

# EN GRØNN. TRÅD

FEM STRATEGISKE PRINSIPPER  
SOM LEDER OSS TIL ET BÆREKRAFTIG  
ENERGISYSTEM MOT 2050



# INNHold

## **SAMMENDRAG ... 3**

### **BEHOVET FOR EN GRØNN TRÅD ... 7**

Den globale utfordringen: Mer energi, mindre utslipp ... 7

Jevn takt i utslippskuttene er best ... 7

Utfordrende diskusjoner og valg ... 10

Hva skal En grønn tråd brukes til? ... 10

### **ENERGISYSTEMETS ROLLE I EN BÆREKRAFTIG OMSTILLING ... 15**

Energibruk er en del av problemet – også i Norge ... 15

Et velfungerende energisystem er viktig for verdiskapingen ... 17

Energisystemet er nøkkelen til kostnadseffektive utslippskutt og verdiskaping ... 18

### **EN GRØNN TRÅD: FEM STRATEGISKE PRINSIPPER FOR KLIMA, ENERGI OG VERDISKAPING ... 21**

Vi trenger en handlingsregel for klima ... 21

De fem prinsippene kan operasjonaliseres i praksis ... 23

Prinsipp 1: Handlingsregelen – utslippskutt ... 23

Prinsipp 2: CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og fjerning av CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet ... 23

Prinsipp 3: Robust energisystem ... 24

Prinsipp 4: Balansert utvikling – produksjon, forbruk og infrastrukturutvikling i takt ... 25

Prinsipp 5: Effektiv ressursutnyttelse – minimere kostnader og miljøinngrep ... 27

Et helhetlig rammeverk ... 28

### **FUNDAMENTET FOR EN LANGSIKTIG STRATEGI FOR ENERGI, KLIMA OG VERDISKAPING ... 31**

Hva har vi lært om veien mot 2050? ... 31

Verdien av en grønn tråd ... 31

# EN GRØNN TRÅD



Klima og energi henger sammen og utfordrer oss dobbelt. De tiltakene vi gjennomfører nå skal ikke bare gi oss et klimavennlig energisystem i fremtiden – de skal også gi et velfungerende energisystem i mellomtiden. Dette gjør det nødvendig å tenke helhetlig og se politikkområder i sammenheng. En grønn tråd må til for å vise hvordan de ulike tiltakene i sum skal bringe oss dit vi vil.

”En grønn tråd” inneholder et sett strategiske prinsipper som, når de tas i bruk, vil sette oss på sporet av et klimavennlig og velfungerende energisystem i 2050 som legger grunnlag for videre vekst i verdiskaping. 2050 setter målene – og er derfor også en startstrek. Året virker langt unna, men i energisektoren er ikke 40 år lang tid. Investeringer i energiproduksjon, strømmnett og annen infrastruktur varer gjerne enda lenger. Vi vil i mange tiår måtte leve med de valgene vi foretar her og nå i energisystemet.

Klimautfordringene krever langsiktighet. Det paradoksale er at vi vet hvor vi skal – utslippsmålene for 2050 er satt – men vi mangler en strategi for hvordan vi skal komme dit. En handlingsregel for klima vil gi forutsigbarhet og styring, og prinsippet har gyldighet så vel nasjonalt som internasjonalt. Det er et logisk sted å begynne.

Handlingsregelen viser hvorfor spørsmålet om å ta tiltakene hjemme eller ute er en kortsiktig debatt. I 2050 skal de aller fleste tiltakene være gjennomført – også her i Norge. Spørsmålet er derfor ikke om, men når de ulike kuttene skal tas. Handlingsregelen åpner for kvotekjøp ute – men om vi ser til 2050, blir det klart at kvotekjøp kun er en bro til gjennomføringen av nødvendige tiltak her hjemme.

Klimamålene for 2050 legger føringer på energisystemet. For å kutte utslipp i det omfang som kreves, må all energibruk

da være CO<sub>2</sub>-fri. Det er en erkjennelse med konsekvenser – det fordrer nemlig at også energibærerne er CO<sub>2</sub>-fri. Dette har til dels dramatiske følger for valg av infrastruktur og energipolitikk. Varmt vann til fjernvarme, bio og elektrisitet – der har du de kjente bærerne som kan frakte CO<sub>2</sub>-fritt.

Samtidig som all energibruk må bli mer effektiv, skal vi bruke mer av noen energibærere – spesielt elektrisitet. Vi må gjøre to ting samtidig: Bruke energi rett – og bruke rett energi. Begge deler. Elektrisitet har det største potensialet og flest bruksområder, og vil derfor bli viktigst. Rett politikk er derfor å favorisere, ikke diskriminere bruk av elektrisitet.

Energisystemet er i seg selv en nøkkel til 2050. Klimaendringer som medfører større værvariasjon, fremveksten av fornybare teknologier og samfunnets økende kostnader ved avbrudd bygger i sum en systemsensitivitet som må møtes. Et robust energisystem er derfor en umistelig del av en vellykket strategi for et klimavennlig 2050. På kortere sikt må energisystemet utstyres med støtdempere som gir fleksibilitet nok til å motstå de store skiftningene innen både produksjon og forbruk. På lengre sikt må politikken håndtere de store endringene som energiomleggingen vil forårsake – og på en slik måte at de ikke skaper galopperende ubalanser som gir unødvendige kostnader og svekket legitimitet.

Til syvende og sist vil vi bli stilt overfor en lang rekke tiltak som trenger prioritering. Effektiv ressursutnyttelse er således en rettesnor som man ikke kommer utenom – om det nå dreier seg om kostnadseffektivitet, energieffektivitet eller å minimere naturinngrep. Dette fordrer velfungerende energimarkeder, og bedrifter som i konkurranse både kan og vil.

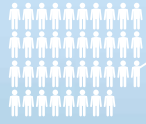
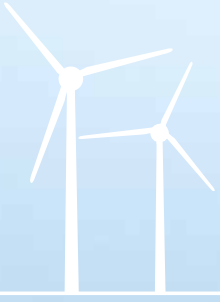
Den grønne tråden viser vei gjennom klima, energi og verdiskaping. Den setter oss på et klimavennlig spor, den sikrer et velfungerende energisystem, og gir dermed også de rette signalene for en verdiskaping som både er livskraftig og bærekraftig.

En rød tråd viste Thesevs veien ut av labyrinten på Knossos. En grønn tråd skal vise vei til et samfunn som forener hensynene til klima og energi. Slik vi vet vi må.

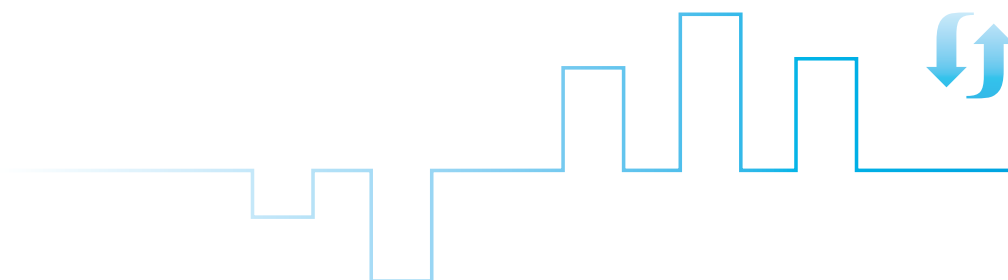
Oslo, november 2011

**Oluf Ulseth**

Administrerende direktør  
Energi Norge



ET VERKTØY FOR  
LANGSIKTIGE  
STRATEGISKE VALG  
SOM FORENER  
**KLIMA, ENERGI  
OG VERDISKAPING**



Det overordnede målet for verden er å begrense den globale oppvarmingen til 2 grader, noe som krever et utslippsnivå på maksimalt 2 tonn per innbygger innen 2050, forutsatt at vi starter å kutte utslippene i tide. Klimautfordringen kan bare løses gjennom omfattende omstilling av energisystemet. Et velfungerende energisystem er en forutsetning på veien til å nå klimamålene. Det gjelder også for Norge, ettersom 2/3 av våre klimagassutslipp er knyttet til fossil energibruk i petroleumssektor, industri, transport og oppvarming.

Samtidig er sikker tilgang på energi en forutsetning for økonomisk utvikling, både i de minst utviklede delene av verden og i den industrialiserte delen av verden. Utviklingen i norsk økonomi har de siste 100 årene vært spesielt nært knyttet til energisektoren, først gjennom utbygging av industri basert på utnyttelse av vannkraftressursene, senere gjennom utvinning av olje og gass på norsk sokkel. Samtidig har utviklingen innen IKT lagt til rette for en stadig mer tjenestebasert økonomi der elektrisitet er en avgjørende innsatsfaktor. Gjennom elektrifiseringen av samfunnet er kraftsystemet blitt en stadig viktigere kritisk infrastruktur på linje med telekommunikasjon, vannforsyning, transport-systemet, helsevesenet m.fl. – kanskje den aller viktigste vi har når vi tar i betraktning alle samfunnsprosessene som avhenger direkte av stabil tilgang på elektrisitet.

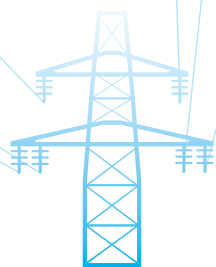
Skal vi nå 2-gradersmålet, må vi i et globalt perspektiv begynne å kutte utslippene for å unngå at de akkumulerte utslippene blir for store. Sett fra et globalt perspektiv vil det også være kostnadseffektivt å starte nå. Dette gjelder imidlertid også i stor grad for Norge. Kvotekjøp kan brukes i et visst omfang på kort sikt, men på lang sikt må også vi kutte de fysiske utslippene hjemme. Årsaken er at vi i 2050 må ha gjennomført de aller fleste utslipps-reducerende tiltakene på verdensbasis, også i de industrialiserte landene. Da vil det heller ikke være noe overskudd av billige kvoter, og vi må forvente mye høyere kvotepriser enn i dag. Venter vi for lenge, får vi også svært store gjennomføringsutfordringer når store utslippskutt skal tas på kort

tid, og norsk næringsliv vil miste konkurransekraft og forretningsmuligheter. Kvotekjøp er i dette perspektivet en betalingsutsettelse og ikke en permanent løsning. Norsk klimapolitikk frem mot 2020, som Stortingets klimaforlik fra 2008, er bare et første skritt som må følges opp med ytterligere kutt i jevnt tempo fram mot 2050.

Det er mange politiske og strategiske utfordringer knyttet til klima- og energipolitikken. Omstillingen av energisystemene vil kreve omfattende tiltak over en lang tidsperiode. Vi klarer imidlertid i liten grad å fatte beslutninger som er nødvendige på lang sikt, men ubekvemme på kort sikt. Det er også vanskelig å se konsekvenser av beslutninger på tvers av sektorer. Dette fører til at politikken preges av for liten grad av helhetstenkning. Det er vanskelig å vite i dag hva som vil skje fram mot 2050. Mangelfulle strategier medfører ikke bare manglende klimamåloppnåelse, men også svekket verdiskaping. Omstillingen i Norge og internasjonalt skaper nye forretningsmuligheter for energiselskaper, industribedrifter og tjenesteleverandører på både kort og lang sikt. Det er derfor avgjørende for både klimaet og vår økonomiske utvikling at vi greier å lage gode strategier innenfor energi- og klimaområdet.

*En grønn tråd* er nettopp et verktøy for langsiktige strategiske valg som forener klima, energi og verdiskaping. En grønn tråd tar utgangspunkt i to faste punkter:

- 2-gradersmålet skal nås. Det innebærer et krav om maksimalt 2 tonn utslipp pr. innbygger i verden og Norge innen 2050.
- Vi skal ha et velfungerende energisystem. Et velfungerende energisystem er kjennetegnet ved at det framskaffer nok energi og har nok kapasitet til enhver tid, utnytter ressursene effektivt og skader miljøet minst mulig. I tillegg må et velfungerende energisystem sørge for en noenlunde balansert utvikling mellom produksjon og forbruk av energi og tilhørende infrastruktur.



På grunnlag av de faste punktene har vi formulert fem strategiske prinsipper for utvikling av energisystemet.

1. Handlingsregel for klima: Utslippene må kuttes slik at vi når 2-tonnsmålet i 2050 og ikke overstiger de samlede tillatte utslippene fram mot 2050.
2. CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere: Sluttbrukerne må få levert CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og CO<sub>2</sub> må fjernes i produksjonsleddet.
3. Robust energisystem: Vi må ha en svært høy leveringspålidelighet og svært lav sårbarhet overfor svikt i tilgangen på energi.
4. Balansert utvikling: Produksjon, forbruk og infrastruktur for overføring av energi må utvikles i takt.
5. Effektiv ressursutnyttelse: Vi skal utnytte ressursene i energisystemet mest mulig effektivt. Det innebærer å minimere kostnadene og miljøinngrepene.

Til sammen utgjør disse fem prinsippene et helhetlig rammeverk for utviklingen av energisystemet innenfor en ramme av klima- og verdiskapingshensyn.

## PRINSIPP 1:

**Handlingsregel for klimagassutslipp** er basert på en tilsvarende mekanisme som handlingsregelen for inntektene fra oljevirkosomheten, men med én viktig forskjell: Regelen er ikke forankret i en konstant forventet realavkastning (eller en flat utviklingsbane), men en definert bane for klimagassutslipp som synker fra dagens nivå til maksimalt 2 tonn per innbygger innen 2050. Dette er forenlig med å nå 2-gradersmålet, gitt forventet befolkning i verden innen 2050. Det er ikke usannsynlig at nivået må bli enda lavere i Norge og de industrialiserte landene dersom utviklingslandene skal oppleve vekst i den samme perioden. Vi tar ikke konkret stilling til det eksakte nivået for Norges del – men det må ned til maksimalt 2 tonn per innbygger innen 2050.

Rundt 2-tonnsbanen kan de årlige utslippene gjerne variere så lenge endepunktet nås. I tillegg innebærer handlingsregelen et krav til de samlede utslippene fram mot 2050. Ettersom klimagasser blir værende i atmosfæren i lang tid (avhengig av type klimagass), er det ikke bare nivået i 2050 som er avgjørende for at vi skal nå det globale målet om maksimalt 2 graders oppvarming. Handlingsregelen impliserer derfor også at høyere utslipp enn den lineære 2-tonnsbanen i en periode må motsvares av tilsvarende lavere utslipp enn 2-tonnsbanen i etterfølgende perioder, slik at restriksjonen på de samlede utslippene over tid overholdes.

Handlingsregelen for klima sørger for en gradvis utfasing av klimagassutslippene i samsvar med en global 2-tonnsbane, men gir samtidig fleksibilitet til å benytte kvotekjøp for å unngå uheldige konsekvenser for det globale klimaet og norsk konkurransekraft som følge av karbonlekkasje. Den gir også forutsigbarhet for bedrifter, privatpersoner og myndigheter om verdien av utslippsreducerende tiltak og bidrar på den måten til en mer effektiv gjennomføring av utslippskutt i Norge.

I et 2050-perspektiv er det ikke et spørsmål om vi skal kutte utslippene nasjonalt, men hvor mye vi skal kutte på ulike tidspunkter. Det vil ikke være noe stort globalt overskudd av billige CO<sub>2</sub>-kvoter i 2050. Innen da må de aller fleste tiltakene være gjennomført skal vi nå 2-gradersmålet. Om vi starter i dag, er oppgaven i Norge å kutte klimagassutslippene minimum 40 millioner tonn på 40 år, det vil si minst 1 million tonn pr. år i gjennomsnitt.

## PRINSIPP 2:

**Omlegging til CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere** er nødvendig fordi vi ikke kjenner utvikling av teknologi som kan håndtere CO<sub>2</sub> i småskala hos sluttbruker. Elektrisitet vil bli den dominerende energibæreren i fremtiden fordi elektrisitet kan produseres og transporteres til bruker i store mengder og over store avstander i en helt annen størrelsesorden enn de øvrige CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere. Derfor blir kravet til et velfungerende elektrisitetssystem sentralt i oppbyggingen av energisystemet mot 2050.

## PRINSIPP 3:

**Robusthet** er energisystemets evne til å levere energi og effekt momentant eller over et kortere tidsrom (for eksempel en vintersesong). Robusthet er på denne måten nært beslektet med begrepet forsyningssikkerhet, men er mer avgrenset i tid. Forsynings-sikkerhet dekker også den langsiktige tilgangen på energi, jf. prinsippet om balansert utvikling. Prinsippet gjelder i utgangspunktet nasjonalt og lokalt, men kan også anvendes på en større geografisk region som Nordvest-Europa.

## PRINSIPP 4:

**Balansert utvikling** refererer til det fundamentale forholdet mellom produksjon og forbruk av energi over en lengre periode, minimum mellom sesonger, men også over flere år. Prinsippet har å gjøre med den fysiske tilgangen på energi relativt til etterspørselen på lang sikt, og skiller seg fra robusthet gjennom tidsperspektivet. Prinsippet kan anvendes både nasjonalt og på en større region som er fysisk sammenknyttet gjennom energisystemet (som Nordvest-Europa). Et sentralt element for å oppnå en balansert utvikling er velfungerende markeder.

## PRINSIPP 5:

**Effektiv ressursutnyttelse** er en nødvendig betingelse for at vi skal kunne nå mål knyttet til klima, energi og verdiskaping samtidig. Med effektiv ressursutnyttelse sikter vi til de samlede kostnadene ved ulike tiltak i energisystemet, både spesifikke tiltak som bidrar til utslippskutt og andre typer tiltak. Effektiv ressursutnyttelse frigjør ressurser til verdiskaping i andre sektorer i økonomien, i form av både kapital og arbeidskraft. Hensynet til miljøkonsekvenser ut over klima ligger som del av dette prinsippet.

De fem strategiske prinsippene er et verktøy for strukturert dialog om klima, energi og verdiskaping på ulike arenaer. Prinsippene kan brukes som grunnlag for å formulere konkrete tester for ulike tiltak og virkemidler på klima- og energiområdet i praksis. Tiltak og virkemidler som ikke oppfyller testene, må enten forkastes eller justeres.





**DET ER BEHOV FOR  
EN OVERORDNET  
STRATEGI FOR  
Å IVARETA HENSYN  
TIL KLIMA OG  
VERDISKAPING**



# BEHOVET FOR EN GRØNN TRÅD

Skal vi begrense den globale oppvarmingen til 2 grader, må klimagassutslippene begrenses til 2 tonn per innbygger innen 2050, og vi må starte med å kutte utslippene nå. Samtidig trenger verden mer energi for å legge til rette for økonomisk vekst og utvikling. Den samme doble utfordringen gjelder også Norge. Vi trenger lavere utslipp fra energibruk og samtidig stabil energiforsyning. Også Norge må gjennomføre omfattende tiltak. Valgene vi står overfor er svært komplekse og vil kreve innsats over flere tiår. Det er behov for en overordnet strategi for å ivareta hensyn til klima og verdiskaping gjennom et bærekraftig energisystem – en grønn tråd.



## Den globale utfordringen:

### Mer energi, mindre utslipp

Det er allmenn enighet blant verdens nasjoner om at den globale oppvarmingen må begrenses til 2 grader, senest stadfestet på klimatoppmøtet i Cancún i 2010. Dette krever at utslippene av klimagasser reduseres slik at konsentrasjonen begrenses til 450 ppm i 2050, noe som i sin tur krever både at de globale utslippene begrenses til 2 tonn per innbygger innen 2050 – gitt forventet global befolkningsutvikling fram mot 2050 – og et spesifikt utviklingsforløp fram mot 2050. Skal vi nå dette målet, kreves det en omfattende omstilling av måten vi produserer og forbruker ulike varer og tjenester på. Verdens befolkning og økonomier vokser, spesielt i Afrika, Asia og Latin-Amerika, dette medfører økt behov for energi. Det forsterker utfordringene knyttet til utslippskutt. Energisektoren vil spille en helt sentral rolle, ettersom 2/3 av de globale utslippene stammer fra produksjon av energi med fossile brenslere og direkte bruk av fossil energi.

Også norske utslipp domineres av energisektoren, til tross for vår høye andel elektrisitet basert på vannkraft. Nøkkelen til å håndtere klimautfordringen og samtidig sørge for økonomisk vekst ligger derfor i å omstille energisystemene i verden. En slik omstilling er åpenbart krevende, både fordi oppgaven er stor, fordi det tar lang tid å gjennomføre de nødvendige tiltakene, og fordi valgene vi gjør i dag, får konsekvenser for klima og verdiskaping i mange tiår framover.

### Jevn takt i utslippskuttene er best

Samlet sett er det både styringseffektivt og kostnadseffektivt å starte veien mot et bærekraftig samfunn i 2050 nå. Vi tar utgangspunkt i at den globale oppvarmingen skal begrenses til 2 grader for å unngå store økonomiske og fysiske skadevirkninger på lang sikt. Det er de akkumulerte utslippene av klimagasser over tid som har betydning for den globale oppvarmingen, ikke utslippsnivået i et gitt målår. Om vi ikke kutter utslippene i en jevn takt fra i dag, må kuttene på senere tidspunkter være

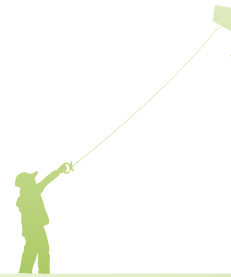
større enn den lineære banen tilsier. Ved lengre utsettelse risikerer vi at utslippene i 2050 må ned til et enda lavere nivå enn 2 tonn per innbygger. Et nivå på 2 tonn per innbygger innen 2050 er svært ambisiøst i seg selv.

EU har i februar 2011 stadfestet i sitt veikart for en lavutslippsøkonomi i 2050 at målet for EUs del er å redusere utslippene med 80-95 prosent i 2050 relativt til 1990-nivået.<sup>1</sup> Intervallet på 80-95 prosent er basert på anbefalingene fra FNs klimapanel IPCC om de relative utslippskuttene som de industrialiserte landene må gjennomføre dersom vi skal begrense den globale oppvarmingen til maksimalt 2 grader.<sup>2</sup> Det er EUs vurdering at det mest kostnadseffektive er å kutte utslippene tilnærmet lineært over en lengre periode. EUs 2020-mål for klimagassutslippene er i det perspektivet bare et første skritt på veien mot en langsiktig bærekraftig løsning. EUs konklusjoner er i tråd med IEAs analyser, som viser at en utsettelse av utslippskuttene med ett år medfører økte globale investeringer med 1000 milliarder dollar (World Energy Outlook, 2010). Kostnaden for det globale samfunnet ved å nå 2-gradersmålet øker for hvert år vi utsetter de nødvendige tiltakene.

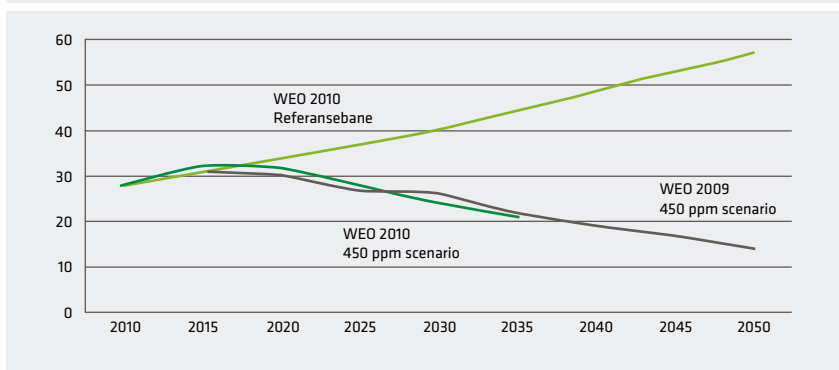
De langsiktige implikasjonene av 2-gradersmålet påvirker også hva som

1 A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. COM (2011) 112/4.

2 Connie Hedegaard, medlem av EU-kommisjonen med ansvar for klimaspørsmål: "We need to start the transition towards a competitive low carbon economy now. The longer we wait, the higher the cost will be. As oil prices keep rising, Europe is paying more every year for its energy bill and becoming more vulnerable to price shocks. So starting the transition now will pay off. And the good news is we don't need to wait for technological breakthroughs. The low carbon economy can be built by further developing proven technologies that exist already today. In this transition, all economic sectors need to contribute, including agriculture, construction and transport. By describing the cost effective pathway to move Europe to a low carbon future, our Roadmap provides a clear and predictable framework for business and governments to prepare their low-carbon strategies and long-term investments". (Commission sets out Roadmap for building a competitive low-carbon Europe by 2050, [http://ec.europa.eu/commission\\_2010-2014/hedegaard/headlines/news/2011-03-08\\_01\\_en.htm](http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/hedegaard/headlines/news/2011-03-08_01_en.htm))



**FIGUR 1:** Utslipp av CO<sub>2</sub> (mrd tonn CO<sub>2</sub>) langs ulike baner 2010-2050. 450 ppm-scenariot angir en bane som gir maksimalt 2 graders oppvarming stadium 2050.



Kilde: IEA: World Energy Outlook 2010

## ► DEN GLOBALE UTFORDRINGEN: MER ENERGI, MINDRE UTSLIPP

er en fornuftig politikk for Norges del. I en verden hvor utslippene skal reduseres til et langsiktig bærekraftig nivå, må også industrilandene kutte drastisk i egne utslipp. De aller fleste klimatiltak, både i utviklingsland og den industrialiserte verden må faktisk gjennomføres, både billige tiltak og tiltak som i dag framstår som dyre. Utslipp på 2 tonn per innbygger innen 2050 innebærer at vi må kutte ca. 40 millioner tonn sammenlignet med dagens nivå. Det kan sammenlignes med Klimakur<sup>1</sup>, der ca. 20 millioner tonn med en maksimal tiltakskostnad på 2000-4000 kr/tonn ble identifisert. Kvotekjøp i dag innebærer en utsettelse og ikke et permanent fritak for hjemlige utslippskutt.

For Norges del er det en nærliggende strategi å starte nasjonalt samtidig som vi jobber med å få til gode globale løsninger. Klimaforliket utgjør starten på en norsk 2-tonnsbane. Dersom vi kutter utslippene i om lag samme årlige takt fra 2020 til 2050 som man la til grunn i klimaforliket, når vi 2 tonn per innbygger innen 2050. Det gir et 2050-nivå som er sammenlignbart med EUs veikart anvendt på norske forhold, men det er ikke like ambisiøst som EUs mål eller

IPCCs anbefalinger. Dersom man legger EUs mål til grunn betyr dette norske kutt på ca 45 mill tonn i samme periode. Et mål om 2 tonn per innbygger må derfor anses som et absolutt tak på de norske utslippene i 2050. I denne rapporten fordeler vi for enkelthetens skyld alle tillatte utslipp i 2050 på alle mennesker, og kommer frem til maks utslipp på 2 tonn pr innbygger. Vi tar imidlertid ikke stilling til det eksakte ønskede nivået på norske utslipp i 2050. 2 tonn er i vårt perspektiv et tak vi ikke kan overstige, heller ikke for Norges del.

I et globalt perspektiv er norske utslipp selvsagt marginale, men det gjelder i prinsippet også en hvilken som helst annen gruppering av 5-7 millioner mennesker, som Berlin-regionen, Madrid-regionen eller Hong Kong. Utslippskuttene i Norge er nødvendige for at det globale målet skal nås. I tillegg kommer at de naturgitte forutsetningene med hensyn til fornybar energi er mye bedre i Norge enn i mange andre land. Det gjelder ikke minst i forhold til mange av de framvoksende økonomiene som har behov for mer energi. Av hensyn til fremdriften i det

1 Klimakur 2020 - Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020, Klima og forurensingsdirektoratet 2010.

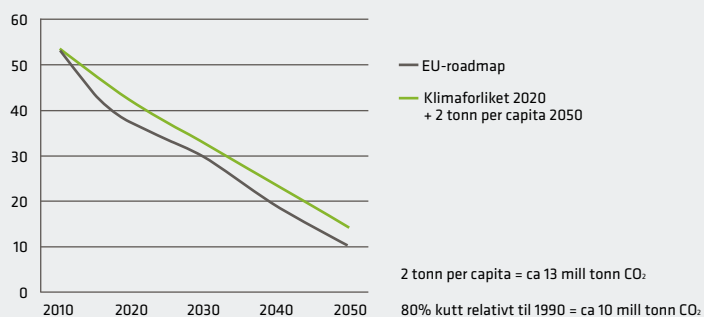


**FIGUR 2:** EUs plan for reduksjon av klimagassutslipp innen 2050 som til sammen gir ca. 80 prosent reduksjon sammenlignet med 1990.

Klimagassreduksjoner sammenlignet med 1990	2005	2030	2050
Totalt	-7%	-40 til -44%	-79 til -82%
Sektorer			
Kraft (CO <sub>2</sub> )	-7%	-54 til -68%	-93 til -99%
Industri (CO <sub>2</sub> )	-20%	-34 til -40%	-83 til -87%
Transport (inkl. CO <sub>2</sub> i lufttransport, ekskl. sjøtransport)	+30%	+20 til -9%	-54 til -67%
Husholdninger og tjenester (CO <sub>2</sub> )	-12%	-37 til -53%	-88 til -91%
Landbruk (andre gasser enn CO <sub>2</sub> )	-20%	-36 til -37%	-42 til -49%
Andre utslipp utenom CO <sub>2</sub>	-30%	-72 til -73%	-70 til -78%

Kilde: EU-kommisjonen, A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. COM(2011) 112/4.

**FIGUR 3:** Alternative norske utslippsbaner i henhold til Klimaforliket og 2-tonnsbane 2050 samt EUs roadmap.



Kilde: EU-kommisjonen, Klimaforliket, Finansdepartementet, Statistisk sentralbyrå. EU-roadmap-banen er beregnet ved hjelp av referansebanen fra Perspektivmeldingen, historiske klimagassutslipp i Norge og de relative utslippskuttene i EUs roadmap.

internasjonale klimaarbeidet, må det ikke fremstå som at de rike landene unndrar seg hjemlige kutt. Uten vilje og evne til å kutte utslipp hjemme, blir det vanskeligere å få aksept for behovet for utslippskutt fra andre land. Her har EU markert seg som en proaktiv internasjonal aktør, og Norge bør følge de samme fotspor.

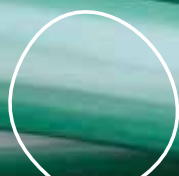
Kutting av utslipp hjemme bidrar til å forberede norsk næringsvirksomhet på en verden med høye karbonpriser. Det vil på lengre sikt styrke konkurransevnen til norsk industri og skape grunnlag for vekst i bransjer som leverer varer og

tjenester for å redusere klimagassutslipp. Det er klart at raske utslippskutt skaper en risiko for å gjennomføre premature tiltak som er ineffektive. Kostnadene ved mange klimatiltak må ventes å falle over tid, og mulighetsrommet utvides, som følge av teknolog utvikling. Skal vi gjennomføre en stor andel av de norske klimatiltakene, er det likevel optimalt å spre gjennomføringen utover i tid av tre grunner:

- Makroøkonomiske forhold
- Næringsutvikling
- Behovet for investeringer i infrastruktur

Makroøkonomiske forhold er både det generelle presset i økonomien og mer spesifikke flaskehalsproblemer – knapphet på arbeidskraft, leverandører og utstyr, koordineringsproblemer med mer. Om vi starter i dag, må Norge kutte minst 1 million tonn pr. år fram mot 2050 for å komme ned til 2 tonn per innbygger innen 2050. Om vi i stedet starter i 2045, må vi kutte 8 millioner tonn per år i en femårsperiode. I tillegg må vi da i hele perioden fram til 2045 kjøpe kvoter for å holde de samlede globale utslippene på den nødvendige nedadgående trenden. For sene tiltak skaper risiko for overoppheting av økonomien og i siste instans manglende måloppnåelse fordi det rett og slett ikke er tilstrekkelig med ressurser til å gjennomføre tiltakene.

Næringsutviklingen kan bli skadelidende ved at manglende utslippskutt i Norge fører til at norsk næringsliv ikke får ta del i den forventede veksten i grønne næringer. Omstillingen av energisystemene og andre utslippsreducerende tiltak vil gi store markeds muligheter nasjonalt og internasjonalt, enten det dreier seg om varer og tjenester knyttet til energieffektivisering, energieffektiv produksjon av aluminium eller produksjon av fornybar



kraft. Teknologitvilling som gir lavere kostnader og større mulighetsrom, krever innovasjon. Gjennomføring av tiltak som skaper en etterspørsel etter grønne varer og tjenester vil også legge til rette for innovasjon.

De fleste av tiltakene er knyttet til energisystemet, gjennom mer effektiv bruk av energi og konvertering fra fossil til utslippsfri energi. Elekrisitet spiller en viktig rolle både med hensyn til effektivisering og konvertering, spesielt i transportsektoren og petroleum. Et særtrekk ved energisystemet er at det tar lang tid å gjennomføre større endringer, og dette forsterkes ved at infrastrukturen vi bygger i dag vil ha en økonomisk levetid langt utover 2050. Venter vi for lenge med tiltakene, eller vi gjør feil beslutninger i dag, blir det svært kostbart å gjennomføre tiltakene ettersom det medfører risiko for dobbeltinvesteringer, overoppheting av økonomien og i verste fall manglende måloppnåelse. For infrastruktur er det faktisk optimalt å være i forkant med investeringene, både av hensyn til klima, verdiskaping og befolkningsutvikling. Klimatiltak som innebærer infrastrukturutvikling, er i den forstand å betrakte som "trygge tiltak" – vi vet at det er en stor sannsynlighet for tiltakene vil komme til nytte, og vi vet at det er både kostnads- og styrings-effektivt å bygge ut infrastrukturen i en jevnest mulig takt.

### Utfordrende diskusjoner og valg

Siden ca 2/3 av klimagassutslippene stammer fra bruk av fossil energi, innebærer 2-tonnsmålet at sluttbruk av energi må baseres på CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere. Årsaken til det er at fangst og lagring av CO<sub>2</sub> med dagens teknologi og i overskuelig framtid bare er aktuelt for store punktutslipp. Fangst og lagring er med andre ord ikke et aktuelt tiltak for alle de små utslippspunktene innen blant annet transportsektoren og oppvarming. Direkte bruk av fossile brenslere i ulike sektorer, må i størst mulig grad unngås. Klimautfordringen har derfor fått en stadig mer sentral plass i internasjonal og nasjonal politikk. Økonomiske og juridiske virkemidler på energiområdet – og andre sektorer – innrettes mot konkrete mål for utslippskutt, med EU i front. EUs ambisjoner er senest stadfestet gjennom veikartet for en lavutslipps-økonomi i 2050. På den måten påvirkes også den strategiske agendaen til energiselskaper og energibrukere, og klimaspørsmål vil prege politikk- og strategivalg i mange tiår framover.

Dagens diskusjoner om tiltak og virkemidler innenfor klima og energi er svært sammensatt og uoversiktlig. Temaene som diskuteres omfatter alt fra nasjonale utslippsmål kontra kvotekjøp, utbygging av ulike former for fornybar energi, bioenergi, fangst og lagring av CO<sub>2</sub> i gasskraftverk til

industrivirksomhet, bygging av høyhastighetstog og passivhus. Innenfor de fleste områder foregår det en betydelig teknologisk utvikling, samtidig som vi fortsatt har begrenset kunnskap om hvordan politikk og virkemidler påvirker beslutningene i bedrifter, husholdninger og offentlig sektor. Hva som er de riktige veivalgene, tiltakene og virkemidlene, er derfor krevende å avklare.

I forlengelsen av de komplekse diskusjonene viser det seg vanskelig å se konsekvenser av beslutninger på tvers av sektorer. Det mangler et helhetsperspektiv både med hensyn til hvordan vi skal kutte utslippene og hvordan klimatiltak samspiller med energisystemet og økonomien/samfunnet for øvrig. Klima- og energitiltak er nært knyttet til generelle næringsøkonomiske spørsmål, sektorpolitikk og distriktspolitikk, slik at tiltak på klima- og energiområdet kan få omfattende samfunnsmessige konsekvenser.

I praksis viser det seg at det er vanskelig å fatte langsiktige forpliktende politiske beslutninger som er ubekvemme på kort sikt. Samtidig virker det å være relativt stor grad av enighet om hva som er de riktige løsningene på lang sikt. Det er lettere å bli enige om målformuleringer frem mot 2050 enn hvilke konsekvenser dette bør ha for politikken de neste fire årene.

## Energikilder, energibærere og infrastruktur

En **energikilde** er et råstoff i naturen med et innhold som kan omformes til energi, men som ikke nødvendigvis kan nyttiggjøres direkte av sluttbruker i sin opprinnelige form. Eksempler på energikilder er vann, vind, kull, olje, gass og uran.

En **energibærer** er energi omgjort til en form som kan transporteres og leveres til sluttbruker. Eksempler på energibærere er elektrisitet, hydrogen, fyringsolje, bensin, gass og varme.

Med infrastruktur mener vi fysiske anlegg som står for transporten og leveransene av en energibærer.

Vi kan illustrere forskjellen mellom energikilde og energibærer på følgende måte: Vi kan omdanne olje til elektrisitet i et termisk kraftverk og deretter overføre elektrisiteten til sluttbruker gjennom nettet. Olje er her energikilden, mens elektrisitet er energibæreren. Nettet er det fysiske anlegget som elektrisiteten transporteres gjennom, og er i den forstand infrastruktur for energibæreren elektrisitet. Vi kan også tenke oss at olje transporteres på skip fra et oljefelt til et landanlegg. Olje er her både energikilde og energibærer, mens skipet (og havneanleggene) er infrastrukturen.

Løsningen på klimautfordringen krever omfattende tiltak over en lang tidsperiode. Den fulle omstillingen av verdens økonomier og energisystemer vil først være gjennomført mot midten av århundret. Det er vanskelig å se i dag hva som vil skje fram mot 2050. En illustrasjon på utfordringen er at 2050 er om lag like langt fra 2011 som 1970 er fra i dag. Når vi tenker på den økonomiske, politiske og teknologiske utviklingen siden 1970, er det klart at markedsforhold, teknologi og politikk vil endre seg dramatisk. Verden er dynamisk og innovativ, og en detaljert plan for hvilke tiltak som skal gjennomføres fram mot 2050 vil ikke gi de rette svarene. Samtidig ser vi at de grunnleggende delene av energiforsyningen er nesten uendret i den samme perioden. Det er få nye teknologier som har fått stor betydning så langt, til tross for en enorm generell teknologisk utvikling. Innen energiområdet har utviklingen i hovedsak ført til økt energieffektivitet og i noen grad ny teknologi på fornybarområdet, men i global sammenheng snakker vi om beskjedne endringer. Det betyr at det innebærer store utfordringer å få endret energisystemet dramatisk på 40 år. De nødvendige investeringene er omfattende, og vi må ta hensyn til at det er lange ledetider – tiden fra planlegging av et infrastrukturtiltak til det er i bruk – og levetider. Mange av premissene for energiinfrastrukturen i 2050 legges gjennom investeringene de neste årene.

Det er også en grunnleggende utfordring at en streng norsk klimapolitikk kan føre til flytting av aktivitet til andre land med en mindre streng politikk (karbonlekkasje), spesielt hvis det dreier seg om land utenfor EUs kvotehandelsystem. Vi kan ikke lage en norsk politikk som hemmer verdiskaping uten at det gir globale klimagevinster. Dette illustrerer at utformingen av politikken må ha et klart geografisk perspektiv. Ulike tiltak kan måtte vurderes i et nasjonalt eller internasjonalt perspektiv, eller begge deler.

### Hva skal En grønn tråd brukes til?

Det er viktig å kutte klimagassutslipp nasjonalt og globalt, men vi ønsker også å opprettholde et høyt velstandsnivå og ivareta viktige samfunnsfunksjoner over tid. Det er avgjørende for velferds- og velstandsutviklingen på lang sikt at klimautfordringene løses på en effektiv måte. Skal vi oppnå økonomisk vekst, er det viktig for både forbrukere og produsenter av varer og tjenester at de opplever at omstillingen av økonomien og energisystemet skjer på en mest mulig forutsigbar måte. Vi må også ha fleksibilitet til å endre strategi og virkemiddelbruk underveis etter hvert som teknologi, politikk og markedsforhold endres over tid.

Å gjøre de rette valgene av tiltak og virkemidler er krevende, men nødvendig. Vi trenger en strategi som tar høyde for den grunnleggende usikker-

## ► VI MÅ HA FLEKSIBILITET TIL Å ENDRE STRATEGI OG VIRKEMIDDELBRUK UNDERVEIS

FIGUR 4: Eksempler på tiltak og virkemidler som har betydning for utslipp og energibruk



heten om politikk, økonomi og teknologi på både kort og lang sikt, og som integrerer ulike samfunnshensyn knyttet til klima, energiforsynings-sikkerhet og verdiskaping. Samtidig må vi vokte oss for å lage svært detaljerte planer basert på kunnskapen vi har om politikk, teknologi og markedsforhold i dag. Fram mot 2050 vil det skje omfattende endringer på alle plan som vi ikke kan forutsi rekkevidden av. En strategi som tar høyde for usikkerhet og endringer i omverdenen er derfor en god løsning, både ut fra hensynet til kostnadseffektivitet og for å sikre at vi faktisk når målene knyttet til utslippskutt og verdiskaping.

En grønn tråd, som vi beskriver i resten av denne rapporten, er nettopp et slikt verktøy for langsiktige strategiske valg innen energi- og klimaområdet. En grønn tråd tar utgangspunkt i to grunnleggende forutsetninger:

### 2-gradersmålet skal nås.

Det innebærer et krav om maksimalt 2 tonn utslipp pr. innbygger innen 2050.

**Vi skal ha et velfungerende energisystem.** Et velfungerende energisystem er kjennetegnet ved at det framskaffer nok energi og kapasitet til enhver tid, utnytter ressursene effektivt og skader miljøet minst mulig og sørger for en balansert utvikling mellom produksjon og forbruk av energi

og tilhørende infrastruktur. Velfungerende energimarkeder er en forutsetning for å få til en slik utvikling.

Med utgangspunkt i disse to forutsetningene har vi formulert et sett av prinsipper for klima og energi som alle tiltak og virkemidler kan testes mot, og som danner fundamentet for å formulere gode strategier som integrerer hensynene til utslippskutt og verdiskaping gjennom utviklingen av energisystemet. Et viktig element i strategiene vil være korrektive tiltak, som identifiseres gjennom testing av ulike tiltak og virkemidler mot de fem prinsippene. Med andre ord kan det være at et tiltak bare passerer testene dersom vi justerer det eller vurderer det i kombinasjon med andre tiltak.

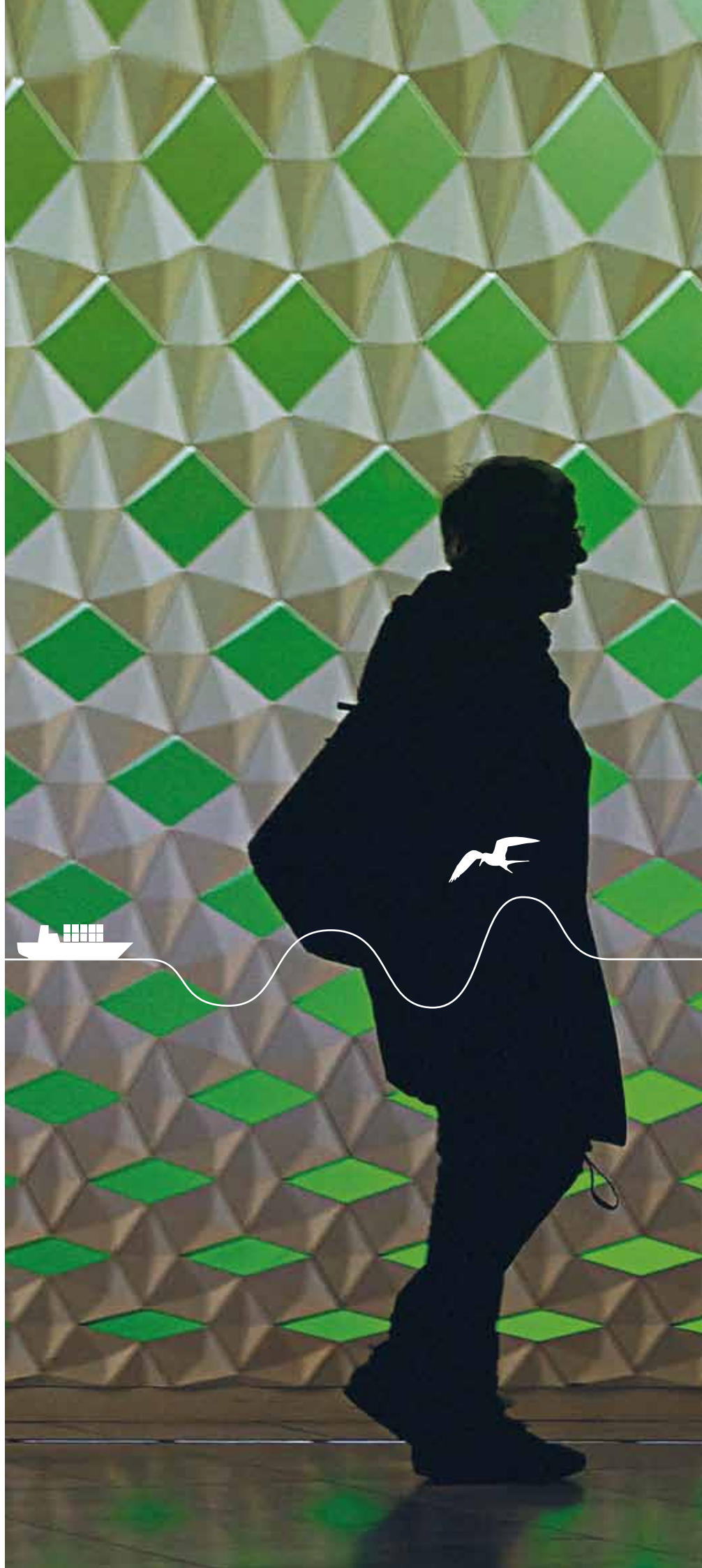
Prinsippene vi beskriver, antas å ha universell gyldighet. Det vil si at de kan anvendes i alle land og alle energisystemer. Alle lands klimagassutslipp påvirker den globale oppvarmingen, og velferdsutviklingen i alle land er avhengig av et velfungerende energisystem. Hvorvidt prinsippene er oppfylt eller ikke, må derimot alltid vurderes i en konkret geografisk sammenheng. For klimagassutslipp er det nødvendig å vurdere om tiltak for utslippskutt i et gitt land eller en region (som Europa) øker eller reduserer de globale utslippene. Tiltak som påvirker de fysiske infrastrukturene for

produksjon, overføring og forbruk av energi må vurderes innenfor en regional eller nasjonal ramme avhengig av hvordan systemet er bygd opp og sammenknyttet. Tiltak i det norske kraftsystemet har betydning også i andre land i Nordvest-Europa fordi vi har fysiske overføringsforbindelser og energimarkeder som samvirker

En grønn tråd gir på denne måten en god forståelse av hvordan ulike tiltak og virkemidler samspiller innenfor rammen av 2050-målene og et velfungerende energisystem. Det gjelder både med hensyn til hvilke tiltak og virkemidler som benyttes, hvordan de dimensjoneres og når de iverksettes, samt den geografiske konteksten. En grønn tråd gir ikke noe fasitsvar på hva som er de rette tiltakene, men gir et dynamisk rammeverk for den klima- og energipolitiske diskusjonen som setter oss i stand til å stille de relevante spørsmålene og finne de riktige svarene. Det gir i sin tur et grunnlag for å gjøre valg av tiltak og virkemidler som i seg selv er treffsikre og kostnadseffektive og som til sammen ivaretar klimahensyn og andre samfunns mål på en god måte.



► PRINSIPPENE  
VI BESKRIVER,  
ANTAS Å HA  
UNIVERSELL  
GYLDIGHET.  
DET VIL SI AT **DE**  
**KAN ANVENDES**  
**I ALLE LAND**  
**OG ALLE ENERGI-**  
**SYSTEMER**





**EN VELLYKKET  
POLITIKK MÅ  
TA HENSYN TIL  
SAMSPILLET  
OG SYNERGIENE  
MELLOM ENERGI,  
KLIMA OG  
VERDISKAPING**





# ENERGISYSTEMETS ROLLE I EN BÆREKRAFTIG OMSTILLING

Energibruk står for om lag 2/3 av utslippene av klimagasser både globalt og i Norge. Innen 2050 må flest mulig klimatiltak være gjennomført. Spørsmålet er derfor hva som skal kuttes i ulike sektorer og når. Den økonomiske utviklingen er på sin side kritisk avhengig av et velfungerende energisystem. En vellykket politikk må ta hensyn til samspillet og synergiene mellom energi, klima og verdiskaping og et velfungerende energisystem er en forutsetning for å nå disse tre målene samtidig. En vesentlig forutsetning for dette er å opprettholde og videreutvikle effektive konkurransemarkeder for energi.

## Energibruk er en del av problemet – også i Norge

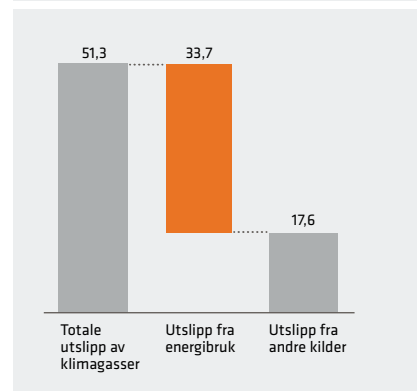
Energisystemet spiller en nøkkelrolle dersom vi skal kutte utslippene av klimagasser til 2 tonn per innbygger innen 2050 og nå 2-gradersmålet. Fossile brenslers som kull, gass og olje er en hovedkilde til elektrisitetsproduksjon i de fleste deler av verden, og brukes også til oppvarming direkte og som innsatsfaktor i industrielle prosesser. I tillegg er det aller meste av vei-, luft- og sjøtransport basert på fossil energi. Globalt regner vi med at om lag 2/3 av klimagassutslippene kommer fra produksjon og bruk av energi. Mer enn 80 prosent av all energibruk er basert på fossil energi.

Selv om det norske kraftsystemet domineres av vannkraft, er også våre klimagassutslipp i stor grad knyttet til energiproduksjon og –bruk. De tre viktigste kildene er transport, industri og petroleumsvirksomhet. Fossile brenslers dominerer nesten fullstendig innen vei-, sjø- og lufttransport, mens petroleumsvirksomheten på norsk sokkel i stor grad henter energi fra direkte forbrenning av gass på plattformene. I industrien oppstår CO<sub>2</sub>-utslipp både direkte i de industrielle

prosessene og via bruk av fossile brenslers. I tillegg er det fremdeles et betydelig innslag av oljefyring og noe naturgass til oppvarming i husholdninger og offentlig og privat tjenesteyting. For Norges del innebærer utslippskutt til maksimalt 2 tonn per innbygger at utslippene fra energisektoren i praksis må fjernes innen 2050. Dette kan bare oppnås gjennom en overgang til CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere hos sluttkundene, omfattende energieffektivisering og fjerning av CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet enten gjennom bruk av fornybare kilder eller fangst og lagring av CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere omfatter i denne sammenhengen elektrisitet, hydrogen, fjernvarme og bioenergi, som alle kan produseres ved hjelp av fornybare energikilder eller fossile kilder der CO<sub>2</sub> er fanget og lagret. I tillegg kommer direkte bruk av solenergi og geotermisk energi.

Om utslippene fra energisektoren kuttes fullstendig, vil en reduksjon i tillegg på om lag 50 prosent av utslippene fra industrielle prosesser, avfall og jordbruk bringe oss ned til 2 tonn. Det betyr at fjerning av CO<sub>2</sub> fra energisektoren bringer oss et godt stykke på vei, men vi kommer ikke helt i mål.

**FIGUR 5:** Klimagassutslipp i Norge 2009. Millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

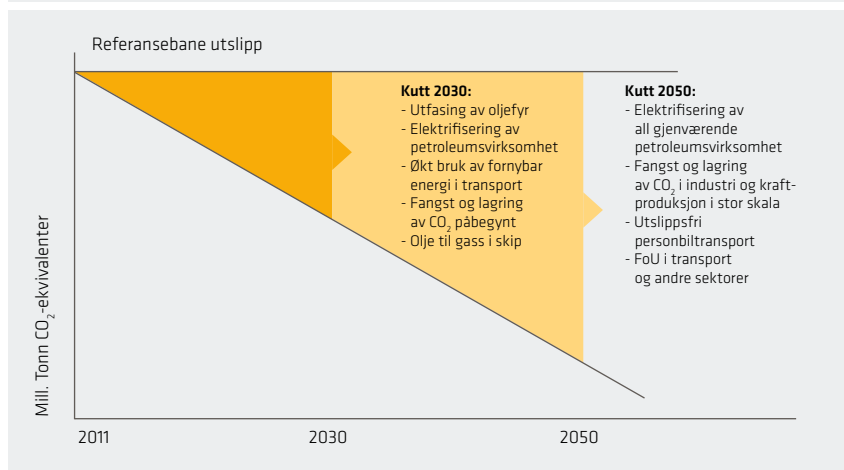
Det er gjort en rekke studier i Norge og internasjonalt av klimatiltak i og utenfor energisektoren.<sup>3</sup> På grunnlag av de tilgjengelige studiene kan det overordnede tiltaksbildet mot 2050 beskrives. Fram mot 2030 peker studiene på tiltak som utfasing av oljefyring, elektrifisering av petroleumsvirksomhet, konvertering fra olje til gass i skip, og økt bruk av fornybar energi i transportsektoren. Vi må også ha kommet i gang med fangst og lagring av CO<sub>2</sub> i industrivirksomhet og gasskraftverk.

<sup>3</sup> Se for eksempel rapporter fra IPCC (*IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)*), EU-kommisjonen (*A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*), Bellona (*How to Combat Global Warming, Norges helhetlige klimaplan*), Norsk Industri (*En helhetlig politikk for klima, energi og næringsutvikling*), Energi Norge (*Den grønne ledertrøya*), Energi Norge/Handelshøyskolen BI/SINTEF (*ENKL – En energi- og klimaplan for Norge*), Klimakommisjonen i Danmark, IEA (*World Energy Outlook 2010*), NITO (*Future Climate – Engineering Solutions*), Klima og forurensningsdirektoratet (*Klimakur 2020*).



## ► ENERGISYSTEMET ER NØKKELEN TIL KOSTNADSEFFEKTIVE UTSLIPPSKUTT OG VERDISKAPING

**FIGUR 6:** Prinsippskisse av utslippskutt i Norge som leder fram til 2050-målet om maksimalt 2 tonn per innbygger – basert på foreliggende utredninger (ref fotnote 3 på forrige side)



Kilde: Energi Norge.

- Utfasing av oljefyring kan gjennomføres ved å konvertere til varmepumper, fornybar fjernvarme, bioenergi og elektrisitet.
  - Elektrifisering av petroleumsvirksomhet kan skje på en kostnadseffektiv måte ved at vi konsentrerer oss om nye installasjoner og ombyggingsprosjekter der produksjonen uansett må stenges ned i en periode.
  - Økt bruk av fornybar energi i transportsektoren vil primært bestå i å elektrifisere personbiltransporten. Innen 2030 bør det være mulig å sikre at en betydelig andel av bilparken er basert på elektrisitet, eventuelt i form av ladbare hybridbiler. I tillegg må vi ta i bruk biodrivstoff som tilfredsstillende bærekraftskriterier der det er mulig og innenfor rammen av tilgjengelige norske bioressurser. Økt godstransport på bane i stedet for vei bør også være et tiltak.
  - Fangst og lagring av CO<sub>2</sub> i industrivirksomhet og gasskraftverk vil trolig bli billigere fram mot 2030, og vi bør være i gang med å bygge flere anlegg for fangst og lagring på dette tidspunktet.
  - Konvertering fra olje til gass i skip er en teknologisk tilgjengelig mulighet i dag som vil ha en viss betydning fram mot 2030.
- Etter 2030 må vi fortsette å elektrifisere petroleumsvirksomhet og fange og lagre



## ØKT BRUK AV FORNYBAR ENERGI I TRANSPORTSEKTOREN VIL PRI- MÆRT BESTÅ I Å ELEKTRIFISERE PERSONBILTRANSPORTEN

CO<sub>2</sub> i industrien og eventuelle gasskraftverk. I tillegg bør personbiltransporten over på utslippsfrie energibærere i sin helhet (elektrisitet eller hydrogen), og flyttingen av godstransport fra vei til bane må fortsette. Skal vi nå helt ned til et tak på 2 tonn innen 2050, kreves det i tillegg nye løsninger i transportsektoren, hvor vi vil være avhengige av den internasjonale FoU-satsingen på bærekraftig transport. Hydrogen kan komme til å spille en nøkkelrolle i denne satsingen, men det kan også komme andre løsninger. Elektrifisering av skip bør kunne bli et aktuelt tiltak. Det må dessuten gjøres betydelige tiltak innen industri, landbruk og avfall.

Figur 6 viser en prinsippskisse av en mulig vei til målet der utslippene kuttes gradvis over tid helt ned til 2 tonn CO<sub>2</sub> pr. innbygger i 2050.

Størrelsen på utslippskuttene innen 2050 er en betydelig utfordring selv om mange av tiltakene er kjent, men utfordringen forsterkes av at vi skal kutte tilnærmet lineært. Både tempo og omfang av utslippskuttene er viktig. I og med en så stor del av utslippskuttene krever endringer i energisystemet, stiller dette også krav til en systematisk utvikling og omlegging av energisystemet.

Utfallsrommet og de mange usikkerhetene og valgmulighetene viser at det ikke er hensiktsmessig med en plan som staker ut veien for de neste 40 årene i detalj. I stedet trenger vi en strategi som tar høyde for usikkerhet og dynamikk, men uten at det langsiktige målet tapes av syne. En grønn tråd er et bidrag til dette strategiske arbeidet.

### **Et velfungerende energisystem er viktig for verdiskapingen**

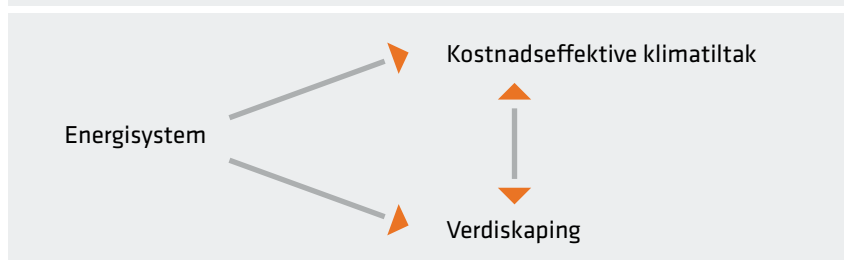
Overgangen til et energisystem basert på CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og minst mulig CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet er helt nødvendig for å møte klimautfordringen. Samtidig er det klart at energisystemet er en sentral faktor i en velfungerende og vekstkraftig økonomi, sammen med faktorer som befolkningsvekst, tilgang på naturressurser, stabile samfunnsstrukturer og velfungerende infrastruktur. Energi og i særdeleshet elektrisitet spiller en helt sentral rolle fordi elektrisitet kan produseres og transporteres til sluttbruker i store mengder fra mange kilder – både fornybare og fossile (med karbonfangst og lagring). Elektrisitet vil derfor være tilgjengelig i større grad enn øvrige CO<sub>2</sub>-nøytrale bærere som fjernvarme, bio og hydrogen. Elektrisitet vil bli stammen i energiinfrastrukturen

framover, med viktige supplementer fra bio, fjernvarme og hydrogen, samt sol og geotermisk energi der det ligger til rette for det.

Nødvendigheten av et velfungerende el-system er en viktig grunn til at elektrisitet har en så sentral plass i de 5 prinsippene i denne rapporten. Utviklingen i norsk økonomi har de siste 100 årene vært spesielt nært knyttet til energisektoren. Fra starten av 1900-tallet spilte utbygging av industri basert på utnyttelse av vannkraftressursene en sentral rolle, og den kraftintensive industrien er fortsatt en viktig faktor i norsk økonomi. Fra 1970-tallet har utvinning av olje og gass på norsk sokkel tatt over som den viktigste – men langt fra eneste – drivkraften for økonomisk vekst. Samtidig har utviklingen innen IKT lagt til rette for en stadig mer tjenestebasert økonomi som ikke lar seg drive uten elektrisitet. Gjennom elektrifiseringen av samfunnet er kraftsystemet blitt en stadig viktigere kritisk infrastruktur på linje med telekommunikasjon, vannforsyning, transportsystemet, helsevesenet m.fl. – kanskje den aller viktigste vi har når vi tar i betraktning alle samfunnsprosessene som avhenger direkte av stabil tilgang på elektrisitet.



**FIGUR 7:** Sammenhengen mellom energisystem, klima og verdiskaping



Generelt vil energisystemet påvirke den økonomiske veksten og verdiskapingen gjennom tre kanaler:

- Ved at energien er tilgjengelig momentant når vi trenger den, med en svært høy grad av leveringspålitelighet (lav risiko for avbrudd).
- Ved at mer energi er tilgjengelig for å møte vekst i befolkningen eller dekke økte behov i forbindelse med kapasitetsutvidelser i industri eller andre sektorer.
- Ved at energi er tilgjengelig til internasjonalt konkurransedyktige priser for bedrifter som bruker energi som innsatsfaktor (for eksempel kraftintensiv industri).

Disse tre kanalene er alle viktige, men har litt forskjellig betydning for ulike grupper av energibrukere og sektorer i økonomien. For husholdninger, offentlig sektor og tjenesteytende sektor er det særlig leveringspåliteligheten som er viktig, mens internasjonalt konkurransedyktige priser er mindre viktig. For kraftintensiv industri er tilgang på energi og konkurransedyktige priser relativt sett viktigere, samtidig som det selvsagt er viktig med høy leveringspålitelighet. Samlet sett må energisystemet være robust og effektivt. Det er dessuten viktig at systemet utvikles på en balansert måte som gir størst mulig forutsig-

barhet og stabilitet for forbrukere og produsenter av energi.

Et energisystem basert på velfungerende energimarkeder er i dette perspektivet et system som legger til rette for en stabil samfunnsutvikling. Et dårlig fungerende energisystem, som ikke gir tilstrekkelig energi og har en lav leveringspålitelighet, er derimot en barriere for samfunnsutviklingen.

#### **Energisystemet er nøkkelen til kostnadseffektive utslippskutt og verdiskaping**

Vi har ovenfor beskrevet energisystemets betydning for klima og verdiskaping. Det er klart at energisystemet er avgjørende på begge områder:

#### **Energisystemet må omstilles for å løse klimautfordringen.**

I praksis må utslippene fra energisektoren fjernes over tid. Skal vi nå de langsiktige klimamålene for Norges del, kreves det en betydelig omstilling av energisystemet. Norge har en høy andel CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere gjennom vårt omfattende elsystem, samt et økende innslag av fjernvarme og bioenergi. Nesten 60 prosent av vår samlede energibruk er allerede basert på fornybare kilder. Den nødvendige omstillingen blir mindre i Norge enn i mange andre land. Derfor er Norge i en spesielt god situasjon med en så stor andel av samlet energibruk som allerede er elektrisk. Dette skal ikke







være til hinder for at elektrisitet kan brukes enda mer effektivt. Prinsippene i En grønn tråd vil også kunne gi indikasjoner på de veivalgene land som i dag har en høy andel distribuert naturgass som stammen i sin energiforsyning må gjøre framover. Således vil prinsippene i En grønn tråd være vel så relevante utenfor Norge som i Norge.

**Energisystemet må videre fungere godt for å legge til rette for verdiskaping.** Energi er avgjørende både som innsatsfaktor i industri og som infrastruktur for offentlig og privat tjenesteyting. Et konkurransedyktig energisystem er en forutsetning for økonomisk vekst og utvikling over tid. Vi trenger både nok energi og sikre leveranser, og energisystemet må være kostnadseffektivt.

Sammenhengene mellom energi, klima og verdiskaping er imidlertid enda mer omfattende enn de partielle virkningene vi har beskrevet så langt:

**Klimatiltak må være kostnads-effektive.** Det er samfunnsøkonomisk viktig at kostnadene blir lavest mulige i et langsiktig perspektiv for å frigjøre mest mulig ressurser til annen virksomhet. Kostnadseffektivitet stiller i sin tur krav til utformingen av energisystemet og at vi velger de

riktige investeringene. Vi må også ha en velfungerende økonomi som setter oss i stand til å gjennomføre de riktige investeringene på billigst mulige måte. Verdiskaping er en nødvendig betingelse for kostnadseffektivitet på klimasiden. Dette understreker også næringslivets betydning som leverandør av klimaløsninger.

**Klimatiltak medfører nye forretningsmuligheter og stimulerer på den måten til verdiskaping.** Norsk næringsliv må posisjonere seg for å utnytte de grønne forretningsmulighetene som oppstår i kjølvannet av den globale omstillingen til et bærekraftig system. Mengden av tiltak som kreves for å nå 2-tonnsmålet, går langt utover det som er beskrevet i Klimakur og andre studier med et mer kortsiktig perspektiv. Tiltakene representerer på den måten en omfattende etterspørsel etter varer og tjenester som bidrar til økonomisk omstilling og utslippskutt, og derigjennom store forretningsmuligheter. I denne sammenhengen må det også påpekes at manglende klimatiltak over tid vil svekke verdiskapingen, fordi de samfunnsøkonomiske kostnadene som følger av klimaendringer kan bli svært store.<sup>4</sup>

Energisystemet er i dette perspektivet fellesnevneren som setter oss i stand til å nå klimamål og legge til rette for

verdiskaping. Det er en positiv spiral mellom energisystem, klima og verdiskaping der de ulike elementene kan forsterke hverandre gjensidig – hvis vi gjør de rette valgene. Spørsmålet er hvilke kriterier vi skal legge til grunn for utviklingen av et energisystem som setter oss i stand til å nå de ulike samfunnsmålene og utløse synergiene mellom energi, klima og verdiskaping.

<sup>4</sup> Stern-rapporten (*Stern Review on the Economics of Climate Change*) inneholder detaljerte analyser av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved ikke å kutte utslipp i tide.

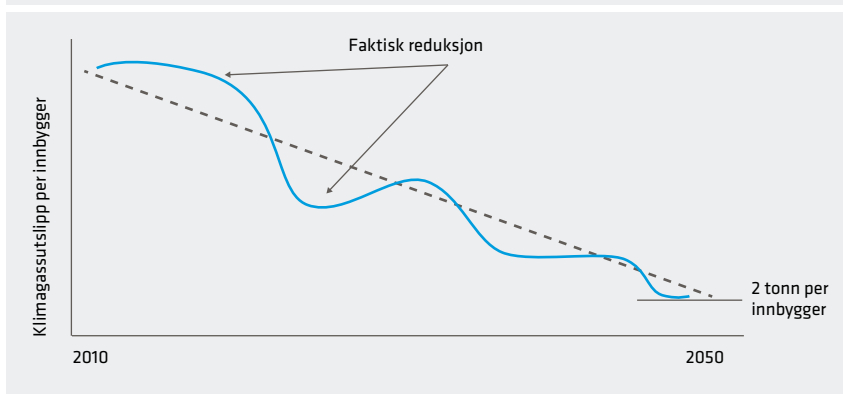


**EN HANDLINGSREGEL  
FOR KLIMA ER ET  
GODT UTGANGSPUNKT  
FOR EN OVERORDNET  
STRATEGI SOM  
IVARETAR OG  
BALANSERER ULIKE  
SAMFUNNSHENSYN**

# EN GRØNN TRÅD: FEM STRATEGISKE PRINSIPPER FOR KLIMA, ENERGI OG VERDISKAPING

Det kan formuleres en handlingsregel for klima som sikrer at vi når de langsiktige klimamålene og samtidig har fleksibilitet til å ivareta hensynet til verdiskaping. Handlingsregelen er samtidig et strategisk prinsipp for utviklingen av energisystemet. Vi utleder ytterligere fire strategiske prinsipper: Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og fjerning av CO<sub>2</sub> fra produksjonsleddet, et robust energisystem, balansert utvikling mellom tilbud og etterspørsel av energi og effektiv ressursutnyttelse. Til sammen utgjør dette et helhetlig rammeverk for formulering og testing av tiltak og virkemidler på klima- og energiområdet på veien mot 2050.

**FIGUR 8:** Handlingsregelen for utfasing av klimagassutslipp



## Vi trenger en handlingsregel for klima

Et godt utgangspunkt for en overordnet strategi som ivaretar og balanserer ulike samfunnshensyn, er å lage en handlingsregel for klima. Handlingsregelen for klima er basert på en tilsvarende mekanisme som handlingsregelen for oljepenger, men med én viktig forskjell: Regelen er ikke forankret i en konstant forventet realavkastning (eller en flat utviklingsbane), men en definert bane for klimagassutslipp pr. innbygger som synker fra dagens nivå til maksimalt 2 tonn innen 2050. Rundt denne banen kan de årlige utslippene gjerne variere, men nivået skal ned til maksimalt 2 tonn pr. innbygger. I tillegg innebærer handlingsregelen et krav til de samlede utslippene fram mot 2050. Ettersom klimagasser blir værende i atmosfæren i lang tid (avhengig av type klimagass), er det ikke bare nivået i 2050 som er

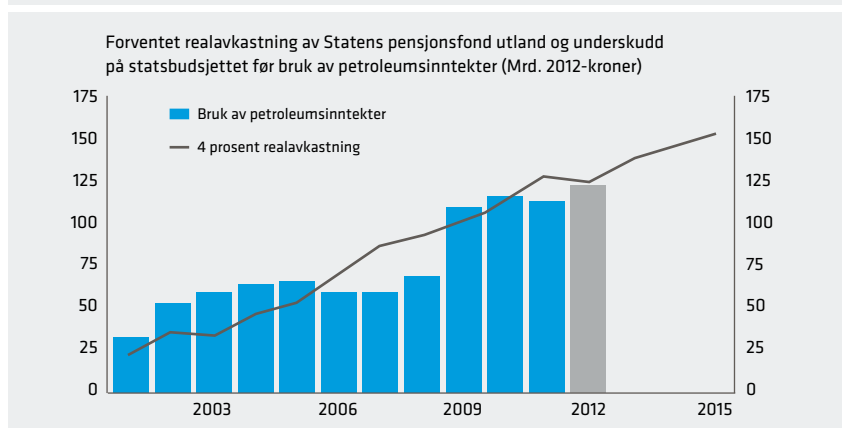
avgjørende for at vi skal nå det globale målet om maksimalt 2 graders oppvarming. Handlingsregelen impliserer derfor også at høyere utslipp enn den lineære 2-tonnsbanen i en periode må motsvares av tilsvarende lavere utslipp enn 2-tonnsbanen i etterfølgende perioder, slik at restriksjonen på de samlede utslippene over tid overholdes. Det er det samlede arealet under utslippskurven som er det essensielle. Vi kan maksimalt slippe ut den mengden CO<sub>2</sub> en lineær kurve fra dagens utslipp og frem til 2 tonn per innbygger innen 2050 tilsier.

Dette er en logikk som er helt parallell med handlingsregelen for inntekter fra oljevirkosomheten slik den er beskrevet i St.meld. nr. 29 (2000-2001). Stortingets flertall og senere regjeringer har i perioden siden dette sluttet seg til at:

## ► REGELEN BIDRAR TIL FORUTSIGBARHET OM VERDIEN AV UTSLIPPS-REDUSERENDE TILTAK FOR INVESTORER OG SLUTTBRUKERE



FIGUR 9: Handlingsregelen for petroleumsinntektene – fra Nasjonalbudsjettet 2012



- Petroleumsinntektene fases gradvis inn i økonomien, om lag i takt med utviklingen i forventet realavkastning av Statens pensjonsfond utland (SPU).
- Det legges vekt på å jevne ut svingninger i økonomien for å sikre god kapasitetsutnyttelse og lav arbeidsledighet.

Handlingsregelen for klima har flere viktige egenskaper:

- Regelen gir en gradvis utfasing av klimagassutslippene i samsvar med en global bane for utslippskutt som gir en maksimal oppvarming på 2 grader. Dette skjer uavhengig av svingninger i politiske, økonomiske og teknologiske forhold på kort sikt. Handlingsregelen for petroleumsinntektene – som består i at bare

den forventede realavkastningen av Statens pensjonsfond utland skal brukes årlig – innebærer at realverdien av petroleumsformuen holdes fast, mens klimaregelen styrer mot et fast endepunkt. Begge reglene definerer imidlertid et anker for den langsiktige politikken.

- Regelen gir fleksibilitet ved at den åpner for økte utslipp i perioder for å ivareta andre samfunnshensyn, for eksempel dersom bruk av fossile brensel i kraftverk, varmeverk eller direkte i industri gir økt verdiskaping og/eller økt forsyningssikkerhet. Handlingsregelen for petroleumsinntektene åpner for at budsjettpolitikken kan utnyttes til å stabilisere produksjon og sysselsetting. I perioder med høy ledighet kan en bruke mer enn forventet real-



avkastning av fondskapitalen for å stimulere produksjon og sysselsetting. Motsatt kan det være behov for å holde igjen i finanspolitikken i perioder med høy aktivitet i økonomien. Handlingsregelen for petroleumsinntektene er på denne måten innrettet mot fleksibilitet, akkurat som vårt forslag til klimahandlingsregel.

- Regelen bidrar til forutsigbarhet for investorer og sluttbrukere om verdien av utslippsreducerende tiltak, og legger på den måten til rette for riktige investeringsbeslutninger i et klimaperspektiv. Handlingsregelen for petroleumsinntektene bidrar på sin side til forutsigbarhet om bruken av petroleumsinntekter i norsk økonomi. På den måten legger rammeverket for finanspolitikken et grunnlag for stabile forventninger, blant annet i valutamarkedet.

Handlingsregelen for klima fører til at 2-gradersmålet nås innenfor en ramme av fleksibilitet og forutsigbarhet. Dette er egenskaper som samsvarer prinsipielt med de tilsvarende egenskapene ved handlingsregelen for oljepengene slik det er formulert av Finansdepartementet.<sup>5</sup>

En handlingsregel for klimagassutslippene i tråd med den vi har beskrevet, er en mulig operasjonalisering av en handlingsregel for klima som skissert av Klima- og forurensningsdirektoratet i brev datert 18. mars 2011 til Miljøverndepartementet.

### De fem prinsippene kan operasjonaliseres i praksis

Handlingsregelen for klima er det overordnede strategiske grepet for å sikre at vi når 2050-målet for klimagassutslipp. Siden endringer i energisys-

temet er så viktige forutsetninger for både å nå klimamålene og sikre fortsatt verdiskaping, har vi utviklet ytterligere fire strategiske prinsipper for utvikling av energisystemet som vi kan bruke til å vurdere ulike tiltak og virkemidler, både separat og som del av en helhetlig strategi. Til sammen gir dette fem strategiske prinsipper:

1. Handlingsregelen – utslippskutt
2. Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og fjerning av CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet
3. Robust energisystem
4. Balansert utvikling av energisystemet
5. Effektiv ressursutnyttelse

#### Prinsipp 1: Handlingsregelen – utslippskutt

Dette dreier seg ganske enkelt om å anvende handlingsregelen for klima på energisystemet. Spørsmålet er om et tiltak fører til lavere utslipp av CO<sub>2</sub> fra direkte energibruk eller i produksjon av energi, og om vi samlet sett befinner oss på utslippsbanen mot 2 tonn per innbygger eller ikke. Den tilhørende testen innebærer å måle CO<sub>2</sub>-utslipp. Konvertering fra fossil til fornybar energi, eller konvertering til fossil energi med lavere CO<sub>2</sub>-innhold enn dagens nivå, er eksempler på tiltak som vil bidra til at vi oppfyller prinsippet.

Samtidig åpner handlingsregelen for økte utslipp i perioder dersom andre samfunnshensyn enn klimagassutslipp tilsier det. I så fall må tiltaket ledsages av korrektive tiltak. Korrektive tiltak er tiltak som reduserer utslippene i andre deler av økonomien eller større utslippskutt på et senere tidspunkt

i den sektoren som øker sine utslipp (slik at ikke de akkumulerte utslippene mot 2050 øker), eller det kan være tiltak som reduserer utslippene internasjonalt. Et eksempel på et korrektivt tiltak vil derfor være kvotekjøp. Det kan for eksempel gjelde innen globalt konkurranseutsatt industri. Et annet eksempel på korrektivt tiltak er nettutvikling. Utbygging av fornybar energi alene er ikke nok. Skal fornybar energi bidra til å realisere kutt gjennom konvertering fra fossil energi, kreves det infrastrukturinvesteringer,

Prinsippet om en handlingsregel gjelder uten forbehold globalt, mens den nasjonalt gjelder med åpning for kvotekjøp – fram til 2050. Da må endepunktet på maksimalt 2 tonn være nådd også nasjonalt.

#### Prinsipp 2: CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og fjerning av CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet

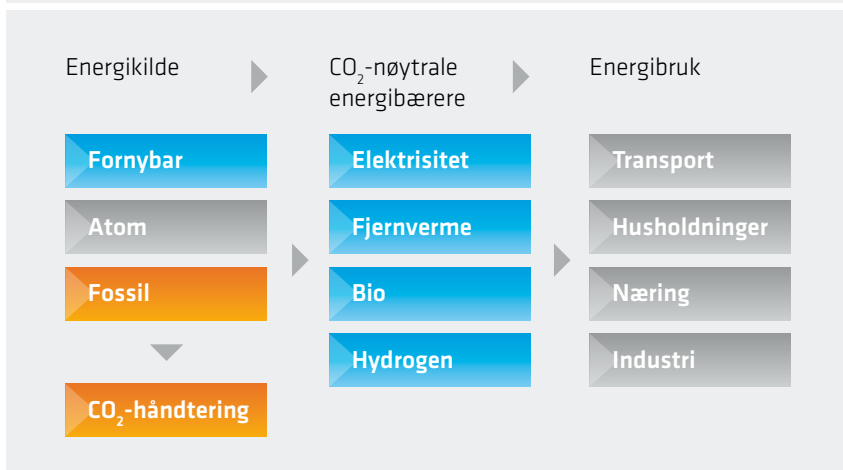
Kriteriet om utslippskutt legger klare føringer på bruk av energi med mindre CO<sub>2</sub>-innhold enn i dag. På sikt må all CO<sub>2</sub> fjernes fra energisystemet. Det er derfor nødvendig å formulere et prinsipp for energisystemet som støtter opp under handlingsregelen og bidrar til fjerning av CO<sub>2</sub> fra energisystemet på lang sikt. Prinsippet har to elementer:

1. Forbrukeren skal bare bruke CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere, som elektrisitet, fjernvarme, bio og hydrogen, eller lokale fornybare kilder som solenergi og geotermisk energi. Bakgrunnen for dette er at vi i dag ikke kjenner teknologier for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> fra distribuert bruk av fossil energi som naturgass i husholdningene og fossilt drivstoff

<sup>5</sup> Se [http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/tema/norsk\\_ekonomi/bruk-av-oljepenger-/retningslinjer-for-bruk-av-oljepenger-ha.html?id=450468](http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/tema/norsk_ekonomi/bruk-av-oljepenger-/retningslinjer-for-bruk-av-oljepenger-ha.html?id=450468) (juli 2011).



**FIGUR 10:** Et bærekraftig energisystem basert på CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere og fjerning av CO<sub>2</sub> i produksjonsleddet



i transportsektoren. Blant de CO<sub>2</sub>-nøytrale bærere vil elektrisiteten spille en hovedrolle. For å klare å ta ut CO<sub>2</sub> av energisystemet står vi foran en betydelig elektrifisering av samfunnet. Noen industribedrifter med store utslipp av CO<sub>2</sub> vil fremdeles kunne anvende fossil energi dersom de kombinerer dette med karbonfangst og lagring.

2. CO<sub>2</sub> må tas hånd om av produsentene dersom forbrukeren skal få levert CO<sub>2</sub>-nøytral energi. Det betyr blant annet at eventuelle kraftverk basert på fossile brenslers også må utstyres med utstyr for fangst og lagring av CO<sub>2</sub> som fjerner det aller meste av CO<sub>2</sub>-utslippene i produksjonsleddet. Testen innebærer ikke at fossil energi

ikke skal brukes til energiproduksjon overhodet. Verden kommer i 2050 fortsatt til å bruke store mengder fossil energi, men energisystemene må utformes slik at den CO<sub>2</sub> som frigjøres kan fanges og lagres.

### Prinsipp 3: Robust energisystem

Det tredje prinsippet er energisystemets evne til å levere energi og effekt momentant eller over et kortere tidsrom (for eksempel en vinterseksong). Robusthet er på denne måten nært beslektet med begrepet forsyningssikkerhet, men er mer avgrenset i tid. Forsyningssikkerhet dekker også den langsiktige tilgangen på energi, jf. prinsippet om balansert utvikling nedenfor. Prinsippet gjelder i utgangspunktet nasjonalt og lokalt, men kan

også anvendes på en større geografisk region som Nordvest-Europa.

Robusthet måles primært ved mengden avbrudd i forsyningen, det vil si leveringspåliteligheten til en energibærer som elektrisitet, fjernvarme og i fremtiden antakelig også hydrogen. Vi har et robust system når risikoen for avbrudd i leveransene av den aktuelle energibæreren er minimal. Dette gjelder både momentant og med hensyn til rasjonering i løpet av en sesong (typisk om vinteren eller våren før snøsmeltingen). Robusthet stiller blant annet krav til tilgjengelig kapasitet innen produksjon og overføring av en energibærer. Systemet må kunne respondere på endringer i produksjon og forbruk, enten behovet oppstår grunnet feil, knapphet på effektkapasitet eller energi eller naturlige svingninger i ytre faktorer (temperatur, vind, økonomiske konjunkturer osv.). På kort sikt avhenger dette av at vi har nok effektkapasitet (evne til å levere momentant), på sesongbasis av den samlede energitilgangen (evne til å levere ønsket effekt over lengre tid). Systemets evne til å respondere på ulike hendelser slik at avbrudd unngås, er nøkkelen til robusthet.

Robustheten i systemet blir utfordret på en rekke måter. Værsvingninger påvirker både den kortsiktige produksjonsevnen (gjennom vind og tilsig til vannkraftsystemet) og etterspørselen (gjennom oppvarmingsbehov), og kan også føre til feilsituasjoner, eksempel-



# FORBRUKEREN SKAL BARE BRUKE CO<sub>2</sub>-NØYTRALE ENERGIBÆRERE, SOM ELEKTRISITET, FJERNVARME, BIO OG HYDROGEN, ELLER LOKALE FORNYBARE KILDER SOM SOL- ENERGI OG GEOTERMISK ENERGI

vis ved storm eller flom. Værsviningene kan også komme til å tilta som følge av klimaendringene. En høyere andel fornybar kraft som er lite regulerbar og lite forutsigbar (vind og uregulert vannkraft), skaper utfordringer for systemdriften og den kortsiktige evnen til å balansere produksjon og forbruk. Den økende avhengigheten av elektrisitet innebærer i sin tur en mindre prisfølsom etterspørsel, alt annet likt. Samtidig kan vi få større døgnvariasjoner i forbruket, blant annet som følge av lading av el- og hybridbiler.

Tiltak som påvirker og bedrer robustheten, er blant annet følgende:

- Smarte nett legger til rette for en mer dynamisk balansering av forbruk og produksjon, en høyere effektivitet i bruken av kraftsystemet og gjør det mulig å håndtere momentane knapphetssituasjoner med kortvarig utkobling av forbruk.
- Vannkraftverk med reguleringssevne øker den tilgjengelige effekten om vinteren.
- Økt nettkapasitet innenlands styrker mulighetene til å håndtere kortsiktige regionale ubalanser.
- Mellomlandsforbindelser reduserer risikoen for rasjonering. Annen ny produksjonskapasitet som styrker den langsiktige energibalansen vil selvsagt også styrke robustheten i systemet.

- Videreutvikle teknologi og kontrakter for å utnytte den kraftintensive industriens evne til å redusere produksjonen i anstrengte situasjoner.
- Energieffektivisering og varmforsyning basert på bio (fjernvarme og desentrale anlegg) vil styrke robustheten, mens et energieffektiviseringstiltak som nattsinking av temperatur vil utfordre robustheten med mindre mer avanserte systemer tar hensyn til dette.
- Generelt vil muligheten til å bytte mellom energibærere til oppvarming styrke robustheten. Utkoblbart elforbruk som fjernvarme med elkjeler – evt også med varmeakkumulatorer – gjør det mulig å håndtere både knapphetssituasjoner og kortvarige overskudd (for eksempel som følge av vind eller mye nedbør) på en mer effektiv måte.

#### Prinsipp 4: Balansert utvikling – produksjon, forbruk og infrastrukturutvikling i takt

Balansert utvikling refererer til det fundamentale forholdet mellom produksjon og forbruk av energi over en lengre periode, minimum mellom sesonger, men også over flere år.

Prinsippet omhandler den fysiske tilgangen på energi relativt til etterspørselen på lang sikt, og skiller seg fra robusthet gjennom tidsperspektivet.

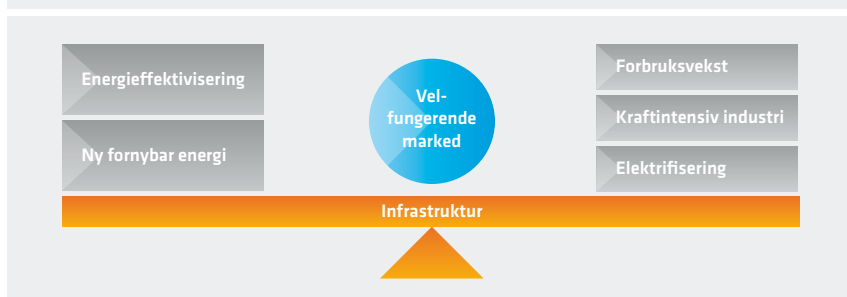
Prinsippet kan anvendes både nasjonalt og på en større region som er fysisk sammenknyttet gjennom energisystemet (som Nordvest-Europa).

Hvorvidt utviklingen er balansert eller ikke, kan måles ved forholdet mellom produksjon og forbruk av ulike energibærere samt prisutviklingen som er en indikator på forholdet mellom produksjon og forbruk. Å opprettholde og videreutvikle effektive konkurransemarkeder for elektrisitet hvor det er høy tillit til prisdannelsen, er særlig viktig i denne sammenhengen. Elektrisitetens betydning som energibærer vil øke og elprisene fungerer som referanse for prisene på andre energibærere (som fjernvarme) for å beregne lønnsomheten i ulike prosjekter. Det gjelder ikke bare i Norge, det vil nødvendigvis måtte bli utviklingen også utenfor Norge. Eurelectric legger til grunn at den europeiske kraftproduksjonen i 2050 skal ha et CO<sub>2</sub>-utslipp nær null. Dette legger til rette for økt betydning for elektrisitet som energibærer også i land med termiske kraftsystemer.

En balansert utvikling er viktig av flere grunner:

- Vedvarende underskuddssituasjoner vil medføre betydelige samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til

FIGUR 11: Elementer i en balansert utvikling



risiko for knapphet, i siste instans rasjonering, og høye regionale priser i kraftsystemet, trolig også svært svingende priser. Lignende virkninger kan oppstå for andre energibærere. Kraftsystemet står imidlertid i en særstilling her, ettersom det rent fysisk må være kontinuerlig balanse mellom forbruk og produksjon for å unngå systemsvikt og omfattende avbrudd. Underskuddssituasjoner i kraftsystemet skaper en risiko for at kortsiktige og dyre tiltak iverksettes for å løse problemer som følge av vedvarende underskudd. Prisvirkningene (både nivå og svingninger) vil på sin side medføre svekket tillit til energimarkedene og utilsiktede fordelingsvirkninger både mellom produsenter og forbrukere, og mellom kundegrupper og regioner.

- Vedvarende overskuddssituasjoner gir også sterkt svingende priser og omfattende utilsiktede fordelingsvirkninger, men med utgangspunkt i et lavt prisnivå. Overskuddssituasjoner reduserer incentivene til å spare energi og svekker tilliten til energimarkedene. Det vil derfor oppstå et behov for å bygge ut infrastruktur for å sikre avsetning for overskuddet. Også i overskuddssituasjoner gjelder kravet til løpende fysisk balanse i kraftsystemet. Denne beskrivelsen vil også være gyldig i et kraftsystem

dominert av termisk kraftproduksjon fordi markedet også der vil gi incentiver til investering ved kraftunderskudd og nedstengning/ nedlegging av kapasitet i en overskuddssituasjon.

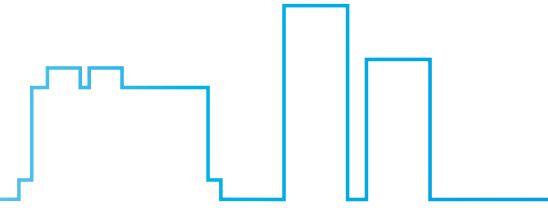
Det er selvsagt ikke et mål at endringer i forbruk skal følges eksakt av tilsvarende endringer i produksjon, eller at prisene ikke skal svinge overhodet. Det er heller ikke et mål at det skal være balanse i alle regioner eller nasjonalt. Poenget er at avvikene mellom forbruk og produksjon, inklusive muligheter for kraftutveksling mellom land og regioner i Norge, ikke bør bli for store over lengre perioder. For store og langvarige avvik medfører risiko for store samfunnsøkonomiske kostnader knyttet til håndtering av ubalanser i form av feilinvesteringer i infrastruktur, bedriftsnedleggelse eller andre tiltak.

En balansert utvikling kan undergraves både av markedsmessige og politiske faktorer. Svikt i etterspørselen som følge av nedleggelse av industri er et eksempel på en markedsmessig faktor. Innføringen av kraftfulle tiltak for å øke tilbudet av fornybar energi eller energieffektivisering som trekker i retning av store kraftoverskudd er et eksempel på en politisk faktor. For å illustrere hva vi mener med balansert

utvikling, kan vi peke på noen tiltak som har særlig stor betydning for forholdet mellom produksjon og forbruk i et langsiktig perspektiv:

- Utbygging av ny kraftproduksjon, særlig vannkraft med regulerings-evne. Vindkraft og småskala vannkraft vil også bidra, men variasjonene i tilgangen gjør at virkningen på balansen mellom produksjon og forbruk er mindre forutsigbar enn for regulerbar vannkraft.
- Nettførsterkninger for å utjevne forholdet mellom produksjon/ importkapasitet i områder med ubalanse – ref. Midt-Norge-problematikken.
- Nye mellomlandsforbindelser.
- Etablering av ny kraftintensiv industri.
- Konvertering til el i transportsektoren og petroleumssektoren.
- Energieffektivisering i bygg som medfører vesentlig lavere energibehov (bedre isolasjon, styrings-systemer osv.).

Alle disse tiltakene kan i større eller mindre grad påvirke balansen, men både lede- og levetid varierer sterkt.



Dette viser hvor vanskelig det er å opprettholde balansert utvikling over tid, siden tiltakenes ulike gjennomføringstider øker kravene til en samordnet politikk. Situasjonen i Midt-Norge er et eksempel på at dette ikke bare er teori.

Tiltak som i mindre grad påvirker balansen – eller der virkningen er beheftet med usikkerhet – kan være smarte nett/avanserte måle- og styresystemer. Vi vet ennå ikke hvordan smarte nett (smart grid) vil påvirke samlet energiforbruk over tid. Reservekraftverk av typen som er installert i Midt-Norge er heller ikke noen egnet langsiktig løsning blant annet som følge av høye kostnader og uheldige klimaeffekter.

Figur 11 illustrerer hvordan tiltak på tilgangssiden til venstre balanserer mot økt forbruk til høyre. Et velfungerende marked er en nødvendig betingelse for at de to sidene – tilgang og forbruk – skal være i balanse over tid. Bygging av nett (infrastruktur) bidrar til å skape balanse – både i Norge og et område som omfatter mer enn bare Norge.

#### **Prinsipp 5: Effektiv ressursutnyttelse – minimere kostnader og miljøinngrep**

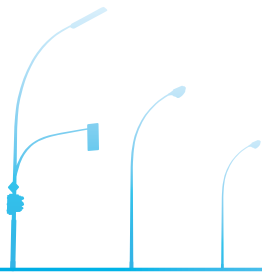
Effektiv ressursutnyttelse er en nødvendig betingelse for at vi skal kunne nå mål knyttet til klima, energi og verdiskaping samtidig. Med effektiv ressursutnyttelse sikter vi til de samlede kostnadene ved ulike tiltak i energisystemet, både spesifikke tiltak som bidrar til utslippskutt og generelt. Lavest mulige kostnader frigjør ressurser til verdiskaping i andre sektorer i økonomien, både i form av kapital og arbeidskraft. Effektiv ressursutnyttelse innebærer også lavest mulige og akseptable miljøkostnader.

Effektiv ressursutnyttelse måles gjennom totale kostnader i energisystemet, inklusive miljøvirkninger, der disse kan tallfestes i kroner (nåverdier over levetiden). For enkelte kostnadselementer – for eksempel visse typer miljøvirkninger – må kvalitative vurderinger legges til grunn. Energieffektivitet og økonomisk effektivitet ivaretas samlet gjennom kostnader pr. kWh. Med hensyn til klimagassutslipp vil tiltakskost, det vil si kostnadene pr. tonn reduserte utslipp, være en viktig parameter. Det er åpenbart en utfordring å sammenveie virkninger som er tallfestet i kroner og virkninger som er vurdert kvalitativt. Slike sammenveininger gjøres imidlertid i svært mange sammenhenger allerede i dag, også i forbindelse med energisystemet, og det finnes metodeverktøy som kan brukes til å vurdere de samlede samfunnsøkonomiske konsekvensene (blant annet i Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser av offentlige tiltak). Det viktige er at alle relevante virkninger av et tiltak kartlegges grundig og vurderes på en systematisk måte.

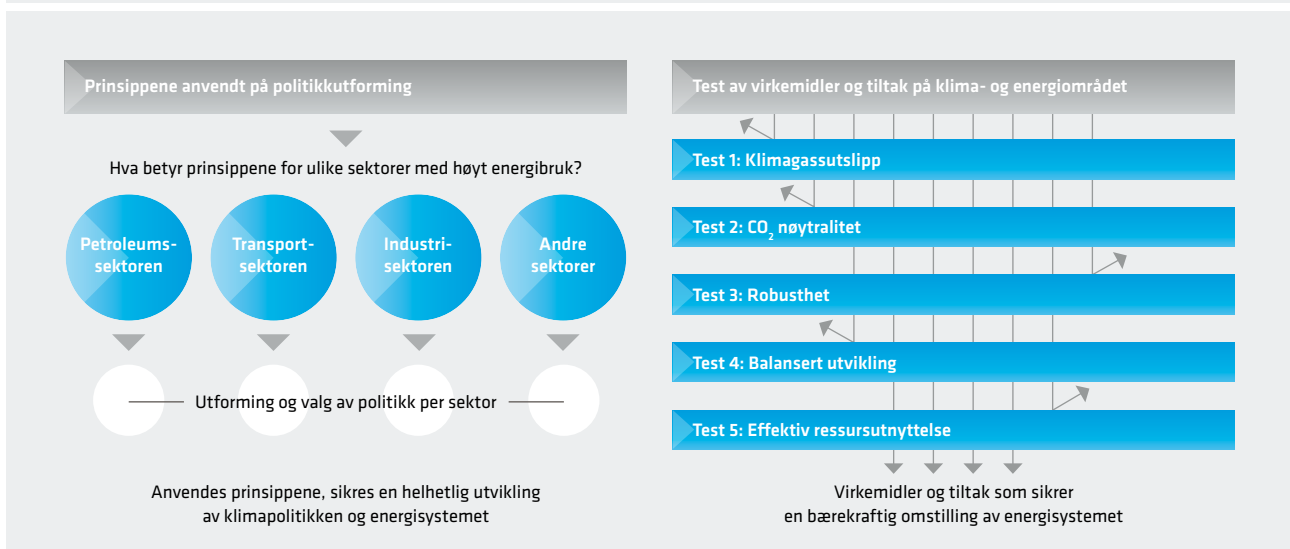
Kostnadene har flere dimensjoner av økonomisk, teknisk og miljømessig karakter, som til sammen understreker den store samfunnsmessige betydningen av at vi får til en effektiv utnyttelse av ressursene i energisektoren:

- En viktig del av kostnadene er den direkte ressursbruken i form av arbeidskraft, kapitalutstyr og råvarer.
- Et annet kostnadselement er knyttet til energieffektivitet i fysisk forstand. Jo mer effektivt vi greier å utnytte energien, desto mer effektiv er ressursutnyttelsen. Dersom to alternative løsninger står likt med hensyn til kostnader for øvrig, bør alternativet med høyest virkningsgrad velges.

## **▶ EFFEKTIV RESSURS- UTNYTTELSE ER EN NØDVENDIG BETINGELSE FOR AT VI SKAL KUNNE NÅ MÅL KNYTTET TIL KLIMA, ENERGI OG VERDISKAPING SAMTIDIG**



**FIGUR 12:** De fem strategiske prinsippene og tilhørende tester for virkemidler og tiltak på klima- og energiområdet



- Det må tas hensyn til miljøvirkningene av ulike tiltak. Vi sikrer i denne sammenhengen til andre miljøvirkninger enn klimagassutslipp. Minst mulig naturinngrep og andre negative miljøkonsekvenser er et selvsagt krav til tiltakene ettersom vi ønsker å unngå for eks. støy og partikkelutslipp. Konsekvensene for klimagassutslippene er håndtert gjennom klimahandlingsregelen.

Det er videre viktig at kostnadene måles over hele levetiden til tiltaket. Effektiv ressursutnyttelse har i likhet med de andre prinsippene for energisystemet et nasjonalt perspektiv, men det kan også være hensiktsmessig å vurdere kostnadene i et større regionalt perspektiv. For eksempel vil arbeidsdelingen mellom europeiske land med hensyn til utbygging av fornybar kraft og overføringsforbindelser mellom landene være et relevant spørsmål av stor samfunnsmessig betydning.

### Et helhetlig rammeverk

Basert på de fem strategiske prinsippene, kan vi nå formulere et sett av tester som utgjør et helhetlig rammeverk for vurdering av både overordnet politikutforming og ulike konkrete tiltak og virkemidler. Vi har formulert én test for hvert prinsipp. Figur 12 viser oppbygningen av rammeverket.

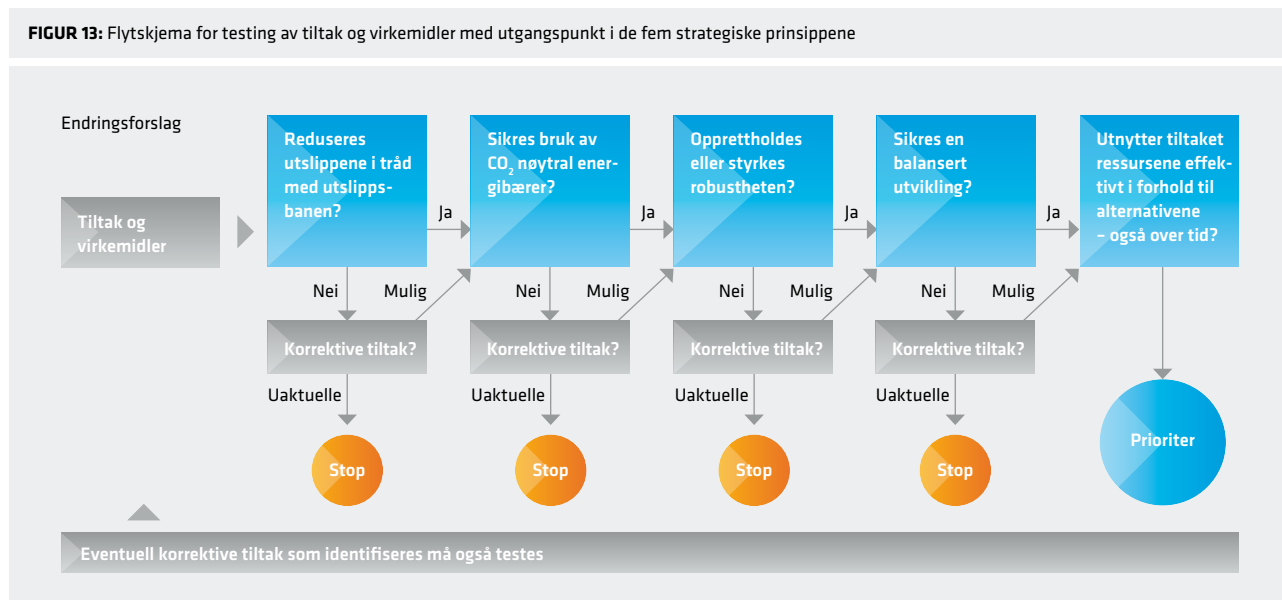
Bare de tiltakene og virkemidlene som passerer alle de fem testene vil være en del av et bærekraftig og konkurransedyktig energisystem i 2050 – og på vei mot 2050. Dette er illustrert i figur 13, der vi har tegnet opp et flytskjema for gjennomføring av testene. Dersom et tiltak eller virkemiddel ikke består en gitt test, betyr ikke det nødvendigvis at tiltaket ikke kan gjennomføres, men at man må vurdere om korrektive tiltak kan sikre at man likevel passerer testen.

For et tiltak som gir økte CO<sub>2</sub>-utslipp, kan det korrektive tiltaket være større utslippskutt i en annen sektor, eller

kvotekjøp i den grad det er tilgjengelige kvoter. Kvotekjøp er særlig aktuelt for globalt konkurranseutsatt virksomhet for å åpne for industriell ekspansjon med internasjonalt sett lave utslipp inntil et globalt kvotesystem er på plass. Den samlede adgangen til å bruke kvoter bør dessuten avpasses de nasjonale utslippsmålene i 2020 (Klimaforliket), 2-tonnsmålet i 2050 og milepælene underveis.

Det er flere grunner til at kvotekjøp bør brukes med omhu og tilpasses dynamisk. Kvotekostnadene vil øke over tid, og manglende tiltak hjemme kan svekke konkurranseevnen og verdiskapingen i norske bedrifter i et langsiktig perspektiv. Dersom vi bruker kvotekjøp ute i for stor grad, er det også en risiko for at omstillings tiltakene i den norske økonomien kommer for sent til at vi kan nå et 2-tonnsmål i 2050 – i hvert fall dersom vi skal gjøre det på en effektiv måte. For et tiltak som gir et stort overskudd av kraft regionalt eller nasjonalt, kan infrastrukturutbygging være et

**FIGUR 13:** Flytskjema for testing av tiltak og virkemidler med utgangspunkt i de fem strategiske prinsippene




korrektivt tiltak som sikrer at kraften kan anvendes i andre områder. Da er det imidlertid et krav at testene gjennomføres på nytt, med det korrektive tiltaket inkludert. I prinsippet er det slik at alle testene må bestås simultant, men i praksis vil det være nødvendig eller hensiktsmessig å gjennomføre testene sekvensielt.

Som flytskjemaet viser, er det en kvalitativ forskjell i virkemåten til de fem testene. Dersom en eller flere av de fire første testene ikke bestås, selv ikke med korrektive tiltak inkludert, må tiltaket forkastes i sin foreslåtte form. Når det gjelder den femte testen, effektiv ressursutnyttelse, innebærer testen en rangering av tiltakene etter kostnad. Spørsmålet er da om tiltaket har høyere eller lavere kostnader relativt til alternativene. Tiltak med lave kostnader som oppfyller de foregående fire testene, skal prioriteres framfor tiltak med høyere kostnader.

Metoden ovenfor utelukker ikke at andre hensyn kan tillegges vekt når

det skal gjøres politiske beslutninger innenfor energi- og klimaområdet. For eksempel kan det være ønskelig å vektlegge fordelingshensyn eller distriktpolitiske hensyn i noen sammenhenger. De strategiske prinsippene og handlingsregelen virker imidlertid bevisstgjørende i den forstand at vi får klarhet i konsekvensene med hensyn til klima og energi, og derigjennom økonomisk vekst og verdiskaping.





I ET 2050-  
PERSPEKTIV ER DET  
IKKE ET SPØRSMÅL  
**OM** VI SKAL  
KUTTE UTSLIPPENE  
NASJONALT, MEN  
**NÅR** VI SKAL  
KUTTE UTSLIPPENE  
NASJONALT



# FUNDAMENTET FOR EN LANGSIKTIG STRATEGI FOR ENERGI, KLIMA OG VERDISKAPING

De fem strategiske prinsippene gir oss viktig kunnskap om bestanddelene i en langsiktig strategi for klima, energi og verdiskaping. De gir oss dessuten et verktøy for dialog og testing av tiltak og virkemidler, som igjen kan bidra til videreutvikling av den norske strategien for klima og verdiskaping med utgangspunkt i energisystemet.

## Hva har vi lært om veien mot 2050?

Selv om det er mange usikre faktorer som påvirker hva som vil være de riktige valgene fram mot 2050 for å løse klimautfordringen, er det enkelte forhold som ligger fast. Det er flere lærdommer som er viktige.

For det første er det mange veier fram til utslippsmålene i 2050, og reduksjon av utslipp fra bruk av energi er sentralt langs alle de veier man velger. Vi vet ikke nøyaktig hvilke tiltak som til syvende og sist vil gi måloppnåelse, men vi kommer godt i gang gjennom kjente tiltak som utfasing av oljefyring, elektrifisering av personbilparken og petroleumssektoren. I et 2050-perspektiv er det ikke et spørsmål om vi skal kutte utslippene nasjonalt, men hvor mye vi skal kutte på ulike tidspunkt. Innen da må de aller fleste tiltakene være gjennomført hvis vi skal nå 2-gradersmålet. Om vi starter i dag, er oppgaven å kutte minimum 40 millioner tonn på 40 år, det vil si minst 1 million tonn pr. år i gjennomsnitt. Om vi utsetter de hjemlige kuttene til 2030, må vi ta 2 millioner tonn pr. år over en 20-årsperiode i stedet. Det fremstår som en vesentlig mer krevende oppgave.

Elnettet er allerede den viktigste kritiske infrastrukturen i samfunnet. Elektrisitet som CO<sub>2</sub>-nøytral energibærer vil imidlertid bli enda viktigere både for klima og verdiskaping, blant annet for å oppnå utslippskutt innen transport og petroleumsvirksomhet, samt dekke

oppvarmingsbehov og legge til rette for en effektiv produksjon av varer og tjenester. Et robust kraftsystem blir derfor avgjørende fordi vi blir enda mer avhengig av elektrisitet. En balansert utvikling av systemet vil sikre investeringsvilje – både for effektiv bruk, ny kapasitet og infrastrukturutvikling. Elektrisitet er imidlertid ikke den eneste CO<sub>2</sub>-nøytrale energibæreren. Videre utvikling av fjernvarme, bio, hydrogen, sol og geotermisk energi blir viktige elementer i energipolitikken. Infrastrukturen for overføring av CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere må derfor forsterkes og utvikles kontinuerlig. Vi kan slå fast at de fem prinsippene stiller en rekke konkrete krav til energisystemet på lang sikt. Vi vet mye om noen av kravene allerede, mens andre må presiseres etter hvert som vi får mer kunnskap. De kritiske suksessfaktorene kan foreløpig formuleres slik:

- Handlingsregelen betyr at vi må fjerne minst 40 millioner tonn CO<sub>2</sub> på 40 år, eller minst 1 million tonn pr. år i gjennomsnitt.
- Prinsippet om CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere betyr at andelen elektrisitet, bio, fjernvarme og hydrogen til forbrukerne må gå mot full dekning over tid.
- Robusthet innebærer at vi har tilstrekkelig effektkapasitet og fleksibilitet med hensyn til energibærere på kort og mellomlang sikt.

- Balansert utvikling krever tilstrekkelig med overføringskapasitet innad i Norge og mot andre land, at det bygges ut nok produksjonskapasitet og energien brukes effektivt.
- Ressurseffektivitet oppnår vi gjennom lave kostnader, høy energieffektivitet og lavest mulige og akseptable miljøkostnader.

## Verdien av en grønn tråd

De fem strategiske prinsippene vi har utledet utgjør sammen med de operasjonelle testene, en helhet – en grønn tråd. En grønn tråd innebærer:

- At vi får opp de viktige diskusjonene på energi, klima og verdiskaping.
- At forslag til tiltak og virkemidler blir vurdert i en strukturert sammenheng i forhold til avgjørende kriterier.
- At vi kan fatte beslutninger om tiltak og virkemidler ut fra ulike politiske hensyn med en god forståelse av hvilke konsekvenser det kan få for de nasjonale klimagassutslippene og energisystemet.

En grønn tråd er på denne måten både et verktøy for dialog og beslutningsstøtte. Den er særlig viktig fordi ansvaret for å fatte beslutninger og kunnskapen om tiltak og virkemidler



er spredt over flere sektorer, institusjoner og personer. Måloppnåelsen knyttet til utslipp, verdiskaping og energisystem avhenger av en rekke politikk-områder i tillegg til energi og klima som for eksempel:

- Nettpolitikk dreier seg om utbygging av energiinfrastrukturer, spesielt elnett, som er avgjørende for omstillingen av energisystemet og forsyningssikkerheten. Nett er også viktig for verdiskaping, både for produsenter og forbrukere av energi.
- Miljøpolitikken påvirker rammevilkårene for valg av energiløsninger. Det legger igjen føringer på handlingsrommet med hensyn til utbygging av fornybar energi og tilhørende infrastrukturer.
- Olje- og gasspolitikken har betydning for den samlede etterspørselen etter energi fra denne sektoren og har også direkte og indirekte virkninger for utslipp og verdiskaping via næringsutvikling og bosettingsmønster.
- Samferdselspolitikken påvirker valg av transportinfrastrukturer og teknologier, som igjen påvirker utslipp, energibruk og næringsutvikling.
- Næringspolitikken påvirker energibruken direkte gjennom næringsutviklingen, men den er også viktig for utviklingen av næringsvirksomhet som produserer varer og tjenester som er nødvendige for omstillingen av energisystemene i Norge og verden.
- Industripolitikken er viktig fordi den setter rammevilkår for kraftintensiv industri. Hvorvidt industrien er lokalisert i Norge eller ikke, har både en utslippsdimensjon og en verdiskapingsdimensjon, i tillegg til de direkte virkningene på energibruken.
- Landbrukspolitikken påvirker befolkningsmønster, energibruk og transportbehov, som alle har betydning for energibruk og utslipp.
- Boligpolitikk har betydning for energibruk og utslipp, indirekte gjennom bosettingsmønsteret og tilhørende transportbehov, direkte gjennom hva slags energiløsninger som er aktuelle.
- Helsepolitikken kan omfatte beslutninger om lokalisering av sykehus, som igjen påvirker transportbehov.
- Kommunalpolitikken påvirker energiinvesteringene direkte gjennom planlovgivningen, og har også betydning gjennom konsekvensene av politikken for bosettingsmønsteret.

Vi står overfor en kompleks og dynamisk verden, der tiltak og virkemidler på en rekke områder griper inn i hverandre. En grønn tråd er i dette perspektivet helt nødvendig for at vi skal nå de samfunnsmessige målene med hensyn til klima, energi og verdiskaping.

Det er Energi Norges håp at rapporten og verktøyene som foreslås, kan tas i bruk av beslutningstakere på ulike nivåer og danne grunnlag for målrettede diskusjoner og gode beslutninger i årene som kommer.

**En grønn tråd**

Utgitt av: Energi Norge  
November 2011

Foto: Jarle Nytingnes,  
Manfred Jarisch/Statoil,  
Shutterstock, Colourbox  
Design: Agendum   
Trykk: Rolf Ottesen



## Energi Norge

Besøksadresse:  
Middelthunsgate 27  
0307 Oslo

Postadresse:  
Pb 7184 Majorstua  
0307 Oslo  
Tlf: 23 08 89 00

E-post: [post@energinorge.no](mailto:post@energinorge.no)  
[www.energinorge.no](http://www.energinorge.no)