
Omverdensanalyse 2025

Energiomstilling i en ny geopolitisk virkelighet

Energi2050

Desember 2025, THEMA Consulting Group



Publiseringsdato

05.12.2025

Om prosjektet

Prosjektnummer *E2050-25-01*
Oppdragsgiver *Energi2050*

Om rapporten

Rapportnavn Energiomstilling i en ny geopolitisk virkelighet
ISBN-nummer *978-82-8368-176-5*
Tilgjengelighet *Offentlig*

Prosjektbeskrivelse

Energi2050 er Norges nye strategiorgan for forskning, utvikling og innovasjon (FoU) innen petroleum, utslippsfri energi og havbunnsmineraler. Denne omverdensanalysen skal belyse og vurdere sentrale endringer i omverden som treffer Energi2050s områder og gi anbefalinger basert på endringene til den kommende strategiprosessen.

Prosjektteam

Kontaktperson

Håkon Taule
E-post: håkon.taule@thema.no
Tlf: +47 400 67 400

Bidragstere (alfabetisk)

David Jamissen
Linnéa Filippa Bjørnstad
Sofie Helene Jebesen

THEMA Consulting Group

Postadresse: Øvre Vollgate 6
Visiting adress: Nedre Vollgate 9
0158 Oslo, Norway
www.thema.no

Oppsummering av omverdensanalysen og anbefalinger

Energi2050 er Norges nye strategiorgan for forskning, utvikling og innovasjon (FoUI) innen petroleum, utslippsfri energi og havbunnsmineraler. Denne omverdensanalysen skal belyse og vurdere sentrale endringer i omverden som treffer Energi2050s områder og gi anbefalinger basert på disse endringene til den kommende strategiprosessen.

Energisystemet står midt i en periode preget av geopolitisk uro som gir betydelig usikkerhet om utviklingen i energiomstillingen fremover. Rivalisering mellom stormakter, økte handelsbarrierer og gjentatte sjokk i globale forsyningskjeder skaper økt usikkerhet om kostnader, teknologiutvikling og tilgang på råvarer. Utviklingen etter Russlands invasjon av Ukraina og nye handelspolitiske konflikter viser hvordan energi brukes strategisk i geopolitikken, og hvordan sårbarhet i energiinfrastruktur og verdikjeder kan utnyttes. Presset mot energisystemet øker ytterligere med økt systemkompleksitet, nye sårbarheter som følge av rask digitalisering samt tydeligere effekter av klimaendringer. Utviklingen setter nye krav til robusthet i hele energisystemet og øker den strategiske betydningen av norske energiresurser.

Samtidig fortsetter klima- og naturkrisen å stramme seg til. Overgangen til lav- og nullutslippsløsninger går fremover, men ikke i tempoet som kreves for å nå vedtatte klimamål som skal begrense global oppvarming. Flere teknologier er modne og vokser raskt globalt, men andre – som CO₂-håndtering og hydrogen – krever fortsatt betydelige demonstrasjons- og investeringsløp. I tillegg skjerpes konfliktlinjene knyttet til arealbruk og verdien av gjenværende natur øker. Utviklingen driver frem energiløsninger som ivaretar både klima- og naturmål samtidig.

Omverdensanalysen gir ny innsikt som bør hensyntas i strategiarbeidet. Basert på funnene i denne rapporten, bør den kommende strategiprosessen særlig hensynta at:

- Energisikkerhet er aktualisert som nasjonal prioritering, og økt risiko for ondsinnede handlinger og ekstremvær påvirker forsynings- og samfunnssikkerheten.
- Økende behov for fleksibilitet som følge av mer variabel kraftproduksjon styrker behovet for å holde de totale systemkostnadene nede.
- Økt geopolitisk usikkerhet rundt mineralressurser og havbunnsmineraler som et nytt område for Energi2050 krever et oppdatert og dekkende kunnskapsgrunnlag på tematikken.
- Forskning utover teknologiske fagområder, som for eksempel samfunns- og miljøvitenskap, blir viktig for gjennomføringen av og tilslutningen til energiomstillingen.
- Økt politisering av globale markeder kan gi nye muligheter for norsk leverandørindustri.

Omverdensanalysen gir også innsikt om nye utfordringer og behov knyttet til innretning av FoUI-partnerskap og virkemidler. Med økt stormaktsrivalisering blir strategiske partnerskap viktigere, også innen forskningsmiljøene. EU er Norges viktigste forskningspartner som nå øker FoUI-innsatsen som et ledd i styrkingen av konkurransekraften og det er viktig å sikre fortsatt samarbeid. Samtidig stiller skjerpet global konkurranse og økt digitalisering med kunstig intelligens krav til raskere innovasjons- og kommersialiseringstakt.

Samlet sett bør strategiprosessen sørge for en dyp systemforståelse i en tid der både kompleksiteten og målkonfliktene i energisystemet vokser. Evnen til å håndtere denne kompleksiteten er avgjørende for om Norge kan opprettholde sin posisjon som energinasjon i omstillingen.

Innhold

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136



1 Om Energi2050 og omverdensanalysen 5

2 Historiske trender i energisystemet 10

Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.

3 En ny geopolitisk virkelighet 39

Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.

4 Utviklingstrekk i energisystemet fremover 70

Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.

5 En scenariobasert tilnærming til fremtiden 116

Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.

6 Anbefalinger for strategiprosessen 136

En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.

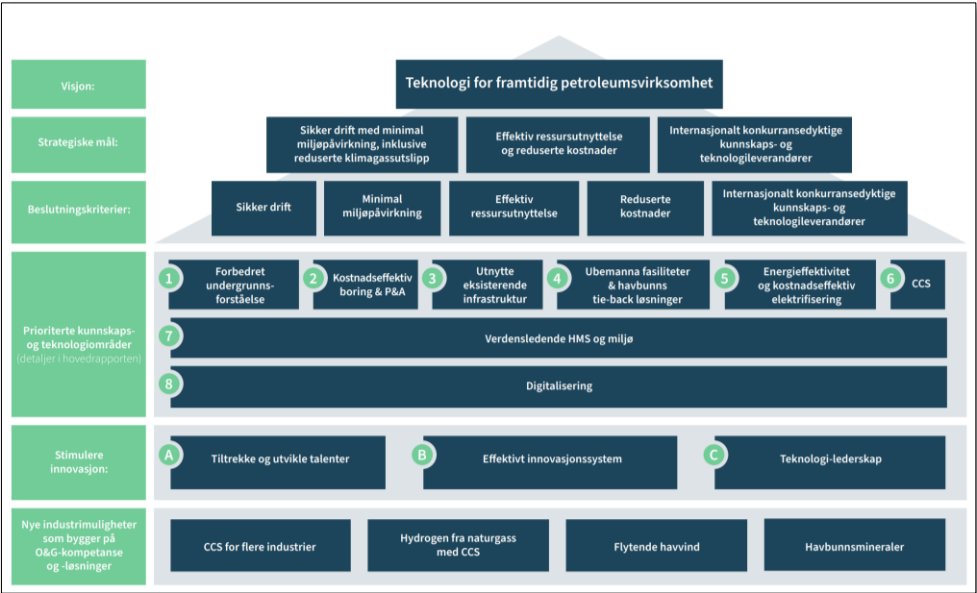


Energi2050 er et nasjonalt strategiorgan for forskning, utvikling, demonstrasjon og markedsintroduksjon innenfor hele energiområdet

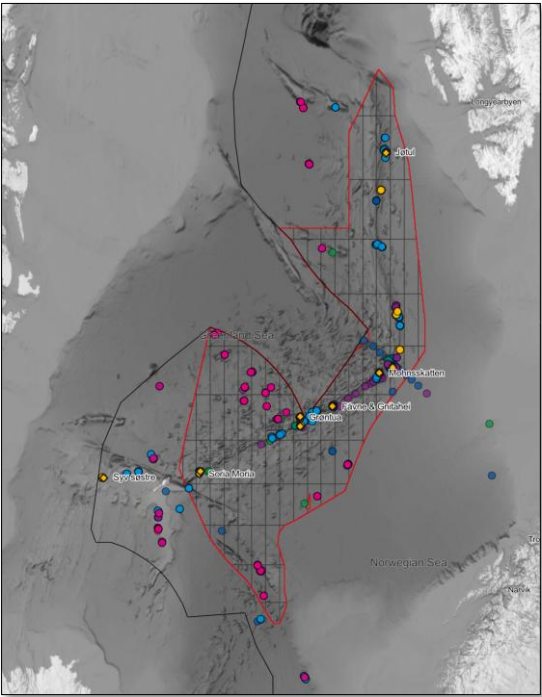
Energi2050 dekker områdene til tidligere OG21 og Energi21 ...

... samt havbunnsmineralvirksomhet

Oppsummering av gjeldende strategier for hhv. OG21 og Energi21

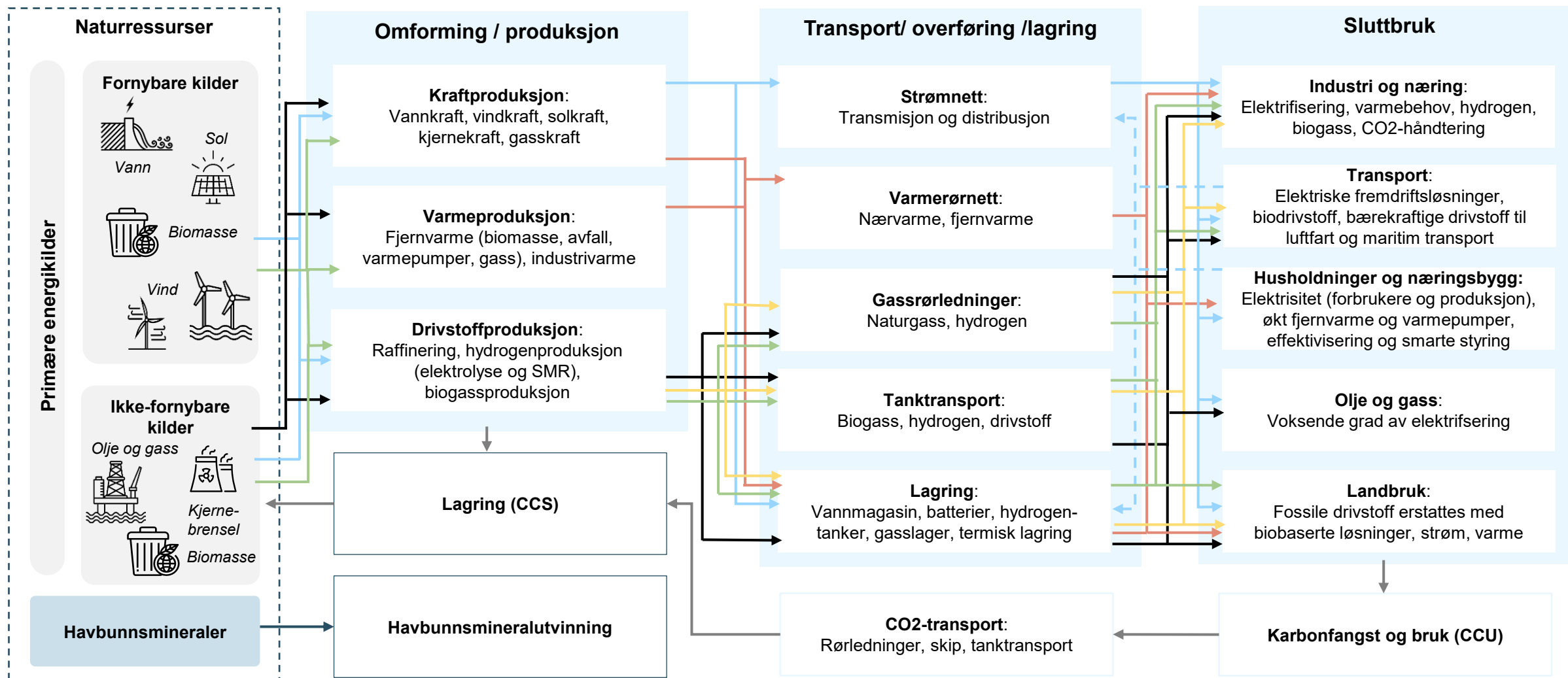


Dybghavsdata fra Sjøkeldirektoratet



Energi2050s mandat dekker FoU-I innenfor hele energiområdet og havbunnsmineralvirksomhet

- Kraft
- Hydrogen
- Varme
- Bioenergi
- Petroleum
- CO2
- Mineraler



Energi2050 skal bygge opp under Norges energipolitiske mål

Energisikkerhet



- Legge til rette for at norsk sokkel fortsatt skal være en **stabil** og **langsiktig** leverandør av olje og gass til Europa
- **Sikker** tilgang på fornybar kraft
- Fortsatt **nasjonal kontroll** over kraftressursene og vårt felles overføringsnett

FoU er en forutsetning for å oppnå framgang på disse områdene *samtidig*

Klima og miljø



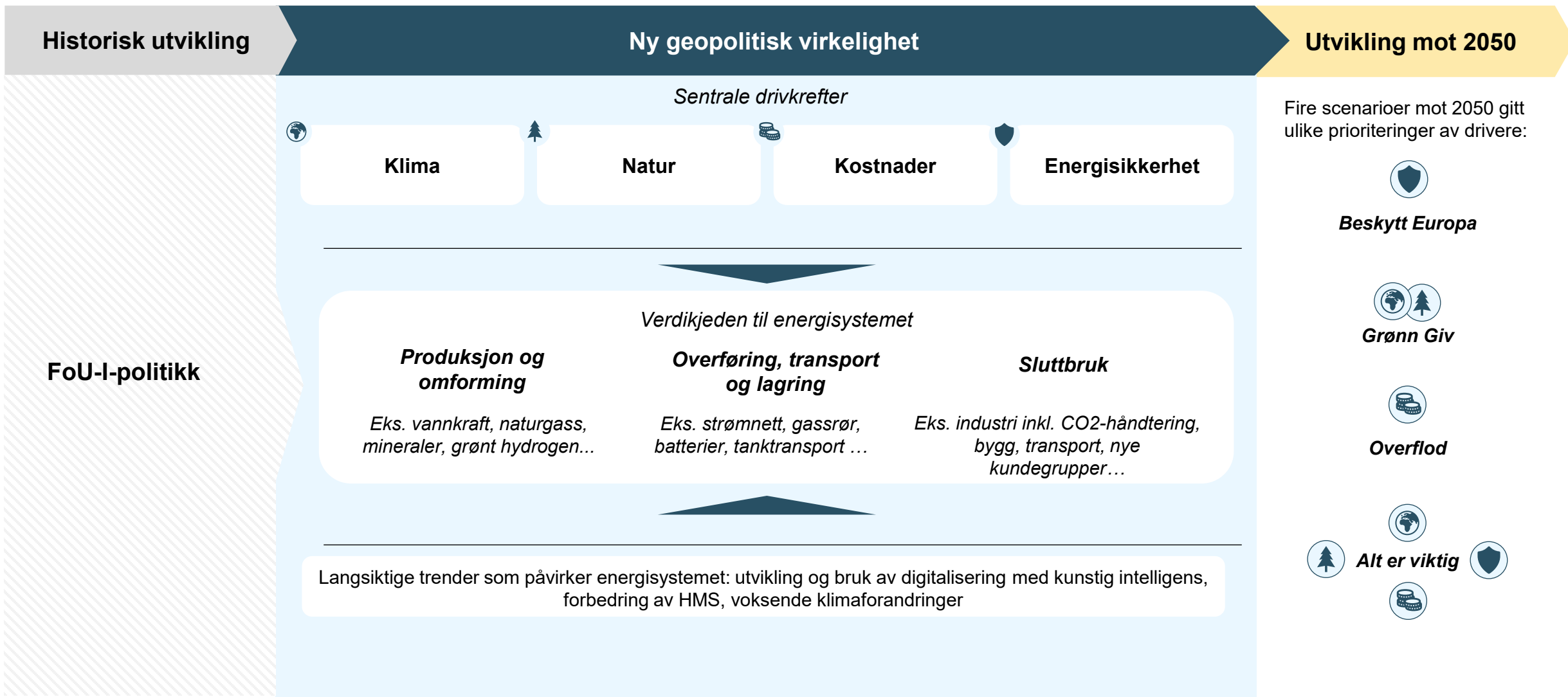
- Gjøre Norge til et **lavutslippssamfunn** i 2050 med 90-95% utslippskutt
- Videreutvikle en **framtidsrettet olje- og gassnæring** innenfor rammene av **klimamålene**
- Bygge ut kraftproduksjon og overføringskapasitet innenfor rammen av hva som er økologisk **bærekraftig** for norsk natur

Verdiskaping



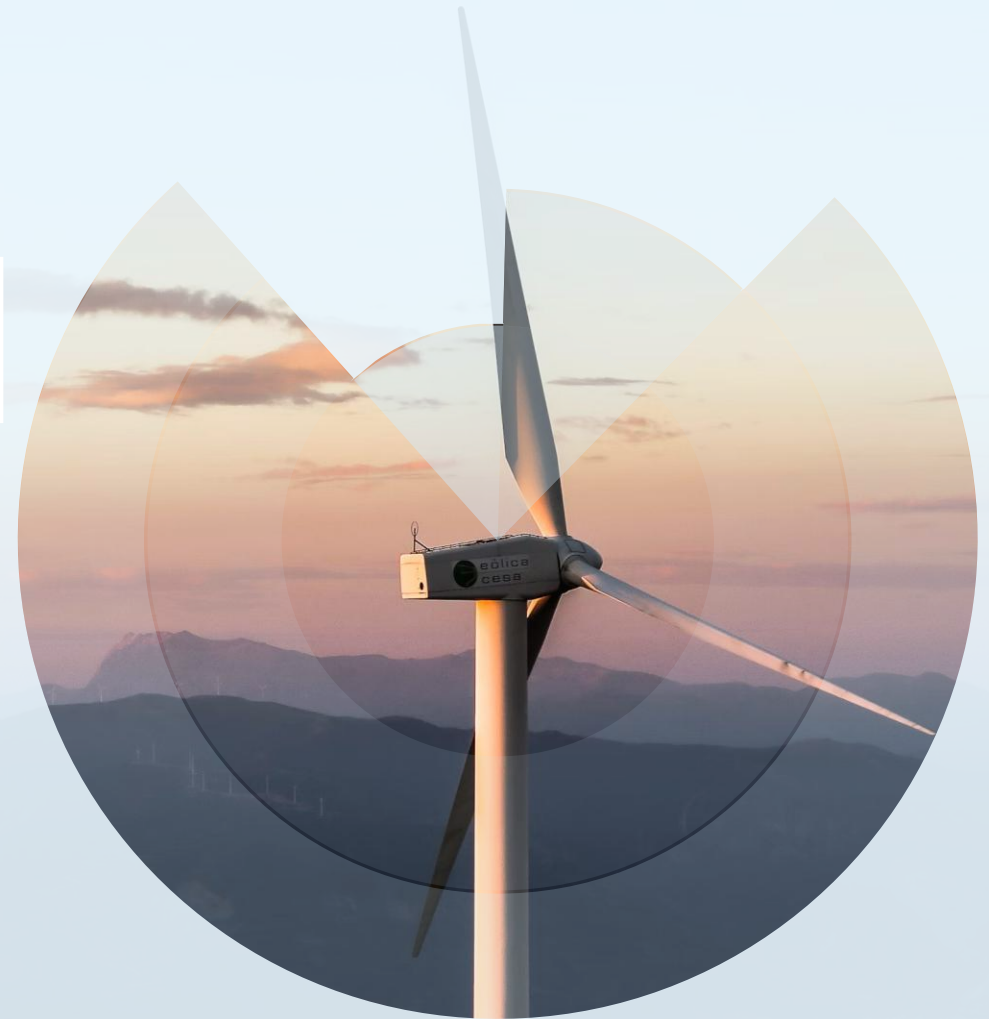
- Bidra til **arbeidsplasser** og **økt eksport** fra norsk industri.
- Utvikle **nye** lønnsomme næringer basert på energiressursene
- Petroleumsindustrien skal **utvikles, ikke avvikes**
- Legge til rette for **et stabilt aktivitetsnivå** på norsk sokkel av olje- og gassvirksomhet, med **økt innslag av næringer** knyttet til karbonfangst og -lagring, hydrogen, havvind, havbruk og mineraler

Omverdensanalysens tilnærming for å belyse drivere og utvikling av energisystemet



Contents

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136





Norsk og europeisk forskningsinnsats innen energi

- 1 Horizon Europe er EUs viktigste forsknings- og innovasjonsprogram. I nåværende program (2021-2027), er ren energi og omstilling høyt på agendaen
- 2 Norge har etablert seg som en sterk og konkurransedyktig aktør innen europeisk forskning og innovasjon på klima, energi og miljø
- 3 Det er flere eksempler på suksessfulle, norske virkemidler for forskning og innovasjon i dag, blant annet FOT-ordningen, Pilot-E, senterordningen og samarbeidet med EU
- 4 Norske forskningsmidler: Energi og lavutslipp har reelt hatt en flat bevilgningskurve siste fire årene, mens Petroleum har sett et fall i bevilgning i samme periode. Både Energi/lavutslipp og Petroleum er dominert av teknologiske fag
- 5 Dypdykk i noen teknologier viser at hydrogen og vindkraft har hatt større bevilgning i Norge siste årene, mens solkraft og bioenergi har hatt lavere
- 6 Oljenæringens investeringer i forskning og innovasjon følger et medsyklisk mønster. Når oljenæringen går bra øker investeringene.
- 7 Draghi-rapporten peker på FoUI som viktig for europeisk verdiskaping og konkurransekraft, både Norge og Europa har forholdsvis lave utgifter. EU vil nå doble FoUI-budsjettet for rammeprorgammet Horizon Europe i kommende periode.

Horizon Europe er EUs viktigste forsknings- og innovasjonsprogram. I nåværende program (2021-2027), er ren energi og omstilling høyt på agendaen



Budsjettforslag: €95,5 mrd.

(inkl. €5,4 mrd. fra NextGenerationEU for gjenoppbygging etter COVID-19)

Pilar I:
Excellent
Science

€25 mrd.

Pilar II:
Global Challenges
& Industrial
Competitiveness
€53 mrd.

Pilar III:
Innovative
Europe

€13,6 mrd.

Pilar IV:
European
Research Area

€3,4 mrd.



Formål:

- 1) Takle klimaendringer og drive grønn og digital omstilling
- 2) Støtte FNs bærekraftsmål
- 3) Øke Europas konkurransekraft og teknologiske lederskap
- 4) Skape arbeidsplasser med forskningsbasert verdiskaping

Energiforskning inngår i Pilar II med følgende energitemaer prioritert:

Ren energi og omstilling:

- Clean Energy Transition (fornybar, fleksibilitet, integrerte systemer)
- Clean Hydrogen (produksjon, infrastruktur, bruk)
- Batterier og lagringsteknologier
- Prosesser for karbonnøytral industri (f.eks. stål, kjemi)



Transport og energi knyttet sammen:

- Nullutslipps veitransport, luftfart, skipsfart og jernbane
- Smarte nettverk og tjenester, digitalisering av energisystemet



Tverrfaglige satsinger:

- Energi + byutvikling (100 klimanøytrale byer innen 2030)
- Energi + klima (energieffektivisering, utslippsreduksjon)
- Energi + miljø (havvind, blå økonomi, bærekraftig bioenergi)



Norsk energiforskning: Norge har etablert seg som en sterk og konkurransedyktig aktør innen europeisk forskning og innovasjon på klima, energi og miljø

1

Sterk posisjon i Horisont Europa

- Norske aktører har mottatt over 525 millioner euro (ca. 6,2 mrd. NOK) til prosjekter innen klima, energi og miljø fra 2021 til høsten 2024.
- Returandeler i klynge 5 (klima, energi og mobilitet) og klynge 6 (bioøkonomi, naturressurser og miljø) er henholdsvis 4,5 % og 4,1 %, noe som indikerer god konkurranseevne.
- I 2024 ble det signert 62 kontrakter innen fornybar energiproduksjon og kraftnett, noe som oversteg forventningene.

2

Faglig bredde og teknologisk relevans

- Norske forskningsmiljøer er aktive innen: Fornybar energiproduksjon, energilagring, hydrogenteknologi, CO₂-håndtering, energieffektivisering i bygg og industri, kraftnett og digitalisering, transport og logistikk, bioøkonomi og sirkulær økonomi
- Deltakelsen gir tilgang til krevende teknologiske og samfunnsmessige problemstillinger i samarbeid med ledende europeiske aktører.

3

Utviklingstrekk og fremtidig retning

- Norske miljøer har vist evne til å hevde seg i konkurranseutsatte utlysninger, og deltar i prosjekter med høy kompleksitet og innovasjonsgrad.
- Det er en tydelig utvikling mot økt spesialisering og strategisk posisjonering innen energiområdet, med vekt på teknologier som støtter det grønne skiftet.
- Erfaringene fra Horisont Europa danner grunnlag for videre deltakelse og innflytelse i kommende rammeprogram for 2028-2034

Det er flere eksempler på suksessfulle, norske virkemidler for forskning og innovasjon i dag, blant annet FOT-ordningen, Pilot-E, senterordningen og samarbeidet med EU

FOT-ordningen har sikret viktige FoUI-bidrag fra petroleumsnæringen



FOT-ordningen har over tid vært et sentralt virkemiddel for å mobilisere petroleumsselskaperes ressurser til forskning og utvikling i Norge. Gjennom skattefradrag for forskningsinvesteringer har ordningen stimulert til betydelige bidrag fra næringen, samtidig som den har understøttet utviklingen av nasjonale kompetansemiljøer. I 2024 var et foreløpig toppår for FoU-investeringer gjennom FOT-ordningen med et bidrag på 5 mrd. kr.

Pilot-E gjør at klima- og miljøvennlig energiteknologi kan utvikles raskere



Pilot-E kalles en «fast-track» fra idé til marked og koordinerer finansieringstilbudene fra Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova i ett integrert system. Ordningen har allerede ført til konkrete resultater, som verdens første hydrogendrevne arbeidsbåt for oppdrettsnæringen og utvikling av energitette batterier for maritim bruk, som nå selges internasjonalt. Gjennom redusert usikkerhet og bedre koordinering mellom virkemiddelaktørene når innovative løsninger raskere ut i markedet.

Senterordningene hever forskningskvaliteten med langsiktighet og samarbeid



Gjennom sikret finansiering over tid bygger senterordningene forskningsmiljøer med ambisiøse vitenskapelige mål og innovasjonsmuligheter. Et eksempel er NTNU Amos, et Senter for fremragende forskning som har utdannet 1000 mastergradsstudenter, 230 doktorgradskandidater, publisert 2000 vitenskapelige artikler og etablert åtte spinoff-selskaper. Innen miljøvennlig energi er det en egen senterordning, FME, der forskningsmiljøer, næringsliv og forvaltning samarbeider tett.

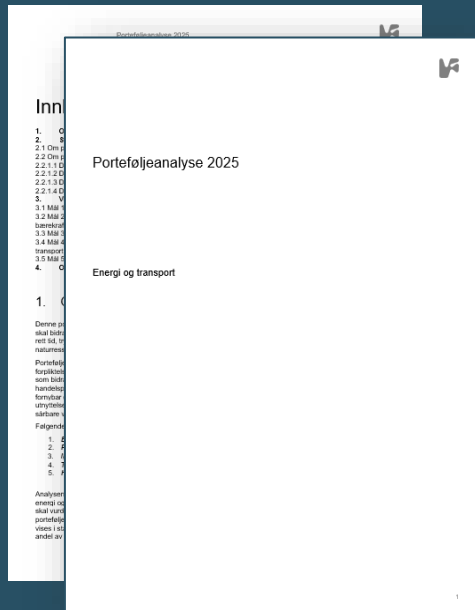
FoUI-samarbeid med EU har gitt gode resultater for Norge



Norge har en sterk posisjon i EUs forskning- og innovasjonsprogram Horisont Europa og gjør det særlig godt på energifeltet, med komplekse prosjekter og sterk konkurranse. Dette har resultert i et bidrag på over 6 mrd. kr. til norske aktører for FoUI i perioden 2021-2024. Resultatene gjør oss godt posisjonert også mot neste rammeprogram.

Forskningsrådets porteføljeanalyse for energi og transport 2025

- Rapporten gir innsikt i tematiske prioriteringer, faglig fordeling og utviklingstrekk over tid, og danner grunnlag for strategiske vurderinger i porteføljestyret.
- Porteføljen omfatter fem delporteføljer, hvor energi og lavutslipp samt petroleum er sentrale for Norges omstilling til et lavutslippssamfunn og vil være delporteføljene som blir presentert i dette kapittelet.



For å få et bilde på utvikling i norsk energiforskning brukes porteføljeanalyse for energi og transport

Porteføljeanalysen viser disponibelt budsjett for forskning innen energi og transport innenfor tre kategorier

Forskningsrådets porteføljeanalyse gir innsikt i investeringer og utviklingstrekk innen energi og petroleum – med mål om å styrke Norges klimamål, konkurransekraft og samfunnssikkerhet

Porteføljeanalysen viser budsjett for offentlig støtte innenfor tre felt:

1

Måltrettede investeringer

- Midler tildelt direkte av porteføljestyret for energi og transport.
- Reflekterer departementenes finansiering og føringer til temaområdet (tidligere omtalt som budsjettformål).
- Disse prosjektene er merket som del av den aktuelle delporteføljen.

2

Øvrige investeringer

- Prosjekter som er investert innenfor en annen delportefølje eller av et annet porteføljestyre, men som også er relevante for den aktuelle delporteføljen innen porteføljen for energi og transport.
- Viser bredden i forskningsinnsatsen utover porteføljestyrets egne måltrettede investeringer.

3

EU-finansiering

- Prosjekter finansiert av EU, hvor norske aktører deltar.
- Viser som merket andel av årlig kontraktbeløp for norske deltakere.
- Resultatene er periodisert og omregnet til norske kroner for sammenligning med Forskningsrådets tall.

Forskningsbevinging på energi deles inn i to delporteføljer som begge dekke bredt tematisk spekter: 1) Energi & lavutslipp og 2) Petroleum

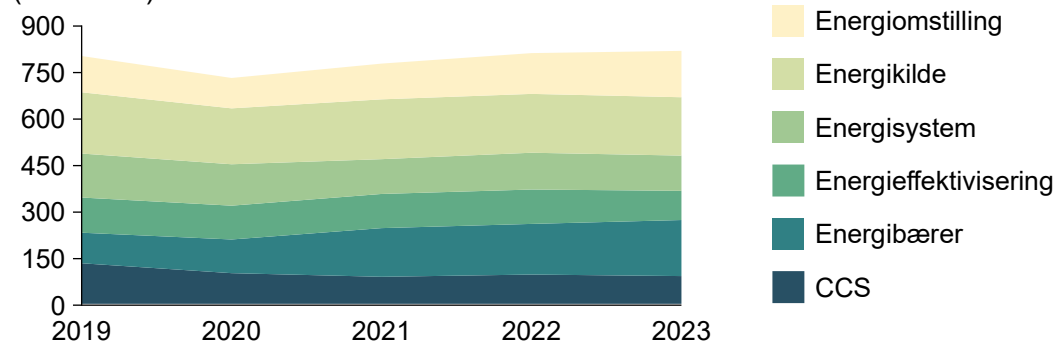
Delporteføljen energi og lavutslipp i korte trekk

Delporteføljen Energi og lavutslipp, basert på Energi21 inndeling, har bred tematisk dekning: fornybar energi, hydrogen og batterier, energisystemer, energieffektivisering, CO₂-håndtering og samfunnsvirkninger. Flere prosjekter er terminert av næringslivet grunnet manglende kommersielle muligheter, særlig innen hydrogen og havvind.

Utviklingstrekk

- Hydrogen og batteri har økt betydelig, i tråd med nasjonale satsinger.
- CO₂-håndtering har fått redusert støtte, men nye prosjekter innen DAC og lagring er startet.
- Fornybar energi har hatt en nedgang, særlig innen bioenergi og solenergi.
- Energieffektivisering i bygg og industri har lavere aktivitet, men fortsatt stort potensial.
- Samfunns- og miljøvirkninger har fått økt oppmerksomhet, med bred tematisk forskning.

Tematisk fordeling av målrettede investeringer innen delportefølje Energi og lavutslipp (Mill. NOK)



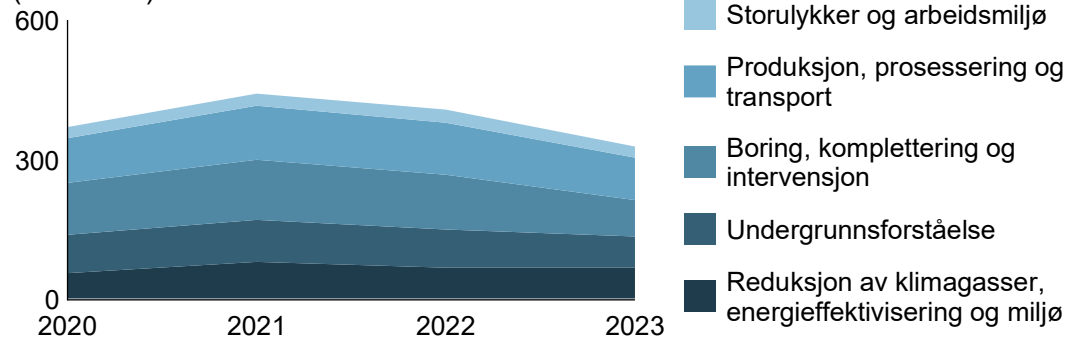
Delporteføljen petroleum i korte trekk

Delporteføljen har fem hovedtemaer fra OG21-strategien: klimagassreduksjon, undergrunnsforståelse, boring og P&A, produksjon og transport, samt storulykker og arbeidsmiljø. Forbruket har falt mellom 2022 og 2023 grunnet nedskjæringer i bevilgninger.

Utviklingstrekk

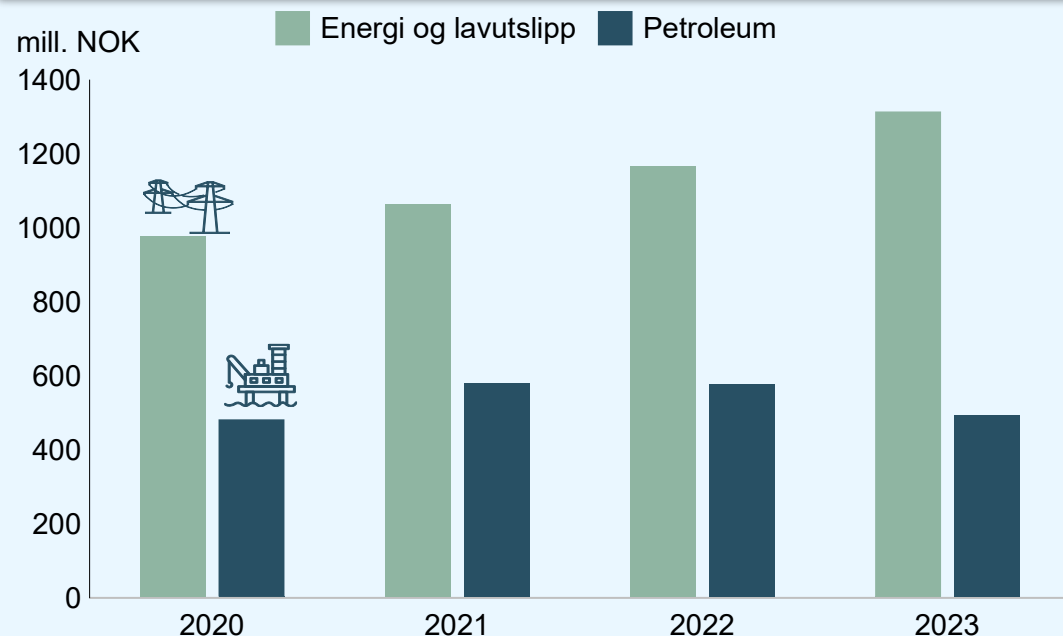
- Boring og produksjon har tradisjonelt vært størst, men har falt betydelig.
- Undergrunnsforståelse og klimagassreduksjon har fått økt relevans, særlig med kobling til CCS.
- Sikkerhet har de siste tre årene dreid mot digital og fysisk sikkerhet, ikke bare HMS.
- P&A-teknologi er et viktig satsingsområde med mål om kostnadseffektiv og miljøvennlig nedstenging av brønner.

Tematisk fordeling av målrettede investeringer innen delportefølje Petroleum (Mill. NOK)



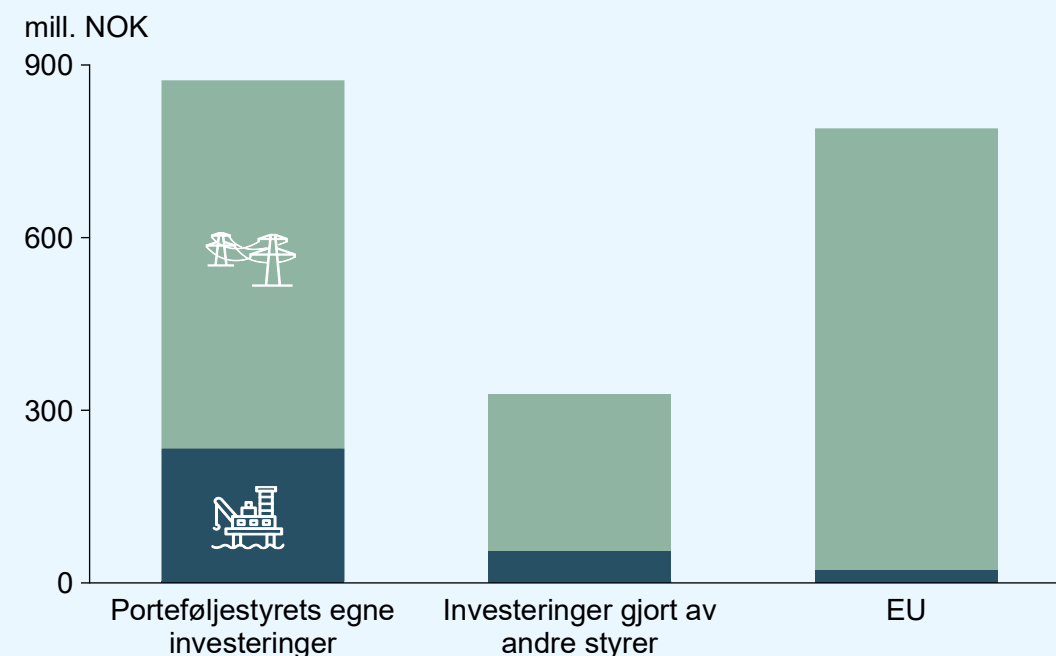
Energi og lavutslipp har reelt hatt en flat bevilgningskurve siste fire årene, mens Petroleum har sett et fall i bevilgning i samme periode.

Disponibelt budsjett i mill. kr fordelt på delporteføljer



- Energi og lavutslipp: Svak vekst i tildelte midler, men ved en KPI-justering har tildelingen reelt ikke økt.
- Petroleum: Forbruket har falt siden 2021 grunnet nedskjæringer i bevilgninger.

Disponibelt budsjett 2024 fordelt på bidragsyter, inkludert EU



- For delporteføljen Energi og lavutslipp bidrar EU-prosjekter og andre porteføljer med nesten 55 % av innsatsen.
- For petroleum er EU-porteføljen liten (under 23 mill. kroner i 2024).

Delporteføljene fordelt etter fagområde: Forskningsinnsatsen på både energi/lavutslipp og petroleum er dominert av teknologiske fag

■ Teknologi ■ Matematikk og naturvitenskap ■ Samfunnsvitenskap ■ Annet



Energi og lavutslipp (andel av total, %)



- Teknologiske fag dominerer, men det er økende andel prosjekter med flerfaglig tilnærming.
- Instituttsektoren har økt sin andel, særlig gjennom kompetanseprosjekter og sentre.
- Universitet og høyskole-sektoren har hatt nedgang, spesielt i forskerprosjekter.
- Prosjekter med to eller tre fagområder øker, tyder på mer tverrfaglig samarbeid.



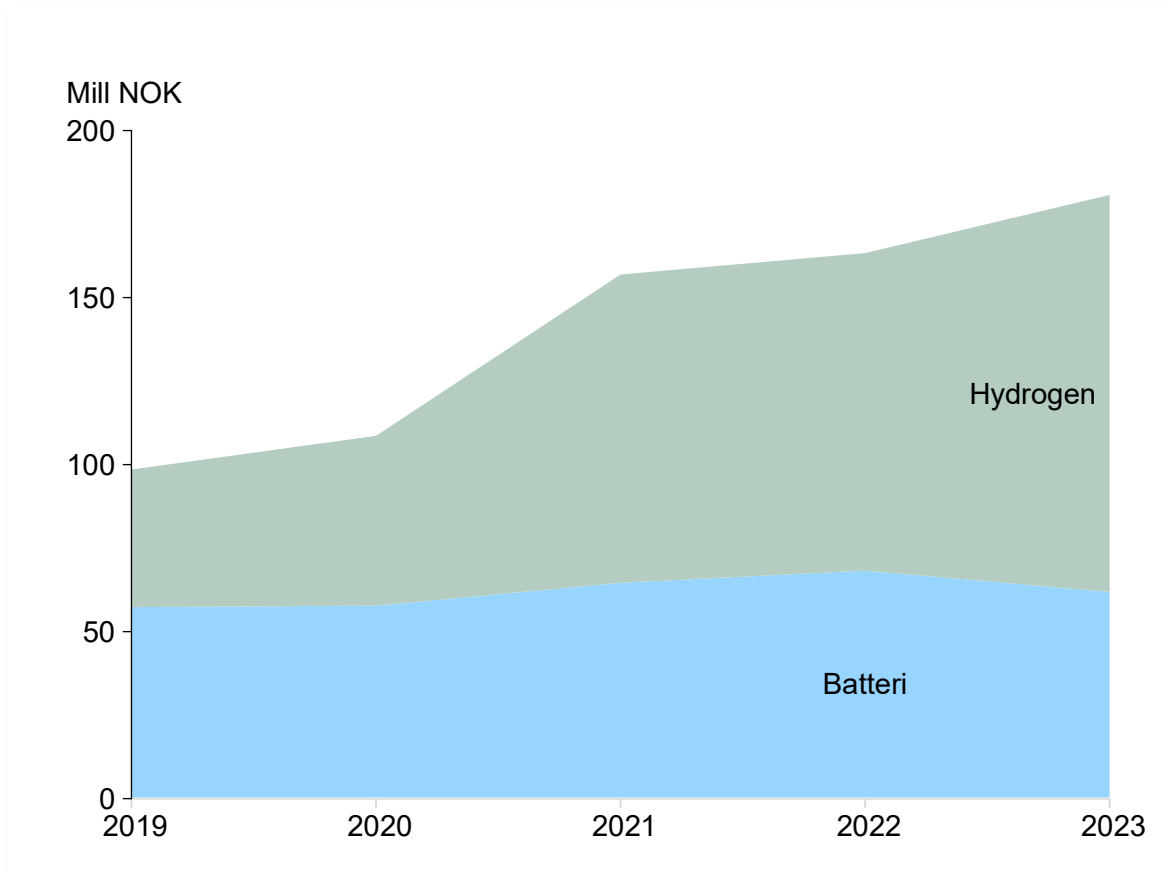
Petroleum (andel av total, %)



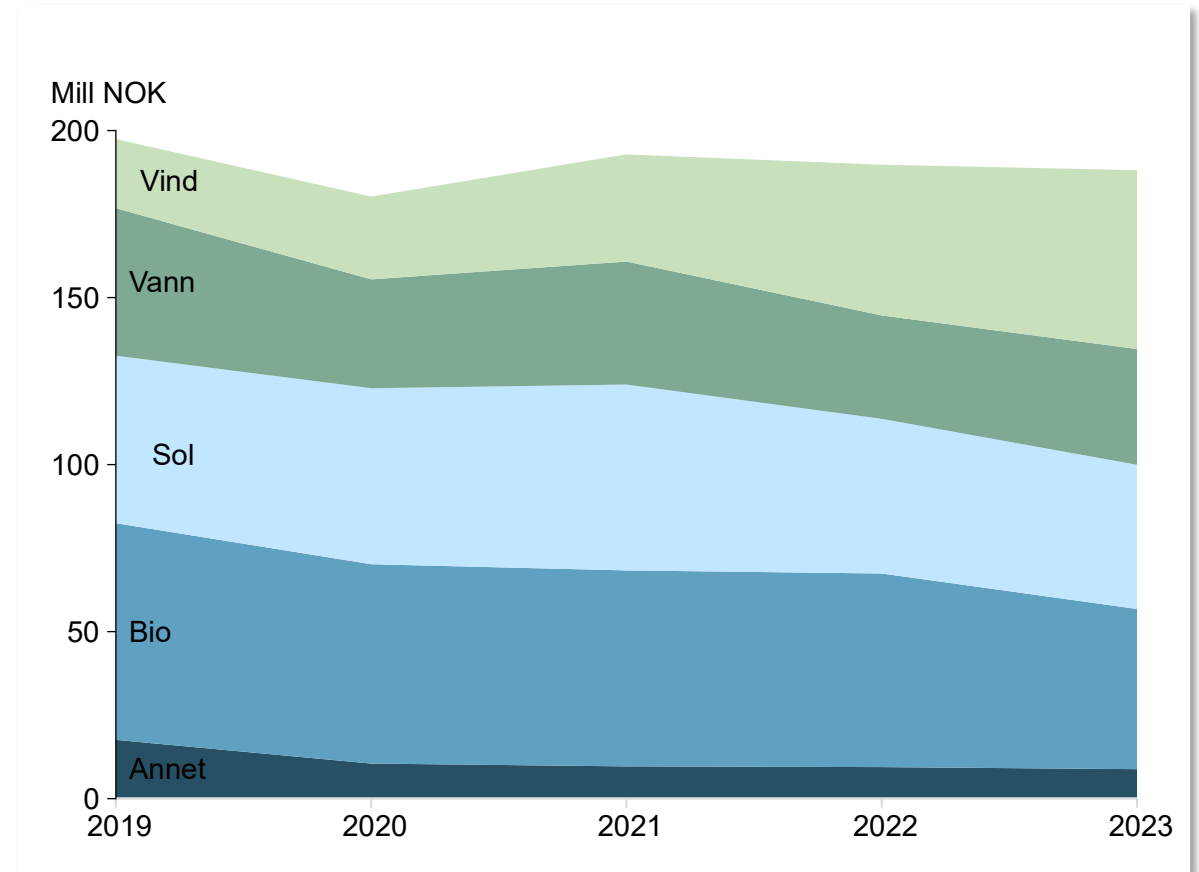
- Teknologiske fag dominerer
- Instituttsektoren har størst andel av målrettede investeringer.
- Næringslivet har hatt sterk representasjon, særlig i innovasjonsprosjekter.
- UoH-sektoren har hatt nedgang i øvrige investeringer.
- Faglig bredde er god, men det er behov for mer grunnforskning og rekruttering.

Dypdykk i noen kategorier viser at hydrogen og vindkraft har fått en større budsjett siste årene, mens solkraft og bioenergi har hatt lavere forskningsaktivitet de siste årene

Tematisk fordeling av disponibelt budsjett innen *energibærere*



Tematisk fordeling av disponibelt budsjett innen *energikilder*

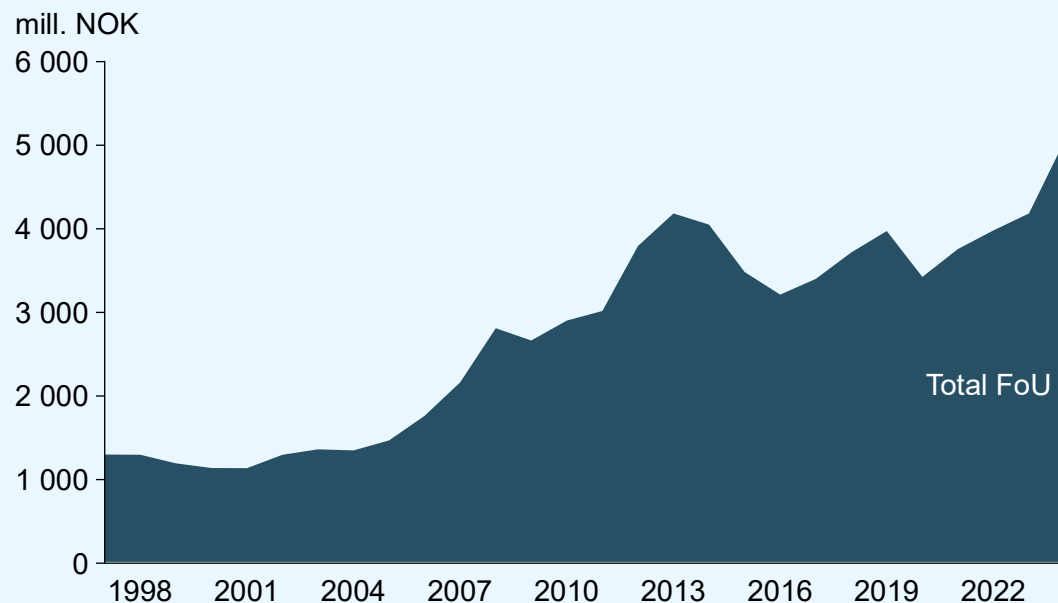


Kilde: Forskningsrådet Porteføljeanalyse for Energi og Transport (2025)

Oljenæringens investeringer i forskning og innovasjon følger et medsyklisk mønster. Når oljenæringen går bra øker investeringene, og motsatt.

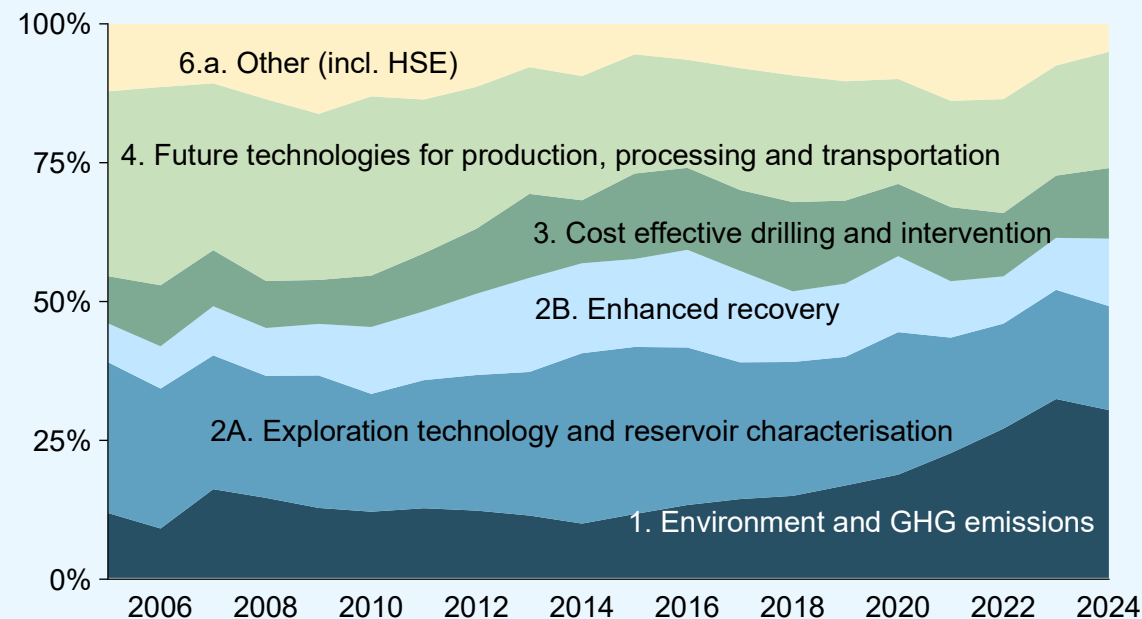
FOT-ordningen er et forsknings- og teknologifinansieringsregime for den norske sokkelen, som gir lisenshavere mulighet til å viderefakturere en fast prosentsats av operasjonelle og investeringskostnader for å finansiere forskning og utvikling (FoU) med nytteverdi for sokkelen

Totalt investeringer fra petroleumsnæringen til FoU, som medgår i FOT-ordningen: **Medsyklisk investeringsmønster**



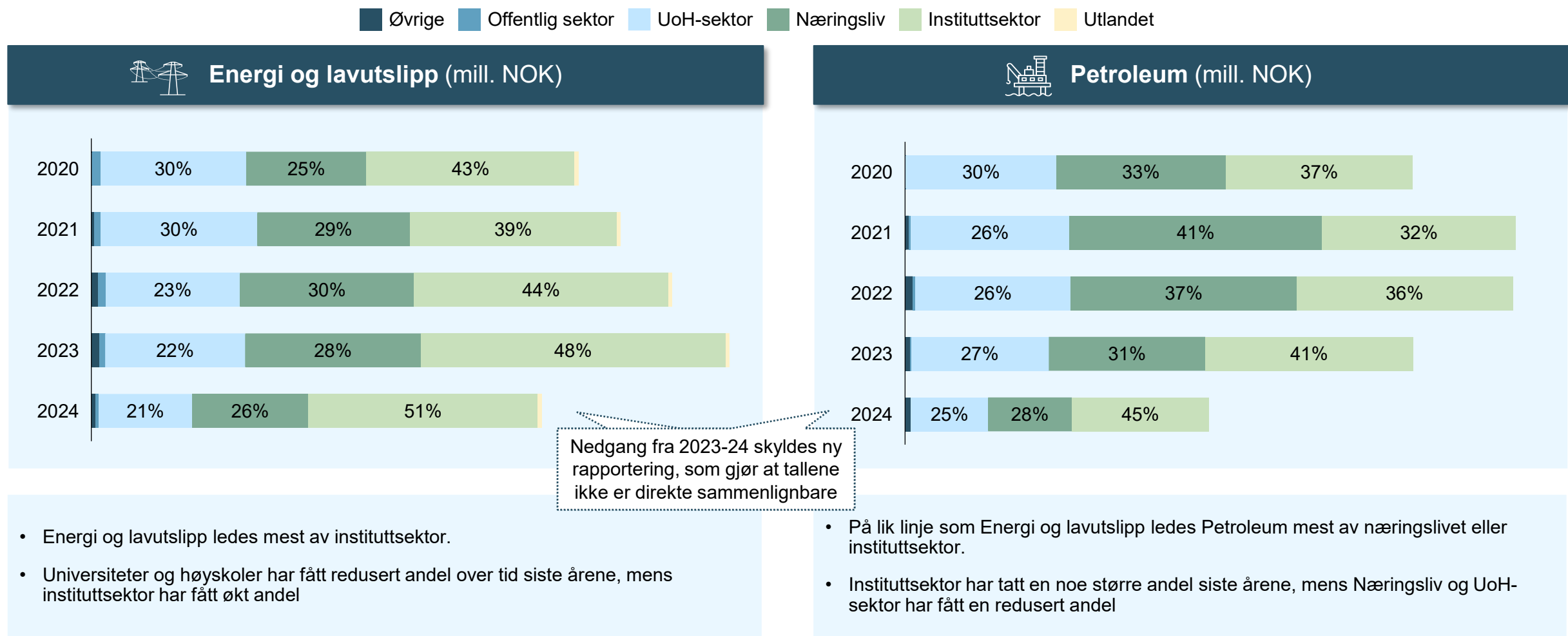
FoU-investeringene i petroleumsnæringen svinger med konjunktorene, og faller når inntjeningen er lav, ettersom FOT ordningen følger selskapenes inntjening. Innovasjonsprosjekter for næringslivet ved Forskningsrådet er muligheten for leverandørene til olje og gass å utvikle sine teknologier på, også i perioder med lavere aktivitet.

Investeringen fordelt på ulike kategorier viser avgrenset tematisk dekning i dagens forskningsordning



Dagens forskningsordning for petroleumssektoren er historisk utformet med fokus på petroleumrelaterte teknologier. Dette innebærer at nyere satsingsområder som karbonfangst og -lagring (CCS) og havvind – teknologier som i økende grad vurderes av petroleumssaktører – ikke omfattes. Begrensningen skyldes at ordningen ble etablert før disse teknologiene fikk strategisk betydning, og den tematiske fordelingen av forskningsmidler reflekterer fortsatt dette utgangspunktet.

Aktørbildet: Fordeles porteføljen på prosjektansvarliges sektortilhørighet ser man at instituttsektoren er størst både for petroleum og energi



Kilde: Forskningsrådet Porteføljeanalyse for Energi og Transport (2025)

Norge henger etter på FoU-innsatsen, særlig næringslivets aktivitet er forholdsvis lav

Norge har et FoU-mål på 3 % av BNP

I *Langtidsplanen for forskning og høyere utdanning* gjentar regjeringen målet om:

- › **3 %** av BNP til FoU innen 2030
- › **2 %** fra næringslivet
- › **1 %** fra det offentlige



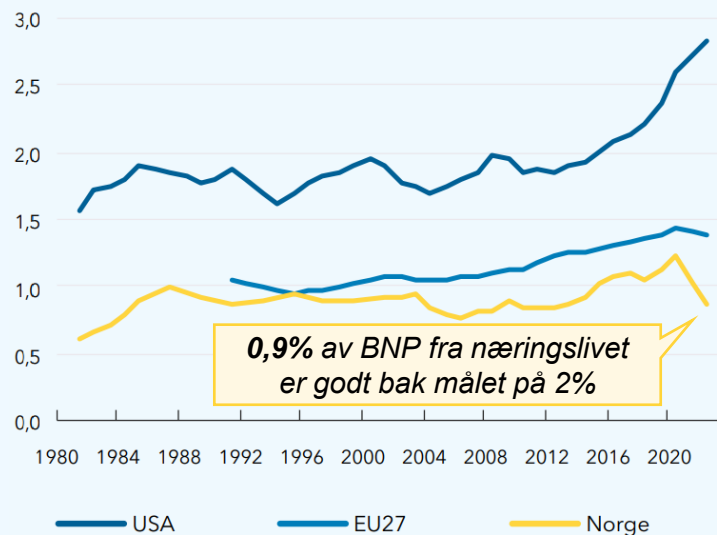
I 2024 la regjeringen frem en strategi med flere tiltak for å øke FoU-innsatsen i næringslivet



Norsk næringsliv ligger bak EU og USA

Næringslivets utgifter til FoU

Prosent av BNP

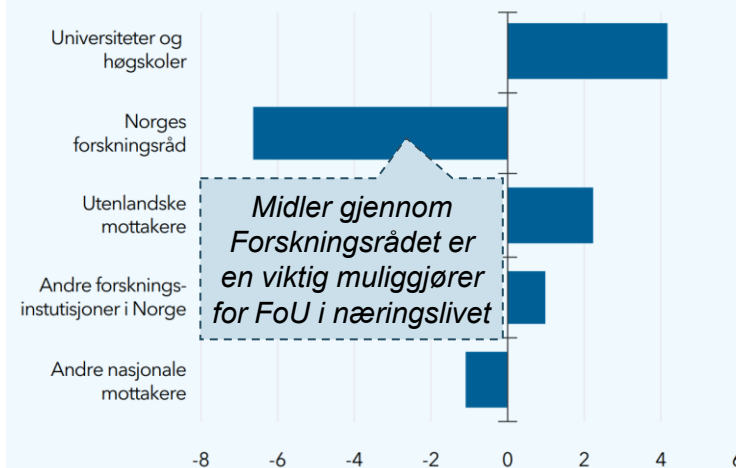


Kilde: LSEG Datastream / NHO

Reduserte bevilgninger til viktige virkemidler for FoU i næringslivet

Endring andel statlige bevilgninger FoU

2004-2023, prosentpoeng

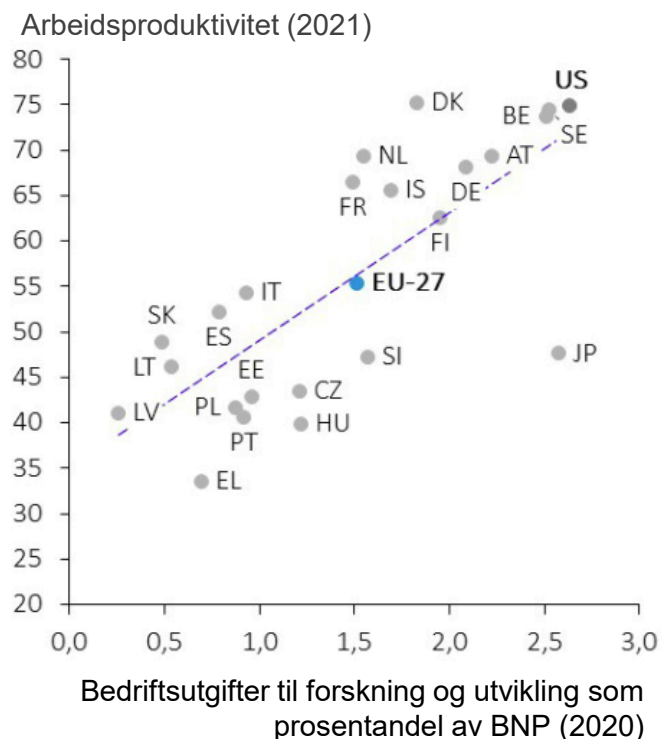


Kilde: SSB / NHO

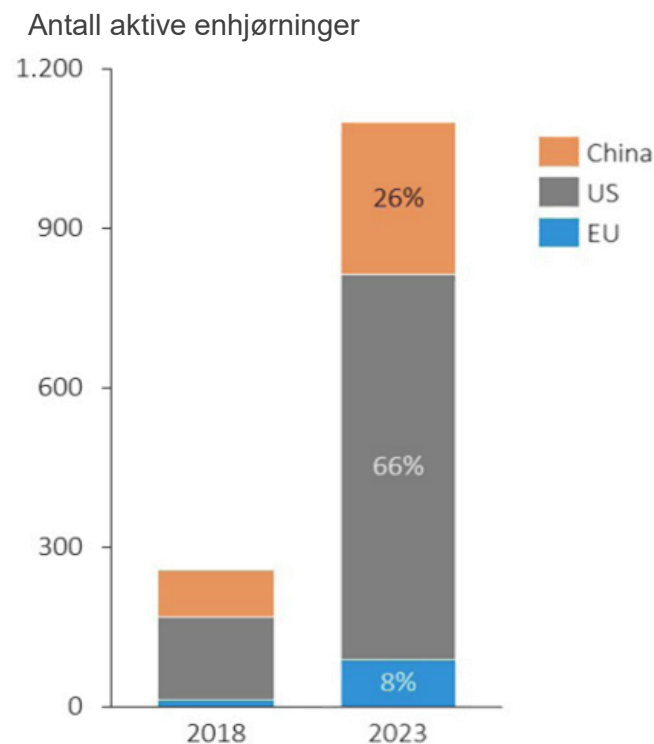
Styrket innsats og oppfølging av initiativ blir viktig for å øke FoU-andelen fra 1,8 % i 2024 til målet om 3 % i 2030

Draghi-rapporten peker på FoUI som viktig for europeisk verdiskaping og konkurransekraft, men flere barrierer må adresseres for å styrke innovasjonstakten

Forskning og innovasjon er sentralt for produktivitsvekst som blir viktigere med en aldrende befolkning og raskere innovasjonstakt



Europeiske oppstartsbedrifter sliter med skalering, særling innen teknologiområdet og flere bedrifter utvandrer til USA



Flere årsaker til EUs voksende innovasjonsgap

- Lavere andel investeringer i FoUI sammenlignet med USA og Kina, særlig investeringer i næringslivet
- Manglende harmonisering av forskningsinnsats på tvers av medlemsland og opp mot EUs hovedprioriteringer
- Innovasjonsøkosystemet er fragmentert, og aktørene utnytter ikke de fulle mulighetene på tvers av regioner og land
- Akademia i EU er liten grad representert blant verdenstoppen, man greier ikke overføre resultater til næringslivet eller tiltrekke seg topp-talent
- Manglende tilgang på risikovillig kapital, særlig stort gap opp til USA
- Omfattende reguleringer i EU kan som bivirkning begrense innovasjon

Horizon Europe 2028 - 2034: EUs nye forsknings- og innovasjonsprogram foreslår opp mot dobling i budsjett mot neste periode



Budsjettforslag: €175 milliarder

fordelt på fire pilarer

Pilar I: Excellent Science

€44,1 mrd.

Pilar II: Global Challenges & Industrial Competitiveness

€75,9 mrd.

Pilar III: Innovative Europe

€38,8 mrd.

Pilar IV: European Research Area

€16,3 mrd.



Formål:

- 1) Øke Europas produktivitet og konkurranseevne,
- 2) Forbedre livskvaliteten for innbyggere i Europa,
- 3) Styrke strategisk autonomi og teknologisk lederskap

Tematiske prioriteringer

- Ren omstilling og industriell avkarbonisering
- Helse, bioteknologi, landbruk og bioøkonomi
- Digital lederskap
- Resiliens, sikkerhet, forsvarsindustri og romfart
- Globale samfunnsutfordringer og EU-misjoner
- Nytt European Bauhaus-initiativ



Forenklinger og forbedringer

- Raskere og enklere tilgang til midler
- Kortere arbeidsprogrammer og åpne utlysninger
- Enhetlige finansieringssatser og mulighet for engangsbeløp
- Styrket støtte til forskningsinfrastruktur og spredning av forskningskvalitet



Strategiske satsinger ("moonshots")

- Kvantecomputing, neste generasjons AI, fusjonsenergi, ren luftfart, regenerativ medisin, romøkonomi, automatisert mobilitet, datasuverenitet, null vannforurensning, havobservasjon





Utvikling i energisystemet

fra 2000 til i dag

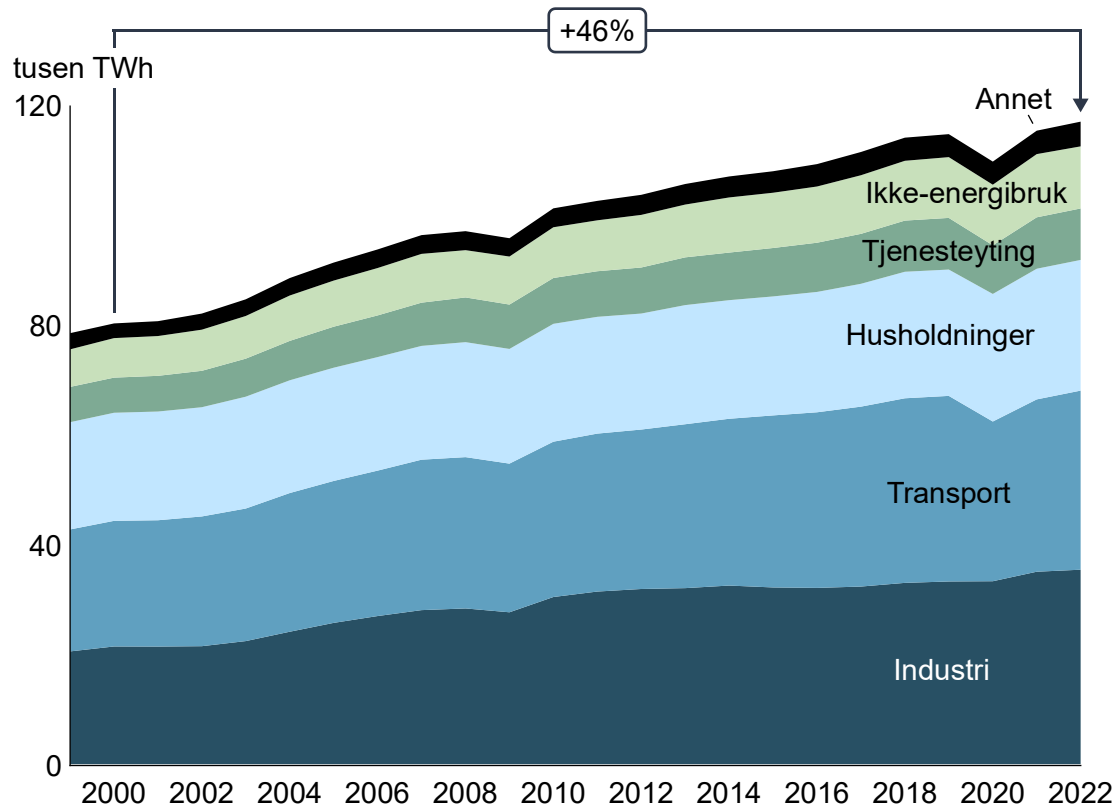
Bilde: NTB

- 1 Globalt har energiforbruket økt med nærmere 50 prosent de siste 20 årene, hvorav strøm har blitt en viktigere energibærer
- 2 Forbruksveksten de siste 20 årene kommer hovedsakelig fra Asia
- 3 Økonomisk vekst driver energibruken, men BNP har økt mer enn energibruken
- 4 Etterspørselsveksten globalt har hovedsakelig blitt dekket av fossil energi, som har resultert i økte klimagassutslipp de siste 20 årene
- 5 Klimapolitikken i Europa har gitt økt FoU-innsats innen energiomstilling og bidratt til utbygging av fornybart
- 6 Fokus på klimaomstilling kommer tydelig frem i EU med raskere energiomstilling og 9 % nedgang i energibruk siden 2000
- 7 EU har de siste tiårene styrket og ledet an i internasjonalt energi- og klimasamarbeid
- 8 Norsk og europeisk klima- og energisamarbeid er blitt tettere, men energisystemene skiller seg fortsatt på flere områder
- 9 I Norge har total energiforbruk økt noe, mens energimiksen har holdt seg stabil
- 10 Norge har også opprettholdt en stabil petroleumsproduksjon og -eksport, og verdiskapingen har vært historisk høy siden 2021

Globalt har energiforbruket økt med nærmere 50 prosent de siste 20 årene, hvorav strøm har blitt en viktigere energibærer

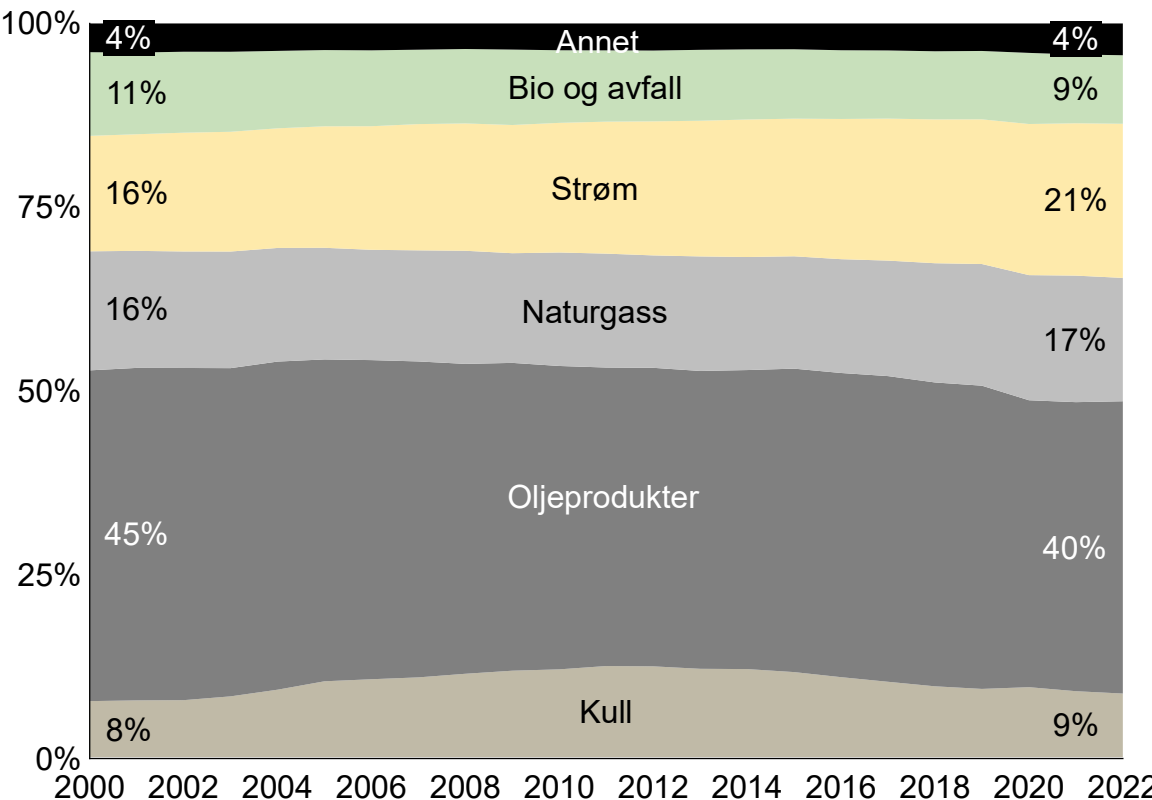
Industri og transport står for 65 % av økningen i energibruk

Globalt sluttforbruk av energi fordelt på sektor (tusen TWh)



Strøm har blitt en viktigere energibærer med nær doubling i etterspørsel og utgjør i dag 20 % av energiforbruket

Historisk utvikling av energiforbruk per energibærer (% av total)



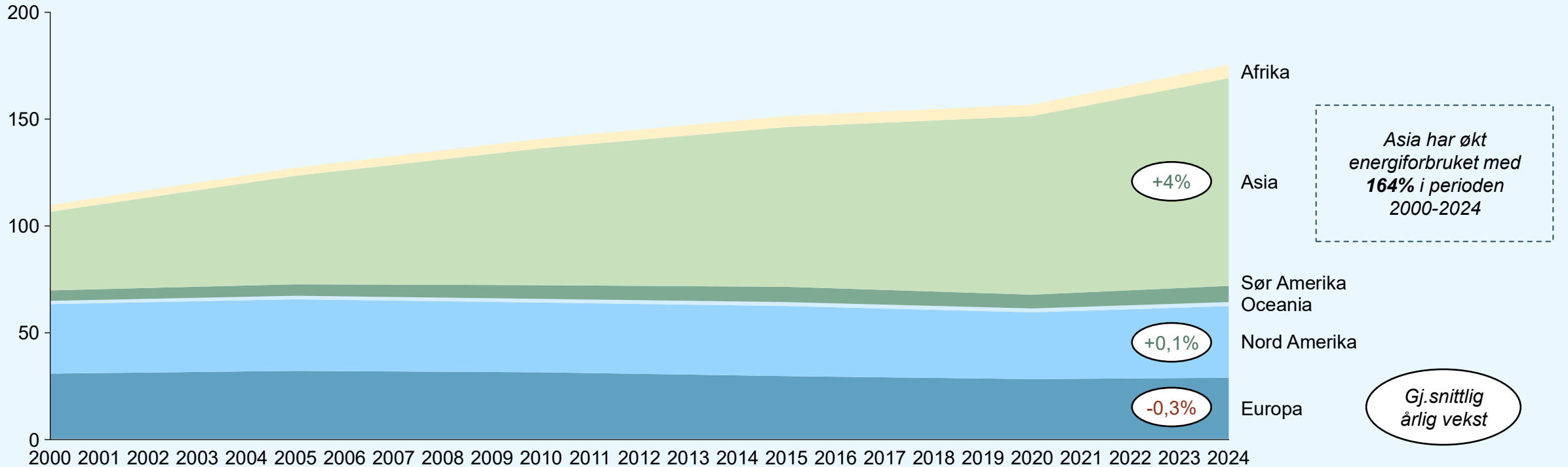
Kilde: IEA (2025)

Forbruksveksten de siste 20 årene kommer hovedsakelig fra Asia

Total energiforbruk historisk, fordelt på regioner (tusen TWh)

Historisk utvikling i årlig energiforbruk fordelt på verdensdeler

tusen TWh



Økonomisk vekst driver energibruken

Sentrale drivere for økonomisk vekst i perioden 2000-2023



Befolkningen har økt med 2 mrd mennesker, hvorav 87 % i Afrika og Asia.



Urbaniseringen har bidratt til økt produktivitet og etterspørsel etter varer og tjenester.



Geopolitisk stabilitet og handel har lagt til rette for global vekst, der verdenshandelens andel av BNP har økt fra 50 % til 59 %.



Teknologisk utvikling har drevet en sterk produktivitetsvekst, med 68 % økning i global BNP per innbygger.



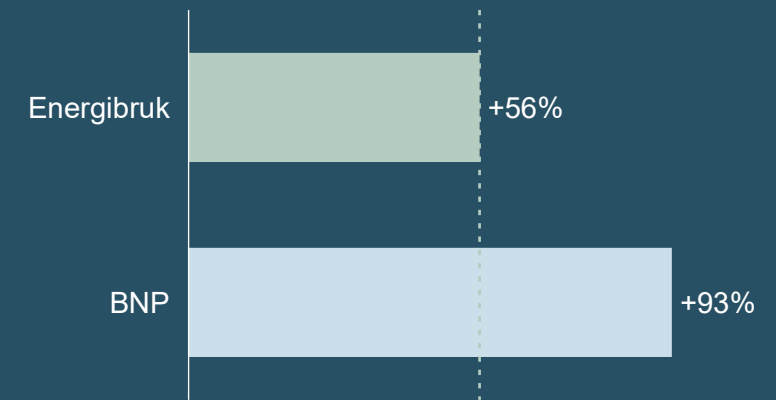
Endringene har drevet **økonomisk vekst**, der halve BNP-veksten er i Kina og USA.



Økonomisk vekst driver **energiebruk**, men i ulik takt – 93% av global vekst i primær energibruk kom fra Asia i perioden 2000–2023.

...men BNP har økt mer enn energibruken

Økning i energibruk og drivere (2000–23)

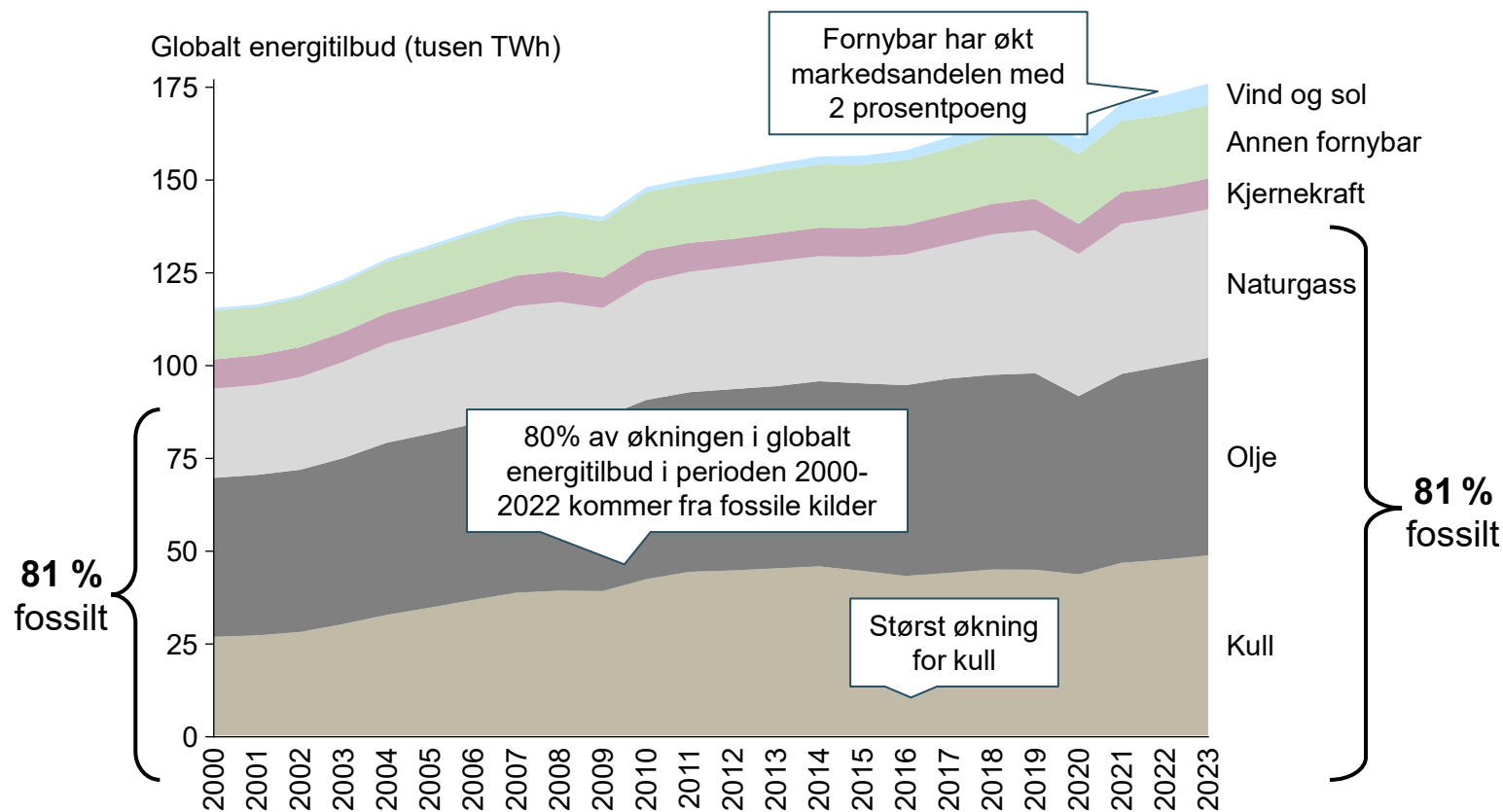


Økonomisk vekst har drevet den globale økningen i etterspørsel etter energitjenester, men BNP har steget raskere enn energibruken relativt til perioden før 2000.

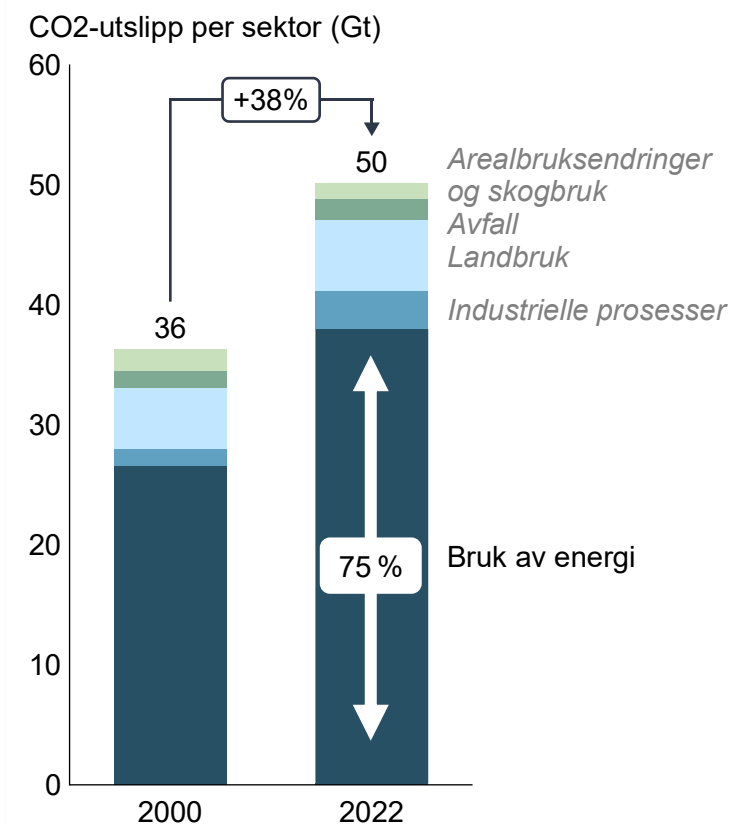
Frakoblingen av vekst og energibruk er tydeligst i utviklede økonomier. Overgang til mer effektive teknologier, som ved elektrifisering, reduserer behovet for primærenergi. Samtidig har et strukturelt skifte mot tjenestenæringer og kortere reiseavstander med urbanisering dempet energietterspørselen.

Etterspørselsveksten globalt har hovedsakelig blitt dekket av fossil energi, som har resultert i økte klimagassutslipp de siste 20 årene

Fossile energibærere har beholdt en andel på ~80 % av primærenergiløst

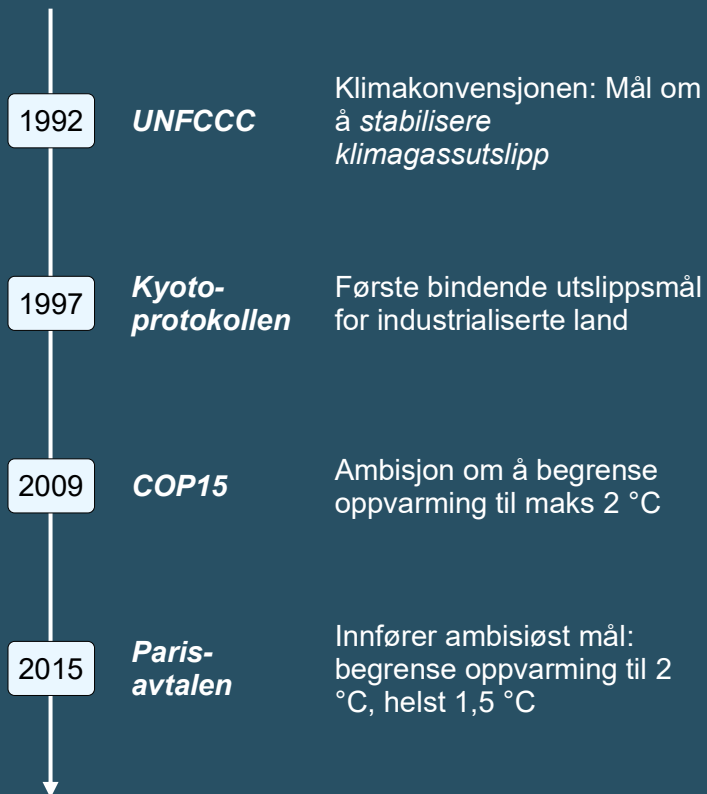


Energisektoren sto i 2022 for 75 % av globale klimagassutslipp



Til tross for økte utslipp har klima stått høyt på agendaen

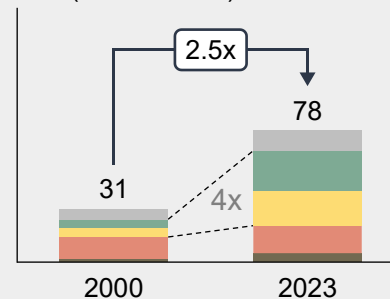
...med flere internasjonale klimaavtaler



Klimapolitikken har gitt økt FoUI-innsats innen energiomstilling og bidratt til utbygging av fornybart

Internasjonal satsing på FoUI på fornybart og energieffektivisering...

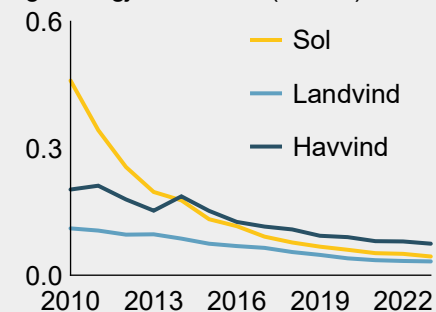
Offentlige FoUI-midler rapportert til IEA (reelle mrd. \$)



- Annet
- Fornbybar og strømnnett
- Energieffektivisering
- Kjernekraft
- Fossile drivstoff

... har bidratt til fallende energikostnader...

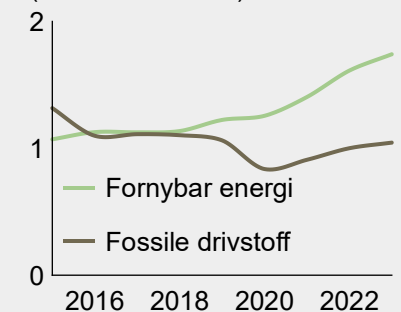
Levetidskostnader per kWh, globalt gjennomsnitt (\$/kWh)



- Teknologiutvikling og en oppskalering av produksjonskapasitet, særlig i Kina, har ført til fallende kostnader for fornybare teknologier.
- Utviklingen har gjort fornybar kraftproduksjon konkurransedyktig uten subsidier i store deler av verden.

... og driver investeringer i fornybar energi

Globale investeringer (tusen mrd. dollar)

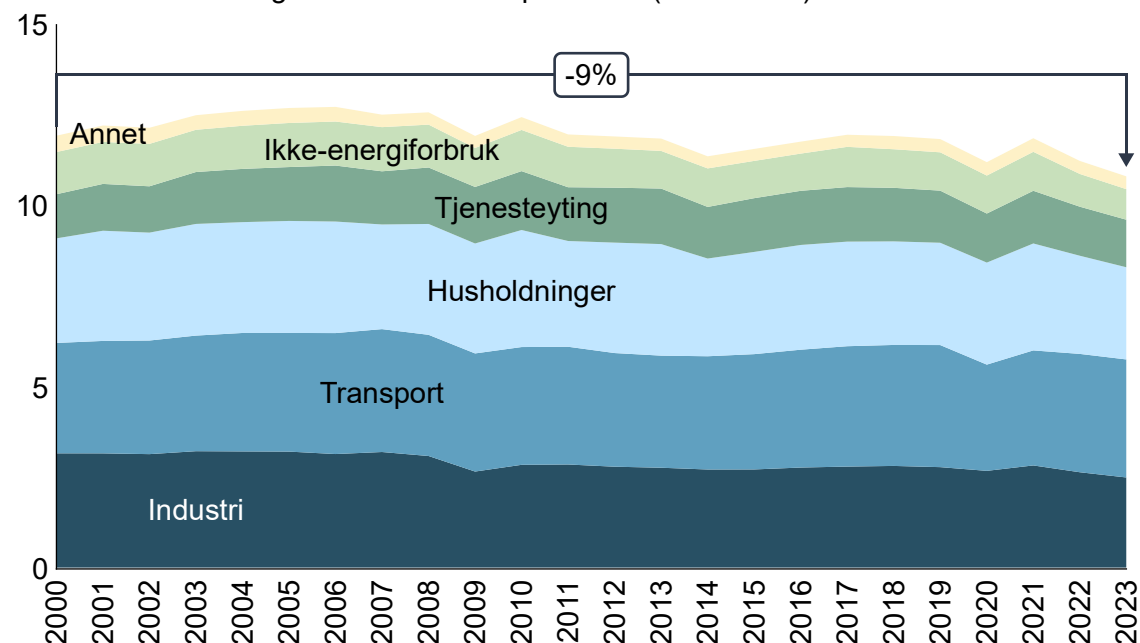


- Virkemidlene for å nå klimamålene øker attraktiviteten til fornybare energiprojekter relativt til fossile.
- I det siste tiåret har investeringene i fornybar overgått investeringene i fossil energi.

Fokus på klimaomstilling kommer tydelig frem i EU med raskere energiomstilling og 9 % nedgang i energibruk siden 2000

Industri og husholdninger står for 70 % av nedgangen i energiforbruk

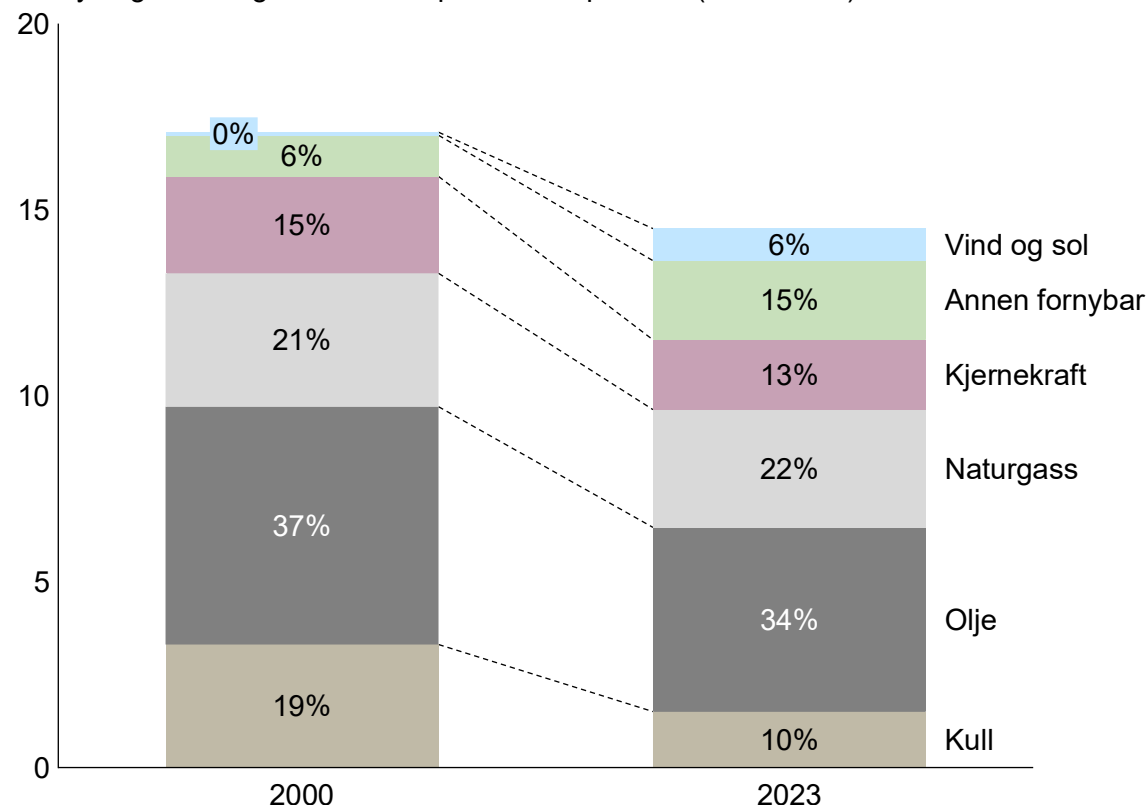
Sluttforbruk av energivarer i EU fordelt på sektor (tusen TWh)



Mulige årsaker til nedgangen er effektivisering, effektivisering ved konvertering til kraft, kombinert med begrenset industrivekst

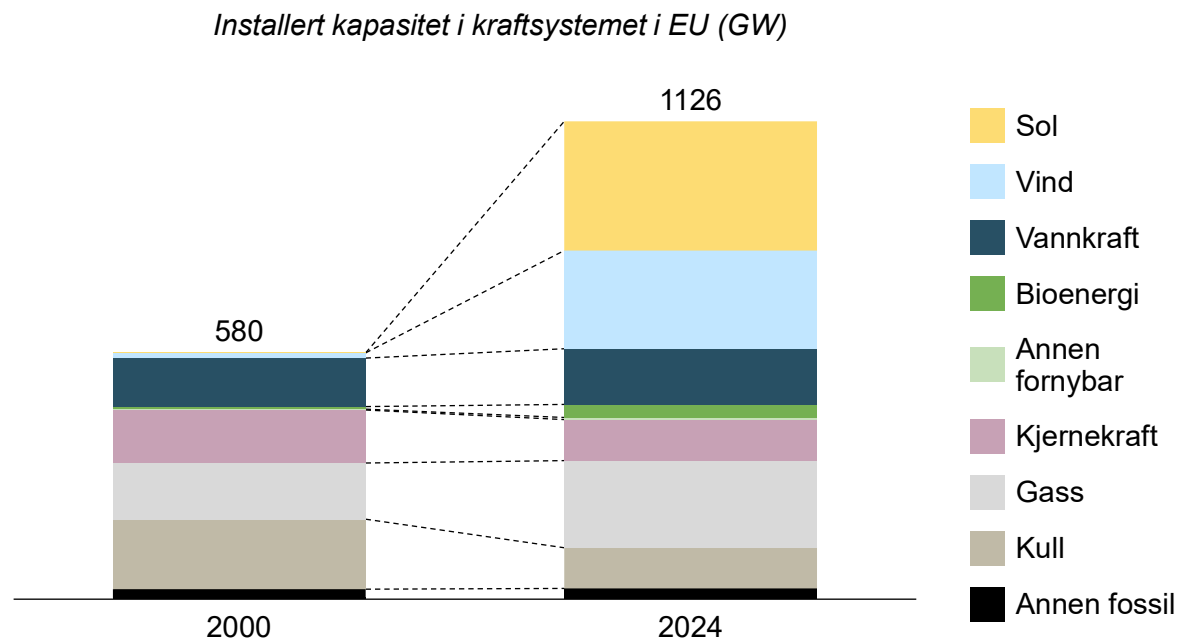
Fossil energiforsyning redusert, særlig kull som er halvert - kun fornybar vokser i perioden 2000-2023

Forsyning av energi i EU inkl. import fordelt på kilde (tusen TWh)



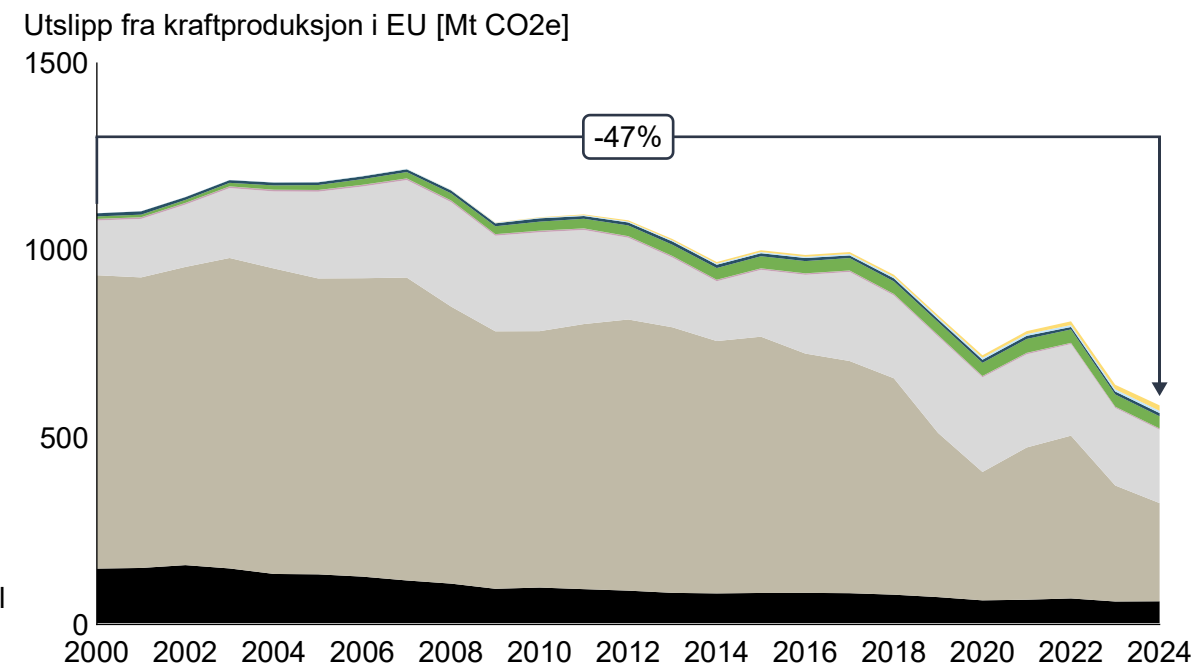
EUs kraftsektor har bygd ut sol- og vindkraft og har halvert utslippene

Sol- og vindkraft utgjør i 2024 nesten halvparten av installert kapasitet i EU



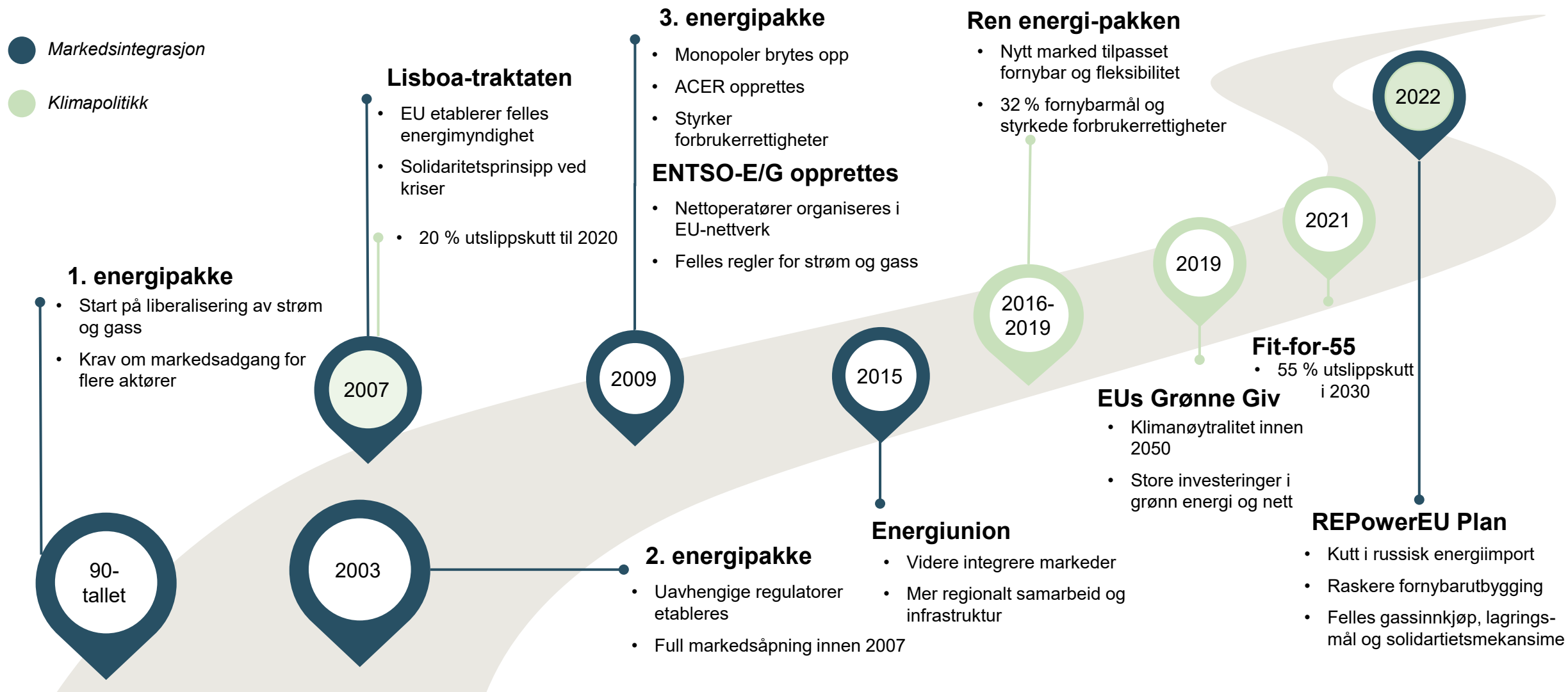
Ettersom sol og vind produserer avhengig av vær, kreves det større installert kapasitet sammenliknet med tradisjonell produksjon for å dekke behovet. Økningen i kapasitet er dermed ikke først og fremst drevet av økt etterspørsel etter strøm.

Utslippene fra kraftproduksjon har falt med nesten 50 % siden 2000



Brenselbytte fra kull til gass har de siste to tiårene redusert utslipp fra kraftsektoren, men det gjenstår betydelige utslipp fra både kull- og gasskraftverk som krever erstatning med lavutslippsenergibærer og CO₂-håndtering.

EU har de siste tiårene styrket og ledet an i internasjonalt energi- og klimasamarbeid



Norsk og europeisk klima- og energisamarbeid er blitt tettere...



Klimasamarbeid

Norge har siden 2008 tatt del i EUs viktigste klimapolitiske instrument EU ETS og siden 2015 knyttet nasjonale klimamål opp mot EUs mål og samarbeidet om måloppnåelse.



Energihandel

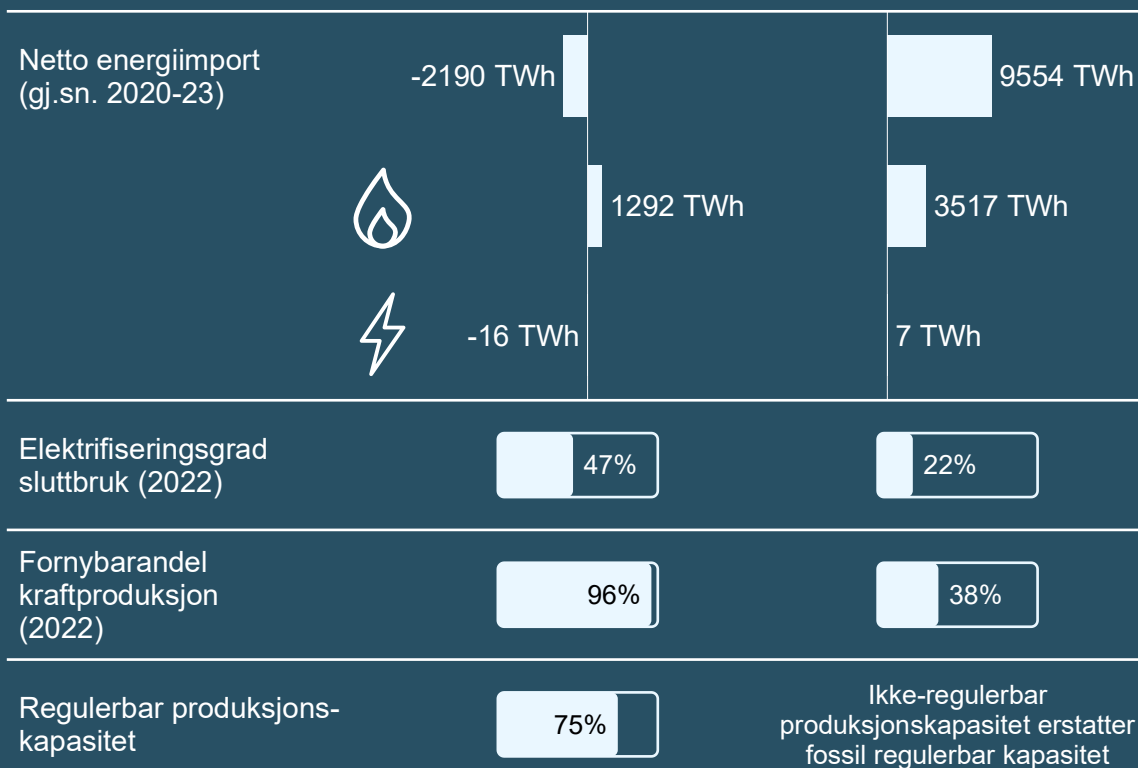
Europa er Norges viktigste marked for olje og gass og Norge har etter Russlands invasjon av Ukraina blitt EUs største gassleverandør og nest største oljeleverandør. Flere større utenlandsforbindelser for strøm utover 2000-tallet til Danmark, Nederland, Tyskland og UK, Norge er i gjennomsnitt nettoeksportør av 10 TWh.



Forskningssamarbeid på energi og klima

Norske aktører har siden EØS-avtalen trådte i kraft deltatt i EUs rammeprogrammer som medlemslandene. Med tiden har klima og energiomstilling fått en større andel av budsjettene, fra tidlig 2000-tallet med en betydelig særlig fra Horisont 2020 og utover. Norske aktører har en relativt høy suksessrate innenfor EUs rammeprogram Horisont Europa også innenfor temaet klimaet, energi og mobilitet.

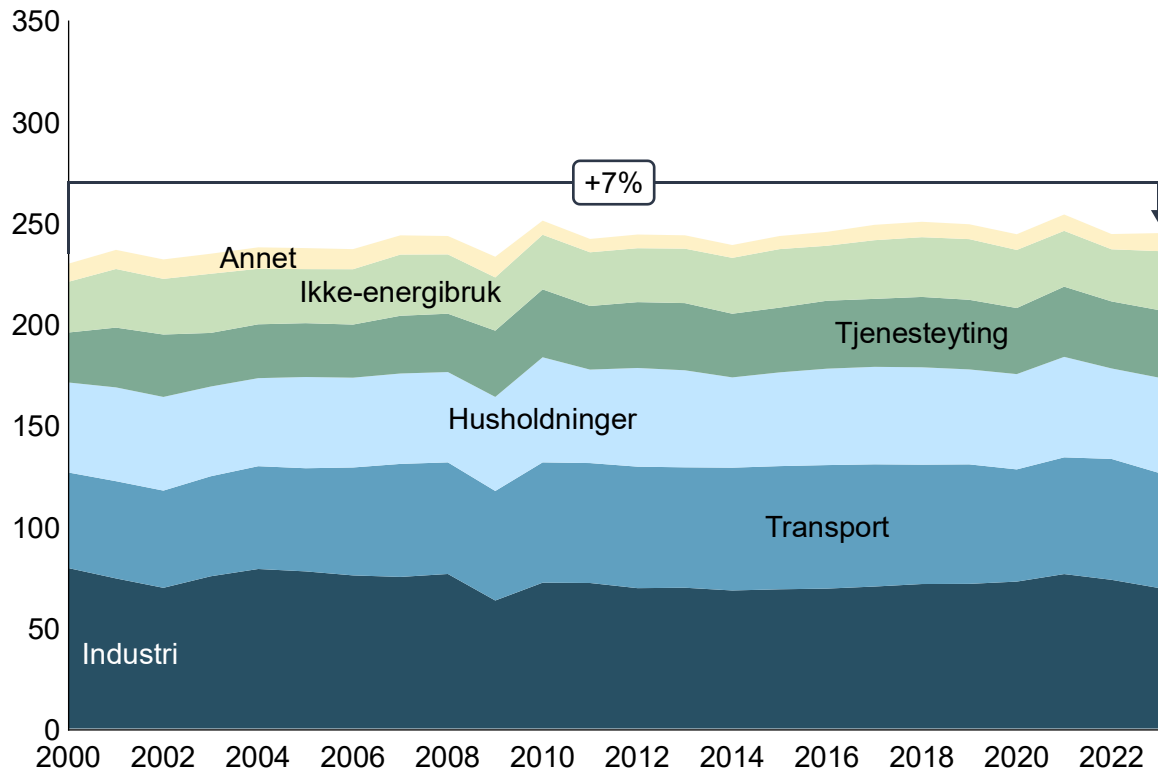
...men energisystemene skiller seg fortsatt på flere områder



I Norge har total energiforbruk økt noe, mens forsyningsmiksen har holdt seg stabil

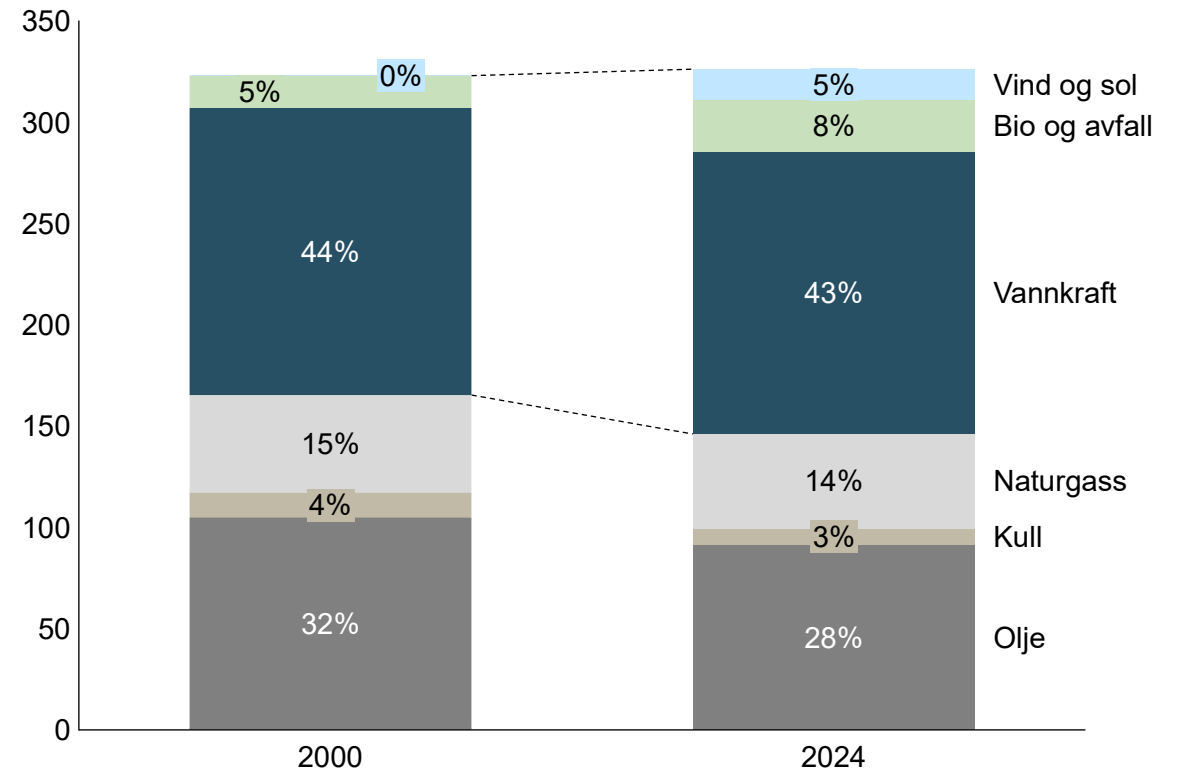
Sterk vekst i energibruk fra tjenesteyting og transport har mer enn kompensert fallet i industriforbruk

Sluttforbruk av energi fordelt på sektor [TWh]



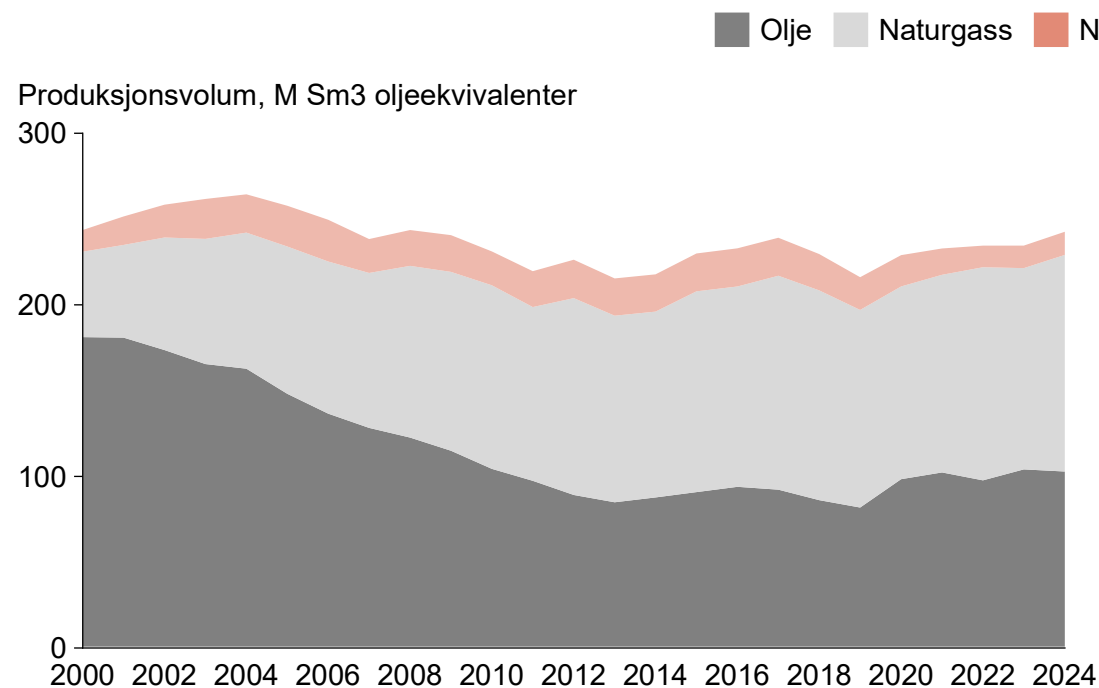
Norge har en høy andel vannkraft og vind og -solkraft inntar forsyningen, men fossil energi utgjør fortsatt rundt halvparten

Forsyning av energi i Norge inkl. import fordelt på kilde [TWh]

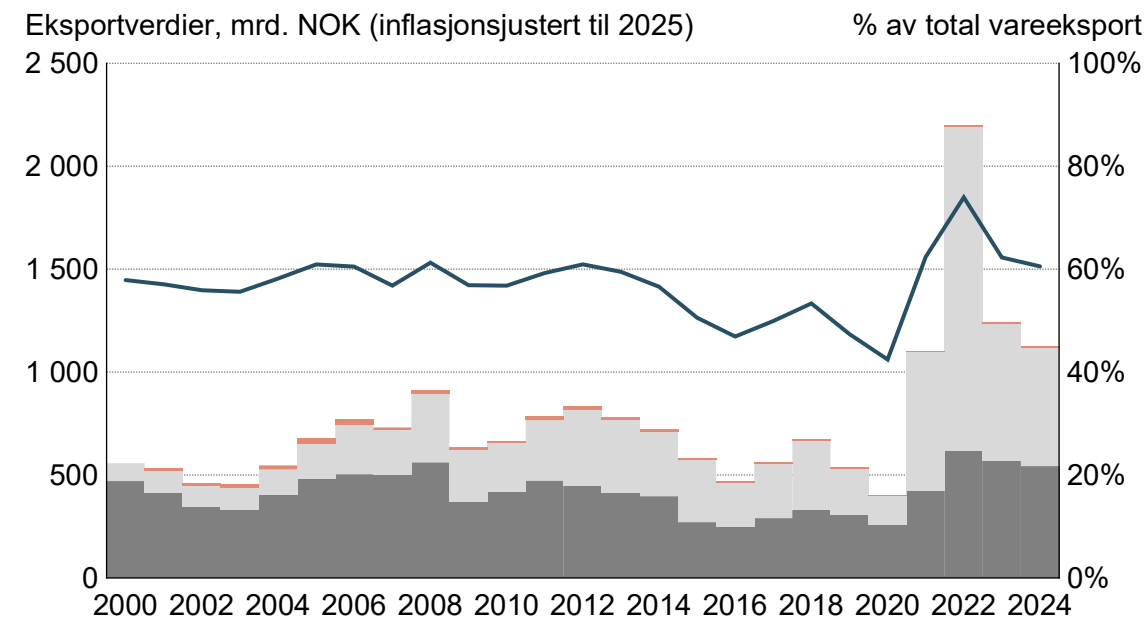


Norge har også opprettholdt en **stabil petroleumsproduksjon** og -eksport, og verdiskapingen har vært historisk høy siden 2021

Stabil petroleumsproduksjon siden 2000, men 150 % økning i gassproduksjonen har kompensert for fall i oljeproduksjon



Petroleum sto for 60 % av Norges vareeksport i 2024, verdiene har siden 2021 økt med energiknapphet og -konflikter



Utviklingen av avanserte bore- og utvinningsteknologier bidratt til å holde utvinningen av petroleum på norsk sokkel på et stabilt nivå. I tillegg har noen større feltåpninger, som Johan Sverdrup-feltet i 2019, bidratt til å stanse fallet i oljeproduksjon fra det historiske toppåret 2000. Samtidig har eksportverdiene siden 2021 økt mer enn volumene med et forhøyet prisnivå etter den europeiske energikrisen.

Kilde: [Norsk Petroleum – eksport](#), [Norsk Petroleum – historisk produksjon](#)

Med økt europeisk samarbeid og energiomstillingen har **kompleksiteten** i energisystemet økt

Økt energiomstilling og -samarbeid i det europeiske kraftsystemet...

Mer fornybar/ uregulerbar kraftproduksjon

Mer energiutveksling mellom land

Mer desentralisert produksjon og lagring

Mer offshore kraftproduksjon

Økt sektorkobling

... stiller nye krav til utbygging og drift av infrastrukturen

Behov for fleksibilitet

Flere og sterkere mellomlandsforbindelser

Behov for oppgradering og digitalisering av distribusjonsnettet

Behov for ny nettinfrastruktur til havs og forsterkning på land

Behov for integrert styring på tvers av sektorer

...og kompleksiteten i kraftsystemet øker

Flere, mer komplekse markeder med høyere volatilitet

Energisystemet blir i større grad påvirket av internasjonale forhold og energipolitikk

Flere faktorer å hensynta i drift og planlegging av nett

Drift og utbygging av nett i nye og mer krevende områder

Utviklingen i andre sektorer påvirker i større grad driften av kraftsystemet

Oppsummering: Globalt og i Norge har forbruket økt, med en uendret fornybarandel. I Europa derimot har forbruket falt, med en økende fornybarandel

	Utvikling i energiforbruk 2000-2024	Andel fornybar energiforsyning ¹
 Globalt	+46% høyere energiforbruk - Økt energibruk drevet av velstandsvekst - Asia står for nesten all økning i energiforbruk	14 % 80 % av total utvikling av energiforbruk kommer fra fossile kilder - Kina investerer 50% mer i energi som andel av BNP enn verdenssnittet, og halvparten går til fossilfri strøm og nett
 Europa	-9% redusert energiforbruk - Velstanden blir gradvis frakoblet energibruken - Energieffektivisering og fallende industriaktivitet demper etterspørselen	21% - Klimapolitikk har drevet en dreining mot fornybare energikilder. Politiske mål forplikter medlemsland til mer fornybar energi - Teknologiutvikling har gjort vindkraft og solkraft konkurransedyktig på LCOE-basis - Kraftproduksjon fra kull er halvert siden 2000
 Norge	+7% høyere energiforbruk Vekst i energibruk fra tjenesteyting og transport har mer enn kompensert for fall i industriforbruk	55% - Norge har en høyere fornybarandel enn Europa, men resterende elektrifisering øker behovet for fornybar strøm i transport og industri - Tettere tilknytning til Europa og EUs energipolitikk

Kilde: ¹Siste tilgjengelige statistikkår varierer. Energiforsyning definert etter IEAs «Total Energy Supply (TAS)». Kilde: IEA (2025)

Innhold

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136

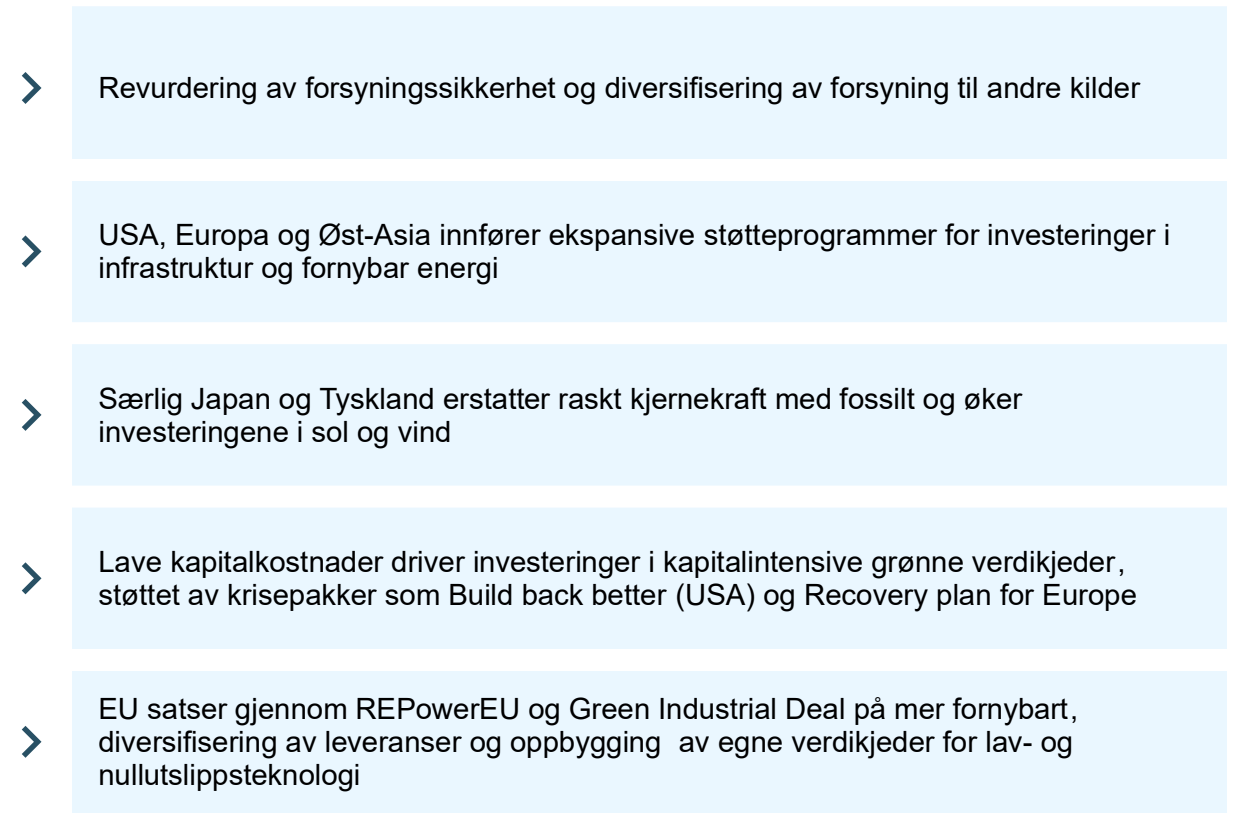


Energisystemet er sårbart for geopolitiske hendelser – rimelig, fornybar egenproduksjon er de siste årene utpekt som langtidsstrategi for energiforsyningen

Flere internasjonale kriser trigger energisjokk med fossil respons



...men fornybart har siden 2000 vært en langsiktig satsing for klima, sikkerhet og rimelig energi



EU og Paris-avtalen har store ambisjoner for kutt av klimagassutslipp og ambisjonsnivået om netto nullutslipp innebærer totalomstilling av energisystemet



Paris-avtalen



Begrense global oppvarming til 2°C, under 1,5°C tilstrebes

- Fallende total energibruk fra 442 EJ til 340 EJ i 2050 med elektrifiseringsgrad på over 50 %
- Tredobling av fornybarkapasitet til 11 000 GW innen 2030, dobling i nettinvesteringer
- > 65 % solgte biler er elektriske innen 2030
- Oljeetterspørsel faller med 75 % til 2050 og gass med 78 %, ingen nye større prosjekter
- Utslippsintensiteten for O&G-produksjon faller fra omtrent 90 til 10 kg CO₂e/boe i 2050
- Produksjon av lavutslippshydrogen fra elektrolyse og gass vokser til hhv. 327 Mt og 89 Mt i 2050
- Avanserte økonomier oppnår samlet netto null i kraftsektoren i 2035
- Karbonfangst til industriprosesser som vanskelig avkarboniseres og fossil energi utgjør 3 750 Mt CO₂ i 2050 og CO₂-fjerning tilsvarende 1 710 Mt



EU



Netto null i 2050, netto 90 % i 2040 (tentativt)

- Endelig sluttbruk av energi reduseres med over 40 %, elektrifiseringsgrad på nærmere 60%
- Seksdobling av fornybar kraftproduksjon fra 2020 til 2050 (ca. 3000 GW)
- Behov for ny energilagring i batterier (200 TWh), hydrogen (30–40 TWh) og metan (30–40 TWh)
- Netto import av gass faller til i underkant av 50 Mtoe i 2050, oljeimporten faller til rundt 100 Mtoe og nesten halvparten går til ikke-energibruk
- CO₂-lagringsbehov i undergrunnen på 250 Mt i 2050
- Noe uklart omfang av fornybare drivstoff av ikke-biologisk opprinnelse på lang sikt (2050) – anslag på 5–20 % av endelig sluttbruk



Norge



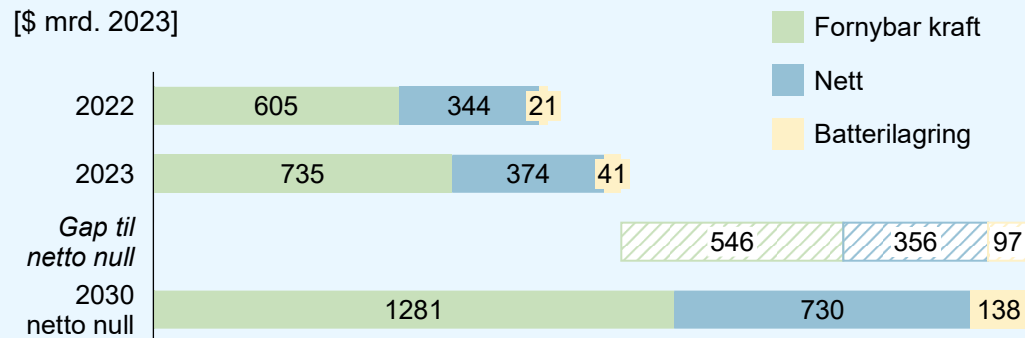
Lavutslippssamfunn i 2050

- Voksende kraftforbruk 138 TWh (2021) til utfallsrom på 185-269 TWh i 2050
- Norge må øke produksjonen av fornybar energi tilstrekkelig til å erstatte fossil energi (165 TWh i 2021)
- Norge bør bidra til EUs mål om energisystem basert på fornybare kilder og lavkarbongasser
- Avviklingsplan for petroleumsvirksomhet mot 2050, begrense letevirksomhet og ytterligere produksjon

...men omstillingen av energisystemet går saktere enn ambisjonsnivået innenfor en rekke områder

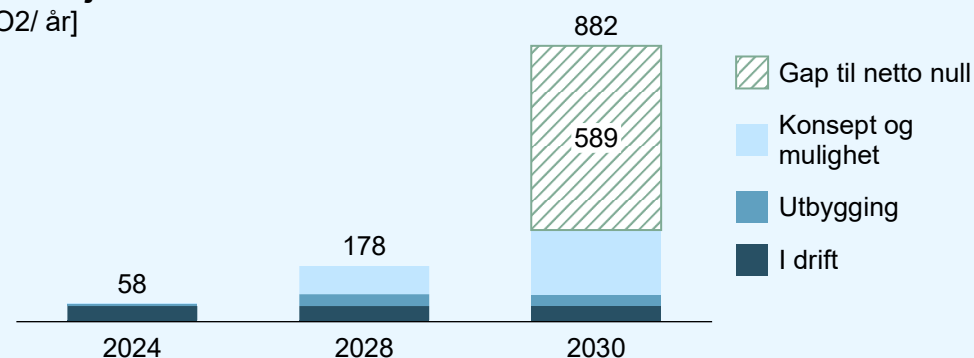
Den årlige investeringstakten i fornybart og kraftnett må økes mot 2030 for å holde tritt med netto null scenario

[\$ mrd. 2023]



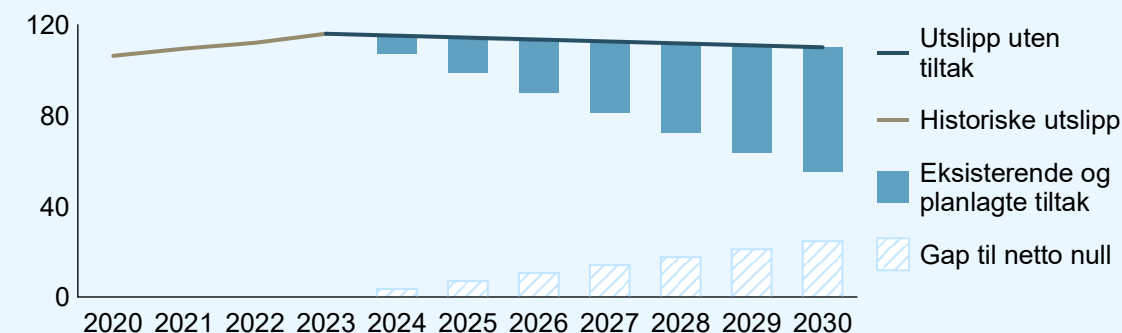
Etterslep på utvikling storskala CO2-fangstprosjekter avgjørende for netto null-ambisjoner

[Mt CO2/ år]

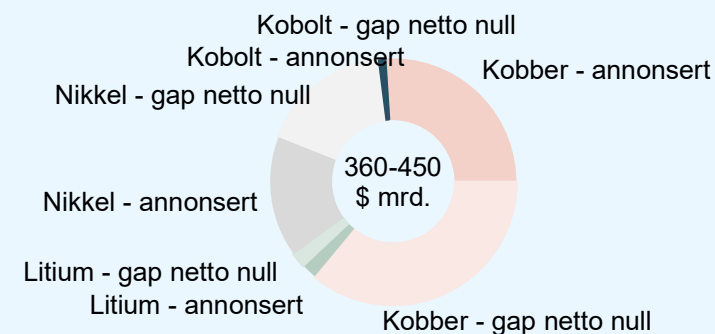


Innsatsen for å kutte metanutslipp fra fossil energi må økes

[Mt metan]



Investeringer i kritiske råmaterialer til lav- og nullutslippsløsninger må kraftig oppskaleres i 2022-2030 for å være i tråd med netto null-scenario



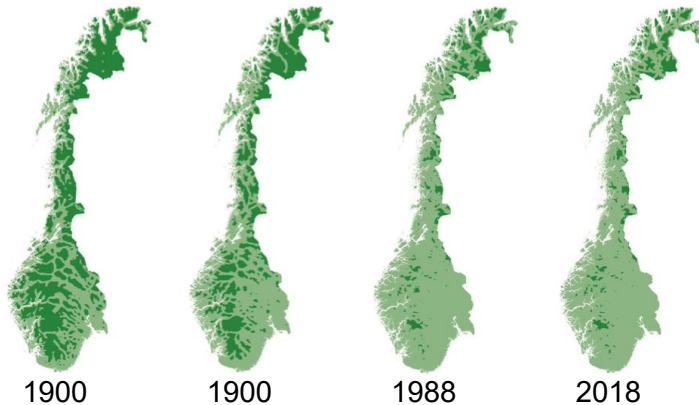
Kilder: IEA, progresjon mot IEAs netto null scenarier for energisystemet:

IEA – CO2-fangst, IEA – metanutslipp, IEA – kritiske råmaterialer, IEA – investeringer fornybart, nett og lager

Og den pågående og forsterkede naturkrisen driver frem behov og politiske forpliktelser for å ivareta natur og miljø samt utvikle miljøvennlige og ressurseffektive løsninger

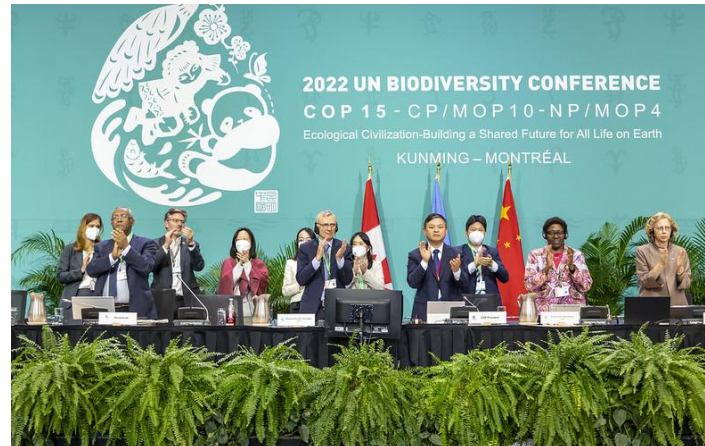
Naturen trues av habitatødeleggelse

Villmarksområder i Norge, utvikling 1900–2018
(Kilde: Miljødirektoratet)



- Natur utgjør livsgrunnlaget på planeten, og har stor direkte betydning for over halvparten av verdens BNP.
- FNs naturpanel (IPBES) har varslet at vi er i en naturkrise, der bl.a. ~1 million arter er utryddet.
- Den største årsaken til naturkrisen er ødeleggelse av habitater fra arealendringer, fremmede arter, klimaendringer og forurensing.
- I Norge er bruken av arealer den viktigste årsaken til naturkrisen ifølge FN.

Naturen har kommet høyere på den politiske agendaen

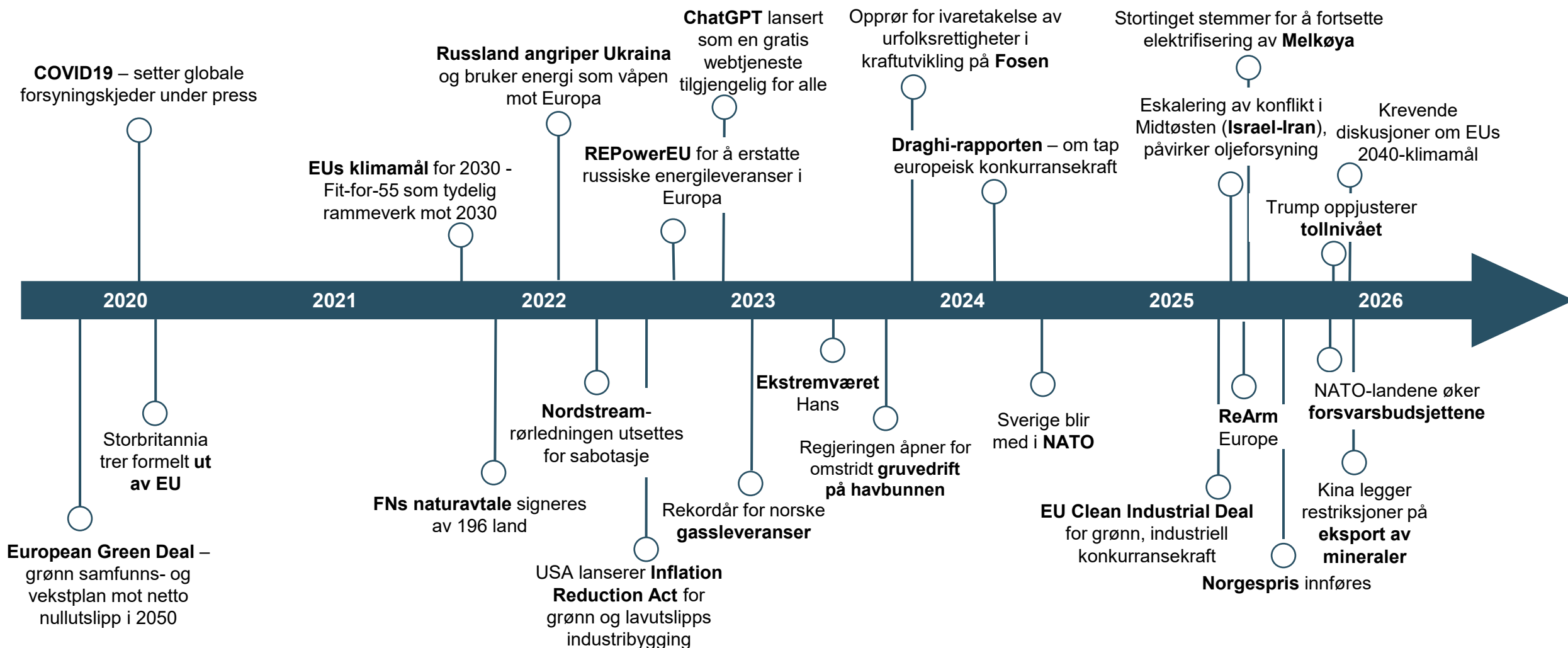


- Norge og de fleste europeiske land signerte i 2022 Naturavtalen, som bl.a. forpliktet landene til å lage handlingsplaner for å styrke naturmangfoldet.
- EU vedtok i 2024 en naturrestaureringslov som krever at minst 20% av EUs berørte områder skal restaureres innen 2030, og at alle berørte økosystemer skal være restaurert innen 2050.
- Regjeringen la samme år frem *Norsk handlingsplan for naturmangfold*, som bl.a. varsler regelmessige oversikter og et naturregnskap.

Utviklingen aktualiserer flere konfliktlinjer og behov innen energifeltet

- Nasjonalt har energiomstillingen i økende grad kommet i åpen **konflikt** med naturinteresser, særlig aktualisert med utbygging av **vindkraft**.
- Samtidig er klima og natur **gjensidig avhengig** av hverandre – naturen tar ifølge WWF opp **halvparten** av de menneskeskapte CO₂-utslippene, samtidig som **klimaendringer** er en av de største kildene til habitatødeleggelse og tap av naturmangfold globalt.
- Som et svar på det samlede behovet for mer energi, omstilling og naturvern, har EU lansert flere tiltak i sine energirelaterte direktiver, bl.a.:
 - Krav om nasjonal **kartlegging av grå arealer** til fornybar energiproduksjon (fornybardirektivet)
 - Krav om **solceller på flere typer bygg** (byggningsenergidirektivet)
 - Prinsipp om «**energieffektivisering først**» og forsterkede nasjonale krav om energieffektivitet (energieffektiviseringsdirektivet)

Samtidig peker siste års geopolitiske omveltninger og nasjonale hendelser peker mot nye utfordringer for Europa og Norge



Vi har fokusert på et utvalg trender i omverden og deres konsekvenser for utviklingen og prioriteringer i energipolitikken

 Globalt	Ny geopolitisk virkelighet i emning der makta rår - også innen energiverdikjedene	• Tilbake til en verden med voksende stormarktsrivalisering basert på ressurs- og kompetansegrunnlag • USA beskytter sin dominans med politisk satsing på fossil energi og ønsker å forbli en "petrostat" • Kinas langsiktige satsing på fornybar energi og energiverdikjeder kommer nå til syne i utviklingen mot "elektrostaten"
 Europa	Europa er under økende press for å prioritere eksistensielle utfordringer, energisystemet må levere på mer enn omstilling	• Europa må styrke sin konkurransekraft for å forbli uavhengige, rimelig og tilstrekkelig energitilgang er en sentral utfordring • Samtidig må europeiske land håndtere større trusler fra autoritære regimer som krever økte forsvarsutgifter • De nye eksistensielle utfordringene kompliserer og setter energiomstillingen i skyggen
 Norge	Norge påvirkes av storpolitikken og energiomstillingen bremses av flere målkonflikter	• Gassetterspørselen fra Europa er høy med utfasingen av russisk gass • Store prisforskjeller og -svingninger har utløst kraftig politisk debatt om utviklingen av kraftsystemet fremover • Lange ledetider samt miljø- og arealkonflikter sakker utbyggingen av fornybar kraft som hindrer næringsutvikling og oppnåelse av nasjonale klimamål



Global utvikling

Ny geopolitisk virkelighet i emning der makta rår - også innen energiverdikjedene

Bilde: [Reuters](#)

- 1 Tilbake til en verden med rivalisering mellom stormakter

- 2 USA: Verdens største olje- og gassprodusent, fornybart og gass vokser på bekostning av kull til kraftproduksjon

- 3 Trump stanser fornybarutvikling hjemme og forsøker å presse andre land til å gjøre det samme

- 4 Kina bygger ut kraftsystemet i rekordfart og er i ferd med å bli en «elektrostat» og dominerer alle fornybare verdikjeder som også eksporteres til resten av verden



Tilbake til en verden med rivalisering mellom stormakter

1500-1880-årene

Europeisk dominans

Stormaktsrivalisering og realpolitikk styrte handelen

1880-2022

Amerikansk dominans

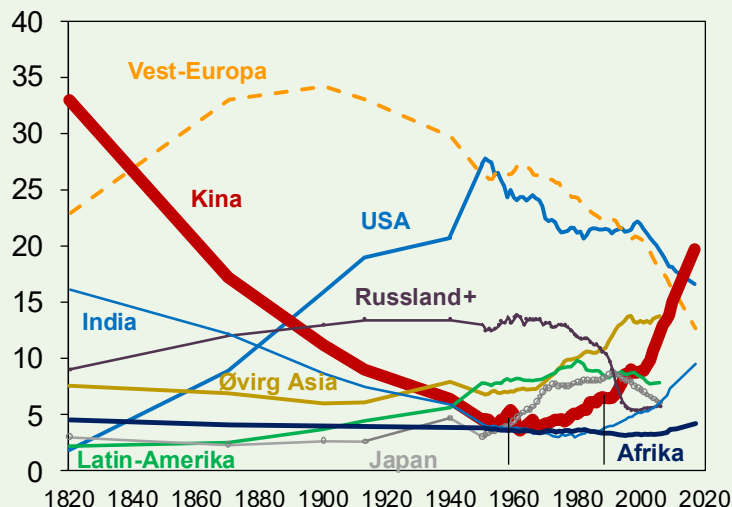
Regelbasert
internasjonal handel

2022 -

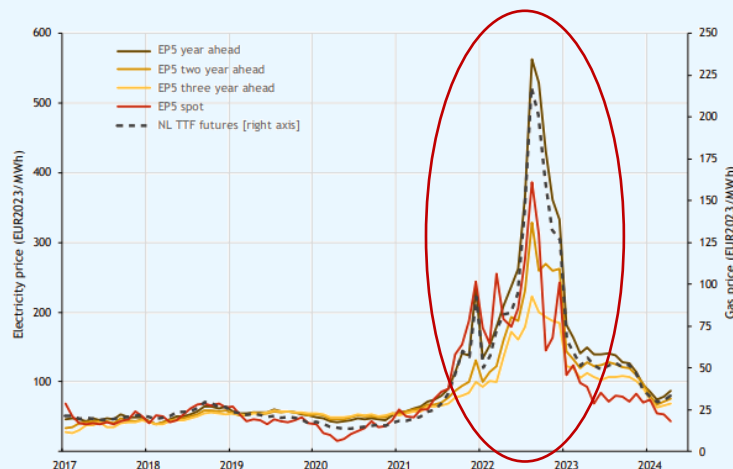
Multipolarisering

Globalisering og regelbasert handel under
sterkt press

Kinas sterke utvikling løfter opp en ny økonomisk rivalisering

Områdenes andel av verdens BNP
(prosent, kjøpekraftsjustert)

Russland har vist evne og vilje til å bruke energi som våpen

Månedlig utvikling av gasspriser, spot- og
forwardpriser for kraft i Europa (2023-EUR/MWh)

Internasjonal orden forvitrer, ledet av Trumps tollsatser

USA trekker seg ut av internasjonale
organisasjoner

- Paris-avtalen på klima
- WHO – verdens helseorganisasjon
- Truer med å trekke seg fra IEA
- Svekker WTO – verdens handelsorganisasjons handlekraft
- Reduserer finansieringen til flere FN-programmer og institusjoner, samt til bistand

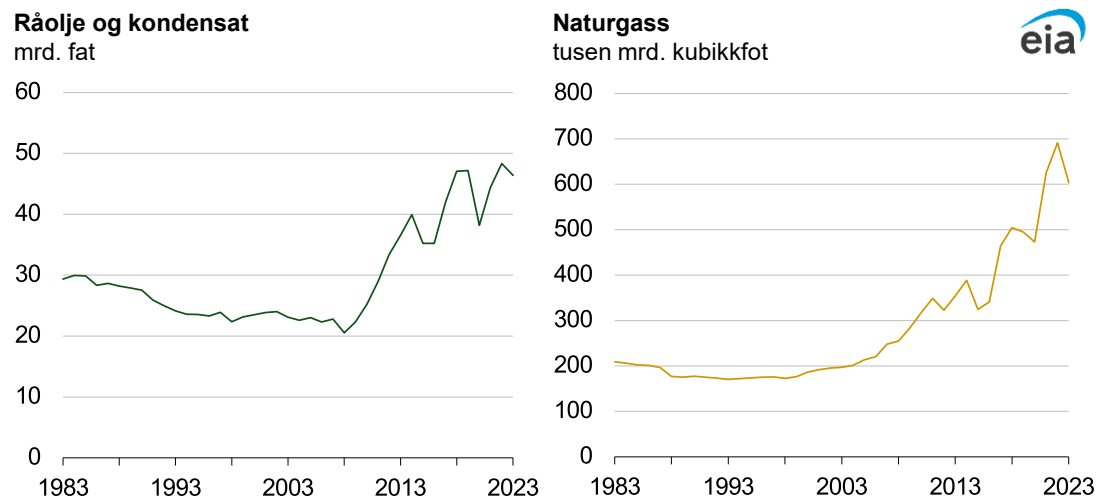
Startet en handelskrig med resten av verden

- Har økt tollsatsene overfor resten av verden betydelig og bruker fastsettelse av nivå aktivt i forhandlinger med andre land
- Innført tollsatser på solceller, stål og aluminium, vurder tollsatser på vindturbiner, kritiske mineraler og kobber

USA: Verdens største olje- og gassprodusent, fornybart og gass vokser på bekostning av kull til kraftproduksjon

USA har store fossile energiresurser

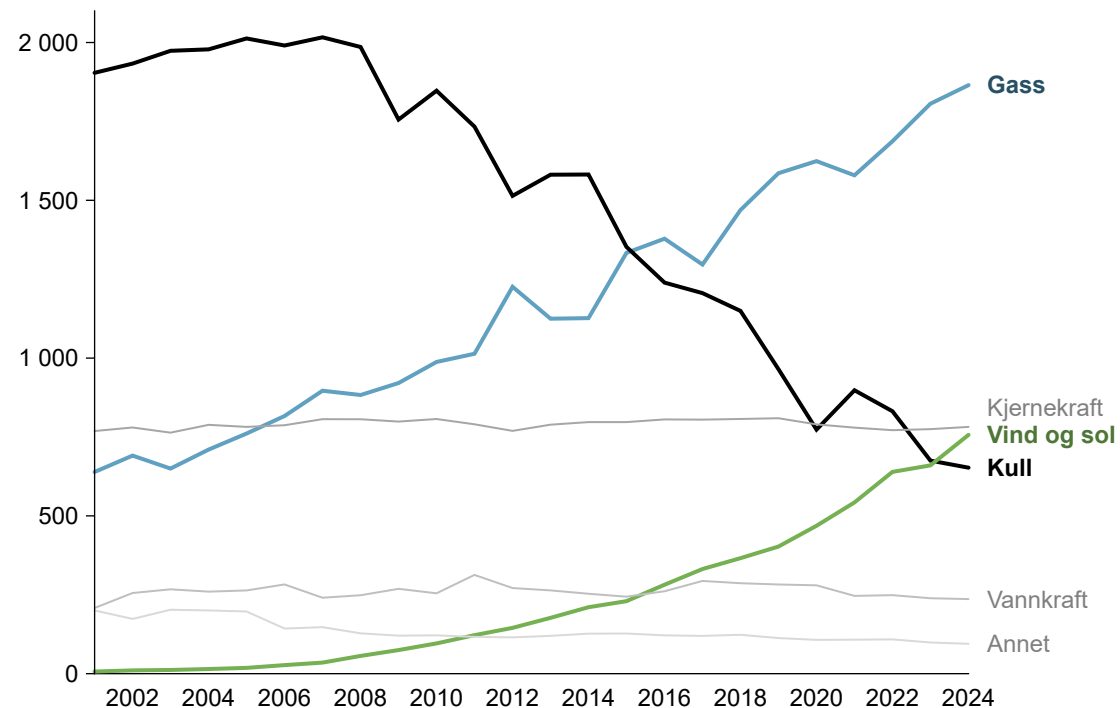
Amerikanske petroleumsreserver, 1983-2023



USA er verdens største produsent av olje og gass i verden i dag, og har blant de ti største reservene for olje og gass globalt.

Fornybart og gass tatt over for kull til kraftproduksjon

Amerikansk kraftproduksjon (TWh)



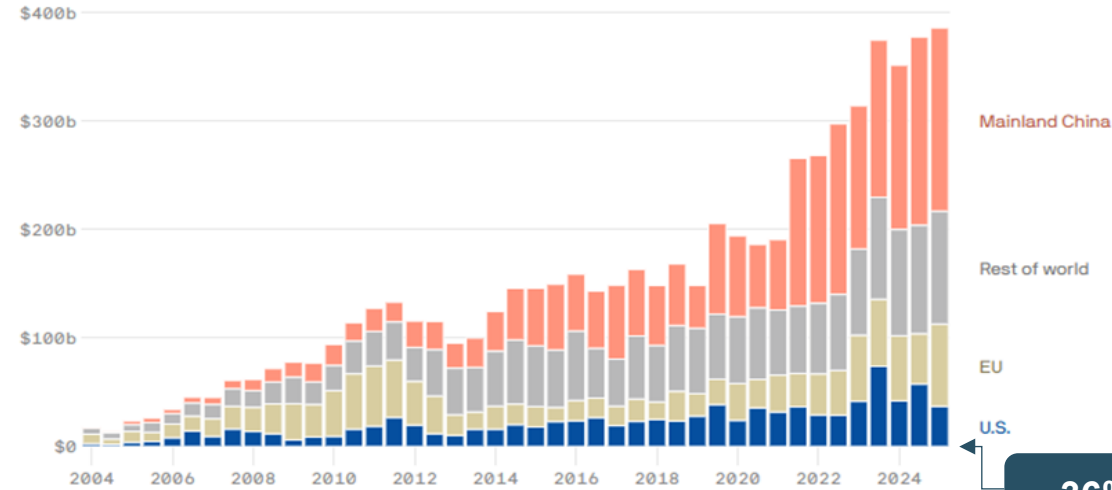


Trump stanser fornybarutvikling hjemme...

Myndighetene stanser prosjekter, investeringene faller

Global renewable energy investment, by region

Biannually, H1 2004 through H1 2025



Adapted from a BloombergNEF report; Chart: Axios Visuals

- Investorer sørget for å godkjenne flere prosjekter og låse inn støtteordninger i siste halvdel av 2024.
- Betydelig usikkerhet knyttet til tollsatser etter et forslag om 25-50 % toll på importerte vindturbiner og komponenter.
- Flere havvindparker forsøkes stanset (Equinor, Ørsted, US West).

...og forsøker å presse andre land til å gjøre det samme

USA stadig mer aggressiv i å bremse klimainitiativ og fornybarutbygging



Meldte seg raskt ut av Paris-avtalen, truer nå med å trekke seg fra IEA etter at organisasjonen har lagt frem prognoser som sier at global oljeetterspørsel vil nå toppen innen 2030.



Truer med økte tollsatser, visumrestriksjoner og økte havneavgifter for land som stemmer for å godkjenne IMO's globale rammeverk for reduksjon av klimagassutslipp fra maritim transport.



Gått sammen med bl.a. Saudi-Arabia for å stanse initiativ for å begrense produksjon av plast.

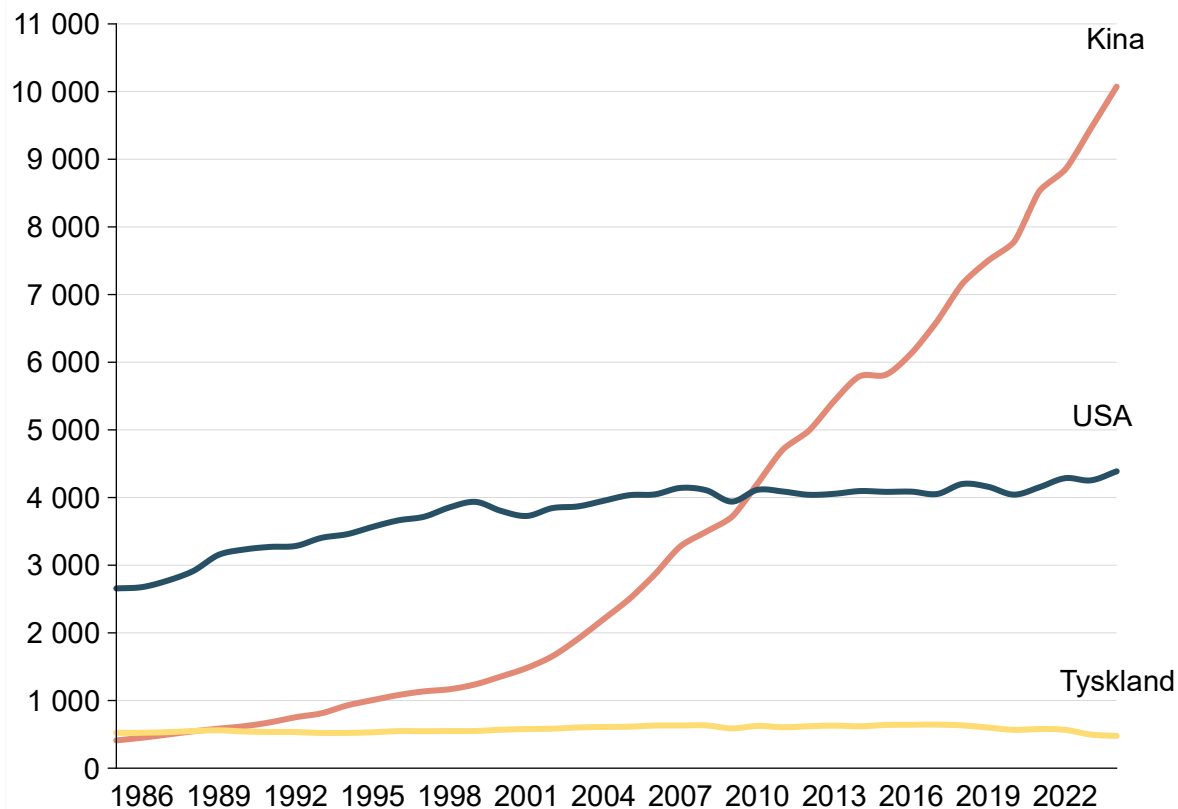


Handelsavtale med EU innebærer kjøp av amerikansk olje og gass for 750 milliarder dollar over tre år mot reduserte tollsatser (EU importerte 65 milliarder i 2024), mens Sør-Korea vil kjøpe LNG for 100 milliarder og Japan investere 550 milliarder, delvis i energinfrastruktur og med økt satsing på energiekseport fra USA.

"Taylor Rogers, a White House spokeswoman, said Mr. Trump's goal was *"restoring America's energy dominance, ensuring energy independence to protect our national security and driving down costs for American families and businesses,"* and added, *"The Trump Administration will not jeopardize our country's economic and national security to pursue vague climate goals."*

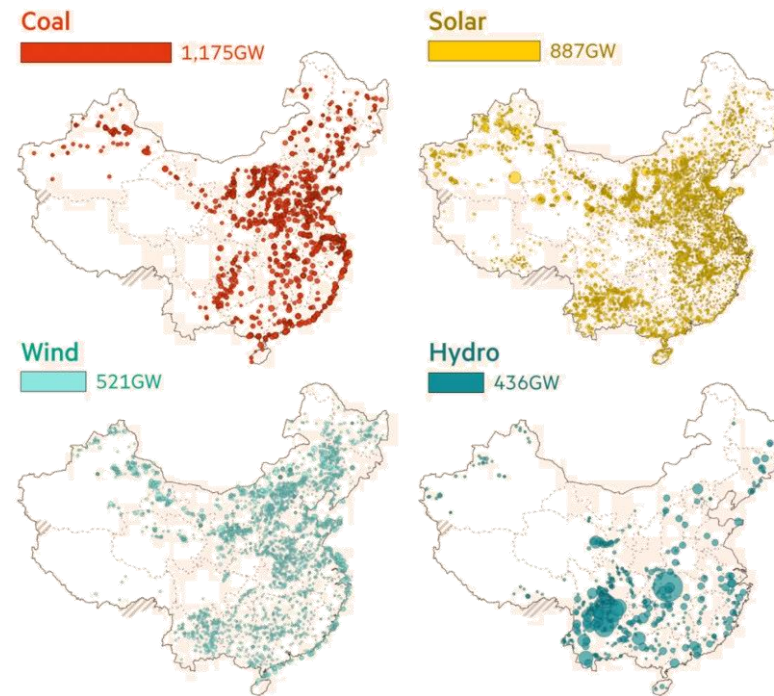
Kina bygger ut kraftsystemet i rekordfart...

Høy utbyggingstakt i Kina (TWh produksjon)



Utbyggingstakten forventes å fortsette de neste årene

Operating capacity in China, 2024



I tillegg (GW):

Kull:
Under bygging: 204
Under utvikling: 217

Sol (storskala):
Under bygging: 234
Under utvikling: 437

Vindkraft:
Under bygging: 181
Under utvikling: 363

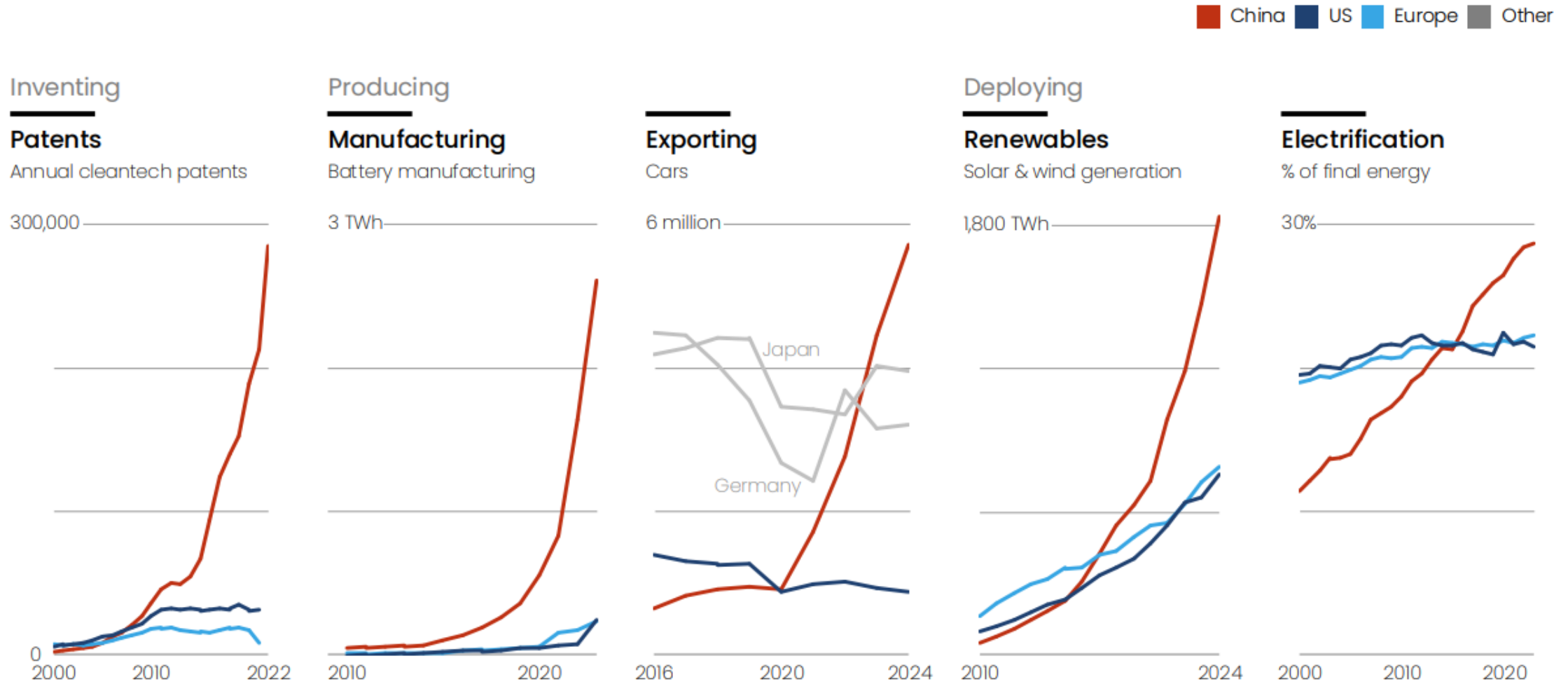
Vannkraft:
Under bygging: 171
Under utvikling: 390

Kjernekraft:
I drift: 61
Under bygging: 32
Mål installert 2035: 200

The maps show utility-scale solar projects with a capacity of at least 1MW (450GW in total), wind farms with a capacity of at least 10MW (440GW total) and hydropower projects of at least 75MW (320GW total).
Sources: China's National Energy Administration; Global Energy Monitor



...og er i ferd med å bli en «elektrostat»

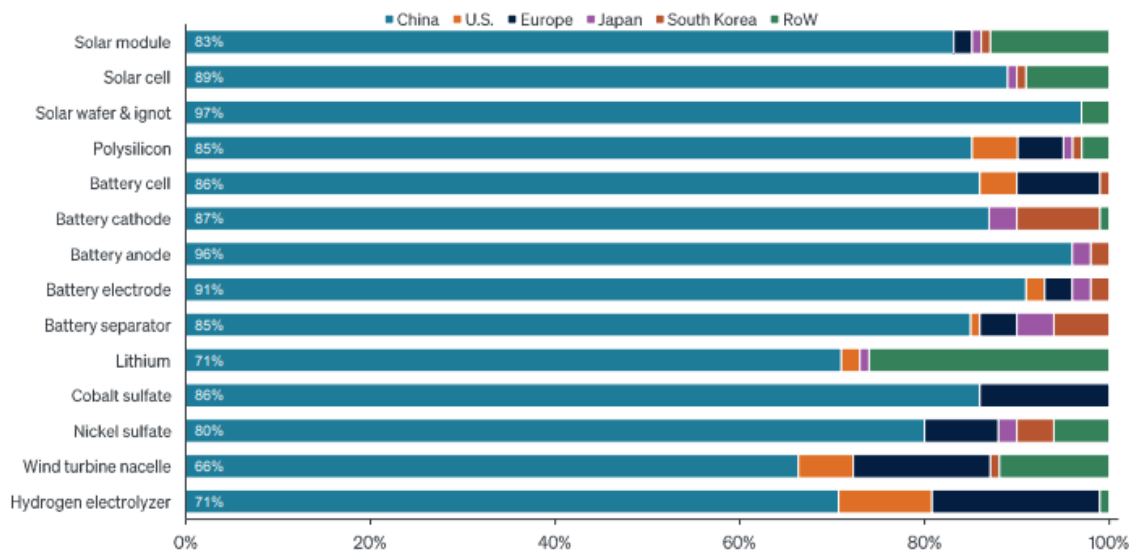




...og dominerer alle fornybare verdikjeder som også eksporteres til resten av verden

Kina kontrollerer verdikjedene

Kina dominerer clean tech verdikjedene (Prosent markedsandel)

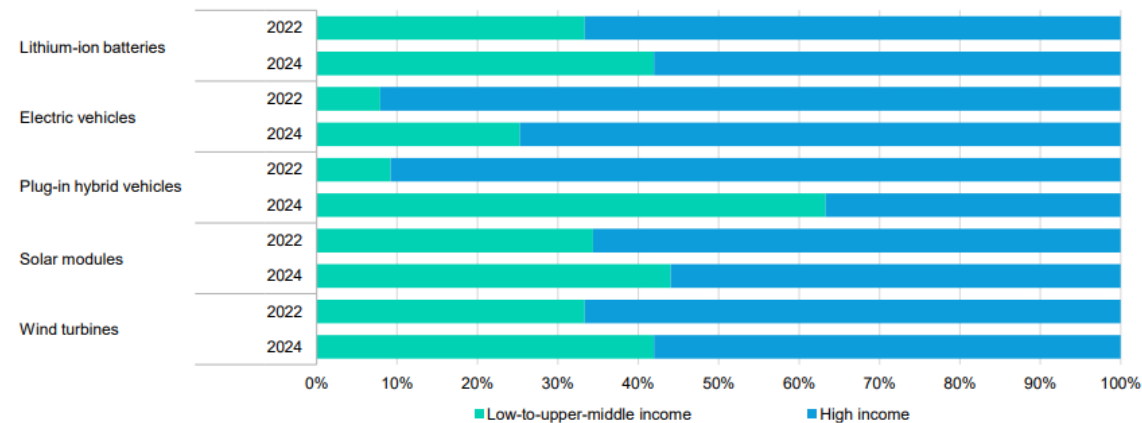


Source: BloombergNEF

Note: Capacity is for physical facility location, not manufacturer headquarters. Lithium refers to lithium hydroxide and carbonate; Data normalized to 100%

Kina eksporter nå stadig mer til lav- og middelsinntektsland

Kinesisk eksport av clean-tech (Prosent av verdi)



- Fallende kostnader har medført at sol og vindkraft er mer kostnadseffektivt enn andre teknologier i store deler av verden.
- Handelsbarrier i vesten har medført at Kina i økende grad eksporterer clean-tech til lav- og middelsinntektsland.



Europa

Europa er under økende press for å prioritere eksistensielle utfordringer, energisystemet må levere på mer enn omstilling

- 1** Europas manøvrering mellom stormaktene blir mer krevende og Trump 2.0 setter globale spilleregler og Europa under kraftigere press
- 2** Europa opplever store utfordringer knyttet til konkurransekraft og høye energipriser er en sentral utfordring til vekst
- 3** Russlands krigføring og energikrig driver fortsatt høye energipriser og økt prisvolatilitet
- 4** Europa har en høy importavhengighet innen energi med begrensede verdikjeder for naturgass og fossilt, uten egne fossile ressurser må egne fornybarkapasiteter bygges opp for uavhengighet
- 5** Trusselen fra Russland og andre autoritære regimer vokser, mange europeiske land øker forsvarsbudsjettene samt skal øke totalforsvarsevnen
- 6** Sikring av energisystemet krever nye løsninger på tvers av verdikjeden
- 7** Kostnadene for omstillingen blir tydeligere og tempoet står i fare for å svekkes

Europas manøvrering mellom stormaktene blir mer krevende og Trump 2.0 setter globale spilleregler og Europa under kraftigere press



«America first» - imperiebygger?

- Handelskrig mot resten av verden, særlig Kina
- Sikkerhetsgarantien for Europa svekket
- Aktiv påvirkning mot Europa, ønsker ikke å forholde seg til EU, men vil selge LNG til Europa
- Motarbeider internasjonale klimaforpliktelser

Europa under press på flere fronter

- Sikkerhet og forsvarsevne
- Økonomisk konkurransekraft og autonomi
- Ambisiøse klimamål og klimalederskap
- Statsfinanser
- Fallende egenproduksjon og økende import av fossil energi



Russland: «Moderlandet» - imperiebygger

- Sikkerhetstrussel med aktiv påvirkning mot Europa og fortsatt militære ambisjoner, tettere samarbeid med Kina
- Russisk gass kraftig redusert og på vei ut av det europeiske markedet



Kina: Ny, global supermakt

- Industriell styrke og overkapasitet, i handelskrig med USA
- Sikkerhetstrussel: Aktiv påvirkning mot Europa, tettere samarbeid med Russland
- Eneste av stormaktene som ønsker et sterkt EU?

Europa opplever store utfordringer knyttet til konkurransekraft og høye energipriser er en sentral utfordring til vekst

Draghi-rapporten peker på EUs tap av konkurransekraft og økonomisk sårbarhet som eksistensielle utfordringer

Begrenset innovasjons- og oppskaleringsevne



Ulike spilleregler og komplekse regelverk



Strukturelle utfordringer i arbeidsstyrken



Høye energikostnader



Avhengighet innen energi, teknologi og samfunnskritiske komponenter

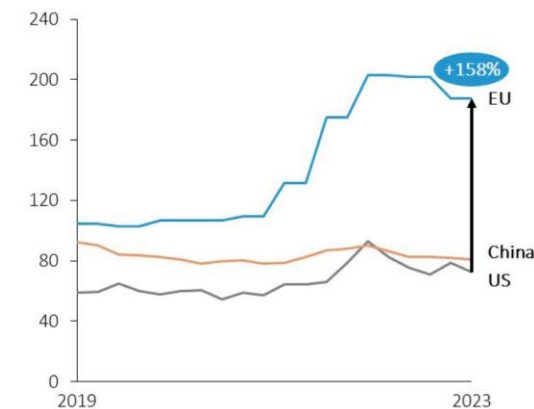


Europeiske energipriser er høyere enn i USA og Kina og truer industriutvikling

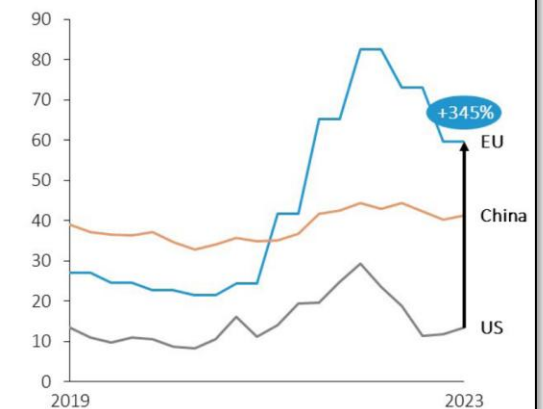
FIGURE 6

Gas and retail price gap for industry

Industrial retail power prices
EUR/MWh



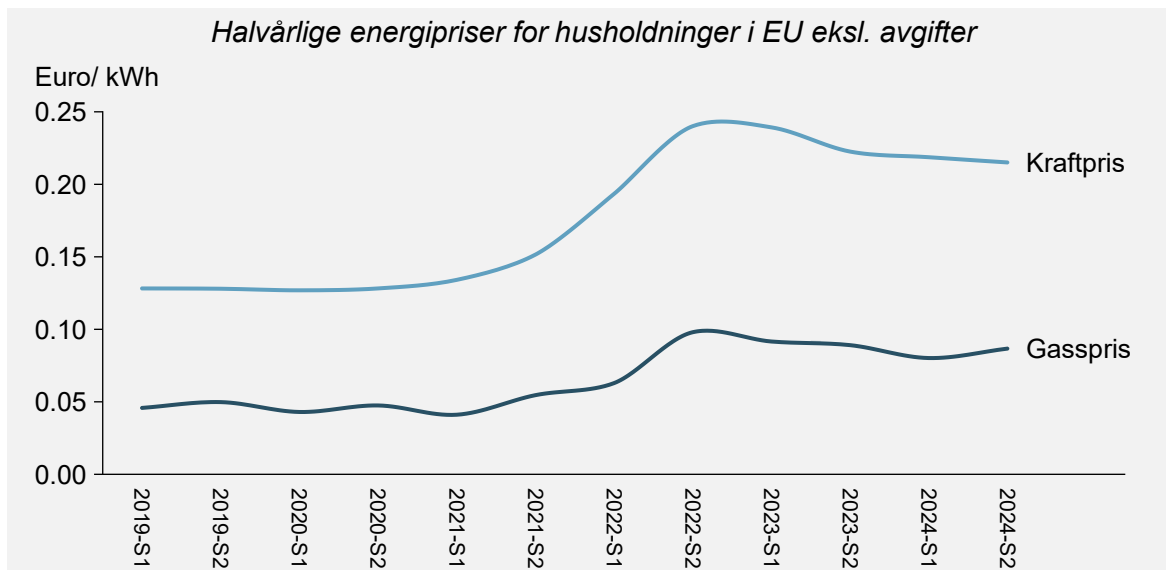
Industrial gas prices
EUR/MWh



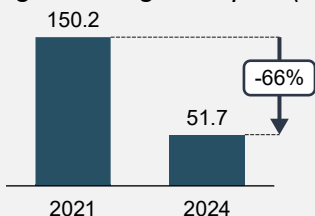
- BNP-veksten har det siste tiåret vært lavt på rundt 1,5 % og EU har tapt betydelig mot USA og Kina
- EUs industriproduksjon har i snitt vokst med 0,6 % siden 2000, men særlig de siste to-tre årene har produksjonen innenfor en rekke nøkkelindustrier falt, eks. kjemisk industri, sement og kalk, maskineri og utstyr

Russlands krigføring og energikrig driver fortsatt høye energipriser og økt prisvolatilitet

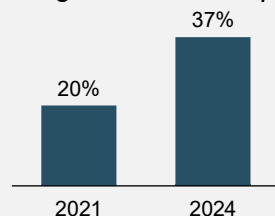
Knapphet og dyrere LNG øker gassprisene og smitter over på kraftprisene



Nedgang russisk gassimport (bcm)

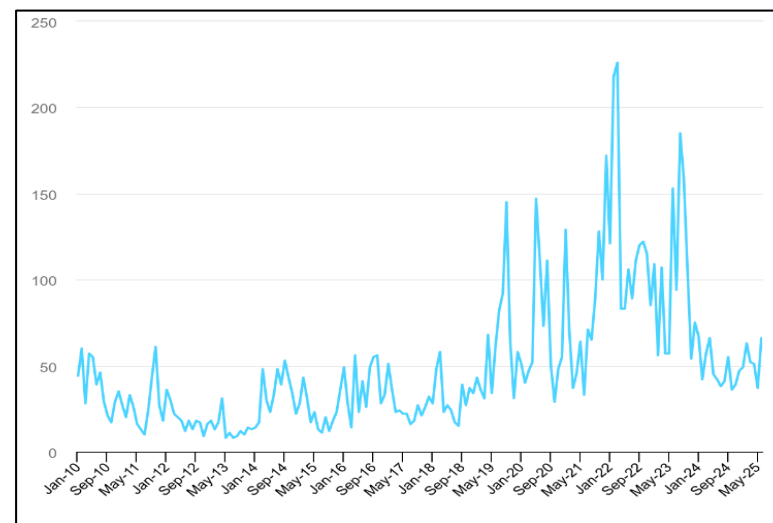


Økning andel LNG-import



Samtidig øker volatiliteten innen gass- og kraftmarkedet med et mer globalt marked for gass og høyere fornybarandel

Historisk månedlig volatilitet på referansekontrakten for TTF måned-fremover (%)

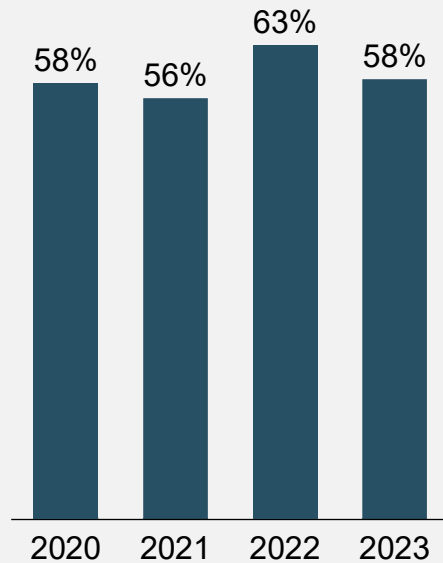


- Fortsatt 50 % høyere gasspris-volatilitet i Europa i 2024 sammenlignet med 2010-2019
- Økt andel LNG, særlig fra USA, i det globale gassmarkedet gir ny tilbuds- etterspørselsdynamikk på tvers av regioner.
- Smitte fra voksende andel væravhengig fornybar kraftproduksjon som balanseres med gasskraft

Europa har en høy importavhengighet innen energi med begrensede verdikjeder for naturgass og fossilt, uten egne fossile ressurser må egne fornybarkapasiteter bygges opp for uavhengighet

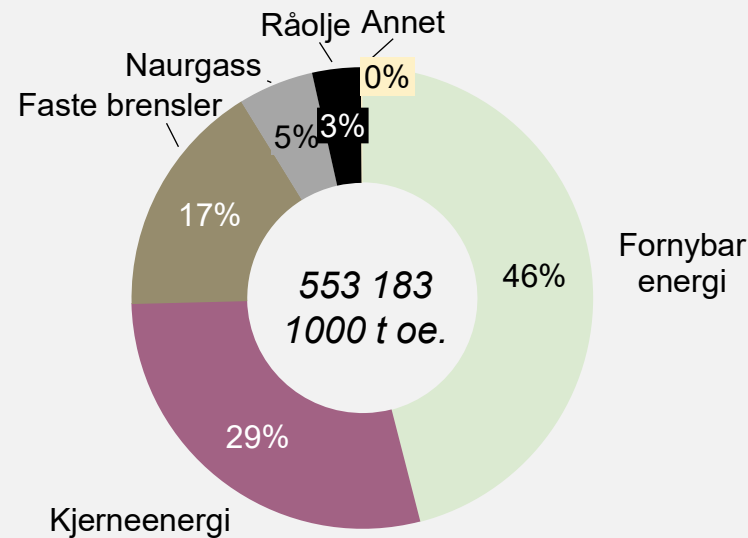
Importavhengigheten for energi er nærmere 60 % ...

Netto import av brutto sluttforbruk i EU



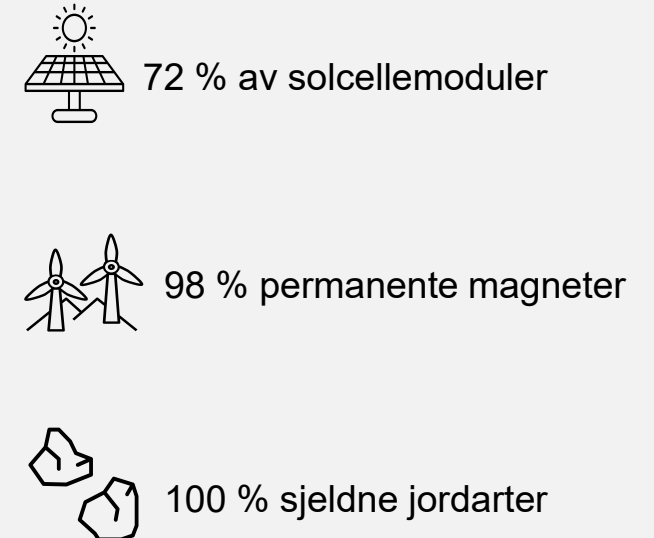
...EU har liten tilgang og produserer fossil energi selv...

Fordeling produksjon primærenergi



...og innen fornybart er EU svært avhengig av Kina

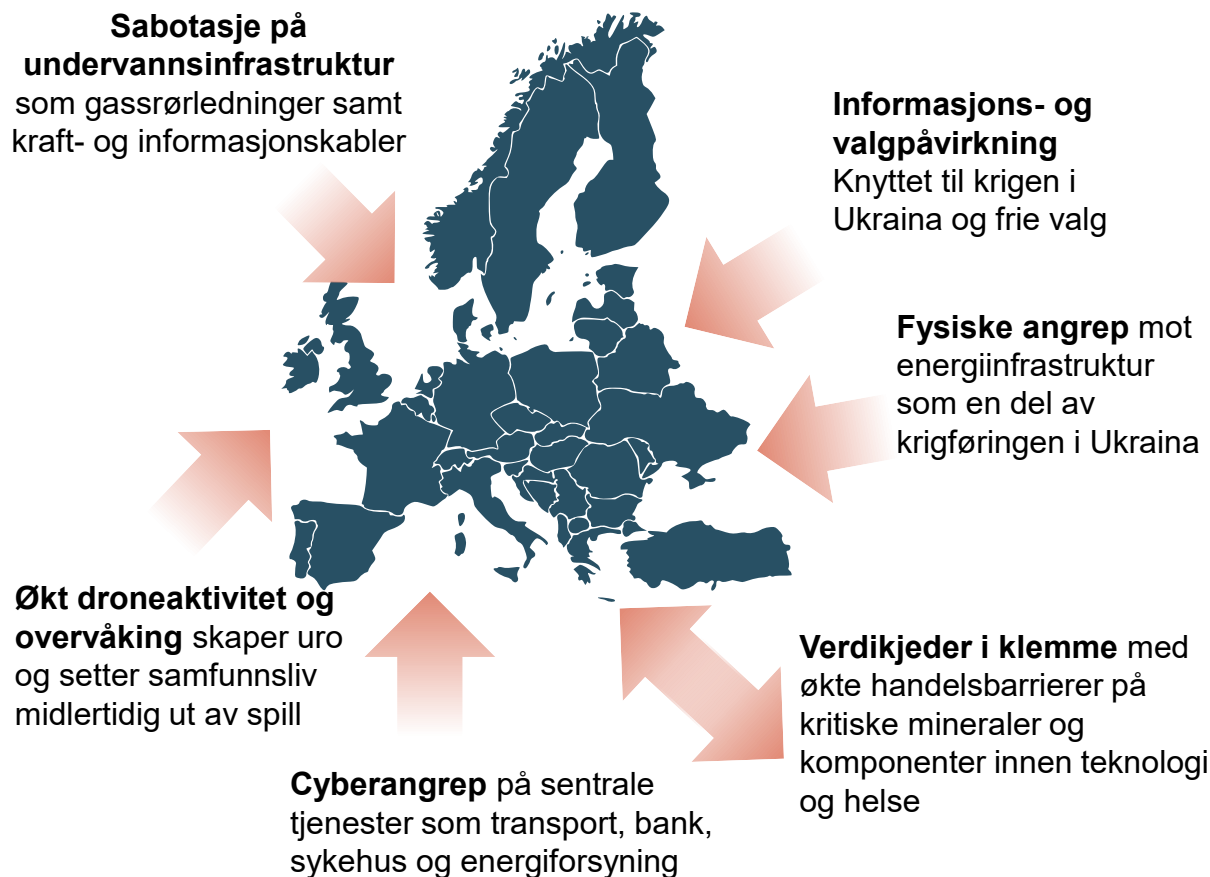
Kinesiske markedsandeler



→ Styrking av **energiautonomi** krever utbygging av fornybarkapasiteter

Trusselen fra Russland og andre autoritære regimer vokser, mange europeiske land øker forsvarsbudsjettene samt skal øke totalforsvarevnen

Vekst i antallet fysiske og digitale trusler og angrep de siste årene i Europas nabolag



EU styrker forsvarsevnen gjennom en rekke initiativer, også i økt koordinasjon med NATO



ReArm Europe Plan - strategisk plan for å styrke europeisk forsvarsfinansiering og forsvarsindustri mot 2030

- Åpner for at medlemslandene øker forsvarsutgifter med 1.5 % av BNP tilsvarende totalt 650 mrd. euro
- Tilgang på lån gjennom 150 mrd. euro fond til forsvar eks. droner, missilbeskyttelse, cybersikkerhet

Preparedness Union Strategy – plan for styrking av totalforsvarsevnen med bl.a. mer helhetlige rammeverk for risikovurderinger knyttet til ulike typer trussler på tvers av sektorer, innføring av minstekrav til beredskap, etablering av strategiske lagre samt styrket offentlig-private samarbeid.



Styrke NATO-EU-samarbeid med økt beredskapsplanlegging og koordinering, samarbeid om avskrekking, informasjonsdeling og håndtering av cybertrusler og beskyttelse av kritisk infrastruktur.

Sverige og Finland blir med med i NATO



NATO-landene øker forsvarsutgifter til 5 % av BNP i 2035, en økning fra 2%. Av de 5% vil 1,5% kunne allokteres til beskyttelse av kritisk infrastruktur, beredskap og totalforsvar oppbygging av industriell kapasitet.

Sikring av energisystemet krever nye løsninger på tvers av verdikjeden



Kostnadene for omstillingen blir tydeligere og tempoet står i fare for å svekkes

Energiomstillingen går saktere innenfor en rekke sektorer...



ACER vurderer at målet om 20 Mt fornybart hydrogenforbruk i 2030 sannsynligvis ikke vil nås og peker bl.a. på manglende oppfølgingsplaner hos medlemslandene og kostnadsnivå 3–4 ganger høyere for fornybart enn fossilt hydrogen.



Fornybare havenergiambisjoner (hovedsakelig havvind) nedjusteres på kort sikt. Medlemslandenes 2023-ambisjoner på 111 GW i 2030 ble i år nedjustert til 88 GW.



Forsinket nettoutvikling i EU – behov for styrket infrastrukturinnsats, særlig innen mellomlandsforbindelser, for å realisere mål for energiomstilling. ENTSO-E peker på lange og komplekse konsesjonsprosesser, lange leveransetider og manglende verdikjeder for nettkomponenter samt finansiering som sentrale utfordringer.

...EU orienterer seg fra klima og natur til industriell, grønn konkurransekraft

2021 – Von der Leyen I: Klima- og naturomstilling

- Ambisiøse mål om bærekraftig totalomstilling av samfunnet mot netto nullutslipp til 2050
- Omfattende regelverk og rapportering på bærekraft og klima, nye naturvernsmål
- Fokus på integrering av fornybar energi med bedre auksjoner og harmonisering av prosesser
- Høye ambisjoner for fornybar hydrogen

2025 – Von der Leyen II: Avkarbonisering og konkurransekraft i to-spenn

- Fortsatt ambisiøse mål, men økt pragmatisme
- Forenkling av rapporteringskrav og prosesser
- Mer teknologinøytral tilnærming til avkarbonisering
- Fokus på sikkerhet og lavere energipriser, understøtte industrien og utvidet av statsstøtte
- Voksende prioritering av europeiske interesser og konkurransekraft

...og det er større uenighet og forbehold om klimamål for 2040

Why the EU's 2040 climate target could be the most difficult yet

A 90% emissions cut by 2040 is splitting Europe – and the clock is ticking.

Nikolaus J. Kurmayer □ Euractiv



The EU's upcoming 2040 climate target is shaping up to be its most ambitious yet, with a proposed 90% emissions cut sparking fierce debate as it charts a path to net-zero by 2050.



EU rakk ikke fristen for å melde inn nye klimamål til COP30 p.g.a. uenigheter om ambisjonen for 2040-målet som en viktig milepæl på vei til netto null i 2050.

Foreliggende forslag om netto 90 %-utslippskutt introduserer allerede flere fleksibilitetsmekanismer gjennom karbonkreditter og -fjerning.



Norge

Norge påvirkes av storpolitikken og energiomstillingen
bremses av flere målkonflikter

- 1 Ny situasjon for Norge: Stormaktsrivalisering med et mer alvorlig trusselbilde sammenfaller med flere nasjonale dilemmaer i omstillingen
- 2 Norges betydning for europeisk gassforsyning har økt siden 2021
- 3 Europas fremtidige importbehov av petroleum er ventet å overstige norsk produksjon, men utvikling og markedsandel er usikkert
- 4 Store prisforskjeller og -svingninger skaper mistillit til kraftsektoren og misnøye med kraftutvekslingen til Europa
- 5 Myndighetene har satt i gang flere initiativer som tydeliggjør behovet for mer kraft og konkurransedyktige priser. I sum kan resultatene oppsummeres med «mer av alt - raskere»
- 6 Ny industri og omstilling forsinkes av at prosjekter må stå i kø for strøm. Prosjekter i kø kan ikke regne med å få strøm før en gang mellom 2033 og 2040
- 7 Økt konfliktnivå og manglende sosial legitimitet kombinert med lang leveringstid forsinker utbyggingen av nett og kraft

Ny situasjon for Norge: Stormaktsrivalisering med et mer alvorlig trusselbilde sammenfaller med flere nasjonale dilemmaer i omstillingen



Krig eller fred?



Partner eller konkurrent?



Toll eller klimasamarbeid?



Innenfor eller utenfor?

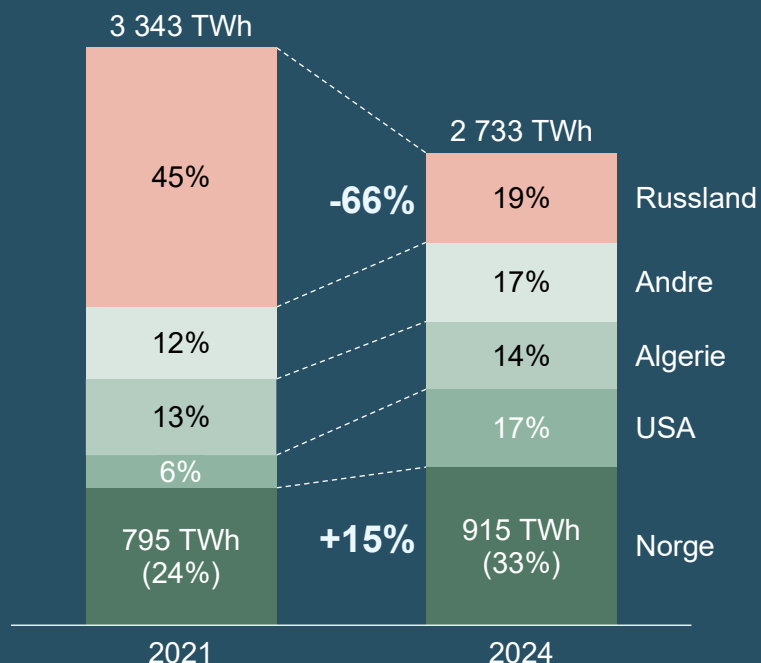
Med Europa i klemme sikkerhets- og konkurransemessig mot stormaktene, blir Norges rolle utenfor EU mer uoversiktlig med raskere endringstempo og høyere usikkerhet i internasjonal geopolittikk



Norges betydning for europeisk gassforsyning har økt siden 2021

Fallende import fra Russland dekkes med forbrukskutt og import fra hovedsakelig USA og Norge

Import til EU av naturgass



Kilde: EU-kommisjonen (2025)

EU ser på Norge som en troverdig og langsiktig partner



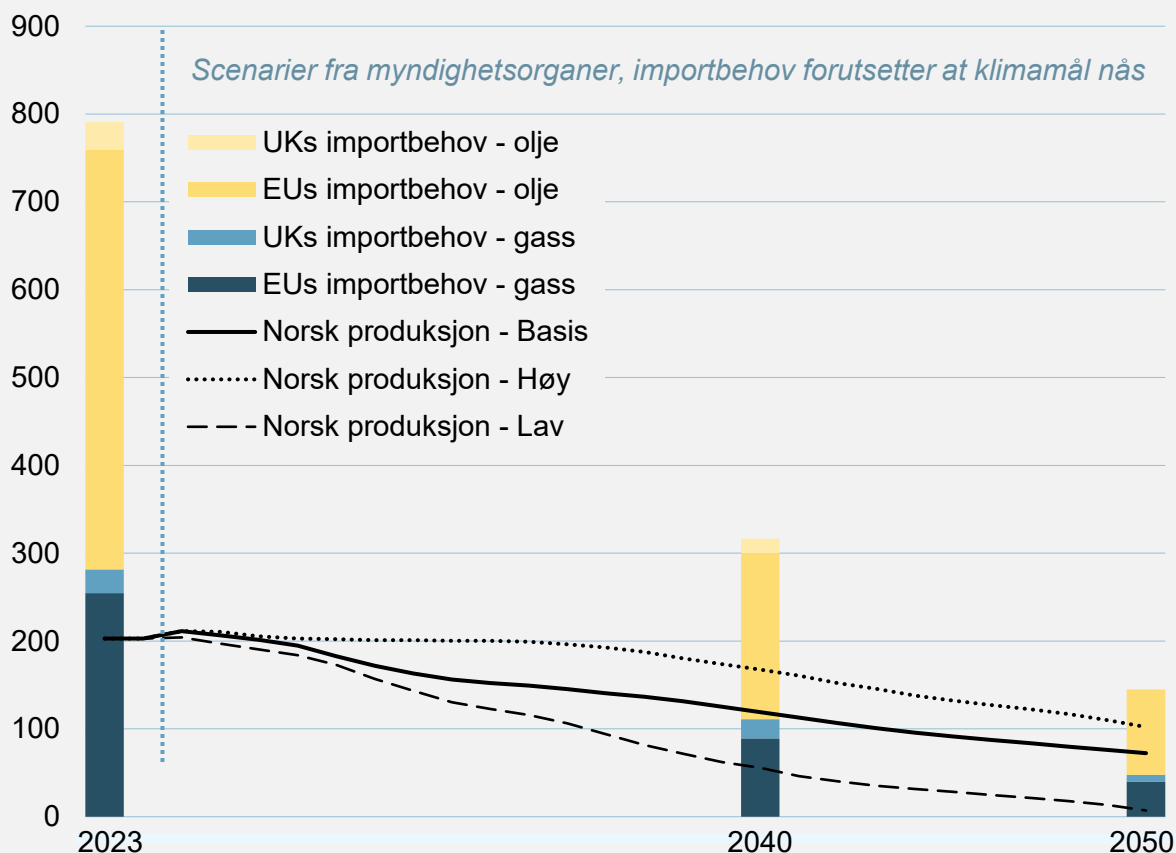
Etter Russlands invasjon av Ukraina i 2022 har EU strategisk styrket energirelasjonen med Norge for å sikre pålitelige gassleveranser og redusere avhengigheten av Russland:

- **Offisielle uttalelser og pålitelighetsforsikringer:** EU har berømmet Norges 50 år lange rolle som en «trygg og ansvarlig leverandør». Kommisjonen har pekt på at Norges produksjonsøkning har bidratt til å redusere EUs avhengighet av russisk gass.
- **Hyppigere møter og avtaler:** Møter på høyere nivå, som energidialogen mellom EU og Norge fra 2022 med kommissær Simson og statsråd Aasland, resulterte bl.a. i forpliktelser til «ytterligere kortsiktige og langsiktige gassleveranser». Samtaler i oktober 2022 med von der Leyen og statsminister Støre understreket viktigheten av å stabilisere energimarkedene og sikre forsyningssikkerhet. En grønn allianse utvidet videre energi- og klimasamarbeid utover gass.
- **Twitter-meldinger og offentlige støtteerklæringer:** Von der Leyen har i innlegg på X beskrevet Norge som et «ankerfeste for Europas energisikkerhet» og «nøkkelen til energiomstilling og uavhengighet fra russisk gass».

Kilder: EU-kommisjonen (2022): 1, 2, 3; Ursula von der Leyen (2022): 1, 2

Europas fremtidige importbehov av petroleum er ventet å overstige norsk produksjon, men markedsutvikling og -andel er usikker

Nettoimport til EU+UK og norsk produksjon av petroleum, Mtoe



Myndigheter venter at både etterspørsel og produksjon av petroleum avtar mot 2050, men utviklingen har et stort utfallsrom

Sokkeldirektoratet venter fallende produksjon etter hvert som ressursene utnyttes og funnraten avtar.

Samtidig har handelspartnerne i EU og UK satt klimamål som innebærer redusert etterspørsel etter olje og gass.

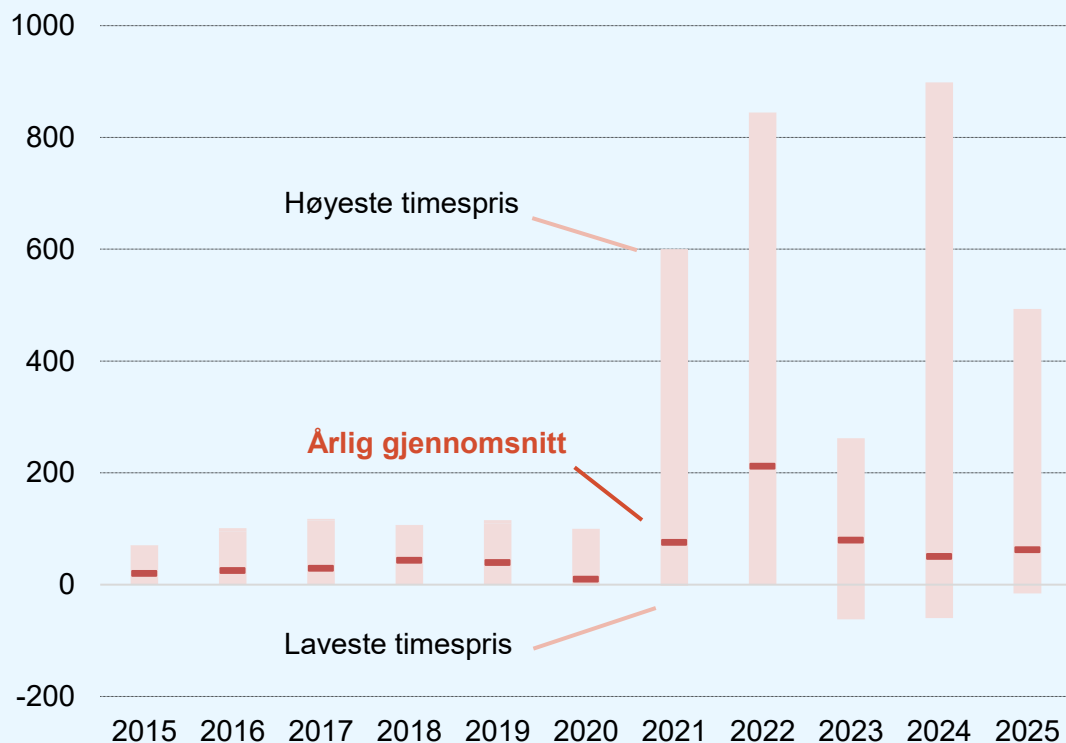
Hovedscenariene for å nå klimamålene fra hhv. Europakommisjonen og den britiske nordsjømyndigheten viser at importbehovet for olje og gass vil overstige Norges produksjon i 2040 og 2050 for alle produksjonsbanene til Sokkeldirektoratet. Det er imidlertid flere usikkerhet tilknyttet markedsbalansen for norsk petroleum, bl.a.:

- **Fordelingen mellom produsert olje og gass**, der det lengste estimatet til Sokkeldirektoratet indikerer ca. halvparten gass i 2035. Med eksisterende infrastruktur har Norge en særlig konkurransefordel på rørgass til Europa, mens olje transporteres globalt.
- **Utvikling i europeisk etterspørsel etter olje og gass**. For EU er det her benyttet scenario S2, som innebærer netto 86-89 % utslippskutt i 2040 og 98-102 % i 2050 (normativt). Ytterligere fossil utfasing vil redusere behovet, mens behovet kan bli større om realiseringen av klimamålene blir for krevende.
- **Norges markedsandel i Europa**. Menon Economics (2025) har tidligere lagt til grunn lik markedsandel i 2040 som i dag for norsk gass i EU (35 %) og pekt på EUs innsats for å diversifisere importen. Offshore Norge viser på den andre siden til Draghi-rapporten som oppfordrer til et langsiktig samarbeid om gassleveranser med Norge, samt EUs støtte til leting og utvikling på norsk sokkel.

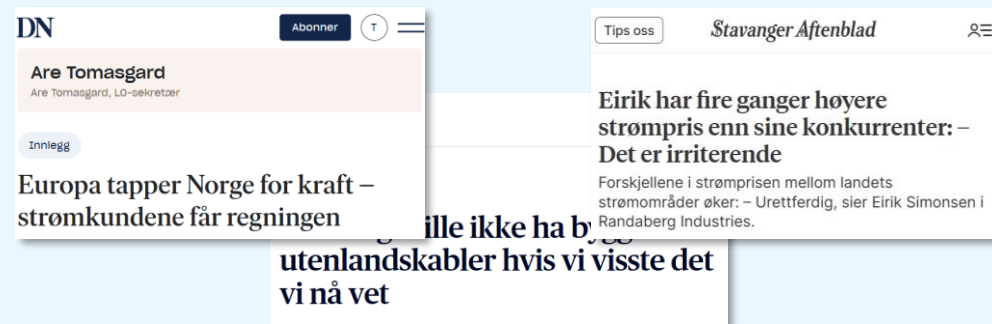
Store prisforskjeller og -svingninger skaper mistillit til kraftsektoren og misnøye med kraftutvekslingen til Europa

Prisvolatiliteten har vært vedvarende høy siden 2021, med flere ekstrempriker særlig i Sør-Norge

Spotpriser for strøm i NO2, nominelle øre/kWh eks. mva.



Høye priser blåser liv i misnøye med kraftsystemet og Europeisk samarbeid



Med over 90 % spotprisavtaler ble norske forbrukere direkte rammet av de ekstreme svingningene i kraftmarkedet under den europeiske energikrisen. Med overskudd av vannkraft var det liten aksept i befolkningen for høye strømpriser forårsaket av knapp gassleveranse på kontinentet.

Prisøkningen sammenfalt med idriftsettelsen av to utenlandskabler til Tyskland og Storbritannia, med en kapasitet på 1 400 MW hver fra prisområdet NO2. Få år tidligere hadde EUs tredje energipakke trådt i kraft, inkludert oppdeling av kraft- og nettselskaper og medlemskap i EUs byrå energisamarbeid (ACER).

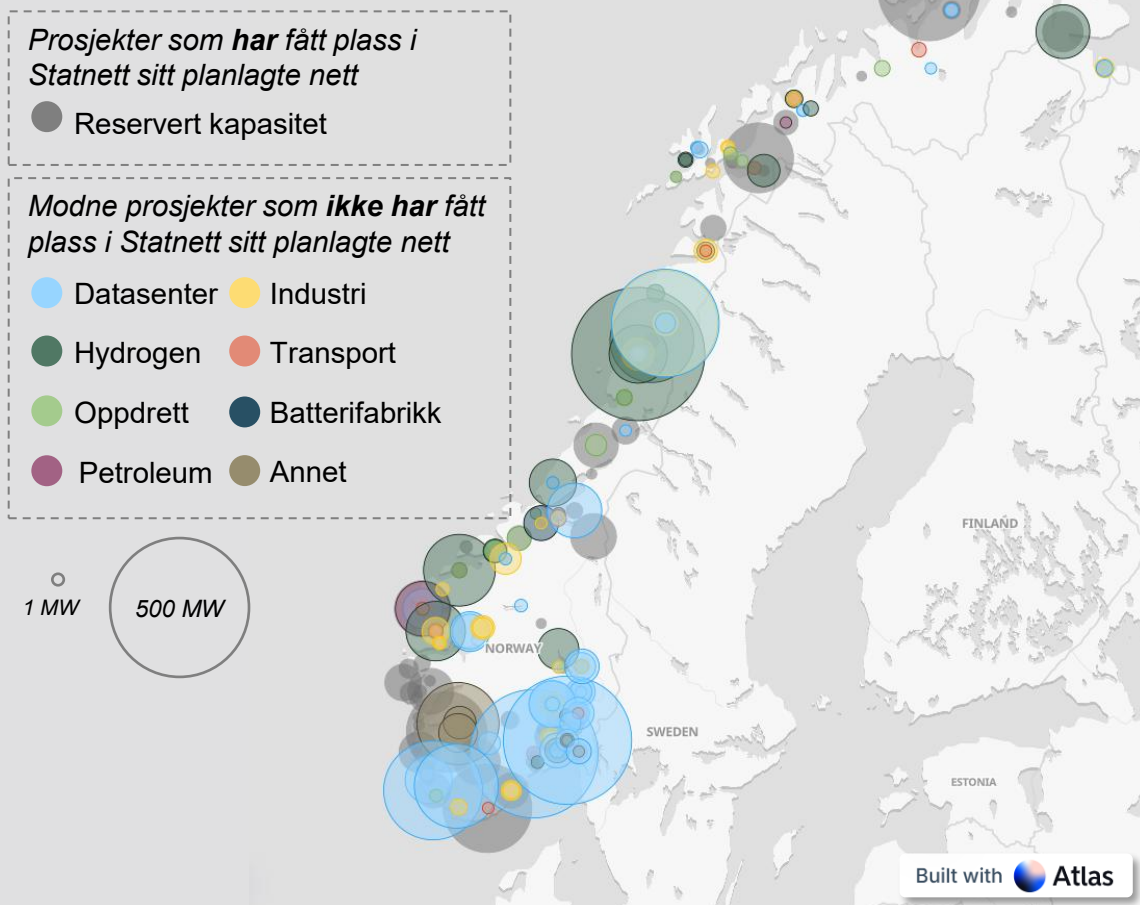
Selv med strømstøtte på plass fortsetter ekstreme pristopper i kraftmarkedet å drive den offentlige debatten. Et eksempel skjedde 12. desember 2024, da prisene i NO2 nådde over 13 øre/kWh inkl. mva. i løpet av én time under en «Dunkelflaute» i Tyskland med lite vind og sol. Slike hendelser har brakt norsk kraftmarkedspolitik tilbake på førstesidene, til tross for at gjennomsnittsprisene gjennom 2024 har ligget på samme nivå som i 2018 og 2019, korrigert for inflasjon.

Myndighetene har satt i gang flere initiativer som tydeliggjør behovet for mer kraft og konkurransedyktige priser. I sum kan resultatene oppsummeres med «mer av alt – raskere»



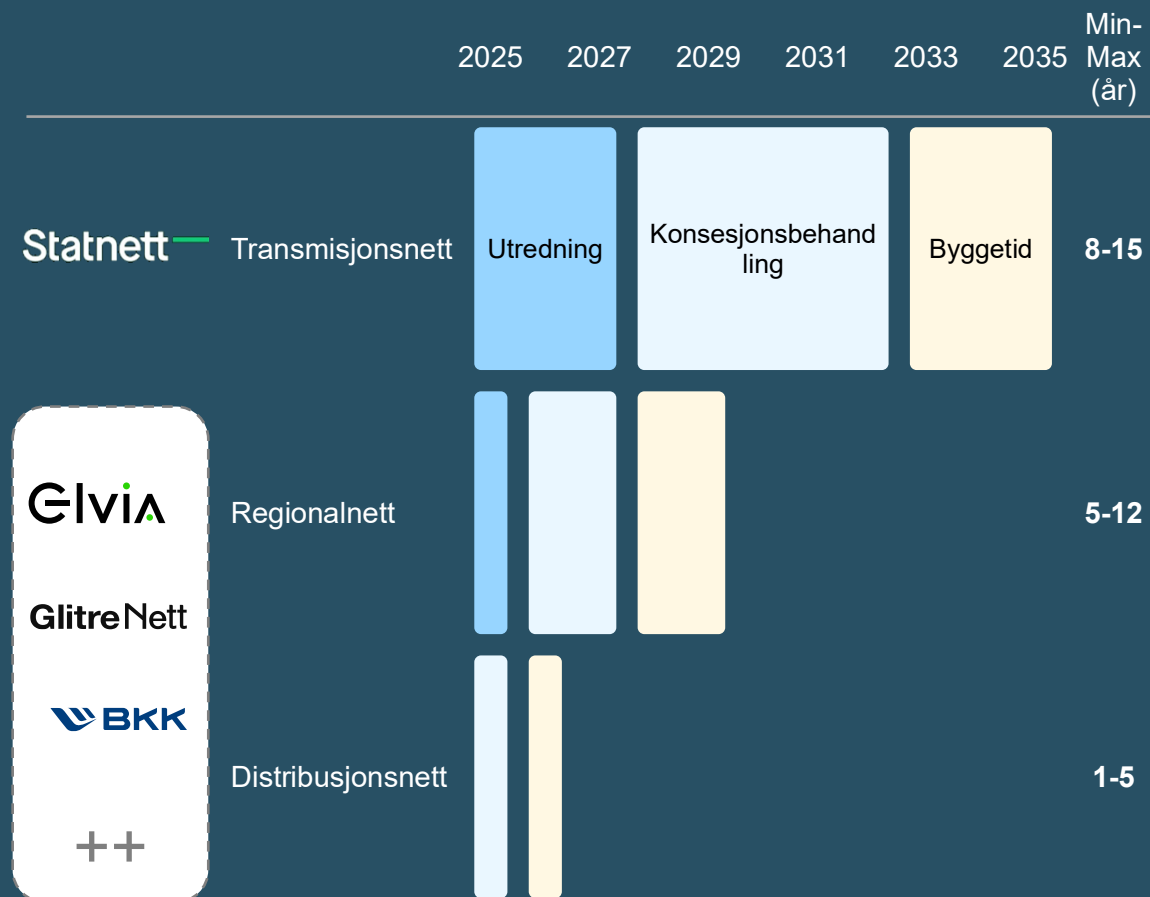
Ny industri og omstilling forsinkes av at prosjekter må stå i kø for strøm

Statnett sin kapasitetskø per august 2025



Prosjekter i kø kan ikke regne med å få strøm før en gang mellom 2033 og 2040

Ledetider for bygging av strømmnett



Økt konfliktnivå og manglende sosial legitimitet kombinert med lang leveringstid forsinker utbyggingen av nett og kraft

Natur og miljø

Hensynet til natur og miljø er aktualisert med den pågående naturkrisen, med strenge krav til utredninger i konsesjonsprosesser. Vurderinger og vedtak blir ofte påklaget med begrunnelse i at naturverdier ikke er tilstrekkelig kartlagt eller ikke vurdert tilstrekkelig.



Urfolks rettigheter

Etter at Høyesterett fastslo at vindkraftanleggene på Fosen er i strid med menneskerettighetene, har samiske rettigheter blitt grundigere vurdert i arbeidet med ny kraft og nytt nett. Særlig i reinbeiteområder er konfliktnivået høyt, som omfatter opptil 40 % av Norges landareal (brutto).

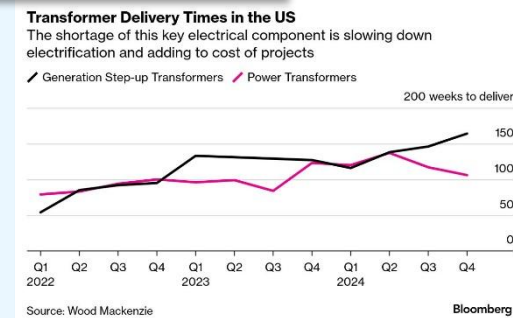


Leveringstid

Leveringstiden på nettkomponenter har økt betydelig de siste årene, der priser og tilgjengelighet har blitt en voksende utfordring. Transformatorer er særlig krevende å få tak i og flere nettselskaper bestiller eller vurderer å bestille før behovet oppstår.

TU

Mangel på transformatorer hindrer det grønne skiftet

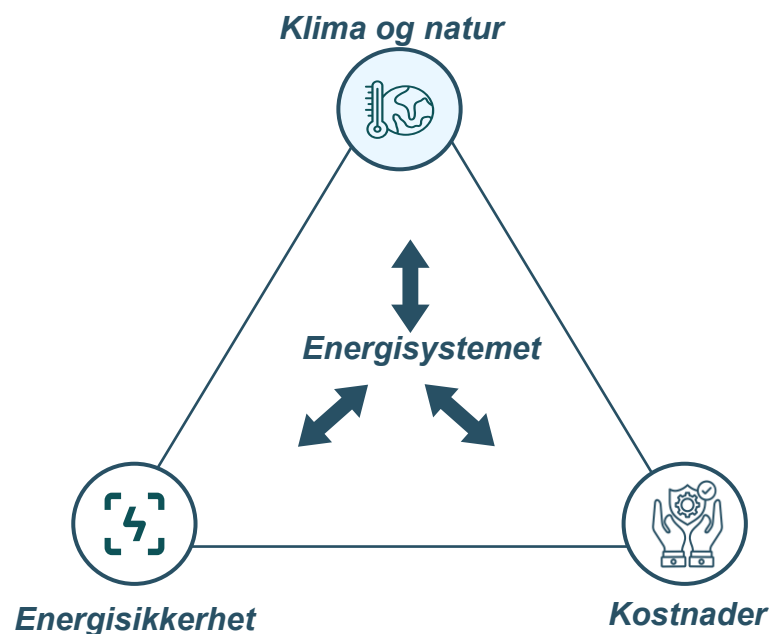


Bidrar til lange konsesjonsprosesser og færre byggetillatelser

Bidrar til lang tid for planlegging og bygging

Samlet peker siste års geopolitiske hendelser på nye økonomiske og sikkerhetspolitiske prioriteringer som også vil påvirke energisystemet

Energitrilemma med økende vekt på klima og natur frem mot 2020-tallet



Siste års samfunnsutvikling og geopolitiske hendelser utvider målkonfliktene for energisystemet



Russlands invasjon av Ukraina utfordrer sikkerhet og energiforsyningsikkerhet

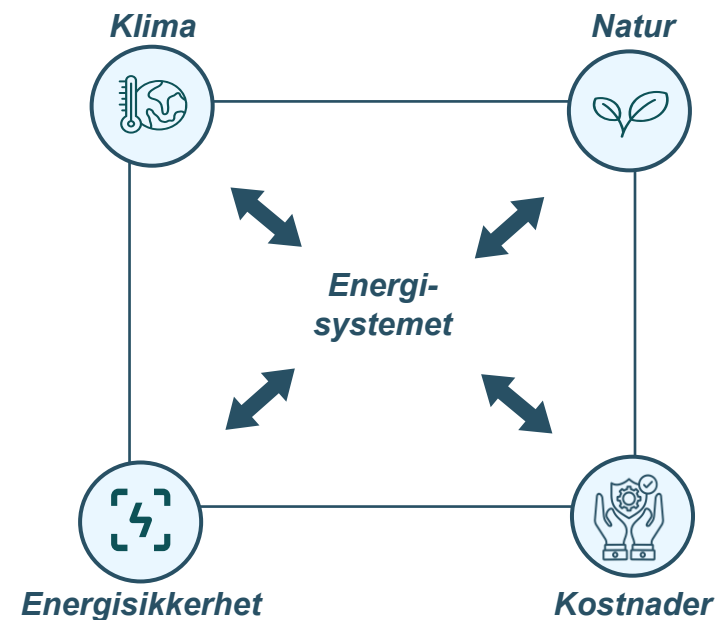


Stormaktsrivalisering forsterkes under Trump og global forsynings-sikkerhet og konkurranseevne settes på prøve



Klimaforandringer og naturkrisen blir tydeligere

Konfliktene blir stadig sterkere og vil påvirke utviklingen energisystemet fremover



2020

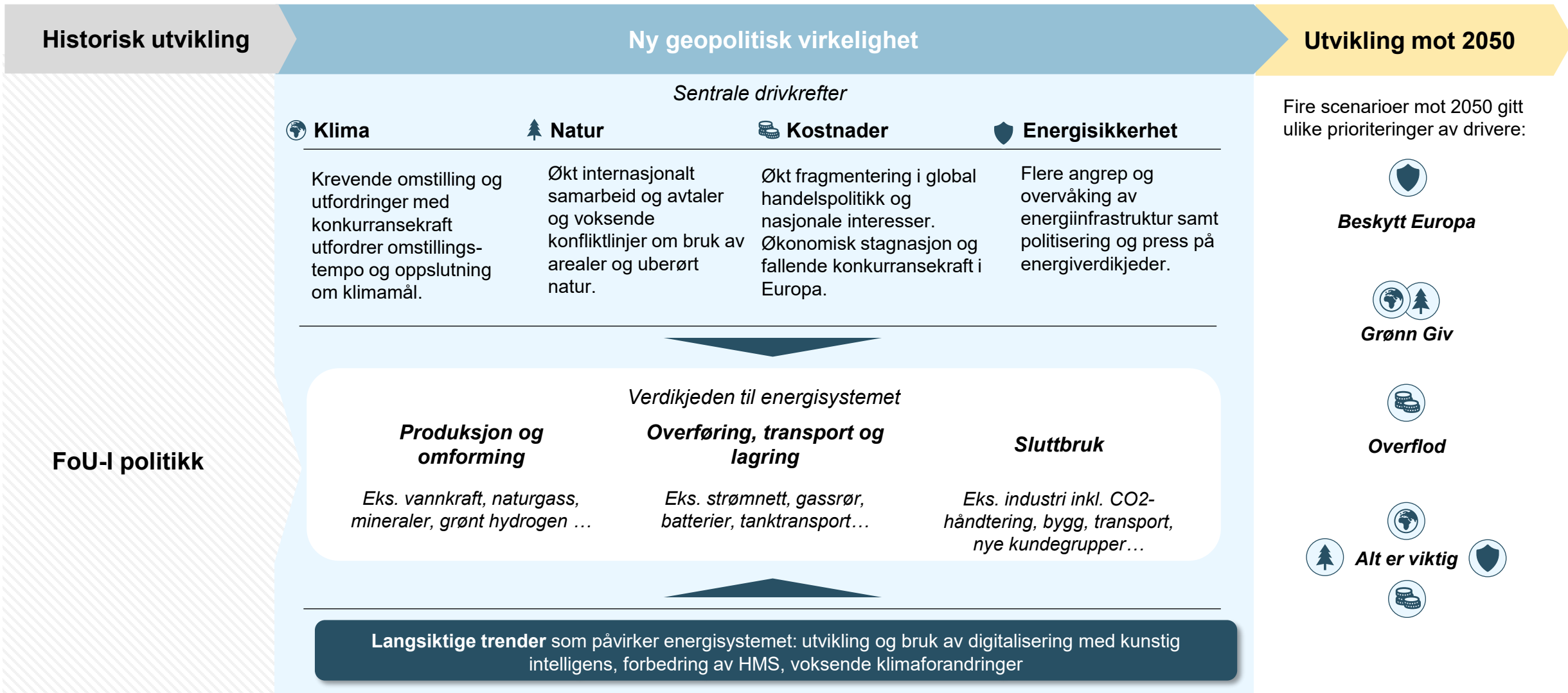
2025

Innhold

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136



Drivere og utvikling av energisystemet: Flere langsiktige uavhengige trender påvirker utformingen av fremtidens energisystem



Langsiktige trender: Digitalisering og kunstig intelligens vil bidra til å optimalisere energisystemet, men vil også kreve mye kraft

1 Datasentre skaper historisk vekst i strømmetterspørsel

- **Global dobling til 2030:** Datasentre vil ifølge IEA mer enn doble sitt strømforbruk fra 415 TWh (1,5 % av global elektrisitet) til 945 TWh innen 2030 – tilsvarende hele Japans årlige forbruk. I USA vil datasentre stå for nesten halvparten av all ny strømmetterspørsel.
- **Europeiske datasenterklynger under press:** Europa har 15 % av globalt datasenterforbruk, med store konsentrasjoner i Dublin, Frankfurt og Paris. I Irland utgjør datasentre allerede 20 % av strømforbruket, noe som skaper betydelige lokale nettutfordringer.
- **Nettkapasitet som kritisk flaskehals:** Cirka 20 % av planlagte datasenterprosjekter risikerer forsinkelser grunnet nettbegrensninger. Nye overføringslinjer tar 4-8 år å bygge, og leveringstider for transformatorer og kabler har doblet seg de siste tre årene.

2 KI kan frigjøre betydelige effektivitetsgevinster

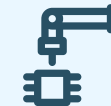
- **Kraftnett og infrastruktur:** IEA estimerer at KI-basert feildeteksjon kan redusere strømbrudd med 30-50 %. Fjernmålinger og KI-styring kan frigjøre opptil 175 GW eksisterende nettkapasitet uten å bygge nye linjer – mer enn datasenterøkningen til 2030.
- **Olje og gass:** KI kan brukes til å forbedre reservoarmodellering, predikere utvinningsrater og optimalisere drift. IEA viser til at dette kan gi 5–10 % høyere utvinningsgrad, betydelige kostnadsbesparelser og utslippsreduksjoner.



Europeiske selskaper har over 50 % markedsandel innen industriell automasjon, en kritisk muliggjør for å ta i bruk KI i produksjon.

3 Kompetanse og forsyningskjeder må adresseres strategisk

- **Kompetansegap som hovedbarriere:** Mangel på KI-ekspertise er den dominerende grunnen til at europeiske bedrifter ikke tar i bruk KI. KI-ferdigheter er betydelig lavere i energisektoren enn i andre sektorer, noe som krever målrettede kompetansetiltak.
- **Sårbare forsyningskjeder:** Kina kontrollerer ~99 % av global gallium-produksjon (kritisk for avanserte databrikker), mens taiwanske TSMC har 65 % av brikke-produksjonsmarkedet. Etterspørselen etter gallium til datasentre kan nå 10 % av dagens tilbud innen 2030.



Europa leder i produksjonsutstyr for brikker (ASML, Carl Zeiss) og industriell automasjon. Horisont Europa investerer €95,5 mrd i digitalisering og grønn omstilling, men bredere KI-kompetanse i energisektoren må prioriteres.

Langsiktige trender: Klimaet endres og krever tilpasninger i energisystemet

Norsk klima vil bli varmere, villere og våtere

Framskrivning for Norge mot 2071-2100 i et høyt utslippsscenario (SSP3-7.0)
- avvik fra gjennomsnitt i perioden 1991-2020



+3,4°C

middeltemperatur



-53 dager

vintersesong



+11%

total nedbør



–Kraftig nedbør, flom og jordskred, havnivåstigning, isbreer som smelter, snø som forsvinner, lengre sommertørke: I Norge er det vann, og mangel på vann, som er den største klimautfordringen.

Irene Brox Nilsen, Hydrolog ved NVE.

Endret klima presser frem nye behov og krav i energisystemet

Ekstremvær og temperatur belaster strømmnett: Økende nedbørsintensitet med kraftig regn og flom kan skade overføringslinjer og transformatorer. Stigende temperaturer reduserer overføringskapasitet og øker tap i nettet. Stormer med kraftig vind skader transmisjons- og distribusjonslinjer, noe som krever infrastrukturforsterkning og bedre værbasert overvåking.

Tøffere driftvilkår i og ved havet: Norge kan få en relativ havnivåstigning på 36 cm i 2100, med økt hyppighet av høye vannstander og mer kraftfulle bølger i Barentshavet og Nord-Norge som følge av tilbaketrekning av is i Arktis.

Kritiske mineraler utsatt: Produksjon av litium, nikkel, kobolt og kobber møter forstyrrelser fra flom, tørke og ekstremvær i store produksjonsregioner. Over 80% av verdens litiumgruver vil oppleve tørrere klima mens nikkel/kobolt møter våtere forhold, noe som truer forsyningssikkerhet for ren energiteknologi.



Endret klima skjerper kravene til beredskap og diversifisering i drift, planlegging og design av energisystemet

Langsiktige trender: Helse, miljø og sikkerhet (HMS) forblir et prioritert område for bransje og myndigheter – energisystemet må svare ut flere nye HMS-utfordringer

Energinæringene jobber allerede med å adressere flere HMS-utfordringer

Petroleumsbransjen



- Sikre arbeidsforhold, beskyttelse mot utslipp av giftige stoffer, støy, tungt utstyr, arbeidsmengde
- Overvåking og forebygging av lekkasjer av kjemikalier til miljøet
- Begrense klimagassutslipp
- Risikohåndtering ved storulykker som branner og eksplosjonsfare

Kraftbransjen



- Arbeid med høye spenningsnivåer
- Store høyder og store komponenter med fare fallulykker og klemming
- Avsidesliggende infrastruktur med lengre vei til hjelp
- Sikring av infrastruktur mot lokalmiljøer

Nye utfordringer venter som krever nye risikovurderinger, protokoller og opplæring



Nye energibærere og –teknologier

Gir nye utfordringer i alle ledd i energiverdikjedene. Hydrogen er forbundet med økt eksplosjonsfare, ammoniakk er svært giftig og batterier kan være brann- og eksplosjonsutsatte.



Klimaforandringer og mer ekstremvær

Varmere klima kan i økende grad påvirke nettdrift med varmgang og redusert kapasitet om sommeren, vannkraftverk må kunne håndtere økte nedbørsmengder og utvikling av infrastruktur må hensynta økt skredfare og flom.



Cybersikkerhet med økt integrasjon og digitalisering

Ettersom energisystemet blir mer elektrifisert, integrert og digitalisert øker sårbarheten for cyberangrep. Fremveksten av KI kan bidra til å redusere sårbarhet, men kan også utgjøre en økt trussel i angrep.



Sikker drift med økt fjernstyring

Økt fjernstyring kan redusere risikoen for personskader, men stiller også nye krav til hvordan systemer og rutiner utformes ved regulær drift og håndtering av utfall.

Energiomstillingen går fremover, men forsinkes av voksende barrierer og nye prioriteringer innenfor Energi2050s områder





Produksjon og omforming

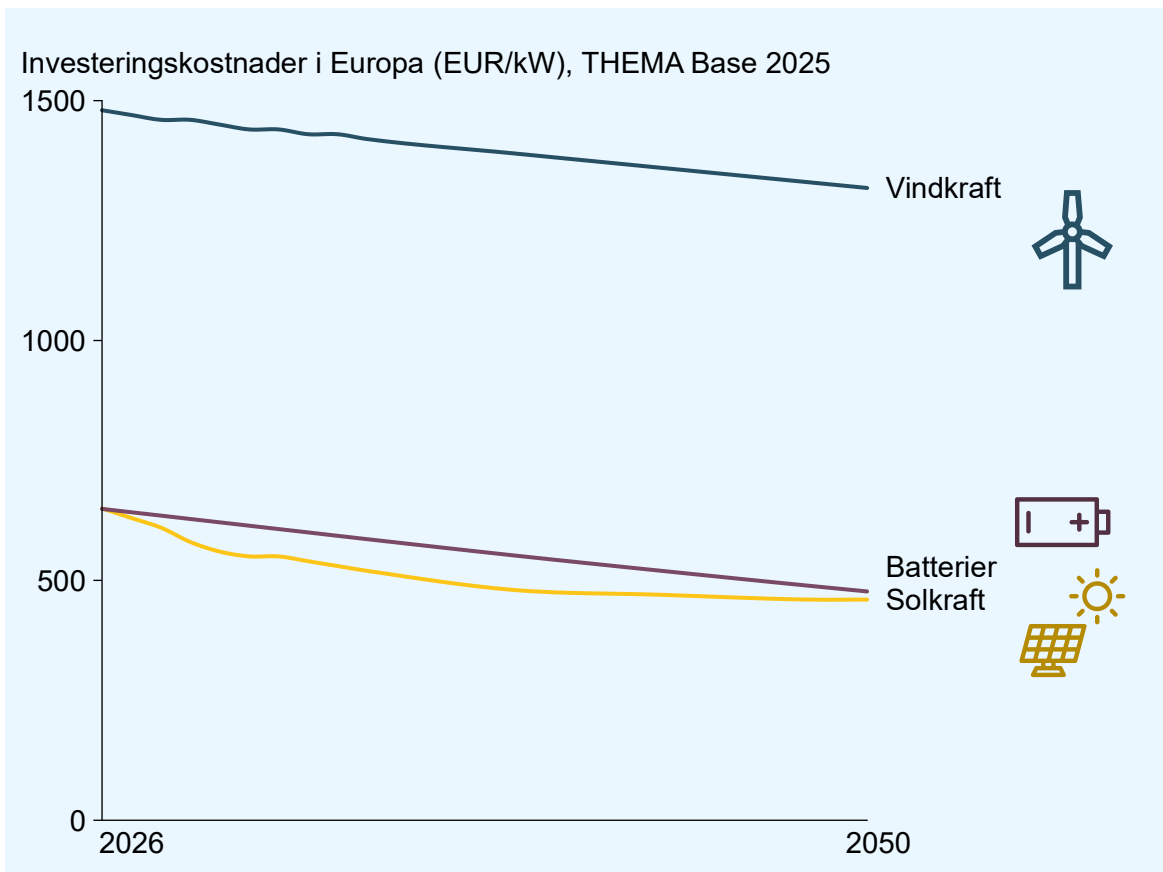
Kraftproduksjon
Varmeproduksjon
Havbunnsmineralutvinning
Drivstoffproduksjon

Sentrale utviklingstrekk innen **produksjon og omforming** som treffer Energi2050s områder

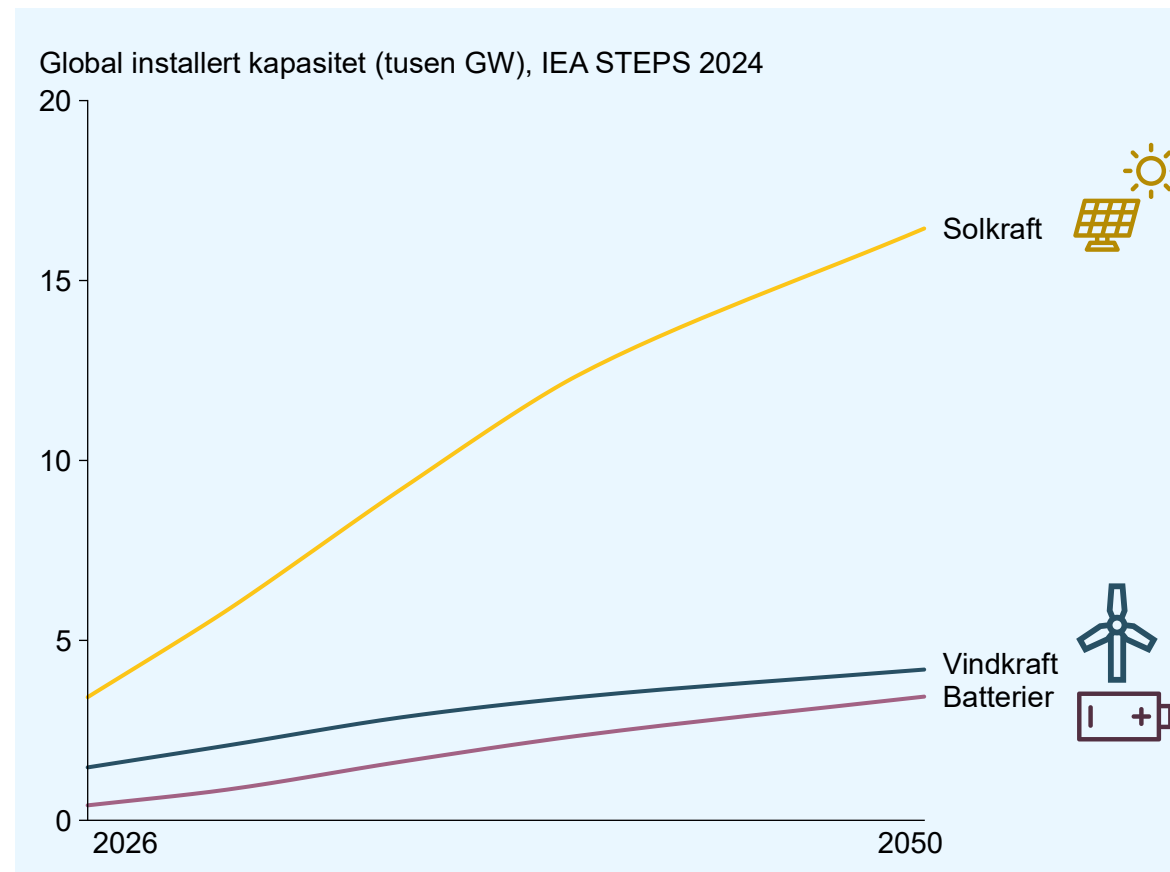
- 1 Kostnadsfall på kjente fornybarteknologier gir forventinger til betydelige investeringer internasjonalt
- 2 Kostnader for ny fornybar varierer mellom land – sol- og vindkraft er 70 % dyrere i Europa enn i Asia
- 3 Globale investeringer i nye, grønne teknologier falt i 2024
- 4 I Norge er det økt usikkerhet rundt investeringer i hydrogen, havvind og batteriproduksjon
- 5 Norge har gitt konsesjon til lite ny kraft etter 2019, men på lengre sikt er vindkraft ventet å løfte utbyggingen
- 6 Økende behov for fleksibilitet styrker gasskraftkapasitet i Europa og effektoppgraderinger av vannkraft i Norge
- 7 Kjernekraft får en renessanse som en utslippsfri grunnlastforsyning med lavt naturavtrykk lokalt
- 8 Små modulære reaktorer kan tidligst komme i drift i Norge rundt 2040, selv med en rask politisk beslutning
- 9 Norsk sokkel er i en modningsfase der de mest attraktive områdene er utforsket
- 10 Produksjonsvolumet på sokkelen er ventet å falle, men utfallsrommet er betydelig
- 11 Norsk sokkel er konkurransedyktig på drift, men har høye lete- og investeringskostnader
- 12 Teknologit utvikling har potensial til å øke produksjonen fra eksisterende felt
- 13 Havbunnsmineraler representerer en ny industrimulighet på norsk sokkel
- 14 Mineralressursene på sokkelen kan tilsvare verdien av oljefondet og bli en betydelig kilde til verdiskaping
- 15 Gruvedrift på havbunnen møter motstand internasjonalt og fra norsk miljøbevegelse

Kostnadsfall på kjente fornybarteknologier gir forventninger til betydelige investeringer internasjonalt

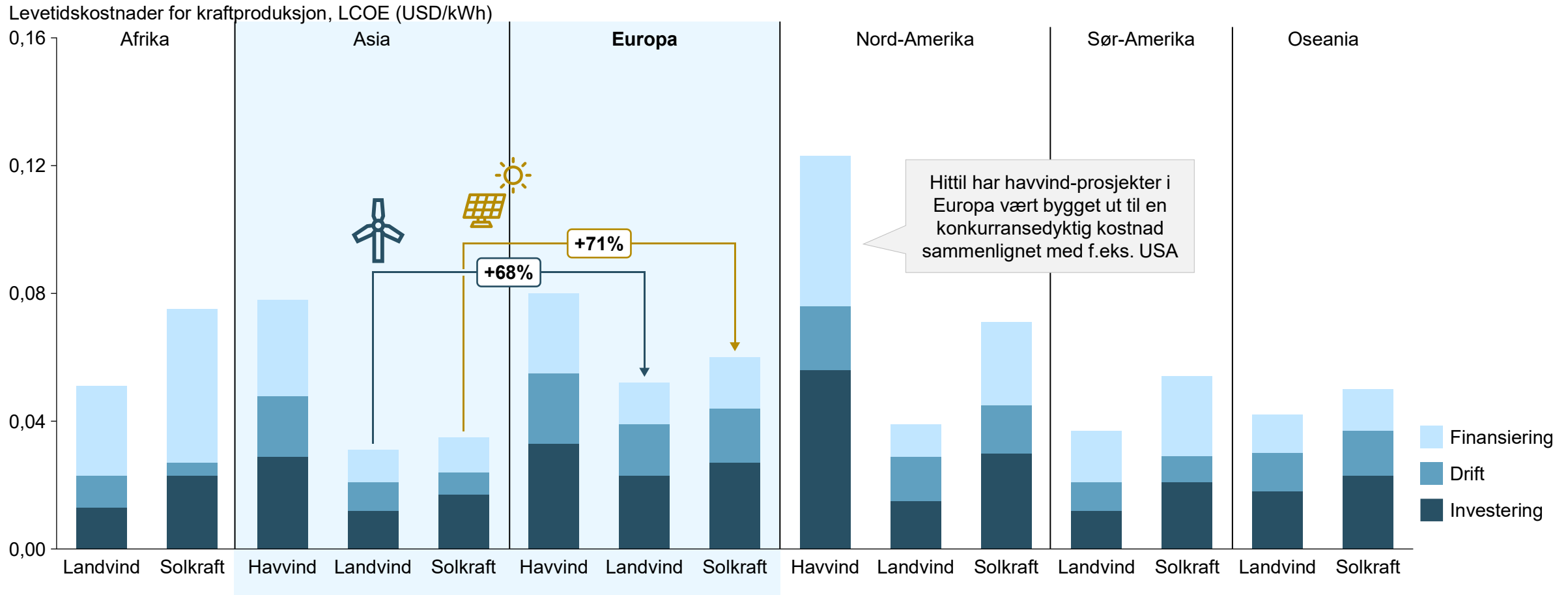
Kostnader for vind, sol og batterier er ventet å falle videre



Lavere og fallende kostnader er den største driveren til global utbygging

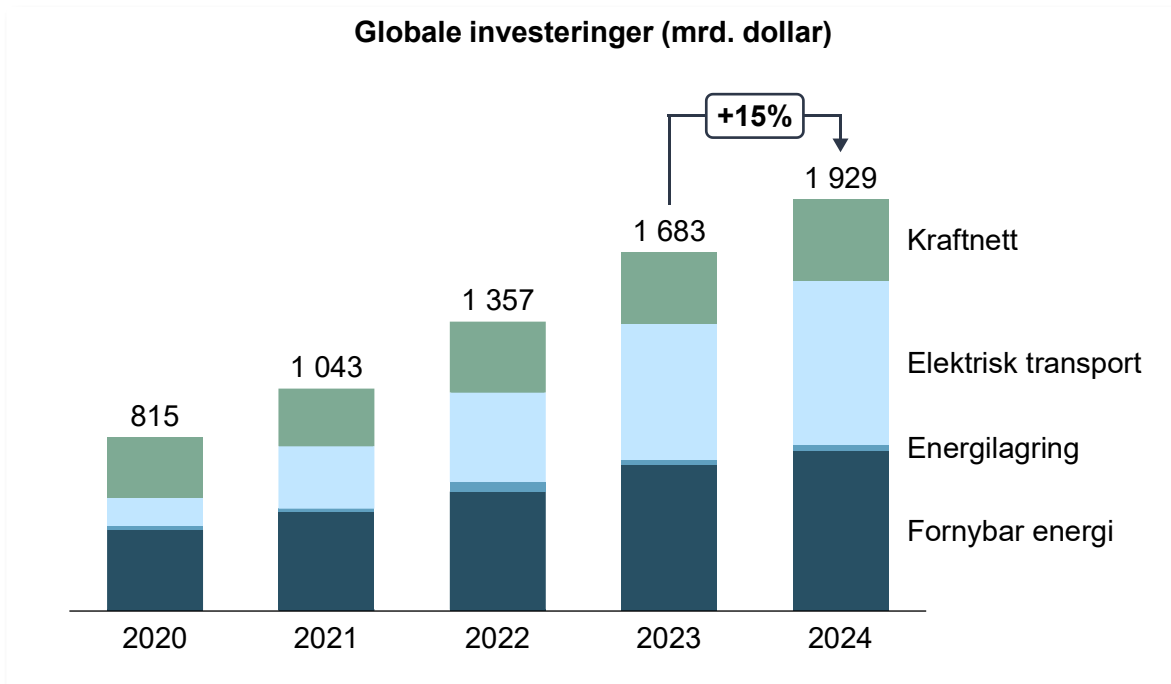


Kostnader for ny fornybar varierer mellom land – sol- og vindkraft er **70 % dyrere i Europa** enn i Asia



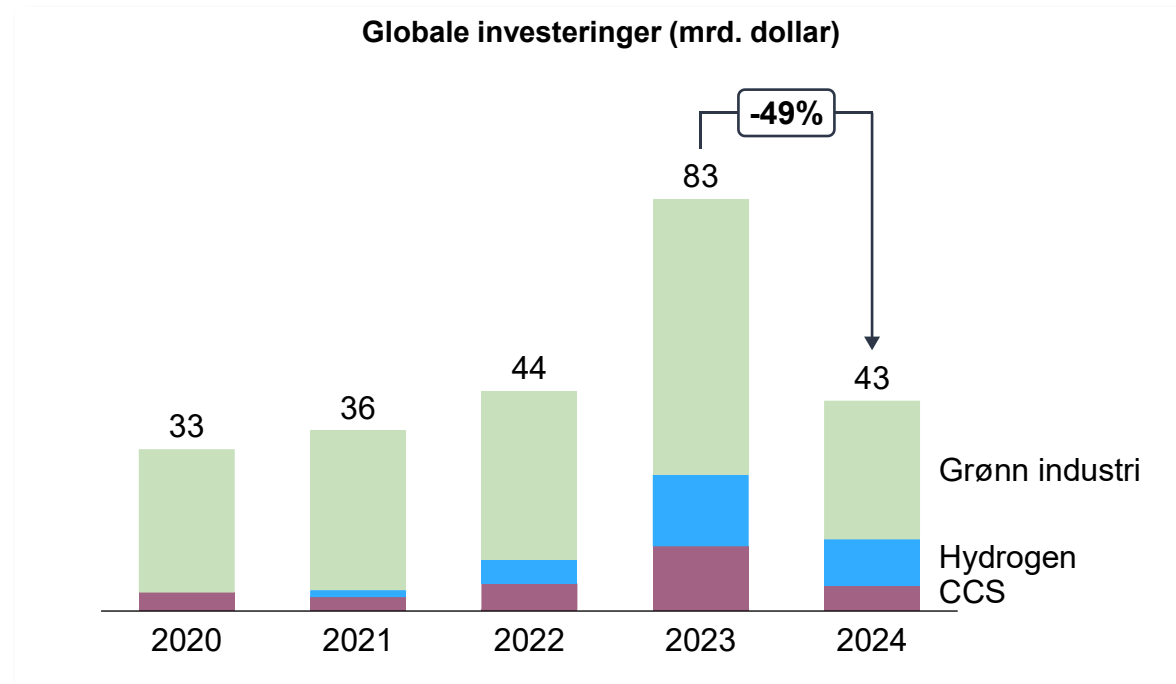
Globale investeringer i nye, grønne teknologier falt i 2024

Sterk investeringsvekst globalt i modne, grønne teknologier



Investeringer i moderne teknologier har økt jevnt mellom 2020 og 2024. De største investeringene går til fornybar energi, strømnnett og elektrifisering av transport.

Brått investeringsfall i umodne, grønne teknologier i 2024



Investeringer i umodne teknologier økte særlig mellom 2023 og 2023. Dette ble fulgt av en halvering fra 2023 til 2024.

I Norge er det økt usikkerhet rundt investeringer i **hydrogen, havvind og batteriproduksjon**

Prosjekter utsettes, stanses og blir dyrere enn anslått



The screenshot shows two news articles. The top article is from NRK, titled 'Freyr sier opp ansatte i Mo i Rana: Betydelig nedskalering'. The bottom article is from Bergens Tidende, titled 'Hydrogenprosjekter utsettes og droppes. – Vi er superskuffet'.

NRK Nordland Logg på

Nyhetscenter Mobilvideo Snakk med oss TV Radio Tips oss!

Freyr sier opp ansatte i Mo i Rana: Betydelig nedskalering

På grunn av knallhard konkurranse fra Kina må batteriselskape opp flere ansatte og gjøre «betydelige nedskaleringer». Nå set produksjonen av battericeller i Mo i Rana på pause.

Bergens Tidende 14°

Hydrogenprosjekter utsettes og droppes. – Vi er superskuffet.

Store hydrogenprosjekter sliter, og flere aksjer har falt mye. – Det er krevende nå, sier lederen av Norsk Hydrogenforum.

DN

Kun to søknader til flytende havvind-prosjekt: – Urovekkende, mener Høyre

Regjeringen ville dele ut tre prosjektområder, men har bare fått to søknader, blant annet fra Equinor. Høyre frykter at konkurransen som skulle utvikle teknologi og kutte kostnader, uteblir.

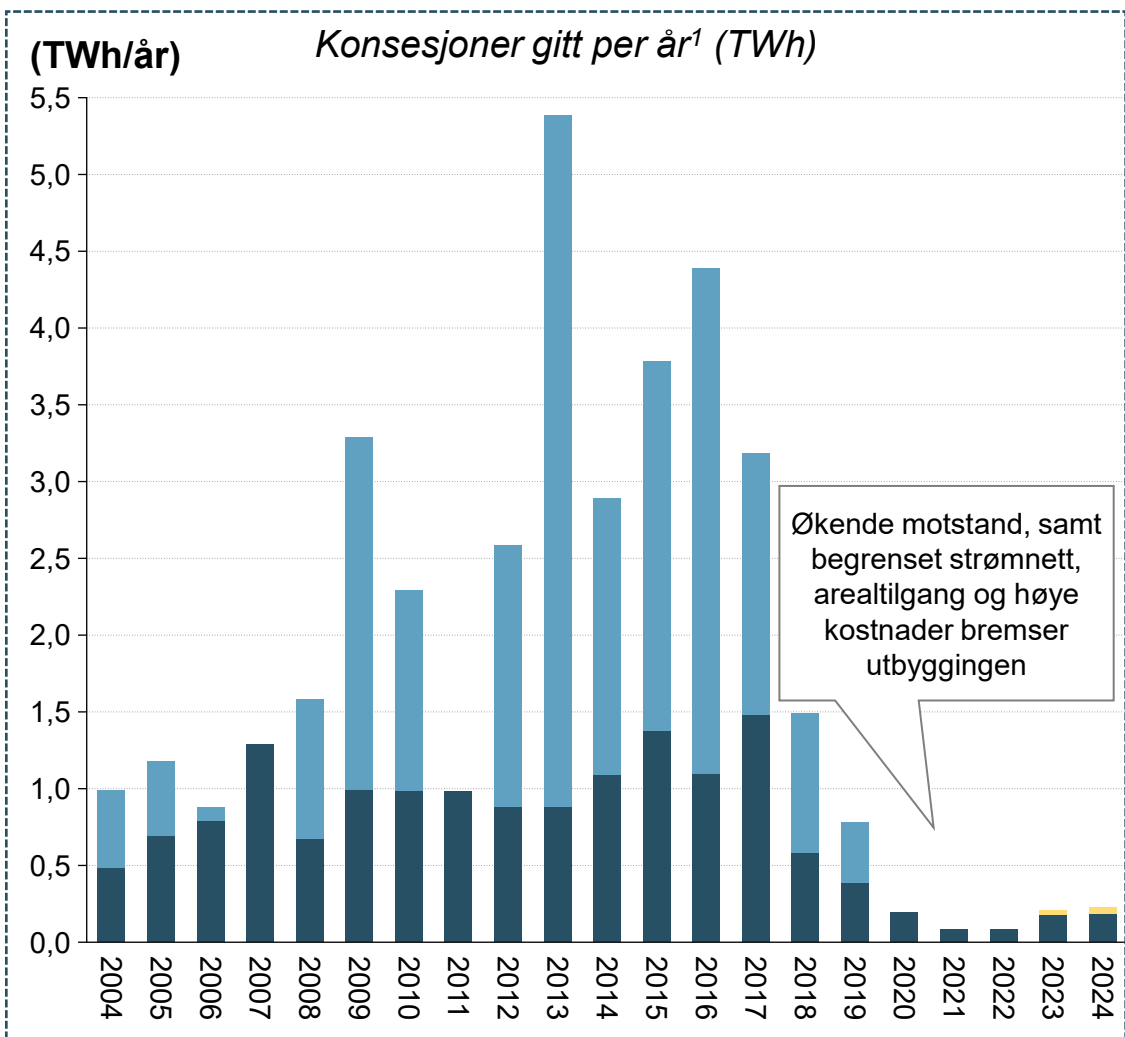
Skuffende teknologiutvikling, økte finansieringskostnader og manglende nettilgang pekes på som sentrale barrierer

Teknologiutvikling: Forventningene til kostnadsreduksjoner innen hydrogen, havvind og batteriproduksjon har ikke blitt innfridd i samme tempo som antatt. Hydrogenproduksjon gjennom elektrolyse er fortsatt betydelig dyrere enn fossil hydrogen, og effektivitetstapene gjør teknologien mindre konkurransedyktig. Havvindprosjekter sliter med høyere installasjonskostnader enn ventet, spesielt flytende havvind. For batteriproduksjon har ikke automatiseringsgevinstene materialisert seg raskt nok til å konkurrere med etablerte produsenter i Asia.

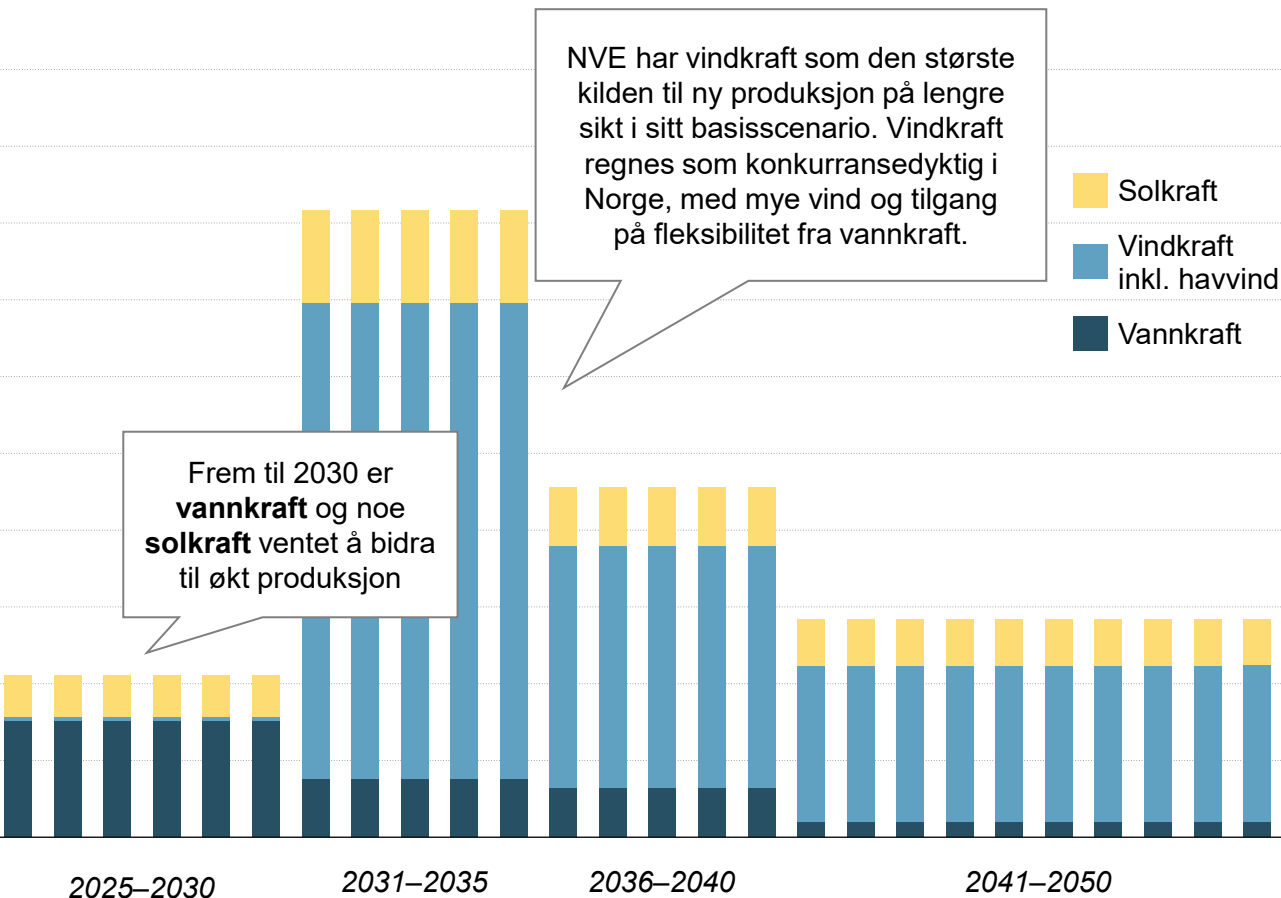
Finansieringskostnader: Det globale renteklimaet har endret seg dramatisk siden 2021, med kraftig renteøkning som rammer kapitalintensive energiprojekter særlig hardt. Når rentene stiger, blir prosjekter med store forhåndskostnader og lang tilbakebetalingstid mindre lønnsomme. Norske og internasjonale investorer krever høyere avkastningskrav, og banker er mer restriktive med utlån til umodne teknologier. Kombinert med usikkerhet rundt fremtidig kraftpris og støtteordninger har dette ført til at flere store aktører har satt investeringsbeslutninger på vent.

Manglende nett: Norges strømmnett står overfor store kapasitetsutfordringer som direkte begrenser utviklingen av nye energiprojekter. Mange industriområder og potensielle havvindlokasjoner mangler tilstrekkelig nettinfrastruktur. Utbyggingstiden for nye kraftlinjer kan ta 10-15 år, noe som skaper betydelig usikkerhet for investorer. Statnett har varslet om begrenset ledig kapasitet i flere regioner, og køen av prosjekter som venter på nettilknytning vokser.

Norge har gitt konsesjon til lite ny kraft etter 2019, men på lengre sikt er vindkraft ventet å løfte utbyggingen



Ny kraft i drift i NVE Langsiktig kraftmarkedsanalyse 2025, Basis-scenari²

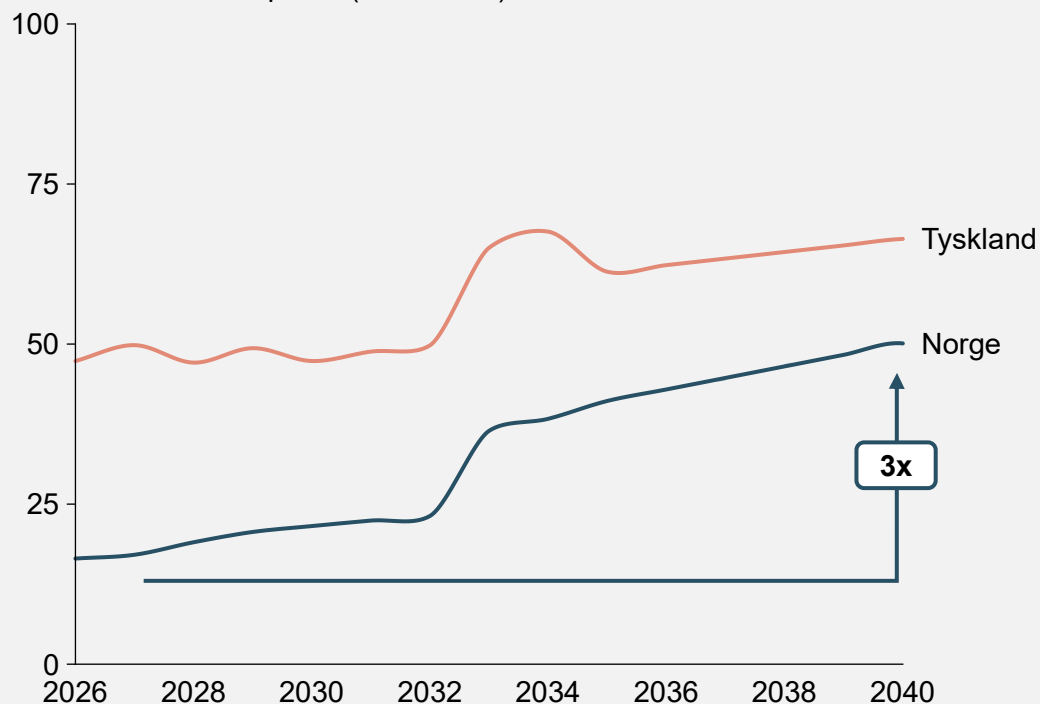


Økende behov for fleksibilitet driver utvidet gasskraftkapasitet i Europa og effektoppgraderinger av vannkraft i Norge

Prisvolatiliteten er ventet å øke kraftig fremover

THEMA Market Outlook, September 2025 Base

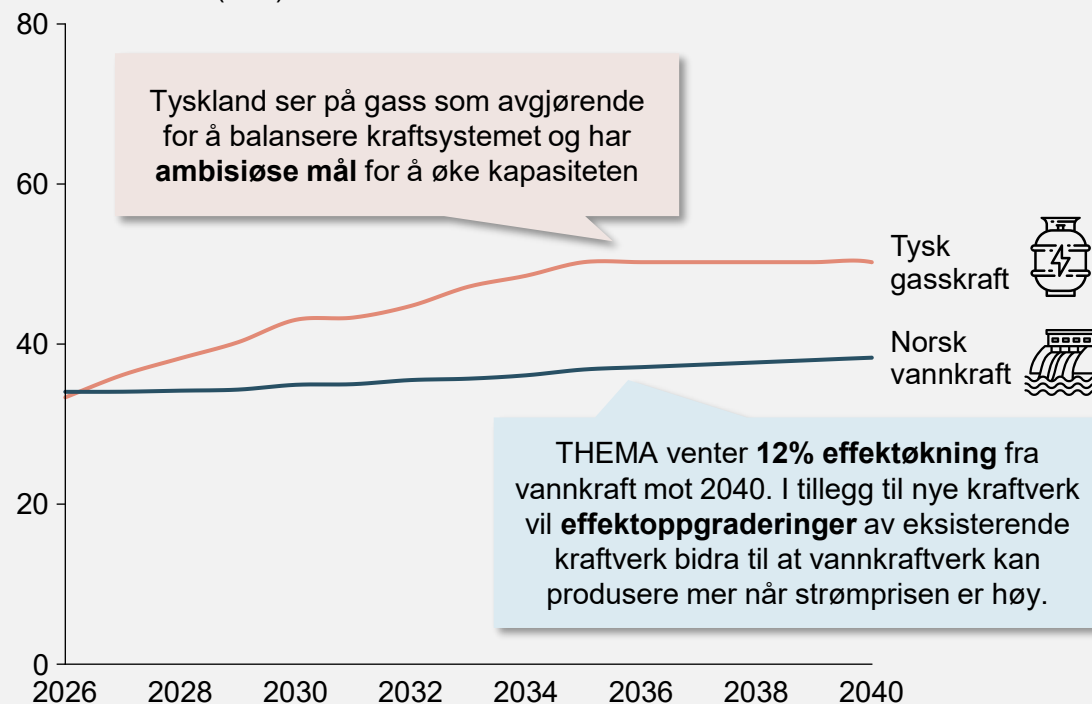
Standardavvik, timepriser (EUR/MWh)



... som igjen vil drive investeringer i fleksibel produksjon

THEMA Market Outlook, September 2025 Base

Installert effekt (GW)



Kjernekraft får en renessanse som en utslippsfri grunnlastforsyning med lavt naturavtrykk lokalt

Behovet for utslippsfri energi, større konflikter rundt fornybart og teknologi-utvikling gir kjernekraft en oppsving

Behovet for avkarbonisert grunnlast

Kjernekraft kan produsere kontinuerlig i kraftsystemet, i motsetning til fornybare energikilder som vind og sol. Det kan redusere behovet for energilagring, som er en av utfordringene når fossil energi skal fases ut.

Nytt teknologikonsept gir håp om lavere risiko, komersiell serieproduksjon og nye bruksområder

Små, modulære reaktorer (SMR) har potensial for serieproduksjon på fabrikk. Med ny teknologi og lavere reaktortype kan SMR bli enklere å produsere, drifte og transportere enn tradisjonelle kjernekraftverk. SMR-design kan potensielt åpne for nye bruksområder som lokal kraft- og varmeproduksjon til industri, mobile og offgrid energileveranser og direktekobling til forbrukspunkter som datasenter.

Lavt naturavtrykk lokalt

Kjernekraft er blant de minst arealkrevende produksjonsformene. Natur- og miljøkonflikter en av de største utfordringene for kraftutbygging, også i Norge.

Nye, kommersielle teknologikonsepter planlagt for 2030-tallet

Utvalgte SMR-design under utvikling

Selskap og SMR-design	Loka-sjon	Teknologi og kapasitet	Ventet start
 GE Hitachi, BWRX-300		BWR, 300 MWe	2029
 NuScale, VOYGR		PWR, 77x6 MWe	innen 2030
 Rolls-Royce, RR-470		PWR, <470 MWe	midten av 2030-tallet
 EDF NUWARD		PWR, < 400 MWe	2030-tallet

Norsk interesse for kjernekraft øker og det er utnevnt et offentlig utvalg

1) Kjernekraftutvalget leverer rapport våren 2026

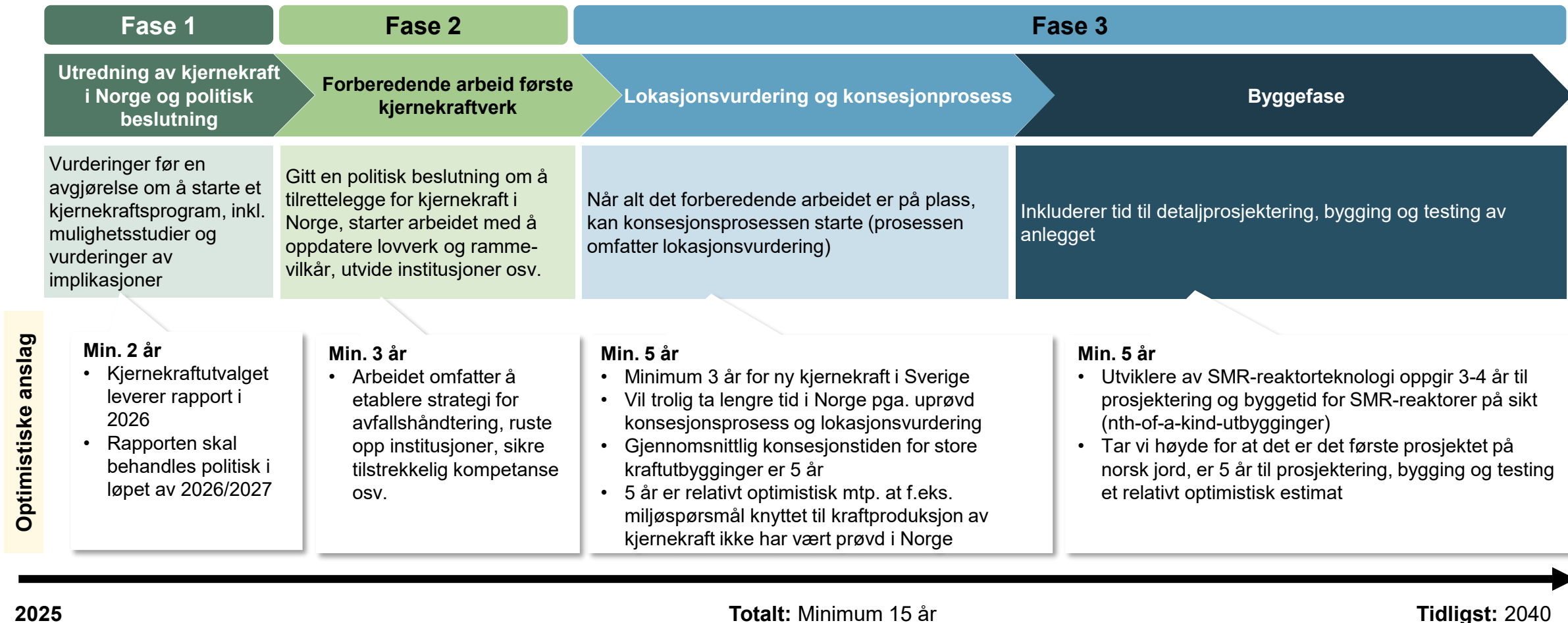
I Norge har kjernekraft gått fra å være en klar "ikke-sak" til å bli et tema mange politiske partier har en tydelig mening om. I juni 2024 leverte den norske regjeringen mandat for et **offentlig utvalg** som skal utrede kjernekraft som mulig kraftkilde.

2) Norske kommuner og befolkning er positive

Over 80 kommuner har meldt sin interesse for å utrede bygging av kjernekraft og over 60 norske kommuner er medlemmer i Norske kjernekraftkommuner. I tillegg er mer enn 50 prosent av Norges befolkning er positive til å produsere elektrisitet fra kjernekraft i Norge (2024).

Små modulære reaktorer kan tidligst komme i drift i Norge rundt 2040, selv med en rask politisk beslutning og det går fort å få på plass nødvendige institusjoner

Det internasjonale atomenergibyråets milepælstilnærming

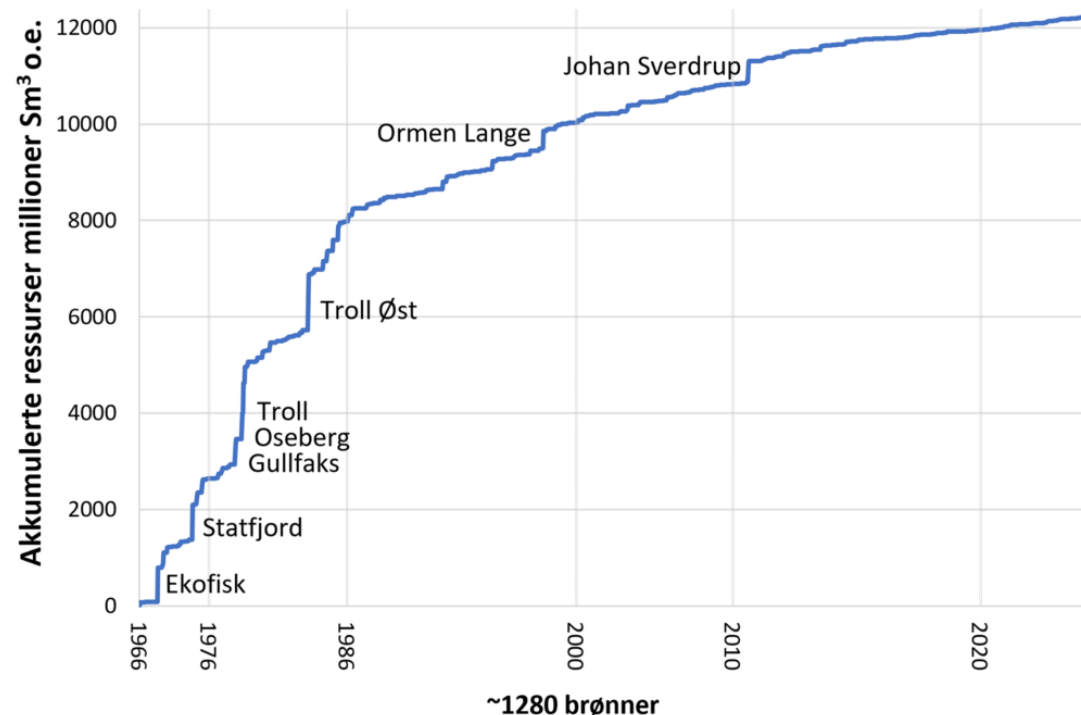


Kilder: Oversikten er sammenstilt av THEMA ifm. en Mulighetsstudie for kjernekraft i Innlandet (2025)

En mulighetsstudie gjennomført av Vattenfall i 2023 viste til at det minimum vil ta 9 – 11 år før et nytt kjernekraftverk (både SMR og tradisjonell) kan være i drift. Da er det bare konsesjons, prosjekterings- og byggetiden som er inkludert, siden Sverige allerede har kjernekraft, og kan utnytte eksisterende infrastruktur (Vattenfall, 2019)

Norsk sokkel er i en modningsfase der de mest attraktive områdene er utforsket

Kumulativ ressurstilvekst på norsk sokkel per undersøkelsesbrønn, 1966-2024

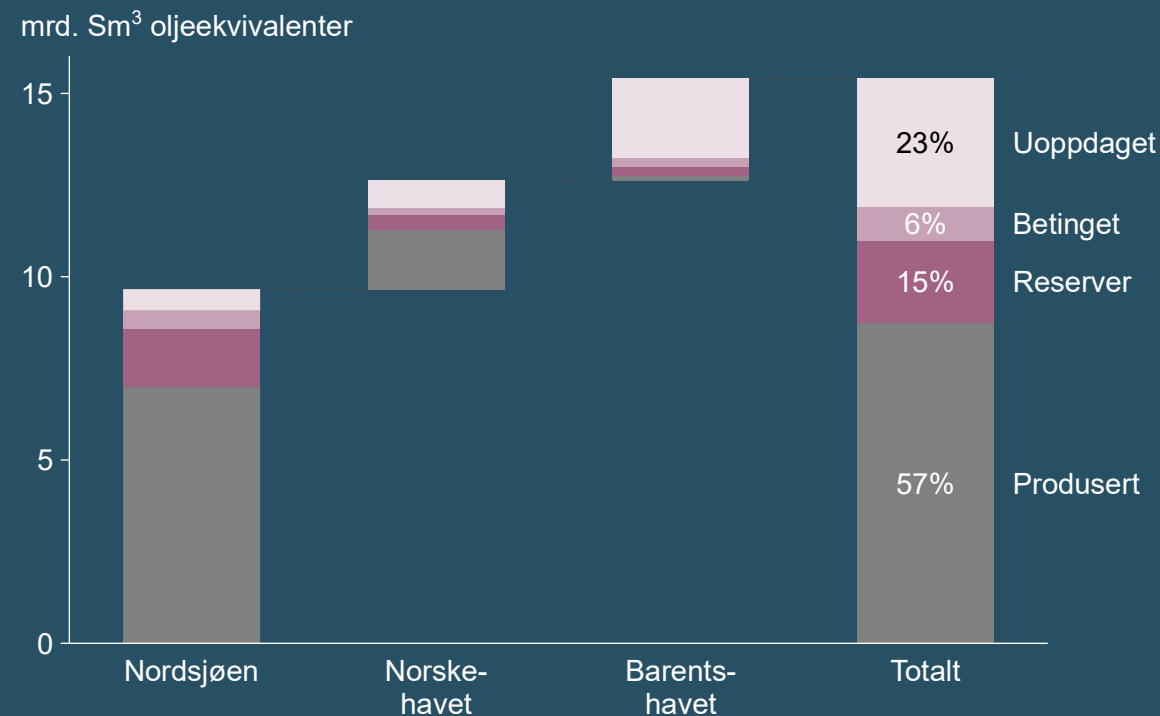


Flere av de største funnene på norsk sokkel ble påvist i de første 20 årene med leting. Figuren viser store sprang for funn som Ekofisk i 1969, Statfjord i 1974 og Troll i 1979. Etter hvert har kurven flatet ut, men funn som Johan Sverdrup i 2010 har gitt nye hopp. Totalt sett har det vært en jevn, men moderat ressurstilvekst de siste årene, med 42 avsluttede letebrønner og 16 nye funn i 2024.

Kilde: Norsk Petroleum (2025), Leteaktivitet på norsk sokkel

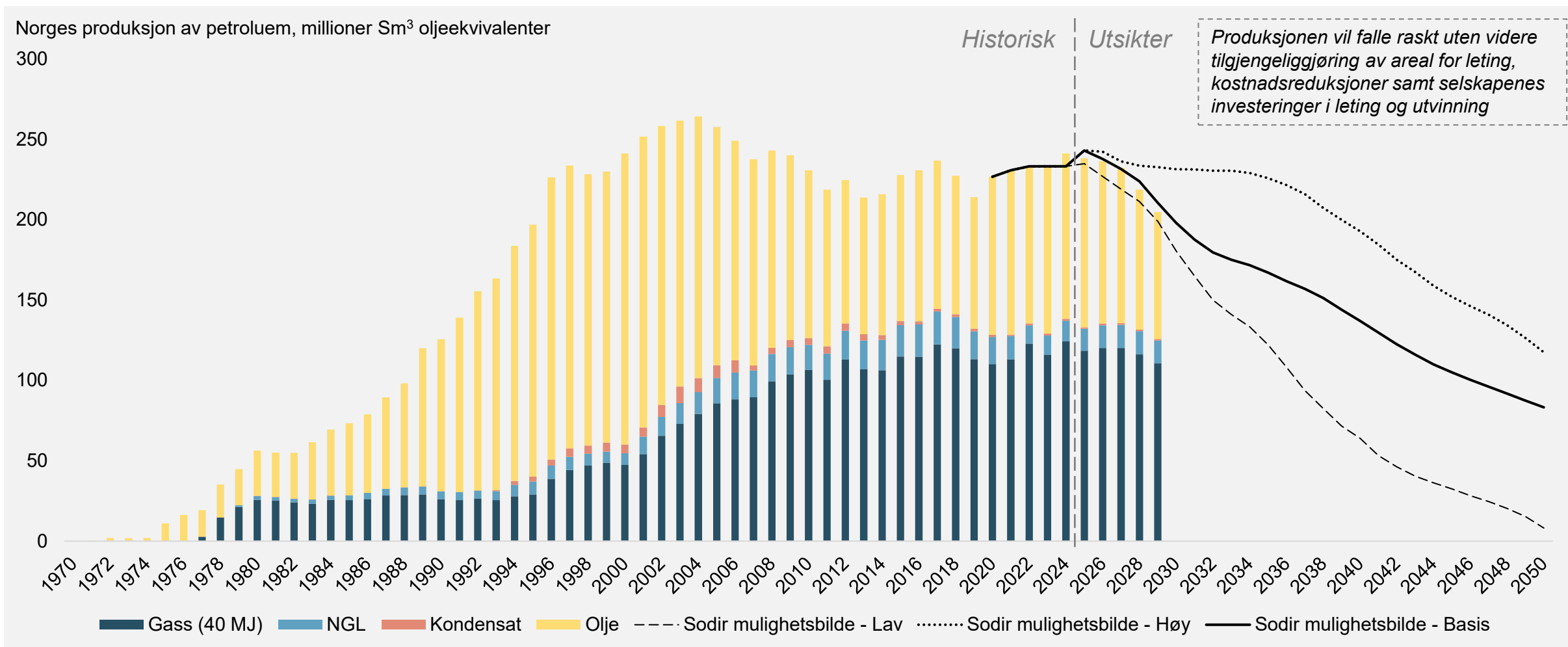
Fremdeles er over 40 % av utvinnbare ressurser ikke produsert

Totale utvinnbare petroleumsressurser i norske områder



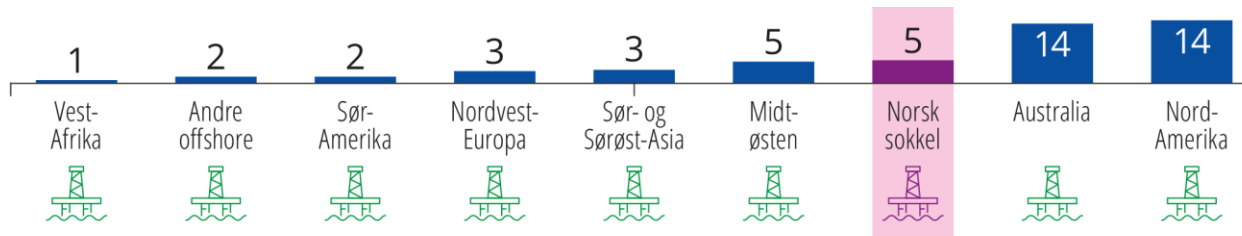
Sokkeldirektoratet antar at 57 prosent av de tilgjengelige petroleumsressursene på sokkelen er produsert. Blant de gjenværende ressursene anslås halvparten å være uoppdaget med de største utforskede områdene i Barentshavet.

Produksjonsvolumet på sokkelen er ventet å falle, men utfallsrommet er betydelig

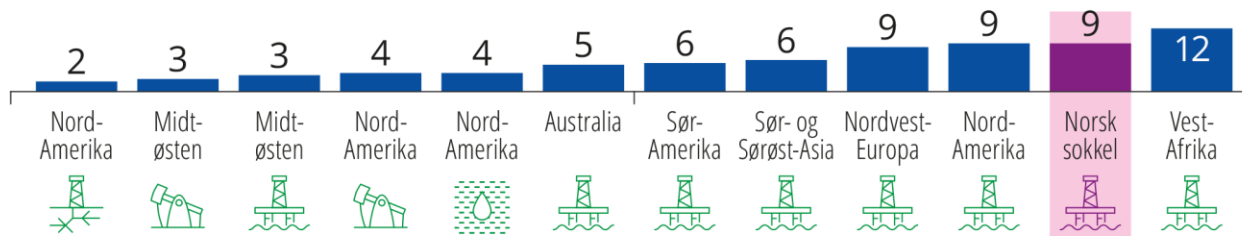


Norsk sokkel er konkurransedyktig på drift, men har høye lete- og investeringskostnader

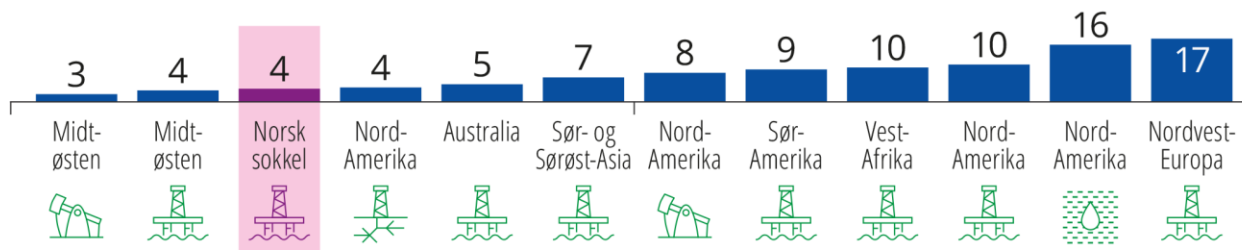
Letekostnader per fat funnet (USD/fat)*



Investeringer per fat (USD/fat)**



Driftskostnader per fat (USD/fat)***



 Offshore  Skifer, ukonvensjonell  Onshore konvensjonell  Oljesander, ukonvensjonell

*Letekostnader per fat, kun offshore. Inkluderer bare kommersielle funn der offentlig informasjon er tilgjengelig. Gjennomsnitt for 2019 og 2020. **Greenfield-investeringer knyttet til sanksjonerte olje- og gassfelt i inneværende år, volumvektet gjennomsnitt for 2019 og 2020. ***Driftskostnader inkluderer ikke transportkostnader og skatt. Inkluderer kun driftskostnader knyttet til produksjon av hydrokarboner i tillegg til salgs-, generelle og administrative utgifter. Justert etter: OG21 (2021).

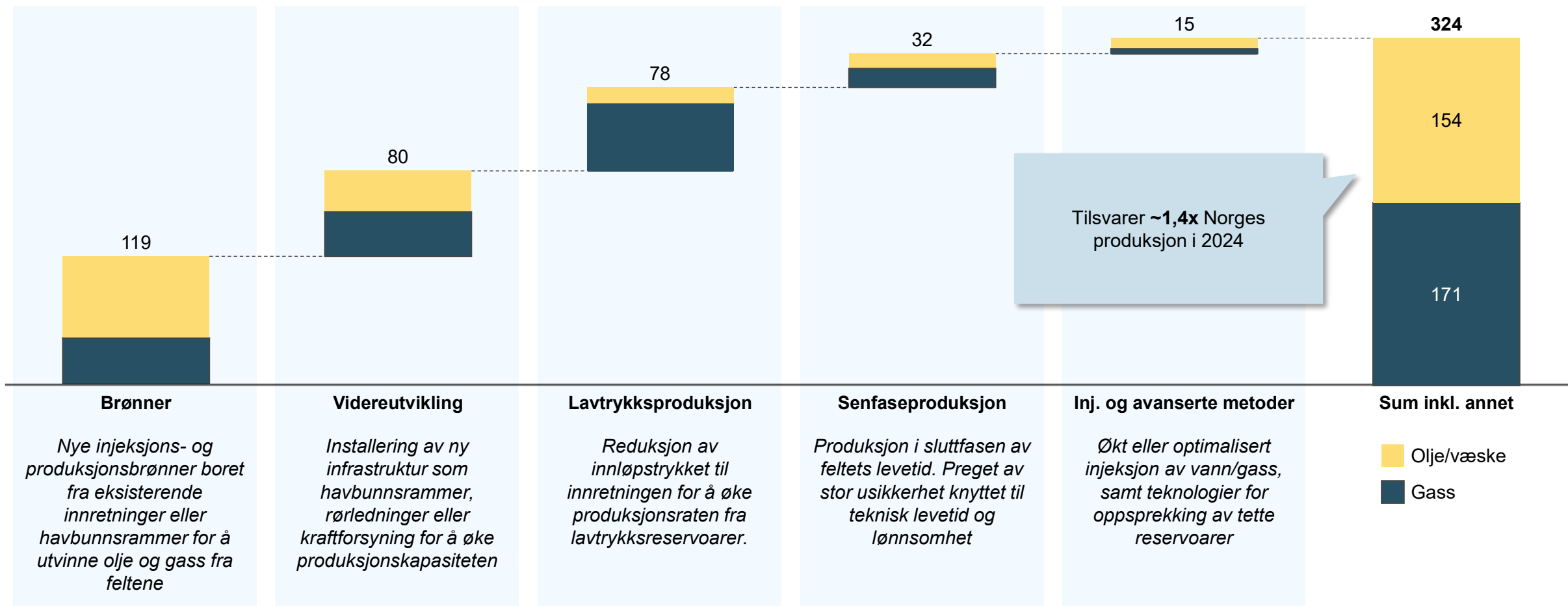
Kilde: Sokkeldirektoratet (2024), [Ressursrapport](#)

- Norsk sokkel er blant de **mest effektive produksjonsområdene** globalt, kun overgått av Midtøsten. Dette bidrar til langsiktig konkurransekraft og attraktivitet for investorer, til tross for utfordrende værforhold og avstander til havs.
- Lete- og investeringskostnader er derimot i den høyere enden**, men kompenseres av store gjenværende ressurser, etablert infrastruktur og stabile politiske rammebetingelser som reduserer risiko.

› Videre kostnadsreduksjoner for leting og utbygging blir dermed avgjørende for å opprettholde konkurranseevnen etter hvert som eksisterende felt modnes.

Teknologiutvikling har potensial til å øke produksjonen fra eksisterende felt

Innrapporterte, men ikke besluttede tiltak i 2023 som kan bidra til økt væskeutvinning (Sm³ o.e.)



Havbunnsmineraler representerer en ny industrimulighet på norsk sokkel

Flere kartlagte mineraler innenfor åpnete områder



Figuren viser prøver og forekomster av mineraler fra norske dyphavsområder. Blå linje representerer området som er åpnet for kommersiell virksomhet av Stortinget.

Havbunnsmineraler på sokkelen har en høy konsentrasjon av metaller

- Mineralene inkluderer sulfider, manganskorper og mangannoduler funnet på 1000–4000 meters dyp.
- De inneholder metaller som kobber, kobolt, litium, mangan, nikkel, sink og sjeldne jordarter.
- Etterspørselen øker på grunn av batterier, vindmøller og elektronikk, med høye konsentrasjoner i norske forekomster som Jøtul-feltet (opptil 29,5 % kobber).

Vedtatte reguleringer skal sikre ansvarlig håndtering og miljøvern

- Havbunnsmineralloven trådte i kraft 1. juli 2019 og regulerer undersøkelser og utvinning.
- Energidepartementet har ansvaret, med Søkeldirektoratet som faginstans for konsekvensutredninger og dataadministrasjon.
- Utvinning krever stortingsbehandling og dokumentasjon på at aktiviteter skjer uten vesentlig miljøskade.

Utforskning av havbunnen pågår, men første konsesjonsrunde er satt på vent

- Stortinget har åpnet et definert område for mineralvirksomhet, og selskaper kan søke om tillatelser i eventuelle fremtidige konsesjonsrunder.
- Første konsesjonsrunde var opprinnelig planlagt i 2025, men ble satt på vent etter budsjettforhandlinger i Stortinget.
- I mellomtiden pågår videre datainnsamling på ressurser og miljø, samt videreutvikling av det regulatoriske rammeverket – der 5 forskrifter allerede er vedtatt.

Mineralressursene på sokkelen kan tilsvare verdien av oljefondet ...

Estimerte tilstedeværende ressurser i utredningsområdet for havbunnsmineraler

Metall	Mengde ¹ (tusen tonn)	Markedsverdi ² (mrd. kr.)
Kobber	38 100	4 223
Gull	2	3 255
Mangan	185 000	3 204
Scandium	56	1 842
Kobolt	4 058	1 742
Sølv	85	1 439
Sink	45 000	1 344
Hafnium	15	750
Magnesium	24 100	524
Titan	8 400	508
Neodym	420	412
Dysprosium	86	216
Andre	4 912	844
Totalt	310 235	20 303

*20 tusen mrd. kr.
er oljefondets verdi
per okt. 2025*

¹Forventningsverdi fra [Sokkeldirektoratets ressursvurdering i 2023](#), rent metallinnhold uten vurdering av utvinnelsesgrad.

²Forenklet brutto markedsverdiestimat basert på metallmengde og tilgjengelige markedspriser per 21.10.2025.

... og bli en betydelig kilde til verdiskaping

Rystad Energy peker på flere kilder til verdiskaping fra havbunnsmineraler

- En norsk havbunnsmineralindustri kan ha et inntekstpotensial på opptil 200 mrd. kr. i 2050**
 - Rystad Energy har tegnet opp fire scenarier for havbunnsmineraler i Norge, med ulikt antall prosjekter avhengig av ressurspotensial og -konsentrasjon.
 - Gitt høyt potensial og høy konsentrasjon beregnes årlig inntekstpotensial til industrien samlet til ca. 200 mrd. kr. (USD 20 mrd.).
 - Til sammenlikning var inntekter fra petroleumssektoren ca. 700 mrd. kr. i 2008 og ~500 mrd. kr. i 2019.
- Havbunnsmineraler vil dra nytte av all eksisterende kompetanse på olje og gass og kan skape opptil 21 000 arbeidsplasser**
 - Omtrent all industrikompetanse fra norsk olje- og gass er anvendbar i utvinning av mineraler på havbunnen, f.eks. seismikk, subsea, boring og marine operasjoner.
 - Estimert sysselsetting er 3 000-21 000 årsverk avhengig av scenario, der eksport og internasjonal leverandørindustri utgjør omtrent halvparten.
 - Til sammenlikning utgjorde fiskerinæringen i 2019 ca 9 000 årsverk og olje og gass ca. 140 000.
- For å utvikle en konkurransedyktig leverandørindustri er det viktig å være tidlig ute**
 - Nøkkelen til Norges suksess med offshore olje og gass var å bygge en lokal industri mens markedet var ungt.
 - Sentralisert og sårbar global metallforsyning skaper et behov for nye, lokale kilder i f.eks. Europa.
 - Norge er godt posisjonert med ny havbunnsminerallovgivning (2019) og god kjennskap til sokkelen.

Kilde: [Rystad Energy \(2020\)](#)

Gruvedrift på havbunnen møter motstand internasjonalt og fra norsk miljøbevegelse

EU og andre internasjonale aktører mener føre-var-prinsippet bør legges til grunn for å verne dyphavsområder

Føre-var prinsippet ligger til grunn hos den internasjonale havbunnsmyndigheten og i EU.

Den internasjonale havbunnsmyndigheten og EU krever tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag før nye inngrep i marine miljøer og legger føre-var-prinsippet til grunn for å bevare økosystemer. EU, sammen med flere land og nærmere 70 internasjonale selskaper, ønsker å innføre et midlertidig forbud mot utvinning av havbunnsmineraler til konsekvensene er godt dokumentert.

Norge påvirkes av EUs linje og markedsinteressen. EUs føre-var linje og politisk motstand kan gjøre kapital- og markedstilgang krevende for norske aktører. Flere store selskaper har signalisert at de ikke vil bruke mineraler fra havbunnen, noe som kan begrense etterspørselen i europeiske verdikjeder. Likevel peker Dragi-rapporten på havbunnsmineraler som en mulig kilde til kritiske råmaterialer, og EU har bevilget betydelige midler til forskning på havbunnsmineraler.

Samlet kan utviklingen innebære økt regulatorisk, markedsmessig og omdømmemessig risiko for Norge

Konsesjonstildeling er blitt videre utsatt denne stortingsperioden i budsjettforhandlinger for 2026

TU

Ledige stillinger

Nyhetsbrev

Nyhetsstudio

Tips oss

INDUSTRI

SV om leting etter havbunnsmineraler: – Har planer om å stoppe det

Tre av fire av Aps nye samarbeidspartnere på Stortinget har signert opprop mot gruvedrift på havbunnen.





Overføring, transport og lagring

Olje- og gassrørledninger
Strømnett
Varmerørnett
Tanktransport
CO₂-rørledning
Lagring

Sentrale utviklingstrekk innen **overføring og lagring** som treffer Energi2050s områder

- 1** Skifte fra molekyler til elektroner øker betydningen av kraftsystemet og utvider fokuset fra LCOE til totale systemkostnader
- 2** Høyere volatilitet i produksjon øker behov for energilagring og smarte løsninger som bidrar til fleksibilitet og bedre kapasitetsutnyttelse
- 3** Kunstig intelligens muliggjør nye teknologier og løsninger for bedre utnyttelse av nettkapasitet gjennom prediktiv vedlikehold, lastprognoser og optimal drift
- 4** Behovet for utbygging av nett og infrastruktur øker, samtidig vil lange ledetider og høyere kostnader på komponenter kunne sinke energiomstillingen
- 5** Nye trusler skjerper kravene til sikring av infrastruktur og systemdrift ved uforutsette hendelser, og gir behov for tettere koordinering mellom kraft og petroleum
- 6** Mellomlandsforbindelser blir viktigere for å oppnå en sikker og effektiv utnyttelse av europeisk kraft
- 7** Storskala hydrogenrørinfrastruktur mellom Norge og Europa er teknisk mulig, men lagt på is med manglende markedsutvikling
- 8** Norge er med Northern Lights ledende i Europa innen lagring av CO₂ og har stort potensial for å ta i mot store mengder CO₂ fremover
- 9** Storskala CO₂-infrastruktur under utvikling er viktig for klimamål og Norges muligheter innen CO₂-lagring
- 10** Økt interesse for norsk gass i Europa kan aktualisere utviklingen av rørinfrastruktur i Barentshavet

Skifte fra molekyler til elektroner øker betydningen av kraftsystemet og utvider fokuset fra LCOE til totale systemkostnader

- › **Endret produksjonsmiks og økt etterspørsel gir nye utfordring:** Samtidig som kraftetterspørselen øker i Norge, vil produksjonsmiksen både i Norge og våre naboland endres mot 2035, som gir større prissvingninger, flere perioder med nullpriser og større sesongvariasjoner. Dette øker behovet for reserver, balanse og fleksibilitet i systemet, som ikke fanges opp i tradisjonelle LCOE-beregninger.

Hva er LCOE?

- Levelized Cost of Electricity (LCOE) er et mål på gjennomsnittlig kostnad per produsert kWh over levetiden til et kraftverk.
- Brukes ofte til å sammenligne kostnadseffektivitet mellom ulike teknologier (f.eks. sol vs. vind vs. gass).
- Begrenser seg til produksjonskostnader – inkluderer ikke systempåvirkning.

Hva er systemkostnader? Systemkostnader inkluderer alle kostnader som oppstår for å integrere og håndtere energiproduksjon og forbruk i systemet:

- Energikostnader: selve produksjonen (LCOE)
- Infrastrukturkostnader: nettutbygging, transformatorer, digitalisering
- Balansekostnader: reserver, frekvensregulering, ubalanseavregning
- Kapasitetsmarkeder: betaling for tilgjengelighet, ikke bare produksjon
- Fleksibilitet og lagring: batterier, demand response, varmepumper
- Sikkerhet og robusthet: beredskap, cybersikkerhet, redundans

Hva skjer med totalkostnadene når vi går over til fornybart?

Økt fornybar produksjon (særlig sol og vind) har lav LCOE og kan redusere energikostnadene i systemet. Dette skyldes at marginalkostnaden for produksjon er nær null, og at ressursene er gratis (sol og vind). Samtidig er investeringskostnadene fallende, og teknologiene er modne.

Men overgangen til fornybart medfører også økte kostnader på andre områder:

- **Balansekostnader:** Mer variabel produksjon gir behov for mer reserver, frekvensregulering og ubalanseavregning. Noen av disse tjenestene vil vind- og solkraft kunne bidra med selv.
- **Infrastrukturkostnader:** Nye nett må bygges for å koble til desentralisert og væravhengig produksjon.
- **Kapasitetskostnader:** Fornybar kraft trenger backup eller lagring for å sikre forsyningssikkerhet.
- **Systemintegrasjon:** Digitale løsninger, styringssystemer og markedsdesign må tilpasses.

Totalkostnaden for systemet er derfor ikke entydig lavere – selv om energikostnaden isolert sett kan gå ned. I praksis vil **omstillingskostnader** dominere i en overgangsperiode, der investeringer i nett, fleksibilitet og digitalisering må gjøres parallelt med utfasing av fossil energi.

- › *På lang sikt kan et godt integrert og fleksibelt fornybart system være billigere enn dagens fossilbaserte system – men det krever at hele systemet tilpasses, og at kostnadene vurderes helhetlig.*

Høyere volatilitet i produksjon øker behov for energilagring og smarte løsninger som bidrar til fleksibilitet og bedre kapasitetsutnyttelse

- › Den økende andelen væravhengig kraftproduksjon og økt energiforbruk som skal dekkes av elektrisitet i Norge og Europa har gjort fleksibilitet til en sentral systemegenskap.
- › I takt med at produksjonen blir mer volatil og forbruket mer uforutsigbart, øker behovet for løsninger som kan balansere nettet og utnytte eksisterende infrastruktur mer effektivt. Dette gjelder både kortsiktig balanse (time for time) og langsiktig kapasitetsutnyttelse.

Energilagring: Hvilke løsninger har vi?

- **Vannkraftmagasiner** har tradisjonelt vært Norges viktigste fleksibilitetsressurs, men er i tørrår ikke tilstrekkelig alene.
- **Batterilagring** vokser raskt i Europa, med over 10 GW installert kapasitet i 2022 og forventet over 100 GW innen 2030 (IEA, 2023).
- **Hydrogen og termisk lagring** vurderes som langsiktige løsninger, men er foreløpig begrenset i omfang.

Forbruker- fleksibilitet: Hva innebærer det?

- **Forbrukerfleksibilitet** refererer til evnen til å endre eller tilpasse elektrisitetsforbruket hos sluttbrukere, som respons på pris- eller systemmessige signaler. Dette kan skje manuelt, automatisk eller via tredjepartsaktører (aggregatører), og har som mål å bidra til bedre balanse i kraftsystemet og mer effektiv kapasitetsutnyttelse.
- Forbrukerfleksibilitet har vært diskutert i lang tid, men realisering på stor skala har vært utfordrende. Barrierer inkluderer teknologisk modenhet, lav forbrukerrespons, og manglende integrasjon med systemdrift.

Det er flere utfordringer knyttet til å ta i bruk disse løsningene i stor skala

- Teknologi og interoperabilitet: Mange bygg og installasjoner mangler styringssystemer som kan respondere på pris- eller systemsignaler.
- Adferd og insentiver: Forbrukere har lav betalingsvilje for fleksibilitet, og få insentiver til å endre forbruksmønstre.
- Markedsdesign: Dagens markeder er i liten grad tilrettelagt for småskala fleksibilitet, og aggregatører har begrenset tilgang.
- Datatilgang og sikkerhet: Sanntidsdata er nødvendig for styring, men gir også utfordringer knyttet til personvern og cybersikkerhet.

Både EU og Norge har initiativ som peker på en utvikling i forbrukerfleksibilitet fremover

- Økt politisk og regulatorisk fokus på fleksibilitet som systemtjeneste.
- Flere pilotprosjekter og kommersielle initiativer, særlig innen bygg, elbillading og industri.
- EU og IEA peker på behov for ny markedsdesign som belønner fleksibilitet, inkludert lokal markedsintegrasjon og aggregering.
- Norge: Statnett har åpnet for forbrukerfleksibilitet i balansemarkedene, og flere pilotprosjekter er i gang. NODES har utviklet en markedsplattform for lokal fleksibilitet.

Kunstig intelligens muliggjør nye teknologier og løsninger for bedre utnyttelse av nettkapasitet gjennom prediktiv vedlikehold, lastprognoser og optimal drift

- › IEA (2025) fremhever at kunstig intelligens (KI) er i ferd med å bli en kjernekomponent i fremtidens energisystem. Teknologien gir mulighet for mer presis, rask og datadrevet styring av kraftsystemet – noe som er avgjørende i en tid med økende elektrifisering og mer variabel produksjon.

Bruksområder og teknologier (basert på IEA 2025)

Sanntidsanalyse og prediktivt vedlikehold

- KI brukes til å analysere sanntidsdata fra sensorer og driftssystemer.
- IEA viser til at dette kan redusere vedlikeholdskostnader med opptil 30-40 % og forbedre påliteligheten.

Optimalisering av lastflyt og fornybar integrasjon

- KI-algoritmer muliggjør dynamisk styring av lastflyt basert på produksjonsprognoser og nettbegrensninger.
- IEA peker på at dette kan redusere behovet for nedregulering av fornybar kraft med opptil 25 %.

Feildeteksjon og automatisert respons

- Maskinlæring brukes til å identifisere feil i komponenter før de oppstår.
- Automatisert respons kan redusere nedetid og forbedre systemets robusthet.

Etterspørselsstyring og forbrukerfleksibilitet

- KI-modeller kan forutsi forbruksmønstre og styre fleksible laster som elbillading og varmepumper.
- IEA anslår at KI-basert styring kan øke utnyttelsen av forbrukerfleksibilitet med 20-30 % sammenlignet med tradisjonelle metoder.

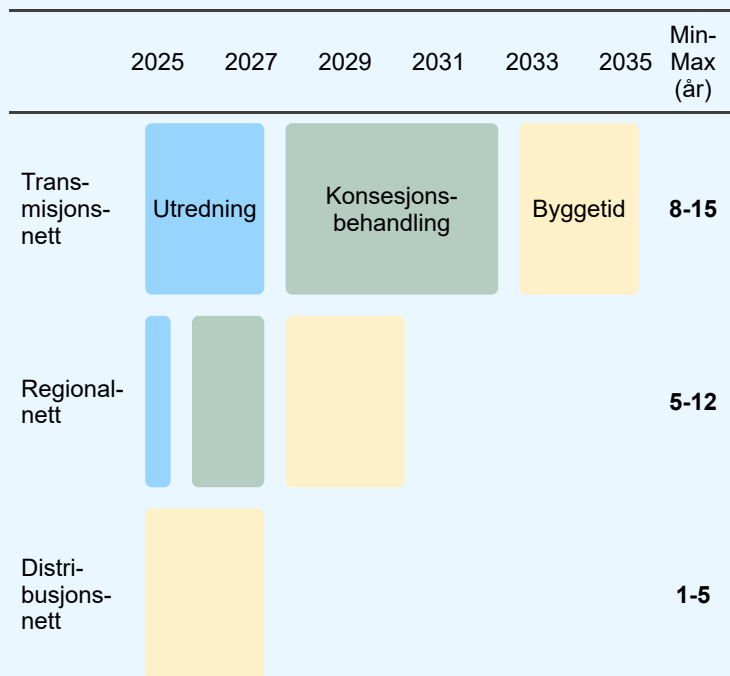
Utviklingstrekk fremover

- Økende bruk av KI i driftssentraler og nettplanlegging, særlig i Europa og Nord-Amerika.
- Fremvekst av KI-baserte fleksibilitetsmarkeder og aggregatorløsninger.
- Behov for regulatorisk tilpasning, standardisering og datatilgang.
- Økt samarbeid mellom nettselskaper, teknologileverandører og forskningsmiljøer.
- Behov forbedringer innen cybersikkerhet for å beskytte kritisk infrastruktur

Behovet for utbygging av nett og infrastruktur øker, samtidig vil lange ledetider og høyere kostnader på komponenter kunne sinke energiomstillingen

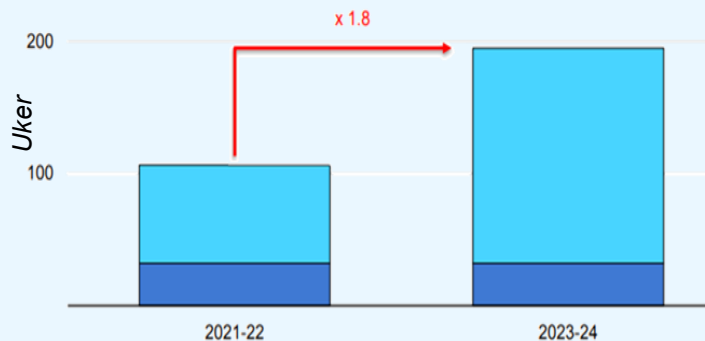
Elektrifisering driver behovet for ny nettinfrastruktur som tar tid å bygge ut...

Ledetider for nettinfrastruktur i Norge



...samtidig er leveransetidene på sentrale komponenter på vei opp...

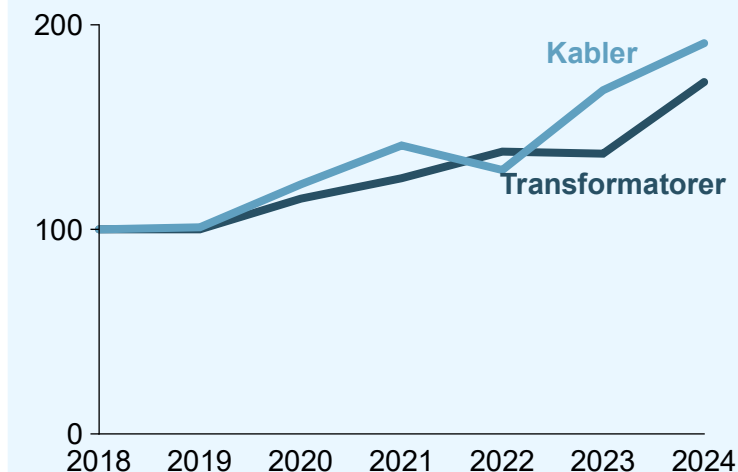
Gjennomsnittlig ledetid for store transformatorer er nesten doblet perioden 2021-2024 til opp mot fire år



Utviklingen er drevet av høy etterspørsel høyere etterspørsel i energiomstillingen og oppgraderingsbehov. I tillegg blir prosjektene mer komplekse prosjekter (eks. lange HVDC-kabler, undervann).

...og det samme er prisene

Prisindeks transformatorer og kabler 2018-2024 reelle USD 2018, IEA



Utvikling er drevet av bl.a. høyere etterspørsel og priser på sentrale innsatsfaktorer som GOES, aluminium og kobber og lange ledetider.

Lange ledetider i nettprosjekter som forlenges ytterligere og blir dyrere med siste tids utviklingen innebærer en utfordring for omstillingstakten og mulighetene for å ta i bruk ny fornybar kraft.

Nye trusler skjerper kravene til sikring av infrastruktur og systemdrift ved uforutsette hendelser, og gir behov for tettere koordinering mellom kraft og petroleum

Sammensatte trusler krever helhetlig sikring av energisystemet

- Energisystemet møter et stadig mer sammensatt risikobilde som inkluderer **cyberangrep, fysiske angrep på anlegg og infrastruktur, ekstremvær** og **geopolitisk påvirkning**. Et mer komplekst og omfattende trusselbilde stiller nye, høyere krav til måten kraftsektoren arbeider med blant annet cybersikkerhet, sikring av fysisk infrastruktur, leverandørindustrien. Ekstremværehendelser kan skape store ødeleggelser på infrastruktur og må planlegges for.
- Sårbarhet på norsk sokkel er del av det totale trusselbildet. Petroleumsinstallasjoner til havs er både mål for påvirkning og avgjørende for norsk og europeisk energiforsyning. Trusler mot sokkelen kan få ringvirkninger for energisystemet på land.
- Kritisk infrastruktur er et mål for etterretning og sabotasje. Hendelser som **droner ved anlegg** og påviste **påvirkningsforsøk mot driftssystemer** viser at trusselen er konkret. **Leverandørkjeder** utnyttes der det finnes svakheter.

Myndighetene har økt innsats på arbeid med sikkerhet i kraftbransjen

- Det pågår et omfattende arbeid i Norge og EU for å oppdatere regelverket til et nytt trusselbilde.
- I Norge pågår konkrete prosesser som å prioritere nasjonale sikkerhetshensyn ved **tildeling av nettkapasitet, skjerpet skjerming av kraftsensitiv informasjon**, og arbeid for å styrke **beredskap og fysisk sikring i kraftforsyningen**.
- Myndigheter og bransjeaktører (NVE, DSB, KraftCERT, TSO/DSO og eiere) samordner risikovurderinger, beredskapsplaner, øvelser og hendelsesrapportering for å heve den operative robustheten.
- EU har styrket både digital og fysisk beredskap over flere år, og regelverk som NIS2 og CER, sammen med nye sikkerhetsstrategier fra 2025, forventes å treffe energisektoren i Norge gjennom EØS.

Utviklingen kan påvirke aktørene i norsk energisektor på flere måter



Beredskap: Hvilke nye krav til hva aktørene i kraftsystemet skal gjøre i en krisesituasjon? Nye regler for hvilke forbrukere som skal prioriteres?



Forberedelse til beredskap for dagens anlegg: Hvordan rigger vi dagens anlegg for å være klar for en beredskapssituasjon?



Krav til sikkerhet og beredskap for nye anlegg: Hvordan rigge nye nett, kraftstasjoner mm. for en beredskapssituasjon? Økte incentiver for desentrale løsninger e.l.?



Energiberedskap for andre sektorer: Hvilke energiløsninger skal f.eks. sykehus, tele og transport ha for å håndtere en situasjon uten strøm?



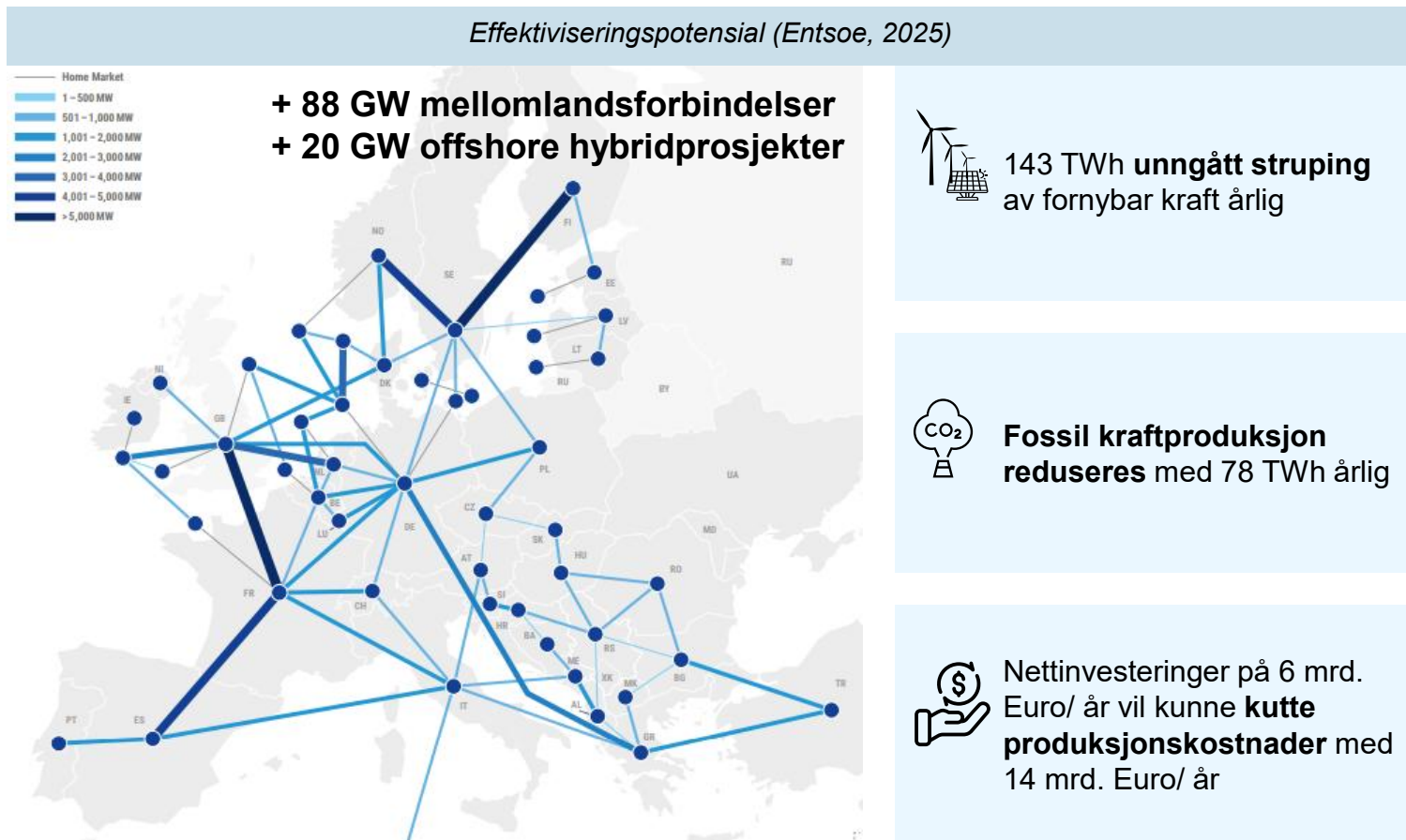
Muligheter for økte satsninger i kraftsystemet som en del av totalforsvaret? Vil deler av kravet om 1,5 % av BNP på totalforsvar kunne brukes i kraftsystemet?



Beredskap i petroleumssektoren: Hvordan påvirker risikobilde sikkerhet på norsk sokkel? Behov for tettere koordinering mellom kraftsystemet og O&G-anlegg for å ivareta energiforsyning og nasjonale interesser.

Mellomlandsforbindelser blir viktigere for å oppnå en sikker og effektiv utnyttelse av europeisk kraft

Optimalisering av kraftsystemet fra 2030 til 2040 kan gi store systemgevinster og mellomlandsforbindelser spiller en sentral rolle

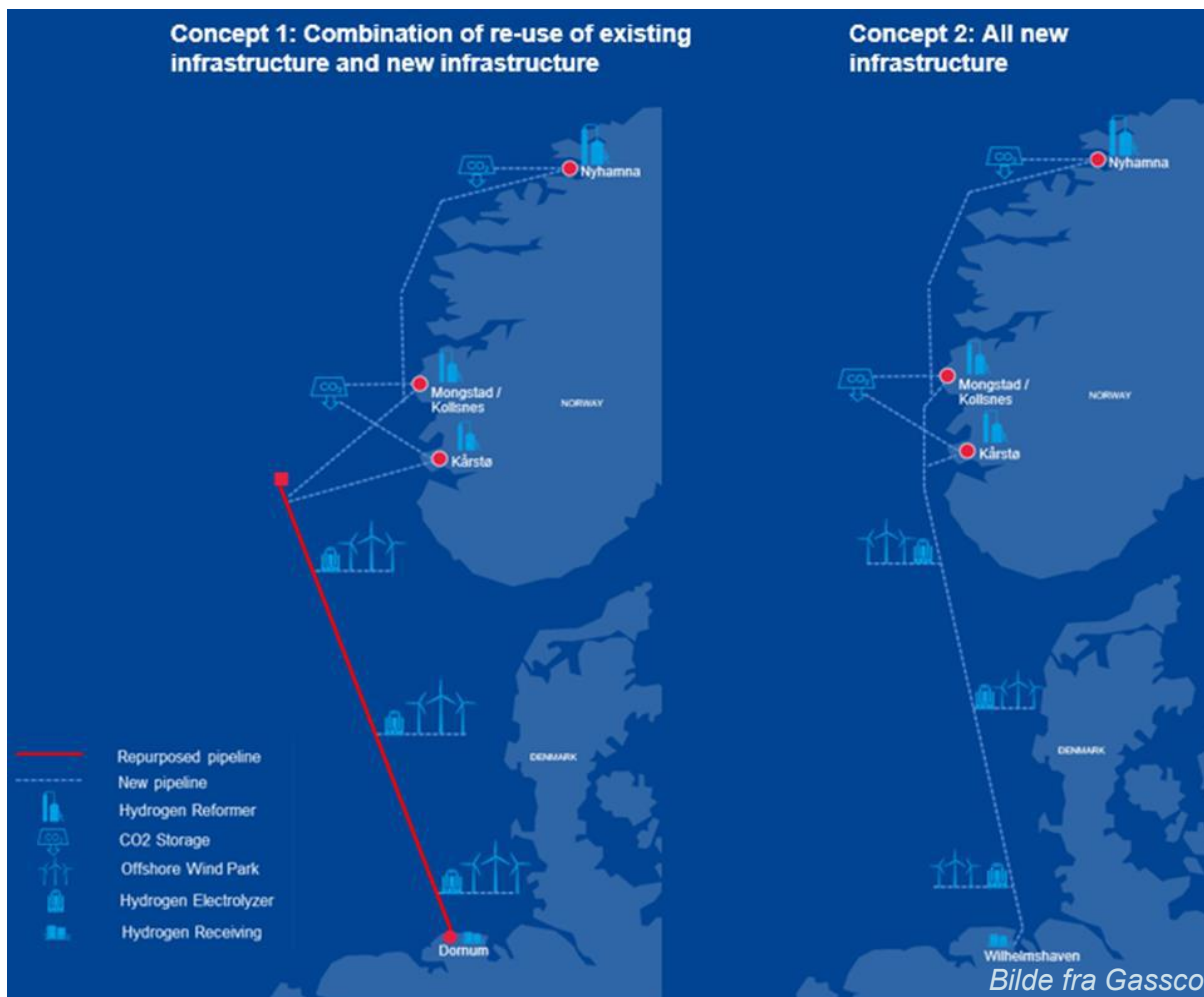


I et optimalt europeisk system utvides også Norges forbindelser til nabolandene med mellomlandsforbindelser og gjennom offshore hybridprosjekter.

Samarbeid og koordinering om utvikling av nasjonale nett opp mot et felles optimalt europeisk kraftsystem vil kunne påvirkes av nasjonale prioriteringer knyttet til:

- Forsyningssikkerhet
- Kraftutbygging og naturinngrep
- Prissmitte

Storskala hydrogenrørinfrastruktur mellom Norge og Europa er teknisk mulig, men lagt på is med manglende markedsutvikling



Usikkerheten rundt markedsutvikling er stor som påvirker mulighetene for storskala transportløsninger

Gassco og Dena utredet sammen med en rekke industrielle partnere muligheten for en hydrogenverdikjede mellom Norge og Tyskland. Gassco vurderte konsepter for en offshore hydrogenrørledning, både ny og gjenbruk, med kapasitet på rundt 4 Mt per år.

I 2024 ble planene lagt vekk av sentrale industriaktører ettersom markedet og rammevilkårene var umodne og usikkerheten for stor til videreutvikling av prosjektet.

- Modning av rammeverk og regulering er nødvendig for å gi forutsigbarhet for både produsenter og kjøpere
- Høye priser for hydrogen sammenlignet med fossile alternativer gir begrenset etterspørsel og nasjonalt er flere hydrogenprosjekter satt på pause eller har frafalt, både innen blått, lavkarbon og fornybart hydrogen
- Uklare inntektsmodeller, høye kapitalkostnader og usikker karbonpris bremser investeringsviljen, og de første investeringstagerne bærer en stor del av risikoen
- Frafallet av blå hydrogenprosjekter legger også en demper på den norske utviklingen av industriell CO2-håndtering tidligere vurdert i sammenheng

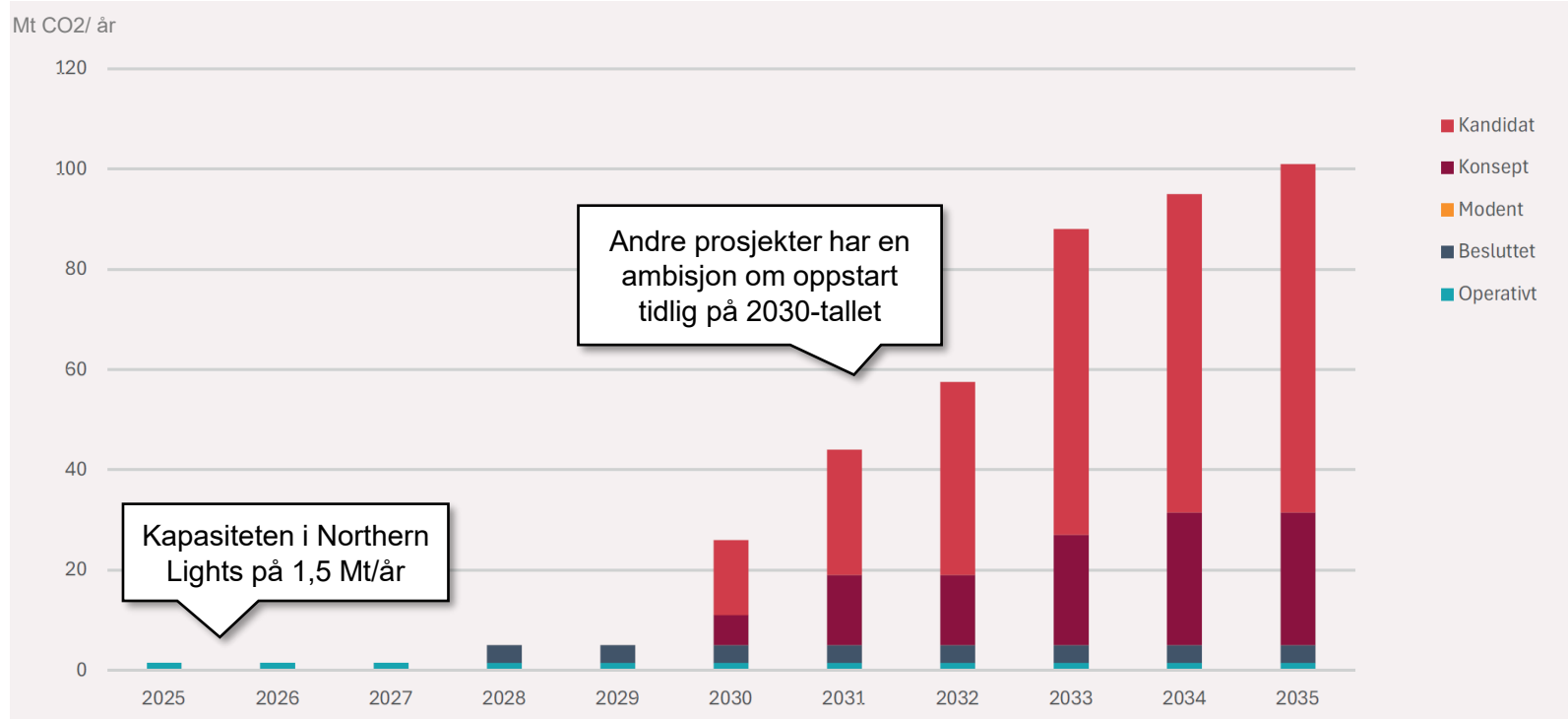
Norge er med Northern Lights ledende i Europa innen lagring av CO₂ og har stort potensial for å ta i mot store mengder CO₂ fremover

Northern Lights er det første selskapet i verden som tilbyr transport og lagring av CO₂ en kommersiell tjeneste

Målet er å kunne transportere CO₂ med skip fra flere store utslippspunkter i Europa og deretter frakte gassen med skip til Norge. Ved ankomst i Norge vil gassen sendes med rør til reservoarer i Nordsjøen.

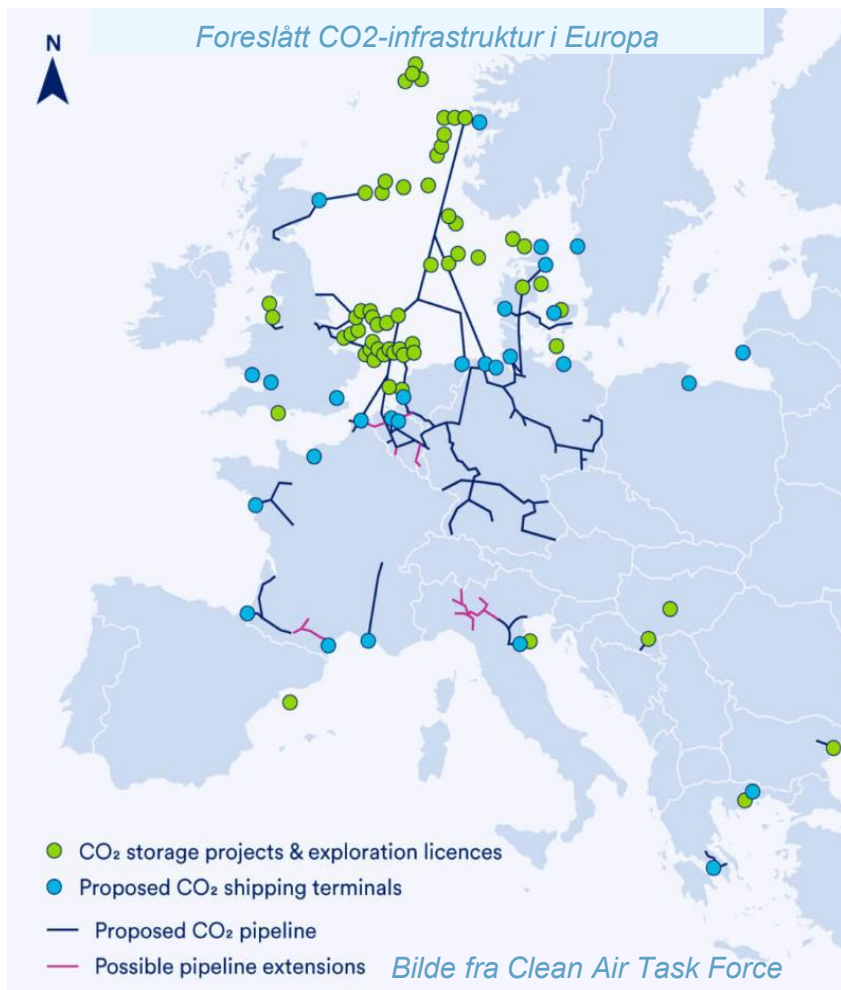
I august ble de første volumene med CO₂ transport gjennom rør og lagret i et reservoar i Nordsjøen. Prosjektet har en injeksjonskapasitet på **1,5 millioner tonn CO₂ per år**. Dette er allerede bestemt **utvidet til 5 millioner tonn**. I den første fasen transporteres og lagres CO₂ fra Norge, fra **Heidelberg Materials' sementfabrikk og Hafslund Oslo Celsios fjernvarmeanlegg**. Fra 2026 også er forventet å komme volumer fra **Danmark** og **Nederland** skal transporteres med skip til Norge.

KonKrafts prognose for CO₂-injeksjonskapasitet på sokkelen illustrerer et stort potensial for CO₂-lagring fremover i planlagte lisenser



Energidepartemenet lyser regelmessig ut nye lisenser for CO₂-lagring. De fleste lagringsprosjektene i KonKrafts prognose er på et lavere modenhetsnivå som innebærer fortsatt betydelig usikkerhet til faktisk realisering.

Storskala CO₂-infrastruktur under utvikling er viktig for klimamål og Norges muligheter innen CO₂-lagring



Etablering av storskala CO₂-infrastruktur er nybrottsarbeid og krever omfattende koordinering

Utbygging av CCS-infrastruktur krever **koordinering** mellom utslippskilder, CO₂-transport- og lageraktører, myndigheter og finansielle parter. Et viktig steg i verdikjeden til CCS er opprettelsen av **CO₂-huber og lokal infrastruktur** og fungerer først når utslippskilder **forplikter seg til samlede volum**. Høye startkostnader og umodne kommersielle rammer (risiko/avkastning, tilgang, tariffer) øker kompleksiteten i prosjektutviklingen.

Norske aktører deltar aktivt i EU-prosjekter for en komplett CO₂-verdikjede som en viktig muliggjører for storskala CO₂-transport fra Europa til Norge for lagring

Norske aktører som Equinor og Gassco med en rekke andre europeiske industriaktører deltar i et felleseuropeisk prosjekt (Project of Common Interest) "EU2NSEA" som skal utvikle et skalerbart CO₂-rørtransportsystem fra nordvest i Europa til Nordsjøen. Rørkapasitetene er anslått til størrelsesorden 20-40 Mt CO₂/år og vil være sentral muliggjører for utviklingen av en CO₂-verdikjede på norsk sokkel.

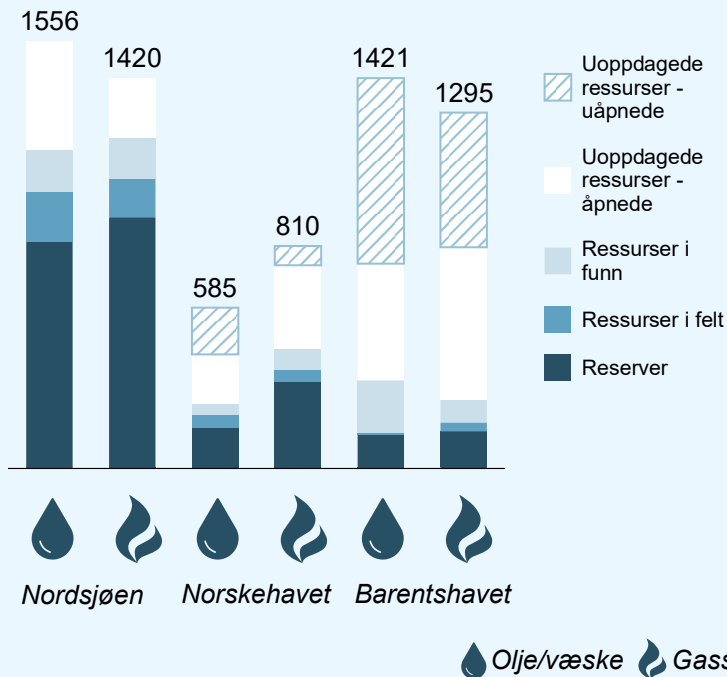
Sentrale reguleringer og vilkår for europeiske CO₂-nettverk og –transportinfrastruktur er under utvikling

EU gjennomfører høsten 2025 en offentlig høring på lovgiving og konsekvensutredning for CO₂-infrastruktur og -markeder planlagt lansert i Q3 2026. Initiativene skal klargjøre rammene for grensekryssende CO₂-transport og infrastrukturprosjekter knyttet til tekniske, juridiske og markedsmessige spørsmål og styrke planarbeidet på tvers.

Økt interesse for norsk gass i Europa kan aktualisere utviklingen av rørinfrastruktur i Barentshavet

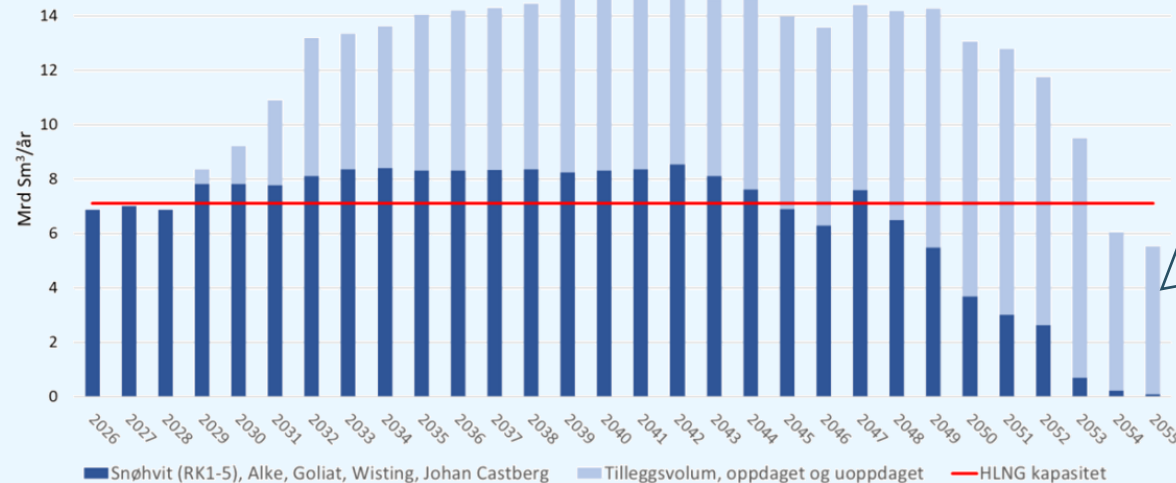
Barentshavet har trolig de største uoppdagede ressursene på sokkelen

Gjenværende volum av væske- og gassressurser
Millioner Sm³ o.e.



Eksisterende transportkapasitet ventes fullt utnyttet mot 2050. Det er en betydelig oppside knyttet til utvikling av ny infrastruktur om etterspørsel og funn støtter det

Kapasitet og profiler, inkl. oppsidevolum for Barentshavet Sør



Motivasjon for videre leteaktivitet og nye funn er knyttet til utsiktene for transportkapasitet, mulig oppside er også større ved inkludering av områder utover kun Barentshavet Sør

Gassco som systemarkitekt vurderer det som sokkeløkonomisk lønnsomt å bygge ut ny kapasitet fra Barentshavet gitt en vurdering av felt i drift, påviste funn og antakelser om funnpotensial.

Alternativet med et nytt prosessessanlegg (DPCU) og ny gassrørledning pekes på som mest aktuelt for videre utredninger og vil kunne tilrettelegge for utnyttelse av oppdagede ressursers samt fleksibilitet for håndtering av forventede uoppdagede ressurser.

Etterspørselen etter norsk gass samt prioriteringer i nasjonal politikk knyttet til næringsutvikling på sokkelen og klimaforpliktelser vil være førende for videre infrastrukturutvikling i Barentshavet



Sluttbruk

Industri og næring
Transport
Bygg og hjem
Olje og gass
Landbruk

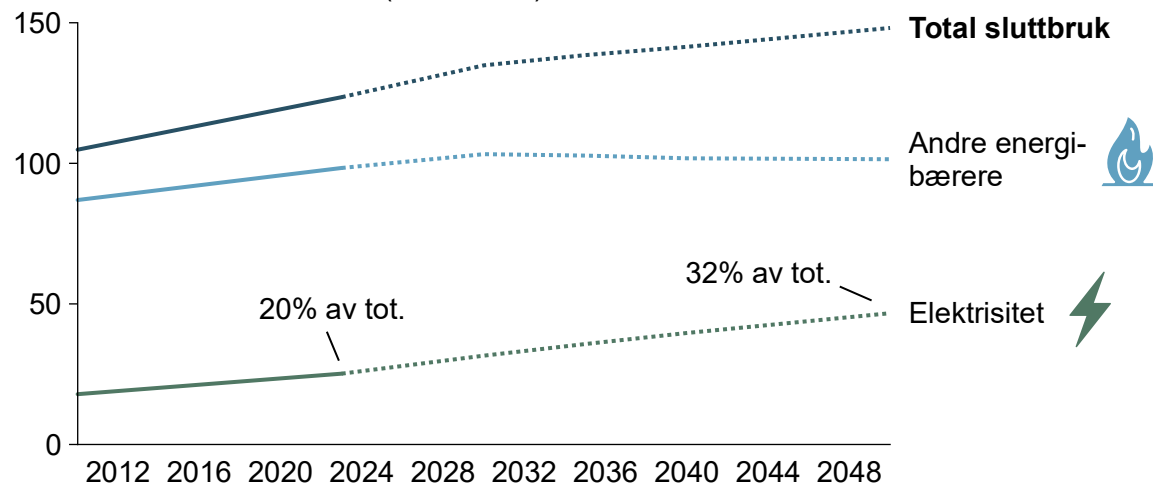
Sentrale utviklingstrekk innen **sluttbruk** som treffer Energi2050s områder

- 1 Elektrifiseringstrenden fortsetter og globalt når fossile energibærere trolig toppen rundt midten av 2030-årene
- 2 I EU ventes sluttforbruket av energi å falle, og fornybart vil dominere forsyningen
- 3 Kraftbehovet øker fra nye forbrukere som datasenter, transport og hydrogen, men den totale veksten er usikker
- 4 Datasentere er på global fremmarsj og kan bli et betydelig kraftforbruk i Norge med interessante muligheter for fleksibilitet og spillvarmeutnyttelse
- 5 Veitransporten ser sterk vekst i elmobilitet som vil påvirke global oljeetterspørsel
- 6 Nasjonalt vil elektrifisering og næringsutvikling øke kraftbehovet, men utfallsrommet er betydelig
- 7 Innen maritim transport strammes klimareguleringer til, men utbredt bruk av lav- og nullutslippsdrivstoff ventes først mot 2040
- 8 Krevende industriomstilling kombinert med konkurransekraft under press fordrer ytterligere europeiske tiltak
- 9 Verden og Europa skal fange store mengder CO₂, – demonstrasjon og oppskalering blir avgjørende for avkarbonisering av industrien
- 10 Norsk industri er gjennom priskrisen. Videre tilgang på konkurransedyktige energipriser og utvikling av CO₂-håndtering avgjørende for konkurransekraft og klimamål
- 11 Energieffektivisering i bygg har et betydelig potensial, men er krevende å utløse
- 12 Sluttbrukere kan spille en større rolle i energisystemet med egen produksjon, avlastning av kraftsystemet og økt forsyningssikkerhet

Elektrifiseringstrenden fortsetter og globalt når fossile energibærere trolig toppen innen midten av 2030-tallet

Global energietterspørsel vokser frem mot 2050, og elektrisitet utgjør en stadig større del av sluttbruk

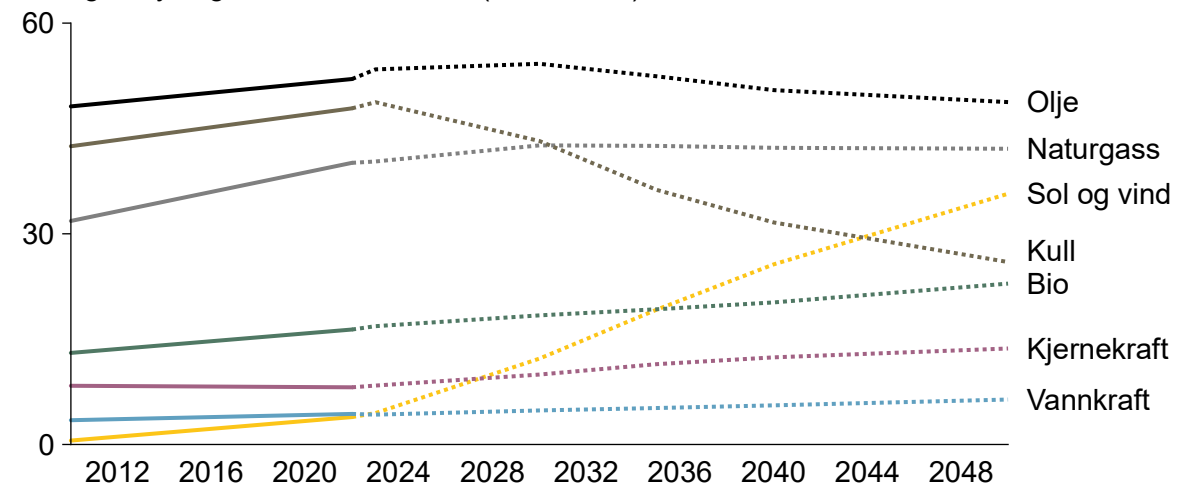
Sluttbruk i IEA STEPS 2024 (tusen TWh)



- Den globale energietterspørselen fortsetter å øke, særlig i fremvoksende økonomier hvor befolknings- og velstandsvekst er med på å drive utviklingen. Fremvoksende markeder og utviklingsøkonomier forventes å bidra med nesten 80 % av veksten i etterspørselen etter elektrisitet frem til 2030.
- Elektrisitetsforbruket har vokst rundt dobbelt så raskt som total energibruk det siste tiåret, drevet av økende elektrifisering av transport, bygg og industri. Frem mot 2050 forventer IEA at **elektrisitetsforbruket vil dobles**, fra 26 000 til 50 000 TWh.

Fossile energibærere er ventet å nå toppen rundt midten av 2030-tallet, bruken av kull fallere raskere

Energiforsyning i IEA STEPS 2024 (tusen TWh)

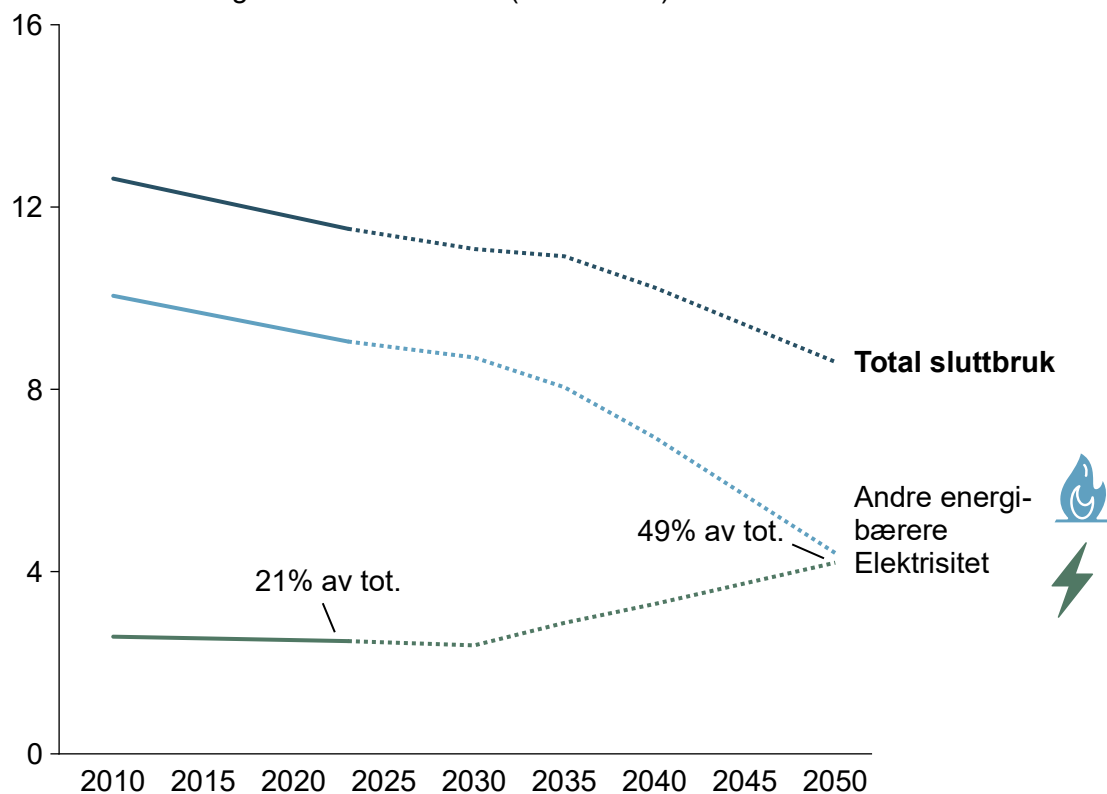


- Fossil energibruk ventes å nå toppen rundt 2030 i følge IEA. Likevel forventes det at dette vil stå for **nær halvparten av energimiksen i 2050** hvis dagens politikk videreføres.
- Første halvår 2025 markerte et vendepunkt for elektrisitetsproduksjon: fornybare kilder produserte **for første gang mer elektrisitet enn kull globalt**. I tillegg var veksten i produksjon fra sol og vind større enn veksten i globalt elektrisitetsforbruk².
- **Vind- og solkraft** er forventet å drive veksten frem mot 2050 og er forventet å stå for mer enn 50% av elektrisitetsproduksjonen i 2050.

I EU ventes sluttforbruket av energi å falle, og fornybart vil dominere forsyningen

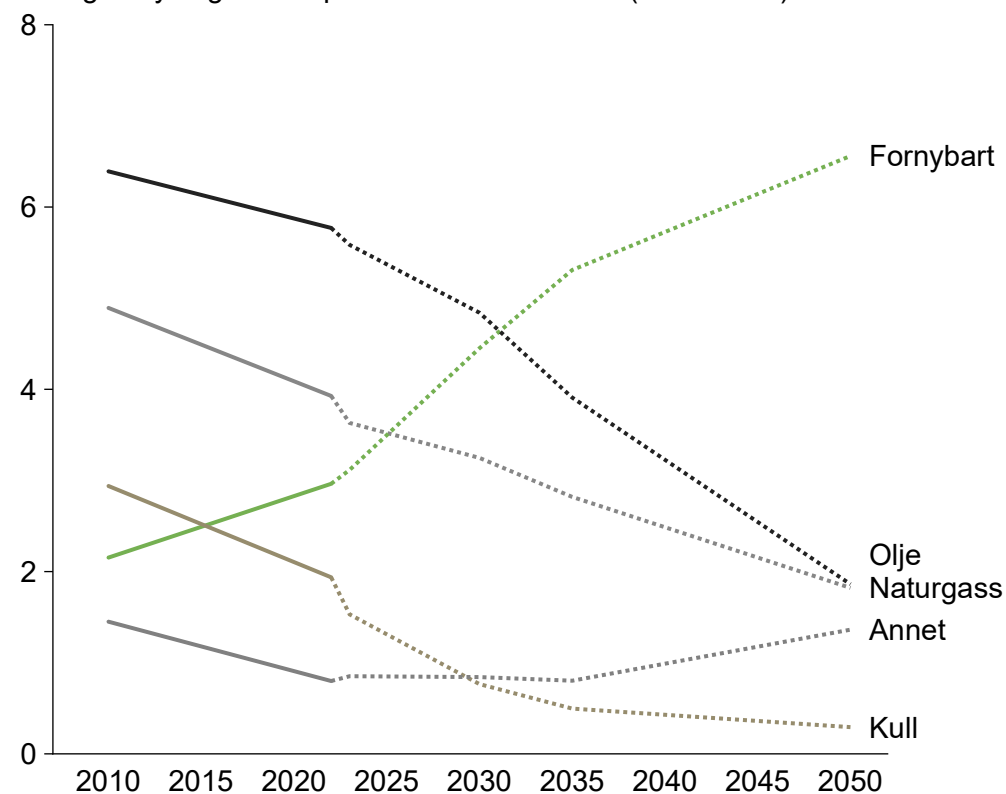
IEA venter økt kraftforbruk i EU, men sterkere reduksjon i sluttbruk av gasser og drivstoff

Sluttbruk av energi i IEA STEPS 2024 (tusen TWh)



Fornybart er ventet å bli EUs viktigste energikilde på 2030-tallet

Energiforsyning inkl. import i IEA STEPS 2024 (tusen TWh)

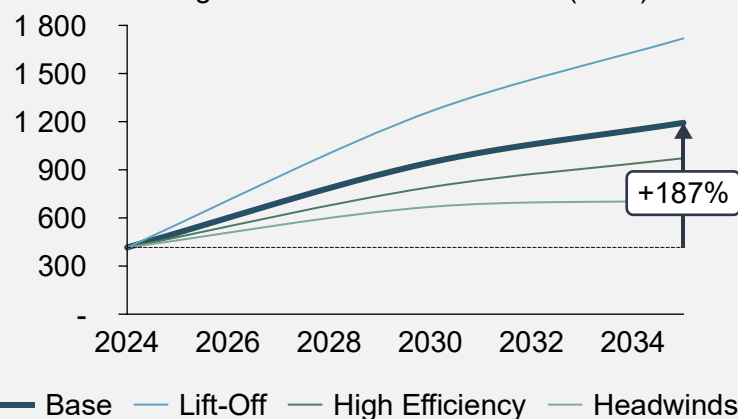


Kraftbehovet er ventet å øke fra nye forbrukere som datasenter, transport og hydrogen, men den totale veksten er usikker



Digitalisering og vekst i datasenter krever mye kraft

Global utvikling i kraftforbruk til datasenter (TWh)



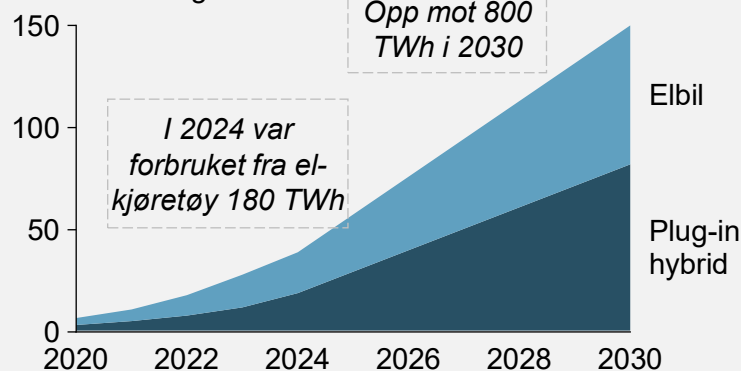
Forventninger og usikkerhet:

Datasentre sto for rundt 1,5 % av verdens elektrisitetsforbruk i 2024. Kraftforbruket vil øke, men det vil trolig utgjøre en liten andel av global etterspørselsvekst. Effektene vil i hovedsak være lokale. Usikkerheten rundt utviklingen handler om når og hvor veksten kommer. Mange prosjekter er i tidlig fase, og realisering avhenger av nettilgang, produksjonskapasitet og verdikjeder.



Elbiler løfter kraftforbruket betydelig mot 2030-2035

Millioner biler globalt



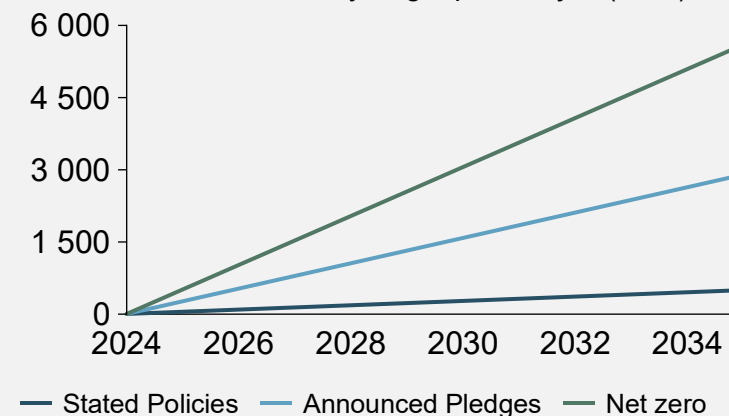
Forventninger og usikkerhet:

Økningen frem mot 2030 er forventet å stå for 15 % av global vekst i kraftetterspørsel. Veksten er solid, men tempoet påvirkes av støtteordninger, ladeinfrastruktur og bilprodusentenes planer. Det har vært noen kortsiktige justeringer fra produsenter, men dette er forventet å endre lite på de langsiktige trendene.



Kraftbehovet fra hydrogen øker kraftig i ambisiøse scenarioer

Globalt kraftforbruk fra hydrogenproduksjon (TWh)



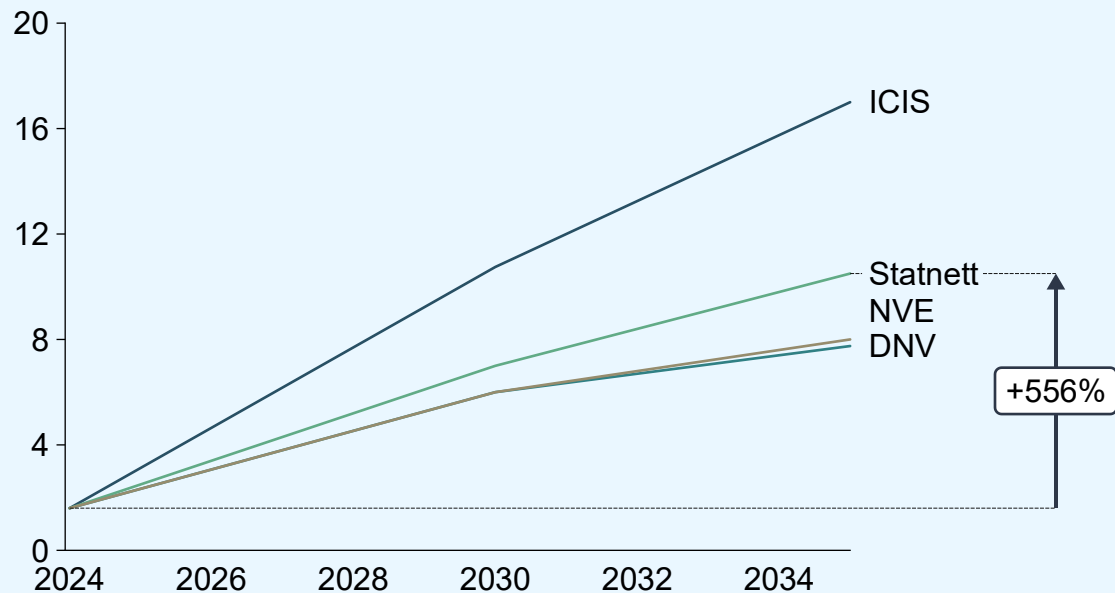
Forventninger og usikkerhet:

Det er stor usikkerhet knyttet til fremtidig kraftbehov fra hydrogen. Usikkerheten rundt utviklingen er særlig knyttet til omfang av planene som er lagt. Tempo i utbygging av elektrolyserer, teknologiutvikling, kostnadsutvikling og markedsopptak i industri og transport bestemmer faktisk kraftetterspørsel.

Datasentre er på global fremmarsj og kan bli et betydelig kraftforbruk i Norge med interessante muligheter for fleksibilitet og spillvarmeutnyttelse

Kraftteterspørsel fra datasentre i Norge kan mer enn seksdobles fra 2024-nivå

Forventet utvikling i kraftforbruk til datasenter i Norge (TWh)



Norge tiltrekker seg datasentre grunnet kaldt klima, stabil strømforsyning og grønn kraft – men det reiser spørsmål om nasjonal nytteverdi og kraftprioritering.

Samtidig som datasentre utgjør nytt strømforbruk, åpner de for nye muligheter som kan støtte kraftsystemet

Fleksibilitetsløsninger - datasentre har potensial

- Laststyring: Ikke all databehandling krever sanntid. Datasentre kan flytte ikke-kritiske prosesser til tider med lav belastning eller overskuddskraft.
- Reserverlast: Datasentre har ofte backup-systemer (batterier eller generatorer) som kan bidra med systemtjenester.
- Systemtjenester: Rask respons fra datasentre kan støtte frekvensregulering og balanse i nettet.

Utfordringer: Dagens markedsdesign gir begrenset økonomisk motivasjon for datasentre som kan styre lasten til å tilby fleksibilitet.

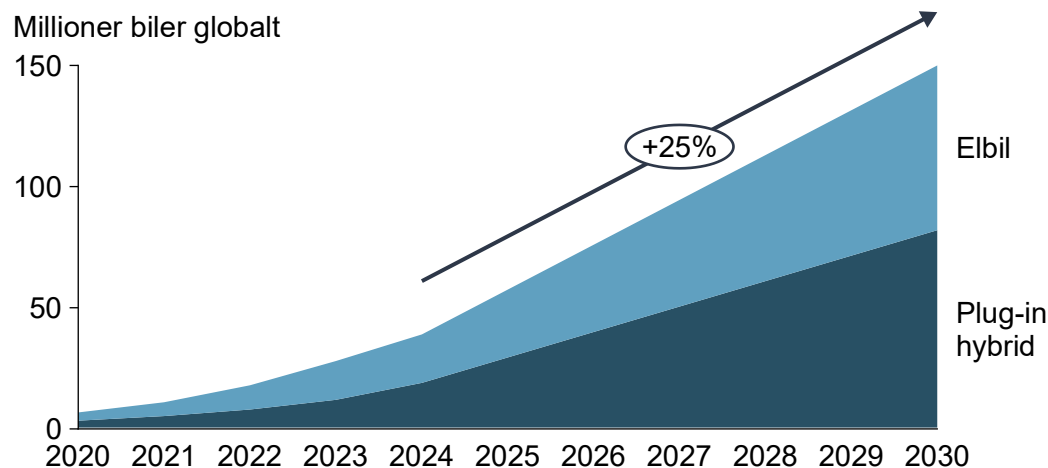
Varmeutnyttelse - bidra med spillvarme inn i fjernvarmesystem

Muligheter: Datasentre genererer store mengder lavtemperatur varme som kan utnyttes lokalt ved påkobling til eksisterende fjernvarmenett som varmer opp bygg, industri eller næringsområder og dermed bidrar til energieffektivitet og redusert behov for fossil oppvarming.

Utfordringer: Spillvarmen fra datasentre er ofte lav (<40°C), og krever varmepumper for å bli nyttig i fjernvarmesystemer. Datasentre er også gjerne plassert avsidesliggende fra eksisterende fjernvarmenett. Videre er det i dag manglende koordinering mellom datasenteraktører og fjernvarmeselskaper.

Veitransporten ser sterk vekst i **elmobilitet** som vil påvirke global oljeetterspørsel

Antall elbiler er ventet å øke 25% per år til 2030 ...

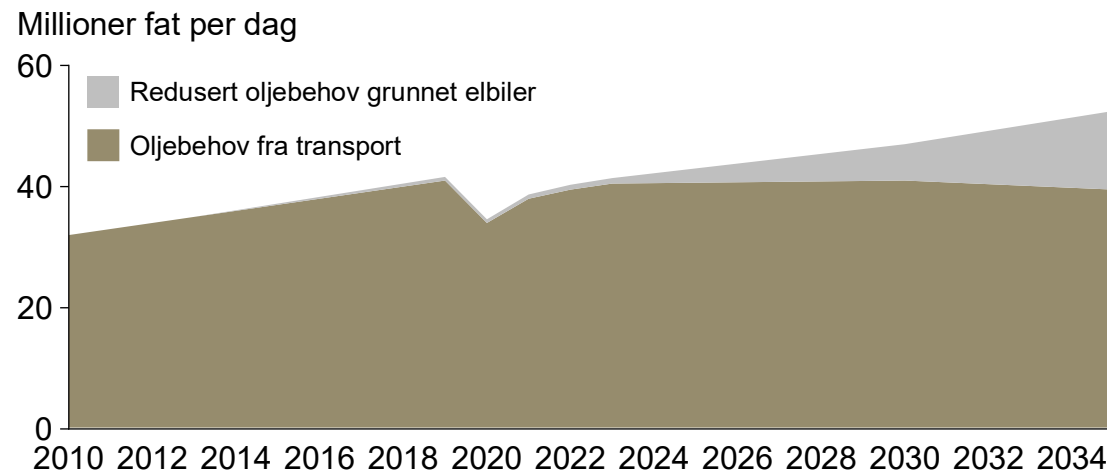


En betydelig vekst i antallet elbiler er ventet fremover. I 2024 var kraftforbruket fra elektriske kjøretøy rundt 180 TWh, en økning på 60 % fra året før. Frem mot 2030 forespeiler IEA (STEPS) en vekst til 800 TWh tilsvarende 2.5 % av global kraftetterspørsel.

Europa og Kina er forventet å drive veksten i antall elbiler. I Europa forventes det at elbiler vil gå fra 25 % til 100 % av nybilsalget i 2035. I Kina er det forventet at elbiler vil stå for 60 % av nybilsalget allerede i 2025 og 80 % i 2030.

Den store veksten er drevet frem av rask teknologisk utvikling og kostnadsfall, samt offentlige virkemidler.

... og kan snart gjøre synlige innhugg i global oljeetterspørsel

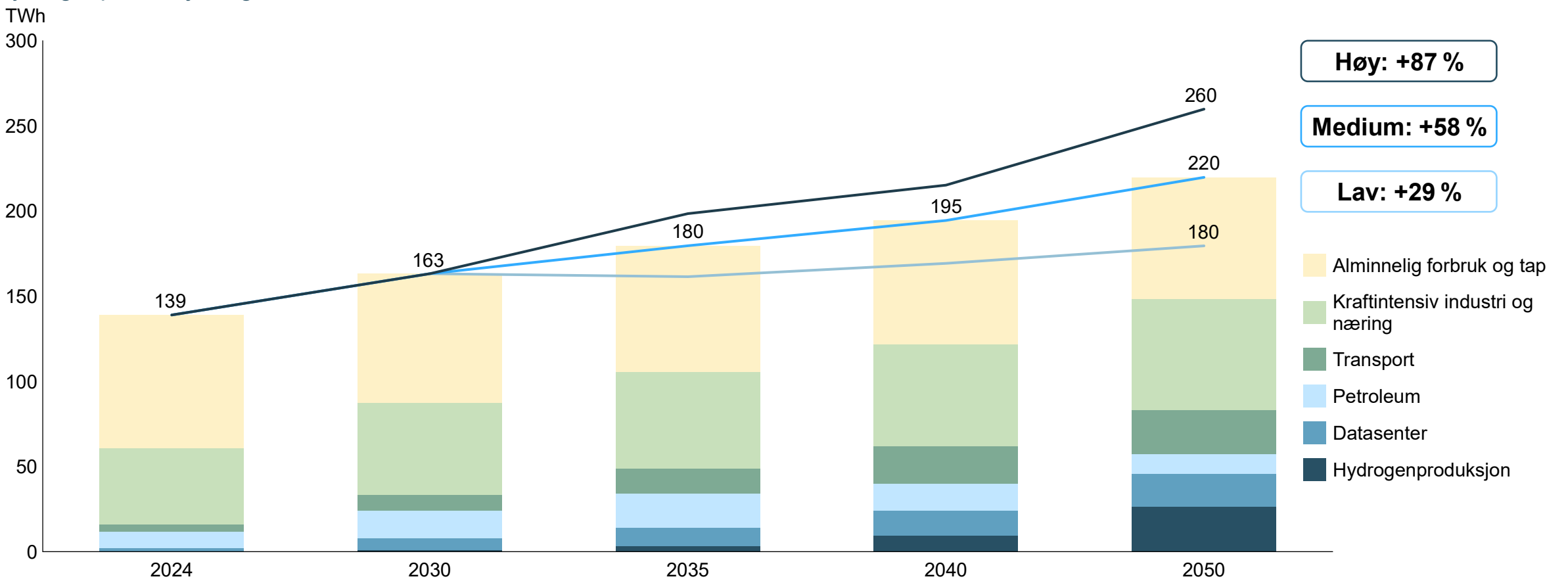


Den store veksten i elektrisitetsforbruket fra kjøretøy vil ha stor påvirkning på oljemarkedet. Det siste **tiåret** har transportsektoren stått for omtrent 50 % av det økte behovet for olje, men dette er forventet å endre seg fremover.

Elektriske kjøretøy er forventet å redusere oljebruken med over **5 millioner fat per dag frem mot 2030 og så mye som 13 mb/d mot 2035.**

Nasjonalt vil elektrifisering og næringsutvikling øke kraftbehovet, men utfallsrommet er betydelig

Scenarier for utvikling i norsk kraftforbruk viser vekst fra elektrifisering av transport, petroleum og industri samt industriell næringsutvikling, hydrogenproduksjon og datasenter



Kilde: Statnett - Langsiktig markedsananlyse, Norge, Norden og Europa 2024-2050

Innen maritim transport strammes klimareguleringer til, men utbredt bruk av lav- og nullutslippsdrivstoff ventes først mot 2040

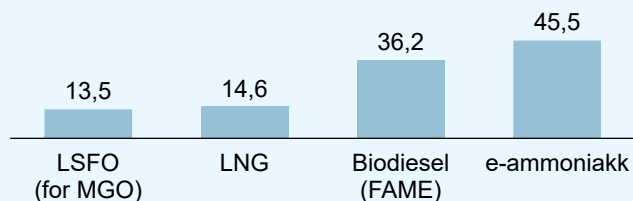
Stor regelverksaktivitet de siste årene

- 2023**  **Omsetningskrav biodrivstoff**
 Innblanding av biodrivstoff i drivstoff til sjøfarten. Forslag om 18 % i 2030.
- 2024**  **EU ETS**
 Maritim sektor omfattes gradvis av EUs kvotehandelsystem og må betale for utslipp.
- 2025**  **FuelEU Maritime**
 Rammeverk for økt opptak av fornybare og lavkarbon drivstoff. 80 % utslippsreduksjon i energiverdikjeden i 2050.
- 2027**  **IMO Netto null-rammeverk**
 Globalt rammeverk, **men vedtak under politisk press**. 65 % utslippsreduksjon i energiverdikjeden i 2040.
- 2029**  **Offshore lav- og nullutslippskrav**
 Redusere utslipp og fremme lav- og nullutslippsteknologi i maritim petroleumssaktivitet. Forslag under utarbeidelse 2025.

Flere utfordringer knyttet til opptak av nye lav- og nullutslippsdrivstoff

Lav- og nullutslippsdrivstoff er flere ganger dyrere en tradisjonelle drivstoff

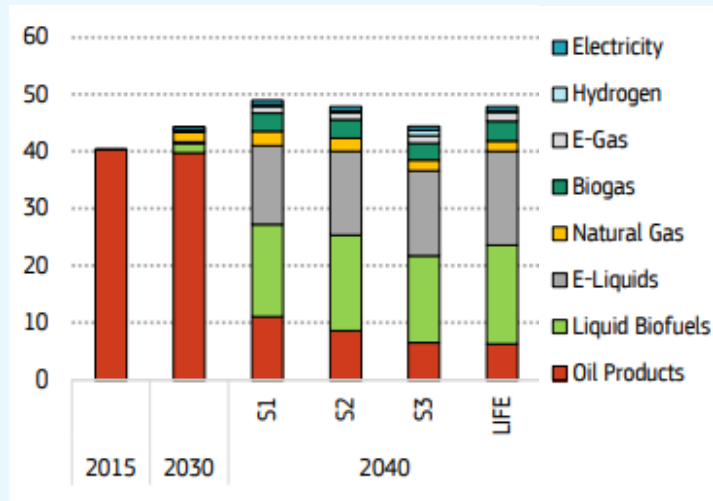
Drivstoffpriser for 2030 (USD/GJ), DNV



- Markedsutviklingen på hydrogen som en sentral innsatsfaktorer går saktere enn ventet
- Behov for teknologiutvikling og -implementering, høye investeringskostnader for nye fartøy i dag
- Tekniske utfordringer knyttet sikkerhet og plass om bord på fartøy (lavere energitetthet) fornybare og lavutslipps energibærere som ammoniakk, metanol og hydrogen

Storstilt omstilling ventet først mot 2040, bio- og e-drivstoff blir viktig

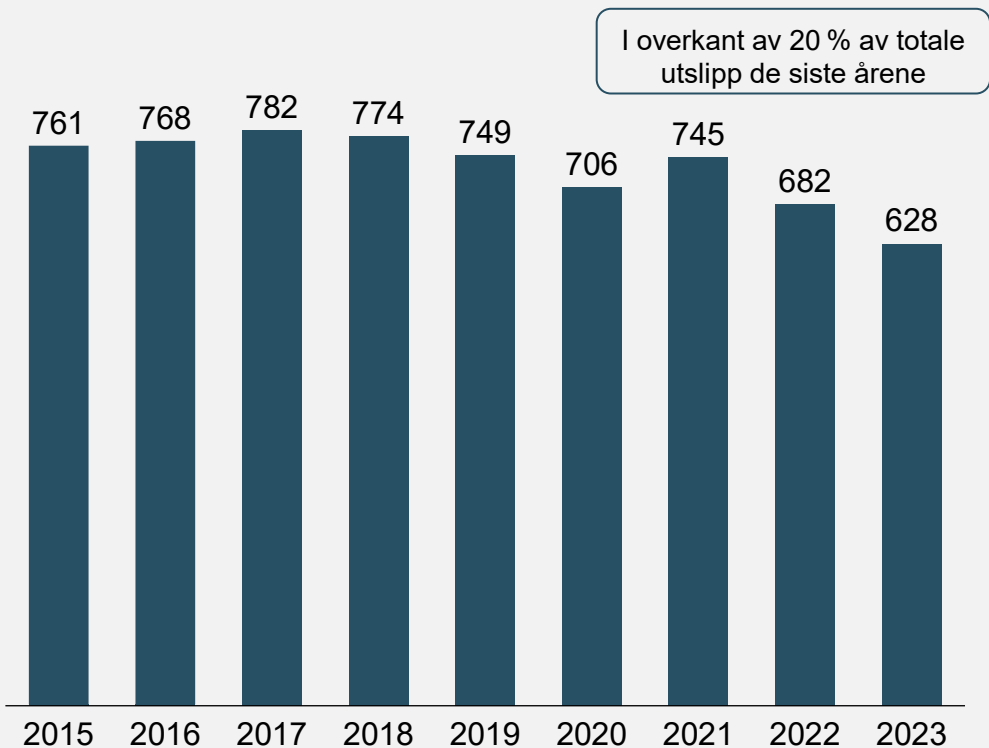
EU (2024)-scenarier for EUs energiforbruk til internasjonal shipping [Mtoe]



Krevende industriomstilling kombinert med konkurransekraft under press fordrer ytterligere europeiske tiltak

Omstilling av industrien står for trappene, men flere utfordringer kompliserer utviklingen

Industriens klimagassutslipp i EU27 i Mt CO₂.ekv.,
EEA



Konkurransedyktig energi

internasjonalt: Industri i Europa presses av høyere energipriser og klimakostnader enn i USA og Asia som øker riskoen for utflgging.

Tilgang på konkurransedyktige avkarboniseringsalternativer:

Fornybar kraft/ nett bygges ikke ut raskt nok og hydrogen og CCS er teknisk mulig, men kostbart og krevende å skalere.

Forsyningssikkerhet: Etter Russlands invasjon av Ukraina har EU diversifisert gassimport, men LNG-avhengighet gir volatilitet og prisrisiko.

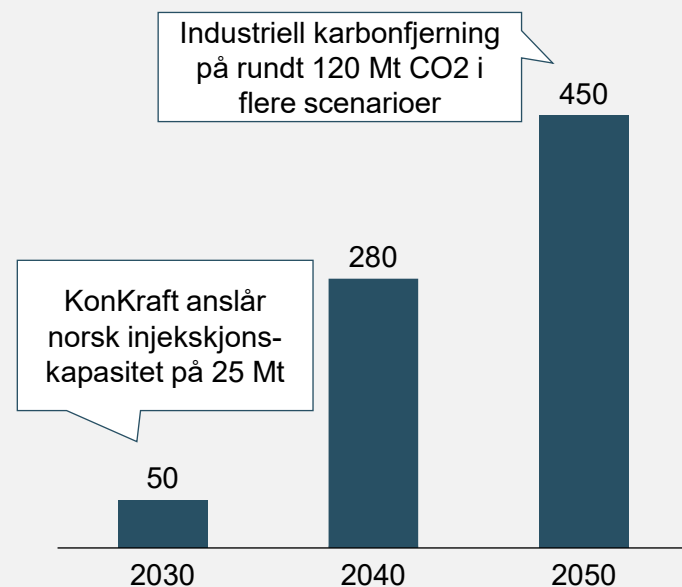
Ytterligere tiltak nødvendig for omstilling fra dagens fossilbaserte system

- Tydeligere gap mellom klimambisjoner og realitet gir dreining fra ren fornybarsatsing til lavutslippsløsninger der naturgass får en større overgangsrolle.
- Treg omstilling kan låse inn fossile infrastrukturinvesteringer som forlenger høyere utslippsbaner og øker behov for karbonfjerning.
- Økt orientering mot CCS og karbonfjerning for fleksibilitet mot fremtidige klimamål.

Verden og Europa skal fange store mengder CO₂, – demonstrasjon og oppskalering blir avgjørende for avkarbonisering av industrien

EU vil fange 450 Mt CO₂ i 2050

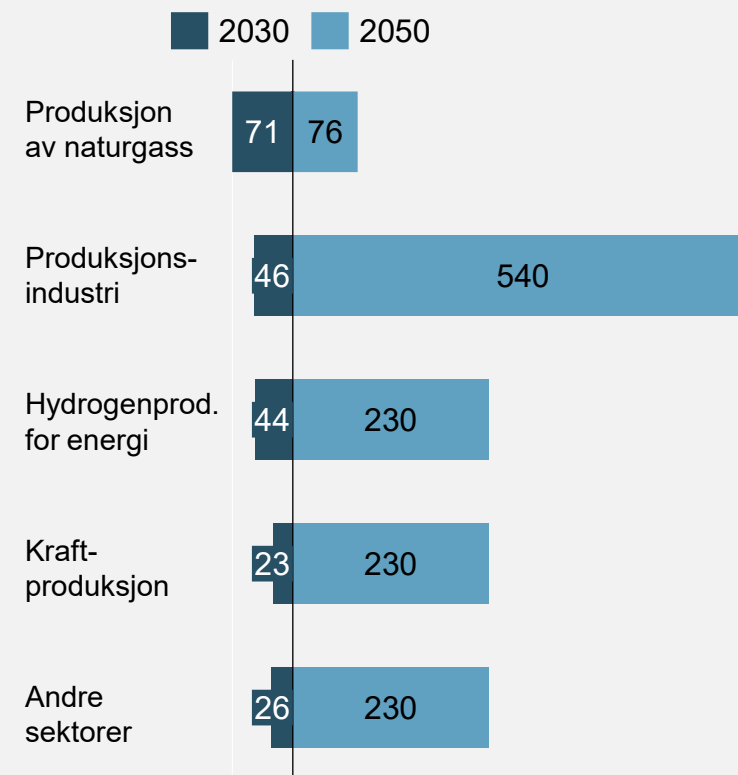
EU's anslag for behovet for CO₂-fangst knyttet til realisering av klimaambisjoner [Mt CO₂/år]



For å skalere verdikjedene pågår arbeid med å etablere rammeverk og forutsigbarhet for infrastrukturplanlegging for transport og lagring, samt markeder og vilkår for lavkarbonprodukter og karbonfjerning.

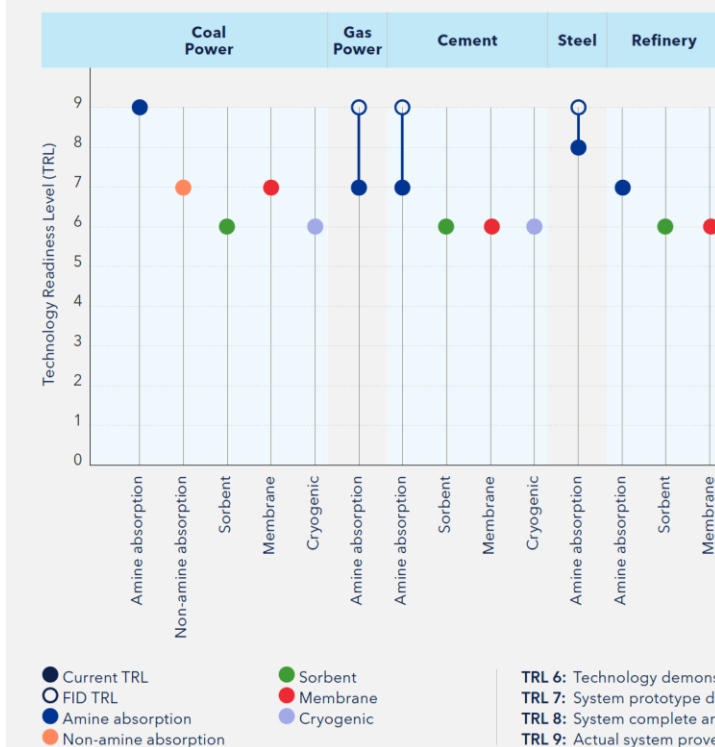
Fangst fra kraftverk er mer modent, mens industrien har et stort potensial

CCS per sektor i 2030 og 2050 [Mt CO₂/år], DNV



Demonstrasjon og kommersialisering av fangstteknologier i industrien gjenstår

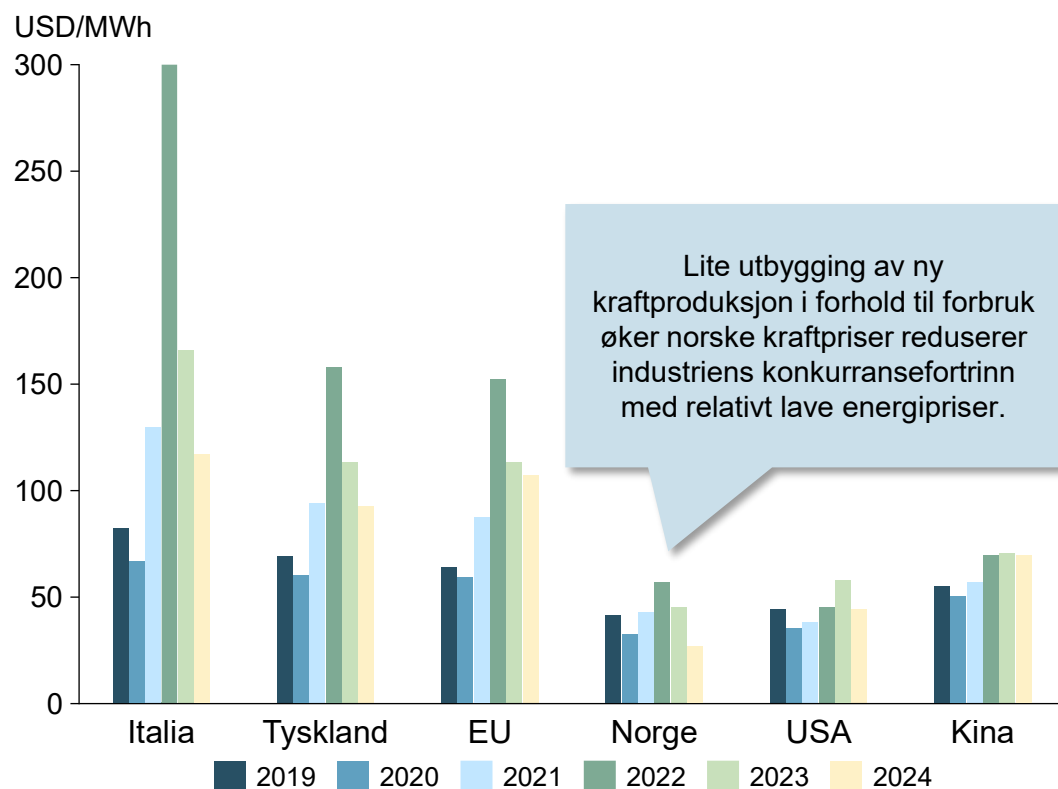
Modenhet fangstteknologier for ulike applikasjoner, DNV



Norsk industri er gjennom priskrisen. Videre tilgang på konkurransedyktige energipriser, og utvikling av CO₂-håndtering avgjørende for konkurransekraft og klimamål

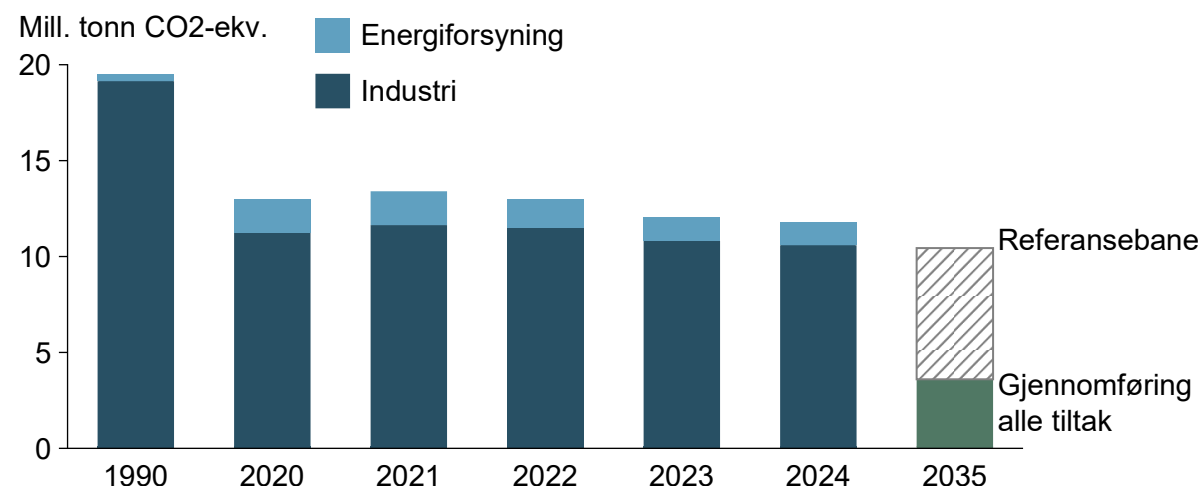
Tilgang på rimelig energi en forutsetning for videre global konkurransekraft

Estimerte sluttbrukerpriser* på kraft for kraftintensive industrier 2019-2024, IEA



Raskere omstilling nødvendig for å nå utslippsmål, en blanding av CCS, biomasse og fornybar kraft kreves i industrien

Utvikling i utslipp fra industri og energiforsyning 1990-2024, Miljødirektoratet



Utslippsreduksjonspotensial i 2035 for utvalgte tiltak i industrien [Mt CO₂-ekv.]

CCS

3.46

Biomasse

1.64

Grønt hydrogen

0.62

Direkte og indirekte elektrifisering

0.26

Energieffektivisering i bygg har et betydelig potensial, men er krevende å utløse

Potensialet for energieffektivisering i bygg er minst 13 TWh mot 2030 ...

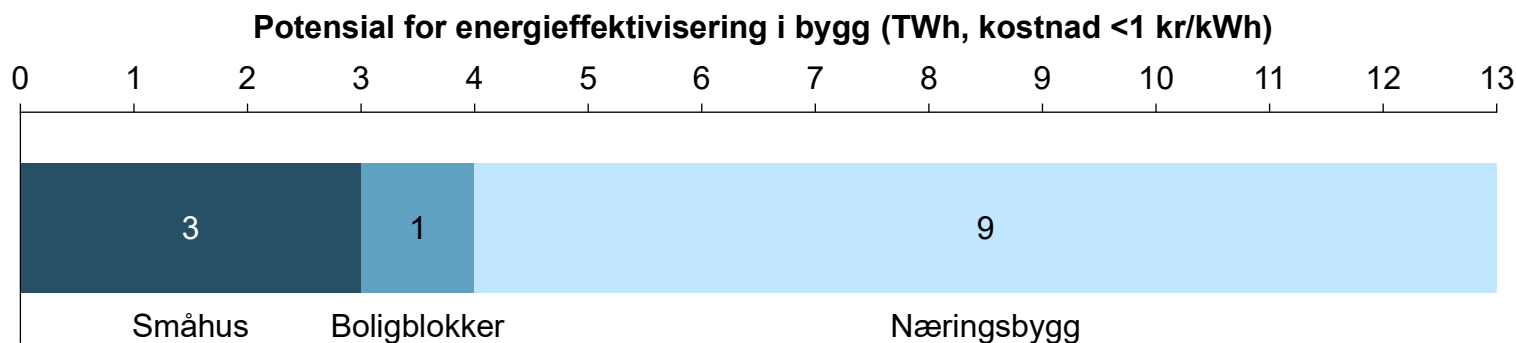


Energieffektivisering er ofte den rimeligste og raskeste måten å styrke kraftbalansen på. For bygningsmassen gjennomføres dette via høyere energistandard i nybygg og oppgradering av eksisterende bygg (byggningskropp og mer effektiv oppvarming). Mindre energibruk i bygg reduserer behovet for ny produksjon og nettutbygging, og gir færre naturinngrep.



Regjeringen har i handlingsplan for energieffektivisering fra 2023 foreslått et endret mål til **10 TWh redusert strømforbruk i hele bygningsmassen innen 2030 sammenlignet med 2015**. I 2015 var strømforbruket 65,6 TWh, som innebærer et mål om 55,6 TWh for 2030.

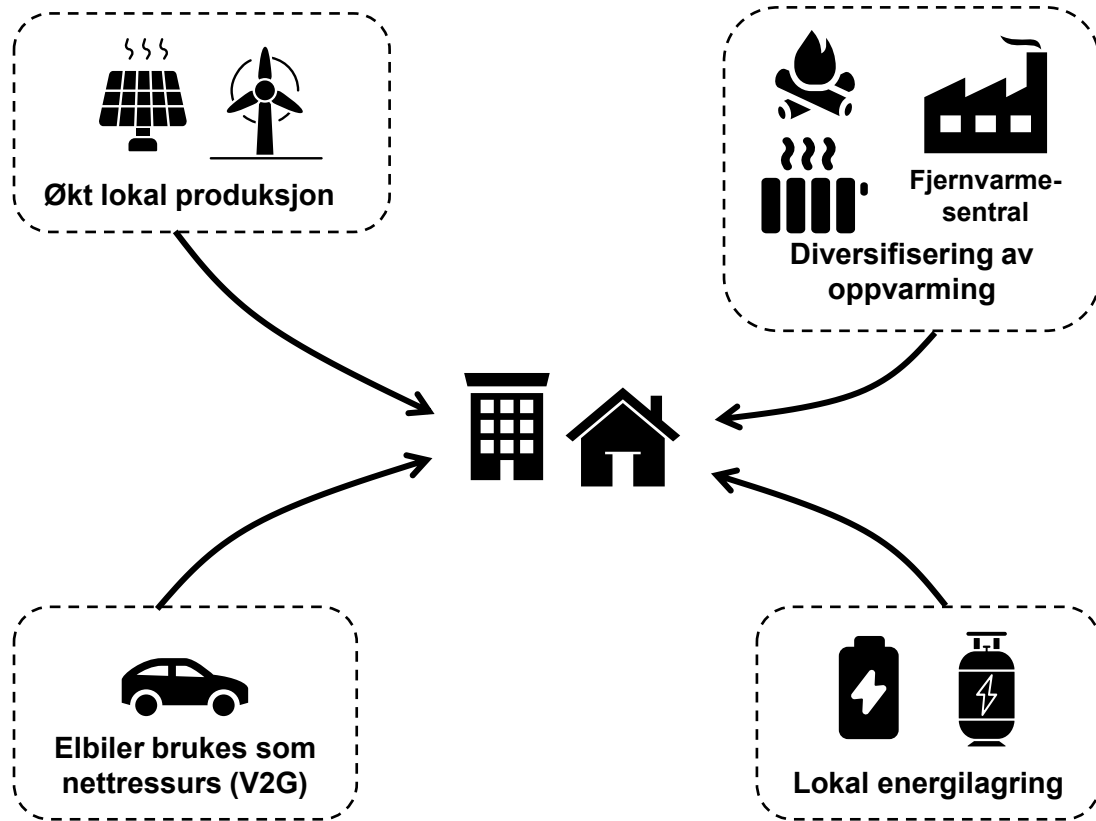
NVEs analyser viser at det er et effektivitetspotensial i bygg på **13 TWh til en kostnad under 1 kr/kWh**. Dette tilsvarer rundt 10 % av Norges strømforbruk. Potensialet øker til 18 TWh om man vurderer løsninger på opp mot 2 kr/kWh



... men dette potensialet vil ikke utløses av seg selv

- Det er betydelig usikkerhet i hvor mye som faktisk kan hentes ut. Utfallet avhenger av tiltakskostnader, kraftpris og innretning av støtteordninger. Fastprisprodukter som «Norgespris» kan dempe insentivene for enkelte aktører.
- Vanlige barrierer er mangel på tid, informasjon, kapital og kompetanse, og det er behov for flere og målrettede virkemidler.
- Med dagens politikk anslår NVE at strømb Bruken i bygningsmassen vil være **62 TWh i 2030**, omtrent på samme nivå som i dag.
- Totale **merkostnader** for å utløse tiltak i nye og eksisterende bygg er anslått til rundt **18 mrd. kroner per år**, noe over halvparten i småhus, resten i leilighetsbygg og yrkesbygg.
- **Støtteordninger** i størrelsesorden **4–5 mrd. kroner per år** kan bidra til å realisere tiltakene. Behovet kan avta over tid når teknologi blir rimeligere og/eller strengere krav fases inn.

Sluttbrukere kan spille en større rolle i energisystemet med lokal produksjon, avlasting av kraftsystemet og økt forsyningssikkerhet



Bedre datatilgang og digitale løsninger som viktige muliggjørere

Økt lokal produksjon og lagring

- Sol på bygg og energifelleskap reduserer energitap og gir lavere belastning i nettet lokalt. Overskudd kan mates inn når pris og kapasitet tilsier det.
- Nasjonalt er målet 8 TWh solkraft innen 2030. I 2024 ble det produsert 500 GWh. Anslag for potensial for solkraft på boligbygg varierer fra 18-36 TWh/år, mens på yrkesbygg varierer det mellom 12-22 TWh/år.

Diversifisering av oppvarming

- Fjernvarme og biobaserte kilder (inkl. ved) avlaster kraftsystemet i timer med høyt oppvarmingsbehov. THEMA's analyse viser at om 1-1,5 TWh netto årlig kraft-forbruk til oppvarming i Oslo konverteres til fjernvarme, vil det frigjøre 250–430 MW i nettet.

Elbiler som voksende fleksibilitetsressurs for nettet

- Gjennom smartlading kan elbiler lagre overskuddsstrøm, og med V2G-teknologi kan den selges tilbake til nettet i perioder med høy etterspørsel som bidrar til å balansere strømnettet, redusere overbelastning og integrere variable fornybare energikilder.
- Økonomiske incentiver blir viktig for at elbileiere skal tilgjengeliggjøre bilen sin til disse formålene. Flere aktører satser allerede på dette med positive tilbakemeldinger.

Bedre forsyningssikkerhet og beredskap

- Flere energibærere og lokal produksjon og lagring gir robusthet ved flaskehalser og feil i nettet.
- Sluttbrukerdrevet fleksibilitet reduserer behovet for nett og spisslastkapasitet over tid.

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136



Samlet peker siste års geopolitiske hendelser på nye økonomiske og sikkerhetspolitiske prioriteringer som også vil påvirke energisystemet



Nye og forsterkede utfordringer viser høy usikkerhet for fremtiden. Dette øker behovet for scenariobaserte vurderinger av fremtiden

Nye geopolitiske utfordringer skaper målkonflikter fremover



Ny geopolitisk virkelighet i emning der makta rår - også innen energiverdikjedene



Europa er under økende press for å prioritere eksistensielle utfordringer, energisystemet må levere på mer enn omstilling



Norge påvirkes av storpolitikken og energiomstillingen bremses av flere målkonflikter

Omverdensanalysen har avdekket utfordringer som viser høy usikkerhet for fremtiden. Dette øker behovet for å vurdere og planlegge for et bredere utfall for fremtiden.

Usikkerhet for fremtiden øker behovet for en scenariobasert tilnærming

Utvikling mot 2050

Fire scenarioer mot 2050 gitt ulike prioriteringer av drivere:



Beskytt Europa



Grønn Giv



Overflod



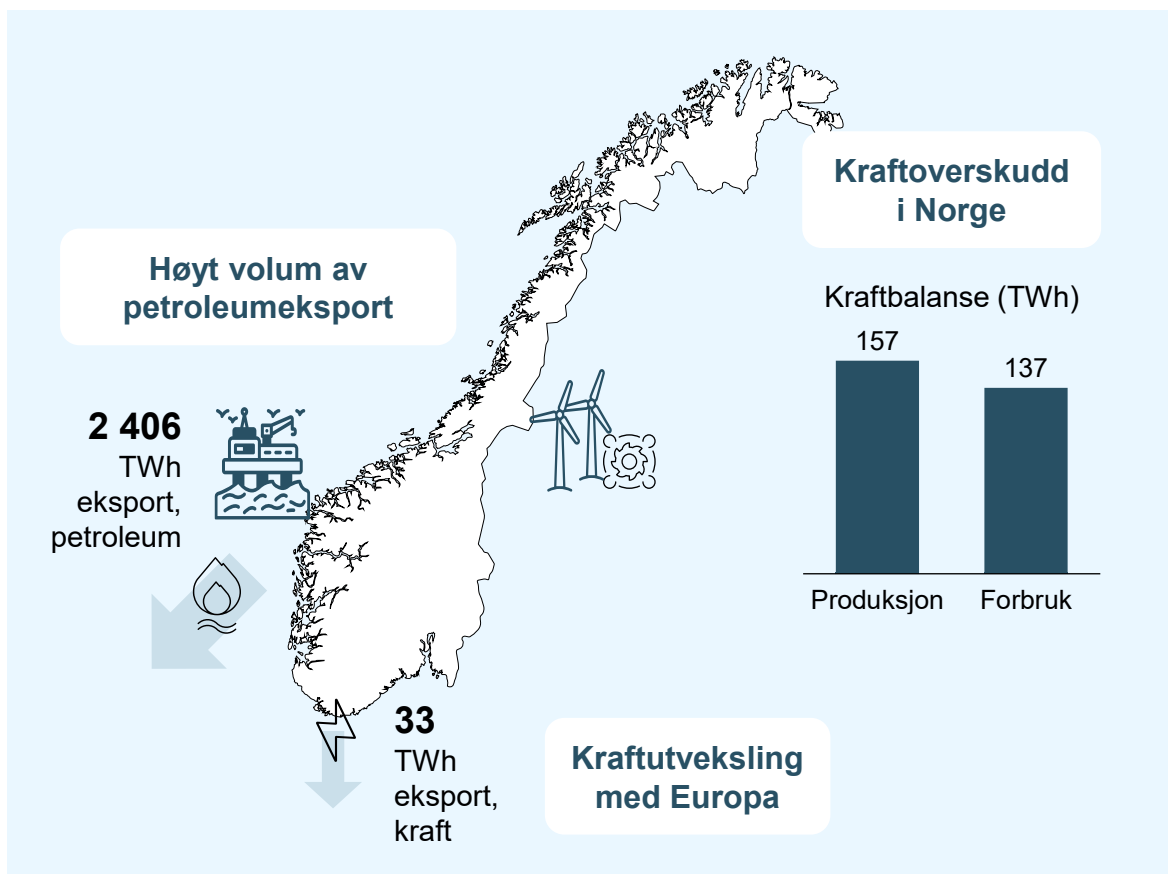
Alt er viktig



Energisystemets utvikling i fremtiden påvirker hvilke forsknings- og innovasjonsbehov som avleder av Energi2050s mandat

2024

Dagens energisystem



2050

Hvordan ser fremtidens energisystem ut og hvilke forsknings- og innovasjonsbehov avleder av Energi2050s mandat?

Hvilke rammeverk må på plass for å sikre omstilling og oppslutning om energiomstillingen?

Hvordan sikrer man tilgang på lav- og nullutslippsenergibærere til transport og industrien?

Hvilke kraftkilder og -systemer skal sikre norsk kraftforsyning og samfunnsutvikling?

Hvor stort er europeisk behov for gass fra norsk sokkel?

Hvilken etterspørsel er det etter havbunnsmineraler?

Hvilke teknologier og løsninger er det behov for i omstillingen mot lavutslippssamfunnet som Norge kan utvikle og bygge en leverandørindustri rundt?

Scenarioer viser mulige fremtidsbilder for energisystemet og energimarkedene. De skal anvendes som innspill til evaluering av eksisterende og nye FoUI-prioriteringer

Hva er scenarioene?

- De har felles utgangspunkt i fakta, trender, drivkrefter og spenninger i dagens situasjon
- De er basert på vektlegging av ulike, identifiserte drivere for energisystemet
- Scenarioene er utfallsrom for det norske og europeiske energisystemet på lang sikt
- Det er fire mulige scenarier, men med ulik grad av sannsynlighet

Hva kan de brukes til?

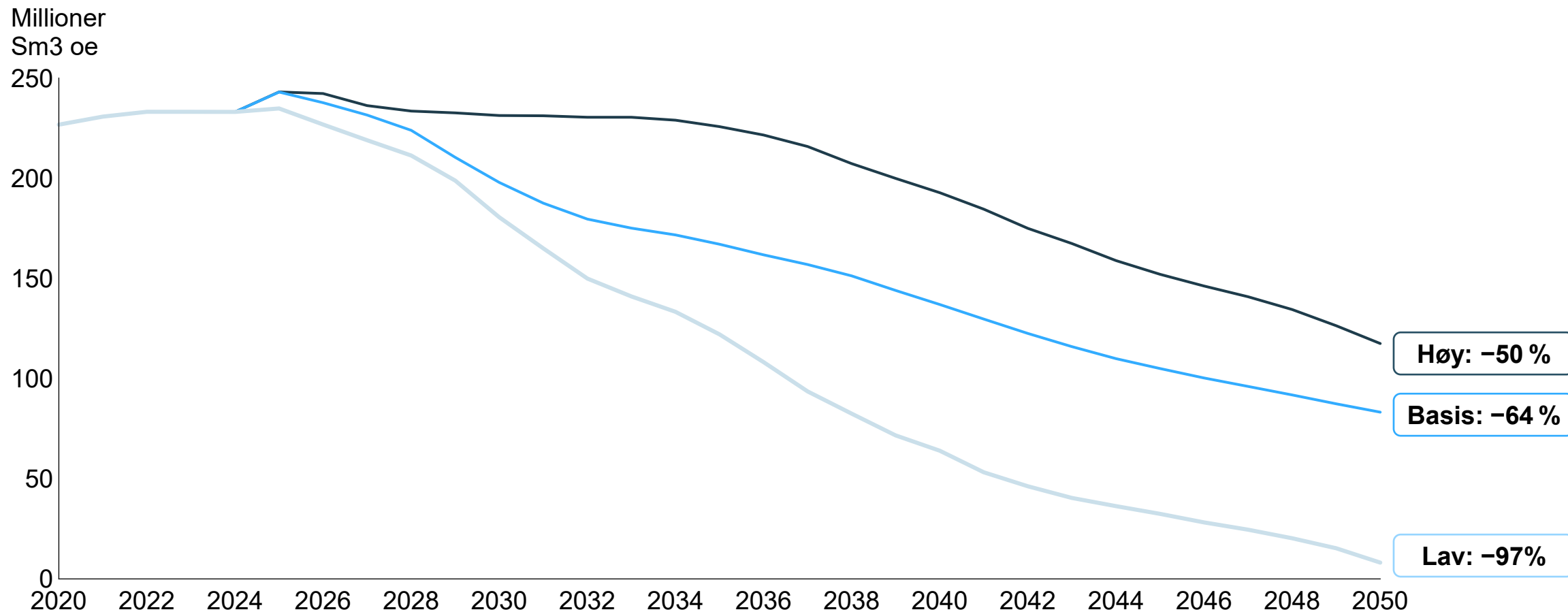
- Scenarioene danner utgangspunkt for refleksjon om hvilke drivere som kan påvirke det norske og europeiske energisystemet i ulike retninger fremover
- De gjør det mulig å løfte blikket fra det dagsaktuelle og åpner opp for samtaler om dagens virkelighet og potensielle framtider
- Utfallsrommet scenarioene gir for energisystemet kan brukes til å vurdere hvor robuste mulige strategivalg er i møte med ulike utviklingsbaner
- I tillegg kan man teste hvordan teknologivalg og FoUI-prioriteringer kan påvirke utviklingen i scenarioene.

Hva så?

Hvilke implikasjoner har de mulige scenarioene for Energi2050s satsingsområder?
Hvilke forsknings- og innovasjonsbehov avledes av hvilke drivere og mål som bli førende?

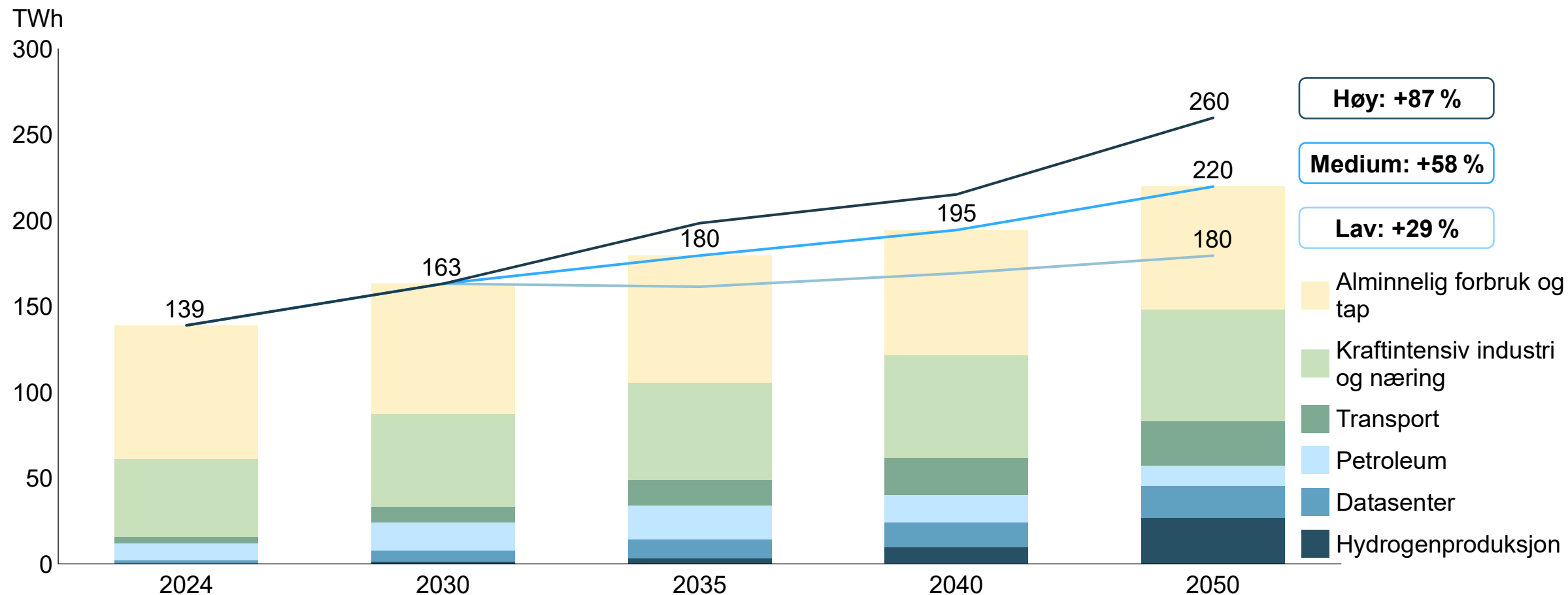
Eksempel: Hvor stort er behovet for norske petroleumsleveranser og hva innebærer utviklingsbanene?

Tre mulighetsbilder for petroleumsproduksjon på norsk sokkel



Eksempel: Hvor mye kraft trenger vi og til hvilke formål?

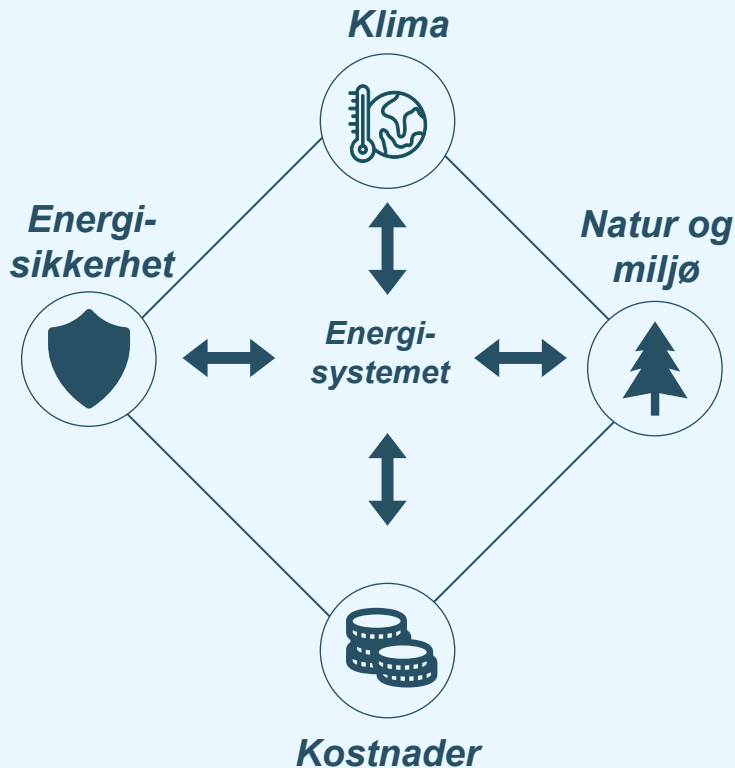
Scenarioer for utvikling i norsk kraftforbruk



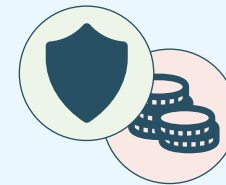
Kilde: Statnett - Langsiktig markedsanalyse, Norge, Norden og Europa 2024-2050

Usikkerheten rundt energisystemet fremover er knyttet til balansering av ulike hensyn

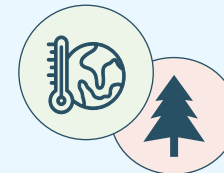
Fire overordnede hensyn for utviklingen av energisystemet



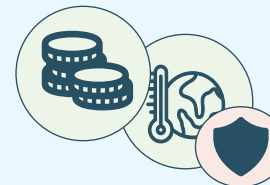
Eksempel på hvordan avveininger mellom hensynene kan forme utviklingen og støtten til energiomstillingen



Strengere krav til sikring av anlegg og strategiske reserver øker systemkostnader

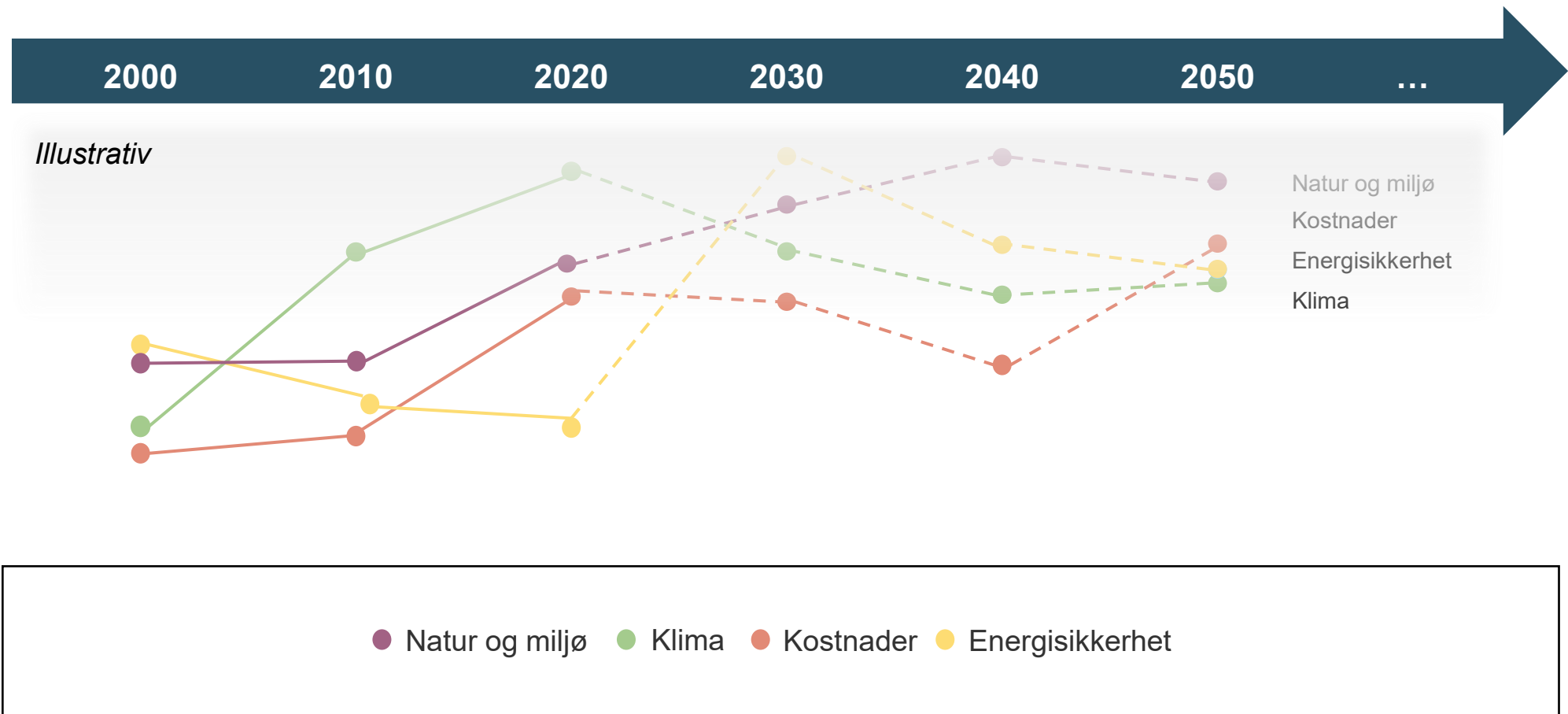


Rask fornybarutbygging går på bekostning av natur- og miljøhensyn i planlegging og beslaglegger ved utbygging betydelig arealer samt gir flere lokale konflikter og motstand mot omstillingen



Storskala utbygging av fornybart og lavutslipps energisystem basert på rimelig import fra Kina kan gi økt sårbarhet i forsyningskjedene

Vektlegging av samfunnsmål endres over tid, dagens prioriteringer kan bli mer og mindre aktuelle drevet av eksterne faktorer eller innsats mot målene

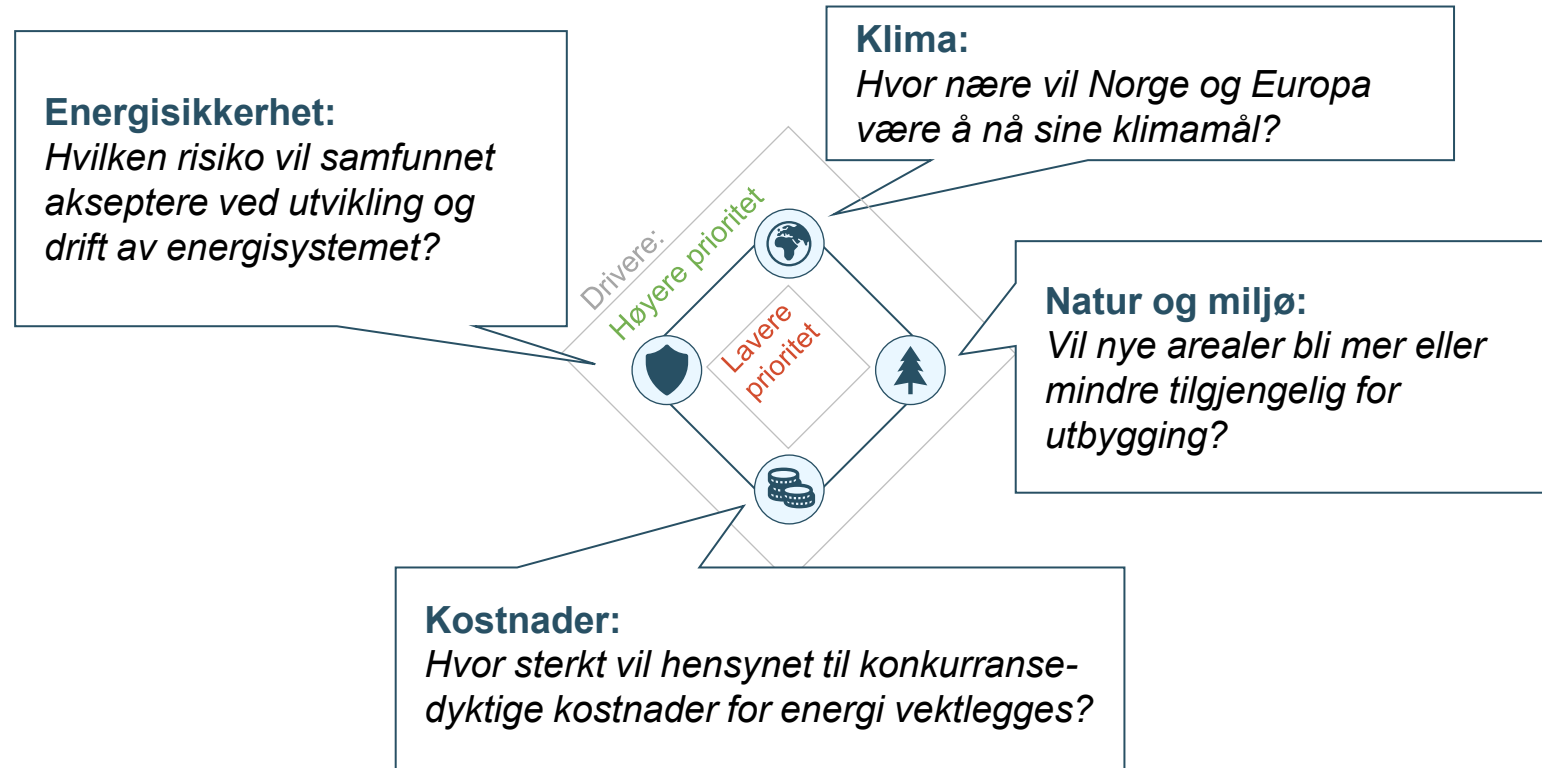


Definisjoner og usikkerheter rundt mål for energisystemet

	<i>Hva legger vi i denne driveren?</i>	<i>Påvirkning på utviklingen av energisystemet?</i>	<i>Hvilke usikkerheter finnes?</i>
Klima 	Politisk støtte for utslippsreduksjoner	Attraktiviteten mellom fossil og fornybar energiteknologi og CO ₂ -håndtering	Tempo og omfang av utslippsreduksjoner samt aksept og etterspørsel etter karbonfjerning
Natur og miljø 	Vern av areal og økosystemer og begrense miljøpåvirkning	Attraktivitet til arealkrevende kraftproduksjon, åpning av nye leteareal for petroleum og mineralvirksomhet	Hvor motstridende er interessene for naturvern, retten til kulturutøvelse andre sosiale interesser opp mot andre hensyn som kostnader, klima og energisikkerhet?
Energi-sikkerhet 	Sikker tilgang på energi langs alle dimensjoner: fra ordinær drift og håndtering av hyppigere natur- og driftshendelser, til forstyrrelser i verdikjeder og motstandsdyktighet mot angrep	Kostnader til sikring av infrastruktur og strategiske reserver, attraktivitet til lagring og variable energikilder, grad av overkapasitet i systemet, risikovilje for sentralisert produksjon/overføring, diversifisering av forsynings- og energikilder, utlysning av nye områder på norsk sokkel	Hvor stor aksept vil det bli for perioder med høye energipriser? Hvilken risikovilje er det i nettdrift? Hvor går internasjonal handel? Hvilket sikringsnivå blir nødvendig?
Kostnader 	Konkurransedyktige systemkostnader for energi	Prioritet av energiløsninger med lave totalcostnader	Hvor langt er Europa villige til å gå for å redde/bygge industri? Hva er husholdninger og næringsliv villige til å akseptere av kostnader? Hva blir subsidieviljen til dyrere teknologier?

Scenariene beskriver mulige utfall i 2050 basert på Europas prioriteringer

Viktige usikkerheter per dimensjon i energisystemet



Utviklingstrekk som forventes å gjelde på tvers av alle scenarioene: **utvikling og bruk digitalisering med kunstig intelligens, fortsatt forbedringer av HMS og voksende klimaforandringer**

Fire scenarier beskriver mulige prioriteringer i energisystemet mot 2050

Alt er viktig

Europa fortsetter å hensynta alle aspekter. Strengere reguleringer fører til lange ledetider og økte kostnader. Det ene målet slår ut det andre og det blir liten fremdrift i utviklingen av energisystemet.

Implikasjoner:

Lager økonomisk vekst, treg omstilling

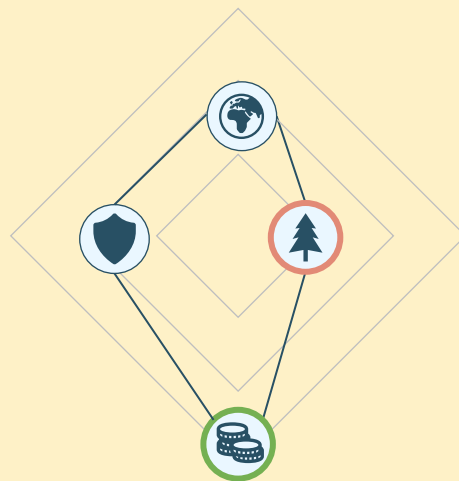


Overflod

Overflod av energi skal sikre vekst - Europa har lite fossile ressurser og satser tungt på fornybar. Fortsatt handel med Kina og kraftig deregulering for å få ned kostnader og ledetider på utbygging.

Implikasjoner:

Sterk økonomisk vekst og raske utslippsreduksjoner på bekostning av natur, balansert samarbeid med Kina



Grønn giv

Europa satser på å nå sine klimamål med minst mulig naturinngrep. Handler teknologi på det internasjonale markedet og prioriterer også dyrere utslippskutt. Effektiv ressursbruk står sentralt.

Implikasjoner:

Middels økonomisk vekst, Europa leverer på sine klima- og naturmål, geopolitisk avhengighet av Kina



Beskytt Europa

Europa satser på en robust utvikling av energisystemet, inkludert fysisk og digital sikring av infrastruktur. Handel begrenses og egne verdikjeder bygges.

Implikasjoner:

Lager økonomisk vekst, unntatt for samfunnskritiske bransjer, og høyere energiintensitet



Alt er viktig: Utvikling hindres av målkonflikter



Geopolitisk situasjonsbeskrivelse

Verden beveger seg sakte i oppfølging av Paris-avtalen med moderat økonomisk vekst. Kun Kina og Europa følger opp med elektrifiseringspolitikk. Europa må balansere forholdet til USA og Kina med voksende stormaktsrivalisering, samtidig som egen posisjon svekkes.

Europeisk energisystem og -omstilling

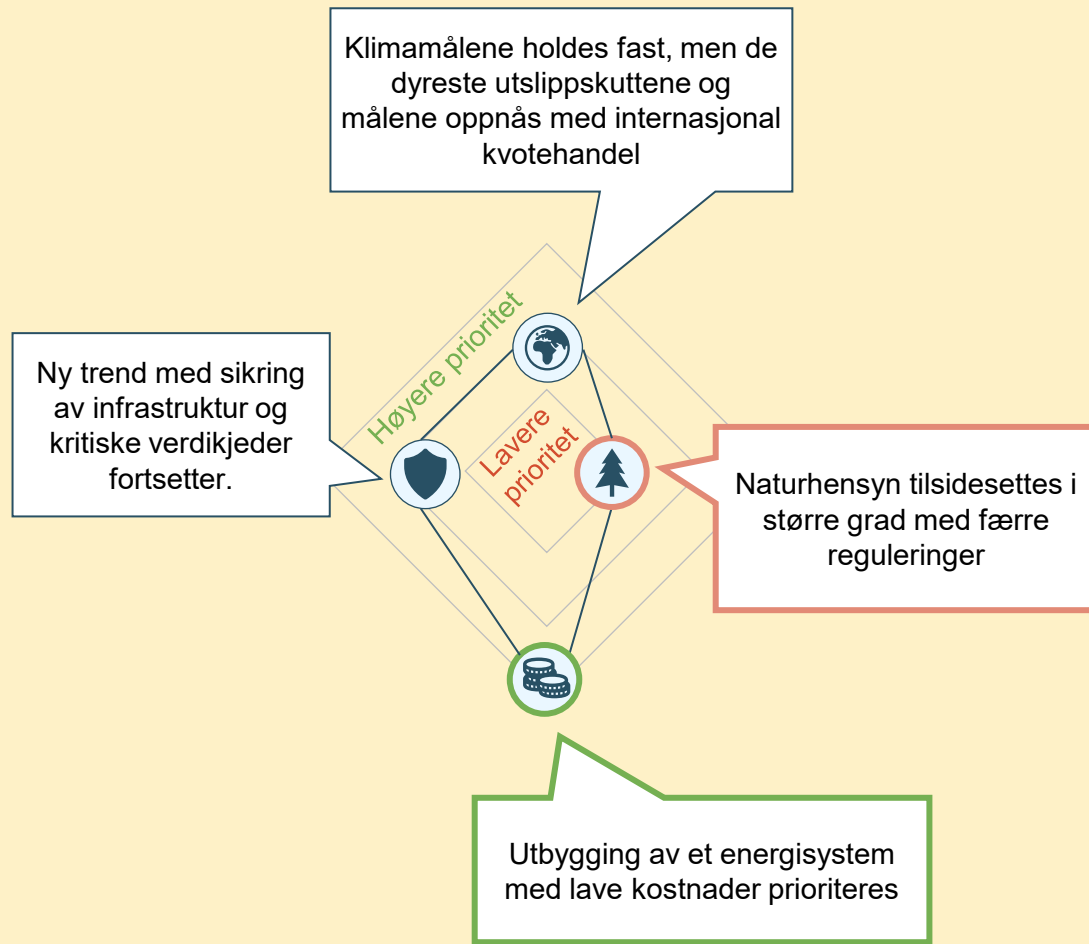
Europa greier ikke å prioritere mellom samfunns mål og forsøker å hensynta alle. Strengere reguleringer som ivaretar sikkerhet, natur og lokal forankring fører til lange ledetider og økte kostnader for energisystemet og industrien. Det ene målet slår ut det andre og det blir liten fremdrift i utviklingen sammenlignet med politiske mål. Gassetterspørselen forblir dermed høy, med tilsvarende økt behov for CO₂-håndtering og karbonfjerning for å kompensere for treg omstilling.

Norges energisystem

Norge innfører europeiske reguleringer og supplerer med egne som forsinket omstilling og industriutvikling ytterligere. Samtidig øker eksportverdiene av kraft og petroleum som følge av høye energipriser på kontinentet.

På sokkelen må Norge balansere sterk gassetterspørsel fra Europa med hensynet til sårbare områder. Samtidig gir gammel infrastruktur kombinert med politisk risiko og målkonflikter som stadig fører til omkamper om beslutninger, større usikkerhet og svekker investeringsviljen. Utvinning av havbunnsmineraler møter fremdeles politiske og økonomiske hindre.

Overflod: Energi for vekst



Geopolitisk situasjonsbeskrivelse

Høy økonomisk vekst globalt som følge av lave renter og reduserte handelsbarrierer. Europa inngår avtaler for internasjonalt samarbeid og sikrer tilgang på kompetanse og kapital fra Kina. Sikkerhetspolitikken påvirker handelsforbindelsene på områder det er strengt nødvendig, på linje med dagens situasjon.

Europeisk energisystem og -omstilling

Overflod og rimelig energi skal sikre vekst - Europa har begrensede fossile ressurser og satser tungt på fornybar. Fortsatt samarbeid med Kina og kraftig deregulering for å få ned kostnader og ledetider på utbygging. Rimelige, variable energiteknologier som vind og sol øker behovet for balansekraft, samt lagrings- og fleksibilitetsløsninger. Rimelig energi muliggjør tettere Europeisk integrasjon av energisystemet. Samtidig gir teknologiimport svake drivere for grønn teknologiutvikling i Europa.

Norges energisystem

Norge følger EU i deregulering og økt utbyggingstakt for fornybart, og søker økt integrasjon med det europeiske energisystemet. Verdien av norsk vannkraft øker, og det gjennomføres større utbygginger og effektoppgraderinger. På sokkelen åpnes nye områder for leting etter petroleum og mineraler. Norsk kraftintensiv industri får nye muligheter med lavere energipriser, men begrenses av kapasiteten i strømmettet og tilgjengelig kompetanse.

Grønn giv: Fulltreff på klima- og naturmål



Geopolitisk situasjonsbeskrivelse

Høy økonomisk vekst globalt som følge av lave renter og reduserte handelsbarrierer. Likevel dempes veksten i oljeetterspørsel fra storstilt elektrifisering i Kina og Europa. Europa binder tettere bånd til Kina og sikrer tilgang på masseproduserte teknologier til energiomstillingen. Tilsvarende svekkelse av energisamarbeidet med Russland og USA.

Europeisk energisystem og -omstilling

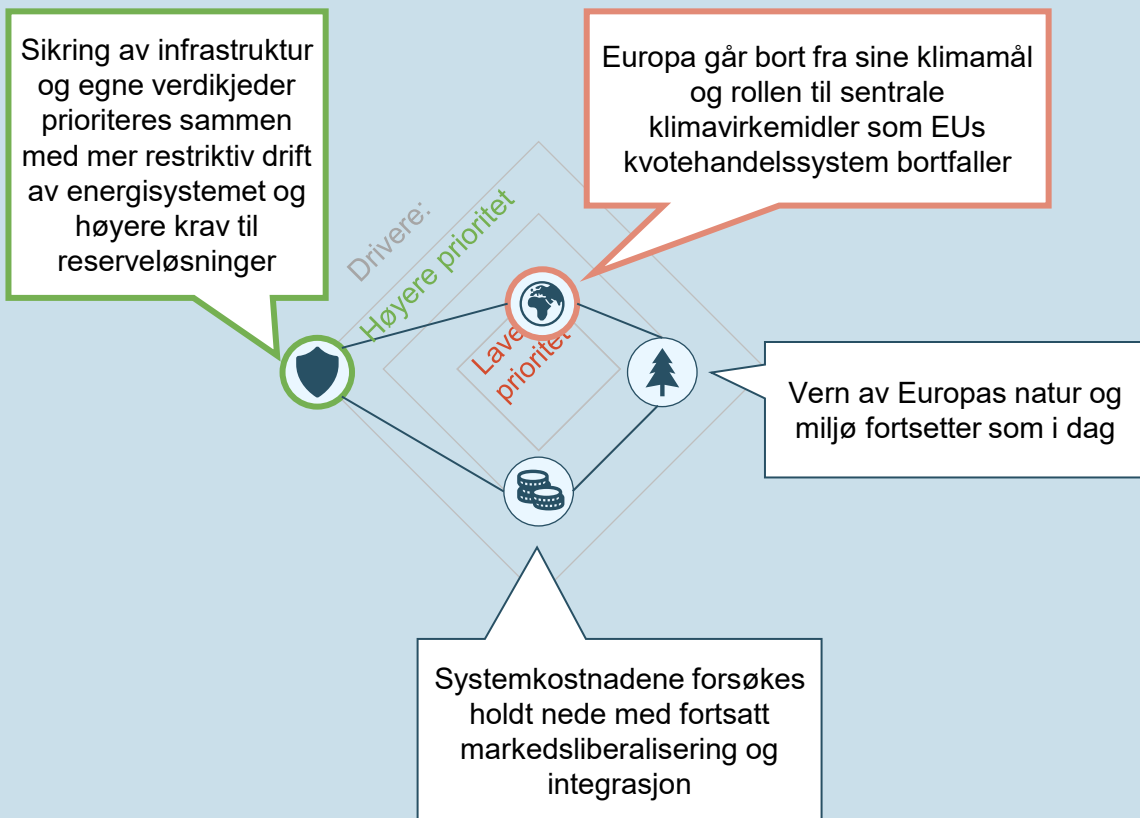
Europa satser på effektiv bruk av fossilfri energi som sitt konkurransefortrinn. Rask omstilling driver høy investeringstakt innen energiområdet, mens industri som ikke lar seg avkarbonisere flagger ut. Fornybart bygges ut i prioriterte områder og på grått areal for å bevare mest mulig natur. Opptrapping av offentlig støtte til kjernekraft og fleksibilitetsløsninger for å kompensere for svake prissignaler med lave marginalkostnader for kraft. En høy andel uregulerbar kraft møtes med utslippsfri balansering som hydrogen og andre fleksibilitetsløsninger. Fossil energi utgjør kun en brøkdel av energimiksen og krever CCS, der markedet forblir lite.

Norges energisystem

Fallende etterspørsel etter fossile energikilder presser økonomien på norsk sokkel, samtidig som utslippene fra sluttbruk får økt oppmerksomhet nasjonalt. Flere felt stenges ned. Utvinning av havbunnsmineraler uteblir som følge av massiv motstand og konkurranse fra Kina. Sokkelen blir heller ikke konkurransedyktig for lagring av Europas begrensede volumer av fanget CO₂.

I kraftsystemet satser Norge på redusert energibruk i bygg og kraftig styrking av utvekslingskapasiteten, både internt og til naboland. Strømnettet blir hardere presset med et høyt trykk på elektrifisering og en større risikovilje i driften. Kompetanse fra petroleum utnyttes til bl.a. havvind og produksjon av blått hydrogen.

Beskytt Europa: Tilbake til grunnleggende behov



Geopolitisk situasjonsbeskrivelse

Proteksjonisme og økte geopolitiske spenninger preger verden og fører til laber økonomisk vekst. Europa blir mer selvstendig og distanserer seg fra Kina og delvis USA (men fortsetter samarbeidet i NATO) og satser stort på oppbygging av eget forsvar og egne forsyningskjeder på energi- og ressursfeltet.

Europeisk energisystem og -omstilling

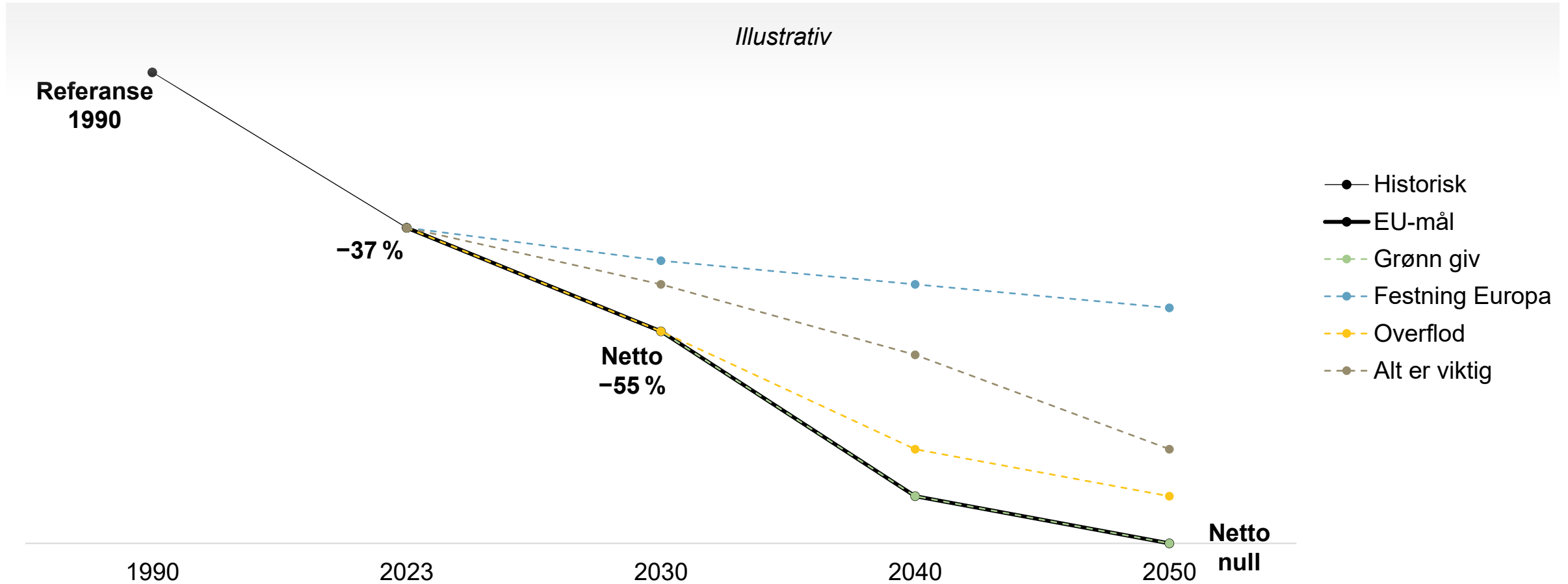
Robusthet blir det overordnede målet for energisystemet, som gjennomsyrrer alt fra forsyningskjeder til nettdrift. Fornybart, kull og kjernekraft fra egen industri blir sentrale energikilder for å sikre strategisk autonomi. Klima nedprioriteres for å dekke kostnader til sikkerhet. Økonomien har laber vekst, men dreies mot mer energiintensive næringer som råvareforedling og våpenindustri for å sikre økt kontroll over verdikjedene. Som en konsekvens øker klimagassutslippene fra Europa. Tilgang på kapital og realfagskompetanse blir begrensende faktorer.

Norges energisystem

Norge får en industriell oppblomstring med økt etterspørsel etter petroleum, metaller og våpensystemer med europeisk opprinnelse. Batteri- og hydrogenproduksjon får nye markedsmuligheter. Som en konsekvens går innenlandsk etterspørsel etter energi kraftig opp. På sokkelen åpnes nye områder for leting etter petroleum og mineraler. Norge som en ressursnasjon havner i en særlig utsatt posisjon som gir økte kostnader til sikring og en dreining mot flerbruksteknologier. Eksempelvis øker kravene til andre oppvarmingskilder enn strøm til husholdningene.

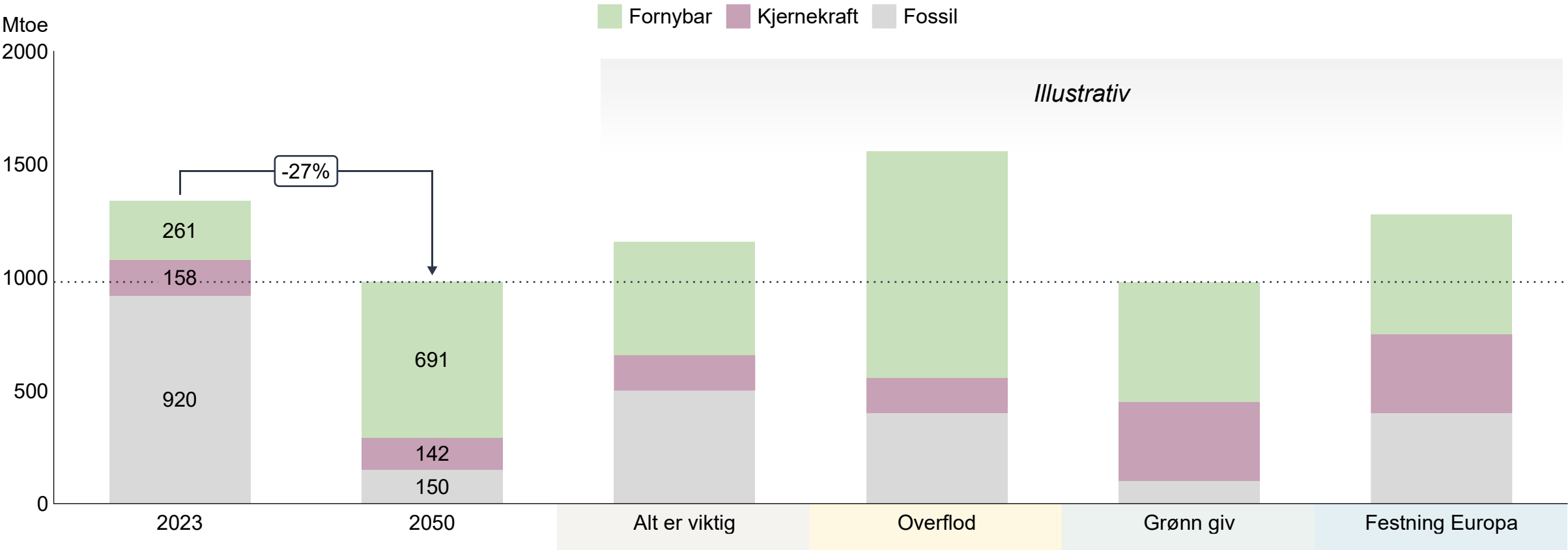
Scenariene reflekterer ulike tempo i omstillingen...

Utfallsrom utslippsreduksjoner scenarier



...og scenariene gir ulike energimikser avhengig av driverne

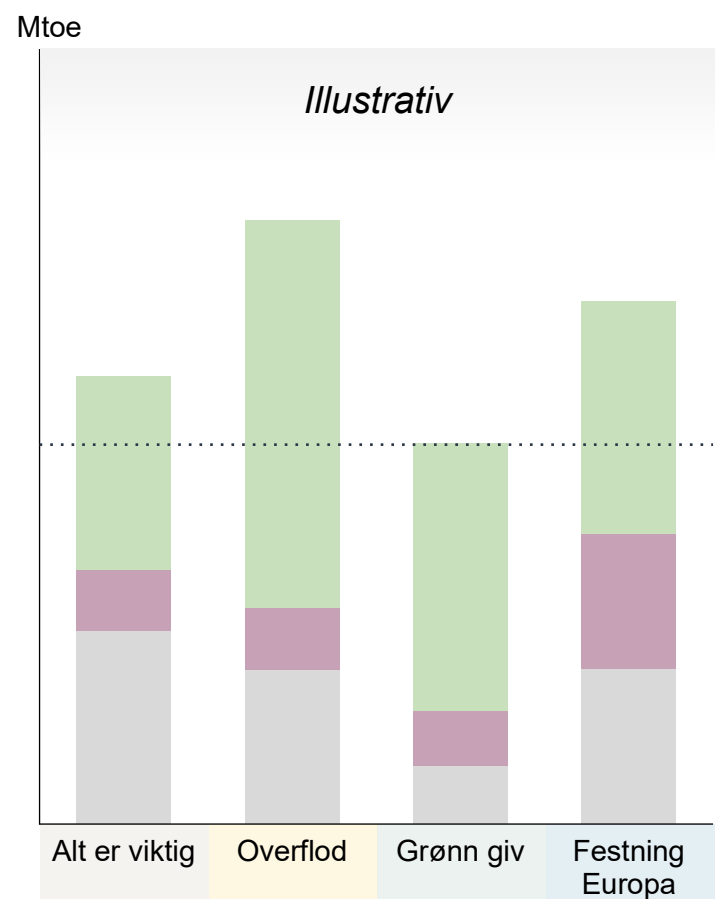
Utfallsrom energimiksk-scenarier for EU mot 2050



Kilder: Tall for 2023 og 2050 er basert på brutto tilgjengelig energi fra EU 2040 impact assessment

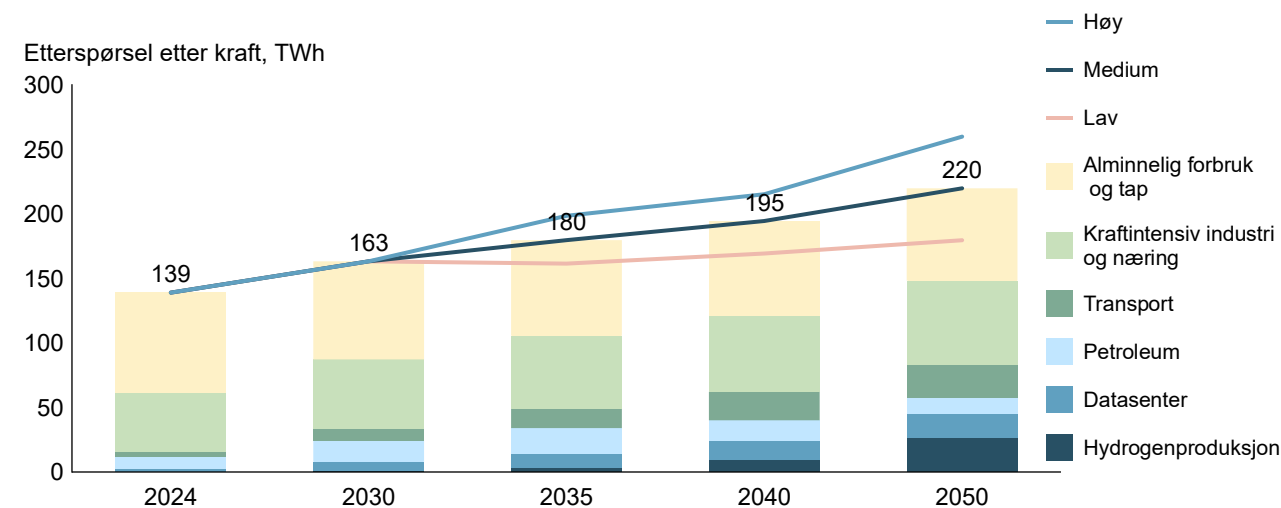
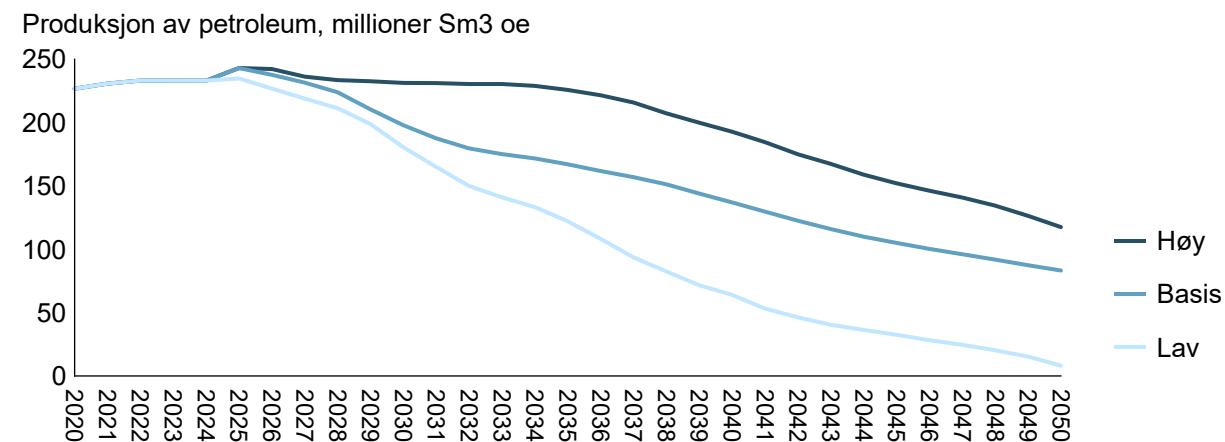
Europeisk industri-, klima- og energipolitikk vil påvirke utviklingen av det norske energisystemet og verdiskapingsmuligheter...

Energimiks i scenarioer for EU mot 2050



Hvilke scenarioer åpner for høyere/lavere utvinning på sokkelen?

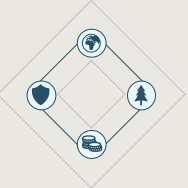
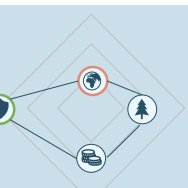
Hvilke føringer legger scenarioene for kraftetterspørsel og aktuelle lav- og nullutslipps-teknologier?



Kilder: Sokkeldirektoratet – Ressursrapport 2024, Statnett - Langsiktig markedsanalyse, Norge, Norden og Europa 2024-2050

Og de fire scenarioen kan belyse ulike utfordringer for energisystemet og muligheter for Norge

Eksempler

Scenario	Utfordringer for Norges energisystem	Verdiskapingsmuligheter for Norge
 Alt er viktig	• Energiprisene øker og svekker konkurranseevnen • Vanskelig å realisere ny produksjon av fornybar kraft, petroleum og havbunnsmineraler • Treg utbygging av strømnnett forsinker omstillingen	• Eksportverdien av petroleum, kraft og mineraler øker • Utstyr og systemer til energieffektivisering rettet mot bygninger, industri og transport, samt effektiv utnyttelse av eksisterende nettkapasitet
 Overflod	• Store arealer beslaglegges med konsekvenser for natur, miljø og andre interessenter • Høy volatilitet i kraftpriser og -produksjon • Knapphet på kompetanse med høy aktivitet i sektoren	• Volatile kraftpriser øker betydningen av regulerbar vannkraft og gasskraft • Økt aksept og behov for havbunnsmineraler i Europa • ...
 Grønn giv	• Kraftig fall i aktiviteten på norsk sokkel • Reguleringer øker totalkostnadene i energisystemet • Kinesisk teknologi og offensiv drift av kraftnettet svekker energisikkerheten	• Høy tilgang på offshore-kompetanse fra en dalende petroleumsnæring • Tilgang på kraft, gass og karbonlagring som kan møte etterspørsel etter utslippsfritt hydrogen • ...
 Beskytt Europa	• Klimagassutslippene forblir høye • Skjerpede krav til sikring av infrastruktur • Rask vekst i innenlands kraftforbruk legger press på strømnnett og kraftpriser	• Økt etterspørsel etter petroleum, mineraler og industrivarer • Markedsmuligheter for batterier og hydrogen • ...

Contents

1	Om Energi2050 og omverdensanalysen	5
2	Historiske trender i energisystemet Utviklingen i energisystemet globalt, i Europa og i Norge siden 2000, samt utviklingstrekk innen energiforskningen. Oppsummering av sentrale trender i energiforbruk, teknologiutvikling og prioriteringer i forskningsinnsatsen.	10
3	En ny geopolitisk virkelighet Økt geopolitisk usikkerhet påvirker energisystemet globalt, i Europa og i Norge. Gjennomgang av sentrale utviklingstrekk siden 2020 og hvordan skiftende maktforhold og konfliktlinjer former prioriteringer, samarbeid og risiko i energisektoren.	39
4	Utviklingstrekk i energisystemet fremover Utover geopolitiske drivkrefter former langsiktige utviklingstrekk energisystemet, inkludert digitalisering, klimaendringer og HMS. Videre presenteres sentrale utviklingstrekk innenfor Energi2050s mandat knyttet til produksjon og omforming, overføring / lagring / transport og sluttbruk.	70
5	En scenariobasert tilnærming til fremtiden Scenariobaserte analyser kan gi viktig innsikt i en mer uforutsigbar verden og kan belyse mulige utviklingsbaner for energisystemet som et oppspill til den kommende strategiprosessen.	116
6	Anbefalinger for strategiprosessen En syntese av funn på tvers av rapporten danner grunnlaget for anbefalinger til prosessen i Energi2050s videre strategiarbeid.	136



Omverdensanalysen belyser store geopolitiske endringer og usikkerheter som treffer Energi2050s områder samlet og hver for seg

Analysen viser til nye sentrale endringer og forutsetninger i omverden:

1



Samfunnet og energisystemet skal **avkarboniseres**, men særlig nasjonalt har fornybar **kraftutbygging stanset opp**

2



Energisystemet er under voksende press med tiltakende **systemkompleksitet og klimarelaterte hendelser, fysiske og digitale angrep** og påvirkning langs hele verdikjeden

3



Stormaktsrivalisering endrer globale, felles spilleregler - **økt fragmentering og politisering av markeder** utfordrer Europas økonomiske sikkerhet

Scenarioene spenner opp et stort utfallsrom for energisystemet mot 2050 basert på ulike prioriteringer av:



Natur



Klima



Kostnader



Energisikkerhet

Energi2050 skal i 2026 utarbeide sin første strategi – omverdensanalysen gir ny innsikt som bør hensyntas i strategiarbeidet

Energisikkerhet har blitt viktigere

Energisikkerhet er aktualisert som tema og nasjonal prioritering med flere angrep og klimahendelser som påvirker forsynings- og samfunnssikkerheten. Det er økt behov for kunnskap knyttet til utviklingen av motstandsdyktige systemer og infrastruktur som er tilstrekkelig sikker til en akseptabel kostnad.

Økt behov for å holde systemkostnadene nede

Systemkompleksiteten vokser med sammenkobling av flere energibærere, ulike typer infrastruktur og produksjonsteknologier samt mer aktive og fleksible forbrukere. Utviklingen innebærer økt behov for vurdering av enkeltteknologiers betydning for de samlede systemkostnadene, ikke bare LCOE, ved planlegging og utbygging av fremtidens energisystem.

Kunnskapsgrunnlag på havbunnsmineraler bør styrkes

Havbunnsmineraler er et nytt område inkludert i Energi2050s mandat. Myndighetene har de siste årene åpnet områder for havbunnsmineralvirksomhet og den strategiske betydningen av mineraltilgang er blitt større gitt voksende handelskonflikt og Kinas dominans innen verdikjeder avgjørende for energiomstillingen.

Forskning utover teknologiske fagområder kan bli viktigere i gjennomføring av energiomstillingen

Modne og konkurransedyktige teknologier og løsninger for energiomstillingen blir ikke tatt i bruk på grunn av økt konfliktnivå knyttet til eksisterende bruk og bevaring av natur og miljø eller andre adferdsbarrierer.

Politisering av globale markeder skaper muligheter for norsk leverandørindustri

Økt politisering av globale energiverdikjeder kan kreve nye løsninger for å sikre forsyningssikkerhet i utviklingen av det norske energisystemet og tempo i energiomstillingen. Slike utfordringer kan stille nye krav til norsk reparasjonsevne og leverandørindustri samt gi nye verdiskapingsmuligheter i et regionalt marked som vektlegger europeisk produksjon og verdikjeder.

Sentrale endringer i omverden påvirker energisystemet. Omverdensanalysen har avdekket nye og forsterkede utfordringer som strategiarbeidet bør ta høyde for

Analysen viser til nye sentrale endringer og forutsetninger i omverden:

1



Samfunnet og energisystemet skal **avkarboniseres**, men særlig nasjonalt har fornybar **kraftutbygging stanset opp**

- Hvordan kan man redusere natur- og miljøfotavtrykket knyttet til utvikling av energisystemet?
- Hvordan sikrer man større forståelse og støtte til sosiale og miljømessige kostnader ved energiomstillingen?
- Hvilke energi- og lavutslippsløsninger er tilgjengelige innenfor ulike tidsrom når vi trenger dem?

2



Energisystemet er under voksende press med tiltakende **systemkompleksitet og klimarelaterte hendelser, fysiske og digitale angrep** og påvirkning langs hele verdikjeden

- Hvilke deler av verdikjeden er sårbare for angrep og påvirkning?
- Hvilke kostnader og prioriteringer kreves for å styrke motstandsdyktigheten i energisystemet?
- Hvordan kan samarbeid mellom myndigheter, næringsliv og befolkning styrkes for et mer robust energisystem?
- Hvilke regulatoriske og teknologiske tiltak er nødvendige for å møte voksende trusselnivå?

3



Stormaktsrivalisering endrer globale, felles spilleregler - **økt fragmentering og politisering av markeder** utfordrer Europas økonomiske sikkerhet

- Hva betyr fragmentering for Norges tilgang på kritiske og strategiske ressurser og teknologi?
- Hvordan bør Norge balansere mellom nasjonal selvforsyning og internasjonalt samarbeid? Hvilke FoUI-samarbeid er særlig utsatte?
- Hvordan påvirker risikobildet investeringer og langsiktige kontrakter?
- Hvordan begrenses eller styrkes verdiskapingsmuligheter i energinæringen?

Flere endringer i omverden og kravene til energiomstillingen peker også på behov for ny innretning av FoUI-partnerskap og -virkemiddelapparatet innen energiområdet

Norge kan vise til flere suksesser innen FoUI på energiområdet med gode resultater og høye returandeler innen EUs rammeprogram og flere senterordninger som hever forskningskvaliteten med langsiktighet og samarbeid. Innen petroleum pekes FOT-ordningen som særlig sentral for å stimulere til betydelige FoUI-bidrag fra næringen og understøtting nasjonale kompetansemiljøer, og innen klima- og miljøvennlig energi er eksempelvis Pilot-E-ordningen sentral for skalering fra ide til marked.



Strategiske partnerskap blir viktigere for å lykkes med FoUI

Stormaktsrivalisering og politisering av markeder begrenser tilgang på kompetanse og ressurser og kan gi økt risiko innen FoUI, også på energiområdet. Med større programmer innen forskning i EU blir det viktig å sikre fortsatt tilgang på forskningsmidler og –samarbeid med muligheter for arbeidsdeling basert på komparative fortrinn.



Raskere innovasjons- og kommersialiseringstakt på forskning

FoUI må kunne levere resultater som kan anvendes raskere når internasjonale handelsforhold og konkurranse tilspisses og beslutninger tas raskere. Samtidig bidrar digitalisering og kunstig intelligens til raskere prosesser og innsikt.



FoUI er viktig for verdiskaping og EU dobler innsatsen innen Horisont Europa

Draghi-rapporten peker på at Europa bør redusere det voksende innovasjonsgapet for å styrke europeisk verdiskaping og konkurransekraft. EU bruker mindre på FoUI sammenlignet med både Kina og USA og møter på skaleringsutfordringer. I neste Horisont Europa rammeprogram vil EU doble finansieringsrammen, der ren omstilling og industriell avkarbonisering er en av de tematiske prioriteringene.



Innretningen av FoUI-arenaer og -virkemidler bør reflektere kompleksiteten i energiomstillingen og unngå siloer

Energi2050s anbefalinger skal både dekke enkeltområder og helheten i energisystemet for en sikker, bærekraftig og konkurransedyktig omstilling mot lavutslippsamfunnet. Innretningen av FoUI-arenaer og –virkemidler bør ikke sette begrensninger med unaturlig organisatorisk skille mellom fossile, lavutslipps og fornybare teknologier og løsninger slik som har vært historisk.



THEMA
CONSULTING GROUP

Naviger trygt gjennom energiomstillingen

About THEMA:

THEMA Consulting Group is a consulting firm focused on electricity and energy issues, and specialising in market analysis, market design and business strategy.



THEMA Consulting Group

Øvre Vollgate 6
0158, Oslo, Norge

Support@thema.no
<https://www.thema.no/>

Berlin Office

Albrechtstrasse 22
10117, Berlin, Deutschland