



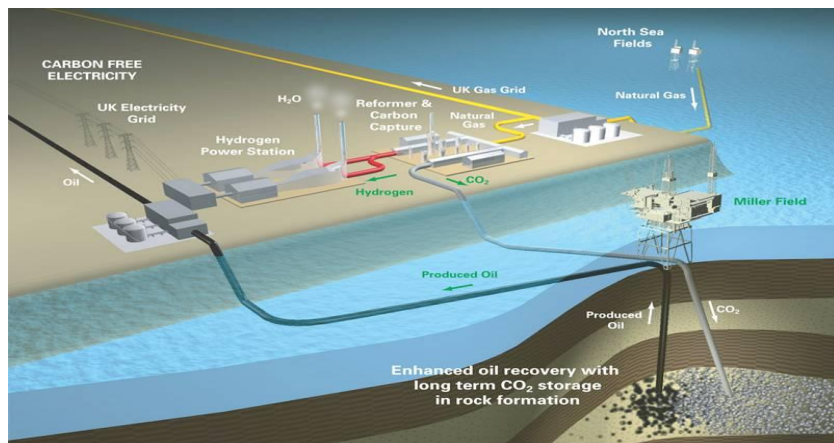
**Marius Gjerset**

Siv.ing Energi og Miljø  
Teknologiansvarlig, ZERO

Zero Emission  
Resource Organisation

[www.zero.no](http://www.zero.no)

# En framtid uten skadelige utslipp



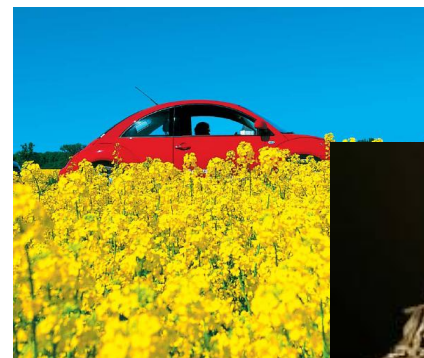
CO2-fangst



Ny fornybar energi



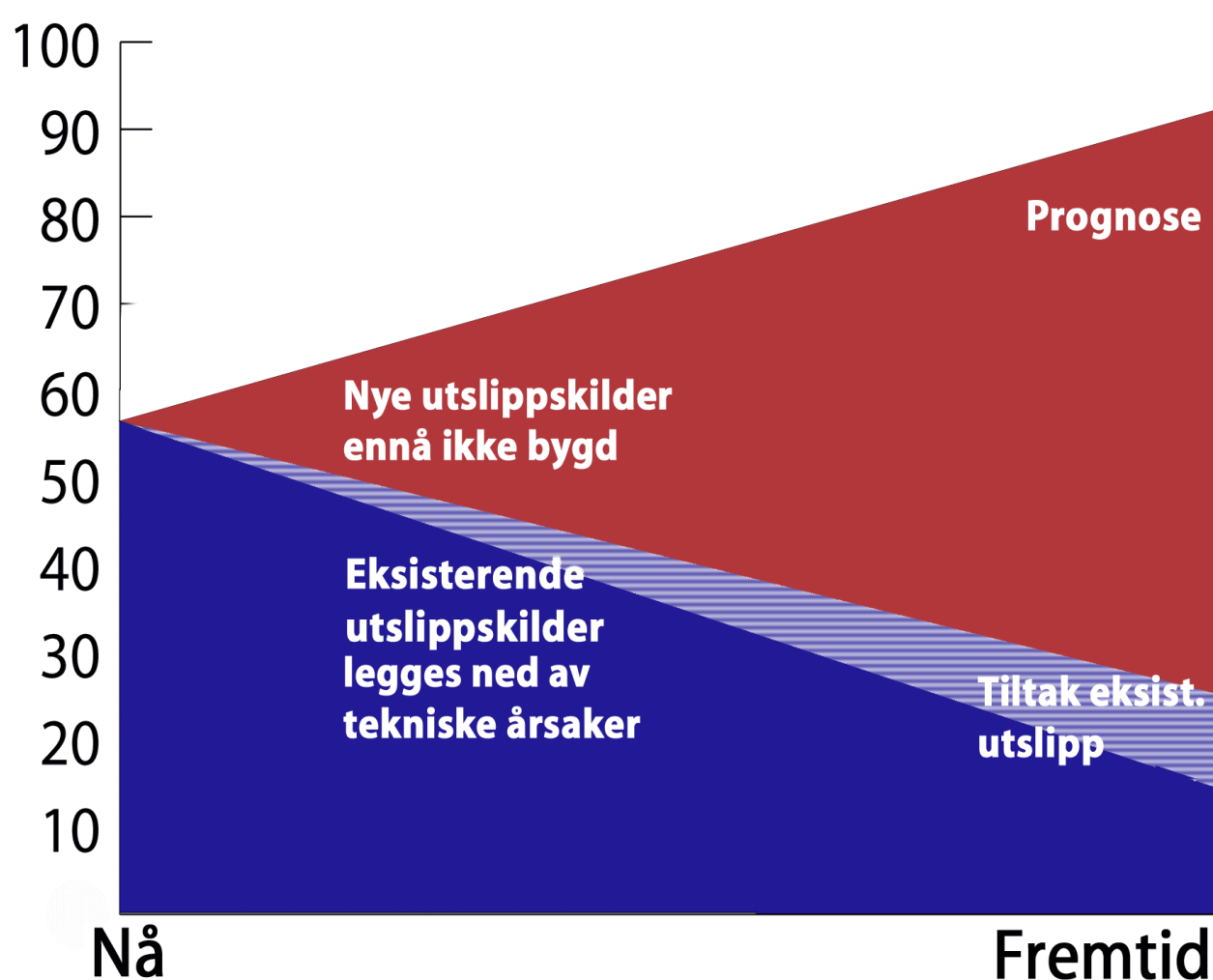
Hydrogen



Biodrivstoff

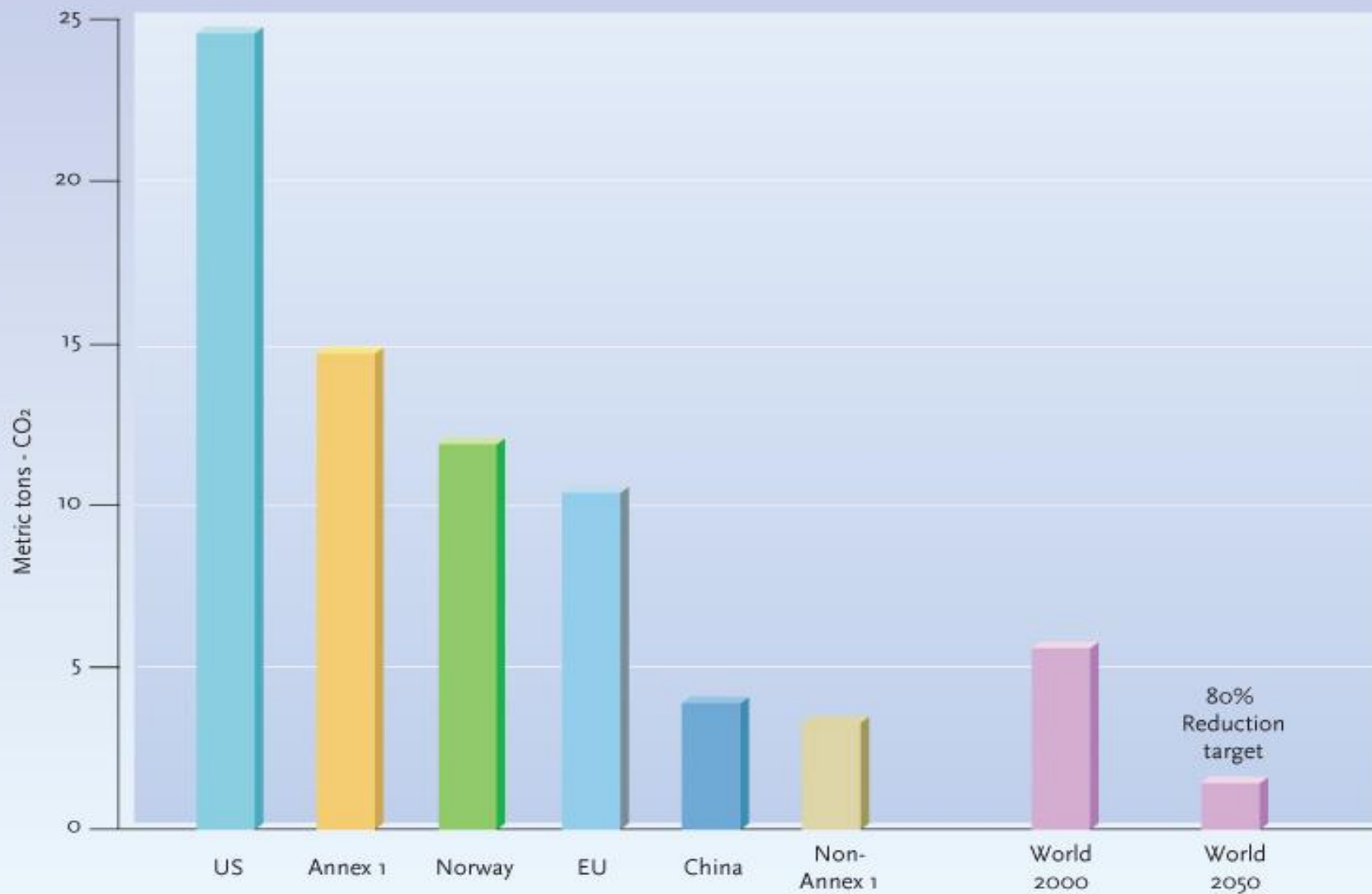


# Viktigheten av å ikke bygge nye utslippskilder



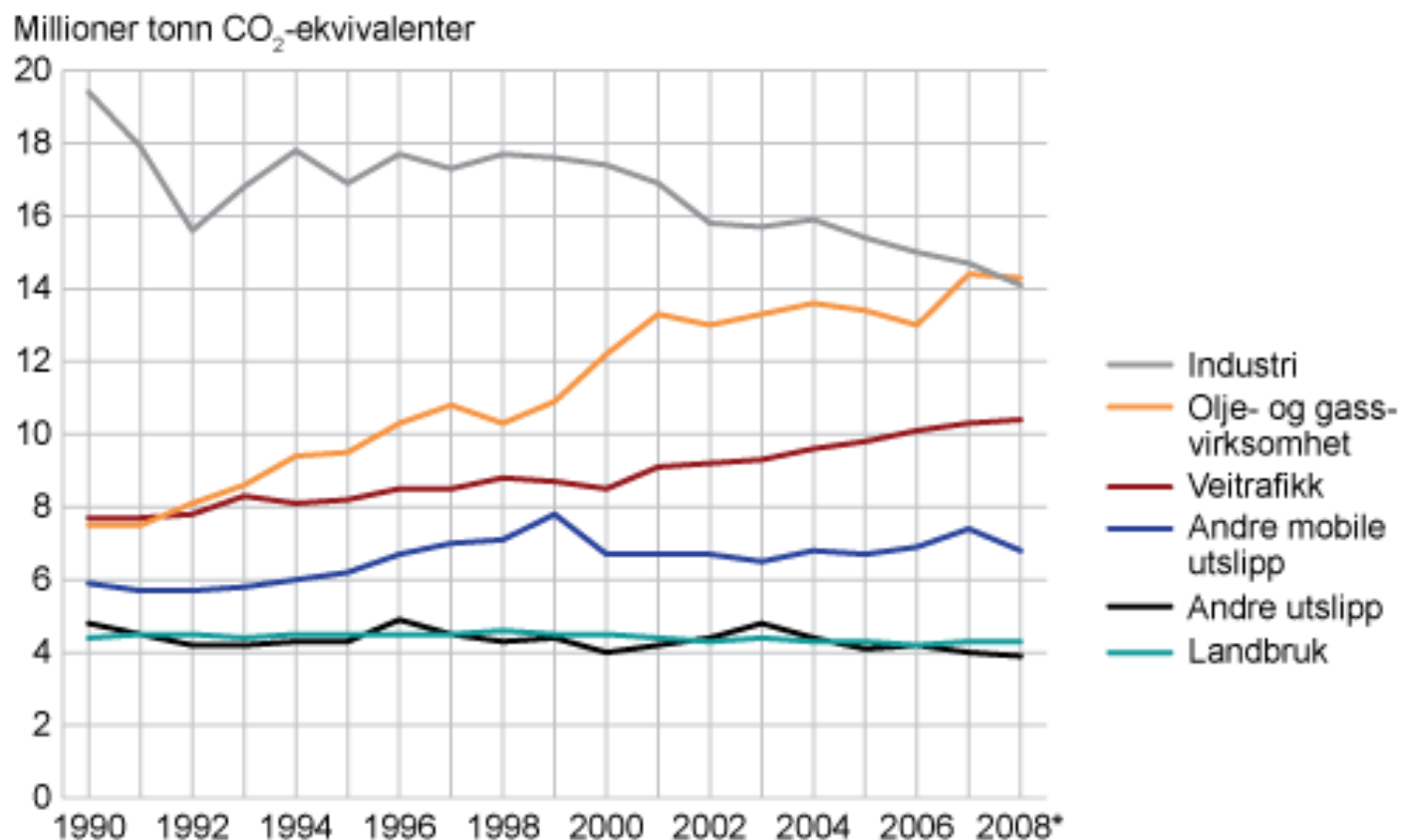
”Framtidens forurensingskilder er ikke bygget enda. Den mest effektive måten å redusere utslippene på, er om alle nye kjøretøy, alle nye industrianlegg, all ny energiproduksjon osv, tar i bruk utslippsfrie teknologiløsninger.”

## Greenhouse Gas Emissions per Capita



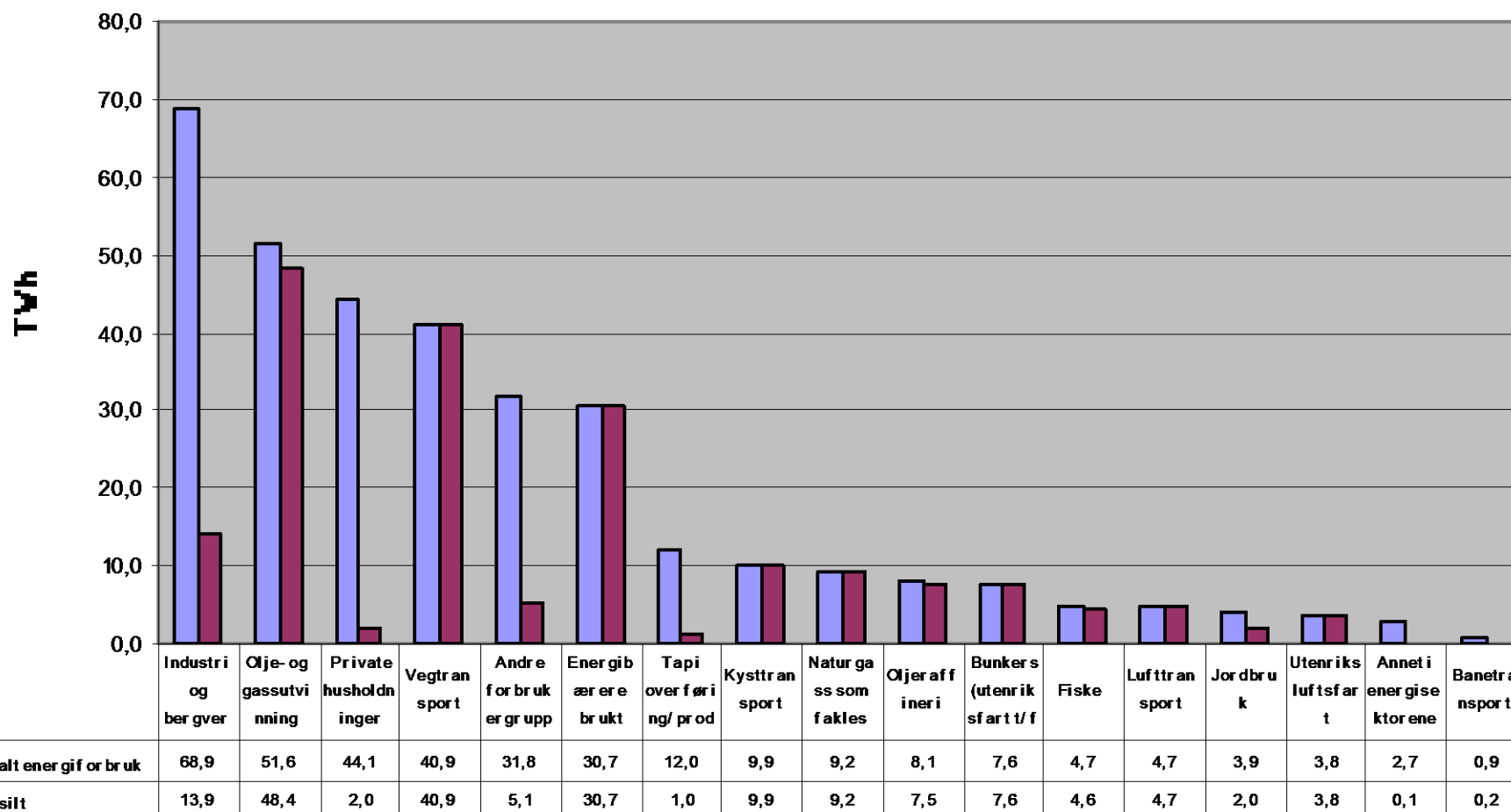
# Klimagassutslipp Norge, pr. sektor

Utslipp av klimagasser, etter kilde. 1990-2008\*. Millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



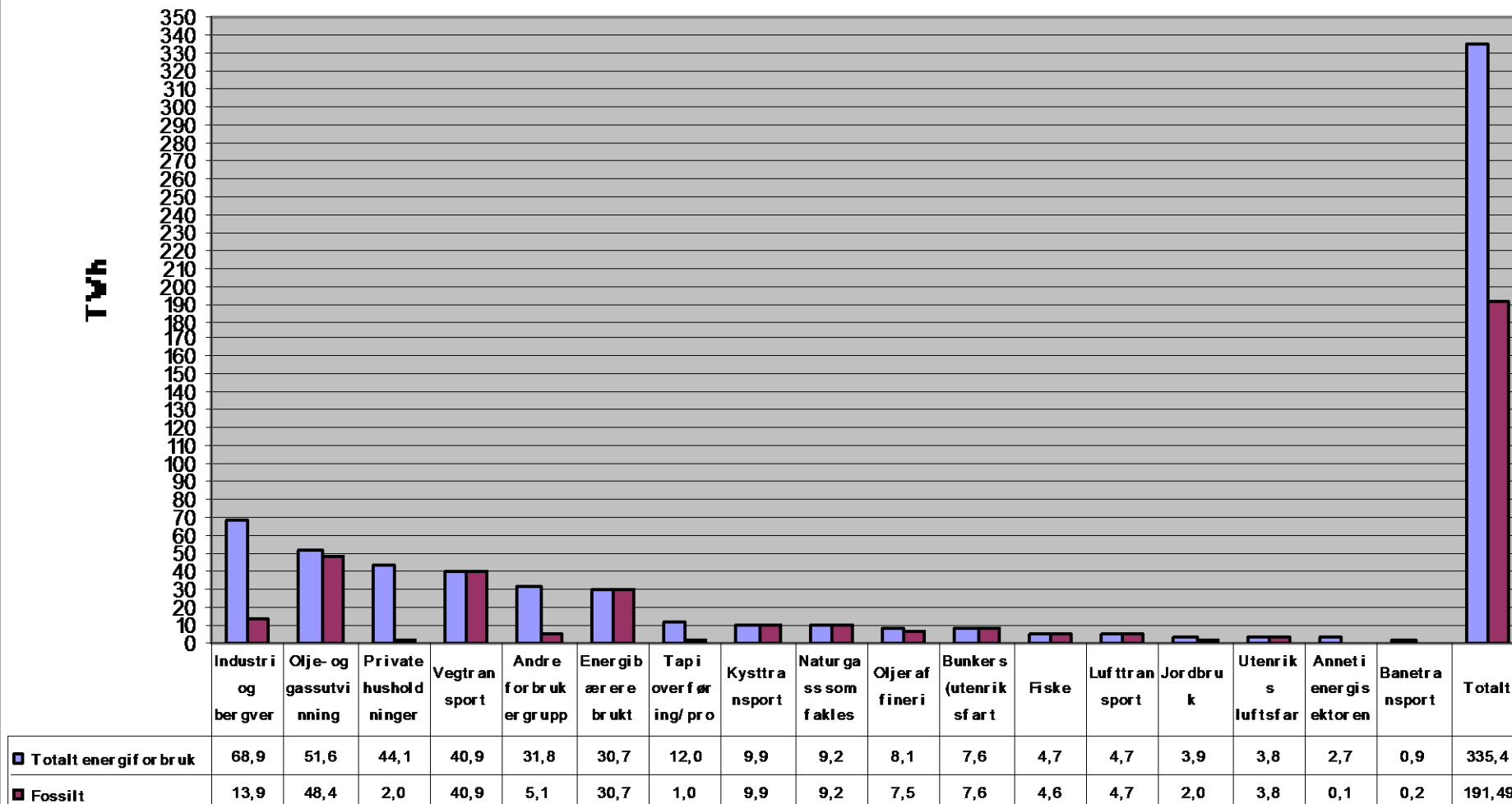
Kilde: Utslppsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.

# Fossilt og totalt energiforbruk i Norge, 2008



Kilde: SSB, Energibalanse for Norge 2008: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/> Sortert etter type, kategoriene fra energibalanse tabellen til SSB

# Fossilt og totalt energiforbruk i Norge, 2008



Kilde: SSB, Energibalansen for Norge 2008: <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energiregn/> Sortert etter type, kategoriene fra energibalansen tabellen til SSB

### Melkøya

StatoilHydro, gasskraft  
Utslipp: 0,9 Mt CO<sub>2</sub>

### Mongstad

StatoilHydro, oljeraffineri  
Utslipp: 1,4 Mt CO<sub>2</sub>

StatoilHydro, gasskraft  
Utslipp: 1,0 Mt CO<sub>2</sub>

Totalt: 2,4 Mt CO<sub>2</sub>

### Kårstø

Naturkraft AS, gasskraft  
Utslipp: 1,3 Mt CO<sub>2</sub>

Gassco AS, gassterminal  
Utslipp: 1,2 Mt CO<sub>2</sub>

Totalt: 2,5 Mt CO<sub>2</sub>

### Sunnalsøra

Norsk Hydro ASA, aluminium  
Utslipp: 0,6 Mt CO<sub>2</sub>

### Karmøy

Norsk Hydro ASA, aluminium  
Utslipp: 0,4 Mt CO<sub>2</sub>

### Grenland

Norcem AS, sement  
Utslipp: 0,8 MT CO<sub>2</sub>

Yara Norge AS, kunstgjødsel  
Utslipp: 0,7 Mt CO<sub>2</sub>

Noretyl AS, petrokjemi  
Utslipp: 0,5 Mt CO<sub>2</sub>

Totalt: 2,0 Mt CO<sub>2</sub>

### Totalt

Utslipp: 8,8 Mt CO<sub>2</sub> som utgjør  
16,3 % av alle norske utslipp

**Fullskala CO<sub>2</sub>-fangst har vært tilgjengelig teknologi i 25 år!**



CO<sub>2</sub> rensing fra gasskraftverk i Lubbock Texas 1980. ~0,4 mill tonn CO<sub>2</sub>.

# Noen anlegg med CO2-fangst og injeksjon



Weyburn, Kanada  
CO2 til EOR



Warrior Run –  
Kullkraftverk med  
CO2-fjerning



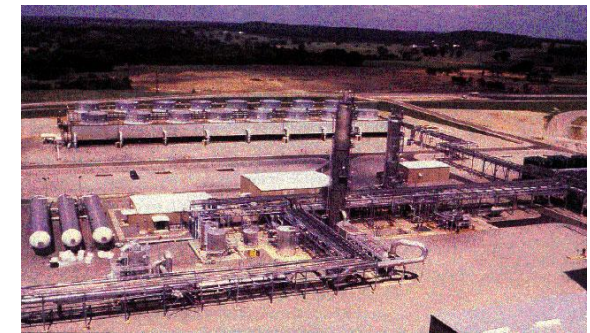
Bellingham –  
Gasskraftverk med CO2-fjerning



Dakota Gasification Company  
Forsyner Weyburn med CO2

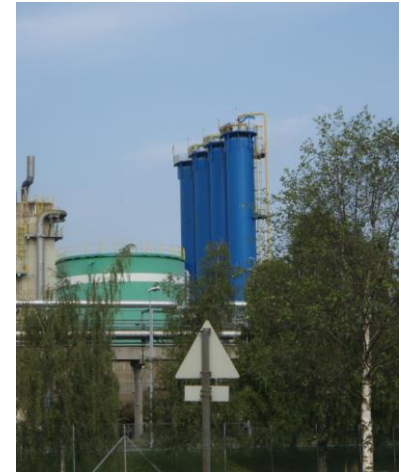


Lubbock, Texas 1980  
Gasskraftverk med CO2-fjerning



Shady Point –  
Kullkraftverk med CO2-fjerning

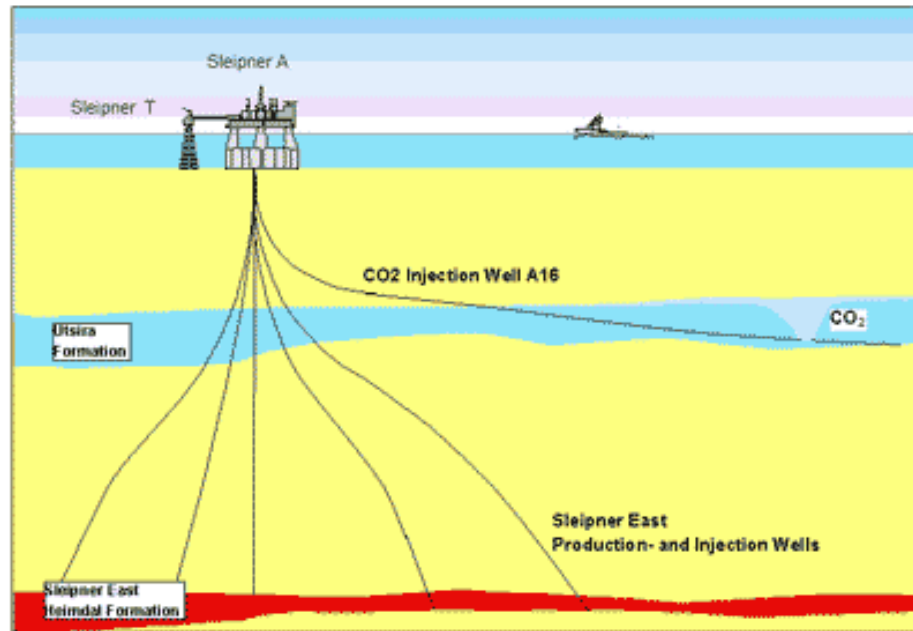
# Amonia plant, Yara Porsgrunn, Norway



- Steam reforming process.  $\text{CH}_4 \rightarrow \text{H}_2$  and  $\text{CO}_2$
- $\sim 1,2$  Mt  $\text{CO}_2/\text{y}$ . 0,8 Mt captured  $\text{CO}_2$  from the process
- $\sim 0,2$ -0,3 Mt liquified, shipped and sold to food grade ++.
- Rest of the captured  $\text{CO}_2$  is emitted.



## SLEIPNER AQUIFER CO2 STORAGE



## Sleipner

- Deponert ca 1 mill tonn CO<sub>2</sub>/år siden 1996 i Utsiraformasjonen.
- CO<sub>2</sub> fjernes fra den CO<sub>2</sub>-rike naturgassen (7-9 %).



## CO2CRC Otway storage Project

**Project type:**

Storage

**Status:**

Operative

**Year of operation**

2008

**Scale:**

Small pilot

**Capital cost:**

A\$ 40 Million

**Industry:**

Other

**Financial support:**

Clean Coal Victoria GeoScience Australia

**Storage:**

The CO2CRC Otway Project is the most advanced storage project in Australia and the world's largest research and geo-sequestration demonstration project. The project includes:

- Injection of 50,000 - 100,000 ton of CO<sub>2</sub> over 2 years. The injection started in April 2008 with a rate of 150 ton per day. The injected gas is a mixture of 80% CO<sub>2</sub> and 20% methane) from the Buttress production, and is stored in the depleted natural gas field Waarre C Formation at approximately 2100m below the surface.
- A major monitoring and verification program, which international and national scientists believe to be the most comprehensive of its type in the world. A wide range of monitoring and verification technologies are being installed including down-hole geochemical and geophysical techniques for monitoring the CO<sub>2</sub> migrating plume via the existing observation Naylor-1 well. Drilling of the injection well (CRC-1) was completed in March 2007 and the injection of a mixture of CO<sub>2</sub> and methane into a deep geological formation is scheduled before the end of this year.

The project is supported by the Federal Government through the Cooperative Research Centres Programme, the Australian Greenhouse Office, and AusIndustry, as well as by the Victorian Government, and the industry. The CO2CRC has also established a new company, CO2CRC Pilot Project Ltd356, the first CO<sub>2</sub> capture and geological sequestration company in the world established specifically to carry out the operations of the project.

The budget is A\$40 million and funded through the Australian Federal Government through the

ian Government and US Department of governmental agencies, and involving la, Korea and the USA. CO2CRC Pilot 3HP Billiton, BP, Chevron, Schlumberger,

knowledge and facilities established for pability in a saline aquifer by injecting and general objective is to better characterize itions. Stage 2 will use many of the ge 2 of the project will include separation oncentrated CO<sub>2</sub>. 99. 97% CO<sub>2</sub> will be



ap data ©2009 MapData Sciences Pty Ltd, PSMA - Terms of Use

### ZERO's Assessment

#### Facts

**Capture method:**

Post-combustion

**Transport of CO<sub>2</sub> by:**

Pipeline

**Storage site:**

Waarre C Formation

**Type of storage:**

Depleted Gas Reservoir

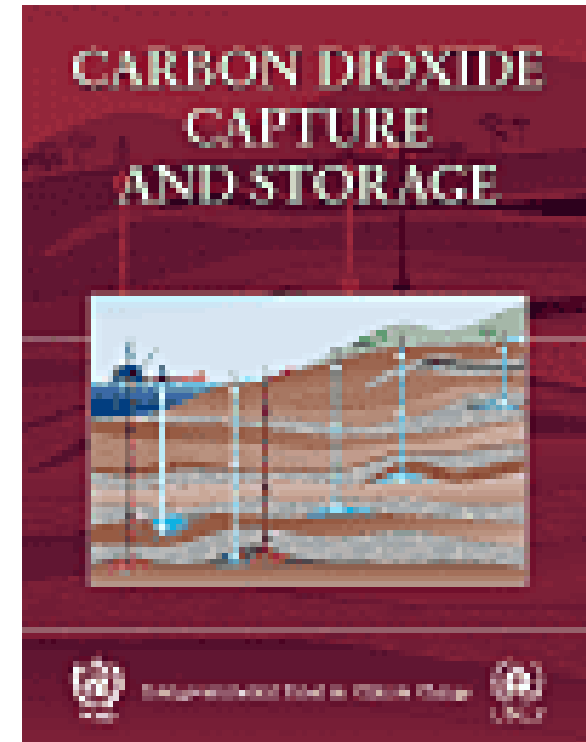
**Volume:**

50 000 - 100 000 tonnes/CO<sub>2</sub>

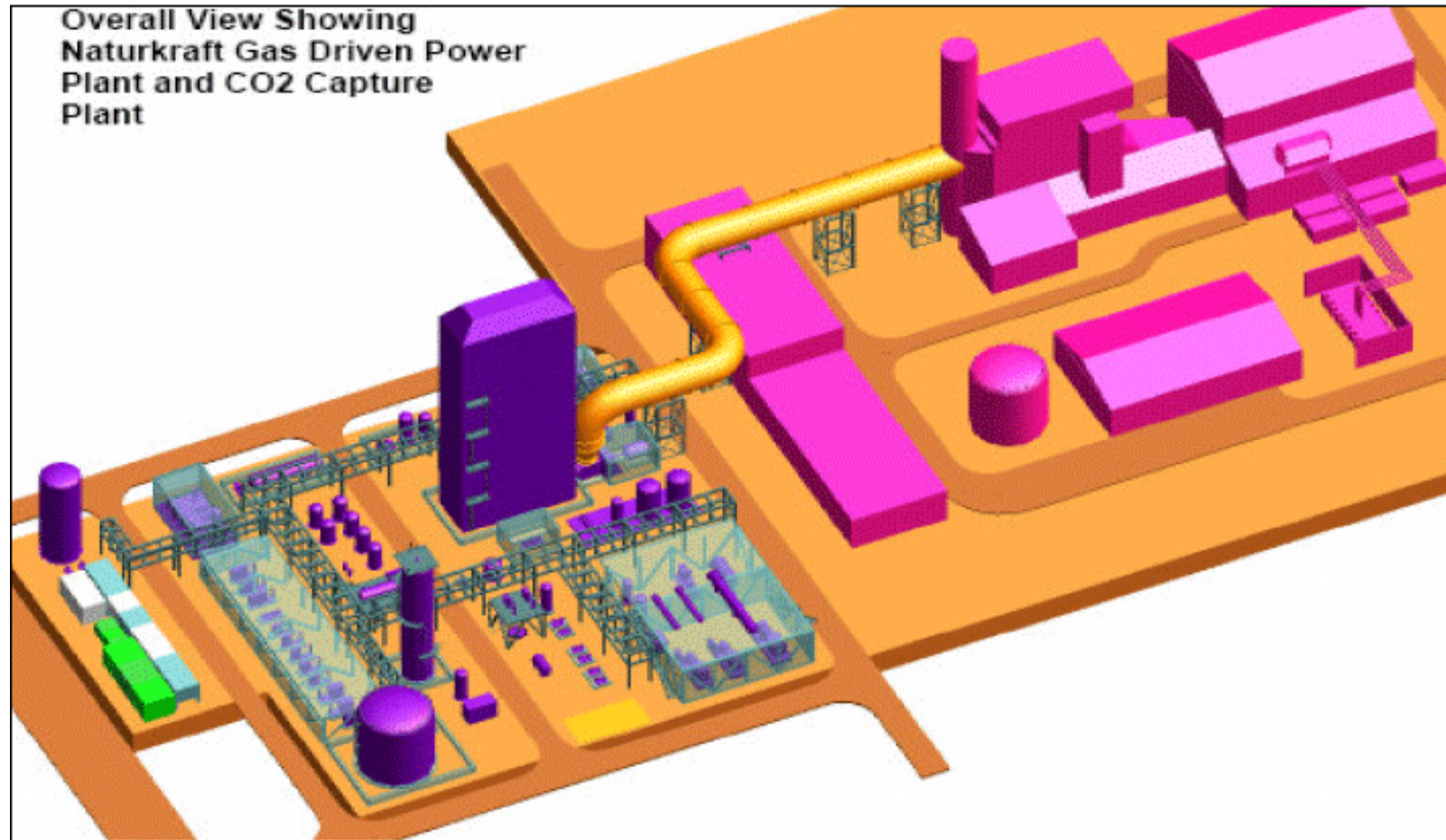
Oversikt over prosjekter  
og teknologier ++ på  
www.ZeroCO2.no

# IPCC Special Reports, Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005

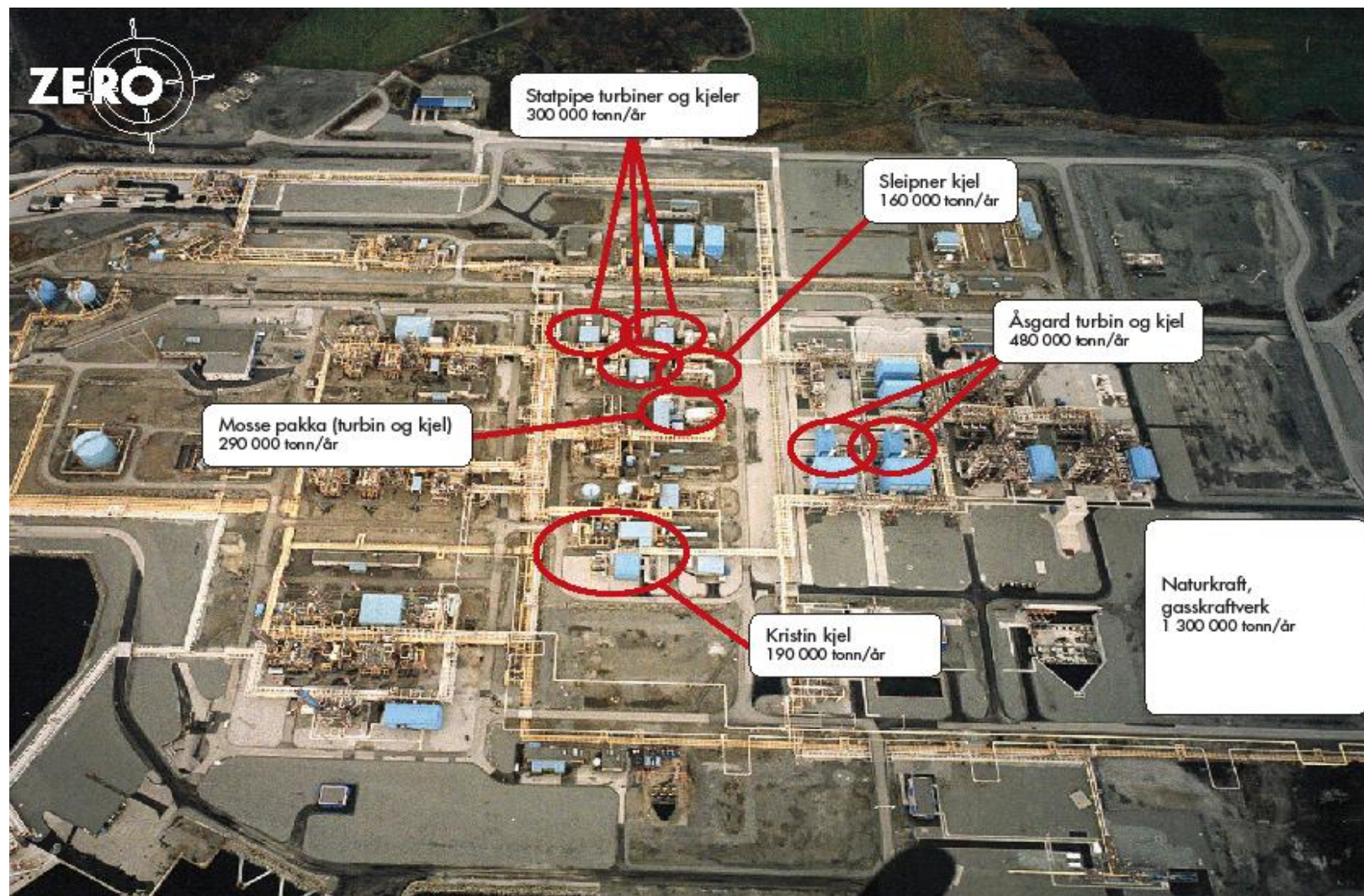
- CO<sub>2</sub> has been captured from industrial process streams for 80 years,
- World ammonia production of about 100 Mtonnes/y, about 127 MtCO<sub>2</sub> is produced.
- Gasification-based NH<sub>3</sub> plants (many in China) separation at rates up to 3500 tCO<sub>2</sub>/d per plant.
- Identified 128 operating gasification plants with 366 gasifiers under development or construction.
- *"CO<sub>2</sub> capture technology is well established for gasification systems..."*
- ***"There are proven post-combustion CO<sub>2</sub> capture technologies based on absorption processes that are commercially available at present . . ."***



# CO2-fangst anlegg Kårstø



NVEs rapport (des 06) viser at fullskala rensing kan være i gang i 2011/2012





Odinarkiv - Miljøverndepartementet opprettholder strenge krav til gasskraftverk - åpner for ny vurdering senere - Mozilla Firefox

File Edit View Go Bookmarks Tools Help

http://odin.dep.no/odinarkiv/norsk/dep/md/1999/pressem/022005-070313/index-dok000-b-n-a.html

**ARKIV**

MILJØVERNDEPARTEMENTET

Odin forsida Regjeringen Departementene Hjelp English

Nynorsk Sámegealla Lytt til teksten Utskriftsvision Lignende dokumenter

Dette dokumentet er arkivert. [Mer om status arkivert.](#)

**Pressemelding**

Dato: 22.06.1999

**Miljøverndepartementet opprettholder strenge krav til gasskraftverk - åpner for ny vurdering senere**

Miljøverndepartementet har i dag stadfestet SFTs utslippstillatelse til gasskraftverkene på Kollsnes og Kårstø med følgende presisering og tilføyelse:

- Kravene til NOx-utslippene skal baseres på 12 måneders middelkonsentrasjon for å ta hensyn til variasjoner i utslippene.
- Utslippstillatelsen for CO2 gjelder fram til et kvotesystem blir iverksatt.
- Forurensningsmyndighetene er åpne for å foreta en ny vurdering av utslippskravene dersom Naturkraft i lys teknologiutviklingen forelegger SFT en begrunnet anmodning om en ny vurdering. Samtidig bør det fremlegges konkrete alternative tiltak til hvordan og hvor mye CO2- og NOx-utslippene fra gasskraftverkene kan reduseres. Det forventes at Naturkraft redegjør for hvordan de i mellomtiden aktivt har bidratt til teknologiutvikling bl.a. for separasjon og deponering av CO2.

- De planlagte gasskraftverkene vil vanskeliggjøre oppfyllelsen av våre forpliktelser i henhold til Kyoto-protokollen og den forventede nye NOx-forpliktelsen. NOx-utslippene vil dessuten komme i områder som allerede er utsatt for forurensning. Etter en samlet vurdering er jeg derfor kommet til at SFTs krav i forhold til CO2- og NOx-utslippene opprettholdes, med den lemping av NOx-kravene SFT går inn for, sier miljøvernminister Guro Fjellanger.

Siden den type teknologi som SFTs utslippskrav forutsetter, er under utvikling, samt at Naturkraft selv har utsatt investeringsbeslutningen med inntil 2 år, åpner miljøvernministeren for at det på et senere tidspunkt kan foretas en ny vurdering i lys av teknologiutviklingen. Utformingen av et nasjonalt kvotesystem og rammene for de fleksible mekanismene under Kyoto-protokollen vil da også være kommet lengre. Det forventes at Naturkraft i lys av teknologiutviklingen forelegger SFT konkrete forslag til

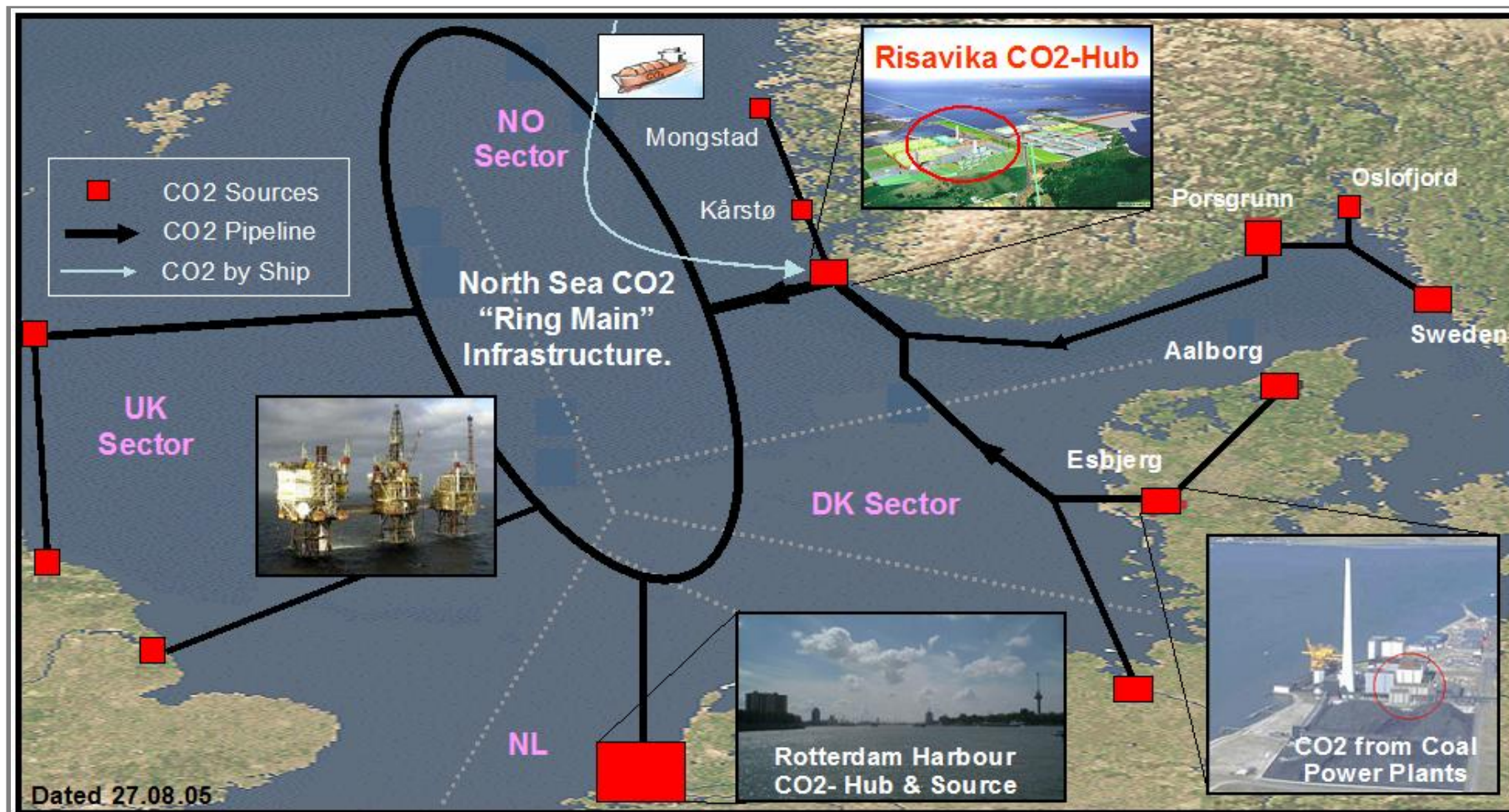
Done

start

21:53

# Krav om CO2-rensing i utslippstillatelsen til gasskraftverket på Kårstø i 1999

# Felles CO2 infrastruktur i Nordsjøen?



**Heidrun**

StatoilHydro  
Utslipp: 0,4 Mt CO2

**Åsgard**

StatoilHydro  
Utslipp: 1,0 Mt CO2

**Statfjord**

StatoilHydro  
Utslipp: 1,0 Mt CO2

**Snorre**

StatoilHydro  
Utslipp: 0,5 Mt CO2

**Gullfaks**

StatoilHydro  
Utslipp: 1,1 Mt CO2

**Troll II**

StatoilHydro  
Utslipp: 0,6 Mt CO2

**Oseberg/Oseberg Sør**

StatoilHydro  
Utslipp: 1,2 Mt CO2

**Alvheim**

StatoilHydro  
Utslipp: 0,3 Mt CO2

**Sleipner**

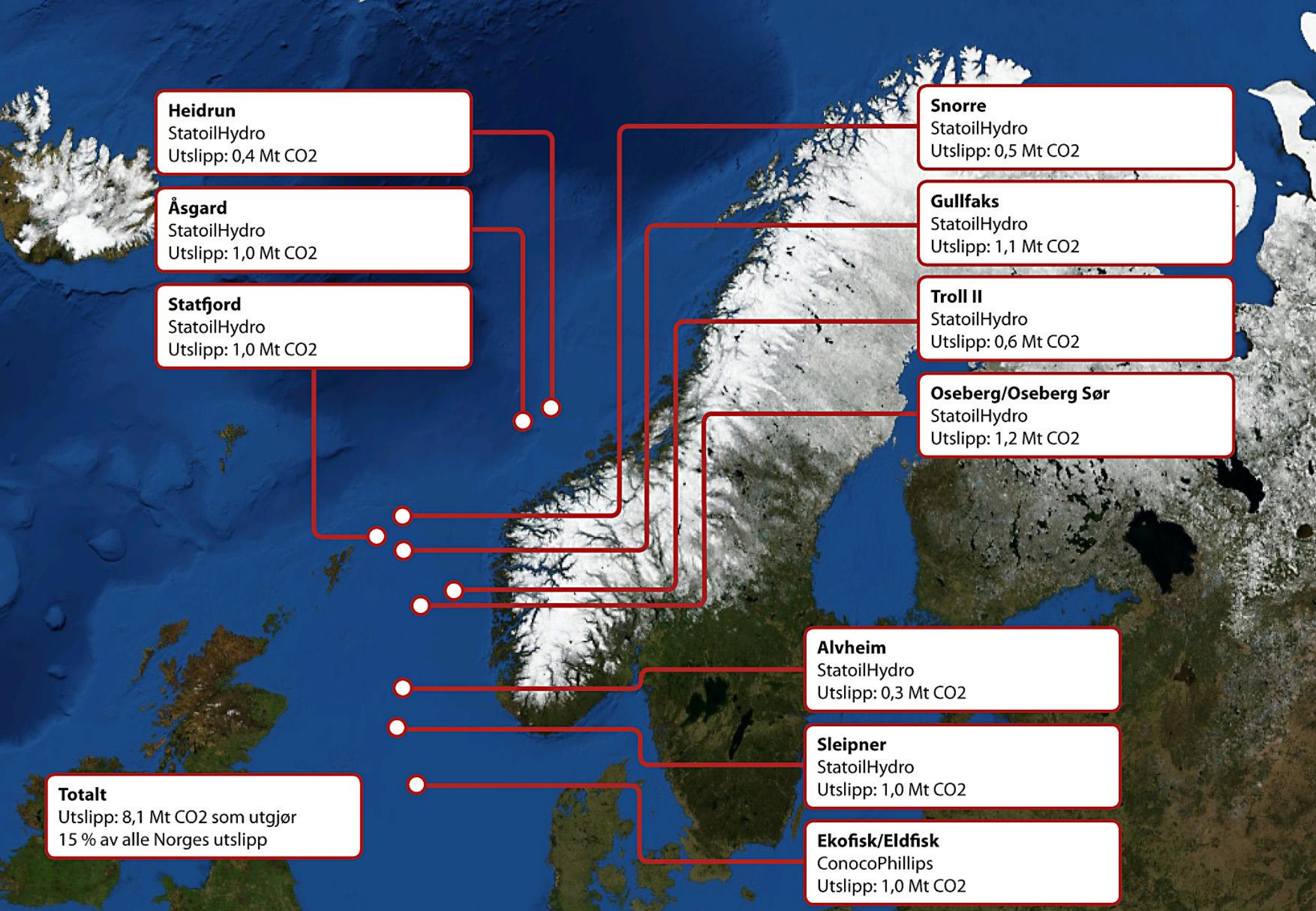
StatoilHydro  
Utslipp: 1,0 Mt CO2

**Ekofisk/Eldfisk**

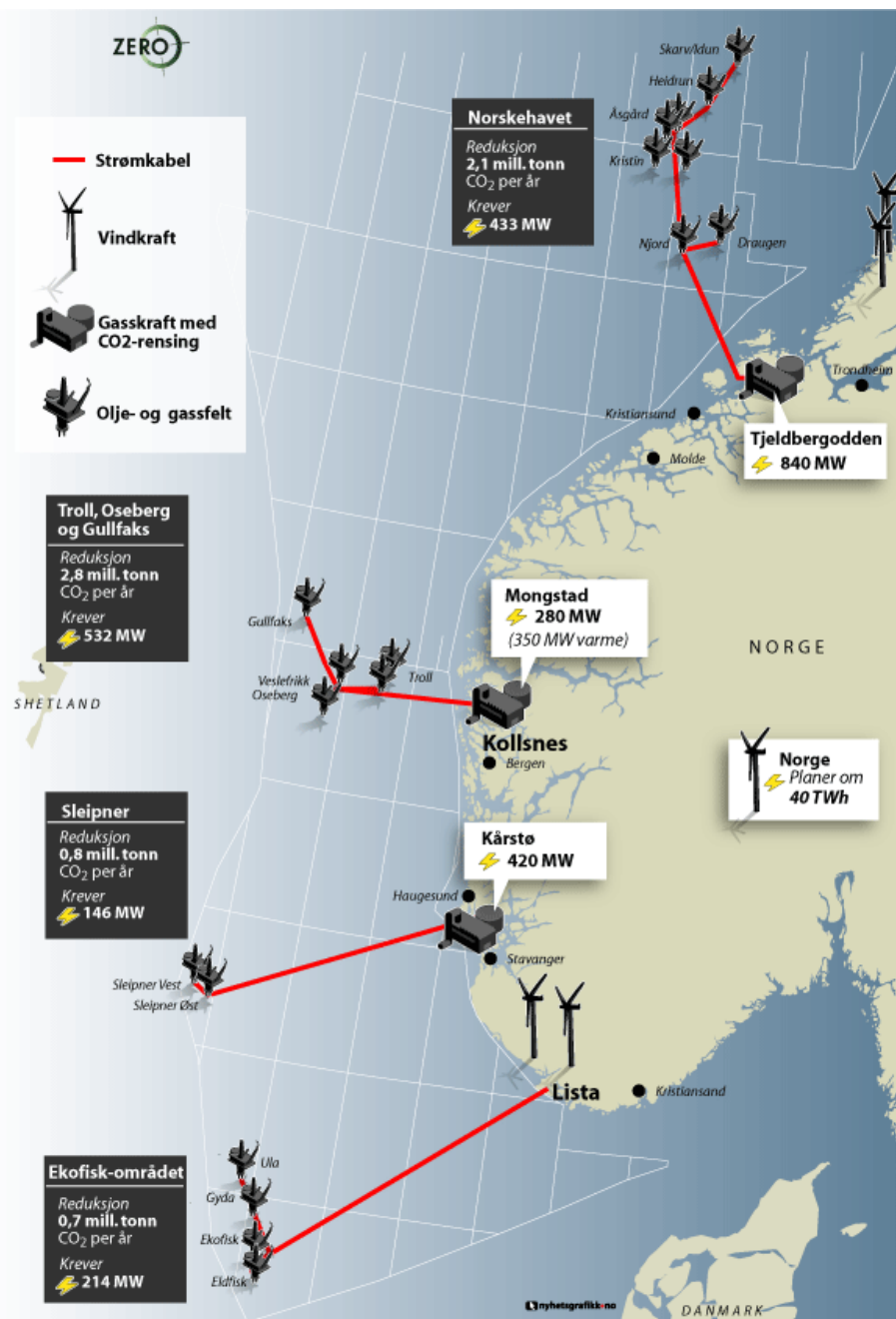
ConocoPhillips  
Utslipp: 1,0 Mt CO2

**Totalt**

Utslipp: 8,1 Mt CO2 som utgjør  
15 % av alle Norges utslipp

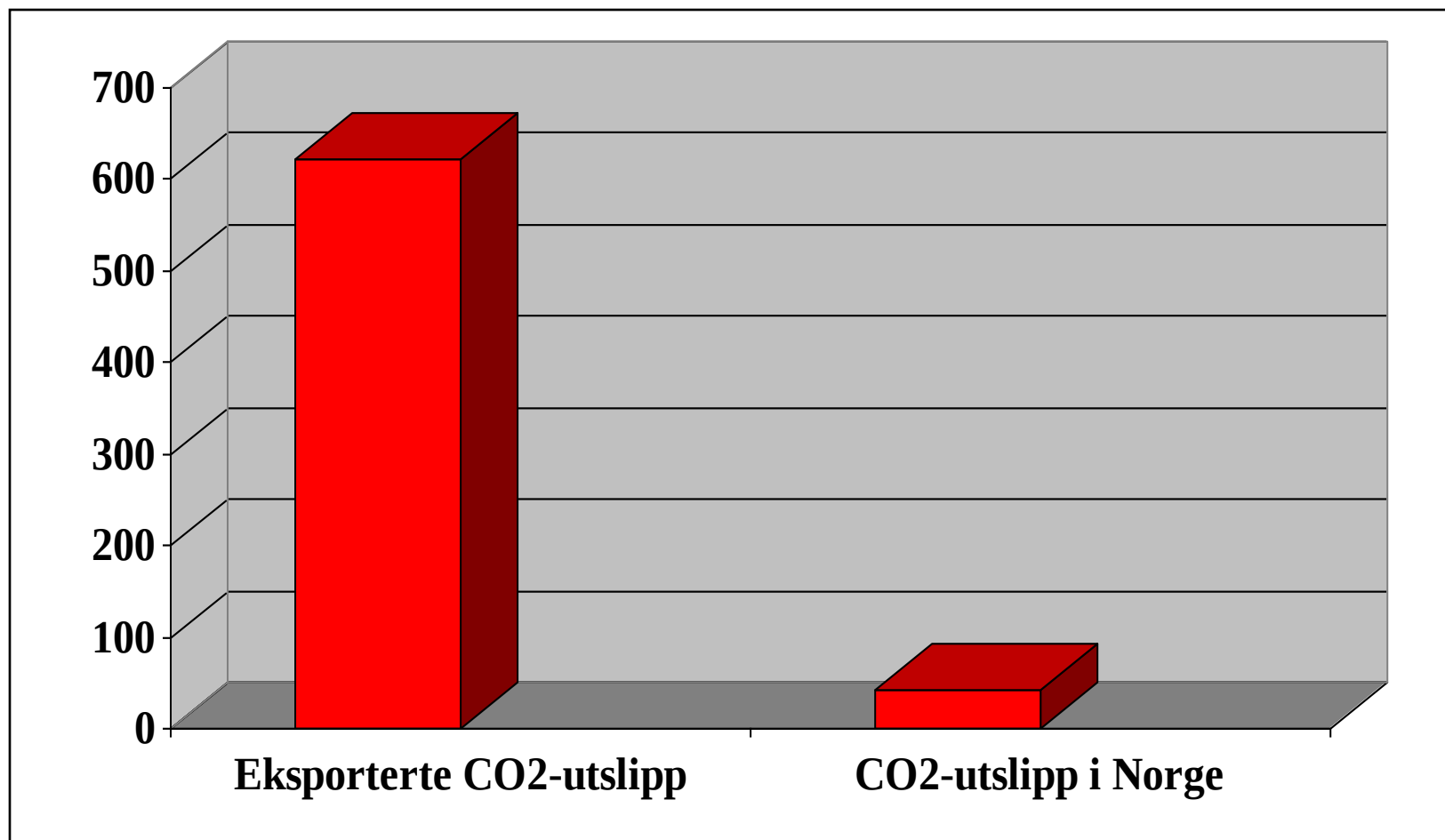


# Kraft- tak fra land



# Utslipp av norsk petroleumseksport

Millioner tonn CO2

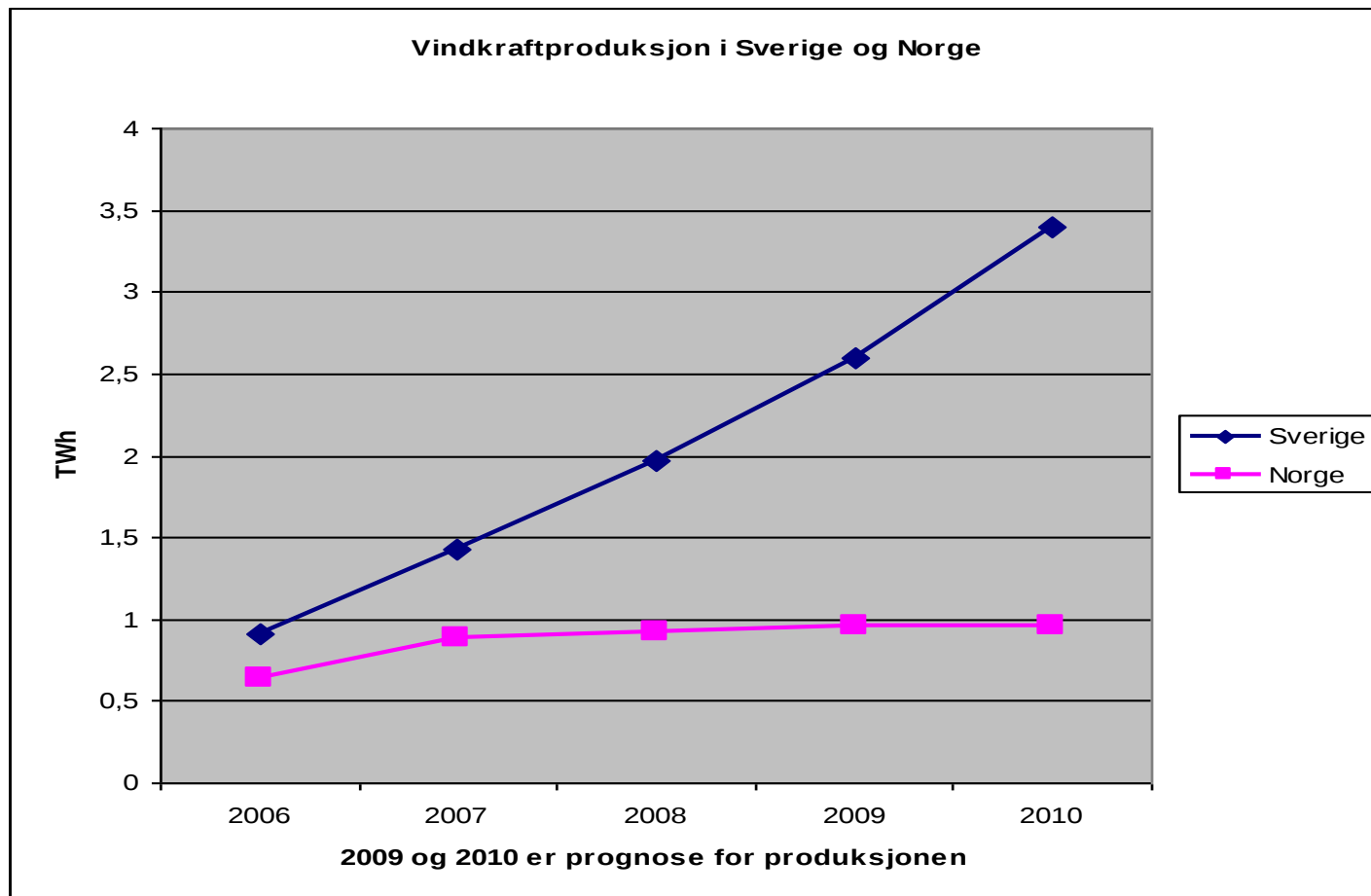


Kilde: SSB, 2004

# Det er et mangfold av løsninger for fornybar produksjon



# Vindkraftutbygging, Norge og Sverige



# På vei mot felles sertifikatsystem



- 27.Juni 08.: Felles forståelse om samarbeid for å få på plass felles sertifikatmarked:

*" Forutsatt at EU-direktivet blir vedtatt innen 1. april 2009, er det en ambisjon at de sentrale prinsippene for hvordan markedet skal utformes, og andre relevante spørsmål, skal være på plass senest 1.oktober 2009.*



- 7.sept. 09: Overenskomst om prinsipper for videre utvikling av et felles marked for elsertifikater.



# Historikk sertifikatsystem, Norge



- 2000: Stortinget ba regjeringen å vurdere sertifikatordning.
- Mars 2003. Stortinget ber Regjeringen "så raskt som mulig, og senest våren 2004, legge frem et konkret forslag til et pliktig norsk grønt sertifikatsystem for å fremme fornybar energi. Systemet skal fortrinnsvis tilpasses et felles norsk/svensk system og videre tilpasses et internasjonalt marked.*
- 2004: Utredninger NVE, Svenske energimyndigheter, m.fl. Lovforslag på høring, nov.2004-feb.2005
- Våren 2005. Enstemmig Storting slutter seg til prinsippet om opprettelse et felles norsk/svensk marked for grønne sertifikater med oppstart 1. januar 2007.
- Høsten 2005. Regjeringserklæring: "Regjeringen vil innføre et pliktig grønt sertifikatmarked for ny fornybar energi og mini- og mikrokraftverk"

# Historikk sertifikatsystem, Norge II



- 2005/2006. Samtaler (eller mangel på det...) Norge/Sverige førte ikke fram til felles sertifikatsystem.  
Svensk lovforslag til utvidelse til norsk-svensk sertifikatsystem i 2005:  
*"Utländska elcertifikat får kontoföras i elcertifikatregistret och elcertifikat får överföras till utländska register enligt de närmare föreskrifter som får meddelas av regeringen eller, efter regeringens bemyndigande, tillsynsmyndigheten."* (kap 3 §1).  
Tatt ut i lovendringen som ble vedtatt i Riksdagen våren 2006.
- Olje- og energiminister Enoksen og statsminister Stoltenberg lovte å lage en støtteordning som skulle være like god som et sertifikatsystem
- 2006/2007. Mislykket å forsøk på feed in-system. 8 øre/kWh ekstra for vindkraft. Vedtatt i stortinget år 2007, aldri innført.
- Høst 2007. Klimaforlik Stortinget: *"Partene er enige om at Norge skal gjenoppta drøftingene med Sverige om grønne sertifikater."*

## Tidsplan, overenkommelsen

- Umiddelbart etter september 2009
  - Arbeidsutvalg
  - Utredninger:
    - Kartlegge ressursgrunnlaget, for å få en balansert utvikling i markedet.
    - Utbygging og finansiering av sentralnettene i Norge og Sverige.
    - Framtidig elsertifikatmarked mellom flere land
- Juni 2010
  - NRAP (Handlingsplan for gjennomføring av fornybardirektivet) til EU kommisjonen for plan fram til 2020.
- Høst 2010
  - Endelige avklaringene for samarbeidet
  - Lovarbeid og registerutbedring
- Våren 2011/sent 2010. Lovvedtak Storting og Riksdagen
- 1. januar 2012. Mål om oppstart av felles elsertifikatmarkedet

# Hvorfor grønt sertifikatsystem



- Energiutbygginger krever langsiktige rammevilkår
- Rettighetsbasert system.
- Politikere bestemmer mengde ny fornybar energi. Markedet gir prisen for utbygging.
- Styringseffektivt virkemiddel. Lovpålagt plikt for energiselskap å sørge for økt andel ny fornybar energi.

# EUs fornybardirektiv



Elektrisitet



Varme og kjøling



Transport



$$\text{Fornybarandelen} = \frac{\text{Produksjon av fornybar el og forbruk av annen fornybar energi}}{\text{Forbruk av fornybar el og forbruk av annen fornybar energi} + \text{Forbruk av ikke-fornybar el og annen energi (fossil)}}$$

# Fornybardirektivet og Norge

-  Ved å følge direktivets beregningsmetode har Norge fornybarandel på ca 62 prosent (Point Carbon for EBL, 2008)
-  Øke fornybarandelen med 14,5 prosentpoeng
-  Dette betyr økning på 31,4 TWh fornybar energi

| 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 | 2017-2018 | 2019-2020 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 20 %      | 30 %      | 45 %      | 65 %      | 100 %     |
| 6,3       | 9,4       | 14,2      | 20,5      | 31,5      |

# 30 TWh innen 2020



## **Fornybar varme**

~12-14 TWh

Med Enova-støttenivå i 2007: ~8,5 TWh utbygd fornybar varme fra 2006-2020.



## **Drivstoff**

~ 20 TWh med 20% biodrivstoff i personbil og 100% for lastebiler, ferjer, busser m.m.

10 % biodrivstoff ~ 3-5 TWh

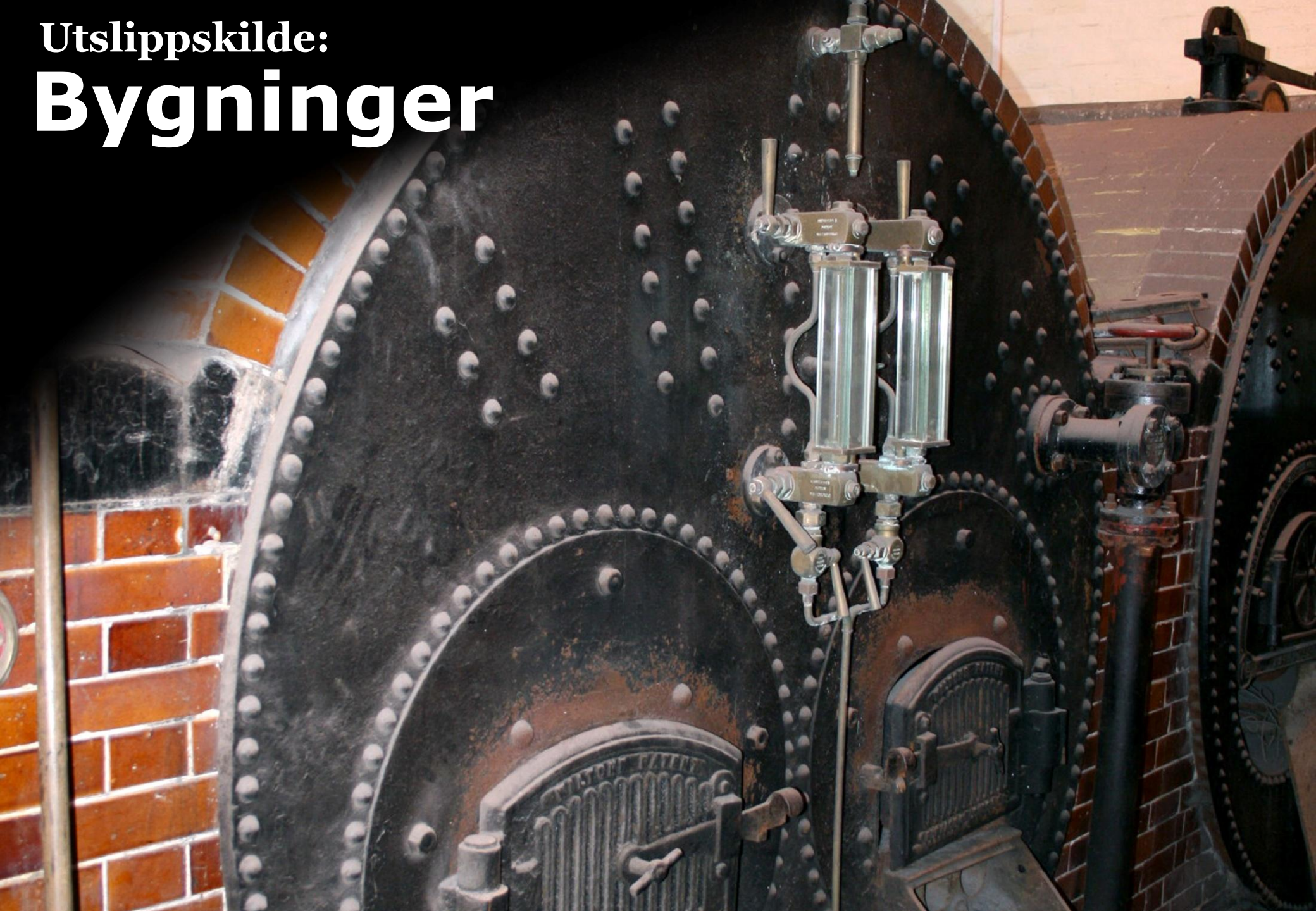


## **Fornybar kraft, ca 20 TWh**

Vindkraftplaner på mer enn 40 TWh

Vannkraft/småkraft ~10 TWh

# Utslippskilde: **Bygninger**



# Bygninger

Oppvarming av bygninger står for 1,6 millioner tonn utslipp av CO<sub>2</sub>. Dette utgjør 3 prosent av de totale klimagassutslippene i Norge. Da er utslipp fra produksjon av materialer til bygninger er ikke inkludert.

- 🎯 **Privatboliger      0,8 Mt CO<sub>2</sub>**
- 🎯 **Næringsbygg      0,8 Mt CO<sub>2</sub>**
- 🎯 **Fyring med fossil olje utgjør hovedtyngden.**
- 🎯 **Fyring med fossil gass er voksende.**

# Klimavennlig oppvarming: Fast biobrensel, jordvarme, varmepumper med mer



# Rapporten "Fra fossil fyringsolje til biofyringsolje"

- Ble skrevet i 2007 med støtte fra flere fjernvarmeselskap
- Er nå mye brukt blant aktører innen oljefyring og fjernvarmesektoren.
- Har ført til opprettelsen av minst to nye konverteringsselskap for biofyringsolje
- Viste at det var mulig å konvertere eksisterende anlegg
- Førte til at SFT anbefalte bruk av biofyringsolje i industrien

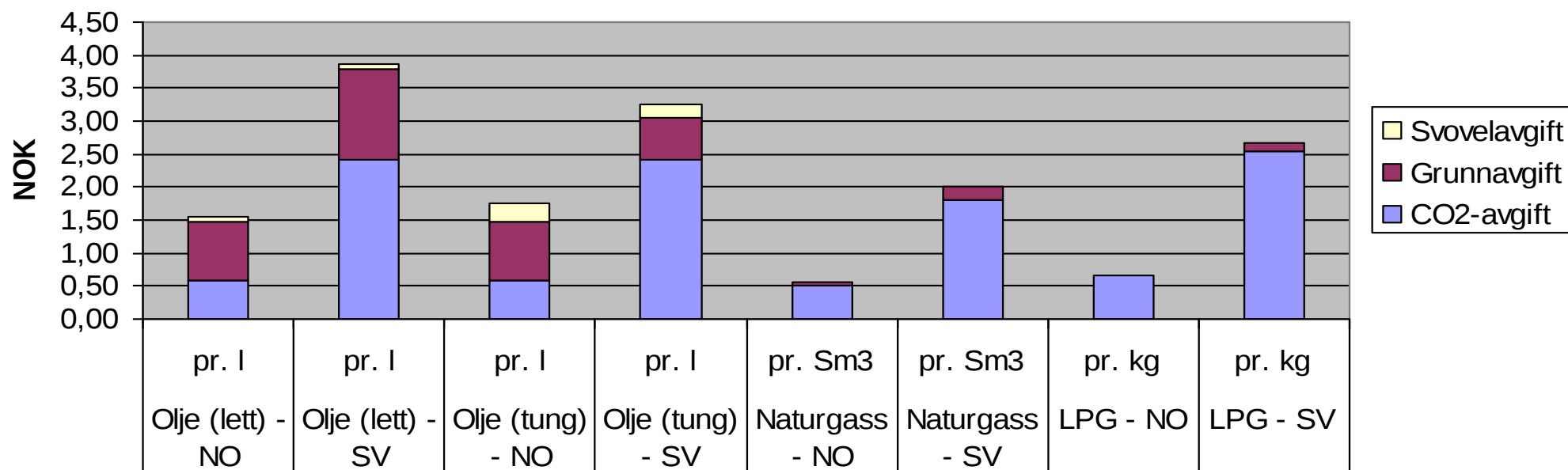


# Fossil varme i sykehussektoren



Offentlige bygg bør gå foran og bruke fornybar varme, men: 60 prosent av sykehusene bruker fossil energi i kombinasjon med el

## Avgiftsnivå på oppvarming Norge og Sverige



# Hvordan få utslippsfri energi inn i transportsektoren



# Drivstoff-løsningene



Biomasse

Sol, vind,  
bølger, m.m.

Avkarbonisering  
av fossil energi  
(CO<sub>2</sub>-fjerning)

Produksjon

Bruk



Bruk av  
biomasse  
direkte  
(biodrivstoff)

Bruk av nøytrale, utslippsfrie  
energibærere: hydrogen og  
elektrisitet (batterier)

# Batterier



- Vindkraftparken på Smøla kan produsere nok strøm til nesten 300 000 elbiler
- Elbiler bruker 80-90 % av energien som tilføres
- Elbil med aggregat: En elbil som kan lades på vanlig måte, men som også har en forbrenningsmotor som kan lade batteriene.
- Plugg inn-hybrid: En bil som har to motorer, både en elmotor og en forbrenningsmotor, der begge motorene brukes til framdrift.



# Hydrogen



- Hydrogen er en energibærer, ingen energikilde
- Produksjon av hydrogen:
  - Elektrolyse – spalting av vann
  - Reformering av metangass (hvis fossilgass må CO<sub>2</sub>-utslippene deponeres)
  - Biprodukt fra industri
- Vi har i dag fire hydrogenstasjoner i Norge, og planer om fire til





**Verdens produksjon av biodrivstoff 2007**

# Brasil

🎯 I Brasil dekkes 50 % av drivstofforbruket av biodrivstoff (Weidenmeier et al. 2008)

🎯 3 millioner hektar benyttes til produksjon av etanol. 292 millioner hektar benyttes til andre jordbruksformål (Ministry of mines and energy, Brasil 2007).

🎯 Brasil areal er 851 millioner hektar



# Drivstoffavgifter i Sverige vs Norge

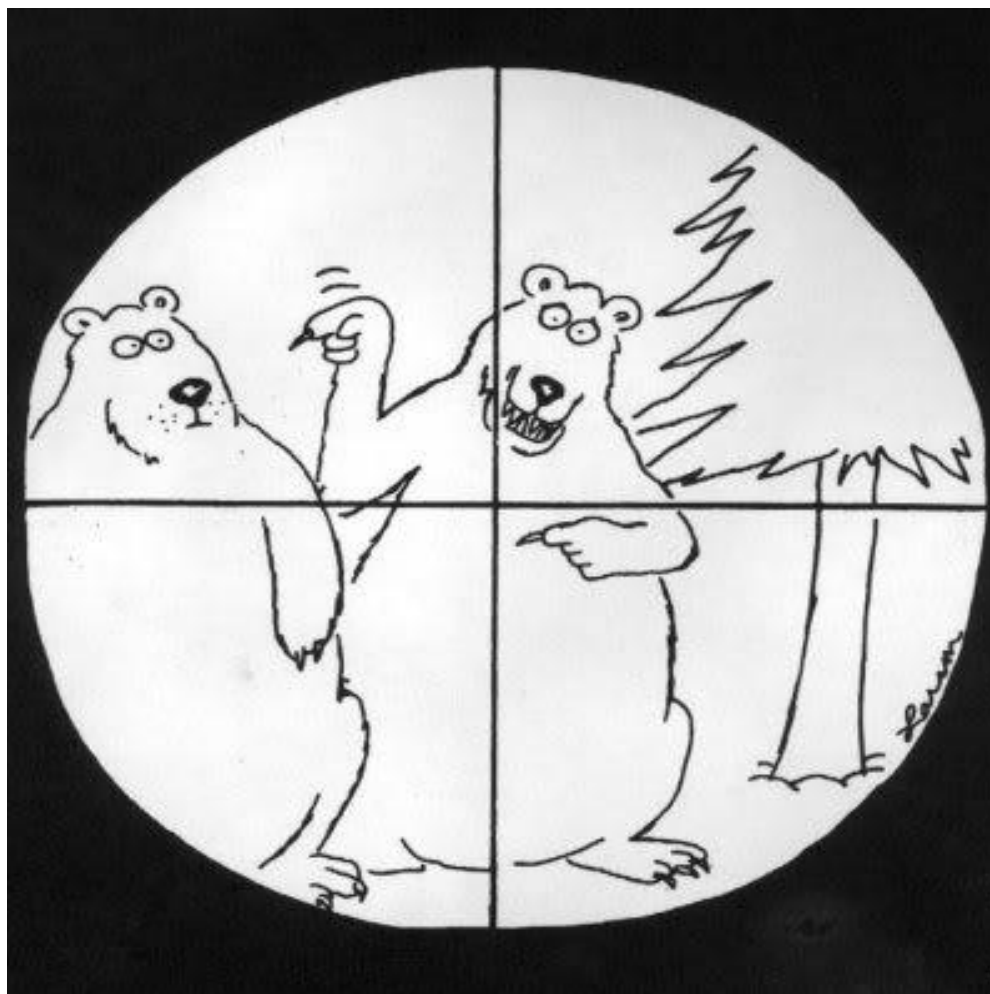
| Norge         | Bensin | Diesel |
|---------------|--------|--------|
| NOK           | pr. l  | pr.l   |
| CO2-avgift    | 0,86   | 0,58   |
| Vegavgift     | 4,54   | 3,56   |
| Totalt avgift | 5,40   | 4,14   |

| Sverige       | Bensin | Diesel |
|---------------|--------|--------|
| NOK           | pr. l  | pr.l   |
| CO2-avgift    | 1,95   | 2,48   |
| Vegavgift     | 2,45   | 1,06   |
| Totalt avgift | 4,40   | 3,54   |

# Klimavennlige drivstoff – hva må gjøres?

|                     | Produksjon                                                                                                                                                                                    | Infrastruktur                                                                            | Kjøretøy                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Biodrivstoff</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Produksjonsanlegg med trevirke, tare m.m. som råstoff</li><li>• Biogassanlegg</li></ul>                                                               | <p>Økt omsetningspåbud</p> <p>Pumpepåbud?</p> <p>Økt CO2-avgift på fossilt</p>           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bilene må være billigere enn tilsvarende fossilbiler</li><li>• Redusert engangsavgift for flexifuelbiler</li></ul>                         |
| <b>Hydrogen</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Hydrogen produsert på store anlegg med CO2-håndtering</li><li>• Hydrogen produsert onsite med elektrolysør og fornybar energi eller biogass</li></ul> | <p>Støtte til utbygging av hydrogenstasjoner fra Transnova. Trengs flere virkemidler</p> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bilene er teknisk klare, men fortsatt dyre pga foreløpig små produksjonsvolum</li><li>• Trenger høy betalingsvillighet i starten</li></ul> |
| <b>Batterier</b>    | <p>Fornybar strøm</p>                                                                                                                                                                         | <p>Støtte til utbygging av ladestasjoner fra Transnova</p>                               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bilene er dyre pga dyre batterier og foreløpig små produksjonsvolum</li><li>• Offentlige må gå foran</li></ul>                             |

## Norsk klimadebatt – fram til Klimakur?





## KlimaKur2020



KlimaKur2020 er en oppfølging av klimaforliket, som viser hvordan man skal kunne kutte 15-17 millioner tonn CO2 innen 2020.

Totalt antall CO2-reduksjoner: 22 millioner tonn.

KlimaKur skal følges opp gjennom en ny klimamelding som er ventet våren 2011.

Spesielt viktig for ZERO:



Selv om alle tiltakene i KlimaKur gjennomføres, vil man fortsatt ikke klare å kutte 40% innen 2020 som er IPCCs anbefaling for togradersmålet



Skal utvikle gjennomførbare teknologiløsninger for klimautslippene i Norge som muliggjør et utslippskutt på minimum 90 prosent



Vi kan ikke vente til 2011 før man igangsetter klimatiltakene som er beskrevet i KlimaKur. Vi er allerede for sent ute, og flere av tiltakene tar lang tid å gjennomføre.