



Ingeniørforeningens Energiplan 2030

HOVEDRAPPORT

Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Hovedrapport

Omslag:
Sylvester Hvid & Co. A/S

Tryk:
IDAs Printcenter

ISBN:
87-87254-64-6

Udgivet af IDA
Ingeniørforeningen i Danmark, IDA
December 2006

Kalvebod Brygge 31-33
1780 København V
Telefon 33 18 48 48
Fax 33 18 48 99
E-mail: ida@ida.dk

Bidragydere:
Kurt Emil Eriksen
Per Nørgaard
Charles Nielsen
Thomas Sødning
Michael Søgaard Jørgensen
John Schiøler Andersen
Hans Jørgen Brodersen
Mogens Weel Hansen

Redaktion:
Bjarke Fønnesbech
Kasper Dam Mikkelsen

Rapporten fremlægger Ingeniørforeningens Energiplan 2030 og en række centrale anbefalinger til dansk energipolitik.

Rapporten udgør resultatet af arbejdet under Ingeniørforeningens Energiår 2006.

Forord

Danmark har en vedvarende fremtid

Ingeniørforeningens Energiplan 2030 giver grund til at tro på, at det ved rettidig omhu og grundig planlægning er muligt at skabe en bæredygtig energifremtid. Tilmed en fremtid det kan betale sig at satse på i mere end én forstand. Udover at give et endog særdeles positivt samfundsøkonomisk og miljømæssigt incitament begrundes planen perspektivet i en fortsat stigende eksport af effektive og vedvarende danske energiteknologier

Jeg opfatter det som afgørende og yderst positivt, at statsminister Anders Fogh Rasmussen i dette efterår har sat en markant energipolitisk dagsorden. En dagsorden, hvor det konstateres, at Danmark fortsat skal være i front på energiområdet og at olie, naturgas og kul med tiden skal udfases med henblik på at skabe et bæredygtigt energisystem.

En omlægning af energisystemet sker dog ikke af sig selv. Med Energiplan 2030 følger 11 centrale anbefalinger til dansk energipolitik, som vil være nødvendige at gennemføre, hvis visionerne skal realiseres. Det kræver først og fremmest politisk vilje og beslutningskraft. Rapportens vigtigste konklusion er nok, at der teknologisk og økonomisk ikke er noget til hinder for at skabe en udvikling hen mod et vedvarende energisystem. Men som sagt kræver det politisk vilje og et markant kursskifte i energipolitikken, hvilket forhåbentlig kan cementeres med vedtagelsen af den kommende energihandlingsplan.

Det er mit håb, at regeringen og oppositionspartierne vil lade sig inspirere af Ingeniørforeningens Energiplan 2030 og dens relaterede anbefalinger. Danmark har som et af de rigeste lande i verden og med sin frontposition indenfor effektive og vedvarende energiteknologier en forpligtigelse til at vise, at økonomisk vækst kan gå hånd i hånd med en bæredygtig verden.

Grundlaget for planen er skabt på de omkring 40 konferencer og møder, som mere end 1600 ingeniører og andre fagfolk har deltaget i gennem hele 2006. Et stort arbejde er naturligvis udført før, under og efter de mange konferencer.

Jeg vil gerne sige en stor tak til de af Ingeniørforeningens fagtekniske selskaber og grupper, som har taget del i arbejdet med planen. Ligeledes en stor tak til de mange medlemmer og samarbejdspartnere, der har deltaget i Energiår 2006 og bidraget med viden og visioner. Jeres faglige input og engagement har været afgørende for, at Ingeniørforeningen kan give et substantielt og fagligt input til den energipolitiske debat.

En særlig tak skal rettes til Energiårets styregruppe og styregruppens formand, Søren Skibstrup Eriksen, samt professor Henrik Lund og PhD-studerende Brian Vad Mathiesen fra Aalborg Universitet, som har udført et omfattende analysearbejde i forbindelse med udarbejdelsen af Energiplan 2030.

Lars Bytoft
Formand, Ingeniørforeningen i Danmark

Indholdsfortegnelse

Forord.....	1
Introduktion.....	4
Sammenfatning: Ingeniørforeningens Energiplan 2030	7
Energibesparelser som omdrejningspunkt i Energiplan 2030.....	7
Store effektiviseringspotentialer i industrien	8
Energibesparelser og integration af vedvarende energi i bygninger.....	8
Transport – et nødvendigt indsatsområde	9
El produceret på sol, vind og bølger	9
Biomasse og -brændsel	10
Kul-, olie- og gasforbruget halveres – CO ₂ -udslippet reduceres med 60 %	10
Et fleksibelt energisystem med høj effektivitet.....	11
Enorme erhvervspotentialer	11
11 centrale anbefalinger	14
Resumé: Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi	18
Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi	20
Udvikling af lavenergibyggeri	20
Renovering af den eksisterende bygningsmasse.....	21
Incitamenter til fremme af energibesparelser.....	22
Integration af vedvarende energi i bygninger	23
Øgning af forbrugeroplysning for fremme af elbesparelser.....	25
Oprettelse af et videns- og kompetencecenter	26
Videndeling i sektoren	27
Erhvervsmuligheder	27
Resumé: Industri og erhverv	28
Industri og erhverv	30
Energirigtig projektering.....	32
Potentiale for energibesparelse i fungerende produktionsanlæg.....	33
Energiaftaler.....	34
Frivillige aftaler.....	34
Energisyn og procesintegration.....	35
Oprettelse af en industri-energisparefond	35
Konvertering af fossilt brændsel til biobrændsel	36
Resumé: Transport og Mobilitet	38

Transport og Mobilitet	40
Byplanlægning – et værn mod stigende transport.....	41
Væksten i biltrafikken bør stoppes.....	41
Væksten i lufttransporten bør reduceres	42
Bytrafik der baseres på kollektive løsninger og cykler.....	43
Sats på banen.....	43
Privatbilens energieffektivitet skal forbedres – elbilens genkomst	44
Biobrændsel i benzinen	45
Resumé: Olie og gas	46
Olie og gas	48
Forøget indvinding af olie og gas fra Nordsøen	50
CO ₂ -lagring	51
Eliminering af Flaring	52
Energieffektivisering og reduktion af udledninger	52
Forskning, uddannelse og innovation i sektoren.....	54
Resumé: Sol, Vind, og Bølger	56
Sol, Vind, Bølger	58
Vind – et styrkeområde der bør udbygges	58
Teknologi- og udbygningspotentialer med vind	60
Den erhvervsmæssige succes skal fastholdes	61
Bølgeenergi – et muligt styrkeområde	62
Teknologi- og udbygningspotentialer med bølger	63
Teknologi- og udbygningspotentialer for solceller og -varme.....	64
Resumé: Biomasse og biobrændsler	65
Biomasse og biobrændsler	66
Biomassepotentialer	66
Biogas – et negligeret potentiale	67
Halm – fra sort røg til grøn energi	68
Biobrændsler til transportsektoren	69
Resumé: Energisystemernes samspil	72
Energisystemernes samspil	74
Indpasning af vedvarende el-produktion i energisystemet	75
Varmepumper i kraftvarmesystemet	76
Brændselscelleanlæg, en central del af fremtidens kraftværksstruktur.....	76
Intelligent energiforbrug og -styring	78
Initiativer til fremme af et el-marked med konstant varierende priser	79
Et fjernvarmesystem baseret på lavenergi og solvarme.....	79
Brændselsmix	82
CO ₂ -kvoter som virkemiddel	82

Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Introduktion

Rapporten præsenterer Ingeniørforeningens Energiplan 2030 og en række centrale anbefalinger til dansk energipolitik, som udgør grundlaget for at realisere visionen om en bæredygtig dansk energifremtid.

I rapportens syv kapitler fremlægges syv delvisioner indenfor følgende sektorområder: Industri og Erhverv; Bygninger og Bygningsintegreret VE; Transport og Mobilitet; Olie og Gas; Sol, Vind og Bølger; Biomasse; samt Energisystemets Samspil. Delvisionerne understøttes af konkrete tiltag, som er nødvendige for at realisere de respektive visioner.

Rapporten ledsages af baggrundsrapporten ”Baggrundsrapport: Ingeniørforeningens Energiplan 2030”. I baggrundsrapporten er de enkelte delvisioner ført ind i en samlet model for Danmarks energisystem anno 2030. Der er gennemført en teknisk analyse, hvor der er gennemført time for time beregninger på energisystemets balance, og en investeringsøkonomisk analyse på visionernes rentabilitet. Rapporten indeholder desuden en kvantificering af de danske erhvervspotentialer indenfor energiområdet. Baggrundsrapporten er forfattet af professor Henrik Lund og PhD-studerende, Brian Vad Mathiesen, begge Aalborg Universitet.

I ”Appendiks: Ingeniørforeningens Energiplan 2030” fremlægges notater der underbygger enkelte dele af rapporten.

Det samlede arbejde er baseret i Energiårets syv temagrupper. I hver temagruppe er der afholdt et vidensseminar, et fremtidsværksted og et roadmapseminar. På Vidensseminaret er den nyeste viden på det enkelte sektorområde og Danmarks kompetencer indenfor området blevet præsenteret. På Fremtidsværkstedet er en vision for området blevet formuleret og debatteret, og på Roadmapseminaret er konkrete forslag til realisering af visionen blevet fremlagt. Resultaterne fra disse seminarer er løbende blevet behandlet i Energiårets styregruppe, der efterfølgende har formuleret en sammenhængende vision for Danmarks energifremtid.

Herudover har der under Energiåret været holdt talrige energifaglige arrangementer, der på forskellig vis har bidraget til resultatet.

Følgende tre overordnede målsætninger har dannet udgangspunkt for arbejdet under Energiår¹:

- Danmarks selvforsyning med energi opretholdes
- Halvering af CO₂ udslippet inden år 2030 ift. 1990
- Eksporten af energiteknologi firedobles og antallet af arbejdspladser i sektoren fordobles i 2030

¹ Baggrund for målsætninger. Se appendiks note 4.

Arbejdet under Energiårets syv temaer har været ledet af medlemmerne i Energiårets styregruppe:

Per Nørgaard	Selskabet for Teknologianalyse og Vurdering
Kurt Emil Eriksen	IDA BYG
John Schiøler Andersen	Vej & Byplanforeningen
Thomas Sødring,	Olie & Gas Gruppen
Charles Nielsen	Brændsels og Energiteknisk Selskab
Hans Jørgen Brodersen	Selskabet for Teknologianalyse og Vurdering
Mogens Weel Hansen	Brændsels- og Energiteknisk Selskab

Derudover har Michael Søgaard Jørgensen (Selskabet for Grøn Teknologi), Eva Møller (Selskab for Bygningsfysik) og Peter Markussen (DONG Energy Generation) bidraget til styregruppens arbejde.

God læselyst!

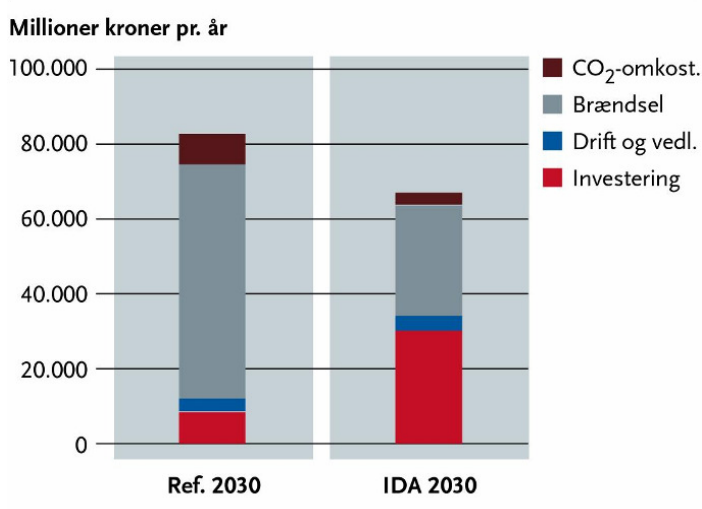
Søren Skibstrup Eriksen
Formand for Energiårets styregruppe

Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Sammenfatning: Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Visionerne i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 tegner et billede af en dansk energifremtid anno 2030, som er godt på vej mod et 100 % vedvarende energisystem². Energiplan 2030 viser, at det teknisk og økonomisk er muligt at gennemføre en omlægning af det danske energisystem, hvor udslippet af drivhusgasser reduceres med 60 % i 2030 i forhold til 1990 og hvor forbruget af fossile brændsler reduceres markant, så den danske netto selvforsyning kan opretholdes.

Samfundsøkonomiske omkostninger



Figur 1: Søjlerne illustrerer de samfundsøkonomiske omkostninger, der er forbundet med Danmarks energiforbrug og produktion, i referencen³ og i Ingeniørforeningens Energiplan 2030.

gennem markante investeringer udvikler et energisystem, hvor behovet for og udgifterne til fossile brændsler minimeres.

Som det fremgår af figur 1 er der store økonomiske gevinster ved at gennemføre Energiplan 2030. Samfundsøkonomiske beregninger viser, at der årligt kan spares over 15 milliarder kroner, hvis de forandringer der lægges op til i visionen gennemføres.

En kvantificering af de danske erhvervs-potentialer viser samtidig, at en realisering af Energiplan 2030 og de tilhørende anbefalinger kan skabe potentiale for en stigning i eksporten af energiteknologier fra de nuværende godt 30 mia. kroner årligt til over 160 mia. kroner årligt i 2030.

Energiplan 2030 er udtryk for en energipolitisk strategi, hvor samfundet

Energibesparelser som omdrejningspunkt i Energiplan 2030

Centralt i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 er gennemførelsen af markante energibesparelser og – effektiviseringer i bygninger, industri, erhverv og på transportområdet. Planen lægger op til, at Danmarks samlede energibehov reduceres fra 845 PJ⁴ i 2005 til ca. 580 PJ i 2030. Det svarer til en reduktion på godt 30 %. I planen baseres næsten halvdelen af det danske energibehov i 2030 på vedvarende energikilder (se fig. 2).

Samfundsøkonomisk er energieffektivisering og -besparelser yderst fordelagtige, som det fremgår af Energiplan 2030. Det er her man får mest miljø og forsyningsikkerhed for pengene. Specielt er der meget store økonomiske gevinster at hente ved at gennemføre energieffektiviseringer og -besparelser indenfor industri, erhverv samt inden for transportområdet.

² Se "Baggrundsrapport: Ingeniørforeningens Energiplan 2030".

³ Reference: Fremskrivning af Energistyrelsens basisscenarium i Regeringens Energistrategi 2025. Se "Baggrundsrapport: Ingeniørforeningens Energiplan 2030".

⁴ Peta Joule.

Store effektiviseringspotentialer i industrien

Energibesparelserne inden for industri og erhvervsområdet er isoleret set det initiativ i Ingeniørforeningens Energiplan 2030, som bidrager mest til reduktionen i det danske CO₂-udslip.

Energiplan 2030 lægger op til, at brændselsforbruget i industri og erhverv reduceres med 30 % og el-forbruget stabiliseres. Dette vil føre til en årlig samfundsøkonomisk besparelse på godt 6 milliarder i 2030. Ved at gennemføre markante energibesparelsetiltag på offshore produktionsanlæg i Nordsøen holdes stigningerne i CO₂-udledningen fra disse under 30 %.

Energibesparelser indenfor industrien er økonomisk yderst fordelagtige, da de kan gennemføres med meget korte tilbagebetalingstider. Det vurderes, at visionens målsætninger vil kunne finansieres gennem investeringer i energitiltag, der for den enkelte virksomhed kan afbetales over 6-7 år. Når virksomhederne ikke tidligere har høstet disse besparelser, skyldes det hovedsageligt at investeringer i energibesparelser konkurrerer med virksomhedens andre og strategisk højere prioriterede investeringer.

Det er således afgørende, at der iværksættes initiativer der understøtter virksomhedernes incitament til at foretage energieffektiviseringer og -besparelser. Med dette formål for øje foreslås det blandt andet, at der oprettes en industrisparefond.

Energibesparelser og integration af vedvarende energi i bygninger

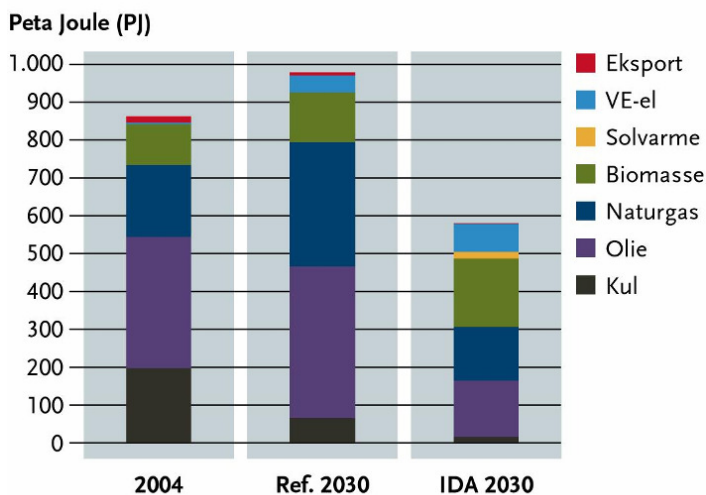
I Energiplan 2030 halveres energiforbruget til opvarmning af bygninger frem til år 2030, 15 % af varmekonsumet i bygninger baseres på solvarme og der gennemføres en 40 % reduktion i elforbruget.

Da bygninger samlet udgør et af de områder, der har det største samlede energiforbrug, har besparelser indenfor området også en markant effekt på såvel udledning af CO₂ og forsyningssikkerheden.

I den eksisterende boligmasse, som også i 2030 vil udgøre størstedelen af boligmassen og størstedelen af energiforbruget, kan de foreslåede energibesparelser gennemføres i forbindelse med den løbende reovering, hvorved omkostningerne begrænses.

Med et langsigtet perspektiv på Danmarks energisituation - og da de fleste bygninger kan forventes at bestå i 50 år eller mere - er det forudsat i planen, at bygninger, der opføres efter 2020, er energineutrale. Det vurderes, at dette kan ske for marginale meromkostninger. Der lægges samtidig op til, at solvarme og bygningsintegrerede solceller dækker el- og varmekonsumet i bygningerne.

Primær energiforsyning



Figur 2: Søjlerne illustrerer størrelse af Danmarks primære energiforsyning, opdelt på energikilder i 2004, i referencen og i Ingeniørforeningens Energiplan 2030.

For at tilskynde til gennemførelse af energibesparelser i byggeriet, bør der etableres en varmesparefond, der har til formål at fremme energibesparelser i byggeriet.

Energiplan 2030 anbefaler at gennemføre øget forskning og udvikling, samt demonstration af lavenergikoncepter i samspil med indeklima og arkitektur. Hvis det skal lykkes at gennemføre de energibesparelser planen opererer med, er det vigtigt at befolkningen støtter op herom, og det er afgørende at renoverede huse og nybyggeri med et lavt energiforbrug er sunde og attraktive at bo i.

Transport – et nødvendigt indsatsområde

Transporten er energipolitikens smertensbarn. Mens det generelle energiforbrug er stabilt, stiger energiforbruget på transportområdet støt – i 2005 med hele 2,3 %. Energiforbruget til transport er stort set baseret på olie, og hvis ikke der handles nu, vil transportområdet underminere Danmarks forsøg på at reducere CO₂-udslippet og opretholde forsyningssikkerheden.

I Energiplan 2030 reduceres energiforbruget til transport med ca. 20 % i forhold til i dag. 20 % af benzinforsbruget erstattes med biobrændsler, og 20 % af alle biler er elbiler. Reduktionerne i energiforbruget på transportområdet kan ske gennem en stabilisering af persontransporten på det niveau, vi har i dag, ved at dele af vejtransporten omlægges til banetransport, og ved at bilparken effektiviseres.

Energiplan 2030 foreslår, at registreringsafgiften på biler omgående omlægges med henblik på at fremme indførelsen af energieffektive biler. På sigt bør registreringsafgifter afvikles til fordel for kilometerafgifter, så det er brugen af bilen, der beskattes, frem for købet.

En af de mest effektive måder til yderligere at reducere energiforbruget til transport, er ved at flytte dele af vejtransporten til banetransport, hvilket også vil bidrage til mindre trængsel på vejene og derved til en bedre mobilitet. Det gælder for både person- og godstransport.

Planen lægger op til en markant udbygning af banetransporten gennem en massiv forbedring af den eksisterende bane, der udbygges med højhastighedsbaner imellem de store byer, mens der etableres letbaner i de største danske byer. Det er vigtigt, at banetransporten udgør et attraktivt alternativ til privatbilismen, hvis det skal lykkes at flytte passagerer til den kollektive trafik.

Selv om det er nødvendigt at gennemføre store investeringer i kollektiv trafik, er det samfundsøkonomisk fordelagtigt. Alene i hovedstaden beløber trængselsomkostningerne på vejene sig til knap 6 mia. kr. årligt allerede i dag – en udgift, der primært afholdes af erhvervslivet. Hertil skal lægges sparede omkostninger til brændsler.

For at sikre en stabilisering af persontransporten er det nødvendigt, at der gennemføres en bedre by- og landplanlægning, end tilfældet er i dag. Blandt andet bør der stræbes efter at placere boliger, erhverv og indkøbsmuligheder i samme nærområde, ligesom nye boligområder skal placeres i sammenhæng med den kollektive transport. Det er også vigtigt, at der skabes bedre cykelforhold i byer og bynære områder.

El produceret på sol, vind og bølger

Vindmøller har været Danmarks helt store eksporteventyr. Danmarks førerposition er imidlertid truet, blandt andet som følge af at hjemmemarkedet er gået totalt i stå. Energiplan 2030 lægger derfor op til, at der igen etableres muligheder og incitament for udbygning med vindmøller i

Danmark. Blandt andet bør der hurtigst muligt udarbejdes et landsplansdirektiv for udbygning med vindmøller, og der bør gennemføres udbud med havmølleparker.

I Energiplan 2030 baseres størstedelen af det danske elforbrug på el fra sol, vind og bølger. Der lægges op til at mængden af el produceret på vindmøller fordobles i 2030 i forhold til i dag, svarende til 55-60 % af det danske elforbrug. Bygningsintegrerede solceller udgør 2 % af elforbruget, og med de rette incitamenter forventes det, at bølgekraft kan udvikles og udbygges, så bølgekraft vil dække 5 % af elforbruget i 2030.

Energipotentialet i bølger er meget stort, men der skal ydes en betydelig indsats for at udvikle teknologien. Danmark bør støtte udviklingen af denne nye vedvarende energiteknologi med udviklingsmidler, og der bør arbejdes på skabe nogle af de samme forudsætninger som banede vejen for vindmølleeventyret. Det kan eksempelvis gøres ved at udbyde såkaldte innovationskvoter, hvor teknisk velfungerende, men endnu ikke markedsklare bølgekraftteknologier, får mulighed for at konkurrere indbyrdes.

Biomasse og -brændsel

Energiplan 2030 lægger op til, at ca. 30 % af det primære energiforbrug dækkes af biomasse, herunder dækkes 20 % af vejtransporten af flydende biobrændsler. En omfattende brug af biomasse til energiproduktion er nødvendig for at reducere forbruget af kul, olie og gas, og for at reducere CO₂-udslippet.

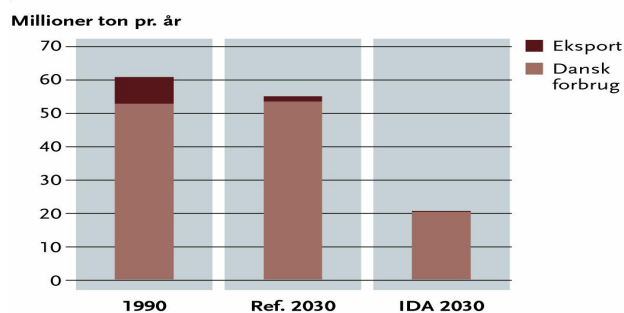
Danmark har gode erfaringer med udnyttelse af biomasse til energiproduktion. Der er dog stadig gode muligheder for at udvide den samlede biomasseressource samt udnytte ressourcen mere effektivt. Energiplan 2030 lægger op til, at en mindre del af landbrugsjorden omlægges til energiafgrøder, uden at det dog går ud over landbrugsproduktionen.

Det bør ske en bedre udnyttelse af biogas fra gylle, som rummer et stort energipotential. Det kræver dog, at der igen indføres en el-afregning for biogas, som modsvarer de samfundsmæssige fordele, der er ved at benytte gyllen til energiproduktion.

Området rummer store erhvervspotentialer. Internationalt er Danmark førende indenfor forskning og udvikling af anlæg til produktion af 2. generations biobrændsler til transport. Det samlede eksportpotential for anlæg til produktion af diverse biobrændsler vurderes at være på knap 20 mia. kr. årligt i 2030.

Kul-, olie- og gasforbruget halveres – CO₂-udslippet reduceres med 60 %

CO₂-emissioner



Figur 3: Den danske CO₂-udledning ved gennemførelse af Energiplan 2030

I Energiplan 2030 reduceres omfanget af fossile brændsler i det samlede energisystem med 60 %, hvilket betyder, at der er gode muligheder for at Danmark stadig kan forvente at være netto selvforsynende med olie og gas i 2030. Reduktionerne er et vigtigt skridt i retningen af et 100 % vedvarende energisystem.

Reduktionerne i de fossile brændsler, samt et mere effektivt fungerende energisystem, betyder samtidig, at det danske CO₂-udslip reduceres til en tredjedel af udslippet i 1990.

Et fleksibelt energisystem med høj effektivitet

I Energiplan 2030 indgår alle energiforbrugende og energiproducerende enheder i ét sammenhængende energisystem, hvor el og varme konstant forhandles på en elektronisk markedsplads. Realiseres planen, kan energisystemet i 2030 ikke længere opdeles i en varme-, el- og transportsektor. De forskellige energisystemer er uløseligt forbundet i ét energisystem, der er langt mere fleksibelt, end det vi kender i dag.

Energisystemet i Energiplan 2030 er baseret på en række teknologier, der bidrager til systemets reguleringsevne og effektivitet. Der er foretaget en omfattende udbygning med varmepumper, der bidrager til at skabe et fleksibelt elforbrug og som resulterer i en markant reduktion af CO₂-udledningen. En tredjedel af alle centrale og decentrale kraftvarmeverker er baseret på højeffektive brændselsceller, og fjernvarmesystemet tilpasses løbende et lavere varmeforbrug.

Brændselsceller udgør et væsentligt erhvervspotentiale. Eksporten af brændselsceller kan potentielt andrage op til 20 mia. i 2030, og kan derved måle sig med vindmølleeventyret. Inden for fjernvarmeområdet vil Danmark også forsat have gode eksportpotentialer.

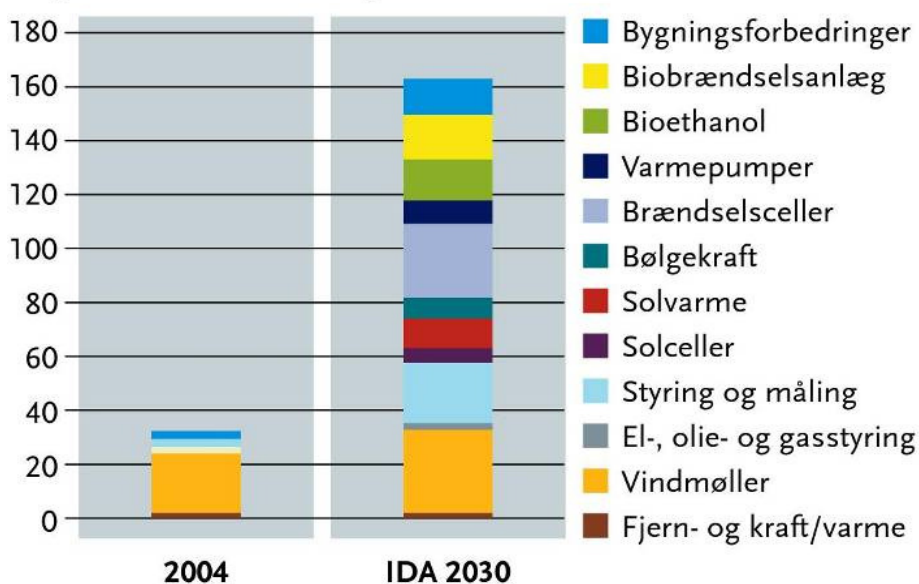
Enorme erhvervspotentialer

En langsigtet ambitiøs indsats på energiområdet og systematisk satsning på at udvikle de teknologier, som behandles i Ingeniørforeningens Energiplan 2030, vil øge mulighederne for eksport af danske energiteknologier betydeligt. Det vurderes, at en realisering af Energiplan 2030 og de tilhørende anbefalinger vil skabe potentiale for en eksport af energiteknologier, stigende fra de nuværende godt 30 mia. kroner årligt til over 160 mia. kroner årligt i 2030.

30 års fokus på effektive energisystemer, energibesparelser og vedvarende energi har givet Danmark et unikt grundlag for at videreudvikle vores position inden for energiområdet. Alene fra 1996 til 2004 blev den danske eksport af energiteknologier og rådgivning fordoblet. De danske kompetencer på energiområdet ligger netop indenfor områder, som i fremtiden vil blive stadig mere efterspurgt af det internationale samfund i takt med, at olie- og gasproduktionen reduceres og klimaproblemerne tager til.

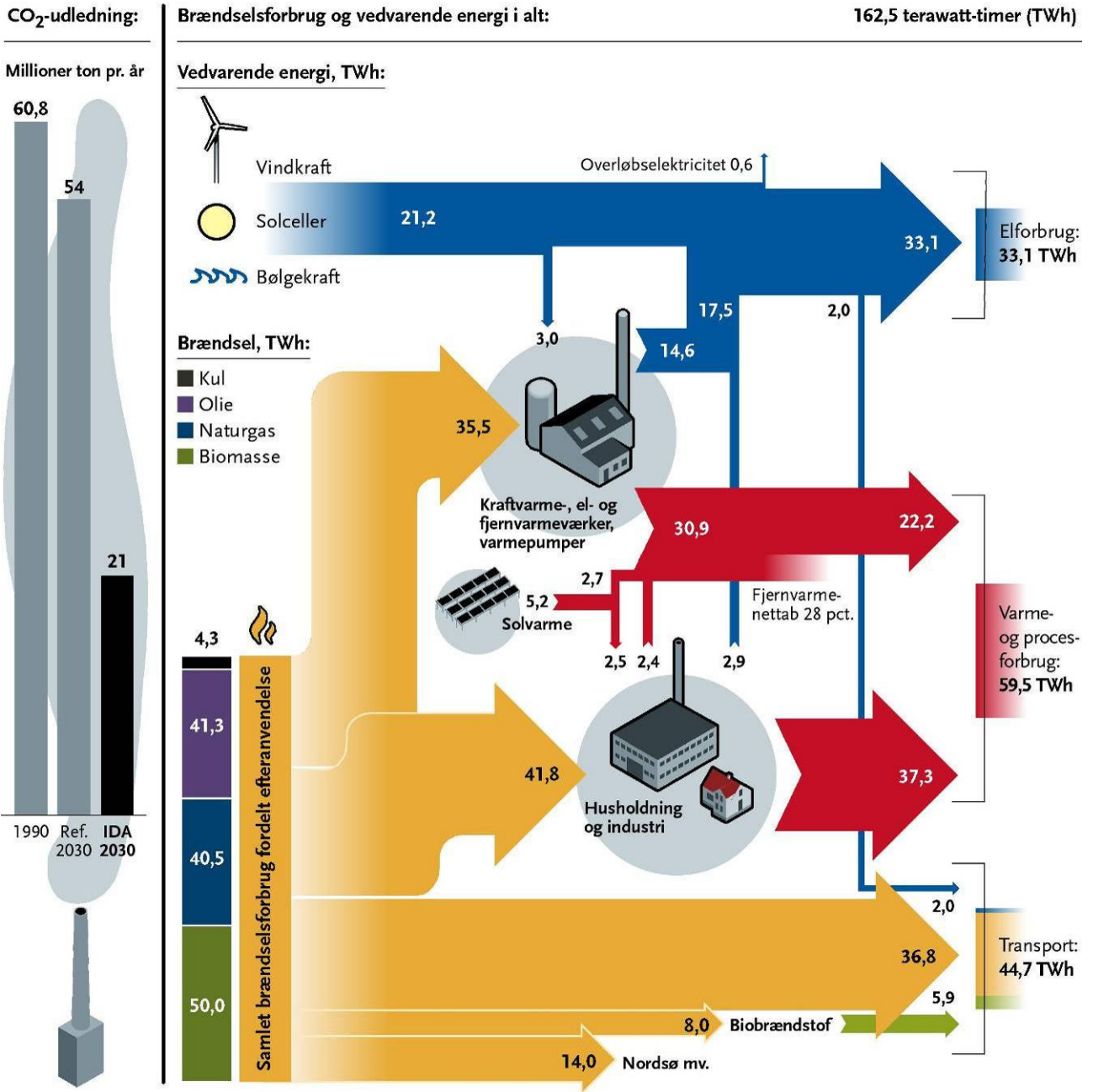
Erhvervspotentialer

Eksport i milliarder kroner pr. år



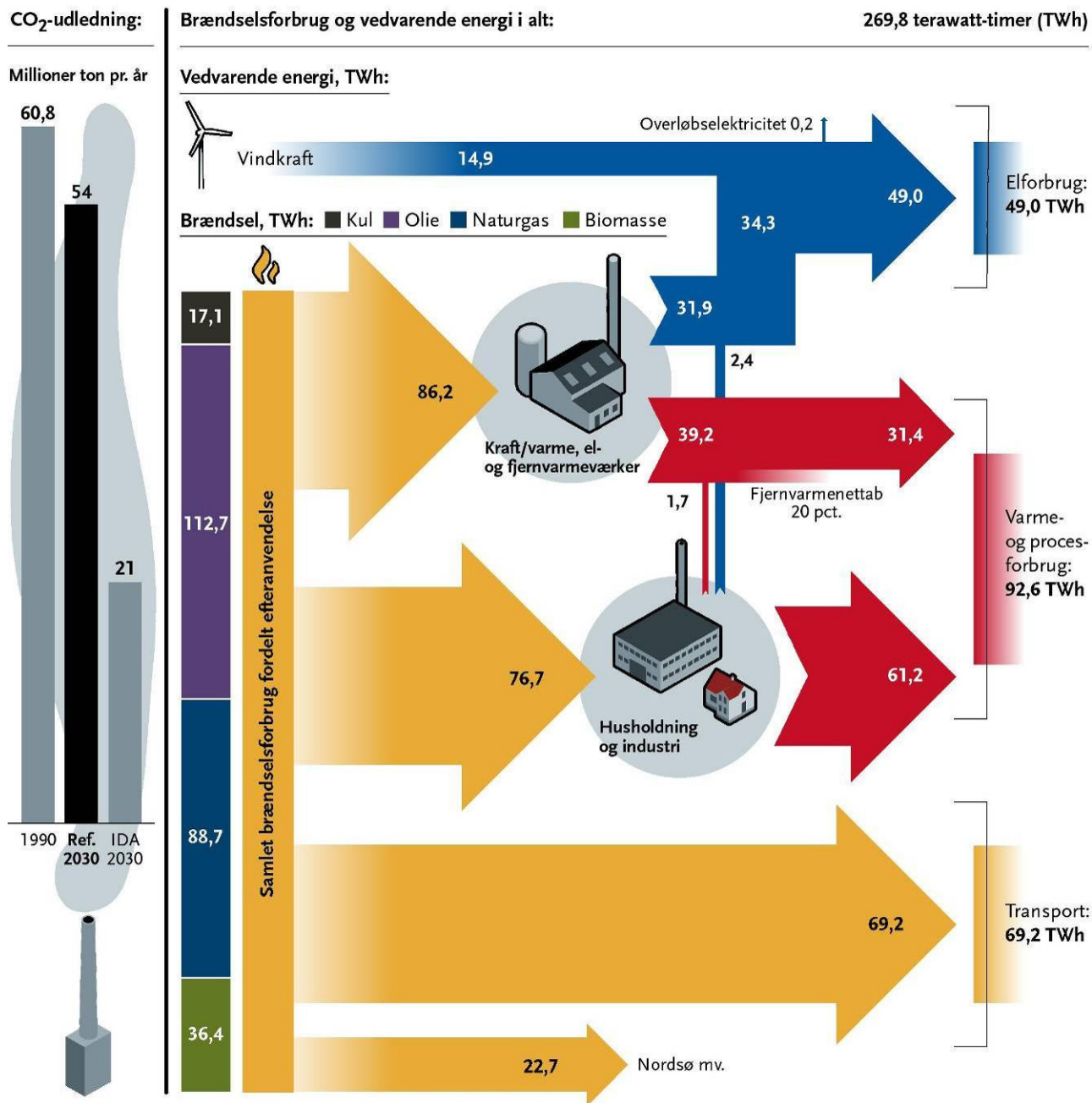
Figur 4: Erhvervspotentialer i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 opgjort som forventet eksport anno 2030.

INGENIØRFORENINGENS ENERGIPLAN 2030



Figur 5: Energistrømme i Ingeniørforeningens Energiplan 2030

DANSK REFERENCE 2030



Figur 6: Energistrømme i referencen for år 2030

11 centrale anbefalinger

Følgende 11 anbefalinger er centrale for en realisering af Ingeniørforeningens Energiplan 2030 med henblik på at opnå de forventede gevinster i form af CO₂-reduktioner, forbedret forsyningssikkerhed og samfundsøkonomiske besparelser. Anbefalingerne er desuden afgørende for at kunne realisere det betydelige erhvervspotentiale, som planen opererer med.

1. Forlængelse af energispareaftalen til og med år 2030

Energispareaftalen, der lægger op til en årlig besparelse på 1,7 % af energiforbruget, og som løber frem til 2013, bør forlænges til og med år 2030. Energibesparelser er alfa og omega, når fremtidens udfordringer på energiområdet skal løses mest omkostningseffektivt.

Aftalen bør udvides, så alle energiforbrugende sektorer inkluderes i aftalen, herunder transportsektoren, industrien og olie-gas produktionen i Nordsøen.

2. Oprettelse af en industrisparefond

Der er store samfundsøkonomiske gevinster at hente ved at nedbringe industriens energiforbrug. Derfor bør der sættes særligt fokus på dette område. Der er behov for tilskud til energibesparelser, og der er behov for at udvikle energibesparende løsninger afpasset efter den enkelte virksomheds behov og produktionsanlæggets karakter.

Energiplan 2030 anbefaler, at der oprettes en industrisparefond, som har til formål at fremme og yde tilskud til energisparende foranstaltninger i fremstillingsvirksomheder. Fonden bør fremme udbredelsen af energimærkning og information om energieffektive løsninger. Fonden bør have en selvstændig organisation i stil med El-sparefonden, så den på autonom basis kan indgå i samarbejde med industrivirksomheder.

Fondens budget bør årligt udgøre 800 mio. kr.

3. Oprettelse af en varmesparefond

Der er store besparelspotentialer i den eksisterende bygningsmasse, men der mangler en central instans, som kan realisere dette besparelspotentiale.

Derfor bør der oprettes en varmesparefond i lighed med El-sparefonden, som har til formål at fremme energibesparelser i byggeriet gennem oplysning, kampagner og medfinansiering af energibesparelser. Varmesparefonden skal prioritere de samfundsøkonomisk og miljømæssigt mest fordelagtige energibesparelser, hvilket blandt andet vil sige, at renoveringen af bygninger uden for fjernvarmesystemet skal have højeste prioritet.

En varmesparefond bør have et årligt budget på 1 milliard kr. Det foreslås herudover, at El-sparefondens årlig budget udvides med 210 millioner kr., således at deres budget årligt er 300 millioner kroner.

4. Over de næste 30 år bør der investeres 200 milliarder kroner i den offentlige banetransport

Det er afgørende at forbedre den kollektive banetransport med henblik på at nedsætte energiforbruget til transport. Samtidig vil forbedringer af banetransporten bidrage til at øge fremkommeligheden.

Der bør derfor lægges en langsigtet plan for de næste 30 år, som indeholder investeringer på 200 milliarder kr. til forbedring af eksisterende baneanlæg, opgradering af hovedbanerne til højhastighedstog, forbedret godstransport, letbaner i de større byer samt elektrificering af banetransportens primærnet og udbygning af metroen i København.

Investeringerne har en betydelig mobilitetseffekt og de omfattende investeringer skal ses i lyset af, at erhvervslivet allerede i dag, alene i København, har årlige meromkostninger på knap 6 milliarder kroner som følge af trængsel. Sammenholdt med gevinsterne ved at flytte en del af transporten fra vej til bane – hvor der yderligere kan spares godt 4 milliarder kroner årligt – er det samfundsøkonomisk fordelagtigt at gennemføre investeringerne.

5. En milliard kroner til forskning, udvikling og demonstration

Midlerne til forskning, udvikling og demonstration på energiområdet bør øges fra de nuværende ca. 350 millioner kroner årligt til mindst 1 milliard kroner årligt. Dette er afgørende for, at energiområdets store erhvervspotentialer kan indfries. Midlerne bør øremærkes til energispareteknologier og vedvarende energiteknologier, herunder blandt andet følgende områder: Lavenergibygninger og indeklima, 2. generations biobrændsler, brændselsceller, bølgeenergianlæg og 2. og 3. generations solceller.

6. Innovationsmarkeder - en mistbænk for markedsmodning af nye teknologier

Det er afgørende, at der etableres udviklingsvilkår, som sikrer, at nye teknologier, der har nået et stade, hvor de fungerer teknisk, men som endnu ikke kan konkurrere på eksisterende markedsvilkår, markedsmodnes. Et effektivt middel hertil er at etablere innovationsmarkeder, hvor der årligt inden for de relevante teknologier udbydes produktionskvoter til en fast afregningspris, som er afpasset teknologiernes aktuelle udviklingsstadiet.

Der lægges op til, at der hurtigst muligt udarbejdes og implementeres en handlingsplan for etablering af innovationsmarkeder for effektive og vedvarende energiteknologier, såsom havvindmølleparker, bølgekraft, solceller, brændselsceller og 2. generations biobrændsels-teknologier.

7. Forureningsomkostninger mv. bør inkluderes i markedsprisen gennem faste afregningspriser (feed-in tariff'er) for vedvarende energi (VE)

”Forureneren betaler” princippet bør gennemføres på energimarkedene. Markedsmodne teknologier såsom vindkraft, solvarme og biogas bør stilles gunstigt i forhold til forurenende fossilt baserede teknologier, og der skal etableres vilkår, der gør investeringer i nye vedvarende energiteknologier mindre risikofyldte. Usikkerheder omkring afregningspriser har eksempelvis sat udbygningen med landmøller og biogasanlæg fuldstændigt i stå.

Der bør derfor indføres faste afregningspriser (feed-in tariff'er) for nye markedsmodne teknologier, som understøtter udbredelsen af disse.

8. Vitaminindsprøjtning til det folkelige engagement og medejerskab

En gennemførelse af Ingeniørforeningens Energiplan 2030 kan kun lade sig gøre ved folkelig opbakning, engagement og medejerskab. Mange af investeringerne i energibesparelser, samt solvarme og solcelleanlæg skal gennemføres af private husholdninger og virksomheder. Derfor forudsætter planen politisk opbakning og accept af vindmøller og biogasanlæg i lokalområderne.

Med afsæt i succesrige erfaringer med lokalt medejerskab af vindmøller og andre energianlæg, bør der udvikles organisations- og ejerformer, så almindelig mennesker, under trykke finansielle vilkår,

kan blive medejer af danske vedvarende energianlæg. Dette kan ske med inspiration fra den gamle vindmøllelaugordning, men bør også omfatte nye former.

9. Danmark bør arbejde for at CO₂-kvoter bortauktioneres

Uddeling af gratis CO₂-kvoter strider mod ”forureneren betaler” princippet. Uddelingen udgør indirekte en kapitaltilførsel til den fossile energiproduktion og er derfor medvirkende til at fastholde denne produktion.

Danmark bør vælge at bortauktionere de 10 % af CO₂-kvoterne, som EU tillader. Der bør samtidig arbejdes på, at man på EU-niveau vedtager, at CO₂-kvoterne for fremtiden ikke uddeles gratis, men bortauktioneres.

Investeringer i energiproduktion rækker langt ud i fremtiden. Det er derfor vigtigt, at energiselskaberne allerede nu kender rammebetingelserne for den fremtidige produktion, også efter 2012. Danmark bør derfor arbejde for at EU hurtigst muligt sætter bindende mål for den fremtidige klimainsats og melder CO₂-kvoterne ud for årene efter 2012. Danmark bør samtidig arbejde på, at den internationale skibs- og flytrafik inkluderes i CO₂-kvotesystemet.

10. Serviceeftersyn af hele afgifts- og tarifsystemet på energiområdet

En række afgifter virker i dag ikke efter hensigten, er forældede, eller understøtter direkte en ikke-bæredygtig udvikling. For eksempel forhindrer lovgivningen, at en række naturgasbaserede kraftværker kan skifte til miljøvenlige brændsler som halm, træflis eller affald, da de ifølge lovgivningen kun må anvende afgiftsbelagte brændsler, herunder naturgas, men ikke biomasse.

Der bør hurtigst muligt igangsættes en provenuneutral omlægning af de danske afgifter på personbiler, som begunstiger sikre og energieffektive biler. Indenfor en tiårig horisont bør registreringsafgiften omlægges til en kilometerafgift.

Brændstof til luftfart bør underlægges afgifter og/eller tildeles CO₂-kvoter, der samlet svarer til miljøbelastningen. Processen kan påbegyndes med indenlandsk luftfart.

Det bør indføres ved lov, at kraftvarmeværker kan få godtgjort deres el-afgift af op til 10 % af egenproduceret el anvendt i varmepumper til fremstilling af fjernvarme.

Det bør sikres, at det kan betale sig at videreføre de decentrale kraftvarmeværker, når de nuværende levetider og regler udløber. I den forbindelse bør det overvejes, hvordan værkerne opnår frit brændselsvalg, således at udbygningen med vedvarende energi fra biomasse kan fortsætte.

11. Etablering af 100 % vedvarende energiby

Ingeniørforeningens Energiplan 2030 rummer store erhvervspotentialer og eksportmuligheder. Når potentialer skal omsættes til teknologiudvikling og eksportordrer, kræver det, at Danmark placerer sig på verdenskortet, når det gælder vedvarende energi. Danmark bør derfor etablere en 100 % vedvarende energiby, som foreslået på Energy Camp 2006.

Målet er at skabe et 100 % VE-forsynet byområde i Danmark, der kan fungere som dansk energiteknologis udstillingsvindue for resten af verden. Forslaget kan realiseres med en by på

25.000 indbyggere. Der bør afsættes ½-1 milliard kr. fordelt over 10 år til offentlig medfinansiering af et sådant projekt⁵.

Finansiering

De foreslåede initiativer, der er målrettet energibesparende tiltag og udvikling af nye vedvarende energiteknologier, vil samlet kræve en ekstra offentlig finansiering svarende til godt 2,7 milliarder kroner årligt. Heri er ikke medregnet udgifter forbundet med oprettelse af innovationsmarkeder og indførelse af "feed-in tariff'er".

Herudover foreslås det, at der over de næste 30 år investeres 200 milliarder kroner i udviklingen af banetrafikken. Investeringen er blandt andet nødvendig for at imødegå yderligere tab som følge af trængselsproblemer i trafikken. Samtidig vil investeringen bidrage væsentligt til en reduktion af energiforbruget til transport.

Det vil være oplagt at bruge en del af ekstraprovenuet fra Nordsøolien til at finansiere planens anbefalinger. Årligt bidrager indtægterne fra Nordsøen med mere end 30 milliarder kroner til den danske statskasse. Udgifterne til såvel investeringer i bane, energibesparende tiltag, samt udvikling af nye vedvarende energiteknologier vil årligt udgøre under en tredjedel af indtægterne fra Nordsøen. Derudover bør provenuet fra salg af CO₂-kvoter anvendes til at finansiere de foreslåede initiativer.

Ingeniørforeningens Energiplan 2030 anbefaler, at Danmark, der i disse år står i en historisk stærk position med et betydeligt overskud på betalingsbalancen, vælger at investere offensivt i fremtidens infrastruktur.

⁵ Se beskrivelse af forslaget i Appendiks, note 3.

Resumé: Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi

Delmål Energiplan 2030

- Nye bygninger er energineutrale og nybyggeri opføres fra 2020 efter BOLIG+ standard, med fokus på indeklima og sundhed⁶.
- Den eksisterende bygningsmasse er renoveret og energioptimeret. Energiforbruget til opvarmning og køling er reduceret med 50 %, i forhold til en referencefremskrivning af energiforbruget frem til 2030⁷. Reduktionen svarer tilsvarende til ca. 50 % reduktion i energiforbruget til opvarmning og køling i forhold til i dag.
- 50 % reduktion af elforbruget i husholdninger i forhold til en referencefremskrivning af energiforbruget frem til 2030⁸, svarende til ca. 40 % reduktion i forhold til i dag.
- 15 % af varmebehovet dækkes med solvarme, der integreres i bygninger og i fjernvarmesystemet.
- 2 % af Danmark elforbrug dækkes af bygningsintegrerede solceller.
- Danmark er et videntcenter og foregangsland for forskning og udvikling i energieffektivisering af byggeri og demonstration af energieffektive helhedsløsninger, samt videndeling i byggebranchen.

Politiske virkemidler

- Fremme udviklingen af lavenergibyggeri ved at gøre BOLIG+ konceptet til det endelige mål for bygningsreglementet og til standard for nybyggeri fra år 2020.
- Der bør afsættes 1 mia. kr. til oprettelse af en Varmesparefond, der har til formål at fremme energibesparelser i byggeriet gennem oplysning, kampagner og medfinansiering af energibesparelser.
- El-sparefondens indsats bør styrkes med 210 mio. kroner årligt, således at deres årlige budget andrager 300 mio. kroner.
- Der bør etableres et marked for energibesparelser, og der bør skabes forbedrede rammebetingelser for ESCOs (Energy Service Company). Der bør oprettes et offentlig-privat selskab, hvor ESCO konceptet afprøves og testes.
- Der bør etableres et videns- og kompetencecenter, der arbejder med anvendelsesorienteret forskning, udvikling og demonstration af lavenergikoncepter i samspil med arkitektur og indeklima. Dels rettet mod nye bygninger, dels mod renoveringer af den eksisterende bygningsmasse. Der bør afsættes i alt 150 mio. kroner hertil.

Betydning for CO₂-udledning, forsyningssikkerhed og erhverv

I og med at energiforbruget i bygninger er et af de områder, der har det største samlede energiforbrug, har besparelser indenfor området også en markant effekt på såvel udledningen af CO₂ og forsyningssikkerheden, da energibesparelserne bidrager til at reducere forbruget af kul, naturgas og olie.

Indenfor byggematerialer er Danmark på en række områder referenceland i forhold til energieffektiviseringer og -besparelser. Det forventes, at danske byggematerialeproducenter vil kunne opnå betydelig konkurrencefordele ved tidligt at udvikle energibesparende produkter på et

⁶ BOLIG+ er en boligstandard under udvikling, hvor energiforbruget i bygningen svarer til lavenergiklasse 1, og den energi og elektricitet, der forbruges i bygningen, produceres af vedvarende energi i form af termisk solvarme, solceller, anvendelse af biomasse og varmepumper. Samtidig stilles der krav til et godt og sundt indeklima med en høj grad af fleksibilitet.

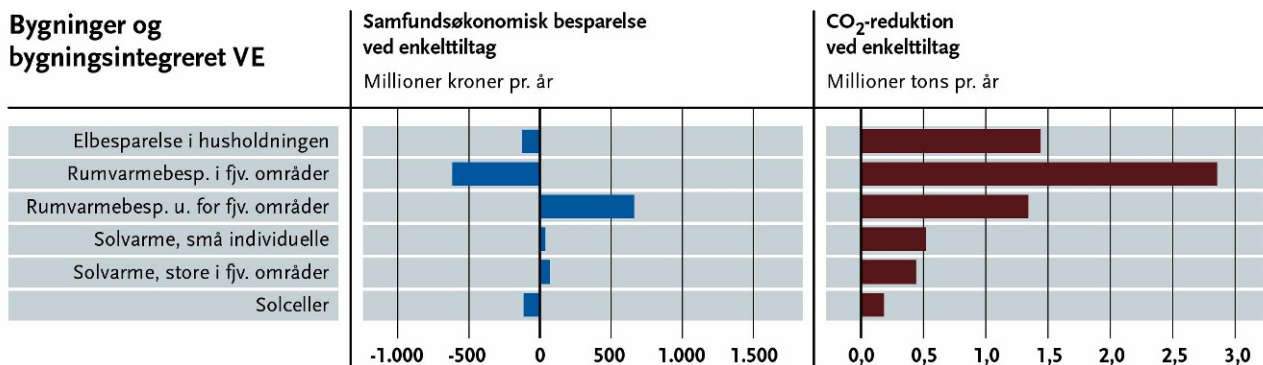
⁷ Energistyrelsens basisscenario fremskrivning af den danske energiproduktion og -forbrug i Regeringens "Energistrategi 2025".

⁸ Ibid.

krævende dansk hjemmemarked. Produkter som der med årene kan forventes at blive stor efterspørgsel på. Det vurderes, at eksportpotentialet er på knap 15 mia. kroner.

Samfundsøkonomi

Samfundsøkonomisk balancerer investeringerne i el- og varmebesparelser i bygninger. Dette dækker dog over en betydelig forskel i rentabiliteten af varmebesparelser, alt efter om disse foretages indenfor eller uden for fjernvarmeområderne, hvorfor det også kan være givtigt i første omgang at målrette indsatsen for energibesparelser mod bygninger udenfor fjernvarmeområdet.



Figur 7

Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi

Energiforbruget i bygninger udgør samlet det enkeltområde, der har det største samlede energiforbrug. Hvis CO₂-udledningerne for alvor skal reduceres, og forsyningssikkerheden opretholdes, er det således helt afgørende, at det lykkes at reducere energiforbruget i bygninger.

Det vurderes, at der er meget store potentialer for reduktioner af såvel varme- og elforbruget i byggeriet. El-besparelserne kan løbende realiseres ved udskiftning til eksempelvis mere energieffektive apparater, mens varmebesparelserne bedst realiseres i forbindelse med nybyggeri og renoveringer, da det især drejer sig om forbedringer i klimaskærmen.⁹

Alene boliger, som udgør ca. 75 % af bygningsmassen, forbruger en tredjedel af det samlede danske energiforbrug. Dertil kommer energiforbruget i offentligt ejede bygninger, der udgør 10 % af bygningsmassen og det private erhvervsliv, der udgør 15 %.

Energiforbruget i husholdningen fordeler sig på rumopvarmning, godt 70 %, opvarmning af varmt vand, knap 10 % og elforbrug til el-apparater og belysning, ca. 20 %.

En særlig udfordring i bygningssektoren, når indsatsområder og energibesparelspotentialer identificeres og vurderes er, at ca. 70-75 % af bygningsmassen i 2030 vil bestå af boliger, der allerede er opført i dag. Bygninger der for langt størsteparten har et langt højere energiforbrug end de bygninger, der opføres i dag og vil blive opført i fremtiden. Det er således den etablerede boligmasse der rummer de største energibesparelser.

Der investeres i dag ca. 125 mia. kr. årligt i byggeriet. Heraf udgør nybyggeriet ca. to tredjedele, mens renoveringen af den eksisterende bygningsmasse udgør ca. en tredjedel. Det samlede påbegyndte byggeri er på ca. 9 mio. m², hvoraf boliger udgør 3,3 mio. m² og erhvervsbyggeri ca. 4.1 mio. m². Den resterende del udgør offentligt byggeri og mindre bygninger. Den eksisterende bygningsmasse i boligsektoren er på ca. 250 mio. m²¹⁰

Udvikling af lavenergibyggeri

Der er i dag ikke noget teknisk problem i at bygge huse med et minimalt energiforbrug. På baggrund af erfaringsdata fra bl.a. lavenergibyggeri og passivhuse, vurderes det, at fremtidens energineutrale bygninger kan bygges for marginale meromkostninger på omkring 10 % ekstra.

Det lægges derfor op til, at byggeri, der opføres i perioden frem til 2030, opføres med et energiforbrug til opvarmning, køling og varmt vand i nye bygninger på mellem 0 og 90 kWh/m². Bygninger, der opføres i dag, opføres efter bygningsreglementets krav, mens målet i Energiplan 2030 er, at bygninger, der opføres efter 2020, er energineutrale i form af BOLIG+ standard.

BOLIG+ er en boligstandard under udvikling, hvor energiforbruget i bygningen svarer til lavenergiklasse 1 og den energi og elektricitet, der forbruges i bygningen, produceres af vedvarende energi i form af termisk solvarme, solceller, anvendelse af biomasse og varmepumper. Samtidig stilles der krav til et godt og sundt indeklima med en høj grad af fleksibilitet¹¹. Bolig+ stiller store

⁹ Fundament, ydervægge, vinduer og tag

¹⁰ Byggematerialeindustriens byggeprognose 2006.

¹¹ Der kan læses mere om Bolig+ på www.boligplus.org

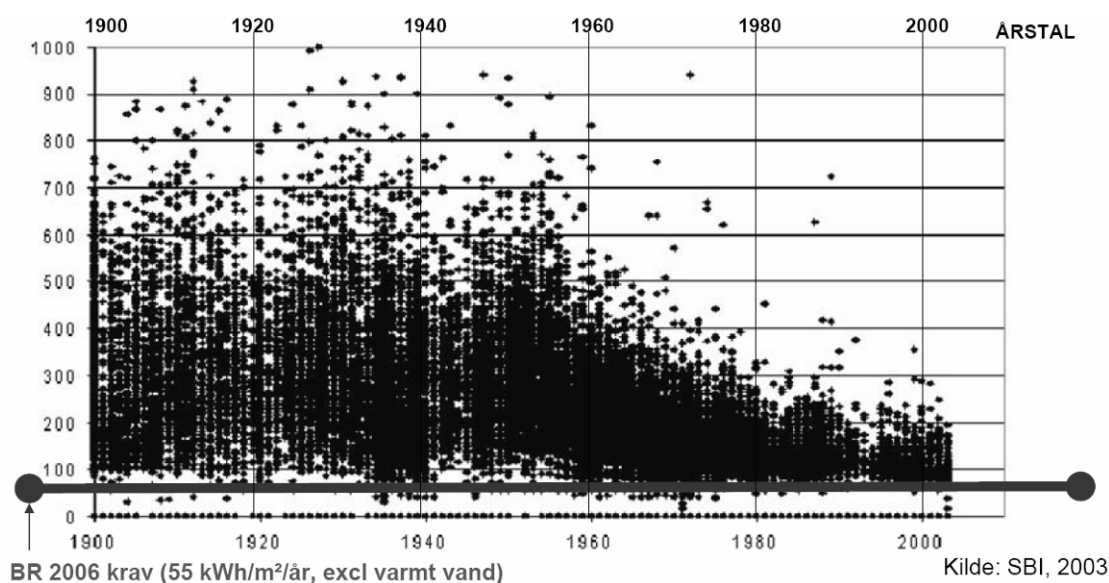
krav til samarbejdet mellem ingeniører og arkitekter. Det lægges op til at der oprettes et fælles uddannelsesforløb for ingeniører og arkitekter med henblik på at designe nye boliger med høj energieffektivitet, integration af vedvarende energi og sundt indeklima.

Der bør være mulighed for at fritage lavenergi nybyggeri for tilslutningspligt til fjernvarmesystemet, eftersom udgiften til tilslutning er uforholdsmæssig stor i forhold til det begrænsede varmebehov. I takt med at der udvikles nye fjernvarmeløsninger tilpasset lavenergi huse, fx lokaltbaserede lavtemperatursystemer baseret på solvarme og biomasse, kan der dog sagtens være fordele ved en tilslutning. Se kapitel om Energisystemernes samspil.

Derudover er vigtige tiltag, at boligejere får bedre mulighed for at finansiere meromkostninger ved hjælp af et forventet lavt fremtidigt energiforbrug.

Renovering af den eksisterende bygningsmasse

Energiforbruget i den eksisterende bygningsmasse er meget varierende og spænder fra et varmebehov på næsten 100 kWh/m² helt op til 700 kWh/m². Denne variation i energiforbruget stammer fra meget forskellige kvaliteter af klimaskærme og varmesystemer, men også fra en meget varierende anvendelse af bygninger.



Figur 8: Varmeforbruget i bygninger som en funktion af opførelsesår

Det vurderes, at energiforbruget i visse bygningstyper, typisk bygninger fra før de første bygningsreglementer med energikrav i 70'erne, kan reduceres med mellem 50-70 % ved en marginal investering, mens energiforbruget i andre bygningstyper, typisk nyere bygninger, kan reduceres med 30-50 % ved en betydelig investering. Der er derfor behov for at renoveringen af den eksisterende bygningsmasse i første omgang rettes mod førstnævnte bygninger med et stort energiforbrug typer og på længere sigt – når erfaringen med energirenovering er udviklet – også rettes mod bygningstyper, der har mindre energiforbrug.

En væsentlig del af investeringerne i energibesparelser kan henføres til almindelig vedligeholdelse. Såfremt energirenoveringen gennemføres, samtidig med at bygningen eller dele af klimaskærmen alligevel skal renoveres, reduceres investeringen i energibesparelse betydeligt. Eksempelvis vil efterisolering af lofter kunne gennemføres, samtidig med at tagmaterialet udskiftes. Etablering af

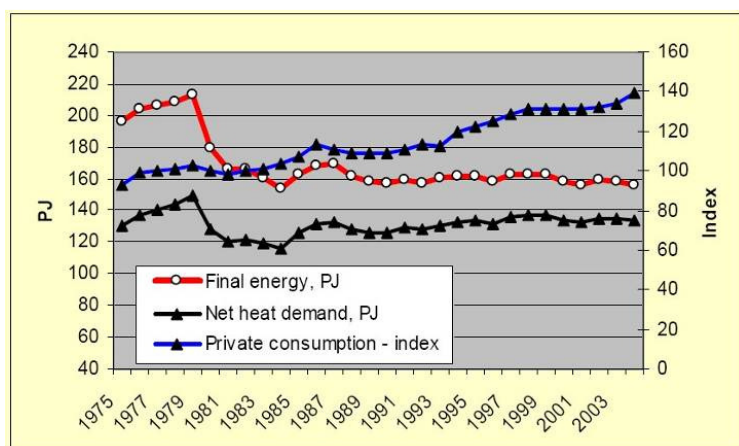
energivinduer vil kunne gennemføres, samtidig med almindelig udskiftning af vinduer. Og etablering af termisk solvarme vil kunne gennemføres ved kedeludskiftning, m.v. Ekstraomkostningerne til energirenovering vil således være marginale, såfremt energibesparende tiltag gennemføres i forbindelse med den løbende renovering.

Sammenholdt med det lave energiforbrug i nybyggede huse vurderes det, at en målsætning om at halvere energiforbruget til rumopvarmning i den samlede bygningsmasse i 2030 i forhold til i dag ikke er urealistisk.

Ekstraomkostningerne til nedbringelse af boligernes rumvarmebehov med 50 % antages at være 3.000 kr./GJ energibesparelse, der kan fordeles på 2.000 kr./GJ for de første 25 % energibesparelser og 4.000 kr./GJ for de efterfølgende 25 %. Samlet set vil der som et gennemsnit for perioden frem til 2030 være behov for investeringer på 8-9 mia. kr./ årligt.

Incitamentter til fremme af energibesparelser

Da udgifter til energirenovering trods alt er tillægsomkostninger til de generelle renoveringer, vil der være behov for at skabe incitamentter til denne besparelse. Det er vigtigt, at den incitamentsstruktur der vælges er langsigtet og stabil.

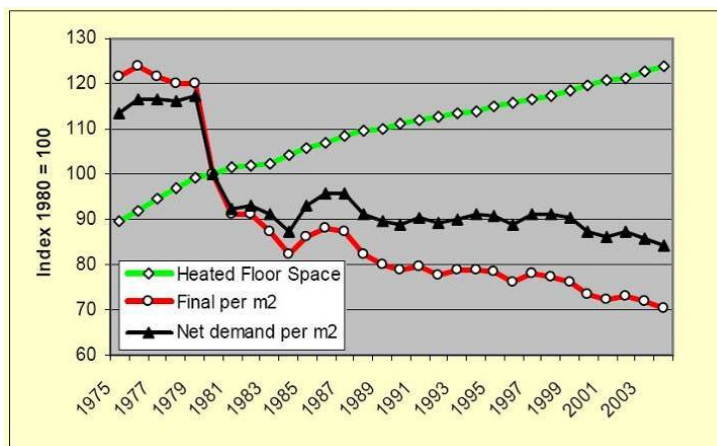


Figur 9: Energiforbrug i bygninger 1975-2003
Kilde: Energistyrelsen

Den indgåede energispareaftale med årlige besparelser på 1,7 % eller 7,5 PJ i gennemsnit over perioden 2006-2013 for energiforbruget eksklusiv transport danner en udmærket ramme for den fremtidige indsats, men bør strammes yderligere og som minimum sikres forlængelse til 2030. El- og distributionselskaberne har indvilliget i at levere 2,06 PJ besparelser årligt, hvor der er fuld metodefrihed. Det vurderes dog at være nødvendigt at supplere med økonomiske incitamentter, hvis de store besparelspotentialer i bygningsmassen skal realiseres, især fordi der på bygningsområdet er tale om mange små enkeltinvesteringer.

I slutningen af 70'erne var der offentlig støtte til varmebesparelser i bygninger, hvilket medførte at en del af bygningsmassen blev renoveret. Figur 9 og 10 illustrerer udbyttet af den offentlige indsats for energibesparelser.

En mulighed er at fremme energibesparelserne via tilskud fra en varmesparefond i lighed med El-sparefonden. En varmesparefond bør have et årligt budget på omkring 1 mia. kr. og dække oplysning og kampagner og medfinansiere energibesparelser.



Figur 10: Indekseret energiforbrug i bygninger 1975-2003
Kilde: Energistyrelsen

Varmesparefonden skal have fokus på de samfundsøkonomisk bedste energibesparelser. Det vil sige, at renoveringen af bygninger uden for fjernvarmesystemet bør have højest prioritet, mens bygninger i fjernvarmesystemet bør renoveres under hensynstagen til renovering og effektiviseringer i fjernvarmesystemerne.

De energiplaner, der udarbejdes i forbindelse med den obligatoriske energimærkning, er et brugbart værktøj til at identificere besparelspotentialer i de enkelte bygninger og bør samles i en offentligt tilgængelig database, således at varmesparefonden og andre aktører kan opnå et større markedskendskab.

Andre incitamentsstrukturer til fremme af energibesparelser er at lade ejendomsskatterne følge byggeriets energimæssige tilstand, introducere favorable realkreditbelåning og finansieringsordninger til energibesparelser, samt ændret takstpolitik hos forsyningsselskaberne.

En mulig fremtidig samarbejdsform mellem udførende håndværkere, byggematerialeproducenter, energiforsyningsselskaber og rådgivere kan være udviklingen af Energy Service Companies (ESCOs), hvor omfanget af gennemførte energibesparelser i blandt andet bygninger, udgør grundlaget for indtjeningen.

Rammerne for et marked for handel med energibesparelser bør fastlægges, således at ESCOs og andre aktører får mulighed for at sælge de realiserede energibesparelser til energiforsyningsselskaber, der har brug for energibesparelser for at leve op til deres forpligtigelse under energispareaftalen.

Forslag til tiltag

- Etablering af varmesparefond der anvendes til oplysning og kampagner og medfinansiering af energibesparelser i bygninger.
- Fremme energibesparelser i udlejningsejendomme ved udvikling af attraktive incitamentstrukturer for såvel private som offentlige ejere af udlejningsejendomme.
- Krav om anvendelse af vedvarende energi i bygninger uden for fjernvarmesystemet
- Differentieret ejendomsbeskatning mellem energieffektive og ikke energieffektive bygninger
- Offentlig tilgængelighed af data i energimærkningsordningen.
- Etablering af marked for energibesparelser og anvendelse af ESCO (Energi Service Company)
- Støtte til demonstration af renoveringer af den eksisterende bygningsmasse.
- Statsligt og kommunalt byggeri bør gå forrest med demonstrationseksempler på energieffektive bygninger med godt indeklima og anvendelse af vedvarende energi.
- Ændret takstpolitik hos net og distributionselskaberne.

Integration af vedvarende energi i bygninger

Vedvarende energi som fx. solvarme, solceller og jordvarmepumper der integreres i bygninger udgør i dag og i fremtiden en stigende andel af den vedvarende energi.

Initiativer fra EU, bl.a. direktivet om ”Energy Performance in Buildings”, samt de nye danske energibestemmelser ”modregner” energi fra integreret vedvarende energi i bygningens samlede energiforbrug. Derved fremmes muligheden for øget anvendelse af vedvarende energi og muligheden for at skabe CO₂ neutrale bygninger.

Integrering af vedvarende energi i bygninger vil formentlig have en vigtig adfærdsmæssig gevinst i og med, at energiproduktion og – forbrug bliver nærværende og synlig for alle. Dette vurderes at være vigtigt med henblik på at øge den folkelige forståelse for og incitament til at gennemføre energibesparelser i hjemmet. Desuden vil det være vigtigt for at fremme udbygningen med vedvarende energi.

For såvel solcelle- og solvarmeanlæg gælder, at de med fordel kan placeres på eller tæt ved bygninger for at optimere og udnytte de solrettede arealflader, bygningerne allerede udgør i landskabet. Herved undgås, at der inddrages et større udenomsareal til udbygning med disse teknologier. Integration af solceller og solvarmeanlæg i bygninger udgør en udfordring til arkitekter, by-udviklere, bygherrer, rådgivere, installatører og byggeindustrien om at udvikle funktionelt og tidssvarende design.

Udbygning med solvarmeanlæg

Dansk Solvarmeforening vurderer, at ca. 35 % af energiforbruget i fremtidens bygninger kan dækkes af termisk solvarme og potentialet er stort for udvikling af denne energiform både indenfor individuelle husstands anlæg og større anlæg til integration i fjernvarmesystemerne. I Energiplan 2030 lægges der dog op til en mindre ambitiøs, men samfundsøkonomisk rentabel, udbygning, hvor 15 % af varmeforbruget i fremtidens bygninger dækkes af termisk solvarme i 2030, i form af individuelle anlæg og integration af solvarme i fjernvarmesystemet.

Uden for fjernvarmeområder integreres solvarmen i bygningers hustage, eller der laves små lokale systemer, hvor stordriftsfordele kan høstes. Der lægges op til, at 90 % af bygningerne uden for fjernvarmesystemet har fået integreret solvarme i 2030, og at halvdelen af disse anlæg er dimensioneret således, at de dækker 20 % af bygningens samlede varmebehov, og den resterende halvdel af anlæggene er dimensioneret så de dækker 40 % af bygningens samlede varmebehov. Målet er sat højt, men allerede i dag sker der en markant udbygning med individuelle anlæg, og det må formodes, at denne udvikling fortsætter i takt med at priserne på solvarmeanlæg falder¹², og der stilles yderligere krav til bygningernes energiforhold.

Udbygning med store solvarmeanlæg til fjernvarmenettet er yderst fordelagtigt i og med, at fjernvarmen ofte har varmelagre, og da storskalaanlæg og varmelagre til fjernvarme er mere omkostningseffektive end individuelt baserede solvarmesystemer. Se kapitel ”Energisystemernes samspil”.

For at udbrede anvendelsen af solvarme bør der stilles krav om anvendelse af termisk solvarme uden for fjernvarmeområderne, og energilovgivning og bygningsreglement bør tilpasses, så energisparekrav kan opfyldes kollektivt i områder med fælles forsyning baseret på vedvarende energikilder og spildvarme.

Udbygning med solceller

Solcelleanlæg er i dag relativt dyre. Alligevel har efterspørgslen på solcelleanlæg på verdensplan i de sidste par år langt oversteget produktionskapaciteten, hvilket blandet andet har betydet, at prisen på forarbejdet silicium, som cellerne er baseret på, er steget fra 32 US \$ per kilo i slutningen af 2004 til over 150 US \$ i dag¹³. Prisstigningerne skyldes udelukkende manglende produktionskapacitet.

¹² Integration af termisk solvarme i byggeriet kan gennemsnitlig gennemføres for 35.000 kr./bygning (bolig) i 2006 priser og forventes at falde til 25.000 kr./bygning i perioden 2015-2030.

¹³ Ingeniøren, 6. november 2006.

I Danmark kan opsætning af solcelleanlæg på hustage i 2006 foretages med en simpel tilbagebetalingstid af investeringen over ca. 20-25 år¹⁴. Hvilket svarer til at et solcelleanlæg opsat på et hustag forventes at have en levetid på 25 år i Danmark. Den stigende efterspørgsel kan forventes at bringe prisen på solcelle anlæg ned, og et estimat på prisudviklingen i Danmark er, at man i 2016 kan have et installeret anlægspriseniveau på 7.500 kr./kW og i 2030 sandsynligvis en anlægspris på 3.000 kr./KW¹⁵.

I Energiplan 2030 lægges der op til, at 2 % af elforbruget i 2030 er baseret på bygningsintegrerede solceller. Der lægges op til, at der stilles krav om, at nye boliger der bygges efter BOLIG+ princippet som minimum skal kunne producere 2000 kWh/ årligt per bolig, således at bygningens forventede gennemsnitlige elforbrug over et år dækkes af bygningsintegrerede solceller. Indførelse af BOLIG+ som den langsigtede standard vil være afgørende for en indfrielse af Energiplan 2030.

Forskning og udvikling af alternative solcelleanlæg med tyndfilmsteknologi eller polymerteknologi, der er nemmere at integrere i bygningerne, foregår i dag i udlandet og i Danmark. Teknologiernes udvikling til et kommercielt og produktionsteknologisk stadie ligger dog stadig nogen tid, 10 og 20 år, ude i fremtiden.

Individuelle varmepumper og jordvarme

Varmepumper kan være en effektiv måde at opvarme et hus i områder der ikke forsynes med fjernvarme. Forudsætningerne er, at varmepumpen har en høj virkningsgrad, baseres på jordvarme (der sikrer en høj effektivitet), og leverer varmt brugsvand og varme i hele bygningen, således at direkte elvarme og el-paneler kan undgås, samt at varmen fordeles via et centralvarmesystem med en lav temperatur.

Varmepumper har i dag en meget lav dækning i Danmark. Med skærpede krav til nye bygningers samlede energibelastning, kan det forventes, at effektive varmepumpesystemer vil få betydning i nybyggeri og renovering. Denne tendens ses allerede i dag i forbindelse med de nyeste typehuse.

Øgning af forbrugeroplysning for fremme af elbesparelser

Erfaringer fra såvel El-sparefonden og forskellige andre initiativer omkring forbrugeroplysning er, at en objektiv og korrekt forbrugeroplysning medvirker til, at der skabes energibevidsthed hos forbrugerne. El-sparefondens energibesparelseskampanjer inden for bl.a. sparepærer, hårde hvidevarer, m.v. viser, at det har været muligt at påvirke selve udbuddet af energieffektive apparater såvel som forbrugernes viden og købsadfærd. Energistyrelsens kampanjer om kondenserende kedler, energiruder m.v. er et andet eksempel på, at objektive kampanjer medvirker til ændret forbrugeradfærd. En forandring som markedet hurtigt har kunnet udnytte til gavn for miljøet og forbrugernes økonomi.

De gode markedsmæssige erfaringer med at fremme udbredelsen af energieffektivt udstyr og forbrugernes positive respons herpå, er et godt afsæt for en fortsat energieffektivisering, uden brug af en streng regulering med påbud og afgifter.

Elforbruget i en standardbolig (3 personer) er ca. 4.000 kWh, og ved anvendelse af de bedste produkter på markedet vurderer El-sparefonden, at det kan reduceres til ca. 2.000 kWh. Denne

¹⁴ Vurdering foretaget af Peter Ahm, PA Energi, og Energi Midt.

¹⁵ Vurdering foretaget af PA Energi.

besparelse kan opnås uden, at det har en væsentlig påvirkning på livskvaliteten for borgerne. Samtidig er der dog en tendens til, at man i den enkelte husholdning omgiver sig med stadig flere elektronik produkter. En række af nye typer af produkter har dog heldigvis den fordel at de bruger markant mindre el end tidligere generations produkter. Et eksempel herpå er computer og fjernsyns fladskærme.

Der er behov for en meget aktiv og vedholdende informationsaktivitet i tæt samarbejde med producenter af elforbrugende udstyr, hvis de store besparelspotentialer skal realiseres. Der er samtidig behov for etablering af frivillige samarbejder mellem myndigheder og producenter med henblik på at fremme de bedste produkter og udfase mindre energieffektive produkter.

Udover information og kampagner samt frivillige aftaler med udbudssiden, kræves der en stor politisk vilje og bevågenhed. Bl.a. er det vigtigt at, der stilles krav om at det offentlige går foran i sine mange forskellige roller såsom godkendelsesmyndighed, bevilling af offentlige midler og som storindkøbere og forbrugere af energi, og konsekvent forfølger et mål om at reducere elforbruget og vælge det rigtige udstyr.

El-sparefonden tillægges en central rolle ved indfrielsen af ovenstående mål, og det forslås, at El-sparefondens budget øges fra i dag ca. 90 millioner kr. årligt til ca. 300 millioner årligt.

Oprettelse af et videns- og kompetencecenter

I Danmark sker byggeforskning dels ved forskningsinstitutionerne, dels på universiteter og dels hos rådgivere og producenter. En del forskning er grundforskning på universiteterne, der senere medvirker til udvikling af nye materialer og produkter hos producenter. Forskningsinstitutionerne i Danmark uddanner også ingeniører og skaber en faglig kompetence, der senere udnyttes i virksomheder i forbindelse med specifik udvikling og produktmodning i virksomheder.

En del forskning er praktisk og anvendelsesorienteret. Den benyttes i høj grad til videndeling i byggesektoren, herunder i form af vejledninger, anvisninger m.v. Det er vigtigt, at den anvendelsesorienterede forskning styrkes og i højere grad anvendes i forbindelse med uddannelse af byggeriets parter, herunder håndværkere, ingeniører og arkitekter.

De tekniske skoler og forskningsinstitutionerne i byggesektoren står ligeledes for en meget stor andel af efteruddannelsen af medarbejdere i byggesektoren, bl.a. fordi byggesektoren og brancherne ikke har et struktureret efteruddannelsesprogram. Specielt i forbindelse med øget fokus på energieffektivisering vil der blive behov for øget efteruddannelse.

Der kan skabes rammer for, at de projekterende ingeniører får bedre viden og erfaring, bl.a. med udvikling af lavenergiløsninger, ligesom erfaringer og feedback fra eksisterende initiativer kan øges.

Hvis visionen i Energiplan 2030 skal imødekommes, er der behov for at fokusere på øget udvikling af såvel specifikke kompetencer, praktisk og anvendelsesorienteret viden, nye teknologier og produkter. Der bør etableres et videns- og kompetencecenter, der arbejder med anvendelsesorienterede forskning og udvikling i energibesparelser i samspil med fokus på arkitektur og indeklima, og som medvirker med kompetencer i forbindelse med uddannelse af byggeriets parter, herunder bedre anvisninger og vejledninger, samt videndeling i byggeriet. Et videns- og kompetencecenter bør derfor indeholde et fælles uddannelsesforløb for ingeniører og arkitekter med henblik på at designe nye boliger med høj energieffektivitet, integration af vedvarende energi og sundt indeklima.

Det vurderes at der bør afsættes i alt ca. 150 millioner kr. årligt for at gennemføre den nødvendige forskning, udvikling og demonstration af energieffektivisering og vedvarende energi i byggeriet.

Forslag til tiltag

- Etablering af et viden- og kompetencecenter for energieffektivisering i byggeriet.
- Øge den anvendelsesorienterede forskning og udvikling i energibesparelser i samspil med fokus på arkitektur og indeklima.
- Øge uddannelse af byggeriets parter, herunder bedre anvisninger og vejledninger.

Videndeling i sektoren

Det danske byggemarked er i en europæisk synsvinkel lille, hvilket har den fordel, at videndeling i branchen er mulig. Det betyder, at danske rådgivere i samarbejde med producenter har mulighed for at skabe videndeling, der dels kan anvendes lokalt, men også kan medvirke til en øget eksport.

Samarbejder mellem byggeriets parter og forskningsinstitutionerne øger forståelsen for såvel tekniske som praktiske problemstillinger. Udviklingen af lavenergibyggeri og bedre boliger med godt indeklima er eksempler herpå. Etablering af forskning i klynger hvor der skabes samspil mellem samtlige parter i byggeriet kan være en mulighed for at fremme forskning og produktudvikling.

På såvel europæisk som nationalt plan findes regler for udbud af større byggeprojekter m.v. Disse regler har stor betydning i forhold til prissætning og fri konkurrence, men kan også virke begrænsende i forhold til udvikling af nye ideer og løsninger.

En væsentlig konsekvens er, at videndeling og samarbejde begrænses, idet kun få projekter gennemføres med samme virksomheder og kompetencer. Da det ikke er al viden og erfaring, der bringes med til nye samarbejder, sker der et tab af viden og kompetencer. Det er en barriere som specielt byggesektoren oplever, idet den med baggrund i struktur er sammensat af mange forskellige parter og leverandører.

Forslag til tiltag

- EU's udbudsbetingelser bør revideres
- Forskning i energispareløsninger i klynger med involvering af alle byggeriets partner bør tillægges særlig opmærksomhed.

Erhvervsmuligheder

På visse områder har Danmark i dag en førerposition inden for byggeriet. Der findes en relativ stor eksport af byggematerialer og rådgiverydelser, i alt 32 mia. kroner i 2005, ligesom Danmark på mange områder er referenceland i forhold til energieffektivisering og energibesparelser. Denne position kan udnyttes og fremmes i forhold til erhvervspotentialer inden for byggeri, bl.a. ved at der i Danmark udvikles et krævende hjemmemarked for energieffektiviserende og -besparende byggematerialeprodukter.

Udviklingen af et dansk hjemmemarked for energibesparelser bør ske ved, at der skabes langsigtede og stabile rammebetingelser. De beskrevne tiltag tidligere i dette kapitel kan medvirke til udvikling af et marked for energieffektive løsninger, hvor investeringerne kan dækkes på hjemmemarkedet og medvirke til efterfølgende eksport.

Resumé: Industri og erhverv

Delmål Energiplan 2030

- Brændselsforbruget i industri og erhverv reduceres med 40 % i 2030¹⁶.
- Elforbruget i fremstillingsvirksomheder reduceres med 30 % i 2030¹⁷
- El-produktionen ved industriel kraftvarme øges med 20 %.
- Ca. 70 % af brændselsforbruget i industri og erhverv dækkes af biomasse og -brændsler i 2030.

Politiske virkemidler

- Der stilles krav om, at alle virksomheder med et årligt brændsels- og elforbrug på over 5000 MWh mindst hvert tredje år skal gennemføre energisyn og procesintegrationsanalyse ved brug af eksterne, kvalitetssikrede rådgivere.
- Der stilles krav om, at alle virksomheder skal gennemføre procesintegrationsanalyser, med henblik på energirigtig projektering ved etablering eller udvidelse af anlæg med et årligt brændsels- og elforbrug på over 1000 MWh.
- Der oprettes en industrisparefond, som har til formål at fremme og yde tilskud til energisparende foranstaltninger i fremstillingsvirksomheder. Fondens budget bør årligt udgøre 800 mio. kr./år.
- Der afsættes årligt 100 mio. kr. til forskning, udvikling, demonstration og verifikation af nye energisparende teknologier til brug i produktionserhverv, samt teknologibaseret service.

Betydning for CO₂-udledning, forsyningsikkerhed og erhverv

Energibesparelserne inden for industri og erhverv er det enkeltstående initiativ i Energiplan 2030, som bidrager mest til reduktionen i det danske CO₂-udslip. Ligeledes vil de markante reduktioner i brændselsforbruget have afgørende betydning for den danske forsyningsikkerhed i og med, at næsten hele industriens energiforbrug i dag er baseret på olie og gas.

En rettidig indsats, der bidrager til en forbedring af energieffektiviteten i industriens produktion, vurderes at være fordelagtig for dansk industri. Høje fremtidige prisstigninger på olie og gas kan ikke udelukkes, og de sidste års erfaring med stigende oliepriser har i flere tilfælde givet dansk energieffektive virksomheder en fordel i konkurrencen med udenlandske virksomheder. Energieffektivisering er samtidig ofte koblet til reduktion af andet spild, hvilket også styrker konkurrenceevnen.

Danmark har en betydelig industri inden for energieffektive produkter og procesudstyr, eks. pumper, udstyr til varmegenvinding, processtyring, udstyr til køling og tørring. En aktiv indsats for at nedbringe industriens energiforbrug vil bidrage til produktudvikling indenfor energibesparende udstyr og derved understøtte erhvervs- og eksportpotentialer på området.

Samfundsøkonomi

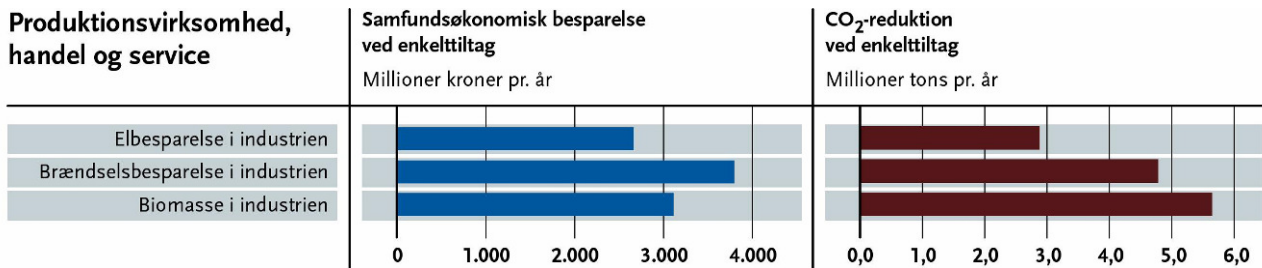
Der er generelt en meget positiv samfundsøkonomisk gevinst ved at nedsætte energiforbrug i industri og erhverv. Det vurderes, at der kan spares mellem 15-20 % af det samlede energiforbrug

¹⁶ Ift. Energistyrelsens basisscenario fremskrivning af energiproduktion og -forbrug, Energi strategi 2025. Ift. forbruget i 2004, svarer det til en 30 % reduktion.

¹⁷ Ift. Energistyrelsens basisscenario fremskrivning af energiproduktion og -forbrug, Energi strategi 2025. Ift. forbruget i 2004, svarer det til en stabilisering.

med en tilbagebetalingstid på under 4 år, og at helt op til 40 % af energiforbruget kan spares med en tilbagebetalingstid på 6-7 år.

Energibesparelserne i Energiplan 2030 vil, hvis de gennemføres, i alt udgøre en årlig besparelse på godt 6 mia. kr.



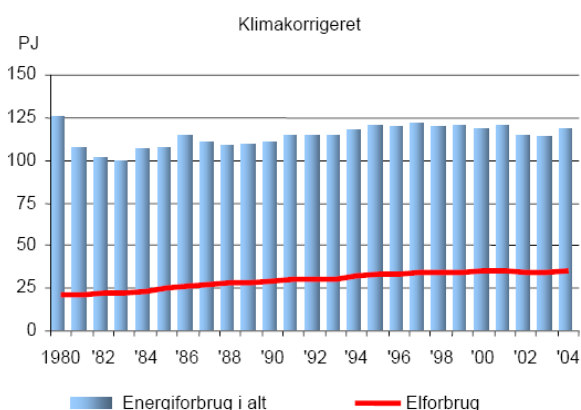
Figur 11

Industri og erhverv

Energiforbruget i industri og erhvervsvirksomheder, herunder handel og service, udgjorde i 2004 241 PJ og svarer til ca. en tredjedel af Danmarks totale energiforbrug. Energiforbruget har de sidste 25 år været ret konstant, hvilket dækker over et stigende el-forbrug, men faldende brændselsforbrug.

Energiforbruget i produktionserhverv er stort set dobbelt så stort som forbruget i handels- og serviceerhverv og i det følgende behandles primært energibesparelser i produktionserhverv. Det antages, at potentialer for energibesparelser i handels- og servicevirksomheder nogenlunde svarer til potentialet i produktionserhvervet.

Energi- og elforbrug i fremstillingsvirksomhed

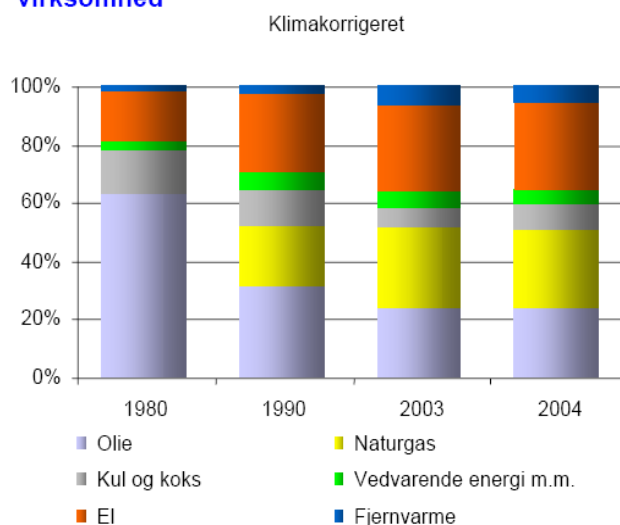


Figur 12: Energiforbrug i fremstillingsvirksomhed fra 1980 til 2004
Kilde: Årsstatistik Energistyrelsen 2004

Bag det relativt stabile energiforbrug gennem de sidste 25 år ligger, at energieffektiviteten stadig øges, og at der sker stadig større værdiskabelse med den samme mængde energi (se figur 14 nederst). Udviklingen er blandt andet en konsekvens af generelle strukturændringer i dansk industri, hvor en stigende del af den ”tunge energiintensive produktion”, med lave forarbejdningsgrader flyttes til udlandet, mens en større del af produktionen i Danmark bliver mere videntung. Et begrænset antal virksomheder med behov for udskiftning af omkostningskrævende tung proces, en længere periode med betydelige økonomiske incitamentter til at identificere og gennemføre energibesparelser, samt et i forhold til udlandet stor dansk fokus på energieffektiviseringer har dog også haft betydning. Det har i den danske energispareindsats også været lagt vægt på uddannelse af og incitamentter til virksomheder, der leverede energisparerådgivning og udstyr, hvilket har bidraget til de gode resultater hos energiforbrugerne.

Siden 1980 er der sket en bevidst omlægning fra olie til gas i produktionserhverv, som følge af ønsket om at indpasse en større naturgasandel i den danske energiforsyning. Varmegenvinding og ekstern anvendelse af overskudsvarme har ligeledes været i fokus, fremmet af de højere energipriser og tilskud til og aftalerne om energieffektivisering. Fjernvarmeforbruget i fremstillingsvirksomheden er beskedent, da mange processer i industrien har behov for højere temperaturer end der normalt fremføres ved fjernvarme. Nogle virksomheder har en vis egenproduktion af el. Egenproduktionen af el udgør ca. 10 % af industriens elforbrug.

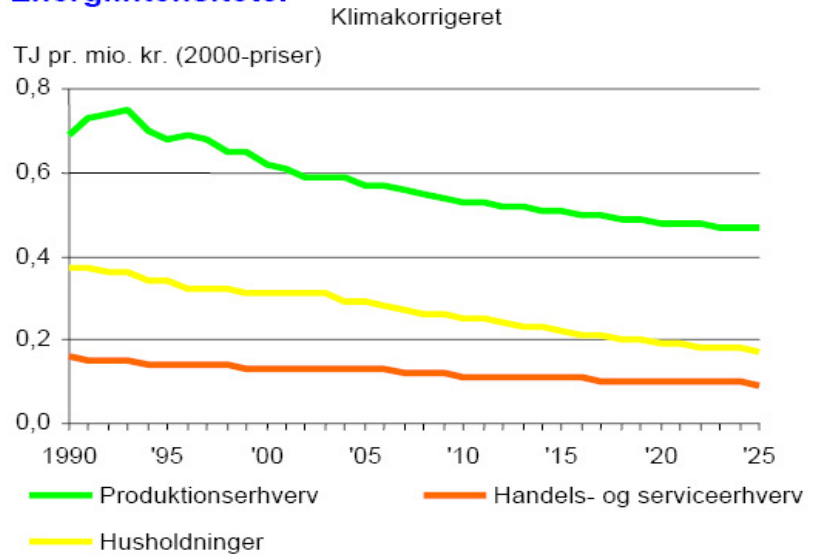
Energiforbrugets sammensætning i fremstillingsvirksomhed



Figur 13: Brændselsfordeling i fremstillingsvirksomhed fra 1980 til 2004
Kilde: Årsstatistik Energistyrelsen 2004

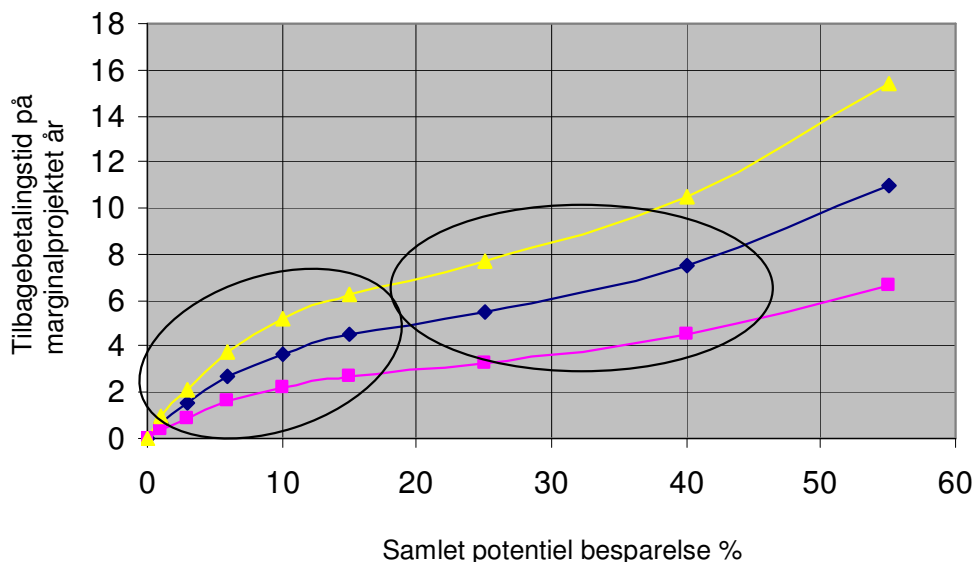
Energibesparelser inden for industrien gennemføres som oftest kun, hvis de er forbundet med meget korte tilbagebetalingstider, oftest under 2-3 år. Det vil derfor være helt afgørende, at der gennem diverse reguleringsmæssige virkemidler arbejdes på at øge virksomhedernes incitament til at gennemføre energibesparelser. En af barriererne er, at udgifterne til energi marginale i forhold til den samlede omsætning, og opmærksomheden omkring mulige besparelspotentialer i de fleste virksomheder er meget lav.

Energiintensiteter



Figur 14: Fremskrivning af energiforbrug og energiintensitet for fremstillingserhverv mm. Kilde: Årsstatistik Energistyrelsen 2004

Det er den generelle vurdering, at man med en tilbagebetalingstid på op til 4 år kan spare 10 – 15 % af energiforbruget ved en middelenenergipris (svarende til ca. 50 US \$ per tønde). Ved en tilbagebetalingstid på 6 - 7 år vurderes det, at man kan spare op til 40 % af energiforbruget, hvilket ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt er yderst relevant (se figur 15). Når denne besparelse ikke allerede i dag realiseres af virksomhederne, skyldes det mange forhold, herunder at de 4 års tilbagebetalingstid ofte ikke er attraktiv, fordi investeringen konkurrerer med mere strategisk højere prioriterede investeringer.



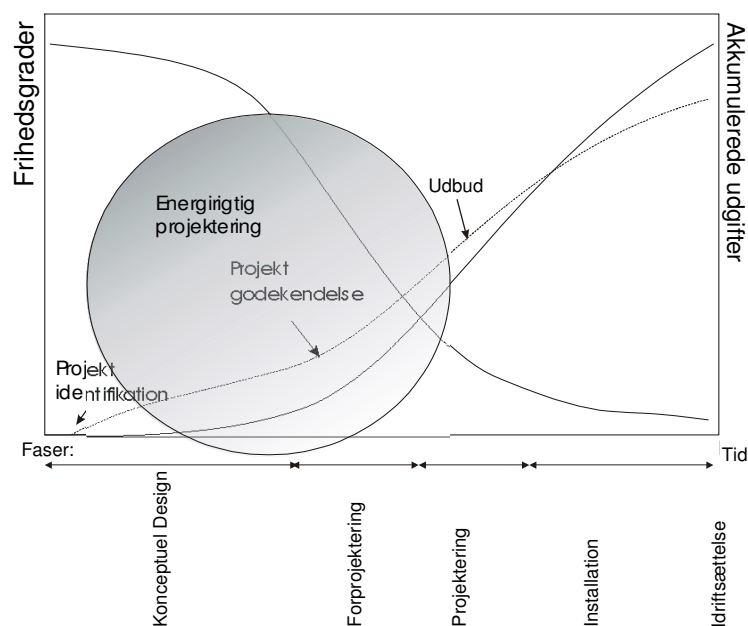
Figur 15: Sammenhæng mellem tilbagebetalingstid og energisparepotentiale for fremstillingsvirksomheder (gul ved lave energipriser (omkring 25 US \$ per tønde), blå kurve middel energipris (omkring 50 US \$ per tønde) og pink kurve svarer til en høj energipris (omkring ca. 75 US per tønde). Figuren er baseret på erfaringer med energirådgivning og udredningsprojekter i perioden fra 1990 til i dag.

Energirigtig projektering

Nogle få danske produktionsvirksomheder står for langt størstedelen af sektorens totale energiforbrug. Dette kan anskues ved, at de største forbrugere af fossile brændsler (der samtidig kan antages at være de største energiforbrugere) alle har en CO₂-udledningsgodkendelse. I følge kvoteregisteret er produktionsvirksomhedernes samlede udledningsskvote på 8,2 mio. tons CO₂, og kun ca. 20 % af de virksomheder (svarende til 30-40 virksomheder), der er tildelt udledningsskvote, har langt størstedelen af kvoterne, over 80 %.

Alene i kraft af virksomheders meget høje energiforbrug vil selv en mindre forbedring i disse virksomheders energieffektivitet medføre betydelige besparelser. Virksomheder med et meget højt energiforbrug har dog som hovedregel allerede gjort en betydelig indsats for at reducere energiforbruget, og potentialet er derfor relativt mindre her end i de mindre energitunge virksomheder.

For energitunge virksomheder og produktioner er det helt afgørende, at der i forbindelse med anskaffelse af nye procesanlæg gennemføres en energirigtig projektering, og at specialister inden for proces teknologier og energibesparelser samarbejder allerede i projekt design fasen. Når først anlægget står færdigt, er mulighederne for at gennemføre yderlige besparelser væsentlig reduceret. Det er således i design- og anlægsfasen, at de største og billigste energibesparelser kan opnås. Erfaringen har vist, at der ofte kan spares helt op til 40 % af det energiforbrug der indledningsvis har været kalkuleret med, ved at gennemføre en optimal designfase. På dette område kan der være behov for, at den foreslåede Industrisparefond understøtter forprojektering og mindre tests.



Figur 16: Muligheder i et projektforsløb

En væsentlig barriere i denne sammenhæng er, at de personer, der designer produktionsanlægget, ofte kun har et mindre kendskab til energieffektiverende tiltag og energianalyser på procesanlæg.

Det vurderes, at energirigtig projektering ved etablering, udvidelse eller renovering vil bidrage med en 15 % besparelse i procesvarmeforbrug/brændselsforbruget og 5 % besparelse på el-forbruget.

For at sikre indførelsen af energirigtig projektering lægges der op til, at der indføres lovgivning, der påbyder, at der ved etablering af eller udvidelse af anlæg med et samlet brændsels- og elforbrug på over 1000 MWh skal gennemføre energirigtig projektering.

Potentiale for energibesparelse i fungerende produktionsanlæg

Generelt vil energiforbruget også kunne reduceres væsentligt i etablerede produktionsanlæg. Dels gennem løbende udskiftning med nye komponenter og systemer, der er mere effektive end tidligere, og dels gennem grundigere analyser og fokusering på energibehovet. Dette kan have form af energiledelse, som allerede nu anvendes i mange større virksomheder, hvor energiforbruget løbende monitoreres og søges nedbragt, ved analyser af energibehovet og effektiviteten af apparater, samt ved grundigere analyser og procesintegration, hvor samspillet mellem de enkelte produktionsoperationer optimeres energimæssigt. Specielt er der gode besparelsesmuligheder forbundet med procesintegration. Der er endvidere betydelige energibesparelser knyttet til reduktion af spild i produktionen, idet samme mængde færdigvarer kan fremstilles ud fra færre råvarer. Reduktion af energiforbruget er da også et vigtigt udkomme af lean-aktiviteter.

Ny teknologi præsenteres løbende, og det kan være svært at kvantificere betydningen af ny teknologi for energiforbruget. Inden år 2030 vil modning af nye teknologier kunne få stor betydning for energiforbruget, og det vurderes, at nye produktionsteknologier generelt vil have en større energieffektivitet. Et konservativt skøn vil være, at ny teknologi over de næste knap 25 år vil bidrage med en 10 % effektivisering.

Tabellen i figur 17 kvantificerer den besparelse, som vil kunne opnås ved de enkelte aktiviteter. Det samlede besparelspotentiale anslås til ca. 40 % på procesvarme/varme/brændsel og ca. 20 % på el.

Tiltag	Procesvarme/varme/brændsel %	El %
Energiaftaler og Energiledelse	4	5
Energisyn hver 4 år	5	5
Procesintegration	7	5
Energirigtig projektering	15	10
Ny teknologi	10	5
SUM	40	30

Figur 17: Besparelspotentialerne i tabellen er vurderet i forhold til Energistyrelsens basisscenario fremskrivning af energiproduktion og -forbrug, Energistrategi 2025.

I perioden frem til 2030 forventes det herudover, at der vil ske effektivisering af kraftvarmeanlæg i industrien, ved at eksisterende kraftvarmeanlæg udskiftes til anlæg med højere elvirkningsgrader, f.eks. anlæg baseret på brændselceller. Desuden kan det forventes, at højere energipriser og incitamentet til energieffektiviseringer vil betyde, at det for flere virksomheder bliver fordelagtigt at udbygge med kraftvarme. Det kalkuleres således med, at elproduktionen ved industriel kraftvarme relativt nemt kan øges med 20 %.

Der vurderes at der også er gode muligheder for at en bedre udnyttelse af industriens overskudsvarme via de eksisterende fjernvarmesystemer vil kunne ske. Ofte er der tale om overskudsvarme som alternativt bortkøles, dels varme, som kunne udnyttes effektivt, eksempelvis lavtemperaturvarme, der kunne nyttiggøres via en varmepumpe. Hovedårsagen til, at dette

potentiale ikke udnyttes i dag er, at overskudsvarmen beskattes, hvilket rent energiøkonomisk er uhensigtsmæssigt. Der bør søges en løsning herpå.

Energiaftaler

De mest energitunge virksomheder kan indgå en energiaftale med Energistyrelsen. Virksomheder med energiaftale betaler reducerede energifgifter, men skal til gengæld søge at reducere energiforbruget fx gennem energiledelse. Tidligere skulle virksomheder med aftaler også have et energisyn (energisyn indgik i de aftaler, der er analyseret i undersøgelsen). En sammenligning af energiforbruget i aftalevirksomhederne før og efter indgåelsen af aftale tyder på, at aftalerne har givet en reel besparelse i energiforbruget på omkring 9 % i de berørte virksomheder¹⁸.

I sammenligningen tages der højde for de ændringer i energiforbruget, som kan tilskrives variationer i de enkelte virksomheders produktion og udviklingen i energipriserne. Der er også taget højde for, at virksomheder med en aftale får energien lidt billigere i kraft af de reducerede afgifter. Isoleret set trækker de reducerede afgifter i retning af større energiforbrug i aftalevirksomhederne. Størrelsen af effekten af aftalerne på energiforbruget er dog ikke så præcist bestemt som fx effekten af ændringer i energipriserne.

Den indgåede brancheaftale mellem Energistyrelsen og Danske Væksthusgartnerier er et eksempel på en kollektiv aftale (brancheaftale), hvor der er en dokumenteret god effekt af en systematisk energibesparende indsats i en række mindre virksomheder.

Frivillige aftaler

De frivillige energiaftaler er som regel knyttet til forskellige former for økonomiske incitamerter for deltagerne. I nogle kredse bliver frivillige tiltag således fremhævet som værende bedre end fx miljøafgifter og andre mere »hårde« former for regulering. Erfaringerne viser, at effekten af forskellige reguleringstyper varierer betydeligt, hvorfor man må være varsom med at drage for vidtgående konklusioner omkring effektiviteten bl.a. af frivillige aftaler. Betegnelsen frivillige aftaler dækker endvidere over en række meget forskellige ordninger. Incitamentet for virksomhederne til at deltage i denne form for ordninger skal nøje vurderes både økonomisk, videnskabeligt, og imagemæssige forhold spiller ind. Incitamentet for myndighederne vil være, at de »frivillige aftaler« giver større sandsynlighed for effekt end en traditionel regulering.

I forhold til den empiriske viden, der findes om effekten af energifgifter og brugen af afgifter som virkemiddel, findes der kun få empiriske analyser af effekten af frivillige tiltag. Derfor er det vigtigt løbende at lave nøje vurderinger af effekterne af de såkaldte frivillige tiltag. Effekten af frivillige aftaler fremmes af myndighedssamarbejde bl.a. mellem miljø- og energimyndigheden, samspil med interessenterne om informationsformidling og fraværet af økonomiske barrierer for at gennemføre energireduktioner fx afgiftstekniske¹⁹.

Der bør arbejdes på, at alle virksomheder aktivt arbejder på at reducere deres energiforbrug (bl.a. ved at indgå frivillige aftaler) og gennem bl.a. energiledelse evt. som led i miljøledelse, samt at pålidelig, letanvendelig information om energibesparelser gøres lettere tilgængelig både for virksomheder og disses rådgivere og leverandører.

¹⁸ Energibesparelser gennem afgifter og aftaler, AKF 2001.

¹⁹ Se fx MST arbejdsrapport nr. 3 fra 2005 om energieffektivisering og BAT.

Energisyn og procesintegration

Procesintegration er en metode til at se på samspillet mellem de enkelte enhedsoperationer i et produktionsanlæg og det, som ønskes opnået med processen og er et særdeles effektivt værktøj til at identificere meget store besparelser. Erfaringer viser, at det er muligt at finde meget store energisparepotentialer med en tilbagebetalingstid under 6 år.

Denne form mere dybtgående undersøgelser har i høj grad været forsømt, da virksomhederne generelt har fokus rettet mod deres primære forretningsområder og skal ses i lyset af, at udgifter til energi oftest udgør mindre end 2 % af værditilvæksten.

Der lægges op til, at virksomheder med et brændsels- og elforbrug på over 5000 MWh hvert tredje år skal gennemføre energisyn og procesintegrationsanalyser ved brug af eksterne uafhængige eksperter.

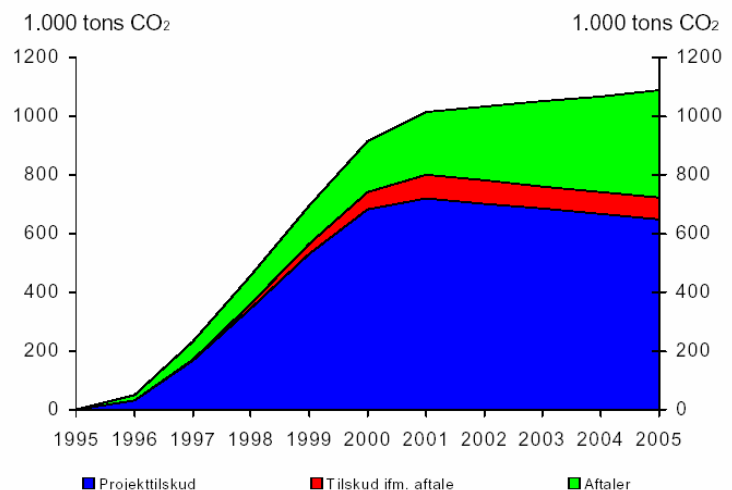
Igennem en mere integreret offentlig miljø- og energiindsats i virksomhederne vil det samtidig være vigtigt at udvikle værktøjer, der både sikrer, at der gennemføres energisyn, og at energiBAT nyder fremme.

For de mindre miljø- og energibelastende virksomheder spiller aktiv information, bl.a. med medvirken fra organisationer mv. en vigtig rolle.

Oprettelse af en industri-energisparefond

Erfaringerne viser, at tilskud til energibesparende foranstaltninger er en af de mest effektive metoder til at øge virksomhedernes incitament til at gennemføre energibesparelser. Se figur 18.

Set i lyset af de meget store samfundsøkonomiske gevinster ved at nedbringe industriens energiforbrug er der gode argumenter for, at der ydes tilskud til energibesparelser. Der er ikke alene tale om en effekt af selve tilskuddet hos energiforbrugerne, men også den afledte effekt i form af øget information om nye løsninger og større incitament til at udvikle nye processer og hjælpeudstyr hos ”energivirksomhederne” samt mere interesse for uddannelse etc. Der er endvidere en betydelig effekt af, at virksomhederne får tilført energi-kompetencer bl.a. fra specialister, hvis honorarer kan indgå i det energibesparende projekt.



Figur 18: Virkning af tilskud og aftaler på CO2 besparelser i industrien i perioden 1995 til 2005 (tilskudstilsagn bortfaldt i 2001, men gennemførelsen af mange af tilskudsprojekterne skete efter 2001). Kilde: Energistyrelsen

Der lægges derfor op til, at der oprettes en industrisparefond, som har til formål at fremme og yde tilskud til energisparende foranstaltninger i fremstillingsvirksomheder. Fondens bør endvidere fremme udbredelsen af energimærkning og yde information om energieffektive løsninger bl.a. til brug i forbindelse med BAT om energieffektivisering. Fondens budget bør årligt udgøre 800 mio. kr./år. Et eventuelt tilskud kunne modsvare den øgede tilbagebetalingstid.

Fonden kan eventuelt finansieres ved blandt andet at overføre energiselskabernes industrirettede energisparemidler til fonden. Vurderingen er, at disse midler vil kunne udnyttes mere effektivt, hvis de bliver brugt til tilskud til investeringer i energibesparende udstyr og/eller konsulenthjælp fra tredjeparts kvalitetssikrede rådgivere. En yderligere finansiering af fonden kan ske ved at opkræve en afgift hos fremstillingsvirksomheder på ca. 1,25 øre/kWh for elforbrug og ca. 0,6 Øre/kWh for brændselsforbrug eller ved at bruge dele af ekstraprovenuet fra indtægterne fra Nordsøen.

Konvertering af fossilt brændsel til biobrændsel

Der er et stort teknisk potentiale for at omlægge forbruget af fossile brændsler til biomasse i industri og produktionsvirksomheder. Flere større virksomheder har da også allerede omlagt dele af produktionen til biomasse eller arbejder herpå. Omlægningen sker som følge af en forventning om stigende oliepriser. Med den øgede danske produktion af biomasse og -brændsler, som kan forventes (se kapitel om biomasse), og med den forventede prisudvikling på olie og gas kan det forventes, at brugen af biomasse vil udgøre 20 % af sektorens energiforbrug i 2030.

Resumé: Transport og Mobilitet

Delmål Energiplan 2030

- Ingen stigning i det samlede persontransportarbejde frem til 2030.
- Der gennemføres en 20 % omlægning af den samlede vejtransport til bane og cykel.
- Transportens energiforbrug reduceres med 30 % ved effektivisering af tog, biler og fly.
- 20 % af vejtransporten baseres på el
- 20 % af vejtransporten baseres på biobrændsler.
- Stigningen i luftfarten holdes på 30 % i perioden frem til 2030.

Politiske virkemidler

- Den regionale by- og landsplanlægning skal gennem øget brug af regionsplaner bidrage til begrænsningen af transportens energiforbrug. Nye boligområder centrerer omkring tog- og banestationer og det understøttes, at større boligområder, erhverv og indkøbsmuligheder placeres i samme nærområde.
- Der gives tilladelse til højere bebyggelsesprocenter omkring stationer.
- Registreringsafgift omlægges provenuneutralt således, at de tilskynder til indkøb af mere effektive og sikre biler. Indenfor en tiårig periode omlægges registreringsafgifterne til en kilometerafgift.
- Der bør over de næste 30 år investeres 200 mia. kr. til udbygning af letbaner og metro, samt udbygning og forbedring af jernbanenettet.
- Alle danske byer bør gives mulighed for at indføre bompenge.
- Trafik og Energiministeriet samt kommunerne bør tage initiativ til at udarbejde en handlingsplan for, hvordan elbiler bedst muligt fremmes.

Betydning for CO₂-udledning, forsyningssikkerhed og erhverv

En stabilisering af det samlede persontransportarbejde, effektiviseringerne i og omlægningen af dele af trafikken til elektrificeret banetransport, elbiler og cykel har stor betydning for den samlede CO₂ reduktion. Disse tiltag er samtidig afgørende for en væsentlig forbedring af Danmarks forsyningssikkerheden, da transportens energiforbrug i dag primært er baseret på olie. Ligeså er det afgørende, at biobrændsler substituerer olie i forsyningen.

Helt generelt bidrager visionen til en betydelig forbedret opfyldelse af mobilitetsbehovet, hvorved betingelserne for erhvervslivet helt generelt forbedres.

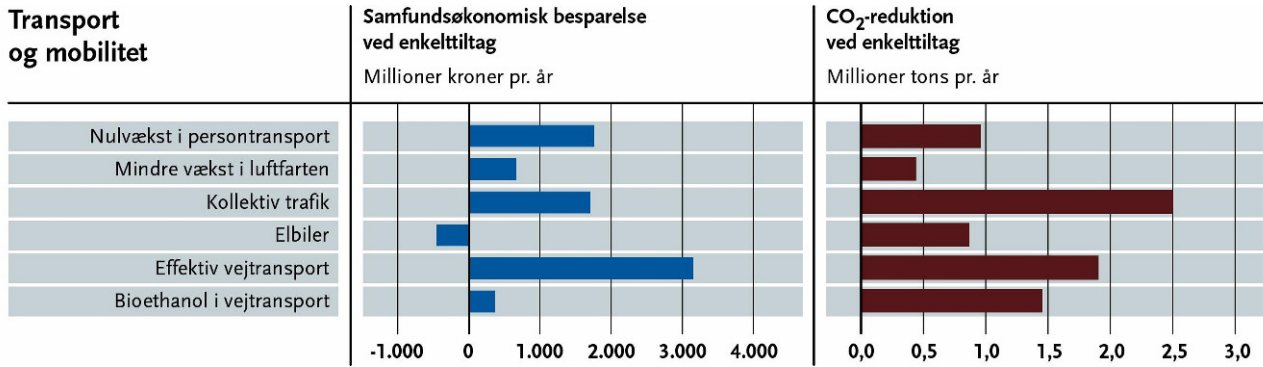
Samfundsøkonomi

Nedbringelsen og effektiviseringen af biltransporten gennem omlægning af registreringsafgiften til en kilometerafgift vil være provenumæssig neutral.

Der er ikke nogle nævneværdige samfundsøkonomiske udgifter forbundet med en mere aktiv by- og landsplanlægning. En mere optimal planlægning vil tværtimod bidrage positivt til samfundsøkonomien ved at lette fremkommelighed.

Omlægningen til el-biler skønnes at udgøre et mindre samfundsøkonomisk tab. El-bilerne er dog helt afgørende for en videre udvikling frem mod et 100 % vedvarende energisystem.

Udbygning af jernbaner, metro og letbaner kræver en betydelig investering på omkring 200 mia. kr. de næste 30 år. Omkostningerne modsvares i vid udstrækning i samfundsmæssige fordele i form af bedre mobilitet, og medregnes besparelser i energiforbruget er investeringen samfundøkonomisk fordelagtig. Alene i København er der ekstraomkostninger forbundet med trængsel svarende til 5,7 mia. kr. årligt.



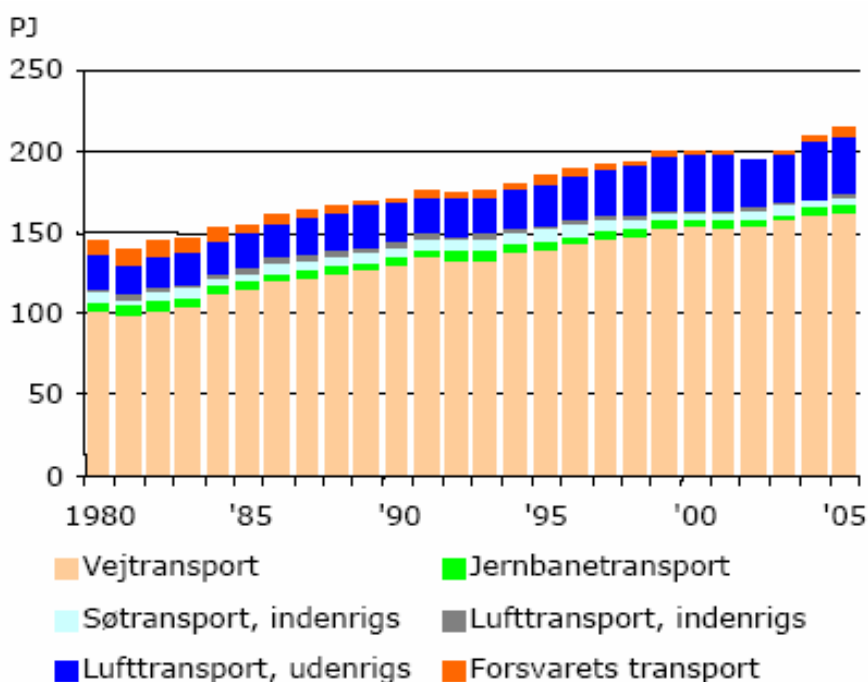
Figur 19

Transport og Mobilitet

Transporten er energipolitikens smertensbarn. De sidste tyve år er det i Danmark lykkedes at stabilisere det samlede energiforbrug, en enestående og historisk præstation, men på transportområdet vokser forbruget stadig markant.

I 2005 steg transportens energiforbrug med 2,3 % og siden 1990 er transportsektorens energiforbrug steget med ca. 25 %, se figur 20. Transporten tegner sig således for en stigende andel af det samlede energiforbrug, og udgør i dag ca. ¼ del af Danmarks samlede energiforbrug på 840 PJ. Da transportens vækst primært sker indenfor vej- og lufttrafik, og da transporten primært er baseret på olieprodukter i modsætning til andre sektorer, hvor vedvarende energi spiller en stigende rolle, er sektorens andel af Danmarks samlede CO₂-udledning endnu højere, næsten en tredjedel.

Set i relation til Danmarks udfordringer på såvel klima- som forsyningsområdet er det således helt afgørende at transportens energiforbrug og CO₂-belastning reduceres. Transportens energiforbrug er næsten totalt domineret af vej- og flytrafikken, og en vigtig udfordring vil være at omlægge dele af transporten til mere energieffektive transportformer, herunder blandt banetransport.



Figur 20: Energiforbrug til transport fordelt på transportform. Energistatistik 2005.
Kilde: Energistyrelsen 2006

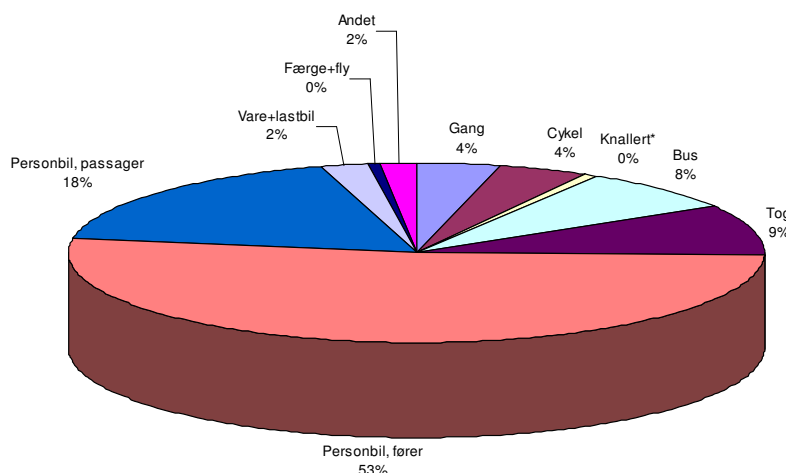
ekstraomkostninger på i alt 5,7 mia. kr. om året²⁰. Omkostninger der belaster såvel erhvervslivet som samfundet generelt. Det vil derfor være afgørende, at der søges løsninger, der såvel tilgodeser udfordringer til energi og miljø som fremkommelighed og mobilitet. Det kræver indsatser over en bred front.

Arbejdskraftens mobilitet og en effektiv transport af varer og gods er helt essentielt for erhvervslivet og samfundet generelt. Den personlige mobilitet spiller samtidig en stor betydning for den enkeltes opfattelse af livskvalitet.

Vi oplever dog i disse år, at vejnettet i stigende grad sander til i biler, og at forsinkelserne og uregelmæssigheder på den offentlige trafik bliver stadig større. Alene i hovedstadsområdet spildtes der i 2001 hver eneste dag omkring 120.000 persontimer pga. forsinkelser, svarende til

²⁰ Projekt trængsel. Cowi 2004

Den samlede persontransport udgør i Danmark årligt 50 mio. personkm. Heraf foregår ca. 70 % med bil, godt 15 % med kollektiv transport og knap 5 % med cykel.



Figur 21: Statistik for persontransport i Danmark 1999. Antal ture fordelt på transportmiddel
Kilde: Trafikministeriet

Udvikling af en mere bæredygtig transportsektor kan kun opnås gennem markant og vedvarende politisk indsats. Der bør arbejdes med initiativer over en bred kam, hvor der dels arbejdes på at stabilisere det samlede transportarbejde, at dele af transporten omlægges til mere effektive transportformer i form af blandt andet kollektiv trafik, at energieffektiviteten på biler mv. øges og at andre energiformer, herunder biobrændsler og VE-el, substituerer olien som transportens energikilde. Der skal således arbejdes med såvel transportadfærden, planlægning og tekniske løsninger.

Byplanlægning – et værn mod stigende transport

Den nuværende dominerende byplanlægning med stadig mere adskilte boligområder, erhvervsområder, indkøbsområder mv. forøger generelt behovet for mobilitet og transport. Dette understøttes desuden af flere af de nuværende skatter og afgifter, f.eks. transportfradraget, den høje afgift på anskaffelse af bil, mens der ingen afgift er på kørte kilometer.

En nødvendig forudsætning for at reducere det daglige persontransportarbejde, er at borgerne i byer og bynære områder har mulighed for at indrette sig således, at især biltransportbehovet begrænses. Det sker bl.a. ved at sikre et varieret udbud af attraktive erhvervs- og indkøbsmuligheder i lokalområdet, gerne i cykelafstand af boligen, samt at der er nem adgang til attraktiv offentlig banetransport – også gerne i cykelafstand.

Det kræver en langsigtet styring, en række overordnede planlægningsprincipper og planmyndigheder med kompetence og magt til at gennemføre planen. Det er vigtigt, at Miljøministeriet, der efter strukturreformen har fået ansvaret for regionsplanerne, påtager sig denne opgave.

Væksten i biltrafikken bør stoppes

En omlægning af den danske afgiftsstruktur på personbiler vil være vigtigt med henblik på at reducere biltrafikken.

En mulighed er at omlægge registreringsafgiften til en kilometerafgift, hvor det ikke er indkøbet af bilen med forbruget der er afgiftsbelagt. Rent teknisk vil en kilometerafgift kunne indføres ved hjælp af et GPS-baseret road-pricing system. Der lægges op til, at en sådan omlægning gennemføres indenfor en 10-årig periode og gennemføres provenuneutralt.

Afskaffes registreringsafgiften fuldstændig og lægges denne ud på en kilometerafgift, vil det svare til, at der indføres en gennemsnitlig afgift på kr. 0,75 per km, hvilket vurderes at ville reducere det totale antal kilometer foretaget i personbiler med 15 %²¹. Kilometerafgiften bør samtidig indrettes således, at sikre og energieffektive biler betaler en mindre afgift end store og tunge biler med en dårlig benzinøkonomi. Der bør også kraftigt overvejes om kørselsfradraget med tiden skal udfases.

Økonomiske virkemidler vil dog formentlig ikke alene kunne dæmpe væksten i privatbilismen. Der er mange andre grunde end de rent praktiske forbundet med det at eje og benytte bil – fx kulturbetingede, vaner, frihedsfølelsen. Selv ventetiden i bilkøen på motorvejen om morgenen på vej til arbejdet kan være en kærkommen fritid (dagens eneste), en god undskyldning for blot at slappe af og høre radio. Det er nødvendigt at forstå disse grunde, hvis man ønsker at påvirke folks transportadfærd, og øget forskning indenfor området vil være vigtig.

Et nyt koncept i form af delebiler, der i lang tid har været kendt i udlandet, er ved at vokse frem i Danmark. En udbredelse af delebilskonceptet vil i sig selv virke dæmpende på privatbilismen, da alle udgifterne forbundet med indkøb og brug af bilen ligger på selve kørslen. I en privatejet bil betales indledningsvis en stor udgift til indkøbet af bilen, hvorefter selve det at køre i bilen er relativt billigt. En udbredelse af delebilskonceptet kan bl.a. støttes ved at give delebiler gratis parkering i byerne.

Væksten i lufttransporten bør reduceres

Den stadig stigende luftfart udgør en stor udfordring i bestræbelserne på at begrænse persontransportarbejdet. I Energistyrelsens fremskrivning af flytransporten stiger antallet af kilometer, som danskere transporteres med hele 50 % i forhold til i dag frem til 2030²².

Stigningen i luftfarten er specielt problematisk i forhold til drivhuseffekten, idet flytrafikken dels udleder og dels danner en række stoffer, der bidrager til drivhuseffekten. Det gælder partikler der fortætter som vanddamp, ozon samt cirrus-skyer der bidrager til drivhuseffekten med 2-5 gange effekten af CO₂.

For flytrafikken gælder det, at den er den eneste sektor, der er fuldstændig fritaget for brændstofafgifter. Hidtil har flytrafikken haft afgifter i form af passagerafgifter, men fra 1. januar 2007 afskaffet disse.

Med henblik på at reducere flytrafikkens uheldige effekter på drivhuseffekten og generelt bremse væksten i flytrafikkens energiforbrug vil det som minimum kræves, at flytrafikken underlægges CO₂-kvotesystemet, hvilke vil skulle ske på EU-niveau. Kvotesystemet bør omfatte alle gasser, der har indflydelse på klimaet. Den danske regering opfordres til at arbejde herfor. Indførelsen af et CO₂-kvotesystem for international luftfart vurderes af EU-kommissionen at føre til en halvering i lufttransportens vækst²³.

²¹ Med en antaget priselasticitet på -0,3 betyder det alt andet lige 15 % færre kilometer foretaget i privatbil. Baseret på vurdering af Per Homann Jespersen, Roskilde Universitetscenter

²² Energistyrelsens basisreference. Energistrategi 2025.

²³ http://www.airapparent.ca/pdf_docs/aviation_et_study.pdf

På indenlandske og kortere udenlandske flyruter vil højhastighedstog kunne udgøre et attraktivt alternativ til flytransporten. Da tog er mange gange mere energieffektivt end fly, vil det i høj grad være fordelagtigt, hvis en del af flytrafikken kan omlægges til banen.

Bytrafik der baseres på kollektive løsninger og cykler

Såvel hensyn til fremkommelighed i specielt de største byer, som behovet for et reduceret energiforbrug taler for, at der sker en markant omlægning af biltrafikken til kollektive transportformer, og at cyklerne får en mere central rolle i byerne og bynære områder.

Trængselsproblemet omkring de største byer er et selvforstærkende problem, hvor flere og større indfaldsveje ofte øger trængselsproblemerne i byerne, og hvor især den kollektive busstrafik rammes hårdt af øgede trafikbelastninger, hvilket får flere til at skifte til bil. Denne cirkel vil kunne løses ved på forskellig vis at begrænse trafikmængden. Blandt andet ved at indføre trængselsafgifter – i første omgang i København. Roadpricing i hovedstaden vurderes at kunne nedbringe biltrafikken i København med knap 15 %. Det svarer omtrent til trafikken i sommerferieperioden.

En ligeså vigtig forudsætning for at omlægge privattransporten til andre transportformer er, at der skabes attraktive alternativer til privatbilismen, samtidig med, at der skabes forbedrede muligheder for at skifte mellem de forskellige transportformer. Blandt andet vil gode parkeringsforhold (park and ride faciliteter) ved stationer gøre det mere attraktivt at veksle mellem bil og banetransport, når en rejse foretages. På kortere distancer kan udbygning af sikre og hurtige cykelveje kombineret med afgifter for at benytte bilen i byen fordrer en omlægning fra bil til cykel.

Udbygning med moderne letbaner i og omkring de større byer, i København som supplement til Metroen, vil ligeså udgøre et alternativ til bilen i byerne. Udbygningen med letbaner vil være en effektiv og billig måde at øge fremkommeligheden på.

Sats på banen

Skal jernbanen være et reelt og attraktivt alternativ til den vejbårne transport, vil en omfattende renovering og udbygning være nødvendig. Hvis toget skal være et attraktivt alternativ til bilen skal det kunne tilbyde komfort, hvor transporttiden er kvalitetstid, der kan bruges effektivt til bl.a. arbejde. Der skal være hyppige afgang, koordinerede køreplaner og måske vigtigst: køreplanerne skal overholdes.

I et energieffektiviserings- og forsyningssikkerhedsperspektiv vil det være vigtigt at store dele af banenettet elektrificeres. Elektrificerede tog er langt mere effektive end dieselbaserede tog.

Der lægges op til, at den danske stat beslutter en langsigtet investeringsplan frem til år 2030, hvor jernbane- og signalnettet gennemrenoveres og bringes op på europæisk niveau, og hvor der udbygges med flere og bedre tog samt højhastighedstog, med en tophastighed på op til 250 km/t, mellem de store byer.

Det vurderes, at der over de næste 30 år skal investeres ca. 200 mia. kr. for at gennemføre en gennemgribende renovering af det danske banenet og signalsystemer, elektrificere primærnettet, samt udbygning med højhastighedstog, letbaner og udvidet metro i København²⁴. 200 mia. kr. over 25 år er en stor investering, men set i forhold til at trængselsomkostningerne på vejene alene i hovedstadsområdet beløber sig til næsten 5, 7 mia. kr. årligt, og at investeringen bidrager til at løse en række energimæssige problemer, er den samfundsøkonomisk god.

²⁴ Baseret på vurdering af Professor Otto Ancher Nielsen, DTU.

Dette vil kunne skabe et reelt og attraktivt alternativ til privatbilismen, og det forventes, at en sådan udbygning vil føre til en fordobling af banetransportens andel af persontransportarbejdet på bekostning af privatbilismen²⁵. Ligesom store dele af den indenlandske flytrafik vil overgå til bane. Kobles danske højhastighedsnet med svenske og tyske højhastighedsnet, viser erfaringen fra udbygning med højhastighedstog andre steder, at toget vil kunne konkurrere med fly indenfor en distance a la Stockholm og Berlin. Det kan desuden overvejes at nedsætte priserne på den kollektive transport med henblik på at gøre denne mere attraktiv.

En udbygning med højhastighedsbaner vil samtidig skabe langt bedre vilkår for godstrafikken i og med, at der anlægges helt nye baneanlæg til højhastighedstog. Hermed frigøres andre spor til godstransport, hvis drift ikke længere forstyrrer de hurtiggående tog, og det bliver muligt at afvikle godstransport med en højere frekvens og hurtighed, end tilfaldet er i dag, hvilket er helt afgørende for erhvervslivets interesse i at omlægge godstransport til bane. Det vil samtidig være vigtigt, at der udbygges med effektive systemer til omladning mellem bane og lastvogn, så varerne nemt og hurtigt kan overgå fra bane til lastvogn.

Som incitament til at omlægge en del af godstransporten fra vej til bane bør Danmark i lighed med den tyske MAUT indføre en afgift på godstransport på vej. Sker dette samtidig med den foreslåede udbygning vil man i lighed med privattransporten også kunne forvente en fordobling af andelen af gods på bane i forhold til vej.

Privatbilens energieffektivitet skal forbedres – elbilens genkomst

Eksplodingsmotoren er i dag den totalt dominerende teknologi indenfor vejtransporten. Der eksisterer i dag gode muligheder for at øge energieffektiviteten af denne, men set i det lange udviklingsperspektiv må det også konstateres, at der kun er sket en mindre effektivitetsforbedring af eksplodingsmotoren de sidste mange årtier. Nyindregistrerede biler kører i dag 15,6 km/liter i gennemsnit, men der findes flere biltyper på markedet, der er mindst 30 % mere effektive, og som omkostningsneutralt kan fremmes ved en kombination af ændrede registreringsafgifter og strammere lovkrav til nye biler. Der bør således ske en øjeblikkelig afgiftsdifferentiering, hvor registreringsafgiften omlægges, således at en ny afgiftsstruktur favoriserer energieffektive og sikre biler. Helt generelt bør Danmark arbejde for, at EU stiller strammere krav til bilproducenter om energieffektivitet.

Brændselscellebaserede biler, hybridbiler og elbiler er alle alternativer, som lover en markant højere effektivitet end traditionelle biler. Af de tre teknologier vurderes det, at hybrid- og elbilen er de to biler der først får deres markedsmæssige gennembrud. Hybridbilen, der kombinerer eksplodingsmotoren og elmotoren, sælges allerede i en række modeller, og udviklingen indenfor batteriteknologi gør, at der må næres betydelige forhåbninger til såvel hybridbilen og elbilen. Teknologisk udgør hybrid-bilerne en glimrende overgangsplatform til udvikling af brændselscellebiler og rene elbiler med batterier. Den brændselscellebaserede bil får formentlig først sit gennembrud nogle år ude i fremtiden. Teknologisk kan der i dag udvikles brændselscellebaserede biler på PEM (Polymer Electrolyte Membrane) teknologien med brint som energibærer, men økonomisk er bilerne langt fra rentable.

Den største barriere for elbilernes udbredelse har altid været batterierne. Men de sidste 10 år er udviklingen gået stærkt, og batterierne har efterhånden tilfredsstillende tekniske egenskaber og der udvikles til stadighed nye billigere batteriteknologier. De bedste litium-polymerer batterier har i dag en energitæthed på 0,2 kWh/kg og en opladningstid på mindre end en time. Med elbilernes høje

²⁵ Baseret på vurdering af Phd-studerende, Alex Landex, DTU.

effektivitet (70-80 %) og et ca. forbrug på 0,2 kWh/km for en bil til 4 personer + bagage og en tophastighed på over 100 km/t, giver det en aktionsradius på en fuld opladning på 2-300 km med et batteri på 40-50 kWh og en vægt på 2-300 kg. Til sammenligning vil en bil med eksplosionsmotor bruge 0,5-0,6 kWh/km²⁶.

Elbilens effektivitet er således 2-3 gange bedre end eksplosionsmotoren. Da over 2/3 dele af elproduktionen i Energiplan 2030 er baseret på vedvarende energi, vil elbiler være yderst fordelagtige set i såvel et forsyningsperspektiv, som i forhold til reduktioner i CO₂-udslippet.

Elbilernes batterier vil i tilgift kunne bidrage væsentligt til en øget fleksibilitet i elsystemet, når de er tilsluttet elsystemet – en fleksibilitet som er nødvendig i forbindelse med høj andel fluktuerende vedvarende energi i systemet. Bilernes intelligente ladesystemer køber strøm fra nettet når der er produktionsoverskud i elsystemet, og strømmen derfor er billig, og sælger strøm til nettet, når der er produktionsknaphed, og strømmen derfor er dyr. Elbiler i kombination med vindkraft vil således kunne tilbyde en bæredygtig energiløsning for en del af transportarbejdet. Se det kapitel om Energisystemernes samspil.

Det vurderes, at elbilen i løbet af de næste 10 år kan blive en attraktiv mulighed til visse transportopgaver og på længere sigt kan bidrage væsentligt til det samlede transportarbejde. På længere sigt og efter produktmodning og masseproduktion forventes elbilen at koste det samme som en bil med en eksplosionsmotor, og effektiviteten kan komme op på 90 %. I Energiplan 2030 lægges der op til, at 20 % af vejtransporten i 2030 er baseret på elbiler.

Specielt i byer vil elbiler være yderst attraktive, hvor de vil bidrage til en reduktion af partikelforureningen. Da elbilerne på grund af den trods alt begrænsede radius er bedst egnede til kortere ture, vil det være oplagt at understøtte udbredelsen af elbiler i bynære miljøer. Med henblik på at forbedre bymiljøet har kommunerne en vigtig opgave i forbindelse med elbilernes udbredelse. Kommunerne og Transport og Energiministeriet opfordres derfor til at tage initiativ til at udarbejde en handlingsplan for, hvordan elbilernes bedst muligt fremmes. For at kick-starte udviklingen vil det være givtigt at der indenfor kort tid gennemføres et pilotprojekt i et afgrænset område, med begrænset distancebehov og med overskudsstrøm (fx Samsø).

Der er gode muligheder for at Intelligente Trafiksystemer (ITS) kan bidrage til en effektivisering af trafikken helt generelt. Fx ved at levere konstant opdaterede oplysninger til borgere om trafikens tilstand, muligheder for skift mellem kollektive transportmidler, samt ved at understøtte en bedre trafikregulering der vil kunne sikre en mere jævn hastighed i byerne og derved minimere forurenende og energiforbrugende tomgangskørsel i byerne. Indenfor Energiårets rammer har det dog ikke været muligt at belyse dette emne yderligere.

Biobrændsel i benzinen

Med henblik på at forbedre forsynings sikkerheden lægges der op til, at 20 % af transporten baseres på biobrændsler. Bilernes eksisterende benzinmotorer kan umiddelbart køre på en benzin/ethanol-blanding med op til 5-10 % ethanol blandet i benzinen, og nyere tilpassede motorer med helt op til 85 %. Der er således intet teknisk til hinder for at benytte biobrændsel i vejtransporten. Med små tilpasninger kan de eksisterende benzinstationer indrettes og godkendes til benzin/ethanol-blandinger – demonstreret af Statoil i Danmark i 2006 med deres 5 % blanding. Se kapitel ”Biomasse og biobrændsler” for yderlig uddybning om biomasse og -brændselsproduktionen.

²⁶ Per Jørgensen Møller, formand for Dansk Elbil Komite.

Resumé: Olie og gas

Delmål Energiplan 2030

- Stigningen i CO₂-udledningen fra efterforskning og indvinding af olie og gas i Nordsøen holdes under 30 % frem til 2030. Dette sker gennem:
 - Produktionsflaring reduceres med 100 %.
 - Der gennemføres 25 % besparelser i energitjenesterne gennem bedre energiuudnyttelse
 - Effektivitet på energiproduktionsanlæggene forbedres med 25 %.
- Indvindingsgraden øges fra nuværende 24 % til 28 % i 2030.

Politiske virkemidler

- Der bør udarbejdes en vision for udnyttelsen af Danmarks olie- og gasforekomster, der sigter på mulighederne for forøgede indvindingsgrader og energieffektiviseringer i Nordsøen, samt en tilhørende handlingsplan for teknologisk udvikling inden for olie- og gasudvinding.
- CO₂-budgetter og -regnskaber bør indgå, som styringsinstrumenter i forbindelse med offentlige forsknings- og udviklingsprojekter, der har fokus på at øge olie- og gasindvindingsgraden.
- Undergrundslovens miljøbestemmelse bør indeholde krav til nye produktionsplatforme om at anvende ”zero flare systems”.
- Der stilles krav om at vælge BAT ved udskiftning og udvidelse af produktionskapacitet i Nordsøen, og der bør udarbejdes en BAT-note for kraftgeneration og energiforbrug i Nordsøen.
- Off-shore industrien bør CO₂-beskattes på lige vilkår med anden dansk industri.
- Der bør afsættes øgede statslige midler til olie- og gasforskning, eks. ved at indføre en PSO-lignende²⁷ ordning for olie- og gasområdet.
- Fortsat videnovertførsel fra offshore olie- og gasaktiviteter til offshore-aktiviteter inden for vind- og bølgeanlæg.
- Der er behov for at styrke eksisterende uddannelse inden for olieefterforskning og -udvinding og sikre efteruddannelsesmuligheder indenfor miljøvurdering.
- Der bør indføres kvoter for udledningen af NO_x.

Betydning for CO₂-udledning, forsyningssikkerhed og erhverv

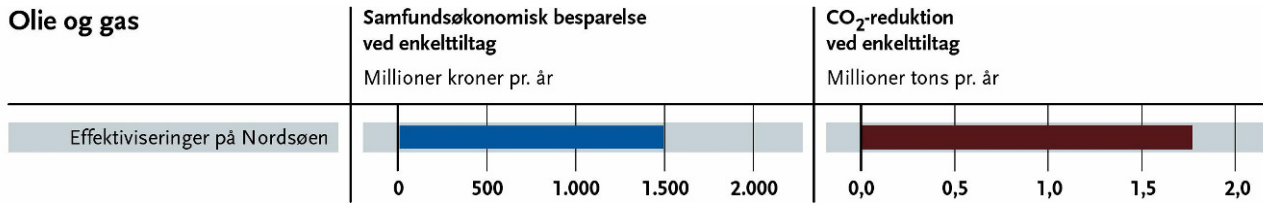
En forøgelse af indvindingsgraden for olie og gas samt intentionerne om massive energibesparelser og omlægning til vedvarende energiformer, vil forlænge den periode, hvor Danmark kan forventes at være selvforsynende med olie og gas. Danmark kan således stadig forvente at være (netto) selvforsynende med olie og gas i 2030. En forøgelse af indvindingsgraden er samtidig forbundet med store indtægter til den danske stat.

En øget udvinding af olie og gas forventes at øge udledningen af CO₂ og bidrager således negativt til IDAs målsætning om at halvere den samlede CO₂-udledning. Visionen lægger dog op til betydelige reduktioner i CO₂-udledninger fra Nordsøen i 2030 sammenlignet med Energistyrelsens basisscenario for 2030, hvor CO₂-udledningen forventes at stige med 130 %.

²⁷ Public Service Obligation

Samfundsøkonomi

Der er særdeles god økonomi i investeringer i energieffektiviseringer, og det forventes, at de energibesparende tiltag kan gennemføres med meget korte tilbagebetalingstider.



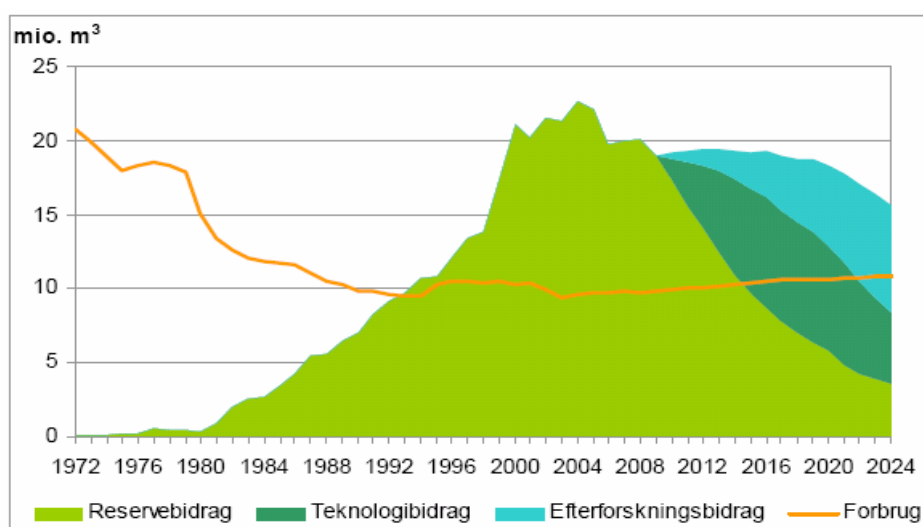
Figur 22

Olie og gas

Danmark er de sidste 30 år gået fra at importere stort set al olie og gas til i dag at stå i den historiske situation, at vi producerer væsentligt mere gas og olie end vi forbruger, og olie er blevet en af Danmarks største eksportvarer.

Både olie- og gasproduktionen er faldende, men der er gode muligheder for, at den danske nettoselvforsyning med olie opretholdes de næste 25 år, mens det ikke forholder sig sådan med gas. Selvforsyningsgraden vil være afhængig af, hvorvidt det lykkes at finde og udvikle nye reserver, øge udvindingsgraden på de kendte felter og nedsætte det indenlandske forbrug af olie og gas²⁸. I dag bruges olie i vid udstrækning i transportsektoren, mens gas bruges til opvarmning og fremstilling af elektricitet.

Ifølge Energistyrelsens prognose for Danmarks fremtidige olieproduktion, vil der ske et løbende fald i produktionen de næste tyve år, selv hvis man medregner forbedrede indvindingsgrader og efterforskningsbidrag. Ved et samlet dansk energiforbrug der er let stigende, som der kalkuleres med i Regeringens Energi strategi 2025, vil Danmark dog stadig være selvforsynende med olie i 2025 (se figur 23). Gennemføres de reduktioner i transportens olieforbrug som Energiplan 2030 lægger op til, vil Danmarks selvforsyningsgrad med olie være væsentligt bedre.

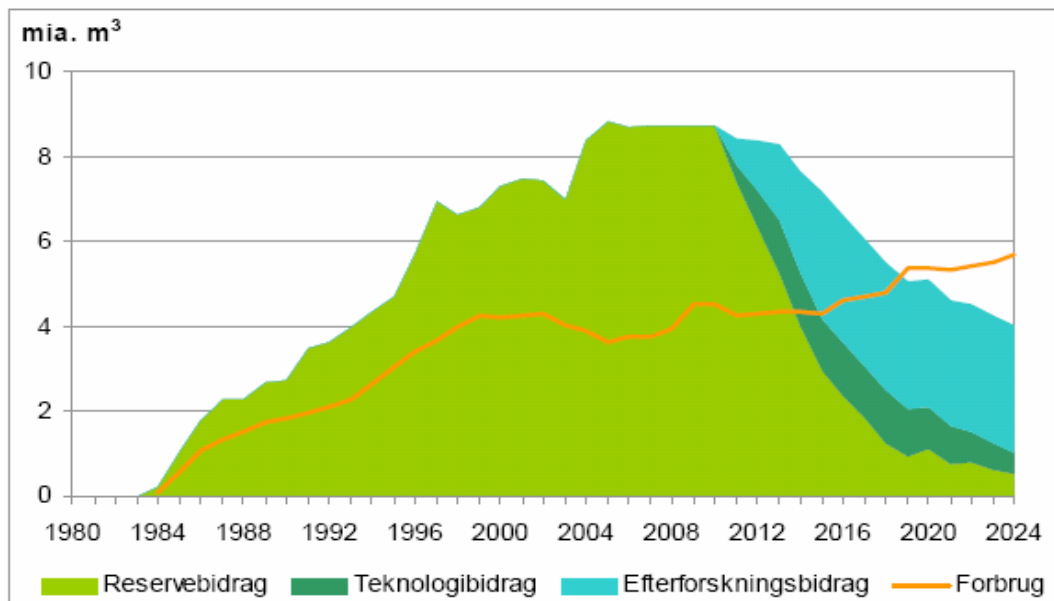


Figur 23: Prognose for Danmarks olieproduktion og -forbrug. Reservebidrag er den forventede olieproduktion fra kendte felter. Teknologibidrag er produktion som resultat af forventede forbedringer i indvindingsmetoder o.l. Efterforskningsbidrag er produktion fra forekomster, der forventes at blive fundet ved kommende efterforskningsaktiviteter. Olieforbruget er Business as usual forbrug.

Kilde: Energistyrelsen 2005

Samme udvikling kan ikke helt forventes for gas, og udvindingen af gas forventes at falde kraftigt omkring år 2015 (se figur 24), og Danmark forventes at skulle importere gas kort før år 2020. Gennemføres de reduktioner i gasforbruget som Energiplan 2030 lægger op til, vil der dog, hvis det forventede teknologi- og efterforskningsbidrag realiseres stadig være mulighed for at Danmark er selvforsyndende med gas i 2030. Herefter vil Danmark højst sandsynligt skulle begynde at importere gas igen.

²⁸ En del olie og naturgas ressourcer vil ved stigende oliepris overgå til reserver. De bliver tilgængelige i og med at de bliver økonomisk attraktive at udvinde, og mere omkostningstung med effektiv teknologi kan tages i anvendelse.



Figur 24: Prognose for Danmarks gasproduktion og forbrug. Teknologibidraget forventes at have mindre betydning for udvindingen af gas, mens efterforskningsbidrag kan forøge ressourcen betragteligt.
Kilde: Energistyrelsen 2005

Udover at en bedre indvindingsgrad har betydning for Danmarks fremtidige selvforsyning med især olie, vil en forbedret indvindingsgrad have en stor økonomisk værdi. Et procentpoint af indvindingsgraden repræsenterer en værdi på 40-50 mia. kr. Omkring 60 % af indtægterne fra Nordsøen tilfalder staten, som således har en stor interesse i en højere indvindingsgrad.

Priserne på olie og gas er helt afhængige af verdensmarkedspriserne, og der er således meget, der taler for, at de nuværende relativt høje oliepriser er kommet for at blive. Verdens produktions- og raffinaderikapacitet er tæt på fuldt udnyttet, og det vurderes, at der indenfor en tidshorisont på 10-20 år vil være en klart vigende adgang til billige konventionelle olieressourcer²⁹. International Energy Agency (IEA), har i 2006 revideret deres forudsigelse af olieprisen i 2030, således at den nu ligger på ca. \$55 per tønde, hvilket er ca. en fordobling af deres hidtidige antagelser³⁰.

Et ofte overset emne i forbindelse med udvinding af olie og gas er det meget omfattende energiforbrug, der er forbundet med indvindingen. To forhold gør sig gældende. Dels er der på de enkelte produktionsplatforme nem og billig adgang til gas, og derfor har der traditionelt ikke været noget incitament til at nedbringe energiforbruget. Dels øges energiforbruget i takt, med at indvindingsgraden på et felt øges. Da hele energiforbruget på en produktionsplatform altovervejende er baseret på gas, er det overordentlig vigtigt at mindske stigningen i energiforbruget med henblik på at reducere CO₂-udslippet. Ved et mindsket energiforbrug vil gassen kunne sælges og udnyttes langt mere effektivt i blandt andet den decentrale kraftvarmeproduktion.

Danmark bør forvalte sine ressourcer af olie og gas forsvarligt ved at udarbejde en vision for udnyttelsen af olie- og gasforekomsterne, der både medtager mulighederne for forøgede indvindingsgrader og energieffektiviseringer i Nordsøen, og at der kommer en reel prisfastsættelse af det brændsel, der anvendes i Nordsøen.

²⁹ Oil-based Technology and Economy – Prospects for the Future. Teknologirådet og IDA 2004.

³⁰ World Energy outlook. IEA 2006

Forøget indvinding af olie og gas fra Nordsøen

En øget indvinding af olie og gas fra Nordsøen forventes at kunne opnås gennem dels en forøgelse af indvindingsgraden på de eksisterende felter (det såkaldte teknologibidrag), dels gennem efterforskning, hvor det forventes at finde flere felter (det såkaldte efterforskningsbidrag).

Teknologibidraget er et udtryk for, at teknikker til olieudvinding er under konstant udvikling, hvilket betyder at olieindvindingen fra det enkelte felt kan øges. Indvindingsgraden forventes med kendte og anvendte indvindingsteknikker at blive på ca. 24 %. Med forbedrede indvindingsteknikker forventer Energistyrelsen, at dette øges til 28 %³¹. Det vurderes dog, at indvindingsgraden ved langsigtet planlægning af anvendelse af avancerede teknikker på sigt kan komme væsentlig højere op, helt op på 50 % på nye felter. Dette kunne være et mål i en vision for udnyttelsen af de danske olie- og gasforekomster, men vil dog skulle ses i sammenhæng med et forventet højere energiforbrug.

I hovedtræk kan et oliefelts produktionsperiode opdeles i tre produktionsfaser. Den primære produktionsfase betegnes som den fase, hvor alene trykket i undergrunden kan presse olien op, og/eller hvor olien pumpes op. Op til 15 % af olien kan udvindes herved. I den sekundære produktionsfase kan højere udvindingsgrader opnås, hvilket gøres ved at fylde oliefeltet med vand eller gas i en parallelboring med det formål at opretholde trykket hen imod olieudtaget. I den tertiære produktionsfase presses indvindingsgraden endnu højere op ved at benytte en række mere avancerede teknikker, såkaldt Enhanced Oil Recovery (EOR), såsom dampinjektion, polymerinjektion og CO₂-injektion. Hvor meget det kan lykkes at øge indvindingsgraden på de danske felter vha. disse metoder er endnu ukendt.

Dampinjektion gør olien mere tyndtflydende så den nemmere flyder mod boringen, men kræver 2-5 tons damp per ekstra indvunden ton olie. Nogle polymere har den evne, at de kan lægge sig som en barriere mellem vandet og olien i oliefeltet. Derved får man en klar grænse mellem olien og vandet, og olieproduktionen kan øges. Der skal anvendes 10-20 kg polymer for at udvinde et ekstra ton olie. CO₂-injektion virker ligesom injektion af naturgas ved at olien presses frem mod borehovedet. Typisk skal der anvendes 1-3 ton CO₂ per ekstra ton indvunden olie³².

Der findes en række andre teknikker til EOR, som befinder sig på forskellige udviklingsstadier. En vurdering af de kendte EOR-metoders teknologiske modning i forhold til de danske oliefelter er angivet nedenfor:

- 2010: Optimeret vandinjektion. Avanceret Syrestimulering. Gasinjektion. Eventuelt kombineret med vandinjektion (Water-Alternating-Gas, WAG).
- 2020: CO₂-injektion. CO₂-WAG. Vandinjektion med produktionsfremmende kemikalier.
- 2030: Injektion af ilt (In Situ Combustion). Injektion af mikroorganismer til at øge indvindingsgraden (Microbial Enhanced Oil Recovery, MEOR).

Et af de vigtigste forhold ved EOR er timingen i forhold til oliefelternes levetid. På stort set alle danske felter anvendes i dag EOR-teknologier i form af vand- og gasinjektion. Implementering af nye EOR-teknologier skal ske inden for en overskuelig årrække i de eksisterende felter, dels for at have virkning, mens produktionen er tilstrækkelig høj, dels for at installationer og infrastruktur stadig er intakte. Denne situation skaber behov for en relativ hurtig afklaring af, hvilke eksisterende eller nye EOR-metoder der vil være anvendelige i de danske oliefelter.

³¹ Sammenfattende baggrundsrapport for Energistrategi 2025, Energistyrelsen 2005

³² Wolfram Kleinitz, Gaz du France. Oplæg Videnseminar olie-gas 2006

Der bør derfor i lighed med Norge laves en handlingsplan for teknologisk udvikling inden for olieindvinding. Den helt anvendelsesnære udvikling skal ske i efterforsknings- og udvindingsselskaberne, hvorimod grundforskning samt en vis strategisk, anvendelsesorienteret forskning primært bør ske i offentligt regi. En handlingsplan skal både tage hensyn til driften af eksisterende felter og sikring af dansk selvforsyning på lang sigt. Da flere af EOR-metoderne er meget energikrævende, bør der anvendes CO₂ budgetter – og regnskaber som styringsinstrument i forbindelse forskning og udvikling af EOR-teknologi.

Et helt afgørende element for at implementere EOR-teknologi er, at der er tilstrækkeligt med højt uddannet arbejdskraft tilgængelig. I de kommende år vil sektoren have brug for ingeniører og geologer med speciale i olie til at foretage den meget videnstunge forskning, udvikling og implementering af blandt andet nye EOR-teknologier. Heri ligger der en stor udfordring eftersom meget få unge er interesserede i at uddanne sig inden for området. Der bør derfor skabes relevante og attraktive uddannelses tilbud til ingeniørstuderende, der ønsker at arbejde med specialiserede opgaver, som merudvinding fra oliefelter. Der er behov for at eksisterende uddannelser indenfor geologi og olieefterforskning og -udvinding.

Vindmøllebranchen efterspørger viden fra olie/gas sektoren til fortsat udbygning og fordringer af off-shore anlæg. Der er derfor en vigtig opgave i at sikre vindmøllebranchen den nødvendige videnoverførsel fra olie/gas sektoren, der har mangeårig erfaring med at arbejde off-shore.

60 % af al offshore vindkraft kapacitet er i dag placeret i Danmark, primært i Nordsøen. Det kan samtidig forventes at yderligere kapacitet vil blive opstillet inden for de kommende år og der gættes på at op til 10.000 nye arbejdspladser kan forventes etableret inden for off-shore-vind de næste 5 år³³.

CO₂-lagring

Teknologier til opsamling, behandling og distribution af CO₂ er udviklet til kommercielt niveau, når det drejer sig lagring og anvendelse af CO₂ til olieudvinding på land – bl.a. i USA. Det er dog teknologier, der kræver store investeringer at udvikle og drive.

Tidsperspektiverne for udvikling af teknologier til CO₂-indvinding fra punktkilder skønnes at være

- 2010: Post-combustion capture (opsamling efter forbrænding)
- 2015: O₂/CO₂ recycle combustion (Oxyfuel) med capture (opsamling efter forbrænding og delvis recirkulering af CO₂ som del af brændsel)
- 2020: Pre-combustion capture – Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) (opsamling af CO₂ i forbindelse med gasifikationsproces for forbrænding)
- 2030: IGCC med Oxyfuel³⁴.

Det er vigtigt at planer for CO₂-opsamling og -lagring udvikles og vurderes i et systemperspektiv, hvor der på én gang ses på mulighederne for opsamling og anvendelse af CO₂. Endvidere skal teknologier til reduktion af CO₂-emissioner sammenholdes med andre tiltag til reduktion af CO₂-emissioner som energibesparelser og øget anvendelse af vedvarende energi.

En væsentlig problemstilling er, at opsamling af CO₂ fra kraftværker er meget energikrævende, og vil reducere effektiviteten af kraftværkerne med 10-15 %. Et andet problem er, at modningen af

³³ Peter Blach, Off-Shore Center Danmark. Olie og gas videnseminar 2006

³⁴ Mogens B. Laursen, Dong Energy. Roadmapseminar olie gas 2006

teknologierne til et kommercielt stadie næppe vil kunne ske tilstrækkelig hurtigt - sammenlignet med behovet for reduktion af CO₂-emissioner.

Den opsamlede CO₂ kan også anvendes til EOR eller til CO₂-lagring i Nordsøen. Skal CO₂ anvendes til EOR, vil der være tale om en langsigtet reduktionsmulighed. Ved anvendelse til forøget olieudvinding vil CO₂ have en værdi, men det er ikke sikkert, at metoden vil blive godkendt som værktøj til at nedsætte CO₂-udslippet. Der foreligger ikke en entydig miljøvurdering af risiciene ved CO₂-lagring, herunder teknologiske og geologisk relaterede risici. Af disse årsager er CO₂-lagring endnu ikke godkendt af FNs klimapanel.

I Energiplan 2030 sker der en gradvis udfasning af kul, olie og gas, samtidig med at en relativ større andel af olien bliver anvendt til drivmiddel til transport, dvs. diffuse CO₂-kilder. Det betyder, at det er begrænset, hvor stor en andel af de fremtidige danske CO₂-udledninger, der kan opsamles, da opsamlingen af CO₂ nødvendigvis må ske fra store punktkilder som kraftværker. Det vurderes derfor ikke, at der på dette grundlag kan opsættes målsætninger for indvinding og deponering af CO₂.

Eliminering af Flaring

Energiforbruget på off-shore installationer knytter sig i alt overvejende grad til brug af naturgas til tre hovedformål; flaring; reinjektion og brændstof til gasturbiner. Således bliver kun ca. 75 % af den producerede gas solgt til forbrug på land. Godt 15 % af den producerede gas reinjektieres ned i oliefelter for at øge olieindvindingsgraden. Ca. 7 % anvendes som brændstof til gasturbiner, og ca. 2 % anvendes til flaring³⁵.

Flaring er simpel afbrænding af gas på produktionsplatformen, som tidligere var meget almindelig som metode til at slippe af med gassen. Flaring anvendes i dag næsten udelukkende som en altid brændende nødflamme, således at store mængder gas kan afbrændes med kort varsel i nødtilfælde. Der er imidlertid udviklet metoder til at undgå såkaldt produktionsflaring, kaldet et "zero flare system", hvor gassen kun sendes til flare i nødsituationer. Herved kan energiforbruget forbundet til flaring halveres.

Der lægges derfor op til, at der sker en 100 % afskaffelse af produktionsflaring, og at der gennem undergrundslovens miljøbestemmelse stilles krav til nye produktionsplatforme om at anvende "zero flare systems".

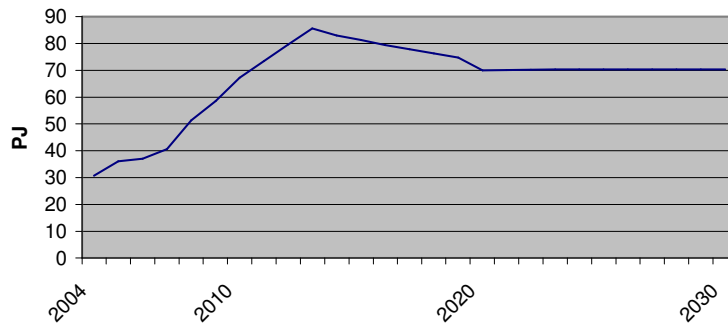
Energieffektivisering og reduktion af udledninger

Efterhånden som oliefelterne bliver ældre øges behovet for vandinjektion eller andre EOR metoder, og dermed øges brændstofforbruget på offshore platformene. Det betyder, at det til stadighed bliver mere energikrævende at udvinde olie og gas i Nordsøen. I Energistyrelsens reference forventes energiforbruget i Nordsøen at stige fra ca. 30 PJ i 2030 til ca. 70 PJ i 2030.

Brugen af gasinjektion i Nordsøen er faldende, primært fordi det med nye rørledninger er blevet muligt at eksportere en større andel af gassen. I stedet for gas anvendes der en stadig stigende mængde vand til at øge olieindvindingsgraden. Vandinjektion er en udbredt metode til at øge olieindvindingsgraden, men det er samtidig en meget energikrævende proces.

³⁵ Danmarks olie- og gasproduktion 2005, Energistyrelsen 2006

Forventet brændselsforbrug i Nordsøen 2004-2030



Figur 25: Forventet energiforbrug til olieudvinding ifølge Energistyrelsens Reference

Det øgede energiforbrug betyder, at udledningen af både CO₂ og NO_x³⁶ fra Nordsøen forventes at stige kraftigt de kommende år. Størstedelen af energiforbruget er netop blevet omfattet af CO₂-kvoteordningen, men ingen platforme har NO_x restriktioner, selvom det med den nuværende udvikling forventes, at Nordsøens udslip af NO_x vil være på højde med vejtrafikkens i 2015³⁷.

NO_x emissioner er kommet yderligere i søgelyst efter, at NEC direktivet til nedsættelse af bl.a. NO_x emissioner er blevet vedtaget. Til forskel fra tidligere inkluderer NEC-direktivet aktiviteterne på Nordsøen. Danmarks projekterede udledning ligger væsentligt over loftet, som skal være overholdt i 2010. Det er derfor nødvendigt at implementere nye teknologier, der kan bidrage med en reduktion af udledningen.

Potentialet for at nedsætte udledningerne på boreplatforme er stort. Energioptimering på offshore platformene er primært knyttet til optimering af de gasturbiner, der frembringer energi til olie/gasproduktionen. De gasturbiner, der findes på platformene i dag, er kendetegnet ved, at de frembringer meget energi på lidt plads, de kan køre på både dieselolie og lavkvalitetsgas, de har et lavt støj- og vibrationsniveau, og de når hurtigt fuld last efter opstart. Til gengæld har de virkningsgrader på kun ca. 30-35 % ved optimal (80-100 %) belastning af maskinen. Ved lave belastninger (30-40 %) er virkningsgraderne meget dårlige. Der er derfor en del besparelser knyttet til at sammensætte gasturbiner, således at de enten kører på fuld last eller står stille.

En anden mulighed er, at forsyne turbinen med varmegenindvinding af udstødningsenergien i tilfælde hvor der er brug for vand til procesopvarmning. Herved kan den totale virkningsgrad nå op på ca. 50 %. Der kan også etableres egentlige combined cycle systemer (Co-generation), hvor gasturbinen udstyres med en udstødningskedel og damp turbine til elproduktion. Sidstnævnte udstyr er pladskrævende og relativt kompliceret udstyr, men i forbindelse med at produktionskapaciteten alligevel udvides kan disse søges implementeret. Denne type anlæg er allerede implementeret på flere norske platforme, bl.a. Snorre B, Eldfisk og Oseberg.

Pga. de forøgede pladskrav kan det være en god idé at have energiproduktionen på moderplatformene og forsyne satellitplatforme gennem kabler. Ligeledes kan man åbne op for salg af elektricitet mellem de enkelte operatører ved at lave netværk af kabler mellem platformene. Derved kan man bedre udnytte effekten på de store turbiner.

³⁶ NO_x er fællesbetegnelsen for NO og NO₂ og dannes under forbrændingsprocessen af luftens indhold af ilt og kvælstof, samt brændstoffets eget indhold af kvælstof. NO_x forårsager lungesygedomme og medvirker til dannelsen af syreregn og smog.

³⁷ Per G. Kristensen, Dansk Gasteknisk Center, Videnseminar olie og gas 2006

Den interne pris for naturgas til eget forbrug i Nordsøen har hidtil været meget lav. Tidligere har gassen direkte været betragtet som et affaldsprodukt fra olieindvindingen. Der har derfor ikke været nogen særlige incitamenter til at begrænse brændselsforbruget på platformene. Hvis prisen for naturgas anvendt i Nordsøen afspejler de samfundsmæssige omkostninger ved CO₂-udledning og NO_x-udledninger vil en del af energisparemålet sandsynligvis kunne realiseres. Der bør derfor også indføres kvoter for udledningen af NO_x, således at også denne samfundsomkostning bliver omfattet.

Der lægges op til, at der udarbejdes en BAT-note for kraftgeneration og energiforbrug i Nordsøen, og at der stilles krav om, at der skal vælges BAT ved anlæggelse, udskiftning og udvidelse af produktionskapacitet i Nordsøen. Der bør stilles krav om, at BAT skal implementeres ved en tilbagebetalingstid på under fire år, og at tilbagebetalingstiden udregnes med udgangspunkt i markedspriserne på land for olie og gas.

Forskning, uddannelse og innovation i sektoren

Det forventes, at den skitserede fremtidige udvikling af sektorens kapacitet til energieffektiv olie- og gasudvinding vil medvirke til at øge eksporten af teknologi og ydelser til olieindustrien, ligesom det forventes at styrke danske olieselskabers konkurrenceevne ved udbud af olielicenser i udlandet.

De skitserede komplekse miljøaspekter ved den fremtidige olie- og gasindvinding betyder, at der er behov for øget kompetence til miljøvurdering i sektorens virksomheder og i forbindelse med forskningen. Uddannelse og efteruddannelse inden for området bør derfor også styrkes inden for miljøvurdering og miljøledelse i forbindelse med den tidligere skitserede styrkelse af de videregående uddannelser med relevans for sektoren.

Der vil være behov for flere midler til forskning og udvikling i sektoren for at sikre en øget indvinding og energieffektivisering. Midlerne hertil skal komme fra en forøgelse af forsknings- og udviklingsmidlerne inden for energiområdet, således at flere midler til olie- og gassektoren ikke betyder færre midler til forskning og udvikling inden andre energiteknologiske områder. Midlerne til olie- og gasområdet kan sikres gennem indførelse af en PSO-lignende³⁸ ordning for olie- og gasområdet. Midlerne vil kunne administreres gennem EFP-programmet og gennem det strategiske forskningsrådssystem.

³⁸ Public Service Obligation

Resumé: Sol, Vind, og Bølger

Delmål for Energiplan 2030

- Udbygning med vindkraft til 6.000 MW er fordelt på 3.000 MW på land og 3.000 MW på havet i 2030. Det svarer til, at 55-60 % af elforbruget dækkes af vindmøller.
- Udbygning med 500 MW bølgekraft i 2030, så 5 % af elforbruget dækkes med el produceret af bølgekraftanlæg.
- 2 % af elforbruget dækkes af bygningsintegrerede solceller.
- 15 % af varmebehovet dækkes med solvarme.

Politiske virkemidler

- Fastsættelse af faste afregningspriser for el produceret på vedvarende energianlæg ("Feed-in tariffs"), der fremmer store mængder billig vedvarende el.
- Der foretages udbud af dyrere vedvarende energiteknologier, som bølgekraft og havmølleparker, for at fremme udviklingen og markedsmodning af disse.
- Der fastsættes krav om andelen af el produceret på vedvarende energi i leveringen til slutbrugerne.
- Uddannelse af højt specialiseret arbejdskraft.
- Forhåndsgodkendte lokaliteter til test og demonstrationsanlæg.
- Landsplandirektiv vedrørende etablering af vedvarende energianlæg til lands og til havs.

Betydningen for CO₂-udledning, forsyningsikkerhed og erhverv

Udbygningen med de vedvarende energiteknologier solceller og -varme, vindmøller og bølgeenergianlæg bidrager i kraft af deres nul-emissions karakter naturligvis med reduktioner i CO₂-udslippet.

I kraft af teknologiernes vedvarende karakter og ved at substituere brugen af kul og gas til elproduktion bidrager de ligeså væsentligt til, at Danmarks kan opretholde sin selvforsyning på lang sigt.

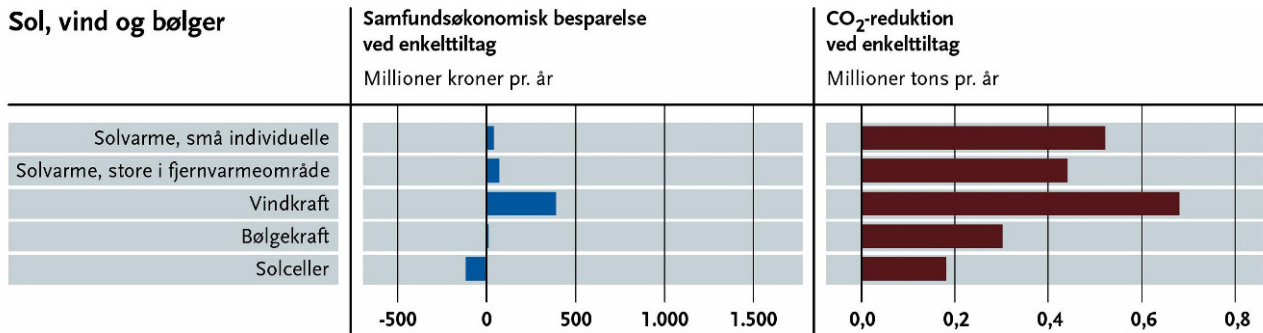
Det vurderes, at der fortsat er gode muligheder for vækst i vindmølleindustriens i forvejen imponerende eksport. Verdensmarkedet boomer i disse år med vækstprocenter på op til 20 %, og hvis den danske førerposition indenfor vindmøller kan opretholdes, vil danske virksomheder kunne nyde godt af et voksende marked.

Det vurderes også, at der er betydelige eksportmuligheder indenfor for solvarmeanlæg. Ligesom solceller og bølgekraftanlæg på sigt udgør et potentiale for eksport.

En realisering af potentialerne vil dog kræve, at der genopbygges et hjemmemarked for vindmøllerne, og at der etableres et gunstigt hjemmemarked for såvel solceller og bølgeenergianlæg.

Samfundsøkonomi

Samfundsøkonomisk balancerer udbygningen med bølgekraft, solceller, solvarme og vindmøller. Solceller har dog en svag negativ samfundsøkonomi, mens vindkraft er positiv.



Figur 26

Sol, Vind, Bølger

Vind – et styrkeområde der bør udbygges³⁹

Vedvarende energiproduktion med vindmøller er Danmarks store styrke i dag. Med en vindandel på 20 % af elforbruget ligger styrken både i en internationalt førende viden om integrationen af denne fluktuerende energiform på elnettet og i selve mølleudviklingen.

Vindsektoren skaber nationalt en stor beskæftigelse og en markant international eksport, som er baseret på et tæt samarbejde mellem forskning, distributions- og produktionsselskaber og vindmølleindustri. Positionen som internationalt markedsledende på både land- og havbaserede vindmøller er imidlertid truet. Hvis væksten i vindmølleindustrien forsat skal stige, er det helt nødvendigt, at den stagnerende internationale førerposition på vindenergi vendes, så Danmark igen kommer i førertrøjen. Med vækstrater på op til 20 % årligt på de internationale markeder er der stadig betydelige vækstpotentialer indenfor området.

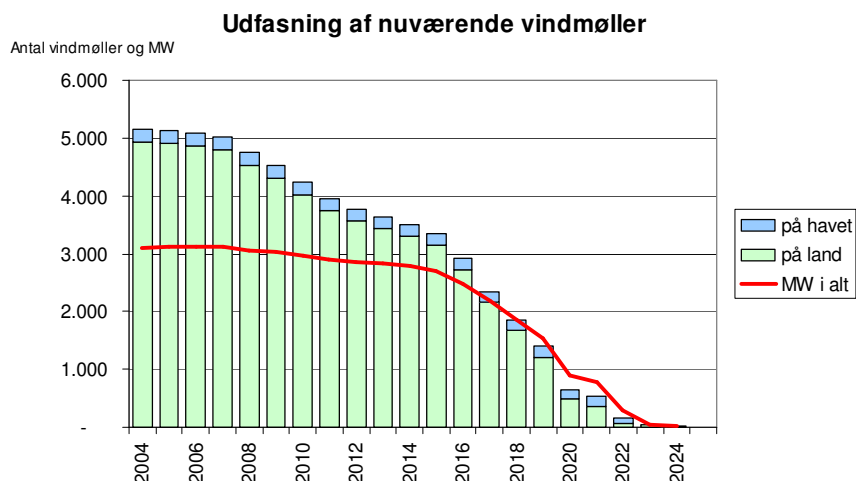
I Energiplan 2030 er målet at genopbygge et innovativt hjemmemarked for vindmølleteknologi, hvor vi både opnår at dække mindst 55 % af elforbruget og skaber den nødvendige viden om hav- og land-vindmøller, der kan udbygge eksporten og en voksende international markedsandel.

Et væsentligt bidrag til realisering af denne plan er befolkningens store opbakning. Forståelse for nødvendigheden af besparelser kræver en positiv holdning til hele energisektoren, som kan styrkes ved at engagere befolkningen i produktionen. Placering af landmøller (og solceller) i befolkningens nærhed kræver deres støtte, og der skal være et engagement i lighed med den interesse, der skubbede på udbygningen gennem 1980'erne. Det skal derfor gøres muligt, at vindmølle- og (solcelle-)laug samt enkeltpersoner igen kan investere i både landplacerede vindmøller og i kvoter af havmøller gennem udbud.

Der er i 2006 opsat godt 5100 vindmøller fordelt ud over landet. Heraf er de godt 4900 møller placeret på land og 214 møller på havet. Møllerne udgør ca. 3100 MW installeret vindkraft, og de producerer ca. 7,3 TWh/året eller godt 20 % af Danmarks elforbrug på 35 TWh. Møllerne er små møller på 150W og opefter. De seneste par år er der ikke installeret flere landmøller i Danmark og udbygningen af havmøller er også gået i stå siden udbygningen med 80 2MW møller ved Horns Rev. Energiselskaberne har ikke fundet, at der er rentabilitet i en udbygning af havmølleparker.

Møllernes levetid anslås at være ca. 20 år hvorefter de må forventes at være udtjent og blive nedlagt. Den samlede eksisterende vindmøllepark må derfor forventes at blive nedlagt frem til 2025. I figur 27 fremgår det hvordan udfasingen af antal møller og installeret MW forventes at foregå.

³⁹ Beregninger i afsnittet er baseret på kendte vind-data fra "Energi og MiljøData" op til september 2006 omkring effektivitet af de eksisterende opstillede møller i Danmark. Herunder data omkring den årlige effektivitet fra både In-shore havmølleparken i Nysted og Off-shore mølleparken på Horns Rev (Vesterhavet). Data fra Horns Rev er delvist skønnede/beregnet ud fra foreløbige kendte data. Dataene er analoge til Energistyrelsens ENS data omkring vindforholdene, men alt efter møllernes størrelse, placering og ruhedsklasse er effektiviteten større i beregningerne foretaget af Ingenjörforeningen og Energi og Miljødata. Anvendes ENS gennemsnits data, bliver den forventede effektivitet lidt lavere.

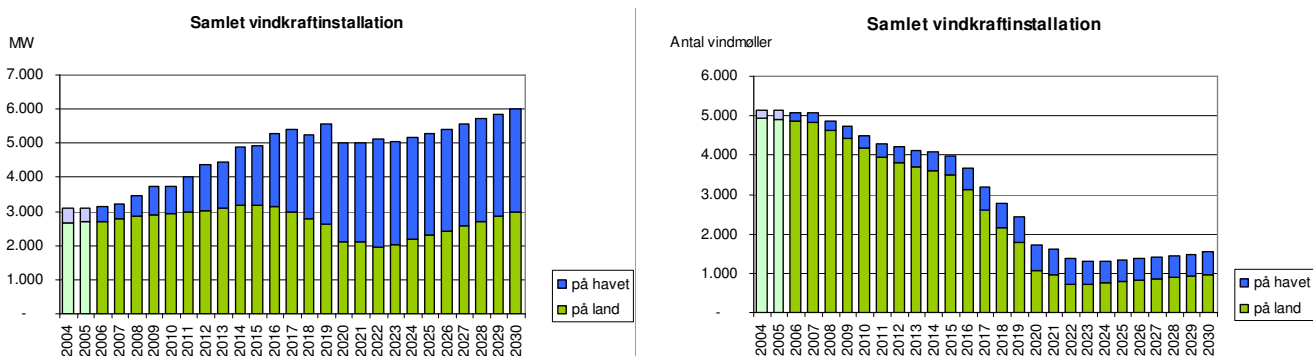


Figur 27
Kilde: EMD (Energi og MiljøData, Per Nielsen), Vindmølleforeningen og Ingeniørforeningen

I Energiplan 2030 lægges der op til, at de eksisterende møller substitueres med nye større og mere effektive møller på land, og at der yderligere opsættes en stor kapacitet på havet. 3000 MW installeres på land (on-shore) og 3000 MW installeres som havmøller (off-shore) og kystnære (in-shore) møller, i alt 6000 MW frem til 2030. Med de indførte el-besparelser og optimeringer i Energiplan frem til 2030 forventes elforbruget at falde med ca. 0,15 % om året. Det samlede elforbrug er forventeligt på ca. 34TWh i 2030 og el produceret på vindmøller vil udgøre ca. 55 % af dette forbrug.

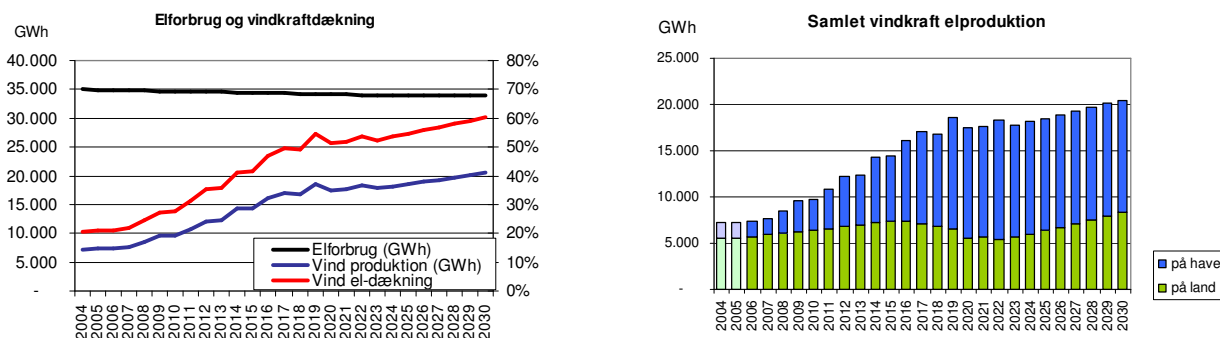
De installerede 3000 MW landmøller skal erstatte de nuværende 3100 MW installerede møller, men på langt færre møller. I 2030 kan et antal på 975 landbaserede møller producere op til 8,7 TWh/året.

Havmøllerne skal hovedsaglig placeres ved Vesterhavet (se figur 31) hvor effektiviteten er størst, og med et antal på 553 møller kan der produceres op til 12,2 TWh/året



Figur 28
Kilde: EMD(Energi og MiljøData, Per Nielsen), Vindmølleforeningen og Ingeniørforeningen

Visionen medfører at der med et samlet antal møller på 1528 kan produceres mellem ca. 18,7 til 20,4 TWh/året, hvilket svarer til mellem 55 % og 60 % af elforbruget på ca. 34TWh/året i 2030



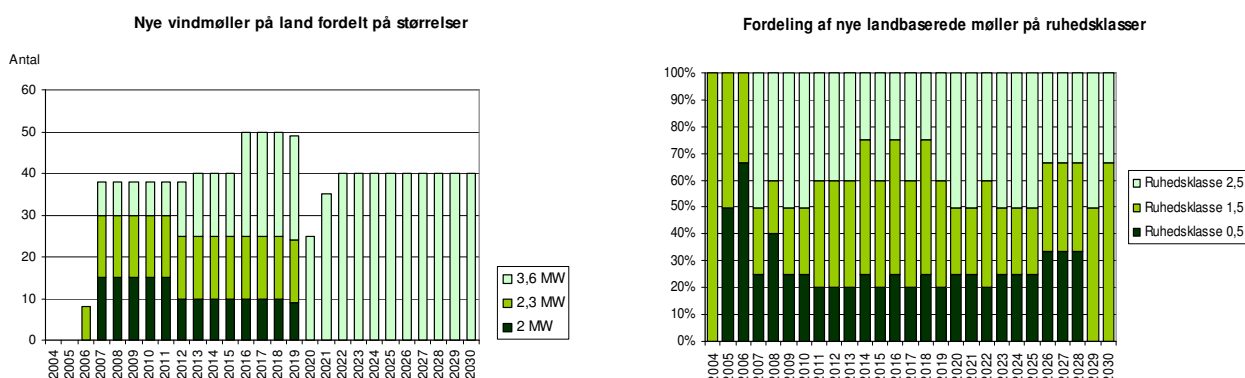
Figur 29
Kilde: EMD(Energi og MiljøData, Per Nielsen), Vindmølleforeningen og Ingeniørforeningen

Teknologi- og udbygningspotentialer med vind

Vindmøllernes størrelse og effektivitet er afgørende for gennemførelsen af strategien. Den foreslåede udbygningsplan baseres på, at de opsatte landmøller er fordelt på henholdsvis, 2MW, 2,3MW og 3,6MW møller. Møllerne placeres på forskellige ruhedsklasser. Placeringen er helt afgørende for effektiviteten, og det vil derfor være af stor betydning, om der kan findes egnede placeringer.

Der bør udarbejdes et landsplandirektiv for vindmølleudbygningen og en godkendelsesprocedure af kommunerne under planloven og VVM reglerne. Det foreslås også, at der udarbejdes et ”småhusreglement” for vindmølleplaceringer, så udbygningsplanen kan foregå mere effektivt under de demokratiske regler i samfundet. Alt afhængig af udfaldet af kommunernes og plansystemets overvejelser vil landmøllerne bidrage med mellem ca. 7,2 MWh og 8,7 MWh for de 975 MW installerede møller.

Fastholdelse af en stor andel af de landbaserede møller til fordel for de mere effektive Off-shore og In-shore møller skyldes at befolkningens inddragelse i udbygningen er vigtig, men også at opsætning, vedligeholdelse og reparation er mindre omkostningsfuld. Drift af landmøller er mindre omkostningsfuldt end havmøller og i særdeleshed Off-shore havmøller



Figur 30
Kilde: EMD(Energi og MiljøData, Per Nielsen), Vindmølleforeningen og Ingeniørforeningen

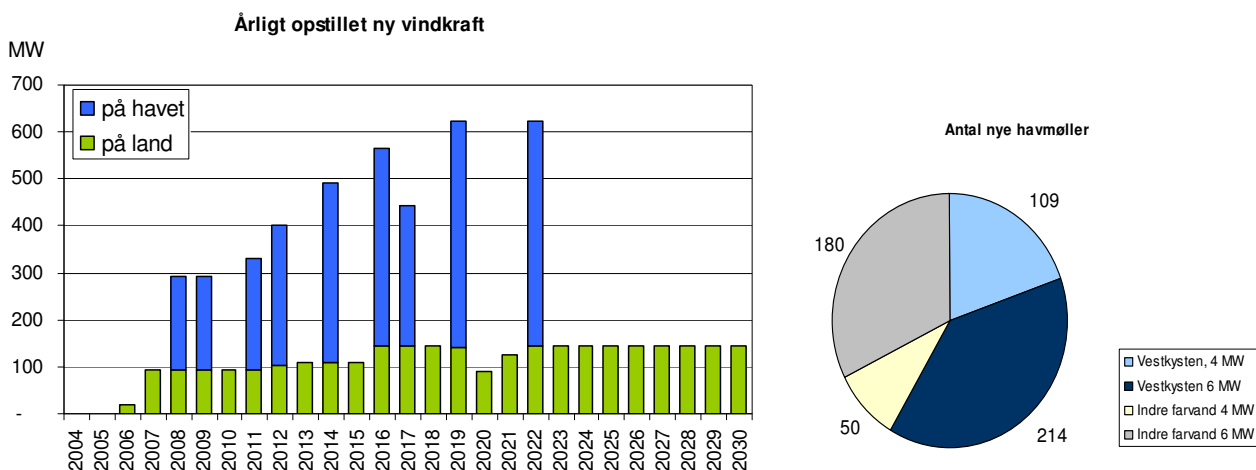
For både hav og landmøller er planlovgivningen en faktor, der kan nedsætte hastigheden, hvormed udbygningen kan foregå. Der bør derfor udarbejdes et regelsæt, der gør denne proces mere smidig

for at undgå forsinkelser i udbygningen. Udpegning af egnede vindmølleplaceringer, der svarer til den ønskede kapacitet, bør iværksættes hurtigst muligt.

For både havmølleparkerne og de kystnære mølleanlæg forventes det, at møllestørrelserne vil være på henholdsvis 4 og 6 MW for både off-shore anlæggene og in-shore møllerne. In-shore møllestørrelsen begrænses pga. de synsindtryk, deres højde og roterende vinger vil have på det kystnære landskab. Møllernes effekt har direkte sammenhæng med højde og rotordiameter. Men da de skal indpasses i landskabet, og der skal findes egnede placeringer, må højden vige for andre hensyn. Det kan derfor ikke forventes, at 6MW møller eller endnu større møller placeres tæt på kysten eller ved fugletrækruter.

Nye landbaserede møller er i dag næsten konkurrencedygtige med andre former for elproduktion, men aftrapningen af afregningspriserne har været så voldsom, at udbygningen er gået i stå. Det foreslås derfor at hæve afregningen i form af en feed-in tarif, så der igen kommer fart på udviklingen. Afregningen bør aftrappes løbende med den forventede teknologiudvikling.

Havvindmøller er på grund af udgifter til især fundamenter og infrastruktur noget dyrere end landmøller, og det foreslås derfor løbende at sende havvindmølleparker i udbud, så der bliver fri konkurrence om at anlægge den ønskede kapacitet billigst muligt.



Figur 31
Kilde: EMD(Energi og MiljøData, Per Nielsen), Vindmølleforeningen og Ingeniørforeningen

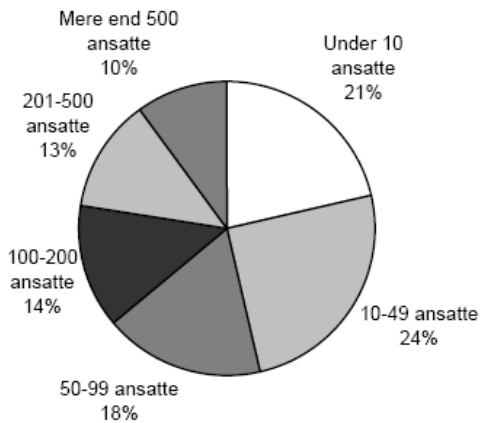
Anlægsinvesteringen i vindenergi frem til 2030 forventes at være ca. 24 mia. kr. for udbygning med 3000 MW havbaserede møller og for 3000 MW landbaserede møller på ca. 12 mia. kr.⁴⁰ Gennem genindførelse af ”feed-in tarif”er” og aftagepligt, samt udbud forventes det at energiselskaberne DONG energy og Vattenfall vil investere i udbygningen af havmøller og landmølleparker, og befolkningen gennem vindmøllelaug vil investere i landbaserede vindmølleparker.

Den erhvervmæssige succes skal fastholdes

Den danske vindmølleindustri beskæftiger i dag over 21.000 personer fordelt på 2 primære producenter og en lang række underleverandører. Den typiske virksomhed i branchen har mellem 10 og 50 ansatte, mindre end 10 virksomheder har mere end 500 ansatte.⁴¹

⁴⁰ I 2006 priser er det samlede beløb på ca. 45 mia.kr., idet efterspørgslen på vindmøller er større end udbuddet. Men prisen for installerede MW i både havmølleparker og landmølleparker forventes at falde med et øget udbud.

⁴¹ Danmark som ”wind power hub”. Vindmølleindustrien 2006



Figur 32: Størrelsesfordeling blandt virksomhederne inden for vindkraftområdet

Beskæftigelsen består i stort omfang af højtuddannet og specialtrænet personale. Potentialet for at fastholde en stor andel af højtuddannede er stort, hvis udviklingen af hjemmemarkedet etableres for både hav og landbaserede anlæg, og det store samarbejde mellem distributører/producenter, vindmøllebranchen og forskningen fastholdes. Mens produktionen af en del af møllerne må forventes flyttet til nærmarkederne for møllerne, vil udvikling, pilotproduktion og test af nyeste teknologi fastholde andelen af personale med høj viden og indtjening i Danmark. Samarbejdet mellem aktørerne vil også styrke en høj uddannelsesgrad af personale i sektoren.

Potentialet for at fastholde en markedsførende position i et internationalt marked med op til 20 % vækstrater er vigende og kan kun opretholdes eller atter øges, såfremt kvalitet og driftssikkerhed samtidig sikres af møllerne. Hertil kommer at produktionsstyring med underleverandører og levering overholdes samtidig med, at alle alternative markeder overvåges intensivt.

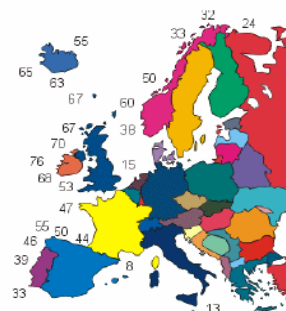
Bølgeenergi – et muligt styrkeområde

Vedvarende energiproduktion med bølgeenergi er teknologisk endnu ikke færdigudviklet i fuldskalaanlæg og til et økonomisk rentabelt niveau. Danmark har i dag 3-4 iværksættere, en række investorer, mindst én teknologisk forskningsinstitution og et antal rådgivere med stor indsigt i bølgeenergimarkedet. Danmark deltager både i EU's wavepower initiativer, men er også internationalt anerkendt som aktiv innovatør på udviklingsmarkedet. Denne position som innovativ nation er et godt udgangspunkt for at skabe de første fuldskalaanlæg og opnå en driftserfaring.

Potentialet i bølger er langt højere end i vind, energien er mere stabil, men kræfterne er langt sværere at ”indfange” og omsætte til elektricitet. Der er dog gode forventninger til effektiviteten af bølgeenergianlæg. Desuden vil en udbygning med bølgeenergi komplementere vindenergien, idet bølgeenergi varer længere og er tidsforskudt til vindenergien.

Potentialet i bølgeenergi

- Danmarks el-forbrug: 3,7 GW
- Ved den danske vestkyst (offshore):
 - op til 25 MW/km
 - middel ca. 16 MW/km
 - ca. 150 km til rådighed ~ 2,4 GW
- I Nordatlanten ved europæiske kyster: 25 - 75 MW/km
- I Middelhavet: 4 - 11 MW/km
- Totalt potentiale ved Europas kyster: ca. 320 GW
- 10-30% af Danmarks forbrug kan realistisk set dækkes af bølgeenergi



Figur 33: Potentialer for bølgeenergi i Europa
Kilde Peter Frigaard, AAU

I Energiplan 2030 sættes et ambitiøst mål om, at bølgeenergi vil dække ca. 5 % af det samlede elforbrug i 2030. Andelen kan kun opnås, såfremt den store forventede effektivitet med drift på op til 40-45 % fuldlasttimer kan fastholdes. For at opnå denne andel skal der installeres 500 MW i 2030.

Teknologi- og udbygningspotentialer med bølger

Teknologien befinder sig stadig på et relativt tidligt udviklingsstadium. Kreative forslag og antal af typer anlæg på verdensplan er oppe på godt 200, og der er endnu ikke udviklet anlæg der kan producere på kommercielle vilkår. De første udenlandske anlæg, der er solgt til elproduktion, er opstillet i Portugal, hvor der er store tilskud til afregningsprisen.

Teknologien kan i modsætning til de øvrige VE teknologier ikke løbende udvikles, langsomt gøres større og mere effektiv efterhånden som erfaringerne opnås. Placeringen på havet medfører, at anlæggene skal designes til de konkrete vilkår på de konkrete placeringer, og at vedligeholdelse, reparationer og tilpasninger ikke kan foretages uden store omkostninger. Teknologierne skal være udviklet til driftssikre fuldskalaanlæg, før de kan placeres på de udvalgte steder, og initialomkostningerne er derfor forholdsvis høje, inden det første anlæg kan komme i drift. Til gengæld kan fungerende anlæg hurtigt skaleres og tilpasses andre placeringer.

For at udvikle teknologien skal fuldskala forsøg af en række af de mest lovende teknologier sættes i vandet. Der er et stort behov for at få afprøvet hvilke af teknologierne, der kan modstå bølgekræfterne i Nordsøen. Nordsøen er desuden en god afprøvnings placering, da bølgeenergi-anlæggene kan ligge tæt på kysten, og bølgehøjden er moderat sammenlignet med de store have. I modsætning til vindmøllerne kan udviklingen af bølgeanlæg godt bestå af forskellige koncepter, alt efter deres geografiske placering.

Der lægges i Energiplan 2030 op til, at der udvælges og satses på de mest lovende af anlæggene, og at der ikke satses på én teknologi. Det foreslås derfor at der sættes store engangsbeløb af til demonstrationsprojekter i de midler, der afsættes til forskning.

Det er oplagt at placere bølgeanlæg tæt på øvrige Off-shore anlæg som havmølleparker og platforme for at minimere infrastruktur omkostningerne til kabler og tilkobling til land. Vedligeholdelsen kan samtidig indgå i vedligeholdelsen af de øvrige anlæg, og udbygningen kan foretages sammen med og sideløbende med havmølleudbygningen.

Til både forskning og demonstrationsanlæg foreslås det, at der afsættes 20-25 mio. kr./året, hvoraf de ca. 8 mio. er til forskning og udvikling.

Investeringen i bølgeenergi er høj. Baseret på teknologikataloget fra Energistyrelsen er anlægsprisen på 14 mio. kr. per MW-e. Denne pris er i underkanten af markedets forventninger. Ved en installation af 500 MW er investeringen på 7 mia. kr. frem til 2030. Økonomien og rentabiliteten i anlæggene er meget afhængig af, at forudsætningerne holder. Anlæggene skal producere 40-45 % fuldlasttimer, og der skal ikke foretages større reparationer og vedligeholdelse i perioden. Driftssikkerheden skal være høj, og udfaldstiden skal være lav. I en ny uprøvet teknologi er dette høje krav, men frem til 2030 er der store forventninger om at teknologien kan opfylde betingelserne, hvis de første anlæg sættes i søen inden for kort tid.

Produktionselskaber forventes at have en interesse i at investere i bølgeanlæg, hvis produktionsforudsætningerne holder. Det foreslås, at der ligesom på havmølleområdet foretages

udbud af den ønskede kapacitet. Derved vil de forskellige bølgeteknologier komme i direkte konkurrence med hinanden, og ikke-levedygtige koncepter vil efterhånden blive sorteret fra.

Det forudses, at eksportpotentialet af bølgeenergianlæg i fremtiden kan blive stort, såfremt Danmark får de første fuldskalaanlæg i drift.

Der lægges derfor i Energiplan 2030 op til, at bølgeenergi og solenergi bliver teknologiområder, der udvikles gennem innovationsmarkeder. Innovationsmarkeder sættes i gang ved, at der udbydes en bestemt kvote til ny teknologi på f.eks. 20 MW, som så sikres en kWh pris på f.eks. 2 kr./kWh i anlæggets levetid. Findes der interesserede virksomheder, der kan producere el til den aftalte pris, fyldes kvoten, ellers ikke. Da kvoten er lille i forhold til den samlede elproduktion, vil dens prisvirkning ved den foreslåede kWh pris, efter 5 år og ved en fuld udnyttelse af kvoten i perioden være ca. 2 øre/kWh.

Teknologi- og udbygningspotentialer for solceller og -varme

Solcelleanlæg er i dag relativt dyre. Alligevel har efterspørgslen på solcelleanlæg på verdensplan i de sidste par langt oversteget produktionskapaciteten, hvilket blandet andet har betydet at prisen på forarbejdet silicium, som cellerne er baseret på, er steget fra 32 US \$ per kilo i slutningen af 2004 til over 150 US \$ i dag⁴². Dette skyldes ikke mangel på silicium, som findes i store mængder over hele verdenen, men er udelukkende begrundet i manglende produktionskapacitet. De solceller, der i dag produceres, er baseret på siliciumplader.

Forskningen i og udbygningen med solcelleanlæg foregår i dag hovedsagligt i Tyskland, USA og Japan og med en stigende vækst i andre sydeuropæiske lande. Danmark har en producent af silicium, Topsil, og en produktion af el-konvertere til elnettet: Powerlynx. 2. og 3. generations solcelleteknologi baseret på tyndfilm eller polymerteknologi udvikles bl.a. også i danske firmaer og forskningsinstitutioner. Investeringer i og støtte til innovation af disse teknologier er nødvendig for en fremtidig dansk deltagelse i udviklingen af kommercielle anlæg.

Baseret på "Learning curves" (pris per installeret effekt) over de seneste 30 års udvikling inden for solcelleudviklingen af Krystalinsk Silicium solceller, er prisen faldet på gennemsnitligt 20 %. Denne udvikling må forventes at flade ud efterhånden som markedet når en vis størrelse. Et estimat for prisudviklingen i Danmark er, at man i 2016 kan have et anlægsprisniveau på 7.500 kr. per installeret kW og en markedspris på 0,5-0,6 kr./kWh og i 2030 sandsynligvis kan have en installeret anlægspris på 3.000 kr. per installeret kW med en markedspris på 0,3 kr./kWh⁴³. Prisudviklingen må tages med forbehold.

I Energiplan 2030 lægges der op til, at 2 % af elforbruget i 2030 er baseret på bygningsintegrerede solceller. Se kapitel "Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi". Udviklingen kan fremmes ved at udbyde kvoter af store solenergianlæg som innovations-markeder, med en fast afregningspris, se ovenfor.

Danmark er i dag kommet langt med udvikling af effektive solvarmeanlæg, og der lægges i Energiplan 2030 op til, at 15 % af bygningers opvarmningsbehov i fremtiden dækkes af solvarme, integreret i individuelle bygninger, samt i fjernvarmenettet. Udbygningen med solvarme behandles i kapitlet "Bygninger og bygningsintegreret vedvarende energi".

⁴² Ingeniøren, 6. november 2006.

⁴³ Peter Ahm. PA energi.

Resumé: Biomasse og biobrændsler

Delmål Energiplan 2030

- 30 % af Danmarks primære energiforbrug dækkes af biomasse.
- 20 % af vejtransporten dækkes af flydende biobrændsler.

Politiske virkemidler

- Afskaffelse af forbud mod anvendelse af biomasse i naturgasfyrede kraftvarmeværker.
- Forbedrede rammebetingelser for udbygning af biogasanlæg i form af el-afregningspriser på 60 øre kW/h for biogas.
- Øgede midler til forskning, udvikling og demonstration af 2. generations biobrændsler.
- Forskning i udnyttelse af biogasfiberfraktion til energiformål.
- Påbud til olieselskaberne om at blande bioethanol i benzinen svarende til EU's målsætning på 5,75 % i 2010.

Betydningen for Energiårets målsætninger

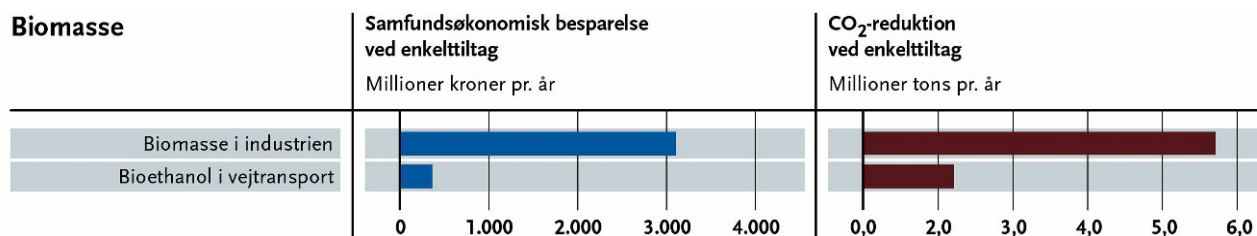
En fuld udnyttelse af biomassepotentialiet har stor betydning for nedsættelse af CO₂-udslippet.

Biomasse vil erstatte kul, olie og naturgas og såfremt der er tale om indenlandsk forsyning af biomasse, vil der være en høj grad af forsyningssikkerhed. Markedet for biomasse er til en vis udstrækning internationalt, og internationale priser på biomasseressourcer vil derfor også påvirke forsyningssikkerheden.

Området rummer meget store erhvervspotentialer. Indenfor forskning og udvikling af anlæg til produktion af 2. generations biobrændsler er Danmark førende. Det samlede eksportpotentiale for anlæg og teknologier til produktion af diverse biobrændsler vurderes at være på ca. 30 mia. kr. årligt i 2030.

Samfundsøkonomi

Udnyttelse af den eksisterende biomasseressource har meget god samfundsøkonomi, især fordi anvendelse af biomasse til energiformål også løser andre samfundsproblemer, som eksempelvis gyllehåndtering. Produktion af flydende biobrændsler har også positiv samfundsøkonomi.



Figur 34

Biomasse og biobrændsler

En bedre og mere omfattende udnyttelse af biomasse til energiproduktion og -tjenester vil være afgørende for at opretholde den gode danske forsyningsituation og reducere CO₂-udslippet. Selv om den biologiske vækst optager CO₂ fra atmosfæren vil anvendelse af biomasse til energiformål dog altid bidrage med en nettotilførsel af CO₂ til atmosfæren, bl.a. stammende fra energitabet i energikæden. Til gengæld vil udnyttelse af fx gylle til biogas i stedet for den direkte udledning på markerne som gødning formindske udslippet af andre drivhusgasser til atmosfæren.

Landbrugsarealet i Danmark er på 2,5 mio. ha og skovarealet er på 0,5 mio. ha. Der er konkurrence om arealerne til en række forskellige anvendelser, og det vil til hver en tid være nødvendigt at vurdere, hvordan disse arealer bedst opfylder samfundets behov. En del restprodukter fra landbruget udnyttes allerede i dag til energiformål, men der er også mulighed for at producere afgrøder med primært sigte på energianvendelse.

Biomasse kan omsættes direkte til termisk energi gennem afbrænding, eller til biogas gennem forgasning eller flydende biobrændsler, fx gennem fermentering. Den termiske energi kan anvendes til produktion af varme eller kombineret kraft + varme. Biogas og flydende biobrændsler har en bredere vifte af anvendelser, herunder som brændstof i transportsektoren eller som brændsel i kraftvarmeanlæg eller i industrien.

Omsætningsprocesserne fra biomasse til energi har forskellige energieffektiviteter, afhængig af den energi, der er tilgået til produktionen af biomasse, samt den proces som omdanner biomasse til energi. Hvis målet isoleret set er sænkning af CO₂ udslippet udnyttes biomassen bedst til kraftvarmeproduktion, og størstedelen af biomasse ressourcen bør derfor også forsat anvendes til dette formål.

Udfordringerne i transportsektoren taler dog for, at dele af biomassen anvendes til at producere transportbrændsler, der kan erstatte olieprodukter. Dansk forskning og udvikling indenfor udvikling af produktionsprocesser til ethanol er i verdensklasse, og indenlandsk produktion af transportbrændsler vil styrke forsyningsikkerheden. Hvis en del af landbrugsarealet skal anvendes til energiformål, er det for det første vigtigt, at det foregår på en bæredygtig måde, hvor bl.a. næringsstofferne ikke fjernes fra jorden. Dernæst er det vigtigt, at der stadig kan produceres tilstrækkelig mængder foder og fødevarer. Og endelig er det vigtigt at prioritere, hvordan biomassen indgår i energisystemet, så det opfylder de energimæssige behov bedst muligt.

Biomassepotentialer

Energistyrelsen har i 2006 opgjort det samlede biomassepotentiale til ca. 165 PJ ekskl. plastikfraktionen i affald. I Energiplan 2030 vurderes det at der kan anvendes i alt 180 PJ biomasse i 2030 ved at udnytte den eksisterende ressource og omlægge en mindre del af landbrugsarealet til energiafgrøder.

I figur 35 er Energistyrelsens opgørelse over den danske biomasseressource angivet i første kolonne. Energistyrelsens opgørelse tager udgangspunkt i restprodukter i form af træ, halm, affald og gylle. Herudover er det i tabellen opgjort at den nationale biomasseressource vil kunne øges til over 400 PJ, hvis der sker en væsentlig forøget produktion af energiafgrøder, samt hvis det antages at fiberfraktionen fra gylle udnyttes.

PJ	Potentiale 2004 (ENS)	Forbrug 2005	Andel udnyttet i dag	Forbrug Ref. 2030	Potentiale 2030 v. omlægning	Energiplan 2030
Halm	55	18	32,5 %	27	55	25
Træ	40	38,3	95,8 %	45	40	40
Gylle biogas	40	4	9,3 %	6,5	40	32
Gylle fiberfraktion	0	0	0,0 %	0	108	0
Energiafgrøder - majs, roer	0	0	0,0 %	0	144	54
Affald, brændbart	30	30	99,7 %	52	30	30
I alt	165	89,5	54,3 %	131	417	180

Figur 35: Opgørelser af biomassepotentialer og biomasseforbrug i 2004, i referencen og i Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Som det fremgår af tabellen udnyttes en del restprodukter fra både landbrug, skovbrug og husholdninger i dag til energiformål. Der findes dog stadig et stort uudnyttet potentiale indenfor halm og biogas. Det vurderes dog ikke at halmressourcen kan øges ret meget mere end i dag på grund af dyrkningsmæssige hensyn.

Energiafgrøder såsom majs eller roer kan dyrkes uden, at det går ud over landbrugsproduktionen, dels på grund af at der samproduceres foder, som så ikke skal dyrkes andre steder, dels ved hjælp af inddragelse af brakmarker eller omlægning af afgrøder, der i dag kun produceres på grund af landbrugsstøtte.

Under forudsætning af at balancen i den nuværende landbrugsproduktion opretholdes kan ca. 20 % (500.000 ha) af det danske landbrugsareal omlægges til dyrkning af energiafgrøder, som eksempelvis majs. Derved vil den danske biomasseressource øges betragteligt. Hvis majsen anvendes til kombineret produktion af flydende biobrændsler, fast brændsel og foder er nettoarealbehovet til en energiproduktion på 144 PJ ca. 330.000 ha eller omkring 15% af landbrugsarealet.

Udover at gylle fra husdyrproduktionen kan bruges til at producere biogas, er der også mulighed for at udnytte gyllens fiberfraktion til energiformål. Fiberfraktionen fremkommer enten som led i udnyttelsen af biogassen eller ved gylleseparatoring. Den gylle-fiberfraktion, der fremkommer under biogasudnyttelsen har et højt vandindhold og skal derfor tørres før den kan afbrændes. Alternativt kan den anvendes til produktion af 2. generations bioethanol, hvor biomassen alligevel skal være våd. Anvendelse af fiberfraktionen af gyllen til energiformål er en og til dels udforsket teknologi. Energipotentialet er forbundet med store usikkerheder og er ikke medtaget i Energiplan 2030. Det vil dog være vigtigt at der forskes i teknologien, da det mulige energipotentiale er betydeligt.

Biogas – et negligeret potentiale

Biogasressourcen udgøres af en mængde organiske råmaterialer, hvoraf husdyrgødning er den største. En fuld udnyttelse af husdyrgødning forventes at kunne producere ca. 26 PJ/ årligt, mens andre organiske affaldstyper potentielt vil kunne producere 14 PJ biogas årligt. Råmaterialet kan behandles på biogas gårdanlæg eller på biogafællesanlæg, hvor det organiske materiale afgasses. For at processen kan fungere, er det i dag nødvendigt at blande ca. 20 % andet organisk materiale end husdyrgødning i anlægget, men på sigt vurderes det, at det bliver muligt at producere biogas udelukkende på husdyrgødning. Gassen leveres til decentrale kraftvarmeverker, der forholdsvis enkelt kan omstilles fra naturgas til hel eller delvis biogasindfyring⁴⁴.

⁴⁴ Søren Tafrup, Geografisk orientering nr. 4 2006

Under 1/10 af biogaspotentiallet udnyttes i øjeblikket, hvilket bl.a. skyldes nabomodstand i form af frygt for lugtgener, et uudviklet marked for biogasanlæg og manglende økonomisk kompensation for de miljøproblemer, biogasproduktionen løser, herunder især landbrugets gyllehåndtering og klimapåvirkninger. Biogas er et særdeles billigt redskab til at reducere CO₂-udslippet med en samfundsøkonomisk pris på kun ca. 40 kr. per tons CO₂. Alligevel er opførelsen af biogasanlæg siden slutningen af 1990'erne næsten gået i stå i Danmark. Der er arbejdet meget med lugtgener på biogasanlæg, så i dag er den primære barriere dårlige økonomiske rammevilkår.

Det vurderes, at ca. 75 % af biogaspotentiallet kan udnyttes inden år 2030 ved en jævn udbygning med biogas fællesanlæg. Dette kræver dog, at el-afregningsprisen bringes tilbage på det niveau, som tidligere blev givet til biogas: 60 øre per kW/h. Samtidig skal der sikres vilkår, der gør at landbrug og industri betaler en pris på deres affaldsbehandling, der fuldt modsvarer de samfundsmæssige fordele som behandlingen medfører. Særligt inden for etableringen af og således også for udbredelsen af biogasanlæg kan der være fordele ved at der etableres lokalt medejerskab.

Danske biogasanlæg er blandt de bedste i verden både med hensyn til almindelige økonomiske forhold som anlægspriser og driftsøkonomi, men også med hensyn til den måde de er integrerede i energiforsyningen og i landbrugets organisering af gødningsanvendelsen. Biogasanlæg kan dog ikke standardiseres og industrialiseres på samme måde som eksempelvis vindmøller, da det kræver en del lokalt entreprenørarbejde. Det fremtidige marked for biogasløsninger må dog karakteriseres som meget stort⁴⁵, især eftersom både klimaforpligtigelser og stærkere vandmiljøkrav i blandet EU bevirker et øget fokus på udnyttelse og behandling af husdyrgødning. Derfor må det vurderes, at der vil komme en betydelig efterspørgsel efter allerede demonstrerede løsninger, og her har danske producenter et potentielt produkt, hvis der er et velfungerende hjemmemarked, hvor teknologierne kan udvikles.

Halm – fra sort røg til grøn energi

Halm er et affaldsprodukt fra landbrugsproduktionen og er tidligere blevet bortskaffet ved simpel markafbrænding. I 80'erne blev der imidlertid nedlagt forbud mod markafbrænding, hvilket åbnede op for halmfyring i varmegærker og kraftvarmegærker. I dag udnyttes omkring 1/3 af halmressourcen til kraftvarmeproduktionen eller varmeproduktion.

Det er helt afgørende, at rammevilkårene for brændselsvalg ændres, hvis der skal ske en fortsat udbygning. Det skal ske ved, at der bliver frit brændselsvalg i alle kraftvarmegærker.

Det vil sige, at såvel de centrale som decentrale kraftvarmegærker skal have mulighed for at skifte kul og naturgas ud med fx miljøvenlig biomasse. I dag forhindrer lovgivningen således en række værker der er baseret på naturgas, at de skifter til fx. halm, træflis eller affald, da de ifølge lovgivningen kun må anvende afgiftsbelagte brændsler, herunder naturgas, men ikke biomasse.

Fra politisk side har der endnu ikke været vilje til at give frit brændselsvalg, idet staten så kan risikere at gå glip af et betydeligt afgiftsprovener. En del af halmressourcen kan reserveres til kombineret produktion af flydende biobrændsler (ethanol) til transportsektoren og fast brændsel.

Danmark var et de første lande i verden til at udnytte halmressourcen. Med de erfaringer der er opnået, er der potentielt et stort marked eksport af knowhow på dette område. Halm har hidtil været betragtet som et besværligt brændsel, fordi der ved afbrændingen opstår gasser, som angriber kedler og rør. Disse problemer er ved at være løst, og da EU landene skal leve op til EUs målsætninger om grøn energi inden 2010, er der ved at opstå et interessant marked for halmteknologier.

⁴⁵ Handelshøjskolen i Århus har vurderet det globale marked for biogas og gyllebehandlingsteknologi til 750 mia. kr.

Biobrændsler til transportsektoren

Biobrændsler til transportsektoren kan være:

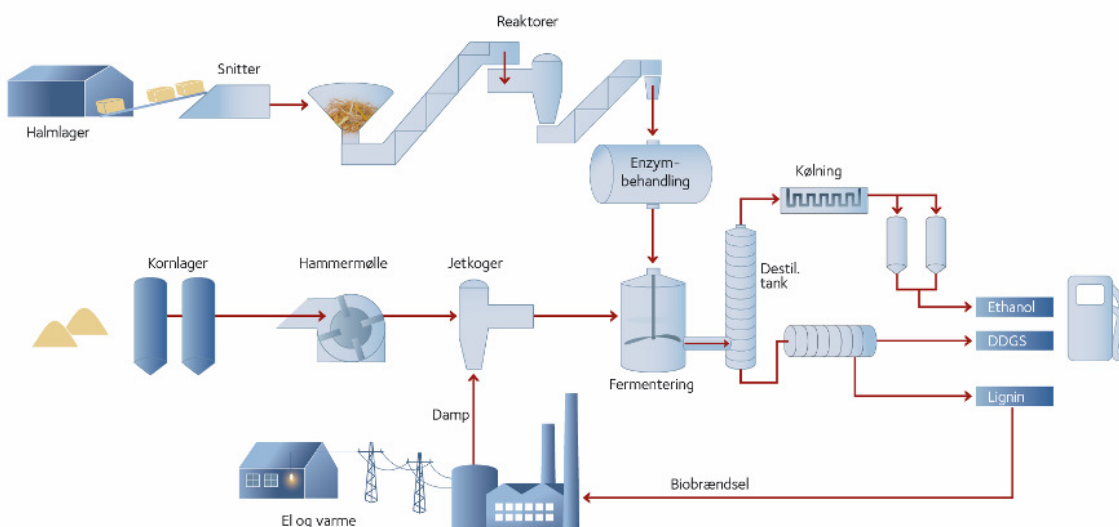
- bioethanol fra planter – første og anden generation
- biodiesel fra planter og animalsk fedt; og
- biogas fra husdyrgødning, affald og afgrøder.

I Energiplan 2030 lægges der op til at 2. generation biobrændsler i form af bioethanol vil dække 20 % af vejtransporten i år 2030. I visionen for produktion af biobrændsler fokuseres der primært på ethanolproduktion. Afgrøder til biodiesel er mere arealkrævende end afgrøder til bioethanol, så omlagte afgrøder forudsættes primært at være bioethanol afgrøder, som eksempelvis majs. Affaldsprodukter i form af eksempelvis animalsk fedt fra slagterierne bør dog udnyttes til produktion af biodiesel. Biogassen forudsættes anvendt til kraftvarmeproduktion, herunder kraftvarmeproduktion i industrien.

Bilernes eksisterende benzinmotorer kan umiddelbart køre på en benzin/ethanol-blanding med op til 5-10 % ethanol blandet i benzinen, og nyere tilpassede motorer med helt op til 85 % ethanol. Med små tilpasninger kan de eksisterende benzinstationer indrettes og godkendes til benzin/ethanol-blandinger – demonstreret af Statoil i Danmark i 2006 med deres 5 % blanding.

Ethanol fremstilles fra biomasse i store mængder på verdensplan og handles på verdensmarkedet til priser sammenlignelige med benzin⁴⁶ (bioethanol). Ethanol kan let fremstilles ud fra den tilgængelige stivelse i kerner fra fx hvede eller ud fra sukker i fx sukkerrør og sukkerroer – altså ud fra råvarer som også bruges til fødevarer eller foder – den såkaldte 1. generationsproces.

Ethanol kan også fremstilles gennem de såkaldte 2. generations processer, hvor større dele af biomassen nyttiggøres og flere typer af biomasse kan anvendes. Med en målrettet indsats forventes 2. generations processerne i kombination med andre processer (i de såkaldte bioraffinaderier) at være konkurrencedygtige inden for de næste 10 år. Placeres ethanolanlægget i relation til et kraftvarmeværk som nedenfor i figur 36 er der mulighed for dels, at udnytte den overskydende biomasseressource på kraftvarmeværket og anvende varme til ethanolprocessen.



Figur 36: Eksempel på produktion af biobrændsel til transport og biomasse til KV produktionen
Kilde: Elsam

⁴⁶ Bemærk at benzin har ca. 20 % højere energiindhold per liter end ethanol.

Både 1. og 2. generations processerne er energikrævende, men CO₂- reduktionen i forhold til benzin er væsentlig større ved ethanol produceret på 2. generations anlæg, eftersom der er en bedre udnyttelse af biomasseressourcen.

Danmark har helt unikke forudsætninger for at blive førende i relation til 2. generations ethanolproduktion til transportformål. Der er store forskningsmæssige kompetencer indenfor området på DTU, forskningscenter Risø og KVL. Der er opført et 2. generations bioethanol pilotanlæg på DTU, og DONG Energy har opført et pilotanlæg i tilknytning til Skærbækværket. I kombination med de kompetencer, som danske virksomheder har indenfor enzymer (som indgår i produktionsprocessen) og viden om biomassehåndtering, er der gode muligheder for at skabe en eksportsucces. Bioethanol er i fokus i både EU og USA, og gennemtestede og effektive teknologier til ethanol fremstilling vil have stor interesse.

I et erhvervs og teknologi udviklingsperspektiv bør både 1.- og 2. generationsteknologier fremmes, således at læringsoverførsel mellem de to teknologier kan finde sted. Det foreslås, at der hurtigst muligt etableres et eller to storskalaanlæg for 1. og 2. generations kombinationsanlæg i Danmark, så viden og erfaringer herfra kan bruges til senere etablering af storskala 2. generations anlæg.

Det er helt afgørende, at der hurtigst muligt etableres de nødvendige politiske rammevilkår for biobrændstoffer til transportformål i Danmark, således at der kommer et marked for bioethanol. Danmark bør leve op til EU's målsætning om 5,75 % bioethanol i benzinen inden 2010 ved at indgå bindende aftaler med oliebranchen om løbende at hæve ethanolindholdet frem mod 2010.

Resumé: Energisystemernes samspil

Delmål Ingeniørforeningens Energiplan 2030

- Alle energiforbrugende og energiproducerende enheder indgår i ét og samme sammenhængende energisystem, hvor el og varme konstant forhandles på en elektronisk markedsplads.
- Der udbygges med 450 MW varmepumper, der bidrager til at skabe et fleksibelt el-forbrug.
- En tredjedel af alle centrale og decentrale kraftvarmeverker baseres på brændselsceller.
- Fjernvarmeområdet udvides med 10 %.
- 10 % af varmebehovet uden for fjernvarmeområder dækkes med brændselscellebaserede mikrokraftvarmeanlæg.

Politiske virkemidler

- Indførelse af lov om at kraftvarmeverker kan få godtgjort deres el-afgift af op til 10 % af egenproduceret el anvendt i varmepumper til fremstilling af fjernvarme.
- Lovkrav om at alle el-målere successivt udskiftes med el-målere der kan minutmåle og fjernaflæses, og forbrugers energiforbrug skal synliggøres.
- Der bør under Energinet.dk igangsættes udviklingsprojekter for en hensigtsmæssig udformning af dynamiske tarif'er for fjernvarme og el.
- En handlingsplan for udvikling og udbredelse af brændselsceller i Danmark udarbejdes og implementeres.
- Der bør årligt afsættes mindst 100 mio. kroner til test- og demonstrationsprojekter af brændselscelleanlæg.
- Der lægges derfor op til at Danmark bortauktionerer de 10 % af CO₂-kvoterne, som EU tillader. Der bør samtidig arbejdes på, at man på EU-niveau vedtager, at CO₂-kvoterne for fremtiden ikke uddeles gratis, men bortauktioneres.

Betydning for CO₂-udledning, forsyningssikkerhed og erhverv

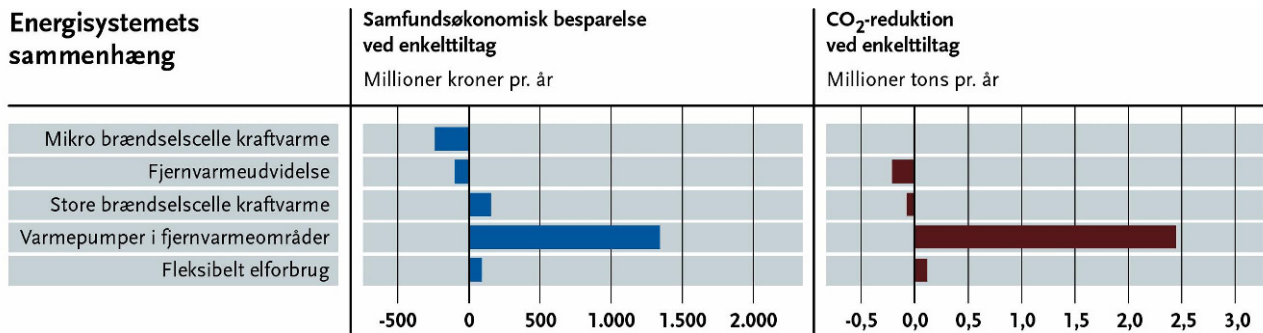
Specielt udbygningen med varmepumper resulterer i en markant reduktion i CO₂-udledningen.

Brændselsceller udgør et væsentligt erhvervspotentiale. Eksporten af brændselsceller kan potentielt andrage op til 20 mia. i 2030 og kan derved måle sig med vindmølleeventyret.

I forsyningsøjemed har det stor betydning, at en stor del af primærforsyningen baseres på vedvarende energi, specielt biomasse og at naturgas-, kul- og olieforbruget reduceres.

Samfundsøkonomi

Der er en meget positiv samfundsøkonomi forbundet med investeringer i varmepumper. Investeringen i brændselscellebaserede kraftvarmeanlæg balancerer, mens der er en negativ samfundsøkonomi forbundet med udbredelsen af husstandsbase-rede kraftvarmeanlæg.

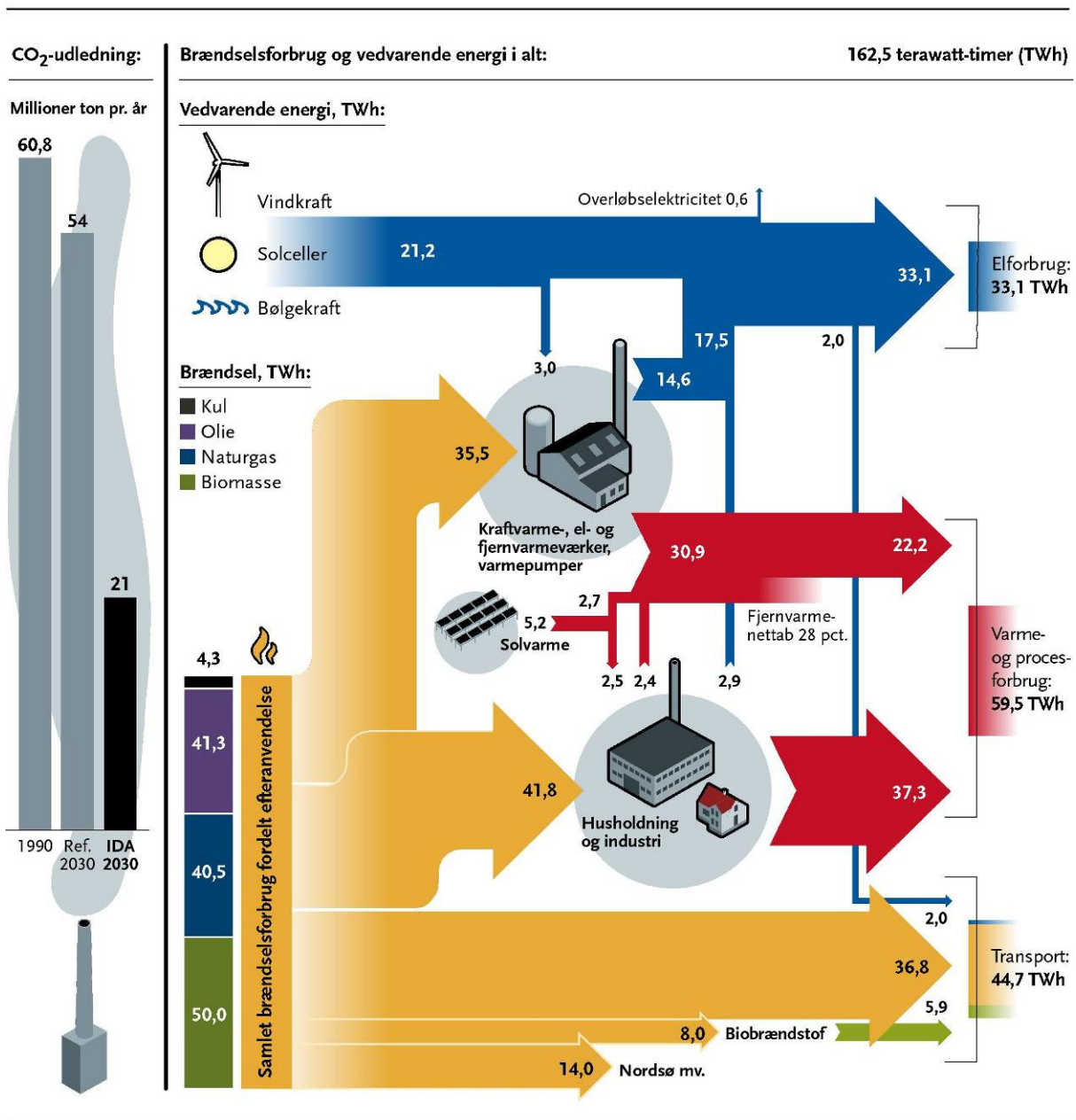


Figur 37

Energisystemernes samspil

Markante energibesparelser i bygningsmassen, i industrien og i transportsektoren er nogle af omdrejningspunkterne i Ingeniørforeningens Energiplan 2030 for fremtidens energisystem. Potentialerne for energibesparelser er store, og samfundsøkonomisk er energibesparelser generelt fordelagtige frem for at bygge ny produktionskapacitet. I Energiplan 2030 lægges der op til, at det danske bruttoenergiforbrug i 2030 er reduceret med ca. 30 % ift. i dag, og at godt halvdelen af energiproduktionen er baseret på vedvarende energi.

INGENIØRFORENINGENS ENERGIPLAN 2030



Figur 38: Energistrømme i Ingeniørforeningens Energiplan 2030

Biomasse er basis for langt størstedelen af den vedvarende energiproduktion og dækker ca. 30 % af den primære energiforsyning. Vedvarende energi baseret på solvarme og solceller, el-produktion fra vindmøller samt bølgeenergianlæg dækker næsten en 1/6 af den primære energiforsyning.

Sidstnævnte energikilder er såkaldt fluktuerende energiproduktion, der bogstaveligt talt producerer energi når solen skinner og vinden blæser, hvilket stiller store krav til energisystemets lagringskapacitet og fleksibilitet. Det vil være afgørende at opbygge et energisystem, der hurtigt kan variere el- og varmeproduktionen uafhængigt af hinanden, og hvor det endelige energiforbrug reagerer på den aktuelle energiproduktionssituation.

Dette, samt den på globalt plan vigende adgang til olie og gas og klimaproblematikken, betyder at en integration mellem transportsektoren og energisystemet er nødvendig. I Energiplan 2030 baseres 20 % af transportens brændselsforbrug på biobrændsler og 20 % el i form af eldrevne biler, ligesom det primære jernbanenet elektrificeres.

Overordnet er Energiplan 2030 baseret på et energisystem, der dels udgøres af mange små, distribuerede energiproducerende enheder i form af husstandsbaseerede brændselscelleanlæg, solceller og solvarmeanlæg, og dels af store vindmøllekraftværker, samt centrale kraftvarme- og energiraffinaderianlæg, der producerer el, biobrændsel til transport og varme.

Når og hvis Energiplan 2030 realiseres, vil energisystemet i 2030 ikke længere kunne opdeles i en varme-, el- og transportsektor. De forskellige energisystemer er uløseligt forbundet, og el, varme og biobrændsel forhandles på et marked, hvor prisen i princippet varierer time for time og dag for dag.

Indpasning af vedvarende el-produktion i energisystemet

Den voksende mængde af fluktuerende og bunden el-produktion⁴⁷ skaber et behov for lagringskapacitet i energisystemet og fleksibilitet i anvendelsen af el. Allerede i dag er det til tider nødvendigt at eksportere el til meget lave priser, såkaldt el-overløb. Det sker på en blæsende kold vinterdag, hvor vindmøllerne producerer deres maksimale, og kraftvarmeverkerne dækker et stort varmebehov ved samtidig produktion af el. På sigt vil dette økonomisk underminere en videre udbygning med bl.a. vindmøller.

El-overløbsproblematikken kan løses med forskellige midler. Enten ved at udbygge og forbedre transmissionsforbindelserne til Norge, Sverige og Tyskland eller ved at skabe et mere fleksibelt energisystem indenlands, der kan indpasse den fluktuerende energiproduktion. De teknologiske muligheder og økonomiske vilkår taler for, at fokus først og fremmest rettes mod sidstnævnte.

Investeringsomkostninger ved at udbygge transmissionskapaciteten til vores nabolande er meget høj, sammenlignet med indtægterne fra eksporten af ”overløbs-el”⁴⁸. Det kan samtidig forventes, at den akutte el-markedssituation, når Danmark har en overproduktion af el og ønsker at eksportere, forringes yderlig i takt med, at vindmøller opsættes i det nordlige Tyskland, i Norge og i Sverige. Med de tiltag der iværksættes under Energiplan 2030 sikres, at vi ikke er tvungne til at eksportere el ved lave markedspriser, og at der i stedet kan eksporteres el, når markedspriserne er mere gunstige.

Udbygningen med solceller og bølgekraft betyder at der sker en udjævning af el-produktionen fra de vedvarende energikilder sol, vind og bølger. Bølgeenergianlæg vil fortsætte med at producere et stykke tid efter vinden har lagt sig, og solcelleanlæg producerer mest om sommeren, hvor de andre

⁴⁷ El fra vedvarende energikilder, såsom solceller, vind- og bølgekraft, samt el produceret på kraftvarmeverker, hvor el-produktionen er bundet til varmeproduktionen.

⁴⁸ Rapport fra arbejdsgruppen om kraftvarme- og VE elektricitet. Energistyrelsen 2001

produktionsformer producerer mindst. Et mere varieret mix af vejrafhængige energikilder er således positivt og må på langt sigt tilskyndes, men løser dog langt fra udfordringerne i forbindelse med den fluktuerende el-produktion. Hertil vil det være nødvendigt i langt højere grad end tilfældet er i dag at bringe kraftvarmesystemets reguleringsmæssige kapacitet i spil, ligesom der må arbejdes på at skabe et mere fleksibelt el- og varmekonsum i forbrugerledet.

Varmepumper i kraftvarmesystemet

Det danske energisystem er et af verdens mest energiøkonomiske, hvilket i høj grad skyldes en omfattende udbygning med fjernvarme, der udnytter vedvarende energi og overskudsvarme, herunder kraftvarme. Udbygningsgraden med fjernvarme udgør i dag ca. 60 % af varmemarkedet, og over 95 % af varmen produceres med vedvarende energi eller overskudsvarme, hvoraf kraftvarmen udgør 81 %. Denne udnyttelse af marginale energikilder har været afgørende for, at Danmarks bruttoenergiforbrug har været stort set konstant de sidste 30 år. Andelen af fossilt brændsel pr. m² opvarmet areal er faldet til ca. halvdelen af forbruget for 30 år siden, og det er stadig faldende. Således er det faldet 30 % over de sidste 8 år⁴⁹. Det er vigtigt at bibeholde og udbygge denne mulighed for at forbedre systemets brændselseffektivitet.

Når el-patroner om kort tid bliver tilladt til varmeproduktion i fjernvarmesystemet, bliver brændselseffektiviteten i energisystemet nedsat markant. Derimod kan varmepumper i samspil med centrale og decentrale kraftvarmeværker forbedre systemets brændselseffektivitet.

En udbygning med el-drevne varmepumper på de centrale og decentrale kraftvarmeværker udgør en mulighed for at øge kraftværkernes reguleringsevne og bibeholde systemets brændselseffektivitet. Forsøg med samtidig drift af varmepumper og en kraftvarmeenhed viser tilmed, at et værks totale virkningsgrad kan øges⁵⁰.

I planen kalkuleres med en udbygning med varmepumper svarende til en kapacitet på 450 MW el. En udbygning der samfundsøkonomisk vil være særdeles fordelagtig.

For at skabe de rette rammebetingelser for en udbygning med el-drevne varmepumper lægges der op til, at kraftvarmeværker kan få godtgjort deres afgift af op til 10 % af egenproduceret el anvendt i varmepumper til fremstilling af fjernvarme. Det vurderes, at et sådan tiltag vil gøre det selskabsøkonomisk attraktivt for kraftvarmeværker at investere i el-dreven varmepumpe⁵¹.

Brændselscelleanlæg, en central del af fremtidens kraftværksstruktur

En lovende teknologi der kan tilbyde hurtig op- og nedregulering af el- og varmeproduktion uafhængigt af hinanden, er brændselscellebaserede kraftvarmeenheder. Brændselsceller udmærker sig først og fremmest ved at have meget høje el-virkningsgrader i forhold til øvrige forbrændingsteknologier og i modsætning til andre forbrændingsteknologier vil de kunne regulere hurtigere og mere fleksibelt i forholdet mellem varme- og el-produktionen, uden nævneværdigt tab i den samlede effektivitet.

Brændselsceller på centrale og decentrale kraftvarme-enheder kan således medvirke til at sikre energieffektiv fleksibilitet i energisystemet.

⁴⁹ Benchmarking statistik 2005-2006. Dansk Fjernvarme

⁵⁰ Se Appendix, note 1.

⁵¹ Se Appendix, note 1.

Brændselsceller producerer jævnstrøm som omsættes til elsystemets vekselstrøm gennem en inverter. Inverteren kan desuden bidrage til den nødvendige spændingsregulering og stabilisering i elnettet, og dermed erstatte andre aktive enheder i elsystemet – fx nogle af de termiske kraftværksenheder som ellers udelukkende holdes i drift på grund af stabiliteten i elnettet.

Potentielt forventes det, at fx SOFC brændselscelleværker vil kunne opnå el-virkningsgrader på op til 70 %, hvor det maksimalt forventes, at værker med combined-cycle gasturbiner kan nå en el-virkningsgrad på ca. 60 % og kulbaserede værker 50-55 %⁵². SOFC (Solid Oxide Fuel Cells) brændselsceller har yderligere den fordel, at de kan anvende forskellige biobrændsler.

Udviklingen indenfor brændselsceller er de sidste 10-15 år gået hurtigt, og det forventes, at kommercielle brændselscelleanlæg i såvel kraftværks- og husstandsstørrelsen vil være på markedet og parat til storskala demonstration i år 2015.

I Energiplan 2030 lægges der op til, at centrale og decentrale kraftvarmeværker, der udskiftes efter år 2015, successivt udskiftes med brændselscellebaserede kraftvarmeværker af typen SOFC. Det betyder, at ca. 1/3 af de danske kraftvarmeværker i år 2030 er brændselscellebaserede⁵³, svarende til gennemsnitlig årlig udbygning på 150 MW.

El-virkningsgraden i brændselsceller er stort set skalaneutral, men på store anlæg er der dog mulighed for at kombinere med gasturbineanlæg og derved opnå højere elvirkningsgrader. Brændselscelleanlæg er opbygget modulært af mange små brændselsceller, og selv små brændselscelleanlæg har en høj el-virkningsgrad. Brændselsceller rummer derfor også et potentiale i forhold til mikrokraftvarmeanlæg i husstandsstørrelsen. Et område flere danske virksomheder satser på.

I Energiplan 2030 regnes der med, at der efter år 2015 vil ske en udbygning med brændselscellebaserede mikrokraftvarmeanlæg i naturgasbaserede områder uden for fjernvarmenettet, og at 10 % af alle fritliggende huse i 2030 vil have installeret mikrokraftvarmeanlæg baseret på brændselsceller.

Danmark har opbygget en omfattende videnressource på brændselscelleområdet⁵⁴. Forskningsmæssigt er Danmark med blandt verdenseliten, og en række større danske virksomheder arbejder aktivt med området. De erhvervmæssige potentialer på området er meget store i og med, at brændselsceller i kraft af en høj effektivitet kan tænkes at udkonkurrere en stor del af de nuværende forbrændingsteknologier, der benyttes i energisystemet og i transportsektoren.

I forbindelse med energiforsyning forventer vi, at brændselscelleteknologien vil være konkurrencedygtig først inden for forskellige nicher og siden inden for stationære kraftvarmeanheder. På sigt kan brændselscelleteknologien også blive interessant inden for mobile anvendelser – altså transportsektoren – fx i forbindelser med hybridbiler, hvor brændselscelleenheden vil fungere som ladeenhed til batterierne og dermed sikre længere distance end de rene elbiler. Nicheanvendelser af brændselscelleteknologier – som fx nødstrømsanlæg, hospitalskøretøjer, strømforsyning til bærbare anvendelser – vil bidrage til den generelle udvikling af teknologien, men hvis brændselscelleteknologien skal bidrage til løsning af energiudfordringerne, skal der sættes målrettet mod udvikling af disse teknologianvendelser.

⁵² Energy Technology Perspectives, Scenarios & strategies to 2050. EIA 2006.

⁵³ "Basisfremskrivning af el- og fjernvarmeproduktionen 2005-2025" for tabel over planlagt skrotning", Teknisk baggrundsrapport til Energi strategi 2025. Energistyrelsen 2005.

⁵⁴ Primært indenfor brændselscelleteknologierne PEM (Proton Exchange Membrane), en lavtemperaturbrændselscelle der fungerer på brint, og SOFC (Solid Oxid Fuel Cell), en højtemperaturbrændselscelle, der kan forbrænde brint, metan, naturgas mv.

For at understøtte udbredelsen af brændselscellebaserede kraftvarmeanlæg og en udvikling som overfor beskrevet, samt for at understøtte danske erhvervsudvikling på området, vil det være afgørende, at der fastlægges en dansk plan for udvikling og udbredelse af brændselsceller i Danmark. En sådan plan skal indeholde markante midler til test- og demonstrationsprojekter på området på omkring 100 millioner kroner årligt, og incitamentsstrukturer med bl.a. faste elafregningspriser, der sikrer teknologiens udbredelse. Fra og med 2015 bør der indgås partnerskabsaftaler med el-producenter, hvor staten med henblik på demonstration og markedsmodning af teknologien medfinansierer opstilling af brændselscellekraftvarmeværker.

Intelligent energiforbrug og -styring

Udbygning med varmepumper og brændselscellekraftvarmeværker vil markant bidrage til et mere fleksibelt elforbrug, men energisystemets effektivitet og evne til at håndtere fluktuerende produktion bør yderligere forbedres, og der bør iværksættes tiltag, der understøtter et fleksibelt og prisfølsomt energiforbrug.

I dag betaler den enkelte forbruger en fast kW pris på el og fjernvarme, og man kan som forbruger ikke se de daglige udsving, da der på regningen kun fremgår et gennemsnit. Større el-forbrugende virksomheder kan købe el på Nord Pool, hvor prisen fastsættes et døgn forud på baggrund af forventninger om dagens el-produktion og forbrug. Der laves desuden forsøg med at koble store forbrugere ud, mod betaling og som regulerkraft i stedet for at starte flere anlæg op i korte perioder.

Dagens energisystem er i høj grad udviklet i en tid, hvor kommunikation og regnekraft ikke er, hvad den er i dag. Der er ikke længere nogle tekniske problemer i et opbygge et energisystem med konstant varierende el- og varmepriser, hvor disse kommunikerer til den enkelte energiforbruger og hvor husstande eller virksomheder indretter el- og varmekonsumet herefter.

Til trods for at en stor del af energiforbruget er vanskelig at flytte tidsmæssigt, er der dog gode muligheder for at flytte en del af forbruget i en kortere periode, hvilket vil have stor betydning for især balancen i el-systemet. F.eks. er elforbruget i den samlede bestand af køleskabe og fryserne så stort, at hvis det var muligt kortvarigt i op til 15 minutter at afbryde forbruget (hvilket ikke ville føre til gener for forbrugerne), ville det alene levere hovedparten af Danmarks primære regulerkraft (220 MW). Medtages elforbruget industriens køle- og frysehuse er tallet endnu større⁵⁵.

I Energiplan 2030 lægges der op til, at 20 % af bilparken elektrificeres. Da biler primært benyttes om dagen og generelt størstedelen af tiden står stille, vil batterierne i el-biler passe effektivt ind i et fleksibelt el-system med varierende priser. Der vil være gode muligheder for, at el-bilen kan lade, når prisen er lavest og måske på sigt også fungere som regulerkraft og sende el tilbage på nettet i tilfælde af mangel på kapacitet og høje elpriser.

En række produktionsvirksomheder vil også have fordel af at flytte deres mest energikrævende processer til natten, hvor priserne generelt er lavere. Store industrivirksomheder kan endvidere fungere som regulerkraft, idet de mod betaling kan afbryde produktionen ved pludselig opstået kapacitetsmangel.

⁵⁵ Indpasning af vedvarende energi i det eksisterende danske energisystem. Peter Maibom, Afdeling for Systemanalyse på Forskningscenter Risø 2005.

Det fleksible energiforbrug er ikke kun en mulighed i el-systemet. Der er gode argumenter for at også fjernvarmeforbruget gøres fleksibelt, da varmtvandsbeholder og gulvvarme udmærket kan bruges som energilagere og på grund af den termiske træghed er velegnet til kortvarige afbrydelser.

Initiativer til fremme af et el-marked med konstant varierende priser

En aktivering af det fleksible energiforbrugspotentiale kræver, at der udvikles kommunikationssystemer, der konstant kommunikerer den aktuelle el- og varmepris, samt at el- og varmekonsumerende apparater og installationer udstyres med elektronik, der gør at de automatisk kan reagere på markedssituationen. Det er yderst vigtigt, at systemet kan køre så automatisk som muligt, og at forbrugerens komfort ikke påvirkes negativt.

For at fremme udviklingen vil det være vigtigt, at der politisk tages initiativ til at understøtte udbredelsen af fjernaflæste energimålere, og at det stilles som krav til disse, at de kan håndtere minutmåling af energiforbruget. Det foreslås derfor, at der pr. lov stilles krav til energihandelsselskaberne om, at de ved den løbende udskiftning af gamle el-målere udskifter med energimålere, der kan minutmåle og fjernaflæse. Målerne skal endvidere synliggøre forbruget, så forbrugerbevidstheden øges. Det kan eksempelvis gøres ved at vise daglige, ugentlige og årlige energistrømme ud og ind af huset på et centralt display.

I regi af Energinet.dk vil det være vigtigt, at der igangsættes udviklingsprojekter for en hensigtsmæssig udformning af dynamiske tarif'er for fjernvarme og el. Med henblik på at etablere et egentlig marked for udstyr der kan overvåge, måle og styre energiforbruget efter brugernes behov og efter aktuelle energipriser, bør hurtigt muligt igangsættes et udviklingsarbejde, der sigter på at formulere og fremme åbne kommunikationsstandarder i forbindelse med home automation.

Eftersom markedsprisen på el kun udgør en mindre del af husstandenes elregning vil det fremme det fleksible energiforbrug, hvis også afgiftssystemet fulgte timepriserne og afspejlede den aktuelle produktionssituation. En tidsdifferentiering af el-afgiften vil kunne indrettes, så den i højere grad beskatter den miljøbelastende og den dyre el, hvor et yderligere forbrug kræver investeringer i net eller andet. Energinet.dk bør tage initiativ til en undersøgelse af, hvordan der kan etableres en tidsdifferentiering af el-afgiften, der som udgangspunkt er provenu neutral for staten.

Et fjernvarmesystem baseret på lavenergi og solvarme

Fjernvarmesystemet og den høje udbygning med kraftvarmeværker og produktionsanlæg baseret på vedvarende energi er en af hjørnestenene i det effektive danske energisystem. Fjernvarmen står imidlertid overfor en række udfordringer, mest markant at varmebehovet i husholdningerne ventes reduceret betragteligt. Der vil således kun ske meget få udbygninger i nye villaområder, medens fjernvarmen - med omtanke - fortsat vil være den bedste opvarmningsform i tættere bebyggelser. For byggeriets parter og fjernvarmeselskaberne er det således en udfordring at udforme enkle, effektive vandbårne varmeanlæg i samspil med fjernvarmen i nyt lavenergi-byggeri.

I Energiplan 2030 lægges der op til, at der sker en reduktion svarende til 50 % af rumvarmebehovet i bygninger. I praksis vil der ske reduktioner både i rumvarmeforbruget og varmtvandsforbruget.

En voldsom reduktion i bygningers varmebehov betyder, at incitamentet til at udbygge med fjernvarme reduceres og primært vil ske ved marginale udvidelser af de eksisterende systemer. I Energiplan 2030 lægges der op til, at der kun sker en 10 % udvidelse af kundegrundlaget inden for det eksisterende fjernvarmesystem. Kommunernes fortsatte arbejde med varmeplanlægningen kan imidlertid meget vel afdække et yderligere marked med tæt bebyggelse, som kan bidrage til

energieffektiviteten. Der regnes i energiplanen med, at 10 % af bebyggelserne uden for fjernvarmeområdet bliver koblet på det fremtidige fjernvarmesystem.

Mange af de nuværende fjernvarmerør og produktionsanlæg har allerede ledig kapacitet, hvilket vil blive øget, når energibesparelserne gennemføres. Det betyder, at det relative varmetab øges i forsyningen til den enkelte bygning, men det giver også større fleksibilitet ved optimering af systemerne og ved tilslutning af nye kunder. I forbindelse med den løbende renovering af fjernvarmesystemet er det særlig vigtigt, at der ved dimensioneringen tages højde for varmebesparelser og nye kunder, når de nye rør dimensioneres. Det forventes, at ca. 30 % af de nuværende fjernvarmenet skal skiftes inden år 2030.

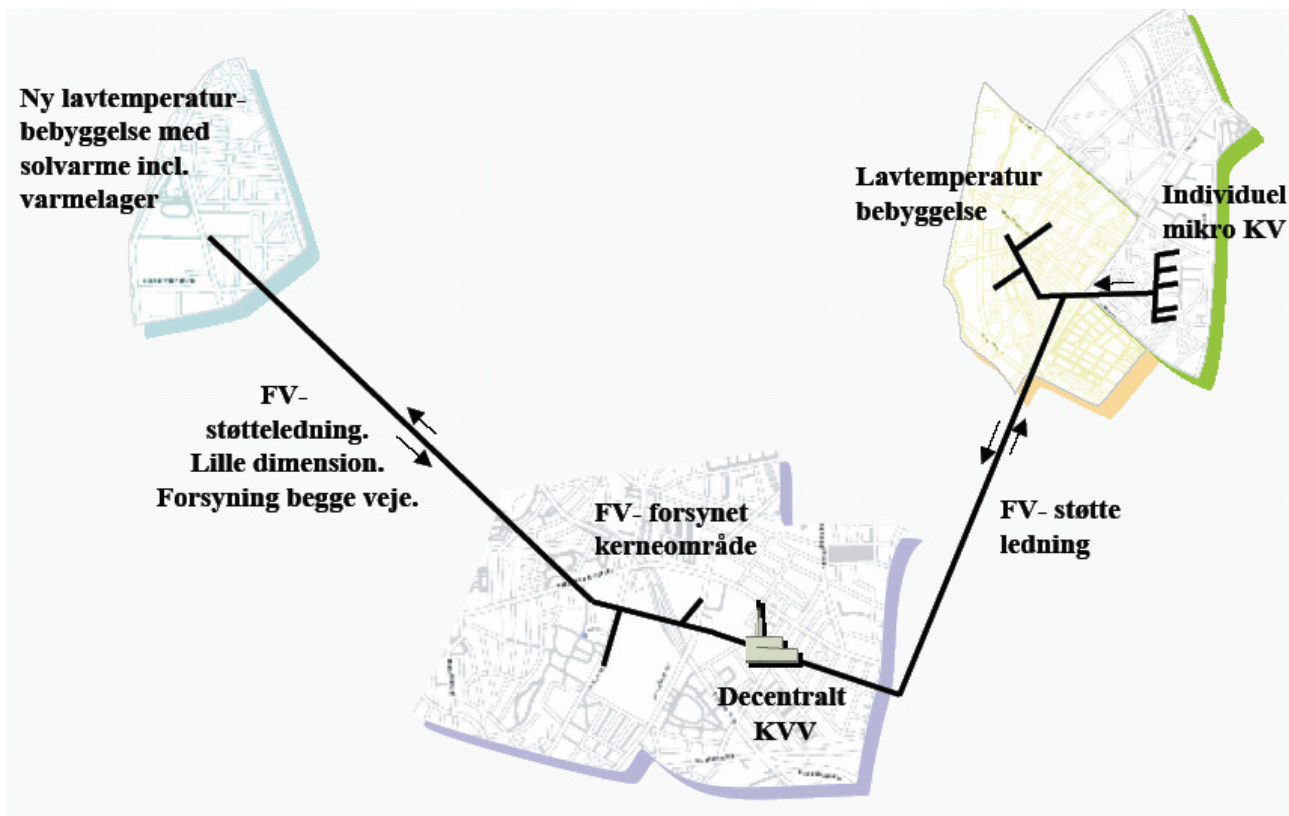
Det vil være vigtigt, at der i fremtiden udvikles og udbygges med nye lavtemperatur fjernvarmesystemer. Det er særlig vigtigt, at der gøres en indsats i bygningerne for at sænke returtemperaturen. Hvis returtemperaturen fra brugernes anlæg i gennemsnit kan sænkes fra eksempelvis 50 til 30 grader, reduceres anlægsinvesteringerne i nye rør (med uændret maksimal fremløbstemperatur på 90 grader) eksempelvis med ca. 10 %. Samtidig reduceres varmetabet, og varmeproduktionen fra kraftvarme, varmepumper, kondenserende flisedler, solvarme mv. effektiviseres.

Det mest afgørende for at sikre en passende og hensigtsmæssig udskiftning er, at der politisk indgås langsigtede bindende aftaler om reduktioner i varmeforbrug og returtemperatur i bygninger, således at fjernvarmeproducenterne i god tid kender fremtidens behov og derfor kan dimensionere deres nye anlæg og rør herefter.

For nybyggeriet er det en kilde til samfundsøkonomiske fejlinvesteringer i boligsektoren, at brændselsbesparelser i fjernvarmesystemerne ikke kan medregnes i energirammen. Det er derfor afgørende, at bygningsreglementets energiramme ud fra samfundsøkonomiske hensyn udvides til også at inkludere overskudsvarme fra de kollektive systemer.

Der er behov for at udvikle koncepter for hvordan lavtemperaturvarmeanlæg i lavenergibyggeriet kan udformes mest effektivt i samspil med fjernvarmeforsyningen, således at de samlede omkostninger minimeres (eksempelvis gulvarme med distribution på langs i kædehuse som alternativ til traditionelle anlæg).

Det er oplagt at fortsætte udbygningen med store solvarmeanlæg til fjernvarmenettet, der ikke i forvejen har CO₂-fri overskudsvarme om sommeren, da fjernvarmen ofte har varmelagre, og da storskalaanlæg og varmelagre til fjernvarme er mere omkostningseffektive end individuelt baserede solvarmesystemer. I Energiplan 2030 lægges der op til en omfattende udbygning med større solvarmeanlæg til de mindre fjernvarmenet, svarende til knap 3 TWh eller knap 10 % af det kalkulerede fjernvarmeforbrug i 2030. Udbygningen er i dag rentabel i de net, der kun har naturgasfyret decentral kraftvarme på markedsvilkår til rådighed om sommeren, og flere anlæg er på vej.



Figur 39: Udviklingsmuligheder for fjernvarmesystemet
 Kilde: Centralkommunernes Transmissionselskab

Det kan forventes, at den integration af fjernvarmenettene, der startede med transmissionsnettene for 20 år siden, vil fortsætte, dog i mindre skala. Der vil ske samkøring af både fjernvarmenet og blokbebyggelser med mindre forbindelser, der er karakteriseret ved, at kun en del af den samlede kapacitet overføres.

Eksempel 1: Et lille fjernvarmenet med et decentralt kraftvarmeværk samkøres med et større og mere effektivt kraftvarmanlæg. Kun halvdelen af kapaciteten overføres, men det er nok til, at det effektive kraftvarmeværk kan dække 90 % af årsbehovet i det lille net. I det lille net suppleres med egen spidslast og det decentrale kraftvarmeværk overgår til regulerkraft.

Eksempel 2: En blokbebyggelse, der har overskudsvarme i sommerhalvåret fra eksempelvis en lokal industri og fra solvarme samkøres med det nærmeste fjernvarmenet, som har overskudsvarme fra kraftvarme. Om sommeren leveres varme fra blokbebyggelsen til fjernvarmenettet, om vinteren er det omvendt, lige bortset fra de koldeste dage, hvor blokvarmecentralen er selvforsynende med egen spidslast.

Danmark har en frontposition på fjernvarmeområdet og har opbygget betydelig viden på området, som bl.a. har resulteret i en omfattende eksport af energiteknologier og rådgivning. Eksporten er dog faldet fra godt 3 mia. kr. i 1998 til ca. 1 mia. kr. i 2004⁵⁶, hvilket formentlig skal ses i sammenhæng med udflytning af en række produktionsanlæg og etablering af prærørsfabrikker i østlandene.

De fleste af verdens lande har endnu meget store potentialer for udbygning med fjernvarme og kraftvarme, og Danmark vil fortsat kunne eksportere knowhow og teknologi til disse, herunder til de øvrige europæiske lande, der vil være tvunget til at udbygge med fjernvarme baseret på kraftvarme og vedvarende energi, hvis EU's mål om CO₂-reduktioner skal nås.

Danmark har fortsat en stor rolle at spille som foregangsland på fjernvarmeområdet. Der spores således en usvækket interesse fra østlandene og en øget interesse fra de vestlige lande, der har en målsætning om at reducere CO₂-udslippet.

Brændselsmix

Forsyningerne med naturgas kan indenfor de næste 10-15 år forventes at blive problematiske i og med, at der sker en voldsom udbygning med naturgasfyrede kraftværker i Europa i disse år, med henblik på at reducere CO₂-udledningen.

De danske gasreserver er begrænsede, og langt størstedelen af gassen vil i fremtiden blive importeret fra Rusland, hvilket i et sikkerhedspolitisk perspektiv må anses for at være yderst problematisk.

I et forsyningsøjemed har kul bedre egenskaber i og med, at kul forefindes i meget store mængder, der ikke er afgrænset til geografisk snævre regioner. Kulkraftværkerne er imidlertid samtidig en af de største kilder til CO₂-udledning, og der lægges derfor op til, at Danmark langsomt, men sikkert reducerer både sit kul- og naturgasforbrug.

Olie forventes at blive en meget begrænset ressource, og alene ud fra et forsyningsøjemed bør anvendelsen reduceres kraftigt. Olieforbruget er primært bundet til transportsektoren, og der lægges op til, at olien søges substitueret med andre brændsler. Dette skal ske gennem en omlægning af vejtransporten til elektrificeret bane og anvendelse af el og flydende biobrændsler i vejtransporten.

Energibesparelser i kombinationen med anvendelsen af vedvarende energi fra biomasse, sol, vind og bølger er de centrale elementer i det fremtidige energisystem præsenteret i Energiplan 2030. Der er behov for en lang række af tiltag for at nå målene. Herudover er en overordnet ramme der generelt fremmer CO₂-besparende tiltag essentiel.

CO₂-kvoter som virkemiddel

Brændselsafgifter og CO₂-afgifter eller CO₂-kvotehandling gør at fossilt energiforbrug bliver dyrere, hvad der bl.a. kan ses på elprisen. Derved reduceres meromkostningen ved vedvarende energi, og energibesparelser og energieffektiviseringer bliver mere attraktive. I EU er det valgt at satse på CO₂-kvotehandling som et centralt virkemiddel til at indfri klimaforpligtigelserne.

Omsættelige CO₂-kvoter er potentielt et omkostningseffektivt virkemiddel til fremme af CO₂-reduktioner, eftersom reduktionerne sker der, hvor det er billigst, og at omkostningen bliver fordelt på markedsdeltagerne.

⁵⁶ Eksport af energiteknologier og energirådgivning i år 2004. Energistyrelsen 2006.

Der er dog en række problemer med den nuværende kvoteordning, idet:

- Investeringer i energiproduktionsanlæg er beslutninger som rækker 20-30 år ud i fremtiden, men der uddeles kvoter for relativt få år ad gangen, og med uklare signaler om fremtiden. For investorer betyder det en forøget risiko og derfor også reducerede investeringer i blandt andet vedvarende energi.
- Den gratis tildeling af rigelige mængder kvoter reducerer aktørernes incitament til at handle kvoterne, hvilket underminerer systemet. Samtidig har de fleste aktører, der har modtaget kvoter, en interesse i at CO₂-kvoteprisen fortsat er høj. Markedsprisen for kvoterne kan væltes over på kunderne og derved generere indtægter.
- Eftersom CO₂-kvoter tildeles på baggrund af den hidtidige udledning og ikke til eksempelvis vedvarende energi, fungerer ordningen i sin nuværende udformning som indirekte statsstøtte til fossil energi.

Der lægges derfor op til at Danmark bortauktionerer de 10 % af CO₂-kvoterne, som EU tillader. Der bør samtidig arbejdes på, at man på EU-niveau vedtager, at CO₂-kvoterne for fremtiden ikke uddeles gratis, men bortauktioneres.

Investeringer i energiproduktion rækker langt ud i fremtiden. Det er derfor vigtigt, at energiselskaberne allerede nu kender rammebetingelserne for den fremtidige produktion, også efter 2012. Danmark bør derfor arbejde for at EU hurtigst muligt sætter bindende mål for den fremtidige klimaindsats og melder CO₂-kvoterne ud for årene efter 2012. Danmark bør samtidig arbejde på, at den internationale skibs- og flytrafik inkluderes i CO₂-kvotesystemet.