

2. Hurtig omstilling til vedvarende energi af dansk erhvervsliv

28/4-2014, Gunnar Boye Olesen

2.1. Opsummering

Det er generelt muligt at omstille erhvervslivets energiforbrug til vedvarende energi til 2030. Det vil dog være svært at omstille al dieseldrift til el og brint til 2030, og i alle scenarier indgår derfor bioolie og biogas. I det mest ambitiøse scenarie indgår 9 PJ bioolie, hvoraf 2/3 i landbruget. Med energibesparelser, og i nogle tilfælde omstilling til eldrift, forventes erhvervenes energiforbrug at kunne reduceres fra 219 PJ til 159 PJ, en 37 % reduktion fra 2012 til 2030.

Som en del af omstillingen forventes en del olieforbrug omstillet til el og brint, som vil kræve ny teknologi indenfor bl.a. landbrug, hvor halvdelen af olieforbruget til markarbejde foreslås omstillet til el og brint i perioden 2020 - 2030. Alternativt kunne landbruget bruge 12 PJ bioolie i stedet for 6 PJ.

2.2. Landbrug, skovbrug og fiskeri

I forhold til andre europæiske lande har Danmark et relativt højt energiforbrug til landbrug og fiskeri, hvilket primært skyldes en relativt stor aktivitet. Danmark producerer langt flere fødevarer end vi selv forbruger. Størstedelen af energiforbruget er fossil energi, og der er derfor behov for en væsentlig indsats for at omstille landbrug og fiskeri.

Historisk forbrug fremgår af tabel 2.1

PJ	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2012
Landbrug, skov	34,1	34,9	35,1	32,2	32,9	33,5	32,9	31,8
Kul	2,5	1,7	1,0	1,7	1,2	1,3	1,2	1,2
Olie	17,9	19,4	20,1	17,0	18,6	18,8	19,0	18,3
Naturgas	2,2	2,6	2,4	2,2	1,7	1,8	1,7	1,5
Fast biomasse	3,5	2,8	2,2	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1
Bioolie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Biogas	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Omgivelsesvarme*	0,08	0,2	0,3	0,4	0,4	0,38	0,4	0,4
El	6,1	6,5	7,0	6,9	6,8	6,9	6,6	6,4
Fjernvarme	1,9	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6
Fiskeri	11,1	8,7	9,8	7,8	6,5	6,4	6,1	5,0
Fossil olie	11,0	8,5	9,6	7,6	6,2	6,2	5,8	4,8
Bioolie	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,007
El	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2

Tabel 2.1: Historisk energiforbrug for landbrug, skovbrug og fiskeri. Fra Danmarks Statistik, Statistikbanken, tabel ENE2HA, egen konvertering fra GJ til PJ.

* Omgivelsesvarme er varme fra luft, jord, stalde m.m. udnyttet til varme via varmepumper

Landbrug og skovbrug

Som det fremgår af tabel 2.1 under år, er 66 % af energiforbruget i landbrug og skovbrug fossil energi (kul, olie og naturgas) mens kun 9 % er vedvarende energi. Det forhold har været konstant de sidste 20-25 år. Med hensyn til fast brændsel er vedvarende energi dog dominerende, og mere anvendt i kul i samme periode.

Der har de senere år været et fald i energiforbruget fra 35,1 PJ i 1990 til 31,8 PJ i 2012, svarende til et fald på 0,8 % pr. år. Det antages at denne trend fortsætter frem til 2030, hvilket vil reducere energiforbruget til 27,5 PJ.

Der er ifølge Viegand & Magøe et potentiale for at energibesparelser på 4,6 PJ i stationært energiforbrug og 1,9 PJ i markarbejdet, i alt 6,5 PJ, hvoraf dog kun 2,5 PJ kan udnyttes frem til 2030. På den baggrund forventes det samlede energiforbrug reduceret med 2,5 PJ til 25 PJ i 2030, såfremt der sker en indsats for energibesparelser.

Hvis der sker en væsentlig reduktion af dyreholdet kan det reducere energiforbruget langt mere. For markarbejdet kan tendensen til at minimere pløjning reducere energiforbruget, udover at det bevarer kulstof i muldlaget, hvilket også reducerer CO₂-udslip. Omvendt kan mekanisk ukrudtsfjernelse øge energiforbruget i markarbejdet (hvilket dog i et vist omfang modvirkes af mindre energiforbrug til produktion af sprøjtegifte). Vi forventer samlet, at de her nævnte forhold leder til samme eller mindre energiforbrug.

Det samlede energiforbrug i 2030 i landbrug og skovbrug sættes derfor i scenariet til 25 PJ og der antages en lineær reduktion fra 2012. Antagelsen om den lineære reduktion er et "bedste gæt", idet den historiske udvikling viser perioder med nogenlunde stabilt energiforbrug, afløst af perioder med væsentligt reducerede energiforbrug. Det er ikke umiddelbart muligt at forudsige hvornår perioderne med faldende energiforbrug kommer.

Der har været et nogenlunde stabilt elforbrug i landbruget, med samme elforbrug i 1995 og 2012. Derfor forventer vi også fremover et stabilt elforbrug.

Der har været et stigende brug af varmepumper, men på et lavt niveau – den brugte omgivelsesvarme til varmepumper er stadig kun 1 % af det samlede energiforbrug. Det antages at stigningen i brug af varmepumper vil fortsætte med samme takt som hidtil. Der er sket en firdobling 1990 - 2010 og vi antager derfor også en firdobling 2010 - 2030, så varmepumperne til den tid opsamler 1,5 PJ omgivelsesvarme (og producerer 2,3 PJ varme). Den tilsvarende brug af el, en stigning fra ca. 0,2 PJ i dag til ca. 0,7 PJ i 2030 vil ikke påvirke elforbruget mærkbart, det er langt mindre end de elbesparelser, der kan forventes.

Brugen af fast brændsel og gas er faldet siden 1990, fra 6 PJ til 3,3 PJ i 2012. Dette energiforbrug forventes delvist overtaget af varmepumper, og dermed at falde 25 % til 2030, svarende til at det årlige gennemsnitlige fald siden 2005 fortsætter – 1,6 % pr. år. Samtidig antages det, at den del af fast brændsel, der i dag er kul erstattes af biomasse.

Brugen af gas er faldet fra 2,2 PJ i 1990 til kun 1,6 PJ i 2012 inkl. Biogas – et fald på 1.6 % pr. år. Dette fald forventes at fortsætte til 1,2 PJ i 2030 og forventes til den tid at være 100 % biogas.

Bugen af olie i landbruget er faldet svagt fra 2000 til 2012, et fald på 0,8 % pr. år fra 20,1 PJ i 2000 til 18,3 PJ i 2012. Udviklingen forventes at fortsætte, dels med en 1 PJ reduktion af forbruget til transport- og markarbejde fra 12,7 PJ til 11,7 PJ i 2030, dels med en omstilling af det øvrige olieforbrug ved dels energibesparelser, dels omstilling til varmepumper o.a.

Hvis der sker en kraftig indsats for at omstille til eldrevne og brintdrevne transport og drivkraft, kan forbruget reduceres, idet el- og brintdrift med brændselsceller er langt mere effektivt. Vi foreslår derfor følgende scenarie:

Der introduceres el- og brintdrevne traktorer og landbrugsmaskiner så der fra 2020 næsten kun købes nye traktorer og maskiner drevet af el eller brint. De eksisterende fortsætter indtil de naturligt udskiftes.

Der var ved begyndelsen af 2014 i alt 94.648 traktorer i Danmark¹. Der registreres i gennemsnit 3.200 nye traktorer pr. år².

Hvis der fra 2020 kun sælges el- og brintdrevne traktorer vil de udgøre 33 % af traktorbestanden i 2030. Da nye traktorer bruges mere end ældre, kan de forventes at udføre halvdelen af mark- og transportarbejdet i landbruget. De vil derfor erstatte halvdelen af olie til transport- og markarbejde. Dette udgør i dag 12,7 PJ/år ifølge Viegand og Maagøe³. Derfor forventes olieforbruget reduceret til 6 PJ og resten erstattet af 0,75 PJ el og 1,5 PJ brint. Der er her indregnet energibesparelser på ca. 1 PJ udover omstillingen af brændsler.

Samlet betyder dette scenarie at olieforbruget i 2030 ikke bliver 11,7 PJ; men kun ca. 6 PJ. Til gengæld bliver der et merforbrug af 0,75 PJ el og 1,5 PJ brint.

Fiskeri

Som det fremgår af tabel 2.1 er energiforbruget inden for fiskeriet 95 % fossil energi og kun 0,14 % vedvarende energi. Fiskeriets energiforbrug har været faldende de seneste år med en 51 % reduktion af forbruget 2000 - 2012. Målt i vægten af den landede fisk, er fiskeriet reduceret nogenlunde tilsvarende – der blev i 2013 kun landet 43 % af den mængde fisk, der blev landet i år 2000. Da der var en meget stor reduktion af fiskeriet 2000 - 2007, og en mindre reduktion herefter, forventes en langsom reduktion af fiskeriet fremover til 75 % af 2013 niveauet i 2030⁴. Der er også muligheder for energieffektivisering af fiskeriet; dels mindre effektiviseringer i maskineri og optimering af processor, dels mulige større reduktioner ved ændrede fangstmetoder, ved bl.a. at undgå de mest energikrævende typer trawl. Vi har ikke i dette projekt vurderet energisparepotentialet ved at omstille til mindre energikrævende fangstmetoder, men forudsætter at det forventede reducerede energiforbrug også omfatter en 10 %

1 Statistikbanken, tabel BIL707, www.statistikbanken.dk.

2 Gennemsnit for 2005-2013, Statistikbanken tabel BIL6, www.statistikbanken.dk.

3 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand & Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk, afsnit 2.8.2.

4 Statistik fra Statistikbanken, tabel FISK3.

energieffektivisering. Dette forventes samlet at betyde en 35 % reduktion af olieforbruget til 3,1 PJ i 2030.

Dette olieforbrug kan i fremtiden erstattes af brint; hvilket dog vil kræve en tilpasning af brintteknologien. Da brintteknologien allerede eksisterer, forventes en omstilling at kunne starte fra 2020, hvis der indtil da bliver fokuseret på at tilpasse de tekniske løsninger og der herefter bliver gode fremmer for at få den implementeret i både nye og eksisterende fiskefartøjer. Det forventes i 2030 at kunne erstatte over 90 % af olieforbruget, 3 PJ olie erstattes af 1,5 PJ brint.

Der er hermed tre scenarier for det kommende energiforbrug i landbrug, skovbrug og fiskeri, se tabel 2.2, 2.3 og 2.4:

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Landbrug, skov	31,8	30,7	28,8	26,9	25	23,1	21,2
Kul	1,2	1,0	0,7	0,3	0	0,0	0,0
Olie	18,3	16,8	14,5	12,1	9,7	9,0	8,2
Naturgas	1,5	1,5	1,3	1,2	1	0,9	0,8
Fast biomasse	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	2,1
Bio-olier	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	1,9	1,7
Biogas	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Omgivelsesvarme*	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,4	1,3
EI	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	5,9	5,4
Fjernvarme	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4
Fiskeri	5,0	4,7	4,2	3,8	3,3	2,8	2,3
Fossil olie	4,8	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,1
Bioolie	0,01	0,02	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
EI	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

Tabel 2.2 "Energisparescenario": kommende energiforbrug i landbrug, skovbrug og fiskeri. Med er udregnet fortsættelse af nuværende trends kombineret med 2,5 PJ energibesparelser og omstilling af kul til fast biomasse til 2030. Efter 2030 er regnet med fortsatte energibesparelser på samme niveau som i perioden 2012-2030.

* Omgivelsesvarme er varme fra luft, jord, stalde m.m. udnyttet til varme via varmepumper.

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Landbrug, skovbrug og fiskeri	31,8	30,7	28,8	26,9	25	23,1	21,2
Kul	1,2	1,0	0,7	0,3	0	0	0
Olie	18,3	15,2	10,1	5,1	0	0	0
Naturgas	1,5	1,3	0,9	0,4	0	0	0
Fast biomasse	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	2,1
Bio-olier	0,2	2,1	5,3	8,5	11,7	10,8	9,9
Biogas	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,1	1,0
Omgivelsesvarme	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,4	1,3
El	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	5,9	5,4
Fjernvarme	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4
Fiskeri	5,0	4,7	4,2	3,8	3,3	2,8	2,3
Fossil olie	4,8	4,3	3,1	1,3	0	0	0
Bioolie	0,01	0,2	0,9	2,2	3,1	2,7	2,2
El	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

Tabel 2.3 "Fossilfriscenarie": kommende energiforbrug i landbrug, skovbrug og fiskeri. Med er udregnet fortsættelse af nuværende trends kombineret med 2,5 PJ energibesparelser og omstilling af kul, gas og olie til fast, gasformig flydende biobrændsler til 2030. Efter 2030 er regnet med fortsatte energibesparelser på samme niveau som i perioden 2012-2030.

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Landbrug, skovbrug og fiskeri	31,8	30,7	28,8	23,5	21,5	17,9	14,9
Kul	1,2	1,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0
Olie	18,3	15,2	10,1	3,4	0	0	0
Naturgas	1,5	1,3	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0
Fast biomasse	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,3	2,1
Bio-olier	0,2	2,1	5,3	5,7	6	2,5	0,0
Biogas	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,1	1,0
Omgivelsesvarme	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,4	1,3
El	6,4	6,4	6,4	6,8	7,2	7,0	6,7
Fjernvarme	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,4
Brint	0	0	0	0,75	1,5	2,1	2,4
Fiskeri	5,0	4,7	4,2	3,0	1,8	1,5	1,4
Fossil olie	4,8	4,3	3,1	1,6	0	0	0
Bioolie	0,0	0,2	0,9	0,5	0,10	0	0
El	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Brint	0	0	0	0,75	1,5	1,3	1,2

Tabel 2.4 "Omstillings-scenarie": kommende energiforbrug i landbrug, skovbrug og fiskeri. Som tabel 2.3 er kombineret med omstilling af olieforbrug til transport, markarbejde og fiskeri til el og brint, så halvdelen omstilles fra 2020 til 2030. Efter 2030 er regnet med fortsat omstilling og energibesparelser på samme niveau som i de foregående år, så der ikke bruges flydende brændsler af betydning i 2040.

Investeringerne i energibesparelser, der er medtaget i "Energisparescenariet" tabel 2.2, er af Viegand og Magøe⁵ opgjort frem til 2025 og 2030 til henholdsvis 1.329 mio. kr. og 1.846 mio. kr. Driftsbesparelserne vil henholdsvis være på 165 mio. kr./år og 229 mio. kr./år. Det betyder

5 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand & Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk, afsnit 2.8.5.

at energispareinvesteringer vil have simple tilbagebetalingstider på 8 år. Det gælder både investeringer frem til 2025 og de efterfølgende frem til 2030.

Omkostningerne ved omlægningen fra fossil gas og olie til biogas og bioolie vil indgå i de samlede scenarier for omlægning af energisystemet i tema 6.

2.3. Industri

Industriens energisparemuligheder er gennemgået af Viegand og Maagøe⁶.

Rapporten opsummerer de potentialer, der kan realiseres frem til 2030, gengivet i nedenstående tabel:

Tiltag	Betydning for fossilt brændselsforbrug	Betydning for elforbrug	Kommentar
Intern overskudsvarme	3,5 PJ reduktion (1,9 PJ)	0,8 PJ øgning (0,5 PJ)	2,5 PJ kræver varmepumper, COP antaget til 3
Ekstern overskudsvarme til fjernvarme	Ingen betydning	0,3 PJ øgning (0,17 PJ)	0,3 PJ kræver varmepumper, COP antaget til 3
Konvertering til fast biomasse	11 PJ reduktion (10 PJ)	Ingen væsentlig betydning	Primært til fødevarer og kemisk industri
Konvertering til biogas og forgasning	12 PJ reduktion (8,2 PJ)	Ingen væsentlig betydning	Erstatter fossilt gas
Fjernvarme-konvertering	1,1 PJ reduktion (0,4 PJ)	Ingen betydning	Til rumvarme og lavtemp. proces
Energibesparelser og optimeringer	33 PJ reduktion (18 PJ)	15,5 PJ reduktion (6,8 PJ)	
Elkonvertering	2,1 PJ reduktion ⁷ (1,9 PJ)	0,5 PJ øgning (0,46 PJ)	

6 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand & Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk.

7 Varmepumper erstatter 0,15 PJ varme med 0,05 PJ el, Induktionsvarmeanlæg erstatter 0,30 PJ varme med 0,15 PJ el og mekanisk damprekompresion erstatter 1,6 PJ varme med 0,3 PJ el, ifølge Viegand & Maagøe. Elkedler forventes ikke at blive rentable.

Total	64 PJ reduktion (40 PJ)	14 PJ reduktion (4 PJ)	
-------	----------------------------	---------------------------	--

Tabel 2.5: Reduktionsmuligheder frem til 2030 i dansk erhverv. Tilbagebetalingstider op til 10 år. Industriens andel er angivet i parentes, beregnet ud fra industriens andel af det samlede potentielle, der kan realiseres indtil 2030, opgjort af Viegand & Maagøe.

Industriens samlede energiforbrug var i 2011 i alt 95 PJ og 91 PJ i 2012. Forbruget har været jævnt faldende siden år 2000, hvor energiforbruget var 118 PJ. Forbruget er dermed reduceret 27 PJ i perioden 2000 - 2012. En del af reduktionen skyldes en indsats for energibesparelser. Ifølge Viegand og Maagøe er der indberettet energibesparelser for industrien 2007-2012 på i alt 14,23 PJ. Den resterende reduktion, 13 PJ, antages at skyldes den naturlige udvikling i optimering af processer og udvikling af industriens produktion.

Værdien af industriproduktionen, målt som bruttoværditilvækst i faste priser var 3,3 % lavere i 2012 end i 2000; men er siden steget i 2013 op til 2000 niveau⁸. Der er ikke en simpel sammenhæng mellem industriproduktionens værdi og energiforbruget, f.eks. steg værdien mens energiforbruget faldt i perioden 2000 - 2007; mens begge efterfølgende er faldet.

Relationerne er angivet i tabel 2.6:

	2000	2005	2006	2007	2009	2011	2012
Værditilvækst (mia'05 kr)	185	177	186	191	159	173	179
Energiforbrug (PJ)	118	113	116	112	92	96	91
Energiforbrug før besp.(PJ)	118	113	116	112	95	104	103
Forbrug/værdi(PJ/mia kr)	0,64	0,64	0,62	0,59	0,60	0,60	0,58

Tabel 2.6: Industriens produktion målt i værditilvækst samt energiforbrug 2000 - 2012.

Vi ønsker i vort scenarie en industriproduktion, som er stabil i faste priser på samme niveau som i år 2000 og 2013. Vi forventer at energiforbruget relativt til værditilvæksten fortsat falder, som det er sket 2000 - 2012, hvor det faldt i alt 10 % eller 0,8 % pr. år. Med disse antagelser vil der fra 2012 frem til 2030 være et "naturligt" fald i industriens energiforbrug på 14 % relativt til værditilvæksten, og energiforbruget ville uden den indrapporterede besparelsesindsats fra og med 2008 blive 92 PJ i 2030. Herfra kan trækkes den indrapporterede besparelsesindsats på 12 PJ for perioden 2008-2012, så forbruget med besparelsesindsats til og med 2012 og ikke herefter kan forventes at blive 80 PJ i 2030. Herfra kan trækkes de angivne besparelser i tabel 2.5. Da der her både er besparelser og konverteringer, er det nødvendigt at se på udviklingen for de enkelte energiformer.

8 Statistikbanken, tabel NAT07N.

I nedenstående tabel er udviklingen af industriens energiforbrug de seneste år:

PJ	2000	2005	2009	2010	2011	2012
Industri i alt	116,7	113,0	91,9	95,5	95,2	90,9
Olie	25,6	25,6	17,1	17,6	16,4	15,5
Naturgas	32,4	29,7	27,4	29,5	29,2	27,6
Kul	11,1	9,0	3,9	4,4	4,8	3,6
Affald, ikke bio	0,1	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7
Fast biomasse	4,5	4,3	7,3	7,3	7,8	7,7
Bio-olier	0	0	0	0	0	0
Biogas	0,03	0,15	0,18	0,21	0,18	0,14
Omgivelsesvarme*	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
El	35,0	35,9	29,1	29,7	30,2	29,6
Fjernvarme	6,9	6,6	4,9	4,9	4,6	4,6

Tabel 2.7: Industriens energiforbrug siden år 2000 opdelt i energikilder, ifølge Energistyrelsen⁹.

Som det ses af tabel 2.7 er reduktionerne primært sket i olie- og kulforbruget, men også naturgas, el og fjernvarmeforbruget er blevet reduceret. Brugen af biomasse er steget. Vi antager derfor, at den "naturlige" reduktion af energiforbruget til 80 PJ i 2030 sker ved reduktion af olie, kul og naturgas. Energispareindsatsen vil reducere energiforbruget som angivet i tabel 2.5 for 2030, samt for de mellemliggende år som angivet af Viegand Maagøe¹⁰. Da energispareindsatsens effekter er baseret på 2011 forbrug, er effekterne for brændselsforbrug og elforbrug reduceret med hhv. 3,7 PJ og 0,54 PJ p.ga. lavere forbrug i 2012 end i 2011.

Det giver så et kommende energiforbrug for industrien som angivet i tabel 2.8:

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Industri i alt	90,9	85,8	69,9	64,1	59,6	56,6	53,6
Olie	15,5	12,8	3,7	1,9	0,0	0,0	0,0
Naturgas	27,6	24,9	15,8	6,8	0,1	0,0	0,0
Kul	3,6	2,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Affald, ikke bio	0,7	0,7	0,15	0,0	0,0	0,0	0,0
Fast biomasse	7,7	9,1	14,0	15,9	17,7	16,2	14,7
Bio-olier	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biogas	0,1	0,6	2,9	6,3	8,3	6,8	5,3
Omgivelsesvarme*	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5	2,5	2,5
El	29,6	29,1	26,5	26,2	25,9	25,9	25,9
Fjernvarme	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,1	5,1

Tabel 2.8 "Energispare scenarie" for dansk industri: kombination af den naturlige udvikling og energisparetiltag m.m. fra tabel 2.5. Brændselsreduktionerne fra tabel 2.5 er efter ovennævnte reduktion fordelt mellem fossil energi og ikke-biologisk affald. Efter 2030 er der regnet med en fortsat energibesparelse på 6 PJ frem til 2040 fordelt lige mellem fast biomasse og biogas.

Som det ses af tabel 2.8 vil den naturlige udvikling og foreslåede energisparetiltag kunne lede til en industri uden væsentligt fossilt energiforbrug i 2030. For at realisere dette skal der dog

9 Energistatistik 2012, tabel "Produktionserhverv, faktisk", Energistyrelsen 2013, www.ens.dk.

10 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk.

løses en række specifikke, tekniske problemer for en række brancher, som angivet af Viegand og Maagøe.

Investeringer og årlige besparelser er opgjort som angivet i tabel 2.9

Millioner kr.	Investering til 2025	Årlig besparelse 2025	Investering til 2030	Årlig besparelse 2030
Intern varmegenvinding	1.226	158	1.950	252
Varme til fjernvarme	899	119	1.245	164
Konvertering fast biomasse	5.574	398	6.813	487
Konvertering gas	3.775	270	5.033	360
Konvertering til fjernvarme	198	14	272	19
Energibesparelser m.m.	20.233	2.569	21.492	2.729
Elkonvertering	954	121	1.397	177
Ialt, industri	32.859	3.649	38.203	4.187

Tabel 2.9 Investeringer og årlige besparelser: foreslåede energispareindsatser m.m. for industrien, Efter Viegand Maagøe¹¹, reduceret til kun at omfatte industriens del.

Som det ses af tabel 2.9 er der behov for store investeringer, men med en samlet simpel tilbagebetalingstid på 9 år, er det samfundsøkonomisk forsvarlige investeringer, under forudsætning af en levetid på i gennemsnit 15 år eller mere for investeringerne. Mange af investeringerne er derimod ikke rentable efter industriens normale driftsøkonomiske vurderinger, og de vil derfor kun blive gennemført, hvis der indføres politikker, der støtter deres gennemførelse. Ideer til virkemidler er bl.a. beskrevet i "Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug"¹².

11 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand & Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk.

12 Hurtig omstilling til vedvarende energi. Industri og Landbrug, Viegand & Maagøe for VedvarendeEnergi, november 2013, online på www.ve.dk.

2.4 Serviceerhverv m.m.

Serviceerhverv omfatter handel og service inkl. offentlig administration og service, uddannelse, sundhed m.m. Ifølge Energistyrelsens energistatistik har sektorens forbrug de seneste år udviklet sig som angivet i tabel 2.10.

PJ	2000	2005	2009	2010	2011	2012
olie	5,5	4,3	3,1	3,1	2,5	2,8
naturgas	7,2	9,7	10,1	9,9	9,3	7,4
- kul og koks	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
affald, ikke-bio	0,6	0,6	0,2	0,2	0,3	0,2
vedvarende energi	1,9	2,1	1,7	1,6	1,7	1,6
el	35,6	37,4	38,3	38,8	38,1	37,4
fjernvarme	26,2	29,4	30,3	35,4	31,2	32,1
I alt	77,1	83,6	83,6	89,1	83,2	81,6

Tabel 2.10: Energiforbrug i servicesektoren ifølge Energistatistik 201213, uden korrektion for vejrlig.

Som det ses af tabel 2.10 er langt de største energiforbrug i servicesektoren el og fjernvarme, i alt 85 %, og andelen har været jævnt stigende fra 80 % i år 2000, på bekostning af olie og affald. Det ses også at energiforbruget er steget op til 2010, hvorefter det har været faldende. Hvis man korrigerer for vejrlig ses et lignende mønster, dog med toppunkt i 2008 og fald i 2012 til år 2000 niveau. Der er derfor basis for at antage en trend om omstilling fra brændsler til fjernvarme, men ikke om fald eller stigning i samlet energiforbrug.

Trenden med stigning af el- og fjernvarmeforbrug 2000-2012 forventes at fortsætte til 2030, og fortsat med den største del af stigningen som fjernvarme.

En meget stor del af servicesektorens energiforbrug er til opvarmning (rumvarme + varmt vand), 43,9 PJ i 2012; men kun en lille del af elforbruget, 1,3 PJ i 2012 er til opvarmning da elradatorer og varmepumper ikke er udbredte. Til gengæld er al affald og vedvarende energi til opvarmning, samt det meste af olie- og gasforbruget. Af olie- og gasforbruget på i alt 10,2 PJ

13 Energiforbrug ifølge Energistatistik 2012, Energistyrelsen, tabel "Handel & Service, faktisk forbrug".

er 8,7 PJ til opvarmning og kun 1,5 PJ til andre formål i 2012, beregnet ud fra Energistatistik 2012.

Af varmekonsumet var 73 % fra fjernvarme i 2012, hvilket er en 9 % stigning fra 2000, hvor det var 64 %. Denne stigning forventes at fortsætte med yderligere 9 % til 82 % i 2030.

Der er store muligheder for energibesparelser i servicesektoren, for både rumvarme- og elforbrug.

For rumvarme er forbrug og reduktionsmuligheder gennemgået i rapporten om bygningers energiforbrug (1. tema for Hurtig omstilling til vedvarende energi), hvor det bl.a. fremgår at erhvervsbygningers varmekonsum kun udgør 14,5 % af bygningernes samlede varmekonsum i Danmark. Det fremgår desuden at den forventede naturlige udvikling frem til 2050 vil reducere varmekonsumet med 29,2 %, hvilket vil svare til omkring 14 % frem til 2030. Samtidig fremgår at generel varmegenvinding på ventilation kan reducere forbruget med yderligere 10,8 %.

Vi antager at den generelle forbedring på 14 % frem til 2030 også gælder for erhvervsbygninger, men at potentialet for varmekonsumbesparelser med varmegenvinding i erhvervsbygninger kun er 6 %, idet en del allerede har installeret varmegenvinding. Dermed forventer vi besparelser på i alt 20 % i årene 2012-2030 for eksisterende erhvervsbygninger. Der er en mindre vækst i erhvervsbygninger – til gengæld er nybyggeri markant mere effektivt end ældre bygninger. Derfor forventer vi at nyt erhvervsbyggeri også i gennemsnit er 20 % mere effektivt end det gamle erhvervsbyggeri med mindre areal, som det erstatter.

Vi antager at det olie-, gas- og affaldsopvarmede erhvervsbyggeri, der ikke overgår til fjernvarme (med den naturlige stigning af brugen af fjernvarme), vil overgå til varmepumper og solvarme. Solvarme antages at dække 25 % og varmepumper 75 % af dette varmekonsum. Varmepumper antages at have gennemsnitlig COP på 3.

For elforbrug er en stadig større del omfattet af EU's Ecodesign-direktiv. EU Kommissionen forventer at allerede vedtagne initiativer vil spare 366 TWh el i EU frem til 2020, svarende til 12 % af elforbruget i 2009. Denne besparelse realiseres således over en periode på 10 år fra de første regler trådte i kraft omkring 2010 og frem til 2020. Med en ambitiøs fortsat gennemførelse af direktivet forventer vi, at der kan spares yderligere 12 % frem til 2030. For enkelte områder som belysning og standby-forbrug er de realiserede besparelser langt større, 80 % besparelser er ikke usædvanligt. Uden en elspareindsats inkl. Ecodesign regler forventes, at elforbruget ville stige fremover ligesom det er steget 2000 - 2010, hvor det steg med 9 %. Derfor forventer vi netto reduktioner for elforbruget til serviceerhverv på 3 % 2012-2020 og også 3 % 2020-2030, ekskl. det nye elforbrug til varmepumper.

For fossilt energiforbrug, der ikke er til opvarmning, forventes en overgang til bioolie og lidt biogas frem til 2030.

Samlet giver det følgende forventede energiforbrug i servicesektoren:

PJ	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
olie	2,8	2,8	1,8	0,9	0	0	0
naturgas	7,4	7,1	4,8	2,4	0	0	0
affald, ikke-bio	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0	0
vedvarende energi	1,6	1,5	2,5	3,5	4,5	3,9	3,2
- - heraf solvarme	0,1	0,1	0,4	0,8	1,1	1,1	1,1
- - heraf biogas	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
- - heraf bio-olier	0	0	0,4	0,7	1,1	0,6	0,0
- - heraf omgivelsesvarme	0	0	0,7	1,3	2,0	2,0	2,0
el	37,4	37,4	36,9	36,5	36,1	35,6	35,0
fjernvarme	32,1	31,6	30,7	29,7	28,8	27,9	27,1
I alt	81,6	80,7	76,9	73,1	69,4	67,4	65,4

Tabel 2.11: Forventet energiforbrug til servicesektor baseret på ovenstående forudsætninger. Efter 2030 forventes energibesparelser i varme- og elforbrug at fortsætte med samme takt som før 2030. Bioolieforbruget forventes efter 2030 erstattet med elforbrug i forholdet 2:1, så hver 2 enheder bioolie erstattes med en enhed el.

De forventede varmebesparelser på 29,2 % frem til 2050 forventes at ske som en del af de almindelige forbedringer, og investeringerne regnes derfor ikke som omkostninger i scenariet, ligesom der ikke regnes med en indtægt fra besparelsen.

Omkostninger ved ekstra varmegenvinding er vurderet til 5 mia. kr. pr. sparet PJ i rapporten om energibesparelser i bygninger. For en samlet besparelse på 6 % af varmemeforbruget = 2,6 PJ, vil investeringen være 15 mia. kr. frem til 2030. Investeringen forventes at have en levetid på mindst 20 år.

Omkostningerne til omstilling til bioolie vil indgå i det samlede scenarier omkostninger.

Omkostninger og besparelser ved gennemførelse af energibesparelser ved EU Ecodesign direktivet er ikke direkte bestemt af dansk politik, og medregnes derfor ikke. Generelt har øget energieffektivitet med Ecodesign en god økonomi med relativt korte tilbagebetalingstider, både fordi EU lægger vægt på at sætte samfundsøkonomiske krav, og fordi der er en del driftsfordele når kravene gennemføres samtidigt i hele EU. Det kan derfor godt betale sig for Danmark at arbejde for ambitiøse Ecodesign-regler og tilhørende energimærkning; selvom fordelene ikke medtages i dette scenarie.

2.5. Byggeri

Dansk bygge og anlæg brugte i 2012 ekskl. transport 6,4 PJ. Mest anvendtes til renovering og vedligeholdelse, mindst brugtes til anlæg¹⁴.

Den største energikilde var fossile olieprodukter, 4,5 PJ, øvrige energikilder var el, 1,3 PJ og naturgas 0,6 PJ. Forbruget er mere konjunkturafhængigt og er faldet 25 % siden forbruget toppede i 2007. Det er derfor svært at se en evt. udvikling i retning af mindre forbrug pga. energieffektiviseringer. Alligevel må det antages at der kan effektiviseres på samme niveau som i landbruget, hvor der som nævnt i 2.1 kan forventes realisering af energibesparelser på 8 % frem til 2030.

Der er en langsom stigning i brug af el fremfor olie; men effekten er statistisk kraftigt overlejet af konjunkturbestemte svingninger. Elforbruget var 21 % af samlet energiforbrug i 2012, mens det i 1990'erne kun var 16 % i gennemsnit, en stigning på 5 %. Vi forventer en naturlig stigning på yderligere 5 % for de kommende 15 år frem til 2030, hvor det så vil være 26 %.

Hvis bygge- og anlægsbranchen skal være fossilfri frem til 2030 er der derfor behov for en yderligere væsentlig indsats, i form af overgang til bioolier og biogas, øget eldrift, brug af brint eller en kombination. Da størstedelen af olieforbruget er til kørende maskiner, forventer vi at det ikke kan erstattes med fast biomasse. Derfor vil vi i "omstillingsscenarioet" antage at olieforbruget frem til 2030 omstilles til 50 % bioolie, 25 % el og 25 % brint, hvor el bruges fire gange så effektivt som olie mens brint bruges dobbelt så effektivt som olie. Gasforbrug omstilles til biogas, der i vort omstillings-scenarie forventes at erstatte fossilt gas i gasnettet.

Det giver et energisparescenario og et omstillingsscenario, med udviklinger som angivet i nedenstående tabeller.

Bygge-og anlæg	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Olie	4,5	4,4	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7

¹⁴ Energiforbrug ifølge Energistatistik 2012, Energistyrelsen, tabel "Produktionserhverv, faktisk forbrug". Fordelingen mellem underbrancher er ifølge fra Statistikbanken.

Bygge-og anlæg	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Naturgas	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
El	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5
I alt	6,4	6,3	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6

Tabel 2.12 "Energisparescenario": forventet 8 % energibesparelse frem til 2030. Efter 2030 forventes udviklingen at fortsætte med yderligere 5 % besparelse frem til 2040.

Bygge-og anlæg	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Olie	4,5	4,4	4,2	2,1	0,0	0	0
Naturgas	0,6	0,6	0,5	0,3	0,0	0	0
Bioolier	0,0	0,0	0,0	1,0	1,9	1,0	0
Biogas	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0
El	1,3	1,4	1,4	1,7	1,8	1,9	2,0
Brint	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,8	1,1
I alt	6,4	6,3	6,2	5,4	4,5	3,8	3,0

Tabel: 2.13 "Omstillingsscenarie": olie og gas erstattes af el, brint og biogas.

Investeringerne i energibesparelser, der er medtaget i "Energisparescenarioet", tabel 2.12 kan sammenlignes med besparelser angivet for landbruget i afsnit 2.1, idet forbedringer af kørende maskiner er parallelle. Da det samlede forbrug er mindre er også besparelsen mindre end i landbruget: 0,8 PJ frem til 2030 mod 2,5 PJ i landbruget. Investeringerne og besparelserne vil derfor også være tilsvarende lavere: frem til 2025 og 2030 til henholdsvis 425 mio. kr. og 591 mio. kr. Driftsbesparelserne vil henholdsvis være på 53 mio. kr./år og 73 mio. kr./år. Det betyder at energispareinvesteringer vil have simple tilbagebetalingstider på 8 år. Det gælder både investeringer frem til 2025 og efterfølgende frem til 2030.

Omkostningerne ved omlægningen fra fossil gas og olie til biogas og bioolie vil indgå i de samlede scenarier for omlægning af energisystemet i tema 6.

Omkostningerne ved at omstille til el- og brintdrift er ikke beregnede (udbygges).

2.6. Råstofudvinding

Den danske råstofudvinding består primært af olie- og gasudvinding samt opgravning af grus og sten. Det meste energi går til olie- og gasudvinding, som i 2012 brugte 27,9 PJ hvoraf 99,96 % er naturgas. Dette forbrug vil indgå under energiforsyning, hvor den kommende udvikling i forbrug vil følge den faldende produktion. Historisk har forbruget været stigende til 2004, hvor det nåede 37,4 PJ, hvorefter det har været faldende med den faldende olie- og gasproduktion.

Ved et kommende fossilfrit samfund vil dette energiforbrug falde bort, og vi vil derfor ikke i denne rapport beskæftige os med optimering af dette energiforbrug.

Udvindingen af sten og grus krævede i 2012 2,8 PJ hvoraf størstedelen var træaffald (1,1 PJ); men også olie (0,85 PJ) og el (0,48 PJ) var vigtige energikilder. Forbruget er faldet med 14 % siden 2005, pga. en faldende omsætning og omstilling fra olie til el. Vi forventer at der sker en fortsat omstilling fra olie til el så olieforbruget på 0,85 PJ i 2030 er erstattet af 0,22 PJ el. Dermed vil det samlede energiforbrug falde fra 2,8 PJ til 2,2 PJ i 2030.

2.7. Raffinaderier

Danske raffinaderier har et energiforbrug på 19 PJ, svarende til 5,8 % af energien i den omsatte råolie.

Vi forventer at raffinaderiers energiforbrug falder i takt med det faldende forbrug af fossil olie og gas; men at andelen fortsat vil være 5,8 % af den raffinerede oliemængde.

For at erstatte fossil olie til funktioner, hvor vi ikke forventer man kan bruge el, brint, fast biomasse eller gas før efter 2030, forventer vi at der opføres bioraffinaderier, der kan omsætte fast biomasse til flydende biomasse. Vi forventer for disse raffinaderier et tab på 20 % til procesenergi m.m.