

Erritsø, august 2011

Disclaimer vedrørende konsulentrapport 'Kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug i industri, handel og service' udarbejdet af Ea Energianalyse.

Rapporten " Kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug i industri, handel og service" er udarbejdet af Ea Energianalyse som uafhængig konsulentvirksomhed. Rapportens konklusioner er benyttet af Energinet.dk og Dansk Energi som input til initiativer til fremme af prisfleksibelt elforbrug i Danmark. Konsulentrapportens konklusioner er ikke nødvendigvis identiske med Energinet.dks og Dansk Energis holdninger.





Ea Energianalyse

Kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug i industri, handel og service

Udarbejdet af Ea Energianalyse for Energinet.dk

08-06-2011

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse
Frederiksholms Kanal 4, 3. th.
1220 København K
T: 88 70 70 83
F: 33 32 16 61
E-mail: info@eaea.dk
Web: www.eaea.dk

Indhold

1	Indledning og sammenfatning.....	5
2	Statistik.....	10
3	Definitioner, afgrænsning og metode	14
	3.1 Typer af fleksibelt elforbrug	14
	3.2 Metode	14
	3.3 Afgrænsning af analyse	15
4	Potentialekortlægning	18
	4.1 Procesvarme – fuel shift fra brændsel til el.....	18
	4.2 Procesvarme – eksisterende elanvendelse	24
	4.3 El til apparater mv. (sekundær energi).....	26
5	Referencer	30
	Appendix A: Potentiale i husholdninger	32
	Appendix B: Potentiale i forhold til forbrugernes størrelse	35

1 Indledning og sammenfatning

Ea Energianalyse har for Klimakommissionen lavet en indledende kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug indenfor bl.a. produktionserhvervene og handel/service. Resultaterne af denne analyse er kort beskrevet i "Notat om udfordringerne ved en fremskyndet vindkraftudbygning" fra marts 2010.

I forbindelse med et projekt-samarbejde mellem Dansk Energi og Energinet.dk omkring fleksibelt elforbrug har Ea Energianalyse gennemført en uddybende beskrivelse og argumentation for forudsætninger og dokumentation af de gennemførte beregninger.

I forbindelse med arbejdet er potentialerne for fleksibelt elforbrug på enkelte områder revideret lidt i forhold til notatet til Klimakommissionen.

Figuren nedenfor viser det samlede estimerede potentiale for fleksibelt energiforbrug. Potentialet er opdelt på sektorer (produktionserhverv og handel/service) og på energiarter. Der skelnes således mellem mulighederne for at øge fleksibiliteten indenfor det eksisterende elforbrug (load-shift, peak-clipping og valley-filling) og anvende el til at substituere brændsel, når elpriserne er lave (fuel-shift).

Load-shift

Ud af det nuværende samlede elforbrug på ca. 75 PJ ekskl. nettab vurderes 15 PJ at kunne blive fleksibelt i et eller andet omfang. Langt det største potentiale ligger indenfor tidsrummet 0-12 timer. Det drejer sig blandt andet om el til køle/fryse formål (5 PJ) og el til ventilation (3 PJ).

Værdien for virksomhederne af at flytte elforbrug fra timer med normale elpriser (ca. 40 øre/kWh) til timer med lave elpriser (ca. 0 øre/kWh) vurderes at være forholdsvis begrænset pga. den forholdsvis beskeden besparelse på ca. 40 øre/kWh. Derimod kan det være økonomisk attraktivt at flytte fra meget dyre timer (fx > 2,5 kr./kWh) til timer med normale elpriser (0,4 kr./kWh), idet den potentielle besparelse her kan være en faktor større.

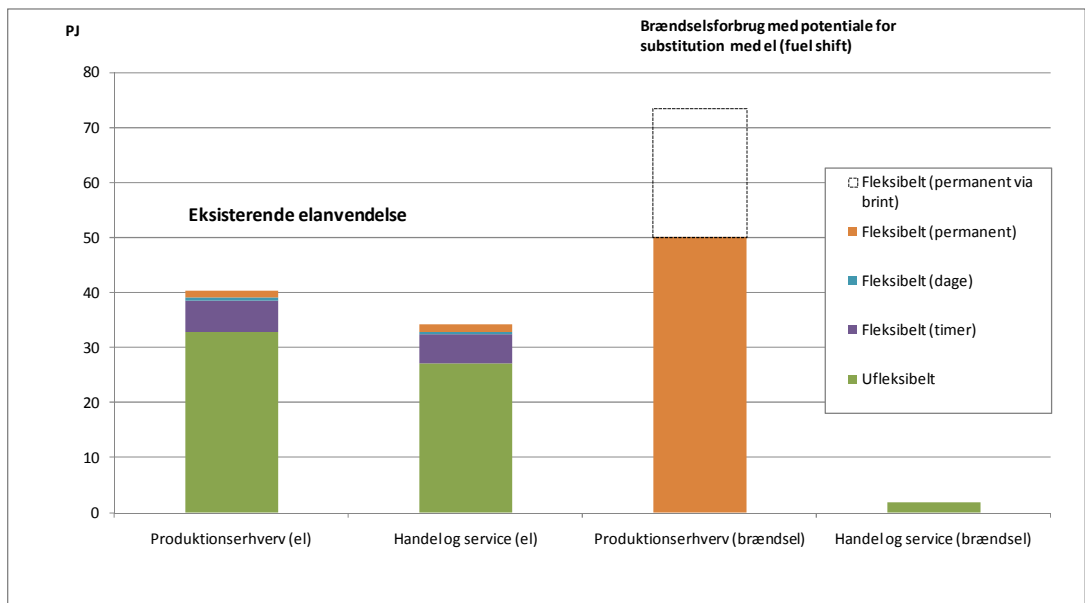
Potentialet for at flytte elforbrug i tid (load-shift) vil således næppe blive et væsentligt virkemiddel til at indpasse vind, når det blæser meget (lave elpriser), men det kan indgå som tiltag til at sikre balance i elmarkedet, når det ikke blæser og effektbalancen i markedet i øvrigt er anstrengt (= meget høje elpriser).

Fuel shift

Det største potentiale for fleksibelt elforbrug består i at udskifte nuværende anvendelse af brændsler til procesvarme med el, når elpriserne er lave (fuel-shift). For at høste dette potentiale, skal der etableres to-strengede forsyningssystemer på de relevante virksomheder. Der er opgjort et samlet potentiale for fuel-shift på ca. 50 PJ brændsel, som vurderes at kunne erstattes med omtrent samme energimængde el via elkedler eller el-heatere. Hvis man antager, at elprisen på længere sigt vil være tilstrækkeligt lav i ¼ af årets timer til, at virksomhederne vil substituere brændsler med el, vil det indebære et nyt årligt elforbrug på 12,5 PJ (ca. 3,5 TWh).

Indirekte el-anvendelse via brint

Hvis el anvendes til (lokal eller central) produktion af brint, som erstatning for fx naturgas kan potentialet øges med yderligere ca. 23 PJ. For at dette skal være en økonomisk attraktiv mulighed vil det kræve en væsentlig reduktion i investeringsomkostningerne for elektrolyseanlæg i kombination med mange timer med lave elpriser. Tidshorisonten for at udvikle dette potentiale vurderes at være betydeligt længere end for anvendelsen af elkedler/el-heater, og potentialet er derfor vist i figuren med stiplede linje.



Figur 1: Estimeret potentiale for fleksibelt elforbrug.

Det skal understreges, at ovenstående potentiale vurdering er behæftet med betydelig usikkerhed. Særligt følgende forhold kan få betydning for potentialet fremadrettet:

- Nye teknologier og produktionsmetoder. Herunder at virksomhederne permanent erstatter procesbrændsel med elbaseret teknologi til nogle anvendelser. Herved muliggøres ofte en virkningsgradsgevinst – til

gengæld mistes muligheden for fuel-shift. Et eksempel på teknologiskift kan være anvendelsen af eldrevne varmepumper til levering af højtemperatur procesvarme.

- Strukturelle omlægninger indenfor erhvervene, herunder udfasning af bestemte brancher som fx raffinaderier
- Øget fokus på energibesparelser (=> mindre potentiale)
- Økonomisk vækst (=> større energiforbrug og potentialer)

Barrierer for at implementere potentialet

Teknisk set kan størstedelen af de beskrevne potentialer realiseres i dag. Styringsteknologien, som skal anvendes er velkendt og anvendes allerede i dag til virksomhedernes SRO-anlæg (styring, regulering, overvågning). I forhold til fleksibilitet i spotmarkedet er der ingen væsentlige barrierer for at tilpasse forbruget efter priserne (her tænkes på virksomheder med en timemåler, dvs. med et elforbrug over 100.000 kWh). Der er imidlertid endnu få praktiske erfaringer. I forhold til andre markeder, fx regulerkraft, så kræves der udvikling af de regler, som er en del af dagens regulerkraftmarked.

Regulerkraftmarkedet er vigtigt, fordi de økonomiske incitamenter for styring af forbrug er højere end på spotmarkedet, idet der er flere høje og flere lave (og negative) priser på regulerkraftmarkedet. Der er således to primære barrierer i forhold til realiseringen af potentialet:

- Praktiske erfaringer og rutine
- Størrelsen af det økonomiske incitament

Udvikling af potentialet over tid

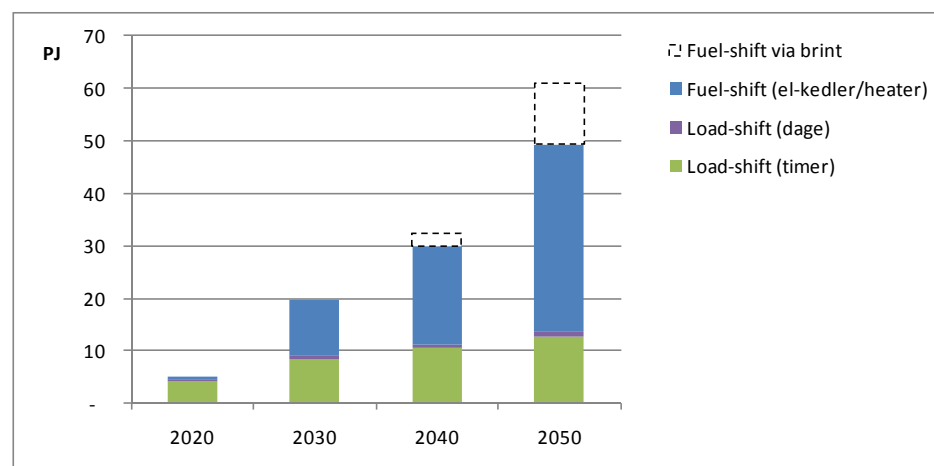
Figur 2 illustrerer, hvordan potentialet for fleksibelt elforbrug kunne udvikle sig frem mod 2050 i et scenario, hvor der satses på kraftig udbygning med vindkraft i Danmark, og hvor de rammemæssige betingelser (regulerkraftmarked, tariffer, afgifter mv.) ikke udgør en barriere.

På kort sigt frem mod 2020 vurderes potentialet for fuel-shift at være forholdsvist begrænset, fordi mængden af lave elpriser vurderes at være utilstrækkelige til at dække investeringen i en elpatron eller el-heater. I perioden efter 2020 vurderes dette dog at ændre sig, og i 2050 indgår det samlede fuel-shift potentiale med elkedler/elheater og halvdelen af potentialet for fuel-shift med el via brint. Dog er raffinaderiernes energiforbrug ikke indregnet i potentialet i 2050, da oliebasert transport forudsættes udfaset.

Det skal bemærkes at i forbindelse med produktion af biobrændstoffer til erstatning for olieprodukter, kan der være et betydeligt potentiale for fleksibelt elforbrug (load-shift og fuel-shift), som ikke er analyseret.

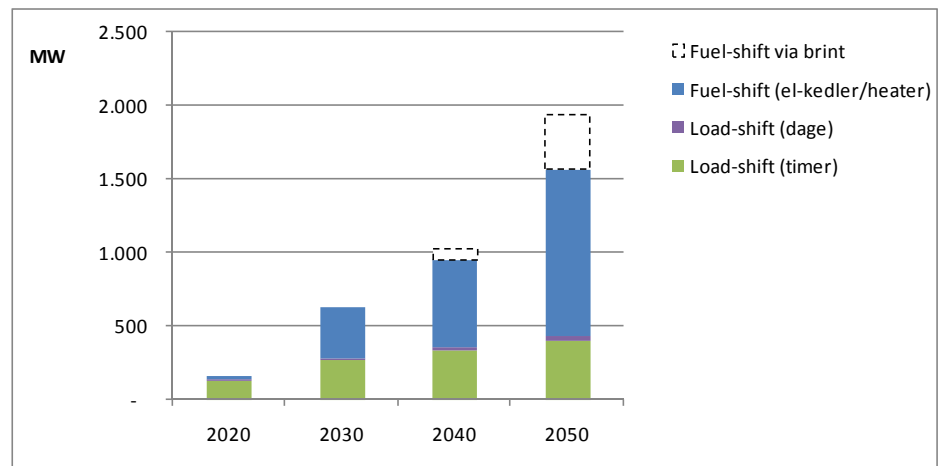
Visse typer load-shift kræver ikke samme niveau af investeringer, som ved fuel-shift, og vil derfor kunne sættes spil på kortere sigt, selv om frekvensen af meget høje/lave elpriser er begrænset. Særligt vurderes der at være et potentiale for kortvarige afbrud (op til fx ½ time og frekvensstyret) af køl/frys forbrug og eventuelt pumpning og ventilation, da disse afbrud vil kunne gennemføres rent automatisk uden tab af energiservice, og uden at virksomhederne skal ændre i produktionsplanlægningen.

Load-shift over længere tidsperioder vurderes generelt at have større konsekvenser for virksomhedens produktion og kræve flere investeringer (fx i øget pumpekapacitet, kuldager, kompressorkapacitet mv.), og derfor skal gevinsten også være større, før det kan betale sig for virksomhederne at gennemføre dem.



Figur 2: Estimeret potentiale for fleksibelt elforbrug(udvikling i tid).

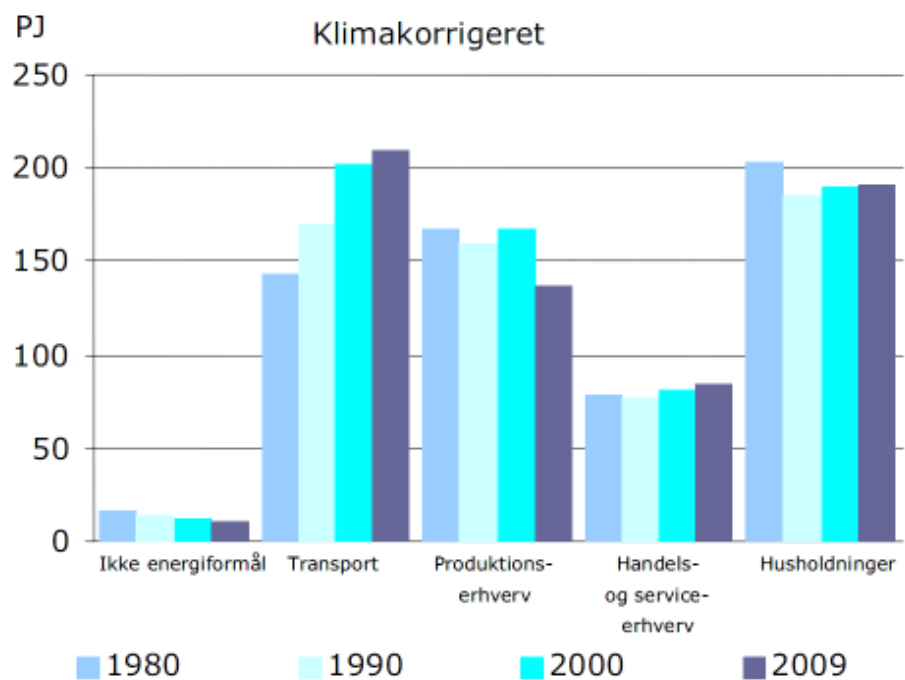
Det er vigtigt at bemærke, at potentialerne der fremgår af *Figur 2*, er et udtryk for den mængde energi, der potentielt kan flyttes. I praksis vil det kun være relevant at flytte forbrug, når elpriserne betinger dette. I mange sammenhænge vil det derfor være mere relevant at vurdere, hvor stor effekt der potentielt kan flyttes i den enkelte time. Denne vurdering fremgår af *Figur 3*. Der tale om en vurdering af middeffekten over året. I praksis må man antage, at potentialet er større om dagen, når virksomhedernes forbrug er stort og lave om natten, når forbruget er lavt.



Figur 3: Estimeret potentiale for fleksibelt elforbrug(udvikling i tid) – vurderet som effekt (MW), der kan flyttes i tid. Der er tale om gennemsnitseffekt over året.

2 Statistik

Energiforbruget i produktionserhvervene udgjorde i 2009 lidt mere end en femtedel af det samlede danske endelige energiforbrug. Det er lavere end de sidste ca. 30 år, hvor den lå tættere på en fjerdedel. jf. *Figur 4*. Handel og serviceerhverv stod for 13 % af det samlede danske energiforbrug i 2009, en procentdel som stort set ikke har ændret sig siden 1980.



Figur 4: Energiforbrug fordelt på sektorer. /ENS energistatistik, s21/

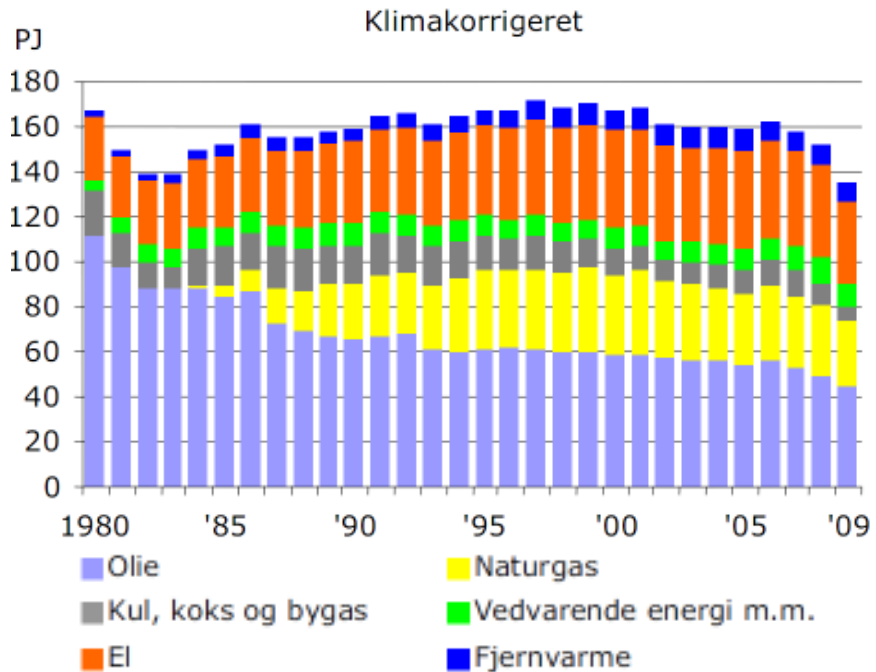
Produktionserhverv

Produktionserhvervenes endelige energiforbrug udgjorde ifølge Energistyrelsens energistatistik ca. 135 PJ i 2009, mod knap 160 PJ i 2007, og godt 150 PJ i 2008. Faldet skal ses på baggrund af den økonomiske krise. Når krisen er forbi kan det antages at energiforbruget vil komme op på det tidligere niveau.

Ser man bort fra udviklingen i 2008 og 2009, har det endelige energiforbrug fra produktionserhvervenes været stort set konstant gennem de sidste 25 år. Til gengæld er der sket en betydelig omlægning mellem energiarterne. I 1980 stod olie for 2/3 af energiforbruget, men siden da er oliens rolle reduceret gradvist, således at olie i dag kun udgør godt 1/3 af energiforbruget.

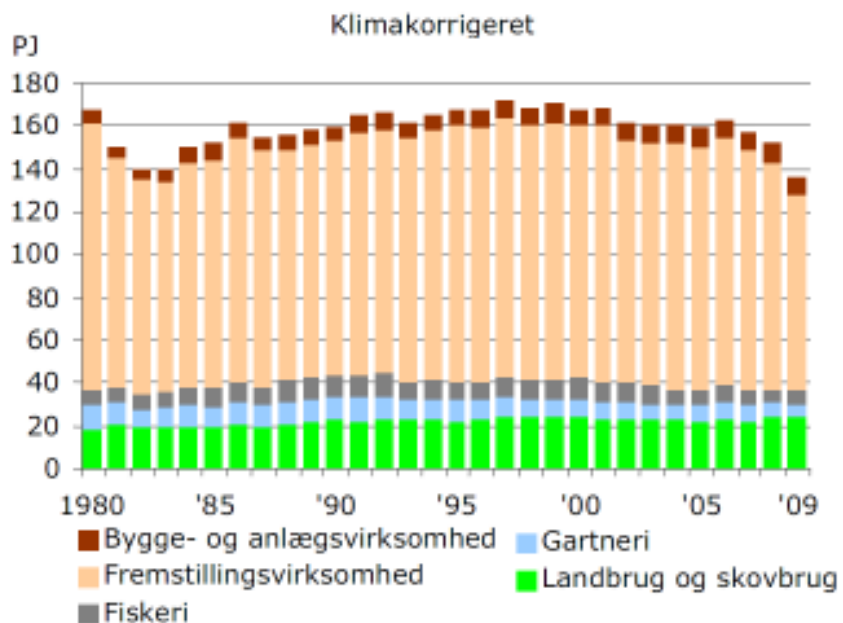
Reduktionen i olieanvendelse skal ses i sammenhæng med den øgede anvendelse af naturgas og el.

Kulforbruget er blevet reduceret over perioden, mens anvendelsen af vedvarende energi og fjernvarme er steget.



Figur 5: Energiforbrug 2009 i produktionserhverv fordelt på energivarer. /ENS energistatistik, s26/

Indenfor produktionserhvervene ligger den største del af energiforbruget indenfor fremstillingsvirksomhed. Herefter følger landbrug og skovbrug. En meget betydelig del af energiforbruget indenfor landbrug, skovbrug, fiskere og byggeanlægsvirksomhed vedrører arbejdskørsel og arbejdsmaskiner.

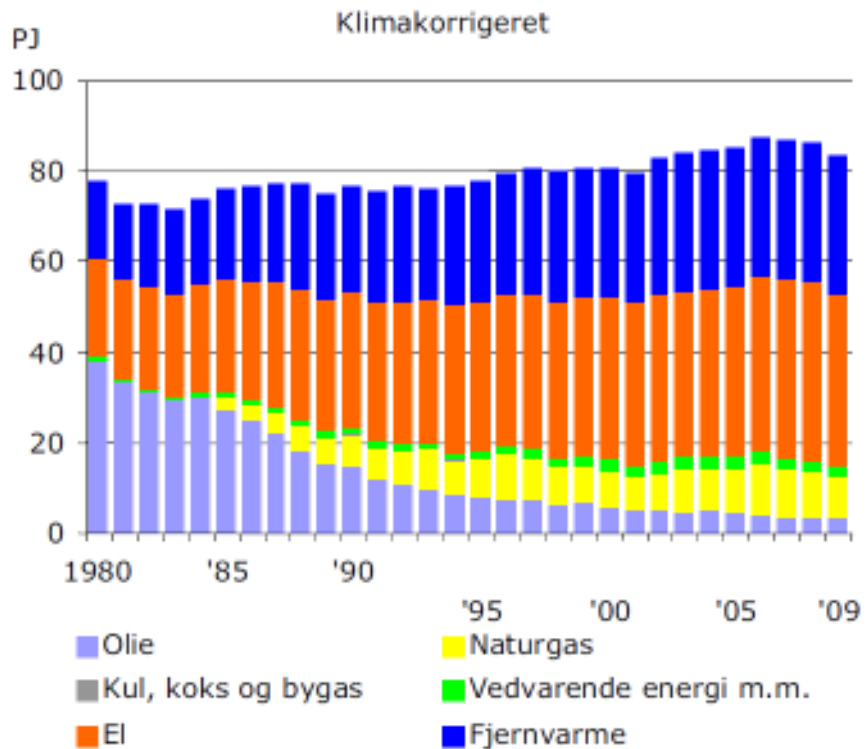


Figur 6: Energiforbrug 2009 i produktionserhverv fordelt på brancher. /ENS energistatistik, s26/

Hvis man ser bort fra 2009, så har der er ikke sket nogen nævneværdig forrykning mellem hovedbrancherne over tid, jf. *Figur 6*.

Handel og service

I 2009 stod handel og service for et energiforbrug på knap 84 PJ, og mens det er et par PJ mindre end 2007 og 2008, har den mængde ligget meget konstant siden 2002. jf. *Figur 7*.



Figur 7: Energiforbrug 2009 i handel og service fordelt på energivarer. /ENS energistatistik, s29/

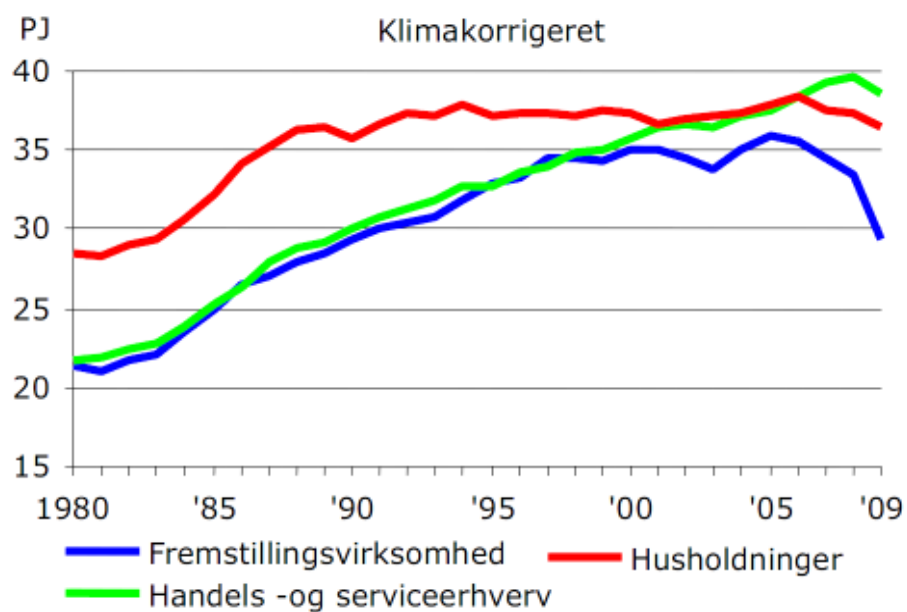
Når man kigger på energivarer inden for handel og service, så har omlægning siden 1980 væk fra olie været endnu mere markant end for produktionserhverv. Olien har blevet erstattet primært med el, naturgas og fjernvarme, og i en mindre grad, med vedvarende energi.

Størstedelen af brændselsforbruget indenfor handel og service går til opvarmning af bygninger.

Elforbrug

På trods af, at energibruget inden for produktionserhverv er næsten dobbelt så stort som for handel og service, har handel og service et højere elforbrug. Fra 1980 til 2000 havde begge sektorer næsten samme elforbrug, et forbrug som voksede rimeligt konstant fra ca. 22 PJ til ca. 35 PJ. Siden 2000 er forbruget af el inden for handel og service fortsat med at vokse i samme tempo til

ca. 40 PJ, mens elforbruget til fremstillingsvirksomheder har stabiliseret omkring 35 PJ siden slutningen af 1990'erne. jf. Figur 8.



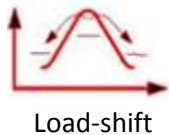
Figur 8: Endeligt elforbrug på anvendelsesområder. /ENS energistatistik, s22/

Elforbruget for begge områder faldt i 2008 og 2009, men som nævnt ovenfor, kan dette fald nok begrundes i den økonomiske krise.

3 Definitioner, afgrænsning og metode

3.1 Typer af fleksibelt elforbrug

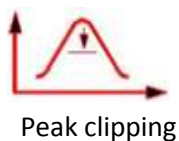
Der kan skelnes mellem fire typer af fleksibelt elforbrug. De engelske termer for disse er *load shift*, *fuel shift*, *peak clipping*, og *valley filling*.



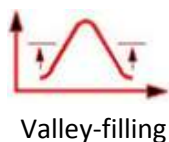
Ved *load-shift* flyttes forbrug fra en periode (den dyre) til en anden (den billige). Denne metode har en dynamik som et energilager. Visse typer flytning af forbrug krævet et vist varsel, idet effekten går ud på at fremskynde et forbrug. Det gælder fx islagre.



Fuel-shift drejer sig om at skifte mellem el og andre brændsler. Det kunne fx være en industrivirksomhed, som både er udstyret med en elkedel og en biomassekedel og flekser imellem disse forsyningsformer afhængigt af el- og biomassepriserne.



Ved *peak clipping* reduceres elforbruget til "luksusanvendelser", når elpriserne er høje (og ofte også elforbruget). Der er her tale om forbrug, der ikke vender tilbage. Et eksempel kunne være at reducere belysningen i butikker udenfor åbningstiderne, når elpriserne er meget høje.



Valley-filling handler om at tilføje et nyt forbrug ved særligt lave eller negative priser. Det kunne fx dreje sig om særlige luksus-forbrug, fx opvarmning af udendørs swimmingpools mv.

Det største potentiale for fleksibelt elforbrug vurderes at ligge indenfor *load-shift* og *fuel-shift*. *Peak clipping* kan også spille en mindre rolle, mens *valley filling* kun ville være relevant på tidspunkter med meget lave eller negativt priser.

3.2 Metode

Kortlægningen af potentialet for fleksibelt elforbrug er foretaget som en ekspertvurdering med baggrund i data og vurderinger fra en række nøglerapporter:

- Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug (Dansk Energianalyse, 2000)
- Potentialevurdering Energibesparelser i husholdninger, erhverv og offentlig sektor (Birch og Krogboe, 2004)

- Substitution af brændsel med el i erhvervslivet (Dansk Energianalyse 2009)
- Fleksibilitet i elforbruget (Elkraft, 2001)

Det skal understreges, at potentialevurderingerne er forbundet med en ikke ubetydelig usikkerhed. Såfremt man ønsker at kvalificere vurderingerne yderligere, vil det fx kunne ske ved interviews med udvalgte større erhvervs virksomheder, men dette har ikke været muligt indenfor projektets rammer.

3.3 Afgrænsning af analyse

Energiforbruget i produktionserhvervene og handel og service kan opdeles på en række hovedkategorier, jf. figuren nedenfor.

Hovedgruppe	Slutanvendelse
Intern energiforsyning	Kedel- og nettab
Procesvarme	Opvarmning/kogning ¹⁾ Tørring ²⁾ Inddampning Destillation ³⁾ Brænding/sintring Smeltning/støbning ⁴⁾ Anden varme op til 150°C (specificeres!) ⁵⁾ Anden varme over 150°C (specificeres!) ⁵⁾
Arbejdskørsel	Arbejdskørsel
Sekundær energi	Belysning Pumpning Køl/frys Ventilation og blæsere Trykluft og procesluft Findeling Omrøring Øvrige elmotorer ⁶⁾ Edb og elektronik Anden elanvendelse (specificeres!) ⁷⁾
Rumvarme	Rumvarme ⁸⁾

Figur 9: Kategorisering af slutanvendelser for energiforbrug (Dansk Energianalyse, 2000)

I kortlægningen er der set bort fra fjernvarmeforbrug, brændselsforbrug til arbejdskørsel (intern transport inklusiv landbrugets markredskaber og fiskeriflåden), til rumvarme og til "Anden varme op til 150°C" i landbrugssektoren (primært staldvarme og drivhusopvarmning).

Baggrunden for denne udeladelse er, at de tiltag, der kan anvendes til at omstille til el indenfor disse områder, bl.a. er eldrevne køretøjer og varmepumper, som har været behandlet udførligt i andre udredningsarbejder.

Nedenstående tabeller viser anvendelsen af energiforbrug på slutanvendelser. Oversigten er baseret på Birch og Krogboe (2004) og Dansk Energianalyse (2009).

Procesenergi, (TJ)	Produktionserhverv (brændsler)	Produktionserhverv (el)	Handel og service (brændsler)	Handel og service (el)
Opvarmning/kogning	24.600	500	1900	1.000
Tørring	16.500	700	0	500
Inddampning	5.800	0	0	0
Destillation	3.800	0	0	0
Brænding/sintring	12.400	0	0	0
Smeltning/støbning	2.800	3.200	0	0
Anden varme op til 150°C	300	0	0	0
Anden varme over 150°C	1.200	900	0	0
Total	67.400	5.300	1900	1.600

Tabel 1: Anvendelse af procesenergi fordelt på slutanvendelser.

Sekundær energi, el (TJ)	Produktionserhverv	Handel og service
Belysning	3.800	14.500
Pumpning	4.600	1.700
Køl / frys	3.000	5.000
Ventilation og blæsere	8.000	3.900
Trykluft og procesluft	4.000	700
Øvrige elmotorer	10.800	1.600
EDB og elektronik	400	2.900
Anden elanvendelse	400	1.900
Total	34.900	32.200

Tabel 2: Anvendelse af sekundær-energi fordelt på slutanvendelser.

4 Potentialekortlægning

I dette kapitel foretages en kortlægning af potentialet for fleksibelt elforbrug med udgangspunkt i de forskellige slutanvendelser.

Først ses på energiforbruget til proces og herefter sekundær energi (el til apparater mv.)

4.1 Procesvarme – fuel shift fra brændsel til el

På længere sigt kan der være et betydeligt potentiale for at udskifte brændsler til procesformål med el. Der kan være tale om et permanent skift af teknologi eller etablering af to-strengede forsyningsystemer, hvor el udnyttes som supplement til at fossile brændsler eller biobrændsler, når elpriserne af lave (fuel-shift). Denne potentialekortlægning har fokus på mulighederne for øget fleksibilitet i elforbruget og dermed fuel-shift mulighederne.

De vigtigste anvendelsesområder af produktionserhvervenes procesenergi er i prioriteret rækkefølge: opvarmning/kogning, tørring, brænding/sintring og inddampning.

Brændsler er påkrævet til visse typer procesenergi

Det vurderes, at el til de fleste formål kan erstatte fossile brændsler. Til enkelte formål – fx svideovne på slagterier – kan det være nødvendigt at anvende forgasset biomasse eller brint, som potentielt kan produceres ud fra el. Desuden er det mindre oplagt, at el erstatter brændsler til produktionen af cement og tegl. Det hænger sammen med, at råprodukterne ved cementproduktion opvarmes ved direkte varmeoverføring i modstrøm med forbrændingspunkterne. Brændingen og sintringen foregår særlige rotérovne ved temperaturer på 900-1500 grader.

Elektricitets høje energikvalitet kan udnyttes til visse formål

Elektricitets høje energikvalitet kan til nogle formål udnyttes, således at el kan erstatte fossile brændsler i forhold, der bedre end 1:1. Det gælder fx lavtemperatur-opvarmning, hvor varmepumper kan anvendes (skønnet langsigtet potentiale ca. 8 PJ), anvendelse af infrarøde paneler (ca. 0,6 PJ), MVR-anlæg¹ til genbrug af damp (ca. 4 PJ) og induktionsopvarmning (ca. 2 PJ). Samlet vurderes det på den baggrund muligt at erstatte ca. 15 PJ brændsel med 5 PJ el. I industrier, hvor brændsel fremadrettet udskiftes med el via ovenstående teknologier kan det antages, at der i reglen er tale om permanente teknologiskift, som ikke umiddelbart vil muliggøre fuel shift mellem el og brændsler.

¹ MVR står for Mechanical Vapour Recompression (mekanisk damp rekompresion) og er en metode til varmegenvinding.

Til en række øvrige procesformål, hvor der er behov for procesenergi ved høje temperaturer, vil elkedler eller el-heatere umiddelbart kunne erstatte brændsler i forholdet ca. 1:1². Hvis det skal være interessant for virksomhederne at investere i el-heatere eller elkedler, skal der være en forholdsvist høj frekvens af lave elpriser fx drevet af udbygning med vindkraft.

Økonomi

Med en forudsætning om en simpel tilbagebetalingstid på ca. 7 år vil en investering i en elkedel indebære en årlig kapitalomkostning mellem ca. 50.000 kr. og 350.000 kr. Tilslutningsbidraget til netselskabet kan udgøre en stor del af den samlede omkostning for elkedlen.

Hvis investeringen i elkedler skal forrentes af den rå besparelse på gaskøb, vil det kræve mellem 200 og 1400 nulpristimer årligt. Beregningen forudsætter en gas listepriis, som i dag på ca. 2,8 kr./m³ (70 kr./GJ eller 250 kr./MWh). I beregningerne er der ikke taget hensyn til gældende afgifter, tariffer og PSO omkostninger.

For de fleste virksomheder vil det formentligt ikke være økonomisk attraktivt at investere i elkedler og elheatere i dag. Forholdene kan dog variere meget fra virksomhed til virksomhed, ligesom ændringer i rammeværket (afgifter, tarifstruktur mv.) kan have stor betydning for rentabiliteten i disse løsninger. Forekomsten af negative spotpriser og muligheden for at spille ind i regulerkraftmarkederne kan desuden forbedre økonomien i at investere i elkedler og elheatere.

Vurderingen af potentialet for fuel shift (brændsel => el) er baseret på forudsætning om, at antallet af timer med lave priser i elmarkedet på sigt vil nå et niveau, som vil kunne forrente en investering i en elkedel eller elheater som supplement til den eksisterende forsyning.

Indenfor forskellige anvendelsesområder er der gjort følgende forudsætninger om potentialerne:

Opvarmning/kogning

Brændselsforbruget til opvarmning/kogning udgør ca. 25 PJ i produktionserhvervene. Heraf anvendes en meget betydelig del, ca. 12 PJ, på raffinaderier-

² I potentialevurderingen for fuel-shift er brændselsforbrug i erhvervene, som er relateret til kedel – og nettab ikke medtaget, da disse tab vurderes at kunne reduceres betydeligt ved anvendelse af el i stedet for brændsler.

ne. Andre vigtige erhverv er betonproduktion, mejerier, sukkerfabrikker, drikkevareindustri og jern- og stålindustri (hver ca. 1 PJ).

Det største energiforbrug på raffinaderierne er i forbindelse med destillationsprocesserne, hvor råolien opvarmes bl.a. opvarmes ved afbrænding af raffinaderigas. Der to raffinaderier i Danmark i hhv. Fredericia og Kalundborg. På raffinaderiet i Fredericia er der en betydelig kraftvarmeproduktion, der er baseret på raffinaderigas. Raffinaderiet i Kalundborg har ingen kraftvarmeproduktion, til gengæld leverer anlægget overskydende raffinaderigas til Asnæsværket til gengæld at få leveret damp.

Der vurderes ikke at være tekniske barrierer forbundet med, at opvarmning til destillationsprocesserne på raffinaderierne kan ske med el fra elkedler i perioder med lave elpriser. Det vil imidlertid kræve, at raffinaderigassen lagres i perioder med eldrift, eller at gassen opgraderes med henblik på indfødnig i naturgasnettet eller anvendelse som LPG. Disse muligheder er ikke nærmere belyst.

Indenfor produktionserhverv er det samlet set forudsat, at 95 % af det nuværende brændselsforbrug til opvarmning/kogning teknisk set kan substitueres med el via installation af elkedler i et to-strengt forsyningsystem, som muliggør fuel-shift.

På sigt, når energiforbruget i transportsektoren omstilles til alternative drivmidler, må man antage at procesvarmeforbruget på raffinaderierne – og dermed også fuel-shift potentialet reduceres betydeligt. Til gengæld, kan der opstå nye muligheder for fleksibel anvendelse af el i forbindelse med produktion af biobrændstoffer.

Indenfor handel/service anvendes ca. 1 PJ til opvarmning/kogning. Heraf vurderes blot 10 % af brændselsforbruget at kunne udnyttes som fuel-shift. Det skyldes, at der i hovedreglen antages at være tale om mindre installationer fx til madlavning, hvor det ikke er realistisk at etablere et to-strengt forsyningsystem.

Tørring

Brændselsforbruget til tørring udgør ca. 16 PJ. Brændsler anvendes til tørring indenfor en lang række forskellige industrier herunder væsentligst i forbindelse med produktion af beton, papir, stivelsesprodukter og træ .

Det tekniske potentiale for fuel-shift vurderes at være højt, hvad enten tørreprocessen sker med opvarmet luft fx i tørreovne eller som valsetørring, hvor tørreprocessen sker som en kombination af kombination af kontakttørring og konvektionstørring. I beregningerne er der kun regnet med at 80 % af det nuværende brændselsforbrug til tørring teknisk set bidrage som fuel-shift.

Inddampning

Inddampning anvendes særligt i forbindelse med saltproduktion, hvor vand fjernes fra den indvundne saltopløsning (brine), ved fremstilling af stivelsesprodukter og på sukkerfabrikker til inddampning af sukkersaft. Brændselsforbruget til inddampning udgør samlet til knap 6 PJ.

95% af brændslet til inddampning vurderes kan kunne udskiftes med vha. elkedler i forholdet ca. 1:1. Anvendes et mekanisk damp-rekompressions anlæg (MVR – mechanical vapor recompression) kan virkningsgraden ved inddampningen forbedres betydeligt (COP på ca. 5). Ofte vil det imidlertid være nødvendigt at skifte hele anlægget ved overgang til mekanisk damp-rekompression og herved vil der formentligt være tale om en blivende konvertering til el, hvorved man mister "fuel shift" optionen.

Destillation

Ser man bort fra raffinering af olieprodukter, er brændselsforbruget til destillation forholdsvist beskedent, ca. 0,6 PJ. Det største forbrug forekommer i forbindelse med fremstilling af fortykningsmidler.

El produceret på elkedler vurderes at kunne erstatte 95% af det eksisterende brændselsforbrug, hvilket muliggør "fuel shift".

Brænding og sintring

Brændselsforbruget til brænding og sintring udgør ca. 12 PJ. Langt størstedelen af brændselsforbruget vedrører cementproduktion. Råprodukterne ved cementproduktion opvarmes som nævnt ved direkte varmeoverføring i modstrøm med forbrændingspunkterne, hvor også strålevarmen udnyttes. Derfor kan det være en teknisk udfordring at erstatte brændsel med el til brænding og sintring.

FL Smidth har været kontaktet³ omkring de tekniske muligheder for at anvende el til cementproduktion. Ifølge FL Smidth kan el potentielt anvendes på to måder: dels via såkaldte plasmabrændere eller ved at anvende brint produceret med el. Plasmabrænding er en forholdsvist ny teknologi, som kan anvende

³ Email kommunikation med Ejnar Jessen, 11. maj 2011.

des til calcinering, og som har potentiale for at give høj virkningsgrad. Endnu er kapaciteten af plasmabrændere dog for lille (< 5 MW) til klinkebrænding.

På baggrund af informationerne fra FL Smidth vurderes at, at det ikke er realistisk, at el på den korte bane kan erstatte brændsel til cementproduktion, men på længere sigt med forudsætning om udvikling af enten plasmateknologi eller billigere elektrolyseanlæg er det en mulighed, som kan være relevant, såfremt priserne i elmarkedet i perioder er tilstrækkeligt lave. Anvendes plasmateknologi vil der formentligt være tale om et permanent skifte fra brændsel til el.

I tillæg til ovenstående nævner FL Smidth to andre muligheder for fleksibel elforbrug i forbindelse med cementproduktion. 1) Man kan tilrettelægge tørring af råmaterialerne med forskellige effektive principper, varmepumper og damp-rekompression. 2) Hvis der er stor ekstra kapacitet kan man nøjes med at køre cementmøllerne, når elpriserne er lave. Det kræver desuden store lagre til både klinker og færdiggods.

I potentialeopgørelsen er det groft forudsat, at 25 % af brændselsforbruget til brænding/sintring kan erstattes med el. De resterende 75 % vurderes potentielt, at kunne erstattes med brint.

Smeltning og støbning

Brændselsforbruget til smeltning og støbning udgør knap 3 PJ. Det største forbrug ligger indenfor glas- og keramisk industri og indenfor fremstilling af beton mv. Smeltning af glas sker med naturgasbrændere. Ved smeltningen produceres der CO₂, som skal ud af glasset for at undgå blærer i de færdige produkter. Det sker ved boosting, hvor der med elektroder skabes strømme i glasmassen, som frigør CO₂ og i øvrigt bidrager til smeltningen (Dansk Energi-analyse mf., 2000). Ved produktionen af glasuld anvender man en elopvarmede glasovne, mens deså kaldte feeder- og fibreringsmaskiner fyres med naturgas.

Elektrodeovne eller induktionsovne vurderes at kunne erstatte de nuværende naturgasovne, formentligt i et el-gas forhold, der er bedre end 1:1. Potentialet for fuel-shift vurderes imidlertid, at være begrænset, da der vil være tale om et egentligt teknologiskift, hvor to-strengt forsyning formentlig vil være for kostbar.

Samlet set vurderes potentialet for fuel-shift at udgøre 25 % af energiforbruget i sektoren.

Anden varme op til 150 grader

Størstedelen af brændselsforbruget på ca. 6 PJ indenfor dette anvendelsesområde vedrører staldvarme og drivhusgasopvarmning, som ikke behandles. Det resterende brændselsforbrug er beskedent, ca. 0,3 PJ.

Det er skønsmæssigt antaget, at 50 % af dette brændselsforbrug har potentiale for fuel-shift.

Anden varme op til 150 grader

Brændselsforbruget til anden varme over 150 grader udgør ca. 1,2 PJ.

Omtrent halvdelen af energiforbruget dækker over naturgas anvendt på svineslagterier til svidning af slagtekroppene i såkaldte svideovne. Muligvis vil dette forbrug kunne erstattes af el ved anvendelsen af anden type teknologi, men i så fald vil der være tale om et permanent teknologiskifte og ikke en fuel-shift option.

Øvrig anvendelse af anden varme vedrører dampbefugtning (af bl.a. tobak, stof, MDF-plader) og hærkning (glas, glasuld, stenuld). Til disse formål vurderes el at kunne substituere brændsler.

Samlet set vurderes 40 % af brændselsforbruget inden for anvendelsesområdet "Anden varme op til 150 grader" at have potentiale for fuel-shift.

Samlet potentiale for fuel-shift (brændsel => el)

Tabel 3 sammenfatter det samlede potentiale for fuel-shift fra brændsel til el indenfor de forskellige anvendelsesområder. Der er opgjort et samlet potentiale for fuel-shift på ca. 50 PJ, som vurderes at kunne erstattes med el i perioder. Hvis man antager, at elprisen på længere sigt vil være tilstrækkeligt lav i ¼ af årets timer til at virksomhederne vil substituere brændsler med el, vil det indebære et nyt årligt elforbrug på 12,5 PJ (ca. 3,5 TWh).

Effekten af det nye elforbrug vil afhænge af tidspunktet af døgnet (virksomhedernes forbrugsprofil), men kan i gennemsnit forudsættes at udgøre op til 1600 MW (50.000 TJ/3,6/8760).

De anvendelser, hvor brændsel er påkrævet vurderes potentielt at kunne erstattes med brint produceret med el.

TJ	Brændsel påkrævet	Potentiale for fuel-shift
Opvarmning/kogning	1.200	23.400
Tørring	3.300	13.200
Inddampning	300	5.500
Destillation	200	3.600
Brænding/sintring	9.300	3.100
Smeltning/støbning	2.100	700
Anden varme op til 150°C	200	100
Anden varme over 150°C	700	500
<i>Total</i>	<i>23.400</i>	<i>50.000</i>

Tabel 3: Samlet potentiale for fuel-shift (brændsel => el)

Det skal understreges, at ovenstående potentiale vurdering er behæftet med betydelig usikkerhed. Særligt følgende forhold kan få betydning for potentialet fremadrettet:

- Nye teknologier og produktionsmetoder
- Strukturelle omlægninger indenfor erhvervene, herunder eventuelt udfasning af bestemte brancher som raffinaderier
- Øget fokus på energibesparelser (=> mindre potentiale)
- Økonomisk vækst (=> større energiforbrug og potentialer)

Muligheden for at udvikle fuel-shift potentialet vil desuden i høj grad afhænge af frekvensen af timer med lave elpriser og udviklingen i rammebetingelser.

4.2 Procesvarme – eksisterende elanvendelse

I alt anvendes ca. 5 PJ el til procesformål indenfor produktionserhvervene sammenholdt med ca. 73 PJ brændsel. Når elforbruget til procesformål er så meget lavere end brændselsforbruget hænger det i høj grad sammen med, at el er et forædlet og i gennemsnit dyrere energiprodukt end brændsler, som fx naturgas. Det kan derfor antages, at el kun anvendes til procesformål, hvor dette har en særlig værdi, fx fordi de elbaserede løsninger er mere energiefektive eller fordi, de er lettere at indpasse i produktionsapparatet (plads hensyn mv.).

Fuel-shift

Hvis frekvensen af meget høje elpriser stiger fremadrettet (fx i kombination med stigning i meget lave elpriser) kan man dog formode, at det i stigende grad vil blive relevant for en række virksomheder at etablere mulighed for fuel-shift, så virksomhederne i disse situationer kan forsynes med brændsler.

Den største del af elforbruget til proces (ca. 3 PJ) vedrører smeltning/støbning indenfor en lang række forskellige brancher: fremstilling af gummiprodukter, jern/stål, håndværktøj mv. Energien anvendes bl.a. i elektrodeovne og i varmelegemer. Umiddelbart vurderes for fuel-shift til brændsler at være begrænset, hvorfor potentialet er sat til 0 %.

Den øvrige anvendelse af el til procesformål vedrører bl.a. opvarmning/kogning, tørring og anden varme. Til disse formål kan der antages at være et betydeligt teknisk potentiale for fuel-shift, men økonomisk formentlig vanskeligere at implementere, da elanvendelse til disse formål, som nævnt må antages at have en særlig værdi. Det er beregningsmæssigt forudsat, at 50 % af dette elforbrug kan indgå som fuel-shift.

Load-shift og peak-clipping

Ovenstående vurderinger har fokuseret på muligheden for fuel-shift. I det omfang virksomhederne ikke installerer et to-strengt forsyningssystem, som muliggør fuel-shift, kan der være et potentiale for load-shift eller peak-clipping ved meget høje elpriser. Værdien for virksomhederne af at flytte elforbrug fra timer med normale elpriser (ca. 40 øre/kWh) til timer med lave elpriser (ca. 0 øre/kWh) vurderes at være forholdsvis begrænset pga. den beskedne besparelse på ca. 40 øre/kWh. Derimod kan det være økonomisk attraktivt at flytte fra meget dyre timer (fx > 2,5 kr./kWh) til timer med normale elpriser (0,4 kr./kWh), idet den potentielle besparelse her kan være en faktor større.

Load-shift på proces-virksomheder, der anvender el, vil således næppe blive et væsentligt virkemiddel til at indpasse vind, når det blæser meget (lave elpriser), men det kan indgå som tiltag til at sikre balance i elmarkedet, når det ikke blæser og effektbalancen i markedet i øvrigt er anstrengt (= meget høje elpriser).

Tabel 4 sammenfatter det samlede potentiale for fuel-shift fra el til brændsel indenfor de forskellige anvendelsesområder.

TJ	Ufleksibelt	Fuel shift
Opvarmning/kogning	200	200
Tørring	300	300
Inddampning	-	-
Destillation	-	-
Brænding / sintring	-	-
Smeltning / støbning	3.200	-
Anden varme	500	500
Arbejdsførsel	-	-
Total	4.200	1.000

Tabel 4: Samlet potentiale for fuel-shift (eksisterende elanvendelse => brændsel) indenfor procesvarme i produktionserhverv

4.3 El til apparater mv. (sekundær energi)

De forskellige apparaters kategorier er belysning, pumpning, køl/frys, ventilation og blæsere, trykluft og procesluft, øvrige elmotorer, EDB og elektronik, og anden el anvendelse.

Belysning

Styring af belysning kan anvendes som *peak clipping*, og det er vurderet at ca. 5 % af belysning kunne reduceres indenfor produktionserhverv, og 10 % indenfor handel og service. Eksempler på reduktioner mens der er høje priser, kan være i marginale rum, gadebelysning, reklameskilte, og i butikker på tidspunkter, hvor der typisk ikke er mange kunder. Dæmpning af belysning kan sandsynligvis finde sted for perioder af minutter eller timer. Værdien er højere for handel og service, fordi det antages at belysning er mere vital for produktionserhverv, og det findes større fleksibilitet i handel og service.

Pumpning

Pumpning består af flytning af væsker, for eksempel i forbindelse med flytning af væsker fra et kar til en anden, transport af spildevand, markvanding, og vandforsyning. Det kan anvendes som *load shift*, som med hjælp af planlægning kan flytte elforbruget nogle timer, og hvis større reservoir eller lagerkapacitet er på plads, flere dage. På den måde, kan pumpning finde sted i løbet af længere perioder med lave elpriser. Det vurderes, at ca. 20 % af pumpning inden for produktionserhverv har potentiale til at blive fleksibelt, mens procentdelen er lidt højere for handel og service, nemlig 25 %. Grunden til at det er lidt lavere indenfor produktionserhverv er fordi pumpning her er i mange tilfælde en del af en integrerede proces, mens meget af pumpning indenfor handel og service er til komfort, for eksempel i forbindelse med en central varmeanlæg. For begge sektorer er det vurderet, at omkring halvdelen af det fleksible potential gælder for perioder der består af timer, mens den anden halvdel har potential til flytning af elforbrug flere dage. Det skal dog nævnes,

at hvis der bliver færre vandtårne i brug i fremtiden, ville det begrænse potentialet.

Køl/frys

Køl/frys er et andet eksempel på *load shift* potential, med en varighed på flere timer. Og mens køl/frys har en mindre varighed end pumpning, så vurderes det at ca. 50 % af køl/frys i produktionserhverv kan blive fleksibelt, mens ca. 70 % af handel og services elforbrug inden for området kan blive fleksible. Der findes flere måder at gøre elforbruget fra køl/frys mere fleksible. Frysehuse kan for eksempel køle deres produkter mere i perioder med lave priser, og dermed undgå at køle produkterne, når priserne er høj. Man kan også etablere kuldager, enten som 'hellager' hvor køleeffekten produceres 100 % mens der er lave priser (f.eks. om natten), eller som 'dellager', hvor køleeffekten er mere udjævnet over døgnet. Tidligere undersøgelser har vist, at med hensyn til de eksisterende elpriser og investeringsniveau i Danmark, at 'dellager' up til 500kW ville have en tilbagebetalingstid på mindre en fem år, mens 'hellager' ikke var rentable på det tidspunkt (Elkraft, 2001). Den samme undersøgelse kiggede også på nogle specifikke virksomheder og viste, at ca. 50 % af effekten til køl/frys i en af produktionserhverv allerede i dag kan flyttes. Noget af køl/frys behovet indenfor produktionserhverv er ikke særlige fleksible, som for eksempel en slagtet gris, der køles rimeligt hurtigt derefter. På den anden side, en stor del af køl/frys i handel og service går til supermarkeder, butikker, osv. som er lukket om natten og har derfor en højere grad fleksibilitet, fordi man kunne bruge natten til ekstra nedkøling, og dermed reducere køling i morgenspidisen.

Ventilation og blæsere

Ventilation og blæsere kan typisk anvendes som *load shift*, men her er der tale om en varighed på minutter eller få timer. Når elpriserne er høje kan ventilatorer eller blæsere blive skruet ned eller stoppet for en kort periode. Til at fastholde det overordnede niveau, vil dette sandsynligvis kræve at luftomsætning skal øges før og måske efter en prisspids. I forhold til en situation, hvor ventilationen kører konstant, vil en øgning og sænkning kunne indføre en risiko for lavere komfort. Delvist på grund af det er det vurderet at det fleksible potentiale inden for handel og service (15 %) er lavere end inden for produktionserhverv (30 %). Det skal bemærkes at hvis den samme mængde ventilationseffekt skal leveres, så vil det kræve en større mængde strøm til at levere denne effekt med ujævn kørsel i forhold til en konstant kørsel. Dette kan medføre et markant tab i virkningsgrad, og derfor kræver det et tilstrækkeligt højt økonomisk incitament (større forskel i elpriserne) for at gøre det rentabelt.

Trykluft og procesluft Med trykluft og procesluft er der et potentiale for *load shifting*, med en varighed på ca. 15 minutter. Et eksempel på det er at med etablering af ekstra bufferkapacitet, så kan kompressoren stoppes i kortere perioder. I dag bliver der brugt en del el til trykluft i produktionserhvervene, og det er vurderet at ca. 20 % af det har potentiale til at være fleksibelt. Til gengæld bliver der ikke brugt særlig meget el til trykluft og procesluft indenfor handel og service (til lukning af branddøre, osv.), og af det der bliver brugt, er det kun vurderet at 5 % kunne være fleksibelt. Det skal også bemærkes, at trykluft har en meget lav virkningsgrad blandt andet på grund af varmetab osv., og i fremtiden kunne mere effektiv el drevet værktøj erstatte nogle af trykluft forbruget.

Øvrige elmotorer Det største elforbrug kategori inden for produktionserhverv er øvrige elmotorer. Her er der igen tale om *load shifting*, med en varighed på minutter eller timer. Men det vil ofte kræve betydelig produktionsændringer, fordi andre udstyr og processer skal også tilrettelægges således, at der ikke produceres ved prisspidser. Sådanne justeringer kræver planlægning og/eller lagerkapacitet, og derfor at det vurderet at kun ca. 5 % af elforbruget fra produktionserhverv vil kunne være fleksibelt. Eksempler inkluderer klipning, bøjning, sandblæsning, svejsning, osv. (Elkraft, 2001). Øvrige elmotorer er en mindre del af handel og service, og der er ikke vurderet at være særlig meget som har potentiale til at være fleksibelt.

EDB og elektronik EDB og elektronik er en meget lille del af elforbruget indenfor produktionserhverv, og det er kun vurderet at 5 % af dette forbrug kunne være fleksibelt. På den anden side, elforbruget til handel og service fra EDB og elektronik spiller en større rolle, og det er vurderet at 30 % af forbruget kunne være fleksibelt. Et prominent eksempel er reduceret øget/køling af serveranlæg afhængig af elpriser. Det er for det meste *load shifting*, med en varighed på minutter.

Nedenstående tabeller sammenfatter potentialerne for fleksibelt elforbrug indenfor sekundær energi i produktionserhverv hhv. handel og service.

Produktionserhverv Sekundær energi (TJ)	Forbrug	Potentiale %	Samlet po- tentiale for fleksibilitet	Heraf		
				Timer	Dage	Permanent
Belysning	3.790	5%	190	0		190
Pumpning	4.583	20%	917	458	458	
Køl / frys	3.026	50%	1513	1513		
Ventilation og blæ- sere	8.004	30%	2401	2401		
Trykluft og proces- luft	3.977	20%	795	795		
Øvrige elmotorer	10.754	5%	538	538		
EDB og elektronik	378	5%	19	19		
Anden elanvendel- se	418	0%	0			
<i>Total</i>	<i>34.930</i>		<i>6.372</i>	<i>5.725</i>	<i>458</i>	<i>190</i>

Tabel 5: Samlet potentiale for fleksibelt elforbrug indenfor sekundær energi i produktionserhverv.

Handel og service Sekundær energi (TJ)	Forbrug	Potentiale %	Samlet poten- tiale for flek- sibilitet	Heraf		
				Timer	Dage	Permanent
Belysning	14.479	10%	1448			1448
Pumpning	1.720	25%	430	215	215	
Køl / frys	4.965	70%	3476	3476		
Ventilation og blæsere	3.875	15%	581	581		
Trykluft og pro- cesluft	748	5%	37	37		
Øvrige elmotorer	1.608	0%	0	0		
EDB og elektronik	2.917	30%	875	875		
Anden elanven- delse	1.920	0%	0			0
<i>Total</i>	<i>32.232</i>		<i>6.847</i>	<i>5184</i>	<i>215</i>	<i>1448</i>

Tabel 6: Samlet potentiale for fleksibelt elforbrug indenfor sekundær energi i handel og service.

5 Referencer

Birch og Krogboe (2004). Potentiale vurdering Energibesparelser i husholdninger, erhverv og offentlig sektor

Dansk Energianalyse (2000). Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug.

Dansk Energianalyse (2009). Substitution af brændsel med el i erhvervslivet

Elkraft (2001). Flexibilitet i elforbruget

Energistyrelsen (2010). Energistatistik 2009.

Appendix A: Potentiale i husholdninger

I tillæg til vurderingen af potentialet indenfor industri og handel/service er der også foretaget en indledende vurdering af potentialet for fleksibelt elforbrug inden for husholdningers eksisterende elanvendelse.

Der er redegjort for dette potentiale i Tabel 7 nedenfor. Det samlede potentiale vurderes at være forholdsvist stort (ca. 35 % af elforbruget kan potentielt flyttes). Udnyttelsen af potentialet vil dog i alle sammenhænge være afhængigt af anvendelse af automatik og intelligens i de relevante apparater i husholdninger, fx i cirkulationspumper, køleskabe og frydere, vaskemaskiner og tørretumblere, varmeapparater og belysning (lysstyring).

På kort sigt vurderes potentialet derfor at være marginalt sammenlignet med opgørelsen i Tabel 7.

Hvis den nødvendige automatik skal indføres på en omkostningseffektiv måde, vil det formentligt indebære, at de relevante apparater skal udstyres med teknologien som standard fra fabrikkerne, da eftermontering vil være forbundet med betydelige omkostninger.

Apparater	Forbrug TJ	Potentiale %	Potentiale TJ	Type	Eksempler
Belysning	5756	5%	288	Peak clipping	* reduktion af "luksusbelysning", fx udendørsbelysning v. høje elpriser
Pumpning	2074	50%	1037	Load shift	* udskyde pumpning til centralvarmesystem
Køl / frys	7110	70%	4977	Load shift	* ekstra nedkøling om natten, reduceret køling morgenspids
EDB og elektronik	1015	15%	152	Load shift	* reducere køling af computer, fx frekvensstyret (minutter)
Anden elanvendelse	3005	0%	0		
Madlavning	3386	0%	0		
Vaskeapparater	5079	25%	1270	Load shift	* udskyde vask, tørretumbling til nat
TV/video	3047	0%	0		
Rumvarme	6839	80%	5471	Load shift/peak clipping/fuel shift	* udskyde/fremskynde opvarmning, reduceret/øget opvarmning (komfort ændring), skifte til andre opvarmningsformer fx brændeovn
Total	37.311		13.195		

Tabel 7: Samlet langsigtet potentiale for fleksibelt elforbrug indenfor eksisterende elanvendelse i husholdningerne.

Det skal bemærkes, at på længere sigt kan der opstå forskydninger i de eksisterende forbrugsmønstre, fx som følge af udviklingen af nye typer elanvendelse.

ser, mere effektive apparater mv. Disse udviklinger vil naturligvis også påvirke potentialet for fleksibelt elforbrug.

Appendix B: Potentiale i forhold til forbrugernes størrelse

Kortlægningen af potentialet for fleksibelt elforbrug har som udgangspunkt ikke skelet til forbrugernes størrelse, og hvorvidt de er omfattet af obligatorisk timeaflysning.

Alle elkunder med et elforbrug over 100.000 kWh skal i dag timeaflyses, og forventeligt vil denne grænse blive sat ned til 50.000 kWh. Potentialet for fleksibelt elforbrug vil være vanskeligere at udnytte for kunder, der ikke foretager timeaflysning, da de ikke vil have noget økonomisk incitament til at flytte elforbrug.

Der er derfor foretaget en supplerende kortlægning af, hvor stor en del af elforbruget, der anvendes på målere under 50.000 kWh (50 MWh) (se Tabel 8 og Tabel 10).

Det fremgår, at indenfor produktionserhvervs er tæt ved 90 % af det samlede elforbrug omfattet af timeaflysning. For fremstillingserhverv – som har det største elforbrug - udgør andelen meget tæt på 100 %, mens den kun er halvdelen af elforbruget i landbrug, der er omfattet af timeaflysning.

Produktionserhverv	Elforbrug i GWh	Heraf hos forbrugere under 50 MWh
Landbrug	2.292	50%
Gartneri	292	12%
Fremstillingsvirksomhed	9.881	3%
Bygge- og anlægsvirk.	378	38%
SUM	12.842	12%

Tabel 8: Elforbrug i produktionserhverv fordelt på undersektorer og med angivelse af andel elforbrug, der anvendes hos forbrugere med elforbrug under 50 MWh.

Sammenkædes ovenstående oplysninger med data fra Dansk Energianalyses kortlægning af energiforbruget fra 2000 er det muligt at lave en grov vurdering af, hvor stor en andel af det fleksible elforbrug, der ligger hos forbrugere med et årligt forbrug under 50.000 kWh (se Tabel 9).

Analysen af lavet på baggrund af en opdeling af, hvor stor en del af energianvendelsen, som finder sted i hhv. landbrug (hvor halvdelen af elforbruget ikke er timeaflyst) og produktionserhverv (hvor stort set hele energiforbruget er timeaflyst). Således ligger fx en forholdsvis stor andel af elforbruget til belys-

ning og ventilation i landbruget, hvorfor en større del af potentialet for fleksibelt elforbrug der, vurderes at ligge på forbrugssteder med et forbrug under 50 MWh.

Anvendelse	Andel < 50 MWh
Procesvarme	11%
Belysning	19%
Pumpning	15%
Køl/frys	8%
Ventilation	21%
Trykluft	4%
Øvrige elmotorer	8%
EDB/elektronik	4%

Tabel 9: Vurdering af andel elforbrug (fordelt på anvendelser), der ligger hos forbrugere med et årsforbrug under 50 MWh. Disse andele vurderes også at være et rimeligt estimatet for andelen af fleksibelt elforbrug, der ligger hos forbrugere under 50 MWh.

Indenfor handel og service er ca. 4/5 af elforbruget omfattet af timeafmåling. Det er ikke været muligt ud fra tilgængelige data og resurser, at lave en sammenkædning af forbrugsstederne størrelser og anvendelsestyper.

Handel og service	Elforbrug i GWh	Heraf hos forbrugere under 50 MWh
Detail- og engroshandel	3.315	21%
Service og forlystelser	2.797	26%
Offentlige	4.427	16%
Gade- og vejbelysning	370	45%
SUM	10.909	21%

Tabel 10: Elforbrug i handel og service fordelt på undersektorer og med angivelse af andel elforbrug, der anvendes hos forbrugere med elforbrug under 50 MWh.