

Resultater fra workshopen

Hvordan kan Norden bli et klimavennlig samfunn?

**Afholdt 25. januar 2007 på Aker Brygge i Oslo
Arrangeret af Klimagruppen under Nordisk Ministerråd**

Opsummering udarbejdet af Ea Energianalyse

Forord

Den nordiske land har satt ambisiøse mål for å redusere klimagassutslippet på lang sikt.

Nordiske ministerråds Klimagruppe gjennomførte en studie i 2006- 2007 som vurderte mulighetene for å redusere utslippene for de nordiske land i 2050 med 60-80 prosent sammenlignet med utviklingen i et basisalternativ. De marginale reduksjonskostnadene er også estimert for 2020 og 2050. Rapporten er publisert i TemaNord 2007:535 : "Climate 2050. The road to 60-80 percent reductions in the emissions of greenhouse gases in the Nordic countries." (Se: <http://www.norden.org/pub/sk/showpub.asp?pubnr=2007:535>).

Klimagruppen hadde i januar 2007 også en Workshop i Oslo om temaet. Dette notatet gir en oppsummering av de rapportene som ble presentert på Workshopen. Notatet er utarbeidet av Ea Energianalyse a/s. Konklusjonene fra studiene gir at omkostningene ved å gjennomføre markante reduksjoner i klimagassutslippene er relativt små for de nordiske landene.

Klimagruppen vil utstrekke at langsikte framskrivninger er beheftet med stor usikkerhet både når det gjelder mulighetene for å redusere klimagassutslippene i Norden og hva kostnadene kan bli. Reduksjonskostnadene i Norden er blant annet avhengig av hva andre land gjør. En ambisiøs internasjonal klimaavtale vil kunne stimulere teknologiutviklingen og påvirke reduksjonskostnadene for Norden i en positiv retning, mens det motsatt kan bety at produksjonen i Norden flyttes til land med mindre strenge utslippskrav noe som kan øke kostnadene for de nordiske landene. Beregningsmodellen som nyttes gir også et forenklet bilde av virkeligheten. Tilpasningene i modellene vil ikke nødvendigvis fange opp kostnadene ved å gå over til karbon nøytrale økonomier i Norden på lang sikt da dette er en kraftig endring i utslippene i forhold til hva de nordiske landene har hatt fram til i dag. Internasjonale og nasjonale konjunkturbevegelser kan også få stor betydning for kostnadene ved å redusere klimagassutslippene, men er svært vanskelig å forutse.

Oslo november 2007

Jon Dahl Engebretsen
Formann i den nordiske klimagruppen

Indholdsfortegnelse

FORORD	2
1 KONKLUSIONER	4
2 INDLEDNING	6
3 NORDEN SOM LAVUDSLIPSOMRÅDE FOR KLIMAGASSER	7
4 DRIVHUSGASREDUKTIONSSTUDIER.....	10
5 KORT OM DRIVHUSGASREDUKTIONSSTUDIERNE.....	17
BILAG: WORKSHOP PROGRAM.....	19

1 Konklusioner

Dette notat sammenfatter resultater og konklusioner fra en række nylige studier af, hvordan de enkelte nordiske lande og Norden kan reducere udledningen af drivhusgasser. Studierne blev præsenteret på en nordisk workshop i Oslo den 25. januar 2007 arrangeret af Klimagruppen under Nordisk Ministerråd.

De nordiske studier af klimagasreduktioner konkluderer:

- 1) at det er teknisk muligt at reducere emissionerne betydeligt (> 50 pct.) frem mod 2050
- 2) at dette langt hen ad vejen kan ske ved brug af kendte teknologier
- 3) at dette kan gøres med relativt beskedne samlede omkostninger (< 1 pct. BNP).

Dette forudsætter blandt andet, at klimavenlige teknologier systematisk vælges ved nyinvesteringer, og at den igangværende indsats på klimaområdet fortsættes og videreudbygges allerede nu. Ved at koordinere og systematisere indsatsen på tværs af de nordiske lande vil der yderligere kunne høstes økonomiske og miljømæssige synergier. Mange af indsatsområderne vil være fælles, og derfor kan der fx være perspektiver i at koordinere forsknings-, udviklings- og demonstrationsaktiviteter.

En omstilling til et "lavudslip Norden" behøver ikke at betyde, at vi skal gå på kompromis med vores nuværende høje energitjenesteniveau. Nøglen til at opnå de nødvendige reduktioner ligger i at effektivisere anvendelsen af energien og omstille til fornybare energikilder. Det vil stille krav til den enkelte og til samfundet, men de nordiske scenarier viser, at det teknisk og økonomisk kan lade sig gøre, hvis vi vil.

Sammenlignet med andre regioner i Europa har Norden store vedvarende energiressourcer i forhold til indbyggertallet. Der er et stort potentiale for vandkraft, som i dag dækker ca. 50 pct. af elforbruget, store vindkraftressourcer særligt langs Atlanterhavskysten og betydelige mængder biomasse i form af træ samt halm og biogas. Der er desuden store systemmæssige perspektiver i at lade de fluktuerende energikilder som vind og vandkraft spille sammen i et intelligent energisystem.

På en lang række punkter er det de samme virkemidler, der foreslås taget i brug i de nordiske scenarier for at reducere vores udledning af drivhusgasser. Vi skal:

- reducere varmeforbruget i vores boliger, blandt andet ved efterisolering af eksisterende byggeri og ved løbende at skærpe energikravene til nybyggeri og større renoveringer

- effektivisere anvendelsen af el og øvrig energi hos forbrugerne og i industrien, blandt andet ved løbende at skærpe energikravene til udstyr og apparater
- øge anvendelsen af biomasse til opvarmning, fx via biopillefyr, og erstatte elvarme og oliefyr med varmepumper eller fjernvarme fra kraftvarmeanlæg
- øge anvendelsen af vedvarende energi i energisystemerne, både i form af biomasse, vindkraft og vandkraft – og på sigt bølgekraft, solenergi og geotermi
- sikre, at bilerne kører markant længere på literen
- på kort sigt øge anvendelsen af biobrændstoffer til transport, indtil nye el- eller brintdrevne teknologier er konkurrencedygtige
- øge indsatsen inden for forskning, udvikling og demonstration af nye energiteknologier som plug-in-hybridbiler, brændselscellebiler, solceller og bølgekraft
- udvikle et intelligent energisystem, hvor forbrug og produktion spiller sammen og tillader indpasning af fluktuerende energikilder som vindkraft, vandkraft og på sigt solceller og bølgekraft.

I Norge vurderes teknologier til udskillelse og lagring af CO₂ desuden at være centrale for at opfylde målsætningerne for drivhusgas, og i Sverige og Finland kan kernekraft fortsat komme til at spille en vis rolle.

2 Indledning

Dette notat sammenfatter resultater og konklusioner fra en nordisk workshop om drivhusgasreduktionsscenarier arrangeret af Klimagruppen under Nordisk Ministerråd og afholdt i Oslo den 25. januar 2007 (se dagsorden i Bilag).

På workshopen præsenterede en række nylige studier af, hvordan de enkelte nordiske lande og Norden som helhed kan reducere udledningen af drivhusgasser:

Studier	Område	Udførende organisation
Klima 2050 – Veien til 50-80 procent reduksjon av klimagassutslippet i Norden fram til 2050	Norden	COWI/Profu for Klimagruppen
A Viable Energy Strategy for the Nordic Countries 2006 - 2030	Norden	ECO Consult for Greenpeace
Danske scenarier for reduktion af drivhusgasser for 2020 and 2050	Danmark	Ea Energianalyse og Risø for Miljøstyrelsen
Long-Term emission reduction studies in Finland: 50 % reduction scenario	Finland	VTT, Technical Research Centre of Finland, for ministeriet for handel og industri
Norge: Beregninger for Lavutslippsutvalget	Norge	Lavudslipps-udvalget for Miljøværndepartementet
Energiframsyn-långsiktiga perspektiv på det svenska energisystemet - Scenariet: Klimatet i fokus	Sverige	Panelen för långsiktigsframsyn under Kungliga Ingenjörvetenskapsakademien, IVA

Desuden redegjorde Torstein Bye, forskningschef fra Statistisk Sentralbyrå i Norge, for omkostningerne ved at reducere drivhusgasser på baggrund internationale og nationale studier, samt udfordringerne forbundet ved at gennemføre de rigtige tiltag. Herunder gav han en oversigt over målsætninger og emissioner i de nordiske lande.

Nogle af studierne har fokuseret på at dokumentere omkostningerne ved at foretage betydelige reduktioner af drivhusgasserne, mens andre har set på, hvilke virkemidler, tiltag og systemændringer der er nødvendige for at nå reduktionsmålene.

I afsnit 3 gives et resume af Torstein Byes præsentation af "Norden som lavudslippsområde for klimagasser: Teknisk og økonomisk enkelt, men likevel vanskelig". I afsnit 4 redegøres for resultaterne af drivhusgasreduktionsstudier-

ne, som er kort beskrevet i afsnit 5. Af vedlagte bilag fremgår workshoppens dagsorden.

3 Norden som lavudslipsområde for klimagasser

Torstein Bye nævnte indledningsvist, at den naturvidenskabelige forskning gennem de sidste 20-25 år gradvist har gjort det klarere, at klimaproblemet er alvorligt, og at det er nødvendigt at handle. I dag taler man om, at det på længere sigt er nødvendigt at reducere de globale drivhusgasemissioner med 50-80 % for at undgå alvorlige klimaændringer.

Dette skal ses i lyset af, at den økonomiske vækst frem mod 2050 ifølge IEA vil bidrage til at de globale udslip øges med 2,4 gange, hvis der ikke gennemføres yderligere politiske tiltag.

Skadesomkostninger:
5-20 % af BNP

Stern-rapporten fra efteråret 2006 viser, at den globale økonomiske vækst bliver væsentlig mindre med alvorlige klimaændringer end uden. Verdens bruttonationalprodukt (BNP) forventes at blive reduceret med mindst 5 % - og eventuelt op til 20 %, hvis man indregner en række elementer, som vanskeligt lader sig værdisætte fx omkostningerne ved øget migration, værdien af naturoplevelser og æstetik.

Omkostningerne vil imidlertid fordele sig skævt på tværs af lande og kontinenter og forventes at blive særligt høje i Afrika og Asien, mens der ligefrem kan være gevinster i Norden og andre nordligt liggende områder ved begrænsede temperaturstigninger op til 3 grader.

Manglende incitamenter

Dette indebærer en enorm udfordring for mulighederne for at reducere drivhusgasserne globalt, fordi mange af de lande, der har de største økonomiske potentialer for at iværksætte tiltag til at reducere drivhusgasser, altså I-landene, får de mindste gevinster ved udslipsreduktioner, måske endda tab. Ifølge Bye kan nogen lande faktisk få det bedre med klimaændringer.

... og muligheder

Omvendt forholder det sig i mange jordens fattigste lande. Her bliver konsekvenserne af klimaændringerne alvorlige, men man har ikke de økonomiske resurser til at foretage investeringer i CO₂-reducerende tiltag. I fattige lande er tidspræferencen desuden høj, dvs. at forbrug i dag værdisættes højere end forbrug i morgen. De fattige lande har derfor ikke råd til at tage hensyn til, at forbrug i morgen reduceres af klimaudledninger i dag. Derfor får klimatiltag lav prioritet.

Reduktions-
omkostninger:
0,5-1 %

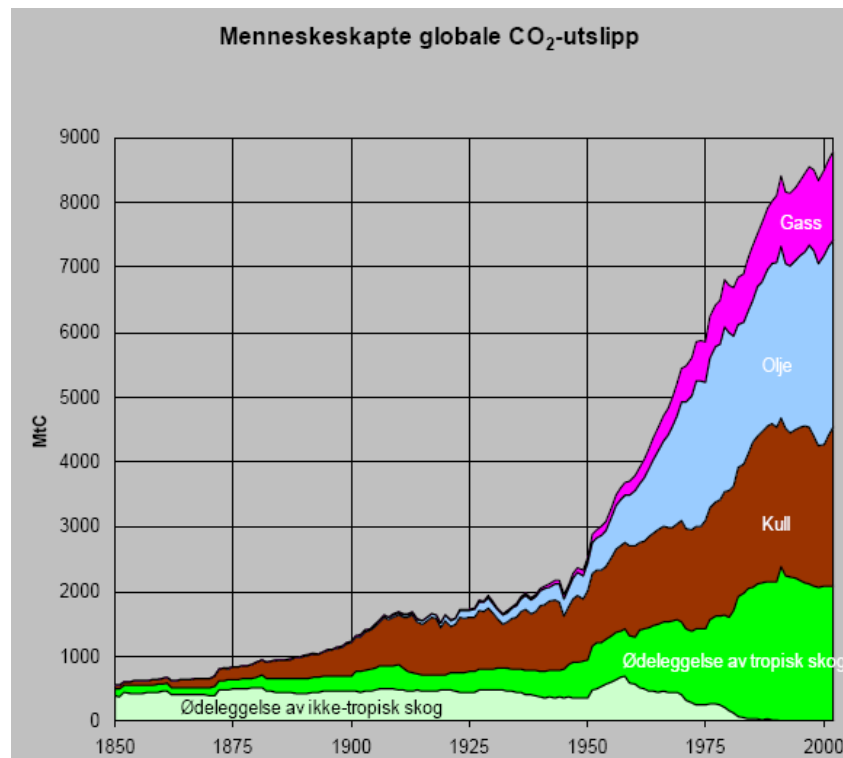
Studier foretaget op i gennem 1990'erne viste at omkostningerne ved at halvere verdens drivhusgasemissioner er 0,5 – 2,5 % af BNP. Udvikling af bedre analysemodeller gennem de senere år har imidlertid vist, at omkostningerne formentligt er lavere end det, nemlig 0,5-1 %. De nye modeller giver en bedre beskrivelse af økonomien og heterogeniteten af teknologiske muligheder og dermed en bedre beskrivelse af fleksibiliteten i økonomi og energisystemer. På grund af den økonomiske vækst i samfundet svarer det til, at vi, i stedet for at nå et givet økonomisk velfærdsniveau i 2050, når det et halvt år senere.

Nogle studier viser endda, at indtægter fra CO₂-afgifter eller salg af omsættelige CO₂-kvoter kan give betydelige indtægter til det offentlige, som kan benyttes til at reducere andre forvridende skatter, som giver effektivitetstab i økonomien. Derved kan man få både en økonomisk og en miljømæssig gevinst.

Omvendt kan der ifølge Bye være stor forskel mellem de teoretisk beregnede omkostninger ved "best policy" udformning og de faktiske omkostninger, som fremkommer, når alle hensyn er varetaget i den praktiske udformning af politikken. Særligt fordelingsmæssige spørgsmål, for eksempel hensynet til erhverv der udsat for international konkurrence, kan betyde, at man ikke vælger de mest omkostningseffektive virkemidler. Fordelingseffekter gives stor betydning ved udformning af klimapolitik, og ifølge Bye øger det omkostningerne dramatisk og gør gennemførelsen af klimatiltag vanskeligere.

Vælg de billigste tiltag

Bye påpegede det problematiske i, at politikerne ofte fravælger de billigste reduktionstiltag på globalt plan ud fra en misforstået retfærdighedstankegang. Ifølge Bye vil man ofte kunne finde de billigste tiltag i udviklingslandene. Disse lande har den højeste økonomiske vækst, og de største investeringer i teknologi kommer derfor i ulandene fremover. I den forbindelse er det vigtigt at vælge de rigtige teknologier, så man ikke er bundet til forurenende teknologi mange år fremover. Dette har de ikke økonomi til, og derfor vælger de gammel og billigere teknologi, som forurener meget. Ifølge Bye bør i-landene støtte ulandene således, at de anvender den bedst tilgængelige teknologi, og eventuelt også støtte udviklingen af ny teknologi i ulandene.



Figur 1: Globale historiske CO₂-kilder (fra Torstein Bye's præsentation)

Et annet eksempel på et billigt tiltag i utlandet er emissionerne fra afskovning af tropisk regnskov. Udslippet af drivhusgasser herfra svarer til ca. 25 % af de samlede menneskeskabte klimagasser (se figur 1). Ifølge Stern-rapporten er omkostningerne ved at undgå disse emissioner relativt små – i de fleste tilfælde under 5 \$ per ton.

Til sammenligning er dagens pris for EU-kvoter i Kyotoperioden, 2008-2012, cirka 30\$ per ton. Vi kan altså få 6 gange flere udslipsreduktioner ved at satse på bevaring af regnskov. Dette illustrerer ifølge Bye, at omkostningerne kan blive øget dramatisk, hvis vi gennemfører de forkerte tiltag.

Bye nævnte afslutningsvist, at en af løsningerne på at indfri de billigste potentialer er at udnytte systemet for omsættelige internationale kvoter, således at investeringerne finder derhen, hvor de gør mest gavn. Da kvotemarkedet ikke ikke omfatter alle udslip, bør der desuden etableres en fond til at finansiere tiltag udenfor Kyoto-forpligtelserne. På længere sigt bør alle lande omfattes af kvotemarkedet, men fondstankegangen kan være nødvendig for at få udviklingslandene med i fremtidige protokoller.

4 Drivhusgasreduktionsstudier

I dette afsnit redegøres for de drivhusgasreduktionsstudier, der blev præsenteret på workshoppen 25. januar 2007. Fokus er på, hvilke virkemidler der foreslås anvendt i de enkelte lande og på at identificere eventuelle synergieffekter og samarbejdsmuligheder på tværs af landene.

Omkostninger

Omkostningerne ved at reducere udledningen af drivhusgasser er ikke opgjort i alle de analyserede studier, men de studier, som indeholder økonomiske analyser, viser, at konsekvenserne for de nordiske økonomier kan være relativt begrænsede.

Opgjort i forhold til landenes bruttonationalprodukt vurderes omkostningerne i studierne at være omkring eller mindre end 1 pct. Med en forventet årlig BNP-vækst i de nordiske lande på ca. 2 pct. svarer det til at udskyde den økonomiske udvikling med mindre end et år - altså, at vi i 2050 får en økonomi som i 2049.

Det er generelt for scenarierne for reduktion af drivhusgasser, at de reducerer brændselsomkostningerne, men øger investeringerne. De samlede omkostninger er derfor afhængige af, hvilke brændselspriser der er anvendt i beregningerne. Disse varierer fra studie til studie. I COWI/Profus nordiske studie er der eksempelvis anvendt en oliepris på 92 \$/tønne i 2050, mens der i Ea Energi-analyse/Risø-studiet forudsættes en pris på 60 \$/tønne. Hvis priserne på fossile brændsler bliver meget høje i fremtiden, kan der være positiv økonomi i scenarierne for reduktion af drivhusgasser – selv uden særlig værdisætning af CO₂.

I forbindelse med COWI/Profu-studiet er der foretaget en litteraturgennemgang af internationale nøglestudier af omkostningerne ved at reducere drivhusgasser. Disse studier gir også at omkostninger ved at gennemføre markante reduktioner i udledningen af drivhusgasser formentligt vil være omkring eller under 1 pct. af bruttonationalproduktet (jf. også Torstein Byes indlæg præsenteret i foregående afsnit).

Det skal bemærkes, at de fremtidige omkostninger ved at unnlade en omfattende effektivisering af energisystemerne og derved opnå en kraftig formindskelse af forbruget af fossile brændsler og af CO₂-udslippet ikke opgøres.

Virkemidler

Vindkraft

I alle de nordiske lande forventes vindkraft at spille en betydelig rolle i fremtidens elforsyning. Hvor meget vindkraftkapaciteten øges varierer fra studie til

studie, men i alle studierne øges kapacitet og produktion betydeligt i forhold til i dag. I det tværnordiske studie udarbejdet af COWI/Profu er der regnet med samlet 60 TWh vindkraft i 2050 - svarende til omtrent 24.000 MW vindmøller, hvis de primært placeres på land. I Greenpeaces nordiske studie er der regnet med en stigning i vindkraftproduktionen i Norden til 31.000 MW i 2030. Vindkraftproduktionen antages fordelt nogenlunde ligeligt mellem de nordiske lande (godt 9.000 MW i både Sverige og Danmark, 7.500 MW i Finland og 5.000 MW i Norge). Til sammenligning er vindkraftproduktionen i Norden i dag på ca. 4.000 MW, hvoraf hovedparten er placeret i Danmark.

Behov for koordinering på tværs af lande

Storskala-indpasning af vindkraft i det nordiske elsystem vil styrke behovet for koordinering på tværs af landene – særligt hvis en stor del af udbygningen kommer til at ske i form af havmøller. En række potentielle havmølleområder i Norden grænser op til flere lande – det gælder eksempelvis Kriegers Flak i Østersøen, samt områder i Nordsøen og i Kattegat – og en koordinering på tværs af landegrænser vil formentlig kunne skabe synergier, jf. EU-Kommis-sionens forslag i energihandlingsplanen fra den 10. januar 2007 om fælles EU-projekter om havinfrastruktur. Tilsvarende kan der være behov for at justere på det nordiske markedsdesign og systemdrift for at den fluktuerende vindenergi i det nordiske system udnyttes optimalt.

Udnyt offshore kompetencer

I forhold til teknologiudvikling og nye møllekonceper kan der ligeledes peges på synergieffekter på tværs af landene. Eksempelvis ser det norske Lavslip-sudvalg store perspektiver i udbygning med vindkraft på dybt vand, blandt andet fordi land- og kystplacerede vindmøller vurderes at have en ”synlig negativ miljøbelastning”. De norske kompetencer inden for offshore-teknologi er betydelige, og flere norske virksomheder arbejder med at udvikle teknologier til placering af vindmøller på dybt hav – evt. til forsyning af olie-/gasplatformene i Nordsøen. Kombineret med de øvrige nordiske landes kompetencer inden for vindmølle-teknologi enten som fabrikanter – særligt i Danmark – eller som underleverandører af teknologi kan der være betydelige perspektiver i at udvikle nordisk teknologi med henblik på eksport til tredjelande.

Biomasse til opvarmning

Anvendelse af biomasse til opvarmning af husholdninger og til procesformål i industrien indgår som et væsentligt virkemiddel i alle de analyserede scenarier som erstatning for olie og eventuelt gas. En vis forøgelse af biomasseanvendelsen kan ske uden ekstra investeringer, men i mange tilfælde vil det være nødvendigt at investere i nyt udstyr – fx træpillefyr. I den forbindelse kan udskiftningen med fordel ske gradvist, når de eksisterende olie-/gaskedler alligevel skal udskiftes. Lokal forurening fra biomassefyr kan udgøre et problem særligt i tæt befolkede områder, og det kan derfor blive vigtigt at sikre, at nyopførte biomassefyr har en meget ren forbrænding.

Biomasse til el- og kraftvarme

Behov for forskning, udvikling og demonstration

Biomasse til el- og kraftvarmeproduktion indgår som et væsentligt virkemiddel i alle de nordiske scenarier. De relevante ressourcer omfatter ikke kun træ og

halm, men også eksempelvis affald og biogas baseret på gylle fra husdyrproduktion. Potentialerne i biogas fremhæves i såvel de danske som de norske analyser, og i Sverige også som muligt brændsel til transportsektoren. Biogas er endnu ikke en fuldt modnet teknologi, og derfor kunne der være perspektiver i at gennemføre fællesnordiske forsknings-, udviklings- og demonstrationsprojekter med henblik på at opbygge et nordisk marked for biogasteknologi.

Varmepumper

Varmepumper til fjernvarme og til private

Varmepumpesystemer kan levere op til fire gange mere varme end den elektricitet, de bruger. Ved anvendelse af elektricitet baseret på vedvarende energi fås således en både meget effektiv og ren form for opvarmning. Varmepumper kan bruges både i forbindelse med kollektive fjernvarmesystemer og i private husstande.

I Sverige, Norge og Finland, hvor elvarme står for en stor del af opvarmningsbehovet, vurderes der at være betydelige potentialer i at skifte til varmpumper med henblik på at sænke elforbruget og det tilhørende ressourceforbrug. Endvidere er der potentialer i at erstatte olie med varmpumper – særligt i spredt bebyggede områder, hvor der ikke er adgang til fjernvarme.

Store varmpumper i det kollektive fjernvarmesystem medfører større investeringer, men til gengæld også større fleksibilitet, hvilket kan blive særligt relevant i et nordisk system, hvor andelen af produktion fra vindkraft og andre fluktuerende energikilder forventes at stige i fremtiden.

Biobrændstoffer

Biomasseresourcen er begrænset

Biobrændstoffer spiller en vigtig rolle i de fleste af scenarierne, dog primært i en overgangsfase, indtil nye el- og brintbaserede teknologier forventes udviklet. Adgangen til tilstrækkelige biomasseressourcer vurderes at udgøre en hovedbegrænsning for udnyttelse af biobrændstoffer i stor skala. Denne udfordring kan blive forstærket på langt sigt, hvor der forudsættes øget konkurrence om biomassen til andre formål som fx opvarmning og elproduktion.

I COWI/Profus studie vurderes mangel på biomasseressourcer at være et stort problem. Dette hænger blandt andet sammen med, at besparestiltag på forbrugssiden ikke er medtaget, og derfor stiger energiforbruget meget. Desuden er der lagt begrænsninger på, hvor stor en andel af det samlede transportarbejde elbiler kan levere.

EI- og brintbaserede køretøjer

EI- og brintbaserede køretøjer forsynet med vedvarende energi ses som et vigtigt element i alle de nordiske scenarier på langt sigt. Begge teknologier og særligt elbilerne har fordel af meget høj virkningsgrad, hvilket er en vigtig parameter i en energifremtid med pres på ressourcerne. Endvidere giver de mulighed for at oplagre energi, når der er overskud af billig vindmøllestrøm, og at sende strøm tilbage til nettet, når der mangler energi. På kort sigt er der imid-

lertid en række teknologiske udfordringer, som skal løses, inden de kan fungere på markedet.

Rækkevidde og batterilevetid

Selvom der er sket betydelig udvikling i levetid og energitæthed af batterier gennem de senere år, er de begrænsede muligheder for at lagre elektrisk energi således stadig en væsentlig hæmsko for rent elbaserede køretøjer. For brintkøretøjer er der ligeledes behov for nye materialer og forbedringer af driftssikkerheden, før teknologien er konkurrencedygtig.

Plug-in hybridbiler

Anvendelse af "hybridbiler", som kombinerer en forbrændingsmotor med en elmotor og batterier, ses som et vigtigt trin, der måske kan bane vejen for udviklingen af rent eldrevne køretøjer. Hybrider, der alene bruger benzin som brændstof, er allerede tilgængelige i markedet (som Toyota "Prius"). Men på lidt længere sigt tales om såkaldte plug-in hybridbiler, der både kan køre på el og benzin/diesel, og som kan oplades fra nettet. Forbrændingsmotoren benyttes her kun til at give øget rækkevidde ved at oplade batterierne, når der er behov for det.

Bl.a. det norske Lavslipsudvalg mener, at der kan være behov for demonstrationsprojekter af hybridteknologier, fx i forbindelse med bybusser, hvor staten eller kommunerne har mulighed for at påvirke teknologivalget. En koordineret og fokuseret køberpolitik i de nordiske lande vil give et større fælles erfaringsgrundlag og vil bidrage til at skabe et marked for hybridteknologier til kollektiv og evt. individuel drift.

"Bybusser med dieselmotorer har både utslipp av klimagasser og utslipp, som bidrar til lokal forurensing særlig i byområder. Med et typisk stopp og start kjøremønster vil bybusser egne seg for hybriddrift med elektrisk motor og batterier. Bybusser konkurrerer ofte med kostbare skinnegående transportsystemer, og kan derfor også tåle de ekstra kostnadene som hybriddrift medfører."

NOU 2006: 18, Et klimavennlig Norge (s. 60)

Energibesparelser

Sammenlignet med de fleste andre lande kan de nordiske lande bryste sig af at udnytte energiressourcerne relativt effektivt. Nogle af de billigste potentialer for at reducere vores udledning af klimagasser ligger imidlertid stadig i at effektivisere og reducere anvendelse af energi. Hvis Norden på længere sigt skal overgå til primært eller udelukkende at anvende vedvarende energiressourcer, vil det formentligt blive nødvendigt med energibesparelser, hvis ikke der skal importeres store mængder biomasse fra tredjelande.

Lavenergibyggeri og energirenovering

Energibesparelser handler både om adfærdssændringer hos brugerne af energi og om anvendelse af bedst tilgængelig teknologi. I de fleste af scenarierne er hovedfokus på de tekniske potentialer. Inden for byggeriet peges blandt andet på mulighederne for at bygge fremtidige boliger som lavenergihuse eller energineutrale huse. Skal energiforbruget for alvor reduceres, er det dog nødven-

digte også at kigge på energiforbruget i den eksisterende bygningsmasse. De regelmæssige renoveringer, som alle huse gennemgår, kan være en god lejlighed til at forbedre bygningernes klimaskærmelse. Det kan fx ske gennem skærpelse af de eksisterende bygningsreglementer eller ved hjælp af energimærkningsordninger som krævet af EU. Ifølge det norske Lavudslipsudvalg kan energiforbruget i eksisterende bygninger reduceres med ca. 20 pct., og ifølge det danske studie med op til 50 pct. på langt sigt. De konkrete tiltag, der fremhæves, er efterisolering, udskiftning af vinduer til energiruder, varmegenvindingssystemer og varmestyringssystemer.

Dynamiske normer

Apparaters energiforbrug er et andet væsentligt indsatsområde. Mere effektive apparater kan blandt andet fremmes ved energimærkning, som krævet af EU, og ved at indføre normer for energiforbrug. Sådanne dynamiske normer, der gradvist strammes, efterhånden som der udvikles mere effektive produkter, kan sørge for, at de dårligste produkter fjernes fra markedet. Hvis de nordiske lande altid strammer lidt mere end det øvrige EU, kan de nordiske producenter af udstyr og apparater få en konkurrencefordel på længere sigt.

Afgifter på energiforbrug anvendes allerede i de nordiske lande og vil ligeledes bidrage til at forbrugerne vælger de mest effektive produkter og isolerer deres bygninger.

Effektivisering i industrien

Effektivisering af processer i industrien kan bidrage med betydelige energibesparelser. Der er imidlertid væsentlige forskelle på industristrukturen i de nordiske lande: særligt i Finland og Sverige er der en stor papir- og træindustri, og i Norge er der et betydeligt energiforbrug til blandt andet aluminiumsværker. Sverige har desuden en betydelig stålindustri, mens der i Danmark ikke er nogen sværindustri af betydning.

Hvide certifikater

De tekniske potentialer for energibesparelser vurderes at være store. Den største udfordring bliver at designe de virkemidler og tiltag, som skal til, for at de mange aktører på området - brugere, entreprenører, arkitekter, håndværkere, materialeleverandører, ingeniører - tager de nye teknologier og teknikker til sig. Udviklingen af et (fællesnordisk?) marked for omsættelige energisparebeviser (også kaldet hvide certifikater) kan være en af vejene til at sikre, at der faktisk bliver gennemført besparelser. ESCO'er - "Energy Service Companies" - kan i den henseende komme til at spille en central rolle. Traditionelt udføres energibesparelser af selskaber, som bliver aflønnet med et fast honorar, dvs. deres fortjeneste er uafhængig af succesen af de energibesparende tiltag, de gennemfører. ESCO'er derimod bliver mere eller mindre direkte aflønnet i forhold til omfanget af de gennemførte besparelser. Dermed har ESCO'erne et incitament til at sikre, at de gennemførte besparelser bliver så store som muligt og virker optimalt, samtidig med at de forskellige tiltag er omkostningseffektive.

Byggematerialer

Adgangen til de rigtige byggematerialer har vist sig at være en anden hæmsko for danske projekter om lavenergibyggeri. I den forbindelse kan der være fordele for de enkelte lande, ved at der opbygges et nordisk marked for energief-

fektive byggematerialer til lavenergi-byggeri, så der opnås et tilstrækkeligt stort marked og erfaringsgrundlag.

Biler med lavt
brændstofforbrug

Inden for transportsektoren peger flere af studierne på perspektiver i at anvende mere brændselsøkonomiske biler. På lang sigt er det ikke utænkeligt, at bilerne kan køre dobbelt så langt på literen som i dag, men den udvikling vil formentligt næppe komme af sig selv. Et af problemerne med transportsektoren er, at udviklingen i høj grad er drevet af internationale faktorer, som fx bilfabrikkernes vilje til at markedsføre køretøjer med lavt energiforbrug. Differentierede registreringsafgifter, brændselsafgifter og miljøafgifter kan anvendes som nationale virkemidler, men der er også behov for internationale virkemidler fx i EU-regi.

CO₂-lagring

CO₂-fangst og -lagring er en mulighed, der kan anvendes både i forbindelse med kraftværker og procesindustri. CO₂-lagring sker i tre hovedtrin: fangst af CO₂ fra røggassen, kompression og transport og endelig langtidslagring i geologiske lag eller alternativt på dybt hav. Ved at pumpe CO₂ ned i eksisterende oliefelter kan CO₂ anvendes til at øge olieudvindingsgraden (såkaldt Enhanced Oil Recovery). Typisk vil det være mere omkostningseffektivt at foretage CO₂-fangst og lagring på kulkraftværker end på gaskraftværker, fordi røggassens CO₂-koncentration er højere på kulfyrede anlæg.

I både det finske og det norske scenarie vurderes CO₂-lagring at blive et centralt virkemiddel for at opfylde de langsigtede målsætninger for drivhusgas. Endnu er der dog en række væsentlige barrierer forbundet med CO₂-lagring, som skal afklares, inden denne teknologi kan tages i brug i fuld skala i fremtiden. Bl.a. er investeringsomkostningerne høje i dag, og der medgår desuden et betydeligt energiforbrug til at udskille CO₂. Der er således et tab på ca. 8-10 procentpoint af elvirkningsgraden på et kraftværk med CO₂-lagring. Endvidere er det ikke endeligt afklaret, om CO₂ over tid kan trænge ud af lagrene.

Behov for forskning,
udvikling og demonstra-
tion

Der er således behov for yderligere forsknings-, udviklings- og demonstrationsaktiviteter for at vurdere potentialet i CO₂-lagring. EU har meldt ud, at man i de kommende år vil støtte opførelsen af 12 demonstrationsanlæg i stor skala, heraf vil det formentligt være relevant at opføre et eller flere i Norden.

Oversigt over studierne anbefalede tiltag

	Norden	Norden	Danmark	Finland	Norge	Sverige
Tidsperspektiv	2050	2030	2050	2050	2050	2050
Udført for	Klimagruppen	Greenpeace	Miljøstyrelsen	Ministeriet for handel og industri	Miljøvern-departementet	IVA
Udført af	COWI/Profu	ECO Consult	Ea Energi-analyse og Risø	VTT	Lavudslips-udvalget	Panelen för långsikt-framsyn
Reduktion i GHG/CO2 i forhold til 1990	GHG: -57 %	CO2: -67 %	GHG: -80 %	GHG: -50 %	GHG: -65 %	CO2: Ca. -50 %
Omkostninger (% af BNP)	0,5 – 1 %	Ca. 0 %	0,5 – 1 %	IB	Ca. 0 %	IB
Transport						
Mere energieffektive konv. køretøjer	X	X	X	X	X	X
El/hybridbiler	X	X	X	X	X	X
Brændselsceller + brint/metanol	X	X	X	X	X	X
Biobrændstoffer	X	-	X	(X)	X	(X)
Reduktion i transportbehov	IB	X	X	-	X	X
Opvarmning						
Energieffektivt byggeri	IB	X	X	X	X	X
Øget biomasseanvendelse	X	X	X	X	X	X
Varmepumper	X	X	X	X	X	X
Mikrokraftvarme	-	X	-	IB	(X)	X
Solvarme	X	X	(X)	(X)	X	-
Elbesparelser						
Effektive elapparater	IB	X	X	X	X	X
Intelligent styring af fx lys	IB	IB	X	IB	X	X
Industri						
Øget biomasseanvendelse	X	X	X	X	X	X
Øget naturgasanvendelse	(X)	-	-	X	(X)	-
CO2-fangst og lagring	-	-	-	X	X	-
Effektivisering af proces	X	X	X	X	X	X
Olie-/gasudvinding						
Elektrificering af sokkel	IB	IB	(X)	IB	X	IB
Mere effektiv energianvendelse	IB	IB	X	IB	(X)	IB
El- og fjernvarme						
Mere kraftvarme	X	X i N/S	(X)	X	(X)	X
Centrale varmpumper	-	X	X	IB	(X)	X
Mere vindkraft	X	X	X	X	X	X
Mere biomasse	X	X	X	X	X	X
Mere biogas	X	X	X	X	X	(X)
Mere vandkraft	-	-	(X)	(X)	X	(X)
CO2-fangst	(X)	-	(X)	X	X	X
Mere naturgas	-	-	-	X	(X)	-
Bølgekraft, sol, geotermi, fusion	X,X,-,-	(X),X,-,-	(X),(X),(X),-	-,-,(X),-	-,(X),,-	(X,X,X,X)
Kernekraft	Udfases	Udfases	-	(X)	-	(X)
System						
Udvikle fleksibelt og dynamisk system	X	X	X	X	(X)	X
Teknologiudvikling						
Øget teknologiudvikling (F&U&D)	IB	IB	X	IB	X	X
Andre klimagasser						
Landbrug, industri-CO2, affaldsbehandling	Belyst	Delvist belyst	Delvist belyst	X	Belyst	Delvist belyst

X: Væsentligt tiltag

(X): Mindre væsentligt tiltag

- : Indgår ikke

IB: Ikke behandlet

5 Kort om drivhusgasreduktionsstudierne

Klima 2050 - Veien til 50-80 prosent reduksjon av klimagassutslippet i Norden fram til 2050

Udarbejdet for Klimagruppen under Nordisk Ministerråd. Rapporten og beregningerne er lavet af danske COWI i samarbejde med Profu fra Sverige. Scenariевærktøjet MARKAL Nordic er anvendt til beregningerne på energiområdet, mens der er foretaget separate beregninger af reduktioner af hhv. CO₂-emission fra transportsektoren og emissioner af andre gasser (metan, N₂O, industrigasser) fra især landbrug, affald og industri. På energi- og transportområderne har studiet særligt fokus på tiltag i forhold til forsyningen, mens tiltag på forbrugssiden (besparelser og effektiviseringer) kun er medtaget i beskedent omfang.

A Viable Energy Strategy for the Nordic Countries 2006 - 2030

Udarbejdet af Klaus Illum for Greenpeace Nordic. Scenarierne er udarbejdet ved hjælp af modelværktøjet SESAM. I modsætning til de fleste af de øvrige scenarier forudsætter Greenpeaces nordiske scenarie, at der over tid vil ske en vis mætning i efterspørgslen efter energitjenester.

Danske drivhusgasreduktionsscenarier for 2020 and 2050

Udarbejdet af Ea Energianalyse og Risø for den danske Miljøstyrelse. Studiet har særligt fokus på potentialer og teknologiske muligheder på energi- og transportområdet. Der er opstillet to reduktionsscenarier for 2020, hvor der opnås hhv. 30 og 40 pct. reduktion af drivhusgasserne, og tre scenarier for 2050, hvor der reduceres med op til 80 pct., ved hjælp af forskellige typer af virkemidler. Projektet er udarbejdet under en styregruppe med repræsentanter fra det danske finansministerium og Energistyrelsen samt Danmarks Transportforskning.

Long-Term emission reduction studies in Finland

Scenarierne er udarbejdet af VTT, Technical Research Centre for Finland, for det finske ministerium for handel og industri. Reduktionsscenarier spændende fra 20 pct. til 50 pct. er undersøgt for perioden frem til 2050. Scenarierne er belyst ved hjælp af modelværktøjet TIMES. Studiet har fokus på tiltag i forhold til forsyningen af el, varme og transportbrændsler. Til nærværende sammenligning fokuseres på de tiltag, der indgår i 50 pct. reduktionsscenariet. Rapporten findes kun på finsk.

Norge: Beregninger for Lavutslippsutvalget

Lavutslippsutvalget ble nedsat i marts 2005 med henblik på at udrede, hvordan Norge kan reducere sine nationale drivhusgasemissioner på længre sigt. Som del av arbeidet innhentet Lavudslippsutvalget anslag på noen udvalgte tiltaks omkostninger, effektivitetsforbedringer og utslippsreduksjoner. På oppdrag beregnet Statistisk sentralbyrå ved hjælp af en empirisk generell likevektsmodell (MSG-6) de makroøkonomiske kostnadene av å pålegge økonomiske ak-

tører disse spesifiserte tiltakene. Udvalget har egen hjemmeside (www.lavutslipp.no).

Energiframsyn-långsiktiga perspektiv på det svenska energisystemet
Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) står bag analysen af Sveriges langsigtede energifremtid, som er udarbejdet af et panel med deltagere fra erhvervslivet, universiteter og myndigheder. To fremtidsscenarier for 2050 er belyst: et scenarie hvor klimaet er i fokus, og et hvor klimaet er en faktor blandt flere. Studiet har haft fokus på de fremtidige tekniske muligheder og deres perspektiver og betydning for fremtiden. Der peges ikke på specifikke tekniske løsninger, men der redegøres for en række potentielle løsninger.

Bilag: Workshop Program

Workshop 25. januar 2007 kl. 10-16 på AKER BRYGGE i Oslo

Program

10.00-10.10	Innledning. Jon D. Engebretsen, formann for Klimagruppen	
Norden som et lavemissions område for klimagasser		
	Ordstyrer Olle Björk, Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, Sverige	
	Ordstyrer Olle Björk, Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, Sverige	
10.10-10.40	Veien til 50-80 prosent reduksjon av klimagassutslippet i Norden fram til 2050	COWI
10.40-11.10	Norden som lavutslippområde i 2050 for klimagasser. Teknisk og økonomisk enkelt, men likevel vanskelig	Torstein Bye, Statistisk Sentralbyrå
11.10-11.30	Diskusjon	
11.30-12.30	Lunch	
12.30-13.00	Et nordisk energiscenario til 2030. Greenpeace bud på en bærekraftig utvikling i Norden	Klaus Illum
13.00-13.10	Diskusjon	
Beregninger og analyser av reduksjoner av klimagassutslipp i enkelte nordiske land.		
13.10-13.40	Danske drivhusgas reduktions scenarier for 2020 and 2050	Helge Ørsted Pedersen, Ea Energianalyse
13.40-14:10	Long-Term emission reduction studies in Finland	Mikael Ohlström, VTT
14.10-14.30	Kaffepause	
14.30-15.00	Energiframsyn-långsiktiga perspektiv på det svenska energisystemet	Leif Magnusson, Energia
15.00-15.30	Norge: Beregninger for Lavutslippsutvalget	Turid Åvitsland, Statistisk Sentralbyrå
15.30-15.50	Diskusjon	
15.50-16.00	Oppsummering. Jon D. Engebretsen, formann for Klimagruppen	