

2°C

NY ENERGI STATUS FRA ENERGIOMSTILLINGEN

2014

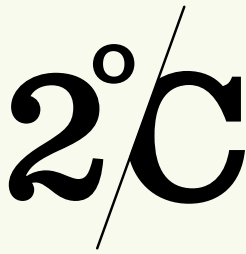


DET GRØNNE SKIFTET



UTGITT MED STØTTE FRA:





ANSVARLIG REDAKTØR:
ANDERS BJARTNES

POST@TOGRADER.NO | TOGRADER.NO

ANSVARLIG UTGIVER:
NORSK KLIMASTIFTELSE

DESIGN | **HALTENBANKEN**
TRYKK | **BODONI**
TYPESNITT | **FREIGHT | SENTINEL | METRIC**
PAPIR | **MUNKEN POLAR ROUGH**
OPPLAG | **1600**
FORSIDEFOTO | **HAVVIND, SHUTTERSTOCK**
REDAKSJONSSLUTT | **2. JUNI 2014**

DENNE UTGAVEN AV 2°C ER UTGITT MED STØTTE FRA:

MILJØDIREKTORATET
UNIVERSITETET I BERGEN
NTNU
TEKNA
ENERGI NORGE
BERGEN KOMMUNE

VI VIL OGSÅ TAKKE KLIMASTIFTELSENS STØTTESPILLERE:

SPAREBANKEN VEST
BKK
UMOE
KAVLIFONDET



ISSN 1893-7829

KILDEHENVISNING | I denne trykte utgaven av 2°C vil alle nødvendige kildereferanser være oppgitt i kortversjon. For fylligere referanser, se **tograder.no** eller PDF-versjon av dette magasinet.

UTGITT AV:



OM NORSK KLIMASTIFTELSE
Norsk Klimastiftelse ble opprettet i 2010. Stiftelsen arbeider for kutt i klima-gassutslippene gjennom overgang til fornybar energi og andre lavutslipps-løsninger. Stiftelsen er basert i Bergen og har støtte fra et bredt nettverk i næringsliv, akademia, organisasjoner og offentlige institusjoner. Stiftelsens styre ledes av Pål W. Lorentzen.

I SAMARBEID MED:



Kunnskap for en bedre verden



UNIVERSITETET I BERGEN

Togradersprosjektet består av magasinene 2°C og 2°C Ny Energi og nettstedet **tograder.no**. Klimastiftelsen har inngått et langsiktig samarbeid med Universitetet i Bergen og NTNU om dette prosjektet.

| BIDRAGSYTERE OG SKRIBENTER |



ANDERS BJARTNES
Daglig leder
NORSK KLIMASTIFTELSE



EDGAR HERTWICH
Professor i industriell økologi
ved Institutt for energi
og prosesssteknikk NTNU



PETER M. HAUGAN
Professor ved Geofysisk
Institutt
UNIVERSITETET I BERGEN



**LARS-HENRIK
PAARUP MICHELSEN**
Nestleder
NORSK KLIMASTIFTELSE



NILS A RØKKE
Klimadirektør
SINTEF



OLAV ANDERS ØVREBØ
Redaktør
ENERGI OG KLIMA



GUNNAR S. ESKELAND
Professor i økonomi
NORGES HANDELSHØYSKOLE



ANDERS WAAGE NILSEN
Prosjektleder/redaktør
2°C 2012-2013

ANDERS BJARTNES
DAGLIG LEDER
NORSK KLIMASTIFTELSE

FORORD

KLIMATRUSSELEN KAN MØTES. NØKKELEN
ER EN OMLEGGING AV ENERGISYSTEMENE
SOM GJØR AT UTSLIPPENE REDUSERES KRAFTIG
FREM MOT MIDTEN AV ÅRHUNDRET.

2°C Ny Energi er et magasin som forteller hvor det grønne skiftet står våren 2014. I magasinet har vi samlet fakta og artikler – for å gi leserne kunnskap om den store omstillingen verden står midt oppe i. Vårt fokus er globalt. Vi har valgt å vise frem tall og trender som gir det overordnede globale bildet. Vi tror den norske diskusjonen om klima- og energispørsmål har godt av å bli tilført impulser utenfra.

Vi har hentet, og satt sammen, informasjon fra en rekke ulike kilder. Det skjer utrolig mye rundt om i verden som gir grunnlag for håp. Rapportene FNs klimapanel har lagt frem i vinter viser både hvor dramatiske effekter klimaendringene kan få rundt om på kloden, og at det er fullt mulig å nå togradersmålet – dersom vi alle trekker i riktig retning.

Universitetet i Bergen og NTNU i Trondheim er våre viktigste samarbeidspartnere i arbeidet med å utgi 2°C. I to år har Norsk Klimastiftelse gitt ut 2°C om klimavitenskapens budskap sammen med Bjerknæssenteret. Det skal vi også gjøre høsten 2014.

2°C Ny Energi er søsterpublikasjonen som handler om klimaløsningene. Denne utgaven

er den første vi lager. Vi tar sikte på at dette blir en årviss utgivelse. Vi legger til rette et magasin som publiseres på papir og selvfølgelig er tilgjengelig digitalt. Innholdet blir også å finne på nettet.

I 2°C Ny Energi står Norsk Klimastiftelse alene ansvarlig for utvalget og presentasjonen av stoffet, men magasinet har bidrag fra medarbeidere både ved NTNU, Sintef, Universitetet i Bergen og Norges Handelshøyskole.

Vårt mål er at 2°C Ny Energi skal gi leserne økt innsikt i utviklingen når det gjelder fornybar energi og klimariktige teknologier. Det er noen grunnleggende økonomiske drivkrefter som virker i den fornybare energiens favør. Den blir billigere og mer konkurransedyktig mot alternativene for hver måned som går. Men det er et stort gap som må fylles før investeringene kommer opp på det nivået som er nødvendig for at togradersmålet kan nås.

I Norsk Klimastiftelse tror vi på kunnskapsdeling og faktabasert meningsutveksling. 2°C Ny Energi er ment som et bidrag i så måte. Dere som leser magasinet må vurdere om vi har lyktes.

PÅ RIKTIG SPOR: Grunnleggende økonomiske drivkrefter virker i den fornybare energiens favør.
Foto: Shutterstock





FEIL VEI: Økt bruk av kull har gitt sterk vekst i klimautslippene det siste tiåret. FOTO: Shutterstock

INNSIKT

24 | GRUNN TIL KLIMAOPTIMISME

UTSLIPPENE ØKER, MEN STORSTILT UTPRØVING AV NY TEKNOLOGI GJØR AT **TOGRADERSMÅLET** FREMDELES ER OPPNÅELIG.

“Å bidra til å sette klima og energi på dagsordenen er en oppgave for forskerne”

NTNU-REKTOR GUNNAR BOVIM, PÅ SIDE 39

INNSIKT

17 | FORSKERNES BUDSKAP

Vi har oppsummert de tre delrapportene som utgjør FNs klimapanelers femte hovedrapport.

DATA

14 | KINA INVESTERER MEST

I 2013 passerte Kinas fornybarinvesteringer for første gang både USAs og EUs.

INNSIKT

28 | FREMTIDEN FOR KARBONFANGST OG -LAGRING

Hvilke forretningsmodeller må på plass for at karbonfangst og lagring skal bli lønnsomt?



VIL NORSKE BREER SMELTE? Forsterket klimapolitikk og utbygging av fornybar energi vil redusere risikoen for dramatiske klimaendringer.
Foto: Shutterstock

AKTUELT

- 6 | BRITENE STØRST PÅ HAVVIND
- 7 | FORNYBAR I RUTE
- 8 | VENTER FORNYBARLØFT I INDIA
- 9 | “PEAK COAL” I KINA?

DATA

- 10 | INVESERINGSNEDGANG
- 11 | FORNYBAR VS FOSSIL
- 12 | KOSTNADSUTVIKLINGEN
- 14 | EU, KINA OG USA

INNSIKT

- 20 | KLIMAENDRINGENES VIRKNINGER
- 22 | TILTAK MOT UTSLIPP
- 31 | BEDRE KLIMA = BEDRE HELSE
- 35 | ELEKTRISK REVOLUSJON



BRITENE LEDER PÅ VIND TIL HAVS

4. JULI 2013 åpnet statsminister David Cameron London Array utenfor kysten av Kent, til da verdens største havvindpark. FOTO: London Array Limited

MER ENN HALVPARTEN AV HAVVIND-ANLEGGENE I VERDEN STÅR I BRITISK FARVANN.

I 2013 ble den globale havvindkapasiteten økt med 1600 MW. Det gir nok strøm tilsvarende forbruket til en drøy million husholdninger med gjennomsnittsförbruket i Storbritannia. Mer enn 90 prosent av havvindinstallasjonene i verden er lokalisert i europeisk farvann: Nordsjøen, Østersjøen og Atlanterhavet.

Britene leder i kappløpet, men sliter med å få ned kostnadene. Utenfor kysten av England, Skottland og Wales har britene siden 2000 installert over 1000 vindturbiner. I 2013 ble fire nye havvindparker med

samlet kapasitet på 733 MW koplet til strømmettet: London Array, Lincs, Teesside og Gunfleet Sands. Flere parker er under planlegging, og potensialet for videre vekst er stort. Storbritannias veikart for fornybar energi nevner 18 GW innen 2020 og 40GW innen 2030. Ved utgangen av 2013 var kapasiteten 3,7 GW.

Havvind er et stort satsingsområde for David Camerons regjering og målet er å få kostnadene ned til £100/MWh innen 2020 og £95/MWh innen 2025. Kostnadsnivået i referanseåret 2011 var £140/MWh.



FOTO: Øyvind Hagen, Statoil

CCS-investeringene ned

Ved utgangen av 2013 var fem demonstrasjonsanlegg for karbonfangst og lagring – CCS – påbegynt eller i operasjon. Det er langt unna målet G8-landene satte i 2005 om 20 operasjonelle CCS-anlegg innen 2020. I 2013 ble det samlet investert 1,8 milliarder USD i CCS-teknologi - mot 4,3 milliarder USD året før. Nærmere 90 prosent av investeringsmidlene kom i form av offentlig- og privatfinansiert FOU.

KILDE: Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2014)



FOTO: Shutterstock

Rekordår for geotermisk energi

Ikke siden 1997 har det blitt bygget ut så mye geotermisk energi som i 2013. Geotermisk energi utnytter jordvarme til å produsere varme og strøm. Med tilført kapasitet på 530 MW har den samlede globale kapasiteten nå passert 12 GW. USA er i dag det største markedet, med Filippinene og Indonesia som nummer to og tre. Nesten 700 geotermiske kraftverker er under utvikling i 76 land.

KILDE: Bloomberg New Energy Finance

Fra olje til sol

Saudi Arabia har store planer om å bygge ut fornybar energi til erstatning for bruk av olje til kraftproduksjon. Når sol- og vindkraft kan produseres til under \$0,10/kWh, er strøm fra oljefyrte kraftverk omkring dobbelt så dyrt. Verdens største oljeprodusent opplever en kraftig økning i sitt innenlandske oljeforbruk. For å dempe dette, vil saudiaraberne bygge ut 150-190 TWh fornybar energi frem til 2032, ifølge IRENA. Målet er at fornybar kraft skal dekke 23-30 prosent av kraftforbruket.

Også i andre oljeproduserende land i Gulfen er det stort potensiale for fornybar kraftproduksjon. Rask økning i energiforbruket og mulighet til å frigjøre olje til andre formål er viktige drivkrefter. KILDE: IRENA



FORNYBAR ENERGI

GASS
 INDUSTRI
 TRASPORT
 EL- & HYBRIDBILER
 SMARTE EL-NETT

KJERNEKRAFT
 KULLKRAFT
 KARBONFANGST
 BYGNINGER
 BIODRIVSTOFF

BARE FORNYBAR LEVERER

ANDERS BJARTNES

FORNYBAR ENERGI VOKSER I RASK TAKT, MEN I ANDRE SEKTORER GÅR ENERGIOMSTILLINGEN FOR SAKTE. **SOLENERGI KAN BLI DEN DOMINERENDE ENERGIKILDEN** I 2050, IFØLGE IEA.

Det Internasjonale Energibyrådet (IEA) viser i rapporten “Energy Technology Perspectives” hvilke teknologiske og politiske grep som må tas for å holde kloden på en kurs som sikrer at togradersmålet kan nås. Rapporten viser også status på energiomstillingen der man står i dag.

IEA har ofte – og med rette – blitt kritisert for å undervurdere vekstkraften i fornybar energi. I 2014-versjonen av “Energy Technology Perspectives” viser imidlertid IEA frem et scenario der solenergi blir klodens største strømleverandør i 2050 og dekker 27 prosent av kraftforbruket. Det er de dramatiske kostnadsreduksjonene man har sett – og som IEA tror vil fortsette – som gjør at solenergien kan tenkes å innta en så viktig rolle. Både solceller og konsentrert solenergi vil i dette scenariet vokse meget kraftig og kompensere for at det går saktere med kjernekraft og karbonfangst.

KILDE: IEA (2014), Energy Technology Perspectives 2014

IEA har i flere år gjort analyser som måler hvordan det går med energiomstillingen i ulike sektorer. Med utgangspunkt i togradersmålet vises det frem hvordan ulike teknologier “leverer” med tanke på omstillingen som er nødvendig for å klare de klimapolitiske målene. Stort sett er tempoet i endringen alt for svak.

IEA setter de ulike sektorene i tre grupper.

1 | I RUTE

Fornybar energi: Her er fremgangen rask, særlig når det gjelder vannkraft, solenergi (PV) og landbasert vindkraft. Men det går saktere i OECD-landene enn ønskelig. Havvind, konsentrert solenergi, bølge- og tidevannskraft, samt geotermisk energi, utbygges langsommere enn skjemaet tilsier.

2 | DELVIS I RUTE, FORSTERKET INNSATS NØDVENDIG

Gass: Overgangen fra kull til gass fordrer høyere karbonpriser eller andre reguleringer for å skyte fart.

Industri: Ikke rask nok effektivisering til å sikre tilstrekkelige utslippsreduksjoner.

Transport: Biler blir mer energieffektive, men utrulling av elbiler og hybrider går for seint.

Smarte el-nett: Fremgang, men ikke raskt nok i forhold til skjema.

3 | IKKE I RUTE

Kjernekraft: Både nybygging og forlenget levetid ligger etter skjema.

Kullkraft: Trenden med mer bruk av kull må brytes.

Karbonfangst: Farten i utbygging må økes dramatisk.

Bygninger: Fremgang når det gjelder energieffektivitet, men på langt nær nok.

Biodrivstoff: Kraftig økning nødvendig, særlig for avanserte biodrivstoffer.

Investeringer lønner seg

Energiomlegging i tråd med togradersmålet vil kreve investeringer på 44.000 milliarder dollar frem til 2050, ifølge IEA. Innsparingen i form av lavere kostnader til drivstoff – kull, olje og gass – vil mer enn oppveie dette. De sparte kostnadene er beregnet til 115.000 milliarder dollar.

Skal et togradersscenario kunne gå i oppfyllelse, må investeringene i lavkarbonteknologier kraftig opp i tiårene mot 2050.

- Det må installeres 92 GW solenergi (PV) i gjennomsnitt i året, tre ganger så mye som det ble bygget i 2012. Det må bygges 80 GW onshore vind i året, 70% mer enn de 46 GW som ble bygget i 2012.

- Det må bygges ut 16 GW havvind, og 18 GW konsentrert solkraft (CSP) i gjennomsnitt. Dette er mer umodne teknologier enn onshore vind og solceller (PV). Når det gjelder karbonfangst og lagring, viser IEA til at det trengs 15 GW årlig med kull og 13 GW med gass. Kjernekraft forutsettes å vokse med 23 GW i året.



ENERGIFATTIGDOM. Indias nye statsminister Rajendra Modi lover å skaffe strøm til 400 millioner indere som ikke har tilgang på elektrisitet. FOTO: Shutterstock

NYE TAKTER I INDIA

Indias nye statsminister Narendra Modi har store planer når det gjelder fornybar energi. Mens 400 millioner indere ikke har tilgang til elektrisitet, ønsker Modi å sikre at alle hus skal ha tilgang på i det minste en lyspære om fem år – i 2019.

Den nye indiske regjeringen ser solenergi som viktigste teknologi når småskala-løsninger skal bygges ut. Men også for utbygging av større sol- og vindanlegg vil valget av Modi trolig ha stor betydning. Indiske Suzlon, som er en av verdens største produsenter av vindmøller, tror valget av Modi vil gi et kraftig skyv for nye investeringer i fornybar energi. Suzlon vil også satse på havvind utenfor Indias lange kyst.

Boom for sol i Japan

Etter Fukushima-ulykken satte Japan i gang et omfattende program for utrulling av fornybar energi med store subsidier for solenergi. I 2013 var Japan det nest største markedet for sol globalt, etter Kina. Det er ventet at den raske utbyggingen av solenergi vil fortsette i Japan i årene fremover.

Det er trangt om plassen i Japan. Høsten 2013 åpnet Kyocera sitt første olanlegg ti havs. Et ganske stort kraftverk på 70GW ligger som en stor "brygge" ut i sjøen.

Nye karbonmarkeder

I Kina ble det i 2013 opprettet fem regionale karbonmarkeder. Et karbonmarked er et kvotehandelssystem der utslippene reguleres og dermed får en pris.

Det første – og største – kvotehandelssystemet ble opprettet i 2005 da EU lanserte sitt system.

I tillegg til de fem kinesiske karbonmarkedene, ble det i 2013 opprettet kvotehandelssystemer i Sveits, Kazakhstan – samt to regionale markeder i henholdsvis Canada og USA.



GODE FORHOLD: Atacama-ørkenen nord i Chile er et av verdens tørreste områder. Gode forhold for solenergi. FOTO: Shutterstock

Solenergi og karbonskatt

Chile vil innføre CO₂-skatt på fossil kraftproduksjon. Samtidig har utbyggingen av solenergi begynt å skyte fart.

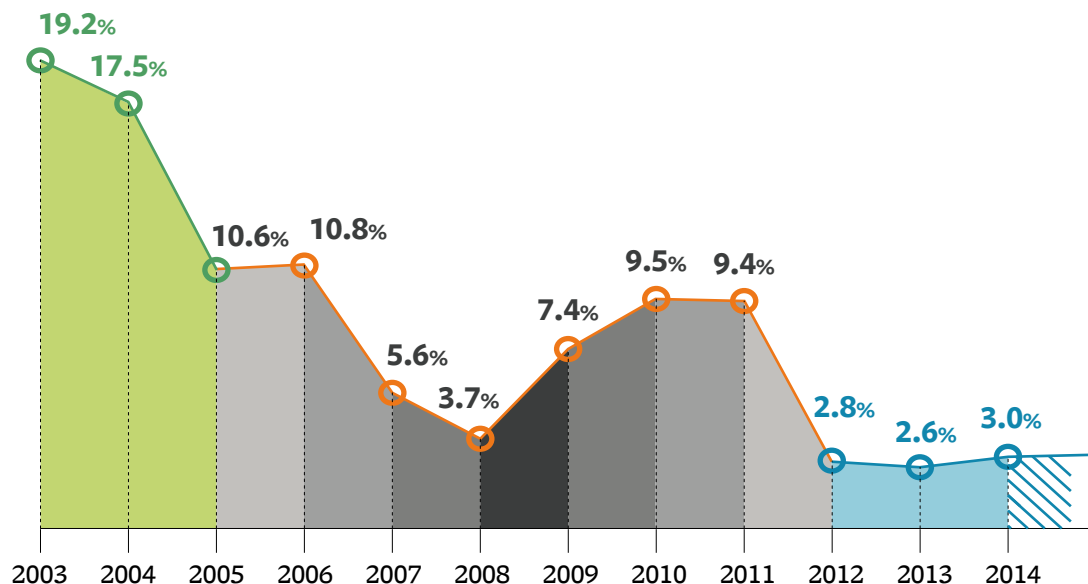
CO₂-skatten tilsvarende \$5 per tonn skal ifølge forslaget gjelde for fossile kraftverk med kapasitet over 50MW. Chile har ikke egenproduksjon av kull, olje og gass i noe vesentlig omfang.

Særlig nord i landet ligger forholdene godt til rette for solenergi. I Atacama-ørkenen bygges et solkraftverk på 50MW som skal selge kraft til markedspriser. Også markedet for mindre solenergi prosjekter begynner å ta av. Chile har også bygd ut en god del vindkraft. Ved årsskiftet var 335 MW i produksjon.

KILDE: Chiles regjering

Fossile subsidier

Subsidier til ulike former for fossil energi er beregnet til å være omkring 500 milliarder dollar på verdensbasis. I tillegg til dette kommer kostnadene til forurensning, helseskader og klimaendringer som ikke regnes inn i denne summen. Inkluderes dette, subsidières fossil energi ifølge Det internasjonale valutafondet – IMF – med nær 2.000 milliarder dollar i året. Det tilsvarer 2,9 prosent av klodens samlede bruttonasjonalprodukt. Til sammenlikning var subsidiene til fornybar energi i 2011 på 88 milliarder dollar, ifølge IEA. KILDE: UNEP



FIGUR 1
KULL I KINA:
Veksten i Kinas kullforbruk flater ut.
KILDE: Greenpeace (2014)

NÅR KNEKKER KINAS KULLKURVE?

LARS-HENRIK PAARUP MICHELSEN

KINAS KULLFORBRUK ER EN **AVGJØRENDE VARIABEL** I DEN GLOBALE KLIMALIGNINGEN. NÅR KOMMER KNEKKEN?

Kinas forbruk av kull økte for 14. året på rad i 2013 og landet står i dag for cirka halvparten av verdens samlede kullforbruk. For å sette det i perspektiv: Om USA skulle brent like mye kull som det Kina gjorde alene i 2012 ville det tatt 4 år. Russland ville brukt 17 år, Tyskland 23 år (IEA 2013).

De siste to årene har veksten i Kinas kullforbruk vært den laveste siden 2001. Dette skyldes blant annet en kombinasjon av lavere økonomisk vekst, tiltak mot lokal luftforurensing, fokus på energieffektivitet og kraftig vekst i utrulling av ikke-fossile energikilder. Kinesiske myndigheter viser økende vilje til å redusere kullavhengigheten, men hvor raskt det vil skje er høyst usikkert.

IEA anslår at kullforbruket i Kina vil øke med 2,6 prosent årlig frem mot 2018. I Energibyråets hovedscenario mot 2035 (New Policy) når Kinas kullforbruk toppen rundt 2025. Skulle utviklingen derimot følge IEAs mest klimavennlige scenario (450) vil forbrukskurven flate ut før.

I analysen "The Unimaginable: Peak Coal in China" (2013) skriver Citibank at det ikke bare er sannsynlig at Kinas kullforbruk vil nå toppen, men at det også er nært forestående. Et sannsynlig scenario er at toppen nås innen 2020, skriver forfatterne. Citibank baserer analysen på to utviklingstrekk: lavere vekst i BNP enn tidligere antatt og offensiv satsing på fornybar energi og kjernekraft.

En Greenpeace-rapport, "The end of China's coal boom" (2014) peker på mange av de samme forholdene som Citibank. Greenpeace-rapporten viser til at de kinesiske tiltakene for å dempe kullbruken monner i form av lavere CO₂-utslipp. Blant lyspunktene Greenpeace peker på, er at 12 av 34 provinser har iverksatt tiltak for å begrense kullforbruket.

De beslutningene Kina vil ta de neste par årene mens landet nå utvikler sin 13. femårsplan (2016-2020), vil få avgjørende betydning for det globale klimaarbeidet.



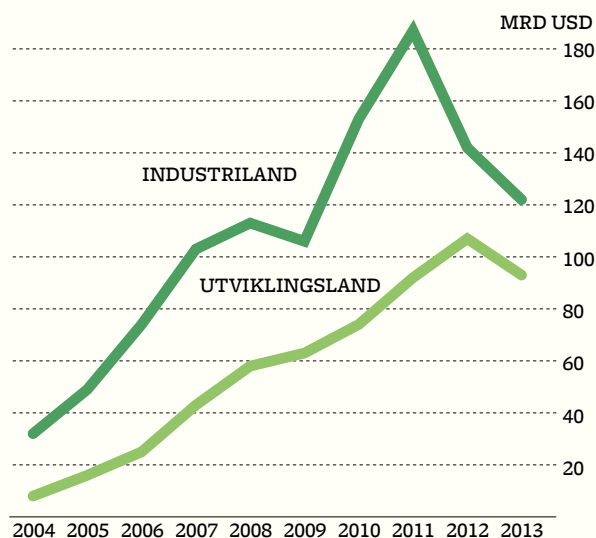
Tyske rekorder

I Tyskland setter produksjonen av sol- og vindkraft stadig nye rekorder. En søndag i mai 2014 produserte sol- og vindkraft-anleggene til sammen nesten 75 prosent av Tysklands kraftforbruk. I første kvartal 2014 stod fornybar energi for 27 prosent av kraftforsyningen. Det er i første rekke gasskraften som har tapt terreng i Tyskland de siste årene, men våren 2014 viste statistikken også en kraftig nedgang for kull.

FORNYBAR ENERGI – ET MILLIARDMARKED

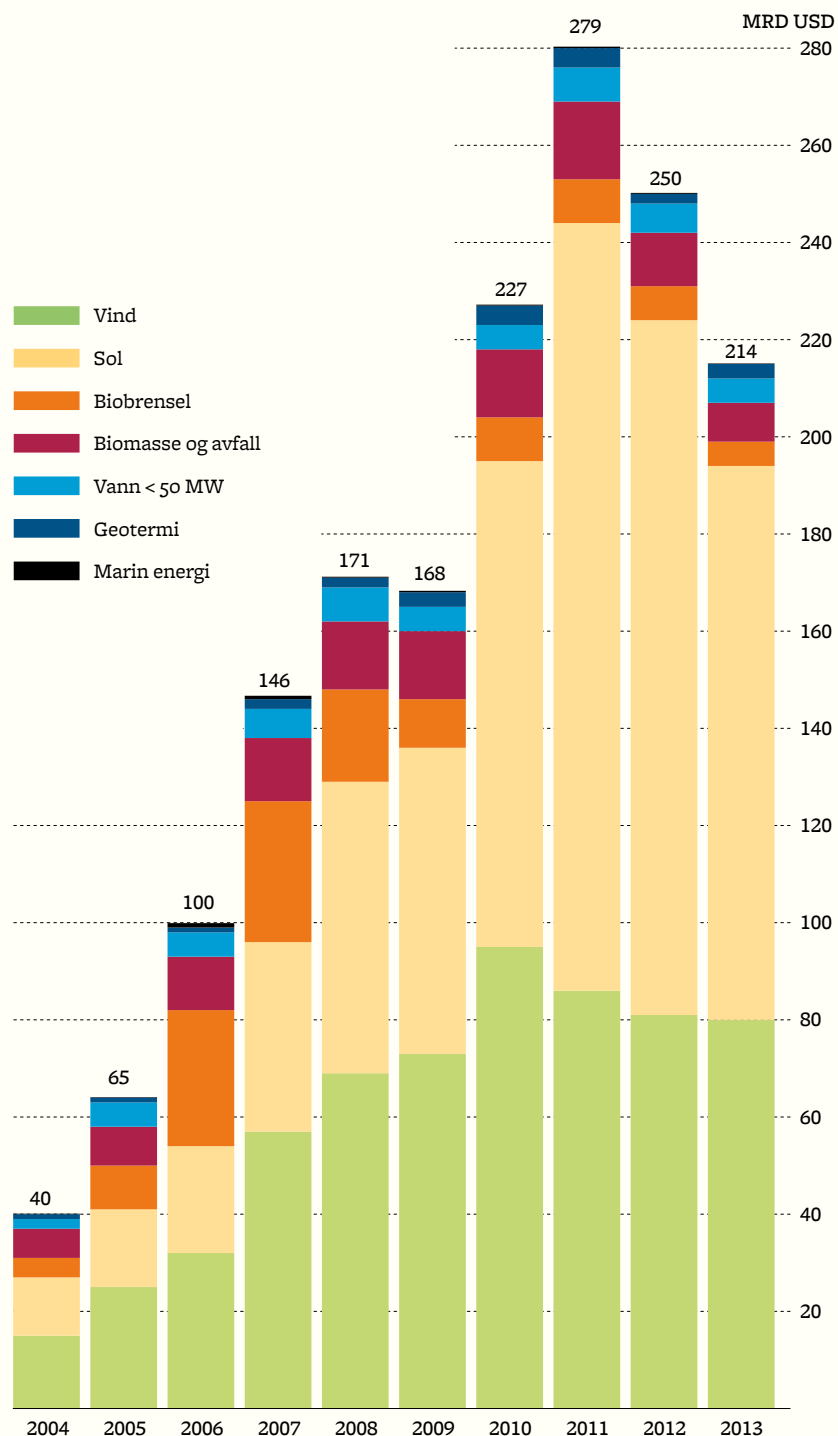
- INVESTERINGENE I FORNYBAR ENERGI NÅDDE ET FORELØPIG TOPPÅR I 2011.
- BÅDE I 2012 OG 2013 FALT DE SAMLEDE FORNYBAR-INVESTERINGENE, SÆRLIG HAR NEDGANGEN VÆRT MARKANT I EUROPA.
- KOSTNADSREDUKSJONER HAR BIDRATT TIL AT FALLET ER STØRRE MÅLT I DOLLAR ENN I NY KRAFTKAPASITET.
- INVESTERINGENE FLYTTER SEG FRA INDUSTRILAND TIL UTVIKLINGSLAND.

FIGUR 2
INDUSTRILAND VS UTVIKLINGSLAND



Globale investeringer i fornybar energi fordelt på industriland og utviklingsland, i milliarder US dollar, 2004-2013. Som industriland regnes i denne oversikten OECD-land minus Mexico, Chile og Tyrkia. KILDE: Frankfurt School-UNEP Centre / BNEF (2014)

FIGUR 3
INVESTERINGSNEDGANG I 2012 OG 2013



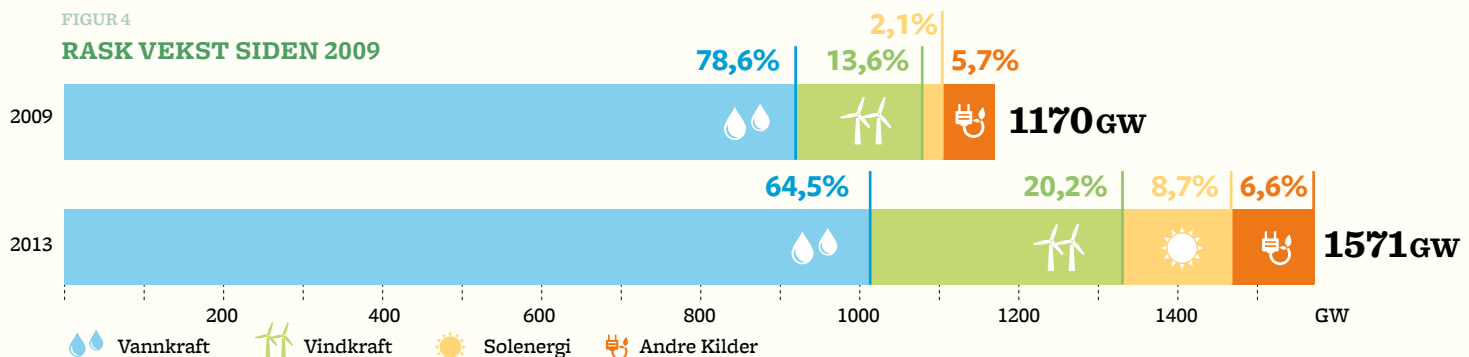
Globale investeringer i fornybar energi, i milliarder US dollar, 2004-2013. Oversikten inkluderer prosjekter innen sol, vind (over 1 MW), vann (opp til 50 MW), biomasse og avfall, geotermi, biobrensel (over 1 million liter/år) og marin energi. Privat og offentlig FOU er også inkludert.

KILDE: Frankfurt School-UNEP Centre / BNEF (2014)

VANNKRAFT FORTSATT STØRST

FIGUR 4

RASK VEKST SIDEN 2009



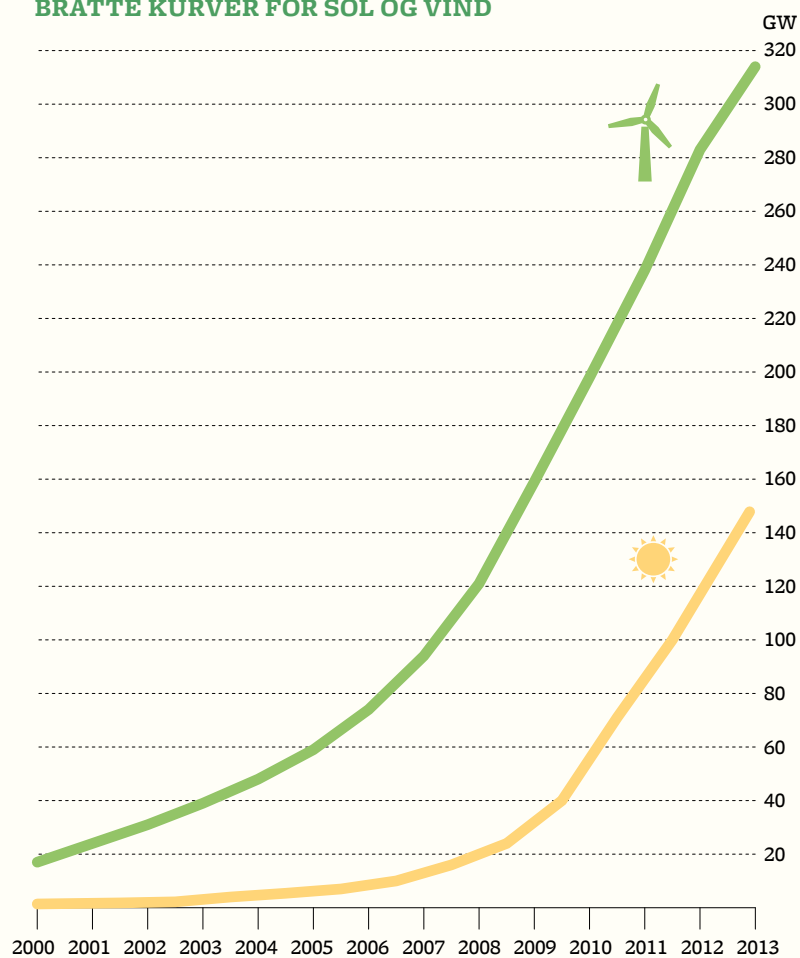
Samlet global fornybarkapasitet, etter energiteknologi, 2009 og 2013 (GW).

KILDE: Dataene for 2009 er hentet fra REN 21 Renewables Global Status Report (2012). Tallene for 2013 er estimater basert på data fra Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2014) og The Pew Charitable Trusts (2014)

- FORNYBAR ENERGI HAR VOKST KRAFTIG DET SISTE TIÅRET.
- VANNKRAFT ER FORTSATT DEN KLART STØRSTE AV DE FORNYBARE ENERGIKILDENE.
- FOR 10 ÅR SIDEN VAR VIND- OG SOLENERGI NESTEN UBETYDELIGE TEKNOLOGIER.

FIGUR 5

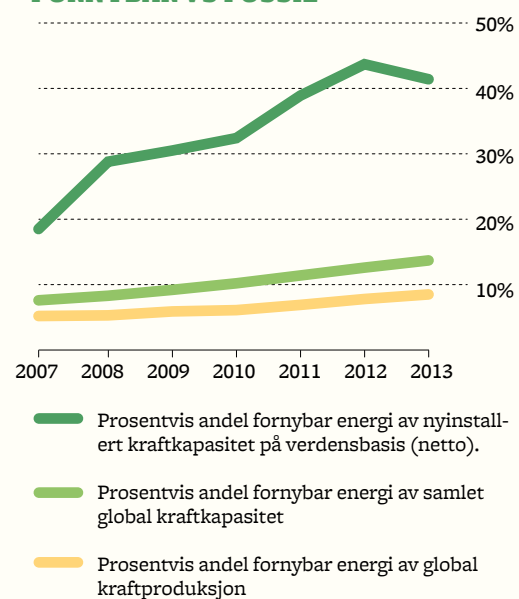
BRATTE KURVER FOR SOL OG VIND



Global vindkraft- og solcellekapasitet, 2000-2013 (GW). KILDE: Oversikten for 2000 - 2012 kommer fra REN 21 Renewables Global Status Report (2013), mens tallet for 2013 er hentet fra Frankfurt School-UNEP Centre / BNEF (2014)

FIGUR 6

FORNYBAR VS FOSSIL



Andel fornybar energi av global kraftkapasitet og kraftproduksjon, i prosent, 2007-2013. Stor vannkraft er ikke inkludert.

KILDE: Frankfurt School-UNEP Centre / BNEF (2014)

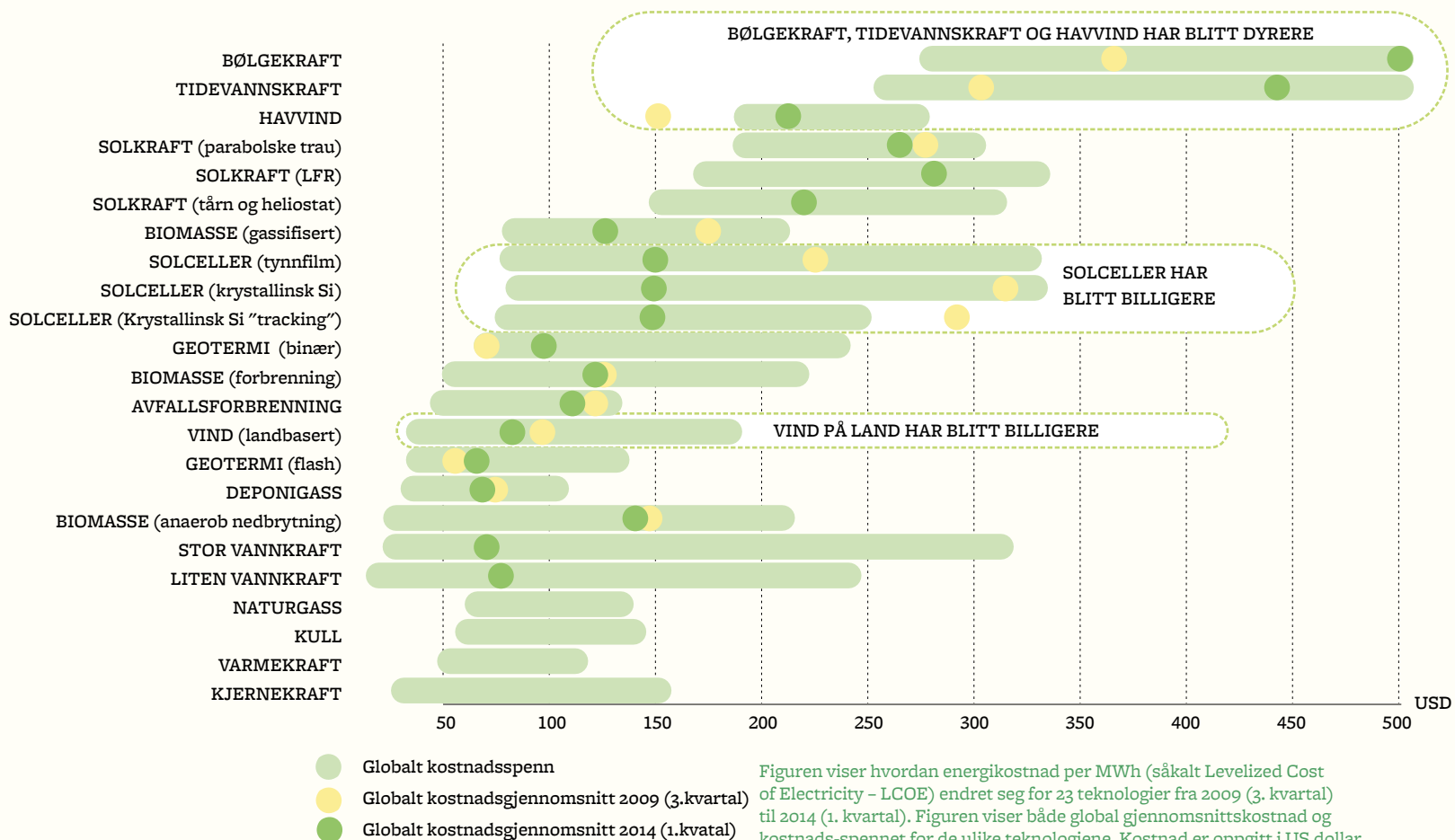
FORNYBAR ENERGI BLIR BILLIGERE

HVA ER LCOE?

LCOE står for Levelized Cost of Electricity og er en vanlig brukt metode for å beregne energikostnad per MWh for sammenligning av kostnadsnivået til ulike energiteknologier. Enkelt forklart finner man LCOE-verdien ved å dele totale levetidskostnader (investeringskostnad + x år med driftskostnader) med total energiproduksjon gjennom anleggets levetid. KILDE: Fornybar.no

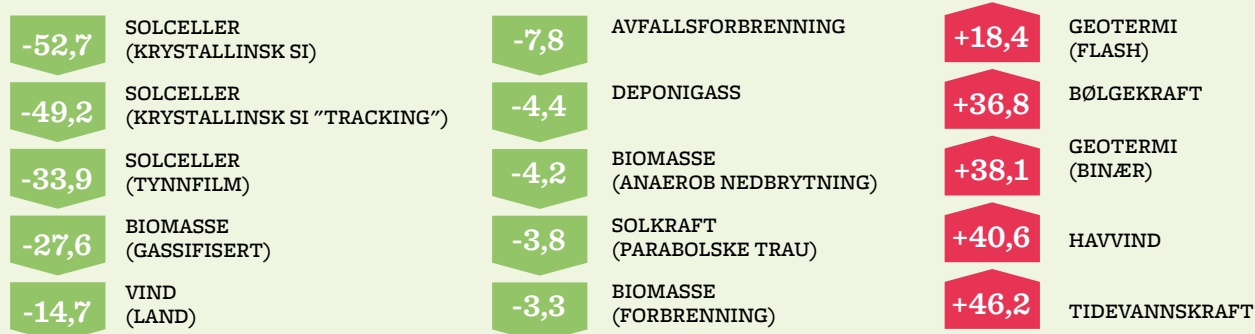
- KOSTNADENE I DET FLESTE FORNYBAR-TEKNOLOGIER FALLER, MEN HAVVIND HAR BLITT DYRERE SIDEN 2009.
- SOLENERGI OG VIND PÅ LAND HAR BLITT VESENTLIG BILLIGERE.
- KOSTNADENE VARIERER MYE, AVHENGIG AV MANGE FORHOLD. MARKEDENES MODENHET, FINANSIERINGSORDNINGER – OG SELVSAGT NATURGITTE FORUTSETNINGER SOM VIND- OG SOLFORHOLD.

FIGUR 7
SLIK HAR KOSTNADENE UTVIKLET SEG I 23 TEKNOLOGIER FRA 2009-2014



FIGUR 8

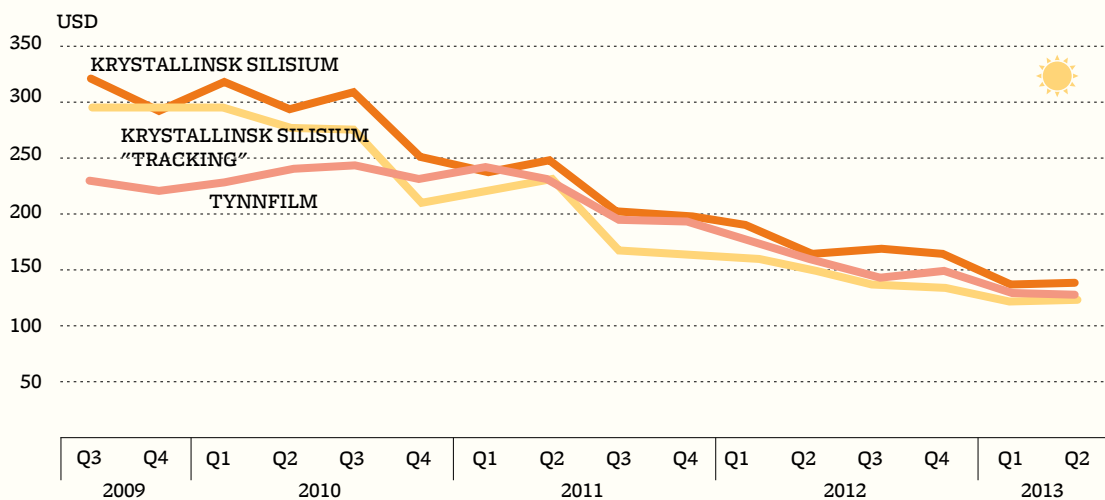
FORNYBART ER BÅDE BILLIG OG DYRT



Prosentvis endring i energikostnad per MWh (LCOE) for ulike teknologier i perioden 2009 (3.kvartal) til 2014 (1.kvartal). KILDE: World Energy Council / Bloomberg New Energy Finance (2013)

FIGUR 9

PRISFALL I SOLENERGI

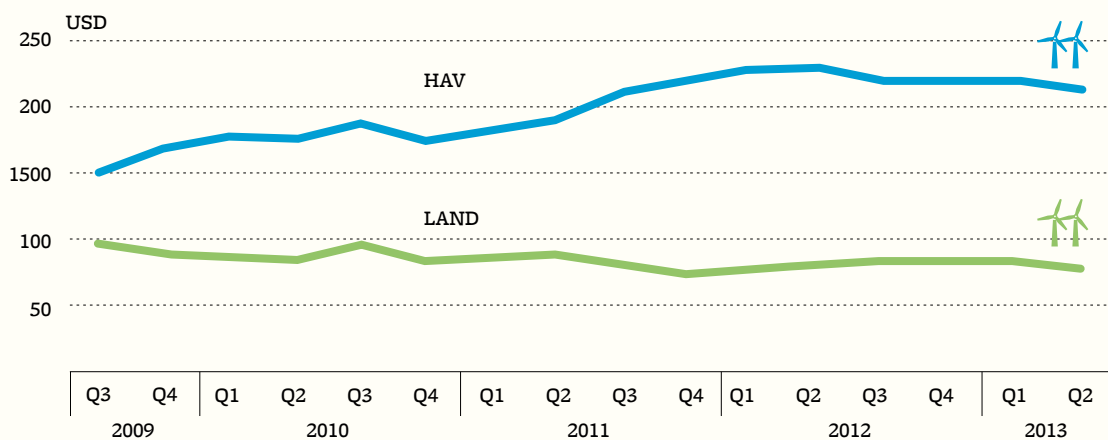


Utvikling av energikostnad per MWh (LCOE) for tre ulike solcelleteknologier i perioden 2009 (3.kvartal) til 2013 (2.kvartal). Grafen baserer seg på gjennomsnittskostnad i modne markeder. Kostnad er oppgitt i US dollar.

KILDE: World Energy Council / BNEF (2013)

FIGUR 10

BILLIGERE TIL LANDS, DYRERE TIL HAVS



Utvikling av energikostnad per MWh (LCOE) for landbasert vindkraft og havvindkraft i perioden 2009 (3.kvartal) til 2013 (2.kvartal). Grafen baserer seg på gjennomsnittskostnad i modne markeder. Kostnad er oppgitt i US dollar.

KILDE: World Energy Council / BNEF (2013)

KINA INVESTERER MEST

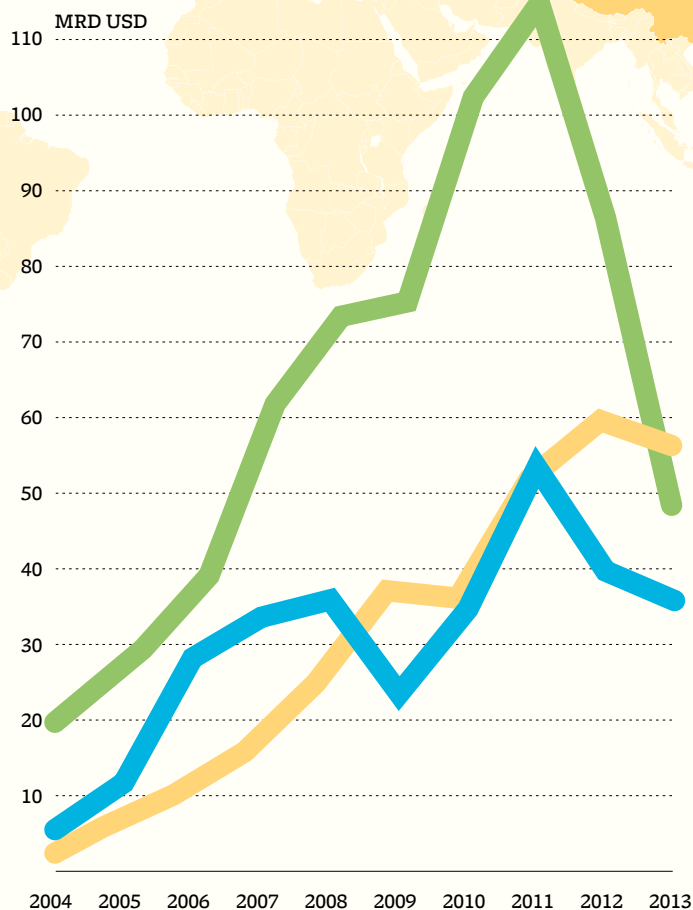
- KINA INVESTERER NÅ MER I FORNYBAR ENERGI ENN BÅDE USA OG EU.
- BÅDE I USA OG EU HAR POLITISK USIKKERHET BIDRATT TIL FALLET I INVESTERINGER.



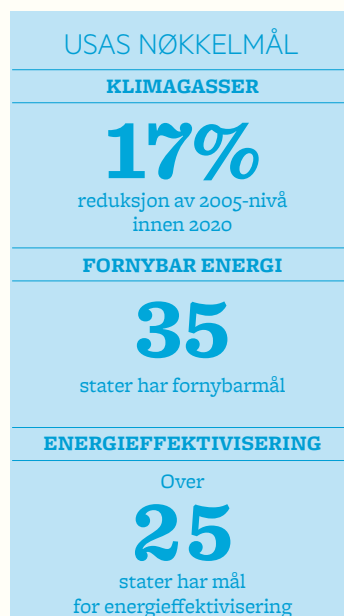
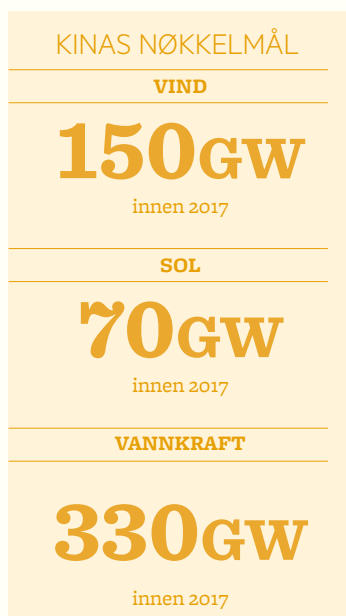
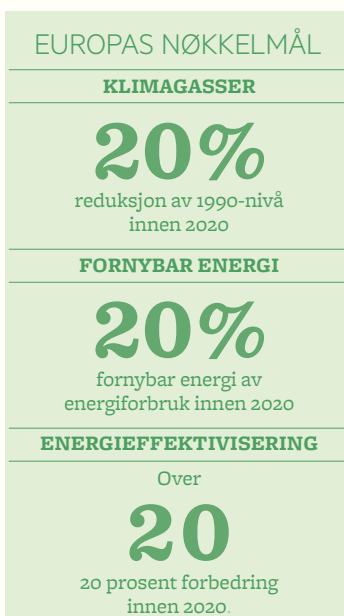
FIGUR 11
KINA INVESTERER MEST

De tre store: Figuren viser investeringene i fornybar energi i EU, Kina og USA, i 2004-2013, målt i milliarder US dollar. Oversikten inkluderer investeringer i solenergi, vindkraft (over 1 MW), vannkraft (mellom 1 MW og 50 MW), biomasse og avfall, geotermi, biobrensel (over 1 million liter/år) og bølge- og tidevannskraft. Hvis stor vannkraft hadde vært med ville Kinas dominans vært vesentlig tydeligere. Privat- og offentlig-finansiert FOU er også inkludert.

KILDE: Frankfurt School-UNEP Centre / BNEF (2014)



FIGUR 12



TOTALE INVESTERINGER (2013):

EUROPA: 48,4 MRD USD

KINA: 56,3 MRD USD

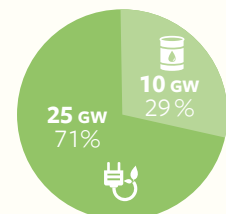
USA: 35,8 MRD USD

FIGUR 13

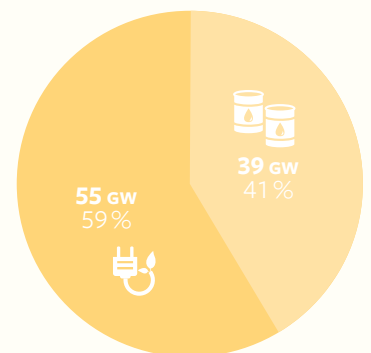
FORNYBAR I TET

Fornybar energi tar økende andeler når ny kraftkapasitet bygges ut. I 2013 var over halvparten av all nybygd kraftproduksjon (målt i GW) fornybar, både i EU, Kina og USA.

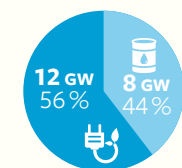
EU 28



KINA



USA

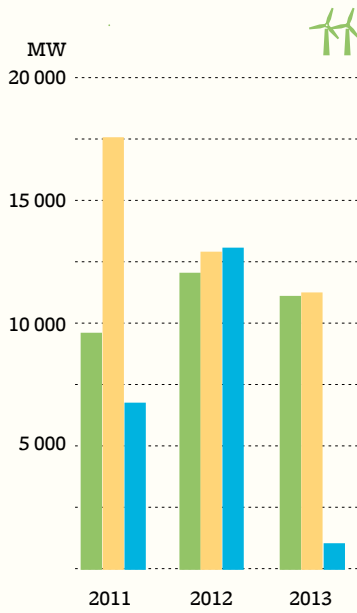


FORNYBAR FOSSIL

KILDE: The Federal Energy Regulatory Commission (FERC), EWEA, EPIA og The National Energy Administration (NEA)

FIGUR 14

STERK VIND I KINA



Grafen viser nyinstallert vindkraftkapasitet i Europa, Kina og USA, 2011-2013 (MW)

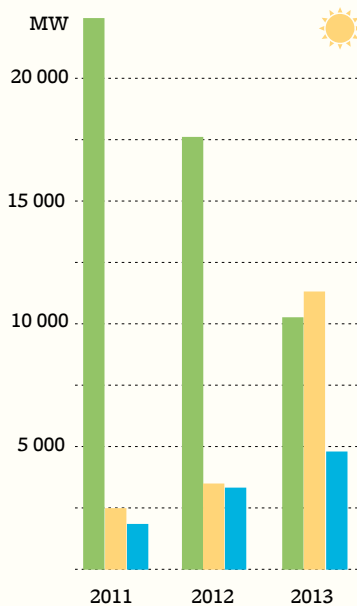
KILDE: GWEC, EWEA, EPIA og NREL

TOTAL INSTALLERT KAPASITET (2013):

- EUROPA: 117 289 MW**
- KINA: 91 412 MW**
- USA: 61 091 MW**

FIGUR 15

KINA STØRST PÅ SOL I 2013



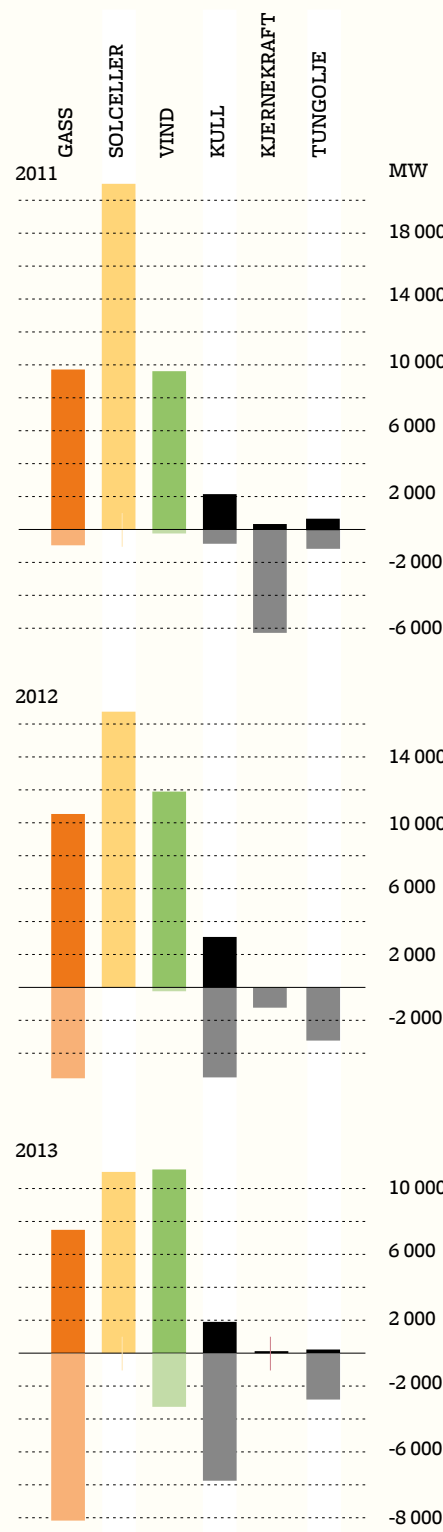
Grafen viser nyinstallert solcellekapasitet i Europa, Kina og USA, 2011-2013 (MW).

KILDE: GWEC, EWEA, EPIA og NREL

TOTAL INSTALLERT KAPASITET (2013):

- EUROPA: 79 952 MW**
- KINA: 18 100 MW**
- USA: 12 022 MW**

TREND I GRØNN RETNING



- FORNYBAR ENERGI UTGJØR EN STADIG STØRRE DEL AV DE NYE KRAFTVERKENE SOM BYGGES UT.
- I EU ER DET STENGT NED MYE KJERNEKRAFT, GASSKRAFT, KULLKRAFT OG OLJEKRAFT DE SISTE ÅRENE.
- DET ER VENTET AT DENNE TRENDEN VIL FORTSETTE FREM MOT 2020.

FIGUR 16

STADIG FLERE FOSSILE KRAFTVERKER STENGES I EUROPA

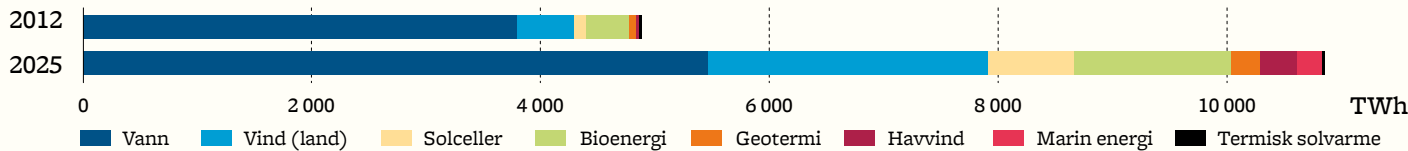
Fornybar dominans: Siden 2011 har sol og vind dominert utbyggingen av ny kraftproduksjon i EU. En del gasskraftverk - og også noen kullkraftverk - har blitt bygd, men også mye kull- og gasskraft har blitt stengt ned. Også en god del oljekraftverk har blitt stengt.

KILDE: EWEA

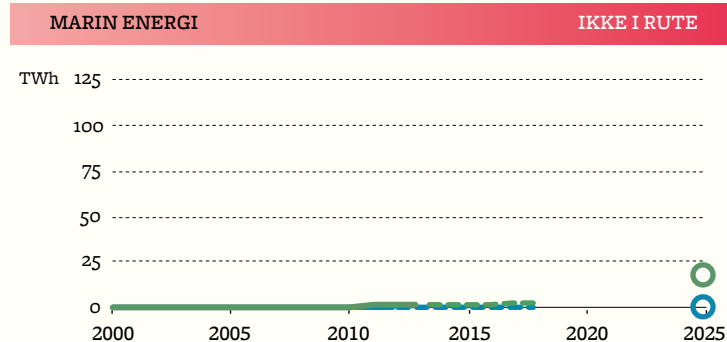
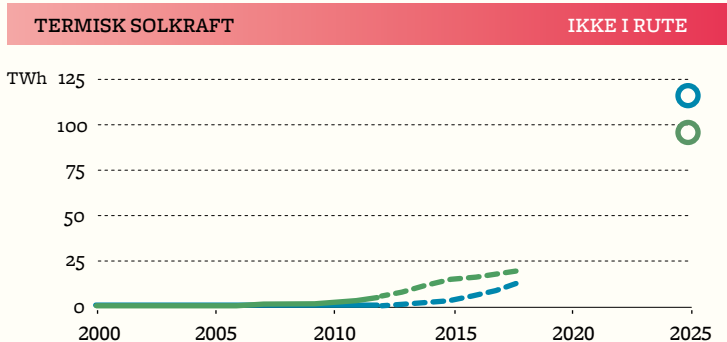
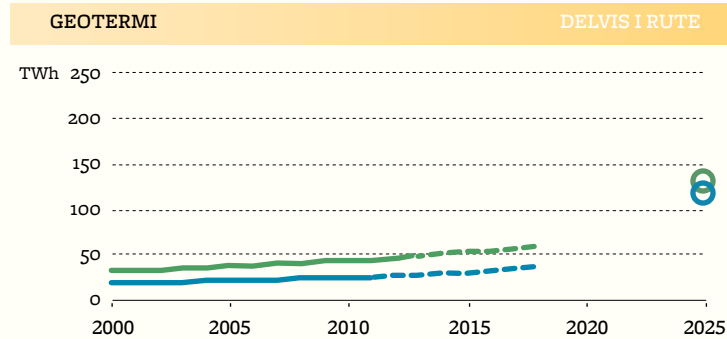
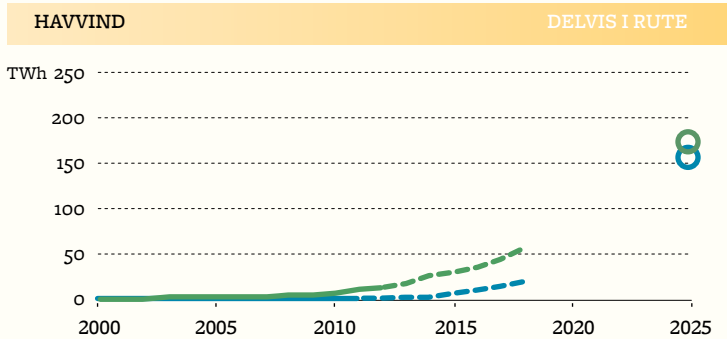
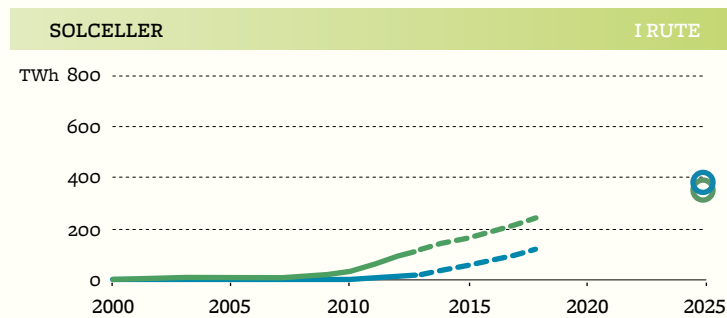
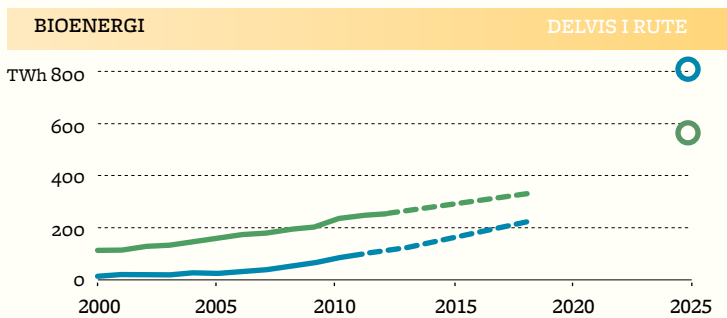
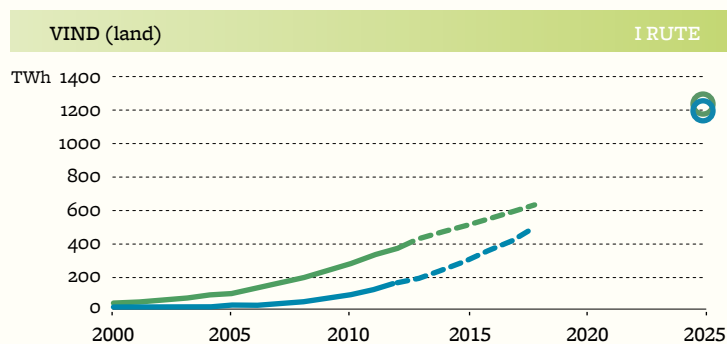
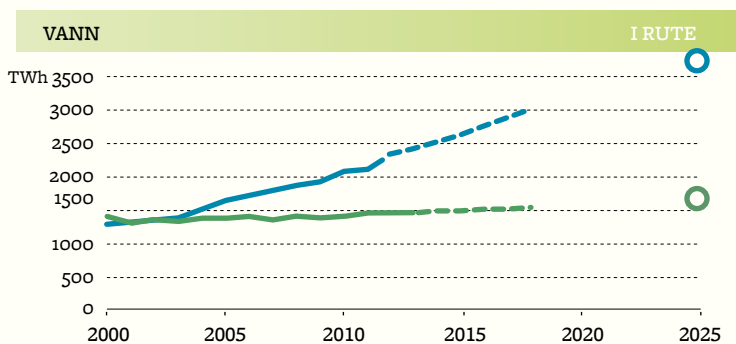
PÅ VEI MOT TOGRADERSMÅLET

PRODUKSJONEN AV FORNYBAR ENERGI MÅ MER ENN DOBLES FREM TIL 2025 HVIS KLIMAGASSUTSLIPPENE SKAL REDUSERES I TRÅD MED FNS TOGRADERSMÅL.

FIGUR 17 & 18
KLIMAMÅL OG FORNYBAR ENERGI:



Vannkraft er den desidert viktigste kilden til fornybar strøm og opplever, sammen med vind og sol, sterk vekst. Disse tre teknologiene er i rute for å nå IEAs togradersmål for elektrisitetsproduksjon i 2025. Bioenergi, havvind, geotermi, termisk solvarme og marin energi er avhengig av økte vekstrater i årene som kommer for å nå 2025-målene. KILDE: IEA (2014), Tracking Clean Energy Progress 2014



— OECD — Ikke-OECD ○ Togradersmål - - - Framskrivinger

HØYE VEKSTRATER. Strekene i hver graf viser hvordan ulike fornybarteknologier må vokse frem til 2025 for å holde tritt med tempoet togradersmålet krever. De blå strekene viser trenden utenfor OECD, mens de grønne strekene viser utviklingen i OECD-landene. De blå og grønne ringene viser hvor man må være i 2025 for å holde farten togradersmålet krever. KILDE: IEA (2014), Tracking Clean Energy Progress 2014



FNS RAPPORTER I KORT- VERSJON

FNS KLIMAPANEL HAR DE SISTE MÅNEDENE LEVERT TRE RAPPORTER; OM DET NATURVITENSKAPELIGE GRUNNLAGET, OM KLIMAENDRINGENES KONSEKVENSER, OG OM KLIMATILTAK. **HER ER KORTVERSJONENE.**

Det er et meget omfattende vitenskapelig arbeid som ligger til grunn for konklusjonene i den femte hovedrapporten fra FNs klimapanel. Den forrige rapporten kom i 2007. I mellomtiden er det publisert tusenvis av studier som øker kunnskapen både om klimaendringer, virkninger og tiltak.

De tre rapportene som her presenteres i kortformat danner grunnlaget for synteserapporten som skal ferdigstilles under Rajendra K. Pachauris ledelse og presenteres i København i slutten av oktober 2014.



EN TRUSSEL: Jorden og havet blir varmere.

KILDE: Greenpeace

ANDERS WAAGE NILSEN
OLAV ANDERS ØVREBØ
ANDERS BJARTNES

Den femte hovedrapporten skrives av over 800 internasjonale eksperter fra 85 land. Enda flere eksperter på ulike fagområder deltar gjennom høringsrunder. Rapportene ferdigstilles ved at eksperter møtes og går igjennom tekstene, punkt for punkt.

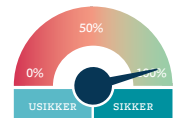
På de neste sidene kan du lese rapportenes konklusjoner. Vi har tatt utgangspunkt i oppsummeringen for beslutningstakere – summary for policymakers – og laget et sammendrag.

KLIMA I ENDRING

EN VARMERE KLODE, SMELTENDE ISBREER OG MER CO₂ I ATMOSFÆRE OG HAV. HER ER HOVEDINNHALDET I RAPPORTEN OM KLIMAENDRINGENE – **DET NATURVITENSKAPELIGE GRUNNLAGET.**

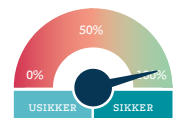
1. JORDEN VARMES OPP

Forskerne er ikke i tvil om at jorden er blitt varmere. I perioden etter 1950 har forandringen vært markant, og hvert av de siste tiår har vært varmere enn noen tidligere tiår siden 1850. Perioden fra 1983 til 2012 var trolig den varmeste 30-årsperioden de siste 1400 år.



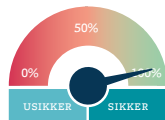
2. HAVET TAR OPP MESTEPARTEN AV ENERGIEN

Forskerne har fått større forståelse for havets rolle i klimasystemet. 90% av varme-energien som er tilført klimasystemet er tatt opp av havet i perioden 1971-2010. Det er regnet som helt sikkert at den øvre delen av havet (0-700 meter) er blitt varmere i samme periode, og det er sannsynlig at oppvarmingen har skjedd siden 1870-årene.



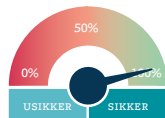
3. ISEN SMELTER

De siste to tiårene har Grønlandsisen og Antarktis mistet masse, og breer over hele verden har gått tilbake. Både arktisk sjøis og vårsnø på den nordlige halvkule har fått mindre utstrekning i samme periode.



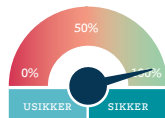
4. HAVET STIGER FORTERE ENN FØR

Havnivået har steget forttere siden midten av det nittende århundre enn snitthastigheten over de to siste tusenårene. I perioden 1901-2010 har havnivået steget med rundt 19 centimeter, og endringene stemmer overens med andre observasjoner (varmere hav og bresmelting).



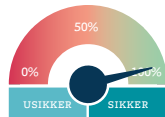
5. MER CO2 I ATMOSFÆRE OG HAV

Andelen av CO₂, metan og nitrogenoksyd i atmosfæren har økt til nivåer langt høyere enn det vi har hatt de siste 800 000 årene. CO₂-konsentrasjonen har økt med 40% siden tiden før vi begynte å brenne kull, olje og gass i stor skala. Havet har absorbert rundt 20-30 prosent av utslippene, noe som skaper havforsuring.



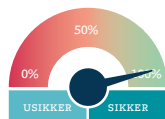
6. DRIVHUSEFFEKTEN ER BLITT STERKERE

Det er større lagring av varme i jordens klimasystem. Denne økningen kan knyttes til økning av drivhusgasser i atmosfæren fra menneskelige utslipp og økt drivhuseffekt. Endringer i solinnstråling eller andre faktorer kan ikke forklare denne utviklingen.



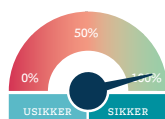
7. MENNESKEHETEN FORSTERKER DRIVHUSEFFEKTEN

Menneskehetens klimapåvirkning er nå godt dokumentert. Denne sammenhengen registreres gjennom utslipp, CO₂-oppbygning i atmosfæren og varig temperaturøkning i atmosfæren, på landjorden, i havet og en lang rekke andre indikatorer. Flere og bedre målinger, samt økende forståelse av prosessene som styrer klimaet, har forsterket vissheten om menneskelig påvirkning.



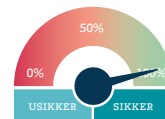
8. KLIMAMODELLERNE ER BLITT BEDRE

Klimamodellene er blitt langt bedre siden forrige klimarapport. Modellene gjenskaper i dag utviklingstrender over flere tiår, og flere av modellene klarer nå å gjenskape endringene i sjøis, i havtemperatur, sykliske vær fenomener og klimaendringer i fortiden bedre enn tidligere. I kombinasjon med langt bedre observasjoner og styrket kunnskap om fortidens klima, vet vi nå mer om sannsynlige konsekvenser.



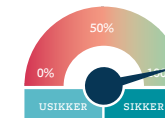
9. UTSLIPPENE MÅ REDUSERES FOR Å NÅ TOGRADERSMÅLET

Vi har brukt opp minst halvparten av de utslippene vi kan tillate oss om vi vil holde oss under to graders oppvarming sammenliknet med middeltemperatur for perioden 1850-1900. Kun dersom vi reduserer utslippene kraftig og umiddelbart vil vi kunne unngå å overstige 1,5 grader temperaturøkning. Også med moderate utslippsreduksjoner vil vi trolig passere 2 grader. Det er liten sannsynlighet for at temperaturen vil øke med mer enn 4 grader i dette århundret, bortsett fra om veksten i fossilutslipp fortsetter.



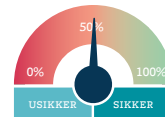
10. SELV TO GRADER GIR STORE KONSEKVENSER

Klimaendringene vil påvirke nedbør og fordampning, men endringene vil ikke være like over hele kloden. Forskingen viser at kontrasten vil bli større mellom våte og tørre områder, og mellom våte og tørre perioder. Det vil være store lokale forskjeller i hvordan klimaendringene rammer. Selv innenfor to grader vil noen områder rammes hardt. Områder som allerede har utfordringer med matvaresikkerhet og fattigdom er blant dem som rammes hardest.



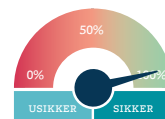
11. BREER OG SNØDEKKET VIL REDUSERES

Mengden is i verdens isbreer vil bli redusert. Samlet reduksjon i 2100 vil kunne bli mellom 15-55 prosent innenfor den utviklingsbanen der vi reduserer utslippene kraftig, og 35-85 prosent om vi fortsatt øker utslippene. Vårsnødekket vil også bli redusert på den nordlige halvkule.



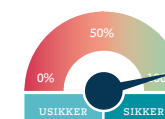
12. FORTSATT UTSLIPP VIL FÅ STORE KONSEKVENSER

Fortsatt utslipp av drivhusgasser vil medføre ytterligere oppvarming. Denne oppvarmingen vil bidra til endringer på alle nivå i klimasystemet. Å begrense endringene vil kreve omfattende og varige kutt i utslippene av drivhusgasser.



13. HAVET VIL STIGE

Selv dersom vi klarer å redusere utslippene kraftig vil havnivåstigningen bli på 0,26-0,54 meter i perioden 2081-2100. Dersom vi fortsetter å øke utslippene vil stigningen bli fra 0,45-0,81 meter i samme periode og opptil 0,98 meter i 2100. Havnivået vil fortsette å stige i flere århundrer, selv om vi skulle lykkes med å begrense global oppvarming i tråd med togradersmålet. Hvor raskt havet stiger er i stor grad bestemt av framtidens utslipp av klimagasser.

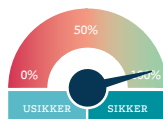




FOLGEFONNA, EN KLIMAINDIKATOR: Folgefonna i Hardanger prydet omslaget til årets FN-rapport. Breer er viktige kunnskapskilder for klimaforskerne. FOTO: Shutterstock

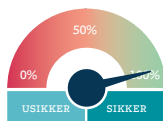
14. NATURENSEVNE TIL Å TA OPP CO₂ SVEKKES GRADVIS

Havet og vegetasjon og jordsmonnet på landjorda tar opp CO₂ fra atmosfæren og bidrar dermed til å dempe den globale oppvarmingen. Men forskerne tror nå at naturens evne til å ta opp CO₂ svekkes gradvis når jordens klima blir varmere, og dermed at en gradvis større andel av framtidens CO₂-utslipp blir værende lenger i atmosfæren. Dette kan bety at drivhuseffekten forsterkes, og at det blir vanskeligere å stabilisere klimaet under 2 grader.



15. UTSLIPPENE VIL FÅ KONSEKVENSER I MANGE GENERASJONER

De fleste fremtidsbilder slutter i 2100, men klimaeffektene vil fortsette i mange hundre år, selv om vi fjerner utslippene helt. Dette skyldes dels at en femtedel av CO₂-utslippene blir værende lenge i atmosfæren, dels at havet lagrer varmen lenge. Dette gjør klimautfordringen til en helt spesiell utfordring, som kan få konsekvenser i mange generasjoner fremover.



HVA ER IPCC?

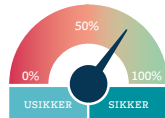
- IPCC er en forkortelse for “The Intergovernmental Panel on Climate Change”, og kalles i Norge ofte for FNs klimapanel.
- Det ble opprettet i 1988 av miljøprogrammet til FN (UNEP) og verdens meteorologi-organisasjon (WMO).
- Målet var å gi verden et klart vitenskapelig bilde av kunnskapen om klimaforandringene og konsekvensene for samfunnet.
- For øyeblikket har IPCC 195 medlemmer. Panelet møtes i plenum cirka en gang i året, med representanter for myndigheter og forskningsinstitusjoner fra medlemsland i hele verden.
- I plenumsmøtet legges strukturen for arbeidet til IPCC, og de ulike rapportene blir godkjent. Arbeidet med delrapportene foregår i tre arbeidsgrupper.

SÅRBARHET OG TILPASNING

MER EKSTREMVÆR, TRUSLER MOT **MATVARESIKKERHET OG RISIKO FOR VANNMANGEL**. HER ER OPPSUMMERINGEN AV RAPPORTEN OM KLIMAENDRINGENES VIRKNINGER.

1. SÅRBARHET FOR EKSTREMVÆR

Flere steder i verden har nylig opplevd klima-relaterte endringer i ekstremvær som hetebølger, tørke, flom, sykloner og skogbranner. Ekstremværehendelser fører til endringer i økosystemer, redusert matproduksjon og vannmangel, skade på infrastruktur og bosettinger, mer sykdom og økt dødelighet. De negative virkningene viser at enkelte økosystemer og mange samfunnsområder er svært sårbare og utsatt for de variasjoner i klimaet vi opplever i dag.



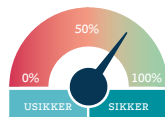
2. DAGENS BESLUTNINGER PÅVIRKER LANGSIKTIG RISIKO

Beslutninger som tas på kort sikt om tiltak mot klimaendringer og tilpasning til dem, vil påvirke risikoene ved klimaendringer for hele det 21. århundre og også deretter. Ulike scenarier for utslipp gir ulik temperaturøkning etter 2050. Klimarisiko ved lavest utslipp er betydelig lavere enn ved høye utslipp. Redusert omfang av klimaendringene kan også redusere omfanget av tilpasningene som må gjøres.



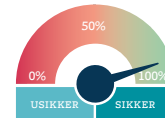
3. STOR USIKKERHET OM SÅRBARHET

Naturen og samfunnets framtidige sårbarhet og evne til å svare på klimaendringer er beheftet med stor usikkerhet. Å forstå sårbarhet er utfordrende fordi et stort antall sosiale, økonomiske og kulturelle faktorer virker i et samspill som ikke er godt nok utforsket ennå. Faktorene inkluderer økonomiske forskjeller, demografi, migrasjon, tilgang til teknologi og informasjon, sysselsetting, institusjoner med flere.



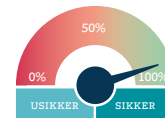
4. ISBREENE SMELTER

Klimaendringene forårsaker at isbreer verden over, med få unntak, fortsetter å smelte. Områder med permafrost i høytliggende regioner og på høyere breddegrader varmes opp og tiner



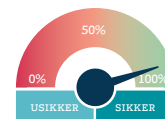
5. FLERE ARTER DØR UT

En stor andel arter både på landjorda og i ferskvann har økende risiko for å dø ut i løpet av vårt århundre. Risikoen er særlig stor når klimaendringer samvirker med andre drivkrefter, som endringer i habitat, overbeskatning, forurensning og spredning av fremmede skadelige arter.



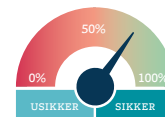
6. KYSTOMRÅDER STADIG MER UTSATT

Havnivået er forventet å stige gjennom hele vårt århundre og videre. Kystområder og lavtliggende områder vil i økende grad merke negative virkninger som permanent oversvømmelse, flom og erosjon.



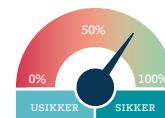
7. FISKERESSURSER UNDER PRESS

Forventede klimaendringer vil fra midten av århundret føre til redusert fangst av fisk og mindre artsmangfold i tropene. I farvannene på høyere og midlere breddegrader vil en derimot oppleve bedre fangster og et større artsmangfold. Klimaendringer øker faren for overfiske og andre negative endringer som ikke er knyttet til klimaet, noe som vil gjøre forvaltningen av havressurser vanskeligere.



8. SURT HAV TRUER ØKOSYSTEMER

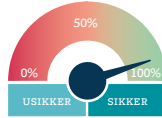
Forsuring av havet medfører betydelige risikoer for marine økosystemer. Korallrev og polare økosystemer er særlig utsatt. Dette gjelder ved scenarier for middels til høye utslipp (RCP4.5, 6.0 og 8.5).





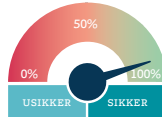
9. MATVARESIKKERHET TRUES

Alle aspekter ved matvaresikkerhet, inkludert tilgang på mat og stabile priser, påvirkes potensielt av klimaendringer. Trusselen øker med mer oppvarming. Kombinert med økende etterspørsel etter mat vil en global temperaturøkning på 4 grader eller mer i forhold til nivåene på slutten av 1900-tallet utgjøre en stor risiko for matvaresikkerhet globalt og regionalt.



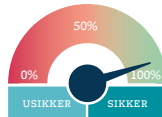
10. LANDSBYGDAS FATTIGE RAMMES HARDEST

Landlige områder blir sterkt berørt av klimaendringene. Tilgjengelighet av vann, matsikkerhet og utkomme fra landbruk vil påvirkes, på kort sikt og videre utover i århundret. Fattige grupper rammes hardest.



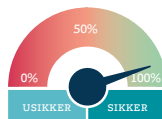
11. FLERE VIL MANGLE DRIKKEVANN

Risikoen for negativ påvirkning av ferskvannsressurser øker betydelig med økende konsentrasjoner av klimagasser. Andelen av den globale befolkningen som opplever vannmangel, og andelen som rammes av store elveflommer, øker med nivået på oppvarmingen i vårt århundre. Klimaendringene fører til betydelig reduksjon i mengden overflatevann og grunnvannsressurser i de fleste tørre subtropiske regioner.



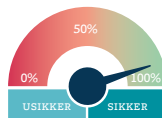
12. FORSTERKER HELSEPROBLEMER

Fram mot midten av århundret vil klimaendringer påvirke folkehelsen hovedsakelig ved å forverre helseproblemer som allerede eksisterer. I løpet av århundret vil helseproblemer øke i mange regioner, særlig i fattigere land, sammenlignet med en utvikling uten klimaendringer.



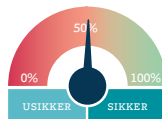
13. UBEBOELIGE OMRÅDER

I klimascenariet med høyest utslipp (RCP8.5) vil kombinasjonen av høy temperatur og fuktighet innen 2100 gjøre vanlige menneskelige aktiviteter umulig deler av året i enkelte områder. Dette inkluderer matproduksjon og arbeid utendørs.



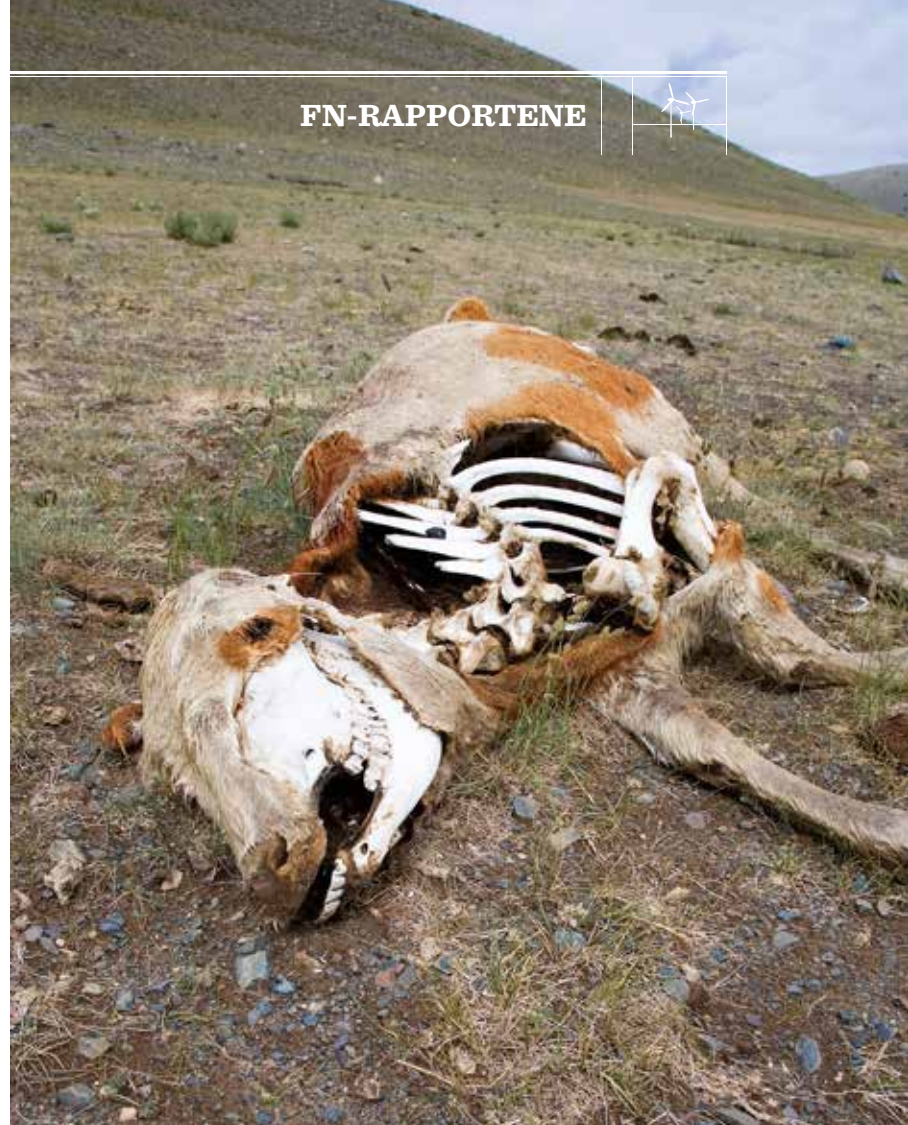
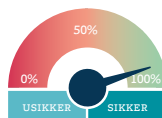
14. ØKT FARE FOR USTABILITET OG KONFLIKT

Klimaendringer kan forsterke velkjente årsaker til voldelig konflikt som fattigdom og økonomiske kriser. Dermed kan klimaendringer indirekte øke risikoen for voldelig konflikt som borgerkrig eller vold mellom befolkningsgrupper.



15. UTSLIPPSKUTT KJØPER TID

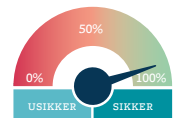
En bærekraftig utvikling som vil tåle klimaendringer avhenger sterkt av hva verden får til av klimatiltak. Tiltak som utslippskutt øker tiden vi har til rådighet for å tilpasse oss ulike grader av klimaendringer med opptil flere tiår.



TØRKE: Tørre områder blir tørrere, tilgjengeligheten på vann kan bli dårligere i store deler av verden. FOTO: Shutterstock

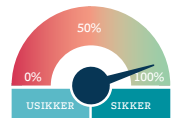
16. TILPASNING MÅ SKREDDERSYS

Hva som er riktige tiltak for tilpasning til klimaendringer, vil variere med lokale forhold. Effektive strategier for tilpasning tar hensyn til hvordan sårbarhet er koblet til samfunnsmessige og økonomiske prosesser, bærekraftig utvikling og klimaendringer.



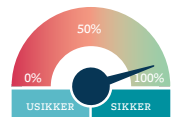
17. PLAN FOR TILPASNING

Tilpasning til klimaendringer er i ferd med å tas inn i planprosesser, og noen tilpasnings tiltak settes ut i livet. Ofte skjer slik planlegging sammen med andre planprosesser for bl.a. katastrofeberedskap og forvaltning av vannressurser.



18. GRENSER FOR TILPASNING

Grensene for hva det er mulig å tilpasse samfunnet til kan bli nådd hvis klimaendringene blir mer omfattende. Mulighetene for et positivt samspill mellom klimatiltak og -tilpasning kan reduseres over tid. I noen deler av verden er manglende svar på virkninger av klimaendringer allerede i ferd med å undergrave grunnlaget for en bærekraftig utvikling.



KLIMAFORHANDLERE I BERLIN: Møtorekken er lang. Her er Jochen Flasbarth (tysk statssekretær), leder i FNs Klimapanel Rajendra K. Pachauri, Georg Shuette (tysk statssekretær) og Deon Terblanche fra Verdens Meteorologiske Organisasjon (WMO) under et møte i mars 2014. FOTO: IPCC

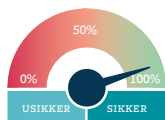


TILTAK SOM KAN KUTTE UTSLIPPENE

STORE OG OMFATTENDE ENDRINGER MÅ TIL FOR Å SIKRE **NØDVENDIGE UTSLIPPSREDUKSJONER**. HER ER KORTVERSJONEN AV RAPPORTEN OM TILTAK OG VIRKEMIDLER.

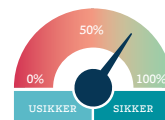
1. UTSLIPPENE ØKER FORTSATT

Utslippene av klimagasser har økt kraftig i perioden fra 1970 til 2010. Utslippene har vokst mer i perioden fra 2000 til 2010 enn i tidligere tiår. De siste 40 årene har vi sluppet ut like mye klimagasser som i perioden fra førindustriell tid og frem til 1970. Fra 2000 til 2010 økte utslippene fra omkring 40 til 49 milliarder tonn CO₂-ekvivalenter i året, tilsvarende en årlig gjennomsnittlig vekst på 2,2 prosent.



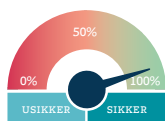
4. STORE UTSLIPPSKUTT FØR 2050

Utslippskutt i størrelsesorden 40-70 prosent frem til 2050 og nullutslipp – eller negative utslipp – i 2100 er nødvendig for å gjøre det sannsynlig at temperaturendringene i 2100 ikke blir større enn 2 grader målt mot førindustriell tid.



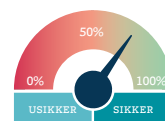
2. VEKST I ØKONOMI OG BEFOLKNING

Økende befolkning og økonomisk vekst er de viktigste drivkreftene bak økte CO₂-utslipp fra energisektoren. Energieffektiviteten er økende, men veide i perioden 2000-2010 ikke opp for effekten av voksende befolkning og økende økonomisk aktivitet. Økt bruk av kull har reversert den lange trenden i retning av gradvis avkarbonisering av energiforsyningen.



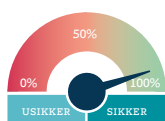
5. BEDRE HELSE, MINDRE FORURENSNING, ØKT ENERGISIKKERHET

Utslippsscenarioer som gjør det sannsynlig at temperaturøkningen begrenses til 2 grader, har en rekke positive sidevirkninger: Bedre luftkvalitet, positive helseeffekter, økt energisikkerhet og tilstrekkelig ressurstilgang er eksempler. Studier som beregner de totale kostnadene ved klimatililtak gir svært varierende resultater. Scenarier som leder frem til et utslippsnivå innenfor en temperaturøkning på 2 grader, viser en reduksjon i den årlige globale økonomiske veksten på 0,04-0,14 prosent gjennom århundret.



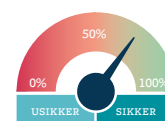
3. KLIMATILTAK ER NØDVENDIG

Uten tiltak for å begrense utslippene utover det som er på plass i dag, vil utslippene fortsette å øke – drevet av voksende befolkning og økende økonomisk aktivitet. Scenarier som ikke forutsetter forsterkede tiltak for å begrense utslippene, peker mot temperaturøkninger i 2100 på mellom 3,7 – 4,8 grader målt mot førindustriell tid. Utsettelse av ulike klimatililtak utover det som er på plass i dag til etter 2030, vil gjøre det vesentlig mer krevende å gjennomføre overgangen til et utslippsnivå som kan holde temperaturøkningen innenfor 2 grader



6. FOSSIL ENERGI BLIR MINDRE VERDT

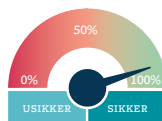
Forsterket klimapolitikk kan redusere verdien på fossil energi og redusere inntektene for eksportører. De fleste studier viser nedgang når det gjelder inntektene fra eksport av kull og olje, mens bildet for gass er mer usikkert. Noen studier viser positive virkninger for gasseksportører frem til 2050. Karbonfangst kan redusere verdifallet på fossile ressurser.





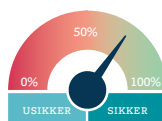
7. STORE ENDRINGER I ENERGISEKTOREN

Utslippsscenarioer som gjør det sannsynlig at temperaturen ikke stiger mer enn to grader, forutsetter store endringer i den globale energiforsyningen. Utslippene fra energisektoren forutsettes å falle gjennom de neste tiårene og kjennetegnes ved en reduksjon på 90 prosent mot 2010-nivået mellom 2040 og 2070. Investeringer med lang levetid som medfører "innelåsning" i utslippsintensive utviklingsbaner, vil gi en utvikling som er svært kostbar å snu.



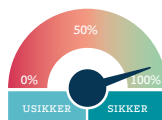
8. STERK UTSLIPPSVEKST UTEN TILTAK

Utslippene fra energisektoren kan bli doblet – kanskje til og med tredoblet – til 2050 uten tiltak. Redusert karbonintensitet i kraftforsyningen er nøkkelen for å nå utslippsnivåer som er i samsvar med togradersmålet. Bedre energieffektivitet og atferdsendringer – for å redusere energietterspørselen – er nøkkelstrategier for å redusere utslippene.



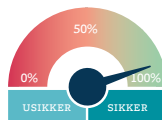
9. STORE FREMSKRITT I FORNYBAR

Innen fornybar energi er det oppnådd store fremskritt og kostnadsreduksjoner de siste årene. Likevel krever mange fornybarteknologier direkte/indirekte støtte hvis markedsandelen deres skal økes vesentlig. Overgang fra kull til gass kan gi reduserte utslipp. Karbonfangst kan redusere utslippene fra fossile kraftverk.



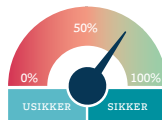
10. MYE Å HENTE I TRANSPORT

Både atferdsendringer, forbedret infrastruktur og tekniske forbedringer kan gi reduserte utslipp fra transportsektoren. Samtidig kan økte transportbehov – både av mennesker og varer – motvirke effekten av tiltak som gir utslippsreduksjoner.



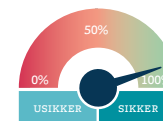
11. BIOENERGI MED VARSOMHET

Bioenergi kan spille en viktig rolle, men man må være varsom. Barrierer mot storskala bioenergi handler om bekymring for utslipp fra arealer, matvaresikkerhet, vannressurser, biodiversitet og levekår. Bioenergi koblet med karbonfangst vil gi netto uttak av CO₂ fra atmosfæren og redusere klimapådrivet.



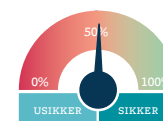
12. URBANISERING – TRUSSEL OG MULIGHET

Flere bor i byer og urbanisering betyr høyere inntekter, og høyere inntekter betyr høyere energiforbruk og økte utslipp. De to neste tiårene gir store muligheter da en stor del av verdens urbane områder vil bli utviklet i denne perioden. Utslippsreducerende tiltak i storbyområder fungerer best når politikken trekker i samme retning, for eksempel når det gjelder lokalisering av arbeidsplasser og offentlig transport.



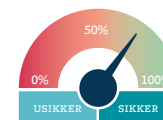
13. STORE SKIFT I INVESTERINGENE

Utslippsbaner som sikter mot å begrense temperaturøkningen til 2 grader, vil kreve store endringer i investeringsmønstrene. En slik utvikling forutsetter sterk vekst i investeringene i fornybar energi og effektivisering, mens investeringene i fossil kraftproduksjon og utvinning vil bli redusert.



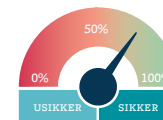
14. MER KLIMAPOLITIKK I FLERE LAND

De siste årene har stadig større deler av klimautslippene blitt omfattet av reguleringer. Mens 45 prosent av de globale utslippene i 2007 var omfattet av lovgivning eller strategier, var tallet i 2012 67 prosent. Men dette har ikke medført vesentlige utslippsreduksjoner. Regjeringer viser også oftere til "co-benefits" eller positive sidevirkninger i sine klimaplaner.



15. MER KVOTEHANDEL, MEN FOR SVAKE MÅL

Flere land og regioner har innført kvotehandel, men de kortsiktige virkningene har vært begrensede. Årsaken er at utslippstakene har vært for lite ambisiøse. I en del land har innføring av CO₂-skatter bidratt til å svekke linken mellom utslipp og økonomisk vekst.



VISSHETSBAROMETERET

IPCC gir uttrykk for ulike grader av sikkerhet omkring funnene som presenteres. I denne saken har redaksjonen oversatt IPCCs gradering til en visuell presentasjon.

Når IPCC sier *high confidence* legger vi pilen på barometeret omtrent på 90 i graderingen fra 0-100. Pilen får den samme plasseringen når IPCC sier *robust evidence, high agreement*.

Litt mer usikkerhet er det der pilen ligger på omkring 70. Der har IPCC brukt uttrykk som

medium confidence, high agreement og *medium evidence, high agreement*.

Der IPCC uttrykker større usikkerhet, *limited evidence, medium agreement*, er pilen på 50.

NY TEKNOLOGI GJØR TOGRADERSMÅLET MULIG

EDGAR HERTWICH | PROFESSOR I INDUSTRIELL ØKOLOGI, NTNU

FNS KLIMAPANEL VISER AT DET ER GRUNNLAG FOR HÅP: **AKTIV LOKAL OG NASJONAL KLIMAPOLITIKK** HAR FØRT TIL RASKERE UTVIKLING AV NY TEKNOLOGI ENN FORVENTET. LIKEVEL MÅ TRYKKET I ARBEIDET FOR KLIMAVERN ØKES FOR Å NÅ TOGRADERSMÅLET.

Karbonbudsjett: Tusen milliarder tonn CO₂

Rapporten fra FNs Klimapanel om klimatilstanden og klimasystemet som ble lansert i fjor høst har et klart budskap: Hvis vi slipper ut mer enn tusen milliarder tonn med karbondioksid fra fossile brensler risikerer vi å sprengte togradersmålet. Dette karbonbudsjettet er et resultat av klimafølsomheten - sammenhengen mellom karbonsyklusen, den økte konsentrasjon av drivhusgasser, og temperaturstigningen som følge av den.

Tusen milliarder tonn, det høres mye ut. Men tenk igjen! I 2050 blir vi ni til ti milliarder mennesker på jorden; da er det omtrent hundre tonn per person. Hvis vi gir oss hundre år for å lære hvordan vi kan leve helt uten netto karbondioksidutslipp, så er det et tonn per år for hver av oss. I dag ligger klimautslippene i Norge på rundt 10 tonn. Hvis vi legger til karbonfotspor, som inkluderer utslipp knyttet til varer vi importerer og internasjonale flyreiser,

er gjennomsnittet på rundt 15 tonn. Det globale gjennomsnittet er syv tonn. Med dagens utslippsrate går vi gjennom taket karbonbudsjettet setter om tyve år.

Rask økende utslipp

Utviklingen har, dessverre, gått i feil retning. På 2000-tallet har klimagassutslippene økt raskere enn før: 2,2 % per år sammenlignet med 1,7 % per år i 1970-2000. Forbrenning av kull – den skitneste energikilden – har vokst raskere enn energiproduksjon forøvrig. Kinas statsdrevne kapitalisme produserer stor vekst gjennom investeringer i gruver, kraftverk, infrastruktur, bygninger og maskiner, finansiert av sparepenger til relativt fattige kinesere. Det er lett å bli deprimert på klimaets vegne! Bildet er imidlertid ikke helt svart. I mitt arbeid med klimapanelets rapport om tiltak og virkemidler til utslippsreduksjon har jeg funnet en rekke lyspunkter. Kanskje har vi kommet lengre med klimavern enn pessimistene blant oss innser? Her er mine grunner til optimisme.



MER VINDKRAFT:

En stor andel av verdens fornybar energi kommer fra vindkraft.

FOTO: Shutterstock

Storstilt uttesting av virkemidler

Mens oppsummeringsrapporten som foreligger – sammendraget for beslutningstakere – er nokså forsiktig i sin diskusjon av virkemidler for klimavern, så er selve kapitlene i hovedrapporten desto mer interessant lesning. Her beskrives klimapolitiske virkemidler som har blitt implementert av nasjoner, byer, regioner og flernasjonale organisasjoner. Virkemidlene omfatter systemer med utslippsbegrensninger og handel med utslippsrettigheter som for eksempel det europeiske kvotemarkedet som Norge også er del av, ulike typer støtte til fornybar energi og energieffektivisering i blant annet Kina og India, forskrifter og frivillige avtaler for mer effektive biler, fly og vaskemaskiner, og mye mer. Det er ganske mye klimapolitikk som har blitt implementert siden den forrige klimarapporten ble offentliggjort i 2007. Ikke alt virker helt som ønsket, men vi har i hvert fall mulighet å høste inn viktige lærdommer som forhåpentligvis blir basis for en mer effektiv politikk i framtiden.

Utviklingen har, dessverre, gått i feil retning.

På 2000-tallet har klimagassutslippene økt raskere enn før.

Vi kan leve uten fossil energi – kan vi?

Hvis vi ønsker å begrense global oppvarming, så trenger vi energiteknologier som produserer lite eller ingen klimagassutslipp. Energiscenariomodellene som klimapanelet nå har brukt i flere rapporter antyder at ny fornybar energi vil være et viktig element i klimavern.

Tidligere virket det nokså optimistisk, gitt at solenergi kun kunne brukes til å forsyne nokså små hytter med lys. Den gang spilte vindkraft en viktig rolle kun i lille Danmark. I dag bygges det imidlertid vindparker som konkurrerer med kullkraftverk i effekt. Det installeres solvarmekraftverk som kan levere elektrisitet også på kvelden basert på lagring av varme, og som kan produsere like mye elektrisitet som det omstridte gasskraftverket på Mongstad. Klimarapporten viser til at kapasiteten til fornybar kraftproduksjon i 2012 økte med 105 gigawatt – fordelt omtrent likt på sol, vind og vannkraft. Solkraft fortsetter sin vekst i 2013. En gigawatt er effekten av et stort atomkraftverk, eller fire ganger så mye som Mongstad. Dermed har vi allerede oppnådd utbyggingraten som kreves for å realisere den fornybare kraftproduksjonen som er forutsatt i Det internasjonale energibyråets (IEA) togradersscenario. Vi må bare fortsette på samme nivå. Dette bør feires som en klimapolitisk suksess!

Det som har kommet til i de siste årene er elektriske biler som er attraktive til flere formål, komfortable, og med akseptabel rekkevidde. El-biler er miljøvennlig kun hvis strømmen produseres på en miljøvennlig måte og det er nødvendig å redusere energiforbruket ved batteriproduksjon. Likevel kommer el-biler til å bli en teknologi som gir oss flere muligheter til å møte transportetterspørsel på en måte som forårsaker mye mindre utslipp enn dagens biler gjør. I tillegg til ulike former for statlig støtte, så drives el-biler fram gjennom kundenes interesse i miljøvennlig transport.



Samtidig har ingeniørene lært å bygge hus som knapt bruker energi til oppvarming og funnet nye måter å redusere utslipp på gjennom gjenbruk av komponenter og materialer. Det som jeg også har lært av rapporten er at atomkraft ikke er like farlig som jeg gikk ut fra, for det er faktisk slik at kroppen fint klarer å håndtere lavintensiv stråling fra ulykker slik som Fukushima-ulykken. Å realisere et lavutslippssamfunn vil fortsatt kreve en rekke teknologiske nyvinninger, men det ser ut til at vi kan klare disse tekniske utfordringene. Det som er mindre sikkert er om vi virkelig vil klare å bruke all den miljøvennlige teknologien til å redusere utslipp.

“I mitt arbeid med klimapanelets rapport om tiltak og virkemidler til utslippsreduksjon har jeg funnet en rekke lyspunkter. Kanskje har vi kommet lengre med klimavern enn pessimistene blant oss innser?”

Evner vi å bruke teknologien til utslippsreduksjon?

Kullforbruket vokser fordi kull er lett tilgjengelig og billig å produsere i regioner som opplever høy økonomisk vekst, som Kina, Malaysia, Tyrkia, India og Sør-Afrika (Figur 19). Utslippene vokser også fordi industriland ikke klarer å redusere utslippene sine og importerer stadig

flere varer fra kullavhengige økonomier, først og fremst i Asia. Mens teknologien har gitt oss mulighet til å erstatte bruk av fossilt brensel gjennom en kombinasjon av energieffektivisering, fornybar energi og atomenergi, er det ikke det vi bruker teknologien til. Global oppvarming vil forhindres kun hvis vi stanser bruk av urensset fossil energi.

Av de mange klimapolitiske virkemidlene som har blitt implementert, så har virkemidler for å redusere bruk av fossil energi vært minst vellykket. Det europeiske systemet for utslippshandel var basert på utdeling av gratis utslippsrettigheter (kvoter), som har gitt store gevinster til mange industriaktører. Som resultat av intensiv lobbyvirksomhet har det blitt delt ut for mange utslippsrettigheter, og prisen har nærmet seg null. Samtidig fortsetter økonomisk støtte til fossil energi, lempelige betingelser for fossilindustrien, og andre politiske føringer som fremmer fossil energi. I blant annet Brasil, India og Nigeria er bensin subsidiert. I Kina og Tyrkia er sikkerhetsstandarden i kullgruvene så lav at det skjer hundrevis av dødsulykker hvert år. NATO og USA opprettholder en omfattende og dyr militær tilstedeværelse i Midtøsten som tjener til å sikre fortsatt tilgang på olje. Her hjemme motsetter oljeindustrien seg en elektrifisering av oljeplattformer på Utsirahøgda og har tilsynelatende mislykkes i å implementere CO₂-rensning på Mongstad. Med mindre vi tar en konfrontasjon og avslutter støtten til fossil energi, og samtidig klarer å skaffe gjennomslag for effektive virkemidler som begrenser bruken av fossil energi, vil utslippene fortsatt øke.

Karbonbudsjett

Vitenskapen er svært sikkert på at konsentrasjonen av CO₂ og andre drivhusgasser påvirker temperaturen på jorden. Dette har blitt undersøkt på forskjellige måter, både gjennom historisk analyse og klimamodeller basert på fysiske mekanismer. Forbrenning av fossile brensel fører til en varig økning av konsentrasjonen i atmosfæren selv om en del av karbondioksidet blir tatt opp av hav og planter. Gjennom å kombinere kunnskap om klimafølsomhet og karbonsyklus har klimapanelet kvantifisert hvor mye fossil CO₂ atmosfæren tåler før vi øker temperaturen mer enn to grader over førindustriell tid - innen vi sprenger togradersmålet. Det er dette som er karbonbudsjettet.



ENERGISMARTE HUS: Powerhouse Kjørbo i Sandvika er et eksempel på hvordan bygninger kan forvandles fra energislukere til energiprodusenter. 3D-VISUALISERING: Snøhetta & MIR

Vi velger veien

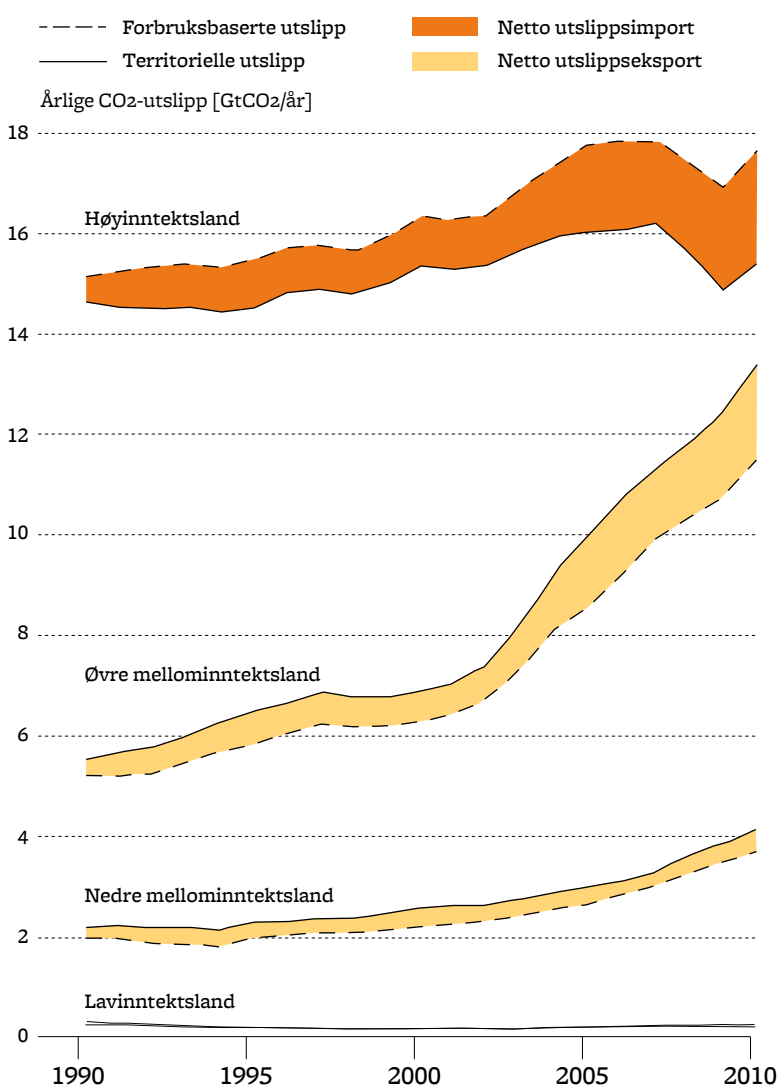
Selv om den nyeste rapporten fra Det internasjonale energibyrået (IEA), Energy Technology Perspectives 2014, er veldig optimistisk på fornybar energi og ser en lys framtid spesielt for solenergi, så er det ikke gitt at fornybar energi bare kommer av seg selv. Finanskrisen har redusert kapitaltilgang til fornybar kraftproduksjon og har ført til vanskeligere rammebetingelser i noen foregangsland - som for eksempel Spania. Investeringer i fornybar kraftproduksjon har gått ned en fjerdedel fra spissen i 2011 til 2013, ifølge Bloomberg. I Tyskland blir ny fornybar kraftproduksjon mindre verdifull på grunn av stor variabel produksjon, som resulterer i en kraftpris nær eller under null når det produseres virkelig mye.

Det som er viktig framover for fornybar energi er to ting: nye markeder og land må komme til og skaffe rammebetingelser for innføring av fornybar kraft. For klimaets del hadde det vært ønskelig at dette skjer gjennom kvotemarked eller utslippsskatt heller enn subsidier. For det andre må vi øke trykket på forskning, utvikling og implementering av løsninger innen variabel kraftproduksjon. Kraftverk med flere driftstimer (vindkraft på hav istedenfor land) og kilder som varierer uavhengig av sol og vind, for eksempel bølge- og tidevannskraft, er del av løsningen. Videre kan energisystemer tilpasses en variabel energiforsyning gjennom fleksibel etterspørsel, mer overføringskapasitet over større arealer, og energilagring.

Kanskje ser noen av disse alternativene litt urealistiske ut? Muligens like urealistisk som gigawattskala solkraftverk var i 2007? Det er ikke nok med fornybar kraft. Vi må også se på utslipp fra industri, transport, landbruk og skog. Klimapanelet har undersøkt muligheter utover vanlig teknologi, som gjenbruk av byggekomponenter, arealplanlegging som virkemiddel til å redusere transportbehov, omstilling i ernæring bort fra høyt og usunt kjøtt- og meierivarekonsum, reduksjon av matavfall, og lagring av karbon i varer. Mange av disse løsninger har ulike fordeler, fra bedre helse og mer fritid til bevaring av naturressurser.

Jeg mener vi bør få fornyet pågangsmot av den vellykkede utviklingen og innføringen av nye energiteknologier som solenergi, elbiler og passivhus. Dette gir store muligheter! Vi bør også trekke lærdommer av hvordan ulike virkemidler har hatt mer og mindre effekt. Det er på tide å bruke teknologien til å erstatte fossil energibruk.

FIGUR 19
RIKE LAND IMPORTERER CO₂-UTSLIPP GJENNOM IMPORT AV VARER



Figuren viser både regnskapsføring etter prinsippet som brukes i FNs klimakonvensjon (territorielt utslipp) og karbonfotsprene som indikerer utslipp knyttet til forbruket i en region. Figuren viser tydelig at utslippet har vokst raskest i øvre mellominntektsland, og at en del av økningen er knyttet til produksjon av varer som ble konsumert i høyinntektsland. Økt produksjon i mellominntektsland og økt forbruk i høyinntektsland er dermed viktige drivere for utslippsoøkning. Denne type figur ble først produsert av CICEROs Glen Peters og den aktuelle figuren er basert på tall fra Eora modellen som ble utviklet bl.a. av NTNUs Daniel Moran. KILDE: IPCC



KARBONFANGST OG -LAGRING - HVOR GÅR VERDEN, EUROPA OG NORGE?

NILS A. RØKKE | KLIMADIREKTØR SINTEF OG STYREMEDLEM I NORSK KLIMASTIFTELSE

KARBONFANGST MÅ GJØRES LØNNSOMT. LOVER, REGULERINGER OG INCENTIVER ER NØDVENDIG FOR Å UTVIKLE **MODELLER SOM GJØR DET ØKONOMISK BÆREKRAFTIG** Å RENSE OG LAGRE CO₂.

CO₂-fangst, -transport og -lagring (CCS) er en teknologi det har vært - og er - knyttet store forhåpninger til. CCS kan gi sterk reduksjon av utslippene fra fossile brenslere. Men hvorfor er dette så komplisert - ligger utfordringene i teknologi, økonomi - eller er det klimapolitikken som legger hinder for CCS?

La det være sagt med en gang, CCS er en teknologi som er i bruk i verden i dag. På norsk sokkel har vi to CO₂-lagringsprosjekter, Sleipner og Snøhvit. Det settes nå i gang et CCS-anlegg i Canada som i størrelse tilsvarende et fullskala gasskraftverk, det vil si ca. 1 million tonn CO₂ per år. Dette tilsvarende omlag fullskalaanlegget på Mongstad som ble skrinlagt. Så teknologien finnes, om enn ikke optimalisert.

Store fremskritt - lav CO₂-pris

Forskningen har bidratt til at man nå har prosesser som er 20-30 prosent mer effektive enn for 10 år siden. Det er formidabelt tatt i betraktning at man ikke har tatt ut læringseffekter ennå. Det er mer å hente.

Bedriftsøkonomisk sett er CCS dyrere enn kraftanlegg uten CCS - dette ligger i prosessens termodynamikk. Man må typisk bruke 10-20 prosent mer energi for å drive CCS-prosessen for samme ytelse. Typiske rensekostnader for CO₂ ligger i området 500-1000 kroner/tonn for henholdsvis kull- og gasskraftverk. I EUs kvotesystem koster for tiden et tonn CO₂ omkring 50 kroner. Det er lett å se hva man på kort sikt vil gjøre, kjøpe kvoter og slippe ut CO₂ istedenfor å rense og lagre. Dette er en



KARBONFANGST: På Sleipner har det vært fanget CO₂ i mange år. Foto: Harald Pettersen - Statoil

barriere for CCS, incentivene for teknologien er for svake. Selv om man etablerer systemer for støtte til bygging av anlegg må den totale forretningsplanen ta høyde for driftskostnader for CCS-anlegget. En tidel av kvotekostnaden er ikke tilstrekkelig. Vårt økonomiske system har foreløpig ingen måte å regne den reelle kostnaden ved utslipp - som er langt høyere enn kvotekostnaden.

En gangbar forretningsmodell

De anleggene som er realisert, eller som ligger i løypa for å bli realisert, har alle en gangbar forretningsmodell. For de norske anleggene var det CO₂-avgiften som for Sleipners tilfelle gjorde CCS til det naturlige valget - økonomi og klima hånd i hånd. For Snøhvit ble det en del av konsesjonen for gassproduksjon at CO₂en måtte lagres. Igjen en gangbar modell, man fikk tilgang til store verdier som fullstendig overskygget kostnaden ved CCS. I det canadiske tilfellet har man enda en mekanisme i tillegg til lovgivingen, CO₂en kan selges til økt oljeutvinning for 120-180 kr/tonn.

Poenget er at CCS må gjøres lønnsomt for at det skal få utbredelse og staten må inn som premissgiver i form av incentiver, lover og rammeverk for operasjon. Slik har det også vært for introduksjon av bioenergi (Sverige),

Vårt økonomiske system har foreløpig ingen måte å regne den reelle kostnaden ved utslipp - som er langt høyere enn kvotekostnaden.

solkraft (Tyskland) og vindkraft (Danmark). De enkelte land har hatt som målsetting å løfte disse områdene til kommersialisering. Begrunnelsen er at det betyr noe for energi- og klimapolitikken i eget land, muligheten for å kapitalisere på egne ressurser, og etablere ny næring og industriell vekst.

Karbonboblens betydning

For CCS har en ny driver dukket opp de siste årene; Sikring av verdien på fossile ressurser - med andre ord "licence to operate". Diskusjonen om karbonboblen verdensøkonomien er bygd på har blitt realpolitikk. Begrensningen i bruk av fossile brensler om man skal ha noen sjanse til å begrense global oppvarming til 2 grader Celsius ligger fast. Men hva gjør vi med den? Vi snakker her om verdens største snuoperasjon - fra en situasjon hvor mer av 80 prosent av energibruken i verden er relatert til fossile brensler til en situasjon hvor mesteparten må være fornybar energi. Det er naivt å tro at dette kan skje uten bruk av CCS, både for kraftsektoren og for energiintensiv industri.

De nyeste analysene fra EU, FNs klimapanel og Det internasjonale energibyrådet (IEA) viser at CCS er en

del av løsningen og at målsettingen ikke kan nås uten at denne teknologien tas i bruk i stort omfang. Kombinert med bioenergi kan CCS bidra til å netto lagre CO₂ fra karbonkretsløpet. Det vil det bli behov for om vi fortsetter å slippe ut i det omfanget vi gjør i dag. Vi har omlag 15 år på oss før vi har sluppet ut mer enn det som er forenlig med en 2 graders oppvarming.

Gigantene vakler

Så hvor går verden, Europa og Norge i denne saken? Globalt ser vi et posisjoneringsbilde hvor Nord-Amerika, Kina og Japan er aktive. Dette er drevet av muligheten for økt oljeutvinning (USA, Canada), teknologiutvikling og industri (Kina, Japan, USA) og energi- og klimapolitikk (særlig Storbritannia og Nederland, Canada). Økt oljeutvinning og et hinsides karbonavtrykk gjør også at petroleumsnasjoner i Midtøsten engasjerer seg.

De industrielle CCS-aktørene er petroleum-, energi- og leverandørindustrien. Energiintensiv industri har også tegnet seg i det siste. Leverandørindustrien er i prinsippet klar. De venter på et formidabelt marked. Det er behov for om lag 3000 anlegg innen 2050. Spørsmålet er: Når kommer markedet? Energiselskapene i Europa, slik som RWE, Vattenfall og E.ON, har etter Fukushima, finanskrisen og fornybarrevolusjonen store finansielle problemer. I dette bildet utgjør 50 kr/tonn CO₂ lite.

Disse industrielle gigantene vakler i et marked preget av økt forbrukermakt, økende andel fornybar energi med forkjørsrett i kraftnettet og desentralisert produksjon av kraft og varme. Den etablerte modellen med store sentrale produksjonsenheter og enveis leveranse til forbrukerne er døende. Og andre aktører med mye mindre svingradius for kursendring tar de profitable markedsandelen. Petroleumsnæringen ser også skriften på døren. Der står det at verdigrunnlaget for virksomheten er devaluert fordi man ikke kan bruke fossile brensler uhemmet fremover, CCS er i så måte verdifullt. Shell er et eksempel som investerer stort i CCS både for oljesandvirksomhet, i teknologiutvikling og deltagelse i nye prosjekter. Deres egne scenarier peker på fornybar energi og gass med CCS i fremtiden. Sement- og stålindustrien har få andre muligheter enn CCS for å redusere sine utslipp utover energieffektivisering og mer bruk av fornybart karbon i sine prosesser. Vi kjenner ingen prosesser som kan produsere sement uten å frigjøre CO₂ som er bundet i råstoffet kalk. Det betyr at CCS er nødvendig i fremtiden hvor alle sektorer må redusere sine utslipp. Heidelberg Cement investerer for eksempel i et testanlegg hos Norcem i Brevik.

Kull og CCS kan friste EU

I EU har CCS fått en ny dimensjon etter konflikten med Russland om behandlingen av Ukraina og Krimhalvøya. Dersom man bruker det ultimate våpenet på hver side

I NORD: Også på Snøhvit foregår det karbonfangst – der fant man en gangbar forretningsmodell. FOTO: Øyvind Hagen - Statoil



som straffetiltak, nemlig begrensninger på gassflyten fra Russland, så kan CCS bli et spørsmål om sikkerhet og stabilitet i EU. Det er da lett å ty til økt kullbruk. Men uten CCS vil ikke EU ha en sjanse til å nå sine langsiktige utslippsmål på 40% i 2030 og 80-95% i 2050. Dette fremgår i forslaget fra Kommissjonen i "A policy framework for energy and climate in the period from 2020-2030".

Det blir spennende å se hvordan dette påvirker energi- og klimapolitikken fremover. I Norge har Regjeringen varslet en fornyet strategi for CCS-satsingen.

Dersom man legger til grunn det strategiske elementet i CCS for Norge, så finnes det muligheter for å realisere CCS her i landet. De historiske eksemplene har vist at ved incentiver, lover og regler, samt bruk av konsesjoner, så klarer man å gjøre CCS mer attraktivt enn å slippe ut CO₂ - eller det gir tilgang til store verdier hvor CCS-kostnaden blir liten i sammenligning. Både Sleipner og Snøhvit ble realisert uten en krone i offentlig støtte mens fullskala Mongstad-initiativet kostet Norge milliarder. Miljødirektoratets nylige rapport om status på norske klimagassutslipp og framskrivninger mot 2020 peker på et gap på 8 millioner tonn CO₂ i 2020.

Petroleumsnæringen ser også skriften på døren. Der står det at verdigrunlaget for virksomheten er devaluert fordi man ikke kan bruke fossile brenslere uhemmet fremover

CCS kan spille en rolle i å lukke dette gapet fremover og man må finne gode tilfeller hvor det kan etableres en verdikjede som er lønnsom. Et eksempel er elektrifiseringen av Utsirahøyden hvor det er mulig å forsyne kraft fra gasskraftverket på Kårstø med CCS og varmeintegre gassterminalen på Kårstø med kraftverket. Man vil da kunne fjerne 1 million tonn/år av CO₂ og forhindre 1 million tonn/år av nye utslipp i forhold til en utvidet kraftforsyning på Utsirahøyden som baseres på enkle gassturbinraftverk offshore.

Kortsiktige løsninger fungerer ikke i energi- og klimapolitikken. Vi må i hvert fall sørge for at vi ikke øker gapet mellom våre målsettinger og faktiske utslipp ved å frarøve oss mulighetsrom til reduksjoner.



FORURENSNING: Et samfunn der fornybar energi overtar vil ha store fordeler. Blant annet vil de lokale forurensningsproblemene bli kraftig redusert.
Foto: Shutterstock

FORNYBARSAMFUNNET HAR MANGE FORTRINN

PETER M HAUGAN | PROFESSOR VED GEOFYSSK INSTITUTT, UNIVERSITETET I BERGEN

BEDRE KLIMA, BEDRE HELSE, BEDRE ENERGISIKKERHET, MINDRE FATTIGDOM. **EN UTFASING AV KULL, OLJE OG GASS VIL HA EN REKKE FORDELER.** OMSTILLINGEN BLIR IKKE DYRERE ENN OM VERDEN FORTSETTER MED FOSSIL ENERGI.



MINDRE ENERGI: Overgang fra fossilt til fornybart vil redusere forbruket av primærenergi, olje, kull og gass. Foto: Shutterstock

Det er nå hevet over enhver rimelig tvil at verden er teknologisk istand til å fase ut fossilt brensel innen 2035-2050. Global Energy Assessment (GEA) som kom i 2012 studerer hvilke tiltak som kan iverksettes innen energi-effektivisering og innfasing av fornybar energi, og hva det vil kreve av investeringer og reguleringer for å få det til verden rundt. Svaret er at det vil koste forbausende lite og vil lønne seg også rent økonomisk i forhold til å fortsette med fossil energi. Omstillingen vil også gjøre det billigere å oppnå flere andre viktige og politisk omforente globale mål, slik som elektrisitet til alle verdens 9 milliarder mennesker i 2050, reduserte helseskader på grunn av redusert luftforurensning, økt energisikkerhet og dermed bedret internasjonal politisk sikkerhet på grunn av redusert avhengighet av olje- og gassimport. Klimapanelets spesialrapport om fornybar energi fra 2011 underbygger at vi har tilgjengelige fornybare energikilder og teknologi for å ta dem i bruk. Klimapanelets hovedrapport fra 2014 bekrefter budskapet fra disse to studiene og påpeker også de mange positive bieffektene som energiomstilling gir, i tillegg til å begrense klimaendringene.

Mer effektiv energibruk

I et fremtidig bærekraftig samfunn vil energisektoren være karakterisert av mer effektiv energibruk enn vi har i Norge i dag, blant annet mer bruk av varmepumper og bedre isolasjon i bygninger, mer bruk av elektrisitet til transport, mer sjøtransport av tungt gods, mer kollektivtransport, mer lokal produksjon av energi, etterhvert også mer lokal energilagring, energieffektive byer og smart

energibruk. Globalt vil nye fornybare kilder, særlig sol og vind vokse kraftig. Kullgruver vil stenges og leting etter olje vil opphøre. Det er mange usikre faktorer og politiske forhold som bestemmer om vi fortsatt vil ha kjernekraft og om karbonfangst og -lagring (CCS) vil ha blitt tatt i bruk. Men GEA-studien viser at det er fullt mulig å få omstillingen til, selv om vi både avvikler kjernekraft og unnlater å bruke CCS.

Omstilling til et fornybarsamfunn vil ikke være dyrere enn alternativet med fortsatt satsing på fossil energiforsyning.

En slik omstilling til et fornybarsamfunn vil ikke være dyrere enn alternativet med fortsatt satsing på fossil energiforsyning. Det er ikke slik at vi må ofre økonomisk utvikling for å bevare miljøet. Omstillingen er tvert imot nødvendig for å oppnå global miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft. GEA tar utgangspunkt i politisk vedtatte globale målsetninger både for klima, helse (luftforurensning) og tilgang til energitjenester og undersøker hvilke tekniske, økonomiske og politiske tiltak som kreves for å nå disse målsetningene i løpet av noen tiår. Utredningen baserer seg på realistiske forutsetninger, blant annet om vekst i befolkningen til 9 milliarder i 2050 og en rimelig, men geografisk differensiert, velstandsutvikling. Kvantitative beregninger er gjennomført basert på regionale særtrekk og utfordringer. Resultatene viser blant annet:

- Det er mulig samtidig å nå 2-graders klimamålet, målsetninger om tilgang til elektrisitet for alle innen 2030, forsvarlig inne- og utemiljø i henhold til Verdens Helseorganisasjon (WHO)-standarder, og økt energisikkerhet, det vil si redusert avhengighet av import av energibærere, særlig olje.
- For å få dette til kan det bli behov for omkring en dobling av dagens investerings-

nivå i energisektoren til opp mot 2 prosent av brutto nasjonalprodukt (BNP), men innsatsen vil være nede igjen på dagens andel av BNP i 2050.

- Det blir betydelig rimeligere å oppnå målene om bedret helse, tilgang til elektrisitet og energisikkerhet dersom energiforsyningen avkarboniseres i tråd med klimamålsetningen.
- Energieffektivisering og vekt på utvikling av teknologi for energitjenester har stort potensiale for å redusere behovet for primærenergi. Det er klart formålstjenlig å rette mest innsats både innen forskning og utvikling og markedstiltak mot etterspørselsiden heller enn forsyningsiden.

Rask endring verden over

Nye energikilder skaper nå rask endring verden over. Distribuert produksjon og lagring av energi revolusjonerer energisektoren. IKEA selger snart gjør-det-selv solcelleanlegg



BEDRE HELSE: Mindre bruk av kullkraft vil gi store helsegevinster, renere luft å puste i.
Foto: Shutterstock

i flere land. I oljeindustriens vugge, Texas, er det nå flere steder billigere å skaffe seg elektrisitet fra eget solanlegg enn å kjøpe strøm fra de store kraftselskapene. I fattige områder i Afrika og Asia gir kombinasjonen av solceller, batteri og sparepærer rimeligere leselys enn oljelamper drevet av innkjøpt parafin. Forskjellige typer lagringsteknologi er på rask frammarsj og ligger godt an til å kunne håndtere variable kilder fra vind og sol etterhvert som de bygges ut. I Tyskland har lokalt eid fornybar kraft skapt rystelser blant de store energiselskapene som har tappt for-tjeneste og nå engasjerer seg aktivt i lobbyvirksomhet for å reversere den vellykkede politikken.

Kostnadene til å etablere ny infrastruktur for fornybar energiproduksjon, lagring og distribusjon, vil være klart mindre enn skadeeffektene ved CO₂-utslipp fra fortsatt fossil energiproduksjon. Ved å ta i bruk tilgjengelig teknologi ved for eksempel energisparing og i lavutslippsbygninger, og erstatte primærenergi fra forbrenning med mer effektiv og høyverdig elektrisitet fra fornybare kilder, vil ikke verdens forbruk av primærenergi trenge å øke mye fra nå til 2050.

Seiglivede myter

Det er en seiglivet myte i offentlig diskusjon og politikk at verdens energiforbruk vil øke kraftig og at olje og gass er nødvendig for å møte økt etterspørsel og "løfte folk ut av fattigdom". Man glemmer ofte at forskjellige former for energi har forskjellig nytteverdi. Verdens totale energiforbruk kan måles på forskjellige nivåer i verdikjeden.

Primærenergi er energiinnholdet i energibærerne som energiselskapene selger slik som kull og gass. Så definerer man sekundærenergi, distribuert energi og energi som leveres til sluttbruker. Endelig snakker vi om energitjenestene som sluttbruker faktisk ønsker å bruke energien til, slik som lys, varme, transport etc.

I globalt middel er det i dag bare omkring en tredel av primærenergien som når frem til energitjenester. Det skyldes en lang rekke tap i overføringen. Disse tapene er mye større for fossil enn fornybar energi. For eksempel er det vanskelig å få utnyttet mer enn 25-30% av energien fra bensin til fremdrift i en bil utstyrt med vanlig eksplosjonsmotor. Men en elbil kan utnytte opptil 90% av energien i batteriet til fremdrift. På lignende måte er det vanskelig å komme over 30-40% effektivitet i kull- og gasskraftverk. Men om man erstatter et fossilt kraftverk med fornybar energi som leverer elektrisitet, kan elektrisiteten distribueres til sluttbruker med relativt lite tap. Enda bedre blir det om energien høstes lokalt og ikke trenger transporteres langt. Derfor vil globalt forbruk av primærenergi ikke trenge å øke så raskt når fossilt erstattes av fornybart, selv om man opprettholder og videreutvikler de samme energitjenestene.

Energieffektivisering handler bl.a. om å bruke mindre energi til å drive gitte energitjenester for eksempel ved bruk av sparepærer og varmepumper. Det er helt realistisk med omkring 50% reduksjon av energiforbruket i rike deler av verden frem mot 2050 uten at det vil forsinke videre velstandsutvikling

HVA ER GEA?

Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future (GEA) er en omfattende rapport som kom ut i 2012. Ca. 300 forfattere og 200 vitenskapelige reviewere fra hele verden har brukt 6 år på å produsere en rapport på nesten 2000 sider. Arbeidet er utført på lignende måte som FNs klimapanel (IPCC) arbeider.

Den viktigste forskjellen fra IPCC er at GEA istedenfor å jobbe kun med klima-scenarier, heller tar utgangspunkt i internasjonal vedtatte normative mål for flere sektorer som klima, helse, elektrifisering. Man spør om disse kan nåes samtidig og hva det vil kreve av innsats på teknologi-utvikling og spredning, investeringer og offentlige virkemidler slik som reguleringer. Studien tar hensyn til geografiske forskjeller og lager et sett av forskjellige veier til samme mål, for eksempel noen med mest vekt på effektivisering og andre med mer vekt på energiforsyning.

Koordinator og utgiver av rapporten er IIASA i Østerrike. Norge er gjennom Norges forskningsråd ett av 21 land fra hele verden som er med og finansierer dette anerkjente internasjonale forskningsinstituttet.

KILDE: <http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Home-GEA.en.html>

(Jacobson og Delucchi, 2011, Jacobson et al 2014). Med mer nyttbar energi fra fornybare kilder til erstatning for fossile, trengs det bare en svak økning i global primærenergitilførsel for å levere elektrisitet til 9 milliarder og oppnå alle de andre målene vi kan nå ved energiomstillingen.

Fortidens teknologi

Hva er det da som forsinker eller hindrer omleggingen? Systemer for forsyning, distribusjon og bruk av energi har historisk endret seg sakte. Hovedårsaken til dette er at systemene har vært basert på tung infrastruktur som kraftverk, overføringsnett, bygninger og kostbare industrianlegg. Slikt tar lang tid både å planlegge og å bygge ut. De som har investert, får god fortjeneste hvis infrastrukturen kan holdes i bruk lenge. Delsystemene er avhengig av hverandre. Det er vanskelig for enkeltaktører å få til store endringer. Offentlige reguleringer spiller en viktig rolle særlig når det stilles krav om "stabile rammebetingelser".

Overgangen fra kull til olje som største bidragsyter til verdens primærenergi tok ca 50 år fra 1920-tallet til 1970-tallet. Det er allment akseptert at moden teknologi for oljeproduksjon og distribusjon var tilgjengelig før 2. verdenskrig. Overgangen fra kull til olje som verdens dominerende energikilde kunne gått mye raskere om det ikke var for at eiere av kullgruver og alle ledd i kjeden fra produksjon og distribusjon frem til bruk av kull hadde strittet så mye imot. Også kullarbeidernes fagforeninger bremsset overgangen. Å erstatte noe av kullforbruket med olje har vært bra både for arbeidsmiljø og globalt miljø, men olje er ikke godt nok lengre. Vi må ikke gjøre samme tabbe om igjen ved å la interessenter i fortidens teknologi styre når alternativene er klare til å tas i bruk.

Den offentlige debatt, kanskje særlig i Norge, skjemmes av betydelig uvitenhet og til dels desinformasjon omkring den teknologiske status for fornybare energikilder, fremtids-scenarier for samfunnsomstilling, og positive bieffekter på global helse og energisikkerhet ved omlegging fra fossile energikilder. Tunge faglige rapporter som GEA og siste rapport fra FNs Klimapanel viser tydelig at mytene om verdens avhengighet av fossilt brensel og et tenkt motsetningsforhold mellom å bevare miljø og redusere fattigdom, er nettopp myter. Det er helt klart at energiomlegging vil gi mindre fattigdom, bedre global helse og bedre sikkerhet i tillegg til å redusere miljøskader og sparte utgifter til klimatilpasning. Men sterke aktører i den offentlige debatt fremmer sin egen agenda. Blant annet er det påfallende hvor konsekvent Det internasjonale energibyrådet (IEA) over svært mange år har underestimert utviklin-

gen innen fornybare energikilder som sol og vind. Det er et demokratisk problem når tunge interessenter i praksis legger føringer på den offentlige debatt.

Jørgen Randers har argumentert for at løsningen på klimaproblemet er å erstatte demokrati med opplyste diktatorer som har skjønt problemet og har beslutningskraft. Jeg er helt uenig. Løsningen er den motsatte, nemlig styrket demokrati ved god informasjon blant annet fra forskere som tar samfunnsansvar og kan fungere som motekspertise mot tunge økonomiske og finansielle aktører, og politisk ved å flytte makt fra lukkede styrerom og ekspertutvalg til den allmenne offentlighet.

Med gratis evigvarende kilde blir fornybar energi billigere og billigere etterhvert som de første investeringene er gjort og masseproduksjon av standardprodukter stimulerer kostnadsreduksjoner.

Fornybar blir billigere

Mye tyder på at hvor fort omstillingen vil gå, avhenger mest av politisk tilrettelegging og folkelig engasjement. Det trengs også teknologiutvikling, for å effektivisere og gjøre ny energi billigere. Men det handler mer om å ta i bruk og perfektionere teknologi som vi vet at virker, enn å gjøre helt nye fundamentale teknologiske gjennombrudd. Verdien av internasjonale klimaforhandlinger er tvilsom. Krav om god byluft og helse kan få like stor effekt som krav om å unngå effekter av klimændringer i fjerne verdensdeler. Teknologien, særlig innen solceller, gir nå mye større frihet til enkeltpersoner og små selskaper til å bli uavhengig av store sentraliserte kraftleverandører. Dette gir mulighet for raskere omstilling enn om man er avhengig av store dyre anlegg og sammenkoplet infrastruktur slik som energisektoren har vært preget av frem til nå. Med gratis evigvarende kilde blir fornybar energi billigere og billigere etterhvert som de første investeringene er gjort og masseproduksjon av standardprodukter stimulerer kostnadsreduksjoner. Det er nesten

ikke til å unngå at fornybar energi vil vinne i det lange løp.

Energipolitikk definerer i praksis klimapolitikk, men energipolitikk er også tett koplet både til helsepolitikk og sikkerhetspolitikk. Her er det gjensidig påvirkning. I Kina er kamp mot lokal forurensning helt klart en viktig drivkraft for energiomstilling. Når den politiske sikkerhetssituasjonen blir spent, gjerne av helt andre årsaker enn klima, øker motivasjonen for å bli selvforsynt med energi. I Europa ser man hvordan krisen i Ukraina forsterker ønsket om å bli mer uavhengig av russisk olje og gass. Slike forhold kan gi enda sterkere stimulans til lokal produksjon av fornybar energi.

Norge er blant de landene i verden som har høyest energiforbruk per person, særlig hvis vi tar med energibruk i Kina og andre land for å produsere de varene vi importerer. Våre naboland Sverige er ledende på bioenergi, Danmark på vind, Tyskland på sol, og Storbritannia på havvind. I Norge lever vi så godt på lett tilgjengelig vannkraft og bruk av oljepenger at vi ikke har brydd oss særlig med energieffektivisering eller utvikling av nye fornybare energikilder.

Norge er i en særstilling som kortsiktig profitor på egen petroleumseksport. Men vi var et velstandssamfunn også før vi for alvor begynte å tjene penger på oljen. En økende del av petroleumrelatert aktivitet skjer i teknologibedrifter som ikke lever av norske naturressurser, men av å selge tjenester i et internasjonalt marked. Slik virksomhet er omstillingsdyktig. Norsk olje og gass har aldri løftet noen ut av fattigdom og vil neppe noen gang gjøre det. I dag er Norge som petroleumseksportør og fossil investor en del av problemet. Men vi kan bli en del av løsningen hvis vi stimulerer til omstilling.

Det aller viktigste for å få til omstilling er å få frem god kunnskap som grunnlag for beslutninger. Problemet er for viktig til å overlates til ekspertene. Men ekspertene må bidra i den offentlige debatt og avdekke interesser som tjener på å tilsløre de svært gode mulighetene som finnes for å oppnå et bærekraftig samfunn. Kunnskapen finnes. Teknologien finnes. Vi vil alle få et bedre samfunn med bedre helse, mindre kostnader til klimatilpasning, og bedre global sikkerhet om energiomstillingen går raskt.

KILDER: GEA, 2012. Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future. <http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Home-GEA.en.html> | INTERNATIONAL GOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) 2011. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. <http://srren.ipcc-wg3.de/report> | IPCC 2014. Working Group III Assessment Report 5 (AR5). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. | JACOBSON, M.Z. ET AL 2014. A Roadmap for Repowering California for all purposes with Wind, Water and Sunlight. Manuscript downloaded from internet. | JACOBSON, M.Z. OG DELUCCHI, M.A. 2011. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Energy Policy 39, 1154-1169. | MCKIBBEN, BILL 2012. Global Warnings Terrifying New Math. Rolling Stone Magazine. 2 August 2012.



FIGUR 20

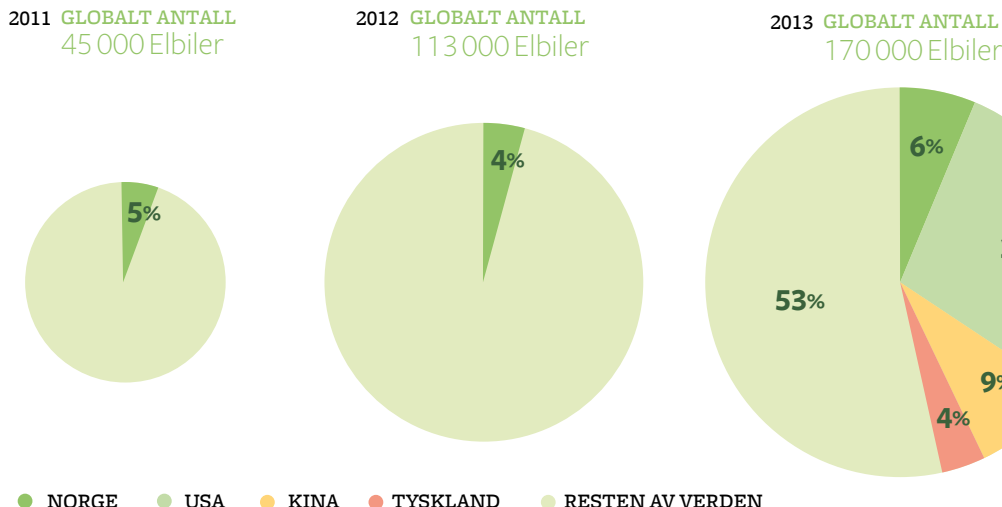
REKORDMANGE EL-BILER PÅ NORSKE VEIER

Antall registrerte el-biler i Norge har steget med over 700 prosent fra 2008 til 2013. Oversikten inkluderer kjøretøyklassene M1, L7e og N1. KILDE: Grønnbil.no

BEST I VERDEN PÅ EL-BIL

GUNNAR ESKELAND | SPAREBANKEN VEST-PROFESSOR, NHH

FIGUR 21
EL-BILSALGET ØKER



Norge utgjør en stor andel av det globale elbil-markedet. Oversikten viser solgte elbiler globalt og i Norge for 2011 og 2012. 2013-tallene viser andelen Norge, USA, Kina, og Tyskland utgjør av det globale elbil-markedet.

KILDER: USA: energy.gov og Electric Drive Transportation Association, Kina: China Association of Automobile Manufactures, Tyskland: Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), Norge: Grønnbil.no og Globalt: IEA

NORGE ER BEST I VERDEN PÅ EL-BIL. DE FØRSTE MÅNEDENE I 2014 HAR NULLUTSLIPPSBILER NÅDD EN MARKEDSANDEL PÅ OMKRING 20 PROSENT AV BILSALGET I BYENE. DETTE BIDRAGET ER VIKTIG NÅR GJENNOMSNIITTLIG UTSLIPP FRA NYE BILER SIGER NED MOT 100 GRAM CO₂/KM.

Gunnar S. Eskeland er professor i samfunns-økonomi ved Norges Handelshøyskole i Bergen. Han har bidratt til flere utredninger om biler og utslipp og har et mer positivt syn på elbiler og norsk elbil-politikk enn mange av sine kolleger i økonomifaget.

Det høye salget av elbiler som Tesla, Nissan Leaf, VW E-up og BMW i3 var utenkelig for noen få år siden. Men det var også den politikken og de bilmodellene vi har fått. Lavutslippsbiler får sterkere støtte fra politikken i Norge enn noe annet sted i universet. Og de rene elbilenes støtte er helt i en særklasse. Grepet har vært lett for politikerne, fordi engangsavgiften gir høyere avgifter for konvensjonelle biler enn i nesten alle andre land.

CO₂-utslippene fra nye norske biler faller raskt. Hva betyr elbilene for norske klimautslipp?

Når vi ikke snakker om ekstrakjøring kan vi kan godt tenke på bidraget som hundre prosent: hver elbil er utslippsfri, reduserer norske utslipp, transportsektorens utslipp - dine utslipp.

Elbiler kjører i kollektivfelt, har gratis parkering, og kjører gratis gjennom bomringer. Hvor lenge kan dette fortsette?

To krefter gjør at støtten vil falle: for det første at staten vil skrike etter inntektene, for det andre bør elbilene betale for plas-

sen de krever i trange byer, kollektivfelt, for parkering og på ferger. Elbiler er ikke en løsning som er nesten gratis: den er dyr. Men jeg tror den likevel har en plass, hvis støtten reduseres til det som kan forsvares gjennom miljø- og klimabidraget.

For staten er bilavgiftene en viktig inntektskilde. Elbiler betyr inntektstap, både når de kjøpes og når de brukes. Hvordan bør et fremtidig system for bil- og veiavgifter se ut?

Her er økonomens svar enkelt: hvis forurenseren betaler, så er det passende stimulus og belønning for de andre. Norsk bilbeskatning bør mer over på utslipp og bruk, mindre på eierbetaling.

Hva betyr dette konkret?

Rene biler er mest verd i forurensede byer. I rushtiden bør skitne biler ha dyrere bompassering enn det elbiler har om natten. Det er ikke sikkert vi trenger luksusskatt på fine biler slik vi har nå, siden velferdsstaten kan omfordele på andre måter. Kollektivtransport har høyest verdi i trange innfartsårer og byer. Kanskje burde rabatten de eldre har på kollektivtransport bare gjelde utenom rushtiden.

Et godt skattesystem krever etter evne og gir etter behov. I Norge har vi gode systemer for

progressiv inntektsskatt, formueskatt og eiendomsskatt, og moms. Alt dette koster, men sammen med velferdsgodene som gir mest til de som trenger det, har vi i Norge sterk omfordeling mellom husholdninger og kollektivt styrt forbruk. Vi kunne godt gå lenger i å skatlegge forurensning og belastning på fellesgoder; det er mye å hente på å gjøre presset på utslippsreduksjoner universelt. Har man et system fullt av hull og hakk, så går man glipp av mye, inkludert læring.

Norge er i en særstilling når det gjelder elbil-andel. Ingen andre land er i nærheten av en markedsandel på 20 prosent når det gjelder elbiler. Hva skal til for at vi får en liknende utvikling for elbiler i andre land?

Det er et godt spørsmål, for jeg tror ikke fremtiden gir oss norske støttenivåer i andre land. Jeg tror generelt at teknologene glimrer og at elektrisitet vil vise seg nyttig, også med mer moderat favorisering. Det vil politikerne gi oss, også på resten av planeten, med Europa først.

Hvor fort tror du dette vil gå?

Nybilsalget i Norge kan nå 85 gram CO₂ per vognkilometer i 2020, og det kan godt ligge på 50 gram eller lavere i 2030. Bilbrukssnittet vil ligge omtrent åtte år bak. Dette er store tall, for vi skal huske på at det er i transportsektoren mange tror de ser umulighet. Jeg jobber også med skipsfart, og vi ser det



FOTO: Nissan

samme der: dramatiske reduksjoner er fullt mulig. Fremgangen skjer på mange fronter. I transport er sjø og fart viktig, i tillegg til teknologi, design, fornybar.

Tesla er en innovatør både når det gjelder batterikapasitet og når det gjelder finansiering. Batterier først. Kan vi vente den samme kostnadsreduksjonen på batterier som vi har sett for eksempel når det gjelder solenergi?

Miljøpolitikken er god når den utfordrer til overraskelser, så slikt skal ikke jeg gjette på. Prinsippet om at forurenseren betaler utfordrer og stimulerer på en slik åpen måte. Selv har jeg stor tro på plugghybrider. I Norge får ikke disse prøvd seg nok på grunn av for høy elbilstøtte. Elbiler er dyrere å kjøpe, men billigere å bruke.

Finansieringsmodeller som tar hensyn til dette er derfor viktig for å sammenlikne de reelle kostnadene. Hva kan man vente seg her?

Jeg tror ikke finansieringsløsninger er så viktige, og er de det så kommer de. Litt djerpe garantier ser vi gjerne når noe nytt skal demonstreres, og bilprodusentene er ikke tregere mannfolk enn at de får med seg dette.

Elbiler kan bare nå store volum hvis bilfabrikantene leverer attraktive modeller og “knekker” rekkeviddekoden. Vil bilfabrikantene forsøke å bremse utviklingen – eller gi gass?

Dette markedet er stort nok og spennende nok til at David banker Goliat hvis Goliat snur seg for tregt i rustningen sin. Her vil eventuelle reaksjonære krefter være av betydning bare i sine egne begravelser. Vi har sett det før at de jobber på bakrommet mens de kollektivt kjefter og rister på hodet i utstillingsvinduet.

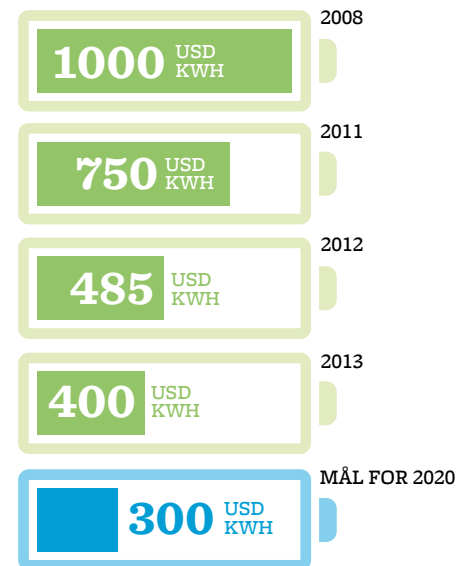
Hva med andre nullutslippsteknologier som hydrogen-biler?

Det er viktig at vi har ‘open season’ så alle løsninger får prøvd seg. Det bare alminnelig ansvar for egne utslipp som kan fremelske alle mulige løsninger rettferdig og effektivt. For meg er hydrogen lovende. Men det har den jo vært en stund, og støtte har den fått. Ingen har vist oss billig, klimavennlig hydrogenfremstilling, og vi trenger faktisk det. Men la oss huske at elbilens fremgang nå er litt ‘juks’ i den forstand at støtten er for høy. Like sjanser betyr lik støtte til hydrogenbiler og til sykkel og hjemmekontor og andre overraskelser. Bare “forurenseren betaler” kommer i nærheten av riktig støttestruktur. Elbilen gjør underverker, og verden trenger å se at ikke transport er umulig. Men støtten elbilene får nå er for sterk.

FORURENSEREN BETALER

Forurenseren betaler (engelsk: polluter pays) betyr at den som slipper ut miljøskadelige stoffer til jord, luft eller vann skal betale de reelle kostnadene utslippene representerer. Likeledes skal den som fortrenger andre trafikanter betale. Forurenseren betaler-prinsippet brukes derfor som begrunnelse for avgifter, skatter, og kvoteordninger som gjør utslipp til en kostnad. Prinsippet begrunnes med effektivitet, ikke med rettferdighet: Det gir god disiplin og gode reflekser i et samfunn som ønsker å ta vare på sine borgere og sitt miljø.

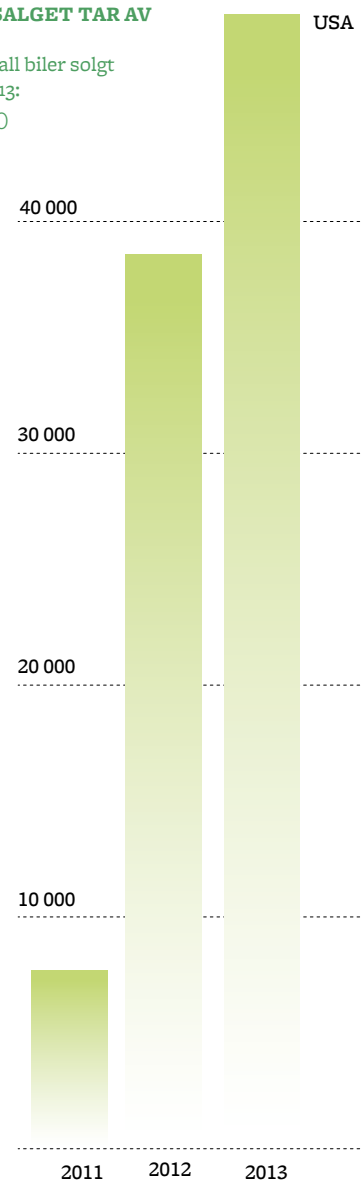
FIGUR 22
BATTERIKOSTNADENE RASER NEDOVER



På fem år har batterikostnadene, her målt i US dollar per kWh, gått ned med 60 prosent. Målet om et kostnadsnivå på 300 US dollar per kWh innen 2020 er innen rekkevidde. KILDE: IEA

FIGUR 23
HYBRIDSALGET TAR AV

Totalt antall biler solgt globalt 2013: 1300 000



Grafen viser antall solgte plug-in hybridbiler i USA, 2011-2013. KILDE: Energy.gov



MED KUNNSKAP VERDEN TRENGER

ANDERS BJARTNES

UNIVERSITETENE ER SENTRALE SAMFUNNSAKTØRER I KLIMA- OG ENERGIOMSTILLINGEN. BÅDE NTNU I TRONDHEIM OG UNIVERSITETET I BERGEN **SATSER BREDT PÅ KLIMA- OG ENERGI**. MÅLET ER Å BIDRA MED KUNNSKAP VERDEN TRENGER.

Rektorene Dag Rune Olsen ved Universitetet i Bergen og Gunnar Bovim ved NTNU i Trondheim svarer ganske likt på spørsmålet om hva som er universitetenes viktigste rolle i de "store spørsmål" som klima, energi og bærekraft, men bruker litt ulike ord.

Oppsummert: Universitetene skal ta frem ny kunnskap som kan bidra til å løse de store globale samfunnsutfordringene. Og de skal gi studentene sine en god utdanning.

- Vi skal utdanne kandidater som er kompetente, har de rette holdningene, er nysgjerrige, og som kan bruke utdanningen sin til å bidra til en bedre verden, sier Gunnar Bovim.

Både Olsen og Bovim fremhever at universitetene de leder må sikre at ulike faggrupper og forskningsmiljøer arbeider på tvers. På klima- og energifeltet henger alt sammen med alt. Når utfordringene er komplekse, må svarene gjenspeile kunnskapen som forskjellige fag representerer. Forskerne må arbeide sammen, kunnskap på ulike felt må kobles. Olsen viser til den sterke posisjonen Universitetet i Bergen har i de naturvitenskapelige delene av klimaforskningen. Nå arbeides det med en strategi der økonomi, samfunnsvitenskap og juss knyttes tettere opp mot klimaforskningen.

- Slik kan vi bedre forstå klima som en global utfordring, ikke bare som et naturvitenskapelig fenomen, sier Dag Rune Olsen.

På samme måte arbeides det gjennom tematiske satsinger på NTNU i Trondheim. Teknologer, humanister og samfunnsvitere arbeider sammen i felles forskningsgrupper.

Dette mener både Olsen og Bovim er veien å gå for at universitetene de leder kan levere ny kunnskap - som kan gjøre verden til et bedre sted.

- Vi har en særskilt ambisjon når det gjelder teknologiske satsinger som kan bringe frem energien som trengs i et bærekraftig samfunn, sier Bovim.

Akkurat her viser Universitetet i Bergen og NTNU sine særtrekk. Dag Rune Olsen har ingen ambisjon om at Universitetet i Bergen skal bli ledende på store konstruksjoner til fornybar energi. Her har NTNU en klar nasjonal rolle, mener han. Derimot er han opptatt av at UiB skal være i front når det gjelder forståelsen av fornybar energi i økonomisk og politisk forstand, koblet mot andre fagfelt, og bidra til nye teknologier.

“Det er viktig for oss å være med til å bidra til det grønne skiftet”

Dag Rune Olsen

Universitetenes kunnskapsleveranser på klima- og energiområdet lever i et grenseland mot politikken. Man vil være politisk relevant, men ingen politisk aktør.

- Vår rolle er å være kunnskapsleverandør. Det er vanskelig å se for seg gode politiske beslutninger som ikke er tuftet på kunnskap, sier Olsen.
- Universitetets oppgave er å formidle fakta. Fakta bør ligge til grunn for den politiske debatten. Professor Edgar Hertwich, som har vært bidragsyter til FNs klimapanel, har vært forbilledlig i sin fremstilling av vitenskapelige funn og synspunkter, uten å gå for langt inn i de politiske løsninger, sier Bovim.

Klima- og energifeltet er politisk kontroversielle områder. Det er ikke universitetenes oppgave å gå inn og ta standpunkt i konkrete saker, man skal ikke tre inn i politikkenes rolle, men man skal likevel påvirke, bidra til å endre samfunnet.

Gunnar Bovim bruker et eksempel fra medisinen. En ny behandlingsform utvikles, men det kan ta 10 år før atferden endres på sykehusene. I slike tilfeller er ikke forskeroppgjøret bare å publisere, men også å misjonere, mener han.



PÅ TVERS: Ved å koble kunnskap fra økonomi, juss og samfunnsvitenskap kan klima bedre forstås som en global utfordring, ikke bare som et naturvitenskapelig fenomen, mener Dag Rune Olsen, rektor ved Universitetet i Bergen.
Foto: Leif Skaar



SAMFUNNSOPPDRAG: Å bidra til å sette klima- og energispørsmål på dagsordenen gjennom deltakelse i samfunnsdebatten er en oppgave for universitetene, mener Gunnar Bovim, rektor på NTNU.
Foto: Åge Hojem

Tilsvarende mener Bovim det er naturlig og riktig at forskere bidrar til å fremme løsninger som kan bidra til et mer bærekraftig energisystem.

- Å bidra til å sette klima og energi på dagsordenen er en oppgave for forskerne, sier Bovim.

Begge universitetsrektorene oppfordrer forskerne til å ta del i samfunnsdebatten på områdene der de har ekspertise.

- Vi vil at forskerne i så stor grad som mulig deltar i samfunnsdebatten. Det er strålende at enkeltansatte deltar, men institusjonen som sådan går ikke inn i de politiske prosessene, sier Dag Rune Olsen.

Gunnar Bovim sier han generelt er mer redd for at forskerne er for tannløse enn at de er for aktive. Ansatte ved universitetene i Bergen og Trondheim oppfordres altså

“Vi er på vei mot en fornybar verden”.

Gunnar Bovim

sterkt av sine ledere til å ta del i samfunnsdebatten på sine fagfelt.

Debatten om oljens betydning for norsk økonomi og bidrag til forskningen er ikke til å komme utenom. Gunnar Bovim fremholder at petroleumsforskningen har bidratt sterkt til stor verdiskaping og velferd i Norge. Mye av kunnskapen innen petroleumsteknologi og offshore-aktiviteter er anvendbar også når det gjelder fornybar energi, for eksempel innen offshore vind.

- Vi er på vei mot en fornybar verden, sier Bovim.

Også Olsen understreker at oljeindustrien har skapt store verdier, noe som hele landet, universitetene inkludert, har nytt godt av. Men han legger til at fortsatt vekst i den globale oljeutvinningstakten ikke er forenlig med å løse klimautfordringene.

- Det er viktig for oss å være med å bidra til det grønne skiftet, sier Dag Rune Olsen.

DAG RUNE OLSEN

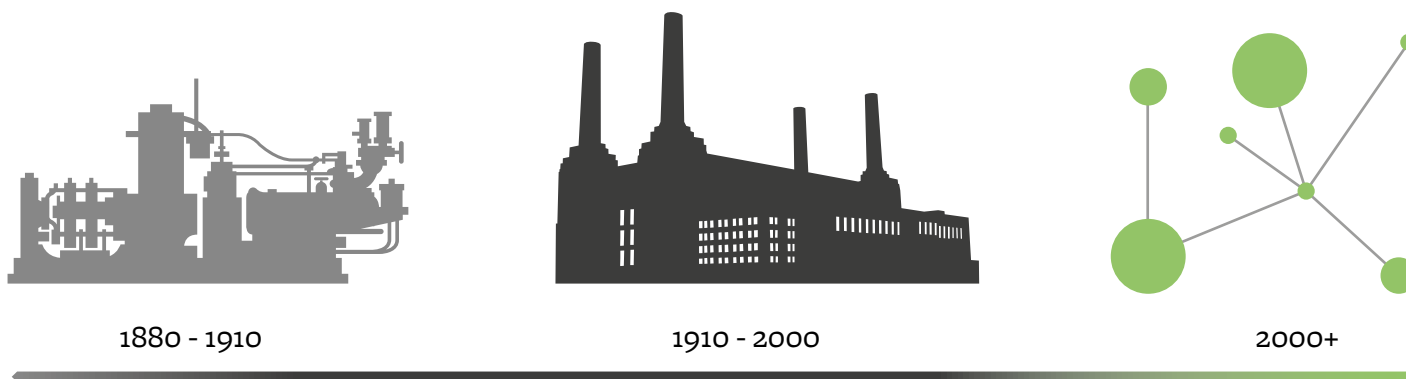
Rektor ved Universitetet i Bergen siden 2013

Olsen var dekan ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Bergen fra 2010 og fram til han tiltrådte som rektor. Olsen var tidligere forskningssjef ved Radiumhospitalet i Oslo og er professor i medisinsk fysikk. Hans forskningsfelt er strålebehandling og kreft. Olsen har publisert over 120 vitenskapelige artikler i internasjonale, fagfelleverderte tidsskrifter, i tillegg til bokkapitler og populærvitenskapelige arbeider. Olsen har i tillegg hatt en rekke internasjonale verv.

GUNNAR BOVIM

Rektor ved NTNU siden 2013

Bovim ble professor i nevrologi i 1988. Fra 1996 til 1998 var han prodekan ved Det medisinske fakultet ved NTNU, og fra 1999 til 2005 var han dekan for dette fakultetet. Bovim ble ansatt som viseadministrerende direktør ved St. Olavs hospital i 2005, og tok over som administrerende direktør i 2006. I 2009 tiltrådte han som administrerende direktør i Helse Midt Norge RHF. Bovim har en rekke styreverv, blant annet som medlem av Hovedstyret og leder for Divisjonsstyret for samfunn og helse i Norges Forskningsråd.



FRA FÅ STORE TIL MANGE SMÅ: General Electric beskriver overgangen til et desentralisert energisystem der små enheter fungerer sammen – og kommer til erstatning for store sentraliserte kraftverk – typisk et kullkraftverk. KILDE: General Electric

PÅ VEI MOT EN FORNYBAR ORDEN

ANDERS BJARTNES

FORNYBAR OG LOKAL: MED SOLPANEL PÅ TAKET PRODUSERER MILLIONER AV MENNESKER SIN EGEN STRØM. MED BATTERI I KJELLEREN KAN SOLSTRØMMEN LAGRES. NY TEKNOLOGI OG **NYE FORRETNINGS-MODELLER UTFORDRER DEN GAMLE ORDEN.**

Tyskland har nå godt over en million solkraftverk, de fleste veldig små, noen litt større. I Storbritannia har en halv million mennesker skaffet seg solceller på taket de siste par årene. I deler av Australia produserer omkring hver fjerde husstand egen strøm fra solceller. I California er veksten meget rask. I Japan leveres nye ferdighus med solceller som standardutstyr.

I noen land, som i Storbritannia og Japan, er utbyggingen av småskala solenergi i hovedsak drevet av gode støtteordninger. Men i økende grad er drivkraften bak utbygging at solstrøm fra eget tak er billigere enn kraften som kan kjøpes fra energiselskapene. Den egenproduserte strømmen slipper nettleie og avgifter og blir derfor lønnsomt for den enkelte huseier.

Barack Obama lanserte i mai 2014 en rekke tiltak som skal bidra til å forsterke utbyggingen av solenergi i USA, nettopp basert på at husholdninger, bedrifter og offentlige virksom-

heter bygger ut solenergi på egne eiendommer og hustak. Det hvite hus har også fått på plass solceller på taket.

Produsenter av egen strøm

Mange selskaper velger også å legge solceller på taket, for eksempel på varehus eller lagerbygg. Eksempler på dette er IKEA og Apple, som på denne måten skaffer seg rimelig strøm og dessuten forbedrer selskapene sine klimaregnskaper. En rekke selskaper bygger også egne og større kraftanlegg som produserer fornybar strøm til eget forbruk.

På denne måten blir både husholdninger og næringsliv produsenter av sin egen strøm. De dekker betydelige deler av sitt eget kraftbehov i et distribuert system og sender overskudd tilbake til nettet.

Foreløpig dekker slik desentral kraftproduksjon bare en liten del av strømforbruket, men det er ventet at egenprodusert strøm vil vokse raskt fremover. I Tyskland regner



PÅ DAGEN: Solceller produserer mest når forbruket er høyest. Derfor påvirkes kraftprisene i markedet. Foto: Shutterstock

hver fjerde husholdning med at den vil produsere deler av sitt eget energibehov i 2020, ifølge en spørreundersøkelse gjennomført våren 2014.

Små tall, stor virkning

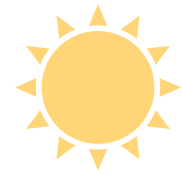
Selv om tallene foreløpig er små, har de likevel stor innvirkning på kraftmarkedene. Årsaken er at den hjemmeproduerte solkraften tar markedsandeler fra de tradisjonelle energiselskapene på tidspunkter av døgnet der etterspørselen tradisjonelt er høy og kraften normalt godt betalt. De som vil lese mer om dette, kan studere en nylig rapport om solenergi i Tyskland fra forskningsstiftelsen Fraunhofer eller 2014-utgaven av IEAs Technology Perspectives.

Solcellene produserer mest når forbruket er høyest. Derfor rammes kraftverkene som produserer strøm med kull eller gass fordi etterspørselen – og prisene – faller. Denne effekten er årsaken til at gasskraft har blitt ulønnsomt over store deler av Europa og at inntjeningen hos de store europeiske kraftselskapene har falt dramatisk, en utvikling som dokumenteres for eksempel i en analyse fra Smith School of Enterprise and the Environment.

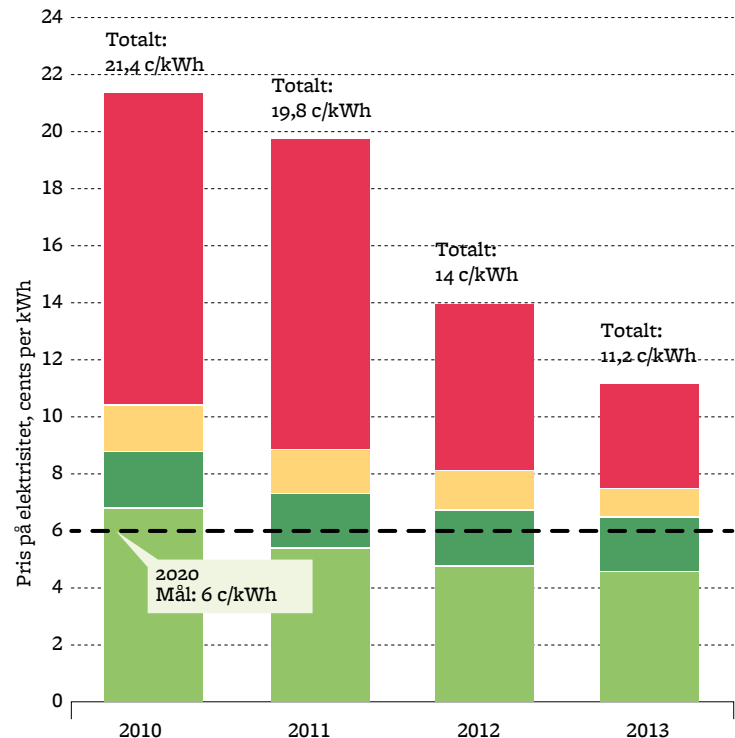
“Solcellene produserer mest når forbruket er høyest. Derfor rammes kraftverkene som produserer strøm med kull eller gass fordi etterspørselen – og prisene – faller.”

I de fleste markeder er det fortsatt slik at vind- og solenergi er avhengig av en eller annen form for politisk støtte for å bli bygget ut. Det kan være krav om fornybarandel i kraftmiksen, feed-in tariffen som i Tyskland, eller skattesubsidier slik solenergi nyter godt av i USA. For småskala solenergi kan nettomålingsordninger være en viktig driver, da kommer den egenproduserte strømmen i fradrag på regningen.

FIGUR 24
BILLIGERE SOLENERGI:



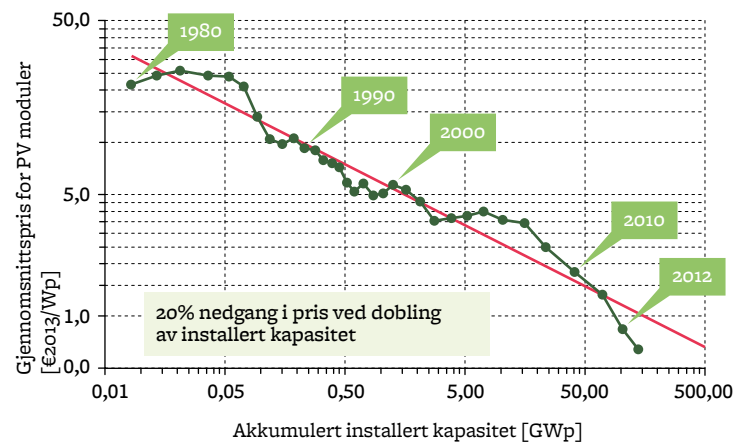
- Moduler
- Invertere
- Kostnader ved fysiske installasjoner
- “Soft Costs” (Tillatelser, kvalitetskontroll og installasjon)



Målsetningen for USAs Sun Shot-program er at kostnadene for solenergi skal ned til 6 cent/kwh i 2020. Prisreduksjonen de siste årene har vært stor.

KILDE: Det Hvite hus.

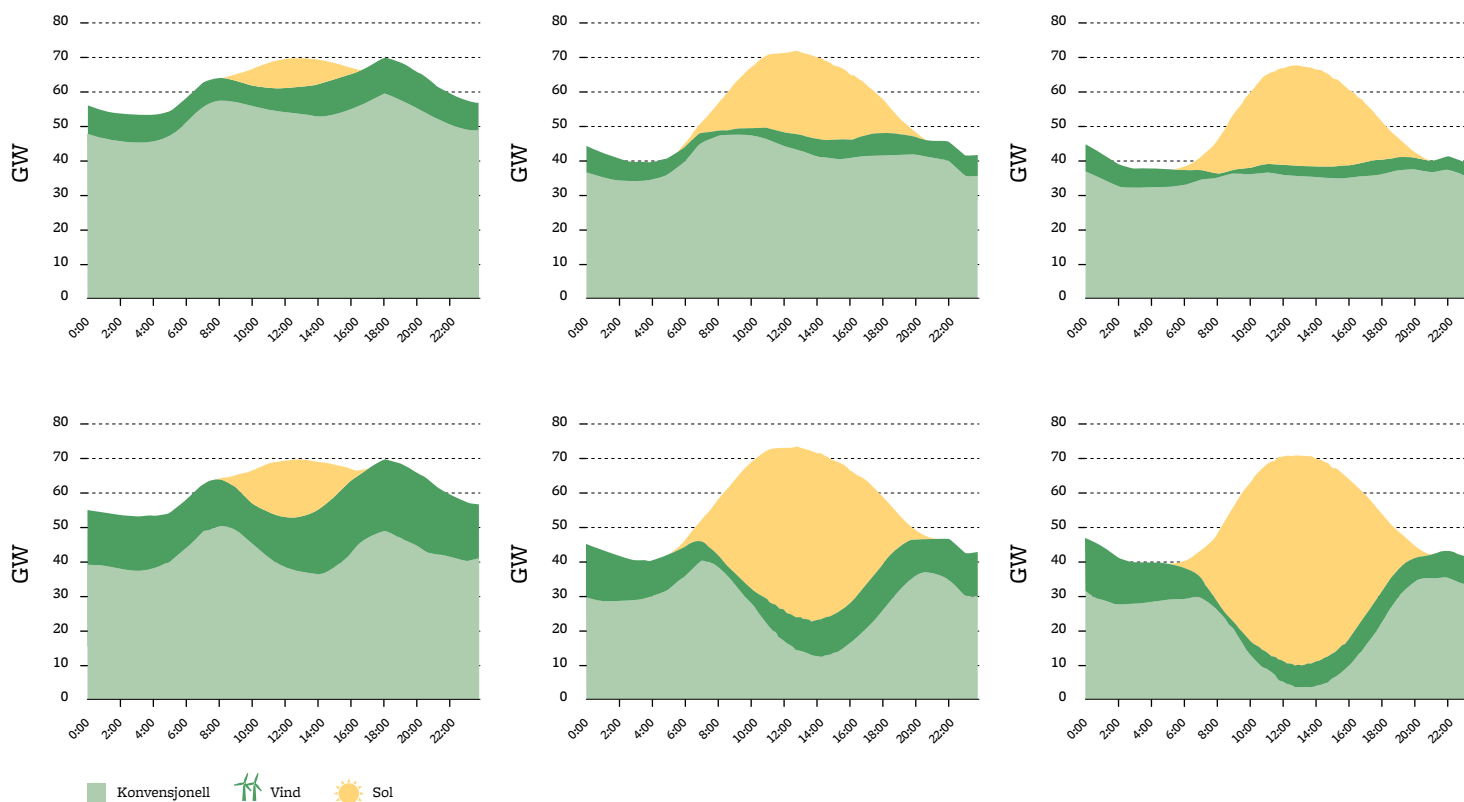
FIGUR 25
KOSTNADSREDUKSJONER:



Grafen viser prisfallet på solenergi-moduler. Den røde streken viser trenden.

KILDE: Fraunhofer

FIGUR 26
SOLENERGI TAR PROFITTEN



Solenergi produserer mye mer kraft om sommeren enn om vinteren, men tar “toppen” av kraftforbruket på sommerstid – timer på døgnet da kull- og gasskraftverkene tidligere var svært lønnsomme. Den øverste grafen viser hvordan solenergien slår inn i Tyskland en vinterdag (til venstre), en solrik arbeidsdag (i midten) og en solrik weekend-dag (til høyre), basert på tall fra 2012. Den nederste grafen viser tilsvarende dager, men med dobbelt så stor kapasitet i vind og sol som tilfellet var i 2012. KILDE: Citibank

Enten den fornybare strømmen produseres i store eller små enheter, er kostnadsreduksjoner i fornybar energi en avgjørende driver. For å sammenlikne kostnader ved ulike teknologier, er det vanlig å bruke definisjonen “Levelised Cost of Energy” (LCOE). Citibank har presentert en kostnadskurve som viser kostnadsspennet i ulike teknologier. Sol og vind “kryper” nedover og er i mange tilfeller billigere enn kull og gass når nye investeringer skal gjøres.

Bekymring hos de store

Denne utviklingen møtes naturligvis med bekymring hos mange av de store kraftselskapene. Solenergien har såkalt disruptiv kraft fordi den fjerner etterspørsel hos de tradisjonelle kraftselskapene. Når husholdninger og bedrifter lager sin egen strøm, så kjøper de mindre. Den samme virkningen følger av alle slags energieffektiviseringstiltak som innebærer at kraftforbruket faller. For kraftselskapene kan dette ha dramatisk effekt i negativ retning, ifølge konsulentfirmaet McKinsey.

Amerikanske Edison Electric Institute, som er sammenslutningen av investoreide kraftselskaper i USA, har laget en rapport som viser hvordan distribuert eller desentral kraftproduksjon og energieffektivisering er en trussel mot medlemsbedriftenes forretningsmodell.

For å beskytte forretningsmodellen sin, har kraftselskaper i enkelte land forsøkt å hindre utbygging av småskala solenergi gjennom lovgivning. Dette er på dagsordenen i

enkelte europeiske land, i Australia, og i flere amerikanske stater. Logikken er at folk med solceller på taket “lurer seg unna” kostnadene som kraftnettet representerer. Denne konflikten har gitt opphav til en litt aparte politisk allianse: Teaparty for Solar mener det opplagte fra deres ståsted: Alle må ha rett til å produsere sin egen strøm.

De store europeiske kraftselskapene har tapt store penger de siste årene. Halvparten av børsverdien er borte siden toppen i 2008. Mye av dette har sin årsak i veksten i fornybar energi, særlig sol, men også vindkraft. Det er gjennom prisdannelsen i kraftmarkedene at dette skjer.

Store penger tapt

Når prisen på strøm fastsettes på en kraftbørs, er det den dyreste produksjonen som trengs for å tilfredsstille etterspørselen som setter prisen. Hvis det er stort behov for kraft, trengs det gasskraft eller kanskje til og med oljefyrt kraftverk for å møte behovet. Hvis det er liten kraftetterspørsel, trenger færre av de fossile kraftverkene å gå. Med mye fornybar energi, som ikke har driftskostnad, så faller behovet for dyr fossilkraft. Den dyreste fossile energien skyves ut av markedet.

Denne markedsmekanismen har i Europa i hovedsak rammet gasskraften, fordi den er dyrere enn kullkraft. Mye høyere CO₂-priser er nødvendig for å skyve ut kullet før gassen, gitt dagens priser på kull og gass.

Trenden i retning i retning desentral kraftproduksjon er godt illustrert i en analyse som storselskapet General Electric (GE) publiserte vinteren 2014. I følge GE er det en sterk tendens til at ny kraftproduksjon bygges ut i mindre enheter enn tidligere – enten det er fornybar energi som sol og vind, eller kraftverk basert på biomasse eller fossile brennstoffer som gass. Et viktig poeng i GEs analyse, er at de mindre enhetene er raskere og enklere og bygge enn store sentraliserte kraftverk basert på kull eller kjerne-kraft. GE peker på gassens rolle som komplementær til vind og sol som en viktig drivkraft. Små kraftverk som produserer både kraft og varme – eller utnytter spillvarme – er en del av det samme bildet.

Som erstatning for de gamle sentraliserte kraftverkene beskriver GE-analysen virtuelle kraftverk – en gruppe av små og desentrale kraftverk som opereres som en enhet ved hjelp av informasjonsteknologi. Koblingen mot IT er helt sentral. Dette er ikke science fiction – Statkraft opererer et stort virtuelt kraftverk i Düsseldorf, Tysklands største “kraftverk” - mer enn 1000 småskalaprodusenter er koblet sammen.

Lokal strømlagring

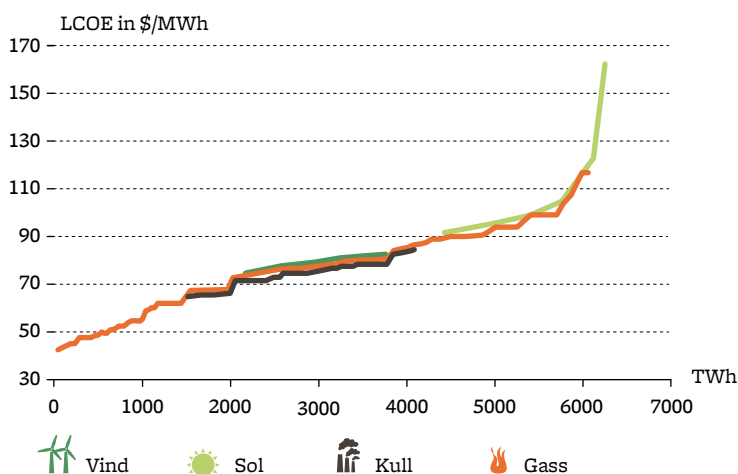
Neste steg i utviklingen i steg av et desentralisert kraft-system vil være teknologier for lokal energilagring. Med batterier i kjelleren og intelligent styring av boligens maskinpark vil behovet for strømtilførsel fra nettet falle ytterligere. Tilknytningen til strømmettet blir som en slags forsikring – man er koblet opp for å sikre seg strøm hvis det svikter på hjemmebane. Men man trenger ikke å kjøpe mange kilowattimer gjennom året.

Dette betyr ikke at strømmettet slik vi kjenner det i dag vil forsvinne, men det vil bli supplert og delvis erstattet med desentral produksjon – med ganske dramatiske følger for både økonomi og struktur i en så vital del av samfunnets infrastruktur som kraftforsyningen representerer.

Etter hvert som teknologien for smart energistyring og batterier utvikles, er det grunn til å tro at den egenproduserte strømmen blir enda mer attraktiv. Med batteri i kjelleren kan en husholdning for eksempel i Australia eller California redusere behovet for å kjøpe strøm. Både i Tyskland og California er det innført støtteordninger for lagring av strøm i batterier. I følge investeringsbanken UBS kan det svare seg for australske husholdninger å kutte ut strømlevering fra nettet allerede i 2018.

Hvor raskt utviklingen i fornybar og desentral retning vil gå videre fremover, er selvsagt et krevende spørsmål å svare på. Men trenden er klar – og den er global: Ny kraftproduksjon som etableres er i økende grad basert på fornybare kilder. Utviklingen i desentral retning er like tydelig. Det blir flere aktører som produserer hele - eller deler - av sitt kraftbehov lokalt. Fremtiden er fornybar, og den er desentral.

FIGUR 27
BÅDE BILLIG OG DYRT:



Denne grafen viser en kostnadskurve for kraft-produksjon som sammenlikner ulike teknologier ved nye utbygginger. Sol er i mange tilfeller billigere enn gass. Vind er konkurransedyktig med kull. Gass kan levere strøm veldig billig hvis gassprisene er lave, og tilsvarende dyrt hvis gassprisen er høy. KILDE: Citibank

KILDER:

Fraunhofer ISE: Recent Facts about Photovoltaics in Germany
 McKinsey: The disruptive potential of solar power
 IEA: Energy Technology Perspectives 2014 – Harnessing Electricity’s Potential
 Smith School of Enterprise and the Environment: Stranded generation assets: Implications for European capacity mechanisms, energy markets and climate policy
 GE: The rise of distributed power
 Citibank: Energy Darwinism



TOGRADER.NO

Alt innholdet du har lest i dette magasinet finner du også på nettet, på **tograder.no**. Magasinet kan lastes ned og leses i pdf-format eller du kan lese enkeltartikler. På **tograder.no** finner du også innholdet i tidligere utgaver av 2°C der klimavitenskapens budskap formidles.

LES | artiklene via pc, lesebrett eller mobil – og øk din egen kunnskap!
OBSERVASJONER | Oppdater deg på klimaets utvikling.
EFFEKTER | Lær mer om konsekvenser av klimaendringene.
HANDLING | Hva skal til for å nå togradersmålet.

DEL | via sosiale medier og gi flere mulighet til å øke sin forståelse.

FØLG | debatten på Norsk Klimastiftelses nettmagasin Energi og Klima.

2014

UTGITT AV:



Norsk Klimastiftelse
 NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION

I SAMARBEID MED:

NTNU

Kunnskap for en bedre verden



UNIVERSITETET I BERGEN