KAPITEL III

DANMARK FOSSILFRI 2050

III.1 Indledning

En global klimaaftale

I slutningen af 2015 blev der indgået en global klimaaftale ved COP21 i Paris om at holde temperaturstigningen et godt stykke under to grader over det førindustrielle niveau. Aftalen omfatter i modsætning til tidligere internationale klimaftaler de fleste af verdens lande og dækker over næsten hele verdens udledning af drivhusgasser. I aftalen indgår imidlertid ikke bindende mål, og det er derfor ikke givet, at ambitionerne i aftalen vil blive realiseret.

Fornuftig målsætning

Der er usikkerhed om konsekvenserne af global opvarmning og om de globale omkostninger ved at reducere udledningen af drivhusgasser. Beregninger præsenteret i De Økonomiske Råd (2015) tyder imidlertid på, at en målsætning om at holde temperaturstigningen under to grader kan opfattes som et passende kompromis mellem hensyn til økonomisk velstand og klimaeffekter, når der tages hensyn til, at der er risiko for alvorlige konsekvenser af højere temperaturstigninger.

Dansk mål om uafhængighed af fossile brændsler i 2050

EU har en målsætning om, at udledningen af drivhusgasser i 2050 skal være reduceret med 80-95 pct. Denne målsætning er konsistent med togradersmålet. I Danmark er EU-målet omsat til en målsætning om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050.

Kapitlets formål

Formålet med dette kapitel er at belyse de økonomiske konsekvenser for Danmark af at realisere denne målsætning. Der er i Danmark langtfra enighed om, hvor store økonomiske konsekvenser det vil få at blive uafhængig af fossile brændsler. Der findes beregninger, som tyder på, at det kan have meget store økonomiske konsekvenser for Danmark at blive fossilfri, mens andre finder relativt beskedne omkostninger, jf. CEPOS (2014) og Klimakommissionen (2010).

Kapitlet er færdigredigeret den 8. februar 2016.

Der gøres opmærksom på, at der er lavet et rettelsesblad til nogle tabeller og figurer til dette kapitel. Dette rettelsesblad er tilgængeligt her:
http://dors.dk/files/media/rapporter/2016/M16/kap_iii/m16_kap_iii_rettelsesblad_meromkostning.pdf

Undertiden argumenteres der ligefrem for, at omstilling væk fra fossile brændsler vil øge BNP og beskæftigelse og dermed blive en samfundsøkonomisk gevinst, selv uden klimagevinsten, jf. IRENA (2016).

Effekt på energiomkostninger

For at belyse de økonomiske konsekvenser af at blive uafhængig af fossile brændsler tages udgangspunkt i en tænkt situation, hvor der i Danmark ikke er en målsætning om uafhængighed af fossile brændsler, og hvor der i Europa ikke gennemføres flere tiltag end de allerede besluttede. På den baggrund udføres en analyse i to trin. I det første trin vurderes det, hvilken betydning uafhængighed af fossile brændsler har for omkostninger ved at fremstille energi. Dette trin tager udgangspunkt i scenarier for, hvordan energiforsyningen kan se ud i 2050, jf. Energistyrelsen (2014a).

Samfundsøkonomisk effekt af højere energiomkostning

I analysens andet trin vurderes de afledte økonomiske effekter på bl.a. produktion og velfærd i en såkaldt anvendt generel ligevægtsmodel. De økonomiske konsekvenser af højere energiomkostninger vil afhænge af økonomiens evne til at tilpasse sig højere energiomkostninger. Hvis for eksempel virksomheder og husholdninger har let ved at reducere deres energiforbrug, når omkostningerne ved at fremstille energi stiger, vil det begrænse de samfundsøkonomiske konsekvenser af at blive uafhængig af fossile brændsler.

Bidrag og afgrænsninger

Kapitlet vil belyse forhold, som har betydning for de samfundsøkonomiske omkostninger ved at blive uafhængig af fossile brændsler. Der ses i kapitlet ikke på, hvilke konkrete politiktiltag (f.eks. afgifter, CO_2-kvoter eller subsidier) der rent faktisk skal gennemføres for at realisere målsætningen med de laveste samfundsøkonomiske omkostninger. Beregningen af de samfundsøkonomiske effekter forudsætter imidlertid, at målsætningen realiseres på en omkostningseffektiv måde. Der er således risiko for, at de samfundsøkonomiske omkostninger vil blive større end de her beregnede. Målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler er langsigtet, og det giver mulighed for en gradvis omstilling, men der kan alligevel være tilpasningsomkostninger. I analysen indgår ikke tilpasningsomkostninger, hvilket ligeledes tilsiger, at de samfundsøkonomiske omkostninger kan være større end de beregnede.

Dansk energi- og klimapolitik nært knyttet til EU's politik

Den danske energi- og klimapolitik er tæt forbundet med EU's energi- og klimapolitik. Den danske målsætning om at blive uafhængig af fossile brændsler er således næsten sammenfaldende med EU's målsætning om at reducere drivhusgasserne med 80-95 pct. i 2050. Som en del af EU skal Danmark bidrage til den fælles vedtagne EU målsætning. Det kan dog ikke udelukkes, at EU f.eks. kunne ende med at udskyde tidspunktet for klimamålets opfyldelse. I den situation kan Danmark vælge at gå enegang ved at fastholde sin målsætning om fossilfrihed eller følge EU. Konsekvensberegningerne i dette kapitel fokuserer på dansk enegang i den tænkte situation, hvor EU ikke foretager yderligere klimatiltag.

Fossilfrihed i kvotesektor fastlægges i EU – ikke i Danmark

Omkring halvdelen af de danske energirelaterede udledninger af CO_2 finder sted i den del af økonomien, der er omfattet af EU's kvotesystem. Indenfor dette system kan CO_2-kvoter frit handles mellem forskellige udledere i de forskellige EU-lande. I kvotesektoren er det alene mængden af fastlagte kvoter i EU, som sætter grænsen for den samlede udledning. Danske tiltag i kvotesektoren har dermed ingen egentlig klimaeffekt. Hvis man fra dansk side ønsker at mindske klimapåvirkningen, kan der derfor argumenteres for, at man skal fokusere på tiltag i ikke-kvotesektoren, jf. De Økonomiske Råd (2013 og 2014). Graden af fossilfrihed i kvotesektoren (i hele EU) er i realiteten bestemt fra EU. I kapitlet skelnes derfor mellem omkostningerne for Danmark ved at blive fossilfri i kvotesektoren og i ikke-kvotesektoren.

Indhold i kapitlet

I næste afsnit beskrives kort principper for, hvordan en global målsætning om at mindske udledning af drivhusgasser kan realiseres mest omkostningseffektivt. Derudover præsenteres de nuværende energi- og klimamålsætninger i Danmark og EU. Afsnit III.3 indeholder en diskussion af, hvilke faktorer som har betydning for de samfundsøkonomiske effekter af at blive uafhængig af fossile brændsler. Derefter følger i afsnit III.4 en beskrivelse af effekten på energiomkostningerne ved fossilfri energiproduktion. Her foretages også en række følsomhedsanalyser i forhold til priser på forskellige brændsler og teknologiudviklingen for vedvarende energi. En oversigt over tidligere udenlandske og danske undersøgelser af de samfundsøkonomiske omkostninger ved en mere ambitiøs

klimapolitik bliver præsenteret i afsnit III.5. I afsnit III.6 præsenteres en beregning af de samfundsøkonomiske effekter af højere energiomkostninger. Derpå følges i afsnit III.7 op med et skøn for klimagevinsten ved mindre udledning af CO_2 fra Danmark. Her belyses også sidegevinster i form af mindre luftforurening ved uafhængighed af fossile brændsler. Endelig afsluttes kapitlet med en diskussion og sammenfatning i afsnit III.8.

III.2 Udfordringer, mål og principper i klimapolitikken

Klimaudfordringer er et globalt problem, der overordnet bør løses internationalt. Danmark og EU's klimapolitik kan ikke ses uafhængigt af hinanden, ligesom EU's klimapolitik afhænger af internationale klimapolitiske ambitioner, mål og forhandlinger. I det følgende gennemgås først de overordnede principper for en effektiv klimaregulering. Herefter belyses de klimapolitiske mål i verden, EU og Danmark.

Grundprincipper for effektiv klimaregulering

Global klimaudfordring

Klimapåvirkningen afhænger af den samlede udledning af drivhusgasser, uafhængig af hvor udledningerne finder sted. Et ekstra ton CO_2 udledt fra et land påfører dermed alle lande en skade. Derfor er klimaudfordringer et globalt problem.

Global udledningspris

Ideelt set bør man etablere en ensartet pris på CO_2-udledning i hele verden, der svarer til de samlede globale skader, som et ekstra ton CO_2 medfører. En omkostningseffektiv klimapolitik indebærer dermed, at der etableres en ensartet global udledningspris, der sikrer, at udledningerne reduceres, hvor det er billigst muligt.

International aftale er vigtig

For det enkelte land kan det isoleret set ikke betale sig at reducere udledningen. Det skyldes, at klimaskaden fra egen udledning i de fleste lande er begrænsede, mens omkostningerne ved at begrænse drivhusgasudledning er betragtelige. Dette er en væsentlig grund til, at klimaproblemet er så vanskeligt at håndtere. For at løse klimaudfordringerne er der

derfor behov for internationale aftaler, som omfatter en altovervejende del af de globale udledninger af drivhusgasser.

International aftale begrænser lækage

Et andet argument for en global aftale er, at en reduktion af drivhusgasser i nogle lande kan føre til øgede udledninger i andre lande – det såkaldte lækageproblem. Lækage kan ske gennem flere kanaler. Der kan f.eks. opstå lækage ved, at energiintensiv produktion flytter fra lande med ambitiøs klimapolitik til lande, hvor der er færre klimapolitiske restriktioner på produktionen. En ambitiøs klimapolitik i nogle lande kan desuden føre til en reduktion i efterspørgslen efter fossile brændsler, hvilket får den globale pris på fossile brændsler til at falde. Dette medfører et større forbrug af fossile brændsler i de lande, hvor klimaambitionerne er lave.

Reduktionerne bør finde sted, hvor det er billigst

Det fremføres ofte, at de vestlige lande, der har de største økonomiske ressourcer og historisk har stået for den største udledning, bør betale en relativt stor del af omkostningerne. Samtidig bør de nødvendige reduktioner imidlertid finde sted, hvor det er billigst, hvilket ofte ifølge undersøgelser vil være i mellemindkomst- og udviklingslande, jf. f.eks. Nordhaus (2010). Derfor er det vigtigt, at de styringsmidler, der benyttes, gør det muligt at adskille spørgsmålet om, hvilke lande der skal betale for klimatiltagene, fra spørgsmålet om, hvor reduktionerne i udledningerne skal finde sted. En ensartet global afgift på alle drivhusgasser eller et tilsvarende globalt system med omsættelige kvoter for drivhusgasser er de mest oplagte instrumenter til at sikre en sådan omkostningseffektiv fordeling af reduktionerne mellem landene og mellem udlederne i de enkelte lande. Hensynet til en rimelig omkostningsfordeling mellem landene kan adresseres ved at supplere med ordninger, der omfordeler provenuet fra drivhusgasafgifter eller ved fordelingen af kvoter mellem lande.

International aftale med global udledningspris

Grundprincippet for klimapolitikken er derfor helt overordnet, at der bør indgås en international forpligtende aftale, og at der på baggrund heraf sættes en ensartet global afgift på alle drivhusgasser eller et tilsvarende globalt kvotesystem med omsættelige kvoter.

Togradersmålsætning

Flere forsøg på internationale aftaler

Klimaudfordringer har været i verdenssamfundets bevidsthed i en lang årrække, og næsten lige så længe har det været forsøgt at indgå internationale aftaler, der skulle afbøde voldsomme klimaødelæggelser. Allerede i 1987 konkluderede FN, at de industrialiserede lande skulle mindske deres energiniveau pr. indbygger for at gøre plads til en stigende efterspørgsel i udviklingslandene og for generelt at sikre en bæredygtig udvikling. Sidenhen har der været adskillige forsøg på at indgå internationale klimaaftaler. Den første større forpligtende aftale, Kyoto-protokollen, blev indgået i 1997 og fornyet i 2012. Kyoto-protokollen dækker dog ikke nok lande til for alvor at kunne påvirke klimaudfordringerne signifikant, jf. Hoel og Holtsmark (2009). Ved klimatopmødet COP15 i København i 2009 blev togradersmålet officielt udpeget som mål for verdenssamfundets klimapolitik, men der blev ikke indgået konkrete aftaler om, hvordan dette mål skulle nås.

Togradersmålet

Togradersmålet er en ambition om, at gennemsnitstemperaturen i verden ikke må stige med mere end to grader over det førindustrielle niveau. Det forventes, at der er en rimelig sandsynlighed for, at klimaforandringerne ikke kommer ud af kontrol, hvis man holder sig indenfor en temperaturstigning på to grader.

Behov for massive reduktioner

Der er behov for en betydelig skrappere klimapolitik på globalt plan end den, der føres i dag, hvis togradersmålsætningen skal nås. Det er beregninger i De Økonomiske Råd (2015) foretaget på den økonomiske klimamodel DICE et eksempel på. I rapporten blev der præsenteret et grundforløb, hvor den globale klimapolitik svarer til de klimapolitiske tiltag, der havde fundet sted til og med 2010. Resultaterne fra DICE tydede på, at ambitionsniveauet i den globale klimapolitik svarende til 2010 ville føre til, at temperaturen stiger op til seks grader over det førindustrielle niveau. Der er altså behov for, at drivhusgasudledningerne reduceres markant i de kommende år, hvis togradersmålet skal opfyldes.

COP21 førte til en global klimaaftale

I december blev der indgået en global klimaaftale ved COP21 i Paris. Parisaftalen omfatter stort set alle verdens lande. Ambitionen er at holde temperaturstigningen et godt stykke under to grader over det førindustrielle niveau og at stræbe efter at holde temperaturstigningen under 1,5 grader. Landene har forpligtet sig til at indmelde planer for udviklingen i deres udledning af klimagasser, som løbende vil blive kontrolleret. Aftalen indeholder desuden en dynamisk mekanisme, som gør det muligt hvert femte år at revurdere landenes indsats og revidere planerne. I den sammenhæng må revisionerne kun forstærke indsatsen og målsætningen.

Første indmeldinger pegede på temperaturstigning på 2,7 grader

Op til COP21 skulle landene indmelde deres individuelle klimapolitiske planer for 2030. Det Internationale Energiagentur (IEA) udregnede i efteråret 2015, hvordan disse indmeldinger så ud i forhold til togradersmålsætningen. Med udgangspunkt i de indmeldinger, der var indberettet i oktober 2015, fandt IEA, at den reduktionsprofil, der vil være konsistent med de indmeldte planlagte reduktioner, vil føre til temperaturstigninger på 2,7 grader over det førindustrielle niveau i 2100, jf. IEA (2015a). IEA's bud på temperaturstigningen bygger på en række antagelser om, hvordan landenes klimapolitik udvikler sig efter 2030.[1]

Individuelle klimapolitiske mål

COP21 har medført, at verdens lande har en fælles ambition om at handle, men effekten af aftalen vil afhænge af ambitionsniveauet i de klimaplaner, som landene har forpligtet sig til at formulere. Nogle lande har i manglen på internationale aftaler og forpligtelser inden COP21 opstillet deres egne klimapolitiske mål. En række af de målsætninger, der er i verden, EU og Danmark, beskrives i det følgende.

1) IEA's beregninger er blevet kritiseret for at indeholde alt for optimistiske antagelser om landenes klimapolitik efter 2030, jf. Lomborg (2015). Lomborg mener, at de indmeldte reduktionsplaner kun vil sænke de nuværende forudsigelser om temperaturstigninger med 0,17 grader i 2100, jf. Lomborg (2015). Omvendt kritiseres Lomborg for, at antagelserne i Lomborgs beregninger tager afsæt i, at der ikke føres nogen form for drivhusgasreducerende klimapolitik efter 2030, og at han antager, at nogle lande vil forøge deres udledninger herefter, jf. Ward (2015).

Verdens klimapolitik

Kina og USA har indgået klima-aftale

Kina og USA står på nuværende tidspunkt for knap halvdelen af de globale udledninger. De to lande har således stor betydning for den samlede udledning. Et år inden COP21 indgik USA og Kina en klimaaftale, hvor de blev enige om, at Kina skal reducere sin udledning efter 2030, mens USA forpligtede sig til at skære 26-28 pct. af landets udledning fra 2005 til 2025. Den indgåede aftale anses for at være meget vigtig, da Kina ikke tidligere har villet binde sig til klimapolitiske mål. Kina har overordnet rykket sig meget på klimaspørgsmålet de seneste år. Blandt andet vil Kina i 2017 oprette et nationalt marked for handel med kvoter, hvilket vil betyde, at det bliver det største kvotehandelssystem i verden.

Store nationer har egne klimapolitiske mål

Der er andre store nationer og regioner, der har opstillet mål for 2050, heriblandt EU.[2] EU's udmelding er at reducere drivhusgasudledningen med 80-95 pct. i 2050 i forhold til 1990. Dette mål og EU's øvrige klimapolitik beskrives nedenfor.

EU's klimapolitik

Målsætning om at reducere drivhusgasudledninger med 80-95 pct. i 2050

Det Europæiske Råd vedtog i 2007, at EU skulle have som målsætning at reducere drivhusgasudledningerne med 80-95 pct. i 2050 i forhold til 1990. Denne beslutning blev bl.a. taget på baggrund af den fjerde rapport fra IPCC i 2007, der konkluderede, at hvis den gennemsnitlige globale opvarmning med rimelig sandsynlighed skal holdes under 2-2,4 grader i forhold til det førindustrielle niveau, skal de samlede globale drivhusgasudledninger reduceres med 50-85 pct. i 2050 i forhold til 2000, og de industrialiserede landes udledninger skal reduceres med 80-95 pct. i forhold til 1990, jf. IPCC (2007).

2) Ud af verdens 15 største drivhusgasudledere har bl.a. Japan, Canada og Mexico opstillet klimamål for 2050. Japan har udmeldt reduktioner i intervallet 60-80 pct. i 2050 i forhold til 1990. Canada vil reducere med 60-70 pct. i 2050 i forhold til 2006, mens Mexico vil reducere drivhusgasudledningen med 50 pct. i 2050 i forhold til 2000, jf. Climate Action Tracker (januar 2016).

EU's delmål frem mod 2050

For at nå 2050-målet har EU vedtaget en række delmål for 2020 og 2030. De såkaldte 20-20-20-mål for 2020 indeholder bl.a. mål om en reduktion af drivhusgasudledningen på mindst 20 pct. i forhold til 1990-niveau.[3] Derudover skal andelen af vedvarende energi i energiforbruget øges til mindst 20 pct. Desuden er der sat specifikke mål for kvote- og ikke-kvotesektoren, ligesom der også er opsat mål for udviklingen i energiforbruget. For 2030 har EU et mål om at reducere drivhusgasudledningerne med mindst 40 pct. i forhold til 1990-niveau, hvilket også er det individuelle 2030 mål, som EU meldte ind op til COP21. EU's overordnede klimamål for 2020, 2030 og 2050 fremgår af tabel III.1.

Tabel III.1 EU's klimapolitiske mål

	2020-mål	2030-mål	2050-mål
Drivhusgasser	20 pct. reduktion ift. 1990 21 pct. reduktion i kvotesektoren ift. 2005 10 pct. reduktion i ikke-kvotesektoren ift. 2005	40 pct. reduktion ift. 1990 43 pct. reduktion i kvotesektoren ift. 2005 30 pct. reduktion i ikke-kvotesektoren ift. 2005	80-95 pct. reduktion ift. 1990
Vedvarende energi (VE)	VE skal udgøre 20 pct. af energiforbrug VE skal udgøre 10 pct. i transportsektoren	VE skal udgøre 27 pct. af energiforbrug	
Energi-forbrug	Reducere energiforbrug 20 pct. ift. 2005	27 pct. forbedring i energi effektivitet	

Anm.: Generelt er de angivne reduktionsmål minimumsmål.
Kilde: EU-Kommissionen (2014) og Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (2012).

3) Dette mål for drivhusgasreduktioner er i overensstemmelse med EU's forpligtelser i den nyeste Kyoto-aftale dækkende perioden 2013-2020.

Mål fordeles på kvote- og ikke-kvotesektoren

Næsten halvdelen af EU's udledninger er reguleret via EU's kvotehandelssystem, EU ETS. Målet om 20 pct. drivhusgasreduktion i 2020 i forhold til 1990 er derfor delt op i et mål for kvotesektoren og ikke-kvotesektoren. Målet om en drivhusgasreduktion på 40 pct. i 2030 i forhold til 1990 fordeles ligeledes mellem kvote- og ikke-kvotesektoren.

Danmarks klimamål

Langsigtet mål om fossil uafhængighed

I regeringsgrundlaget fra skiftende regeringer har det siden 2007 været et langsigtet mål, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler, jf. Regeringen (2007), Regeringen (2011a) og Regeringen (2015).

Klimalov: En strategisk ramme for lav-emissionssamfund

Der er dog ingen lov, hvor målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler eksplicit indgår. I klimaloven, der blev vedtaget i folketinget i 2014, er formålet at etablere "en overordnet strategisk ramme for Danmarks klimapolitik med henblik på at overgå til et lavemissionssamfund i 2050, dvs. et ressourceeffektivt samfund med en energiforsyning baseret på vedvarende energi og markant lavere udledninger af drivhusgasser fra øvrige sektorer, og som samtidig understøtter vækst og udvikling.", jf. Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (2014).

Regeringens målsætning: VE-produktionen svarer til dansk energiforbrug

Klimaloven nævner således ikke fossilfrihed eller fossil uafhængighed eksplicit, og i praksis florerer der flere udlægninger af den langsigtede målsætning. SRSF-regeringen definerede i 2011 det langsigtede mål om et energi- og transportsystem baseret på 100 pct. vedvarende energi i 2050, jf. Regeringen (2011b). Senest har V-regeringen i 2015 defineret en målsætning om, at Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler i 2050, jf. Regeringen (2015). V-regeringens definition betyder, at det danske energi- og transportsystem gerne må benytte fossile brændsler efter 2050, så længe der produceres tilstrækkelig vedvarende energi til, at det kan dække det danske energiforbrug. Dette mål om fossiluafhængighed er således mindre restriktivt end SRSF-regeringens tidligere mål om fossilfrihed.[4]

4) Klimarådet argumenterer for, at det ikke er foreneligt med EU's målsætning, hvis hvert enkelt EU-land har lignende målsætninger om uafhængighed af fossile brændsler, jf. Klimarådet (2015).

Delmål frem mod 2050

For at opnå målet om 100 pct. VE i 2050 fremsatte SRSF-regeringen en række energi- og klimapolitiske delmål. Disse delmål indeholder bl.a. 40 pct. indenlandsk reduktion af drivhusgasudledningen i 2020 i forhold til 1990 og 100 pct. VE i el- og varmesektoren i 2035. V-regeringen har bebudet at nedjustere eller fjerne flere af disse delmål. De annoncerede ændringer er dog ikke vedtaget på nuværende tidspunkt.

EU's klimamål og de danske forpligtelser

I tabel III.2 opstilles de danske klimaforpligtelser over for EU samt Danmarks selvstændige mål. Danmark skal leve op til EU's energi- og klimapolitiske mål og krav. Flere af EU's delmål for 2020 har ført til differentierede nationale forpligtelser for de enkelte medlemsstater overfor EU.

Tabel III.2 Energi- og klimamål

Danmarks forpligtelser overfor EU	Danmarks egne mål
2020-forpligtelser	**2020-mål**
20 pct. reduktion i ikke-kvotesektoren i forhold til 2005	40 pct. reduktion af drivhusgasudledninger i forhold til 1990[a]
Vedvarende energi skal udgøre mindst 30 pct. af energiforbruget	Vind skal udgøre halvdelen af elforbruget
Vedvarende energi skal udgøre mindst 10 pct. af transportsektoren	
2030-forpligtelser	**2030-mål**
De nationale forpligtelser knyttet til EU's 2030-mål er endnu ikke blevet fordelt på de enkelte medlemsstater	100 pct. VE i el- og varmesektoren i 2035[a]
	Kul udfases i 2030[a]
	Oliefyr udfases i 2030[a]
2050-forpligtelser	**2050-mål**
De nationale forpligtelser knyttet til EU's 2050-mål er ikke fordelt på de enkelte medlemsstater	Fossiluafhængighed

a) Den nuværende regering lægger op til at droppe eller justere disse mål.

Anm.: De nationale forpligtelser overfor EU er differentieret mellem medlemslandende, bl.a. på baggrund af BNP, hvilket ofte forpligter Danmark til et større bidrag end det gennemsnitlige EU-mål vist i tabel III.1.

Kilde: EU-Kommissionen (2014) og Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (2012).

Forskel på EU's 2050 mål og det danske

EU's mål for 2050 er en drivhusgasreduktion på 80-95 pct. i forhold til udledningen i 1990, mens det danske mål er at være uafhængig af fossile brændsler. Det danske mål afviger fra EU's mål ved at have fokus på, hvad energiforsyningen baseres på, fremfor en begrænsning på drivhusgasudledninger. Dermed fokuseres målet på udvalgte sektorer, mens der er andre drivhusgasudledende sektorer, som f.eks. landbruget, der friholdes.

III.3 Konsekvenser af klimapolitik

En skærpelse af ambitionsniveauet for den danske klimapolitik har en lang række konsekvenser for dansk økonomi. I dette afsnit diskuteres indledningsvist, hvordan målsætningen om fossil uafhængighed spiller sammen med en målsætning om at bidrage til at reducere de globale udledninger af drivhusgasser. Derudover indeholder afsnittet en kort gennemgang af en række af de effekter, der vil være i spil, hvis Danmark skærper ambitionsniveauet i klimapolitikken, eksempelvis ved at blive uafhængig af fossile brændsler. Afslutningsvis indeholder afsnittet en kort diskussion af forhold, som kan bidrage til, at den danske klimaindsats bliver omkostningseffektiv.

Klimamotivet og fossil uafhængighed

Klimahensynet lægges til grund

Målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler kan opfattes som en udmøntning af klimalovens mål om en overgang "til et lavemissionssamfund i 2050, dvs. et ressourceeffektivt samfund med en energiforsyning baseret på vedvarende energi og markant lavere udledninger af drivhusgasser fra øvrige sektorer".

Direkte dansk effekt på klimaet er meget lille

Den isolerede effekt på klimaet af færre udledninger af drivhusgasser i Danmark er meget lille. Det er derfor nødvendigt, at den danske indsats ses som led i en global indsats, herunder det danske bidrag til den europæiske klimapolitik.

Skelnen mellem efterlevelse af EU-mål og dansk enegang

Det er derfor hensigtsmæssigt at skelne mellem dansk klimapolitik, der gennemføres som led i blandt andet EU's målsætninger om at reducere udledningerne af drivhusgasser, og en dansk indsats, der ligger ud over det, Danmark må gøre for at leve op til det implicerede EU-krav.

Det gode eksempel kan inspirere

Der er fremført mange argumenter for, at det kan være fornuftigt at gennemføre en dansk indsats udover den, der er nødvendig for at opfylde EU-målsætningen. Formentlig er et af de vigtigste motiver herfor, at Danmark ved at gå foran med et godt eksempel kan påvirke andre landes klimapolitik i en gunstig retning.[5] Indenfor rammerne af EU kunne dette eksempelvis ske ved, at en ambitiøs dansk klimapolitik kunne bidrage til, at antallet af kvoter i EU's kvotesystem blev reduceret hurtigere end ellers. Hvis der er en positiv afsmitningseffekt, vil det kunne øge klimaeffekten af en ambitiøs dansk indsats.

Omkostningseffektivitet kan være afgørende

Det er vanskeligt at påvise en sådan positiv afsmitningseffekt, men den kan omvendt heller ikke afvises. En væsentlig problemstilling i relation til en sådan mulig afsmitningseffekt af dansk klimapolitik er, om effekten i givet fald fremkommer som et resultat af, at Danmark gør "meget", dvs. sætter skrappe mål og lever op til dem, eller om den fremkommer ved, at Danmark demonstrerer, at en reduktion af drivhusgasudledningerne kan gøres samfundsøkonomisk billigt. I sidstnævnte tilfælde bliver omkostningseffektivitet en afgørende parameter. Hvis Danmark demonstrerer, at en ambitiøs klimapolitik kan gøres billigt, vil det kunne have en positiv afsmitningseffekt, mens en dyr dansk klimapolitik vil kunne have den modsatte virkning. Demonstrationseffekter kan således både være positive og negative.

Demonstrationseffekter kan både være positive og negative

Fossilt forbrug i kvotesektor reguleret på EU-niveau

På europæisk plan er forbruget af fossile brændsler i kvotesektoren reguleret på EU-niveau via kvotesystemet, ETS. Den del af målsætningen, der relaterer sig til kvotesektoren, vil derfor

5) Et andet ofte fremført argument er, at der kan være en gevinst for dansk erhvervsliv ved at øge ambitionsniveauet i dansk klimapolitik. Formandskabet har tidligere udtryk skepsis overfor dette argument, jf. blandt andet De Økonomiske Råd (2013). Forsyningssikkerhed er et tredje ofte fremført argument.

ikke påvirke de samlede europæiske udledninger (medmindre den danske indsats fører til, at kvoteloftet sænkes).

Højt ambitionsniveau i EU overflødiggør dansk mål for kvotesektoren

Det må forventes, at EU som led i at leve op til den erklærede ambition om at mindske udledningen af drivhusgasser vil reducere antallet af kvoter frem imod 2050. Dette vil føre til stigende kvotepriser og bidrage til en omstilling væk fra fossile brændsler i kvotesektoren, også i Danmark. I en situation, hvor EU reducerer antallet af kvoter i et hensigtsmæssigt tempo, er det vanskeligt at begrunde, at Danmark skulle have en særskilt målsætning for kvotesektoren.

Dansk enegang skal overvejes, hvis EU sænker sit ambitionsniveau

Hvis EU omvendt vælger ikke at leve op til den erklærede målsætning, vil Danmark stå over for et valg, om vi skal gå enegang eller ej. I en situation, hvor EU vælger at slække på ambitionsniveauet i forhold til det erklærede, vil dansk enegang reelt kun have en direkte klimaeffekt, hvis den er målrettet udledninger udenfor kvotesektoren.

Økonomiske og andre effekter af klimapolitik

Klimapolitik har samfundsøkonomiske konsekvenser

Uanset hvilken klimapolitik omverdenen fører, vil det have økonomiske konsekvenser for Danmark at forfølge klimapolitiske mål. Så længe vedvarende energi ikke er fuldt konkurrencedygtigt i forhold til fossile brændsler, vil en omstilling til fossil uafhængighed have samfundsøkonomiske omkostninger. Disse omkostninger afhænger af en lang række forhold i omverdenen, herunder ikke mindst udviklingen i brændselspriser og teknologi.

Mange direkte og indirekte effekter af klimapolitik

Et skærpet ambitionsniveau i klimapolitikken har en række direkte og indirekte virkninger på virksomhedernes og husholdningernes økonomi og dermed på samfundsøkonomien. Samtidig kan ændringer i klimapolitikken have afledte effekter på miljøet, herunder eksempelvis luftkvaliteten og derigennem befolkningens sundhed. Endelig vil en klimapolitik, der fører til en reduktion af de globale udledninger af drivhusgasser, påvirke koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren og dermed have en direkte (om end i globalt perspektiv lille) effekt på klimaet.

Klimapolitik kan påvirke energipriser

Grundlæggende kan et skærpet ambitionsniveau i klimapolitikken opfattes som en ændring i produktionsforudsætningerne i økonomien. Hvis dansk økonomi i udgangspunktet har et vist forbrug af fossile brændsler, vil det indebære øgede omkostninger at fortrænge dette fossile forbrug. Det er naturligvis tænkeligt, at vedvarende energi i fremtiden vil være fuldt konkurrencedygtigt med fossile brændsler, men i så fald vil der ikke være behov for at gennemføre nye klimapolitiske tiltag.

Effekt på energipriser afhænger især af teknologi og brændselspriser

Tages der udgangspunkt i situationen, hvor vedvarende energi (i hvert fald til nogle anvendelser) er dyrere end brug af fossile brændsler, vil energiomkostningerne stige ved overgang til fossil uafhængighed. Hvor meget energiomkostningerne stiger, afhænger blandt andet af forskellen i priserne på forskellige typer af (fossile og ikke-fossile) brændsler. I afsnit III.4 præsenteres et bud på, hvordan energiomkostningerne vil kunne blive påvirket under givne forudsætninger om størrelsen af det fossile energiforbrug i udgangssituationen, brændselspriser og teknologisk udvikling.

Højere energipriser påvirker økonomien negativt

Stigende energiomkostninger påvirker virksomheder og husholdninger og dermed samfundsøkonomien. De højere energiomkostninger reducerer reallønnen og dermed forbruget, og virksomhederne vil forsøge at spare på energien, blandt andet ved at bruge mere kapital og arbejdskraft. Resultatet af disse ændringer er, at produktiviteten og den samlede produktion vil falde.

Stigende omkostninger er et udbudsstød

Højere energiomkostninger svarer til det, der i økonomiske lærebøger kaldes et negativt udbudsstød. I boks III.1 gives en kort beskrivelse af, hvordan de højere energiomkostninger påvirker samfundsøkonomien.

Boks III.1 Effekter af højere energipriser

Højere energipriser øger det generelle prisniveau og påvirker produktiviteten negativt. Der er dermed tale om det, som økonomer betegner et negativt udbudsstød. I denne boks forklares kort nogle af de vigtigste effekter, der kan forventes af et sådan udbudsstød.

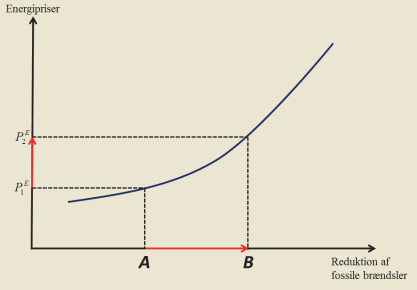
Som udgangspunkt antages, at omkostningerne ved at producere energi er højere, når det skal ske uden fossile brændsler. Jo mere forbruget af fossile brændsler skal reduceres, jo mere øges energiomkostningerne. Dette er stiliseret afbilledet i figur A nedenfor. De højere energipriser betyder, at omkostningerne ved at fremstille varer og tjenester stiger. Dette reducerer virksomhedernes ønskede produktionsniveau, hvilket svarer til, at virksomhedernes udbudskurve rykker op, jf. figur B.

Højere energipriser påvirker omkostningerne og dermed det generelle prisniveau opad. Dette har en række afledte effekter på økonomien, der meget overordnet kan sammenfattes i følgende punkter:

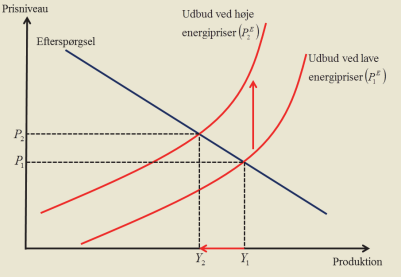
- Skift i virksomhedernes input-sammensætning (væk fra energi) og deraf følgende lavere produktivitet
- Skift i erhvervssammensætning væk fra energiintensive brancher
- Lavere realløn (som følge af højere priser og lavere produktivitet) samt lavere privat forbrug
- Lavere arbejdsudbud (som følge af lavere realløn)
- Mindre produktion (som følge af lavere produktivitet og arbejdsudbud)

I afsnit III.6 præsenteres beregninger, der sætter tal på disse effekter baseret på en anvendt generel ligevægtsmodel.

Figur A Effekt på energipris



Figur B. Udbud og efterspørgsel



Boks III.1 Effekter af højere energipriser, fortsat

Effekten på samfundsøkonomien af de højere energipriser afhænger især af følgende forhold:

- Hvor meget energiprisen stiger, når forbruget af fossile brændsler reduceres
- Hvor meget udbudskurven skubbes opad
- Hvor stejlt udbudskurven hælder
- Hvor stejlt efterspørgselskurven hælder

Hvor meget energiomkostningerne og dermed energipriserne stiger afhænger især af forskelle i brændselspriser og teknologiske antagelser. Disse forhold diskuteres nærmere i afsnit III.4.

Hvor meget udbudskurven rykkes opad, afhænger af, hvor meget energiprisen stiger, men også af hvor energiintensiv produktionen er – og hvor gode muligheder virksomhederne har for at ændre på sammensætningen af produktionsfaktorer. Hvis produktionen eksempelvis har gode muligheder for at erstatte den relativt dyrere energi med en øget brug af kapital eller arbejdskraft vil det reducere effekten og dermed flytningen af udbudskurven. Det er også af betydning, i hvilket omfang virksomhederne har mulighed for at anvende importerede materialer og flytte hele eller dele af produktionen til udlandet. En afledt effekt af at virksomheder skifter mellem de forskellige produktionsfaktorer (sparer på energien) er, at produktiviteten (alt andet lige) falder.

Hvor stejl udbudskurven er, afhænger blandt andet af husholdningernes afvejning mellem forbrug og fritid. Forestiller man sig, at husholdningerne slet ikke har glæde ved at holde fri, vil udbudskurven være lodret, svarende til at arbejdsudbuddet slet ikke reagerer på reallønnen efter skat. I en mere realistisk situation, hvor husholdningerne har glæde ved at holde fri, vil arbejdsudbuddet reagere på reallønnen, og udbudskurven vil ikke være lodret, men have en positiv hældning. Jo mere arbejdsudbuddet reagerer, jo større hældning har udbudskurven, og jo mere vil produktionen (alt andet lige) reagere på en stigning i energiprisen.

Hvor stejl efterspørgselskurven er, afhænger især af graden af udenlandsk konkurrence. Jo mere dansk eksport reagerer på ændringer i det danske prisniveau, jo mindre vil danske virksomheder have mulighed for at vælte de højere energipriser over på de udenlandske forbrugere. Det svarer til en flad efterspørgselskurve, og det indebærer, at effekten på den danske produktion (alt andet lige) bliver større.

Tilpasnings- og regulerings-omkostninger

Der er naturligvis en lang række andre effekter af klimapolitisk tiltag, end de her nævnte. En af de effekter, der ikke er omtalt (og som også er udeladt i de modelberegninger, præsenteres i afsnit III.6) er, at der vil være tilpasningsomkostninger, når virksomheder og forbrugere skal tilpasse sig de ændrede vilkår. I det omfang tilpasningen sker over lang tid, og de anvendte instrumenter (f.eks. afgifter og kvoter) er fastlagt på en troværdig og hensigtsmæssig måde, kan det dog formodes, at tilpasningsomkostningerne vil være af begrænset størrelse.

Andre effekter

Klimapolitikken vil også have en række effekter på økonomien, der virker ad mere indirekte kanaler. En omlægning af energiproduktionen fra brug af fossile brændsler til vedvarende energi vil blandt andet have betydning for miljø og sundhed.

Luftforurening og sundhed

En potentielt vigtig effekt af en omlægning fra fossil energiproduktion vil være effekter på luftkvaliteten, som igen vil have effekter på blandt andet befolkningens sundhedstilstand. Det vil i sig selv have en direkte effekt på velfærden, hvis miljø- og sundhedstilstanden forbedres, men samtidig vil en bedre sundhedstilstand kunne påvirke produktiviteten og arbejdsstyrkens størrelse blandt andet gennem mindre sygefravær. Der kan også være andre afledte (eksterne) effekter fra en overgang til fossil uafhængighed. Disse eksterne effekter kan både være positive og negative – eksempelvis mere støj fra vindmøller og mindre støj fra (el)biler.

Effekt på teknologisk udvikling

Skærpede miljøkrav og et højere ambitionsniveau i klimapolitikken kan også påvirke den teknologiske udvikling. Særskilte danske krav vil dog formentlig kun have beskeden effekt på den grundlæggende teknologiske udvikling – medmindre der er en forventning om, at de danske krav fører til, at andre lande implementerer tilsvarende krav efterfølgende.

Klimaeffekter afhænger af lækage

I relation til udledninger fra kvotesektoren er der, som nævnt, principielt ingen direkte klimaeffekt (medmindre dansk klimapolitik påvirker antallet af kvoter i EU). I det omfang en ambitiøs klimapolitik får dansk produktion til at flytte til lande, der ikke er omfattet af bindende udledningslofter, f.eks. til lande uden for EU, er der endda en risiko for, at de samlede, globale udledninger kan blive forøget.

Det vil kunne være tilfældet, hvis dansk produktion erstattes af produktion i udlandet, der anvender flere fossile brændsler, end den tilsvarende danske ville have gjort.

Omkostningseffektivitet

Mest miljø for pengene

Givne målsætninger i klimapolitikken bør naturligvis nås til færrest mulige omkostninger, når der er taget højde for afledte (positive og negative) sideeffekter af at nå målet. Derfor er omkostningseffektivitet et helt centralt omdrejningspunkt, og hensynet til at opnå givne målsætninger billigst muligt bør derfor veje tungt, jf. også Klimarådet (2015).

Omkostningseffektivitet øger sandsynlighed for positiv demonstrationseffekt

Omkostningseffektivitet er, som nævnt, også vigtig for betydningen af en eventuel demonstrationseffekt af dansk enegang. Hvis den demonstrerede ambitiøse klimapolitik er billig i forhold til effekten på klimaet, vil den fremstå som en mere attraktiv mulighed for andre lande, end hvis den er dyr og ineffektiv i forhold til klimaet.

Ensartet pris på drivhusgasser i ikke-kvotesektor

Som nævnt i afsnit III.2 nås målet om at nedbringe udledningen af drivhusgasser helt overordnet billigst muligt ved at have en ensartet pris på drivhusgasser. Dette bør ideelt ske i hele verden, men i en dansk kontekst bør det selvsagt som minimum ske indenfor landets grænser. I lyset af opdelingen i en kvote- og en ikke-kvotesektor er det især af betydning at opnå en ensartet pris på drivhusgasser i ikke-kvotesektoren, inkl. landbrugets udledninger af ikke-energirelaterede udledninger, jf. også Klimarådet (2015). Målet om uafhængighed af fossile brændsler adresserer ikke denne problemstilling.

Klarhed og troværdighed reducerer omkostninger

Omstillingen fra brug af fossile brændsler til vedvarende energi vil uundgåeligt tage en årrække. I de fleste tilfælde vil skiftet i energiform hensigtsmæssigt ske samtidig med, at det anvendte kapitalapparat alligevel skal udskiftes. Da investeringer er udtryk for en langsigtet beslutning, er den forventede fremtidige pris på energi afgørende. Klarhed om de langsigtede mål i energi- og klimapolitikken vil bidrage til at begrænse omkostningerne. Dette gælder på såvel nationalt plan som EU-niveau.

Uhensigtsmæssig politik kan øge omkostningerne

En væsentlig forudsætning for, at omstillingen fra brug af fossile brændsler kan ske omkostningseffektivt, er, at der ikke anvendes uhensigtsmæssige instrumenter. Støtte til brug af vedvarende energi har eksempelvis den uheldige sideeffekt, at energiforbruget øges, fordi slutbrugerprisen på energi bliver lavere end de samfundsøkonomiske omkostninger. Hertil kommer, at støtte til energi kræver finansiering i form af højere skatter.

PSO-afgift et eksempel på uhensigtsmæssig politik …

Afgifter eller anden regulering, der modvirker en hensigtsmæssig omlægning af energiforbruget, vil også øge de samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå det givne klimamål. Et eksempel på dette er PSO-afgiften, der begrænser tilskyndelsen til at skifte fra fossilbaseret forbrug til el, hvor produktionen er effektivt reguleret af kvotesystemet, jf. De Økonomiske Råd (2014).

… et andet er teknologi-specifikke afgifter og tilskud

En omkostningseffektiv klimapolitik bør tilrettelægges, så den er teknologineutral. Ekstraordinært store tilskud til én teknologi frem for en anden, der har den samme effekt i forhold til målet, vil gøre det dyrere at opnå det givne mål. Ideelt set bør tilskyndelsen til at skifte fra fossile brændsler således være bestemt af de samfundsøkonomiske omkostninger og ikke af forskelle i støtte- og afgiftssatser.

III.4 Energiomkostninger ved fossilfrihed

Ændringer i energi-omkostninger afgørende

En målsætning om at blive uafhængig af fossile brændsler vil i første omgang påvirke økonomien i form af højere energiomkostninger. I dette afsnit ses derfor nærmere på, hvordan omkostningerne på energi ventes påvirket af en målsætning om at blive uafhængig af fossile brændsler i 2050. I afsnit III.6 bliver der set nærmere på de afledte samfundsøkonomiske effekter af ændrede energiomkostninger.

Teknologisk udvikling

En opgørelse af omkostningerne ved at blive fossilfri i 2050 er behæftet med stor usikkerhed. Den teknologiske udvikling for forskellige energiteknologier vil være afgørende for, om der i fremtiden overhovedet er højere omkostninger ved vedvarende energi i forhold til fossil energi. I de senere år har der været teknologiske fremskridt, som har sænket om-

kostningerne for vedvarende energi. Det er generelt forventningen i teknologifremskrivninger, at der også vil være faldende omkostninger for vedvarende energi frem mod 2050, jf. f.eks. IEA (2015b, 2015c) og Energistyrelsen (2014b).

Pris på fossile brændsler

Udviklingen i prisen på fossile brændsler er også vigtig for, om der er en meromkostning ved fossilfri produktion. Faldende priser på fossile brændsler gør det dyrere at skifte til vedvarende energi og kan medføre en meromkostning ved at overgå til vedvarende energi, selv hvis den teknologiske udvikling løbende sænker prisen på vedvarende energi.

Indhold i afsnit

Der tages i afsnittet udgangspunkt i scenarier for, hvordan et fossilfrit energisystem kan se ud i 2050, som er udarbejdet af Energistyrelsen (2014a). Først beskrives disse scenarier overordnet. Derefter skildres en række videre beregninger og følsomhedsanalyser, som bl.a. illustrerer betydningen af forskellige antagelser om teknologisk udvikling og priser på brændsler.[6]

Scenarier for fossilfrihed i 2050

Energistyrelsens fossilfrie scenarier for 2050

Der er i Energistyrelsen (2014a) opstillet fem energiscenarier for 2050. Fire af scenarierne viser, hvordan der med nuværende teknologi kan opnås fossilfrihed med forskellig brug af vedvarende energiteknologier. De fire fossilfrie scenarier kaldes: vindscenariet, bio+ scenariet, biomassescenariet og brintscenariet. Vindscenariet har en massiv elektrificering i transport, industri og fjernvarme og en betydelig udbygning med havvindmøller. I vindscenariet må der kun indgå den mængde biomasse, som svarer til, hvad der kan produceres indenlandsk, jf. Energistyrelsen (2014a). Vindscenariet synes at være det scenarie, der er størst opbakning til, hvilket bl.a. kan skyldes et ønske om, at Danmark ikke skal være afhængig af importeret biomasse. Derfor fokuseres i afsnittet på dette scenarie.

6) Udgangspunktet for følsomhedsanalyserne er nøjere beskrevet i et dokumentationsnotat udarbejdet af Ea Energianalyse (2016), som findes på De Økonomiske Råds hjemmeside.

Energistyrelsens fossile scenarie

Der er også udarbejdet et femte scenarie, der baseres på fortsat brug af fossile brændsler (fossilscenariet), hvor der ses bort fra alle energi- og klimamålsætninger. Fossilscenariet er udarbejdet for at have et sammenligningsgrundlag. Energistyrelsen ser ikke dette som en business-as-usual-fremskrivning, da de forventer, at en fremskrivning af nuværende politik vil føre til et lavere fossilt forbrug end det, der er opstillet i det fossile scenarie. Scenariet svarer til, at Danmark vil basere sin forsyningssektor på 37 pct. VE i 2050. Fossilscenariet er som udgangspunkt søgt konstrueret ud fra, hvad der giver lavest mulige omkostninger uden hensyn til klimapolitiske mål eller standarder. Da kul er det billigste brændsel, selv når CO_2-kvoteprisen medregnes, er det fossile scenarie karakteriseret ved en stor anvendelse af kul, jf. Energistyrelsen (2014a).

Energisystem-omkostninger

I scenarierne opgøres de samlede energisystemomkostninger som summen af annuiserede investeringer, driftsomkostninger, brændselsomkostninger, udgifter til CO_2-kvoter og omkostninger til energibesparelse. Energisystemomkostninger omfatter f.eks. investeringer i kraftvarmeværker, vindmøller, brændselsfabrikker og udbygning af elnettet.

Meromkostning på 5-10 pct. ved fossilfrihed

Energistyrelsen opgør de årlige energisystemomkostninger ved fossilscenariet til knap 134 mia. kr. i 2050 i 2015-priser. Ved de fossilfrie scenarier øges disse omkostninger til mellem 140 og 164 mia. kr. i 2050. Der er således en meromkostning på mellem knap 7 og 30 mia. kr. i forhold til fossilscenariet, jf. tabel III.3. Det dyreste af de fossilfrie scenarier er bio+ scenariet, men dette ser Energistyrelsen ikke som et sandsynligt scenarie. For de andre scenarier ligger meromkostningerne i forhold til fossilscenariet på mellem knap 7 og 14 mia. kr. pr. år, hvilket svarer til en stigning i energisystemomkostningerne på 5 til 10 pct.

Tabel III.3 Omkostninger ved energiscenarier for 2050

Scenarier	Bespa-relser[b]	Inve-sterin-ger	DogV[a]	Brænds ler	CO_2-kvoter	Total	Indeks ift. fossil
	---------- Mia. kr. pr. år (2015-priser)----------						Fossil=100
Vind	13,3	62,0	56,6	12,4	0,4	144,6	108,3
Biomasse	13,3	52,2	44,5	29,7	0,4	140,1	104,9
Bio+	13,3	46,8	43,9	59,5	0,4	163,9	122,7
Brint	13,3	67,3	58,7	7,4	0,4	147,1	110,2
Fossil	13,3	45,5	36,0	30,8	7,9	133,5	100,0

a) Drift og vedligehold (DogV) omfatter også import og eksport af el.
b) Energibesparelsesomkostninger er medtaget ud fra en antagelse om, at det kan være mere omkostningseffektivt at sænke energiforbruget (gennem eksempelvis bedre isolering eller mere energieffektive apparater). Omkostningerne til energibesparelser er ens i alle scenarier.
Anm.: Omregnet til 2015-priser med BNP-deflatoren i *Konvergensprogram 2015*.
Kilde: Energistyrelsen (2014a).

Køb af CO_2-kvoter betragtes som omkostning for Danmark

I Energistyrelsens scenarier indgår omkostninger til CO_2-kvoter (primært ved fossilbaseret energiproduktion). Udgifter til køb af CO_2-kvoter kan betragtes som en omkostning ud fra en isoleret dansk betragtning, da Danmark kun modtager en beskeden del af det samlede provenu fra salg af kvoter i EU.[7]

Vind er billig …

Vindenergi er blandt de billigste energikilder på markedet. I 2013 var selve omkostningerne til elproduktion omtrent de samme for kul og vind. Omkostningerne til vindenergi forventes imidlertid at falde fremover, mens omkostningerne til kul ventes mere eller mindre konstante jf. IEA (2015c), World Energy Council (2013) og Energistyrelsen (2012).

7) Udgifter knyttet til *nationale* grønne afgifter eller køb af nationale omsættelige udledningskvoter betragtes ikke som en samfundsøkonomisk omkostning, da provenuet herfra tilbageføres eller anvendes til at mindske andre danske skatter og afgifter. For udgifter til CO_2-kvoter forholder det sig imidlertid anderledes, da provenuet fra disse ikke direkte tilbageføres til Danmark. Således modtager Danmark i perioden 2013 til 2020 ca. 1,2 pct. af provenuet fra EU's salg af kvoter. Denne fastlagte andel er beskeden og afhænger ikke umiddelbart af købet af kvoter i Danmark.

… men det er vindscenariet ikke

Det kan på den baggrund virke lidt overraskende, at vindscenariet er dyrere end fossilscenariet. Det skyldes, at vindscenariet forudsætter en udbredt elektrificering, hvilket kræver større omkostninger til f.eks. elnet og reservekapacitet. Derudover er der en række afledte investeringer i form af varmepumper og elkedler. Alt dette er med til at gøre vindscenariet dyrere på trods af den forholdsvis billige vindenergi.

Klimakommission fandt lidt lavere meromkostning baseret på biomasse

Klimakommissionen undersøgte i 2010 de økonomiske konsekvenser af at blive fossilfri. Klimakommissionen fandt, at energisystemomkostningerne ville stige med 5-6 pct. i 2050 ved fossilfrihed, jf. Klimakommissionen (2010). Det er på niveau med det billigste af Energistyrelsens scenarier. Klimakommissionens energiscenarie er i højere grad baseret på biobrændsler frem for vindenergi, og minder derfor mere om Energistyrelsens biomassescenarie.

Danske analyser finder højere meromkostninger

Sammenlignes de danske studier med europæiske analyser, finder de danske studier en større stigning i energiomkostningerne ved fossilfrihed end opgørelser af meromkostningen ved at reducere de europæiske CO_2-udledninger med 80-95 pct., jf. f.eks. Capros mfl. (2012) og EU-Kommissionen (2011). Capros mfl. (2012) finder således, at energisystemomkostningerne stiger med 1,6 pct. i det mest omkostningseffektive scenarie. EU-Kommissionen finder ligefrem, at energisystemomkostningerne samlet set falder ved en 80 pct. reduktion i udledningen af drivhusgasser.

Forskellen kan skyldes forskel i klimapolitisk mål

Denne forskel kan bl.a. afspejle, at de klimapolitiske mål er forskellige i de danske og europæiske analyser. De europæiske analyser tager afsæt i målet om en drivhusgasreduktion i 2050 på 80 pct. i forhold til 1990, mens de danske analyser bygger på, at Danmark skal være fossilfri. Med en 80 pct. drivhusgasreduktion er det således ikke nødvendigt, at transportsektoren bliver fuldstændig fossilfri. Som det fremgår senere, vurderes der at være relativt store omkostninger forbundet med omstilling af især den tunge transport og flytransport til fossilfrihed. Med et EU-mål om 80 pct. drivhusgasreduktion er det derfor ikke oplagt, at man (som i Danmark) vil gøre hele transportsektoren fossilfri, når reduktionerne også kan finde sted i andre sektorer. At der synes at være lavere omkostninger i de europæiske analyser, kan des-

uden skyldes, at de danske analyser undersøger en situation, hvor der ikke tillades brug af CO_2-opsamling og lagring (på engelsk carbon capture and storage, CCS) eller atomkraft i energiproduktionen, mens de europæiske analyser opstiller scenarier, hvor al teknologi er til rådighed.

Meromkostninger ved forskellige anvendelser af energi

Vindscenariet er udgangspunktet

Der ses i det følgende nærmere på meromkostningerne ved fossilfri produktion, idet der tages udgangspunkt i Energistyrelsens vindscenarie. For dette scenarie fandt Energistyrelsen en meromkostning på 11 mia. kr. i forhold til et fossilscenarie, hvor der ses bort fra energi- og klimapolitiske målsætninger, jf. tabel III.3. En nærmere beskrivelse af antagelser i Energistyrelsens scenarier er præsenteret i boks III.2. Her beskrives også opdateringer af nogle forudsætninger, som her er foretaget i forbindelse med beregninger præsenteret i det følgende.

Boks III.2 Antagelser vedrørende energiscenarier for 2050

I boksen beskrives antagelser anvendt i Energistyrelsens energiscenarier for 2050 samt de ændringer og opdateringer af antagelser, der er anvendt i dette kapitel.

Energiforbrug i 2050

Energiforbruget i Energistyrelsens 2050-scenarier bygger på en videreførelse af Energistyrelsens basisfremskrivning fra 2012. Forudsætningen for den økonomiske vækst i basisfremskrivningen tager udgangspunkt i konvergensprogrammet fra 2012. Forventningerne til producenternes og forbrugernes energiforbrug i 2050 bygger på energiforbrugets udvikling gennem de seneste 25 år. Dog forventes det, at energispareindsatsen fremadrettet vil være større end tidligere, og derfor nedjusteres energiforbruget yderligere. Energistyrelsen forudsætter på den baggrund, at det endelige energiforbrug i 2050 er omkring 600 PJ. Med de opstillede scenarier forventer Energistyrelsen, at knap 380 PJ af det samlede energiforbrug i fossilscenariet er baseret på fossil energi. I de forskellige videre beregninger præsenteret i afsnittet tages dog udgangspunkt i et fossilt energiforbrug på 335 PJ, idet der er set bort fra det fossile indhold i affald og den del af elproduktionen, der eksporteres.

Brændsels- og kvotepriser

De oprindelige scenarieberegninger fra Energistyrelsen var baseret på antagelser om den langsigtede udvikling i brændsels- og CO_2-kvotepriser i World Energy Outlook 2013 (WEO2013), givet effekter af vedtaget energi- og klimapolitik (det såkaldte "new policy scenario"). Det er valgt at opdatere brændselspriserne med den seneste udgivelse af World Energy Outlook fra 2015 (WEO2015). Siden 2013 er forventningen til olie-, gas- og kulpriser væsentlig lavere på kort sigt, hvilket skal ses i sammenhæng med at disse priser faldt meget kraftigt i efteråret 2014. På lang sigt er priserne dog kun lidt lavere (op til 10 pct.) i WEO2015 i forhold til prisforventningerne i 2013. I WEO2015 forventes kvotepriserne på lang sigt at være knap 20 pct. højere end de forventninger, der var til kvotepriserne i WEO2013. Mere konkret er antaget en oliepris på ca. 680 kr. pr. tønde i 2050 og en CO_2-kvotepris på ca. 300 kr. pr. ton (2015-priser).

Lavere priser på olie, gas og kul øger meromkostningerne ved omstillingen væk fra fossile brændsler, mens højere CO_2-kvotepriser gør det dyrere at bruge fossile brændsler, hvormed meromkostningerne ved at blive fossilfri reduceres. Da disse effekter trækker næsten lige meget i hver sin retning, har det samlet set ingen signifikant betydning for de samlede meromkostninger.

Boks III.2 Antagelser vedrørende energiscenarier for 2050, fortsat

Teknologisk udvikling

I scenarieberegningerne tager Energistyrelsen højde for, at teknologisk udvikling ventes at gøre vedvarende teknologi billigere i fremtiden. Antagelser for den teknologiske udvikling er baseret på de såkaldte teknologikataloger, som netop har til formål at indeholde opdaterede og generelt accepterede oplysninger om bl.a. udviklingen i omkostninger ved forskellige teknologier, som kan danne et ensartet grundlag for analyser på energiområdet. Disse teknologikataloger opdateres løbende, jf. Energistyrelsen (2012). I scenarieberegningerne er det på baggrund af teknologikatalogerne antaget, at investeringsomkostningerne til hav- og landvind vil falde med henholdsvis 37 pct. og 25 pct. fra 2015 til 2050, mens investeringsomkostningen for solceller falder med 57 pct. i samme periode. For teknologier baseret på fossile brændsler er der uændrede eller svagt stigende omkostninger fra 2015 til 2050.

Opdeling af meromkostninger på energitjenester

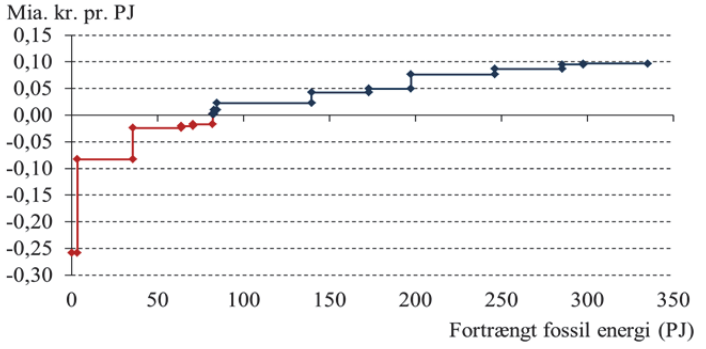
Til denne analyse er der foretaget en opdeling af meromkostningerne ved at fortrænge fossile brændsler for forskellige anvendelser af energi (energitjenester) ud fra de forudsætninger, der i øvrigt er i vindscenariet. Meromkostningen baseres på gennemsnitsomkostningen indenfor de enkelte energitjenestekategorier. Den gennemsnitlige meromkostning udregnes som den absolutte meromkostning ved at levere energitjenesten delt med den fortrængte mængde fossile brændsel forbundet med levering af energitjenesten. Meromkostningen opgøres for hver energitjeneste som omkostningsdifferencen mellem fossil- og vindscenariet. I opgørelsen indgår følgende 14 typer af energitjenester: Transport (opdelt på fly, skibe, tog, lastbiler, varebiler, busser, personbiler og motorcykler), individuel opvarmning, fjernvarme, almindeligt elforbrug og energiforbrug til fremstilling (opdelt på procesvarme ved lavtemperatur, mellemtemperatur og højtemperatur).

Opdelingen af meromkostningerne på de forskellige energitjenester er foretaget af Ea Energianalyse og er nærmere beskrevet i Ea Energianalyse (2016), som findes på De Økonomiske Råds hjemmeside.

Forskelle i omkostninger ved at fortrænge fossil energi

Der er forskel på omkostningen ved at fortrænge fossil energiproduktion for forskellige anvendelser af energi (energitjenester). Dette fremgår af figur III.1, hvor den lodrette akse angiver omkostningen ved at fortrænge fossilenergi, mens den vandrette akse er mængden af fortrængt fossil energi. Hvert trin på "trappekurven" repræsenterer en energitjeneste.

Figur III.1 Marginale omkostninger ved fortrængning af fossil energi i 2050



Anm.: Baseret på energisammensætningen i Vindscenariet i Energistyrelsen (2014a). 2015-priser.
Kilde: Ea Energianalyse (2016) og egne beregninger.

Tung transport er dyrest

De energitjenester, det er dyrest at gøre fossilfri, er tung transport (fly, skibe og lastbiler). Dette afspejler, at biobrændsler er relativt dyre sammenlignet med fossile brændstoffer. De næst-dyreste energitjenester er almindelig elforbrug og procesvarme til fremstilling ved høj- og mellemtemperaturer.

Gevinst ved at omlægge nogle energitjenester til VE

Der er ifølge den opdaterede opgørelse i figur III.1 negative omkostninger forbundet med at blive fossilfri i 2050 for nogle energitjenester (bl.a. individuel opvarmning og person- og varebiler). Dette er afspejlet i de negative meromkostninger for de første energitjenester i bunden af trappekurven. De negative meromkostninger afspejler, at det fossile scenarie havde været billigere, hvis disse energitjenester var fossilfrie. I Energistyrelsens fossile scenarie er det f.eks. antaget, at størstedelen af varebilerne bruger benzin eller

diesel. Med de anvendte teknologiantagelser og brændselspriser ville eldrevne varebilerne imidlertid være billigere.

Samlet meromkostning 16 mia. kr. – ikke 11 mia. kr.

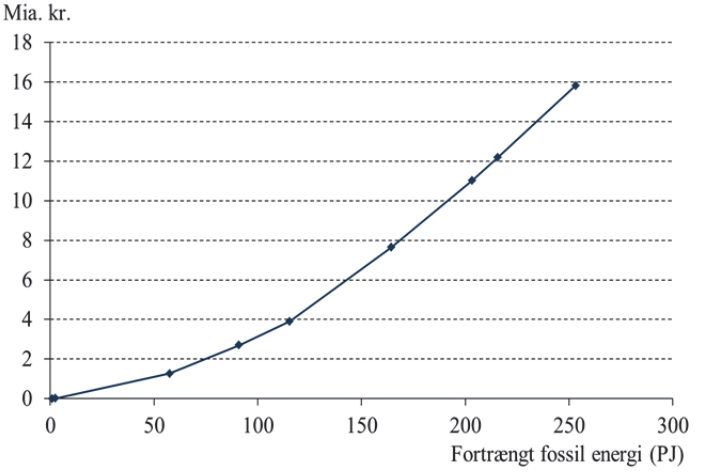
De negative meromkostninger i denne opgørelse stemmer ikke umiddelbart overens med, at det fossile scenarie i Energistyrelsens scenarieberegninger skulle være konstrueret således, at omkostningerne er lavest mulige. I alt udgør de negative meromkostninger knap 5 mia. kr. pr. år. Hvis fossilscenariet var omkostningsminimeret, ville det fossile scenarie være billigere. Meromkostningen ved et fossilfrit vindscenarie bør derfor snarere være knap 16 mia. kr. pr. år i stedet for de 11 mia. kr. opgjort i Energistyrelsen (2014a) og i tabel III.3. De 16 mia. kr. svarer til en stigning i de samlede energisystemomkostninger i 2050 på 12 pct. De 16 mia. udgør ca. ½ pct. af det forventede BNP i 2050.[8]

Udviklingen i meromkostning

Da nogle energitjenester er billigere, hvis de i udgangspunktet er fossilfrie, må det antages, at fortrængningen af de fossile PJ for disse energitjenester ikke medfører en samfundsøkonomisk omkostning. Det er tilfældet for godt 80 ud af de 335 PJ fossil energi, jf. figur III.1. Det er således fortrængningen af de sidste godt 250 PJ fossil energi, som er forbundet med meromkostninger. I figur III.2 vises den akkumulerede meromkostningskurve ved at fortrænge 250 PJ fossil energi.

8) De 16 mia. svarer til ca. 0,8 af BNP i dag, men det er mere retvisende at sammenligne stigningen i energiomkostninger i 2050 med BNP i 2050, som forventes at være ca. 50 pct. højere end i dag.

Figur III.2 Samlet omkostning ved at fortrænge fossil energi i 2050



Anm.: 2015-priser.
Kilde: Ea Energianalyse (2016) og egne beregninger.

Følsomhedsanalyser på meromkostninger

Stor usikkerhed

Opgørelsen af omkostningerne ved at erstatte fossile brændsler med vedvarende energi i 2050 er behæftet med stor usikkerhed. I det følgende er der derfor udført en række følsomhedsberegninger, for at få et billede af, hvilken betydning de valgte antagelser har for størrelsen af meromkostningerne.[9] Der er udført følsomhedsanalyser for:

- Brændsels- og kvotepriser
- Verdens klimaambitioner
- Teknologisk udvikling
- Energiforbrug i 2050

9) Der er kun foretaget enkle "statiske" følsomhedsberegninger, hvor den foreliggende teknologisammensætning ikke ændres trods ændrede pris- eller teknologiantagelser. Når der eksempelvis gennemføres en følsomhedsanalyse med højere priser på havvindmøller, tages der således ikke højde for, at man kan undgå de højere priser på havvindmøller ved i stedet at investere i flere solceller, selvom denne løsning nu kan være billigere. Derfor har følsomhedsanalyserne karakter af at være overkantsskøn for ændringen i meromkostningen.

Fordobling og halvering af priser

Da brændsels- og kvotepriser historisk har været meget volatile, er der foretaget følsomhedsanalyser, hvor priserne fordobles eller halveres i forhold til det forventede.

Beskeden meromkostning ved fordobling af pris på fossile brændsler

En fordobling af de fossile brændselspriser gør det væsentligt dyrere at have et energisystem baseret på fossile brændsler. Derfor bliver meromkostningen i så fald kun på 3 mia. kr., jf. tabel III.4. En halvering af de fossile brændselspriser gør omvendt det fossile scenarie mere attraktivt, og en omstilling til vedvarende energi vil i så fald medføre en meromkostning for energisystemet på godt 25 mia. kr.

Højere priser på biobrændsler medfører stigning i meromkostning

Tilsvarende ændringer i priserne på biobrændsler har også stor betydning for meromkostningerne. Hvis prisen på biobrændsler fordobles, bliver meromkostningen således knap 26 mia. kr. Dette skyldes primært, at tung transport (fly, skibe og lastbiler) bliver meget dyr. En halvering i prisen på biobrændsler vil give en meromkostning på 11 mia. kr.

Højere kvotepris mindsker omkostning ved fossilfrihed

En fordobling eller en halvering i priserne på CO_2-kvoter har til sammenligning mere beskedne effekter på meromkostningerne.[10] Højere kvotepriser mindsker omkostningen ved at overgå til vedvarende teknologi, hvor man ikke skal bruge kvoter, mens det giver en højere meromkostning, hvis kvoteprisen bliver lavere, jf. tabel III.4.

10) Dette afspejler, at omkostningerne til CO_2-kvoter udgør en mindre del af energisystemomkostningerne end brændselspriserne, jf. tabel III.1.

Tabel III.4 Meromkostning ved ændrede brændselspriser og globale klimaambitioner

	Meromkostning	
	Mia. kr.	Pct.
Basis-antagelser	**15,8**	**11,8**
Fossilpriser fordobles	3,3	2,1
Fossilpriser halveres	25,4	20,7
Biobrændselspriser fordobles	25,7	18,9
Biobrændselspriser halveres	11,2	8,5
CO_2-kvotepriser fordobles	11,6	8,3
CO_2-kvotepriser halveres	18,9	14,5
Tograders-scenarie[a)]	16,3	11,9

a) Priser på brændsler og CO_2-kvoter i tograders-scenariet er baseret på IEA (2015b). I et tograders-scenarie ventes f.eks. CO_2-kvoteprisen på lang sigt at være ca. 750 kr. pr. ton i stedet for ca. 300 kr. pr. ton i det ellers anvendte "new policy scenarie", jf. IEA (2015b). Prisen på fossile brændsler og biobrændsler ændres også, men ikke ligeså markant.

Anm.: 2015-priser.

Kilde: Ea Energianalyse (2016), IEA (2015b) og egne beregninger.

Verdens klimaambitioner påvirker kvote- og brændselspriser

Basisberegningen tager udgangspunkt i priser på brændsler og CO_2-kvoter i et scenarie, hvor verden fører en klimapolitik svarende til den nuværende og besluttede politik, jf. boks III.2. Antages det i stedet, at verden fører en mere ambitiøs klimapolitik svarende til togradersmålsætningen, vil det påvirke de forventede brændselspriser og prisen på CO_2-kvoter. Ved en mere ambitiøs global klimapolitik falder efterspørgslen efter fossile brændsler, hvormed prisen på fossile brændsler falder. Til gengæld ventes højere efterspørgsel og dermed højere priser på biobrændsler. Hvis verden og dermed EU skal opfylde togradersmålsætningen, ventes det også, at priserne på CO_2-kvoter vil stige væsentligt, jf. IEA (2015b).

Samlet effekt på meromkostning beskeden

De lavere priser på fossile brændsler i et togradersscenarie gør det fossile scenarie billigere og får isoleret set meromkostningen ved et fossilfrit energisystem til at stige. Højere priser på biobrændsler gør vindscenariet dyrere, og vil ligeledes bidrage til at øge meromkostningen ved fossilfrihed. De højere kvotepriser vil til gengæld have en modsatrettet effekt. Nettoeffekten på meromkostningen er samlet beskeden, jf. tabel III.4. I denne beregning er der ikke taget højde for, at der i togradersscenariet kan forventes større teknologiudvikling for vedvarende energi. Dette vil tendere til at mindske meromkostningerne ved at blive fossilfri.

Teknologi og energiefterspørgsel

Antagelse om markant fald i omkostninger ved VE

Alle de anvendte teknologier i de fossilfrie scenarier eksisterer i dag, men nogle af teknologierne er forholdsvis nye, og derfor er der for en række af teknologierne en forventning om, at den teknologiske udvikling vil få omkostningerne til at falde væsentligt. Således forventes investeringsomkostningerne ved forskellige typer af vedvarende energi at falde mellem 25 pct. og 57 pct. for perioden 2015 til 2050, jf. boks III.2.

Teknologisk udvikling på lang sigt behæftet med usikkerhed

Der er naturligvis stor usikkerhed om den langsigtede produktivitetsudvikling for bestemte teknologier. Forventninger til teknologiudviklingen kan potentielt være for optimistiske, men der kan også ske teknologiske gennembrud, som gør vedvarende energi endnu mere fordelagtig i forhold til fossile brændsler.[11] Det må formodes, at man på kort sigt har et mere præcist billede af den teknologiske udvikling. Derfor vedrører følsomhedsanalyserne alene den teknologiske udvikling fra 2020 til 2050.[12]

11) Den teknologiske udvikling indenfor produktionen af fossile brændsler har ligeledes væsentlig betydning for meromkostningerne. Dette blev illustreret ved de ændrede antagelser for udviklingen i de fossile brændstofpriser i tabel III.4.

12) I scenarierne falder investeringsomkostningerne fra 2020 til 2050 med 25 pct., 18 pct. og 31 pct. for henholdsvis havvind, landvind og solceller.

Betydning af teknologisk udvikling efter 2020

Hvis det antages, at der ikke sker yderligere teknologisk udvikling for vedvarende energi fra 2020 til 2050, bliver de årlige meromkostninger ved omstilling til vedvarende energi godt 19 mia. kr. i 2050. Antages det omvendt, at den teknologiske udvikling medfører en dobbelt så stor reduktion i omkostningerne ved vedvarende energi, falder meromkostningerne til godt 12 mia. kr., jf. tabel III.5. Disse ændringer er mindre end ved de udførte følsomhedsanalyser med ændrede brændselspriser.

Landvind billigere end havvind

I vindscenariet forudsætter Energistyrelsen, at den primære udbygning af vindenergi sker ved havvindmøller. Havvindmøller ventes dog på lang sigt fortsat at være noget dyrere end landvindmøller. Det er således muligt at lave et billigere vindscenarie, hvilket vil reducere meromkostningerne ved at blive fossilfri. Støj og visuelle gener ved landvindmøller vil dog kunne trække i modsat retning.[13]

Ændret energiforbrug har også betydning

Der er også nogen usikkerhed om det fremtidige energiforbrug i 2050, og der er derfor foretaget følsomhedsanalyser, hvor det antages, at der er 20 pct. flere eller færre fossile brændsler, som skal fortrænges i 2050 end i grundscenariet. Disse ændrede antagelser giver ændringer i meromkostningerne, der er i samme størrelsesorden som ved de ændrede antagelser vedrørende teknologiudvikling, jf. tabel III.5.

13) Hvis det antages, at havvindmøller har samme omkostninger som landvindmøller, reduceres meromkostningerne med ca. 4-5 mia. kr. pr. år. I denne beregning er imidlertid ikke medtaget støj- og visuelle gener ved landmøller. Der kan også være pladsmæssige begrænsninger, som gør det vanskeligt finde et tilstrækkeligt antal velegnede placeringer på land.

Tabel III.5 Meromkostning ved ændrede antagelser vedrørende teknologiudvikling og energiforbrug

	Meromkostning	
	Mia. kr.	Pct.
Basis-antagelser	**15,8**	**11,8**
Uden teknologisk udvikling i VE[a]	19,4	13,6
Dobbelt teknologisk udvikling i VE[a]	12,3	9,9
20 pct. mere energiforbrug i 2050	19,0	14,2
20 pct. mindre energiforbrug i 2050	12,7	9,5

a) Ændringer i teknologisk udvikling fra 2020 til 2050.
Anm.: 2015-priser.
Kilde: Ea Energianalyse (2016), IEA (2015b) og egne beregninger.

Sammenfatning

Meromkostning på 16 mia. kr.

Med basisantagelser er der øgede årlige energiomkostninger ved at blive fossilfri på 16 mia. kr. i 2050 svarende til en stigning på 12 pct. i de samlede energisystemomkostninger. Dette er i forhold til et alternativt scenarie, hvor de billigste brændsler kan vælges uden at tage hensyn til klimamålsætninger. De 16 mia. kr. er lidt højere end angivet i Energistyrelsen (2014a).

Afhænger af teknologisk udvikling og brændselspriser

Udviklingen i teknologi, CO_2-kvotepris og priser på brændsler har stor betydning for de øgede omkostninger ved en fossilfri energiforsyning. En fordobling af de fossile brændselspriser bevirker, at der kun er en lille meromkostning. Lave priser på fossile brændsler og høje priser på biobrændsler vil til gengæld gøre omlægning til fossilfrihed væsentlig dyrere end de 16 mia. kr. pr. år.

III.5 Undersøgelser af de samfundsøkonomiske omkostninger ved klimapolitiske mål

På baggrund af den fundne stigning i energiomkostninger i afsnit III.4 beregnes de samfundsøkonomiske omkostninger af højere energipriser i afsnit III.6. Inden da sammenfattes i dette afsnit en række tidligere internationale og danske analyser af de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opfylde givne klimapolitiske mål for 2050. I de internationale studier behandles verdens samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved at opfylde en målsætning om at begrænse temperaturstigningerne til to grader over det førindustrielle niveau. I de danske studier beregnes omkostningerne ved at være uafhængig af fossile brændsler i 2050.

Forskel i antagelser vanskeliggør sammenligning

Resultaterne fra forskellige undersøgelser af de samfundsøkonomiske omkostninger ved at nå en given klimapolitisk målsætning kan være vanskelige at sammenligne. Dette skyldes overordnet tre forhold: Forskel i antagelser, forskel i design af basisscenarie og forskel i opgørelsesmetode. For det første er der forskel i antagelser om bl.a. fremtidig teknologisk udvikling, brændselspriser og kvotepriser.

Forskel i definition af basisscenarie

For at beregne omkostningerne ved en given klimapolitik sammenlignes det valgte klimapolitiske scenarie ofte med et basisscenarie. Basisscenariet er dog sjældent veldefineret og behandles ofte forskelligt på tværs af studier. Der kan derfor være mange varianter af basisscenariet i forhold til fremtidigt energiforbrug, vækst, valgte teknologier osv. Denne variation i basisscenarierne gør det vanskeligt at sammenligne analyserne.

Forskel i måde at opgøre omkostninger

Et tredje forhold, der gør det vanskeligt at sammenligne analyserne, er forskellen i måden, hvorpå omkostningerne opgøres og præsenteres. Omkostningerne forbundet med at opnå togradersmålsætningen ses ofte opgjort enten som BNP-tab, forbrugstab eller velfærdstab. Disse størrelser er ikke direkte sammenlignelige.

Globale omkostninger ved togradersmål

IPCC estimerer omkostninger på baggrund af andre studier

FN's klimapanel (IPCC) har i deres seneste rapport estimeret de samfundsøkonomiske omkostninger ved at overholde togradersmålsætningen, jf. IPCC (2014). IPCC's estimat tager udgangspunkt i en indsamling af en lang række modelbaserede analyser, hvor et omkostningseffektivt togradersscenarie sammenlignes med et basisscenarie, hvor der ikke fremadrettet tages nogle initiativer til at reducere drivhusgasserne.[14] I de omkostningseffektive togradersscenarier antages det, at der er én global pris på drivhusgasudledninger i alle sektorer og alle lande. Det antages desuden, at der ikke er nogen restriktioner på, hvilke teknologier der må anvendes.

IPCC: Tab i globalt forbrug på 2-6 pct.

På baggrund af litteraturstudiet finder IPCC, at et reduktionsscenarie, der med rimelig sandsynlighed holder temperaturstigningen under to grader, fører til et fald i det samlede globale forbrug i 2050 på mellem 2 og 6 pct.

OECD: 5,5 pct. lavere BNP

I 2012 udførte OECD en beregning af, hvad det vil koste at opfylde togradersmålsætningen. Ligesom IPCC tager OECD udgangspunkt i et omkostningseffektivt reduktionsscenarie og et basisscenarie, hvor der ikke introduceres ny klimapolitik. OECD finder, at BNP i 2050 vil være 5,5 pct. lavere ved en togradersmålsætning end BNP i basisscenariet, jf. OECD (2012).

Omkostning ved togradersmål i industrialiserede lande

Omkostning er lavere for industrialiserede lande …

Reduktionsomkostningerne er ikke identiske på tværs af lande og regioner. I gennemgangen af analyseresultater finder IPCC (2014), at der er en tendens til, at omkostningerne ved togradersmålet er lavere for de industrialiserede lande[15] end det globale gennemsnit.

14) Basisscenariet varierer på tværs af den anvendte litteratur. For eksempel varierer forventningen til pr. capita-indkomsten mellem at være 3 og 8 gange større i 2100 end i dag, mens forventningerne til faldet i energiintensiteten svinger fra 40 til 80 pct.

15) De industrialiserede lande er her defineret som lande medlem af OECD i 1990. Omkostningerne afhænger af byrdefordelingen mellem landene.

… og højere for udviklingslande

IPCC's undersøgelse viser således, at det typisk er udviklingslandene, der har større omkostninger end gennemsnittet. Dette skyldes bl.a., at udviklingslandene har en mere energiintensiv produktion, hvilket betyder, at disse lande rammes hårdere af de givne reduktionskrav. Derudover finder IPCC, at flere udviklingslande er eksportører af fossile brændsler, og dermed vil det påvirke deres økonomi negativt, hvis efterspørgslen efter fossile brændsler falder. Omkostningerne er desuden påvirket af, hvor stor udledningen er i basisscenariet. I basisscenariet antages det ofte, at udledningen i udviklingslandene er større i 2050 end i dag, hvormed en større mængde udledning skal reduceres, jf. IPCC (2014).

Omkostningerne i OECD-lande er det halve af verdensgennemsnittet

OECD (2012) har også gennemført beregninger, hvor de ser på omkostningerne fordelt på forskellige grupper af lande. Her finder OECD, at BNP-tabet ved at opnå togradersmålet vil være godt 2 pct. i 2050 for de industrialiserede lande og dermed under det halve af det gennemsnitlige BNP-tab på 5,5 pct. for hele verden. Dette resultat bygger på en antagelse om, at fordelingen af emissionstilladelser (f.eks. i form af kvoter) på tværs af regioner baseres på en gradvis ændring fra, at kvoterne uddeles på baggrund af det faktiske udledningsniveau i 2010 til, at alle lande har det samme antal kvoter pr. indbygger i 2050. I stedet kan det antages, at kvoterne fra begyndelsen uddeles i forhold til befolkningsstørrelse, hvilket gør pr. capita-udledningstilladelserne ens på tværs af landene i alle år. I så fald ville nettoomkostningerne for udviklingslande være lavere, mens det ville være dyrere for de fleste OECD-lande.

Danske studier

Danske omkostninger er tidligere opgjort af Klimakommissionen

Der er kun gjort få forsøg på at vurdere de danske omkostninger ved at opfylde de opsatte klimapolitiske mål. Den hidtil mest omfattende kvantitative vurdering af de samfundsøkonomiske omkostninger ved målet om et energisystem uden fossile brændsler er udført af Klimakommissionen (2010). Klimakommissionens analyse baseres på to makroøkonomiske modeller.

I det følgende gennemgås deres resultater fra en statisk anvendt generel ligevægtsmodel.[16]

Beregninger for både et ambitiøst og et uambitiøst udland

I Klimakommissionens beregninger skelnes der mellem, om resten af verden fører en ambitiøs eller uambitiøs klimapolitik. Omverdenens ambitionsniveau har bl.a. betydning for energiprisudvikling, bytteforhold og efterspørgsel. For hvert af de klimapolitiske ambitionsniveauer for verden opstilles der et basisscenarie og et fossilfrit scenarie.

Basisscenarier

Fælles for basisscenarierne er, at de bygger på en antagelse om, at der ikke gennemføres nye energi- og klimapolitiske tiltag i Danmark efter 2010. De to basisscenarier er forskellige, hvad angår kvote- og brændselspriser. Dette fører bl.a. til, at der også er forskel i andelen af vedvarende energi i de to basisscenarier.

Basisscenarie, når verden fører ambitiøs klimapolitik

Det antages, at en ambitiøs international klimapolitik medfører lav efterspørgsel efter fossile brændsler, mens efterspørgslen efter biobrændsler stiger. Det fører til lave priser på fossile brændsler og høje priser på CO_2-kvoter og biobrændsel. På denne baggrund forudsætter Klimakommissionen, at basisscenariet i den ambitiøse ramme medfører, at 48 pct. af den danske energiforsyning er baseret på vedvarende energi.

Velfærdstab på 0,4 pct. af BNP

På baggrund af disse antagelser finder Klimakommissionen, at energiomkostningerne stiger med 6,4 pct., når energiproduktionen skal være fossilfri, og verden også fører en ambitiøs klimapolitik. Denne stigning i energiomkostningerne fører til et samfundsøkonomisk velfærdstab på 0,4 pct. af BNP i 2050. I dette velfærdstab indgår der ikke afledte miljøgevinster.

Basisscenarie, når verden fører uambitiøs klimapolitik

Antages det alternativt, at verden fører en uambitiøs klimapolitik, vil prisen på fossile brændsler være høj, mens priserne på både CO_2-kvoter og bioenergi er lave. På grund af de lave kvotepriser vil fossilbaseret energi være billigere i det uambitiøse scenarie, end når verden fører ambitiøs kli-

16) Den anden model, som Klimakommissionen anvender, er ADAM. Resultaterne fra ADAM-beregningerne er stort set de samme som resultaterne fra den statiske anvendte generelle ligevægtsmodel.

mapolitik. Dette fører til et større forbrug af fossile brændsler i det uambitiøse scenarie. Klimakommissionen tager således udgangspunkt i, at energiforsyningen i Danmark baseres på 36 pct. vedvarende energi i basisscenariet.

Velfærdstab på 0,2 pct. af BNP

Når Danmark skal være fossilfri i en verden, hvor der føres uambitiøs klimapolitik, stiger energiomkostningerne med omkring 5 pct. Dette fører til et samfundsøkonomisk velfærdstab på 0,2 pct. af BNP i 2050 i det uambitiøse scenarie.

Størst velfærdstab når omverden fører ambitiøs klimapolitik

Klimakommissionen finder dermed, at de samfundsøkonomiske omkostninger ved at blive fossilfri er størst, når verden fører en ambitiøs klimapolitik, hvilket bl.a. er drevet af, at stigningen i energiomkostningerne er større. De højere energiomkostninger i det ambitiøse scenarie er præget af forventningen om større stigninger i biobrændselspriserne, hvis udlandet også øger efterspørgslen efter biobrændsel som følge af ambitionen om at reducere drivhusgasudledningen.

Klimakommissionen forventer lavere omkostninger end IPCC og OECD

Som det fremgår, finder Klimakommissionen lavere samfundsøkonomiske omkostninger for Danmark, end OECD og IPCC finder for verden under ét og for de industrialiserede lande. Analyserne er imidlertid ikke direkte sammenlignelige. Der er forskel i de klimapolitiske mål, som analyserne finder omkostninger for. Desuden opgøres omkostningerne på forskellig vis i analyserne. Klimakommissionen opgør de samfundsøkonomiske omkostninger som velfærdstab i pct. af BNP, mens IPCC og OECD benytter henholdsvis forbrugstab og BNP-tab. Dette bør dog ikke alene kunne forklare forskellen i resultaterne. Forskellen kan være et resultat af, at Danmark allerede har båret nogle af omstillingsomkostningerne og er gået noget af vejen hen mod et mindre fossilt samfund.

CEPOS vurderer langt højere omkostninger

CEPOS er også kommet med et bud på de samfundsøkonomiske omkostninger ved at blive fossilfri. CEPOS får meget højere omkostninger end Klimakommissionen og finder, at de samfundsøkonomiske omkostninger ved at blive fossilfri svarer til 4-6 pct. af BNP i 2050. CEPOS baserer sin beregning på et virkemiddelkatalog, der i 2013 blev udarbejdet til at belyse omkostningerne ved en række tiltag til opfyldelse

af CO_2-reduktioner i 2020.[17] Virkemiddelkataloget inkluderer afledte miljø- og forvridningseffekter ved de drivhusgasreducerende tiltag.

CEPOS benytter kortsigtsigtede tiltag

Da virkemiddelkataloget er udarbejdet med en tidshorisont frem mod 2020, udelukkes mere langsigtede reduktionsmuligheder, som potentielt kan være billigere end de valgte. Ved at tage udgangspunkt i et kortsigtet virkemiddelkatalog antager CEPOS desuden implicit, at der ikke er nogen relativ teknologisk udvikling efter 2020, og at produktionen af vedvarende energi ikke bliver billigere end anden energi over tid. Med dette udgangspunkt får CEPOS en ret høj gennemsnitlig skyggepris på 3.850 kr. pr. ton reduceret CO_2. Til sammenligning kan der på baggrund af beregningerne præsenteret i afsnit III.4 udledes en gennemsnitlig skyggepris på 580 kr. pr. ton reduceret CO_2.

III.6 Økonomiske konsekvenser af klimapolitik

Fokus på omkostninger ved dansk enegang …

Formålet med dette afsnit er at anslå de samfundsøkonomiske omkostninger ved at opnå fossilfrihed i den danske energisektor i 2050. Beregningerne præsenteret i afsnittet tager udgangspunkt i en situation, hvor Danmark ikke er blevet pålagt at nedbringe udledningerne markant. En tolkning af dette er, at udgangspunktet for beregningerne er en situation, hvor EU af den ene eller anden grund har valgt ikke at leve op til de erklærede reduktionsmål i 2050. Beregningen af omkostningerne ved at blive uafhængig af fossile brændsler kan dermed opfattes som en vurdering af omkostningerne ved dansk enegang.

… ikke på omkostninger ved ambitiøs klimapolitik i EU

Beregningerne kan dermed som udgangspunkt ikke bruges til at vurdere om omkostningerne ved, at Danmark som led i en fælles opfyldelse af EU's langsigtede reduktionsmål, bliver fossilfri. En sådan vurdering ville forudsætte, at man

17) Virkemiddelkataloget blev udarbejdet for at afdække bredden af mulige tiltag, der kunne bidrage til at opnå den daværende nationale målsætning for 2020 om en reduktion i udledningen af drivhusgasser på 40 pct. sammenlignet med 1990, jf. Regeringen (2013).

kunne specificere et veldefineret alternativ for Danmark såvel som EU. Dette har ikke været muligt inden for rammerne af dette kapitel.

Energiregningen kan blive ca. 16 mia. kr. større, hvis Danmark skal være fossilfri

Til grund for vurderingen lægges, at dansk økonomi i udgangspunktet i 2050 vil anvende fossilbaseret energi i et omfang svarende til 250 PJ. Beregningerne præsenteret i afsnit III.4 viser, at en fortrængning af et fossilt energiforbrug af denne størrelsesorden kan føre til, at husholdningernes og virksomhedernes samlede energiregning stiger med ca. 16 mia. kr. i 2015-priser. Dette svarer til rundt regnet 0,5 pct. af BNP i 2050.

Tilpasning i økonomien kan reducere de samfundsøkonomiske omkostninger

De samlede samfundsøkonomiske omkostninger kan dog blive mindre end den direkte meromkostning på 16 mia. kr. Det skyldes, at husholdningerne kan ændre deres forbrug i retning af varer med et mindre energiindhold, ligesom de kan ændre deres arbejdsudbud og deres samlede forbrug. Tilsvarende vil virksomhederne søge at erstatte energi med andre produktionsfaktorer som kapital og arbejdskraft, ligesom de vil kunne vælge at importere energitunge materialer og outsource hele eller dele af produktionen til udlandet. Sådanne reaktioner vil føre til et fald i det indenlandske energiforbrug og vil bidrage til at reducere de samfundsøkonomiske omkostninger.

BNP er ikke et godt mål for velstandseffekterne …

Ændringerne i produktions- og forbrugsmønstre betyder, at man skal være varsom med, hvilke kriterier man lægger til grund, når de samlede omkostninger skal kvantificeres. En reduktion af arbejdsudbuddet og en koncentration af beskæftigelsen i mindre produktive erhverv vil eksempelvis betyde, at den samlede produktion i Danmark, opgjort som BNP, vil falde. Imidlertid er en del af produktionsfaktorerne ejet af udlændinge, og BNP-reduktionen er derfor ikke et præcist udtryk for påvirkningen af danskernes indkomst.

… BNI og især NNI er bedre

Derfor bør udviklingen i BNP korrigeres for, hvor stor en andel af BNP-faldet der bæres af udenlandske ejere, ligesom der bør tages højde for, hvordan afkastet fra danske formuer i udlandet ændres. Dette gør bruttonationalindkomsten, BNI, til et mere retvisende mål for velstandseffekten. Herudover bør man også tage højde for, at kapitalapparatets

størrelse kan ændre sig, hvilket påvirker behovet for løbende at vedligeholde kapitalapparatet. Det taler for, at nettonationalindkomsten, NNI, er et endnu bedre mål for velstandsudviklingen. I dette afsnit vil der være fokus på alle tre størrelser.

Velstand og velfærd er ikke det samme

Samtidig er det vigtigt at sondre mellem udviklingen i velstand og velfærd. Sidstnævnte tager udover velstandskonsekvenserne højde for, at husholdningerne opnår en gevinst ved at have mere fritid, når de reducerer deres arbejdsudbud. Det er muligt indenfor analysens præmisser at sætte værdi herpå, hvilket der vendes tilbage til nedenfor.[18]

Beregningerne foretages på REFORM-modellen

Beregningerne af de samfundsøkonomiske omkostninger, der præsenteres i dette afsnit, baseres på REFORM. REFORM er en såkaldt anvendt generel ligevægtsmodel, der er udviklet af modelgruppen DREAM, jf. boks III.3. Modellen gør det muligt at vurdere, hvor kraftigt en række centrale makroøkonomiske størrelser kan forventes at blive påvirket som følge af de ændrede energiomkostninger.

Betydelig usikkerhed

Det skal understreges, at der er tale om komplekse beregninger, der beror på en lang række antagelser og simplifikationer. Derfor vil de samlede konsekvenser her – og for den sags skyld også i andre studier – kun kunne opgøres med en betydelig grad af usikkerhed.

Beregningerne tager afsæt i en fremskrivning af dansk økonomi

Beregningerne tager udgangspunkt i en fremskrivning af dansk økonomi til 2050. Ved fremskrivningen er regeringens *Konvergensprogram 2015* (KP15) lagt til grund, jf. boks III.3. Dernæst er REFORM kalibreret, så den matcher dansk økonomi i 2050.

18) Et endnu bedre velfærdsmål ville også inddrage nytteværdien af ændringer på miljø og klima. Det sker ikke i dette afsnit, men tages op i III.7.

Boks III.3 Beskrivelse og kalibrering af REFORM

Til de modelbaserede analyser i dette afsnit anvendes DREAM-gruppens anvendte generelle ligevægtsmodel REFORM, jf. Stephensen mfl. (2015). REFORM er en statisk-komparativ multisektormodel for en lille åben økonomi og kalibreret til regeringens 2050-fremskrivning fra *Konvergensprogram 2015* (KP15).

Produktionsstruktur
Modellen indeholder i den her anvendte version 12 produktionssektorer, der hver især anvender input i form af bygningskapital, maskinkapital, materialer (fra andre sektorer eller udlandet), energi samt arbejdskraft. Efterspørgslen efter produktionsfaktorerne er udledt fra en nestet CES-produktionsfunktion, hvor virksomhederne anvender maskinkapital, energi, arbejdskraft, bygningskapital og materialer – et såkaldt KELBM-aggregat. Det antages, at der kun eksisterer én overordnet type af energi, som repræsenterer et aggregat af flere underliggende energitjenester.

Virksomheders og husholdningers adfærd
Virksomhederne antages at være profitmaksimerende og indretter deres produktion, så omkostningerne minimeres. Virksomhederne i de forskellige erhverv agerer under monopolistisk konkurrence. Det betyder, at der i hvert erhverv er en række virksomheder, der konkurrerer, fordi deres produkter minder meget om hinanden uden dog at være identiske.

Der findes to typer af nyttemaksimerende husholdninger i modellen: Beskæftigede og ikke-beskæftigede. Beskæftigede har nytte af forbrug og fritid. Arbejdsudbuddet bliver dermed afhængigt af reallønnen. Ikke-beskæftigede har kun nytte af forbrug. Forbrugerne modtager løn, offentlige transfereringer samt afkast på deres aktiver. Forbrugets fordeling er bestemt i et nestet CES-forbrugssystem.

Markeder
Der udbydes én type arbejdskraft af husholdningerne på et fleksibelt arbejdsmarked, hvor reallønnen tilpasser sig, så ledigheden ligger på et fast strukturelt niveau, svarende til 2,6 pct. af arbejdsstyrken.

Den offentlige sektor opkræver skatter, udbetaler overførsler og afholder et eksogent forbrug under forudsætning af et balanceret budget. Balancen på det offentlige budget sikres via lump sum-overførsler til både ledige og beskæftigede.

Boks III.3 Beskrivelse og kalibrering af REFORM, fortsat

Fremskrivning til 2050

Modellen kalibreres til at matche dansk økonomi fremskrevet til 2050 ifølge KP15. KP15 indeholder en mellemfristet fremskrivning til 2020, hvori der indgår vedtagen politik.

Efter 2020 er der tale om en teknisk fremskrivning. Principperne, der ligger til grund for fremskrivningen efter 2020, afspejler overordnet en fremskrivning af strukturerne, som de ser ud i 2020. Hvis der er virkninger af besluttede initiativer, der rækker længere frem i tid, er disse medtaget. Dette gælder bl.a. energisektoren, hvor der er indregnet et fald i energiintensiteterne i forbruget og produktionen, som afspejler løbende effektivitetsforbedringer i energiforbruget samt energiaftalen fra 2012.

Beregningen af de øgede energiomkostninger i afsnit III.4 og KP15's 2050-fremskrivning forudsættes konsistente på trods af, at de ikke fuldt ud hviler på de samme forudsætninger.

Central parametrisering

Virksomhederne benytter sig som nævnt ovenfor af fem produktionsfaktorer. Efterspørgslen efter disse fastlægges på baggrund af deres relative priser og under hensyntagen til mulighederne for at substituere mellem dem. Substitutionsmulighederne er altovervejende baseret på Thomsen (2014).

Modellens CES-nyttefunktion er kalibreret, så arbejdsudbudselasticiteten med hensyn til lønnen efter skat er lig 0,1. Indkomstelasticiteten i arbejdsudbuddet følger af CES-specifikationen og modellens øvrige kalibrering og er 0,5.

Samhandlen med udlandet sker under de såkaldte Armington-forudsætninger, hvormed det antages, at der i den indenlandske anvendelse af varer substitueres mellem importerede og indenlandsk producerede varer. På de danske eksportmarkeder skelner efterspørgerne også mellem danske og udenlandske varer. Eksportpriselasticiteten sat til 5 for alle erhverv.

Konsekvenser af overgang til fossilfrihed i 2050

Energipriserne stiger 14,3 pct. ved fossilfrihed i 2050

Det antages simplificerende i modelberegningerne, at der kun eksisterer én overordnet type af energi, som repræsenterer et aggregat af flere underliggende energitjenester, jf. afsnit III.4. Under denne antagelse kan stigningen i energiregningen på 16 mia. kr., der følger af omstillingen til et fossilfrit samfund, betragtes som en forøgelse af den gennemsnitlige energipris på 14,3 pct.[19,20]

BNP reduceres med 0,3 pct.

En sådan forøgelse af den gennemsnitlige energipris vil ifølge beregningerne reducere BNP med 0,3 pct., svarende til 10,4 mia. kr., jf. tabel III.6. Faldet i BNP afspejler altovervejende konsekvensen af et lavere produktivitetsniveau, hvilket igen er et resultat af, at de højere energipriser får virksomhederne til at ændre sammensætningen af deres produktionsfaktorer.

Privat forbrug og eksport reduceres markant, mens investeringerne stiger

På efterspørgselssiden bliver særligt det private forbrug og eksporten negativt påvirket af den højere energipris, mens det offentlige forbrug antages ikke at reagere. Det private forbrug reduceres med 1,0 pct., mens eksporten falder 0,5 pct. Investeringerne påvirkes derimod positivt med 0,8 pct., hvilket helt overvejende skyldes, at investeringerne i energisektoren stiger.[21] I resten af økonomien falder kapitalanvendelsen og dermed investeringerne.

19) I afsnit III.4 svarer forøgelsen af energiomkostningerne til 11,8 pct. Forskellen opstår, fordi afgrænsningerne af de samlede energiomkostninger i afsnit III.4 og i REFORM ikke er identiske. Således omfatter energisystemomkostninger i afsnit III.4 også udgifter til energibesparelser samt nogle investeringer, som ligger uden for energisektoren, eksempelvis transportinvesteringer i el- eller biobrændselsbiler.

20) Konkret er det antaget, at kapitalproduktiviteten i energifremstillingssektoren nedsættes i et omfang, der udløser en prisstigning på energi på 14,3 pct.

21) Energisektoren forøger deres kapitalapparat for at kompensere for faldet i produktiviteten.

Tabel III.6 Konsekvenser af fossil uafhængighed i 2050

	Antal	---------- **Ændring** ----------	
	1.000 personer	Pct.	Personer
Beskæftigelse	2.863	-0,0	-1.066
Realløn	-	-0,7	-
Arbejdsproduktivitet	-	-0,3	-
	Niveau	---------- **Ændring** ----------	
	Mia. 2015-priser	Pct.	Mia. 2015-priser
BNP	3.065	-0,3	-10,4
Privat forbrug	1.528	-1,0	-15,0
Offentligt forbrug	834	0,0	0,0
Investeringer	654	0,8	5,4
-ekskl. energisektor	632	-0,5	-7,0
Eksport	1.731	-0,5	-7,9
Import	1.649	-0,4	-6,8
Energianvendelse	111	-5,9	-6,5
Kapitalanvendelse	15.155	0,6	98,0
-ekskl. energisektor	14.625	-0,7	-95,1
Materialeanvendelse	2.927	-0,4	-12,5

Anm.: Omregningen til 2015-priser er for alle størrelser sket med BNP-deflatoren i *Konvergensprogram 2015*. Det offentlige forbrug er fastholdt i beregningerne, hvorfor dette ikke ændrer sig.
Kilde: Egne beregninger på REFORM og *Konvergensprogram 2015*.

Lavere produktivitet reducerer lønnen og svækker arbejdsudbuddet …

Arbejdsproduktiviteten falder som følge af den ændrede faktorsammensætning, der udløses af prisstigningen på energi. Den lavere arbejdsproduktivitet resulterer i et reallønsfald på 0,7 pct. Faldet i reallønnen reducerer gevinsten ved at arbejde og trækker i retningen af et mindre arbejdsudbud.

… men modsatgående effekt af skattebetalinger

Mens lavere realløn trækker i retning af et fald i arbejdsudbuddet, er der også en modvirkende effekt. Faldet i beskæftigelsen og det private forbrug udhuler skatteindtægterne fra indkomstskatter og forbrugsafgifter. For at sikre balancen

på det offentlige budget opkræver det offentlige en lump sum-skat. Skatten reducerer husholdningernes disponible indkomst og trækker i retning af, at de efterspørger mindre fritid og dermed øger deres arbejdsudbud.

Negativ beskæftigelses-effekt

Den samlede konsekvens af de modsatrettede effekter er ifølge modelberegningerne, at husholdningerne vælger at reducere deres arbejdsudbud i et omfang svarende til 1.066 fuldtidspersoner.

Lavere energiforbrug, men større kapitalapparat

Den samlede energianvendelse falder ifølge beregningen med 5,9 pct., mens kapitalanvendelsen stiger med 0,6 pct. Som nævnt ovenfor kræver det større kapitalapparat et tilsvarende højere vedligeholdelsesniveau, og derfor stiger investeringerne for økonomien under et med 0,8 pct. Ses der bort fra energisektoren, er der tale om et fald i kapitalanvendelsen.

Velstanden reduceres permanent 15,7 mia. kr.

Beregningen viser, at BNP falder 10,4 mia. kr., og at BNI falder med 11,5 mia. kr., jf. tabel III.7. Tages der højde for, at vedligeholdelsesinvesteringer stiger, er der tale om en permanent reduktion af velstanden på 15,7 mia. kr. – svarende til et fald i NNI på 0,6 pct.

Tabel III.7 Velstands- og velfærdsmæssige konsekvenser ved fossilfrihed

	Niveau	---------- **Ændring** ----------	
	Mia. 2015-priser	Pct.	Mia. 2015-priser
BNP	3.065	-0,3	-10,4
BNI	2.904	-0,4	-11,5
NNI	2.516	-0,6	-15,7
EV[a)]	-	-0,5	-14,5

a) Den ækvivalerede variation (EV) angiver det beløb, som forbrugerne skal modtage for at være ligeså godt stillet som i udgangspunktet. Den procentuelle ændring i EV angiver ændringen i EV i pct. af BNP. EV er i udgangspunktet nul.

Anm.: Omregningen til 2015-priser er for alle størrelser sket med BNP-deflatoren i *Konvergensprogram 2015*.

Kilde: Egne beregninger på REFORM og *Konvergensprogram 2015*.

Velfærdstab på 14,5 mia. kr.

Opgjort som såkaldt ækvivaleret variation (EV) [22] er der tale om et velfærdstab på 14,5 mia. kr., svarende til 0,5 pct. af BNP. Dette velfærdstab kan dekomponeres ved at tage afsæt i, at husholdningerne lider et nyttetab som følge af, at de reducerer deres private forbrug med samlet set 15,0 mia. kr. Hertil kommer et forvridningstab, der følger af, at husholdningerne ændrer sammensætningen af deres forbrug. På den anden side reducerer de deres arbejdsudbud, hvilket giver dem mere fritid, hvilket kompenserer for en del af nyttetabet. Nettoresultatet er, at husholdningerne skal tilføres forbrugsmuligheder svarende til 14,5 mia. kr. for at føle sig fuldt ud kompenseret.

Fokus på følsomheder og mekanismer

Beregningerne er som nævnt behæftet med betydelig usikkerhed, og der er undervejs foretaget flere forskellige valg, der påvirker resultaternes størrelsesorden, herunder valget af arbejdsudbudselasticitet på 0,1 og eksportpriselasticitet på 5. Boks III.4 præsenterer, hvordan centrale størrelser var blevet påvirket, hvis der var lagt alternative antagelser til grund. Boksen har desuden som formål at øge forståelsen af, hvilke mekanismer der driver resultaterne.

Relativt robuste resultater

Konklusionen på baggrund af boks III.4 er, at resultaterne forekommer relativt robuste overfor de foretagne ændringer i antagelserne omkring substitutionselasticiteterne. Det udelukker imidlertid ikke, at man ved at lægge andre antagelser til grund for beregningerne eller ved at benytte andre modeller kunne være nået frem til resultater af andre størrelsesordener. Ligeledes vil ændrede antagelser omkring blandt andet prisen på fossile brændsler samt olie- og kvotepriser påvirke meromkostningerne, der blev beregnet i afsnit III.4.

22) Den ækvivalerede variation (EV) angiver det beløb, som forbrugerne skal modtage for at være ligeså godt stillet som i udgangspunktet.

Boks III.4 Følsomheder og mekanismer

De modelberegnede effekter af overgang til fossilfrihed afhænger af de konkrete antagelser bag beregningerne på REFORM-modellen. I denne boks illustreres betydningen af at variere på udvalgte antagelser.

Der betragtes i det følgende fem forskellige beregninger af overgang til fossilfrihed. *Beregning I* er identisk med det gennemgående grundscenarie. I *beregning II* er eksportpriselasticiteten sat til 75 mod 5 i grundscenariet. Det svarer reelt til en situation med fuldkommen konkurrence, hvorfor danske virksomheder er helt uden international markedsmagt. *Beregning III* adskiller sig fra grundscenariet ved, at beskæftigede ikke har mulighed for at ændre deres arbejdstid som følge af ændringer i løn og indkomster. I *beregning IV* er ikke kun arbejdsudbudsresponsen slået fra. Det tillades heller ikke, at virksomhederne tilpasser efterspørgslen efter forskellige produktionsfaktorer, når priserne på disse ændres, ligesom forbrugerne ikke har mulighed for at ændre deres forbrugssammensætning, selvom de relative forbrugerpriser ændres. I *beregning V* kombineres beregning *II* og *IV*.

Beregning II indebærer, at BNP falder mere end i grundforløbet, mens beskæftigelsesfaldet er en anelse mindre. Det større fald i BNP opstår som følge af, at virksomhedernes indtjening rammes hårdere af energiprisstigningerne, når de reelt har mistet al markedsmagt. Reallønsfaldet er en anelse større, men beskæftigelsen falder mindre end i *beregning I*. Det skyldes, at der isoleret set er en positiv effekt på arbejdsudbuddet af, at det offentlige indkræver lump sum-skatter som følge af svækkede offentlige finanser. Det private forbrug falder en anelse mere. Samlet er nyttetabet ved overgang til fossilfrihed en anelse højere end i *beregning I*, hvilket afspejler fraværet af bytteforholdsgevinster i udenrigshandelen.

I *beregning III*, hvor arbejdstiden er fastlåst, er BNP-faldet marginalt mindre end i grundscenariet, fordi den lavere realløn ikke får lov til at give sig udslag i en lavere arbejdstid og dermed beskæftigelse. Dette betyder imidlertid, at forbrugerne oplever et lidt større nyttetab, fordi de ikke drager gavn af mere fritid. Forskellen til grundforløbet er dog beskedent. Det afspejler, at arbejdstiden reelt er tæt på at være uændret i grundscenariet. Reallønsfaldet er endvidere større i dette tilfælde end i grundscenariet, da det lavere udbud af arbejdskraft i grundscenariet har en tendens til at presse reallønnen op.

Boks III.4 Følsomheder og mekanismer, fortsat

I forhold til beregningen med fast arbejdsudbud i *beregning III* bliver BNP-faldet en anelse mindre i *beregning IV*, hvor der ses bort fra substitutionsmuligheder som følge af ændrede relative priser. Den negative effekt på BNP opstår, fordi overgangen til fossilfrihed har den sideeffekt, at beskæftigelsen flytter fra sektorer med relativt høje produktivitetsniveauer til sektorer med lavere produktivitetsniveauer. Trods det lidt mindre fald i BNP bliver nyttetabet større end i *beregning III*. Det skyldes, at husholdninger og virksomheder ikke har mulighed for at tilpasse sig de ændrede priser. BNP-faldet bliver lidt større i *beregning V*, hvor der antages en højere eksportpriselasticitet. BNP-faldet er dermed omtrent som i grundscenariet.

Samlet tyder følsomhedsberegningerne på, at resultaterne er relativt robuste overfor de her betragtede ændringer i modellens antagelser. Faldet i BNP er i alle tilfælde i en størrelsesorden omkring ¼ -½ pct., og det private forbrug falder i alle de betragtede tilfælde med omkring 1 pct. Velfærdstabet er også omkring ½ pct. af BNP i alle de betragtede beregninger.

Tabel A Makroøkonomiske konsekvenser under forskellige antagelser

	I	II	III	IV	V
	---------- Ændring, personer ----------				
Beskæftigelse	-1.066	-894	-	-	-
	---------- Ændring, pct. ----------				
Realløn	-0,7	-0,7	-1,0	-1,1	-1,1
Privatforbrug	-1,0	-1,1	-0,9	-1,0	-1,0
BNP	-0,3	-0,5	-0,3	-0,2	-0,3
EV (pct. af BNP)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,6

Anm.: *Beregning I* svarer til antagelserne i grundforløbet, der er yderligere behandlet udenfor denne boks. *Beregning II* har i forhold til beregning I en høj eksportpriselasticitet. *Beregning III* har i forhold til *beregning I* ikke nogen effekt på arbejdstiden. *Beregning IV* har i forhold til *beregning III* også fjernet virksomhedernes mulighed for at tilpasse den relative faktorefterspørgsel, når faktorpriserne ændres, samt forbrugernes mulighed for at ændre den relative forbrugssammensætning. *Beregning V* svarer til *beregning IV*, bortset fra at eksportpriselasticiteten er høj (ligesom i *beregning II*). EV-målet kan fortolkes som det samlede velfærdstab. I *beregning III-beregning IV* er arbejdsudbuddet låst fast, hvorfor ændringen i beskæftigelsen er lig nul.

Kilde: Egne beregninger på REFORM-modellen.

Afrunding

Konsekvenserne vil variere på tværs af sektorer

Ovenstående konsekvenser beskriver det makroøkonomiske billede. Der kan imidlertid være effekter på sektorniveau, som afviger relativt meget fra det generelle billede. Sektorer, der i udgangspunktet har en høj energiintensitet og står overfor dårlige substitutionsmuligheder, vil som udgangspunkt blive ramt hårdest af omstilling til et fossilfrit samfund.

Sammenligning med Klimakommissionen

Det er naturligt at sammenligne de fundne resultater med Klimakommissionen, der som beskrevet i afsnit III.5 tidligere har udført beregninger af de økonomiske konsekvenser af klimapolitikken. Klimakommissionen finder, at målet om fossilfrihed i 2050 vil føre til et velfærdstab på 0,2 pct. af BNP, når udlandet fører en uambitiøs klimapolitik. Det er en anelse lavere end det velfærdstab, der findes i nærværende afsnit, men dog i samme størrelsesorden. Forskellen dækker blandt andet over, at Klimakommissionen finder, at de direkte energiomkostninger stiger med 0,3 pct. af BNP, hvilket er noget mindre end stigningen på 0,5 pct., der er fundet her.

III.7 Klima- og miljøgevinster ved uafhængighed af fossile brændsler

Kapitlet har haft fokus på de økonomiske konsekvenser af at blive uafhængig af fossile brændsler. Målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler begrundes med et ønske om at bidrage til at begrænse de globale klimaproblemer. Derudover afspejler målsætningen også et ønske om at blive uafhængig af import af fossile brændsler i fremtiden. I det følgende ses nærmere på klimagevinster samt afledte lokale og regionale miljøgevinster ved at blive uafhængig af fossile brændsler. Der tages udgangspunkt i det scenarie, hvor Danmark vil få øgede energiomkostninger ved fossilfrihed i 2050 på 16 mia. kr., jf. afsnit III.4 og III.6.

Globale klimagevinster

Globale gevinster ved reduceret CO_2-udledning

Der findes forskellige – om end alle usikre – opgørelser af den forventede globale klimagevinst pr. ton reduceret CO_2, som kan bruges til at give et overslag over de globale klimagevinster ved, at Danmark mindsker sin CO_2-udledning. Klimagevinsten ved at udlede mindre CO_2 i fremtiden må formodes at være større end i dag, fordi den højere koncentration af CO_2 i atmosfæren i fremtiden øger de afledte skadeseffekter af ekstra udledning. I den følgende beregning af klimagevinster er konkret anvendt en omkostning pr. ton udledt CO_2 på 450 kr. Dette tal kan betragtes som et skøn for den gennemsnitlige skadesomkostning ved udledning i 2015 og 2050, jf. boks III.5. Som følsomhedsanalyser præsenteres beregninger med 100 kr. og 1.000 kr. pr. ton.

26,5 mio. ton lavere udledning af CO_2 fra Danmark

For de energitjenester, som indgår i beregningen af de øgede energiomkostninger ved fossilfrihed på 16 mia. kr., findes umiddelbart en reduktion i udledningen af CO_2 fra Danmark på 26,5 mio. ton i 2050.[23]

100 pct. lækage i kvotesektor medfører mindre CO_2-reduktion

Den endelige reduktion i den globale CO_2-udledning afhænger imidlertid af graden af CO_2-lækage. Det vil sige, hvor meget af reduktionen i CO_2-udledningen fra Danmark som modvirkes af øgede CO_2-udledninger i andre lande. I kvotesektoren vil kvotemarkedet medføre 100 pct. lækage, idet reducerede CO_2-udledninger i Danmark vil føre til øgede udledninger i kvoteomfattede virksomheder i andre lande.

23) Forskellen mellem fossilscenariet og vindscenariet er ca. 30 mio. ton CO_2 i 2050. En del af disse CO_2-reduktioner er imidlertid for energitjenester, hvor der er en gevinst ved omlægning til fossilfrihed, dvs. hvor en omlægning ville være fordelagtig selv i fravær af en målsætning om uafhængighed af fossile brændsler. Som beskrevet i afsnit III.4 indgår disse energitjenester derfor ikke i beregningen af meromkostningen. Af samme grund indgår de heller ikke i CO_2-reduktionen. Opgørelsen af CO_2 ved forskellige energitjenester er baseret på Ea Energianalyse (2016).

Boks III.5 Globale klimaomkostninger pr. ton udledt CO_2

Der er en omfattende økonomisk litteratur, som søger at opgøre de globale omkostninger ved øget udledning af CO_2. I litteraturen betegnes denne værdi som social cost of carbon (SCC). Grundlæggende søger denne litteratur at beskrive de fremtidige økonomiske omkostninger ved klimaforandringer, og herudfra bestemme den marginale omkostning ved udledning af CO_2. Medtagne klimaeffekter omfatter f.eks. ændringer i produktiviteten i landbruget, omkostninger ved oversvømmelser, helbredsomkostninger og tab af økosystemydelser forårsaget af klimaforandringer. Der er stor usikkerhed om omkostningerne ved øget udledning, hvor bl.a. valg af diskonteringsrate har stor betydning. I De Økonomiske Råd (2012) blev der i beregninger anvendt en marginal omkostning for CO_2 på ca. 250 kr. pr. ton (2005-priser) baseret på delresultater fra Tol (2011). Der udførtes dog også følsomhedsanalyser baseret på ca. 25 og 1.200 kr. pr. ton.

Den marginale omkostning af mere CO_2 vurderes at være højere i fremtiden, fordi koncentrationen af CO_2 i fremtiden er højere, og fordi omkostningen ved øget udledning ventes at være større ved højere koncentrationer. Dermed vil den fremtidige marginale omkostning også afhænge af, hvilke antagelser der gøres om verdens klimapolitik, da dette påvirker den fremtidige koncentration af CO_2. En tværministeriel arbejdsgruppe i USA finder således en marginal omkostning for udledning af CO_2 på baggrund af beregninger med tre af de førende såkaldte integrated assesment models (DICE, FUND og PAGE) på ca. 270 kr. pr. ton i 2015 og 580 kr. pr. ton i 2050 (2007 priser), jf. Interagency Working Group (2013).[a)] I beregningen bag disse tal er anvendt en diskonteringsrate på 3 pct. Anvendes i stedet en diskonteringsrate på 5 pct. eller på 2,5 pct. fås en omkostning på CO_2 i 2015 på henholdsvis 91 og 428 kr. pr. ton (fortsat i 2007 priser).

Da den komparative analyse udført i dette kapitel vedrører en sammenligning af to scenarier i 2050, kunne det tale for at anvende en skadesværdi for CO_2 ved udledninger i 2050. I praksis vil en tilpasning til uafhængighed af fossile brændsler dog ske gradvist over tid. For at illustrere størrelsesordenen af de globale afledte gevinster tages udgangspunkt i en pris på 450 kr. pr. ton suppleret med følsomhedsanalyser, hvor der i stedet anvendes 100 og 1.000 kr. pr. ton. Der er i fagøkonomiske kredse ikke enighed om størrelsen af den globale marginale omkostning af CO_2, jf. f.eks. Ackerman (2014). De anvendte tal er brugt som beregningseksempler til illustration af størrelsesordenen af de globale gevinster ved at reducere CO_2 i Danmark. Den anvendte værdi pr. ton repræsenterer således ikke en anbefaling om, at samme værdi bør bruges fremover i Danmark til lignende beregninger.

a) Omregning til danske kr. er ved en købekraftskorrigeret valutakurs.

Globale gevinster skønnes at være på 4 mia. kr.

En opdeling af CO_2-udledningerne i kvote- og ikke-kvotesektorerne viser, at fossilfrihed i ikke-kvotesektoren fører til en reduktion på ca. 8,4 mio. ton CO_2 ud af de i alt 26,5 mio. ton. Hvis det antages, at der ikke er lækage knyttet til denne reduktion, svarer det til en global klimagevinst på knap 4 mia. kr. ved en gevinst på 450 kr. pr. ton. Anvendes i stedet gevinster ved CO_2-reduktioner på 100 og 1.000 kr. pr. ton, fås i stedet globale gevinster på henholdsvis knap 1 mia. kr. og godt 8 mia. kr.

Meromkostning i ikke-kvotesektor udgør 7 mia. kr.

De øgede energiomkostninger på 16 mia. kr. pr. år (2015-priser) ved at blive fossilfri i 2050 omfatter energitjenester i både kvote- og ikke-kvotesektoren. Ses alene på de øgede energiomkostninger for de energitjenester, der i dag er i ikke-kvotesektoren, fås en årlig meromkostning i 2050 på 7 mia. kr. Dette tal afspejler, at der i ikke-kvotesektoren anvendes fossile brændsler til tung transport, hvor det er relativt dyrt at blive fossilfri.

Lokale miljøeffekter

Afledte miljøeffekter

Udover disse globale klimagevinster ved at blive fossilfri er der også forskellige afledte miljøeffekter og andre eksterne sideeffekter ved overgang til fossilfrihed, som påvirker den samlede velfærd ved at blive uafhængig af fossile brændsler. Disse sideeffekter påvirker velfærden, men de indgår ikke i opgørelsen af effekter på velfærd i modelberegningerne præsenteret i afsnit III.6. Eksempler på sideeffekter er luftforurening og støj. Listen af potentielle sideeffekter ved klimatiltag er imidlertid stor, især hvis der også indgår klimatiltag i landbruget, som kan berøre mange ikke-markedsomsatte økosystemydelser.[24]

Afledte miljøeffekter kan både være positive og negative

Der er eksempler på sideeffekter, som kan øge meromkostningen ved fossilfrihed, mens andre effekter kan mindske omkostningen. Øget elektrificering i transportsektoren vil give mindre trafikstøj ved lavere hastigheder, dvs. især i byer. Elektrificering bidrager dermed med positive side-

24) Klimatiltag i landbruget er relevante i forhold til at nedbringe CO_2-udledningen fra ikke-energirelaterede klimagasser, men har ikke betydning for målet om fossilfrihed.

effekter i form af mindre støj i byer.[25] Landvindmøller giver omvendt anledning til støj og visuelle gener, som medfører velfærdstab, der er afspejlet i huspriserne, jf. f.eks. Jensen mfl. (2014).

Lavere luftforurening ved fossilfrihed

Forbrænding af fossile brændsler og biomasse giver anledning til luftforurening, som har negative effekter på sundhed og miljø, jf. kapitel II. Der er foretaget en opgørelse af helbredsgevinsterne ved reduktionen i luftforureningen i det fossilfrie vindscenarie i forhold til fossilscenariet. Opgørelsen er baseret på de forventede emissioner i 2050 ved forskellige typer energiproduktion. I nogle tilfælde er emissionerne dog opgjort ud fra gældende emissionsgrænser for forskellige typer af anlæg.

SO_2-udledning høj i fossilscenariet

Skøn for udledning af luftforurening ved energifremstilling i 2050 er behæftet med væsentlig usikkerhed. I fossilscenariet anvendes som tidligere beskrevet langt mere kul, end der bruges i dag. Noget af dette kulforbrug sker i fossilscenariet på mindre anlæg, som udleder relativt meget SO_2. Derfor fås SO_2-emissioner i fossilscenariet, som er højere end den nuværende danske udledning af SO_2. Potentielt vil der være lavere emissionsgrænser i 2050 end i dag. Det vil i givet fald betyde, at reduktionen i luftforureningen ved at overgå til fossilfrihed i 2050 vil være overvurderet.

Helbredsgevinst på 0,3 mia. kr. i Danmark – højere i udlandet

Der er ifølge opgørelsen en væsentlig reduktion i luftforureningen i vindscenariet i forhold til fossilscenariet. Denne reduktion svarer til lavere helbredsomkostninger på ca. 0,3 mia. kr. pr. år i Danmark. Luftforurening i Danmark giver også anledning til helbredsomkostninger i udlandet. De afledte helbredsgevinster i Europa er umiddelbart væsentlig større end helbredsgevinsterne i Danmark. jf. tabel III.8.

25) Ved højere hastigheder udenfor byerne er dækstøjen vigtigere end motorstøjen, dvs. mindre forskel mellem elbiler og benzinbiler.

Tabel III.8 Helbredsomkostninger ved luftforurening knyttet til energiforbrug i Danmark i 2050

	Danmark	Udland
	Mia. kr. pr. år (2015-priser)	
Fossilscenariet	0,5	4,6
Vindscenariet	0,2	2,4

Anm.: Beløbene medtager helbredsomkostninger knyttet til SO_2, NO_X og $PM_{2.5}$ for energitjenester, hvor der er en omkostning ved at blive fossilfri. Se kapitel II for beskrivelse af opgørelsen af helbredsomkostninger. Anvendte værdier af statistisk liv og leveår er baseret på kapitel I. Skøn for emissioner i 2050 er behæftet med væsentlig usikkerhed.

Kilde: Ea Energianalyse (2016) og egne beregninger.

Luftforureningen kan følge med de fossile brændsler til udlandet

Ved mindre brug af fossile brændsler i Danmark er der en risiko for, at der kommer en stigning i brugen af fossile brændsler i udlandet. I givet fald vil dette også medføre øget luftforurening i udlandet. Det vil sige, at CO_2-lækage må forventes også at lede til en form for "luftforureningslækage".

Stor lækage af luftforurening i kvotesektor

Risikoen for en sådan luftforureningslækage er særlig stor i forbindelse med reduceret brug af fossile brændsler i kvotesektoren i Danmark. Mindre brug af fossile brændsler i den danske kvotesektor kan ventes at lede til øget brug af fossile brændsler i kvotesektoren i andre EU-lande. Det vil lede til øget luftforurening i udlandet. Den øgede udledning for forurenende stoffer i udlandet kan lede til øgede koncentrationer af luftforurening i Danmark. Således er reduktionerne af luftforurening, der afspejles i tabel III.8, overvurderede. Det gælder især for udlandet, men potentielt også for Danmark. Hvor stor luftforureningslækagen er i kvotesektoren, vil afhænge af, hvilke brændsler der vil blive anvendt i udlandet, og i hvilke sektorer udledningen foregår. Som udgangspunkt er fuld luftforureningslækage i kvotesektoren et plausibelt udgangspunkt (analogt til fuld lækage af CO_2-udledning), men luftforureningslækagen kan både være større eller mindre.

Målrettet fossilfrihed i ikke-kvotesektor

De beregnede økonomiske og miljømæssige konsekvenser af fossilfrihed er opsummeret i tabel III.9. I tabellen er der skelnet mellem konsekvenser af fossilfrihed for hele økonomien og en mere målrettet fossilfrihed, hvor der fra dansk side satses på fossilfrihed i ikke-kvotesektoren i erkendelse af, at Danmark ikke kan påvirke CO_2-udledninger i sektorer omfattet af det europæiske kvotemarked. Det er ligeledes antaget, at reduceret luftforurening i kvotesektoren i Danmark mindsker luftforureningen i Danmark, men ikke i udlandet.

Tabel III.9 Konsekvenser af dansk fossilfrihed i 2050 på økonomi, klimagevinst og luftforurening

	Målrettet fossilfrihed (ikke-kvote)	**Fossilfrihed (kvote og ikke-kvote)**
	Mia. kr. pr. år (2015-priser)	
Energiomkostning	7,2	15,8
BNP-reduktion	4,7	10,4
Velfærdsreduktion[a)]	6,6	14,5
Luftforureningsgevinst, DK	0,1	0,3
Luftforureningsgevinst, udl.[b)]	0,5	0,5
Global klimagevinst[c)]	3,8	3,8
	----- Mio. ton CO_2 -----	
Reel CO_2-reduktion	8,4	8,4

a) Dette er EV-velfærdsmålet opgjort i afsnit III.6, som ikke medtager velfærdseffekter knyttet til luftforurening og miljø.

b) Det er her antaget, at reduceret luftforurening i den danske kvotesektor ikke ændrer luftforureningen, ud fra en antagelse om, at øget brug af fossile brændsler i udenlandsk kvotesektor giver anledning til tilsvarende stigning i luftforureningen i udlandet. Der kan argumenteres for, at der ligefrem vil være en lille stigning i luftforureningen i udlandet, da lokal luftforurening fra kvotesektoren også flytter til udlandet.

c) Der er antaget fuld CO_2-lækage i kvotesektoren.

Kilde: Ea Energianalyse (2016) og egne beregninger.

Målrettet fossilfrihed er billigere, men giver samme klimagevinst

Det fremgår af tabel III.9, at en dansk målsætning om målrettet fossilfrihed har væsentlig færre økonomiske omkostninger end fuldstændig fossilfrihed i hele økonomien. Klimagevinsten er, som ovenfor beskrevet, ikke mindre ved målrettet fossilfrihed end ved fuldstændig fossilfrihed, givet at der er en kvotesektor i 2050, og at antallet af kvoter opfattes som fastlagt i EU. Hvis der fokuseres på målrettet fossilfrihed i ikke-kvotesektoren kan der opnås en lige så stor klimagevinst ved en stigning i energiomkostningerne på 7 mia. kr. som ved en stigning i energiomkostningerne på 16 mia. kr. ved at gøre hele Danmark fossilfri. Ved fuldstændig fossilfrihed er der formentlig større helbredsgevinster i Danmark på grund af lavere luftforurening. Herudover er der støj og andre miljøeffekter, som der ikke er foretaget beregninger for. Endvidere vil fuldstændig fossilfrihed kunne betyde en større grad af forsyningssikkerhed end målrettet fossilfrihed.

Forudsætter CO_2-kvotesystem i 2050

Opgørelserne for målrettet fossilfrihed forudsætter, at EU's CO_2-kvotesystem omfatter de samme sektorer som i dag. Hvis kvotesektorens afgrænsning ændres, vil der også ske ændringer i omkostninger og gevinster ved målrettet fossilfrihed. Det er dog et væsentligt budskab, at klimagevinsten ved dansk målrettet fossilfrihed vil være den samme som ved fuldstændig fossilfrihed, så længe niveauet af kvoter i kvotesektoren er fastlagt på EU-niveau.

III.8 Sammenfatning og diskussion

Global aftale om togradersmål

I Paris blev der i slutningen af 2015 indgået en global aftale om at holde temperaturstigningen under to grader over det førindustrielle niveau. Formandskabet har tidligere vurderet, at denne målsætning kan opfattes som et passende kompromis mellem hensyn til økonomisk velstand og klimaeffekter, jf. De Økonomiske Råd (2015).

EU's mål og fossilfrihed i 2050

EU har en ambition om, at drivhusgasudledningerne i 2050 skal være reduceret med 80-95 pct. i forhold til 1990-niveauet. Dette mål er endnu ikke konkretiseret eller landefordelt, og der foreligger derfor ikke EU-mål, der er konkret retningsgivende for Danmark. I praksis kan det dog forven-

tes, at opfyldelsen af EU-målet vil indebære, at den danske energisektor skal være baseret på 100 pct. vedvarende energi og dermed være uafhængig af fossile brændsler. Klimaloven, der blev vedtaget i 2014, kan ses som et skridt i retning af at sætte dette på dagsordenen.

Stor usikkerhed om omkostninger ved omstilling til fossilfrihed

En fuldstændig omstilling af den danske energiforsyning til vedvarende energi er mulig med den nuværende kendte teknologi. Det er dog forbundet med stor usikkerhed at vurdere, hvor omkostningsfyldt en sådan omstilling vil være. Omkostningerne afhænger af en lang række forhold, såsom den fremtidige udvikling i brændselspriser, den teknologiske udvikling og ambitionsniveauet i klimapolitikken i resten af verden.

Bud på meromkostning ved fossilfrihed er 16 mia. kr.

I afsnit III.4 blev et bud på de direkte omkostninger ved at blive uafhængig af fossile brændsler præsenteret. Disse beregninger tager udgangspunkt i Energistyrelsens scenarier, jf. Energistyrelsen (2014a). Med udgangspunkt i Energistyrelsens såkaldte "fossile scenarie" og opdaterede forudsætninger om brændsels- og kvotepriser lægges det til grund, at der vil være et fossilt energiforbrug på 250 PJ i 2050, svarende til en VE-andel på omkring 55 pct. I forhold til dette scenarie vurderes det, at der vil være en stigning i energiomkostningerne ved at overgå til fossilfri produktion på omkring 16 mia. kr. i 2050.

Omkostningerne kan både blive højere og lavere

Følsomhedsberegningerne præsenteret i afsnit III.4 understreger, at stigningen i energiomkostningerne kan være både større og mindre. Eksempelvis vil højere priser på fossile brændsler reducere omkostningerne ved overgang til fossil uafhængighed, mens en langsommere udvikling indenfor teknologier relateret til vedvarende energi vil øge omkostningerne. Omkostningerne vil selvsagt også afhænge af, hvor mange fossile brændsler der kan forventes at blive brugt i udgangsscenariet. Dette afhænger blandt andet af den økonomiske vækst og udviklingen i de relative energipriser.

Meromkostninger afhænger ikke nødvendigvis af global klimapolitik

Den fremtidige udvikling i brændselspriser og priser på CO_2-kvoter afhænger af en lang række forhold, herunder den økonomiske vækst og den teknologiske udvikling. Brændsels- og kvotepriser afhænger også af ambitionsniveauet i den globale klimapolitik. Beregninger præsenteret i afsnit III.4 viser, at ændrede forudsætninger om verdens klimapolitik og deraf følgende ændrede forudsætninger om brændselspriser ikke nødvendigvis ændrer nævneværdigt på vurderingen af meromkostningerne på energi i Danmark.

BNP-fald i 2050 på 0,3 pct.

Modelberegninger præsenteret i afsnit III.6 illustrerer, hvordan de højere energiomkostninger påvirker samfundsøkonomien. De højere energiomkostninger sænker reallønnen og fører dermed til et lavere privat forbrug. Samtidig forsøger virksomhederne at spare på energien, blandt andet ved i højere grad at bruge andre produktionsfaktorer. Dette reducerer anvendelsen af den dyrere energi, men påvirker produktiviteten negativt. Faldet i produktiviteten og en mindre reduktion af arbejdsudbuddet som følge af den lavere realløn gør, at den samlede produktion vurderes at falde 0,3 pct. Overordnet viser beregningerne samfundsøkonomiske effekter, der er i nogenlunde samme størrelsesorden som dem, der blev fundet af Klimakommissionen i 2010.

Omkostningsskøn er usikre og kan være undervurderede

Modelberegningerne er forbundet med mange usikkerhedselementer, der kan gå i begge retninger. Men mindst to forhold trækker i retning af, at omkostningerne ved en omstilling til fossil uafhængighed kan være undervurderede.

Beregninger ser bort fra tilpasningsomkostninger

For det første sammenligner modelberegningerne to situationer uden at tage højde for de tilpasningsomkostninger, der kan være forbundet med overgang fra den ene til den anden situation, f.eks. i forbindelse med tilpasning i kapitalapparat og beskæftigelse mellem forskellige sektorer. Som diskuteret tidligere i kapitlet vil størrelsen af sådanne tilpasningsomkostninger alt andet lige være mindre, hvis der er klarhed og troværdighed om de langsigtede mål.

Beregninger forudsætter, at instrumentvalget er fornuftigt

For det andet antages det implicit i modelberegningerne, at målsætningerne opnås ved hjælp af omkostningseffektive instrumenter. I det omfang målsætningen opnås ved en uhensigtsmæssig sammensætning af instrumenter, øges de samfundsøkonomiske omkostninger.

Dansk enegang eller opfyldelse af EU-forpligtelser?

En særlig problemstilling relaterer sig til, hvorvidt omstillingen fra fossile brændsler til vedvarende teknologier sker som et resultat af en ren dansk beslutning, eller om den er led i opfyldelsen af forpligtelser i forhold til EU. Spørgsmålet, om hvorvidt der er tale om dansk enegang eller ej, er centralt for de politiske valg i Danmark.

Danmarks bidrag til opfyldelse af EU's mål

Overgang til fossil uafhængighed kan opfattes som Danmarks bidrag til opfyldelsen af EU's mål om at reducere de samlede udledninger af drivhusgasser med 80-95 pct. i 2050. Hvis alle lande i EU skal bidrage til opfyldelsen af denne målsætning, vil Danmark i praksis være bundet til en markant stramning af sin klimapolitik.

EU-mål er ikke bindende i 2030 og frem

EU's langsigtede målsætning understøttes af mellemmål i 2020 og 2030, men de langsigtede målsætninger er ikke bindende. Det betyder, at et scenarie, hvor EU er mindre ambitiøse, ikke kan udelukkes.

Lav kvotepris kan være udtryk for begrænset troværdighed om langsigtede mål

Den aktuelt meget lave pris på CO_2-kvoter afspejler formentlig, at de langsigtede målsætninger ikke fuldt ud er afspejlet i aktørernes forventninger. Den lave kvotepris er således blandt andet et resultat af et kvoteloft, der er relativt højt, og som kan opfattes som en indikation af, at den politiske vilje til at sætte handling bag EU-målsætninger er begrænset i praksis. Prissætningen af CO_2-kvoter kan således opfattes som et udtryk for, at der blandt aktørerne i markedet ikke er fuld troværdighed om, at EU vil leve op til de langsigtede målsætninger, jf. også Klimarådet (2015).

Dansk enegang kan blive et reelt valg

Det kan derfor ikke udelukkes, at EU vælger en klimapolitik, der er mindre ambitiøs end den, der er erklæret på nuværende tidspunkt. Hvis klimapolitikken i EU bliver mindre ambitiøs, vil en overgang til fossil uafhængighed være udtryk for en dansk enegang, der vil være forbundet med omkostninger i forhold til en situation, hvor vi kun lever op til

de krav, der følger af EU's politik. Danmark vil i givet fald skulle vælge, hvorvidt vi ønsker at gå foran.

Dansk enegang kan have flere begrundelser

Dansk enegang vil medføre en klimagevinst, der gavner hele verden. Dette kan være en begrundelse for dansk enegang, men der kan være andre. Ofte fremføres målet om forsyningssikkerhed således som argument for at fremskynde en omstilling fra fossile brændsler. Et andet argument, der er blevet fremført, er, at en ambitiøs dansk klimapolitik kan føre til erhvervspolitiske fordele. Begge argumenter kan diskuteres, men disse motiver er ikke nærmere behandlet i dette kapitel. Et tredje ofte fremført argument for en ambitiøs dansk klimapolitik er, at Danmark ved at gå foran kan øge sandsynligheden for, at andre lande i verden, herunder EU, i sidste ende fører en ambitiøs klimapolitik.

Danmark bør fokusere på omkostnings-effektivitet i klimapolitikken

En vigtig pointe i relation til, om dansk enegang kan bidrage til at øge ambitionsniveauet i andre landes klimapolitik, er, at effekten sandsynligvis vil være større, hvis den danske klimapolitik ikke bare demonstrerer, at en ambitiøs klimapolitik er mulig, men også at den kan gennemføres med begrænsede omkostninger. Der er derfor grund til at fokusere lige så meget på omkostningseffektivitet som på målene i sig selv.

Landbrugets udledninger bør også reguleres

En omkostningseffektiv klimapolitik kan opnås ved, at der sættes en ensartet pris på udledninger af drivhusgasser uanset kilden. Formandskabet har tidligere fremført, at det derfor er væsentligt at indtænke landbrugets ikke-energirelaterede udledninger i reguleringen. Dette er også blevet påpeget af Klimarådet (2015). I denne sammenhæng kan en målsætning om uafhængighed af fossile brændsler derfor ikke stå alene.

For hurtig og for langsom omstilling kan gøre det dyrere

Omkostningseffektivitet forudsætter også, at omstillingen gennemføres i et afpasset tempo. En forceret omstilling vil føre til større omkostninger end nødvendigt, ligesom en omstilling, der kommer for sent i gang, vil være dyrere end nødvendigt.

Behov for troværdighed og klare mellemmål

En del af omstillingen til fossil uafhængighed vil være forbundet med store investeringer i nyt kapitalapparat. Det er derfor væsentligt, at markedsaktørerne, der skal gennemføre investeringerne, opfatter målene som klare og troværdige. Omkostningseffektivitet forudsætter derfor, at der på såvel EU-niveau som på dansk niveau skabes troværdighed om målene.

Klar EU-udmelding om kvoteantallet vil øge troværdigheden …

… og reducere de samfundsøkonomiske omkostninger

På EU-niveau vil udmeldinger, om hvor mange CO_2-kvoter der samlet vil blive udstedt i perioden frem imod 2050, øge troværdigheden om det langsigtede mål. En klar udmelding om en stor begrænsning i antallet af kvoter vil øge prisen på CO_2-kvoter og dermed øge tilskyndelsen til at forske i nye, grønne teknologier. Højere kvotepriser og klarhed om det fremtidige kvoteantal vil skabe grundlag for langsigtede investeringsbeslutninger i den private sektor i retning mod fossilfrihed. Samlet vil en klar og troværdig udmelding om antallet af kvoter kunne reducere de samfundsøkonomiske omkostninger ved den grønne omstilling.

Teknologineutralitet er vigtig

I forhold til opnåelse af omkostningseffektivitet er det vigtigt, at der anvendes hensigtsmæssige instrumenter. Et grundprincip bør være, at de anvendte instrumenter er teknologineutrale. Tilskyndelsen til at skifte fra fossile brændsler bør således være bestemt af de samfundsøkonomiske omkostninger og ikke af forskelle i støtte- og afgiftssatser. Dermed behandles alle teknologier, der reducerer forbruget af fossile brændsler, ens.

Danske målsætninger i kvotesektoren har ikke direkte virkning på klima

Omkostningseffektivitet i den danske klimapolitik forudsætter også, at formuleringen af de danske målsætninger tager højde for eksistensen af EU's kvotesystem. Hvis formålet med en omstilling til fossil uafhængighed er at reducere den direkte klimabelastning, er det umiddelbart ikke relevant at opstille isolerede danske mål i relation til kvotesektoren. Med et givet samlet antal kvoter (givet ved EU's ambitionsniveau i klimapolitikken) vil færre danske udledninger fra kvotesektoren blot medføre flere udledninger andre steder i Europa.

Fokus på ikke-kvotesektor vil reducere omkostningerne

Det er derfor relevant at diskutere, hvor meningsfuldt det er at have særskilt danske målsætninger indenfor kvotesektoren. Et relevant alternativ til målsætningen om uafhængighed af fossile brændsler kunne derfor være at indskrænke målsætningen til ikke-kvotesektoren. Beregninger præsenteret i afsnit III.7 peger på, at de direkte omkostninger i givet fald vil blive reduceret fra ca. 16 mia. kr. til omkring 7 mia. kr. Denne omkostningsreduktion opnås uden, at den direkte klimaeffekt reduceres.

Klima- og miljøgevinster

Uanset om en omstilling til uafhængighed af fossile brændsler gælder hele økonomien eller kun ikke-kvotesektoren, vil der være en række miljø- og klimagevinster. Disse gevinster vil i begge tilfælde primært tilfalde udlandet. Konkret viser beregninger præsenteret i kapitlet, at den globale klimagevinst ved dansk fossilfrihed kan være omkring 4 mia. kr. (baseret på en anslået CO_2-pris på 450 kr. pr. ton). Denne klimagevinst vil, så længe antallet af kvoter kan opfattes som givet af EU, være den samme, uanset om målsætningen fokuseres på ikke-kvotesektoren eller ej. Dansk fossilfrihed kan også forventes at bidrage til at mindske luftforureningen og dermed give en række helbredsgevinster. Konkret vurderes fossilfrihed i Danmark at lede til en reduktion i helbredsomkostningerne i Danmark med 0,1 til 0,3 mia. kr. og et fald i helbredsomkostningerne i udlandet på omkring 0,5 mia. kr.

Omkostninger sandsynligvis større end gevinster

Samlet set viser beregningerne præsenteret i kapitlet, at omkostningerne ved omlægning til fossilfrihed formentligt er større end de gevinster, der er forbundet med globale klimagevinster og reducerede helbredsomkostninger. Beregningerne er, som nævnt forbundet med stor usikkerhed, og afhænger af forudsætninger om blandt andet brændselspriser og teknologisk udvikling. Beregningerne viser, at meromkostningerne kan reduceres, hvis den danske klimapolitik målrettes ikke-kvotesektoren. En indsats målrettet ikke-kvotesektoren vil som udgangspunkt have den samme klimaeffekt og dermed være mere omkostningseffektiv.

Litteratur

Ackerman, F. (2014): Richard Tol on climate policy – A critical view of an overview. Synapse Energy Economics.

Capros, P., N. Tasios, A. De Vita, L. Matzos, L. Paroussos (2012): Model-based analysis of decarbonising the EU economy in the time horizon to 2050. *Energy Strategy Review,* 1 (2), s. 76-84.

CEPOS (2014): Hvad vil det koste at blive fossilfri? Notat.

Climate Action Tracker (2016): Climate Action Tracker, www.climateactiontracker.org.

De Økonomiske Råd (2012): *Økonomi og Miljø 2012.*

De Økonomiske Råd (2013): *Økonomi og Miljø 2013.*

De Økonomiske Råd (2014): *Økonomi og Miljø 2014.*

De Økonomiske Råd (2015): *Økonomi og Miljø 2015.*

EA Energianalyse (2016): Den samfundsøkonomiske meromkostning ved at blive fossilfri. Notat.

Energistyrelsen (2012): *Technology Data for Energy Plants.* Opdateret 2015.

Energistyrelsen (2014a): *Energiscenarier frem mod 2020, 2035 og 2050.*

Energistyrelsen (2014b): Elproduktionsomkostninger for 10 udvalgte teknologier. Notat.

EU-Kommissionen (2011): *Energy Roadmap 2050.*

EU-Kommissionen (2014): *Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework.*

Hoel, M. og B. Holtsmark (2009): Utviklingslandene bestemmer klimautviklingen*, Samfunnsøkonomen,* 7, s. 38-48.

IEA (2015a): *Energy and Climate Change. World Energy Outlook. Special Briefing for COP21.*

IEA (2015b): *World Energy Outlook 2015.*

IEA (2015c), *Energy Technology Perspectives 2015.*

Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government (2013): Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. Maj 2013.

IPCC (2007): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

IPCC (2014): *Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*

IRENA (2016): Renewable Energy Benefits: Measuring The Economics. International Renewable Energy Agency (IRENA).

Jensen, C.U., T.E. Panduro og T.H. Lundhede (2014): The Vindication of Don Quixote: The Impact of Noise and Visual Pollution from Wind Turbines. *Land Economics*, 90(4), s. 668-682.

Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (2012): Regeringens klima- og energipolitiske mål – og resultaterne af energiaftalen i 2020. Faktaark.

Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (2014): Lov om Klimarådet, klimapolitisk redegørelse og fastsættelse af nationale klimamålsætninger.

Klimakommissionen (2010): *Dokumentationsdelen til Klimakommissionens samlede rapport, Grøn Energi – vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler.*

Klimarådet (2015): *Omstilling med omtanke*

Lomborg, B. (2015): Impact of Current Climate Proposal, Global Policy, doi: 10.1111/17585899.121295.

Nordhaus, W. D (2010): Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 107(26), s. 11721-11726.

OECD (2012): *OECD Environmental Outlook to 2050.*

Regeringen (2007): Mulighedernes samfund. Regeringsgrundlag.

Regeringen (2011a): Et Danmark, der står sammen. Regeringsgrundlag.

Regeringen (2011b): Vores energi. Energiudspil.

Regeringen (2013): Virkemiddelkatalog. Potentialer og omkostninger for klimatiltag.

Regeringen (2015): Sammen for fremtiden. Regeringsgrundlag.

Stephensen, P., G. Høegh og P. Bache (2015): REFORM. DREAMs multisektor-CGE-model. Arbejdspapir 2015:2. DREAM.

Thomsen, T. (2014): KLEM-estimationer 1968-2013. Arbejdspapir.

Tol, R. (2011): The Social Cost of Carbon. *Annual Review of Resource Economics,* 3, s. 1-25.

Ward, R. E.T (2015): Comment on 'Impact of Current Climate Proposals' by Bjorn Lomborg. Working Paper No. 218. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, December 2015.

World Energy Council (2013): *World Energy Perspective. Cost of Energy Technologies.*