

## Hvad vil det koste at blive fossilfri?

*Det er en politisk målsætning, at Danmark skal være uafhængig af fossil energi i 2050. Målsætningen er besluttet, uden at der foreløbig er foretaget en officiel samfundsøkonomisk analyse af omkostningerne. Der er således heller ikke foretaget en eksplicit politisk prioritering.*

*Beregningerne i dette notat tyder på, at de samfundsøkonomiske omkostninger kan blive særdeles omfattende. Der er således en risiko for et samfundsøkonomisk tab i størrelsesordenen 100 mia. kr. om året, selv ved de mest effektive midler til at nå målet. Allerede i dag beløber de samfundsøkonomiske omkostninger ved energipolitikken sig til 27 mia.kr., heraf 7½ mia. kr. eller 30 pct. som følge af unødvendig ineffektivitet. I beregningerne indgår endda ikke, at olieprisen nu tegner sig til at blive væsentligt lavere end for et år siden.*

*Omkostningerne kan blive lavere, hvis den teknologiske udvikling gør vedvarende energi væsentligt mere konkurrencedygtig i forhold til fossil energi. Der er imidlertid også muligt, at fremskridt ved fossil energiproduktion og -teknologi - eksemplificeret ved skifergas - vil gøre omstillingen dyrere. De analyser, der er foretaget af fossilfrihed i Danmark (Klimakommissionen 2010 og Energistyrelsen 2014) forudsætter reelt, at omstilling er stort set gratis. Det kræver markante og historisk usete teknologispring for grøn energi.*

*Afhængigheden af teknologiske fremskridt for vedvarende energi betyder også, at det vil være dyrt at forcere omstillingen, før teknologien er moden. Det er dyrt for Danmark at gå foran, og der er ikke holdpunkter for særlige "first mover"-gevinster for den samlede økonomi, ligesom det ikke har effekt på klimaet.*

*Der bør opstilles et tilstrækkeligt politisk beslutningsgrundlag for den fremtidige energipolitik med scenarier, som omfatter begge typer af teknologisk udvikling, og som anviser de mest omkostningseffektive redskaber. Ellers er der risiko for meget store omkostninger og en fortsættelse af zig-zag-kursen i energipolitikken med skiftevis stramninger og lempelser af energiafgifterne og politisk picking-the-winner-initiativer.*

### Indledning

Det er en politisk målsætning i Danmark at afvikle afhængigheden af fossil energi frem mod 2050. Energi-forbruget står for knap 40 mio. ton af den samlede udledning af drivhusgasser på 51,6 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter<sup>1</sup>. Hvis fossilfrihed i stedet fortolkes som en reduktion af udledningen af drivhusgasser i 1990 på 80-95 pct., skal udledningerne sænkes med 38-48 mio. ton<sup>2</sup>.

Udledningerne kan reduceres ad to veje. For det første ved at nedbringe det samlede energiforbrug. For det andet ved at erstatte fossile energikilder med vedvarende. Desuden kan udledningerne af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub> fra bl.a. landbruget reduceres.

Uanset valget af metoder vil det indebære en samfundsøkonomisk omkostning. Størrelsen af denne omkostning er forbundet med betydelig usikkerhed. Den afhænger især af:

- Den teknologiske udvikling inden for vedvarende energi og fossil energi
- Om energipolitikken tilrettelægges omkostningseffektivt
- Timing i nedbringelsen af udledningen af drivhusgasser

Af boksen fremgår en mere udtømmende oversigt over faktorer, som kan få kritisk indflydelse på den samfundsøkonomiske omkostning ved at blive fossilfri.

<sup>1</sup> I 2012-niveau

<sup>2</sup> En reduktion i denne størrelsesorden antages almindeligvis at være nødvendig globalt for at stabilisere atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub>-ækvivalenter på omkring 450 ppm, svarende til IPCCs scenario for en temperaturstigning på højst 2 grader.

Disse faktorer afhænger i meget høj grad af, hvilken kurs der fastlægges i udlandet. Det vil kræve meget store ressourcer at drive den teknologiske udvikling inden for vedvarende energi så langt, som fossilfrihed kræver. Det vil altså indebære meget store omkostninger for Danmark at gå så meget foran andre lande, at vi i større udstrækning driver den teknologiske udvikling. En væsentlig del af reduktionen i udledningen må derfor komme fra lavere energiforbrug, hvilket imidlertid også vil indebære store omkostninger. Det kræver besparelser, som ikke er lønsomme ved de allerede høje afgifter.

**Omkostningerne ved at omstille produktionen, så der udledes færre klimagasser, afhænger af en lang række faktorer, som i sagens natur er behæftet med usikkerhed over en 35årig tidshorison:**

- Udviklingen i den økonomiske vækst og dermed efterspørgslen efter energi i Danmark
- Udviklingen i energiintensiteten per produceret enhed som følge af større energieffektivitet
- Udviklingen i energiintensiteten per produceret enhed som følge af ændret produktions-sammensætning
- Prisen på fossile brændstoffer (kul, gas, diesel, benzin etc.) som følge af ændret internationalt udbud
- Prisen på fossile brændstoffer som følge af ændret international efterspørgsel
- Prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter i EU
- Afgifter på energi og udledning af klimagasser
- Tilskud til vedvarende energi og regulering af energisektoren
- Prisen på vedvarende energi som følge af ændret internationalt udbud
- Prisen på vedvarende energi som følge af ændret international efterspørgsel
- Prisen på vedvarende energi som følge af ændret udbud i Danmark og nærområdet
- Prisen på vedvarende energi som følge af ændret efterspørgsel i Danmark og nærområdet
- Rente, valutakurser mv.

Det kan hypotetisk set ikke afvises, at der kommer et teknologisk gennembrud for vedvarende energi, og at en stor del af omstillingen vil vise sig økonomisk fordelagtig. I så fald vil den imidlertid komme af sig selv (f.eks. hvis produktionsomkostningerne ved solceller vil fortsætte sit kraftige fald). Ved at gennemtvinge omstillingen uanset den teknologiske udvikling, bør der derfor være særlig fokus på de scenarier, hvor der ikke kommer et gennembrud, og omstillingen bliver omkostningstung.

I beregningerne i dette notat er der set på omkostningerne under forudsætning af uændret teknologisk balance mellem vedvarende og fossil energi. Som nævnt kan balancen forrykke sig i begge retninger.

I den økonomiske litteratur<sup>3</sup> er anvendt to metoder til at skønne over omkostningerne ved omstilling til vedvarende energi. Dette notat anvender begge metoder:

- **Bottom-up-metoden** går ud på at fremskrive med udgangspunkt i en opdeling af energiforbruget på sektorer og kendte teknologier. Det giver et mere detaljeret, men også mere usikkert billede. Det skal således vurderes, hvordan energiforbruget vil reagere på en lang række specifikke områder, og hvor stort det teknologiske potentiale er for hver teknologi.
- **Top-down-metoden** går ud på at fremskrive med udgangspunkt i en overordnet sammenhæng mellem pris og adfærd. Metoden giver et mere sikkert, men også mindre specifikt billede og forudsætter omkostningseffektivitet i energipolitikken.

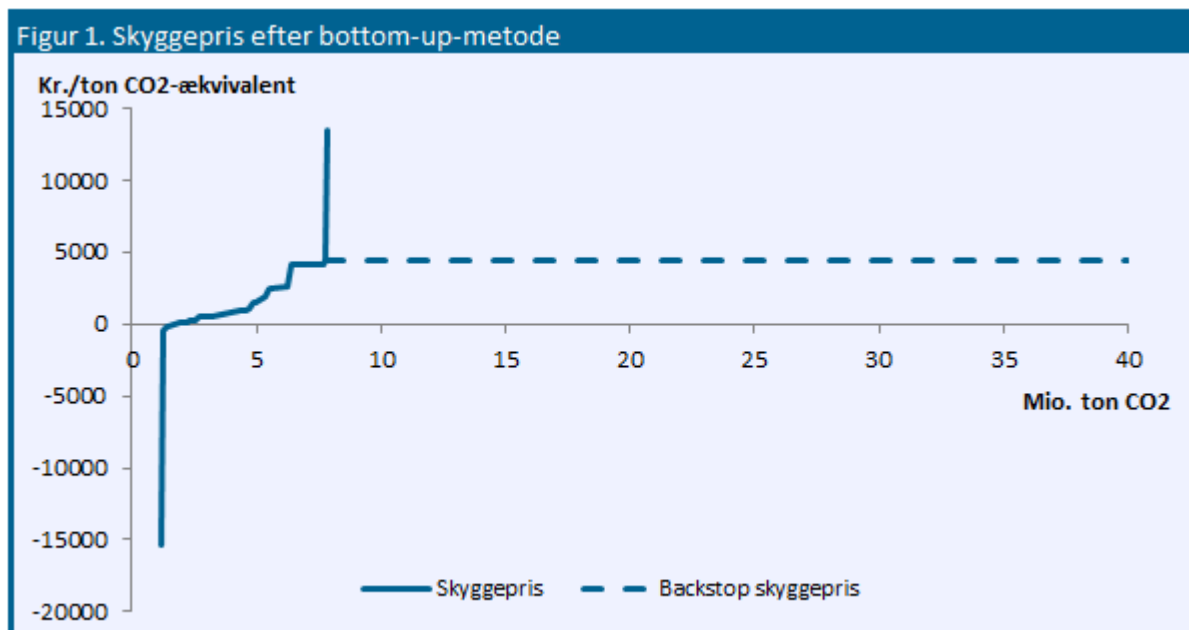
### En beregning med udgangspunkt i bottom-up-metoden

Bottom-up-beregningen tager udgangspunkt i det katalog, regeringen præsenterede i sin Klimaplan fra 2013<sup>4</sup>. Kataloget opregner de initiativer, der har kunnet identificeres til at reducere udledningen af drivhusgasser, samt de såkaldte reduktionsomkostninger forbundet med dem. Reduktionsomkostningerne er et

<sup>3</sup> Se f.eks. L.H. Goulder og W.A. Pizer: "The Economics of Climate Change". NBER working paper 11923. Januar 2006.

<sup>4</sup> [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/climate-CO2/Klimaplan/klimaplan2013\\_web.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/climate-CO2/Klimaplan/klimaplan2013_web.pdf)

udtryk for det samfundsøkonomiske dødvægtstab og er defineret i et særligt metodepapir<sup>5</sup> fra ministerierne. Der er altså tale om omkostninger, som ikke optræder som indtægt for andre.



Kilde: Regeringen (2013) og egne beregninger.

Kataloget forudsætter, at de første 1,4 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i reduktion kan opnås ved negative reduktionsomkostninger. Det vil sige, at der er en samfundsøkonomisk gevinst udover værdien af mindre drivhusgasudledning. Reduktionsomkostningen ved disse redskaber er dog omdiskuteret, men er forudsat som anført i kataloget. De følgende godt 6 mio. ton i reduktion udviser stærkt stigende reduktionsomkostninger. Hvis der ses bort fra det dyreste forslag (lavere fartgrænse på motorvej med en reduktionsomkostning på knap 13.500 kr./ton), er reduktionsomkostningen 4.455 kr./ton for det marginale ton af de knap 8 mio. ton, der er angivet i kataloget.

Hvis udledningen af drivhusgasser skal svare til, at dansk energiforbrug er CO<sub>2</sub>-frit, udestår der dermed at reducere udledningen med yderligere 32 mio. ton (i forhold til 2012). Det er helt afgørende for omkostningerne, hvor længe skyggeprisen vil vokse yderligere, når reduktionen går videre end de allerede identificerede elementer. Det er sandsynligt, at de følgende elementer også vil indebære stigende skyggepris. Omvendt er det også sandsynligt, at der på et tidspunkt findes en såkaldt backstop-teknologi, hvor vedvarende energi ved en given skyggepris er konkurrencedygtig med fossil energi.

Den mest optimistiske forudsætning er, at prisen på backstop-teknologien svarer til 4.455 kr./ton, således at skyggeomkostningskurven flader ud straks efter de første knap 8 mio. ton i reduktion identificeret. Det forudsættes således i det følgende.

Det gælder dog samtidig, at det vil være muligt at finde billigere reduktionsmuligheder ved justeringer af de generelle afgifter og CO<sub>2</sub>-kvoteprisen mv. på udledning af drivhusgasser. Skyggeprisen på CO<sub>2</sub> i afgiftssystemet varierer mellem kvoteprisen på ca. 40 kr./ton og 3.700 kr./ton. Ifølge klimaplanen skal kataloget ses som eksempler på primært reduktioner uden for kvotesektoren, men der er næppe identificeret billigere reduktionsmuligheder, som ikke er angivet i kataloget.

Under forudsætning af en konstant reduktionsomkostning på 4.455 kr./ton ved at reducere de resterende 32 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (jf. figur 1), vil det koste samlet 154 mia.kr. i samfundsøkonomiske omkostninger at gennemføre fossilfri energi i Danmark.

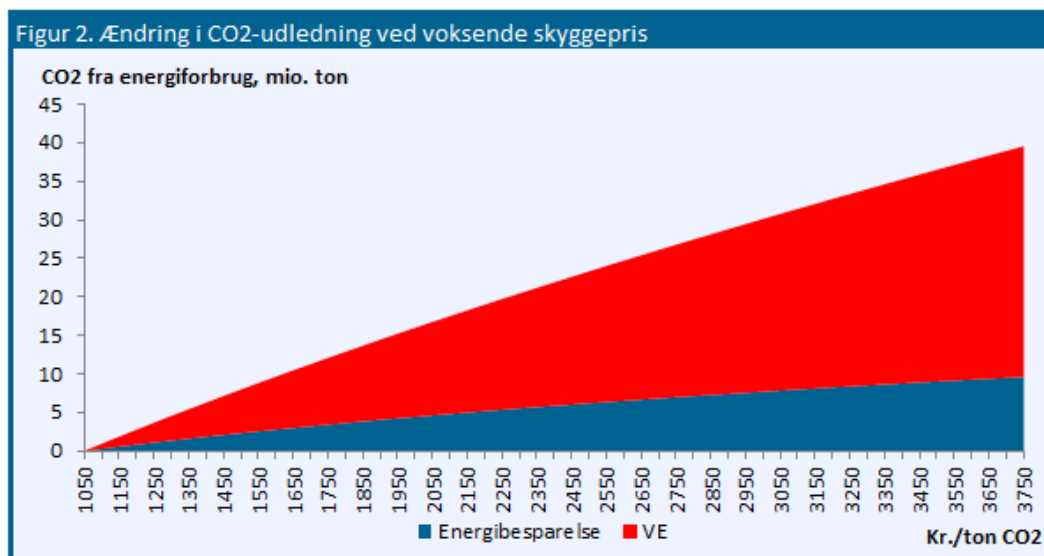
<sup>5</sup> [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/klima-CO2/klimaplan-2012/samfundsoek\\_metode\\_klimaplan\\_14\\_aug2013.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/klima-CO2/klimaplan-2012/samfundsoek_metode_klimaplan_14_aug2013.pdf)

### En beregning med udgangspunkt i top-down-metoden

Der er til en beregning af forvridningstabet ved den nuværende energipolitik opstillet en model for energiforbruget i Danmark<sup>6</sup>. Der er på grundlag af modellens parametre og centrale variable opstillet en model for forvridningstabet ved at øge skyggeprisen yderligere for at nå målet om fossilfri energi. I modsætning til grundmodellen er energiefterspørgslen ikke opdelt på brændsler, formål og typer af forbrugere (husholdninger, serviceerhverv og erhverv), men tillader den størst mulige fleksibilitet i svaret på, hvordan markedet reagerer på prisændringer.

Modellen er nærmere beskrevet i appendiks.

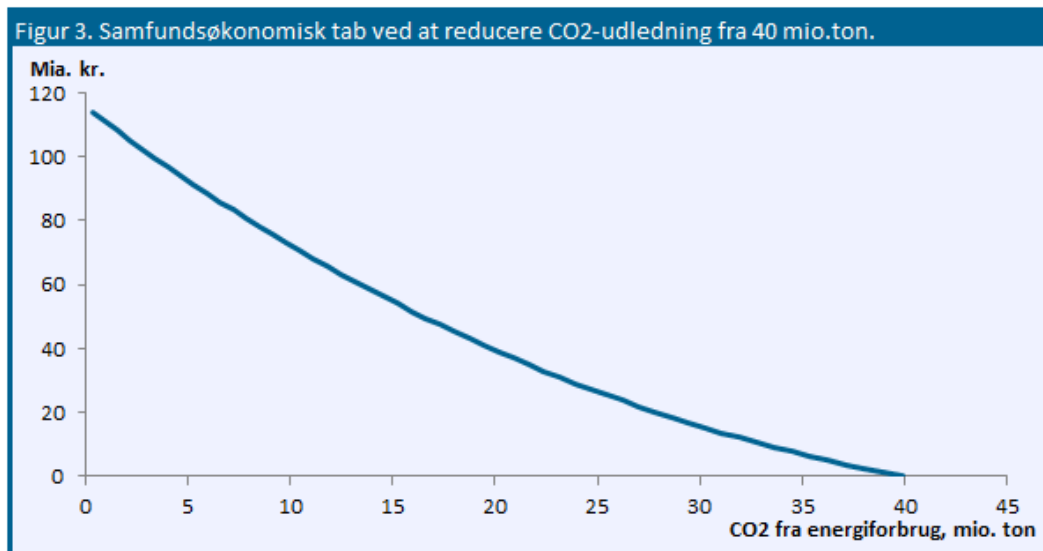
En vigtig forudsætning for denne model er, at energipolitikken tilrettelægges så effektivt som muligt. Det vil sige, at der fastsættes en ensartet pris på alt CO<sub>2</sub>-udslip i Danmark. Ved differentierede skyggepriser - som tilfældet er i dag - er der et uudnyttet potentiale ved at undlade at fjerne nogle af de dyre ton mod til gengæld at fjerne et tilsvarende antal af de billige. Det anslås, at den samlede samfundsøkonomiske omkostning ved ineffektivitet i energipolitikken i dag koster 7½ mia.kr. om året eller omkring 30 pct. højere end nødvendigt. Med andre ord skal denne meromkostning først fjernes.



Kilde: Egne beregninger

<sup>6</sup> "Unødvendige omkostninger i energipolitikken på 7½ mia.kr."

[http://cepos.dk/sites/default/files/analyse\\_publication/Notat\\_Samfunds%C3%B8konomiske%20omkostninger%20ved%20uens%20afgifter\\_okt2014.pdf](http://cepos.dk/sites/default/files/analyse_publication/Notat_Samfunds%C3%B8konomiske%20omkostninger%20ved%20uens%20afgifter_okt2014.pdf)



Anm. Der udledes knap 40 mio. ton (2012) fra energiforbruget. En halvering til 20 mio. ton vil koste ca. 40 mia.kr. om året i rent dødvægtstab. En fjernelse vil koste over 100 mia.kr.

Kilde: egne beregninger

Ved en effektiv energipolitik kunne CO<sub>2</sub>-udslippet fra energisektoren begrænses til de nuværende knap 40 mio. ton ved en ensartet skyggepris på 1.050 kr./ton. Skal også de resterende 40 mio. ton elimineres, kræver det en ensartet pris på 3.780 kr./ton. Som det fremgår af figur 2, vil ca. 25 pct. (10 mio. ton) komme fra lavere samlet energiforbrug, mens 75 pct. (30 mio. ton) skyldes overgangen til vedvarende energi.

Det indebærer en samlet samfundsøkonomisk omkostning på 116 mia.kr., jf. figur 3.

### Økonomisk vækst hjælper kun lidt på byrden

Beregningerne i dette notat er foretaget i 2012-niveau. De viser imidlertid den årlige omkostning, når fossilfrihed er fuldt gennemført i 2050 ved en økonomisk velstand svarende til den nuværende. Spørgsmålet er, hvor meget økonomisk vækst frem mod 2050 vil reducere den relative byrde. En omkostning på 100 mia. kr. svarer til godt 5 pct. af BNP i dag. Ved en realvækst på 2 pct. om året (hvilket er højst sat i forhold til aktuelle prognoser frem til 2030) vil BNP blive omtrent fordoblet i 2050.

Der er imidlertid grund til at forvente, at energiefterspørgslen vil stige og dermed også den samfundsøkonomiske omkostning (så byrden reduceres ikke fra godt 5 til 2½ pct. af BNP). Indkomsteffekten i CO<sub>2</sub>-udledningen er beregnet ved tværsnitsdata for OECD-landene (jf. boks 2) omkring 0,91. Det indebærer, at en stigning i BNP på 100 pct. må forventes at øge energiefterspørgslen med 91 pct.

Det må samtidig forventes, at energieffektiviteten vil vokse med tiden, således at en enhed BNP i 2050 vil kræve mindre energi end en enhed i dag. Det er imidlertid vigtigt at sondre mellem den stigning i energieffektiviteten, der er en konsekvens af energipolitikken og de stigende skyggepriser, og den "udefrakommende" eller "automatiske" stigning i energieffektiviteten. Den førstnævnte effekt indgår allerede i beregningen af effekten af højere skyggepris. Derfor er det alene den udefrakommende effektivitet, der skal korrigeres for. Hvis det lægges til grund, at det samlede fald i det globale energiforbrug per enhed BNP det seneste ti år udelukkende kan tilskrives udefrakommende energieffektivitet, vil det fremskrevet med uændret rate til 2050 indebære en reduktion på 17 pct.

Samlet må det forventes, at væksten vil reducere den *relative* byrde af de samfundsøkonomiske omkostninger med 24 pct. Den samlede omkostning opgjort ved de to beregninger svarer således til henholdsvis 88 og 119 mia. kr. i 2012-niveau (og cirka det dobbelte ved 2050-BNP).

Ved en byrde på 5 pct. af BNP i 2012 vil byrden i 2050 svare til 4 pct. af BNP.

## Hvad siger den internationale litteratur?

Der er gennemført en lang række analyser internationalt baseret på forskellige metoder, lande, antagelser om teknologisk udvikling og reduktionsomfang. Der er betydelig spredning i resultaterne, hvilket ikke mindst skyldes usikkerhed og forskellige antagelser om den teknologiske udvikling.

IPCC (2014)<sup>7</sup> har sammenfattet en række af disse analyser. Fjorten af studierne omhandler en stabilisering af CO<sub>2</sub> i atmosfæren svarende til ambitionsniveauet ved fossilfri energi i 2050<sup>8</sup>. Det er dog ikke opgjort helt sammenligneligt med de skyggepriser mv., som anvendes i dette notat. Derimod opgøres det tab i forbrug og BNP, som reduktionsindsatsen medfører i udvalgte år. Det betyder, at omkostningen stiger i forhold til forbrug og BNP, også i perioden efter 2050. Der er betydelige forskelle studierne i mellem. I 2050 svarer omkostningen til mellem 2,1 og 6,2 pct. af forbruget<sup>9</sup>. Gennemsnittet er 3,4 pct. I 2100 er spændet 2,9-11,4 pct. af forbruget med et gennemsnit på 4,8 pct.

Disse resultater er under forudsætning af, at energipolitikken ikke kun lokalt, men også globalt tilrettelægges med maksimal effektivitet. Det vil sige, at alle lande reducerer samtidigt, og at der kun er én global skyggepris på drivhusgas, således at reduktionen finder sted de steder på kloden, hvor det er billigst. Samtidig kræver det, at der ikke lægges bånd på de teknologier, som kan tages i anvendelse. Den vigtigste teknologi er adgangen til carbon storage (CCS). Uden CCS ventes omkostningen mere end fordoblet (medianstigningen er 138 pct. og spændet 29-297 pct.). Omkostningerne vil ligeledes øges ved begrænsninger på at anvende biomasse (64 pct. højere median), afvikling af atomkraft (7 pct.) og begrænsninger i anvendelsen af sol- og vindenergi (6 pct.).

IPCC-studiet kan ikke umiddelbart omregnes til danske forhold. En samfundsøkonomisk omkostning på 100 mia. kr. svarer til knap 7 pct. af det samlede forbrug<sup>10</sup> i Danmark. Det svarer omtrent til medianskønnet uden anvendelse af CCS, der ligesom atomkraft ikke indgår i dansk energipolitik<sup>11</sup>.

Den afgørende forudsætning er dog, at IPCC ikke antager, at et enkelt land skal drive en væsentlig del af den teknologiske udvikling alene ved at gå forrest i omstillingen, som Danmark ville gøre ved at blive "forsøgslaboratorium" for verden. I så fald bliver omkostningen væsentligt højere.

En meta-analyse af Kuik et al (2008) baseret på 62 studier finder, at en realisering af EU's 2050 målsætning (som er en temperaturstigning på højst 2 grader i forhold til før den industrielle revolution) vil indebære skyggepriser på 983-2.836 kr./ton (skyggeprisen i internationale studier indeholder dog ofte ikke alle omkostninger; for Danmarks vedkommende trækker især det indirekte CO<sub>2</sub>-element i registreringsafgiften i vejret). Oversat til danske forhold betyder det 42-78 mia.kr. i samfundsøkonomisk tab. OECD anslår et lignende interval for OECD-landene under ét, afhængig af om der etableres et internationalt CO<sub>2</sub>-marked eller ej.

Samlet set afkræfter den internationale litteratur altså ikke, at omkostningerne kan blive betydelige og i omegnen af 100 mia. kr.

## Energistyrelsens energiscenarier

Energistyrelsen (2014) har offentliggjort en række scenarier for energiproduktionen frem til 2050, hvor der henholdsvis fortsat anvendes fossile brændsler til energiproduktion og henholdsvis i stedet anvendes vedvarende energikilder i alternative sammensætninger. Der er foretaget en beregning af, hvor meget virksomhedernes og forbrugernes energiomkostninger vil stige. Disse meromkostninger beregnes til 6-29 mia.kr., afhængigt af scenario. Der er dog ikke tale om en samfundsøkonomisk beregning, idet energiomkostningerne ikke er omsat til reduktionsomkostninger, ligesom der ikke indgår forvriddningstab fra mindre

<sup>7</sup> [http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_summary-for-policymakers\\_approved.pdf](http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_approved.pdf)

<sup>8</sup> Gennemsnitligt 450 ppm CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, hvilket vurderes at være tilstrækkeligt til at begrænse temperaturstigningen til 2 grader.

<sup>9</sup> Spændet angiver den 16. og 84. percentil i sandsynlighedsfordelingen af forbrugstabet.

<sup>10</sup> Det skal understreges, at omkostningerne i IPCC-studiet er målt i forhold til globalt forbrug, der per capita er lavere end i Danmark. Til gengæld er reduktionsomkostningerne i Danmark markant højere.

<sup>11</sup> Målsætningen er at udfase brugen af kul og andre fossile brændsler på kraftværker, hvor CCS tilsiger fortsat at anvende kul, men opsamle og lagre CO<sub>2</sub>-udledningen. Danmark vil dog gennem import af el indirekte kunne komme til at basere sig på kul og atomkraft i en vis udstrækning.



arbejdsudbud mv. Dermed følger scenarieberegningerne ikke de samfundsøkonomiske beregningsprincipper i Regeringens klimaplan<sup>12</sup>.

Scenarierne baserer sig på markante teknologiske fremskridt, herunder eksempelvis at elbiler vil udkonkurrere biler med fossilt brændsel, og at Danmark bliver eksportør af biobrændstof til fly. Disse fremskridt indebærer, at omstillingen til grøn energi i høj grad vil komme af sig selv og ikke kræve tilskud eller afgiftsbegunstigelse. Det anføres således<sup>13</sup>:

”Hvis omvendt VE ikke bliver markant mere konkurrencedygtig i forhold til fossiler, så forudsætter omstillingen betydelige tilskud og afgiftsbegunstigelser og bliver (potentielt langt) dyrere samfundsøkonomisk”.

Det anføres desuden, at der både kan finde teknologiske fremskridt sted inden for VE og fossil energi. Heller ikke energiscenarierne afkræfter således risikoen for en betragtelig samfundsøkonomisk omkostning ved fossilfri energi.

### Klimakommissionen

Klimakommissionen (2010) opgjorde de forventede samfundsøkonomiske omkostninger i 2050 til 0,5 pct. af BNP svarende til knap 10 mia. kr. Beregningen baserede sig på to scenarier, som begge indebar, at omkostningen var beskeden (0,2-0,4 pct. af BNP). Således antog kommissionen, at priserne på fossile brændstoffer, som på daværende tidspunkt var relativt høje, fortsat ville være høje, hvis omverdenen ikke vælger en ambitiøs klimapolitik. Man forventede, at det ville føre til voksende knaphed på fossile brændsler og deraf følgende høje priser. Hvis omverdenen derimod vælger en ambitiøs klimapolitik, vil prisen på CO<sub>2</sub>-kvoter blive relativt høj. De høje oliepriser har imidlertid medført, at der er opdaget nye forekomster af fossile brændsler og gjort teknologiske fremskridt - bl.a. med hensyn til udnyttelsen af skifergas. IPCC anslår nu, at omkring tre fjerdedele af de kendte fossile forekomster skal forblive i jorden, hvis det fastsatte mål om højst to graders temperaturstigning skal nås<sup>14</sup>.

Scenariet med tiltagende knaphed på fossile brændsler er således næppe realistisk. Såfremt det indtræder, vil omstillingen til vedvarende energi imidlertid i høj grad komme af sig selv.

Tilsvarende vil en tilstrækkelig høj CO<sub>2</sub>-kvotepris også drive omstillingen til vedvarende energi af egen kraft. Det er dog ikke relevant for vurderingen af omkostningerne ved den grønne omstilling at sammenholde med en situation, hvor beslutningen forudsættes allerede at være truffet på europæisk plan. Hensigten med at opgøre omkostningen er at vurdere konsekvenserne af denne beslutning. Omkostningerne i dette scenario er således et udtryk for ekstraomkostningen ved, at Danmark vælger at blive fossilfri frem for at anvende EU's kvotesystem i en situation, hvor beslutningen om fossilfrihed allerede er truffet i EU.

Klimakommissionen antog desuden, at en uambitiøs klimapolitik i andre lande ville give Danmark nogle ”first-mover”-fordele. Det mest sandsynlige er imidlertid, at der vil være betydelige omkostninger forbundet med at drive den teknologiske udvikling, ligesom der ikke er basis for, at netop teknologiudviklingen inden for vedvarende energi skulle have et særligt potentiale i forhold til andre brancher. I den udstrækning, der måtte opstå veldokumenterede holdepunkter for first-mover-fordele, må det desuden forventes, at andre lande også vil forsøge at få andel i dem, således at banen ikke vil blive overladt til Danmark alene. Så vil fordelene blive konkurreret væk.

### Konklusion

Der er en betydelig risiko for, at en fossilfri energiforsyning vil medføre meget betydelige samfundsøkonomiske omkostninger. Medmindre der kommer betydelige teknologiske fremskridt for vedvarende energi - som ikke bliver opvejet af teknologiske fremskridt for fossile energikilder - er det ikke urealistisk, at omkostningen vil andrage 100 mia.kr. om året eller endog mere<sup>15</sup>.

Der er samtidig en risiko for, at Danmark bliver afkoblet fra den internationale udvikling. Den mest omkostningseffektive omstilling kræver en ensartet global pris på drivhusgasser. EU repræsenterer medlems-

<sup>12</sup> Op.cit.

<sup>13</sup> Op.cit.

<sup>14</sup> Op.cit.

<sup>15</sup> | 2050 i 2014-niveau

**Hvad koster det at blive fossilfri?**

landene ved internationale forhandlinger og fastlægger fælles mål og driver det europæiske kvotesystem. Danmark bør derfor integrere sin energipolitik mest muligt i kvotesystemet (samt mulighederne for at handle reduktionsforpligtelser uden for kvotesektoren mellem landene).

Beslutningerne om dansk energipolitik bør baseres på sandsynlige scenarier for de samfundsøkonomiske omkostninger, således at der kan foretages en eksplicit politisk prioritering. Der bør udformes et beslutningsgrundlag baseret på de mulige risici - herunder, at der ikke kommer gunstige teknologispring. Det bør samtidig skitseres, hvordan politiske mål kan opnås billigst muligt, og hvad det vil koste at vælge ikke-omkostningseffektive løsninger. Ellers er der risiko for meget store omkostninger og en fortsættelse af zig-zag-kursen i energipolitikken med skiftevis stramninger og lempelser af energiafgifterne og politisk picking-the-winner-initiativer.



## Appendiks

### Beregning efter top-downmetoden

Beregningen er foretaget med udgangspunkt i den opstillede model for beregning af forvriddningstabet ved den nuværende energipolitik. I modsætning til i denne model er imidlertid alene foretaget en beregning af reduktionen af den samlede CO<sub>2</sub>-udledning som følge af skyggeprisen på CO<sub>2</sub> i energiforbruget. Der er således ikke gjort forudsætninger om fordelingen af reduktionen fordelt på specifikke typer af forbrug (såsom transport, opvarmning og el) eller på typer af forbrugere (husholdninger, serviceerhverv og proces). Det forudsættes således, at der er en ensartet pris på alle anvendelser.

CO<sub>2</sub>-udledningen er beregnet som

$$C = A(p + t)^e(1 - v)$$

$$v = \min(at, 1)$$

hvor

$C$  er den samlede udledning fra energiforbrug  
 $p$  er gennemsnitlig energipris før afgift  
 $t$  er ensartet skyggepris  
 $v$  er andel vedvarende energi  
 $e$  er efterspørgselselasticitet for energi mht. skyggepris  
 $A$  og  $a$  er konstanter

Den samfundsøkonomiske omkostning ved fossilfrihed i forhold til i dag er approksimeret ved trekantstabet

$$\Delta = \frac{1}{2} C_0 (t_f - t_0)$$

hvor  $t_0$  og  $t_f$  er skyggeprisen i henholdsvis initialt og ved fossilfrihed.

De centrale parametre er efterspørgselselasticiteten,  $e$ , for det samlede energiforbrug med hensyn til skyggeprisen på CO<sub>2</sub> og VE-andelens skyggeprisfølsomhed  $a$ . Efterspørgselselasticiteten er opgjort til -0,27 og er estimeret med udgangspunkt i energiefterspørgslens prisfølsomhed i EMMA. Den er marginalt højere end de anvendte elasticiteter i ADAM og DEMS. Den største usikkerhed knytter sig til VE-andelens følsomhed. Det er forudsat, at VE-andelen vokser lineært med CO<sub>2</sub>-skyggeprisen.

Der er som kontrol foretaget en estimation af CO<sub>2</sub>-udledningen i OECD-landene på baggrund af OECD-sekretariatets beregning af den implicite CO<sub>2</sub>-skat i landene. Den estimerede følsomhed er et mål for såvel energiefterspørgslens som VE-andelens reaktion på skyggeprisen. Den estimerede regressionsligning er

$$\ln G_i = 1,74 + 0,91 \ln Y_i - 0,55 \ln t_i - 0,75 DUMMY$$

(0,36) (0,03)      (0,07)      (0,19)      R<sup>2</sup> = 0,98, N = 34, (stand.err)

Hvor

$G$  er samlet udledning fra alle sektorer (inklusive ikke-energisektoren)  
 $y$  er BNP/capita  
 $t$  er den implicite skat på al udledning (inklusive ikke-energisektoren)  
 $DUMMY$  er en dummyvariabel for Nord- og Sydamerika

Ved en følsomhed på 0,55 er den estimerede samfundsøkonomiske omkostning op mod 300 mia.kr. Den er altså væsentligt under den følsomhed på 0,9, som er i overensstemmelse med en omkostning på ca. 100 mia.kr. Samtidig er estimatet af følsomheden ikke robust. Den rapporterede er den højest fundne værdi.

**Hvad koster det at blive fossilfri?**

De estimerede parametre er signifikante, men dummy-variablen for nord- og sydamerikanske lande er ikke specielt velbegrunderet. BNP-elasticiteten er både signifikant og robust over for alternative specifikationer.

Samlet giver kontrollen ikke grundlag for at antage, at modellen ovenfor undervurderer adfærdseffekterne ved højere skyggepris.