



# Energiforsyningsikkerhed

Redegørelse om forsyningsikkerheden i Danmark

Februar 2010



www ISBN: 978-87-7844-824-8

## Forord

En sikker og stabil energiforsyning er en forudsætning for et samfund som det danske. Gennem mange års aktiv energipolitik har vi i Danmark oparbejdet et effektivt energisystem med en meget høj forsyningssikkerhed. De erfaringer og kompetencer vi har tilegnet os på dette område får vi brug for i de kommende årtier, når vi skal gennemføre en større omstilling af vores energiforsyning til mere vedvarende energi og en udfasning af fossile brændsler. Det er regeringens vision, at vi skal have et Danmark, som er uafhængigt af fossile brændsler.

Med en sådan grundlæggende omstilling af vores energiforsyning og energisystem bliver det en udfordring at bevare den høje forsyningssikkerhed, som vi kender den i dag. Omvendt er det heller ikke en langsigtet løsning fortsat at lade samfundet være afhængigt af fossile brændsler. Og det er på den baggrund, jeg hermed fremlægger en redegørelse om energiforsyningssikkerheden i Danmark.

Redegørelsen viser, at vi i Danmark har en høj forsyningssikkerhed. Der er fortsat adgang til tilstrækkelige energiressourcer, vi har en velfungerende infrastruktur, og vi har en adgang til udveksling af energi inden for EU og med andre lande, som vi benytter flittigt. Det stiller aktuelt Danmark i en gunstig situation.

Danmark har i dag en betydelig import af især olieprodukter og kul og eksport af råolie og gas. I takt med den faldende produktion af olie og gas i Nordsøen vil der blive et stigende behov for importerede brændsler fra stadig færre lande og regioner, samtidig med at der vil være en øget international efterspørgsel efter de samme brændsler. Dermed kommer Danmark i samme båd som resten af EU-landene.

Vi har således grundlaget for at reducere forbruget af fossile brændsler og i stedet indpasse stadig større mængder vedvarende energi i vores energiforsyning, men det kræver en fortsat udvikling af systemet, så det i højere grad bliver muligt at lagre energien og styre energiforbruget. Det vil være nødvendigt, hvis stadig større dele af vores energi skal komme fra fluktuerende kilder som vind og sol. Mens vedvarende energi altså på den ene side bliver en udfordring for vores forsyningssikkerhed, kan vedvarende energi på den anden side være med til at reducere vores afhængighed af importerede fossile brændsler.

Effektiviteten i energiforsyningen er fordoblet siden oliekriserne i 1970'erne. Nu skal vi i gang med de næste skridt i omstillingen af energiforsyningen. Vi skal fortsat effektivisere energiforbruget markant, og vi skal erstatte forbruget af fossile brændsler med vedvarende energi.

Redegørelsen viser, at det er muligt. Men det kommer ikke af sig selv, og det kræver intelligente løsninger. Der skal arbejdes over en bred front med udvikling og gennemførelse af energieffektive og omkostningseffektive løsninger på produktion, distribution, handel og anvendelse af energi. Og arbejdet skal ske på såvel nationalt niveau som i EU-regi. Samtidig skal vi udnytte det eksportpotentiale, der vil ligge i at gå forrest med de intelligente løsninger, som alle lande vil få brug for hen ad vejen.

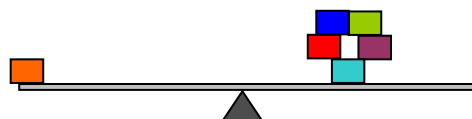
Lykke Friis  
Klima- og energiminister



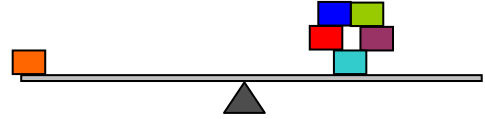


## INDHOLD

<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSION .....</b>	<b>1</b>
<b>DEL 1. RAMME FOR FORSYNINGSSIKKERHED.....</b>	<b>20</b>
<b>1. SAMSPILLET MED ØVRIGE INITIATIVER PÅ ENERGIOMRÅDET .....</b>	<b>20</b>
<b>2. ASPEKTER AF FORSYNINGSSIKKERHED.....</b>	<b>22</b>
2.1 DEFINITION AF FORSYNINGSSIKKERHED .....	22
2.2 FORSYNINGSSIKKERHED PÅ KORT, MELLEMLANGT OG LANGT SIGT .....	24
2.3 BALANCE MELLEM ENERGIBEHOV OG ENERGIFORSYNING .....	25
<b>3. ØKONOMISKE ASPEKTER AF FORSYNINGSSIKKERHED.....</b>	<b>26</b>
3.1 ENERGITILSTRÆKKELIGHED .....	27
3.2 SYSTEMTILSTRÆKKELIGHED .....	30
3.3 SYSTEMSIKKERHED.....	32
<b>DEL 2. ANALYSE AF DANMARKS FORSYNINGSSIKKERHED .....</b>	<b>35</b>
<b>4. ERFARINGERNE EFTER OLIEKRISERNE I 1970ERNE .....</b>	<b>35</b>
<b>5. GLOBALE UDVIKLINGSTENDENSER.....</b>	<b>37</b>
5.1 DANMARKS FORSYNINGSSIKKERHED I ET INTERNATIONALT PERSPEKTIV .....	37
5.2 UDVIKLINGEN I DET GLOBALE ENERGIFORBRUG .....	37
5.3 UDVIKLING I UDBUD OG EFTERSPØRGSEL PÅ DE GLOBALE ENERGIMARKEDER.....	39
5.4 EU'S FORSYNINGSSIKKERHEDSSTRATEGI.....	47
<b>6. UDVIKLINGEN I DANMARKS ENERGIFORBRUG.....</b>	<b>50</b>
6.1 ENERGITJENESTER OG ENERGIFORBRUG .....	50
6.2 BASISFREMSKRIVNING AF ENERGIFORBRUGET.....	50
6.3 MÅLSCENARIO – ET EKSEMPEL PÅ OPFYLDELSE AF MÅLSÆTNINGERNE I 2020.....	54
<b>7. ENERGIFORSYNINGEN TIL DET DANSKE MARKED.....</b>	<b>58</b>
7.1 ENERGIFORSYNINGEN 2008.....	58
7.2 OLIE OG NATURGAS .....	61
7.3 KUL .....	64
7.4 VEDVARENDE ENERGI .....	64
7.5 FREMTIDIG IMPORTAFHÆNGIGHED AF ENERGIRESSOURCER .....	65
<b>8. INFRASTRUKTUREN PÅ EL-, FJERNVARME- OG NATURGASOMRÅDET .....</b>	<b>68</b>
8.1 ELINFRASTRUKTUR.....	68
8.2 GASINFRASTRUKTUR .....	73
8.3 FJERNVARME.....	76
<b>9. BEREDSKAB OG TEKNISKE FORSKRIFTER.....</b>	<b>78</b>



9.1 BEREDSKAB PÅ ENERGIOMRÅDET .....	78
9.2 BEREDSKAB OVER FOR OLIEKRISER .....	79
9.3 EL- OG GASBEREDSKAB.....	80
9.4 VARMEFORSYNING .....	82
<b>10. STATUS FOR FORSYNINGSSIKKERHEDEN.....</b>	<b>83</b>
<b>DEL 3. UDVIKLINGSMULIGHEDER OG FORSYNINGSSIKKERHED PÅ LÆNGERE SIGT .....</b>	<b>85</b>
<b>11. MULIGHEDER FOR OMLÆGNING AF ENERGI-FORSYNINGEN TIL VEDVARENDE ENERGI.....</b>	<b>85</b>
<b>12. KRAV TIL INFRASTRUKTUREN.....</b>	<b>90</b>
12.1 SAMSPIL MELLEM FORSYNINGSSYSTEMERNE.....	90
12.2 ØGET BEHOV FOR STYRINGSINSTRUMENTER.....	91
<b>13. POTENTIALET FOR EFFEKTIVISERING AF ENERGI-FORBRUGET .....</b>	<b>93</b>
13.1 BAGGRUND FOR VURDERINGEN .....	93
13.2 EFFEKTIVISERINGS-POTENTIALE OPDELT PÅ SEKTORER .....	94
13.3 BARRIERER.....	98
<b>14. TEKNOLOGISKE UDVIKLINGSTENDENSER.....</b>	<b>100</b>
14.1 LAGRING AF EL .....	100
14.2 LAGRING AF VARME.....	101
14.3 ELBILER .....	102
14.4 INTELLIGENT ELFORBRUG .....	103
14.5 UDVIKLING AF ANLÆG TIL VEDVARENDE ENERGI .....	103
14.6 FJERNKØLING .....	104
14.7 CCS.....	105



## Sammenfatning og konklusion

Regeringen har iværksat en række initiativer på energiområdet for at få et solidt og velunderbygget grundlag for at fastlægge den fremtidige energipolitik. Det drejer sig blandt andet om den kommende klimastrategi for perioden 2013 – 2020 og handlingsplan for vedvarende energi (VE-handlingsplanen) om opfyldelse af målene for vedvarende energi frem til 2020. Hertil kommer, at Klimakommissionen i efteråret 2010 skal præsentere forslag til, hvorledes Danmark på længere sigt kan frigøre sig for afhængigheden af fossile brændsler. Endvidere har Det Europæiske Råd i oktober 2009 tilsluttet sig et EU-mål om at reducere drivhusgasemissionerne med 80-95 pct. i 2050 i forhold til 1990. En sådan reduktionsforpligtelse vil for Danmark betyde, at udledningerne skal være bragt ned til mellem 0,6 og 2,4 ton CO<sub>2</sub>-ækvivalent pr. indbygger i 2050 mod 12,2 ton pr. indbygger i 2007.

I forlængelse af Klimakommissionens rapport vil regeringen komme med et oplæg til, hvordan og hvornår Danmark skal være uafhængig af fossile brændsler. Redegørelsen om energiforsyningsikkerhed skal ses i denne sammenhæng, idet omstillingen til en energiforsyning, der baserer sig på vedvarende energikilder er en udfordring for forsyningsikkerheden.

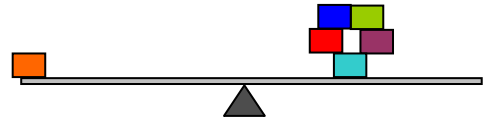
Rapporten diskuterer begrebet forsyningsikkerhed og den samfundsmæssige kontekst, som er grundlaget for udformningen af en forsyningsikkerhedspolitik.

Samfundets udgifter til energi og til opretholdelse af en sikker energiforsyning, har siden slutningen af 1980'erne udgjort omkring 5 - 6 pct. af bruttonationalproduktet (BNP). Niveaulet har tidligere været væsentligt højere. Udgiften toppede i begyndelsen af 1980'erne med 14 pct. af BNP.

En sikker energiforsyning er selve fundamentet for, at samfundet kan fungere. Rapporten gennemgår forsyningsikkerheden i et nationalt og internationalt perspektiv. Konklusionen er, at den danske forsyningsikkerhed aktuelt ligger højt, både med hensyn til energiressourcer og infrastruktur. Det er vigtigt, at den opretholdes på et højt niveau også i de kommende år, hvor Danmark og hele verden står overfor store udfordringer på klima- og miljøområdet.

Løsningerne på udfordringen med omstilling til et samfund uafhængigt af fossile brændsler kan isoleret set betyde en svækkelse af forsyningsikkerheden, hvis ikke de implementeres hensigtsmæssigt. Det vurderes dog på baggrund af den aktuelle situation og de tilgængelige løsninger, at dette er muligt, men at det vil kræve en veltilrettelagt omstilling af energiforsyningen.

Investeringer i forsyningsikkerheden må altid vejes op imod en vurdering af risikoen for forsyningsvigt.



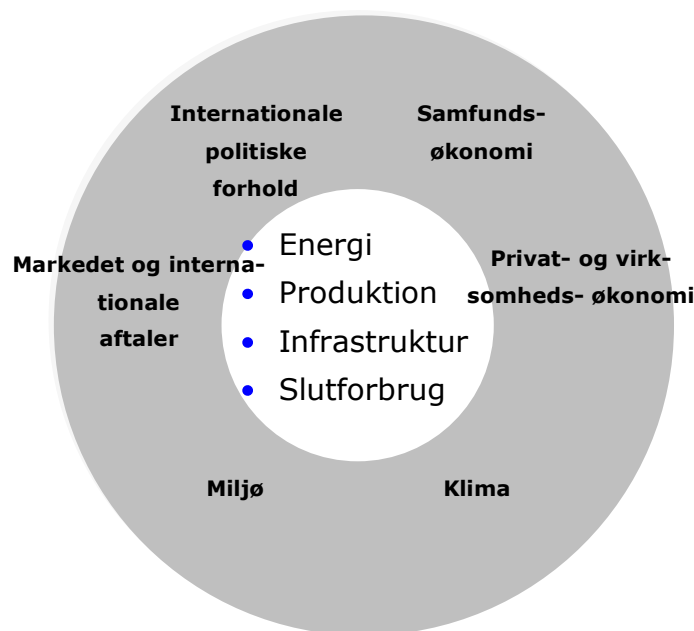
Boks 1

Forsyningsikkerhed kan på energiområdet udtrykkes ved *sandsynligheden for, at der er energitjenester til rådighed til konkurrencedygtige priser, når de efterspørges af forbrugerne - uden at Danmark bringes i et u hensigtsmæssigt afhængighedsforhold til andre lande.*

En politik til sikring af forsyningsikkerheden skal indeholde mekanismer, der sikrer, at de nødvendige energitjenester er til rådighed på vilkår, der bidrager til økonomisk stabilitet og samfundets udvikling generelt, og tager hensyn til økonomien for berørte forbrugergrupper: husholdninger, erhvervslivet og det offentlige. Indsatsen for at fastholde en høj forsyningsikkerhed skal være robust overfor internationale politiske udfordringer, markedsmæssige forhold samt klima-, energi- og miljøpolitiske hensyn.

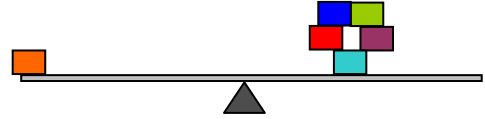
Sammenhængen mellem den tekniske definition af forsyningsikkerhed og de hensyn og vilkår, der indgår i politikken, er illustreret i figur 1.

Figur 1. Forsyningsikkerhedspolitik



Forsyningsikkerhed på energiområdet forudsætter, at der er *tilstrækkelige mængder energi* til rådighed til alle formål, *tilstrækkelig produktionskapacitet* til at omdanne primær energi til elektricitet og varme, *tilstrækkelig infrastruktur*, dvs. kapacitet i transmissions- og distributionsnet til at transportere energien, herunder de nødvendige udlandsforbindelser, og *tilstrækkelig kapacitet i slutforbrugernes anlæg og installationer* til at anvende energien.





En høj *energieffektivitet* i alle led af energikæden begrænser det samlede behov for tilført energi og bidrager dermed til at muliggøre en høj forsyningsikkerhed. Energiforbrugets sammensætning på energikilder har ligeledes væsentlig betydning for mulighederne for at opretholde en høj forsyningsikkerhed.

Tilgængeligheden af energi sikres af de internationale markeder. Alle former for energi og brændsel handles internationalt, og velfungerende markeder, hvor alle parter ser en interesse i, at markedet fungerer, er et bærende element i at opretholde en sikker og økonomisk effektiv energiforsyning.

Begrænsninger i udbuddet af energi på markederne medfører en øget konkurrence om de resterende mængder energi med stigende priser til følge. Diversificering af energikilderne kan være med til at begrænse negative konsekvenser af energikriser.

Danmarks energiforsyning er således forbundet til de internationale energimarkeder. Det gælder også den danske produktion af olie og naturgas, der købes og sælges, hvor det samlet set er mest fordelagtigt for markedets aktører, og hvor den nødvendige infrastruktur er til stede. Det er med andre ord ikke muligt for Danmark at sikre, at olie- og gasressourcerne fra Nordsøen anvendes i Danmark. Det gælder heller ikke i en krisesituation, hvor Danmark er bundet af internationale aftaler inden for IEA og EU, hvor landene er forpligtede til dele energiressourcer solidarisk.

Det skal derfor understreges, at det ikke er en garanti for en høj forsyningsikkerhed, at et land har en stor egenproduktion energi. Danmark har således kun i årene siden 1997 haft en egenproduktion af energi, der oversteg det indenlandske forbrug, uden at forsyningsikkerheden i perioden før dette har været påvirket negativt, idet der siden starten af 1980'erne har været sikret diversificering i energikilderne.

Internationale politiske forhold kan imidlertid påvirke markedets funktion. Ændringer i internationale politiske og markeds-mæssige forhold kan give sig til udtryk i energikriser, herunder i reducere leverancer, som fører til stigende priser på energi. Erfaringen viser, at energiforbruget har en lav priselastisitet i forhold til kortvarige prisudsving. Ved forventning om, at indtrådte prisændringer vil være permanente, vil disse med tiden blive imødegået med en omlægning til andre energiformer, forudsat at dette er muligt. Specielt i transportsektoren har mulighederne for en sådan omlægning hidtil vist sig at være begrænsede.

Svigt i energileverancer søges blandt andet imødegået med energilagre, internationale aftaler og med sikring af fælles interesser mellem leverandør og aftager, således som det i vid udstrækning gælder på naturgasmarkedet.

Samarbejdet i EU om det indre marked og om sikring af den nødvendige energiinfrastruktur er derfor en hovedhjørnesten i opretholdelse af forsyningsikkerheden.

Danmarks forsyningsikkerhed kan således bedst sikres gennem diversificering af energikilderne, energilagre, velfungerende energimarkeder og internationale aftaler på energiområdet samt en til-

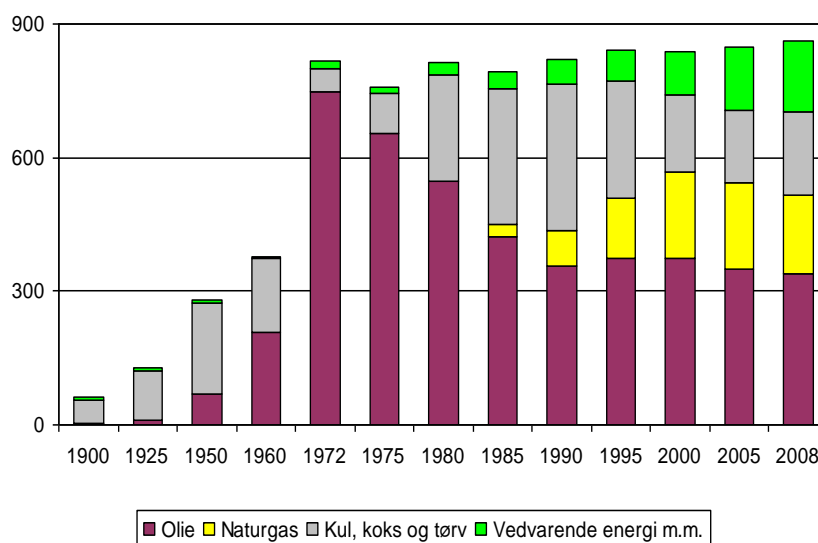


strækkelig og driftssikker national kapacitet til at distribuere og, for en del af de primære brændsler vedkommende, at omdanne energien, så den bliver tilgængelig for forbrugerne.

### Udviklingen i Danmarks energiforbrug

Figur 2 viser udviklingen i Danmarks samlede *energiforbrug* og dets sammensætning siden 1900. Især i 1960'erne udviklede energiforbruget sig kraftigt, og kulforbruget blev stort set erstattet af olie frem til 1972, hvor importeret olie udgjorde mere end 90 pct. af energiforbruget.

**Figur 2. Bruttoenergiforbruget fordelt på brændsler 1900 – 2008 (PJ)**

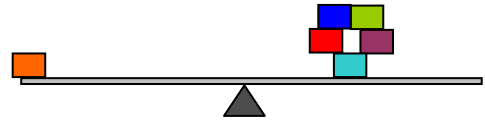


Kilde: Energistyrelsens energistatistik, klimakorrigeret og korrigeret for nettoelekспорт

Den første energikrise satte ind i 1973 på grund af begrænsninger i olieproduktionen og en deraf følgende usikkerhed om, hvorvidt der var tilstrækkelige oliemængder på markedet. Det resulterede i en firedobling af oliepriserne over få måneder, hvilket ramte Danmark hårdt, fordi vores energiforsyning var næsten fuldstændig afhængig af olie. Hertil kom en olieembargo mod en række lande, heriblandt Danmark. Krisen illustrerede, at den begrænsede diversificering i energikilderne påvirkede forsyningsikkerheden negativt.

Markedet reagerede ved, at en del af de store energiforbrugere, især kraftværker og fjernvarmeværker samt dele af industrien, omlagde forbruget fra olie til kul. Derudover førte krisen til formulering af en energipolitik ud fra forsyningsikkerhedsmæssige og samfundsøkonomiske hensyn og med vægt på energibesparelser og diversificering af forbruget, blandt andet gennem øget udbredelse af fjernvarme, introduktion af naturgas og øget brug af vedvarende energi.

Således medførte den forsyningsikkerhedsmæssige udfordring i forbindelse med oliekrisen en markeds- og energipolitisk reaktion, som i den efterfølgende periode har sikret en høj forsyningsikkerhed i Danmark.



Figuren viser, at væksten i energiforbruget gik i stå, og at olien i årene efter 1972 igen blev delvist erstattet af kul, frem til begyndelsen af 1990'erne. Her skete endnu et skift i energipolitikken, fordi der kom stigende fokus på CO<sub>2</sub>-udledningen. Det internationale samarbejde om begrænsning af udledning af drivhusgasser blev for alvor startet med Rio-konferencen i 1992. Bruttoenergiforbruget har siden 1970'erne ligget omkring 850 PJ. Det skal erindres, at BNP i samme periode (1972 – 2008) er vokset med 104 pct. Der er over perioden således opnået en effektivitetsforbedring på i alt 48 pct.

I de seneste ca. 5 år har olieforbruget ligget på ca. 40 pct. af bruttoenergiforbruget. Kul, naturgas og vedvarende energi udgør nogenlunde lige store andele af det resterende energiforbrug, idet andelen af vedvarende energi er stigende.

### ***Forsyningsikkerheden på kort sigt (0 – 2 år)***

På det helt korte sigt koncentrerer indsatsen for at bevare forsyningsikkerheden sig om at sikre en velfungerende infrastruktur og en tilstrækkelig adgang til energi samt et beredskab til håndtering af kortvarige afbrud i forsyningen. Udgangspunktet er, at energiforsyningerne er til stede i nødvendigt omfang, og at der aktuelt ikke ses at være internationale politiske eller handelsmæssige risici af betydning mod forsyningerne, samt at den danske infrastruktur er veludbygget og af høj teknisk standard.

I boks 2 er opregnet forhold af særlig betydning for forsyningsikkerheden i dette helt korte perspektiv.

#### **Boks 2**

##### *Risici for forsyningsikkerheden på kort sigt*

- afbrud i forsyningen på grund af tekniske svigt i *forsyningssystemerne*, overgravning af ledninger mv.
- pludseligt opståede begrænsninger i de internationale *leverancer af energi*, som påvirker energipriserne i opadgående retning

##### *Midler til at imødegå svigt i forsyningsikkerheden på kort sigt*

- relevante og opdaterede tekniske forskrifter for energianlæg, opdateret kortmateriale, information til entreprenører mv.
- løbende drift og vedligeholdelse og nødvendige forstærkninger af energianlæg i forhold til markedsudviklingen, herunder forstærkning af gasnettet nord og syd for den dansk/tyske grænse med henblik på fuld integration i det europæiske gasmarked
- nationale og internationale aftaler om beredskabsarbejde, herunder tilstrækkelig lagerkapacitet og krisestyringsmekanismer, blandt andet baseret på aftaler inden for IEA og EU
- internationale aftaler til sikring af markedet og den nødvendige udbygning af produktions- og raffinaderikapacitet mv.



Tekniske nedbrud forebygges ved, at der fastholdes en ordentlig standard i forsyningsystemerne med udgangspunkt i relevante tekniske forskrifter og en effektiv drift og vedligeholdelse samt ved at overgravningsuheld forebygges ved information til entreprenører. Hertil kommer beredskabslagre og beredskabsarbejdets mekanismer til at håndtere tekniske og politiske krisesituationer.

I forhold til det internationale perspektiv ligger den største forsikring for at fastholde stabile energileverancer som nævnt i velfungerende markeder.

Det vurderes samlet set, at der på kort sigt er meget begrænsede risici for omfattende eller længerevarende afbrud i leverancerne af energi. De danske naturgasleverandørers adgang til nordsøressourcerne betyder, at Danmark i nogen grad kan sikres naturgas uafhængigt af det europæiske net. Dog medfører blandt andet indgåede eksportkontrakter, at Danmark ikke kan forbeholde danske ressourcer til det danske marked, ligesom det heller ikke vil være muligt i tilfælde af en krisesituation. For at fastholde forsyningsikkerheden på naturgasområdet vil der derfor inden for få år være behov for en forstærkning af gasnettet nord og syd for den dansk/tyske grænse. Herved vil Danmark få adgang til gas fra såvel Rusland, der besidder verdens største gasfelter, som fra Norge, der ilandfører sin gas syd for grænsen, og fra Holland, bl.a. i form af regassificeret LNG.

Politiske og økonomiske uenigheder har dog i visse tilfælde medført leveringsbegrænsninger, som man så det for gasforsyningen via Ukraine til en række lande i Central- og Østeuropa i vinteren 2008/09. Den kommende Nord Stream forbindelse vil bidrage til diversificering af forsyningsruterne til det europæiske marked.

Forsyningsikkerhed er således et europæisk anliggende. Som medlem af EU arbejder Danmark også på at finde europæiske løsninger, der kan forbedre forsyningsikkerheden. I EU-regi arbejdes der aktuelt på at erstatte det nuværende forsyningsikkerhedsdirektiv med en forordning, der skal styrke beredskabsarbejdet og infrastrukturen.

Naturgasmarkedet er karakteriseret af forholdsvis få udbydere, hvilket alt andet lige forøger risikoen for, at disse kan bruge gassen strategisk. På den anden side er der traditionelt et udbredt interessefællesskab mellem udbydere og brugere, fordi der er en fælles interesse i at sikre økonomien i de omfattende produktions- og netinvesteringer mv. Samtidig er de fleste store eksportører af energi afhængige af indtægterne fra brændselssalget, hvilket underbygger de fælles interesser mellem udbydere og efterspørgere.

På oliesiden vil især transportsektoren blive ramt ved eventuelle forsyningssvigt. Her er kun meget begrænsede muligheder for at anvende alternative energikilder på kort sigt. De bilfrie søndage i 1973 var et resultat af usikkerhed om olieleverancerne. Begrænsninger i forsyningerne af olie til andre formål, herunder især opvarmning og industrielle processer, vil i nogle tilfælde kunne erstattes med andre energiformer, såfremt disse ikke også falder bort. Erfaringen er imidlertid, at internationale kriser snarere viser sig i form af prisstigninger end som svigt i leverancerne af energi. De seneste års prisfluktuationer har demonstreret den lave priselasticitet på energiområdet, idet de kun i begrænset omfang har afspejlet sig i forbruget.



For kul er risikoen for forsyningssvigt yderst begrænset. Dels er der rigelige kulreserver, dels er der en lang række lande, som producerer og eksporterer kul. Der er således mulighed for at skifte leverandør i tilfælde af faldende leverancer fra enkelte leverandører. Hertil kommer, at de store forbrugere, dvs. kraftværkerne, har store kullagre.

Den overordnede vurdering på baggrund af markedsanalysen og beskrivelsen af det danske energiforbrug er, at tilgangen af energi til det danske marked vil være tilstrækkelig og stabil på kort sigt, idet der dog som nævnt kan være behov for at forstærke gasforbindelsen til udlandet. Hertil kommer, at Danmark på det korte sigt fortsat vil have så stor en produktion af olie, naturgas og vedvarende energi, at den overstiger det samlede danske energiforbrug. I lyset af Danmarks betydelige egenproduktion af olie og gas står vi stærkere sammenlignet med lande, der er mere importafhængige, uagtet at Danmark også er afhængig af import af kul samt en række oliebaseerede brændstoffer.

Energimæssige omlægninger alene af hensyn til forsyningsikkerheden presser sig ikke på i dette helt korte perspektiv. Da omlægninger inden for energiforsyningen typisk er tidsmæssigt krævende, vil der imidlertid allerede inden for de nærmeste år være behov for at imødegå de forsyningsikkerhedsmæssige udfordringer landet står over for på det lidt længere sigt. Den primære udfordring for forsyningsikkerheden vil her være omstillingen af energiforsyningen til at kunne indpasse stadig større mængder vedvarende energi. Således tilsiger særligt miljø- og klimahensyn, at der skal ske en indsats for at nedbringe forbruget af fossile brændsler og fremme energieffektiviseringer generelt.

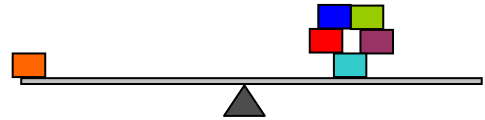
### ***Forsyningsikkerheden på mellemlangt sigt (op til 2020)***

#### *Udviklingen i energiforbruget*

Danmark vil i de kommende år opleve, at en fortsat større andel af energiforbruget vil blive dækket af vedvarende kilder. Der vil dog også fremover være behov for en betydelig import af kul og olieprodukter, ligesom det kan blive nødvendigt at importere en vis mængde naturgas.

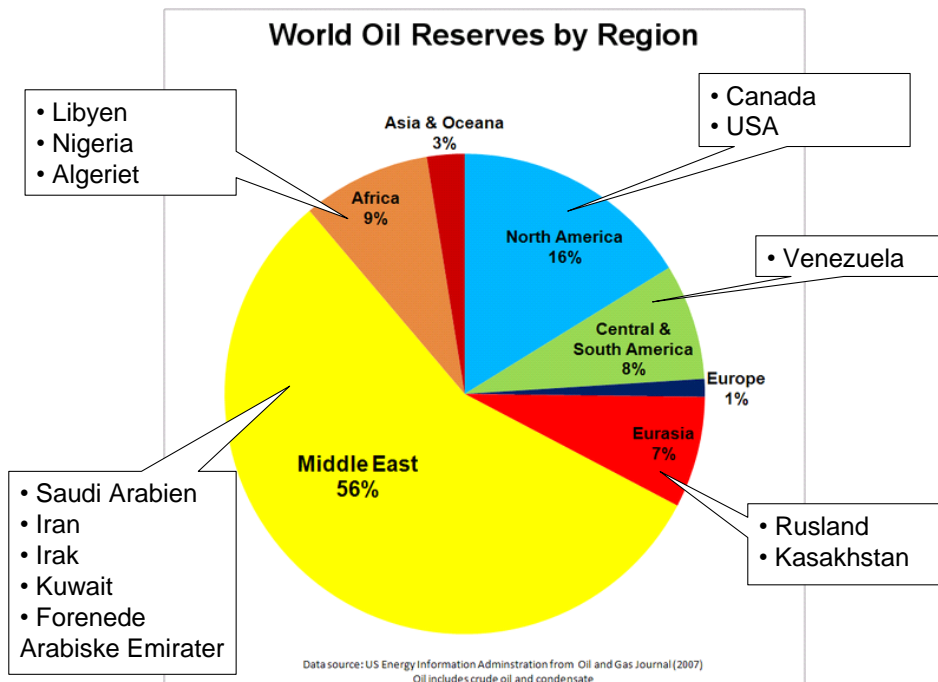
På kort og mellemlangt sigt vil der i de kommende år ske en løbende stigning i den danske import af fossile brændsler. Dette vil primært påvirke *samfundsøkonomien*, fordi indtægterne fra energi-eksporten har oversteget udgifterne til energiimporten, ligesom skatteindtægter fra nordsøproduktionen har bidraget til statens indtægter. Men på længere sigt vil det også kunne påvirke forsyningsikkerheden, hvis en stigende mængde af energien må importeres fra relativt få lande og regioner.

Den internationale politiske situation på energiområdet vil i fremtiden være præget af en fortsat stigende international efterspørgsel efter alle former for energi og brændsler og et tilsvarende pres på ressourcerne. Allerede på mellemlangt sigt vil efterspørgslen som følge af befolkningsudviklingen og den økonomiske udvikling især i de store udviklingsøkonomier øge konkurrencen om ressourcerne. Der er ikke sikre tal for, hvor længe reserverne af fossil energi (olie, naturgas og kul) vil række, idet det jo i høj grad vil afhænge af udviklingen i forbruget og i viljen til at investere i en øget efterforskning og udvinding. Reserverne bruges næppe op, men det kan på sigt blive så omkostningstungt at udvinde kulbrinterne, at efterspørgslen af den grund vil falde til fordel for andre energikilder. For kul er der dog tale om en høj forsyningsikkerhed, fordi reserverne er rigelige og fordelt på mange lande, mens forsyningsikkerheden for olie og naturgas er noget lavere.



Særlig stort er presset på verdens oliereserver. Hertil kommer, at oliereserverne er koncentreret på relativt få lande og regioner, jf. figur 3, hvilket giver en ekstra markedsmæssig udfordring. Dette kan give sig udslag i stigende priser på olie. IEA forventer dog ikke umiddelbart kraftige stigninger i priserne på primære brændsler frem mod 2030.

**Figur 3. Verdens oliereserver fordelt på regioner og hovedproducentlande, 2007**

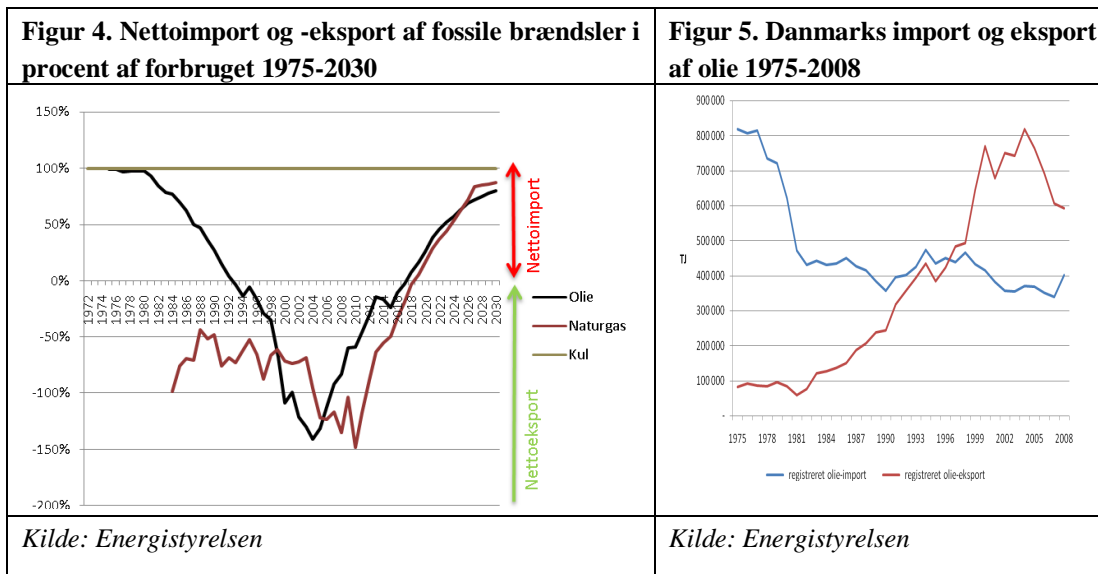
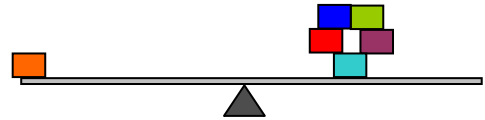


Figuren illustrerer, at oliereserverne findes i Mellemøsten og de øvrige OPEC-lande, dvs. Algeriet, Libyen, Nigeria, Angola, Venezuela og Ecuador. Hertil kommer især Canada, Rusland og Mexico.

På naturgassiden, der ikke er med på figuren, besidder landene i Mellemøsten sammenlagt de største reserver. Ingen enkeltlande har dog større gasreserver end Rusland.

Figur 4 viser importen og eksporten af kul, olie og naturgas regnet som en procent af forbruget af de samme energikilder i perioden 1975 - 2030.

Danmark har fuld import af vores kulforbrug. Derimod er Danmark inde i en periode, hvor eksporten af olie og gas overstiger importen af fossile brændsler. Det dækker imidlertid over et mere komplekst billede, idet den danske energiproduktion handles på globale markeder.



Det fremgår således af figur 5, at Danmark i alle årene 1975-2008 har både eksporteret og importeret olie. Det danske olieforbrug dækkes generelt ikke af ”dansk olie”. Udviklingen i importen af olie har primært været påvirket af udviklingen i det indenlandske forbrug af olie, der faldt markant op igennem 1970’erne. Produktionen i Nordsøen går således primært til eksport, mens vi i høj grad importerer de olieprodukter vi bruger. Danmark har således haft et nogenlunde stabilt importbehov på ca. 400 PJ siden 1980, samtidig med, at eksporten var stærkt stigende fra 1980 og frem til omkring år 2000, hvor den stagnerede. De seneste år er der sket et markant fald i eksporten, og denne trend forventes at fortsætte fremover, om end den i nogen grad kan bremses af nye fund og højere udvindingsgrad.

Figur 6 nedenfor viser udviklingen i importandelen af Danmarks forbrug af fossil energi (kul, olie og naturgas), baseret på det såkaldte reservebidrag i Energistyrelsens seneste produktionsprognose for olie og gas fra Nordsøen, dvs. kendte reserver uden øget produktion på grund af teknologiske indvindingsfremskridt og nye fund, samt fremskrivningen af energiforbruget fra april 2009, den såkaldte basisfremskrivning. Der er dermed formentlig tale om et konservativt skøn over udviklingen, om end den underliggende tendens er klar. Inden for få år forventes det samlede indenlandske forbrug af fossil energi (olie, kul og naturgas) igen at overstige produktionen af olie og gas. Dermed afsluttes en periode på omkring 15 år, hvor Danmark har haft større eksport end import af energi.

Selvom Danmark inden for få år forventes at skulle importere mere energi, end vi eksporterer, viser figur 7, at vi allerede i dag i væsentligt omfang importerer energi, herunder særligt kul, råolie og olieprodukter, men også el og vedvarende energi. Den samlede energiimport udgør således knap 80 pct. af energiforbruget, mens eksporten er en smule større end energiforbruget i Danmark. Det skyldes, at energien ikke nødvendigvis afsættes der, hvor den produceres, men der hvor der samlet set kan opnås det største provenu for producenterne. Derudover er det ikke alle olieprodukter, der produceres i Danmark, hvorfor der er betydelig både import og eksport af olieprodukter.





Figur 6. Nettoimport af fossil energi i procent af forbruget 2000 - 2030	Figur 7. Produktion, import, eksport og forbrug af energi, 2008
Kilde: Energistyrelsen	Kilde: Energistyrelsen

Den væsentligste ændring i import-/eksportforholdet på kort og mellemlangt sigt vil være på gasområdet, hvor hele det danske forbrug i dag dækkes gennem de danske gasleverandørers adgang til ressourcerne i Nordsøen. Baseret på de kendte reserver viser Energistyrelsens prognoser, at leverandørerne kan forventes at dække gasforbruget på det danske marked med gas fra Nordsøen frem til 2018, hvorefter det vil være nødvendigt med import af gas.

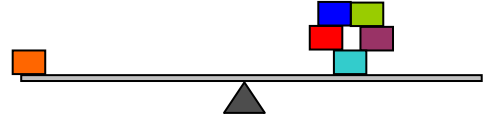
### Infrastrukturen

Gennemgangen af *infrastrukturen* viser, at det overordnede hensyn til forsyningsikkerhed, der har kendetegnet dansk energipolitik, har båret frugt. Der er en meget høj forsyningsikkerhed i transmissions- og distributionsanlæg inden for el, naturgas og fjernvarme. I gennemsnit er elforsyningen afbrudt mindre end en halv time om året, hvilket svarer til en forsyningsikkerhed på 99,9 pct. Forsyningsikkerheden skønnes at ligge på et tilsvarende niveau for naturgas og fjernvarme.

På *elnettsiden* er hovedparten af distributionsnettet kabellagt, og der sker en løbende kabellægning af de regionale transmissionsnet. Hertil kommer, at der er projekter på vej for højteknologiske internationale netforbindelser, blandt andet i tilknytning til kommende havmølleparker, hvilket alt andet lige vil styrke forsyningsikkerheden. En gennemførelse over de næste 10 – 15 år af den vedtagne plan for kabellægning af 132/150 kV nettet vil betyde, at forsyningsikkerheden i relation til infrastrukturen er langtidssikret, ligesom planens omstrukturering af nettene vil forberede indpasning af op til 50 pct. vindkraft i elforsyningen. Omlægningen af netstrukturen er imidlertid en nødvendig, men ikke en tilstrækkelig forudsætning for indpasning af store mængder vindkraft på en samfundsøkonomisk optimal måde.

Hvis vindkraften skal kunne erstatte traditionelle kraft- og kraftvarmeværker, forudsætter det udvikling af reguleringsmekanismer og styringsinstrumenter, herunder muligheder for lagring af energi og for afbrydelighed af anden forsyning eller af energiforbrug, samt et udbygget samspil med





vore nabolande. Sådanne mekanismer og instrumenter skal være funktionsdygtige allerede på det mellemlange sigt. Det omfatter såkaldte intelligente løsninger ("smart grids"), hvor man på distributionsnettet kan koble forskellige typer forsyning og forbrug ind og ud i takt med behovet for balancerende af elsystemet. En øget mængde vindkraft vil på grund af vindens fluktuerende karakter således indebære en udfordring for forsyningssikkerheden, der må håndteres specifikt med de nævnte løsninger.

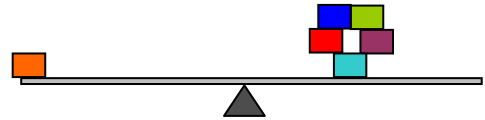
På forbrugssiden vil et elforbrug, der reguleres efter udbuddet af el – og dermed prisen på spotmarkedet – være en del af løsningen. Det vil i første omgang være muligt for industrien samt ved brug af elpatroner og store varmepumper i varmeforsyningen. Afhængig af rentabiliteten kan intelligente målere også være en del af løsningen, således at husholdningerne også vil kunne reagere på prissignaler, og dermed kunne bidrage til løsningen på reguleringsproblemet. Eksempelvis vil stor anvendelse af elbiler i de kommende år være en belastning for systemet, hvis de systematisk oplades i højlastperioder, f.eks. når brugeren kommer hjem fra arbejde lige før spisetid, mens de vil være en del af løsningen, hvis de oplades, når der er overskud af strøm, typisk om natten.

De danske elnet er generelt af høj teknisk standard. Det er væsentligt, at forsyningssikkerheden ikke forringes på grund af manglende vedligeholdelse af nettet. Derfor indgår det løbende i tilsynet med netvirksomhederne og den økonomiske regulering heraf, at kvaliteten i nettene sikres. Dette sker aktuelt i forbindelse med den årlige benchmarking af virksomhederne.

På *elproduktionssiden* vurderer Energinet.dk, der varetager systemansvaret, at der på nuværende tidspunkt er en procentvis høj reservekapacitet i Danmark sammenlignet med de øvrige nordiske lande. Udviklingen i kraftværksøkonomien vil imidlertid kunne føre til situationer i fremtiden, hvor den indenlandske kapacitet ikke vil kunne dække elforbruget i alle situationer, fordi det med de nuværende elpriser ikke er økonomisk attraktivt at investere i nye kraftværker.

Med til vurderingen af reservekapaciteten hører dog, at vindkraft og udlandsforbindelser traditionelt ikke har indgået i beregningen af reservekapacitet. Med en stigende andel af vindkraft i elforsyningen koblet med øgede muligheder for afbalancering gennem forbindelser til udlandet, til norske vandkraftreserver og til det samlede europæiske marked, vil vindkraften kunne indgå i kapacitetsopgørelserne med stigende vægt. Vindkraft indgår således allerede i kapacitetsopgørelsen for det samlede nordiske område, selv om den ikke indgår i opgørelsen af kapaciteten på nationalt niveau.

For *naturgasområdet* er der for nærværende en høj forsyningssikkerhed. Dels har Danmark store beredskabslagre, der udnyttes til sæsonudjævning og ved korterevarende afbrud, og dels kan de danske naturgasleverandører basere sig på naturgas fra Nordsøen, i det omfang gassen ikke er afsat til anden side gennem eksportkontrakter. For så vidt angår naturgasnettet er der behov for, at forbindelsen til Nordtyskland forstærkes både i Danmark og syd for grænsen, og herunder at der sikres mulighed for at gassen kan skifte strømretning, så gassen kan flyde nordpå over grænsen, hvad den ikke kan i dag. Af hensyn til forsyningssikkerheden i akutte situationer kan det endvidere overvejes at koble det danske net i Nordsøen til den norske forbindelse Europipe 2. Der er ganske vist ikke ledig kapacitet i Europipe 2 før 2015, men i en krisesituation må det forventes, at forbindelsen vil kunne bidrage til at sikre forsyningen i Danmark. Hvis nettet til Tyskland og evt. til Norge forstærkes, vil der næppe være behov for yderligere større investeringer på naturgassiden.



I løbet af perioden forventes det, at naturgasforsynede blokcentraler i nogen grad vil overgå til bio-brændsler eller til fjernvarme, hvis de ligger i nærheden af fjernvarmeforsynede områder. Det kan ligeledes komme på tale, at individuelle naturgasbrugere vil begynde at skifte til vedvarende energi, herunder varmepumper, eller til fjernvarme, hvor dette måtte være muligt.

På *fjernvarmesiden* er der ud fra et forsyningssikkerhedssynspunkt alene ikke umiddelbart behov for investeringer. Ved øgede mængder vindkraft kan det dog være hensigtsmæssigt med øget anvendelse af f.eks. store varmepumper. En øget anvendelse af store varmepumper og vedvarende energi, herunder solvarme og evt. geotermisk energi, vil medføre et behov for at sikre optimering af de samlede energiforsyningssystemer. Det gælder blandt andet en sammenkobling af fjernvarmenet i større sammenhængende forsyningsområder. Derudover vil der fortsat være behov for investeringer med henblik på at fremme effektiviteten i systemerne, herunder omlægning af det københavnske dampnet til et vandbaseret anlæg med lavere temperaturniveauer. Dette vil dog ikke isoleret set skulle ske af hensyn til forsyningssikkerheden.

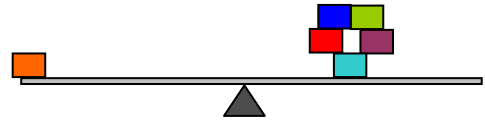
*Effektivisering af energiforbruget* er et væsentligt element i at fremme forsyningssikkerheden, fordi det alt andet lige er lettere at sikre tilstrækkelig kapacitet i energisystemet – både produktion og distribution – ved et lavere energiforbrug.

Energieffektiviseringshensynet er senest afspejlet i den energispareaftale, som regeringen har indgået med energisektorens parter den 20. november 2009 om en væsentlig forøgelse af energispareindsatsen i de kommende år. I energiaftalen fra 2008<sup>1</sup> indgår en målsætning om at reducere bruttoenergiforbruget med 4 pct. i 2020 i forhold til forbruget i 2006. Dette mål opfyldes ikke fuldt ud i Energistyrelsens basisfremskrivning af forbruget fra april 2009, dvs. at der kan blive behov for flere virkemidler til at sikre realiseringen af målet i 2020.

Der er opgjort et betydeligt potentiale for energibesparelser gennem effektivisering. Det teoretiske effektiviseringspotentiale er totalt set opgjort til mindst 50 pct. for opvarmning af bygninger og for husholdningernes og den offentlige sektors elforbrug. Hertil kommer et besparelspotentiale i erhvervslivet på 30 – 40 pct. I transportsektoren vil der være en betydelig effektiviseringsgevinst ved omlægning fra benzin og diesel til el, dels fordi elmotorer er mere effektive end forbrændingsmotorer, dels fordi el kan produceres på effektive vindmøller uden kraftværkernes konverteringstab.

Ovennævnte potentialerne er ikke umiddelbart udtryk for, hvad der vil være samfunds- eller privatøkonomisk rentabelt at realisere. Hertil kommer, at der erfaringsmæssigt er en række barrierer, som kan gøre det vanskeligt at realisere selv de effektiviseringstiltag, som er rentable for energiforbrugere. Barriererne omfatter manglende viden, manglende ressourcer, manglende løsninger, der opleveres som velegnede, og manglende lyst til at påtage sig besværet med at gå i gang med opgaven. Såfremt de privatøkonomisk rentable besparelspotentialer skal realiseres, må der fokuseres på disse barrierer.

<sup>1</sup> Aftale af 21. februar 2008 mellem regeringen (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Det Radikale Venstre og Ny Alliance om den danske energipolitik i årene 2008-2011



### *Udfordringer for forsyningsikkerheden på mellemlangt sigt*

I boks 3 listes væsentlige forhold af betydning for forsyningsikkerheden i perioden op til 2020 og mulige instrumenter til at sikre en fortsat høj forsyningsikkerhed.

#### Boks 3

*Ud over de nævnte risici for forsyningsikkerheden på kort sigt, vil der være følgende yderligere risici for forsyningsikkerheden på mellemlangt sigt*

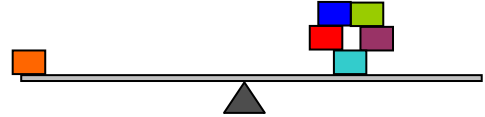
- stigende behov for importerede brændsler, samtidig med at der vil være en øget international efterspørgsel efter de samme brændsler
- olieproduktionen koncentrerer på stadig færre lande og regioner
- tekniske udfordringer ved indpasning af store mængder vedvarende energi i forsyningen, herunder især fra fluktuerende energikilder som vind og sol
- utilstrækkelig elproduktionskapacitet
- stigende energiforbrug

*Midler til at imødegå svigt i forsyningsikkerheden på mellemlangt sigt*

- effektive energimarkeder fremmet gennem internationale aftaler
- sikring af diversificerede forsyningskilder og forsyningslinjer for importerede brændsler
- velplanlagt indpasning af øgede mængder vedvarende energi, herunder gennem etablering af effektive rammebetingelser, intelligente løsninger inkl. ”smart grids”, sammenkobling af fjernvarmesystemer mv.
- tilpasning af rammebetingelser til sikring af tilstrækkelig elproduktionskapacitet, herunder vedvarende energi
- tilpasning af rammebetingelser til sikring af øget energieffektivisering på både forsyningsiden og forbrugssiden
- forskning og udvikling af styringssystemer og lagring af energi (f.eks. batterier)

De forsyningsikkerhedsmæssige konsekvenser af Danmarks overgang fra at være nettoeksportør til nettoimportør vurderes i en situation med velfungerende energimarkeder at være begrænsede. På mellemlangt vil de samfundsøkonomiske konsekvenser af den faldende produktion i Nordsøen primært vise sig i faldende eksportindtægter, og med tiden også i øgede importomkostninger. Disse forhold er ikke analyseret i rapporten.

En fortsat øget anvendelse af vedvarende energi til erstatning af fossile brændsler vil være teknisk mulig på mellemlangt sigt, men det vil samtidig være en udfordring for forsyningsikkerheden. Der er teoretisk set indenlandske vedvarende energi potentialer, som overstiger det aktuelle danske energiforbrug. Det samlede teoretiske indenlandske potentiale er beregnet til op imod 1.300 PJ. Dette er 10 gange mere end produktionen af vedvarende energi i 2008 og halvanden gange mere end det danske bruttoenergiforbrug i 2008 på 850 PJ.



Det største potentiale ligger i havmølleparker. Den indenlandske produktion af biomasse til energiformål også øges, om end kun i et vist omfang med mindre man vil erstatte den nuværende produktion af fødevarer med energiproduktion. Med uændret arealanvendelse vil produktionen af halm, træ og biogas kunne øges med ca. 85 PJ, hvilket er en væsentlig forøgelse i forhold til den mængde, der produceres i dag. Hvis man eksempelvis omlægger 15 pct. af det dyrkede areal til energiafgrøder, vil der kunne produceres yderligere 65 PJ.

Hertil kommer et betydeligt potentiale for varmepumper og solvarme i forbindelse med fjernvarmesystemerne og i individuelle anlæg, samt et potentiale for geotermisk energi. På nuværende tidspunkt er der begrænsede erfaringer med geotermisk energi, og det er omkostningstungt at producere den. Men det teoretiske potentiale er betydeligt.

Det uudnyttede potentiale for energiproduktion baseret på affald er begrænset. Det skønnes at være ca. 5 PJ. Dog åbner nye regler fra EU for handel over landegrænserne med industriaffald, så der vil kunne være mulighed for såvel import som eksport af brændbart industriaffald i fremtiden.

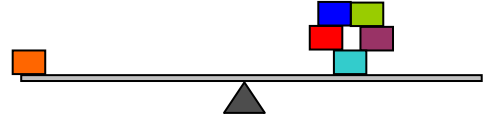
Udnyttelse af øgede mængder vedvarende energi, især vindkraft og solenergi, indebærer et grundlæggende skift i forhold til en forsyning baseret på fossile brændsler. Isoleret set vil dette skift kunne medføre forringelser af forsyningssikkerheden, med mindre omstillingen sker på en velovervejet måde, fordi indpasningen er teknisk og styringsmæssigt udfordrende. Endvidere er vedvarende energikilder i dag typiske dyrere end konventionelle løsninger. En øget anvendelse af vedvarende energi kan til gengæld bidrage til at nedbringe afhængigheden af begrænsede ressourcer, ikke mindst fossile brændsler, og til opfyldelse af miljø- og klimapolitiske målsætninger. Det vil samtidig indebære et betydeligt fald i bruttoenergiforbruget, idet konverteringstabet reduceres i kraftværkerne, i raffineringen af råolien og i transportsektoren.

En omstilling til vedvarende energi baseret på importerede biobrændsler må på sigt forventes at medføre prismæssige og internationale politiske udfordringer af samme karakter, som det forudses for olie og naturgas, fordi der må forventes et øget fokus på omstilling fra fossile brændsler til vedvarende energi også i udlandet, og dermed et pres på biomasse-ressourcer og en konkurrence mellem arealanvendelsen til fødevarerproduktion og til energiproduktion. På den anden side må der også forventes at ske en udvikling i teknologierne for produktion af biomasse og biobrændsler som kan sænke prisen på energi fra biomasse.

### ***Det lange perspektiv (2020 – 2050)***

IEA har i sit referencescenario en forventning om en stigning i verdens energiforbrug på 40 pct. frem til 2030 som følge af dels forventet økonomisk udvikling og dels UNDPs prognose for befolkningstilvæksten på 1 pct. om året, der resulterer i en vækst i befolkningen fra 6,6 mia. i 2007 til 8,2 mia. i 2030. IEA anfører i sin fremskrivning af olieproduktionen, at man vil kunne dække det voksende forbrug frem til 2030. Der er ikke hermed taget stilling til hvor længe, en produktion af dette omfang vil kunne opretholdes, men der er generel enighed om, at olie er den mest begrænsede fossile energiresource.

Der er ikke samme begrænsning i naturgasreserverne, der med uændret forbrug efter IEAs vurdering vil kunne dække behovet i de næste 60 år, forudsat den nødvendige infrastruktur etableres. Der



er i endnu mindre grad begrænsning i kulreserverne, mens biomassereserverne til gengæld forventes at komme under pres som følge af øget efterspørgsel i lyset af blandt andet et fremtidigt øget fokus på den globale opvarmning.

Det indebærer et stigende pres på energimarkedet, hvor man eksempelvis allerede i dag ser, at store importlande, herunder ikke mindst Kina, sikrer sig langsigtede samarbejdsaftaler med producentlandene.

IEA anfører i World Energy Outlook (WEO) 2009, at der efter en afmatning i 2008 og 2009 igen må forventes en stigning i energipriserne. Regnet i 2008 priser forventer IEA en oliepris på \$100/tønne i 2020 og \$115/tønne i 2030, hvilket er en stigning på knap 20 pct. i forhold til 2008, regnet i faste priser. Der er ingen skøn over prisudviklingen efter 2030, men IEA vurderer, at der i det længere perspektiv er udsigt til en stærkt stigende international konkurrence om olie, hvilket vil føre til stigende priser.

Oliepriserne har afsmittende virkning på naturgasprisen, der ofte er direkte bundet til olieprisen, og i et vist omfang også på kulprisen. Stigende priser på biobrændsler må ligeledes forventes som følge af øget international efterspørgsel.

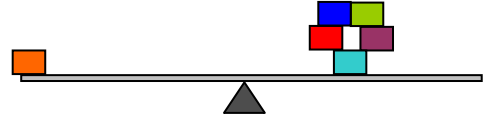
#### Boks 4

##### *Yderligere risici for forsyningsikkerheden på langt sigt*

- stigende afhængighed af importerede brændsler
- usikkerhed om verdens olieresourcer og yderligere koncentration af reserverne på få lande og regioner – og dermed risiko for et mindre velfungerende marked og markant stigende priser
- udfasning af naturgas kan indebære en forsyningsikkerhedsrisiko, hvis det ikke sker under gennemtænkt hensyntagen til berørte forbrugere
- højt energiforbrug, der stiller krav til energiimport og produktions- og distributionskapacitet
- overgangen til et samfund baseret på fluktuerende og få vedvarende energikilder

##### *Midler til at imødegå svigt i forsyningsikkerheden på langt sigt*

- reduktion i afhængigheden af fossile brændsler gennem øget anvendelse af vedvarende energi og høj energieffektivitet
- løbende tilpasning af rammebetingelserne for en effektiv indpasning af VE og energibesparelser og udfasning af fossile brændsler
- fortsat diversitet i energiforsyningen
- evt. etablering af CCS på enkelte kulkraftværker til sikring af fortsat stabil kulanvendelse
- forskning, udvikling og anvendelse af effektiv og relevant energiteknologi, herunder til lagring af energi



En energiforsyning baseret på en høj udnyttelse af vindkraft, solenergi, geotermisk energi og visse andre vedvarende energikilder vil ikke være udsat for udtømmning af ressourcerne, ligesom den vil være bedre beskyttet mod prisstigninger, der skyldes øget international konkurrence om brændsler. På den anden side er nogle af de nye teknologier for vedvarende energi investeringstunge. Det gælder ikke mindst geotermisk energi.

Det understreger udfordringen ved at muliggøre omstillingen fra relativt investeringslette forsyningsformer baseret på olie og naturgas til de mere investeringstunge teknologier for vedvarende energi.

Endvidere stiller f.eks. store mængder vindkraft krav til en reservekapacitet, lagringsmuligheder og kraftudveksling over grænser i situationer, hvor vinden ikke blæser, og krav om afsætningsmuligheder, når der er for meget vindkraft. Det vil øge afhængigheden af kraftudveksling med nabolandene, hvor eksempelvis de norske vandkraftværker er meget velegnede som regulérkraft, mens atomkraftværkerne i Sverige, der ikke umiddelbart kan reguleres op og ned, er mere egnede som grundlast.

Langsigtede målsætninger om uafhængighed af fossile brændsler giver betydelige teknologiske udfordringer for at sikre fortsat forsyningssikkerhed. En fortsat udvikling og udbredelse af ny teknologi vedrørende styring af forbrug og forsyning samt lagring af energi vil være en forudsætning for at sikre forsyningssikkerheden i forbindelse med det fremtidige skifte til en energiforsyning, der er uafhængig af fossil energi. Dertil kommer, at med udfasning af fossil energi vil Danmark være afhængig af færre energikilder og dermed alt andet lige være udsat for større risiko for svigt i forsyningen.

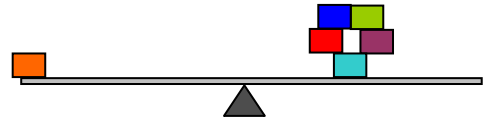
En udfasning af naturgasforsyning vil kræve en særlig bevågenhed, så det kan ske på en måde, der ikke forringer forsyningssikkerheden for de berørte forbrugere.

En effektiv energiforsyning med høj andel af vedvarende energi vil kræve et samspil mellem alle dele af forsyningen, og reguleringsmuligheder vedrørende såvel produktion som forbrug samt et udbygget samspil med udlandet.

Samlet set står Danmark selv i det lange perspektiv ikke i en situation, hvor forsyningssikkerheden må anses for truet som følge af manglende energiressourcer. Men energiforsyningen vil kunne komme til at belaste samfundsøkonomien i stigende grad i takt med, at priserne stiger på knappe ressourcer, herunder især kulbrinter og biobrændsler. Uanset om brændsler er produceret nationalt eller importeret, vil de prismæssigt følge udviklingen på de internationale markeder, hvor olieprisudviklingen som nævnt er den dominerende faktor.

Indpasningen af store mængder – op til 100 pct. – vedvarende energi i forsyningen vil kunne indebære en risiko for forringelse af forsyningssikkerheden, hvis den ikke sker i rette tid og på en hensigtsmæssig måde.





I lyset af den forventede fortsatte kulanvendelse i den globale energiforsyning er der internationalt opmærksomhed på CCS<sup>2</sup>-teknologier, dvs. teknologier til opsamling og deponering af CO<sub>2</sub>. De indebærer en mulighed for at reducere udledningerne af CO<sub>2</sub> til atmosfæren fra især kulfyrede kraftværker og kraftvarmeværker. Hvis CCS anvendes på biomassefyrede værker, vil mængden af CO<sub>2</sub> i atmosfæren direkte kunne reduceres. Fordi teknologien vil muliggøre fortsat anvendelse af kul, som der ikke er mangel på, ses CCS som et muligt instrument til at sikre forsyningssikkerheden. EU forbereder derfor et demonstrationsprogram, som blandt andet vil kunne omfatte CCS. Teknologien er i dag meget omkostningstung og energikrævende samt stort set uprøvet i større anlæg. Det nævnes i internationale vurderinger, at teknologien vil kunne være rentabel fra ca. 2020.

Opsamling og deponering af CO<sub>2</sub> har ikke kun betydning for mulighederne for fortsat kulanvendelse i kraftværkerne. Injicering af CO<sub>2</sub> i nogle af de eksisterende oliefelter i Nordsøen forventes at kunne øge olieproduktionen fra disse felter, hvilket indgår i olieprognoserne. Der er ikke aktuelt erfaring med denne teknologi til havs. Men den forventes afprøvet i et pilotprojekt, baseret på CO<sub>2</sub> fragtet til feltet pr. skib.

### ***Den videre proces***

Den videre proces for sikring af forsyningssikkerheden på energiområdet handler samlet set om energikilder, infrastruktur og energibehov. For hvert element er der handlemuligheder, som må analyseres og anvendes på en måde, så det samlet set bidrager til økonomiske stabilitet og til samfundets udvikling generelt, samtidig med at den tager hensyn til økonomien for berørte forbrugergrupper, og således at den er robust overfor internationale politiske udfordringer, markedsmæssige forhold og klima- og miljøpolitiske hensyn.

#### Boks 5

##### *Elementer i sikring af forsyningssikkerhed*

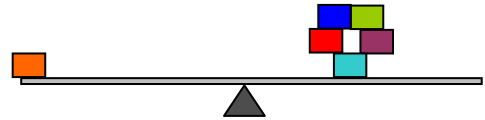
##### **Energi**

- diversificerede og tilstrækkelige mængder af energi
- substitutionsmuligheder mellem energiformerne
- diversificering af udbydere og leverandører af energi
- velfungerende markeder
- undgå u hensigtsmæssig afhængighed af energi fra få lande og regioner

##### **Infrastruktur**

- produktions- og konverteringsanlæg
- transmissions- og distributionssystemer
- forbindelser til udlandet
- styrings- og reguleringsmekanismer

<sup>2</sup> CCS står for Carbon Capture and Storage



**Energibehov / energieffektivitet**

- effektivitet i slutforbruget
- effektivitet i forsyningssystemer

Som led i udarbejdelsen af en samlet politik for sikring af høj forsyningssikkerhed på energiområdet er der behov for en række analyser af ikke blot de teoretiske potentialer for nye forsyningsformer, energieffektivisering og ikke-fossile energikilder, men også de samfundsøkonomiske potentialer og omkostninger forbundet med de forskellige løsninger. Endvidere kan der være behov for analyser af scenarier for udviklingen i energiforsyningen, herunder vurderes påvirkningen fra mulige supplerende og eksisterende styringsinstrumenter og incitamenter ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv.

Analysen af indpasning af yderligere mængder vedvarende energi og en større effektiviseringsindsats bør udarbejdes i lyset af de samfundsøkonomiske konsekvenser.

I den forbindelse er den tidsmæssige indpasning af nye og udfasning af andre systemer og energikilder væsentlig, idet uhensigtsmæssigt gennemførte processer vil kunne reducere forsyningssikkerheden.

Omlægningen af energiforsyningen vil være en kompliceret proces, som vil strække sig over mange år. Men den vil kunne bidrage til at sikre miljømæssig bæredygtighed i energiforsyning. Hertil kommer, at omstillingen må forventes at danne grundlag for en fortsat høj eksport af teknologi på energiområdet, fordi en række lande vil have brug for intelligente og effektive systemer til at sikre deres energiforsyning.

I forbindelse med opfølgningen på Klimakommissionens rapport og overgangen til en energiforsyning, der i mindre grad er baseret på fossil energi, vil der være behov for at gennemføre en række konkrete initiativer på kort og mellemlangt sigt. Nogle af disse er opridset i boks 6.

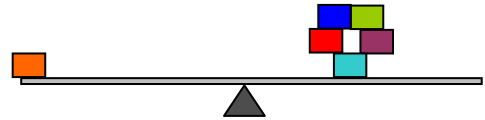




## Boks 6

### *Konkrete initiativer på kort og mellemlangt sigt*

- analyse af barrierer for realisering af energieffektiviseringspotentiale
- udvikling af styrings- og lagringsmekanismer til indpasning af en stor andel af vedvarende energi i elforsyningen, herunder fremme af fleksibelt elforbrug
- forstærkning af naturgasforbindelsen nord og syd for den dansk/tyske grænse samt etablering af mulighed for ”reverse flow”
- analyse af infrastrukturen i Nordsøen med henblik på at sikre incitamenter til en fortsat udnyttelse af eksisterende anlæg og ressourcer i Nordsøen, herunder af behovet for etablering af forbindelse til den norske ledning Europipe 2
- indpasning af varmepumper, solvarme og geotermisk energi i varmeforsyningen



## Del 1. Ramme for forsyningsikkerhed

### 1. Samspelet med øvrige initiativer på energiområdet

Redegørelsen om energiforsyningsikkerhed skal ses i sammenhæng med de øvrige initiativer på klima- og energiområdet, som regeringen har iværksat for at få et solidt og velunderbygget grundlag for fastlæggelse af den fremtidige energipolitik.

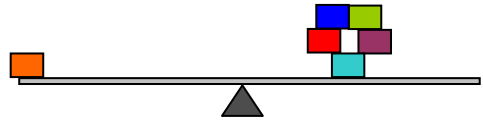
En kommende *Klimastrategi* for perioden 2013-2020 kan danne baggrund for, at Danmark omkostningseffektivt kan leve op til sine nationale reduktionsforpligtelser i EU. Frem mod 2020 er Danmark forpligtet til at reducere udledningen af drivhusgasser uden for kvotesektoren med 20 pct. samt opnå en andel af vedvarende energi i det endelige energiforbrug på 30 pct. fra de nuværende 17 pct., herunder en andel af vedvarende energi på 10 pct. i transportsektoren.

Strategien baserer sig på en kortlægning af de tekniske potentialer og de samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere udledningerne i primært landbruget, transporten og boligerne. Der indgår desuden en analyse af mulighederne og omkostningerne ved at investere i klimaprojekter i udlandet som alternativ til nationale tiltag.

I henhold til EU's VE-direktiv skal Danmark udarbejde en *handlingsplan for vedvarende energi*. Den skal beskrive, hvordan Danmark forventer/planlægger at nå sine mål for vedvarende energi i 2020. Planen vil vise, hvordan produktionen af vedvarende energi forventes at udvikle sig frem til 2020 og beskrive eksisterende og mulige nye tiltag og virkemidler, der kan sikre, at Danmark når målene. Senest den 30. juni 2010 skal Danmark sende planen til Kommissionen.

*Klimakommissionen* skal afgive sine forslag til, hvordan regeringens langsigtede målsætning om helt at frigøre Danmark fra afhængigheden af fossile brændsler kan virkeliggøres i praksis. Klimakommissionen skal blandt andet komme med forslag til nye, offensive energi- og klimapolitiske instrumenter og bud på sammenhængende energisystemer, der sikrer forbedret energieffektivitet, reduceret energiforbrug, en stigende andel vedvarende energi og øget konkurrence på energimarkederne.

Denne *Redegørelse om energiforsyningsikkerheden i Danmark* fokuserer især på det korte og mellemlemlange sigt frem til omkring 2020. Begrundelsen herfor er, at årene 2011 og 2020 er fokuspunkterne for de overordnede målsætninger og pejlemærker i den danske energistrategi, jf. EU-målsætninger og energiaftalen fra 2008. Set i det perspektiv må en høj forsyningsikkerhed sikres i relation til opfyldelsen af disse målsætninger og udmøntningen af allerede besluttede tiltag på klima- og energiområdet. De langsigtede perspektiver og udfordringer ved forsyningsikkerheden vil afhænge af, hvordan rammerne sættes for opfyldelsen af visionen om et samfund uafhængigt af fossile brændsler.



Således vil regeringen med udgangspunkt i Klimakommissionens rapport i indeværende valgperiode fremkomme med et konkret oplæg til, hvornår Danmark skal være uafhængigt af forurenende fossile brændsler som kul, olie og gas. Denne omstilling må ske på en forsyningssikkerhedsmæssig bæredygtig måde.

*Andre initiativer.* Regeringen har inden for de seneste par år iværksat en række andre initiativer på klima- og energiområdet på baggrund af aftalerne om Bæredygtig transport, Grøn Vækst, Forårspakke 2.0 samt Strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger. Heri indgår en række konkrete initiativer, som blandt andet har til hensigt at reducere energiforbruget og fremme produktionen og anvendelsen af vedvarende energi. I 2009 blev vedtaget en plan for kabellægning af de regionale eltransmissionsnet. Initiativerne vil alt andet lige være med til at forbedre forsyningssikkerheden, samtidig med at de kan være med til at udvikle et potentiale for danske virksomheder i form af f.eks. teknologiudvikling og øget efterspørgsel efter nye mere energieffektive løsninger.



## 2. Aspekter af forsyningsikkerhed

### 2.1 Definition af forsyningsikkerhed

Forsyningsikkerhed kræver, at der er balance mellem energibehov og energiforsyning. Det drejer sig grundlæggende om, at der skal være tilstrækkelig energi til rådighed til at dække behovet for energitjenester i det danske samfund, jf. bilag 1 Aspekter af forsyningsikkerhed, som diskuterer begrebet forsyningsikkerhed og de rammebetingelser, hvorunder en politik for forsyningsikkerhed må fastlægges. I dette afsnit er kun medtaget hovedelementerne, som behandles i denne rapport.

Ved at definere forsyningsikkerhed som en sandsynlighed er niveauet for forsyningsikkerheden et procenttal, der i princippet kan estimeres og benyttes i vurderinger af, om konkrete tiltag forbedrer eller forringer forsyningsikkerheden. Når sandsynlighed indgår i definitionen, tydeliggøres det desuden, at forsyningsikkerheden angiver det generelle niveau for, hvor sikre forbrugerne kan være på at få deres energibehov dækket.

#### Boks 7

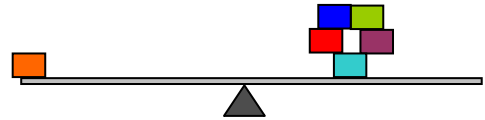
*Forsyningsikkerhed er sandsynligheden for, at der er energitjenester til rådighed til konkurrencedygtige priser, når de efterspørges af danske forbrugere – uden at Danmark bringes i et u hensigtsmæssigt afhængighedsforhold til andre lande.*

En politik til sikring af forsyningsikkerheden skal indeholde mekanismer, der sikrer, at de nødvendige energitjenester er til rådighed på vilkår, der bidrager til økonomisk stabilitet og samfundets udvikling generelt, og tager hensyn til økonomien for berørte forbrugergrupper: husholdninger, erhvervslivet og det offentlige. Indsatsen for at fastholde en høj forsyningsikkerhed skal være robust overfor internationale politiske udfordringer, markedsmæssige forhold samt klima-, energi- og miljøpolitiske hensyn.

Graden af forsyningsikkerhed aflæses hos forbrugerne, men er resultatet af en række processer. Således har indvinding, produktion og handel med brændsler, konvertering og distribution af energi samt karakteren og omfanget af selve forbruget alle betydning for forsyningsikkerheden.

Forsyningsikkerheden i den enkelte husstand, behandles ikke i rapporten, som beskriver det samlede billede. Det betyder også, at et lavere samlet energiforbrug alt andet lige vil øge forsyningsikkerheden, fordi kravene til kapacitet i produktions-, transmissions- og distributionssystemerne reduceres.

Forsyningsikkerheden i Danmark er desuden påvirket af regionale og internationale relationer. For eksempel betyder eksistensen af internationale el- og naturgasforbindelser, at lande – ud over at



handle el og naturgas på forbindelserne – kan hjælpe hinanden i mangelsituationer og dermed i et vist omfang dele opgaven med at sikre en høj forsyningssikkerhed. Forsyningssikkerheden kan forbedres ved at styrke handelsrelationer og det internationale energipolitiske samarbejde og ved at reducere afhængigheden af import af energi fra politisk ustabile lande eller regioner. Velfungerende energimarkeder er essentielle for sikring af forsyningssikkerheden.

En stor indenlandsk produktion af primær energi sikrer ikke en høj forsyningssikkerhed, idet energien handles på internationale markeder og flyder hen, hvor der samlet set kan opnås den bedste pris. Denne livlige handel med energi afspejler sig i statistikken ved at egenproduktionen af energi i 2008 svarede til 133 pct. af forbruget, samtidig med at der var en import svarende til 78 pct. af forbruget og en eksport svarende til 106 pct. af forbruget, jf. tabel 2 i afsnit 7.1. Uanset Danmarks produktion af olie og naturgas er vi således generelt afhængige af en væsentlig energiimport.

Indsatsen for at sikre en høj forsyningssikkerhed må endvidere tage højde for hensynet til miljø, klima og økonomi. De danske målsætninger og forpligtelser på klimaområdet sætter f.eks. begrænsninger for den fremtidige anvendelse af fossile brændsler. Det er en udfordring i forhold til forsyningssikkerheden, og en omstilling af den danske energiforsyning må gennemføres under hensyntagen hertil.

Nødvendigheden af at tage hensyn til forskellige rammebetingelser fremgår af EU-Kommissionens beskrivelse af kravene til en langsigtet strategi for forsyningssikkerhed i grønbogen fra 2000:

#### Boks 8

*“The European Union's long-term strategy for energy supply security must be geared to ensuring, for the well-being of its citizens and the proper functioning of the economy, the uninterrupted physical availability of energy products on the market, at a price which is affordable for all consumers (private and industrial), while respecting environmental concerns and looking towards sustainable development.”<sup>3</sup>*

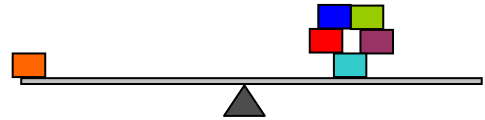
Det Internationale Energiagentur (IEA) arbejder med en tilsvarende forståelse af kravene til en forsyningssikkerhedsstrategi<sup>4</sup>. EU og IEA er dermed tydeligt bevidste om de helt centrale økonomiske og miljømæssige hensyn, der skal sikres i en strategi for den langsigtede forsyningssikkerhed.

Det indgår i kravene til energistrategien, at den skal imødekomme samfunds- og brugerøkonomiske hensyn, ligesom det indgår i EU-Kommissionens krav til forsyningssikkerhedsstrategien.

Økonomi anses således for at være en væsentlig rammebetingelse for, hvorledes forsyningssikkerheden i praksis kan sikres. Det gælder både ud fra en samfundsøkonomisk synsvinkel og ud fra energiforbrugernes privatøkonomiske synsvinkel. En politik til sikring af forsyningssikkerheden bør

<sup>3</sup> Green Paper – Towards a European strategy for the security of energy supply, European Commission 2000.

<sup>4</sup> Som beskrevet på IEA's hjemmeside: [www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4103](http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4103)



derfor indeholde mekanismer, der sikrer den økonomiske stabilitet og samfundets udvikling generelt, ligesom hensynet til økonomien for berørte forbrugergrupper bør sikres.

Investeringer i forsyningssikkerheden skal vejes imod en vurdering af risikoen for forsynings-svigt. Forholdet mellem omkostninger og risiko må løbende vurderes, idet omstillinger i energiforsyningen kan udfordre forsyningssikkerheden og dermed ændre balancen mellem de to størrelser.

Tilsvarende argumentation gælder for miljø- og klimahensynet. Også her ændrer kravene sig løbende. Derfor indgår hensynet til miljø og klima ikke i selve definitionen, men det udgør en væsentlig rammebetingelse for de tiltag, der besluttet for at opretholde den ønskede forsyningssikkerhed. Således vil forsyningssikkerheden i Danmark skulle sikres inden for rammerne af politisk fastsatte mål for reduktion af udledningen af klimagasser og visionen om et samfund uafhængigt af fossile brændsler.

#### Boks 9

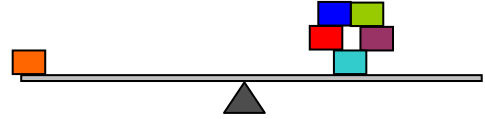
Rammebetingelserne vedrørende samfundsøkonomi, privatøkonomi, miljø, klima og markedsmæssige og internationale politiske forhold er afgørende for, hvorledes forsyningssikkerheden i praksis kan sikres og for, hvilke elementer en politik for forsyningssikkerheden kan indeholde.

## 2.2 Forsyningssikkerhed på kort, mellemlangt og langt sigt

De tidsmæssige aspekter af forsyningssikkerheden går fra det helt korte perspektiv, hvor fokus er på korte forsyningsvigt, til det mellemlange og det helt lange perspektiv, hvor det vil være den begrænsede adgang til visse brændsler og omstillinger i energisektoren, der vil være afgørende for forsyningssikkerheden.

På det helt korte sigt handler sikringen af forsyningssikkerhed således om, at man skal undgå begrænsninger i den stabile forsyning af primær energi (olie, naturgas, kul og biobrændsler) og afbrydelser af sekundær energi (elektricitet, varme og bioenergi). Risikoen for afbrud i forsyningen af primære brændsler må på det korte sigt vurderes at være yderst begrænset. Fokus er derfor på at undgå eller minimere lokale tekniske afbrydelser af energiforsyningen. I tilfælde af større og/eller længerevarende forsyningsafbrydelser eller risiko herfor aktiveres et beredskab, som blandt andet omfatter en samfundsmæssig krisehåndtering. Beredskabet er rettet mod alle former for hændelser, som kan påvirke forsyningerne. Det omfatter en beredskabsplanlægning og en tilstrækkelig koordination mellem de berørte parter i samfundet. Beredskabet bygger både på nationale og internationale tiltag blandt andet baseret på aftaler i regi af IEA og EU.

I det lidt længere perspektiv indgår internationale politiske forhold med stigende vægt. Det omfatter mulighederne for en sikker og stabil import og eksport af energi samt samspillet med andre lande om transmission af især elektricitet og naturgas. Sikring af et velfungerende marked, stabile samarbejdsaftaler og solidariske beredskabsaftaler kommer dermed i fokus.



I dette lidt længere perspektiv bliver behovet for at undgå ubalancer i elsystemet og eloverløb som følge af en fortsat stigende produktion af vindkraft og andre fluktuerende VE-kilder endvidere et centralt emne. Indpasning af nye energikilder kan betyde, at også den kortsigtede forsynings sikkerhedsindsats må revurderes. Behovet for olieberedskabslagre reduceres således i takt med, at forbruget af olie reduceres, blandt andet som konsekvens af omlægning til andre energiformer.

På det lange sigt vil overgangen til et samfund uafhængigt af fossile brændsler stille nye krav til forsynings sikkerhedssystemerne.

### 2.3 Balance mellem energibehov og energiforsyning

Forsynings sikkerheden angiver som nævnt sandsynligheden for, at forbrugernes behov for energitjenester kan tilfredsstilles, når de efterspørges. Der skal grundlæggende være balance mellem energibehovet og energiforsyningen, og de to sider kan på forskellig vis påvirkes i bestræbelserne på at forbedre forsynings sikkerheden.

Umiddelbart er det forudsat, at efterspørgslen efter energitjenester er ureguleret og derfor forekommer tilfældigt både størrelsesmæssigt og tidsmæssigt. Det er derfor typisk tilstedeværelsen af energikilder og distributionssystemets evne til at kunne levere den efterspurgte energitjeneste til enhver tid, der måles og angives som et mål for forsynings sikkerheden. Indsatser på forbrugssiden, der reducerer det samlede energiforbrug, vil alt andet lige også være med til at øge forsynings sikkerheden, idet der stilles mindre krav til distributionssystemets ydeevne.

Eftersom forsynings sikkerhed defineres som en sandsynlighed, og den i praksis er tæt på 100 pct., kan man ikke tale om forsynings sikkerhed som noget, der enten er der eller ej. Der er altid en vis grad af forsynings sikkerhed.

Eksempelvis kan forsynings sikkerheden i elsystemet måles som den procentdel af årets minutter, hvor der er strøm i kontakten. I 2008 blev den gennemsnitlige afbrudsvarighed i Danmark opgjort til 22 minutter. Det svarer til, at den gennemsnitlige elforbruger havde strøm i stikkontakten i mere end 99,99 pct. af tiden, eller med andre ord at forsynings sikkerheden var over 99,99 pct. Da der er tale om et gennemsnit, vil der være forbrugere, som havde strøm hele tiden, og forbrugere der var afbrudt i længere tid end 22 minutter.

På tilsvarende vis kan forsynings sikkerheden i naturgasforsyningen og fjernvarmeforsyningen opgøres. Det formodes, at forsynings sikkerheden i de kollektive naturgas- og fjernvarmenet er på niveau med forsynings sikkerheden på elområdet. Der foreligger dog ikke egentlige analyser heraf.

Vurderingen af forsynings sikkerheden begrænses til de kollektive forsynings systemer omfattende indvinding, produktion og handel med brændsler samt konvertering og distribution af energi. Brugernes egne anlæg inden for husmuren/skel indgår ikke, da det er op til ejeren selv at sikre anlæggets drift.

I transportsektoren og den del af varmeforsyningen, der er baseret på olieprodukter, afhænger forsynings sikkerheden af adgangen til disse brændstoffer og mulighederne for at substituere til andre energikilder.

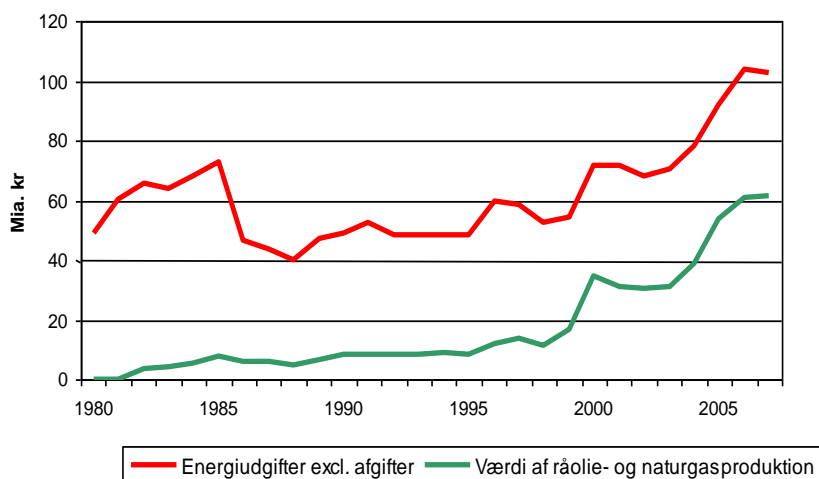


### 3. Økonomiske aspekter af forsyningsikkerhed

Det danske samfund bygger på, at der er en stabil og sikker energiforsyning. Udviklingen og opbygningen af denne forsyning er sket over mange år. Den omfatter hele energiinfrastrukturen og forbrugernes anlæg i virksomheder, institutioner og husholdninger og en omfattende faglig viden om energimæssige forhold. Der er ikke foretaget en værdisætning af hele dette kapitalapparat.

Erhvervenes, husholdningernes og den offentlige sektors udgifter til energi opgjort i markedspriser eksklusiv afgifter udgjorde i 2007 omkring 100 mia. kr., hvoraf omkring 40 pct. er direkte relateret til køb af brændsel til udenrigshandelspriser, mens resten er omkostninger til anlæg, drift og vedligeholdelse af infrastruktur mv. samt avance. Til sammenligning udgjorde værdien af råolie- og naturgasproduktionen i Nordsøen samme år omkring 60 mia. kr., jf. figur 8.

**Figur 8. Udviklingen i energiudgifter og værdien af Nordsø-produktionen, løbende priser, excl. afgifter**

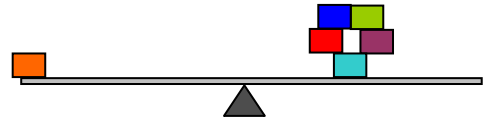


Kilde: Energistatistik 2008 og Danmarks Statistik

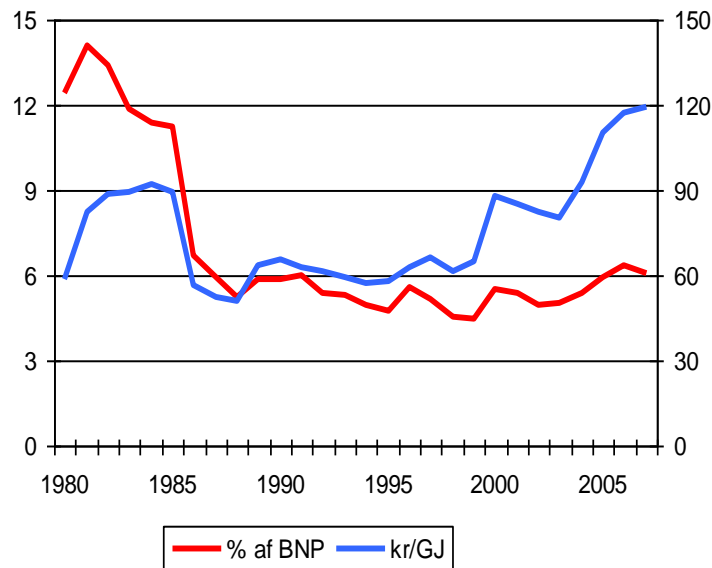
Selvom energiudgifterne har været stigende siden slutning af 1980'erne, har de i forhold til BNP været næsten konstante mellem 5 og 6 pct. I samme periode er energiudgifterne i forhold til bruttoenergiforbruget fordoblet fra ca. 60 til 120 kr./GJ, jf. figur 9.

Såfremt BNP fortsætter med at stige med ca. 2 pct. om året, vil den af IEA forventede stigning af brændselspriserne på ca. 20 pct. i faste priser frem til 2030 ikke medføre relativt større udgifter til energi end i dag.





Figur 9. Udviklingen i energiudgifter, absolut og i forhold til BNP



Kilde: Energistatistik 2008 og Danmarks Statistik

Energiudgifterne udgør således en langt fra ubetydelig del af landets omkostninger og energiforsyningen er helt afgørende for samfundet. Det er ikke forsøgt at værdisætte et totalt svigt af forsyningen, men det er givet, at det ville få alvorlige samfundsmæssige konsekvenser. Sandsynligheden for at det vil indtræffe vurderes at være yderst begrænset.

Derimod gives et billede af de samfundsøkonomiske omkostninger til brændselsindkøb ved en omstilling fra kul til øget brug af biomasse. Afsnittet opridser desuden erfaringerne om betydningen af pludselige prishop, og endelig belyses omkostningerne ved afbrud af elforsyningen.

Beskrivelsen tager udgangspunkt i definitionen af forsyningssikkerhed som sandsynligheden for, at der er energitjenester til rådighed, når de efterspørges af forbrugerne.

Vurderinger af sandsynligheden opdeles i 3 delvurderinger omfattende:

1. energitilstrækkelighed (brændsler, vind, sol mv.)
2. systemtilstrækkelighed (effekt)
3. systemsikkerhed (nedbrud)

### 3.1 Energitilstrækkelighed

På kort og mellemlangt sigt synes der ikke af fysiske grunde at være mangel på fossile brændsler. Givet at brændslerne handles på internationale markeder vurderes risikoen for deciderede afbrud i leverancerne til Danmark at være meget lille. Det er i praksis ikke muligt at afbryde energiforsyningen til Danmark uden samtidig at afbryde forsyningen til en lang række af vores nabolande. Desuden sikrer internationale aftaler om solidaritet, at IEA- og EU-landene er forpligtede til at dele energiressourcer i tilfælde af begrænsninger i forsyningen. For de vedvarende energikilder vil der i et



vist omfang være tale om indenlandsk produktion. Risikoen for afbrudt levering vil derfor primært være betinget af klimatiske variationer fra år til år.

I Energistyrelsens basisfremskrivning frem til 2020 er den største beregnede ændring i brændselsanvendelsen en delvis erstatning af kul med træpiller på de centrale kraftværker. Dette er betinget af dels en tilskudsordning til el- og varmeproduktion baseret på vedvarende energi og dels et planlagt forløb med stigende anvendelse af vedvarende energikilder.

I forhold til de forudsatte omkostninger til fossile brændsler og træpiller kan den forventede om-lægning medføre samfundsøkonomiske meromkostninger til brændselskøb, jævnfør tabel 1.

**Tabel 1. Gennemsnitlige samfundsøkonomiske brændselspriser<sup>5</sup> i perioden 2010-2020**

	Faktorpriser <sup>6</sup>	Samfundsøkonomiske priser <sup>7</sup>
Brændsel	Kr./GJ	Kr./GJ
Kul	27	66
Olie	72	111
Naturgas	64	95
Træpiller	70	87

Kilde: Energistyrelsen<sup>8</sup>

Beregningerne er baseret på ”Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet. Energistyrelsen, maj 2009. Det bemærkes, at der ikke er beregnet en faktorpris på affald, idet der her er tale om specifikt forhandlede priser mellem interessenterne på affalds- el- og varmesiden.

De danske træressourcer er stort set udnyttet. En øget anvendelse af træpiller på ca. 65 PJ, svarende til en fordobling, vil derfor forudsætte en betydelig import eller alternativt, at der anvendes en større del af halmressourcerne, samtidig med at der i et større omfang dyrkes energiafgrøder i stedet for korn og foderstoffer. Da der kan forventes et ganske betydeligt samlet merforbrug af biomasse i EU frem mod 2020, må der også forventes stigende priser, samtidig med at ressourcerne i stort omfang forventes at blive udnyttet fuldt ud i en række lande.

#### Boks 10

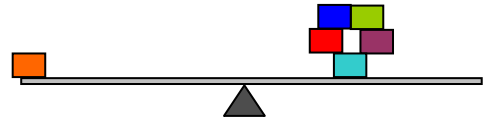
En udvikling med forøget brug af biomasse vurderes isoleret set at reducere forsynings-sikkerheden i forhold til fortsat kulanvendelse, fordi biomasse modsat kul forventes at blive en begrænset ressource i fremtiden, samtidig med at der er en betydelig risiko for meromkostninger.

<sup>5</sup> Beregningerne er i 2007-priser.

<sup>6</sup> Faktorpriserne omfatter ikke kvotepriser, da ikke alle anvendelser er omfattet af kvotereguleringen.

<sup>7</sup> De samfundsøkonomi priser er faktorpriserne med tillæg af miljøomkostninger i form af kvoteprisen og andre miljø-omkostninger med tillæg af nettoafgiftsfaktoren.

<sup>8</sup> Se bilag 14 vedrørende forudsætninger og beregninger af de samfundsøkonomiske priser og beregningen af figur 10.

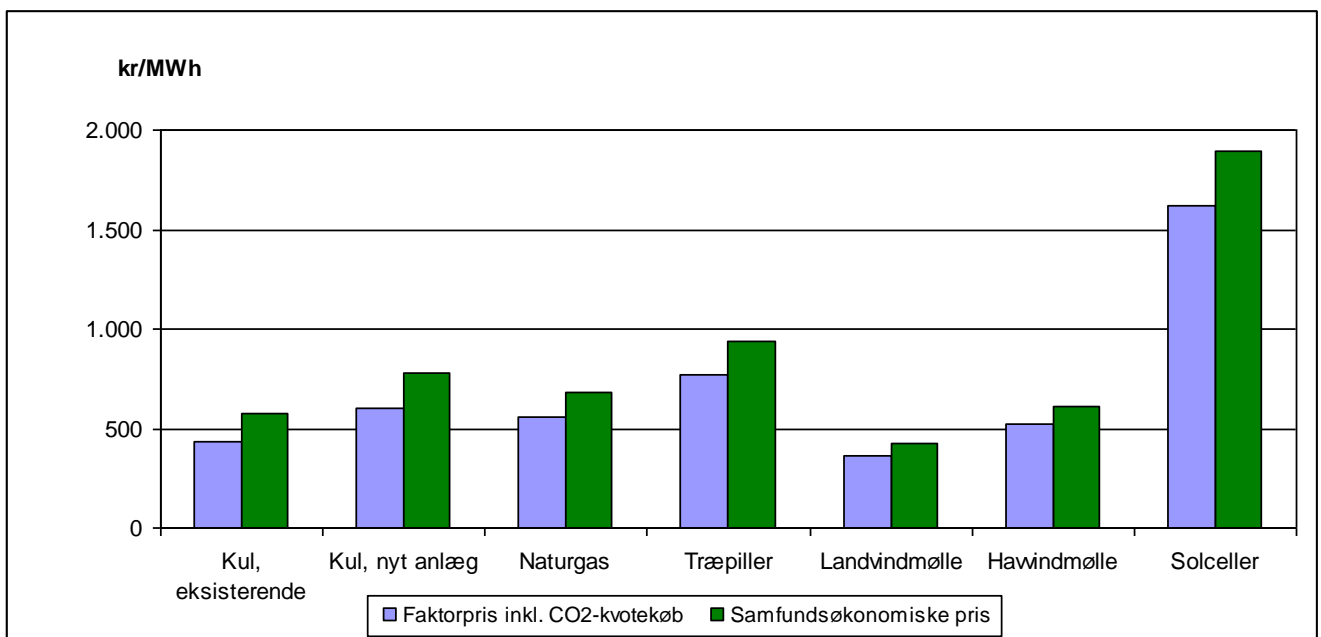


En omlægning til øget biomasseanvendelse kan dog blive nødvendig for opfyldelsen af de klima- og energipolitiske målsætninger. Dette er et eksempel på, at omlægningen af energiforsyningen kan blive en udfordring for forsyningsikkerheden.

Under hensyntagen til investerings- og driftsomkostninger samt med tillæg af miljøomkostninger vurderer Energistyrelsen de gennemsnitlige samfundsøkonomiske produktionsomkostninger pr. MWh i perioden 2010-2020 (regnet i 2007-priser) for en række teknologier i perioden frem mod 2020 til at være mellem ca. 500 kr. og ca. 2.000 kr., jævnfør figur 10.

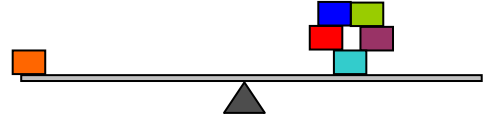
Elproduktion baseret på fossile brændsler medfører CO<sub>2</sub>-emission i modsætning til en produktion baseret på vedvarende energi. Elproduktion er omfattet af kvotereguleringen. Derfor er omkostningerne til CO<sub>2</sub>-emission i beregningen i figur 10 indregnet i faktorpriserne med CO<sub>2</sub> kvoteprisen. Beregningen af den samfundsøkonomiske pris er sket med tillæg til disse korrigerede faktorpriser af andre miljøomkostninger og den såkaldte ”nettoafgiftsfaktor” på 1,17. Omkostningerne ved støtteordninger til vedvarende energi indgår ikke i beregningen.

**Figur 10. Elproduktionsomkostninger i kr./MWh ved alternative teknologier**



Kilde: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet og Technology data for Energy plants

Omkostninger til brændselsbaseret elproduktion (kul, naturgas og træpiller) er beregnet under forudsætning af, at der etableres et helt nyt kraftværk, som kun producerer elektricitet. Til sammenligning er elproduktionsomkostningerne også beregnet for et eksisterende kulfyret værk, dvs. uden anlægsomkostninger.



Såfremt der er tale om etablering af et nyt kraftvarmeværk, hvor varmen afsættes i fjernvarmesystemet, vil elproduktionsomkostningerne blive betydeligt lavere end ved ren elproduktion.

Såfremt et eksisterende kulfyret værk omstilles fra kul til træpiller, vil de samfundsøkonomiske omkostninger blive betydeligt lavere end ved etablering af et nyt træpillefyret værk.

Med de gældende markedsvilkår er der ikke incitament til at etablere ny elproduktionskapacitet, med mindre denne er støttet. Den annoncerede omstilling til træpiller på en række kraftvarmeværker er således baseret på, at der ydes et pristillæg til elproduktionen på 15 øre pr. kWh, og varmeproduktionen er afgiftsfritaget.

#### *Virningen af pludselige prishop*

Erfaringen fra oliekrisen i 1973 viser, at betydelige prisforhøjelser på én energikilde kan imødegå i løbet af en periode gennem omlægning til andre energikilder. Den næsten totale afhængighed af olie i energiforsyningen blev således i løbet af de følgende år afløst af en diversificering gennem omlægning til kul og naturgas og efterfølgende også i et vist omfang til vedvarende energi.

De seneste års prisfluktuationer på olie har kun i begrænset omfang vist sig i ændringer i forbruget.

Helt kortvarige prisfluktuationer kan se dramatiske ud, men har ikke nævneværdig indflydelse på den samlede energiregning. Sådanne udsving har primært interesse, hvis de afspejler strukturelle forhold, og ikke tilfældigheder. Eksempelvis nåede elprisen i Østdanmark den 17. december 2009 årets højeste niveau med 10,42 kr. pr kilowatt-time i to timer. Årsagen var en kombination af udfald af kernekraftværker i Sverige og højt forbrug i Norden på grund af lave temperaturer. Målt på ugebasis blev elprisen fordoblet i to af ugerne omkring årsskiftet, hvilket illustrerer afhængigheden af handel med el blandt de nordiske lande i spidsbelastningsperioder. I samme periode nåede elprisen til gengæld årets lavpunkt på minus 89 øre kilowatt-time i et par timer i både Vestdanmark og Tyskland.

Hvis prisstigningerne er omfattende og langvarige, har de imidlertid betydning for samfundsøkonomien generelt, ligesom de påvirker den internationale magtbalance, og dermed formodentlig også forsyningsikkerheden.

### **3.2 Systemtilstrækkelighed**

Dimensionering af et givet forsyningsystem sker normalt ud fra den maksimalt forventede efterspørgsel. Eksempelvis dimensioneres varmeanlæg ud fra, at rumtemperaturerne skal kunne oprettholdes selv ved meget lave udetemperaturer. Hertil kommer, at der ofte installeres en betydelig overkapacitet i fyringsanlæg/-centraler. Eksempelvis er der i fjernvarmesystemer almindeligvis installeret reservekapacitet svarende til udfald af den største varmeanhed, ligesom oliefyrt villaanlæg har en varmeeffekt, der typisk er det dobbelte af det dimensionerende varmebehov.

Der er ikke noget, der umiddelbart tyder på, at fjernvarme- og naturgassystemerne frem til 2020 kommer i en situation, hvor der opstår effektmangel. For det kollektive elforsyningsystem er situationen en anden, idet det må sikres, at der er de rette incitament for producenterne til at etablere og vedligeholde produktionskapaciteten.



### Investeringer i ny kapacitet

Det kan antages, at investeringer i ny elproduktionskapacitet forudsætter stabile og langsigtede rammer for elmarkedet. Der er, jf. rapporten Investering og prisdannelse på et liberaliseret elmarked<sup>9</sup>, særligt 3 forhold, som kan medvirke til, at investeringer udskydes.

#### Boks 11

Barrierer for investeringer i ny kapacitet:

- usikkerheder om elmarkedet eller om rammebetingelserne for investeringer kan medvirke til at udskyde investeringer, indtil usikkerhederne er afklaret
- investorer, der i forvejen ejer elproduktionsanlæg, vil alt andet lige have tendens til at udskyde investeringer i nye anlæg, fordi etableringen samtidigt medfører øget konkurrence i forhold til de eksisterende anlæg
- manglende åben og uhindret adgang til f.eks. kraftværkspladser, havneanlæg, adgang til kølevand mv.

### Eksempel på muligt forsyningssvigt

Det danske elsystem og -marked er integreret med elsystemer og -markeder i nabolandene, herunder navnlig med de nordiske. Der samarbejdes her om planlægning af udbygning af transmissionsnet ud fra en overordnet nordisk tankegang. Forsyningssikkerheden er således ikke alene et nationalt anliggende.

I rapporten Forsyningssikkerhed i elsystemet<sup>10</sup> er det beregnet, at der er tilstrækkelig kapacitet i det nordiske elsystem frem til omkring år 2015. Herefter kan der optræde effektmangel i størrelsesordenen en time pr. år i Vestdanmark, jf. figur 11.

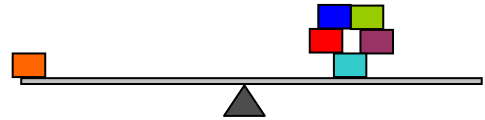
Det er i rapporten beregnet, at den ikke-leverede energi ved et forsyningssvigt på en time i 2016 i Vestdanmark er ca. 200 MWh. Hvis effektmangel i 2016 i Vestdanmark derimod medfører afbrud af hele elforsyningen i området, vil den ikke-leverede energimængde blive omkring 4.500 MWh.

Omkostningerne ved strømsvigt omfatter direkte og indirekte tab som følge af strømsvigt for erhvervslivet, husholdningerne, den offentlige sektor og elsektoren selv. De er beregnet til gennemsnitligt 50 kr./kWh<sup>11</sup>. Hermed er de samlede omkostninger mellem 10 og 225 mio. kr./år ved en manglende levering på mellem 200 og 4.500 MWh. Hvis omkostningerne til tiltag, der kan forhindre denne kapacitetsmangel, er mindre end disse beløb, vil det være en samfundsøkonomisk fordel at gennemføre dem.

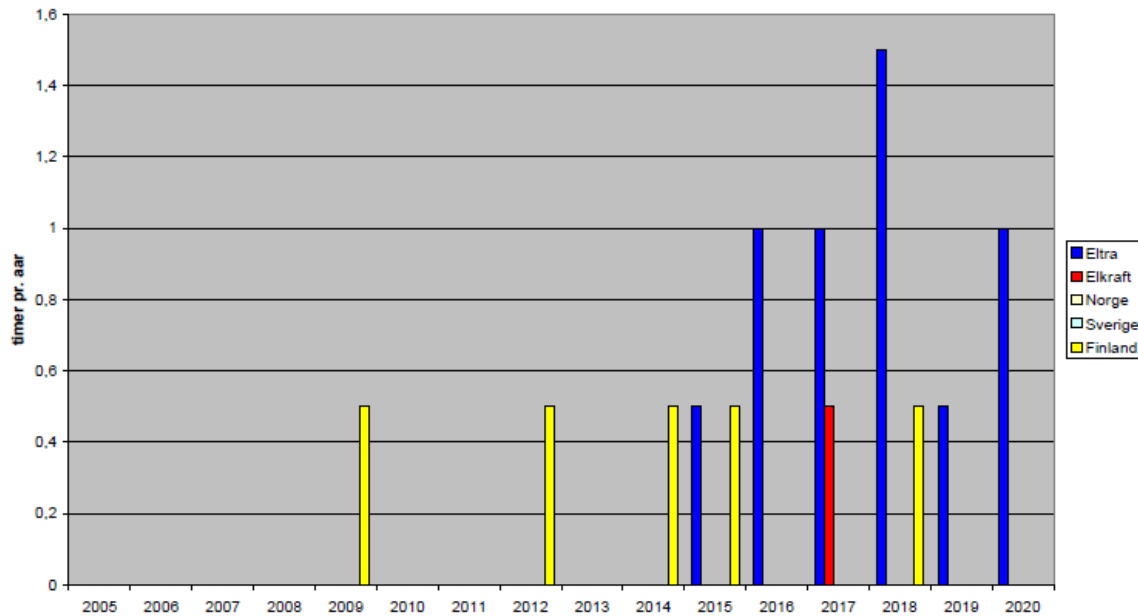
<sup>9</sup> Investering og prisdannelse på et liberaliseret elmarked. Risø-R-1519(DA), maj 2005

<sup>10</sup> Forsyningssikkerhed i elsystemet. Energistyrelsen, juni 2005.

<sup>11</sup> Omkostningerne ved elforsyningssvigt. Rapport udarbejdet af COWI for Energistyrelsen, december 2004.



Figur 11. Hyppigheden af beregnet forsyningssvigt i basisfremskrivningen 2005



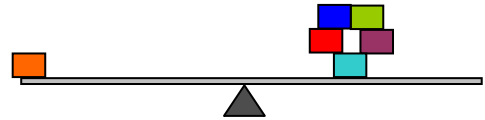
Den beregnede kapacitetsmangel i Danmark kan afhjælpes ved etablering af ny kapacitet og nye transmissionsledninger, der giver adgang til produktionskapacitet udefra. Desuden kan mobilisering af såkaldt fleksibelt elforbrug, som indebærer, at elforbruget reagerer på korttidsvariationer i elpriserne, bidrage til, at behovet for spidslastkapacitet reduceres. Endelig kan elbesparende tiltag medvirke til at nedsætte det maksimale effektbehov.

### 3.3 Systemsikkerhed

På elområdet registreres de perioder, hvor elforsyningen har været afbrudt. Gennem de seneste 10-15 år har den gennemsnitlige afbrudsperiode været på omkring en halv time pr år. Det svarer til en forsyningsikkerhed på 99,994 pct., hvilket kan tages som udtryk for et "acceptabelt" niveau uden særlig hensyntagen til varighed af afbrydelserne, det økonomiske tab herved mv.

Omkostningerne ved elforsyningssvigt er belyst i rapporten Omkostningerne ved elforsyningssvigt. For erhvervslivet vil skadevirkningerne typisk indebære nedbrud af maskiner og råvarer, tab af data mv. Hertil kommer tab som følge af stop af produktionen. Størrelsen af tabet heraf afhænger af tidspunktet for forsyningssvigtet, idet den produktive aktivitet typisk er mindst om natten og i weekenden. Erfaringen viser endvidere, at virksomhederne generelt formår delvist at indhente den tabte produktion efterfølgende, såfremt afbrydelsen er af forholdsvis begrænset varighed.

For husholdninger vil der f.eks. være direkte omkostninger, ved at madvarer ødelægges. Også for husholdningerne vil tabene blive større, jo længere svigtet varer. Derudover vil der være omkostninger forbundet med, at fritiden ikke kan anvendes som planlagt. Det er vanskeligt at vurdere, hvad fritiden er værd, og hvad den bliver brugt til, mens svigtet står på.



## Boks 12

Under forudsætning af at alle elforbrugerne i et normalår udsættes for strømafbrydelse af ca. 0,5 times varighed, at dette er jævnt fordelt over året og landet samt påvirker alle sektorer i lige lang tid, blev det vurderet, at de samlede omkostninger udgør ca. 230 mio. kr. pr. år i gennemsnit, svarende til ca. 50 kr./kWh. Dette omkostningsniveau pr. kWh vurderes at være gældende for afbrudsperioder på op til 5 timer.

Længerevarende udbredte leveringssvigt vil have nærmest uoverskuelige konsekvenser. Ud over manglende el kan store del af eksempelvis varme- og vandforsyningen også blive afbrudt, idet driften af eldrevne pumper, reguleringsudstyr mv. ophører. Hertil kommer vanskeligheder med at opretholde livsvigtige samfundsfunktioner f.eks. fødevarerforsyning, hospitaler, trafikregulering, informationsformidling mv. ved brug af nødstrømsanlæg mv. Det kan forudses, at elsvigt i længere tid (dage) vil medføre dødsfald og skadesomkostninger ganske væsentligt over niveauet for de korterevarende svigt.

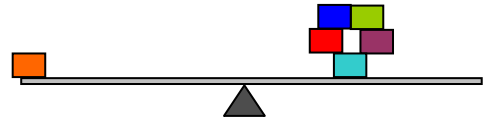
Forsyningsikkerheden kan øges ved at forbedre driften og vedligeholdelsen af energianlæggene. Herved reduceres risikoen for leveringssvigt som følge af nedbrud, havari mv. Regelmæssig service og vedligeholdelse kan i sig selv medføre afbrudt levering, men ved en hensigtsmæssig planlægning og gennemførelse heraf kan dette normalt ske i perioder, hvor belastningen er lav og generne ved afbrud er mindst.

## Boks 13

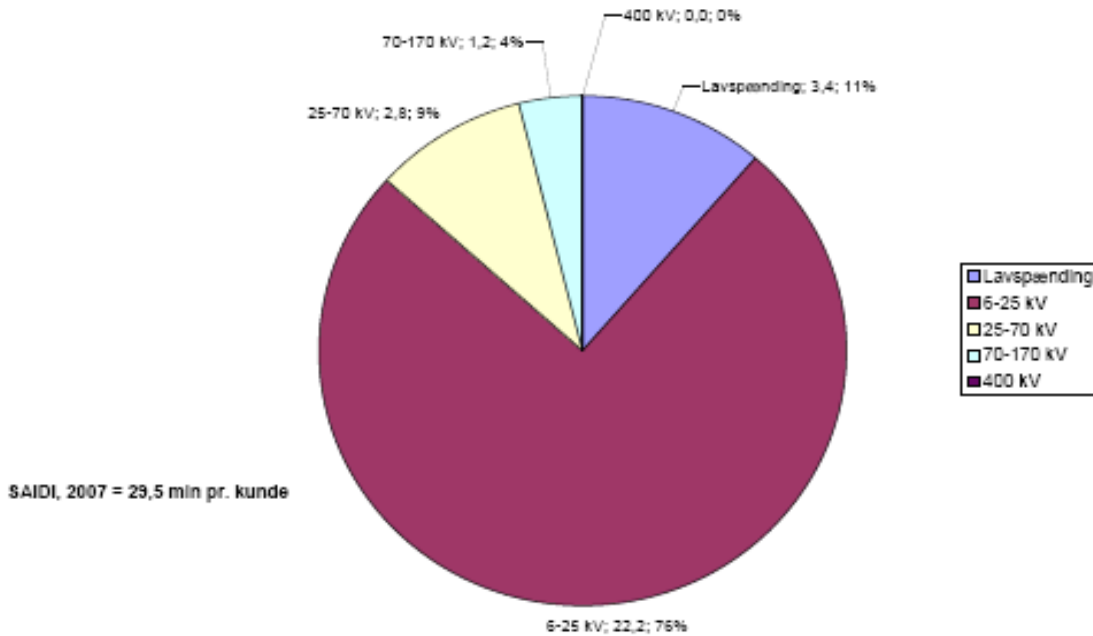
Der er med den politiske vedtagelse den 17. april 2009 af Energinet.dk's Kabelhandlingsplan fastlagt principper for den fremtidige udbygning af elinfrastrukturen.

Udbygningen af elnettet skal ske gennem en sammenhængende, langsigtet og styret udvikling, så forsyningsikkerheden opretholdes, og elmarkedets funktion understøttes bedst muligt. Udbygningen skal ske under hensyntagen til den fortsatte teknologiske udvikling, indpasning af markant mere vindkraft, miljøet, herunder de landskabelige hensyn, samt de samfundsøkonomiske rammer. Særlig miljøet tilgodeses af kabellægningen af elnettet frem mod 2030. De samlede omkostninger herved er opgjort til 14,5 mia. kr.

Ved kabellægningen reduceres risikoen for kundeafbrud på grund af fejl og skader mv. på elnettet. Historisk har fejl og skader på det laveste spændingsniveau, 6-25 kV, været årsag til langt de fleste afbrud, jævnfør figur 12. Over 90 pct. af dette net allerede er kabellagt. Kabelhandlingsplanen vil overslagsmæssigt kunne medvirke til en yderligere reduktion af afbrudsvarigheden på omkring 4 minutter pr. år, svarende til at der ikke sker afbrud på de højere spændingsniveauer. Dette øger alt andet lige forsyningsikkerheden.



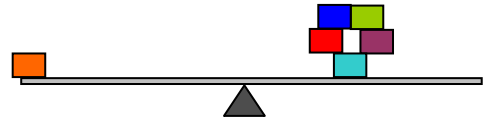
Figur 12. Kundeafbrudsvarighed fordelt på spændingsniveauer



Kilde: Hvordan sikres forsyningsikkerheden i Danmark? Energistyrelsen, september 2008

Ud fra de samlede omkostninger ved 30 minutters afbrud på omkring 200 mio. kr. svarer en reduktion af afbrudsperioden på 4-5 minutter til en besparelse på omkring 30 mio. kr./år. For en 20-årig periode er nutidsværdien heraf omkring 350 mio. kr. Værdien af forbedringen af forsyningsikkerheden som følge af kabelhandlingsplanen kan således dække 2-3 pct. af den samlede omkostning. Den resterende del må tilskrives den landskabsmæssige forbedring ved kabellægningen, mulighederne for indpasning af mere vindkraft, forbedret elmarkedsfunktion mv. I og med at kabelhandlingsplanen blandt andet er udarbejdet med henblik på at sikre effektiv indpasning af vindkraft, bidrager den også herved til at sikre en høj forsyningsikkerhed. Denne effekt er ikke værdisat i beregningen.





## Del 2. Analyse af Danmarks forsyningsikkerhed

### 4. Erfaringerne efter oliekriserne i 1970'erne

Danmark oplever generelt en meget høj forsyningsikkerhed. Dette forhold er i vidt omfang resultatet af mange års fokuseret energipolitik, som tog sit udgangspunkt i 1970'erne.

I 1973 var 93 pct. af Danmarks energiforsyning baseret på importeret olie. Samtidig havde vi internationalt set et relativt højt energiforbrug. Danmark blev sammen med USA og andre lande ramt af en kortvarig olieembargo fra arabiske olielande på grund af manglende afstandtagen til Israel i forbindelse med landets krig mod Ægypten og Syrien. Begrænsningen i olieudbuddet betød en firefoldning af olieprisen over få måneder – med yderligere en fordobling i 1979 – hvilket betød betydelige og langvarige betalingsbalanceproblemer og økonomisk stagnation.

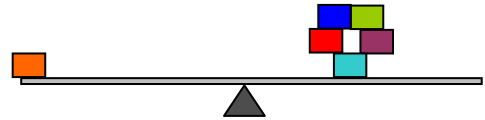
Krisen medførte formulering af en egentlig dansk energipolitik, hvor der blev lagt vægt på både økonomiske aspekter og fysisk leveringssikkerhed. Dens hovedelementer var et skift til andre og billigere brændsler, effektivisering af energiforbruget, forskning og udvikling af ny energiteknologi samt deltagelse i internationalt samarbejde.

På grund af de betydelige omkostningsstigninger på olie søgte mange aktører af sig selv at skifte til andre brændsler og øge den indenlandske energiproduktion. Fra statslig side understøttedes dette med planlægning og lovgivning. De vigtigste elementer var:

- Omlægning fra olie til kul på kraftværker, fjernvarme og dele af industrien.
- Udbygning af fjernvarmeforsyningen, der muliggjorde brændselskift fra olie til andre brændsler.
- Energibesparelser i boliger og erhvervsliv fremmet blandt andet gennem afgifter, tilskud og kampagner.
- Forhøjelse af registreringsafgifterne for biler.
- Planlægning af indførelse af A-kraft, der dog blev opgivet igen på grund af folkelig modstand og dårlig økonomi.
- Planlægning og etablering af et naturgasnet.
- Forhandling af nye rammebetingelser for olie- og gasproduktion med henblik på at fremskynde og øge produktionen.

Resultaterne er, at olieforbrugets andel af energiforbruget siden 1973 er reduceret fra 93 pct. til ca. 40 pct., og andelen af vedvarende energi er steget fra ca. 1 pct. til knap 17 pct.<sup>12</sup>. Fjernvarmens andel af opvarmningen i Danmark steg til 60 pct. af alle husstande og 50 pct. af varmebehovet, hvilket var en fordobling.

<sup>12</sup> Andelen af vedvarende energi er godt 18 pct. i henhold til EU's opgørelsesmetode.



Dansk olie- og gasproduktion voksede, hvilket har sikret Danmark betydelig eksportindtægter.

Effektiviseringen af energiforbruget blev fremmet gennem støtteordninger til energibesparelser i bygninger og industrien, indførelse af energi- og CO<sub>2</sub>-afgifter og stramninger af energikravene i Bygningsreglementet.

På forsyningsiden blev effektiviteten øget gennem udbygning af kraftvarmeforsyning til fjernvarmenettene, hvor 80 pct. af fjernvarmen nu produceres som kraftvarme, samt bygning af højeffektive kraftværker.

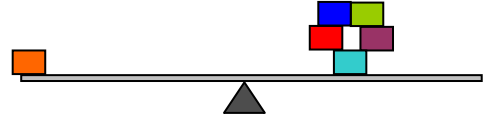
Det samlede resultat af indsatsen er, at det danske bruttoenergiforbrug næsten ikke er steget siden 1972 på trods af betydelig økonomisk vækst. Betydelige besparelser i bygninger og industri er dog opvejet af stigninger i energiforbruget til transport.

Forskning og udvikling af ny energiteknologi har været støttet af en række programmer, herunder energiforskningsprogrammer, Udviklingsordningen for Vedvarende Energi, Biogashandlingsprogrammet og støtteordninger til vedvarende energianlæg.

Resultaterne af denne indsats er dels en stor vækst i andelen af vedvarende energi i energiforsyningen og en generel forbedring af energieffektiviteten, dels at eksporten af energiteknologi er steget fra næsten ingenting til nu ca. 10 pct. af den samlede danske eksport.

Det udenrigspolitiske samarbejde omfatter medlemskab af IEAs olieberedskab, deltagelse i EU's olie- og gaskriseberedskab og intensivering af det nordiske energisamarbejde blandt andet inden for Nordel om udbygning af elforbindelser mellem de nordiske lande.

Danmark har med denne indsats i betydeligt omfang formået at nedbringe den økonomiske følsomhed overfor nye olieforsyningskriser og deraf afledte prisstigninger ved at diversificere energiforsyningen og forbedre energieffektiviteten.



## 5. Globale udviklingstendenser<sup>13</sup>

### 5.1 Danmarks forsyningsikkerhed i et internationalt perspektiv

Danmarks energiforsyning er afhængig af udviklingen på de globale markeder, i og med at såvel fossile brændsler som biobrændsler handles internationalt. Danmark var således også udsat for de kraftige olieprisstigninger, som ramte resten af verdenen, inden den nuværende finanskrisen brød ud.

Samfundets sikkerhed for energileverancer er blandt andet betinget af en række eksterne markeds-mæssige faktorer som:

- udviklingen i udbuddet af brændsler på markedet
- udviklingen i det globale energiforbrug og efterspørgsel efter brændsler
- velfungerende markeder og herunder graden af markeds-koncentration.

Hertil kommer, at Danmark er en del af IEA og EU med deraf følgende solidaritet mellem medlemsstaterne i tilfælde af oliekriser. Som led i beredskabet for at afbøde virkningen af relativt kortvarige mangelsituationer opbygger medlemslandene lagre af olie, mens naturgaslagrene primært tjener til sæsonudjævning og udjævning over døgnnet. Danmark er i forlængelse heraf forpligtet til at frigive olie fra lagrene til markedet i tilfælde af en forsyningskrise.<sup>14</sup>

### 5.2 Udviklingen i det globale energiforbrug

Den globale konkurrence om fossile brændsler afhænger af udviklingen i det globale forbrug og udbud af brændsler. IEA forventer, at perioden frem til 2030 globalt set vil være kendetegnet af voksende energiforbrug, hvor især vækstøkonomierne i udviklingslandene vil efterspørge mere energi. Efterspørgslen efter fossile brændsler vil i høj grad afhænge af internationale aftaler om reduktioner af drivhusgasudviklingen.

I IEAs referencescenarier i World Energy Outlook 2009 (WEO 2009) forventes verdens energiforbrug at stige med gennemsnitligt 1,5 pct. frem mod 2030, hvor det globale energiforbrug således vil være 40 pct. højere end i dag. Det stigende energiforbrug i scenariet drives først og fremmest af befolkningstilvæksten og økonomisk vækst, som sammenlagt mere end opvejer tendensen til faldende energiintensitet (forbrug/BNP). Befolkningstilvæksten i beregningerne er baseret på UNDPs prognose for befolkningstilvækst på 1 pct. om året, der resulterer i en vækst i befolkningen fra 6,6 mia. i 2007 til 8,2 mia. i 2030.

<sup>13</sup> Uddybende beskrivelser af emnerne i dette afsnit findes i:  
 bilag 8, Den globale forsyningsikkerhedssituation for fossile brændsler  
 bilag 9, Forsyningsikkerhed og import afgang, olie og kul  
 bilag 10, EU's forsyningsikkerhedsmæssige situation  
 bilag 12, Gasinfrastruktur og forsyningsikkerhed

<sup>14</sup> Danmark har i øjeblikket olielagre, som svarer til 81 dages forbrug. De danske gaslagre er dimensioneret sådan, at de kan klare leverancerne af naturgas til det uafbrydelige gasmarked i en periode på ca. 60 dage.



Både befolkningstilvæksten og den økonomisk vækst vil være stærkest i de store vækstøkonomier. Kina og Indiens energiforbrug forventes således tilsammen at tegne sig for 54 pct. af væksten i energiforbruget, hvilket indebærer, at Kina vil overhale USA som største energiforbruger inden 2015 i absolutte tal. Resultatet er, at ikke-OECD landenes andel af det totale energiforbrug forventes at udgøre 63 pct. i 2030, hvorimod OECD landenes andel falder fra 48 pct. til 37 pct. Vækstpotentialet for udviklingslandenes energiforbrug kan illustreres ved, at den gennemsnitlige kinesers energiforbrug i dag er en femtedel af den gennemsnitlige amerikaners. Også mellem OECD-landene er der store forskelle, hvor USA's per capita energiforbrug er mere end det dobbelte af gennemsnittet i EU.

Energipriserne for 2030 er i WEO 2009 sat til: \$ 115/tønne olie, \$11/MBtu gas og \$110/ton kul i 2030, regnet i 2008-priser.

#### Boks 14

I IEA's referencescenario vil fossile brændsler (kul, olie og gas) dække størstedelen af væksten i energiforbrug og i 2030 dække 80 pct. af det totale energiforbrug - stort set samme andel som i dag.

IEA vurderer, at referencescenariet fremskrevet til 2050 indebærer langsigtet stabilisering af drivhusgaskoncentration i atmosfæren på omkring 1000 ppm<sup>15</sup>, hvilket IEA anfører risikerer at føre til en gennemsnitlig global temperaturstigning på omkring 6 °C.

IEA har tillige udarbejdet et såkaldt "450 ppm scenario", der tager udgangspunkt i en langsigtet stabilisering af drivhusgasserne i atmosfæren på 450 ppm, svarende til EU's 2 °C-målsætning.

#### Boks 15

IEAs 450 ppm scenario er modelleret som en hybrid af forskellige policy-tilgange med absolutte reduktionsmål og handel med emissionsrettigheder i OECD+ landene<sup>16</sup>, og udelukkende en forpligtelse til politik tiltag og mulighed for projekter i udviklingslande frem til 2030. Fra 2020 dog forudsat reduktionsmål til vækstøkonomier (blandt andet Kina, Indien, Rusland).

I 450 ppm scenariet ses en betydelig mere afdæmpet udvikling. Mest markant er forskellen på kulområdet, hvor 450 ppm scenariet forudsætter en halvering af kulforbruget i forhold til referencescenariet – i høj grad som følge af et skifte væk fra kul i elproduktionen. Olieforbruget forudsættes fortsat at stige, om end i lavere takt, frem mod 2030, hvor forbruget således udgør 88,5 mio. tønner pr. dag. Denne mere afdæmpede stigning dækker over et decideret fald i olieforbrug i USA, EU og Japan, hvorimod forbruget i Kina og Indien fortsat stiger i dette scenario – dog betydeligt mindre

<sup>15</sup> ppm, parts per million, angiver koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren.

<sup>16</sup> OECD-landene samt de EU-lande, der ikke er medlemmer af OECD.



end i referencescenariet. For alle forbrugerlande gælder at importafhængigheden (import i forhold til forbrug) fortsat stiger på grund af aftagende egenproduktion, hvilke alt andet lige vil påvirke de internationale politiske relationer. Europa er i høj grad ramt af faldende egenproduktion.

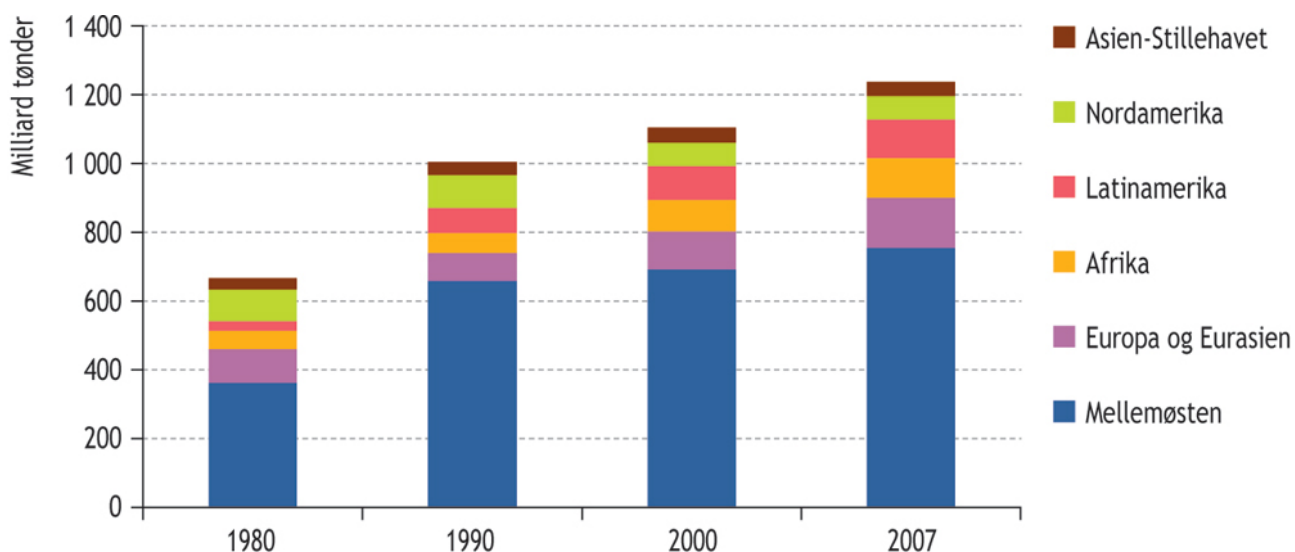
### 5.3 Udvikling i udbud og efterspørgsel på de globale energimarkeder

Der er ikke sikre tal for, hvor længe reserverne af fossil energi (olie, naturgas og kul) vil række, idet det jo i høj grad vil afhænge af udviklingen i forbruget og i viljen til at investere i en øget efterforskning og udvinding. Reserverne bruges næppe op, men det kan på sigt blive så omkostnings tungt at udvinde kulbrinterne, at efterspørgslen af den grund vil falde til fordel for andre energikilder. Særlig stort er presset på verdens oliereserver. Nedenfor er refereret IEAs vurdering af de enkelte reserver.

#### Olie

IEAs fremskrivning af olieproduktionen peger på, at de kendte konventionelle olieresourcer i referencescenariet vil kunne dække det voksende forbrug frem til 2030 under de nedenfor nævnte forudsætninger om prisudviklingen. Produktionen forudsættes at vokse fra de nuværende 83,1 mio. tønder pr. dag til 103 mio. tønder pr. dag i 2030<sup>17</sup> i et business-as-usual scenario. Der er ikke hermed taget stilling til, hvor længe denne produktion vil kunne opretholdes.

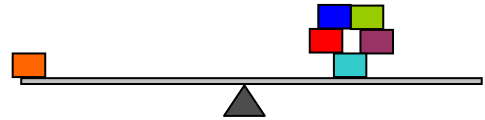
**Figur 13. Kendte oliereserver fordelt på regioner 1980-2007**



Kilde: World Energy Outlook © OECD/IEA, 2008, figur 9.3

Produktionsforøgelsen forudsætter, at investeringerne i olieproduktion øges fra det nuværende niveau for at holde trit med voksende globalt forbrug og faldende egenproduktion i OECD-landene.

<sup>17</sup> I opgørelsen for 2030 indgår ca. 10 mio. tønder pr. dag baseret på olie- og tjæresand, der især findes i Canada og Venezuela. Olie udvundet af olieskifer indgår ikke i opgørelsen.



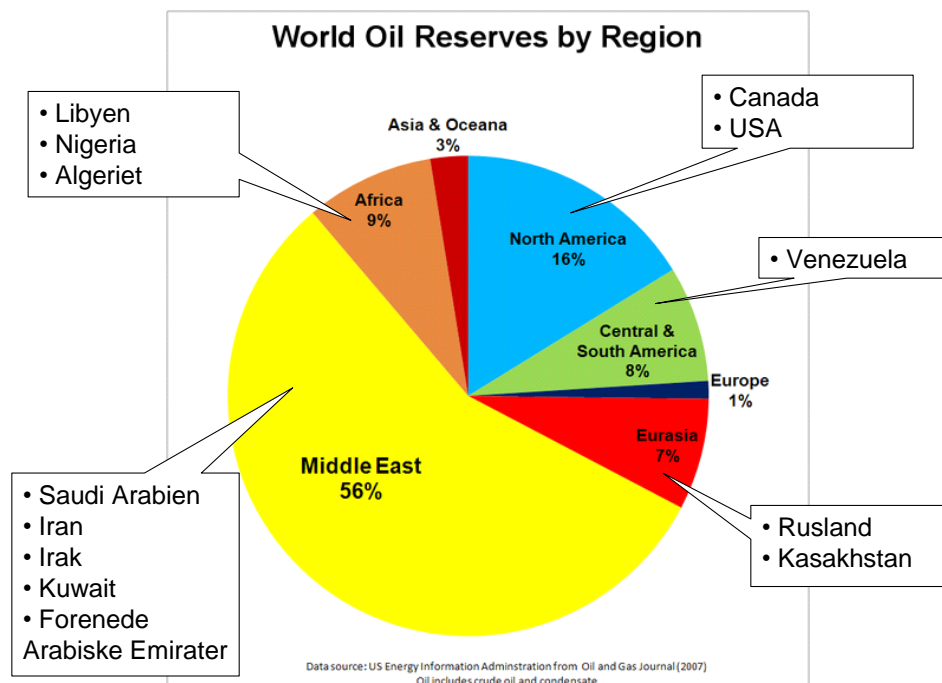
Tilvæksten dækkes primært af OPEC-landene, som dermed øger andelen af verdens olieforbrug fra nuværende 44 pct. til 52 pct. i 2030. Det afspejler den geografiske distribution af verdens olie-reserver, hvor en helt overvejende andel af de kendte oliereserver (77 pct.) er placeret i OPEC-landene.

I 450 ppm scenariet vil forbruget vokse mere moderat til i alt 88,5 mio. tønder pr. dag i 2030.

IEA anser reserverne for at være tilstrækkelige til en produktionsudvidelse som beregnet i referencescenariet<sup>18</sup>, men det vil kræve yderligere investeringer, som det kan være vanskeligt at finansiere, og som det er uklart, om producentlandene er villige til at gennemføre. Produktionsprognoserne er således baseret på en antagelse om, at der vil blive investeret i øget udvindingskapacitet, når olieprisen – eller rettere forventningerne til fremtidige oliepriser - er væsentligt over de marginale omkostninger. IEAs forventning til olieprisen er i WEO 2009, at prisen vil begynde at stige igen efter et kortvarigt fald fra 2008 til 2009 og nå \$100/tønne i 2020 og \$115/tønne i 2030, regnet i 2008-priser.

Om de nødvendige investeringer vil blive foretaget ved udsigten til stigende priser problematiseres dog af, at der ikke er fri adgang for internationale og kommercielle investorer i en række af de mest ressourcerige lande.

**Figur 14. Verdens oliereserver fordelt på regioner og hovedproducentlande**



<sup>18</sup> Opgørelsen af reserver er forbundet med stor usikkerhed. Der hersker særlig stor usikkerhed om OPEC landenes reserver på grund af manglende valide data.



Oliereserverne er koncentreret på relativt få olieproducerende lande. Reservernes fordeling på lande og regioner og hovedproducentlande i 2007 er vist i figur 14. Den store koncentration af reserver i Mellemøsten og Nordafrika indebærer et pres på de eksisterende transportruter i form af rørledninger og søveje. Eksempelvis forventes 23 pct. af verdens olie i 2030 at skulle gennem Hormuzstrædet mellem Iran og den Arabiske Halvø. I et tidsperspektiv frem mod 2030 kan nogle af disse begrænsninger dog reduceres. Der arbejdes blandt andet med planer om en stor udskibningsterminal i Oman, som vil betyde, at man kommer uden om Hormuzstrædet.

Kombinationen af koncentrationen af reserver og produktion i færre lande, og ret få transitruter har principielt konsekvenser for importlandenes forsyningsikkerhed – mest markant i et business-as-usual scenario, hvor presset på de eksisterende ressourcer og transitruter er størst.

Forstyrrelser på oliemarkedet i tilfælde af krig, terror og uheld kan betyde, at forbrugerlandene dels må forvente at opleve kortere eller længerevarende prishop, der erfaringsmæssigt kan være meget betydelige, dels kan blive nødt til at aktivere beredskabslagre ved længerevarende afbrydelser. Den voksende koncentration af reserver øger endvidere producenternes mulighed for at påvirke oliepriseniveauet mere langsigtet.

#### Boks 16

I forbindelse med offentliggørelsen af WEO 2009 har der været offentlig debat om IEAs fremskrivninger af olieproduktionen, hvor det fra forskellig side anføres, at en produktionsudvidelse af den angivne størrelse ikke er realistisk, og at verdensproduktionen snart vil toppe (jf. ”peak oil” diskussionen).

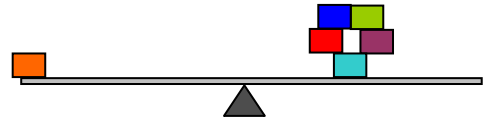
For en gennemgang af diskursen om oliereserver og fremtidig produktion kan f.eks. henvises til UK Energy Research, 2009 (<http://www.ukerc.ac.uk/support/Globalpct.20Oilpct.20Depletion>).

#### Naturgas

Verdens gasreserver er tilstrækkelige til at dække et globalt forbrug, som forventes at vokse 42 pct. frem mod 2030 i business-as-usual scenariet, mod 17 pct. i 450 ppm scenariet. De største kendte reserver findes i Iran, Qatar og Rusland, som tilsammen tegner sig for over halvdelen af verdens kendte gasreserver.

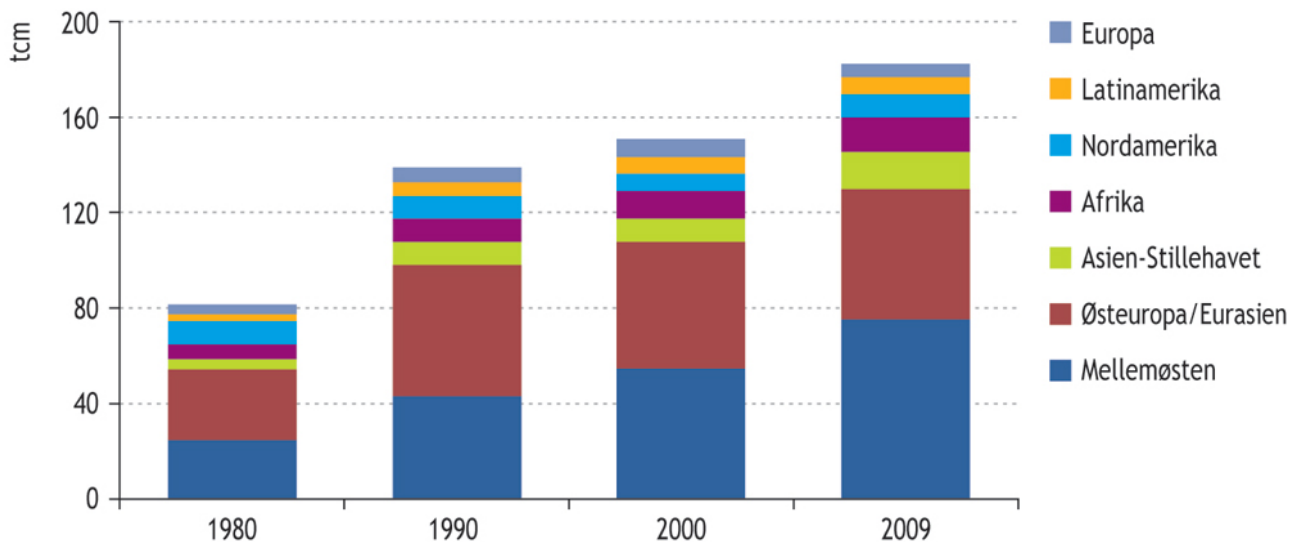
Produktionen forventes i business-as-usual scenariet at stige i alle regioner frem mod 2030, undtagen i Europa, hvor Nordsøproduktionen falder støt. Gasproduktionen stiger frem mod 2030 kraftigst i Mellemøsten. I forlængelse heraf forventes Mellemøstens andel af den globale gasproduktion at stige fra pt. 12 pct. til 19 pct. i 2030. De vigtigste producenter vil dog fortsat være Rusland og de centralasiatiske republikker som tilsammen vil tegne sig for 25 pct. i 2030 mod 28 pct. i dag. Nordamerikas andel vil falde fra 25 pct. til 19 pct. og Europas (inkl. Norge) fra 10 pct. til 5 pct.





Importafhængigheden vokser især i EU, som forventes at importere 65 pct. mere gas i 2030 end i dag i referencescenariet. Denne øgede import forventes at komme fra Rusland, Norge og Algeriet endvidere via nye rørledninger fra den Kaspiske region og Mellemøsten samt via import af LNG.

**Figur 15. Kendte gasreserver fordelt på regioner 1980-2009**



Kilde: World Energy Outlook © OECD/IEA, 2009, figur 11.2

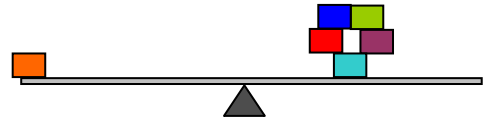
Til forskel fra olie handles gas primært regionalt, da langt det meste gas er rørført, hvilket begrænser distancerne, hvorover der transporteres gas. De tre hovedregioner er Nordamerika, Europa og Asien, jf. figur 15. Som udgangspunkt handles der primært indenfor disse regioner med Rusland og Nordafrika som primær leverandør til Europa, Canada som vigtigste leverandør til USA og Mellemøsten som vigtigste leverandør til Asien-Stillehavsregionen.

Det forhold, at der ikke er et globalt marked for gas, øger de forsyningsikkerhedsmæssige problemer forbundet med dette brændsel sammenlignet med olie. Ved en afbrydelse er der ikke samme mulighed for at få forsyninger ad andre kanaler. Billedet forstærkes af, at flere gasmarkeder, heriblandt det europæiske, ikke er fuldt liberaliserede og ikke tilstrækkeligt forbundne indadtil. Dette indebærer, at en knaphed ikke i fuldt omfang afspejles i priser og gasstrømme. De forsyningsikkerhedsmæssige problemer er således størst, hvor markedskræfterne forhindres i at genoprette balancen mellem udbud og efterspørgsel. Det indebærer, at en knaphed risikerer at føre til fysisk gasmangel frem for tilpasning af forbrug.

#### Boks 17

Da orkanen Katrina i 2005 lukkede en del af den amerikanske gasproduktion medførte det øjeblikkeligt høje gaspriser på tværs af USA, hvilket igen medførte reduceret efterspørgsel af gas til industriel produktion mv., således at der ikke opstod fysisk mangel på gas.





Den italienske regering måtte i vinteren 2005-2006 pålægge flere gasforbrugende anlæg at lukke ned, da der opstod mangel på gas. Faste forbrugerpriser betød manglende respons på efterspørgselssiden, og dårlige udlandsforbindelser medførte manglende respons på udbudssiden, hvilket førte til behov for rationering af den til rådighed værende mængde gas.

Udover et konkurrencepræget marked og gode forbindelser er det vigtigste middel til at imødegå de forsyningssikkerhedsmæssige problemer forbundet med rørført gas en øget diversificering - både af producenter og af transitruer.

Billedet af gassen som en udelukkende regionalt handlet vare nuanceres dog af, at LNG, dvs. gas på flydende og dermed søtransportabel form, spiller en voksende rolle. Afsidesliggende gasfelter kan nyttiggøres, og de regionale markeder kan forbindes, fordi LNG kan sejles derhen, hvor priserne er højest. Samtidig er transportskibene flydende lagre af gas. LNG kan altså bidrage til at afbøde nogle af de forsyningssikkerhedsproblemer, som knytter sig til rørført gas. På nuværende tidspunkt er LNG dog stadig en forholdsvis marginal ressource som følge af de betydelige omkostninger, som knytter sig til produktion og modtagelse af LNG.

IEA anfører i WEO 2009, at LNG generelt er den billigste løsning for transport over afstande på mere end ca. 4000 km, sammenlignet med anlæg af nye rørledninger. Endvidere er LNG ofte den eneste mulighed for transport mellem kontinenter, hvor rørlægning ikke er mulig. IEA forventer, at andelen af LNG i den *interregionale gashandel* vil stige fra 34 pct. i 2007 til 40 pct. i 2030. IEA anfører endvidere, at ca. 10 pct. af de samlede investeringer i naturgassektoren forventes anvendt til LNG formål i perioden 2008 – 2030.

#### Boks 18

LNG, Liquefied Natural Gas, produceres ved nedkøling af naturgas til  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ . LNG kan da transporteres i tanke til en modtagestation, hvor der sker en regassificering gennem opvarmning. Processen er energikrævende, men kan for nogle producenter være den eneste mulighed for at udnytte gassen og dermed undgå afbrænding (flaring).

Omkostningerne ved LNG er større end med rørført naturgasforsyning på grund af de store investeringer, der er forbundet med LNG-anlæggene. Men på grund af konkurrenceforholdene på gasmarkedet handles regassificeret LNG til samme priser som anden naturgas af samme kvalitet.

I Europa er der 13 LNG-terminaler i drift. LNG anvendes i Storbritannien, Frankrig, Belgien, Spanien, Portugal, Grækenland, Italien og Tyrkiet. Yderligere en række LNG-terminaler er under planlægning eller anlæg, herunder i Rotterdam.



En uventet tilvækst i nordamerikansk gasproduktion kombineret med fald i efterspørgslen på grund af lavere global vækst har medført en decideret gas overkapacitet på kort sigt. Det indebærer, at man i de kommende år kan forvente lavere LNG priser. Det gør LNG til et mere attraktivt alternativ til rørført gas, som ofte handles på langtidskontrakter, hvor gasprisen er indekseret til olieprisen, som forventes at stige fra det nuværende niveau.

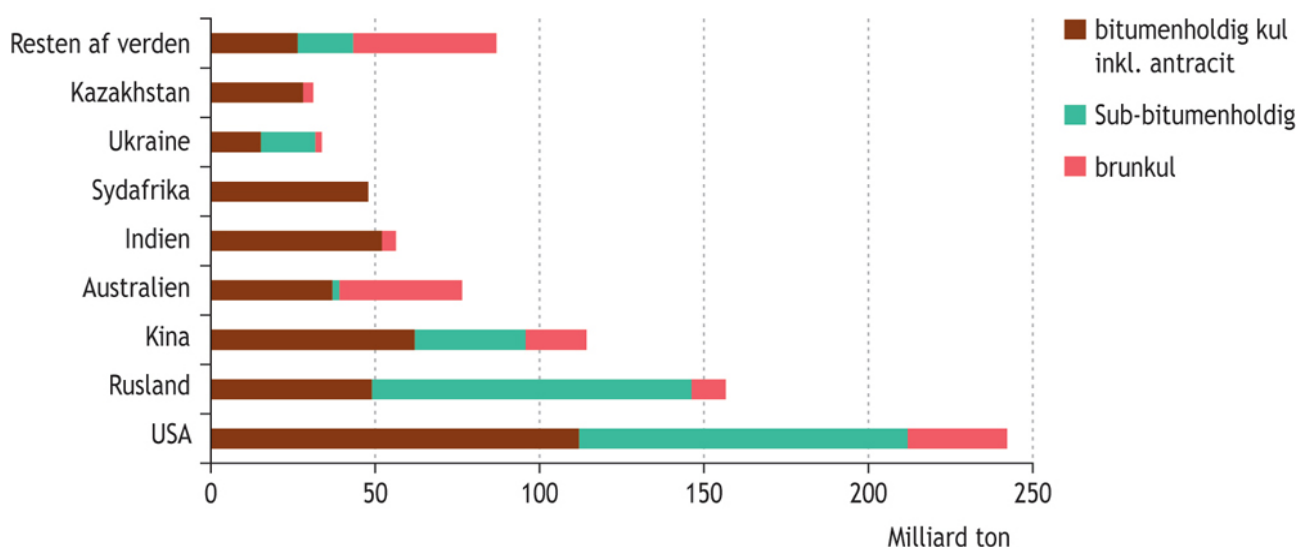
Gasproducent og gasaftager er bundet til hinanden, når det gælder rørført gas. De har traditionelt indgået langsigtede olieindekserede kontrakter for at sikre forrentning af infrastruktur og sikkerhed for gassens konkurrencedygtighed i markedet i forhold til olie. Den gensidige afhængighed mellem udbyder og aftager af rørført gas har således både forsyningsikkerhedsmæssige fordele og ulemper. Grundlæggende har gasproducenterne dog en fælles interesse i at dele markederne mellem sig og koordinere investeringerne (eller rettere fravær af samme) for at maksimere priserne.

Kombinationen af hastigt faldende egenproduktion i Europa, koncentration af produktion og reserver i få lande samt fraværet af et globalt marked og begrænsede muligheder for diversificering af udbyder og transitruer betyder, at en række europæiske lande risikerer, at deres forsyningsikkerhed mindskes. En styrkelse af gasinfrastrukturen, der muliggør forsyning fra flere leverandører, vil reducere risikoen for forringet forsyningsikkerhed.

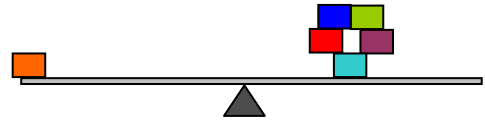
### Kul

I IEAs referencescenarie er kul det hastigst voksende fossile brændsel med 1,9 pct. om året frem mod 2030. Dette dækker over hastigt voksende forbrug i Kina og Indien og stagnerende/svagt voksende forbrug i OECD landene, hvilket kombineret med generelt voksende energiforbrug indebærer en faldende andel af kul. Kina og Indien tegner sig allerede i dag for knap halvdelen af det globale kulforbrug, hvilket forventes at vokse til to tredjedele i 2030. Dette voksende kulforbrug går i primært til elproduktion.

**Figur 16. Geografisk fordeling af kendte kulreserver**



Kilde: World Energy Outlook © OECD/IEA, 2008, figur 5.4



Der er rigelige kulressourcer til at dække denne kraftigt voksende efterspørgsel. Kul adskiller sig fra olie og gas ved en markant anderledes geografisk fordeling af produktion og reserver. Således er de to største forbrugerlande – Kina og USA – også blandt tre af de lande med de største kulreserver, jf. figur 16.

I lyset af de rigelige ressourcer vil kulproduktionen uden problemer kunne dække den voksende efterspørgsel frem mod 2030. USA vil fortsat være den største kulproducent, hvorimod produktionen i Europa forventes at falde henover perioden.

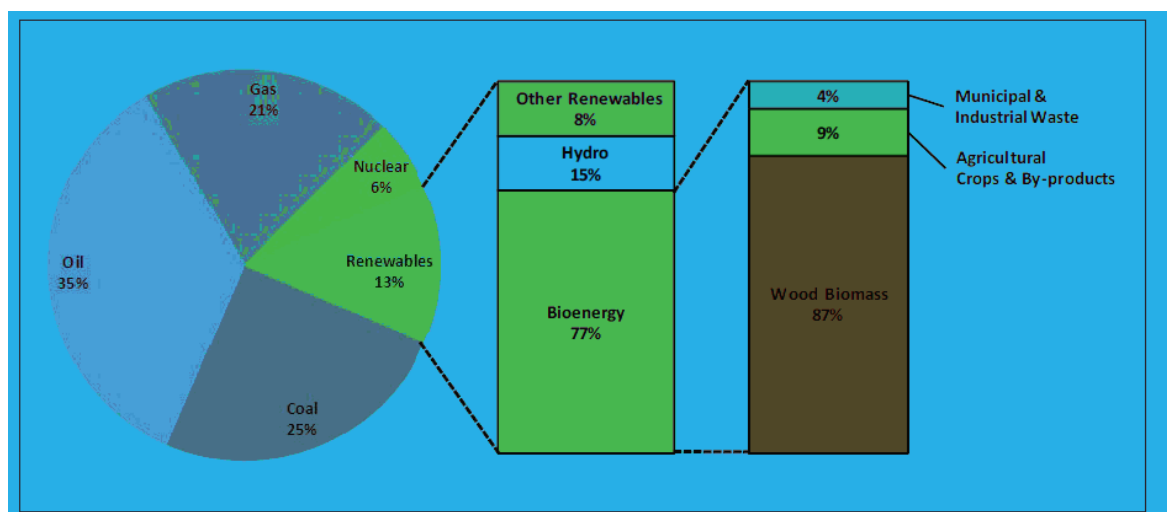
Kul handles på et globalt marked, og denne handel forventes at vokse frem mod 2030 på trods af, at størstedelen af kullet stadig vil blive forbrugt i den region, hvor det er produceret. Australien er den største kuleksportør, men også på kulmarkedet spiller Rusland en stor og voksende rolle som leverandør til det europæiske marked. I kraft af de mange udbydere og de mange mulige transitruter for kul er der dog næppe forsyningssikkerhedsmæssige problemer forbundet med dette brændsel.

Kulforbruget reduceres markant i IEA's 450 ppm scenario, som blandt andet forudsætter en markant prissætning af CO<sub>2</sub> udledninger, hvilket i særlig grad rammer kulforbruget. Således vil kulforbruget i dette scenario begynde at falde fra 2020 for i 2030 at ligge på niveau med forbruget i 2003, dvs. 50 pct. lavere end i referencescenariet.

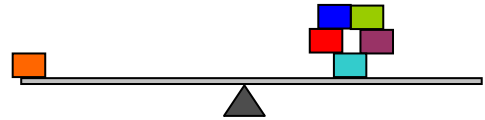
### Biomasse

Vedvarende energi dækkede 13 pct. af det globale energiforbrug i 2007. Heraf udgjorde biomasse i form af træ 2/3 svarende til 43 EJ eller ca. 9 pct. af det totale forbrug, jf. figur 17.

**Figur 17. Verdens energiforbrug fordelt på energikilder**

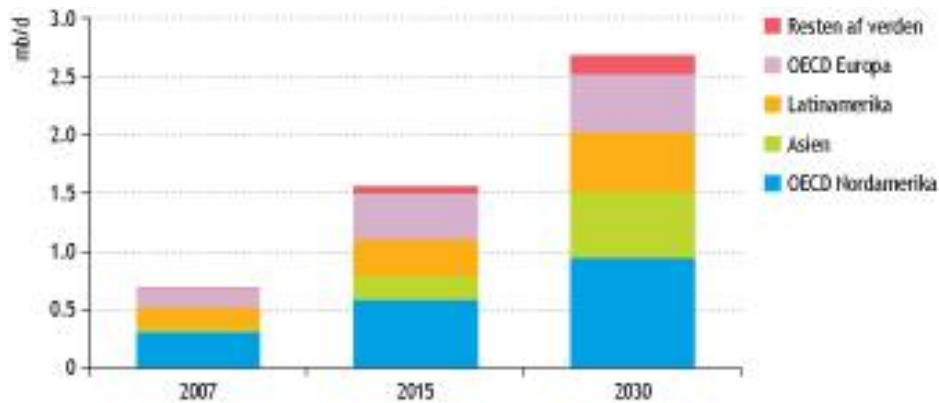


Kilde: *Bioenergy – a sustainable and reliable energy source, IEA Bioenergy: ExCo: 2009:05*



I IEA's referencescenario vokser anvendelsen af biomasse frem til 2030 med 1,4 pct. p.a. Udviklingen i efterspørgslen af bioenergi er illustreret i figur 18.

**Figur 18. Efterspørgslen efter biomasse fordelt på regioner 2007 – 2030, jf. referencescenariet**

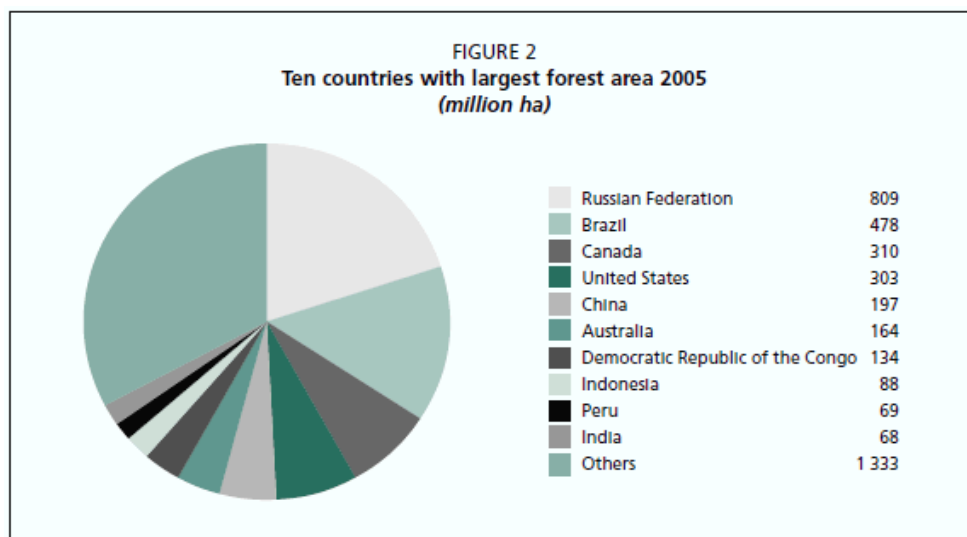


Kilde: World Energy Outlook © OECD/IEA, 2009, figur 1.10

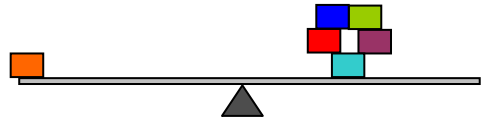
Da energiforbruget forventes at blive øget med 1,5 pct. p.a. vil biomassen dække en lidt mindre andel i 2030 end i dag.

I IEA's 450 ppm scenario vokser biomasseanvendelsen derimod med 2,2 pct. p.a. og dækker ca. 12 pct. af energiforbruget i 2030.

**Figur 19. Verdens skovareal fordelt efter størrelse**



Kilde: <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2005/en/>



Træressourcerne findes primært i skovene, men også spredt bevoksning, læhegn mv. kan udnyttes til energiformål. Skovene dækker på verdensplan ca. 30 pct. af landjorden, men de er ikke jævnt fordelt. De største arealer findes i de tempererede zoner på den nordlige halvkugle og i troperne. Således findes ca. halvdelen af skovarealerne i 4 lande, Rusland, Brasilien, Canada og USA, jf. figur 19.

En bæredygtig udnyttelse af træressourcerne forudsætter, at der ikke skoves mere end den løbende tilvækst. Overslagmæssigt skønnes det muligt på det eksisterende skovareal at kunne udnytte en biomasse mængde svarende til 100-150 EJ<sup>19</sup>/år. Hertil kommer udnyttelse af anden trætilvækst uden for de egentlige skove på skønsmæssigt 50-100 EJ/år.

I Europa, bortset fra Rusland, er skovarealerne relativt små og en bæredygtig udnyttelse af træressourcerne kan overslagmæssigt maksimalt dække omkring 10 pct. af det nuværende bruttoenergiforbrug.

Biomasseproduktionen kan øges ved inddragelse af landbrugsjord til dyrkning af energiafgrøder. Dette reducerer dog mulighederne for at anvende arealerne til fødevareproduktion.

En stigende efterspørgsel kan betyde, at biomasse bliver en mangelvare. Det vil alt andet lige reducere mulighederne for at basere sig på biomasse som alternativ energikilde til fluktuerende vedvarende energikilder, herunder vindkraft.

Det kan på sigt vise sig muligt at øge biomasseanvendelsen ved udnyttelse af algetilvæksten mv. i havene. Det er dog uklart, hvor store mulighederne herfor er.

#### *Affald*

Det er muligt, at der vil komme øget handel med brændbart affald, idet nye EU-regler åbner for, at industriaffald kan handles internationalt. Import forudsætter dog, at der er ledig forbrændingskapacitet i Danmark. Eksport vil reducere mulighederne for energimæssig nyttiggørelse af brændbart affald i Danmark.

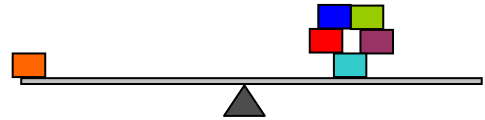
### **5.4 EU's forsyningsikkerhedsstrategi**

Danmarks forsyningsikkerhed er tæt forbundet med EU's. EU-landene samarbejder for at skabe rammer for et velfungerende indre marked for energi og fastlæggelsen af en strategi, der bygger på, at hvert medlemsland selv tager ansvar for sin forsyningsikkerhed, samtidig med at EU's medlemslande står sammen og handler solidarisk. Med Lissabon-traktatens ikrafttrædelse styrkes EU's evne til – også på det energipolitiske område – at tale med én stemme udadtil.

EU som helhed oplever en egenproduktion med faldende prognose, energiforbruget er stigende og importafhængigheden dermed på sigt betydeligt forøget. Særligt gasimporten forventes at stige markant. Denne udvikling har allerede i en årrække været til at konstatere, og fra EU's side er der derfor med vedtagelsen af handlingsplanen ”En Energistrategi for Europa”<sup>20</sup> i 2007 taget hul på

<sup>19</sup> EJ betyder Eta Joule. 1 EJ = 1000 PJ

<sup>20</sup> Det Europæiske Råds konklusioner den 8.-9. marts 2007 (bilag 1)



arbejdet med at styrke EU's forsyningssikkerhed på energiområdet. Den russisk-ukrainske gaskrise primo 2009 understregede behovet for at kunne imødegå og afbøde konsekvenserne af ustabilitet i energileverancerne fra tredjelande, hvilket intensiverede de igangværende bestræbelser på at gøre EU mere uafhængig af import fra få lande. Fra EU's side er der tale om en mangfoldig strategi, der satser på såvel energiforsynings- som forbrugsdimensionen. Samtidig tager EU's energistrategi hensyn til klimaet ved at understøtte bestræbelserne for bekæmpelse af klimaændringer.

”En Energistrategi for Europa” har som overordnet mål at bekæmpe klimaforandringer og styrke konkurrenceevnen og energisikkerheden. Den overordnede strategi blev i marts 2007 konkretiseret med Det Europæiske Råds beslutning om 20-20-20 målene<sup>21</sup>. Med en række EU-tiltag er der siden sat aktivt fokus på behovet for at ændre forsynings- og forbrugssituationen i EU. Efter den seneste gaskrise er indsatsen blevet intensiveret for at forhindre, at EU-medlemslande i fremtiden bliver afskåret fra den nødvendige energiforsyning. De europæiske forhandlinger om energisikkerhed finder sted inden for globale rammebetingelser med en stigende international efterspørgsel efter energi som illustreret i IEAs fremskrivninger.

I EU-regi er der lanceret en række konkrete initiativer med det sigte at styrke EU's energisikkerhed på kort og lang sigt. Det omfatter både internationale politiske tiltag såsom etableringen af det Østlige Partnerskab<sup>22</sup> og Energifællesskabet<sup>23</sup>, fortsatte forhandlinger med Rusland og Ukraine, udbygning af regionalt samarbejde, f.eks. Baltic Energy Market Interconnection Plan (BEMIP) og egentlige retsakter.

En lang række af initiativerne skal ses inden for rammerne af Kommissionens anden strategiske energiredegørelse, som blev lanceret i efteråret 2008.

#### Boks 19

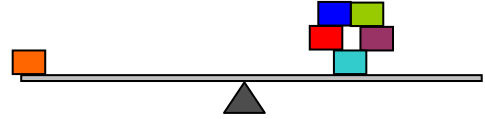
Det centrale element i Kommissionens anden strategiske redegørelse er en EU-handlingsplan for energisikkerhed og energisolidaritet, som fokuserer på fem områder:

- infrastruktur og diversificering af energiforsyning
- eksterne relationer
- olie- og gaslagre samt mekanismer til krisehåndtering
- energieffektivitet
- bedre udnyttelse af EU's egne energiresourcer

<sup>21</sup> Frem mod 2020 har EU forpligtet sig til at reducere udledningen af drivhusgasserne med 20 pct. og opnå en VE-andel af det endelige energiforbrug på 20 pct., herunder en andel af vedvarende energi på 10 pct. i transporten. Hertil kommer et ikke-bindende mål om besparelser i bruttoenergiforbruget på 20 pct. i forhold til ”business as usual” fremskrivningen.

<sup>22</sup> Det Østlige Partnerskab blev etableret på et topmøde den 7. maj 2009 med underskrivelsen af ”Prag-deklarationen”. Med partnerskabet er samarbejdet mellem EU og en række østeuropæiske lande (Ukraine, Moldova, Belarus, Georgien, Armenien og Aserbajdsjan) blevet styrket. Partnerskabet omfatter flere samarbejdsområder, hvoraf ét handler om energisikkerhed.

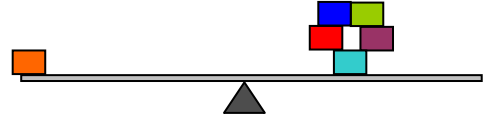
<sup>23</sup> Energifællesskabet blev grundlagt den 25. oktober 2005. Der er tale om en politisk proces, som har til formål at udstrække EU's indre markedsregler på energiområdet til en række af EU's nabolande (Balkan-landene). Derudover er der nået enighed om at optage Ukraine og Moldova i samarbejde. Der pågår endnu forhandlinger med Tyrkiet.



I forbindelse med hvert område vil Kommissionen fremsætte en række konkrete initiativer. Herudover identificerer energiredegørelsen udfordringerne på længere sigt, hvilket i 2010 vil munde ud i præsentationen af en ny energistrategi for Europa med henblik på at udarbejde en politisk agenda for 2030 og en vision for 2050, herunder blandt andet udvikling af en kulstoffattig elforsyning inden 2050.

I foråret 2009 blev der vedtaget et olielagerdirektiv, som moderniserer en række ældre bestemmelser på området, og i efteråret 2009 blev der fundet et kompromis med Europa-Parlamentet om en energieffektivitetspakke med fokus på bygninger og produkter. Der forventes tillige præsenteret en revideret handlingsplan for energieffektivitet, som muligvis vil indeholde bindende mål også for dette område. Også på transportområdet er der sat ind for at nedbringe afhængigheden af olie. Det afspejles blandt andet i de politiske tiltag med henblik på fremme af biobrændstoffer og i målet om 10 pct. vedvarende energi i transportsektoren i 2020 samt i forventninger om en ny strategi for transportsektoren i 2010. Derudover er der påbegyndt forhandlinger om en ny gasforsyningsforordning, der har til formål at styrke gasflowet gennem Europa og at styrke solidariteten og sikre, at alle lande påtager sig et ansvar for egen forsyningssikkerhed.

Vedtagelsen af den økonomiske genopretningsplan med i alt 3,98 mia. euro øremærket til strategisk udvalgte energiprojekter (infrastruktur, offshore vindenergi og CCS) vil sammen med den i gangværende implementering af klima- og energipakken og den omfattende 3. liberaliseringspakke for el- og gasmarkederne tillige udgøre væsentlige bidrag til EU's bestræbelser på at forøge forsyningen fra egne energikilder (mere vedvarende energi), reducere energiforbruget (flere incitamentter til besparelser) og diversificere energileverancerne (flere alternative ruter). Endelig vil en målrettet gennemførelse af den Europæiske Strategiske Energiteknologiplan (SET-planen) kunne bidrage til at øge EU's selvforsyningsgrad gennem udvikling og demonstration af teknologier med lavt kulstofindhold, herunder blandt andet CCS, vind, sol, energieffektive byer og såkaldt smarte elnet.



## 6. Udviklingen i Danmarks energiforbrug<sup>24</sup>

### 6.1 Energitjenester og energiforbrug

Det fremgår af definitionen af forsyningsikkerhed, at den udtrykkes ved sandsynligheden for, at der er energitjenester til rådighed, når de efterspørges af forbrugerne.

#### Boks 20

Energitjenester er goder, som forbrugerne opnår gennem kombinationen af energileverancer og udstyr, der nyttiggør energien. Det omfatter f.eks. en passende rumtemperatur.

En passende rumtemperatur i et givet lokale kan sikres på mange måder, ligesom behovet for tilført energi til sikring af temperaturen afhænger af lokalets isoleringsgrad, orientering mod dagslyset med videre. I begrebet energitjenester er der en rummelighed over tid, men på et givent tidspunkt har lokalet en given anvendelse, placering, isolering og forsyningsform. På kort sigt kan behovet for energitjenester derfor udtrykkes ved energiforbruget.

Den forventede udvikling i efterspørgslen på energitjenester er det naturlige udgangspunkt for vurderingen af den fremtidige forsyningsikkerhed. Både omfanget af efterspørgslen på energitjenester og graden af fleksibilitet i de energiformer, der kan anvendes til at dække efterspørgslen, har betydning for forsyningsikkerheden, tilstrækkelig belysning, drift af apparater, procesenergi, transport mv.

I det følgende præsenteres to fremskrivninger af energiforbruget – basisfremskrivningen og målscenariet – der ud fra forskellige antagelser beskriver det fremtidige energiforbrug og de forhold, der påvirker det.

I Del 3 belyses det teoretiske potentiale for yderligere energieffektiviseringer og påvirkningen på energiforbruget og forsyningsikkerheden som følge af en introduktion af nye teknologier i form af CCS<sup>25</sup> og geotermi samt nye lagrings- og styringsmekanismer.

### 6.2 Basisfremskrivning af energiforbruget

Energistyrelsens basisfremskrivning, udsendt i april 2009, repræsenterer et forløb, hvor det antages, at der ikke implementeres virkemidler udover de, der allerede er politisk vedtaget.

<sup>24</sup> Alle oplysninger om faktisk forbrug stammer fra Energistatistik 2008, med mindre andet er anført

<sup>25</sup> Carbon Capture and Storage, dvs. teknologier til opsamling og lagring af CO<sub>2</sub>





Basisfremskrivningen er derfor ikke en prognose for det fremtidige energiforbrug, men en beskrivelse af den udvikling, som under en række forudsætninger om teknologisk udvikling, priser, økonomisk udvikling mv. kan forekomme i perioden frem til 2030, hvis det antages, at der ikke gennemføres nye initiativer eller virkemidler. Det skal bemærkes, at der kommer en ny basisfremskrivning i foråret 2010. Fremskrivningen fra 2009 baserer sig på tal, der kun delvist tager højde for finanskrisen. Krisen har påvirket forbrug af energi i industrien, ligesom transporten også er reduceret, jf. Vejdirektoratets trafikindeks, som viser et fald fra 3. kvartal 2008 og fremefter.

#### *Bruttoenergiforbrug og endeligt energiforbrug*

Det samlede danske bruttoenergiforbrug har gennem en årrække ligget nogenlunde stabilt på omkring 850 PJ årligt. I 2008 var bruttoenergiforbruget 843 PJ. Bruttoenergiforbruget vil ifølge basisfremskrivningen være nogenlunde konstant frem til 2020, hvor det er 846 PJ, og derefter være langsomt stigende til knap 900 PJ i 2030, hvis der ikke iværksættes nye initiativer.

I energiaftalen fra februar 2008 indgår der målsætninger om at reducere bruttoenergiforbruget med 2 pct. i 2011 og 4 pct. i 2020 set i forhold til 2006. Det svarer til et bruttoenergiforbrug på 846 PJ i 2011 og 828 PJ i 2020. Ifølge basisfremskrivningen er målsætningen i 2011 relativt tæt på at blive indfriet, mens der kan blive behov for supplerende initiativer for at opfylde målsætningen i 2020.

#### Boks 21

Det endelige energiforbrug bestemmes af efterspørgslen efter energitjenester og effektiviteten i opfyldelsen af disse energitjenester.

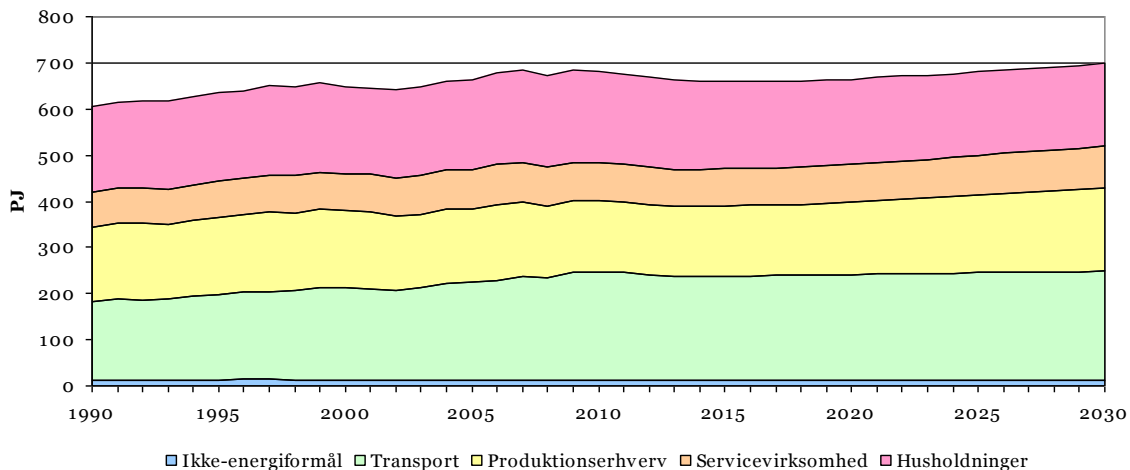
Bruttoenergiforbruget udgøres af det endelige energiforbrug tillagt energiforbruget til udvinding, raffinering og konvertering af energien.

Det endelige energiforbrug var i 2008 i alt 660 PJ. Ifølge basisfremskrivningen stiger det endelige energiforbrug i perioden frem mod 2030. I figur 20 er udviklingen i det endelige energiforbrug vist fordelt på en række overordnede energitjenester. Den samlede stigende tendens skyldes en stigning i transportens energiforbrug og i slutningen af perioden også en stigning i erhvervenes energiforbrug som følge af stigende økonomiske aktivitet og relativt faldende effekt af de aktuelt iværksatte besparestiltag. Til gengæld falder husholdningernes energiforbrug over hele perioden. Det endelige energiforbrug eksklusiv transport stiger med 5,5 pct. fra 2008 til 2030.

Den forventede reduktion i husholdningernes og til dels i erhvervenes energiforbrug er i høj grad en konsekvens af den besparelsesindsats, der blev besluttet med energiaftalen fra februar 2008, hvor der fra 2010 årligt skal opnås energibesparelser på 10,3 PJ. Målsætningen om den årlige besparelsesindsats udmøntes ved en række virkemidler. De konkrete besluttede virkemidler og den estimerede effekt af disse er indlagt i basisfremskrivningen. De opfylder ikke målsætningen om energibesparelser fuldt ud, hvilket afspejler sig i basisfremskrivningen.



Figur 20. Basisfremskrivning, april 2009. Endeligt energiforbrug (PJ)



De besluttede virkemidler omfatter en højere CO<sub>2</sub>-afgift, øget energispareindsats af netvirksomhederne, strengere isoleringskrav til nybyggeri og ved renovering af eksisterende bygninger, krav til det offentlige, mærkningsordninger. Herudover vil især Forårspakke 2.0 og grøn transportvision bidrage til reduktion af energiforbruget.

### Transport

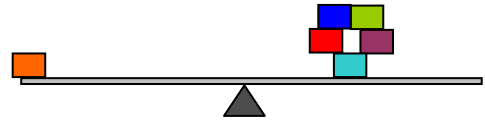
Energiforbruget til transport forventes fortsat at stige. Finanskrisen har dog aktuelt betydet en nedgang i transporten og dermed i energiforbruget til transport. Transportsektoren<sup>26</sup> i Danmark er i vidt omfang fortsat afhængig af fossil energi i form af især benzin og diesel, og sektoren er på kort sigt meget lidt fleksibel i forhold til energianvendelsen. Den bliver dermed særligt sårbar i forhold til svigt i forsyningen.

På kort sigt kan forskellige tekniske forbedringer fremme transportmidlernes energieffektivitet. Der er i de senere år sket en række forbedringer i biler, f.eks. arbejdes der med at nedsætte brændstofforbruget gennem optimering af motorer, nedsættelse af rullemodstanden i bildæk mv. Dog trækker øgede krav til komfort den anden vej, f.eks. medfører øget brug af klimaanlæg, opvarmede sæder og automatgear en forøgelse af brændstofforbruget. Endelig har omlægningen af bilbeskatningen i 2007 tilskyndet til, at der vælges mere energirigtige biler.

Allerede her og nu igangsætter regeringen en række CO<sub>2</sub>-reducerende tiltag, der skal understøtte en øget energieffektivitet i transportsektoren og har virkning på kort sigt. Regeringen har afsat 284 mio. kr. i perioden fra 2009 – 2013 til dette.

Det helt store potentiale for at påvirke energiforbruget ligger i mulighederne for at anvende alternative drivmidler. En omlægning af transportsektoren skal medvirke til at nå målet om at gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler som olie og gas på lang sigt. Det handler om at forberede

<sup>26</sup> Transportsektoren er nærmere beskrevet i bilag 3



en strukturel forandring i transportsektoren gennem intensiveret forskning i grøn transport og forsøgsprojekter, hvor der opnås en markant forbedring af transportmidlernes CO<sub>2</sub>-profil. Samtidig skal transportsystemet geares til hurtigt og effektivt at kunne implementere andre renere brændstofteknologier.

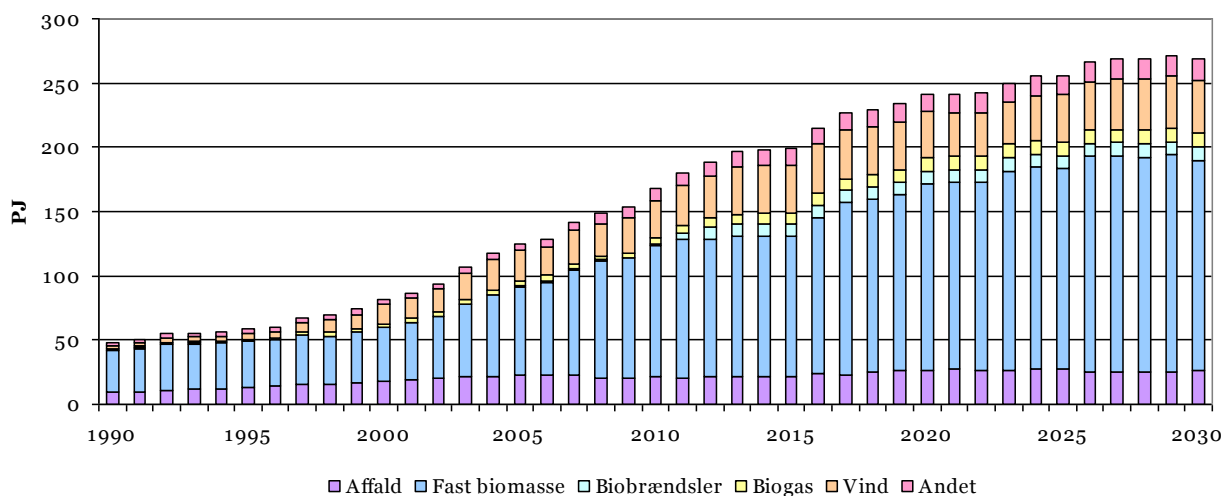
Den kommende tvungne iblanding af biobrændsler til benzin og diesel vil i begrænset omfang reducere transportsektorens afhængighed af fossile brændsler, men først hvis store dele af transporten elektrificeres eller skifter til andre vedvarende energikilder, vil den være fleksibel i forhold til energianvendelsen.

For luftfart og søfart er det vurderingen, at der fortsat vil være behov for enten fossile brændstoffer eller biobrændstoffer.

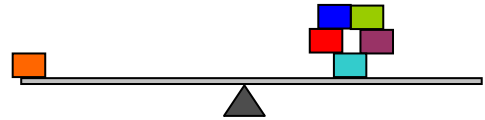
#### *Forbrug af vedvarende energi og fossile brændsler*

Der fremgår af figur 21, at forbruget af vedvarende energi ifølge basisfremskrivningen stiger jævnt gennem hele fremskrivningsperioden.

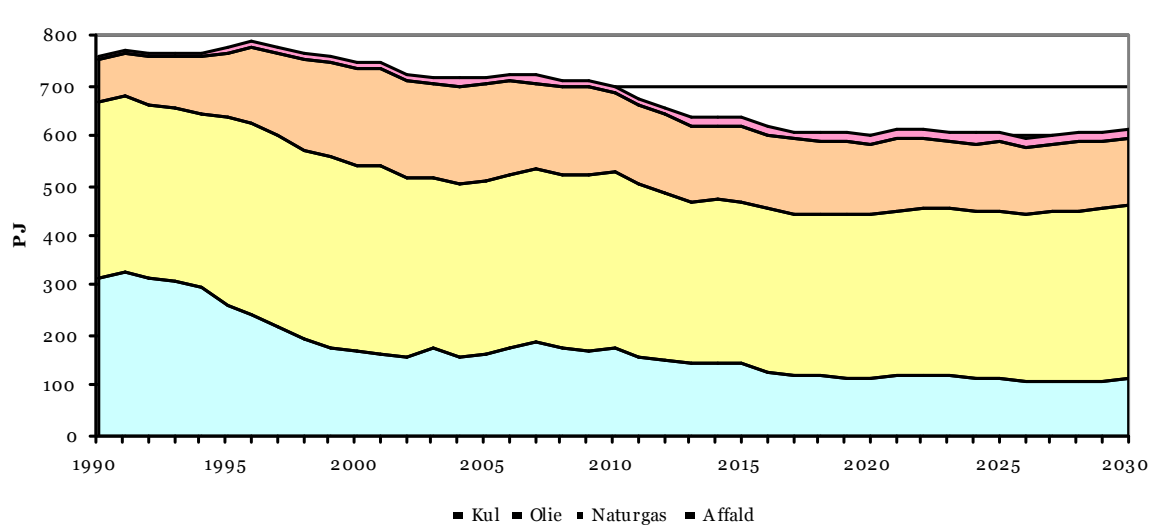
**Figur 21. Basisfremskrivning, april 2009 Forbrug af vedvarende energi (PJ)**



Den største stigning i anvendelse af vedvarende energi ses for fast biomasse til el- og varmeproduktion. Derudover kommer der bidrag fra en øget vindkraftproduktion, en stigning i anvendelsen af biogas, et øget bidrag fra solvarme, primært gennem større anvendelse af varmepumper til individuel opvarmning, samt et bidrag fra biobrændstoffer i transportsektoren.



Figur 22. Basisfremskrivning, april 2009. Forbrug af fossile brændsler (PJ)



Frem mod 2020 viser basisfremskrivningen en forøgelse af det samlede forbrug af VE på omkring 100 PJ i forhold til 2008. Det svarer til en stigning på ca. 70 pct. Anvendelsen af fossile brændsler falder tilsvarende med omkring 100 PJ som vist i figur 22.

### 6.3 Målscenarier – et eksempel på opfyldelse af målsætningerne i 2020

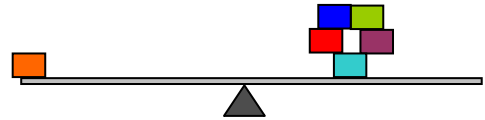
Basisfremskrivning fra april 2009 viser, at de fastsatte mål om anvendelse af vedvarende energi og energibesparelser ikke realiseres i 2020 uden yderligere politiske tiltag i perioden. Der er derfor gennemført et scenario, kaldet målscenariet, hvor de fastsatte mål forudsættes at blive realiseret, jf. bilag 2, Målscenarier – et eksempel på opfyldelse af målsætningerne i 2020.

#### Boks 22

Målscenariet bygger på basisscenariet. I forhold til basisscenariet reduceres bruttoenergiforbruget med godt 4 pct. sammenlignet med 2006 til i alt 820 PJ mod 2 pct. i basis-scenariet. Herudover antages det, at EU-målet om en andel af vedvarende energi på 30 pct. af det endelige energiforbrug opfyldes. Beregningen opfylder dermed godt og vel besparelsesmålet på 4 pct. i energispareaftalen fra 2008.

For at nå disse generelle mål indeholder målscenariet følgende antagelser i forhold til basisscenariet:

- flere energibesparelser
- flere vindmøller og dermed et lavere brændselsforbrug til elproduktion
- store varmepumper til fjernvarmeproduktion og elpatroner
- elbiler



Hertil kommer supplerende energibesparelser hvert år fra 2015 og frem, som giver sig udslag i en reduktion af efterspørgslen efter el på 0,5 PJ og en reduktion af efterspørgslen efter energi i øvrigt på 0,6 PJ.

En øget udbygning af havmølleparker med 200 MW i hhv. 2015, 2016 og 2019 og en udbygning med landvindmøller på 4,5 MW pr. år i perioden 2010 -2015 og på 30 MW pr. år i perioden 2016 -2020 i forhold til basisfremskrivningen.

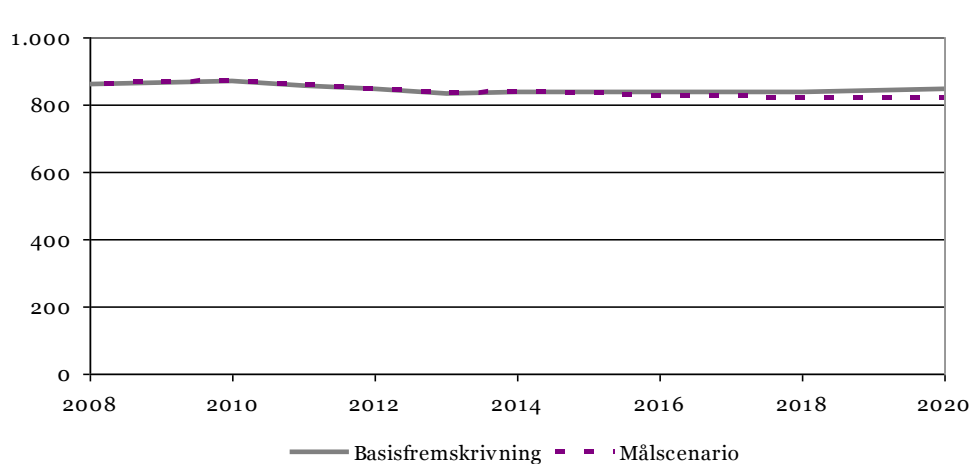
Varmepumper til fjernvarmeproduktion antages implementeret i København, Århus, Odense og Ålborg. Der forventes ingen udbygning med store varmepumper til fjernvarme i basisfremskrivningen.

En gradvis indfasning af elektricitet i vejtransporten betyder, at der i 2017 anvendes 3 pct. mindre brændstof til vejtransport og i 2020 6 pct. mindre end i basisfremskrivningen. Til gengæld øges efterspørgslen efter elektricitet.

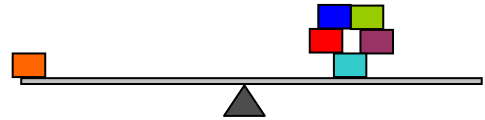
Der indføres som udgangspunkt ikke helt nye virkemidler til at nå målsætningerne, idet det forudsættes, at der i den energipolitiske proces vil være fokus på yderligere anvendelse af eksisterende virkemidler.

Det skal understreges, at det beregnede ”målscenario” kun repræsenterer ét af mange mulige scenarier for udviklingen af energisektoren frem til 2020 under de samme grundforudsætninger om teknologisk udvikling, priser, økonomisk udvikling mv. som basisfremskrivningen.

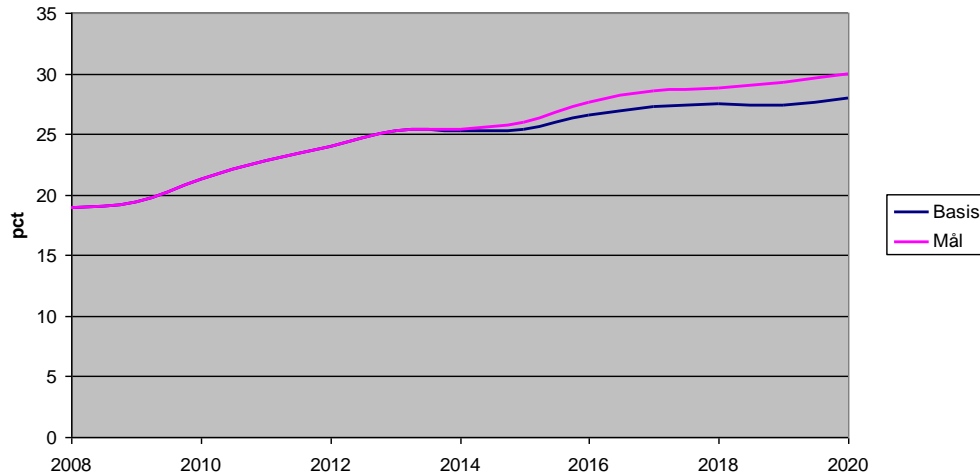
**Figur 23. Sammenligning af bruttoenergiforbrug (PJ) i basisfremskrivning og målscenario**



Figur 23 viser udviklingen i bruttoenergiforbruget i basisfremskrivningen samt i målscenariet.



Figur 24. Sammenligning af andelen af vedvarende energi i basisfremskrivning og målscenario

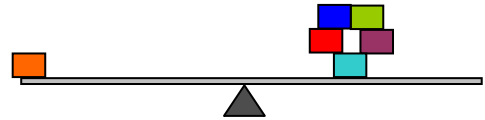


Figur 24 viser udviklingen i andelen af vedvarende energi i bruttoenergiforbruget i basisfremskrivningen og målscenarioet.

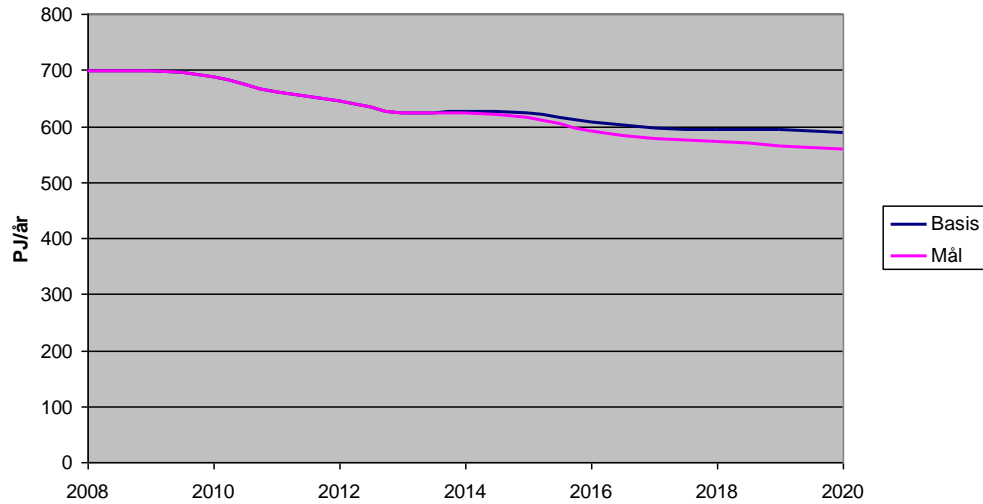
Den væsentligste forskel mellem målscenarioet og basisfremskrivningen er antagelsen om en større udbygning med vedvarende energi til elproduktion. I målscenarioet stiger elproduktionen på vedvarende energi til godt 57 pct. i 2020, heraf dækker vindkraft de 34 pct. I basisfremskrivningen udgør elproduktionen på vedvarende energi 50 pct. i 2020, heraf dækker vindkraft 27 pct., og biomasse og affald dækker de resterende 23 pct.

Som en konsekvens af en højere andel af vedvarende energi og et lavere bruttoenergiforbrug mindskes det fossile brændselsforbrug mere i målscenarioet end i basisfremskrivningen. I 2020 er forbruget af kul, olie og gas således reduceret med godt 21 pct. sammenlignet med 2007, hvor reduktionen i basisfremskrivningen er ca. 17 pct.

Ses der på de enkelte brændsler, er der store forskelle i udviklingen for kul, olie og naturgas. Kulforbruget reduceres med næsten 45 pct. frem til 2020. Dette skyldes substitution med biomasse samt en højere andel af vindkraft i el- og varmeproduktionen. Også gasforbruget reduceres betydeligt og er godt 20 pct. lavere i 2020 end i 2007. Olieforbruget falder med knap 10 pct., hvilket som følge af den gradvise indfasning af el i transportsektoren er en noget større reduktion end i basisfremskrivningen.



**Figur 25. Sammenligning af andelen af fossile brændsler i basisfremskrivning og målscenario**



Figur 25 viser udviklingen i andelen af fossile brændsler i bruttoenergiforbruget i basisfremskrivningen og målscenarioet.

Figur 23 – 25 illustrerer, at hvis de energipolitiske målsætninger nås, vil det være et skridt på vejen til en mindre afhængighed af fossile brændsler. Forsyningsikkerhedsmæssigt er der ikke den store forskel på basisfremskrivningen og målscenarioet. Dog medfører målscenarioet et større behov for en struktureret indpasning af den øgede andel af vedvarende energi end basisfremskrivningen, hvis forsyningsikkerheden skal opretholdes.



## 7. Energiforsyningen til det danske marked

### 7.1 Energiforsyningen 2008

De indenlandske energiressourcer omfatter de fossile brændsler olie og naturgas samt vedvarende energikilder som solenergi, vind- og vandkraft, biomasse, affald og geotermisk energi.

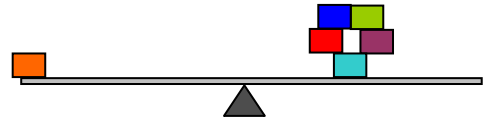
På importsiden dominerer olie, kul og biomasse samt elektricitet produceret i vore nabolande. På eksportsiden er der primært tale om olie, naturgas og vindkraft i form af elektricitet. Tabel 2 illustrerer, at brændsler og elektricitet handles internationalt. Det må forventes, at stadig flere brændsler vil blive omfattet af denne handel, eksempelvis liberaliseres nu handelen med industrielt affald. Endvidere må der forventes en øget handel med elektricitet over landegrænserne.

*Tabel 2. Energiforsyning til det danske marked 2008, (TJ)*

Energikilde	Egenproduktion og genbrug	Import	Eksport, grænsehandel og udenrigs bunkring	Lagertræk og statistisk difference	Forsyning af det danske marked
Olie og olieprodukter	603.525	401.422	-642.621	-24.729	337.597
Naturgas	377.641	-	-206.437	1.043	172.247
Kul og koks	-	185.998	-3.815	-10.393	171.790
Affald, ej bionedbrydeligt	16.501	-	-	-	16.501
Biomasse	56.560	21.475	-	-	78.035
Biogas	3.928	-	-	-	3.928
Biodiesel mv.	5.328	210	-3.401	-	2.137
Affald, bionedbrydeligt	23.550	-	-	-	23.550
Geotermisk energi	875	-	-	-	875
Solenergi	506	-	-	-	506
Vindkraft	24.950	-	-	-	24.940
Vandkraft	93	-	-	-	93
Varmepumper	5.743	-	-	-	5.743
Elektricitet	-	46.133	-40.899	-	5.234
Fjernvarme	-	148	-	-	148
<b>I alt (TJ)</b>	<b>1.119.190</b>	<b>655.386</b>	<b>-897.173</b>	<b>-34.079</b>	<b>843.324</b>

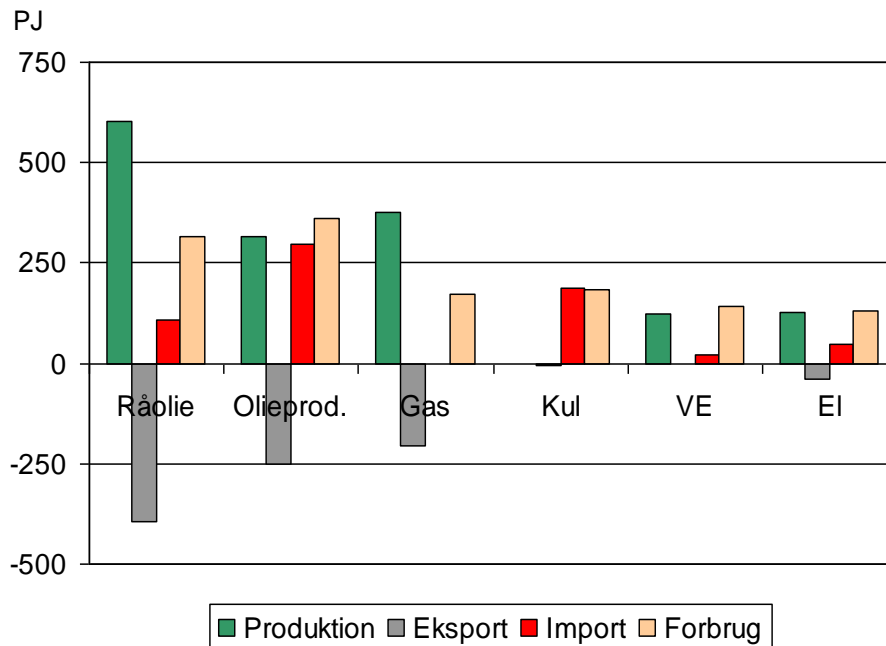
Kilde: Energistatistik 2008





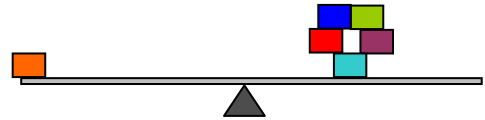
Den samlede energiimport udgør således knap 80 pct. af energiforbruget, mens eksporten af energi er en smule større end energiforbruget i Danmark. Nedenfor er energiforsyningen til det danske marked illustreret grafisk på de væsentligste energiformer.

**Figur 26. Produktion, import, eksport og forbrug af energi, 2008**

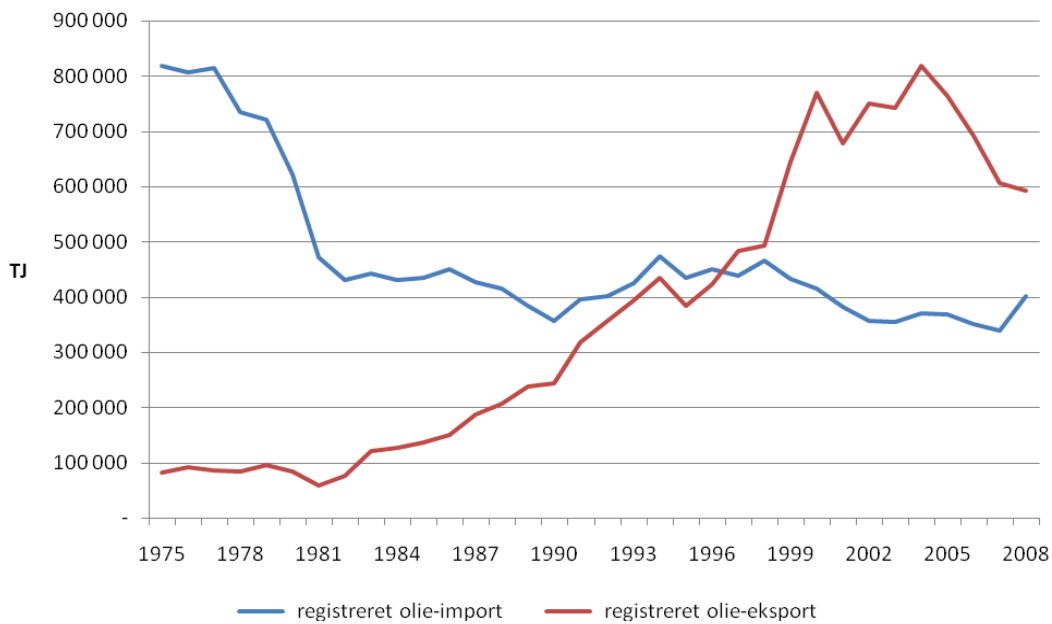


Man har tidligere brugt begrebet ”selvforsyningsgrad”, dvs. den indenlandske produktion i forhold til det indenlandske forbrug, som udtryk for en sikker indenlandsk forsyning. Begrebet er imidlertid ikke dækkende for den konkrete forsyning af det danske marked, idet alle fossile brændsler og mange vedvarende energikilder handles internationalt. Energien sælges der, hvor markedsmulighederne er mest gunstige. Hovedparten af den danske olieproduktion eksporteres således, mens Danmark samtidig importerer olie til de danske raffinaderier samt en lang række olieprodukter, hvoraf mange, men ikke alle, også fremstilles i Danmark. Derfor er ”selvforsyningsgrad” i den videre udredning erstattet af begreberne nettoimport og nettoeksport.

Den danske eksport og import af olie og olieprodukter er vist i figur 27. Det fremgår af figuren, at Danmark i alle årene har både eksporteret og importeret olie og olieprodukter. Det danske olieforbrug har på intet tidspunkt været dækket af ”dansk olie”. Det, der har karakteriseret udviklingen i importen, har været udviklingen i det indenlandske forbrug af olie, der faldt markant op igennem 1970’erne, snarere end udviklingen i nordsøproduktionen.

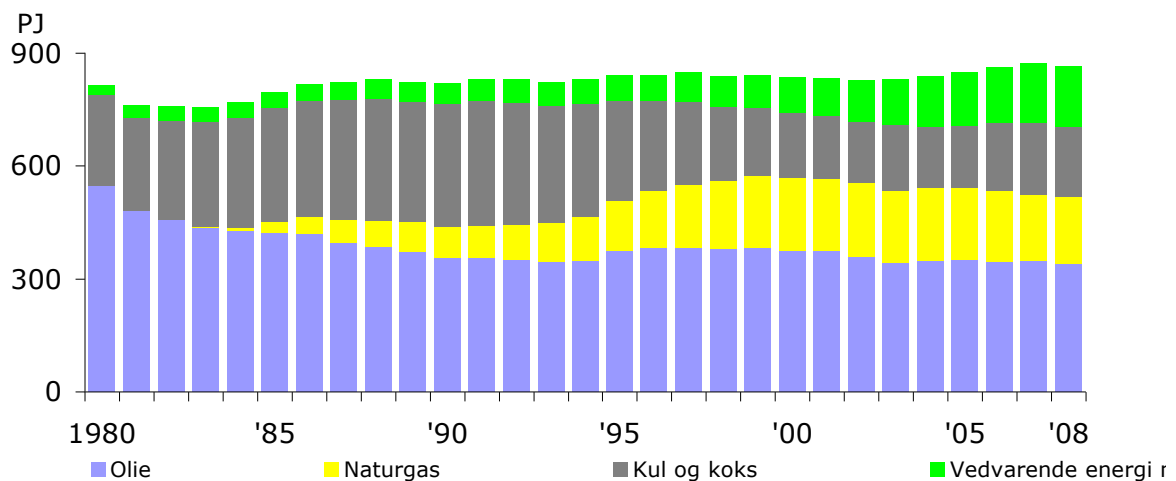


**Figur 27. Danmarks import og eksport af olie 1975 - 2008**



Det fremgår af figuren nedenfor, at Danmarks bruttoenergiforbrug har ligget forholdsvis konstant omkring ca. 850 PJ i de seneste årtier. I de seneste ca. 5 år har olieforbruget ligget på ca. 40 pct. af bruttoenergiforbruget. Kul, naturgas og vedvarende energi udgør nogenlunde lige store andele af det resterende energiforbrug, idet andelen af vedvarende energi er stigende.

**Figur 28. Bruttoenergiforbruget fordelt på brændsler<sup>27</sup>**



<sup>27</sup> Energistatistik 2009. Figuren er klimakorrigeret og korrigeret for nettoeksport



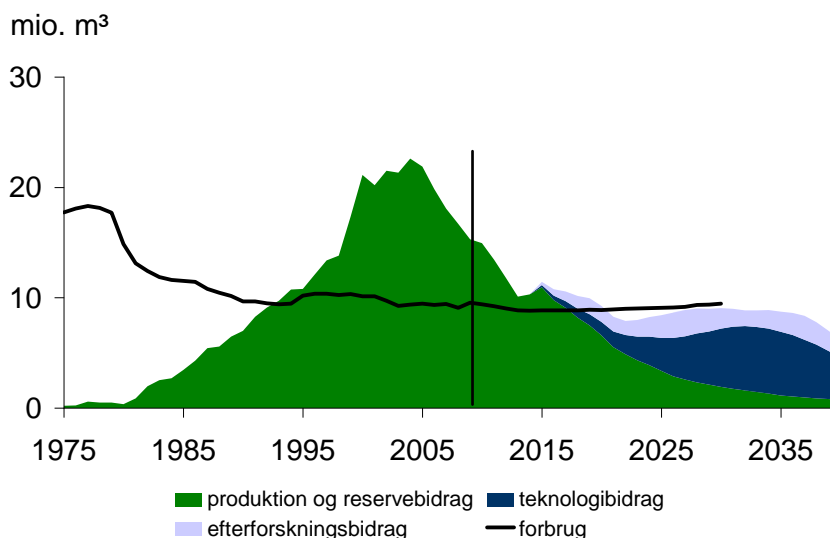
Nedenfor er forsyningen af de indenlandske energikilder gennemgået, mens der for kul, som ikke produceres i Danmark, henvises til beskrivelsen i afsnit 5.

## 7.2 Olie og naturgas

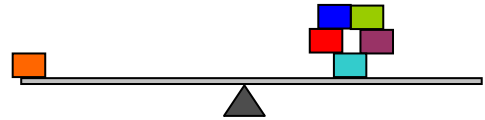
Danmark eksporterer aktuelt betydelige mængder af olie og naturgas, jf. Bilag 6, Fremtidig olie- og naturgasproduktion, som gennemgår den historiske udvikling for olie- og naturgasproduktionen og den seneste 20-års prognose for den fremtidige produktion. Prognosen viser en nedskrivning af produktionsforventningerne i forhold til prognosen i Energistyrelsens rapport Danmarks Olie og Gasproduktion 2008, juni 2009.

Det fremgår af figur 29, at der ved produktion af de kendte reserver forventes at være grundlag for en fortsat, men faldende produktion af olie frem. Fra 2017 vil produktionen i Nordsøen ikke længere overstige det danske forbrug af olie. Muligheden for at øge produktionen afhænger af, i hvilket omfang de estimerede bidrag til olieproduktionen fra efterforskning efter nye fund og udviklingen i indvindingsteknologi realiseres.

**Figur 29. Historisk olieproduktion og prognose**



Såfremt sammensætningen af energiforbruget som vist i målscenariet, jf. afsnit 5, bliver realiseret i de kommende år, vil olieforbruget falde 10 pct. frem til 2020 som følge af en gradvis indfasning af el i transportsektoren og som følge af det ekstra samlede fald i energiforbruget på 2 pct. i forhold til basisfremskrivningen. Danmarks produktion af olie vil dermed kunne overstige forbruget af olie i yderligere et par år og endnu længere, hvis efterforskningsbidraget og reservebidraget realiseres. Overgang til nettoimportør har dog isoleret set begrænset betydning for Danmarks forsyningsikkerhed, da solidaritetsaftalen allerede i dag indebærer, at Danmark i en krisesituation er forpligtet til at være solidarisk med de øvrige lande i samarbejdet.



## Boks 23

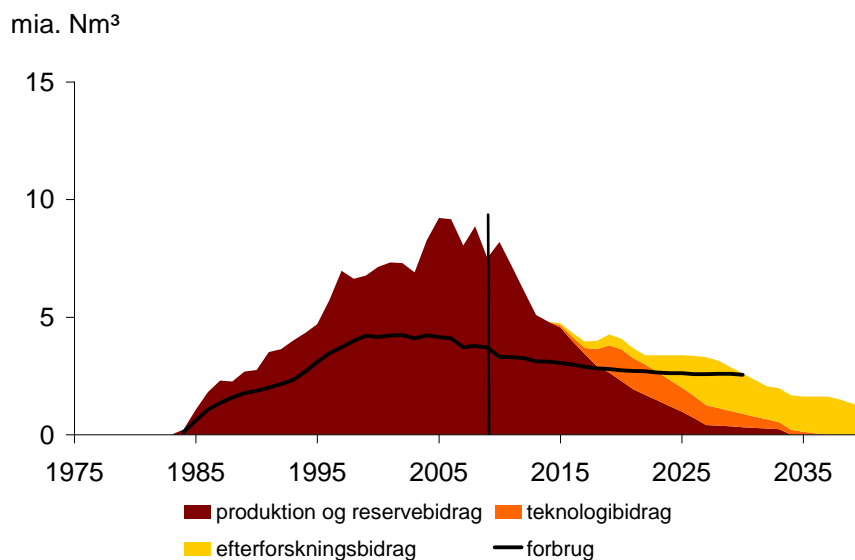
Produktion fra de danske felter er i stor udstrækning afhængig af den teknologiske udvikling. På indvindingssiden er vi i Danmark allerede afhængige af avancerede indvindingsmetoder i form af vandinjektion. Fremtidigt vil vi være afhængige af endnu mere avancerede metoder som f.eks. injektion af CO<sub>2</sub> i oliefelterne. Det skønnes, at der vil kunne bruges omkring 3 mio. ton CO<sub>2</sub> pr. år til injektion fra ca. 2020 stigende til omkring 5 mio. ton pr. år<sup>28</sup>. Efter en periode vil behovet for injektion af CO<sub>2</sub> aftage, til produktionen ophører med denne teknologi.

Indvindingen af CO<sub>2</sub> fra et stort centralt kraftværk skønnes til knap 2 mio. m<sup>3</sup> pr. år, såfremt kraftværket er kulfyret<sup>29</sup>.

Der er aktuelt begrænsede erfaringer med CO<sub>2</sub>-injektion i oliefelter på land og ingen erfaringer med felter til havs. Mærsk Olie og Gas A/S ønsker at undersøge teknologien med et pilotprojekt baseret på CO<sub>2</sub> transporteret pr. skib til felterne i Nordsøen. Pilotprojektet ønskes gennemført i dele af de felter, der anses for optimale til udnyttelse af denne teknologi.

Der er heller ikke erfaringer i større omfang med CO<sub>2</sub> opsamling (Capture-elementet i CCS<sup>30</sup>), men sådanne erfaringer vil forventeligt blive indhøstet i årene frem til 2020, blandt andet baseret på EU's demonstrationsprogram.

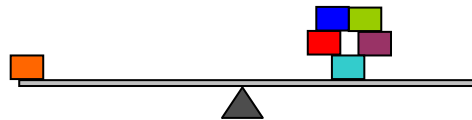
**Figur 30. Historisk naturgasproduktion og prognose**



<sup>28</sup> Jf. Energistyrelsens interne beregninger

<sup>29</sup> Jf. Bilag 4

<sup>30</sup> CCS, Carbon Capture and Storage, teknologier til opsamling og lagring af CO<sub>2</sub>. Læs mere i bilag 4.



Det fremgår af figur 30, at der fortsat vil være grundlag for en betydelig, men faldende produktion af naturgas fra de kendte felter og fund, som frem til og med 2018 vil overstige forbruget af naturgas i Danmark. Såfremt sammensætningen af energiforbruget som vist i målscenariet, jf. afsnit 5, bliver realiseret i de kommende år, vil naturgasforbruget falde 20 pct. frem til 2020 i forhold til 2007. Danmark vil dermed fortsat kunne producere mere af naturgas, end vi forbruger, i yderligere et par år, og endnu længere hvis efterforskningsbidraget og reservebidraget realiseres.

#### Boks 24

For naturgas forventes ikke noget markant teknologibidrag for de producerende felter, da der allerede med dagens teknologi opnås en væsentlig højere indvindingsgrad end for olie. Der er dog medtaget et bidrag som følge af muligheden for udvikling af ny brøndteknologi. Hvis teknologi- og efterforskningsbidraget medregnes, skønnes Danmark at være nettoeksportør af naturgas i godt 20 år regnet fra 2009.

Siden salget af gas begyndte i 1984, er leverancerne af naturgas fra A. P. Møllers Eneretsbevilling primært sket i henhold til langtidskontrakter for gassalg indgået mellem DUC-selskaberne og DONG Naturgas A/S. Det nuværende aftalekompleks omfatter ikke et fast, totalt volumen, men en årlig mængde, der leveres så længe, det er teknisk og økonomisk forsvarligt for DUC at opretholde produktionen på dette niveau. DONG har således forkøbsret til denne mængde, så længe den produceres af DUC.

I 1997 blev der endvidere indgået aftale om køb af gassen fra Syd Arne feltet mellem Hess Denmark ApS-gruppen og DONG Naturgas A/S, og i 1998 blev der indgået kontrakt med DONG Naturgas A/S om leverance af DONG-gruppens andel af gassen fra Lulita feltet. Herudover er der eksportkontrakter baseret på levering gennem rørledningen fra Tyra Vest til den hollandsk ejede NOGAT-rørledning til Holland.

#### Boks 25

Den faktiske import og eksport afhænger af aftalerne om køb af naturgas til det danske marked fra dels de danske felter, dels udenlandske leverandører. Naturgasmarkedet er liberaliseret, så gassen vil blive solgt der, hvor det samlet set er mest fordelagtigt for sælger.

DONGs aftaler om køb af russisk gas skal ses i dette lys. Med aftalerne sikrer DONG sig gas til at kunne opfylde sine leverancer til såvel det danske marked som til andre europæiske aftagere. Det sker blandt andet via swap-aftaler, der er nærmere beskrevet i bilag 12. Som eksempel på en swap-aftale kan nævnes, at Gazprom leverer gas til DONG Energy i Nordtyskland, mens DONG Energy leverer gas fra Ormen Lange feltet til Gazprom i Storbritannien.



Tilsvarende vil leverancer fra de norske felter kunne sikres til det danske marked enten via Tyskland, såfremt infrastrukturen i Nordtyskland forstærkes, eller ved en direkte forbindelse fra Norge. Ligeledes vil regassificeret LNG fra Mellemøsten og Nordafrika kunne bidrage til naturgasforsyningen i Danmark via forbindelsen til Tyskland. I et forsyningsmæssigt perspektiv udgør LNG et alternativt og fleksibelt produkt i forhold til traditionel naturgasforsyning baseret på rørbunden transport af naturgas fra producent til forbruger.

Vedrørende udvikling af det internationale olie- og gasmarked henvises til afsnit 5.

### 7.3 Kul

Danmarks samlede forbrug af kul importeres. Hovedleverandørlandene er aktuelt Colombia, Rusland og Sydafrika. I alt importerer Danmark kul fra 13 lande. Kul er i modsætning til øvrige fossile brændsler ikke koncentreret på relativt få lande, og der er således ikke risiko for forsyningsmæssige problemer for Danmark i forbindelse med anvendelsen af kul.

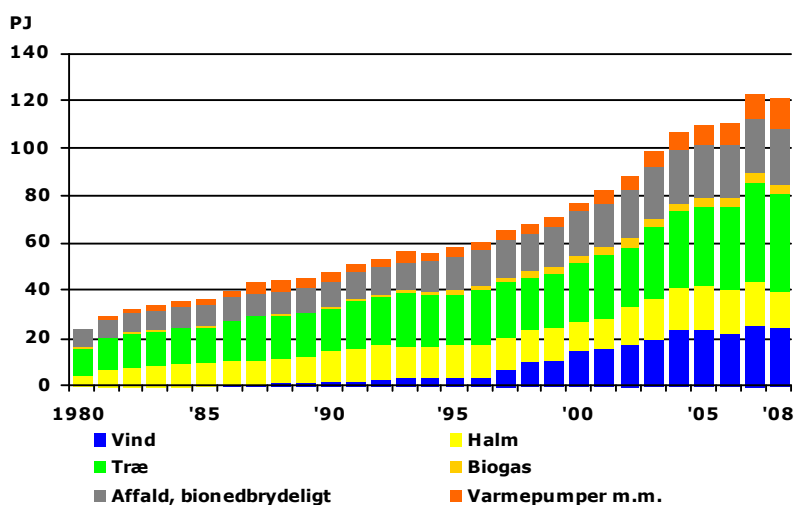
Vedrørende verdens reserver af kul og udviklingen på kulmarkedet henvises i øvrigt til afsnit 5.

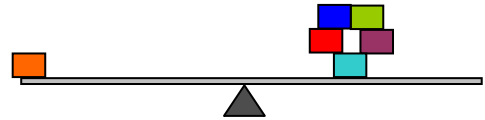
### 7.4 Vedvarende energi

Den indenlandske produktion af vedvarende energi er på ca. 122 PJ i 2008, og fordelingen på energikilder siden 1980 er vist på figur 31. VE og forsyningsikkerheden er behandlet i bilag 7 – Potentialer for vedvarende energi.

Biomasse omfattende halm, træ og affald udgjorde 67 pct. af produktionen baseret på vedvarende energi i 2008, mens vind udgjorde 20 pct. Produktionen har været stigende over perioden, men faldt lidt i 2008. Det afspejler blandt andet det forhold, at udnyttelsen af halm til energiformål faldt, idet halmen i et vist omfang erstattes af importerede træpiller.

**Figur 31. Produktion af vedvarende energi 1980 – 2008**



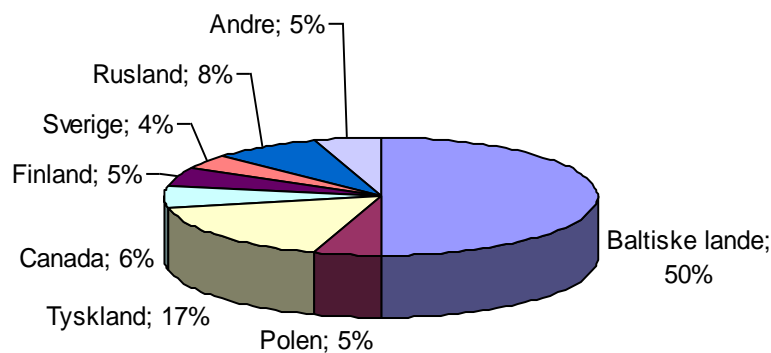


Forventningerne til udviklingen i forbruget af vedvarende energi er gennemgået i afsnit 5 i henhold til basisfremskrivningen og målscenariet. Potentialet for en yderligere udbygning med vedvarende energi er beskrevet i afsnit 11.

#### *Import af vedvarende energi*

Foruden den indenlandske produktion blev der i 2008 importeret 21 PJ træ bestående af brænde, flis og træpiller. Heraf udgjorde træpiller ca. 75 pct. Importen af træpiller skete primært fra de baltiske lande, jævnfør figur 32.

**Figur 32. Fordeling af import af træpiller i 2008**

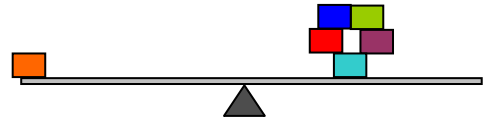


På kort sigt vil der fortsat være gode muligheder for at øge importen af biobrændsler og brændbart affald. Men i takt med en forventet stigende international efterspørgsel efter CO<sub>2</sub>-neutrale brændsler kan forventes øget efterspørgsel efter biobrændsler og dermed knaphed og stigende priser på disse energikilder.

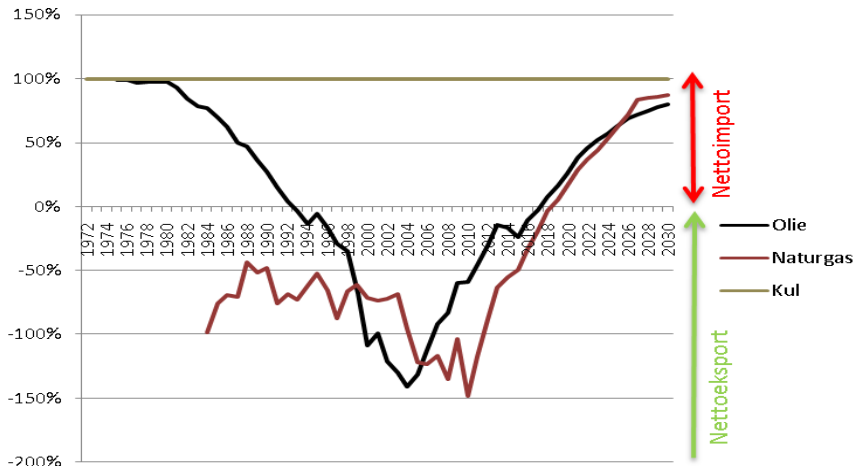
#### **7.5 Fremtidig importafhængighed af energiresourcer**

Udgangspunktet er, som vist i tabel 2, jf. 7.1, at alle energiresourcer handles. Danmark er således allerede i dag afhængig af – og nyder godt af – et velfungerende marked.

Figur 33 viser importen og eksporten af kul, olie og naturgas regnet som en procent af forbruget af de samme energikilder i perioden 1975 - 2030. Forbruget er baseret på faktiske forbrugstal og basisfremskrivningen. Produktionen af olie og naturgas er baseret på faktisk produktion og reservebidraget i prognosen for de kommende år. Endelig er importandelen og eksportandelen beregnet som forskellen mellem indenlandsk produktion og forbrug.



Figur 33. Nettoimport- og eksport af fossile brændsler i procent af forbruget 1975 - 2030



Kilde: Energistatistik, Energistyrelsens olie- og gasprognose samt basisfremskrivningen

Det fremgår af figur 33, at det samlede danske kulforbrug er baseret på import. Frem til omkring 1980 var Danmark også helt afhængig af importeret olie. Herefter tog nordsøproduktionen til, og fra 1993 var den danske olieproduktion steget så meget, at den oversteg det indenlandske forbrug af olie og olieprodukter, regnet i energienheder. Danmark blev nettoeksportør af olie. Det vil kunne fortsætte frem til 2017 og længere, hvis der gøres nye fund, indføres mere effektive produktionsmetoder eller sker et fald i det indenlandske forbrug af olie.

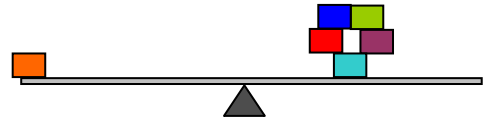
Naturgasforbruget var i de første år baseret på importeret gas fra Tyskland til Syd og Sønderjylland, hvor Naturgas Syd gennemførte et pilotprojekt. Mængderne var imidlertid så små, at de ikke er medtaget i figuren. Siden den danske produktion af naturgas startede, har Danmark været eksportør af naturgas. Det vil kunne fortsætte frem til 2018 og længere, hvis der gøres nye fund, indføres mere effektive produktionsmetoder eller sker et fald i det indenlandske forbrug af naturgas.

Overgangen til nettoimport af olie og naturgas vil stille Danmark i en situation, som resten af EU allerede befinder sig i – med et forbrug af fossile brændsler, der overstiger produktionen heraf. Erfaringen viser, at et forbrug fordelt på flere energiformer og på flere forsyningslinjer giver den største mulighed for at opretholde en sikker forsyning af energi og brændsler. Hertil kommer den sikkerhed, der ligger i et øget samarbejde inden for EU vedrørende fremme af effektive energimarkeder og et fælles beredskab.

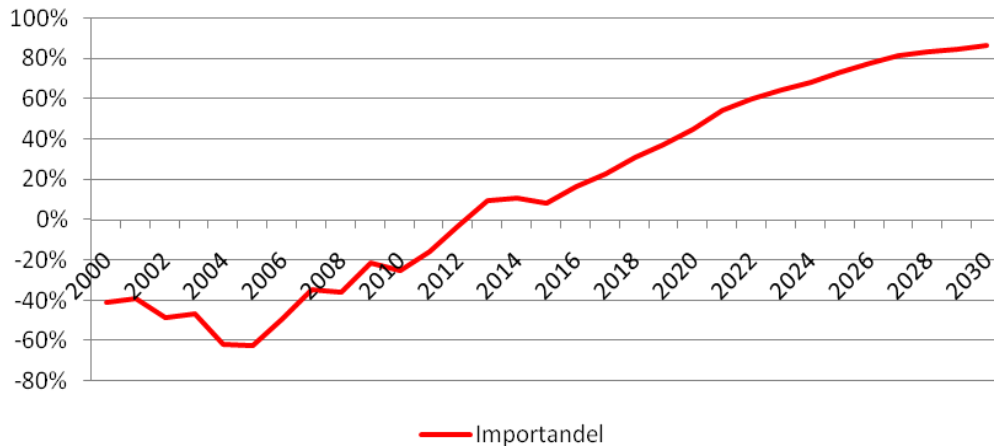
Det skal understreges, at der ikke er tale om import- og eksportstatistik, idet især olie handles flere gange. Den danske import og eksport af olie er vist i figur 27.

Fra omkring 2012 vil det samlede indenlandske forbrug af fossil energi (olie, kul og naturgas) overstige produktionen af olie og gas. Dette er illustreret i figur 34. Hvis den økonomiske afmatning fortsætter, vil situationen med en eksport af energi, som er større end det samlede indenlandske forbrug, alt andet lige kunne fortsætte yderligere nogle år.



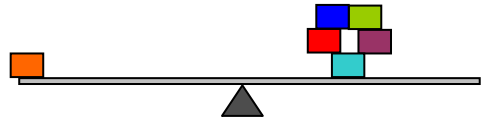


**Figur 34. Importandelen af det samlede fossile energiforbrug 2000-2030**



Kilde: Energistyrelsens olie- og gasprognose samt basisfremskrivningen

Prognoserne for olie- og gasproduktionen peger som nævnt på, at Danmarks forbrug af olie og naturgas vil overstige produktionen fra henholdsvis 2017 og 2018, jf. afsnit 7.2. Tidspunktet for dette skifte vil kunne udskydes et par år for olie og yderligere et antal år for naturgassen, hvis det lykkes at realisere en øget produktion af olie og naturgas gennem teknologiske fremskridt og nye fund, som det forudsættes i olie- og gasprognoserne, eller hvis forbruget af fossil energi reduceres.



## 8. Infrastrukturen på el-, fjernvarme- og naturgasområdet

Infrastrukturen på energiområdet skal sikre muligheden for, at primær energi kan omdannes til elektricitet og varme, og at energi kan transporteres ud til de endelige forbrugere. Infrastrukturen er dermed et basalt element i forsyningsikkerheden, ligesom infrastrukturen sikrer mulighed for at opfylde mål om en omkostningseffektiv og mere klima- og miljøvenlig energiforsyning. Udlandsforbindelser og energilagere er væsentlige for forsyningsikkerheden, og disse anlæg vil få stigende betydning i fremtiden.

### 8.1 Elinfrastruktur

Elinfrastrukturen omfatter anlæg til produktion, transmission og distribution af elektricitet.

#### *Elproduktion*

Elproduktionen sker på kraftværker, herunder kraftvarmeværker, vindmøller, industriel kraftvarme og i en række mindre anlæg baseret på vandkraft, biogas, sol mv. Elproduktion på anlæg med en elkapacitet på 25 MW og derover kræver bevilling, som gives, såfremt ansøgeren kan dokumentere, at denne har den fornødne tekniske og finansielle kapacitet.

Nordel<sup>31</sup> har i maj 2009 beregnet reservekapaciteten, såkaldte effektbalancer, for hvert af de nordiske lande og for Nordels område som helhed<sup>32</sup>, jf. figur 35<sup>33</sup>. Beregningen gøres for en vinterdag så kold, at den kun forventes at indtræffe en gang hvert 10. år. Beregningen viser, at det nordiske system selv i denne situation vil have et samlet reservekapacitet på 6.100 MWh/h, svarende til ca. 8 pct. af den samlede kapacitet. Heraf udgør den danske reservekapacitet ca. på 900 MWh/h, svarende til ca. 12 pct. af den samlede danske kapacitet, mens den nationale reservekapacitet i de øvrige nordiske lande ligger på 3 – 6 pct.

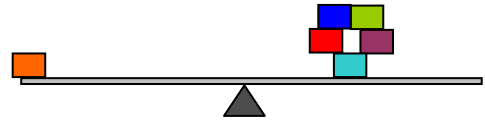
I år med en ekstremt lille mængde nedbør til den norsk/svenske vandkraft eller udfald af svenske og finske A-kraftværker vil de skandinaviske lande som helhed være afhængige af import udefra. Hvis en sådan situation skulle opstå, vil Danmarks elproduktion og eksport stige, hvilket illustrerer styrken i et forskelligartet og sammenhængende regionalt elsystem.

Vindkraft og udlandsforbindelser har traditionelt ikke indgået i beregningen af reservekapacitet, men med stigende andel af vindkraft i elforsyningen og øgede muligheder for afbalancering gennem forbindelser til udlandet, både til norske vandkraftreserver og til det samlede europæiske marked, vil vindkraften kunne indgå i kapacitetsopgørelserne med stigende vægt. Vindkraft indgår således allerede med en begrænset andel i kapacitetsberegningen for det samlede nordiske område.

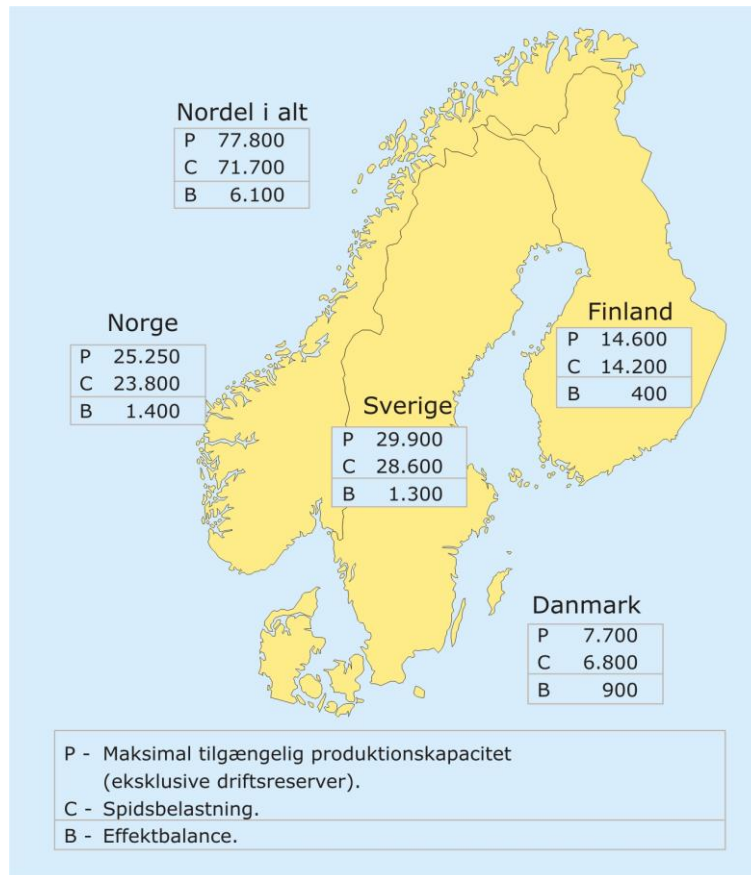
<sup>31</sup> Nordel var den regionale samarbejdsorganisation for de systemansvarlige transmissionsselskaber i Norden. Opgaverne varetages nu af ENTSO-E, der er samarbejdsorgan for alle de europæiske systemoperatører.

<sup>32</sup> Der er foretaget en selvstændig beregning for Nordels samlede område, der afviger fra summen af kapaciteterne i de enkelte lande.

<sup>33</sup> Jf. Energinet.dk: Systemplan 2009



Figur 35. Produktionskapacitet og effektbalancer (reservekapaciteter) en kold vinterdag 2012/13



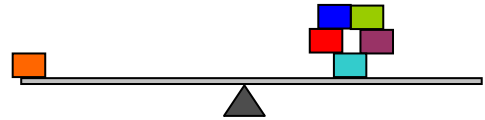
Kilde: Energinet.dk's Systemplan 2009

Det skal bemærkes, at ansvaret for forsyningsikkerheden påhviler systemoperatørerne, i dette tilfælde Energinet.dk. De kommercielle aktører skal som udgangspunkt ikke inddrage dette hensyn i deres investeringsbeslutninger, idet de dog skal tage højde for markedsforskrifter m.v.

#### Boks 26

Elproduktionen er liberaliseret. Nye anlæg antages således at blive bygget, når det er attraktivt for investorerne, og gamle anlæg formodes at blive udfaset, når dette er attraktivt for ejerne. I takt med udbygningen af vindkraften vil udnyttelsen af de eksisterende kraftværker falde. Økonomien i værkerne vil tilsvarende forringes.

Det vurderes, at udviklingen i kraftværksøkonomien vil kunne føre til situationer i fremtiden, hvor der ikke er indenlandsk kapacitet til at dække elforbruget. Afhængigheden landene imellem øges således, dels som en konsekvens af liberaliseringen, dels i



forbindelse med udjævning af svingningerne i vindkraftproduktionen som følge af en øget anvendelse af vindkraft.

I forhold til den fortsatte kraftforsyning i Danmark er det vigtigt, at det sikres, at også nye aktører kan opføre og drive kraftværker i Danmark. Herved styrkes forsyningsikkerheden og konkurrencen mellem producenterne. Den største barriere herfor er i dag, at de to store producenter Vattenfall og DONG Energy ejer og råder over de eksisterende, udlagte kraftværkspladser, herunder pladser, hvor elproduktionen helt eller delvist er indstillet.

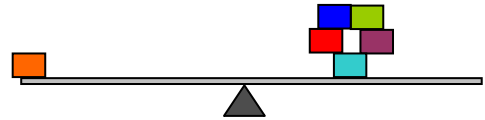
I praksis er det meget vanskeligt og tidskrævende at byggemodne nye kraftværkspladser. Hertil kommer, at de eksisterende pladser ligger nær eksisterende 400 kV-ledninger og, for de flestes vedkommende, nær fjernvarmeledninger. Der vil derfor for en ny producent være store fordele i at kunne få rådighed over udlagte kraftværkspladser, som ikke længere benyttes til elproduktion af Vattenfall eller DONG Energy.

Energistyrelsen vurderer for øjeblikket sammen med Energinet.dk om der er muligheder for at sikre nye producenter bedre adgang til at kunne opføre og drive kraftværker i Danmark. I den forbindelse vurderes mulighederne for at give adgang til ubenyttede udlagte kraftværkspladser og for at udlægge nye pladser.

Beregninger fra Energistyrelsen har vist, at der generelt er tilstrækkelig kapacitet i det nordiske elsystem frem til omkring år 2015. Der kan dog allerede nu opstå situationer med sammenfald af flere faktorer, der kan give anledning til kapacitetsmangel i elsystemet. Dette kan eksempelvis ske ved kombinationer af særligt kolde vintre, år uden meget nedbør og år med mindre vind end sædvanligt. Sådanne situationer kan give anledning til en anspændt kapacitetssituation med store prisfluktuationer og eventuelt fare for forsyningsafbrud mv., hvis der ikke er adgang til produktionskapacitet udefra. Situationen blev illustreret den 17. december 2009, hvor elprisen i Østdanmark steg til 10,42 kr. pr kilowatt-time i to timer. Årsagen var en kombination af udfald af kernekraftværker i Sverige og højt forbrug i Norden på grund af lave temperaturer.

Som følge af de naturlige fluktuationer i vindkraften er der behov for reguleringsmuligheder. De store kraft- og kraftvarmeværker har længe varetaget denne funktion, men med øgede mængder vindkraft vil der blive behov for, at reguleringsmulighederne udbygges væsentligt. Også elforbruget må inddrages i reguleringen, ligesom alle produktionsanlæg, og herunder også vindmøllernes egen produktion, i fremtiden må kunne reguleres efter behovet.

Der er allerede taget skridt i den retning med beslutningen om at permanentgøre elpatronloven, som indebærer, at der nu betales nogenlunde samme afgift for den del af brændslet, som via kraftvarme går til varmeproduktion, som for brændsel til varmeproduktion ved kedeldrift. Dermed har man reduceret afgiftsincitamentet til at producere kraftvarme også i perioder, hvor der ikke er brug for elproduktionen.



### *Transmission og distribution*

Transmissions- og distributionsnettene har til hovedformål at sikre transporten af elektricitet fra produktionsenhederne til forbrugerne. Elinfrastrukturen er desuden vital for balanceringen af elsystemet, hvor der kan være behov for at transportere overskydende produktion ud af landet, eller behov for at transportere produktion fra nabolandene, hvis der mangler produktion i Danmark, eller hvis markedet ønsker det.

#### Boks 27

Regeringen (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Det Radikale Venstre og Ny Alliance (nu Liberal Alliance), indgik den 4. november 2008 en aftale om principperne for den fremtidige udbygning af det overordnede elnet i Danmark.

På baggrund af aftalen har Energinet.dk i samarbejde med de regionale eltransmissionselskaber i marts 2009 udarbejdet en kabelhandlingsplan, der beskriver mulighederne for at gå fra et luftledningsnet til et fuldt kabellagt eltransmissionsnet på 132-150 kV, som samtidig er forberedt til at kunne håndtere større mængder vindkraft.

Planen omfatter nedtagning af de eksisterende ca. 3.200 km 132-150 kV luftledninger og nedgravning af ca. 2.900 km nye 132-150 kV kabler over de næste 20 år.

Med handlingsplanen forberedes det paradigmeskift, der er på vej i den danske elforsyning med indpasning af en markant større mængde vindkraft i Danmark. Planen forudsætter, at der skal kunne håndteres 50 pct. vindkraft i elsystemet.

I henhold til målscenariet forventes en vindandel i elforsyningen på ca. 27 pct. i 2020.

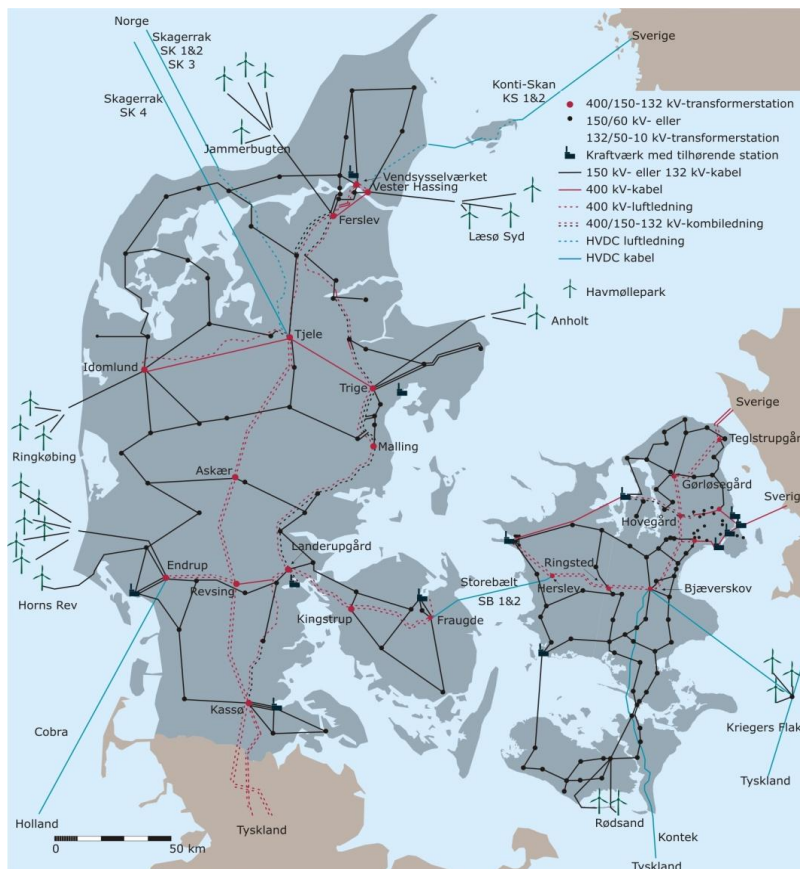
Nettet skal være så stærkt, at afbrydelser hos forbrugerne bliver så få og kortvarige som muligt. De kriterier, som anvendes til dimensionering af nettene, er baseret på ekstreme situationer (højeste produktion og laveste forbrug samtidig eller omvendt). Dette er der en lang tradition for i Danmark, og forsyningssikkerheden i forhold til forbrugerne er i international sammenhæng meget høj med en gennemsnitlig afbrudsvarighed på 22 minutter i 2008, svarende til forsyning i 99,99 pct. af tiden.

Selv om nedslidningen af nettene må forventes reduceret med kabellægningen af nettene, skal det til stadighed sikres, at den økonomiske regulering af transmissions- og distributionselskaber giver tilstrækkelige incitamentter til den nødvendige udbygning og vedligeholdelse af nettene.

Det overordnede transmissionsnet er vist på figur 36.



Figur 36. Eltransmissionsnet

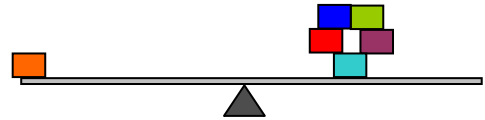


Kilde: Energinet.dk

### Forstærkning af udlandsforbindelserne

Det danske elsystem og -marked er integreret med elsystemer og -markeder i nabolandene, herunder navnlig med de nordiske. Der samarbejdes her om planlægning af udbygning af transmissionsnet ud fra en overordnet tankegang med henblik på at optimere udnyttelsen af kvalitetene i de enkelte landes elforsyning. I år med rigelige mængder vand i magasinerne ved vandkraftværkerne i Norge og Sverige flyder billig el sydover til blandt andet Danmark, hvor kraftværkerne dermed producerer tilsvarende mindre. Omvendt kan de danske kraftværker bidrage med el til Norge og Sverige i år, hvor vandkraftværkerne ikke kan producere el nok til at dække behovet i Norge og Sverige. Tilsvarende kan energi fra en overskudsproduktion af vindkraft de facto lagres i de norske og svenske vandmagasiner, ved at turbinerne her stoppes. Ikke kun års- og sæsonvariationer udlignes med import/eksport, men også variationer over døgnet.

Ved planlægningen af nye udvekslingsforbindelser indgår flere forskellige elementer i vurderingen: bedre markedsfunktion, indpasning af mere vindkraft, dvs. bedre mulighed for balancering af produktion og forbrug, samt ændringer i behovet for reservekapacitet, der typisk bliver reduceret, når der etableres en ny transmissionsledning, og samfundsøkonomi.



Energinet.dk har i disse år et højt aktivitetsniveau for udlandsforbindelser mv. Storebæltskablet på 600 MW er under etablering og går i drift i 2010. Der er ansøgt om etablering af Skagerrak 4 mellem Norge og Jylland, og et kabel til Holland er i analysefasen. Forbindelsen til Tyskland opgraderes trinvis og kan komme op på 2.500 MW, når transmissionsledningen Kassø-Tjele er opgraderet, og tyskerne har foretaget forstærkninger i deres net. Desuden pågår der overvejelser om, hvad der skal erstatte de gamle 132 kV kabler til Sverige, der er ved at have opbrugt deres levetid.

En stor udnyttelse af vindkraft i elforsyningen vil kræve yderligere forstærkning af udlandsforbindelserne og en styrkelse af integrationen af elmarkederne.

## 8.2 Gasinfrastruktur

Naturgassystemet er generelt veldimensioneret i forhold til forsyningen af det danske marked, og der er ikke behov for forstærkning eller udbygning af nettet, når der ses bort fra udlandsforbindelser af hensyn til fremtidigt importbehov. Naturgassystemet er nærmere beskrevet i bilag 12, Gasinfrastruktur og forsyningsikkerhed.

Naturgasforsyningen har – bortset fra en opstartsperiode i Syd- og Sønderjylland – været baseret på produktion fra felter i den danske del af Nordsøen.

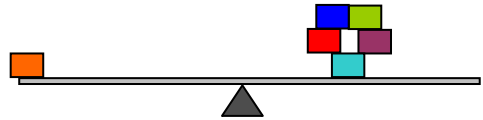
### Boks 29

Felterne Tyra, Tyra SØ, Halfdan og Harald står til sammen for ca. 75 pct. af gasproduktionen. De resterende mængder produceres især fra felterne Roar, Dan og Syd-Arne. På Tyra-plattformen behandles gassen, inden den ilandføres.

Ilandføringen sker via to søledninger fra Tyra-feltet og Syd-Arne-feltet. Tyra-ledningen blev taget i brug i 1984, og Syd-Arne-ledningen blev idriftsat i 1999. I tilfælde af nedbrud af Tyra-ledningen, er det muligt at omdirigere gasproduktionen fra Tyra-feltet til Syd-Arne-ledningen. Under normale driftsforhold er det kun små gasmængder fra Syd-Arne-feltet, som ilandføres via Syd-Arne-ledningen, hvorfor Syd-Arne-ledningen ligeledes fungerer som ”line pack”, dvs. lager.

I 2004 blev idriftsat en ny søledning, som forbinder Tyra-feltet med F/3-plattformen på hollandsk sektor. Ledningen gør det muligt at føre gas gennem den eksisterende NO-GAT-ledning fra F/3-plattformen til Holland med henblik på salg af gas til det hollandske marked. I dag er det ikke muligt at importere gas til Danmark via ledningen, men dette vil kunne lade sig gøre, hvis der foretages visse tekniske ombygninger.





På behandlingsanlægget i Nybro renses gassen for vand, uønskede gasarter og kondensat. Efter kontrol, måling af gassen og nedsættelse af trykket fra ca. 120 bar til ca. 80 bar sendes gassen ud i naturgas transmissionsnettet.

Det overordnede gastransmissionsnet er anlagt i starten af 1980'erne. Det består af ca. 800 km ledninger, 42 måler- og regulatorstationer (M/R stationer) og 4 målerstationer. Hovedformålet med måler- og regulatorstationerne er at reducere gastrykket fra op til 80 bar til enten 40 eller 19 bar, der er det tryk, som distributionsnettene opereres ved. Herudover sker der måling af gasstrømmen, og der tilsættes lugtstof til gassen, således at kunderne kan lugte, hvis der er utætheder i rør eller installationer. Distributionsnettet er ligeledes i hovedsagen lagt i 1980'erne.

Naturgasanlæg er generelt investeringer med lang levetid. Naturgasledningerne vurderes aktuelt at have en teknisk restlevetid på omkring 40 år. M/R-stationer, målere mv. forudsættes en teknisk restlevetid på ca. 15 år. Det forudsættes, at der løbende sker nødvendig vedligeholdelse, således at ud-tjente komponenter løbende udskiftes.

Det danske gastransmissionssystem er forbundet med det tyske naturgas transmissionssystem ved M/R-stationen ved Ellund ved den dansk/tyske grænse. Danmark importerede i perioden 1982-84 naturgas fra Tyskland, indtil den danske produktion blev påbegyndt. Forbindelsen gør det i dag kun muligt at eksportere naturgas til Tyskland, men såfremt kompressorstationen i Quarnstedt nord for Hamburg atter tages i drift, vil det være muligt igen at importere naturgas fra Tyskland i mindre mængder. I den forbindelse skal man dog være opmærksom på, at der er tale om en anden gaskvalitet, hvorfor den ikke uden videre kan indføres i nettet sammen med gassen fra Nordsøen. Herudover er transmissionsnettet forbundet med det svenske gassystem via M/R-stationen ved Dragør. Sverige forsynes alene med naturgas via det danske gassystem.

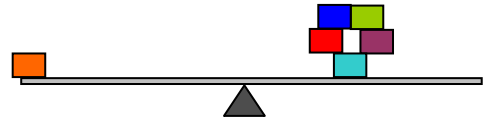
Der er etableret to naturgaslagre i Danmark med en samlet kapacitet på ca. 921 mio. m<sup>3</sup> arbejdsgas. Lagrene anvendes først og fremmest til sæsonudjævning, fordi naturgasefterspørgslen er størst om vinteren, mens produktionen i Nordsøen er jævn året rundt. Herudover anvendes lagrene til nødlager, der anvendes, hvis der sker afbrydelser i gasleverancerne. Energinet.dk disponerer årligt over 150-175 mio. m<sup>3</sup> lagergas, som skal anvendes til balancering af systemet samt i tilfælde af behov for nødforsyning. Lageret vil kunne bidrage til at sikre forsyningen i 60 dage i tilfælde af afbrud af Thyra-ledningen under forudsætning af, at der samtidig vil kunne komme forsyninger via Harald-ledningen.

#### *Adgang til udenlandske gasreserver*

Danmark er geografisk velplaceret i forhold til leverancer af rørført naturgas fra både Norge og Rusland, som er de eneste europæiske lande, som råder over betydelige gasreserver til eksport. Danmarks fremtidige import af naturgas vil ske i konkurrence med andre europæiske lande, men der vil samtidig være behov for samarbejde med vore nabolande om udbygning af fælles infrastruktur.

Bestyrelsen for Energinet.dk har den 23. september 2009 godkendt en indstilling om udbygning af transmissionsledningen Ellund/Egtved, der er en forudsætning for import i større omfang af gas





sydfra. Energinet.dk har den 2. oktober 2009 ansøgt om klima- og energiministerens godkendelse af udbygningen. Der forventes investeringer for ca. 1,5 mia. kr.

Nord Stream-projektet, som Danmark har miljøgodkendt i oktober 2009, har til formål at lægge en 1200 km lang gasledning i to parallelle rør på bunden af Østersøen fra Vyborg i Rusland til Greifswald i Tyskland for transport af 55 mia. m<sup>3</sup> gas årligt. Det svarer til ca. 15 pct. af EU's årlige import af gas. Der er for nærværende ikke tilstrækkelig transportkapacitet ved Greifswald, hvorfor det er nødvendigt at udbygge transmissionsnettet for at kunne transportere så betydelige naturgasmængder videre. Gasunie Deutschland har derfor igangsat en Open Season-proces (dvs. en invitation til interesse tilkendegivelse) i Nordtyskland med henblik på at få fastlagt de kommercielle aktørers behov for fremtidig gastransportkapacitet.

### Boks 30

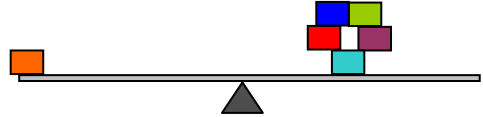
Det har været undersøgt at etablere en forbindelse til Norge med det såkaldte Skanled projekt. Efter at Gassco i sommeren 2009 på vegne af selskaberne i Skanled joint venture selskabet besluttede at indstille projektet, har Energinet.dk haft samtaler med Gassco vedrørende muligheder for leverancer af gas fra Norge via ny infrastruktur til Danmark. Gassco tilkendegav, at der tidligst forventes at opstå mulighed for yderligere norsk gassalg fra 2015 baseret på gasreserver fra Norskehavet. Da det handler om naturgas fra Norskehavet, vil der være tale om store norske infrastrukturprojekter, hvor økonomien i projektet vil være afhængig af levering af store gasmængder. Naturgassen vil enten kunne leveres til Storbritannien eller Nordvesteuropa. En dansk deltagelse i investeringen skulle i givet fald begrundes i et dansk ønske om fortsat naturgasanvendelse i mange år efter 2015.

Figur 37 viser et kort over den overordnede naturgasinfrastruktur i Nordvesteuropa. Planlagte ledninger er vist med stiplede linjer. Det skal bemærkes, at den planlagte ledning Skanled syd om Norge ikke længere er aktuel. Endvidere går den godkendte linjeføring for Nord Stream ledningen øst og syd om Bornholm, og ikke som vist på kortet nord og vest om Bornholm.

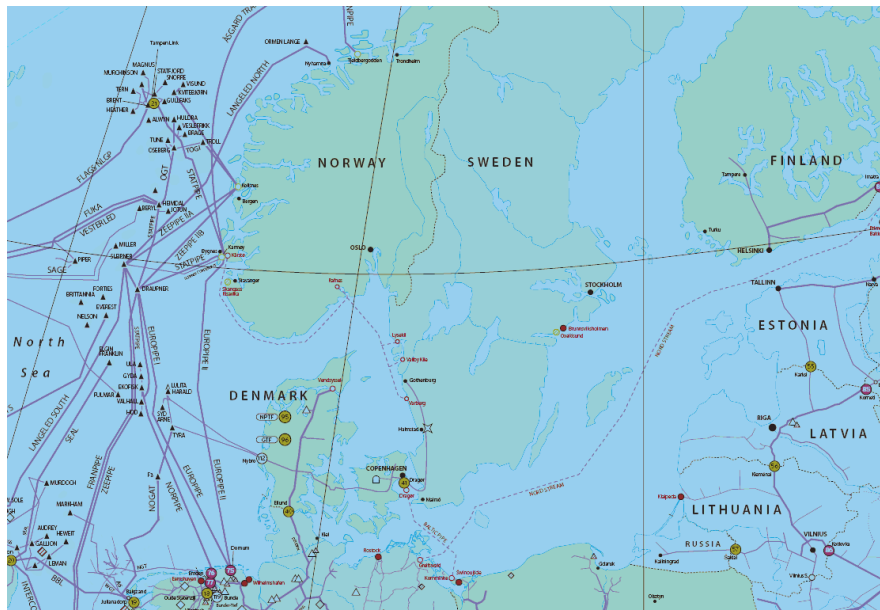
Såfremt der ønskes leveret norsk gas tidligere end 2015 – f.eks. via opkobling på Europipe 2 i Nordsøen – vil det indebære, at gasmængderne skal tages fra eksisterende leveringskontrakter til Emden i Tyskland, idet kapaciteten i Europipe 2 på nuværende tidspunkt er booket fuldt. En sådan løsning er mindre investeringsmæssig tung end alternative ledninger.

Selvom en sådan opkobling ikke er baseret på aftaler om aktuelt køb af gas via eksisterende norsk infrastruktur i Nordsøen, vil gas kunne leveres til det danske marked i f.eks. situationer med høje priser i Danmark eller i forbindelse med indgåelse af såkaldte swap-aftaler<sup>34</sup>, som er meget udbredt i gasindustrien. Som eksempel på en swap-aftale kan nævnes, at Gazprom leverer gas til DONG Energy i Nordtyskland, mens DONG Energy leverer gas fra Ormen Lange feltet til Gazprom i UK.

<sup>34</sup> Se bilag 12



Figur 37. Den overordnede gasinfrastruktur i Nordvesteuropa



Kilde: Gas Transmission Europe

Forsyningsikkerhedsmæssigt er det vigtigt, at forbindelsen til Nordtyskland forstærkes både i Danmark og syd for grænsen, og herunder at der sikres "reverse flow", så gassen kan flyde nordpå over grænsen. Behøvet bliver dog først akut, når der ikke længere er tilstrækkelige mængder gas til rådighed i de danske felter i Nordsøen. Indtil da vil markedet kunne fungere baseret på swap-aftaler.

Det er ikke nødvendigvis afgørende ud fra et forsyningsikkerhedsmæssigt synspunkt, om der sikres en direkte forbindelse fra de norske felter til de danske, fordi gassen allerede nu flyder ind på de store transmissionsnet i Tyskland og Holland, og fordi gassen alt andet lige vil gå til de markeder, der betaler den højeste pris. En særlig norsk-dansk forbindelse er således ikke i sig selv en garanti for norsk gas til danske forbrugere.

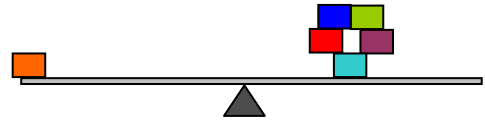
### 8.3 Fjernvarme

Bruttoenergiforbrug til opvarmning udgjorde i 2008 23 procent af det samlede bruttoenergiforbrug. Fjernvarmesektoren forsyner ca. 60 pct. af boligmassen i Danmark med varme, svarende til ca. 45 pct. af landets varmebehov. Det er omtrent en fordobling siden 1981.

#### Boks 31

Fjernvarmemarkedet kan opdeles i følgende områder:

- centrale kraftvarmeområder, hvor varmen til store byområder primært aftages fra store centrale kraftvarmeverker, affaldsforbrændingsanlæg og enkelte steder fra industrivirksomheder
- mellemstore byområder, hvor varmen primært kommer fra større decentrale kraftvarmeverker, affaldsværker og industrivirksomheder



- mindre byer med egen fjernvarme- eller kraftvarmeforsyning
- områder, hvor der leveres varme til en lukket kreds af forbrugere fra blokvarmecentraler

Fjernvarmen produceres hovedsageligt på 16 centrale kraftvarmeverker, 285 decentrale kraftvarmeverker og 130 decentrale fjernvarmeverker. Herudover produceres fjernvarme på en række spids- og reservelastenheder samt på private virksomheder (ca. 30). Fjernvarmens styrke er, at der ud over overskudsvarme fra elproduktionen i form af kraftvarme kan anvendes en bred vifte af fossile og ikke fossile brændsler, herunder energiformer, der kræver store varmeafdrag som affald og geotermi. Der er endvidere storskalafordele ved at anvende store solvarmeanlæg og varmepumper i fjernvarmeforsyningen sammenlignet med individuelle anlæg.

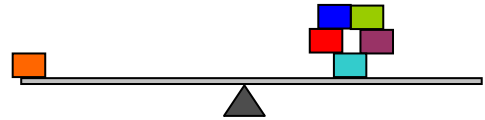
Der i alt ca. 50.000 km. fjernvarmerør i anvendelse i Danmark. De vurderes at være i god stand efter en større indsats i 1980'erne og 1990'erne for at erstatte ældre rørsystemer med præisolerede rør. Dog udestår en erstatning af det københavnske dampnet med et system med lavere temperaturer. Ændringen vil fremme energieffektiviteten, men vurderes ikke i sig selv at have væsentlig betydning for forsyningssikkerheden.

Ved kraftvarmeproduktion opnås en effektiv udnyttelse af brændslet til både el og varmeproduktionen. Med stigende indpasning af vindkraft vil der være et behov for at reducere den øvrige kraftproduktion og herunder også kraftvarmeproduktionen og indfase effektive forsyningsformer, der ikke i samme grad binder elproduktionen til fjernvarmeforsyningen. En omstilling af energiforsyningen i fjernvarmesektoren er derfor en forudsætning for det igangværende paradigmeskift i el-sektoren.

#### Boks 32

Fjernvarmesystemer kan indgå i hurtig op- og nedregulering af elanvendelsen som udbalancering af fluktuationer ved stigende vindkraftandel i elforsyningen. Det kan f.eks. ske ved anvendelse af store varmepumper i kombination med kraftvarme og brug af el-patroner, koblet til fjernvarmeverkernes varmelagre. Herved vil fjernvarmen bidrage til at fastholde forsyningssikkerheden i den samlede energiforsyning.

På fjernvarmesiden forestår der de kommende 10 år ikke de store behov for nye tiltag af hensyn til forsyningssikkerheden, hvis den nuværende struktur fastholdes som i basisscenariet. En udbygning af fjernvarmeforsyningen og herunder en sammenkobling af forsyningsområder vil derimod kunne komme på tale for at sikre en øget anvendelse af vedvarende energi eller højere effektivitet i forsyningssystemerne. Endvidere kan store varmepumper og elpatroner i fjernvarmeforsyningen være med til at sikre reguleringen af det samlede energisystem. Sådanne investeringer i fjernvarmeforsyningen vil bidrage til at fastholde en høj forsyningssikkerhed ved indpasning af større mængder vedvarende energi, og herunder ikke mindst vindkraft.



## 9. Beredskab og tekniske forskrifter

Afsnittet indeholder en oversigt over gældende regler på området og herunder et overblik over, hvem der varetager beredskab og forsyningsikkerhed inden for de forskellige energisektorer på kort og langt sigt, og hvor usikkerhedsmomenterne findes.

Kritiske situationer og relativt kortvarige afbrud i energiforsyningen varetages gennem det beredskab, som er etableret på energiområdet. Hertil kommer den sikring af den generelle forsyningsikkerhed, der ligger i tekniske forskrifter for de fysiske anlæg, som sikrer systemernes generelle effektivitet og driftssikkerhed.

### 9.1 Beredskab på energiområdet

Beredskabsarbejdet er baseret på beredskabslovens § 24, stk. 1, hvorefter de enkelte ministre, hver inden for deres område, skal planlægge for opretholdelse og videreførelse af samfundets funktioner i tilfælde af ulykker og katastrofer, herunder krigshandlinger, samt for at kunne yde støtte til forsvar.

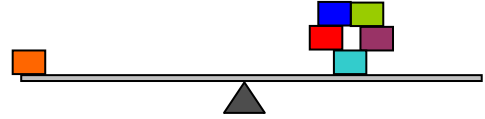
#### Boks 33

Beredskabet er rettet mod alle slags krisesituationer i freds- og krigstid, forårsaget af naturskabte, menneskeskabte og teknologiske trusler.

På energiområdet er formålet med beredskabet at sikre opretholdelse og videreførelse af de væsentligste dele af samfundets energiforsyning i tilfælde af krisesituationer. Beredskabet skal også sikre, at myndigheder og virksomheder i nødvendigt omfang kan indgå i krisehåndteringen efter den nationale beredskabsplan. Energiområdet er en del af den *kritiske infrastruktur* og har væsentlig betydning for andre samfundssektorer. Tilsvarende kan energiområdet blive væsentligt påvirket af kritiske situationer i andre samfundssektorer.

Beredskab handler om håndtering af komplekse og kritiske situationer, som kræver en stor koordinering dels internt mellem virksomheder og myndigheder på energiområdet og dels med centrale beredskabsmyndigheder og andre sektormyndigheder samt information til befolkning, medier, samarbejdspartner m.fl. Beredskab ser således energiforhold i en bredere sammenhæng. Beredskab omfatter især forebyggelse og krisehåndtering.

Energistyrelsen er sektormyndigheden på energiområdet og varetager de tværgående, koordinerende og regulerende beredskabsopgaver på energiområdet dels over for centrale beredskabsmyndigheder og andre sektormyndigheder, dels over for de enkelte energisektorer. Energistyrelsen varetager endvidere internationale opgaver om beredskab på energiområdet.



For de vigtigste energisektorer baseres beredskabsarbejdet på, at de enkelte virksomheder skal have det nødvendige beredskab, at virksomhedernes beredskab skal koordineres af centrale virksomheder i sektorerne, samt at denne koordinering foretages af *Energinet.dk* i el- og naturgassektoren og af *Foreningen Danske Olieberedskabslagre (FDO)* i oliektoren.

## 9.2 Beredskab over for oliekriser

Beredskabet over for oliekriser er baseret på internationale forpligtelser. Beredskabet er reguleret ved lov. Lovgivningen er primært baseret på implementeringen af IEA-regler, som Danmark har tilsluttet sig, og EU-regulering.

### Boks 34

Beredskabets hovedelementer:

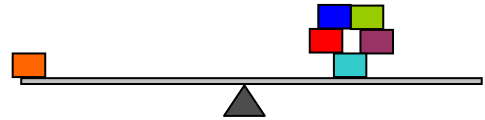
- *Regler og procedurer* for koordineret og solidarisk krisehåndtering i tilfælde af væsentlige forsyningsafbrydelser. Denne krisehåndtering styres primært af IEA.
- *Værktøjer for krisehåndteringen*, som primært omfatter træk på de særskilt etablerede olieberedskabslagre, samt indførelse af forbrugsbegrænsende foranstaltninger.
- Sikring af et *detaljeret og opdateret datagrundlag og stor viden* i øvrigt om oliemarkedet som grundlag for krisehåndteringen, således at denne kan tilrettelægges hensigtsmæssigt.
- *Gode og effektive samarbejdsrelationer* til andre parter, som er centrale for krisehåndteringen, herunder store producent- og forbrugerlande uden for IEA.

I denne sammenhæng er lagerberedskabet et centralt værktøj for olieberedskabet. Det danske lagerberedskab er baseret på, at de selskaber, som importerer eller producerer råolie og olieprodukter i Danmark, har en lagringspligt efter dansk lovgivning. Denne lagring dækkes af selskaberne på to måder. For en mindre dels vedkommende af selskabernes egne lagre og for hovedpartens vedkommende af Foreningen Danske Olieberedskabslagre (FDO) på vegne af selskaberne. Stort set alle olieselskaber, der opererer i Danmark, er medlem af foreningen. Lagringspligten er bundet til olieforbruget, og forpligtelsen reduceres dermed i takt med en fremtidig nedgang i olieforbruget.

### Boks 35

Det danske lagerberedskab består af to typer lagre:

- *Beredskabslagre* opbevaret i nedgravede, forstærkede tankanlæg af beton, spredt placeret i Danmark, dvs. med nogen beskyttelse over for krig og terrorangreb gennem deres konstruktion og geografiske spredning. Alle beredskabslagre ejes og drives af FDO.
- *Mindstelagre* opbevaret i konventionelle tankanlæg. Mindstelagrene omfatter dels selskabernes egne lagre, dels FDO-lagre. De er rettet mod en forsyningsafbrydelse og har således ingen særskilt fysisk beskyttelse over for krig og terrorangreb.



Danmark har i øjeblikket lagre, som svarer til 81 dages forbrug.

Den danske krisehåndtering i relation til en forsyningsafbrydelse for olie er primært baseret på § 1 i lov om forsyningsmæssige foranstaltninger. I en sådan situation drøftes situationen løbende mellem myndigheder og olie sektoren i Det Rådgivende Olieudvalg.

#### Boks 36

Beredskabet på olieområdet er beregnet til at kunne dække forsyningsafbrydelser af både kortere og længere varighed. Hvis en forsyningsafbrydelse ikke forventes at ophøre på kortere sigt, kan den ikke håndteres ved lagertræk, og i så fald skal der etableres forbrugsbegrænsende foranstaltninger. Det er et krav fra både IEA og EU, at medlemsstaterne har planer for sådanne begrænsende foranstaltninger og for gennemførelsen heraf.

I september 2009 blev der vedtaget et nyt EU-direktiv om forpligtelse for medlemsstaterne til at opretholde minimumslagre af mineralolie og/eller mineralolieprodukter. Direktivet skal implementeres i national lovgivning senest 31. december 2012. Direktivet moderniserer en række ældre bestemmelser på området. EU har således ønsket at foretage en tilnærmelse mellem IEA-regelsættet og det tilsvarende EU-regelsæt. EU har endvidere blandt andet ønsket en bedre kontrol med lagrene og at etablere et fokus på de såkaldte centrale lagerenheder (som eks. FDO).

### 9.3 El- og gasberedskab

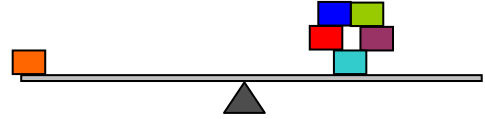
Beredskabet for elsektoren og naturgassektoren er reguleret i lovgivningen. Beredskabet er baseret på, at de enkelte virksomheder skal have det nødvendige beredskab, og at virksomhedernes beredskab koordineres af Energinet.dk.

#### Boks 37

Alle bevillingspligtige virksomheder - dvs. elproducenter med en kapacitet på mindst 25 MW, net- og transmissionsselskaber samt naturgasselskaberne - skal udarbejde beredskabsplaner og træffe de nødvendige foranstaltninger for at sikre el- og naturgasforsyningen i krisesituationer.

Energinet.dk varetager de overordnede, koordinerende planlægningsmæssige og operative opgaver vedrørende beredskabet inden for sektorerne. Denne opgave omfatter beredskabet før, under og efter en krisesituation. Dette betyder blandt andet, at energisystemerne overvåges, og at der er lagt planer for, hvordan forsyningen kan genetableres, hvis forstyrrelser opstår. Energinet.dk har en operationel, døgnbemandet kontakt til alle virksomhederne.

Energinet.dk har endvidere udarbejdet sektorberedskabsplaner for henholdsvis el- og naturgassektoren, som beskriver samordning, koordinering og kommunikationsforhold mellem virksomhederne.



Energinet.dk repræsenterer el- og naturgassektorerne i de 12 lokale beredskabsstabe og giver tilbagemeldinger til Energistyrelsen herom. Energinet.dk har etableret Danske Elselskabers Beredskabsudvalg og Danske Naturgasselskabers Beredskabsudvalg, som under Energinet.dk's formandskab drøfter forhold om beredskabsarbejdet.

Et særligt forhold er informationsvirksomheden til befolkningen, medier m.fl.:

- De enkelte forsyningsvirksomheder skal (f.eks. gennem særskilte informationsplaner) sikre, at virksomheden ved større el- eller naturgasafbrydelser i fornødent omfang informerer myndigheder inkl. politimyndigheder, samarbejdspartner, elforbrugere, pressen og offentligheden i øvrigt om egen virksomhed om afbrydelsens forventede omfang og varighed, dens håndtering mv.
- Energinet.dk skal gennem en særskilt informationsplan sikre, at virksomheden ved større strømafbrydelser og andre større hændelser i fornødent omfang informerer myndigheder, pressen og offentligheden i øvrigt om den samlede, overordnede situation for el- henholdsvis naturgasforsyningen.

Forsyningen af energiråvarer som kul, naturgas, olie m.m. til kraftvarmeværkerne er underlagt de generelle vilkår på energimarkedene. Der er ikke krav om opretholdelse af lagre af disse energiråvarer. For kullagre er der en løbende overvågning af deres størrelse, som typisk er på 3-5 måneders forbrug.

I beredskabsarbejdet indgår en del internationalt samarbejde, især i EU-regi og i Norden. Bl.a. er der etableret et nordisk samarbejde om beredskab for elsektoren (NordBER) omfattende de 5 nordiske el- og energiberedskabsmyndigheder og de 5 nordiske systemansvarlige virksomheder. Efter anbefaling af bl.a. Rigsrevisionen arbejdes der på at styrke og udbygge dette arbejde til at omfatte alle elementer i et beredskabssamarbejde for det samlede nordiske elsystem.

#### *Tekniske forskrifter i elsektoren*

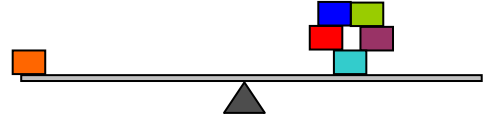
I elsektoren har Energinet.dk udstedt en række tekniske forskrifter og designkrav, der sikrer effektivitet og teknisk stabilitet i anlæggene og dermed forsyningssikkerheden i den daglige drift.

Grundlæggende er der et højt og effektivt beredskab i forhold til anlægs- og systemtekniske forhold, som bidrager til at sikre den høje danske forsyningssikkerhed. I den daglige drift kan der især på elsiden opstå udefrakommende afbrydelser, f.eks. på grund af overgravning af ledninger eller ekstremt vejr. Elselskaberne har et incitament til at minimere sådanne afbrydelser, fordi de siden 2008 bliver benchmarket på kvalitet i leveringen, der aktuelt omfatter omfanget og længden af strømafbrydelser hos forbrugerne. Selskaber med lav kvalitet i leveringen bliver pålagt en reduktion af deres indtægtsrammer. Der har ikke været behov for at indføre tilsvarende regler på naturgassiden.

#### *Forordning om naturgasforsyningssikkerheden*

På baggrund af den russisk-ukrainske krise i januar 2009 har EU-Kommissionen fremsat forslag om en ny gasforordning, som har til formål at forbedre forsyningssikkerheden i EU: Forslag til Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) om foranstaltninger til opretholdelse af naturgasforsyningssikkerheden. Forordningen har til formål gennem forebyggende foranstaltninger og konkrete krise-





mekanismer at forbedre både den kortsigtede og den langsigtede forsyningssikkerhed på fællesskabsniveau.

#### Boks 38

Forordningen skal sikre, at alle medlemsstaterne og aktørerne på gasmarkedet træffer effektive foranstaltninger til at afbøde konsekvenserne af potentielle afbrydelser i gasforsyningen. Den omfatter også en mekanisme for samarbejde mellem medlemsstaterne, således at de kollektivt kan sætte effektivt ind over for eventuelle større afbrydelser i gasforsyningen.

Medlemsstaterne skal opstille klare og effektive beredskabsplaner, som inddrager alle de berørte parter, og som i tilfælde af en væsentlig afbrydelse tager fuldt ud hensyn til EU-dimensionen. Disse beredskabsplaner skal være baseret på risikovurderinger. Forordningen fastsætter desuden en fælles indikator, som bruges til at definere, hvad der betragtes som en væsentlig forsyningsafbrydelse.

Alle medlemsstaterne skal udpege en myndighed, som skal være ansvarlig for løbende at overvåge gasforsyningen, vurdere risikoen for forsyningerne og opstille forebyggende handlingsplaner og beredskabsplaner. Medlemsstaterne forpligtes desuden til at arbejde tæt sammen i krisesituationer.

Forordningen tager ligeledes sigte på, blandt andet med støtte fra den europæiske økonomiske genopretningsplan, at forbedre rammerne for investeringer i nye sammenkoblinger på tværs af landegrænserne, nye importkorridorer og kapacitet for reverse flow og lagring. Den omhandler blandt andet krav til infrastrukturstandarder, som medlemslandene skal opfylde i tilfælde af, at den største forsyningskilde falder bort.

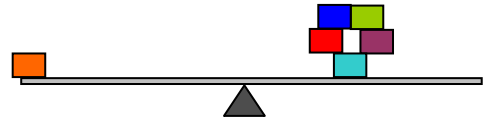
Endvidere sætter forordningen begrænsninger for hvilke kundekategorier, der kan være beskyttede mod afbrud i en krisesituation, således at gasforsyningen alene opretholdes til de mest sårbare kundekategorier, mens de øvrige skal kunne kobles fra.

Forordningen betyder, at gasleverandørerne på det indre gasmarked bliver mere indbyrdes afhængige. Den udgør ligeledes et solidt grundlag for Den Europæiske Union, når den skal forsvare sine interesser over for gasleverandører i tredjelande.

#### 9.4 Varmeforsyning

Der er ikke etableret et beredskab for fjernvarmeområdet og for forbrugernes individuelle varmforsyningsanlæg. Dog er der tekniske forskrifter for af sikkerhedsmæssig og miljømæssig karakter for de enkelte typer af anlæg.





## 10. Status for forsyningsikkerheden

Samlet set står Danmark ikke umiddelbart i en situation, hvor forsyningsikkerheden er truet som følge af manglende adgang til energiresourcer. I forhold til brændsler, der importeres, vil Danmarks fokus ligge på sikring af velfungerende markeder.

En nedbringelse af behovet for importerede brændsler gennem energieffektivisering og omlægning til vedvarende energiteknologier, der ikke er brændselsbaseret, kan i et begrænset omfang være med til at forbedre forsyningsikkerheden, idet dog den danske efterspørgsel – uanset om den er stor eller lille – næppe påvirker de internationale energimarkeder.

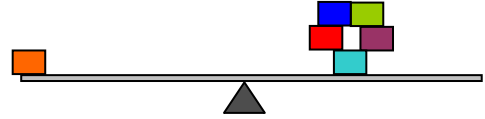
Den store udfordring for forsyningsikkerheden ligger i den omstilling af energiforsyningen, som følger af de klima- og energipolitiske målsætninger og visionen om, at Danmark skal være uafhængigt af fossile brændsler. Denne omlægning kræver grundig tilrettelæggelse og gennemførelse, hvis ikke den skal svække forsyningsikkerheden.

Gennemgangen af infrastrukturen viser for det første, at det overordnede hensyn til forsyningsikkerhed, der har kendetegnet dansk energipolitik, har båret frugt. Der er en meget høj forsyningsikkerhed i de tekniske anlæg inden for el, naturgas og fjernvarme. Umiddelbart står Danmark således ikke overfor forsyningsikkerhedsmæssige udfordringer på dette område, om end der er et løbende behov for tilpasning af infrastrukturen til markedets udvikling.

Med de aktuelle markedsmæssige forhold er der imidlertid ikke tilstrækkelige incitamenter til at etablere ny elproduktionskapacitet. Det indebærer, at der efter Energinet.dk's vurdering vil kunne opstå kapacitetsproblemer fra omkring 2015. Den støttede vindkraftudbygning og en forventet udbygning af højeffektive netforbindelser til nabolandene reducerer dog risikoen for kapacitetsproblemer.

Der er aktuelt rigelig kapacitet i systemet, hvilket indebærer så lave elpriser (i visse tilfælde negative priser), at det ikke er rentabelt at etablere ny elproduktion. I tilfælde af kapacitetsproblemer i et område må det formodes, at markedet leverer den elektricitet, der er behov for.

En øget anvendelse af vindenergi giver dog udfordringer for forsyningsikkerheden på grund af udsving og produktion på tidspunkter, hvor der ikke nødvendigvis er behov for elektriciteten og omvendt ingen produktion på tidspunkter hvor der kan være brug for den. Udfordringerne ved indpasning af en stigende andel vindenergi imødegås med det igangværende paradigmeskift i elforsyningen, hvor man bevæger sig væk fra et system baseret på, at *forsyningen følger forbruget* til et



system, hvor *forbruget følger forsyningen*<sup>35</sup> gennem intelligente løsninger, herunder ”smarts grids” og decentral elproduktion. Kabellægningsplanen fra april 2009 er et element i dette paradigmeskift.

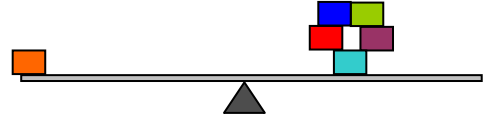
Et velfungerende beredskab, der dels er drevet af statslige forskrifter, dels af aktørernes egne foranstaltninger, sikrer forsyningsikkerheden i korterevarende krisesituationer.

I det lidt længere perspektiv kan der som nævnt blive behov for en omlægning af energiforsyningen og energiforbruget såvel i lyset af de globale miljø- og klimamæssige udfordringer, som de internationale politiske og markedsmæssige udfordringer, der ligger i den stigende internationale efterspørgsel efter fossile brændsler fra stadigt færre udbydere.

Del 3 gennemgår potentialer for den fremtidige energiforsyning og de udfordringer en omstilling heraf stiller, hvis den høje forsyningsikkerhed skal bevares.

---

<sup>35</sup> Man refererer internationalt til de to paradigmer ”Supply follows demand” og ”Demand follows supply”, hvor det sidste indebærer mulighed for, at systemansvaret (TSOen) kan afbalancere systemet ikke blot gennem styring af produktionen, men også gennem styring af forbruget, primært gennem prissignaler og andre økonomiske incitamenter.



## DEL 3. Udviklingsmuligheder og forsyningsikkerhed på længere sigt

### 11. Muligheder for omlægning af energiforsyningen til vedvarende energi

Hensynet til klima og miljø og den langsigtede vision om, at Danmark skal være uafhængigt af fossile brændsler tilsiger, at der skal ske en omstilling af energisektoren og energiforsyningen. Dette vil være en udfordring for forsyningsikkerheden, hvorfor omstillingen må forberedes og tilrettelægges grundigt.

De vedvarende energikilder, som skal være med til at erstatte de fossile brændsler har dels nogle begrænsninger i forhold til, hvor stor en del af produktion, der teoretisk set kan ske i Danmark. Ud over de vedvarende energikilder kan det også på sigt vise sig muligt at fortsætte med kulbaseret energiproduktion, såfremt CCS-teknologien viser sig samfundsøkonomisk attraktiv.

Til belysning af mulighederne for omlægning af energiforsyningen fra fossile brændsler til vedvarende energi er udarbejdet et skøn over det teoretiske potentiale for energiproduktion i Danmark fra forskellige typer vedvarende energi.

Der er ikke i opgørelsen af det teoretiske potentiale taget stilling til den forsyningsikkerhedsmæssige, økonomiske eller miljø- og klimamæssige mest optimale omlægning. Denne vil bero på en afvejning af en række hensyn, herunder f.eks. miljømæssige hensyn i forhold til samfunds- og privatøkonomiske hensyn, klimamæssige krav i forhold til andre miljømæssige hensyn, samt teknisk muligheder i udvikling af nye teknologier og indpasning af forskellige teknologier i et velfungerende og dermed sikkert energisystem. Disse afvejn timer vil bero på omfattende analyser, der ikke er foretaget i denne rapport. Det må dog umiddelbart forventes, at en fuld omlægning af energiforsyningen til vedvarende energi vil være ganske omkostningstungt.

Oversigten sigter på at belyse de energimæssige potentialer, og deres forudsætninger vedrørende især arealanvendelse, hvor særligt visse VE-kilder lægger betydeligt beslag på landarealer. Til illustration heraf er der udarbejdet et skøn for de andele af Danmarks landareal på 43.000 km<sup>2</sup>, de enkelte energikilder sol, vind, biomasse eller bioethanol vil lægge beslag på, såfremt Danmarks bruttoenergiforbrug på ca. 850 PJ/år skulle dækkes fuldt ud af hver enkelt af disse energikilder. Andelen af nødvendigt areal er vist i tabel 3.

Det skal understreges, at opgørelsen er rent teoretisk – den skal blot illustrere forskellen på de forskellige teknologier. Hvis Danmarks samlede energiforbrug eksempelvis skulle dækkes af biomasse, ville det kræve et landareal som overstiger Danmarks samlede areal med 32 pct. Hvis det samlede energiforbrug skulle dækkes med solvarme ville det derimod kun kræve et areal svarende ca. til Langeland, nemlig 1,4 pct. af det samlede areal. Det skal desuden nævnes, at vindmøllearealet i tabellen omfatter det areal, der er nødvendigt for placeringen af møllerne, men at arealet vil



kunne udnyttes til landbrugs- eller skovbrugsformål med de begrænsninger, som møllernes fundamenter medfører.

**Tabel 3. Teoretisk andel af det danske areal til 100 pct. forsyning med alternative VE kilder**

	Pct. af Danmarks landareal
Solvarme	1,4
Solcelle-el	5,5
Vindmøller	28
Biomasse	132
Bioethanol	360

Opgørelsen af arealbehovet afspejler det forhold, at udnyttelsen af solens energi ved fremstilling af biomasse og bioethanol er lav, på henholdsvis ca. 0,4 pct. og ca. 0,15 pct., sammenlignet med en mere direkte udnyttelse som f.eks. ved brug af solceller, der under optimale forhold har en virkningsgrad på ca. 10 pct., eller solvarme, der har en virkningsgrad på op til 40 pct.

Såfremt *det nuværende elforbrug* på ca. 130 PJ skulle dækkes af vindkraft på havet, vil det overslagsmæssigt kræve et havareal på 1300 km<sup>2</sup> svarende til et kvadrat på 35 x 35 km eller ca. 1,2 pct. af det danske havareal. Til sammenligning er omkring 10 pct. af havarealet i dag udpeget som beskyttet område.

Til vurdering af mulighederne for at erstatte fossile brændsler med vedvarende energikilder er udarbejdet et skøn over potentialerne for vedvarende energi i Danmark, jf. tabel 4.

Det skal understreges, at opgørelsen er behæftet med stor usikkerhed, og at den alene giver et billede af de teoretiske potentialer under de anførte forudsætninger. Eksempelvis kan det ikke på nuværende tidspunkt siges, hvor stor en andel af landbrugsjorden, man vil allokere til energiafgrøder eller udlægning af solceller i stedet for den nuværende fødevareproduktion. Derimod kan det beregnes, at potentialet for energiafgrøder er ca. 65 PJ, såfremt man allokerer 15 pct. af det dyrkede areal til sådanne afgrøder.

Tabel 4 viser et uudnyttet potentiale for vedvarende energi, der er 10 gange større end produktionen i 2007 og næsten 1,5 gange større end bruttoenergiforbruget i Danmark i 2008, der var 850 PJ.

Det fremgår af tabellen, at udbygningsmulighederne for biobrændsler er begrænsede, og at de forudsætter inddragelse af betydelige mængder landbrugsjord til energiafgrøder. Dog er der for biogas et uudnyttet potentiale på ca. 35 PJ. Også her er potentialopgørelsen behæftet med nogen usikkerhed, men angiver en størrelsesorden.

Det største uudnyttede potentiale ligger i en udbygning med havvindmøller. Teoretisk set vil havvindmøller alene kunne dække det danske bruttoenergiforbrug, hvis man vil inddrage 10 pct. af havarealet til vindkraft. En sådan udbygning ville kræve en total omlægning af energiforbruget samt udvikling af styrings- og lagermekanismer og samspillet med vore nabolande. Selv med en mindre udbygning af vindkraften indebærer det et paradigmeskift i forhold til dagens energiforsyning.



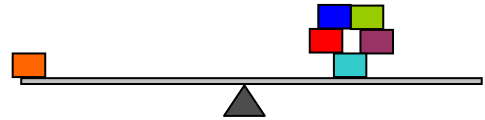
**Tabel 4. Potentialer for vedvarende energi i Danmark, kendt teknologi (PJ)**

	Produktion 2008	Udnyttet Potentiale	Forudsætninger for potentiale- vurdering
<b>El</b>			
Landmøller	20	16	4.000 MW
Havmøller	5	>1.000	80.000 MW svarende til 10.000 km <sup>2</sup> eller ca. 10 pct. af havarealet
Solceller	0	8 – 100	10 m <sup>2</sup> pr. bolig - 300 km <sup>2</sup> (1 pct. af landarealet)
<i>Elproduktion i alt</i>	25	>1.000	
<b>Varme</b>			
Individuelle solvarme- og varmepumpeanlæg	6	25	Halvdelen af boliger med gasolie og naturgas (2008)
Fjernvarme-solvarme- og varmepumpeanlæg	1	60	Halvdelen af fjernvarmeproduktionen (2008)
Geotermi	1	40	Ca. 50 pct. af potentialet for geotermi
<i>Varmeproduktion i alt</i>	7	125	
<b>Biobrændsler og affald</b>			
Halm	15	40	Teknisk potentiale / Nuværende arealanvendelse
Træ	41	10	Nuværende produktion og skovareal
Energiafgrøder	4	65	10 pct. af landarealet svarende til ca. 15 pct. af det dyrkede areal
Biogas	4	35	Nuværende biogasegnet produktion
Affald	24	5	Skønnet ekstra affaldsmængde til forbrænding i 2020
<i>Biobrændsler og affald i alt</i>	88	155	
<b>Energiproduktion i alt</b>	<b>121</b>	<b>&gt;1.300</b>	

Kilde: Energistatistik 2008 og egne beregninger

Udnyttelse af geotermisk energi er kendt teknologi, men udbredelsen er aktuelt begrænset i Danmark. Den forudsætter nærhed til fjernvarmeforsynede områder, jf. beskrivelsen nedenfor. Såfremt geotermisk energi skal udnyttes i større stil, vil det medføre et tilsvarende mindre behov for varme fra især kraftvarmeverkerne. Det passer logisk sammen med øget brug af vindkraft i elproduktionen.

Hvis de tekniske og logistiske forhold kan håndteres, vil en energiforsyning baseret på en høj udnyttelse af vindkraft og geotermisk energi være beskyttet mod eventuelle udefra kommende politiske



trusler mod forsyningsikkerheden og mod prisstigninger, der skyldes øget international konkurrence om brændslerne. Dog vil energiforsyningen være afhængig af tilstrækkelig erstatningskapacitet for vindkraften, når det ikke blæser, og afsætningsmuligheder for el, når der er overskud af vindkraft. Det vil føre til øget behov for handel med el med vore nabolande.

Solceller produktionen står opgjort med 0 PJ, fordi den er mindre end 0,5 PJ. Det skal dog nævnes, at der er en udvikling i gang på området, som afspejler sig i et potentiale opgjort til 8 – 100 PJ. Bølgekraft og biomasse fra havet er ikke medregnet i opgørelsen, da disse teknologier og energikilder endnu er på udviklingsstadiet.

Omfanget og kadencen i en omlægning af energiforsyningen fra teknologier baseret på forbrænding til øget brug af vind, sol, geotermisk energi og bølgekraft vil afhænge af såvel den teknologiske udvikling som udviklingen i de relative priser.

### *Geotermisk energi*

I jordens kerne foregår der til stadighed radioaktive processer, der medfører en konstant strøm af varme fra jordens indre. Varmen strømmer ud gennem jordens kappe til skorpen, hvor den kan udnyttes fra områder i undergrunden med bjergarter som sandsten eller kalk.

Figur 38 viser de beregnede geotermiske ressourcer i den danske undergrund. Kortet er opdelt i områder med en samlet varmeressource fra ca. 2 GJ/ m<sup>2</sup> (gule områder) til ca. 20 GJ/ m<sup>2</sup> (mørkegrønne områder).

Ud fra et udnyttelsespotentiale er grønne områder i nærheden af større fjernvarmenet det økonomisk set mest interessante. Desuden forudsætter udnyttelsen af geotermisk energi tilstedeværelsen af drivenergi, hvilket understreger behovet for, at geotermisk energi indgår i større integrerede løsninger.

I Danmark har geotermisk energi været udnyttet i fjernvarmeforsyningen i Thisted siden 1984 og ved Amagerværket på Margretheholm siden 2005. Anlægget på Margretheholm kan levere ca. 1 pct. af Københavns samlede varmeforbrug, eller hvad der svarer til ca. 4.600 husstandes varmeforbrug. Potentialet er større, men den geotermiske energi skal indpasses i forsyningen i samspil med såvel kraftvarme som affaldsvarme, hvilket aktuelt begrænser muligheden for fuld udnyttelse af den geotermiske ressource på dette sted. Endnu et anlæg er under planlægning i Sønderborg med mulig start i 2011 afhængig af resultaterne af en testproduktion fra borerne.

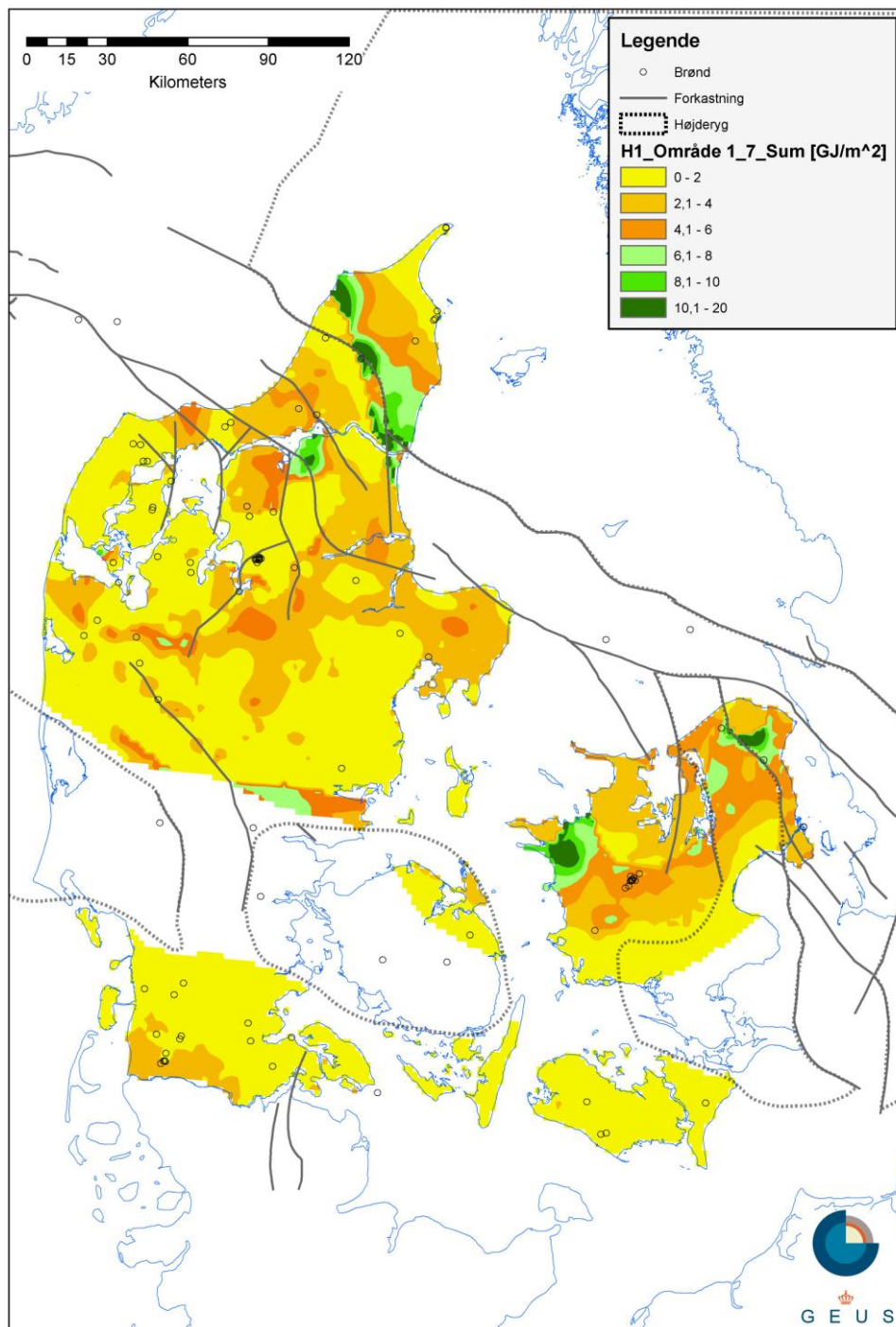
I rapporten *Geotermi – Varme fra jordens indre - Status og muligheder i Danmark*, som Energi styrelsen udsendte i oktober 2009, peges der på 32 områder med et årligt fjernvarmeforbrug på i alt ca. 75 PJ, hvor der skønnes at være mulighed for udnyttelse af geotermisk varme. Rapporten vil blive suppleret med en redegørelse om internationale erfaringer, økonomiske forhold og barrierer for geotermisk varmeproduktion i 2010.

På sigt vurderes geotermisk energi at kunne forsyne en del af fjernvarmemarkedet med energi. Initialomkostningerne er imidlertid betydelige, fordi der kræves omkostningstunge borer. Geoter-



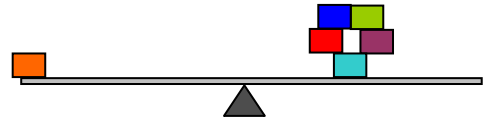
misk energi forventes derfor først at indgå med et betydeligt bidrag i energiforsyningen efter 2020. I tabel 4 er indregnet et skønnet potentiale på 40 PJ.

**Figur 38. Geotermiske ressourcer i Danmark**



Kilde: GEUS





## 12. Krav til infrastrukturen

### 12.1 Samspil mellem forsyningsystemerne

I forhold til såvel forsyningsikkerhed som hensynet til at sikre de samlet set mest optimale løsninger i forhold til miljø- og klimamæssige samt samfunds- og privatøkonomiske hensyn er der behov for en gennemtænkt indfasning af nye forsyningsformer og energikilder. Det skal ske i lyset af den liberalisering, der allerede er sket eller på vej i energiforsyningen.

De enkelte virksomhedsejere ser naturligt på økonomien i egne anlæg. Det er derfor nødvendigt at sikre privatøkonomien for alle beslutningstagere – på både producentsiden og forbrugersiden.

Der vil være brug for en vurdering af, hvor langt udviklingen vil ske ”af sig selv” på markedets vilkår, og i hvilket omfang man vil påvirke udviklingen gennem ændrede rammevilkår, herunder eksempelvis gennem krav om en samlet planlægning, eller via diverse incitamenter.

Udfordringen bliver at udbygge og tilpasse systemerne, så fremtidens paradigmeskift kan gennemføres fra den nuværende afhængighed af fossile brændsler til et samfund baseret på en langt større brug af vedvarende energi, uden at forsyningsikkerheden sættes over styr.

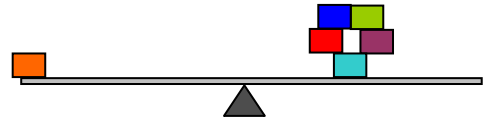
Vi ser allerede i dag, at vindkraftudbygningen påvirker økonomien i de eksisterende kraftværker.

Særligt interessant bliver udbygning og tilpasningen af fjernvarmesektoren, hvor eksempelvis sammenkobling af fjernvarmesystemer kan være en forudsætning for øget anvendelse af geotermi. Indfasning af geotermi vil reducere behovet for især kraftvarme. Den energieffektive kraftvarme-produktion skal derfor gerne erstattes af anden energieffektiv elproduktion, eksempelvis vindkraft. Fjernvarmesektoren kan på sin side blive aftager af el i perioder med overskud af vindkraft etc.

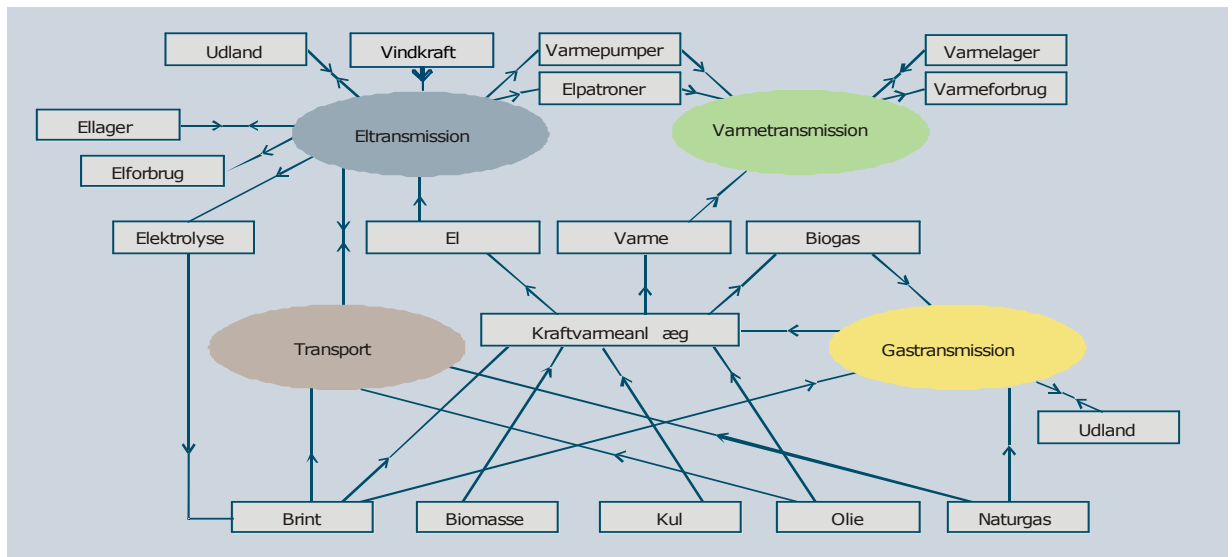
Samtidig skal alle dele af systemerne kunne spille sammen.

Kompleksiteten i fremtidens energiforsyning er illustreret i figur 39.





Figur 39. Muligheder for samspil mellem energisystemer



Kilde: Energinet.dk

## 12.2 Øget behov for styringsinstrumenter

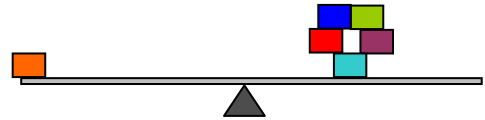
Såfremt der skal ske en omlægning til øget brug af vedvarende energi i energiforsyningen vil der være behov for at bringe alle styringsinstrumenter i spil. Det er ikke et spørgsmål om enten at vælge import/eksport eller styring af det indenlandske forbrug. I et system med stor anvendelse af vedvarende energi i elforsyningen er der behov for begge dele.

Energinet.dk, der varetager systemansvaret for både el og gas, er ikke i dag i normale driftssituationer i stand til at diktere ind- og udkobling af produktion og forbrug. Der arbejdes derfor på at kunne styre produktion og forbrug ved hjælp af prissignaler. De rent tekniske styringsmekanismer er også allerede under udvikling. Jo mere komplekse systemerne bliver, des større bliver behovet for intelligente løsninger og øget decentral produktion på små fleksible enheder.

### Boks 39

Styringsmekanismer til sikring af forsyningsikkerheden ved stor andel af vedvarende energi i energiforsyningen omfatter eksempelvis følgende:

- eksport / import af elektricitet
- forøgelse / reduktion af forbruget af el til elpatroner eller varmepumper til opvarmning
- forøgelse / reduktion af anden elproduktion, decentralt eller centralt
- styring af dele af elforbruget
- styring af opladning af elbiler – på sigt lade elbilernes batterier levere strøm til nettet
- styring af forbruget hos større naturgasforbrugere



Brugen af virkemidlerne vil afhænge af økonomien i den konkrete situation. Her kan afgifts- og tarifsystemet samt markedsdesign og udbredelsen af intelligente systemer, herunder intelligente målere spille en central rolle. Muligheden for afbrydelighed af slutbrugere af energi er allerede et anvendt styringsinstrument på især naturgassiden.

På elsiden har Energinet.dk siden 2004 arbejdet med det såkaldte celleprojekt, der effektivt indpasser vedvarende energi i et afgrænset område gennem elektronisk styring af forsyning og forbrug. Projektet omfatter styring og indpasning af mindre decentrale produktionsenheder og styring af elforbruget i et afgrænset geografisk område, baseret på avanceret styring af centrale punkter i transmissions- og distributionsnettet. Der er som det hidtil eneste sted i verden gennemført et pilotprojekt i Holsted i Jylland. Pilotprojektet forventes afsluttet i 2011 med fuldskalatest, hvorefter det forventes udrullet i større skala. Læs mere om projektet i bilag 11, Smart Grids.

Et af de væsentlige formål med projektet er at vise, at det er muligt at ændre driften af nettet. Med den nye komplekse virkelighed, hvor effektretningerne skifter, og hvor flow i nettet varierer langt mere end tidligere, er der behov for at ændre driftsfilosofi med henblik på at udnytte den eksisterende infrastruktur optimalt og for at sikre mod afbrud i forsyningen inden for ”cellen” på grund af tekniske ubalancer i det overordnede system. Projektet indeholder klare forsyningsikkerhedsaspekter i en situation med mange forsyningskilder. Som led i projektet installerer blandt andet Energinet.dk nye målere, der opsamler elektrotekniske data, der ikke hidtil er blevet overvåget i nettet.



## 13. Potentialet for effektivisering af energiforbruget

### 13.1 Baggrund for vurderingen

Energibesparelser gennem effektiviseringer kan bidrage til fastholde et højt niveau af forsyningsikkerhed, idet effektivisering vil øge sandsynligheden for, at den eksisterende kapacitet og infrastruktur er tilstrækkelig, ligesom den vil reducere behovet for brændsler. Endvidere kan energieffektiviseringer bidrage til opfyldelse af de danske klimamålsætninger, og på kort sigt særligt i det omfang de finder sted uden for de kvoteomfattede sektorer.

Energieffektivisering er derfor også et centralt element i EU's strategi til forbedring af forsyningsikkerheden, hvilket der fra dansk side blev lagt vægt på i forhandlingerne af strategien.

Som beskrevet i afsnit 6 er der allerede iværksat en række besparelsesindsatser som følge af Energi-aftalen fra 2008. Der er imidlertid herudover fortsat et potentiale for energieffektivisering inden for opvarmning, belysning mv. i husholdninger og erhvervsliv. Hertil kommer et potentiale for energieffektivisering ved en overgang til elanvendelse i transportsektoren.

I dette afsnit er redegjort for teoretiske potentialer for effektivisering. Der er i opgørelsen kun i begrænset omfang taget højde for privatøkonomisk og samfundsøkonomisk rentabilitet. En række undersøgelser og praktiske erfaringer har imidlertid vist, at en del af de opgjorte tekniske besparelsepotentialer er samfundsøkonomiske og privatøkonomisk attraktive. For eksempel fremgår det af regeringens *Handlingsplan for en fornyet energispareindsats* fra 2005, at der umiddelbart var et samfundsøkonomisk besparelsepotentiale på 10 pct. af forbruget. Dette potentiale forøgedes til 24 pct., hvis energibesparende tiltag over en 10-årig periode blev gennemført i forbindelse med andre vedligeholdelsesarbejder og udskiftninger. Heri indgik også en forventning til realiseringen af en fortsat teknologiudvikling. Det skal bemærkes, at afgiftsændringer kan have betydet, at en del af dette potentiale allerede er indfriet.

I den uafhængige evaluering af besparelsesindsatsen *En vej til flere og billigere besparelser* fra december 2008 fremgår det desuden, at der i mange virksomheder kan findes betydelige energibesparelser, som har en tilbagebetalingstid på mindre end 2-3 år.

Der er erfaringsmæssigt en række barrierer for gennemførelse af energibesparende foranstaltninger. Der er derfor brug for virkemidler og initiativer, hvis der skal realiseres øgede besparelser. I nedenstående angivelse af økonomien i forbindelse med energibesparelser, er der ikke medregnet omkostninger til virkemidler og til eventuel compensation for det besvær, som de energibesparende foranstaltninger kan medføre for dem, de berører. De realiserbare potentialer må derfor forventes at være mindre end angivet.

I det videre arbejde skal det derfor vurderes, i hvor høj grad markedet alene vil kunne sikre en øget indsats for energieffektivisering, og i hvilket omfang man herudover vil søge at fremme effektivise-



ring gennem ændrede rammevilkår, f.eks. gennem en stramning af bygningsreglementet eller andre tekniske forskrifter, ændring i økonomiske incitamenter, informationskampagner mv. Heri vil indgå de samlede samfundsøkonomiske omkostninger, herunder forvridningstab, klima- og miljøeffekter samt fordelingsmæssige konsekvenser og konsekvenser for statskassen.

Nytten af en indsats for øget effektivisering afvejes overfor tiltag på forsyningsiden ud fra såvel forsyningsikkerhedsmæssige som samfunds- og privatøkonomiske samt miljø- og klimamæssige betragtninger

### 13.2 Effektiviseringspotentiale opdelt på sektorer

#### Opvarmning

Energiforbruget til opvarmning udgør en meget stor del af det samlede forbrug. Fordelingen af forbruget mellem forskellige sektorer fremgår af tabel 5.

**Tabel 5. Endeligt energiforbrug til opvarmning**

Sektor	PJ
Husholdninger	164,4
Offentlig	16,8
Privat service	29,5
Industri	16,9
<b>I alt</b>	<b>227,6</b>

Kilde: Energistatistik 2008 bortset fra forbruget i industrien

Mere end 70 pct. af energiforbruget til opvarmning er i husholdninger. Udover energiforbruget til rumopvarmning indgår også energiforbruget til fremstilling af varmt brugsvand. Dette forbrug udgør i husholdninger ca. 15 pct. af forbruget.

Reduktion af energiforbruget til opvarmning er primært knyttet til energimæssige forbedringer af de eksisterende bygninger, dels fordi nybyggeriet set i forhold til den samlede bygningsbestand er meget begrænset, dels fordi de eksisterende bygninger har lang levetid, og der kun i meget begrænset omfang nedrives bygninger, når der bygges nye.

Studier af besparelsmulighederne i eksisterende bygninger viser, at det tekniske potentiale for besparelser her er betydeligt, jf. bilag 5, Potentiale for energibesparelser og -effektiviseringer. Det vurderes således, at der kan opnås en reduktion af energiforbruget til opvarmning og varmt vand på 23 pct. med en tilbagebetalingstid på 15-25 år. En meget betydelig del af disse besparelser opnås ved, at eksisterende vinduer, som generelt er dårlige, udskiftes og opgraderes til vinduer, som er meget mere energieffektive. Andre indsatsområder er isolering af tag, vægge og gulv. Efterisolering af loft har eksempelvis typisk korte tilbagebetalingstider på omkring 3-6 år, mens tilbagebetalingstiderne for hulmursisolering typisk er 5-10 år<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> Transport- og Energiministeriet (2005), *Handlingsplan for en fornyet energispareindsats*.



I mere vidtgående energibesparende foranstaltninger, som generelt vil bringe konstruktionerne op på et niveau, som er sammenlignelig med kravene til konstruktioner i nye bygninger, opnås der besparelser på mellem 37 og 47 pct. En del af disse besparelser vil ikke være rentable for boligejerne, hvis der ses på energibesparelsen. De vil dog samtidig kunne medføre andre fordele, f.eks. et bedre indeklima.

Udover disse besparelser kan der opnås besparelser gennem forbedringer af de tekniske installationer, herunder ventilationsanlæg, varmeanlæg inkl. kedel, fordelingsystem og automatik i varmtvandsforsyningen samt fast belysning. Besparelserne ved forbedring af de tekniske installationer er opgjort til 13 pct. af det beregnede energiforbrug til opvarmning og varmt brugsvand.

Der er et vist overlap mellem effekten af forbedring af klimaskærmen og forbedring af de tekniske installationer, men ud fra de foretagne studiers resultater kan det konkluderes, at der i eksisterende bygninger kan opnås energibesparelser på mindst 50 pct., hvis der gennemføres omfattende energiforbedringer i alle bygninger. Tages der hensyn til privat- og samfundsøkonomisk rentabilitet, må potentialet forventes at være noget mindre.

Det skal bemærkes, at el kun i begrænset omfang anvendes til opvarmning. En øget anvendelse af el til opvarmning, f.eks. som energikilde til varmepumper, vil kunne bidrage til større indpasning af overskydende el og et reduceret forbrug af fossile brændsler. En øget anvendelse af el til opvarmning vil endvidere reducere udledningen af CO<sub>2</sub> fra den ikke-kvotefattede sektor.

#### *El til apparater og belysning*

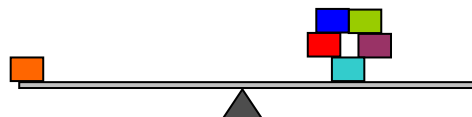
Elforbruget til apparater, lys mv. fremgår af tabel 6.

**Tabel 6. Elforbrug til apparater, lys mv.**

Sektorer	PJ
Husholdninger	32,4
Offentlig	9,0
Privat service	29,4
Industri	33,0
Landbrug mv.	8,6
<b>I alt</b>	<b>112,4</b>

*Kilde: Energistatistik 2008*

Ud fra en undersøgelse af potentialet for energibesparelaser fra 2004, jf. bilag 5, er det er teknisk muligt at spare mindst 50 pct. af elforbruget til apparater og belysning i husholdninger og den offentlige sektor. Man kan således halvere husholdningernes elforbrug, såfremt den nuværende bestand af apparater mv. udskiftes til de mest energieffektive produkter, som i dag er tilgængelige på markedet.

**Tabel 7. Elbesparelsemuligheder i husholdninger**

El i husholdninger, 2003	Forbrug	Potentiale her og nu	Potentiale i 2015	Maksimal besparelse
	TJ	pct.	pct.	pct.
Belysning	5.756	35	40	75
Pumpning	2.074	25	50	75
Køl / frys	7.110	5	25	30
EDB og elektronik	1.015	30	50	80
Madlavning	3.386	10	35	65
Vaskeapparater	5.079	15	60	70
TV/video	3.047	30	50	65
Anden elanvendelse	3.005	30	50	50
<b>I alt</b>	<b>30.472</b>	<b>Gensn. 17</b>	<b>Gensn. 32</b>	<b>Gensn. 59</b>

En stor del af potentialerne kan indfries med en simpel tilbagebetalingstid<sup>37</sup> på mellem 0 og 4 år. Dette ”her og nu”-potentiale<sup>38</sup> fra 2004 er vist i tabel 7. Det svarer til ca. 17 pct. af husholdningernes elforbrug, mens besparelspotentialet med op til 10 års simpel tilbagebetalingstid (uden indregning af renter) og en yderligere forsknings- og udviklingsindsats er næsten en tredjedel af forbruget. Det totale teoretiske potentiale er beregnet til næsten 60 pct. af forbruget, idet der her ikke tages hensyn til rentabiliteten.

Selvom undersøgelsen er nogle år gammel, og der er sket effektiviseringer i perioden, siden den blev lavet, kan det antages, at besparelspotentialerne ikke er blevet væsentligt mindre. Dette skyldes, at der samtidig er sket en teknologisk udvikling.

#### *Energiforbrug i erhvervslivet*

Det endelige energiforbrug i erhvervene vises i tabel 8.

**Tabel 8. Endeligt energiforbrug i erhvervslivet opdelt på anvendelser**

Endeligt energiforbrug	Rumvarme	Proces og apparater		I alt
		Fuel	El	
<b>PJ</b>				
Privat service	29,5	2,0	29,4	60,9
Industri	16,9	59,2	33,0	109,0
Landbrug mv.	0,0	38,3	8,6	46,9
<b>I alt</b>	<b>46,3</b>	<b>99,4</b>	<b>71,0</b>	<b>216,7</b>

Kilde: Energistatistik 2008 og egne beregninger

<sup>37</sup> Den simple tilbagebetalingstid beregnes som investeringsomkostningen divideret med faldet i energiomkostninger uden indregning af kapitalomkostningerne på investeringerne

<sup>38</sup> Jf. Potentiale vurdering – Energibesparelser i husholdninger, erhverv og offentlig sektor, – sammenfatning af eksisterende materialer og analyser, Birch & Krogboe, 2004.



Som det fremgår, udgør brændselsforbruget (olie, naturgas, kul og biomasse) til procesformål i bred forstand ca. halvdelen af det samlede forbrug. I dette forbrug indgår olieforbruget i landbruget til traktorer og andre maskiner og olieforbruget i fiskerflåden.

Det vurderede tekniske besparelspotentiale i erhvervslivet fremgår af tabel 9.

**Tabel 9. Besparelspotentialer for de forskellige slutanvendelser**

Slutanvendelse	2004-undersøgelse	2004-undersøgelse	Ny undersøgelse
	Potentiale her og nu i pct.	Maksimalt Potentiale i pct.	Potentiale ved 10 års tilbagebetalingstid i pct.
Kedel- og nettab	15	60	9
Opvarmning/kogning	25	30	
Tørring	15	40	26
Inddampning	15	55	57
Destillation	15	45	
Brænding/sintring	25	30	
Smeltning/støbning	15	30	
Anden varme	15	50	
Arbejdskørsel	15	30	
Belysning	10	60	68
Pumpning	10	60	
Køl/frys	15	55	
Ventilation og blæse.	10	75	36
Trykluft og procesluft	10	75	40
Øvrige elmotorer	10	35	19
EDB og elektronik	15	50	
Anden elanvendelse	15	20	
Rumvarme	15	40	

Energistyrelsen har imidlertid for nyligt i samarbejde med Dansk Energi igangsat en kortlægning af energiforbruget og en analyse af besparelspotentialerne i erhvervslivet.<sup>39</sup>

I den nye undersøgelse er potentialerne på nogle områder væsentlig mindre, end de var i den tidligere undersøgelse. Det skal bemærkes, at den nye undersøgelse alene opregner besparelsemuligheder med op til 10 års simpel tilbagebetalingstid.

Samlet er det vurderingen, at besparelspotentialet i erhvervslivet udgør mindst 30-40 pct., og at en stor del af dette kan realiseres med kort tilbagebetalingstid.

<sup>39</sup> Der er foreløbig udgivet 3 rapporter, udarbejdet af Dansk Energi Analyse A/S og Viegand og Maagøe ApS: Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug, november 2008, Energibesparelser i erhvervslivet, Delrapport 1, November 2008 og Energibesparelser i erhvervslivet, Delrapport 2, april 2009.



Ud fra ovenstående er de samlede tekniske besparelspotentialer i husholdninger og erhvervsliv sammenfattet i tabel 10.

**Tabel 10. Sammenfatning af besparelspotentialer**

Anvendelse/sector	Teknisk besparelspotentiale	Energibesparelse (2008)
Opvarmning af bygninger	Mindst 50 pct.	Mindst 114 PJ
Elforbrug husholdninger og offentlig sektor	Mindst 50 pct.	Mindst 54 PJ
Erhvervsliv	30-40 pct.	Mindst 33 PJ

Realiseres de tekniske besparelspotentialer, kan det nuværende samlede endelige energiforbrug reduceres med mindst 200 PJ, hvoraf en del imidlertid ikke er samfundsøkonomisk rentable.

Uden hensyntagen til eventuelle energibesparelser på transportområdet svarer det til en reduktion på ca. 30 pct.

Det skal bemærkes, at de studier, som ligger til grund for vurderingerne, typisk kun ser frem til 2015 eller 2020, og der er således kun i beskedent omfang indregnet nye teknologier mv. Det indebærer, at de opgjorte besparelser kan gennemføres med den allerede tilgængelige teknologi. Set i et længere tidsperspektiv må det forventes, at besparelsemulighederne vil blive større.

#### *Transport*

Øget eldrift af biler og tog vil medvirke til at begrænse energiforbruget, idet energieffektivitet er større i elmotorer end i konventionelle benzin- og dieselmotorer.

På længere sigt forventes det endvidere, at elbiler vil kunne indgå i reguleringen af elforsyningen, forudsat at opladningen sker, når der er overskydende produktionskapacitet. På sigt forudses der også at blive en mulighed for at udnytte batterikapaciteten i bilerne i forsyningen gennem afladning af batterierne i spidslastperioder, eller når der opstår ubalance i systemet. Dette vil forudsætte brug af ”intelligente elmålere”, jf. afsnit 14.

### **13.3 Barrierer**

Erfaringen viser, at energiforbrugerne kun umiddelbart realiserer en mindre del af de energibesparelser, som er økonomisk rentable. Det skyldes en række barrierer, som kan gøre det vanskeligt at realisere en stor del af de ovenfor beskrevne besparelspotentialer, herunder at der er besvær forbundet med realiseringen af energibesparelsen og usikkerhed forbundet med størrelsen af denne. En række andre barrierer fremgår af boks 40.





#### Boks 40

Barrierer for gennemførelse af rentable investeringer<sup>40</sup>:

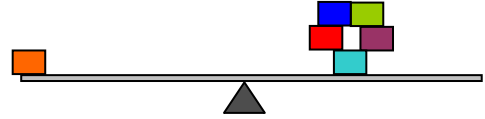
- manglende viden om løsninger og finansieringsmuligheder
- manglende økonomiske, mandskabsressourcer og tidsmæssige ressourcer
- manglende løsninger, som passer lige til den aktuelle opgave
- manglende lyst til at løse opgaven lige nu

Såfremt besparelspotentiallet skal realiseres, må der fokuseres på hver enkelt af disse barrierer.

Det vil også være nødvendigt at opgøre de samfundsøkonomiske omkostninger samt undersøge om de aktuelle virkemidler, herunder økonomiske incitament, virker efter hensigten i forhold til målsætningerne, herunder målsætningen om forsyningssikkerhed.

---

<sup>40</sup> Jf. SBI-rapporten 2009:06 ”Virkemidler til fremme af energibesparelser i bygninger”



## 14. Teknologiske udviklingstendenser

Udviklingen af nye teknologier vedrørende energiforsyning og -forbrug vil påvirke energisystemet og forsyningsikkerheden. I forhold til den langsigtede forsyningsikkerhed er den største udfordring at finde øgede muligheder for lagring af el og varme. Dertil kommer udviklingen af styrings-systemer, der kan tilpasse energiforsyning og -forbrug, herunder det såkaldte intelligente elforbrug. Metoder til lagring og styring er interessante, fordi de muliggør indpasning af større mængder VE som vindkraft og øger sandsynligheden for, at energitjenester er til rådighed, når de efterspørges. Herudover arbejdes der på at udvikle teknologier, der kan understøtte de klimapolitiske mål, herunder nye eller forbedrede VE-anlæg og CCS-teknologier og energieffektive løsninger i forsyning og forbrug.

### 14.1 Lagring af el

El kan lagres på flere måder: 1) ved vandkraftlagring, 2) som komprimeret luft, 3) som brint produceret ved elektrolyse og 4) i batterier. En nærmere gennemgang af potentialet findes i Bilag 13, Metoder til lagring af el og varme.

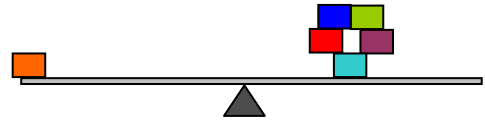
#### *Vandkraftlagring*

Vandkraftlagring er den mest udbredte lagringsform i energisystemer globalt og bliver i dag anvendt til lagring i stor skala, til frekvensstyring og som reservekapacitet. De norske og svenske vandkraftmagasiner anvendes som lagring for dansk vindkraft. Det foregår sådan, at vandkraftproducenterne tilbageholder produktion, når der er overskud af vindkraft i Danmark, og øger deres produktion, når det ikke blæser. Metoden er billig, meget fleksibel og uden særlige energitab, forudsat den ikke kræver udbygning af reservoirerne. I andre former for vandkraftlagring pumpes vand fra et lavereliggende til et højereliggende reservoir, når elpriserne er lave, eller ved overskudsproduktion af el fra vedvarende energikilder. Vandet kan så senere ledes tilbage gennem en generator, når efterspørgslen på el stiger. Også denne metode er velkendt, men virkningsgraden reduceres til 70 – 80 pct. på grund af behovet for energi til pumpekraft.

Fordelen ved vandkraftlagring er muligheden for lagring i stor skala. Den væsentligste ulempe ved vandkraftlagring er, at teknologien er meget afhængig af de specifikke geologiske og geografiske forhold, da en vis højdeforskel mellem det øvre og nedre reservoir er påkrævet. Vandkraftlagringsanlæg har desuden en forholdsvis lang etableringstid, og de er kapitalintensive.

#### *Komprimeret luft*

Lagring af el kan ske i form af komprimeret luft på den måde, at luften komprimeres på tidspunkter med lav elpris ved anvendelse af en kompressor, som drives med el. Den komprimerede luft lagres i underjordiske lagre. Når der trækkes på lageret, driver den komprimerede luft en generator, og der produceres el og varme. Når forbruget af brændstof til opvarmning af luft, der trækkes fra lageret, medtages, kan den samlede effektivitet opgøres til 45-60 pct.



Fordelen ved teknologien er, at lagerkapaciteten let kan varieres væsentligt, og kapaciteten kan være ret stor. Der er aktuelt begrænsede erfaringer med opførelse og drift af denne type anlæg.

### *Brintteknologi*

Brint kan produceres ved elektrolyse af vand eller ved reformering af fossile brændstoffer og kan anvendes som lagringsmedie for energi. Særligt elektrolyse er af interesse, idet elektriciteten anvendes som energikilde til elektrolyseprocessen. Hermed bliver elektricitet transformeret til brint, som kan lagres. Brints energiindhold kan efterfølgende frigøres ved anvendelse i en brændselscelle, hvor der sker en direkte omdannelse til elektrisk energi. Alternativt kan brint forbrændes, hvorved energien via mekanisk energi omdannes til elektricitet. Omdannelse i brændselsceller er langt mere effektivt end forbrænding.

Produktionen af brint kan ske på centrale anlæg og distribueres rørført eller lagres i tanke ved forskellige lagringsteknologier. Desuden kan brint produceres decentralt på små anlæg og enten lagres eller anvendes direkte eksempelvis i mikrokraftvarmeanlæg. Et mikrokraftvarmeanlæg er et anlæg, der kan producere el og varme, og som typisk er på størrelse med et almindeligt husstandsfyur. Der er i dag demonstrationsprojekter på Lolland og i Sønderborg for mikrokraftvarme til boliger baseret på brændselsceller og brintteknologi.

Brintteknologien som energilagring byder på udfordringer, idet både selve brintproduktionen og den efterfølgende lagring er omkostningstung og indebærer store energitab. Der forestår et udviklingsarbejde, før brintteknologier kan bidrage til forsyningssikkerheden på en omkostningseffektiv måde.

### *Batterier*

Der er udviklet forskellige former for store stationære batterier til lagring af el, men disse er endnu kun i en prækommerciel fase. Energieffektiviteten ved lagring i disse batterier ligger på mellem 75-85 pct.

Til transportformål er det sandsynligt, at det først og fremmest bliver små effektive mobile batterier, som vil blive aktuelle som energilagringsmedie. Som grundlag for en større omlægning af transportsektorens energiforbrug fra fossile olieprodukter til vedvarende energi er der behov for udvikling af disse små, mobile batterier.

Forskning og udvikling af batterier er generelt øget dramatisk de senere år på grund af den politiske fokus på og efterspørgsel efter batterier til elbiler. Lithium-ion batterier er i dag den mest lovende batteriteknologi til formålet. Batterierne har potentielt en lang levetid og kan tolerere mange op- og afladninger, før de nedslides til et uacceptabelt kapacitetsniveau. Anvendt i elbiler har batterierne i dag en rækkevidde på mellem 170-350 km pr. opladning. Lithium-ion batterier til elbiler er dog endnu ikke en moden teknologi, og en egentlig kommerciel masseproduktion formodes at ligge nogle år ude i fremtiden.

## **14.2 Lagring af varme**

Lagring af varme er almindeligt i forbindelse med produktion på fjernvarme- og kraftvarmeværker eller fra solvarmeanlæg. Det gælder særligt lagring af varmt vand i ståltanke, der typisk bruges som



korttidslagring ved kraftvarmeværker. Teknologien er velafprøvet og sikker, men relativt dyr til lagring af store mængder energi over lange perioder.

I forbindelse med udnyttelse af solenergi er der en interesse for sæsonlagring af varme. Der er gjort forsøg med lagring i bassiner, såkaldte damvarmelagre. Varme kan også lagres i borehuller i jorden eller i grundvandsmagasiner i dybere jordlag. For alle sæsonvarmelagre gælder det, at der er et teknisk potentiale, men teknologierne er ikke færdigudviklede og omkostningerne er høje.

Langtidslagring af varme kan medvirke til at styrke forsyningsikkerheden, fordi varmen ikke nødvendigvis skal produceres lige, når den efterspørges. Elproduktionen bliver desuden mindre bundet til varmeproduktionen, og systemet bliver samlet set mere fleksibelt. Inden for en kortere tidshorisont vil varmelagring dog kun kunne bidrage til forsyningsikkerhed ved lagring over et par dage.

Elpatroner vil kunne indgå i produktion af varme i varmelagrene.

### 14.3 Elbiler

Elbiler har på sigt et stort potentiale i forhold til lagring af overskydende elproduktion fra blandt andet vindmøller, hvis kvaliteten af batterierne kan forbedres, som beskrevet ovenfor. For at udnytte potentialet må der imidlertid også udvikles et system, der kan sikre et intelligent samspil mellem elbiler og energinettet, således at det bliver muligt at oplade elbilen på de tidspunkter af døgnet, hvor produktionen af vindkraft er høj, og hvor elprisen er lav. Set ud fra ønsket om at fastholde en høj forsyningsikkerhed i elsystemet vil det være essentielt med en ladeinfrastruktur, der kan tage hensyn til nettets tilstand og belastning ved opladning.

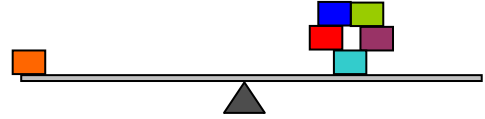
Elbiler er mere energieffektive end benzin- og dieslbiler. Den samlede virkningsgrad er, som det fremgår af tabel 11, opgjort til 30-65 pct. for elbiler, 14 % for benzinbiler og 19 pct. for dieslbiler. Udtrykt som km/l tilført energi (benzinækvivalent) kører en elbil 68 km/l, en benzinbil 15 km/l og en diesebil 19 km/l. Hvis man regner med den samlede virkningsgrad, dvs. indregner energitabet i produktionen af drivmidlerne, kører en elbil 26-57 km/l, en benzinbil 12 km/l og en diesebil 17 km/l.

**Tabel 11. Samlet energiforbrug og virkningsgrad i forhold til drivmiddel**

El <sup>41</sup> spænd fra ren kondens- til ren vindproduktion	Benzin	Diesel
26-57 km/l	12 km/l	17 km/l
30-65 pct.	14 pct.	19 pct.

*Kilde: Alternative drivmidler i transportsektoren, Cowi, 2007*

<sup>41</sup> Ved marginal produktion er der her taget udgangspunkt i et gennemsnitligt dansk kondenskraftværk (dvs. primært kulbaseret). Der er ikke regnet med nyttiggørelse af biprodukter, som f.eks. varme, ved elproduktionen. Der regnes med en virkningsgrad på 40 for kondensproduktion og 100 for vindproduktion.



Det betyder, at en overgang til ren eldrift automatisk sænker energibehovet og dermed bidrager til at øge forsyningsikkerheden. Hertil kommer, at energibehovet kan dækkes af flere forskellige energikilder. Hvis elbilen samtidig kan lades, når der er overskydende produktionskapacitet f.eks. fra vindmøller, bidrager også dette til at øge forsyningsikkerheden.

Elbilteknologien er umiddelbart tilgængelig, men som beskrevet udestår der fortsat et teknologisk gennembrud, der gør elbilerne mere bredt anvendelige. Endvidere er de samfundsøkonomiske omkostninger ved en udrulning af elbiler i større skala fortsat betydelige.

#### 14.4 Intelligent elforbrug

Det såkaldte ”intelligente elforbrug” kan på sigt komme til at spille en rolle i indpasningen af mere fluktuerende vedvarende energi i elsystemet og i forhold til at sikre en fortsat høj forsyningsikkerhed. Der findes og udvikles i dag forskellige ”intelligente” løsninger og systemer, der kan skabe større fleksibilitet i elforbruget, så det i højere grad tilpasses udbuddet af elektricitet. Grundideen er at udnytte, at dele af elforbruget er fleksibelt, dvs. at det uden væsentlig ulempe for forbrugerne kan forskydes til et andet tidspunkt på døgnet.

Erfaringsmæssigt er potentialet for afbrydelighed og andre ”intelligente” styringer større og mere rentable i virksomheder end i husholdninger, selv om det vurderes, at der er et vist potentiale også i husholdningerne.

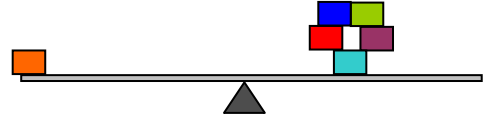
Intelligent elforbrug kræver installation af fjernaflæste elmålere, der registrerer og lagrer forbrugsdata time for time og videreformidler data til energiselskabet. Hvis forbruget skal kunne flyttes automatisk eller fjernstyres af netselskabet eller systemansvaret, kræves særligt kommunikations- og styringsudstyr, der kan kommunikere såvel eksternt som internt med de elforbrugende apparater. Det kan eksempelvis være sensorer til belysning, rumfølere til varmeregulering og hårde hvidevarer, der kan reagere automatisk på udsving i elprisen.

Fjernaflæste elmålere er i dag veludviklede og findes i mange varianter på markedet. Mange netselskaber har opsat målerne hos både store og små forbrugere. Kommunikationsudstyr og IT-software, der automatisk kan udkoble eller ændre elforbruget, er imidlertid udviklet i mindre grad. Der er fortsat udfordringer i at få de intelligente løsninger til at kommunikere, og udbredelsen af løsningerne er derfor indtil videre begrænset. Der er behov for, at teknologien både udvikles mere og billiggøres.

#### 14.5 Udvikling af anlæg til vedvarende energi

Teknologi til udnyttelse af vedvarende energi er i stadig udvikling. Det gælder nye teknologier som f.eks. bølgekraftanlæg. Der er i dag otte demonstrationsanlæg baseret på seks forskellige teknologiske koncepter for bølgekraft i test på havet i Danmark. Det er dog stadig en relativ ny teknologi, og det er derfor usikkert, hvor stort potentialet for udnyttelse af bølgekraft er.

Andre nye VE-teknologier er som tidligere nævnt geotermi og udvikling af biogasanlæg, da et centralt element af den politiske aftale Grøn Vækst er, at der sigtes mod, at 50 pct. af husdyrgødningen i Danmark kan udnyttes til grøn energi i 2020.



Der arbejdes også med videreudvikling af allerede kendte teknologier, f.eks. vedrørende solenergi, varmepumper og vindmøller. Der forskes både i konstruktion af vindmøller med større kapacitet og i mindre husstandsmøller.

#### 14.6 Fjernkøling

Ifølge Energistyrelsens rapport ”Fjernkøling i Danmark”<sup>42</sup> klares kølebehovet i bygninger i dag med klimaanlæg/airconditionanlæg (såkaldte kompressionskøleanlæg), som er placeret i de enkelte bygninger. Disse klimaanlæg drives af elektricitet.

Ved fjernkøling anvendes i stedet såkaldte absorptionskølemaskiner, der udnytter energien i varmt vand til køling. Fjernkøling er således et vandbåret system, hvilket muliggør integration med fjernvarmesystemet.

Absorptionskøling er mindre energieffektiv end almindelige klimaanlæg, men hvis den anvendte varme i anlæggene udgøres af spildvarme eller overskudsvarme, der allerede er til rådighed, kan absorptionskøling være mere energieffektiv. I det omfang hvor fjernkøling giver mulighed for at nyttiggøre energi, som ellers ville gå tabt, kan brændselsbesparelserne være mere markante. Eksempelvis kan kraft-varmeanlæg i dag typisk ikke udnyttes fuldt ud i sommermånederne, hvor varmebehovet er lavt. Da det omvendt er i sommermånederne, at kølebehovet er størst, kan den ledige kapacitet potentielt udnyttes til køling.

Fjernkølingens potentielle bidrag til forsyningssikkerheden består primært i nedbringelse af elforbruget og dermed også nedbringelse af behovet for importeret brændsel. Hvis fjernkølingen er baseret på varmt vand, som er opvarmet af elpatroner, kan fjernkølingen bidrage til balancering i elsystemet ved høj vindkraftproduktion i perioder med lavt el- og varmeforbrug.

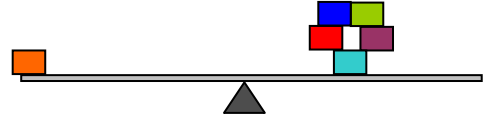
På grund af klimatiske forhold, anvendes køling i bygninger kun i begrænset omfang i Danmark, primært i kontorbygninger, butikker og indkøbscentre mv., hvor der er mange mennesker og maskiner med varmeafgivelse samlet samme sted. Herudover vil fjernkøling næppe være et realistisk alternativ til individuelle airconditionanlæg. Dertil er investeringerne for store, ligesom behovet for køling i private husstande er begrænset til enkelte varme sommerdage.

Euroheat and Power<sup>43</sup> har opgjort det teoretiske kølebehov i Danmark til 12 TWh/år. Da der næppe vil være økonomi i fjernkøling til private husstande i Danmark, reduceres det teoretiske kølebehov, som kunne være relevant for fjernkøling til ca. 6 TWh. Euroheat and Power anslår, at der potentielt vil blive installeret køleanlæg med en årlig produktion på 3,3 TWh i den danske servicesektor. Der skelnes i opgørelsen ikke mellem konventionel køling og fjernkøling.<sup>44</sup>

<sup>42</sup> Fjernkøling i Danmark. Potentiale og Regulering, Energistyrelsen juni 2007.

<sup>43</sup> Jf. Euroheat and Power i blandt andet ”Ecoheatcool – work package 5” – Baseret på statistik for 2003. Euroheat and Power er en international sammenslutning af interessenter inden for fjernvarme, fjernkøling og kraft-varme, typisk nationale brancheorganisationer.

<sup>44</sup> Potentiale vurderingen er blandt andet gengivet i: Euroheat and Power - ”Ecoheatcool – work package 5”



Ved et regneeksempel i rapporten giver en fuld udnyttelse af fjernkølingspotentialiet på de angivne 6 TWh en elbesparelse på 0,3 TWh/år og en brændselsbesparelse på ca. 1,1 PJ. Til illustration er det samlede årlige elforbrug i Danmark små 35 TWh, mens det samlede energiforbrug er omkring 840 PJ. Den væsentligste del af besparelsen hentes som følge af bidraget fra frikøling, dvs. køling baseret på koldt havvand.

#### 14.7 CCS

Som led i bestræbelserne på at nedbringe udledningerne af CO<sub>2</sub> til atmosfæren arbejdes der internationalt med at undersøge og demonstrere mulighederne for at opsamle og deponere CO<sub>2</sub> med såkaldte CCS-teknologier eksempelvis fra røggasserne fra store kraftværker. Emnet er beskrevet nærmere i bilag 4, Den potentielle rolle for CCS i Danmark.

CCS-teknologiens betydning for forsyningsikkerheden ligger primært i, at den muliggør en fortsat anvendelse af kul i kraftværkerne samtidig med, at CO<sub>2</sub>-udledningen kan reduceres med op til ca. 90 pct. Idet der globalt vurderes at være kulressourcer til mange år fremover, vil CCS på sigt kunne være med til at sikre en høj forsyningsikkerhed.

Opsamling af CO<sub>2</sub> har ikke kun betydning for mulighederne for fortsat kulanvendelse i kraftværkerne, men også for realiseringen af ”teknologibidraget” i den danske produktion af olie i Nordsøen, idet dette er baseret på forventning om øget produktion i de eksisterende felter gennem injektion af CO<sub>2</sub>. Det skønnes, jf. afsnit 7.2, at der vil kunne bruges omkring 3 mio. ton CO<sub>2</sub> pr. år til injektion fra ca. 2020 stigende til omkring 5 mio. ton pr. år. Efter en periode vil behovet for injektion af CO<sub>2</sub> aftage, til produktionen ophører med denne teknologi.

Mærsk Olie og Gas A/S ønsker at undersøge teknologien med et pilotprojekt baseret på CO<sub>2</sub> transporteret pr. skib til felterne i Nordsøen. Pilotprojektet ønskes gennemført i dele af de felter, der anses for optimale til udnyttelse af denne teknologi.

Til sammenligning skønnes indvindingen af CO<sub>2</sub> fra et stort centralt kraftværk til knap 2 mio. m<sup>3</sup> pr. år, såfremt kraftværket er kulfyret.

CCS teknologien er på nuværende tidspunkt omkostningstung og energikrævende. Der arbejdes på at udvikle nye processer, således at energiforbruget kan nedbringes. Langt det største energiforbrug i forbindelse med CCS medgår til opsamling af CO<sub>2</sub>. I grove tal skal man ved anvendelse af CCS producere strøm på fire kulkraftværker for at kunne levere samme mængde strøm som fra tre kraftværker uden CCS. På moderne effektive kraftværker som flere af de danske kraftvarmeværker, hvor også varmen udnyttes, vil det samlede energitab dog være væsentligt mindre, forudsat varmen vil kunne udnyttes fra alle værkerne.