrar til utslippsreduksjoner, et effektivt energisystem og en styrket kraft- og effektbalanse. Aktivitetene skal legge til rette for varige markedsendringer som muliggjør overgangen til et lavutslippssamfunn.

Enovas virkemidler er i hovedsak rettet mot teknologiutvikling og markedsintroduksjon av løsninger som reduserer klimagassutslipp. Programmet *Fleksibilitet i energisystemet* støtter utvikling av teknologier, forretningsmodeller og innovative løsninger som bidrar til bedre utnyttelse av eksisterende energisystem og redusert behov for ny kraftproduksjon. Målet er økt fleksibilitet, men tiltakene kan også ha en indirekte effekt på systemets robusthet og motstandskraft.

Videre har Enova flere virkemidler rettet mot energieffektivisering og energikonvertering. Dette inkluderer støtte til fjernvarme og fjernkjøling, samt lokale energisentraler (for eksempel varmepumper, biokjeler og akkumulatortanker), som bidrar til redusert energibruk og økt bruk av alternative energibærere. Enova gir også støtte til etablering og videreutvikling av biogassanlegg.

Innen byggsektoren tilbyr Enova støtte til energioppgraderingstiltak i næringsbygg, boligselskaper og husholdninger, med mål om å redusere energibruken og forbedre energitilstanden.

Samlet sett bidrar Enovas virkemidler indirekte til et mer robust og forsyningssikkert energisystem, blant annet gjennom redusert avhengighet av elektrisitet og økt fleksibilitet i energibruken. Økt sikkerhet og beredskap er imidlertid ikke et primært mål for virkemidlene.

Enovas portefølje av klima- og energiltak tildelte om lag 10,1 mrd. kroner i 2025.

6.2.3 NORGES FORSKNINGSRÅD

I 2026 etablerte Forskningsrådet en ny portefølje for forsvarsevne, sikkerhet og beredskap (PS Forsv). Prioriteringene bygger blant annet på Nasjonal sikkerhetsstrategi med de tre hovedområdene: styrket forsvarsevne, et motstandsdyktig samfunn og økonomisk sikkerhet. Innen sistnevnte fremheves særlig «å sikre norske leveranser av energi til Europa» som et sentralt satsingsområde.

PS Forsv finansieres i 2026–2027 av Forsvarsdepartementet (FD) og Kunnskapsdepartementet (KD). Justis- og beredskapsdepartementet (JD) og Utenriksdepartementet (UD) deltar som observatører. I 2026 lyses det ut midler til forskningssentre innen forsvarsevne, sikkerhet og beredskap, hvor også miljøer innen energi og energisikkerhet kan delta, blant annet med mål om å styrke sivilt–militært samarbeid.

Energiavdelingen har over tid hatt tematisk åpne utlysninger som dekker hele bredden av energi og lavutslipp, inkludert energisikkerhet. I tillegg finnes målrettede utlysninger mot petroleumssektoren, basert på de prioriterte teknologigruppene i OG21, der særlig HMS og storulykker (TG5) er relevante. I 2025 utgjorde Forskningsrådets investeringer i energiforskning totalt 2 milliarder kroner, hvorav 1,1 milliard fra Energiavdelingen².

Historisk har delporteføljene for energi og lavutslipp, og petroleum, finansiert forskning som styrker energisikkerhet gjennom teknologiutvikling – implisitt, ikke eksplisitt. Etter sabotasjen av Nord Stream i 2022 har diskursen om energisikkerhet blitt utvidet, fra forsyningssikkerhet i normalsituasjoner til også å omfatte kriser og tilsiktede handlinger som sabotasje og hybride trusler.

I delporteføljen energi og lavutslipp er de fleste sikkerhetsrelaterte prosjekter rettet mot teknologisikkerhet. Et viktig unntak er forskningssenteret FME SecurEL (2024), som fokuserer på sikre og robuste kraftdistribusjonsnett.

I petroleumsporteføljen sees et tydelig skifte fra 2022, fra tradisjonell HMS til økt vekt på sikring. Eksempler er prosjekter om geopolittikk og samspillet mellom safety og security, samt bruk av autonome systemer for overvåking av installasjoner til havs.

I 2025 lanserte Forskningsrådet en tverrsektoriell utlysning om samfunnssikkerhet og beredskap, finansiert av ni departementer. Utlysningen fikk 77 søknader, hvorav 12 prosjekter ble finansiert, inkludert seks energirelevante. Disse hadde som felles mål å styrke sikkerhet, robusthet og styring av kritisk energi- og infrastruktur i en tid preget av geopolitisk usikkerhet og energiomstilling.

Til tross for økt oppmerksomhet er omfanget av energisikkerhetsprosjekter fortsatt begrenset. Av om lag 480 pågående prosjekter i energi- og petroleumsporteføljene, adresserer kun 11 energisikkerhet direkte (per juni 2026).

Nasjonalt koordineringssenter for cybersikkerhet (NCC-NO), drevet av NSM og Forskningsrådet, har lyst ut midler i 2024 og 2025 for å styrke cybersikkerhetskompetanse. I 2025 var utlysningen rettet særskilt mot energisektoren i Norden. Gjennom de to utlysningene ble totalt 13 energirelevante prosjekter finansiert, men i liten skala (0,1–0,6 mill. kr, varighet opptil seks måneder), og de bidrar derfor i begrenset grad til den samlede innsatsen.

6.2.4 INNOVASJON NORGE (IN)

Ulike ordninger som støtter energisikkerhet: Innovasjon Norge arbeider med energisikkerhet som en integrert del av sitt brede mandat for å utvikle konkurransedyktig, bærekraftig og eksportrettet næringsliv, snarere enn gjennom én isolert satsing. Gjennom finansiering, rådgivning og internasjonal markedsutvikling bidrar Innovasjon Norge til å bygge teknologi, industrielle verdikjeder og energisystemer som gjør både Norge og partnerland mindre sårbare og mer robuste i møte med økende geopolitisk usikkerhet.

Kjernen i arbeidet er å støtte utvikling og kommersialisering av ny energirelatert teknologi. Gjennom tilskudd og innovasjonsfinansiering bidrar Innovasjon Norge til prosjekter innen fornybar energi, energilagring, hydrogen, batterier og effektivisering av energisystemer, som alle er kritiske komponenter i et sikkert og fleksibelt energisystem. Ved å redusere teknologisk og kommersiell risiko i tidlig fase gjør virkemidlene det mulig for norske selskaper å utvikle løsninger som kan styrke energiforsyning og redusere avhengighet av sårbare energikilder.

I tillegg spiller Innovasjon Norge en viktig rolle i å skalere opp industriprosjekter som er nødvendige for å realisere energisikkerhet i praksis. Gjennom ordninger som grønn industrifinansiering tilbyr de risikolån til større investeringer, med mål om å utløse privat kapital og få frem ny industri innen grønne energiteknologier. Dette er særlig relevant i sektorer som batteriproduksjon, hydrogen og energiinfrastruktur, hvor tilgang på kapital og industribygging er avgjørende for å etablere robuste og selvstendige energisystemer.

Systemperspektiv: Innovasjon Norge arbeider også med energisikkerhet gjennom et tydelig systemperspektiv. Organisasjonen prioriterer prosjekter som utvikler hele energisystemet – fra produksjon og lagring til distribusjon og bruk av energi – og ikke bare enkeltteknologier. IN ser at dette bidrar til å styrke forsyningssikkerhet, fleksibilitet og effektiv ressursutnyttelse, noe som antas å være sentrale faktorer i moderne energisikkerhet.

Internasjonalt: På den internasjonale siden bruker IN programmer og samarbeid som EØS- og Norway Grants for å koble norske bedrifter til energiprojekter i Europa og andre markeder. Disse programmene støtter utvikling av sikker, rimelig og bærekraftig energiforsyning, samtidig som de gir norske leverandører tilgang til strategiske markeder og partnerskap. Dette har en dobbel effekt: det bidrar til energisikkerhet hos mottakerlandene, samtidig som det bygger norsk eksport og industriell posisjonering innen energiteknologi.

Rådgivning, nettverk og markedsinnsikt: I tillegg til finansiering tilbyr Innovasjon Norge rådgivning, nettverk og internasjonal markedsinnsikt, som gjør det lettere for selskapene å navigere komplekse markeder og redusere risiko knyttet til etablering og eksport. Innovasjon Norge ser at dette er særlig viktig i energisektoren, hvor prosjekter er kapitalkrevende og tett koblet til regulatoriske og politiske forhold.

Effekten av dette arbeidet treffer flere grupper. For norske bedrifter gir virkemidlene mulighet til å utvikle og skalere løsninger innen energiteknologi, redusere risiko og nå internasjonale markeder raskere. For energikrevende industri og nye grønne verdikjeder bidrar Innovasjon Norge til å sikre tilgang på teknologi og kapital som er nødvendig for omstilling og konkurransekraft. For partnerland og eksportmarkeder bidrar norsk teknologi og samarbeid til mer stabile og robuste energisystemer. På nasjonalt nivå styrker dette Norges evne til å bygge fremtidsrettede næringer og samtidig bidra til energisikkerhet i Europa og allierte markeder.

Innovasjon Norge ser på sin rolle som en brobygger mellom innovasjon, industri og geopolittikk: ved å koble teknologiutvikling, kapital og internasjonale markeder bidrar Innovasjon Norge til å utvikle løsninger som ikke bare er grønne, men også robuste og strategisk viktige i en tid der energisikkerhet har blitt et sentralt konkurranse- og sikkerhetsspørsmål.

6.2.5 KVASt – perspektiver med relevans for energisikkerhet

Kartlegging av norsk forskning på sensitive teknologier: Kunnskapsgrunnlag for vurdering av sensitive teknologier (KVASt) – NIFU

Tekst nedenfor gjengir utdrag av noen momenter som er relevante for energisikkerhetsarbeidet.

Energiteknologi som sensitivt og strategisk teknologiområde

Kartleggingen av norsk forskning på sensitive teknologier viser at *energiteknologier* utgjør et sentralt og strategisk viktig område i skjæringspunktet mellom energiomstilling, teknologisk utvikling og sikkerhetspolitikk.

Energiteknologier er inkludert i EUs liste over ti kritiske teknologier, nettopp fordi de har et betydelig flerbrukspotensial, kan anvendes både i sivile og militære sammenhenger, og er kritiske for unionens økonomiske sikkerhet. Økt geopolitisk spenning og rivalisering gjør forskning på slike teknologier mer sikkerhetspolitisk relevant, særlig med tanke på risiko for uønsket kunnskapsoverføring gjennom internasjonalt samarbeid.

Norge framstår som en relativt sterk aktør innen *energiteknologier* i et internasjonalt perspektiv, særlig når det gjelder kvalitet og gjennomslag i forskningen, samt deltakelse i europeiske forskningsprogrammer.

Området er blant de største innen norsk forskning på sensitive teknologier, både målt i publisering og i EU-finansierte prosjekter. Aktiviteten er særlig konsentrert om temaer som smarte energisystemer, energilagring og nullutslippsteknologier, som er sentrale for utviklingen av robuste og fleksible energisystemer. Samtidig er forskningen i stor grad drevet av universitets- og instituttsektoren, mens næringslivets deltakelse i internasjonale forskningsprosjekter er relativt lav sammenlignet med andre europeiske land.

Et viktig trekk ved norsk energiforskning er den omfattende internasjonale samhandlingen. Samarbeidet er i hovedsak orientert mot europeiske og allierte land, men Kina fremstår samtidig som en av Norges viktigste samarbeidspartnere innen energiteknologi. Dette gjelder særlig innen områder som smarte nett, energilagring og nullutslipp, hvor kinesiske forskningsmiljøer er blant de mest fremtredende globalt. Samtidig innebærer dette samarbeidet også en mulig sårbarhet, ettersom enkelte av disse teknologiene kan ha strategisk eller sikkerhetsmessig betydning. Rapporten peker imidlertid på at formalisert prosjektsamarbeid med såkalte risikoland i stor grad er fraværende, mens samarbeid hovedsakelig finner sted gjennom publisering og faglige nettverk.

Samlet sett viser analysen at energiteknologi er et område hvor Norge både har betydelige styrker og strategiske avhengigheter. På den ene siden gir høy forskningskvalitet og sterk europeisk integrasjon et godt utgangspunkt for videre utvikling. På den andre siden reiser den tette koblingen mellom energiteknologi, sikkerhet og geopolitikk behov for økt oppmerksomhet om forskningssikkerhet, særlig i møte med globale samarbeidspartnere. Dette understreker viktigheten av å balansere åpenhet og internasjonalt samarbeid med nødvendige tiltak for å beskytte kritisk kunnskap og teknologi i energisektoren.

6.2.6 EU OG NORDEN

Energisikkerhet er i dag godt forankret i EU-politikken og indirekte dekket i eksisterende FoU-aktiviteter, men mangler en samlet, systembasert tilnærming på tvers av teknologier, sektorer og land.

Energisikkerhet er i økende grad prioritert både i EU og i nordisk sammenheng, men det er tydelig behov for et sterkere systemperspektiv og bedre koordinering. SET-Plan har god dekning på teknologinivå gjennom arbeid i de ulike Implementation Working Groups (IWG-er), men mangler en helhetlig og systemisk FoU-ramme for energisikkerhet.

I Horizon Europe er ikke energisikkerhet et eget hovedtema, men dekkes indirekte gjennom satsinger på energisystemer, digitalisering, hydrogen, kritiske råmaterialer m.m. For eksempel adresserer Cluster 5 blant annet grids, integrasjon og resiliens. Fokuset ligger imidlertid primært på utvikling av energisystemer og teknologier, i mindre grad på energisikkerhet som et samlet, systemisk problem – inkludert samspillet mellom marked, teknologi og sikkerhet.

Også i SET-Plan har energisikkerhet en implisitt relevans gjennom arbeidet i IWGer og nye tverrgående initiativer, blant annet med økt fokus på resiliens, fleksibilitet og strategisk autonomi. Samtidig er energisikkerhet ikke etablert som et eget, integrerende tema. EERAs [Position Paper](#) på området etterspør derfor en sterkere FoU-satsing på energisikkerhet som et overgripende systemperspektiv.

De siste EU-rapportene viser tydelig at energisikkerhet ikke lenger kun handler om forsyning, men om resiliens i et komplekst og integrert energisystem. En fellesnevner er behovet for å styrke FoU på energisikkerhet. Her kan blant annet nevnes:

- [Niinistö-rapporten](#) om europeisk beredskap, som tydelig plasserer energisikkerhet som en del av samfunnssikkerhet
- [Critical Raw Materials Act](#), som løfter forsyningssikkerhet og strategisk autonomi
- [EU Energy Security Framework – Fitness Check](#), som peker på behovet for et mer tverrsektorielt energisikkerhetsrammeverk

Med bakgrunn i denne utviklingen har Norge tatt initiativ overfor SET-Plan-sekretariatet til å etablere en Task Force på Energy Security and Resilience. I 2026 pågår arbeid med å definere mandat og arbeidsplan for en slik gruppe. Formålet er blant annet å samle og koble eksisterende FoU-aktiviteter, samt styrke koblingen mellom forskning, politikk og operativ beredskap, i tett samarbeid med næringslivet.

I nordisk sammenheng har Nordic Council of Ministers og Nordisk Energiforskning hovedfokus på energisystemer, integrasjon, teknologiutvikling, forsyning og fleksibilitet. Energisikkerhet dekkes i stor grad indirekte gjennom dette arbeidet. Et identifisert FoU-gap er behovet for å analysere energisikkerhet fra et systemperspektiv – herunder hvordan energisystemet fungerer under stress, inkludert såkalte «cascading failures», både nasjonalt, nordisk og europeisk. Det er også et økende behov for å styrke kunnskapsgrunnlaget om sammensatte risikofaktorer, som cyberangrep, hybride trusler, klimaendringer og hvordan geopolitikk påvirker energisystemer og energipolitikk.

6.3 Litteraturliste

- **Adenikinju et al. (2012)**, Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future, Chapter 5 Energy and Security, Cambridge University Press, [Energy and Security \(Chapter 5\) - Global Energy Assessment](#)
- **Braut m.fl. (2026)**, Sikkerhet og arbeidsmiljø i havindustriene på norsk sokkel, Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe, [Sikkerhet og arbeidsmiljø i havindustriene - regjeringen.no](#)
- **Carnegie Endowment for International Peace (2024)**, The U.S. Military and NATO Face Serious Risks of Mineral Shortages, Carnegie, [The U.S. Military and NATO Face Serious Risks of Mineral Shortages | Carnegie Endowment for International Peace](#)
- **ENTSO-E (2025)**, Grid Incident in Spain and Portugal on 28 April 2025 – Factual Report, [28 April 2025 Blackout](#)
- **Etterretningstjenesten (2025)**, Fokus 2025, [Fokus 2025](#)
- **European Energy Research Alliance (EERA) (2025)**, Resilience and Preparedness in Europe's Energy Transition: The Role of Low-Carbon Energy Research and Innovation, [Position paper](#)
- **European Union (2022)**, Council Recommendation on a Union-wide coordinated approach to strengthen the resilience of critical infrastructure, [Lenke](#)
- **European Union**, Critical Infrastructure and Cybersecurity, Website: [Critical infrastructure and cybersecurity](#)
- **European Union**, Energy Security, Website: [Energy security](#)
- **FFI (2025)**, A Global Energy Interconnection? Exploring China's Strategic Ambitions and Security Implications for Norway, FFI-rapport 25/037, [Kinas globale strømnett kan bli et maktverktøy](#)
- **FFI (2025)**, Sikkerhetsaspekter ved kjernekraft i Norge, FFI-rapport 25/017, [Sikkerhetsaspekter ved kjernekraft i Norge](#)
- **FFI (2025)**, Styrket sikkerhet og beredskap i kraftforsyningen, FFI-rapport 25/040, [FFI-rapport foreslår styrking av kraftsikkerhet og beredskap](#)
- **FFI (2023)**, Tilsiktede handlinger som kan true norsk kraftforsyning, FFI-rapport 23/024, [Tilsiktede handlinger som kan true norsk kraftforsyning – en scenariobasert tilnærming](#)
- **FOI – Totalförsvarets forskningsinstitut (2024)**, Russian Attacks on the Ukrainian Power System, FOI-R--5596--SE, [Russian attacks on the Ukrainian power system - Totalförsvarets forskningsinstitut - FOI](#)
- **Forsvarsdepartementet (2025)**, Forsvarsløftet – for Norges trygghet: Langtidsplan for forsvarssektoren 2025-2036, Prop. 87 S (2023–2024), [Prop 87 S \(2023–2024\)](#)
- **ISO 31000:2018 - Risk management — Guidelines**

- [ISO/IEC 27001:2022 - Information security management systems](#)
- **Jore (2017)**, The Conceptual and Scientific Demarcation of Security in Contrast to Safety. I: European Journal for Security Research, DOI: 10.1007/s41125-017-0021-9
- **Jore (2023)**, On security and safety: Governing terrorism and security through risk, Risk discourse and responsibility, ISBN 978 90 272 1389 1
- **Jore m.fl. (2026)**, Industry and geopolitical tensions: ethical dilemmas when safety meets security, In: Hayes, J., Maslen, S. (eds) Ethics in the Doing of Technoscience, Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-20002-0_9
- **Justis- og beredskapsdepartementet (2015)**, FoU-strategi for justis- og beredskapssektoren 2015–2019, [jd_fou-strategi_2015-2019.pdf](#)
- **Justis- og beredskapsdepartementet (2024)**, Totalberedskapsmeldingen, Meld. St. 9 (2024–2025), [Meld. St. 9 \(2024–2025\)](#)
- **Kjølle m.fl. (2013)**, Vulnerability and Security in a Changing Power System, [Vulnerability and security in a changing power system - Norwegian Research Information Repository](#)
- **Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) (2025)**, Risiko 2025, [NSM Risikorapport 2025](#)
- **Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) (2023)**, Sikkerhetsfaglige råd – Et motstandsdyktig Norge, [Sikkerhetsfaglig råd - Et motstandsdyktig Norge.pdf](#)
- **NATO (Nov 2024)**, Resilience, Civil Preparedness and Article 3, [Resilience, civil preparedness and Article 3 | NATO Topic](#)
- **Nordic Energy Research (2026)**, Energy Security in the Nordics, [Energy Security in the Nordics](#)
- **Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2025)**, Sikkerhet i kraftforsyningen – reparasjonsberedskap, Rapport nr. 33/2025, [NVE Rapport nr. 33/2025: Sikkerhet i kraftforsyningen – reparasjonsberedskap](#)
- **Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2025)**, Trusselbildet for kraftforsyningen, Ekstern rapport nr. 3/2025, [NVE Ekstern rapport 3/2025: Trusselbildet i kraftforsyningen](#)
- **NOU 2016:19** Samhandling for sikkerhet, Beskyttelse av grunnleggende samfunnsfunksjoner i en omskiftelig tid, [NOU 2016: 19 - regjeringen.no](#)
- **NOU 2023:17** Nå er det alvor, 2023, [NOU 2023: 17](#)
- **NTNU / SINTEF (2025)**, Et energisikkert samfunn rustet mot angrep, [Arendalsuka-2025_NTNU-SINTEF_Etenergisikkertsamfunnrustetmotangrep-web.pdf](#)
- **Politiets sikkerhetstjeneste (PST) (2025)**, Nasjonal trusselvurdering 2025, [Nasjonal - trusselvurdering 2025](#)
- **Politiets sikkerhetstjenester (PST) (2026)**, Nasjonal trusselvurdering 2026, [Nasjonal trusselvurdering 2026 - pst.no](#)
- **Reason (1997)**, Managing the risks of organizational accidents, Taylor & Francis Ltd., ISBN 9781840141054

- **Regjeringen (2026)**, Regjeringen vil beskytte sensitive teknologier bedre, Pressemelding: [Regjeringen vil beskytte sensitive teknologier bedre - regjeringen.no](#)
- **Schmitz m.fl. (2025)**, Energy Policy, Energy Security and Resilience: Revisiting Concepts and Advancing Planning Perspectives for Transforming Integrated Energy Systems, Elsevier, [Energy security and resilience: Revisiting concepts and advancing planning perspectives for transforming integrated energy systems - ScienceDirect](#)
- **Skare, E., & Jore, S. H. (2024)**, Hybrid threats in the Norwegian petroleum sector. A new category of risk problems for safety science?. Safety Science, 176, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106521>
- **Sperstad m.fl. (2020)**, A Comprehensive Framework for Vulnerability Analysis of Extraordinary Events in Power Systems, [A comprehensive framework for vulnerability analysis of extraordinary events in power systems - ScienceDirect](#)
- **Statsministerens kontor (2025)**, Nasjonal sikkerhetsstrategi, [Nasjonal sikkerhetsstrategi - regjeringen.no](#)
- **UK Energy Research Centre (UKERC) (2025)**, Developing an Energy Security Monitoring Framework Fit for UK Net Zero, [Developing an Energy Security Monitoring Framework Fit for UK Net Zero | UKERC | The UK Energy Research Centre](#)
- **UK Energy Research Centre (UKERC) (2025)**, UK Energy Security: Making the Most of Demand-Side Measures, [UK Energy Security: Making the Most of Demand-Side Measures | UKERC | The UK Energy Research Centre](#)

Energi2050

Besøksadresse: Drammensveien 288

Postboks 564

1327 Lysaker

Telefon: 22 03 70 00

Telefaks: 22 03 70 01

sekretariat@energi2050.forskningsradet.no

<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Publikasjonen kan lastes ned fra

<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Design: Energi2050

Forfattere: Ekspertgruppe på Energisikkerhet
etablert av Energi2050 Styret.

Redaktører:

Lene Mostue, Energi2050

Håkon Taule, THEMA Consulting

ISBN 978-82-12-04253-7