

Notat

**Kontor/afdeling**  
Center for Klima- og  
Energøkonomi

**Dato**  
14. december 2015

**Ref: AEE**

## **Udvikling af energiintensitet i Danmark og sammenligning med andre EU-lande**

Over de sidste 20 år er industriens energiforbrug faldet med knap 24 pct. Udviklingen i energiforbrug er relevant at se på i forhold til danske virksomheders konkurrenceevne i forhold til udlandet. Hvis dansk industri er relativt mere energieffektiv i forhold til udlandet, vil dansk industri være mindre følsom over for stigende energipriser. Det er derfor interessant at undersøge, hvad der forårsager ændringerne i forbruget. Når energiforbruget er faldet relativt mere i Danmark end i udlandet, skyldes det så energieffektivisering, ændring i aktivitetsniveau eller ændringer i branchestruktur? Hvordan har disse effekter påvirket udviklingen i energiforbruget i Danmark sammenlignet med andre lande?

Energiintensitet kan anvendes som en indikator for, hvor konkurrencedygtige danske virksomheder er i forhold til udlandet. En lavere og dermed forbedret energiintensitet kan være resultat af en energieffektiviseringsindsats, men også af strukturelle ændringer som et skift til mindre energiintensive brancher. Energieffektiviseringer er godt for konkurrenceevnen i det omfang, at udviklings- og omstillingsomkostningerne ikke overstiger effektiviseringsgevinsterne.

I notatet undersøges udviklingen i energiintensitet og struktureffekter i Danmark sammenlignet med de største samhandelslande inden for EU. Til sammenligningen anvendes data fra ODYSSEE databasen, der er udviklet i samarbejde med EU-Kommissionen og er nærmere beskrevet i bilag 1. En konsistent sammenligning er mulig fra 1995 og frem. For Danmark findes dog data fra 1990 og frem til 2012, som anvendes, når der udelukkende ses på Danmark. Den mest detaljerede opdeling af brancher er på ti overordnede brancher.

### **1 Energiintensitet i Danmark**

Det lavere energiforbrug i Danmark har to oplagte forklaringer: at der produceres mindre, og derfor anvendes mindre energi, eller at produktionsprocessen er blevet mere energieffektiv, så samme mængde energi kan producere mere. Eller en kombination af begge.

Energiintensitet er almindeligvis det mål, der anvendes til at sammenligne energieffektivitet. Jo lavere energiintensitet relativt til andre brancher eller sektorer, des mere energieffektiv er en given branche eller sektor. Energiintensiteten er et

**Energistyrelsen**  
Amaliegade 44  
1256 København K

T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

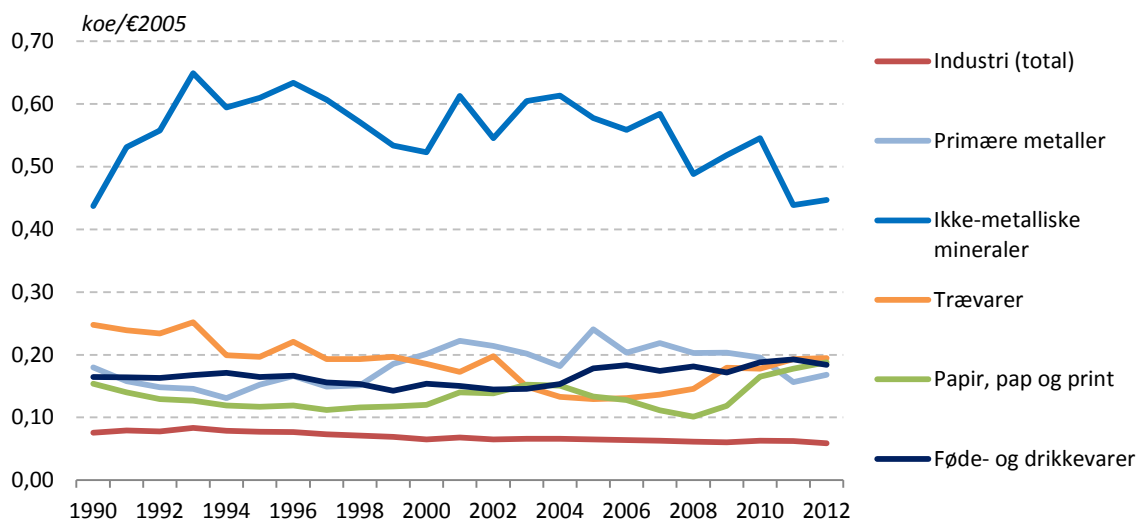
relativt mål defineret som forholdet mellem endeligt energiforbrug (koe<sup>1</sup>) i forhold til værditilvækst målt i monetære enheder (Euro i 2005-priser).

Ses isoleret på Danmark, er energiintensiteten faldet med 23,6 pct. fra 1995 til 2012 svarende til 1,6 pct. per år. Det største fald sker gennem 90'erne, hvor der i perioden 1995-2000 er et fald på 3,6 pct. per år. Fra 2000 og helt frem til 2012 falder energiintensiteten i industrien langsomt, blot med knap 1 pct. per år.

Fordelt på ti overordnede brancher ligger alle brancher med en intensitet mellem 0,01 koe/€2005 og godt 0,2 koe/€2005 med undtagelse af fremstilling af andre ikke-metalliske mineraler, jf. figur 1 og 2. Særligt kan primær metalindustri, papirindustri, træindustri og fødevarerindustrien fremhæves som værende særligt energiintensive. Intensiteten for de tre sidstnævnte brancher er steget fra omkring 2008.

Fremstilling af andre ikke-metalliske mineraler, herunder produktion af glas og cement, ligger på et niveau for sig med meget høj energiintensitet relativt til de andre brancher. Efter en markant stigning i starten af perioden er der sket et gradvist fald fra 0,65 koe/€2005 1993 til 0,44 koe/€2005 i 2012.

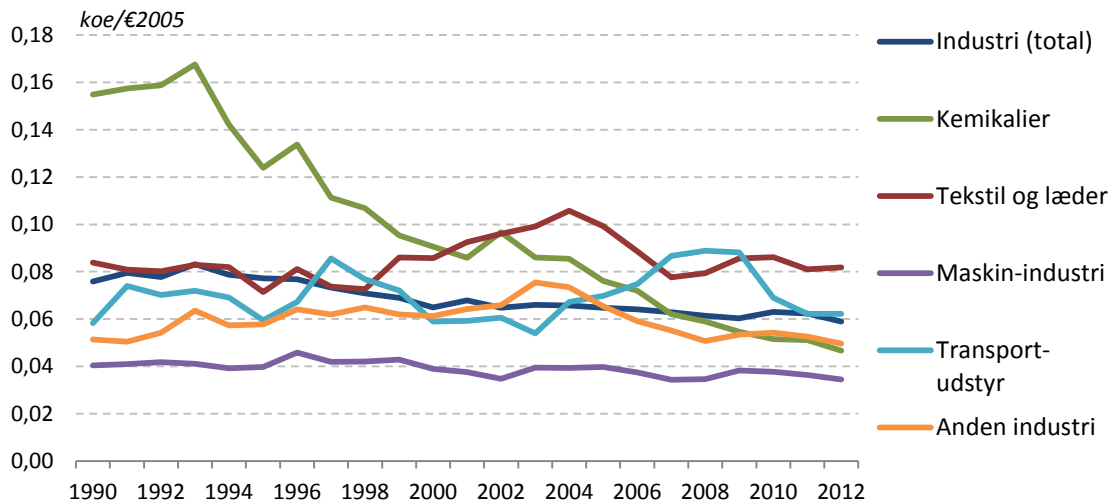
**Figur 1: Energiintensitet på brancher med høj intensitet**



Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

<sup>1</sup> Energiforbruget måles i kilo olieækvivalenter (koe).

**Figur 2: Energiintensitet på brancher med lav intensitet**



Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

Det skal bemærkes, at opdeling på ti brancher er meget aggregeret, og at der inden for en branche kan være mange underbrancher med varierende energiintensitet. Eksempelvis indeholder fødevarerindustrien både mejerier og slagterier, der er meget energiintensive, men også fremstilling af drikkevarer, der er relativt lidt intensiv. Hvis der bliver relativt flere mejerier i forhold til andre brancher inden for fødevarerindustrien, vil den samlede energiintensitet for fødevarerindustrien derfor alt andet lige stige. En stigning i energiintensitet betyder derfor ikke nødvendigvis, at energieffektiviteten i den enkelte branche er mindsket.

## 2 Struktureffekt

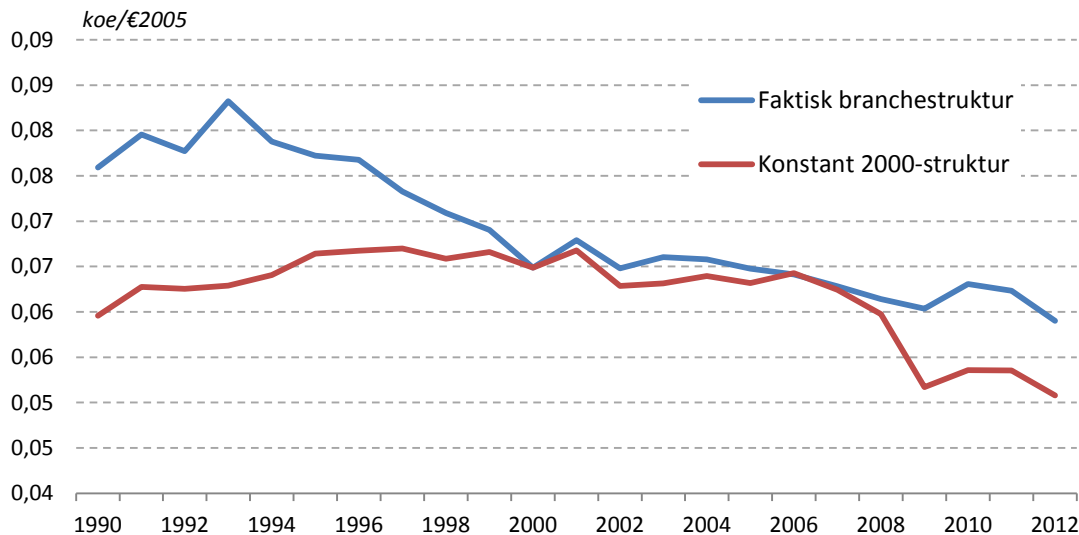
Spørgsmålet er, om ændringer i energiintensitet skyldes, at man har effektiviseret energiudnyttelsen i produktionsprocessen eller om det skyldes andre forhold. Eksempelvis at der har været et lavere aktivitetsniveau i økonomien, og derfor er produceret mindre kombineret med et kapitalapparat, der ikke har nået at tilpasse sig, eller at man har skiftet væk fra nogle af de energiintensive brancher mod mindre energiintensive.

Struktureffekten, der viser effekten af ændringer i branchestruktur, indikerer nogle overordnede tendenser for erhvervsudviklingen som eksempelvis skiftet væk fra tung produktion, der flyttes til udlandet. Effekten angiver betydningen for energiintensiteten af ændringer i branchestrukturen inden for industrien, det vil sige, ændringer i fordelingen med forskellig energiintensitet.

Ved at beregne energiintensiteten med konstant branchestruktur, som den var i 2000 – det vil sige, at intensiteten beregnes med branchernes værditilvækst fra 2000 – og sammenholde med den faktiske energiintensitet fås et indtryk af

branchestrukturens betydning for energiintensiteten. En mere teknisk gennemgang gives i bilag 1.

**Figur 3: Sammenligning af industriens energiintensitet**



Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>, egne beregninger.

Figur 3 viser intensiteten for industrien med faktisk branchestruktur og konstant branchestruktur som i 2000. Det fremgår, at der er sket et stort skift i branchestrukturen fra 1990 til 2000. Havde der i 1990 været en branchestruktur som i 2000, ville energiintensiteten i 1990 have været betydeligt lavere. Det vil sige, at der er sket et skift fra brancher med høj energiintensitet til brancher med relativt lavere energiintensitet. Fra 2000 til omkring 2008 følges de to kurver ad, hvilket indikerer, at der er en relativt konstant branchestruktur. Fra 2008 til 2009 øges forskellen mellem de to kurver. Havde der været en branchestruktur som i 2000, ville der have været et stort dyk i energiintensitet, mens der med den faktiske branchestruktur i 2008 til 2009 blot sker et svagt fald i energiintensitet. Dette indikerer, at der fra 2008 til 2009 sker et skift mod mere energiintensive brancher. Fra 2009 til 2012 følges kurverne igen ad uden markante skift.

### 3 Sammenligning med EU

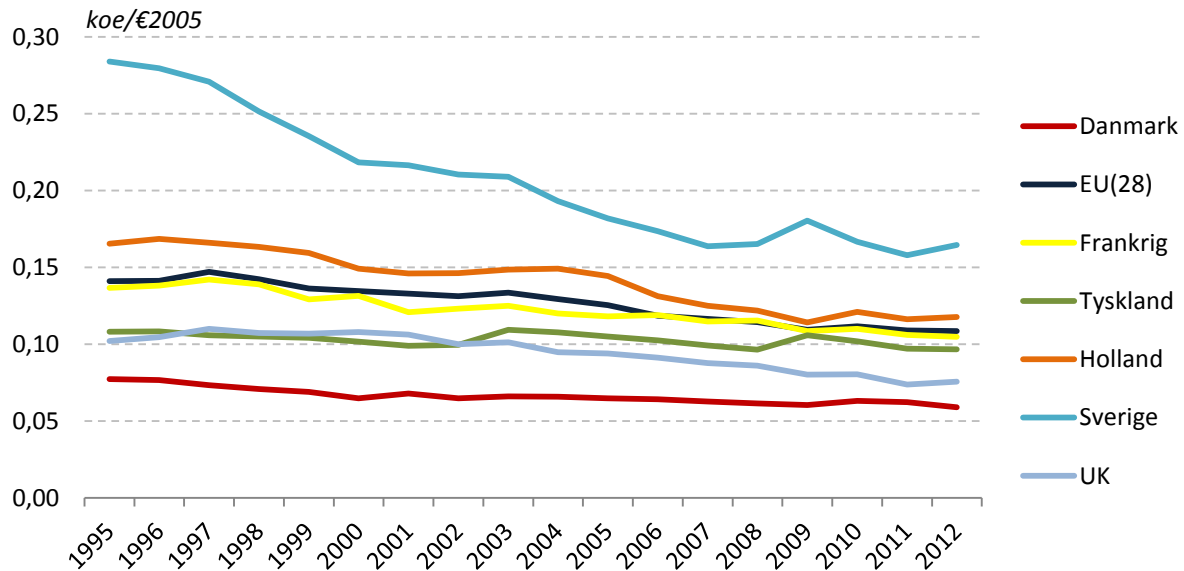
For at undersøge dansk industris konkurrencemæssige forhold på energiområdet sammenlignes med de største samhandelslande inden for EU. Først sammenholdes energiintensiteten på tværs af lande og dernæst justeres for forskelle i branchestruktur.

#### 3.1 Energiintensitet

Sammenligning af energiintensitet på tværs af lande i EU kan give en indikation af Danmarks konkurrenceevne på energisiden. I figur 4 sammenholdes

energiintensiteten for Danmark med de største samhandelslande inden for EU for perioden 1995-2012.

**Figur 4: Udvikling i industriens energiintensitet for 1995-2012**

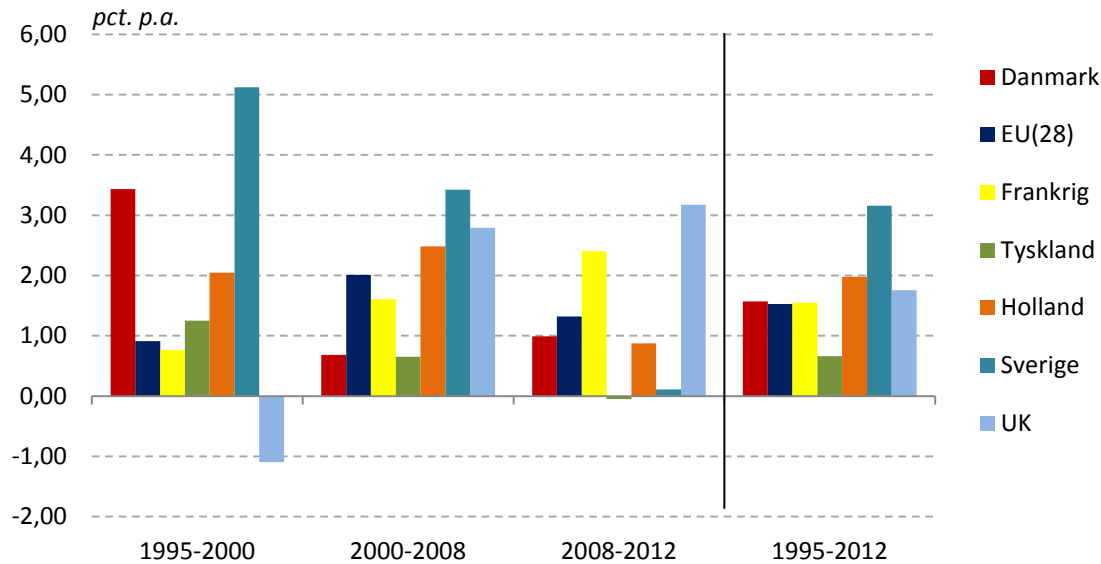


Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

Af figur 4 fremgår, at der generelt er faldende energiintensitet på tværs af de udvalgte lande, hvilket indikerer, at industrien er blevet mere energieffektiv over perioden. Danmark ligger helt i bunden med den laveste energiintensitet. Sverige har den absolut højeste energiintensitet af de udvalgte lande, men har forbedret effektiviteten betydeligt over perioden med 42 pct. fra 0,28 koe/€2005 til 0,16 koe/€2005. Til sammenligning er intensiteten i Danmark faldet med knap 24 pct. fra 0,08 koe/€2005 i 1995 til 0,06 koe/€2005 i 2012.

Figur 5 nedenfor viser de årlige procentvise ændringer over den samlede periode samt opdelt på tre delperioder.

**Figur 5: Reduktion i industriens energiintensitet per år**



Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>, egne beregninger.

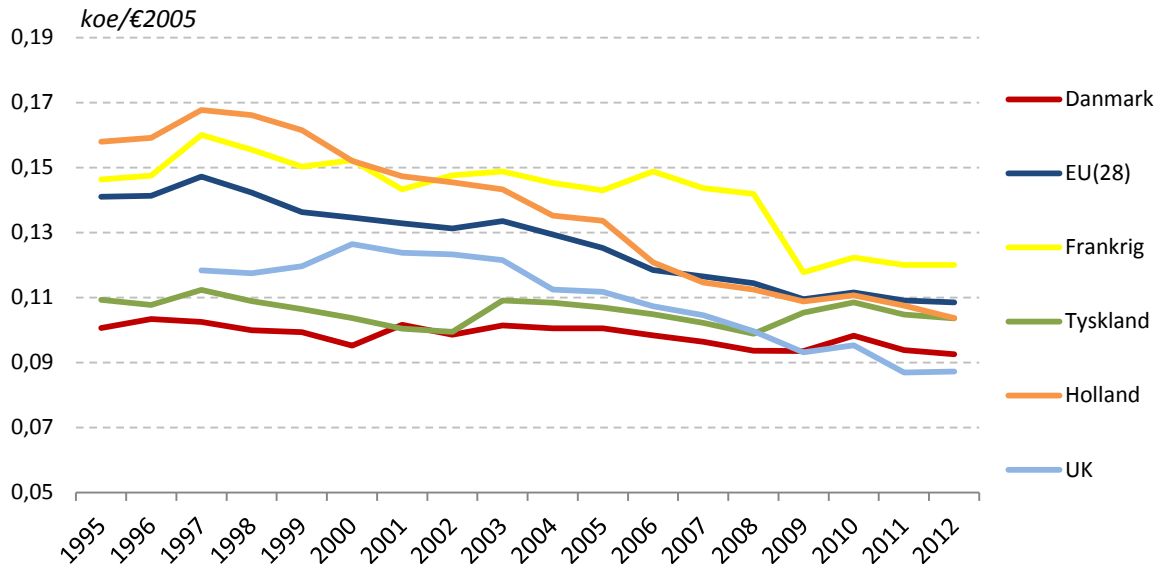
Niveauet er imidlertid lige så meget et udtryk for forskelle i branchestruktur landene imellem. Industri dækker over brancher med meget varierende energiforbrug og -intensitet. Sverige har en høj andel af træindustri, papir- og papfremstilling samt stålproduktion, som traditionelt er meget energiintensive brancher. Tilsammen udgør de godt 74 pct. af svensk industris energiforbrug, mens de i Danmark kun udgør omkring 11 pct. En høj andel af disse brancher vil, alt andet lige, trække den samlede industris energiintensitet op. Strukturelle forskelle som disse kan være en del af forklaringen på, at Danmark ligger så lavt.

### 3.2 Struktureffekt ved EU sammenligning

For at sammenligne på tværs af lande beregnes energiintensiteten med samme branchestruktur som i et udvalgt referenceland, her EU(28)<sup>2</sup>. Dette gøres praktisk ved at antage, at de enkelte branchers andel af værditilvæksten i et enkelt land er den samme som i EU(28). En uddybning findes i bilag 1. Figur 6 viser industriens energiintensitet beregnet med branchestruktur som EU(28).

<sup>2</sup> Det vil sige, den energiintensitet Danmark ville have haft, hvis der havde været samme branchestruktur som EU(28) som helhed. Lande med lavere andel af energiintensive brancher end EU(28) vil således få en højere energiintensitet ved justering og omvendt for lande med højere andel.

**Figur 6: Industriens energiintensitet ved struktur som EU(28)**



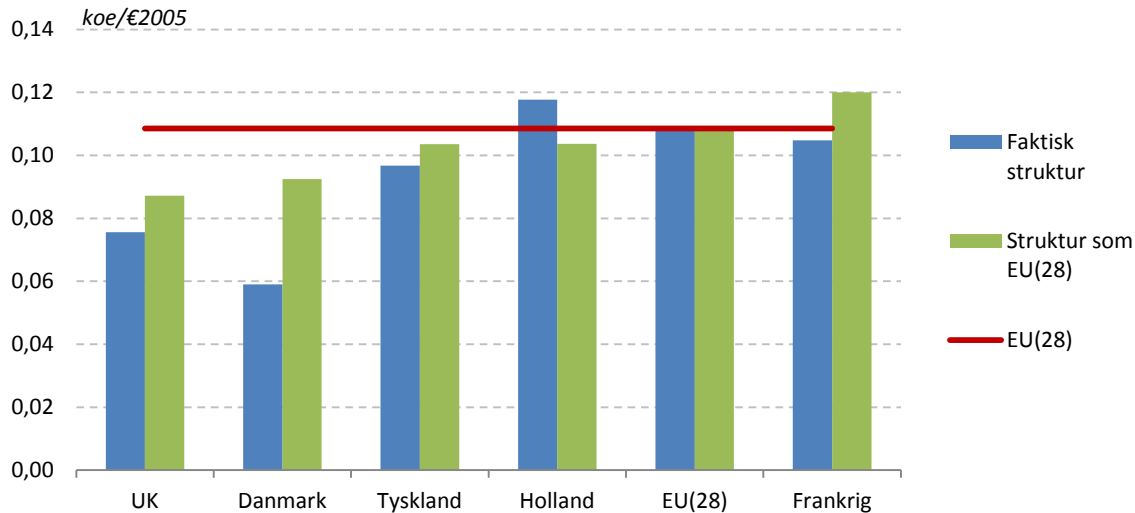
Anm.: For Sverige findes ingen strukturkorrigerede data. For UK findes først strukturkorrigerede tal fra 1997.  
 Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

Justering for ens branchestruktur mellem lande er interessant, da det viser, at energieffektiviteten i Danmark er højere end EU(28) gennemsnittet, selv når der tages højde for, at de energiintensive brancher som stål- og papirproduktion udgør en relativt lille andel af industriens samlede energiforbrug i Danmark, mens de udgør omkring to tredjedele af forbruget i EU.

Figur 6 giver et mere nuanceret billede, hvor Danmark ikke længere ligger entydigt i bunden i forhold til den rene energiintensitet vist i figur 4. Korrigeret for struktur har Tyskland historisk også ligget relativt lavt. Over perioden 2000-2012 har flere af de udvalgte lande reduceret energiintensiteten betydeligt. Eksempelvis har både Holland og Storbritannien reduceret energiintensiteten med godt 31 pct., mens Danmark blot har reduceret med knap 3 pct. over samme periode. Storbritannien har således lavere energiintensitet end Danmark fra 2009 og frem, når der korrigeres for branchestruktur.

Sammenlignes den faktiske energiintensitet for industrien i de udvalgte lande med energiintensiteten justeret for strukturforskelle, som vist i figur 7, ses, at der særligt for Danmark er en struktureffekt. Korrigeres for struktur stiger intensiteten for Danmark, Storbritannien, Frankrig og Tyskland, mens den for Holland falder. Holland har altså relativt mere energitung industri end EU(28), mens de øvrige lande har relativt mindre industri med høj energiintensitet.

**Figur 7: Sammenligning af industriens energiintensitet 2012**



Anm.: Sverige udelades pga. manglende data for strukturkorrektion. For Frankrig anvendes 2011-tallet for strukturkorrektion pga. manglende data.

Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

Den lave energiintensitet for Danmark vist i figur 4 skyldes således delvist, at Danmark har en relativt lav andel af energitug industri i forhold til sammenligningslandene. Korrigeret for denne strukturforskel er energiintensiteten i den danske industri dog fortsat lav i forhold til de andre lande, hvilket peger på, at den danske industri er relativt energieffektiv.

#### 4 Sammenfatning

Industrien i Danmark har historisk en lav energiintensitet relativt til de største samhandelslande inden for EU. Danmark har fortsat en af de laveste energiintensiteter blandt sammenligningslandene, men har kun forbedret sig i mindre grad over de seneste 10-15 år. De fleste sammenligningslande har imidlertid forbedret deres energieffektivitet og haft faldende energiintensitet over de sidste 10 år.

Danmark har over perioden både haft en relativt energieffektiv industri, men også en relativt lav andel af energitug industri i forhold til de øvrige lande. Særligt op gennem 90'erne har der været et skift i dansk industri mod relativt mindre energitug brancher. Korrigeres energiintensiteten for forskelle i branchestruktur ligger Danmark dog fortsat lavt i forhold til sammenligningslandene, men overhales af Storbritannien som den mindst energiintensive industri fra 2010 og frem.

I forhold til vores største samhandelspartner, Tyskland, ligger den danske industri godt med en lavere energiintensitet – også korrigeret for strukturforskelle.

Industrien i Danmark har altså fortsat lav intensitet, men har mistet noget af sit forspring over de seneste år.



## **Bilag 1      Teknisk bilag vedrørende databasen ODYSSEE-MURE II**

Energistyrelsen deltager i EU Kommissionens Intelligent Energy Europe Programme, "Monitoring of Energy Efficiency in EU 27, Denmark (ODYSSEE-MURE)". Projektet har til formål at udarbejde indikatorer for energieffektivitet efter fælles retningslinjer, således at der kan foretages sammenligninger mellem deltagerlandene. Indikatorerne anvendes af EU-Kommissionen til at vurdere udviklingen i medlemslandenes energieffektivitet. Som led i samarbejdet udarbejdes nationale rapporter om udviklingen i energieffektivitet både generelt og på de forskellige forbrugsområder samt udviklingen i CO<sub>2</sub>-indikatorer. Endelig indeholder rapporten oplysninger om de politiske tiltag, Danmark har gennemført for at give incitament til at øge effektiviteten inden for energiforbrug i de forskellige forbrugsområder.<sup>3</sup>

Dette bilag fokuserer på at kortlægge metoden bag dekompositionen af ændringer i energiforbrug som vist i databasen. Baggrunden er et ønske om at undersøge, hvilke effekter, der har påvirket udviklingen i Danmark sammenlignet med andre lande, herunder særligt struktureffektens betydning for ændringer i energiforbruget.

### **1 Database**

ODYSSEE-databasen anvendes til at overvåge og evaluere tendenserne i energieffektivitet og CO<sub>2</sub>-emissioner over tid. Databasen går tilbage til 1990 for EU(15) landene og til 1996 for nye medlemslande og opdateres løbende med seneste år, der på nuværende tidspunkt er 2012. De beregnede energiindikatorer bygger på indberetninger fra nationale energiinstitutioner i overensstemmelse med harmoniserede definitioner og retningslinjer.<sup>4</sup>

Databasen indeholder følgende indikatorer:

- Energi- og CO<sub>2</sub>-intensiteter, der sammenholder den anvendte energi i et land eller en sektor med makroøkonomiske variable eksempelvis BNP og værditilvækst.
- Energiforbrug per enhed, der sammenholder energiforbrug med fysiske indikatorer som eksempelvis per ton stål eller papir.
- Indikator for energieffektivitet på sektorer målt ved ODEX, for at undersøge udviklingen i energieffektivitet (i procent).
- Energibesparelse, den besparelse i energiforbrug, som opnås gennem forbedringer i energieffektivitet.
- Tilpassede indikatorer, der muliggør sammenligning af indikatorer på tværs af lande. Eksempelvis en tilpasning til

<sup>3</sup> <http://www.ens.dk/info/tal-kort/statistik-noglestal/indikatorer-energieffektivitet>

<sup>4</sup> <http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/Overall-Indicator-brochure.pdf>

samme struktur af værditilvækst for at tage højde for forskelle i branchestruktur.

- Benchmark- eller målsætningsindikatorer for energiintensive produkter (stål, cement og papir), der angiver den potentielle mulighed for forbedring baseret på lande med de bedste resultater.
- Diffusionsindikatorer der kortlægger omfanget af brugen af energieffektive teknologier.

## 2 Dekomposition af energiforbruget i industrien

Udviklingen i det endelige energiforbrug kan overordnet dekomponeres i fire effekter:

- **Aktivitetseffekt:** Effekt af en ændring i værditilvæksten i industri som følge af ændring i industriaktivitet. Den beregnes ved at antage konstant energiintensitet relativt til basisåret 2000.
- **Struktureffekt:** Effekt af ændringer i branchestrukturen inden for industrien, det vil sige, ændringer i fordelingen på brancher med forskellig energiintensitet.
- **Energibesparelse:** Besparelse i energi målt ved ODEX (energy efficiency progress index – ændringer i energiforbrug per produceret enhed på brancheniveau).
- **Ændringer i værdi af produkter:** Beregnes residualt af de ovenstående effekter eller som forholdet mellem værditilvækst og produceret mængde (ved produktion af stål, cement eller papir) eller produktionsindeks (for resterende brancher).

Den samlede ændring i energiforbruget er summen af disse effekter.

Dekompositionen kan anvendes til at undersøge de underliggende årsager bag den observerede udvikling i energiforbrug og -effektivitet. Notatet fokuserer udelukkende på struktureffekten

### 2.1 Aktivitetseffekt

Aktivitetseffekten angiver den del af ændringen i energiforbruget, som tilskrives ændringer i værditilvækst og beregnes ved at fastholde energiintensiteten som i det

valgte basisår, og sammenholdt med det faktiske forbrug. Aktivitetseffekten giver et mål for betydningen af økonomisk aktivitet på energiforbrug og beregnes ved:

$$EQ_{t_0-t} = \Delta VA_{t_0-t} * \left( \frac{C_{t_0}}{VA_{t_0}} \right)$$

$EQ_{t_0-t}$  = Aktivitetseffekt mellem år  $t_0$  og  $t$

$\Delta VA_{t_0-t}$  = Værditilvækst i industri mellem år  $t_0$  og  $t$

$$\left( \frac{C_{t_0}}{VA_{t_0}} \right)$$

= Energiintensitet i basisår  $t_0$  (hhv. energiforbrug og værditilvækst i år  $t_0$ )

## 2.2 Struktureffekt

Struktureffekten angiver betydningen af ændringer i branchesammensætningen i industrien og undersøges ved at beregne forbruget givet to industristrukturer: En hypotetisk beregning af energiforbrug ved konstant industristruktur som i det valgte basisår og energiforbruget ved ændret struktur. Forskellen mellem faktisk og hypotetisk energiforbrug angiver struktureffekten:

$$SE_{t-t_0} = \Delta C_{f(t-t_0)} - \Delta C_{t-t_0}$$

$$C_f = IE_{Ct} * VA_t$$

$SE_{t-t_0}$  = Struktureffekt

$C_f$  = Fiktivt energiforbrug ved konstant energieffektivitet

$C$  = Energiforbrug

$IE_C$  = Energiintensitet med konstant branchestruktur

$VA$  = Værditilvækst i faste priser

Gennem struktureffekten kan man udskille, hvilken del af ændringer i energiforbrug for en industri, der skyldes strukturelle ændringer og hvad der skyldes ændringer i branchebestemte intensiteter. Ændringer i intensiteten ved konstant struktur følger alt andet lige af variation i den branchebestemte intensitet. Forskellen i variation i intensitet henholdsvis med og uden konstant struktur skyldes altså ændringer i intensitet i industrien.

### 2.3 Energibesparelse

Energibesparelsen angiver, hvor meget energi der spares per produceret enhed på brancheniveau og er baseret på energieffektiviseringsindekset ODEX. ODEX anvendes i ODYSSEE-MURE til at måle udviklingen i energieffektivitet i hovedsektorer (industri, transport, husholdninger). Det er udelukkende baseret på energibesparelser per produceret enhed og medtager eksempelvis ikke økonomiske omkostninger ved energieffektivisering.

Indekset beregnes som et vægtet gennemsnit af tilsvarende indeks for undersektorerne.

$$ESI = C_t * \left( \frac{100}{ODEX} - 1 \right)$$

$ESI =$  Energibesparelse

$C_t =$  Energiforbrug

$\left( \frac{100}{ODEX} - 1 \right) =$  Energibesparelse målt ved ODEX

ODEX er et indeks, der beregner et vægtet gennemsnit af undersektorernes energieffektiviseringsindeks. Disse beregnes ud fra ændringer i indikatorer for energiforbrug per enhed og vægtes i beregningen af gennemsnittet med hver undersektors andel af de samlede energiforbrug. ODEX er baseret på en form for energibesparelsesrater, hvor energibesparelse angiver, hvor meget energi der spares per produceret enhed på brancheniveau i forhold til et referenceår. Mere præcist er ODEX defineret som forholdet mellem det faktiske energiforbrug ( $E$ ) i en sektor i periode  $t$ , og det forbrug man ville have haft uden energibesparelser ( $ES$ ) i forhold til referenceåret  $t_0$ :

$$ODEX = \frac{E}{E + ES} * 100$$

Energiforbruget per produceret enhed angives i energi anvendt per ton produceret vare for de energiintensive brancher og energi anvendt i forhold til produktionsindekset for de resterende brancher. Produktionsindekset måler ændringer i værditilvæksten i faktoromkostninger for industrien over en given reference periode. Det vil sige, når der energieffektiviseres i en sektor falder ODEX.

Enhedsenergiforbruget fanger ændringen i udviklingen i energieffektiviteten bedre end sædvanlige energiintensiteter (som er per enhed værditilvækst). Nogle brancher påvirkes også af nogle ikke-tekniske ændringer og ændringerne skyldes da, at sektoren ikke er tilstrækkeligt detaljeret opdelt.

## 2.4 Ændring i værdi af produkt (residual)

Effekten angiver ændringen i forbruget som følge af ændring i værdien af produkter og beregnes residualt af de tre ovenstående effekter. Effekten kan også opgøres som forholdet mellem værditilvækst og produktionsindeks eller fysisk produktion i år  $t$  divideret med det tilsvarende forhold for basisåret  $t_0$ .

## 2.5 Eksempel på dekomposition

I perioden 2000 til 2008 falder industriens energiforbrug i EU med godt 15 Mtoe, se figur B.1. Dette skyldes en kombination af modsatrettede effekter:

- 1) Energiforbruget stiger som følge af øget aktivitet i industrien og giver en aktivitetseffekt på 39 Mtoe.
- 2) Energibesparelser og strukturelle ændringer i branchestrukturen bidrager til en reduktion af energiforbruget med henholdsvis knap 40 Mtoe og 11 Mtoe samt en reduktion i værdien af produkter på godt 3 Mtoe.

Tilsammen giver det et ændret energiforbrug på godt 15 Mtoe.

Figur B.1: Dekomposition af energiforbrug i industrien - EU



Kilde: ODYSSEE database, <http://www.odyssee-mure.eu/>

## 3 Publikationer fra ODYSSEE-MURE II

Udviklingen i energieffektivitet, energiforbrug og energiintensitet gennemgås udførligt i publikationerne Energy Efficiency Trends in the Industry in the EU<sup>5</sup> og Energy Efficiency Policies and Measures in Denmark<sup>6</sup>. Tilsvarende publikationer eksisterer for alle medlemslandene. Derudover findes nationale landeprofiler, der giver et kort overblik over udviklingen i energieffektivitet og politiske tiltag i det pågældende land. Publikationerne for de enkelte lande er skrevet af de ansvarlige nationale partnerorganisationer i det enkelte land, det vil sige, Energistyrelsen for Danmarks vedkommende. Den sektorspecifikke publikation, der sammenligner på tværs af landene udfærdiges af Enerdata, der er en uafhængigt forsknings- og konsulentvirksomhed på energiområdet og er også den tekniske koordinator bag ODYSSEE databasen.

---

<sup>5</sup> <http://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/industry/industry-eu.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-denmark.pdf>