

# ENERGIINDUSTRIENS HISTORISKE OMSTILLING OG BETYDNING FOR DANMARK

UDARBEJDET AF QUARTZ+CO

JANUAR 2015



quartz+co

# FORORD

Danmark har gennem de sidste 40 år formået at omstille sin energiforsyning fra en dyb afhængighed af Mellemostens olie til et af de grønneste og mest energieffektive systemer i verden – og vi nyder i dag godt af den stadigt stigende eksport af danske energiløsninger. Den danske energisektors strategiske betydning for det danske samfund er vokset, og interessen er stigende. Klimaudfordringen, energipriserne, finansieringen af den grønne omstilling samt olie- og gasproduktionens fremtid er alle emner, som står højt på den politiske og samfundsmæssige dagsorden – og med god grund. Den danske energisektor er en af de mest kapitaltunge sektorer i Danmark, og en fortsat udvikling af en effektiv og konkurrencedygtig energisektor og -industri er afgørende for Danmarks konkurrenceevne og samfundsmæssige velstand.

Dansk Energi og Dansk Industri har på den baggrund bedt Quartz+Co om at analysere og beskrive det danske energisystem med henblik på at belyse dets resultater i en europæisk sammenhæng. I forlængelse heraf har Dansk Energi og Dansk Industri ønsket at få belyst den danske energiindustri historiske udvikling, samfundsmæssige bidrag og kompetenceplatforme. DONG Energy har bidraget til at igangsætte analysen ud fra samme hensyn. Organisationerne har med analysen ønsket at skabe et faktabaseret grundlag for debatten om det danske energisystem og den danske energiindustri rolle i Danmark. Tilblivelsen af rapporten er således sket på foranledning af Dansk Energi og Dansk Industri, mens rapportens struktur og indhold alene er et resultat af Quartz+Co's til- og fravalg.

De resultater, den danske energiindustri har skabt gennem de sidste 40 år, er opstået ved en vekselvirkning, hvor politiske beslutninger på energiområdet har medvirket til at skabe rammerne for en udvikling på det danske hjemmemarked, som dansk erhvervsliv har formået at udnytte. Denne rapport vil først og fremmest fokusere på de resultater, den danske energiindustri har opnået, og i mindre grad på de bagvedliggende politiske beslutninger, som har medvirket til at skabe rammerne. Heri ligger ikke nogen underkendelse af den betydning, som danske politiske beslutningstagere har haft; tværtimod. Uden en langsigtet vision for dansk energipolitik, en tradition for brede politiske forlig samt en forståelse for de erhvervsmæssige muligheder indeholdt i energipolitikken ville Danmark næppe have nået det niveau, vi er på i dag.

Vi har valgt at dele analysen op i fem kapitler:

**Kapitel 1:** Energi i forandring || En kort beskrivelse af de geopolitiske begivenheder der, gennem de sidste 40 års energihistorie, har haft størst betydning for det energisystem, vi har i dag.

**Kapitel 2:** Den danske energimodel || En analyse af de resultater den danske energisektor har leveret på centrale måleparametre; forsyningsikkerhed, drivhusgasudledning, energiintensitet, andel af vedvarende energi, selvforsyningsgrad og energipriser.

**Kapitel 3:** Energisektorens økonomiske bidrag til samfundet || En analyse af den danske energisektors værdiskabelse, handelsbalance, skattebidrag og beskæftigelse.

**Kapitel 4:** Den danske kompetenceplatform || En kortlægning af de områder hvor den danske energisektor, i samspil med danske energiteknologi- og servicevirksomheder, har opbygget unikke kompetencer og stærke positioner.

**Kapitel 5:** Energi i udvikling || En kort perspektivering af de udfordringer og muligheder den danske energiindustri står over for i de kommende år.

I kapitlerne sondres der mellem "den danske energisektor" og "den danske energiindustri". "Den danske energisektor" dækker over de virksomheder, der står for den danske energiforsyning – dvs. olie-/gasproducenter, el- og varmeproduktionsvirksomheder, transmissions- og distributionsvirksomheder samt handels- og detailvirksomheder inden for el, gas og varme. "Den danske energiindustri" dækker over både den danske energisektor og de danske teknologi- og servicevirksomheder, der leverer og eksporterer energiløsninger. Analyserne i kapitel 2 og 3 vil fokusere på den danske energisektor. Rapporten vil samtidig tegne et billede af den samlede beskæftigelse i hele energiindustrien og af eksporten af energiløsninger.

Igennem rapporten har vi ved sammenligninger med andre lande valgt at se på Sverige, Norge, Tyskland, Storbritannien og Holland foruden et EU-gennemsnit. Dette er lande, som modenhedsmæssigt og økonomisk er sammenlignelige med Danmark.

Rapportens analyser er primært baseret på inputdata fra offentligt tilgængelige kilder: Danmarks Statistik, Energistyrelsen, Energitilsynet, Council of European Regulators, U.S. Energy Information Administration, Enginet.dk, Eurelectric og Eurostat. Derudover er der indsamlet tal fra virksomhedsregnskaber og brancheorganisationer – herunder Dansk Energi og Dansk Industri. Der anvendes som udgangspunkt de senest tilgængelige sammenlignelige data. Undervejs i analysearbejdet har der ligeledes været afholdt interviews med en række aktører inden for de respektive grene af den danske energiindustri med henblik på at holde analyserne op imod indsigt og erfaringer fra markedet.

Thomas G. Arentsen, Partner, Quartz+Co

# INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord . . . . .	. 2
<hr/>	
1. Energi i forandring . . . . .	. 4
1.1 Fra dyb afhængighed af importeret olie til 100% selvforsyning . . . . .	. 4
1.2 Fra kul til vind og biomasse . . . . .	. 6
1.3 Fra monopoler til øget konkurrence . . . . .	. 7
<hr/>	
2. Den danske energimodel . . . . .	. 12
2.1 Danmarks energimodel er i den europæiske top . . . . .	. 12
2.2 En stigende VE-andel og et faldende energiforbrug har sikret en kraftig reduktion i Danmarks høje drivhusgasudledning . . . . .	. 12
2.3 Energisektoren har haft en central rolle i Danmarks energioptimering . . . . .	. 14
2.4 Danmark er i fuld gang med en omstilling fra "sort" til "grøn" energiforsyning . . . . .	. 15
2.5 Den danske forsyningsikkerhed er i top tre i Europa . . . . .	. 17
2.6 Renset for skatter og afgifter har Danmark konkurrencedygtige energipriser . . . . .	. 19
<hr/>	
3. Energisektorens økonomiske bidrag til samfundet . . . . .	. 22
3.1 Energisektoren er en væsentlig bidragsyder til statskassen . . . . .	. 22
3.2 Danmark har, som et af de eneste lande i EU, balance i handlen med energiråvarer . . . . .	. 23
3.3 Arbejdspladserne i energisektoren er fordelt over hele landet . . . . .	. 24
3.4 mens energisektorens økonomiske bidrag til samfundet er faldende, oplever energiteknologi og -servicevirksomhederne kraftig vækst . . . . .	. 26
3.5 Energiindustrien er et af Danmarks største eksporterhverv . . . . .	. 30
<hr/>	
4. Den danske kompetenceplatform . . . . .	. 32
4.1 Olie og gas – Danmark har en betragtelig olie- og gasindustri med stærke kompetencer baseret på viden fra den komplekse danske sokkel . . . . .	. 32
4.2 Vindenergi – Danmark er en førende vindnation og har opbygget en dansk industri med internationale markedslederpositioner . . . . .	. 34
4.3 Fjernvarme – de danske kompetencer inden for fjernvarme og effektiv samproduktion er attraktive eksportvarer . . . . .	. 38
4.4 Energioptimering – Danmark er et af de mest energieffektive lande i verden og har opbygget en lang række teknologiske og kompetencemæssige førerpositioner . . . . .	. 39
4.5 Mulige fremtidige kompetenceplatforme – de danske kompetencer inden for smart grid og bioenergi har et betydeligt potentiale . . . . .	. 41
<hr/>	
5. Energi i udvikling . . . . .	. 46
5.1 Energiindustriens historiske omstilling og betydning for Danmark . . . . .	. 46
5.2. Krav til omstillingens næste fase . . . . .	. 48
5.3. Fremtidens energiindustri. . . . .	. 51

# KAPITEL 1: ENERGI I FORANDRING

*Væsentlige geopolitiske begivenheder – herunder 70'ernes oliekrise, de globale klimaforandringer og liberaliseringen af den europæiske energisektor – har haft afgørende betydning for udviklingen af den danske energisektor.*

Energi står i dag højt på den politiske og økonomiske dagsorden på såvel den hjemlige som den globale arena. I Europa er der primært fokus på den omstilling af energisystemet, der gennem nye investeringer skal være med til at skabe et mere bæredygtigt energisystem. Dette indebærer en lavere CO<sub>2</sub>-udledning samt mindre afhængighed af fossile brændsler<sup>1</sup> baseret på en udbygning af vedvarende energi<sup>2</sup> og en markant højere energieffektivitet.

I 2014 var energidebatten præget af geopolitiske problemstillinger i og omkring Rusland, hvilket har aktualiseret diskussionen om graden af energiafhængighed. Rusland står i dag for forsyningen af ca. 30% af EU's forbrug af naturgas, og en række

1 Fossile brændsler (kulstof og brint) er organisk materiale, der har ligget i jorden i millioner af år og er blevet skabt ved udsættelse for meget højt tryk. Kul, olie og naturgas er fossile brændsler

2 Vedvarende energi er en fællesbetegnelse for energiformer, der ikke har begrænsede reserver, men dog er begrænsede i deres øjeblikkelige forekomst. Vind-, sol-, bølge- og bioenergi er eksempler på vedvarende energikilder. Vedvarende energikilder er modsat fossile brændsler CO<sub>2</sub>-neutrale

kontinentaleuropæiske lande får i dag hovedparten af deres naturgas fra Rusland. I forhold til størstedelen af vores EU-partnere påvirkes Danmark i mindre grad rent forsyningsmæssigt, da den danske energisektor i dag er nettoeksportør af både gas og olie. Situationen var imidlertid en helt anden under oliekriserne i 70'erne.

## 1.1 FRA DYB AFHÆNGIGHED AF IMPORTERET OLIE TIL 100% SELVFORSYNING

Oliekriserne udstillede en dansk energisektor og et samfund præget af dyb afhængighed af importeret energi. Mere end 90% af det samlede energiforbrug blev dækket af olie importeret fra det uroplagede Mellemøsten, og fra starten af 70'erne til slutningen af årtiet seksdobledes olieprisen. Oliekrisen satte både husholdningsøkonomierne og nationaløkonomien under pres. Folketinget indførte blandt andet bilfrie søndage, mindre gadebelysning og en sænkning af fartgrænsen som kortsigtede initiativer for at begrænse forbruget af den dyre, importerede olie.

Afhængigheden af importeret olie var uholdbar, og det drev et kraftigt energipolitisk fokus hen på mulighederne for at indvinde egen olie og gas i den danske del af Nordsøen. Her var efterforskningen efter olie og gas blevet påbegyndt allerede i starten af 60'erne, men der skulle dog gå næsten ti år med større investeringer, før det lykkedes at udvikle de første olieforekomster af væsentlig størrelse. I 1972 blev der for første gang produceret olie fra et dansk oliefelt, og op igennem 70'erne og 80'erne blev efterforskningen kraftigt intensiveret.

Fra midten af 80'erne begyndte afkastet af de tidlige investeringer og mange efterforskningsboringer<sup>3</sup> at vise sig, og i 90'erne voksede olie- og gasproduktionen støt, indtil den toppede i 2005 (se figur 1).

Udviklingen af olie- og gasproduktionen i den danske del af Nordsøen medførte, at Danmark gik fra at importere energi i store mængder til at blive storeeksportør, som det eneste land i EU.

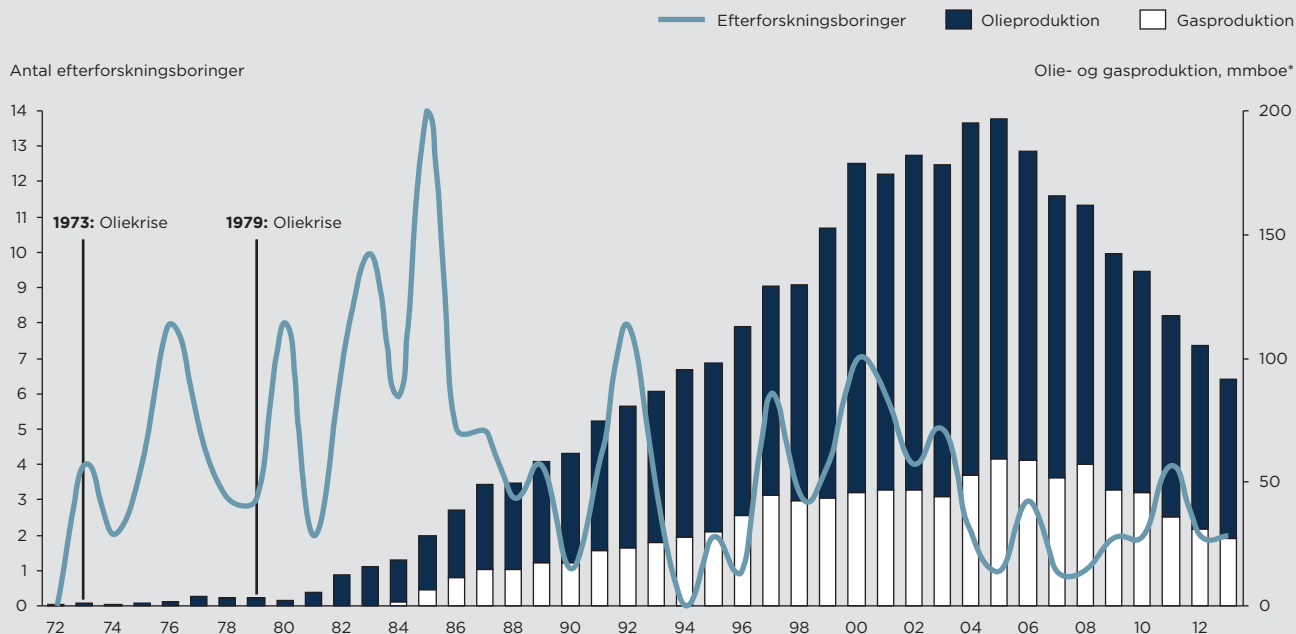
3 Efterforskningsboringer udføres for at undersøge, om en kortlagt struktur indeholder kommercielle forekomster af olie og/eller gas



FIGUR 1

## DEN DANSKE OLIE- OG GASPRODUKTION VOKSEDE MASSIVT OP GENNEM 80'ERNE OG TOPPEDE I 2005 BÅRET AF EN STOR EFTERFORSKNINGSINDSATS, SOM TOG FART I STARTEN AF 70'ERNE

Efterforskningsboringer og olie- og gasproduktion på den danske sokkel (1972-2013)



\* Millioner tønder olieækvivalent

Kilde: Energistyrelsen; Olie Gas Danmark; Quartz+Co-analyse

Fra 1997 til 2012 var Danmark selvforsynende med energi<sup>4</sup>, og siden 1999 har Danmark haft overskud på den internationale handel med energiråvarer – med olieproduktion som den største enkelte bidragsyder. I denne periode bidrog olieproduktionen med DKK 171 mia. til handelsoverskuddet ud af et samlet energihandelsoverskud på DKK 200 mia. (i løbende priser).

Parallelt med den intensiverede jagt efter olie optrappedes indsatsen efter at finde andre brændselsressourcer end olie til produktion af el og varme. Kraftværkerne omkring de store byer brugte før oliekriserne næsten udelukkende olie til at producere strøm, men på få år omstilledes kraftværkerne fra at fyre med olie til at fyre med kul.

<sup>4</sup> Selvforsyningsgraden udtrykker forholdet mellem en nations produktion af primære energikilder og klimakorrigerede bruttoforbrug af primære energikilder. Hvis tallet er over 100%, kan vi siges at være selvforsynende med energi

Det reducerede olieforbruget i kraftværkerne med 97% fra 1972 til 2012.

Derudover blev der igangsat en bred indsats for at reducere energiforbruget. Fjernvarmen blev udbygget for at reducere olieforbruget i den individuelle opvarmning af danske husstande, og i den forbindelse blev kraftværkerne – som et af de mest markante tiltag i indsatsen – bygget om til både at producere el og varme. Samtidig blev der i løbet af 80'erne bygget et landsomspændende naturgasnet med knap 20.000 km stål- og plastrør for at konvertere danske husstande og virksomheders varmforsyning fra olie til naturgas. I dag får ca. 400.000 danske husstande og en fjerdedel af alle virksomheder varme fra naturgas.

Den stigende olie- og gasproduktion i Nordsøen, et reduceret energiforbrug og et mere diversificeret energimiks har ændret Danmarks forsynings-situation markant.

## 1.2 FRA KUL TIL VIND OG BIOMASSE

Ca. 30 år efter oliekrisen indtraf den næste store geopolitiske begivenhed, som skulle få en gennemgribende effekt på energisektoren. Den stigende bevidsthed om de globale klimaudfordringer betød, at nedbringelse af CO<sub>2</sub>-udledningen blev førsteprioritet på den energipolitiske dagsorden.

Selvom klimaet havde været på agendaen siden slutningen af 80'erne, var det først i midten af 00'erne, at man for alvor begyndte at omsætte det til handling i Europa. I 2008 vedtog man i Europa 20-20-20-pakken for de europæiske lande, som betyder en reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningen med 20% frem mod 2020, 20% vedvarende energi i energiforsyningen og energibesparelser på 20%.

De ambitiøse mål blev omsat til nationale mål for hvert medlemsland. Den danske regering satte imidlertid nogle endnu mere ambitiøse mål for

2020 - herunder en CO<sub>2</sub>-reduktion på 40% og at vind skal udgøre halvdelen af elproduktionen.

Som i andre dele af samfundet reagerede store dele af energisektoren med skepsis på, at udledning af CO<sub>2</sub> skulle føre til klimaændringer. De højeffektive kulfyrede kraftværker var en af hjørnestenene i den danske energisektor og havde siden slutningen af 70'erne været set som løsningen på at reducere olieafhængigheden. Alligevel voksede erkendelsen i energisektoren af, at der var behov for forandring.

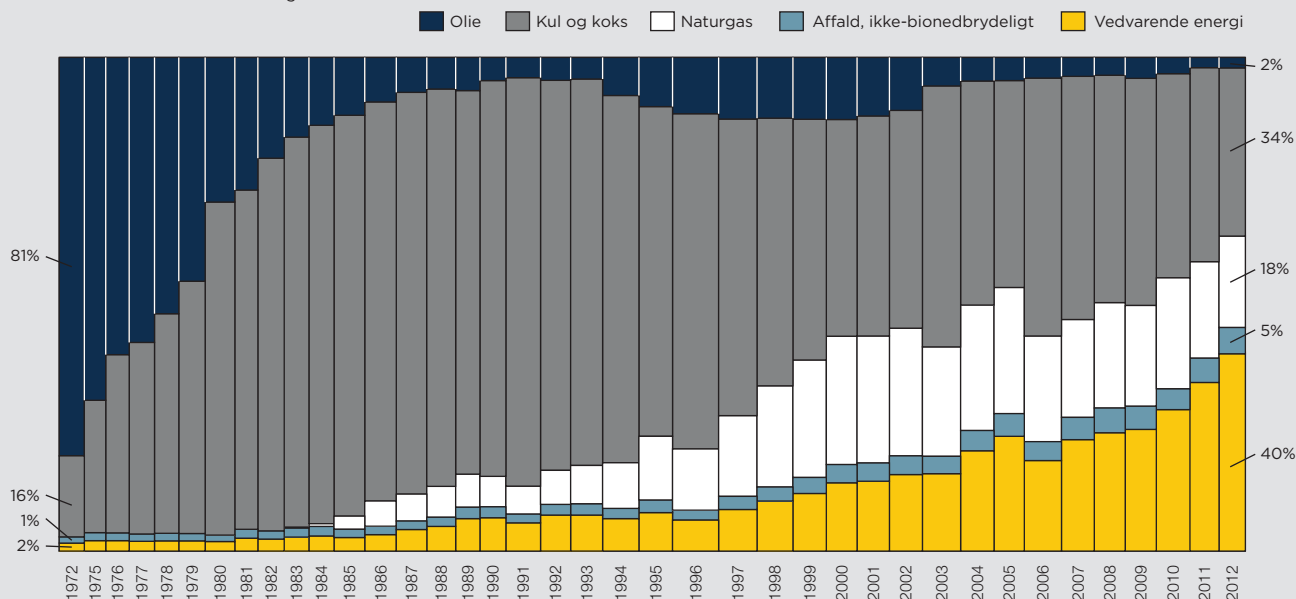
Vind er en vedvarende og fri ressource, som allerede fra 70'erne blev udnyttet flere steder i Danmark i et forsøg på at producere lokal energi. Den udvikling blev intensiveret, og gennem de næste 20 år udvikledes elproduktionen fra landvindmøller markant. Fra 1977 til 2000 blev der sat ca. 8.000 landvindmøller op rundt om i Danmark. Sideløbende voksede der en ny

FIGUR 2

## BRÆNDSLSFORBRUGET I EL- OG VARMEPRODUKTIONEN HAR SIDEN SLUTNINGEN AF 70'ERNE BEVÆGET SIG VÆK FRA FOSSILE BRÆNDSLER MOD EN STIGENDE ANDEL AF VEDVARENDE ENERGI, SOM I 2012 UDGJORDE 40%

### Årligt brændselsforbrug i el- og varmeproduktion\*

Procent af samlet brændselsforbrug



Note: Energistyrelsen har ingen opgørelse over brændselsforbruget i 1973-1974

\* El- og varmeproduktion er lagt sammen ud fra "Energistatistik 2012"

Kilde: Energistyrelsens udgivelse "Energistatistik 2012"; Energistyrelsens hjemmeside; Quartz+Co-analyse

vindindustri frem med en stærk forankring i Jylland.

Danmarks udnyttelse af vind som energiressource tog yderligere fart, da Danmark begyndte at eksperimentere med vindmøller på havet. Udviklingen inden for offshore-vind var i høj grad drevet dels af udfordringen med at få lokal accept af vindmøller på land og dels af de markant større vindressourcer på havet. I 2002 opførtes, hvad der dengang var verdens største havvindmøllepark, Horns Rev I ca. 14 km vest for Blåvandshuk. I dag dækker Horns Rev I ca. 2% af det danske elforbrug, og ca. 40% af Danmarks elproduktion var i første halvår af 2014 baseret på vind.

På de danske kraftværker eksperimenterede man ligeledes med at udskifte kul med biomasse<sup>5</sup> som brændsel. I begyndelsen var der især fokus på halm, som enten kunne samfyres med kul i de store kraftværker eller afbrændes i særlige halmkedler. Senere kom der fokus på andre former for biomasse såsom træpiller og træflis. Træpiller er især attraktive, da de fuldt ud kan erstatte kullene på de store kraftværker. I 1994 var 1,2% af elproduktionen baseret på biomasse, mens biomassen i 2012 udgjorde 13% af elproduktionen. Den stigende brug af biomasse og udfasningen af en række kulfyrede kraftværker har betydet, at det danske kulforbrug fra 2006 til 2012 er blevet mere end halveret, og med de forestående konverteringer af en række af de store kraftværker til biomasse vil denne udvikling fortsætte.

Den stigende brug af vindkraft og biomasse i el- og varmeproduktion betyder, at den danske energisektor er i fuld gang med at omstille dansk energi fra sort til grøn (se figur 2). Fra 1994 til 2012 fordoblede energisektoren andelen af vedvarende energi i varmeproduktionen og ottefoldede andelen af vedvarende energi i elproduktionen.

### 1.3 FRA MONOPOLER TIL ØGET KONKURRENCE

Overalt i Europa er energisektoren op gennem det 20. århundrede vokset frem som en monopolaktivitet primært med offentligt ejerskab. Baseret på

<sup>5</sup> Biomasse er al slags biologisk (organisk) materiale fra planter og dyr og omfatter bl.a. affalds- og biprodukter fra land- og skovbrug som fx halm, gylle og træflis

erfaringer fra andre sektorer har energisektoren siden midten af 90'erne gennemgået en liberalisering med henblik på at give forbrugerne et frit valg af leverandør, hvilket blandt andet skulle nedbringe forbrugerpriserne. Derudover har det været hensigten at indføre en stigende grad af privat ejerskab i sektoren.

Før liberaliseringen var energisektoren drevet ud fra et "hvile-i-sig-selv"-princip, og Danmark var opdelt i en række elforsyningsområder, hvor hvert område havde sit eget energiselskab med monopol på at producere og levere el.

Med den første liberaliseringsbølge blev produktionsselskaberne udsat for fri konkurrence og kæmpede om, hvem der kunne levere den billigste el på de bedste vilkår. I første omgang til de største elforbrugere og handelsselskaber. "Hvile-i-sig-selv"-princippet blev ophævet, og energiselskabernes rolle skiftede fra at være prisdikterende til at være pristagere inden for rammerne af udbud og efterspørgsel. Konkurrencen på elproduktion blev yderligere skærpet, da Danmark i 1999 trådte ind i Nord Pool Spot – den nordiske børss for handel med el, hvor prisfastsættelsen på el sker ud fra udbud og efterspørgsel fra time til time – og som udover Danmark i dag tæller Sverige, Norge og Finland samt de baltiske lande.

Der blev også igangsat en strukturel ændring i ejerskabet af såvel kraftværker som transmissions- og distributionsinfrastrukturen. Før liberaliseringen lå ansvaret for kraftværkerne og de store net hos to selskaber i hhv. Østdanmark (Elkraft) og Vestdanmark (Elsam). De to selskaber var ejet af netselskaber<sup>6</sup>, der var enten kommunalt eller forbrugerejede. Netselskaberne ejede også de lokale distributionsnet<sup>7</sup>, der forsynede de danske forbrugere med el.

Liberaliseringen betød imidlertid, at et selskab, der producerede el, ikke samtidig måtte eje og drive transmissionsinfrastrukturen. Ansvaret for de store net, der forbinder de enkelte landsdele og Danmark med nabolandene Norge, Sverige og

<sup>6</sup> Netselskaber er lokale monopoler, som ejer og driver eldistributionsnettet inden for deres eget, lokale forsyningsområde

<sup>7</sup> Distributionsnettet er energisystemets "biveje", dvs. den del af systemet, som overfører energien det sidste stykke hen til slutkunden. Her er tale om elforbindelser på under 132 kV. Eldistributionsnettet ejes og drives af netselskaber

Tyskland, blev derfor udskilt i selvstændige selskaber, og i 2005 samledes disse i et statsligt ejet transmissionsselskab, Energinet.dk, som drives ud fra "hvile-i-sig-selv"-princippet. Med den konkurrenceudsatte elproduktion og de deraf følgende større risici valgte mange at de hidtidige kommunale ejere og andelsejere også at frasælge deres ejerandel i kraftværkerne. For en række kommuner – bl.a. i hovedstadsområdet – omfattede frasalget også de kommunalt ejede forsyningselskaber, der drev energisalg og distributionsinfrastruktur.

De ændrede ejerforhold i produktions- og distributionsleddet førte til en gradvis konsolidering af sektoren. I 1995 var der i alt 214 lokale

produktions- og forsyningselskaber, hvoraf 48 var kommunale selskaber, 62 var andelsejede selskaber og resten var organiseret som IS, fond eller lignende. Ved udgangen af 2013 var der i alt 70 netselskaber – herunder 12 med kommunalt ejerskab, 49 med andelsejerskab og et selskab organiseret som aktieselskab. Gasdistributionen, som blev opbygget i løbet af 80'erne, var fra begyndelsen koncentreret i fem regionale selskaber, som i dag er blevet til tre.

Derudover blev det i hhv. 2003 og 2004 muligt for alle kunder frit at vælge, hvem de ville købe el og gas af. Net- og distributionselskaberne, der er naturlige monopoler uden konkurrerende infrastruktur i eget forsyningsområde, måtte som

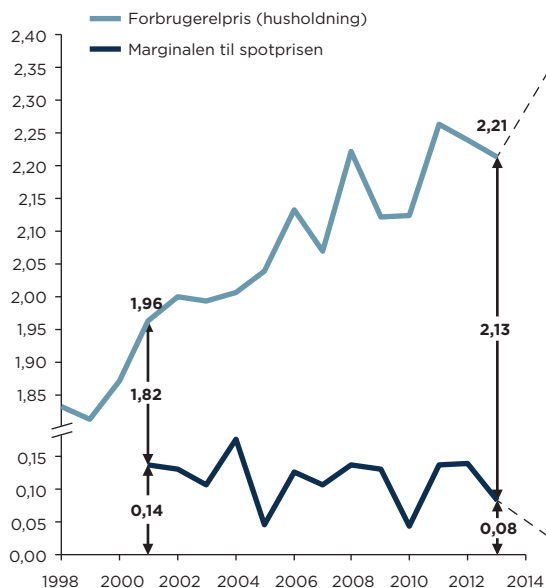
FIGUR 3

## ELPRISEN FOR HUSHOLDNINGERNE ER STEGET SIDEN 1998, MENS MARGINALEN TIL SPOTPRISEN HAR VÆRET STABIL TIL FALDENDE I SAMME PERIODE

### Udviklingen i husholdningernes elpriser

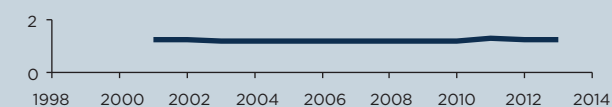
Husholdningernes elpris sammenholdt med marginalen til spotprisen\*

Kroner pr. kWh, 2013-priser



#### Skatter og afgifter

Kroner pr. kWh, 2013-priser



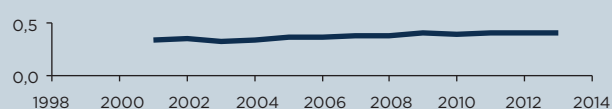
#### PSO

Kroner pr. kWh, 2013-priser



#### Netværksomkostninger\*\*

Kroner pr. kWh, 2013-priser



#### Gennemsnitlig spotpris i DK1 og DK2\*\*\*

Kroner pr. kWh, 2013-priser



Note: Inflation er korrigeret med forbrugerprisindekset

\* Marginalen til spotprisen er beregnet som kommerciel el (forsyningspligt) + abonnement (forsyningspligt) + prioriteret el – gns. spotpris i DK1 og DK2.

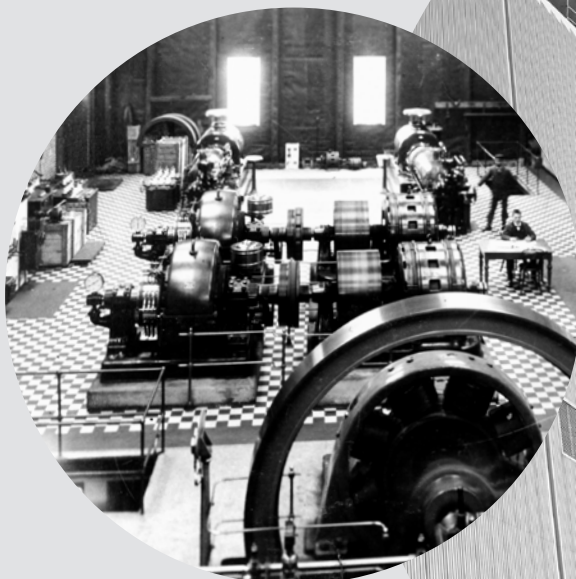
Danmark er delt i to prisområder. DK1 er det jysk/fynske prisområde og DK2 er det sjællandske prisområde

\*\* Netværksomkostninger består af lokal nettarif, netabonnement, overliggende net samt net- og systemtarif

\*\*\* Spotprisen er regnet som et gennemsnit mellem DK1 og DK2

Kilde: Nord Pool Spot; Danmarks Statistik; EA Energianalyse; Energitilsynet; Dansk Energi; Quartz+Co-analyse





følge af EU-reguleringen ikke også sælge el og gas til kunderne. De måtte derfor oprette separate handelsselskaber, som var organisatorisk adskilt fra net- og distributionsdelen.

Liberaliseringen af energisektoren har således medført en gradvis strukturtilpasning samt løbende effektiviseringer og produktivetsforbedringer. Ser man på marginalen til spotprisen<sup>8</sup>, der indeholder den konkurrenceudsatte del af prisen, som energiselskaberne har indflydelse på, har den været stabil til let faldende fra 2001 til 2013 (se figur 3). Liberaliseringen har imidlertid ikke ført til lavere elpriser for forbrugerne. Opgjort i faste priser er elprisen steget med 13% for husholdninger, mens den for mindre og mere energiintensive virksomheder er steget med hhv. 11% og 1% i perioden 2005-2013<sup>9</sup>. Denne udvikling har primært været

drevet af tre faktorer: 1) indførelsen af en PSO-afgift (Public Service Obligation)<sup>10</sup> der primært finansierer udbygningen af vedvarende energi i Danmark, 2) stigende nettatariffer som følge af en øget energieffektiviseringsindsats og et landsdækkende kabellægningsprojekt som Folketinget besluttede at igangsætte i år 2000 med henblik på at øge forsyningssikkerheden efter stormen i 1999 og 3) en stigende spotpris på el da effekten af den øgede konkurrence ikke har kunnet opveje effekten af endnu større stigninger i råvarepriser.

8 Marginalen til spotprisen er beregnet som kommerciel el (forsyningspligt) + abonnement (forsyningspligt) + prioriteret el – gns. spotpris i DK1 og DK2. Danmark er delt i to prisområder. DK1 er det jysk/fynske prisområde og DK2 er det sjællandske prisområde

9 Der findes ikke pålidelige data tilbage til 2001 for virksomheder. Mindre energiintensive virksomheder er opgjort i henhold til Energitilsynets definition som havende et årsforbrug på 100.000 kWh, og mere energiintensive virksomheder som havende et årsforbrug på 50.000 MWh

10 Public Service Obligation (PSO-tariffen) er en afgift, som opkræves via elregningen og benyttes til at afholde omkostningerne til den grønne omstilling – herunder støtte til produktion af vedvarende energi, decentral kraftvarme samt forskning og udvikling i miljøvenlig energiproduktion

**70'ernes oliekrise, reaktionen på de globale klimaforandringer og liberaliseringen af energisektoren** er nogle af de mest afgørende begivenheder i de seneste 40 års omstilling. Drevet af politisk beslutningskraft kombineret med energisektorens evne til at tilpasse sig og udnytte nye situationer, har disse begivenheder medført en gennemgribende forandring af sektorens struktur og energimiksl.

Denne udvikling betyder også, at energisektoren i dag er en af de mest kapitaltunge sektorer i Danmark med anlægsaktiver til en værdi af DKK 274 mia. (2012). I de sidste 20 år har den løbende fornyelse af sektorens kapitalapparat krævet gennemsnitlige investeringer på over DKK 15 mia. årligt, hvor de beslutninger, der hvert år træffes, har en rækkevidde på mange årtier og dermed kommer til at præge det energisystem, der skal

forsyne kommende generationer med energi (se figur 4).

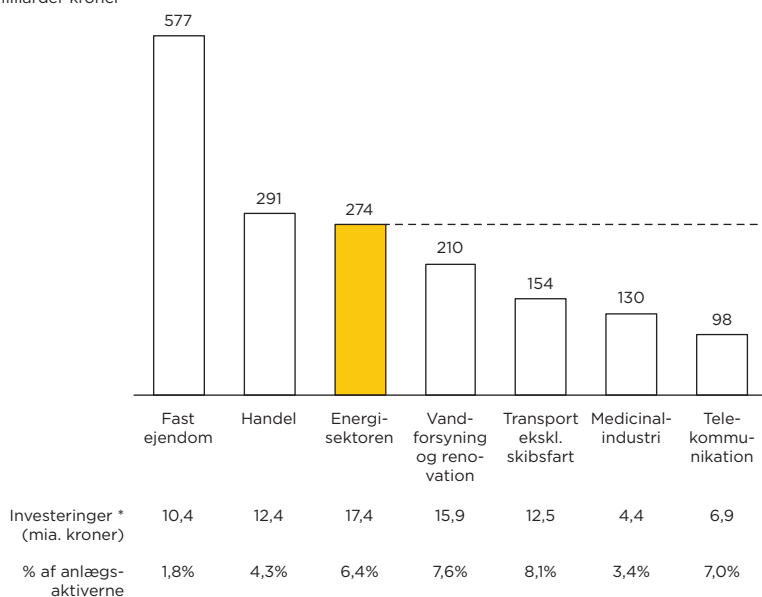
Udover at energisektoren er et væsentligt aktiv, er et velfungerende energisystem også noget, det danske samfund er dybt afhængigt af. Det er derfor centralt at vurdere et energisystems resultater på de parametre, der har størst samfundsmæssig betydning. I kapitel 2 vil rapporten kortlægge, hvordan det danske energisystem klarer sig i en europæisk sammenligning. Analysen vil fokusere på den danske drivhusgasudledning, forsyningssikkerhed, energiintensitet, andel af vedvarende energi samt energipriserne. Kapitel 3 vil beskrive sektorens økonomiske bidrag til samfundet, mens kapitel 4 beskriver de industrielle kompetenceplatforme, som er opstået i kølvandet på den danske energisektors udvikling. I kapitel 5 diskuteres de udfordringer og muligheder, den danske energiindustri står over for i de kommende år.

FIGUR 4

## ENERGISEKTORENS ANLÆGSAKTIVER UDgjORDE I 2012 DKK 274 MIA., OG DER BLEV INVESTERET CA. DKK 17 MIA. I SEKTOREN

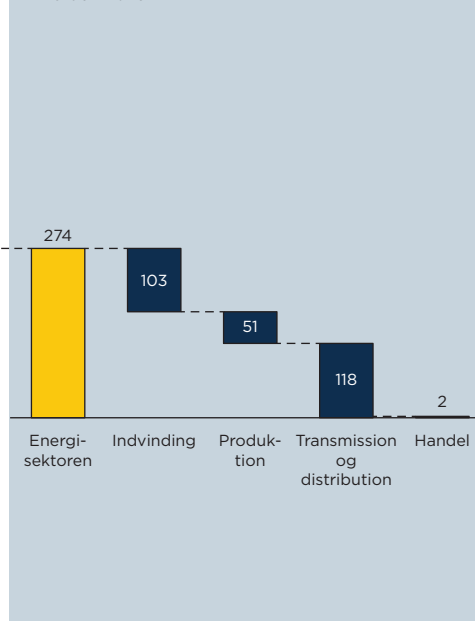
### Anlægsaktiver og investeringer i energisektoren sammenlignet med andre sektorer, 2012

Milliarder kroner



### Energisektorens anlægsaktiver, 2012

Milliarder kroner



Note: Baseret på en Quartz+Co-regnskabsanalyse af energisektorens virksomheder. 687 virksomheder indgår i analysen, hvor der er indhentet fuldstændige regnskaber for 113 store selskaber. Der er ekstrapoleret tal for en gruppe af 178 små selskaber på baggrund af offentligt tilgængelige regnskaber, og der er indhentet et samlet aggregeret tal for 396 selskaber i distributionsleddet fra Danmarks Statistik

\* For energisektoren anvendes den tilnærmede energisektors investeringer som oplyst i RNAT14N. Anlægsaktiver for andre sektorer samt investeringstal kommer direkte fra GF2 med udgangspunkt i virksomhedernes hovedbrancher

Kilde: Danmarks Statistik (GF2, RNAT14N); Bisnode; Quartz+Co-analyse



# KAPITEL 2: DEN DANSKE ENERGIMODEL

Danmark har skabt et energisystem i europæisk topklasse. Vi er et af de lande, der er nået længst med den grønne omstilling, energiintensiteten er lav, og forsyningssikkerheden er høj. Samtidig er energipriserne lave (renset for skatter og afgifter) set i forhold til de lande, vi normalt sammenligner os med.

## 2.1 DANMARKS ENERGIMODEL ER I DEN EUROPÆISKE TOP

Danmark har sat meget ambitiøse mål for at reducere energisektorens klimapåvirkning ved at øge andelen af vedvarende energikilder og forbedre energieffektiviteten. Som energiforbrugere forventer vi samtidig en stabil forsyning af energi til en konkurrencedygtig pris.

Det danske energisystems samfundsmæssige målopfyldelse kan således måles og sammenlignes på følgende centrale parametre: 1) andel

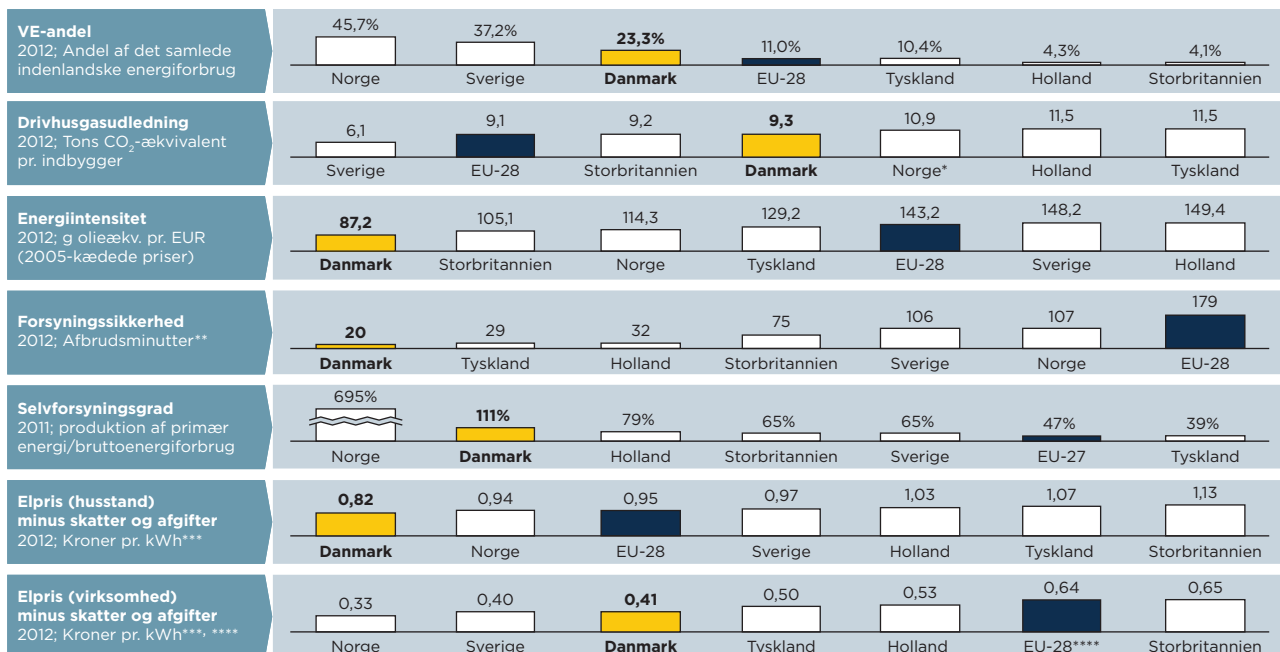
vedvarende energi (VE) i systemet, 2) drivhusgasudledning, 3) energiintensitet, 4) forsyningssikkerhed, 5) selvforsyningsgrad og 6) energipriser minus skatter og afgifter. På alle parametre, med undtagelse af drivhusgasudledningen, ligger Danmark bedre end EU-gennemsnittet. Danmark ligger samtidig i top tre på alle parametre blandt de lande, vi normalt sammenligner os med (se figur 5).

## 2.2 EN STIGENDE VE-ANDEL OG ET FALDENDE ENERGIFORBRUG HAR SIKRET EN KRAFTIG REDUKTION I DANMARKS HØJE DRIVHUSGASUDLEDNING

Danmark har siden 70'erne været blandt de absolut rigeste lande i verden målt på BNP pr. indbygger. Velstanden har givet en høj levestandard, som medfører et højt energiforbrug. Sammenholdt med en stor transportsektor og en energiforsyning, der primært har været baseret på fossile brændsler, har

FIGUR 5

### DET DANSKE ENERGISYSTEM LIGGER I DEN EUROPÆISKE TOP OG PRÆSTERER BEDRE END EU-GENNEMSNITTET PÅ DE FLESTE VÆSENTLIGE PARAMETRE



\* For Norge anvendes 2011-data for drivhusgasudledning, da disse er de senest tilgængelige

\*\* Kroatien er ikke inkluderet. 2012-data er ikke tilgængelige for Bulgarien, Grækenland, Irland, Letland og Spanien. Norge, Finland, Malta, Slovenien og Østrig anvender en anderledes opgørelsesmetode

\*\*\* Opgjort som rå elpris plus netomkostninger (transmission og distribution) minus skatter og afgifter

\*\*\*\* Renset for skatter og afgifter, men ikke fuldstændig for PSO, da disse data ikke er tilgængelige for visse lande (for 20-70 GWh)

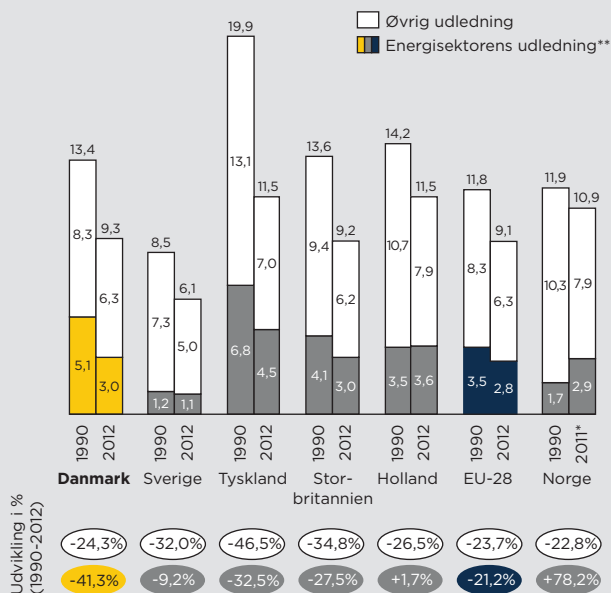
Kilde: Eurostat; Eurolectric; Council of European Energy Regulators; Energitilsynet; Quartz+Co-analyse

FIGUR 6

## ENERGISEKTOREN HAR HAFT EN CENTRAL ROLLE I NEDBRINGELSEN AF DANMARKS DRIVHUSGASUDLEDNING - UDLEDNINGEN KOMMER DOG FRA ET HØJT NIVEAU OG LIGGER STADIG OVER EU-GENNEMSNITTET

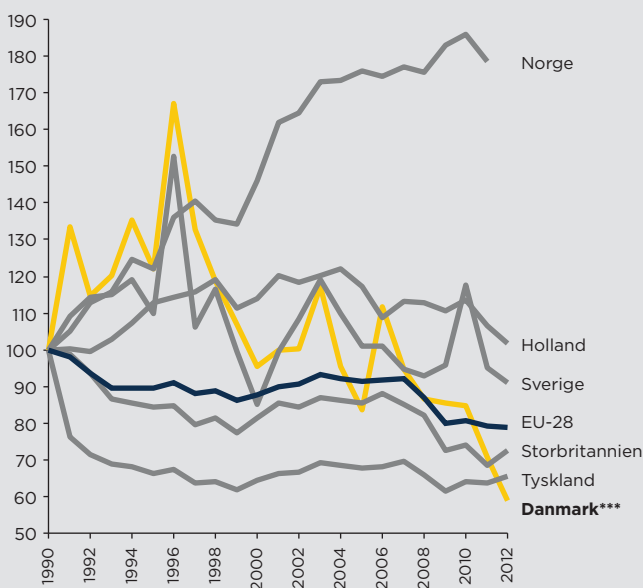
### Drivhusgasudledning pr. indbygger i udvalgte lande

Tons CO<sub>2</sub>-ækvivalent, 1990 hhv. 2012



### Udvikling i energisektorens drivhusgasudledning pr. capita\*\*\*

Indeks, år 1990 = 100



\* Nyeste opgørelsesår for Norge er 2011

\*\* Energisektoren er af Eurostat defineret som fremstilling og raffinering af energikilder samt el- og varmeproduktion

\*\*\* Energisektorens drivhusgasudledning er følsom over for eksport/import af energi. Nettoimporteres der eksempelvis energi, vil energisektorens drivhusgasudledning alt andet lige være mindre, hvilket dog ikke indikerer en renere produktion. Problematikken opstår særligt for små lande med gode elforbindelser - eksempelvis Danmark

Kilde: Energistyrelsen; Eurostat; Quartz+Co-analyse

det gjort Danmark til et af de lande i EU, der har udledt mest drivhusgas<sup>11</sup> pr. indbygger.

I 90'erne toppede den danske drivhusgasudledning pr. indbygger som kulmination på mange års stigning i det danske forbrug af kul, som energisektoren i stigende grad anvendte som brændsel i stedet for olie. Da kul har et højt CO<sub>2</sub>-indhold, stod energisektoren for ca. 40% af den samlede danske drivhusgasudledning og havde en udledning i forhold til antallet af indbyggere, som var blandt de absolut højeste i Europa - knap 50% over gennemsnittet for EU-28.

Mens vi i Danmark brugte kul som brændsel til at producere energi, havde både Norge og Sverige

allerede dengang store mængder vedvarende energi i deres energisystem i form af vandkraft - hhv. 53% i Norge og 24% i Sverige. Danmarks VE-andel var kun på knap 6% og dermed en væsentlig årsag til den høje CO<sub>2</sub>-udledning (se figur 6).

Sidenhen har den danske energisektor formået at nedbringe drivhusgasudledningen pr. indbygger som kun få andre, og mere end andre energisektorer i de lande vi normalt sammenligner os med. Fra 1990 til 2012 reduceredes udledningen fra energisektoren i Danmark med mere end 40%, hvilket er ca. dobbelt så meget som EU-28. Det tager imidlertid lang tid at omstille et kapitalintensivt energisystem, og derfor var Danmarks drivhusgasudledning pr. indbygger i 2012 stadig over EU-28-gennemsnittet, men dog lavere end i lande som Tyskland, Holland og Norge.

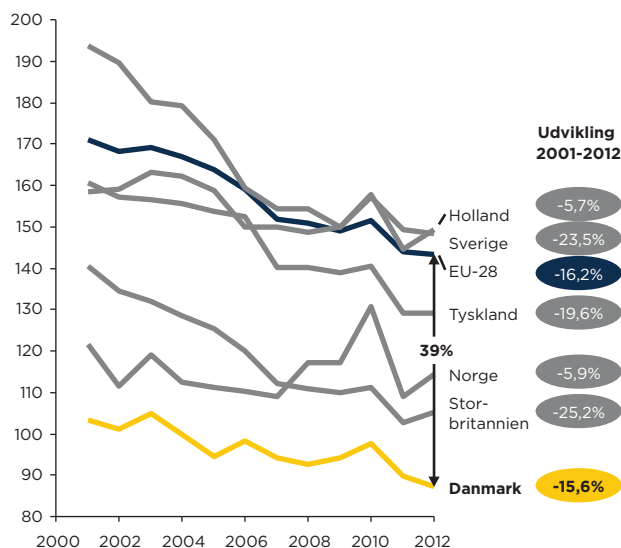
<sup>11</sup> Drivhusgasser er gasser, der lader solens stråler passere ind i atmosfæren men begrænser varmestrålingen ud af atmosfæren og dermed medvirker til global opvarmning. De udledes bl.a. i forbindelse med forbrænding af fossile brændstoffer. Den primære drivhusgas er CO<sub>2</sub>

FIGUR 7

## DANMARK ER ET AF EUROPAS ABSOLUT MEST ENERGIEFFEKTIVE LANDE, MED EN GODT 40% LAVERE ENERGIINTENSITET END EU-GENNEMSNITTET, SÆRLIGT DREVET AF INDUSTRIEN

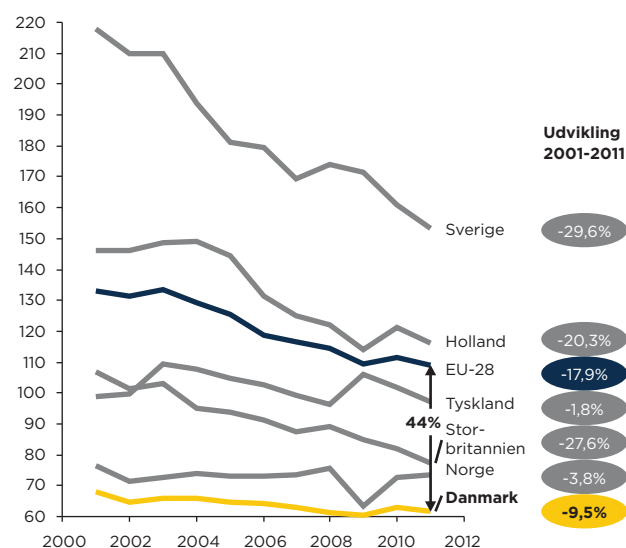
### Energiintensitet\* (hele økonomien)

Kg olieækvivalent pr. EUR1000 (2005-kædede priser)



### Industriens energiintensitet\*\*

Kg olieækvivalent pr. EUR1000 (2005-priser)



\* Energiintensitet = Energiforbrug/BNP

\*\* Industriens energiintensitet = Energiforbrug/bruttoværditilvækst. For industrien anvendes tal fra Odyssee med udgangspunkt i tabellerne "Final consumption of industry" og "Value added of industry at exchange rate (Euro)"

Kilde: Eurostat; Odyssee (<http://www.odyssee-mure.eu/>); Quartz+Co-analyse

At drivhusgasudledningen fra den danske energi-sektor er faldet markant fra 1990 til 2012 skyldes i hovedtræk to faktorer – nemlig 1) et faldende energiforbrug (afsnit 2.3) og 2) omlægningen af den danske energiproduktion til mere VE (afsnit 2.4).

### 2.3 ENERGISEKTOREN HAR HAFT EN CENTRAL ROLLE I DANMARKS ENERGI OPTIMERING

Danmark har siden starten af 90'erne reduceret sit energiforbrug set i forhold til BNP med mere end 30% (energiintensitet). Det betyder, at vi bruger 30% mindre energi på at skabe det samme BNP. I 2012 var Danmark det næstmindst energiintensive land i EU. Kun Irland havde en lavere energiintensitet<sup>12</sup>.

Danmarks lave energiintensitet kan – udover den danske energi- og afgiftspolitik – tilskrives omlægningen til øget samproduktion af el og varme, og at den danske energiindustri siden begyndelsen af 90'erne har haft en aktiv rolle i at hjælpe danske forbrugere med at spare på energien.

Danmarks forspring inden for energioptimering er dog blevet indsnævret over de seneste ti år (se figur 7). Faldet i Danmarks energiintensitet fra 2001 til 2012 var på 15,6%, hvilket er 0,6 procentpoint mindre end for EU-28. At forspringet er blevet mindre skyldes dels, en "indhentningseffekt", som opstår, når en energieffektiv teknologi spredes globalt fra energieffektive til mindre energieffektive lande, og dels at vi i Danmark efterhånden har plukket de "lavthængende frugter" inden for energioptimering. Således bliver det stadig sværere at opnå yderligere effektivitetsforbedringer<sup>13</sup>.

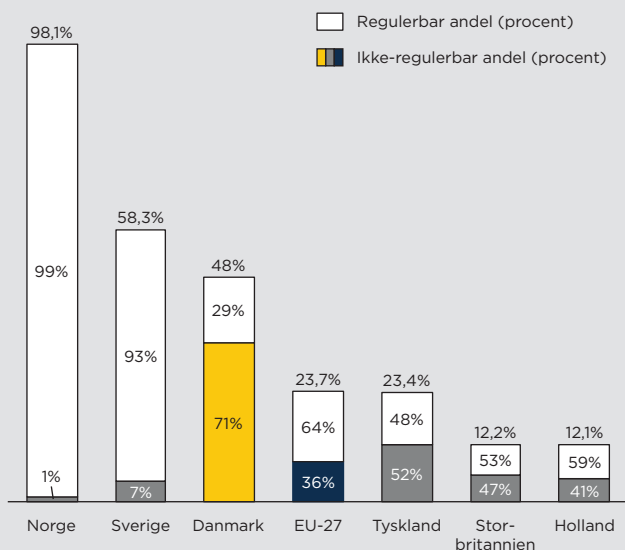
<sup>12</sup> I sammenligning af energiintensitet på tværs af lande påvirkes udfaldet dels af industriens samlede størrelse i det enkelte land (da industrien er relativt energiintensiv) og dels af strukturforskelle i sammensætningen af industrien (da der er store forskelle i enkeltindustriens energiintensitet)

<sup>13</sup> Energisparsindsatsen har fokuseret på de største forbrugere og har derfor været særligt rettet mod industrivirksomhederne. Betragtes industrien isoleret, er de danske industrivirksomheders energiintensitet 44% lavere end EU-gennemsnittet for industrivirksomheder, og den danske industris lave energiintensitet er således en væsentlig årsag til Danmarks placering

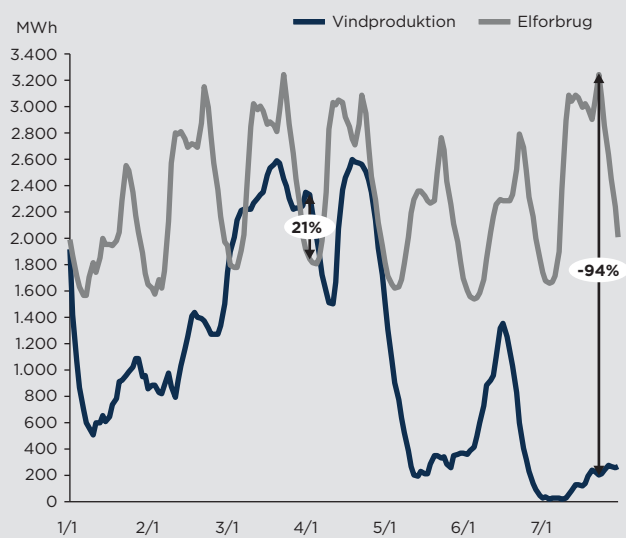
FIGUR 8

## DANMARK HAR EN VE-ANDEL I ELPRODUKTIONEN MARKANT OVER EU-GENNEMSNITTET, SAMTIDIG MED AT VE-ANDELEN ER PRÆGET AF EN HØJERE KOMPLEKSITET GRUNDET EN BETYDELIG HØJERE ANDEL, SOM ER IKKE-REGULERBAR

Sammenligning af VE-andel i elproduktion (2012)



Samlet dansk vindproduktion sammenholdt med elforbrug i Vestdanmark time for time (en uge i januar 2013)



Note: Regulerbar VE inkluderer: Vandkraft og biomasse. Ikke-regulerbar VE: Solenergi, vindenergi, geotermi og bølgeenergi  
 Kilde: Energistyrelsen; Observ'ER, EDF, Fondation Énergies pour le Monde; Energinet.dk; Quartz+Co-analyse

Derfor er indhentningseffekten også særligt udtalt inden for industrien, hvor faldet i energiintensitet fra 2001 til 2011 kun var omtrent halvt så stort som for industrigennemsnittet i EU-28.

### 2.4 DANMARK ER I FULD GANG MED EN OMSTILLING FRA "SORT" TIL "GRØN" ENERGIFORSYNING

Siden 1990 er vedvarende energikilder gået fra at dække knap 6% af det samlede danske energiforbrug til at dække godt 23% i 2012. Denne markante forøgelse har primært været drevet af stigende mængder vindenergi i den danske elforsyning. Godt 40% af det danske elforbrug var i første halvår af 2014 dækket af vindenergi, og i januar 2014 satte den danske vindproduktion ny rekord med en gennemsnitlig dækning af godt 60% af månedens samlede elforbrug.

Den øgede VE-andel betyder, at Danmark i dag er nummer fem i EU målt på andelen af vedvarende

energi i det samlede indenlandske energiforbrug<sup>14</sup> – kun overgået af Finland, Sverige, Østrig og Letland, som alle har naturlige vandkraft- og biomasse-ressourcer, der er kendetegnet ved nemt at kunne reguleres<sup>15</sup>. I manglen på sådanne naturgivne ressourceforekomster har Danmark således været meget fokuseret på udnyttelsen af vind. I 2012 var Danmark det land i EU, der havde den absolut højeste andel vindenergi i elforsyningen (se figur 8).

Vindkraft kan ikke kontrolleres på samme måde som vandkraft og almindelige kraftværker og er med sine store udsving en udfordring at inkorporere i energisystemet. Udfordringen tydeliggøres ved en sammenligning af vindproduktions- og elforbrugsprofilen. I hele 2013 dækkede produktionen fra vind måned for måned mellem 21% og 55% af det samlede elforbrug. Ser man alene på en enkelt

<sup>14</sup> Betragtes atomkraft som vedvarende energi, ligger flere lande bedre placeret end Danmark

<sup>15</sup> VE-kilder kan generelt set inddeles i kilder, som kan reguleres (vandkraft og biomasse), og kilder, som ikke kan reguleres (sol-, bølge-, vindenergi og geotermi)

uge, bliver udsvingene endnu tydeligere. I den første uge af januar 2013 bevægede produktionen sig fra kun at dække 6% af elforbruget til at dække 121%. De store udsving nødvendiggør termisk kapacitet (regulerbar) til at supplere vindproduktionen.

Den nye vindkapacitet kan således ikke erstatte termisk kapacitet én til én, hvorfor den stigende mængde vind i systemet øger den samlede produktionskapacitet. Når vinden blæser, kan vindmøllerne producere billigere end traditionelle kraftværker, da marginalomkostningerne er stort set nul. Det har betydet, at en del af den termiske kraftværkskapacitet ikke længere har været konkurrencedygtig og har måttet tages ud af markedet.

I omstillingen til mere vedvarende energi er udlandsforbindelserne kommet til at spille en stadig større rolle for det danske elsystem. Forbindelserne sikrer, at der både kan importeres el, når den indenlandske vindproduktion er begrænset, og at elproduktion fra vindmøller og termiske værker kan eksporteres, når vindproduktionen er høj.

Den første udlandsforbindelse blev etableret til Sverige i 1914. Siden da er kapaciteten blevet udbygget markant med flere forbindelser til både Sverige, Norge og Tyskland, og den udgør i dag 5 GW i import og 6 GW i eksport. Det danske elsystem er således koblet tæt sammen med de omkringliggende lande, hvor energisystemerne supplerer hinanden i forhold til at opnå en stabil og velfungerende forsyning.

At være en del af et velfungerende internationalt elmarked bidrager til at balancere det danske energisystem, da det skaber handelsgevinster på tværs af markederne og udvider markedet for de danske aktører. Med en faldende dansk kraftværkskapacitet er betydningen af importkapaciteten fra de omkringliggende lande øget. Udbygningen af forbindelsen til Norge og etablering af en forbindelse til Holland vil yderligere forøge Danmarks kapacitet på udlandsforbindelser til lande med en forventet fremtidig positiv effektbalance<sup>16</sup>. Det vil medvirke til at sikre Danmarks forsyningsikkerhed og styrke markedets grundlag for de danske kraftværker.

Hvis Danmark kunne være sikker på at være forsynet med en mængde el via udlandsforbindelserne, der til enhver tid modsvarer efterspørgslen, så ville vi teknisk set kunne nøjes med en elproduktion bestående af vindmøller og udlandsforbindelser. Det forudsætter imidlertid, at der også er ledig kraftværkskapacitet i vores nabolande, når der er behov for det i Danmark. Derfor må forsyningsikkerhed ses i et regionalt perspektiv, der fordrer, at der samlet set er tilstrækkelig fleksibel elproduktion til at bakke op, når vinden ikke blæser. Dette kræver koordinering på tværs af landegrænser.

Derfor er det en udfordring, når der ikke er fuld rådighed på alle udlandsforbindelser. I første halvår af 2013 var der til eksempel kun 62% af import- og 34% af eksportkapaciteten til rådighed mellem Jylland og Tyskland<sup>17</sup> som følge af flaskehalse på det tyske marked. Det understreger behovet for fortsat at have en indenlandsk regulerbar kraftværkskapacitet til rådighed.

<sup>16</sup> ENTSO-E scenarie A (2020, 19.00 PM). Effektbalancen udtrykker forholdet mellem den maksimale tilgængelige produktionskapacitet (ekskl. produktionsreserver) og spidsbelastningen

<sup>17</sup> Sekretariatet for Energitilsynet (1. halvår 2013): Overvågning af de danske engrosmarkeder for elektricitet og gas



## 2.5 DEN DANSKE FORSYNINGSSIKKERHED ER I TOP TRE I EUROPA

Forsyningssikkerheden<sup>18</sup> er ikke alene afhængig af, at der er tilstrækkelig effekt til rådighed i systemet, men ligeledes at pludselige forstyrrelser i driften af systemet undgås (såsom elektriske kortslutninger og netfejl eller uventede udfald af kraftværker).

Danmarks forsyningssikkerhed var i 2012 blandt Europas absolut højeste. I gennemsnit var de danske elforbrugere uden strøm i samlet 20 minutter, hvilket svarer til en forsyningssikkerhed på 99,9963%. Til sammenligning var antallet af afbrudsminutter ca. fem gange højere i vores nabolande Sverige og Norge. Betraget over den fulde periode fra 1999 til 2012 har Danmark den

<sup>18</sup> Forsyningssikkerhed defineres af Energistyrelsen og Energinet.dk som "sandsynligheden for at der er el til rådighed for forbrugerne, når den efterspørges" (Energistyrelsen (2014): Analyse af elnettets funktionalitet, s. 21). Der laves kun afbrudsstatistik for elsystemet i Danmark. For gas- og varmesystemet foreligger der ingen officiel afbrudsstatistik

tredjehøjeste forsyningssikkerhed i Europa<sup>19</sup> – kun overgået af Holland og Tyskland (se figur 9).

Danmarks forsyningssikkerhed er ikke alene høj sammenlignet med vores europæiske naboer, den er også forbedret markant over de senere år. Fra 1999 til 2012 er antallet af afbrudsminutter faldet med 85%, og der har ikke været et større elafbrud siden januar-stormen i 2005.

Historisk har de få afbrydelser i det danske elnet ikke skyldtes manglende effekttilstrækkelighed. Årsagen har primært været manglende system-sikkerhed ved samtidige indtræf af større uafhængige systemfejl – som ved nedbruddet i 2003 – eller under ekstreme vejrforhold. Det sidste var tilfældet under århundredets værste orkan i 1999 og stormen i januar 2005, hvor hovedparten af

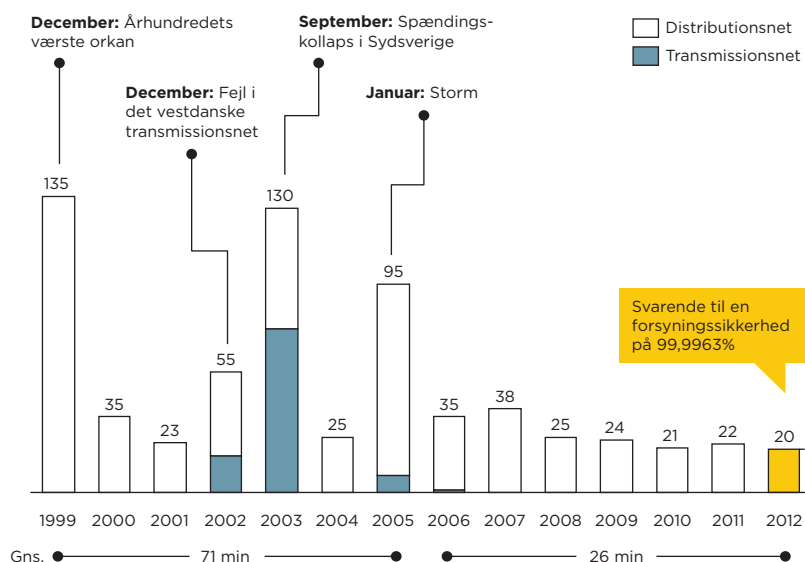
<sup>19</sup> Kun lande med minimum syv års historisk data er taget i betragtning, da forsyningssikkerhed bør vurderes over en længere årrække af hensyn til påvirkning fra eksogene faktorer såsom vejrforhold

FIGUR 9

### DANMARK HAR EN HØJ OG STADIGT STIGENDE FORSYNINGSSIKKERHED PÅ 99,9963% – DANMARKS FORSYNINGSSIKKERHED LÅ I DEN ABSOLUTE EUROPÆISKE TOP I 2012

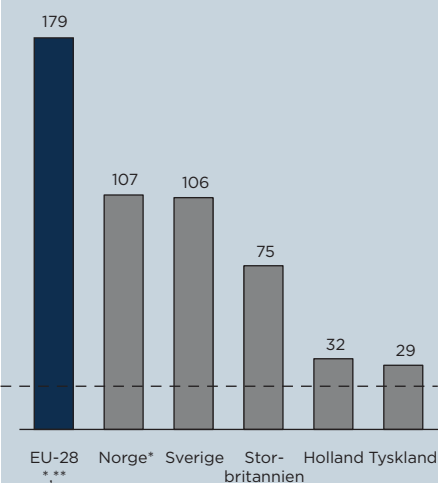
#### Tid uden elforsyning i Danmark fra 1999 til 2012

Årligt antal afbrudsminutter



#### Tid uden elforsyning i andre lande, 2012

Afbrudsminutter



Note: Afbrudsminutter er ikke forbrugsvægtede

\* Norge, Finland, Malta, Slovenien og Østrig anvender en anderledes opgørelsesmetode

\*\* Kroatien er ikke inkluderet i statistikken. 2012-data er ikke tilgængelige for Bulgarien, Grækenland, Irland, Letland og Spanien

Kilde: Energinet.dk; Council of European Energy Regulators; Quartz+Co-analyse

afbrydelserne skyldtes, at distributionsledningerne blev beskadiget af væltede træer og flyvende genstande.

Det er især afbrydelser i distributionsnettet, som er årsag til strømafbrydelser. Fra 1999 til 2012 har mere end 80% af afbrudsminutterne kunnet henføres til distributionsnettet frem for transmissionsnettet<sup>20</sup>. Det skal dog ses i forhold til, at distributionsnettet udgør 96% af det 176.000 km store danske elnet. At der ikke har været større afbrud i elforsyningen i Danmark siden 2005, og dermed at det samlede antal af afbrudsminutter har været kraftigt faldende, skyldes først og fremmest, at energisektoren har gennemført en omfattende kabellægning af især

distributionsnettet. Når kablerne ligger nedgravet, reduceres eksponeringen over for vind og vejr markant.

I 2012 var 94% af distributionsnettet kabellagt mod 74% i år 2000 (se figur 10). I Europa er det kun Holland, der overgår Danmark med hensyn til andel af distributionsnettet, der er kabellagt. Den omfattende udskiftning af luftledninger med mere driftssikre jordkabler viste i 2013 sin betydning, da Danmark med kort mellemrum blev ramt af de to storme Allan og Bodil, hvoraf den første satte nye vindrekorder i Danmark. Stormene forårsagede tilsammen kun gennemsnitligt fem minutters strømafbrydelse hos de danske forbrugere, hvilket er markant mindre end tidligere storme i Danmark.

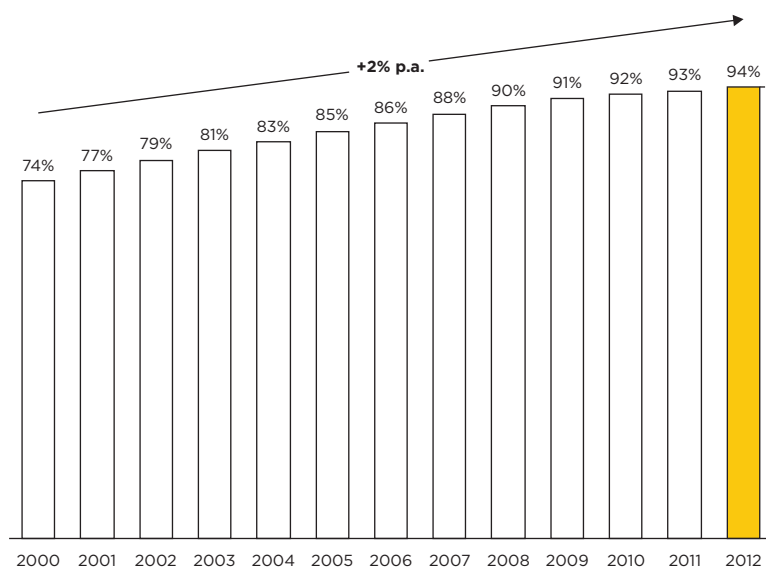
<sup>20</sup> Transmissionsnettet er energisystemets "motorvej", dvs. den overordnede infrastruktur, der fordeler energien rundt i landet og forbinder det danske net med udlandet. Her er tale om elforbindelser mellem 132 og 400 kV. Transmissionsnettet ejes og drives af Energinet.dk

FIGUR 10

## DANMARKS KABELLÆGNINGSPROCENT ER ØGET STØT OVER EN LÆNGERE PERIODE OG ER I DAG EN AF DE ABSOLUT HØJESTE I EUROPA

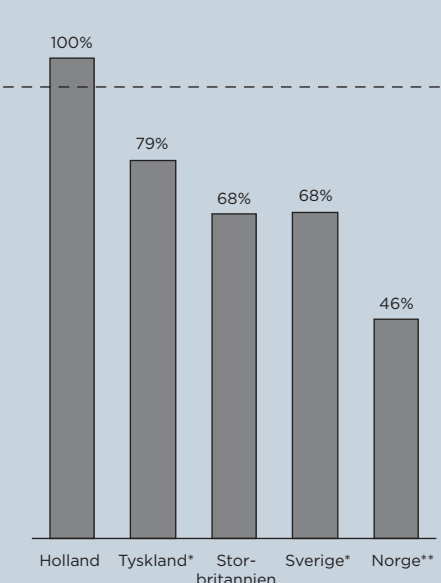
### Kabellægningsprocent i Danmark fra 2000-2012

Procent af distributionsnettet som er kabellagt



### Kabellægningsprocent i andre lande, 2012

Procent af distributionsnettet som er kabellagt



Note: For Danmark er kabellægningsprocenten regnet for ledningsnet i spændingsintervallet 0,4-60 kV. For øvrige lande er kabellægningsprocenten regnet for ledningsnet defineret som "Low Voltage" og "Medium Voltage" af CEER

\* For Tyskland og Sverige er de senest opgivne tal fra 2011

\*\* For Norge er de senest opgivne tal fra 2009

Kilde: Dansk Energi; Council of European Energy Regulators; Quartz+Co-analyse

## 2.6 RENSET FOR SKATTER OG AFGIFTER HAR DANMARK KONKURRENCEDYGTIGE ENERGIPRISER

De danske husholdningers elpris minus skatter og afgifter (herunder PSO) var i 2012 den laveste blandt de lande, vi normalt sammenligner os med, og lavere end gennemsnittet for EU-28 (se figur 11).

For de danske virksomheder er billedet det samme. Virksomhedernes elpris minus skatter og afgifter lå i 2012 lavere end prisen i størstedelen af de lande, vi normalt sammenligner os med, og betydeligt under gennemsnittet i EU. Det er særligt virksomhedernes rå elpris, som ligger lavt sammenlignet med andre lande, mens transmissions- og distributionsomkostningerne er på niveau med gennemsnittet.

Et lignende billede gør sig gældende for husholdningernes og virksomhedernes gaspris, som eksklusive skatter og afgifter ligger under EU-gennemsnittet. Fratrullet skatter og afgifter er de danske energipriser således konkurrencedygtige set i en europæisk kontekst.

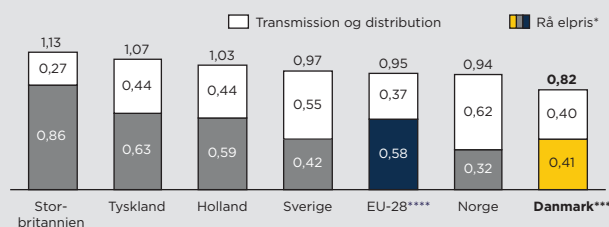
Det samlede skatte- og afgiftstryk, som er pålagt danske husstandes og virksomheders energiforbrug, er imidlertid blandt de højeste i EU og markant over EU-gennemsnittet<sup>21</sup>. I 2012 udgjorde skatter og afgifter 56% af de danske husholdningers elpris, hvilket er betydeligt mere end i vores nabolande.

<sup>21</sup> Det skal bemærkes, at der er mindre afvigelser mellem den statistiske metode, som anvendes til den danske elprisstatistik, og den metode, som anvendes i mange andre EU-lande. Den danske metode er derfor ved at blive korrigeret, så tallene bliver mere sammenlignelige på tværs af EU. Metodeændringen vil muligvis øge de danske elpriser for industrielle forbrugere, idet den danske elprisstatistik fremover vil inkludere evt. fastpriskontrakter m.v.

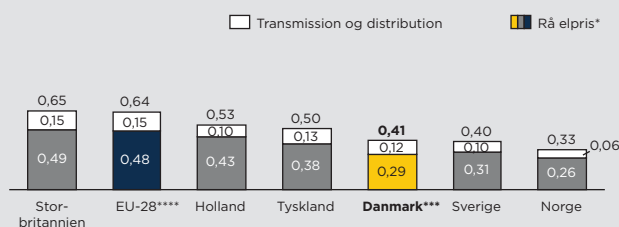
FIGUR 11

### DANMARK HAR NOGLE AF EUROPAS LAVESTE ELPRISER INKL. TRANSMISSION OG DISTRIBUTION, MENS ELAFGIFTERNE INKL. PSO ER BLANDT DE HØJESTE I EUROPA

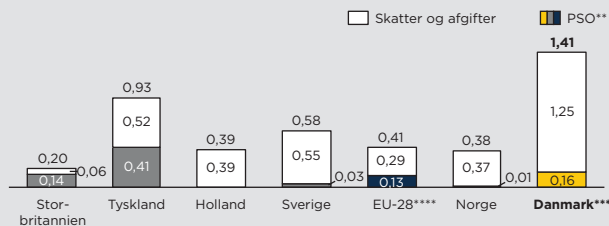
**Husholdningernes (2.500-5.000 KWh) elpriser minus afgifter**  
Kroner pr. KWh (2. halvår 2012)



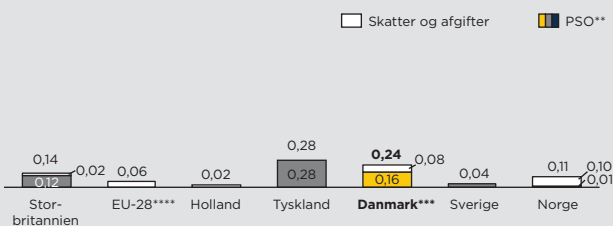
**Virksomhedernes (20.000-70.000 MWh) elpriser minus afgifter**  
Kroner pr. KWh (2. halvår 2012)



**Husholdningernes (2.500-5.000 KWh) elafgifter inkl. PSO\***  
Kroner pr. KWh (2. halvår 2012)



**Virksomhedernes (20.000-70.000 MWh) elafgifter inkl. PSO\***  
Kroner pr. KWh (2. halvår 2012)



\* Rå elpris er defineret som elpris ekskl. netomkostninger, skatter og afgifter

\*\* For sammenligningslande anvendes Policy Support Costs (PSC), som er indregnet jf. Euroelectric rapport "Analysis of European Power Price Increase Drivers". For industrikunder i Tyskland og Storbritannien ændres PSC med det anvendte forbrugsbånd - PSC er allokeret på baggrund af værdier anført i ovenstående rapport, som bygger på et for lavt forbrugsbånd

\*\*\* For Danmark anvendes tal fra Energitilsynet

\*\*\*\* PSO kan ikke udspiltes for EU-28, da forskellige lande indrapporterer forskelligt, og data ikke er fuldt tilgængelige. EU-28 opspiltes derfor i rå elpris, netværksomkostninger samt skatter og afgifter

Kilde: Eurostat; Energitilsynet; Euroelectric; Quartz+Co-analyse

Eksempelvis betalte de svenske og tyske husstande hhv. 35% og 26% i skatter og afgifter af deres el.

Mens PSO'en kun udgør en lille del af husstandenes elregning (7%), udgør den en fjerdedel af virksomhedernes elregning, hvilket er betydeligt mere end for virksomheder i lande, vi normalt sammenligner os med, bortset fra Tyskland<sup>22</sup>. Med den seneste vækstpakke er der dog blevet givet lempelser i PSO-afgiften til forskellige brancher i industrien, som vil slå igennem fra 2015 (ikke indregnet i denne analyse).

Særlige afgifter til at finansiere omstillingen af energisystemet kendes fra stort set alle EU-lande – 23 ud af 25 EU-lande<sup>23</sup> har lignende omkostninger pålagt elregningen. Der er dog stor forskel på

<sup>22</sup> Der er i Eurostats data dog ikke taget højde for de særlige lettelser i PSO og afgifter, som visse erhvervs- og energiintensive virksomheder får i flere lande (fx Tyskland)

<sup>23</sup> Datasættet indeholder ikke data for Kroatien, Portugal og Rumænien

PSO'ens størrelse på tværs af Europa, hvilket bl.a. skyldes forskellige politiske beslutninger og investeringsbehov i omstillingen af energisystemerne samt omfanget af øvrige kilder til finansiering.

Den danske PSO er, siden den tog sin nuværende form i 2005, steget med ca. 40%. I Danmark afhænger PSO'ens størrelse, udover af mængden af installeret VE-kapacitet, af udviklingen i el-spotprisen, da støtteelementet til eksempelvis havvind betales som en forskel mellem markedselprisen og en på forhånd fastsat minimumspris. Falder markedsprisen, som det har været tilfældet de senere år, bliver støttebehovet højere for at nå den garanterede minimumspris (se figur 12).

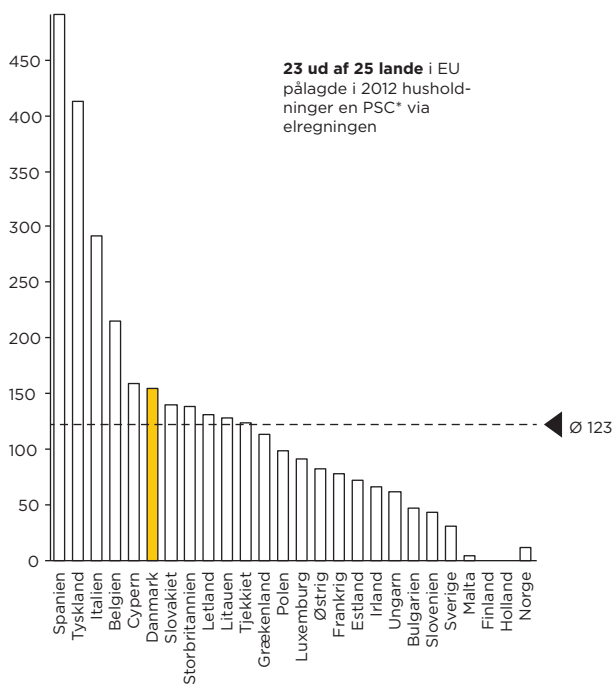
Ligesom elpriserne er også gaspriserne for både husstande og virksomheder pålagt betydelige skatter og afgifter, som bringer de samlede gaspriser markant over EU-gennemsnittet.

FIGUR 12

## STORT SET ALLE EU-LANDE PÅLÆGGER FORBRUGERNE EN PSO-LIGNENDE OMKOSTNING - DEN DANSKE PSO ER DOG HØJERE END EU-GENNEMSNITTET

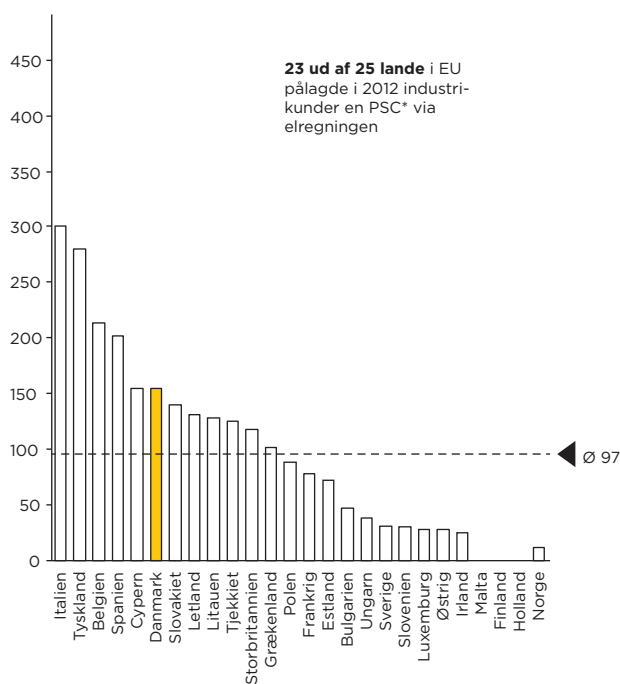
### PSC\* - husholdninger PSC\* (2,5-5 MWh)

Kroner pr. MWh (2012)



### PSC\* - virksomheder (500-2.000 MWh)

Kroner pr. MWh (2012)



\* Det specifikke indhold af PSC (Policy Support Costs) varierer fra land til land, men kan bl.a. inkludere støtte til VE, støtte til nedlukning af atomkraftværker, støtte til sårbare forbrugere, energibesparelser, forskningsmidler, forsyningsikkerhedstillæg m.m. Data er ikke tilgængelige for Kroatien, Portugal og Rumænien  
Kilde: Euroelectric; Quartz+Co-analyse



# KAPITEL 3: ENERGISEKTORENS ØKONOMISKE BIDRAG TIL SAMFUNDET

Energisektorens 15.400 beskæftigede leverer en central del af Danmarks samlede værdiskabelse og et betydeligt økonomisk bidrag til samfundet. Sektorens samlede skatte- og afgiftsbidrag, som hovedsageligt kommer fra olie- og gasindvindingen i Nordsøen, er nok til at dække størstedelen af Danmarks omkostninger til højere og videregående uddannelser. Danmarks høje selvforsyningsgrad af energi medfører, at importen af energi er i balance med eksporten, hvor størstedelen af de andre lande i EU har betydelige energiudgifter til udlandet. Den faldende produktion af olie og gas har dog sat sektorens samfundsbidrag under pres, men faldet opvejes i nogen grad af, at der er betydelig vækst i eksport og omsætning for de danske energiteknologi- og servicevirksomheder. Den samlede energiindustri – inklusiv energisektoren – eksporterer, hvad der svarer til en femtedel af Danmarks samlede vareeksport og beskæftiger samlet set ca. 56.000 mennesker.

## 3.1 ENERGISEKTOREN ER EN VÆSENTLIG BIDRAGSYDER TIL STATSKASSEN

I 2013 skabte den danske energisektor en samlet værditilvækst på DKK 73 mia.<sup>24</sup> – svarende til 4,5% af

den samlede værditilvækst i Danmark. Det er næsten på størrelse med byggeriet, som lå på DKK 74 mia.

Energisektoren er ligeledes en af de sektorer, som leverer det største bidrag i form af skatter og afgifter til statskassen<sup>25</sup>. Det samlede direkte bidrag var i 2012 på DKK 22,7 mia., hvilket svarer til omkring 2% af den samlede finanslov. Statens indtægter fra energisektorens skattebidrag ville være nok til at kunne dække 3/4 af Danmarks omkostninger til højere og videregående uddannelser.

Af det samlede skattebidrag på DKK 22,7 mia. kom DKK 10 mia. fra selskabsskatten. Det beløb svarede til 21% af statens samlede selskabsskatteprovenu, hvilket er mere end den samlede selskabsskattebetaling fra medicinalindustrien (DKK 4,4 mia.), informations- og kommunikationsvirksomhederne (DKK 3,1 mia.) og transportsektoren (DKK 1,3 mia.) (se figur 13).

Energisektorens skatte- og afgiftsbetaling stammer næsten udelukkende fra olie- og gasproduktionen i Nordsøen, idet 95% eller DKK 21,6 mia. i 2012 kom fra indvindingsleddet. Udover selskabsskat betaler

<sup>25</sup> Bidraget ansues som skat af overskud samt afgifter på de inputs, der er nødvendige for sektoren. Afgifter, som lægges oven på sektorens produkter (fx elafgift), betragtes ikke som sektorens bidrag, da energisektoren blot viderefakturerer disse beløb, som betales af forbrugerne eller andre erhverv

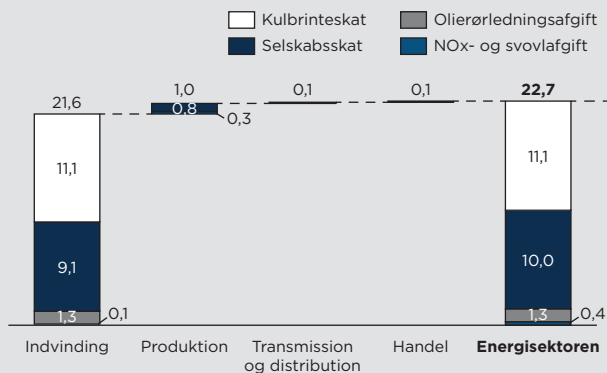
<sup>24</sup> Omsætning fratrukket produktionsomkostninger ekskl. skatter

FIGUR 13

## DEN DANSKE ENERGISEKTOR BIDRAG I 2012 MED DKK 22,7 MIA., HVILKET VAR TILSTRÆKKELT TIL AT DÆKKE STØRSTEDELEN AF OMKOSTNINGERNE TIL HØJERE OG VIDEREGÅENDE UDDANNELSER

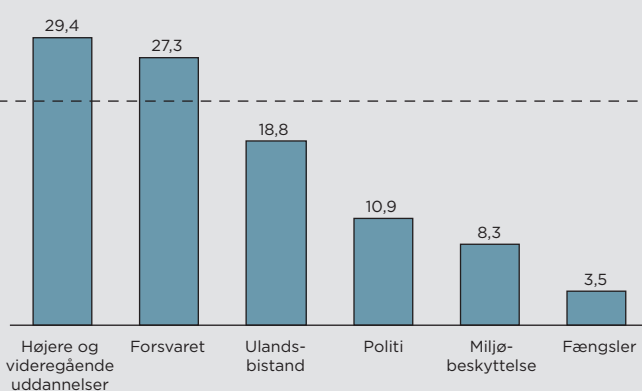
### Skatter og afgifter

Milliarder kroner i 2012



### Finansbudgettets forbrugsposter

Milliarder kroner i 2012



Note: Tal er afrundet til nærmeste decimal. Bidraget ansues som skat af overskud samt afgifter på de inputs, der er nødvendige for sektoren. Skatter og afgifter, som lægges oven på sektorens produkter (fx elafgift), betragtes ikke som sektorens bidrag, da energisektoren blot viderefakturerer disse beløb, som betales af forbrugerne eller andre erhverv

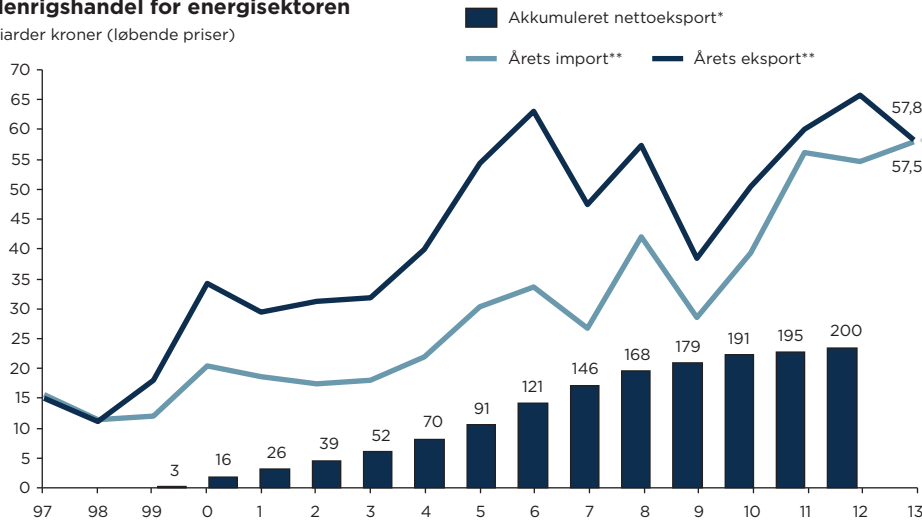
Kilde: Skatteministeriet (selskabs-, kulbrinte- og rørledningskat); Danmarks Statistik (OFF23B; selskabsskat samt NOx- og svovlafgift)

FIGUR 14

## DANMARKS UDENRIGSHANDEL MED ENERGIRÅVARER HAR FRA 1999 TIL 2012 INDBRAGT ET AKKUMULERET OVERSKUD PÅ OVER DKK 200 MIA. PÅ HANDELSBALANCEN

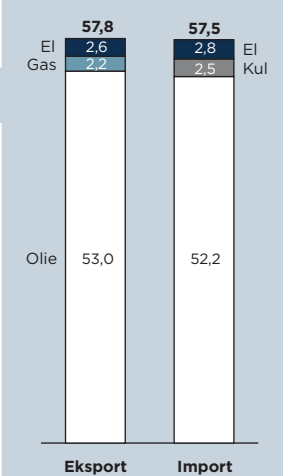
### Udenrigshandel for energisektoren

Milliarder kroner (løbende priser)



### Udenrigshandlen i 2013

Milliarder kroner



\* Opgjort af Energistyrelsen og omfatter handelsbalancen for olie, naturgas, kul, el og biomasse

\*\* Opgjort af Danmarks Statistik og udgøres af kul, koks og briketter, rå mineralolier og produkter deraf, gas og elektrisk strøm (dog ekskl. biomasse)

Kilde: Danmarks Statistik (UHV7); Energistyrelsen ("Energistatistik 2012")

selskaberne i den danske olie- og gasproduktion også kulbrinteskatt (som udgør op til 70% af overskuddet) samt rørledningsafgift<sup>26</sup>.

Bidraget fra de øvrige dele af sektoren er i dag begrænset, idet nogle af selskaberne fortsat "hviler i sig selv" – eksempelvis fjernvarmeselskaber – og stort set alle energikoncerner med aktiviteter inden for eldistribution er kundeejede selskaber, som foretager udbyttebetaling via lavere tariffer og derfor ikke betaler skatter heraf.

Udover de DKK 22,7 mia. som sektoren selv betalte i skatter og afgifter, blev der i 2012 ligeledes opkrævet DKK 40,4 mia. af energiforbrugere gennem skatter og afgifter, som pålægges husholdningers og virksomheders energiforbrug. De største bidragsydere hertil var DKK 11 mia. i elf afgift og DKK 9 mia. i olieafgift<sup>27</sup>. Det er afgifter, som ikke går til at finansiere energisektoren, men som

staten har pålagt sektoren at opkræve fra forbrugere og derefter sende videre til staten.

### 3.2 DANMARK HAR, SOM ET AF DE ENESTE LANDE I EU, BALANCE I HANDELS MED ENERGI RÅVARER

Siden produktionen af olie og gas i Nordsøen for alvor tog fart i 80'erne, har Danmark været både selvforsynende med og nettoeksportør af gas. Siden 1993 og 1999 har vi ligeledes været hhv. selvforsynende med og nettoeksportør af olie. Olie og gas er fortsat store eksportvarer, selvom den samlede handelsbalance<sup>28</sup> for energi går mod et skift fra eksport til import som følge af den faldende olie- og gasproduktion og dermed den lavere selvforsyningsgrad. Fra 1996 til 2012 havde Danmark et samlet akkumuleret overskud på handel med energiråvarer<sup>29</sup> på over DKK 200 mia. (se figur 14).

<sup>26</sup> Statens andel af overskuddet fra det statsligt ejede olie- og gasselskab Nordsøfonden er ikke medregnet som en skat fra energisektoren

<sup>27</sup> Udover el- og olieafgifter består energiskatterne af benzinafgift (DKK 7,5 mia.), CO<sub>2</sub>-afgift (DKK 5,7 mia.), naturgasafgift (DKK 4,0 mia.), kulafgift (DKK 2,5 mia.) samt NOx- og svovlafgift (DKK 0,5 mia.). PSO tælles ikke som en skat eller afgift i denne sammenhæng, da beløbet ikke går i statskassen, men føres tilbage til målrettede formål i energisektoren

<sup>28</sup> Handelsbalancen henviser til forskellen mellem eksport og import af varer til og fra udlandet. Overstiger eksporten importen, er der en nettoeksport og et handelsbalanceoverskud

<sup>29</sup> Energiråvarer er til rapportens formål defineret som omfattende kul, koks, briketter, gas, elektrisk strøm samt rå mineralolier og produkter deraf

Selvom Danmark ikke i samme grad som tidligere er selvforsynende med energi, er vi fortsat blandt de lande i EU, som har den bedste handelsbalance, når det gælder energi.

I 2013 eksporterede den danske energisektor energiråvarer for DKK 57,8 mia. til udlandet, hvilket svarede til 10% af den samlede danske vareeksport. Eksporten skal ses i forhold til en tilsvarende import på DKK 57,5 mia. Det betyder, at import og eksport i dag er i balance efter flere år med et betydeligt overskud på handelsbalancen.

Dette skal ses i sammenligning med, at der er store handelsunderskud både hos vores nabolande og for EU-landene som helhed. Hver dansker "fik" således DKK 57, hvorimod en svensker i samme periode betalte ca. DKK 5.800 i energiregning til udlandet og hver tysker betalte DKK 9.300 (EU-gennemsnittet er DKK 6.600 pr. indbygger). Kun olinationen Norge ligger foran Danmark, og landet havde i 2013 et overskud på udenrigshandlen med

energi svarende til DKK 108.600 for hver eneste indbygger i Norge (se figur 15).

Handlen med energi sker primært i nærmarkederne, og sektorens største eksportmarkeder er Sverige, Storbritannien, Tyskland og Holland. Sverige og Storbritannien er de største aftagere af olie og importerer mere end halvdelen af den samlede produktion fra Nordsøen. Tyskland er den største aftager af dansk eksporteret gas og elektricitet, men Danmark importerer tilsvarende mængde elektricitet fra nærmarkederne for løbende at balancere forsyningsniveauet med det aktuelle elforbrug.

### 3.3 ARBEJDSPLADSERNE I ENERGISEKTOREN ER FORDELT OVER HELE LANDET

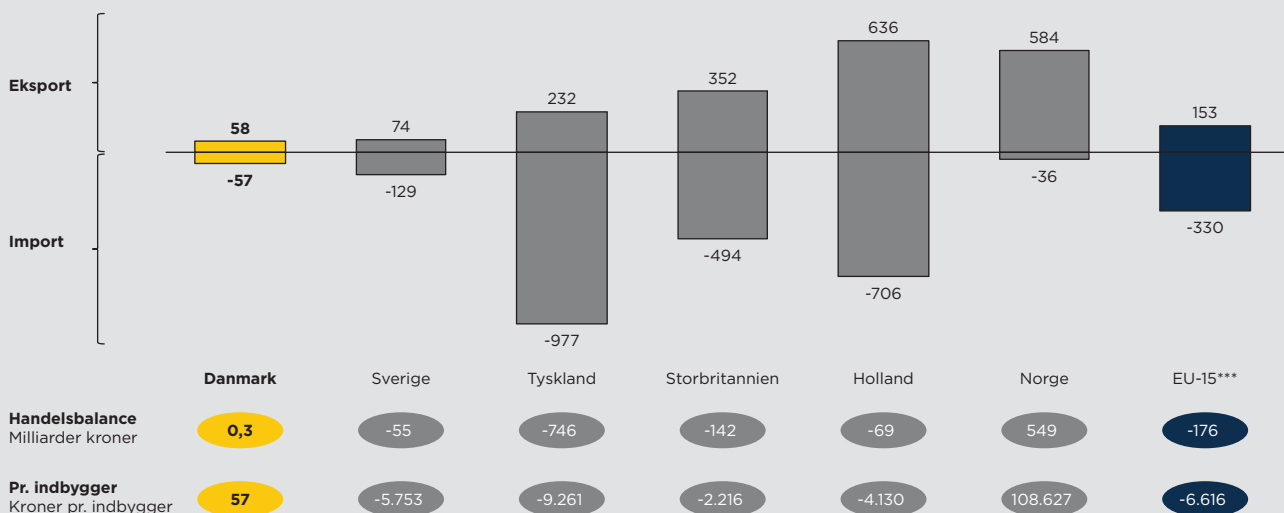
Den danske energisektor beskæftigede i 2013 ca. 15.400 personer og er dermed relativt lille målt på

FIGUR 15

## DANMARKS EKSPORT OG IMPORT AF ENERGI VAR I BALANCE I 2013, MENS VORES NABOER I SVERIGE OG TYSKLAND BETALTE ET BETYDELIGT BELØB FOR IMPORT AF ENERGI

### Import og eksport af energiråvarer\*

Milliarder kroner i 2013\*\*



\* Inkluderer kul, koks og briketter, gas, elektrisk strøm samt rå mineralolier og produkter deraf

\*\* Udregnet på baggrund af OECD's vekselkurs på USD/DKK 5,618

\*\*\* EU-15 består af et vægtet gennemsnit for Østrig, Belgien, Danmark, Finland, Frankrig, Tyskland, Grækenland, Irland, Italien, Luxemburg, Holland, Portugal, Spanien, Sverige og Storbritannien

Kilde: Danmarks Statistik (UHV7); OECD (SITC Revision 3)



beskæftigelse. Byggeriet beskæftigede samme år eksempelvis 160.000 personer og transportsektoren 142.000 personer.

Siden 2001 har beskæftigelsen i sektoren været nogenlunde stabil med en årlig vækst på omkring 1%. Imidlertid skete der en tilbagegang i årene efter finanskrisens udbrud, og op mod 10% af arbejdspladserne blev nedlagt mellem 2009 og 2012. Siden 2012 har niveauet imidlertid igen været det samme som i 2009 (se figur 16).

Over halvdelen af energisektorens arbejdspladser findes inden for transmission og distribution af elektricitet, varme og gas, mens 30% er beskæftiget med produktion af elektricitet og varme. Indvindingsleddet, som leverer det største samfundsøkonomiske bidrag, beskæftiger kun 12% af sektorens ansatte, og de sidste 7% arbejder i handelsleddet.

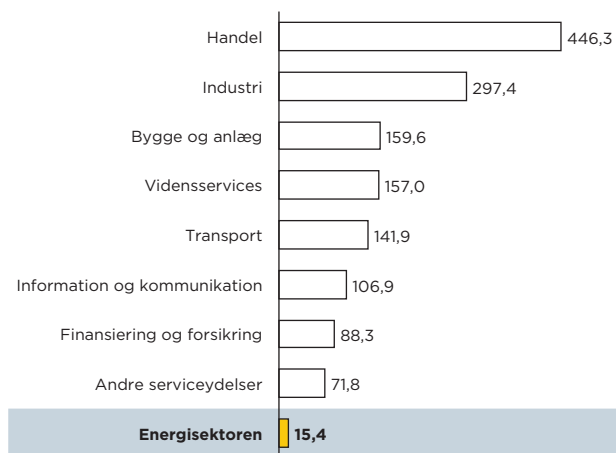


FIGUR 16

## ENERGISEKTORENS BESKÆFTIGELSE HAR VÆRET I SVAG VÆKST SIDEN 2001 OG TÆLLER I DAG 15.400 PERSONER, HVILKET ER LAVT SAMMENLIGNET MED ANDRE SEKTORER

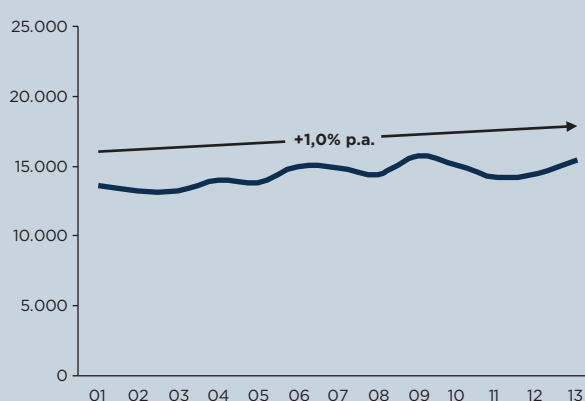
### Beskæftigelse i Danmark

Tusinder personer i 2013



### Beskæftigede i energisektoren

Antal (procent angiver årlig stigning)



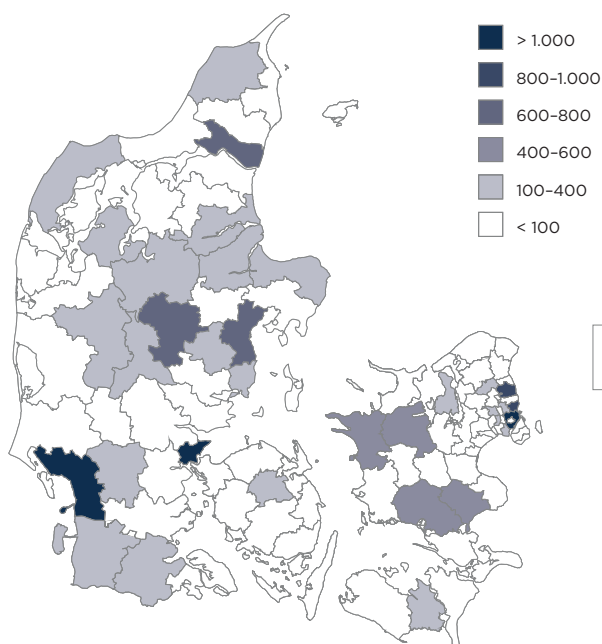
Kilde: Danmarks Statistik (NATE194 og specialudtræk); Quartz+Co-analyse

FIGUR 17

## ENERGISEKTORENS BESKÆFTIGEDE ER SPREDT OVER HELE DANMARK OG ARBEJDER PRIMÆRT INDEN FOR TRANSMISSION OG DISTRIBUTION SAMT PRODUKTION

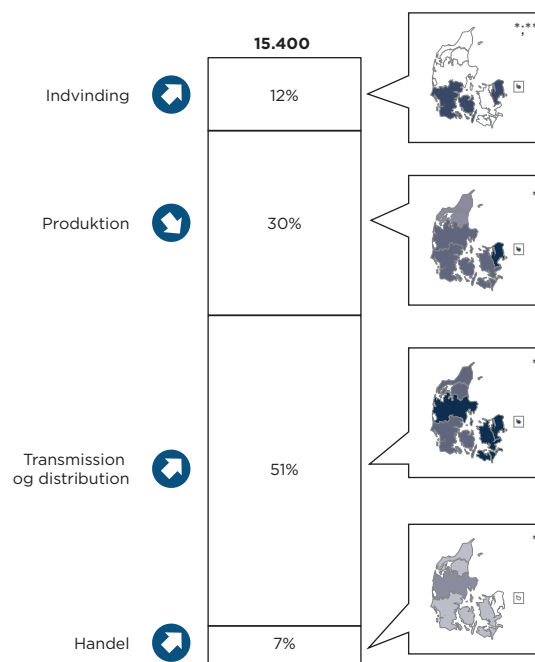
### Arbejdspladser på tværs af landet

Antal pr. kommune i 2013



### Arbejdspladser fordelt på led i værdikæden og region\*

Beskæftigede (pilen angiver udviklingen i perioden 2012-13)



\* Inddelt på regionsniveau

\*\* Bemærk at Mærsk Oil (Esbjerg) og DONG E&P (Fredericia) begge er formelt forankrede i Region Syddanmark

Kilde: Danmarks Statistik (specialudtræk)

Geografisk er arbejdspladserne fordelt jævnt over hele landet. De ansatte i produktion samt transmission og distribution er spredt i hele Danmark, mens beskæftigelsen inden for indvinding er koncentreret i Region Hovedstaden og Syddanmark. Sidstnævnte er drevet af indvindingsselskabernes tilstedeværelse i Danmarks offshore-by Esbjerg. Handlen med elektricitet og gas er især forankret i Region Midt, hvor mange af de større handelsselskaber hører hjemme (se figur 17).

Ser man på beskæftigelsen i den direkte energiforsyning og i de virksomheder, som leverer energiteknologi<sup>30</sup> og -service, tæller den samlede energiindustri mere end 56.000 beskæftigede i Danmark. Det svarer omtrent til det samlede antal ansatte

<sup>30</sup> Energiteknologi er her defineret som teknologier, der anvendes i energisektorens værdikæde - fx fjernvarmerør, vindmøller og kedler til kraftværker

i forsvaret, politiet og retsvæsenet<sup>31</sup>. De 40.600 ansatte i energi energiteknologi- og energiservicevirksomhederne omfatter alt fra rådgivende ingeniører, offshore-serviceselskaber og vindmølleproducenter til leverandører af teknologier til energioptimering (se figur 18).

### 3.4 MENS ENERGISEKTORENS ØKONOMISKE BIDRAG TIL SAMFUNDET ER FALDENDE, OPLEVER ENERGITEKNOLOGI OG -SERVICEVIRKSOMHEDERNE KRAFTIG VÆKST

Udviklingen i energisektoren over de seneste 20 år kan overordnet set deles op i tre faser: 1) en vækstfase op mod årtusindeskiftet drevet af

<sup>31</sup> Baseret på en opgørelse fra DI Energi (1. kvartal 2014)

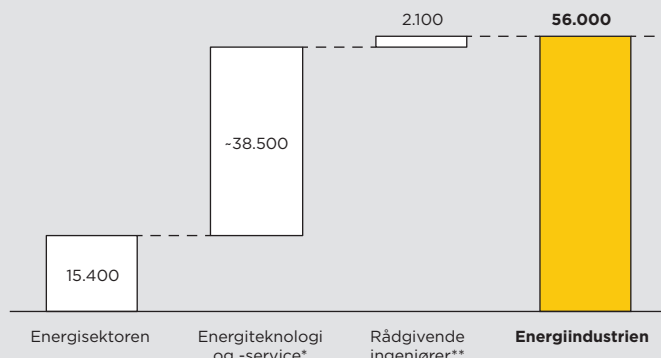


FIGUR 18

## ENERGIINDUSTRIEN BESKÆFTIGER OVER 56.000 PERSONER I DANMARK, HVILKET NÆSTEN ER PÅ NIVEAU MED BESKÆFTIGELSEN I FORSVAR, POLITI OG RETSVÆSENET

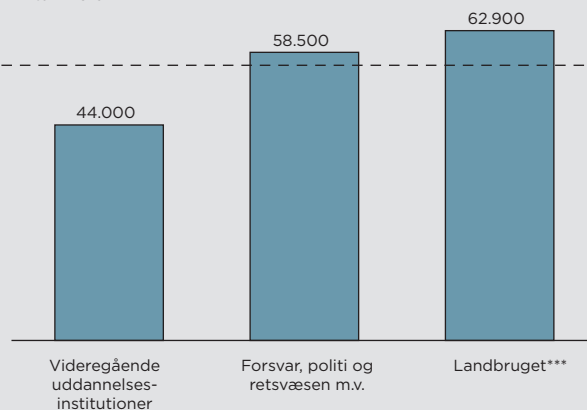
### Energiindustriens beskæftigelse i Danmark

Antal i 2013



### Beskæftigelse i andre sektorer

Antal i 2013



\* Opgørelse foretaget af DI Energi

\*\* 18% af de rådgivende ingeniører arbejder med energi

\*\*\* Landbruget indeholder også gartnerier

Kilde: Foreningen for Rådgivende Ingeniører (Statistisk Branchebeskrivelse 2014); DI Energi; Danmarks Statistik (specialudtræk)

stigende olie- og gasproduktion i Nordsøen, 2) en konsolideringsfase i første halvdel af 00'erne hvor produktionen af olie og gas var på sit højeste og endelig 3) en nedgangsfase fra slutningen af 00'erne til i dag. Udviklingen i den sidste fase er primært drevet af indvindingsleddet, der oplever fortsat faldende produktionsvolumener. Samtidig er omkostningerne pr. produceret tønde olieækvivalent mere end fordoblet fra 2007 til 2012, da det bliver stadig vanskeligere og dyrere at producere de tilbageværende reserver på den danske sokkel. Det har betydet en faldende bruttoværditilvækst<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Bruttoværditilvækst (BVT) er et mål for en sektors værdiskabelse. Det beskriver sektorens overskud forstået som output fratrukket omkostninger, som går direkte til inputs i produktionen, fx materialer, services mv.

Sektorens bidrag til statskassen i form af skatter og afgifter har ligeledes været faldende over de seneste år. I slutningen af 00'erne indtil finanskrisen i 2009 svingede statens årlige skatteprovenu fra sektoren mellem DKK 20,1 mia. og DKK 26,5 mia. (målt i 2005-priser). Dette inkluderer kulbrinteskatt, selskabsskat, olierørledningsafgift og NOx-afgift. Skatteprovenuet er meget afhængigt af olieprisen og blev i 2009 halveret pga. en brat faldende oliepris. For perioden 2013-15 viser Skatteministeriets prognoser et fortsat faldende skatteprovenu primært drevet af lavere produktion (se figur 19).

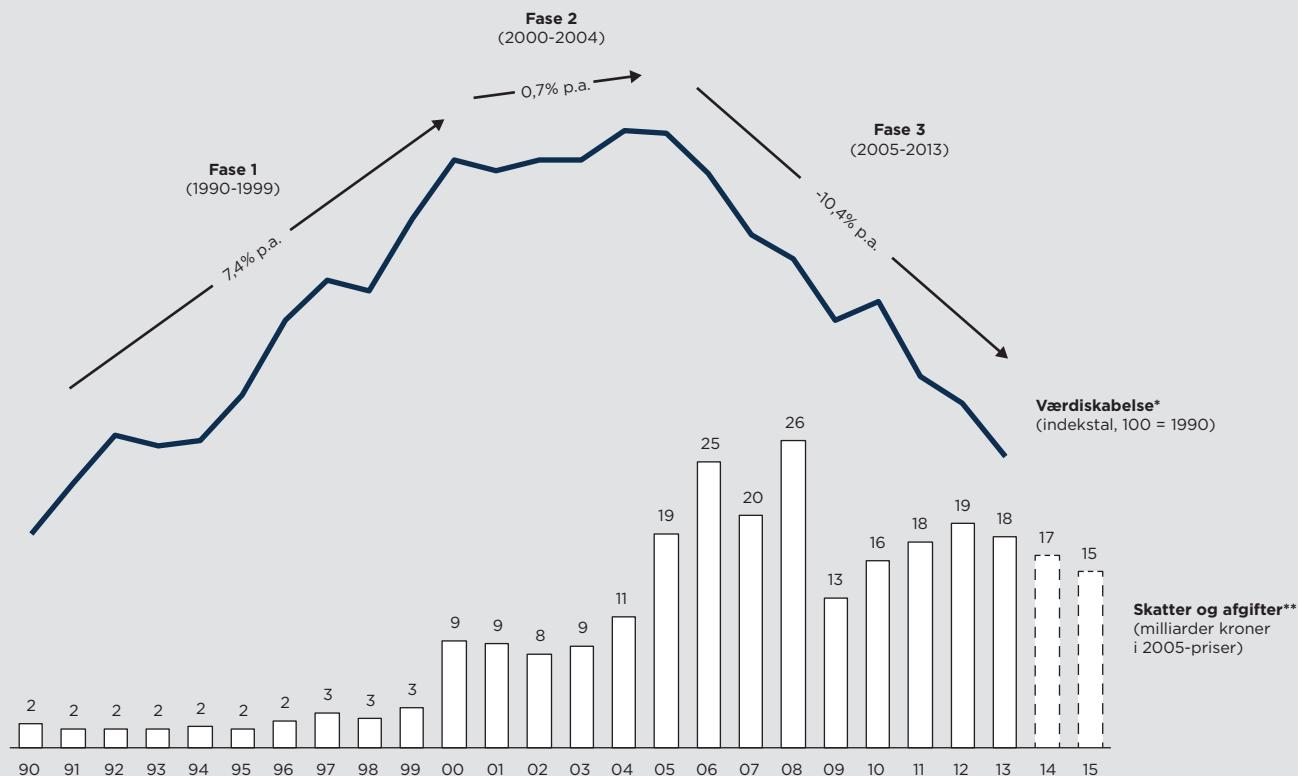
Mens bruttoværditilvæksten og skattebidraget i energisektoren har været – og fremover også forventes at

FIGUR 19

## SEKTORENS VÆRDISKABELSE ER NEDADGÅENDE, HVILKET ISÆR ER DREVET AF NEDGANG I OLIE- OG GASINDVINDINGEN I NORDSØEN

### Udvikling i energisektorens værdiskabelse

Indekstal og milliarder kroner i 2005-priser



\* Råstofindvinding (faldet med 16% p.a. i fase 3), olieraffinaderier (faldet med 15% p.a. i fase 3) og energiforsyning (faldet med 2% p.a. i fase 3)

\*\* Tal for 2013-15 er baseret på Skatteministeriets prognose for indtægter fra Nordsøen, som de har baseret på samme olie- og gaspris, valutakurs og produktionsforudsætninger som Økonomisk Redegørelse december 2013, og der er således ikke taget højde for eventuelle senere afvigelser fra forudsætningerne. Øvrige selskabsskatter og NOx-afgifter er holdt konstant. Tallene for skatter og afgifter er inflationsreguleret vha. forbrugerprisindekset. Svovlafgifter er ikke medtaget i denne analyse

Kilde: Skatteministeriet; Danmarks Statistik (NATE361 og specialudtræk)

være – faldende, har de danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder oplevet kraftig vækst. En analyse af udvalgte leverandører af energiteknologi – samt virksomheder som servicerer de forskellige dele af sektorens værdikæde – viser, at disse selskaber i perioden 2009 til 2013 i gennemsnit har forøget deres omsætning med 39%, mens leverandørleddets samlede eksport i samme periode er steget fra DKK 59 mia. om året til DKK 68 mia. (se figur 20).

Inden for energiteknologi- og energiservicevirksomhederne har den mest markante vækst i omsætningen fundet sted hos de virksomheder, som leverer energiteknologi og -services til *indvindingsleddet*. Her har væksten i omsætningen i

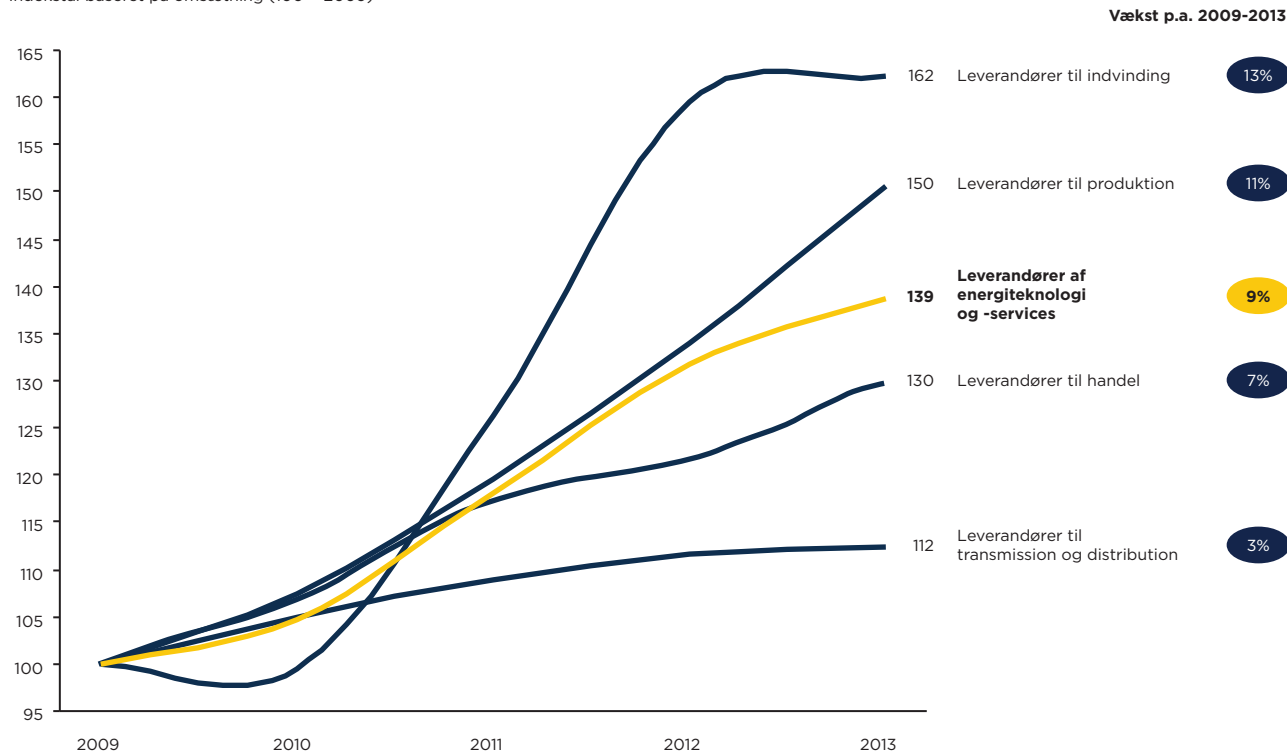
gennemsnit været på 62% i perioden fra 2009 til 2013. Det dækker bl.a. over stigende international efterspørgsel på specialiseret dansk energiteknologi, som muliggør indvinding fra svært tilgængelige olie- og gasreservoirer, samt offshore-services. Energiteknologi- og -servicevirksomhederne i *produktionsleddet* har gennemsnitligt oplevet en fremgang på 50%, hvoraf vindindustrien står for langt den største del. Leverandørerne til *transmissions- og distributionsleddet* har i gennemsnit haft begrænset vækst på 12% i perioden mellem 2009 og 2013. Leverandørerne til *salgsleddet* er i gennemsnit vokset med 30% i perioden. Dette afspejler stigende international interesse for dansk energiteknologi og produkter inden for energioptimering.

FIGUR 20

## SELVOM DER ER NEDGANG AT SPORE I ENERGISEKTOREN, ER OMSÆTTNINGEN HOS ENERGITEKNOLOGI- OG ENERGISERVICEVIRKSOMHEDERNE I KRAFTIG VÆKST

### Omsætningsudvikling for energiteknologi- og energiservicevirksomheder

Indekstal baseret på omsætning (100 = 2009)



Note: Følgende leverandører af energiteknologi og energiservices indgår i analysen pr. led i værdikæden: indvinding (Mærsk Drilling, Semco Maritime, Welltec, Rambøll Oil & Gas og Esvagt), produktion (Vestas, Siemens Wind Power, A2 SEA, Rambøll Energy, BWSC og Novozymes), transmission og distribution (Siemens A/S City Infrastructure, ABB, NKT Cables, Logstor og Aarsleff) og handelsleddet (Danfoss, Schneider Electric Danmark, Kamstrup, Grundfos, Rockwool og Velux)

Kilde: Bisnode

### 3.5 ENERGIINDUSTRIEN ER ET AF DANMARKS STØRSTE EKSPORTERHERVERV

Den danske energisektor og landets energiteknologivirksomheder, stod for en vareeksport på DKK 125 mia. i 2013. Dette svarer til 20% af den samlede vareeksport, og energiindustrien er dermed en af de største bidragsydere til den danske vareeksport. Til sammenligning var Danmarks vareeksport af medicinalvarer på DKK 71 mia. og af "næringsmidler og levende dyr" på DKK 103 mia.<sup>33</sup> Energiindustriens andel af den samlede danske eksport var i 2013 ca. 12%<sup>34</sup>.

33 "Næringsmidler og levende dyr" er en betegnelse for eksport af spiselige levende dyr, kød/kødder, mejeriprodukter, fugleæg, fisk, krebsdyr, bløddyr (og varer deraf), korn/kornvarer, frugt, grøntsager, sukker, sukkerprodukter, honning, kaffe, te, kakao, chokolade, krydderier, foderstoffer (undt. umalet korn) og diverse andre næringsmidler

34 Danmarks Statistik har opgjort den samlede eksport til DKK 1.017 mia. i 2013, hvoraf vareeksporten udgør DKK 620 mia. (se UHT03 og UHV7)

Eksporten består af DKK 58 mia. energiråvarer og DKK 68 mia. energiteknologi. Eksporten inden for begge områder har været stigende siden år 2000, men hvor væksten inden for energiråvarer har været 4% om året, har væksten i eksporten af energiteknologi været på 7% om året. Det betyder, at eksporten af energiteknologi i dag er højere end eksporten af energiråvarer. Leverandørerne af energiteknologi er næsten tilbage på samme niveau som før den finansielle krise, hvilket er drevet af stærk vækst inden for eksport af grøn energiteknologi, dvs. vindturbiner, biomasseteknologi og energioptimerende teknologier<sup>35</sup>. Vindmøller og komponenter hertil tegner sig for den klart største andel af eksporten af grønne energiteknologier (se figur 21).

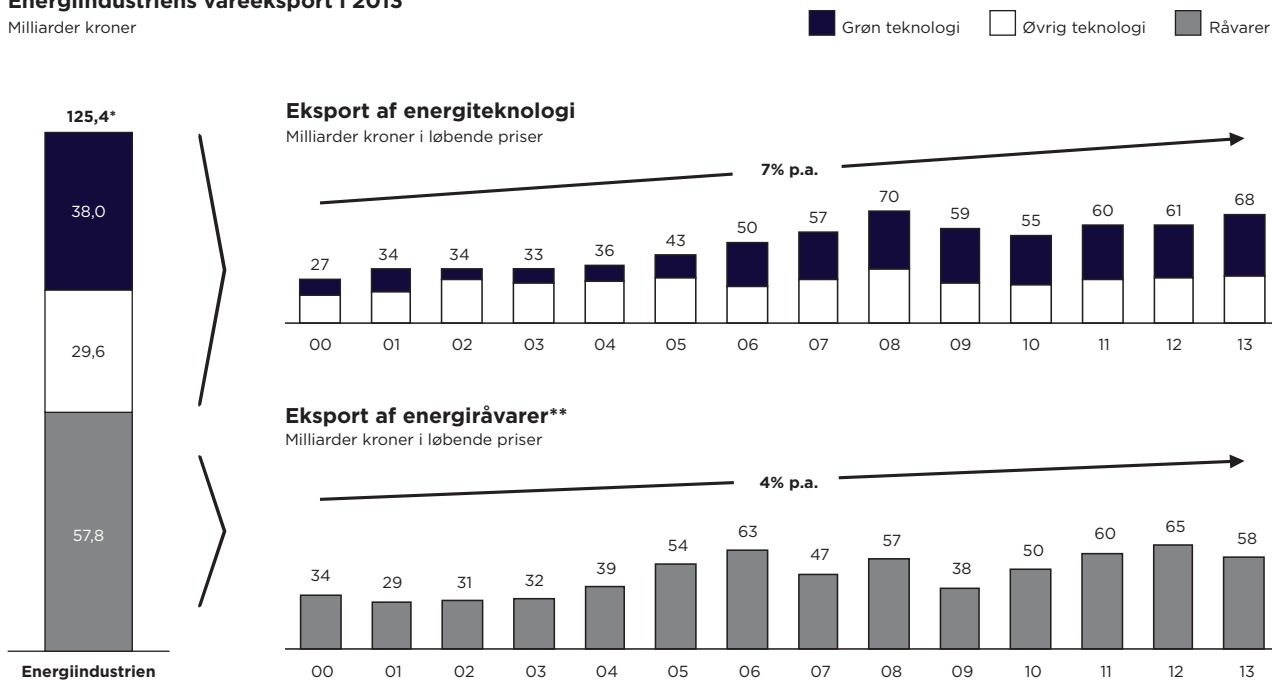
35 Grøn teknologi dækker over "udnyttelse af vedvarende energi", dvs. varer og teknologier forbundet med vindkraft, omdannelse af biomasse til bioenergi, jordvarme og solenergi samt "bedre udnyttelse af energi", dvs. varer og teknologier forbundet med elbesparende teknologier, energistyring og -lagring, grønne transportløsninger, kraftvarmeteknologi, varmepumper osv.

FIGUR 21

## DER EKSPORTERES ENERGI RÅVARER OG ENERGI TEKNOLOGI FOR DKK 125 MIA. OM ÅRET

### Energiindustriens vareeksport i 2013

Milliarder kroner



\* Serviceydelser (fx rådgivende ingeniører eller offshoreservices) indgår ikke grundet manglende datatilgængelighed

\*\* Omfatter kul, koks og briketter, rå mineralolier og produkter deraf, gas samt elektrisk strøm

Kilde: Energistyrelsen; Danmarks Statistik



# KAPITEL 4: DEN DANSKE KOMPETENCEPLATFORM

*Danmark har særlige industrimæssige styrkepositioner inden for områder, som har været centrale i den danske energipolitik gennem de seneste 40 år. Det gælder bl.a. olie og gas, vindenergi, fjernvarme og energioptimering. Hertil kommer nye områder inden for smart grid og bioenergi, der i de kommende år kan udvikle sig til nye stærke positioner.*

## 4.1 OLIE OG GAS - DANMARK HAR EN BETRAGTELIG OLIE- OG GASINDUSTRI MED STÆRKE KOMPETENCER BASERET PÅ VIDEN FRA DEN KOMPLEKSE DANSKE SOKKEL

Siden de første fund i Nordsøen i 60'erne og den første produktion i 70'erne er der samlet set foretaget knap 190 efterforskningsboringer, gjort 35 fund, og produceret hvad der svarer til mere end 3,5 milliarder tønder olie på den danske sokkel.

Olien i den danske sokkel er ikke let tilgængelig. De danske olie- og gasforekomster er i en international sammenligning relativt små og koncentreret på et lille område i Nordsøen med barske vejrforhold godt 300 km ud for den jyske vestkyst. Indvindingen besværliggøres af de danske felters tekniske kompleksitet, som er høj – også i sammenligning med Storbritannien og Norge. Kompleksiteten skyldes hovedsageligt, at de danske olie- og gasforekomster ligger i kalk<sup>36</sup> og tynde sandstensreservoarer, hvilket nødvendiggør komplicerede indvindingsteknikker såsom lange horisontale boringer.

Maersk Oil var med til at forfine – og de første til at anvende – horisontal brøndteknologi i stor skala, og i 1987 blev verdens første horisontale brønd etableret på det danske Dan-felt. Siden er størstedelen af de danske kalkfelter udbygget med horisontale brønde og flere af dem i kombination med parallelle injektionsbrønde, som øger vandtrykket i reservoiret. Den løbende introduktion af nye indvindingsforøgende teknologier har øget den danske indvindingsgrad<sup>37</sup> med mere end

<sup>36</sup> Kalk er porøs og har en lav permeabilitet i forhold til sandstensfelter, hvilket gør, at olien har væsentligt sværere ved at flyde. Problemet kan illustreres ved at forestille sig et badekar, der fyldes med vand. Sættes en prop af sandsten i, tager det ca. 14 dage, før vandet er ude, mens det tager vandet 30 år, hvis proppen er af kalk

<sup>37</sup> Indvindingsgraden udtrykker den del af olien i et givent reservoir, som er tilgængelig for indvinding. Den beskriver altid den forventede endelige indvinding og ikke den allerede opnåede indvinding

10 procentpoint over de sidste 20 år til de nuværende 28%.

En stor del af de tilbageværende danske olie- og gasforekomster ligger samtidig dybt i undergrunden, hvilket betyder, at tryk og temperaturer er så høje, at det stiller meget store tekniske krav til det anvendte udstyr. Et eksempel på dette er Hejrefeltet, der udbygges og opereres af DONG Energy, og som forventes at starte produktionen i 2017. Med en reservoirdybde på mere end 5.000 meter bliver Hejre det første felt i en ny teknologisk epoke for den danske olie- og gassektor (se figur 22).

Olie- og gasfelterne i den danske del af Nordsøen er ikke af samme størrelse som i Storbritannien og Norge, og kombinationen mellem relativt små fund og en høj teknisk kompleksitet gør – alt andet lige – de danske fund relativt marginale at udvikle og producere. Selskaberne i den danske del af Nordsøen har imidlertid formået at udnytte de mindre felter i højere grad end de omkringliggende lande i Nordsøen. En tredjedel af de mindre danske fund er udbygget, mens det kun gælder for hhv. 19% og 8% af felterne i Storbritannien og Norge<sup>38</sup>.

I takt med at felterne er blevet udbygget, er hovedparten af arbejdet i Nordsøen blevet koncentreret om at sikre, at produktionen fra de eksisterende brønde leverer optimalt, fremfor at etablere nye brønde. I 2014 blev der således kun boret tre nye produktionsbrønde, men foretaget hele 20 workovers<sup>39</sup> på eksisterende brønde.

Det konstante fokus på optimering af de enkelte felters værdiskabelse har været en af de centrale faktorer i forhold til forøgelse af indvindingsgraden og løbende levetidsforlængelse af de danske felter. I efteråret 2014 blev Center for Olie og Gas på DTU indviet, og centeret skal forske og uddanne i nye teknologiske og konceptuelle løsninger, der kan øge olie- og gasindvindingen yderligere i den danske del af Nordsøen.

De kompetencer, som selskaberne i den danske del af Nordsøen har udviklet inden for blandt andet horisontale boringer, er blevet udnyttet internationalt. Det gælder eksempelvis for Al Shaheen-feltet

<sup>38</sup> Andel af felter under 50 mio. tønder olieækvivalenter i Central Graven – der går på tværs af den danske, norske og britiske del af Nordsøen

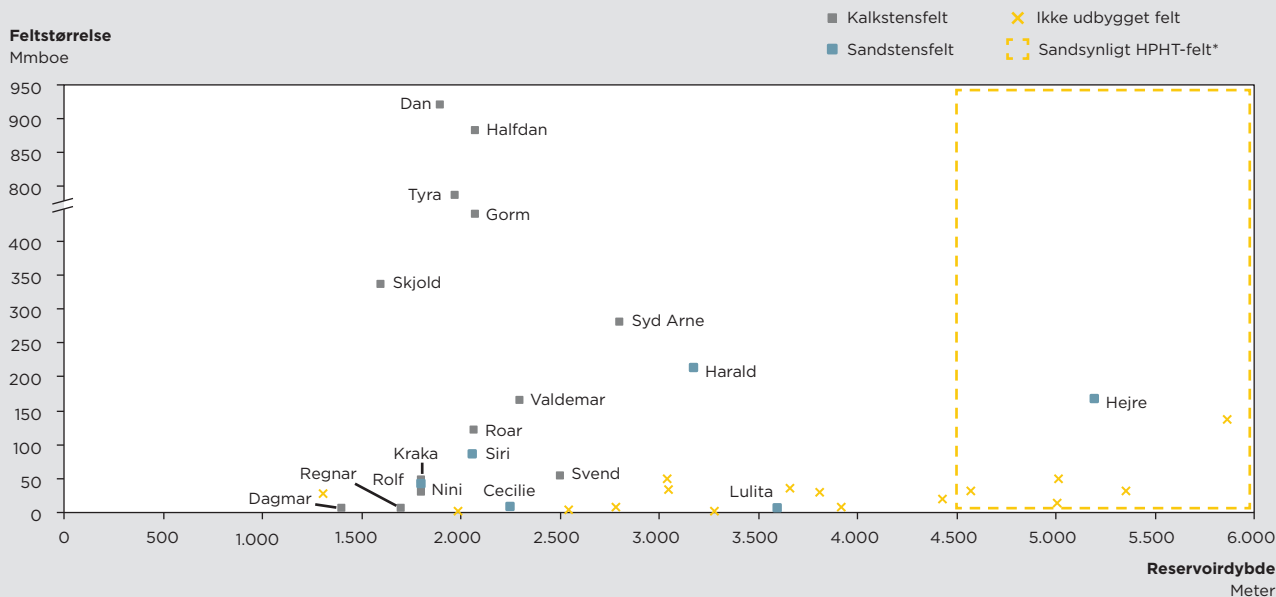
<sup>39</sup> En "workover" er en reparation og/eller vedligeholdelse af en brønd, der kræver en rig



FIGUR 22

## DEN DANSKE SOKKEL ER PRÆGET AF EN STOR ANDEL KALKFELTER, BEGRÆNSEDE FELTSTØRRELSER OG FLERE FELTER, SOM LIGGER PÅ STOR DYBDE MED HØJE TEMPERATURER OG TRYK

### Overblik over danske felters størrelse og reservoirdybde



\* HPHT står for High Pressure High Temperature og er defineret som feltet med et tryk højere end 690 bar og temperaturer over 149 grader celsius  
 Kilde: Olie Gas Danmark; Quartz+Co-analyse

i Qatar, som Maersk Oil overtog i 1992, efter at det tidligere var blevet erklæret uøkonomisk af en række store olieselskaber pga. kompleksiteten. Baseret på særlige kompetencer inden for horisontale borer og injektion fra Nordsøen udviklede Maersk Oil Al Shaheen-feltet fra bunden – bl.a. med verdens længste horisontale boring på 12,3 km – til i dag at producere 300.000 tønder olie om dagen. Dette svarer til over en tredjedel af Qatars samlede produktion.

Store dele af den danske olie- og gasindustri er koncentreret omkring Esbjerg Havn, som i næsten 40 år har været base for aktiviteterne i den danske del af Nordsøen og over årene har udviklet sig til en central kompetenceklynge for industrien. I dag er omkring 250 energirelaterede virksomheder til stede på havnen i Esbjerg, i alt ca. 11.000 personer. Heraf er størstedelen aktive inden for olie- og gasindustrien. En af de virksomheder er Esbjerg-baserede Semco Maritime, som er specialiseret i vedligeholdelse, reparation og redesign af produktionsplatforme og borerigg. Virksomheden har

opbygget sine kompetencer i Nordsøen og skaber i dag hovedparten af sin omsætning internationalt via kontorer i Storbritannien, Norge, Singapore, Vietnam m.fl. Den ca. 1.000 mand store ingeniør- og rådgivningsforretning Rambøll Olie og Gas har ligeledes adskillige kontorer i udlandet – herunder i Norge, Rusland, Abu Dhabi, Qatar og USA – og selskaber som Bladt Industries, der laver store og komplekse stålkonstruktioner til bl.a. offshore-industrien, samt Ocean Team, der leverer specialiseret rensning af tekniske systemer, har i dag ligeledes betydelige forretninger uden for Danmark.

Den danske virksomhed Welltec, der producerer og opererer højteknologiske fjernstyrede robotter til klargøring, optimering og vedligeholdelse af olie- og gasbrønde, blev stiftet i 1994 og nåede i 2006 en eksportandel på godt 97%. Virksomheden havde i 2013 mere end 1.000 ansatte og omsatte for knap DKK 1,8 mia. og har i dag datterselskaber i mere end 30 lande. 15 af verdens 25 største olie- og gasselskaber har gjort brug af Welltecs teknologi, der har modtaget adskillige priser.

Selvom produktionen i Nordsøen har toppet, er der stadig betydelige reserver og et betragteligt yderligere ressourcepotentiale i den danske del af Nordsøen. I takt med den fortsatte modning af den globale olie- og gasproduktion bliver de globale indvindingsforhold stadig vanskeligere, ligesom forholdene i den danske del af Nordsøen; fundene bliver mindre, det bliver sværere at forbedre indvindingsgraderne yderligere, og olien ligger dybere i sværere geologiske lag og i mere fjerne egne. Samtidig vokser den globale efterspørgsel på olie og gas fortsat, og olie og gas forventes stadig at udgøre over halvdelen af den samlede energiproduktion i 2035. Med erfaringer og kompetencer fra Nordsøen er den danske olie- og gasindustri dermed godt positioneret til at udnytte disse muligheder i de kommende år.

## 4.2 VINDENERGI – DANMARK ER EN FØRENDE VINDNATION OG HAR OPBYGGET EN DANSK INDUSTRI MED INTERNATIONALE MARKEDSLEDERPOSITIONER

Fra den danske vindudbygning tog sin begyndelse i 80'erne og frem til i dag, er der indpasset en større andel vind i det danske energisystem end noget andet sted i verden. Siden udbredelsen af vindmøller for alvor tog fart, er der opbygget en dansk vindindustri, som i dag beskæftiger mere end 27.000 personer og eksporterer for DKK 49 mia.<sup>40</sup>

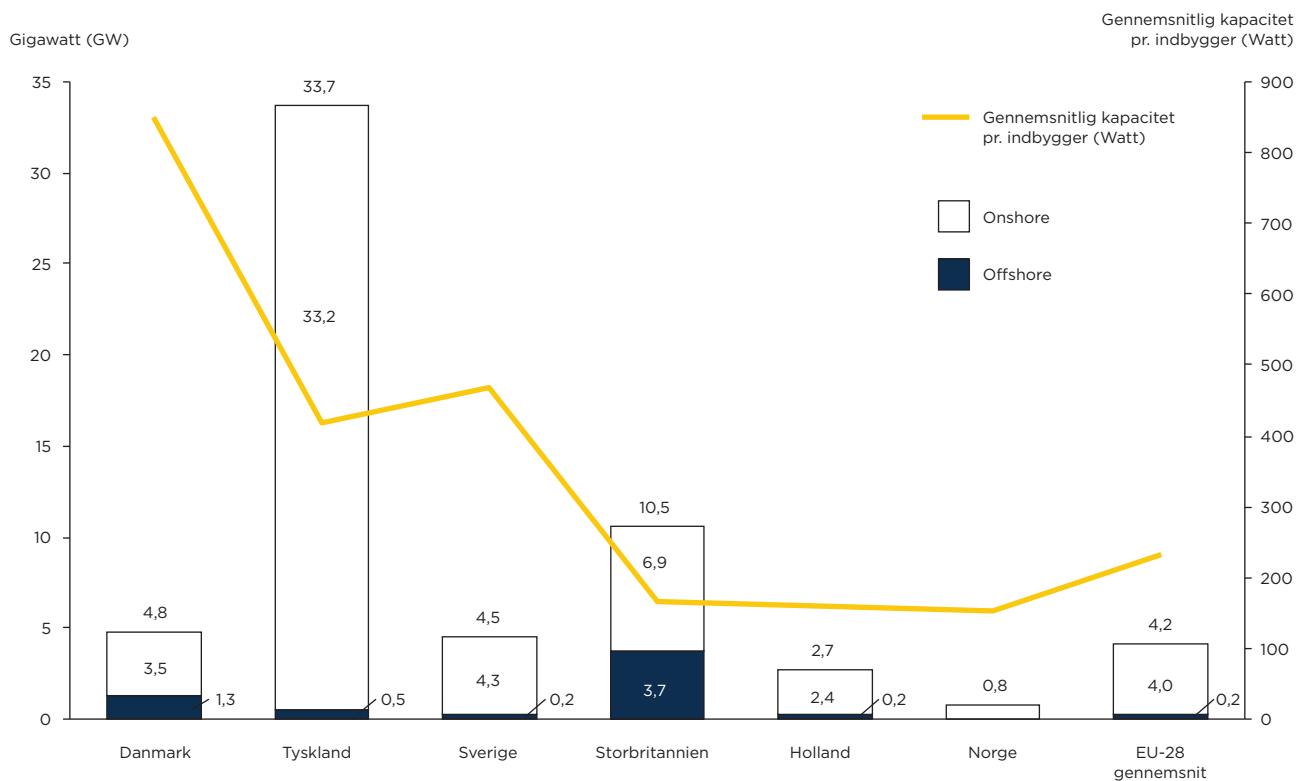
De første møller blev opført på land i slutningen af 70'erne, og herefter tog forskningen og

40 Klide: Vindmølleindustrien

FIGUR 23

### DANMARK HAR RELATIVT SET MEST INSTALLERET VINDKAPACITET PR. INDBYGGER OG ER DET LAND MED NÆSTMEST HAVVIND I ABSOLUTTE TERMER

Akkumuleret installeret kapacitet og gennemsnitlig kapacitet pr. indbygger i 2013



Kilde: EWEA European wind power statistics, 2013; EWEA European offshore wind industry statistics, 2013; Eurostat - Demographic balance, 2014; Quartz+Co-analyse



industriudviklingen inden for vindenergi fart. I dag er der ca. 5.000 aktive vindmøller i Danmark med en samlet kapacitet svarende til 4% af den samlede installerede kapacitet i EU-28. Danmark er i dag det land i Europa med mest installeret vindkapacitet pr. indbygger og næstmest samlet produktionskapacitet inden for havvind, kun overgået af Storbritannien (se figur 23). Den danske vindudbygning bygger på det forhold, at Danmark ligger i en region i verden, hvor vindhastigheden er høj og dermed attraktiv ift. udnyttelse til energiproduktion.

De politisk besluttede tilskud til miljøvenlig elproduktion i Danmark gav et incitament til at modne og kommercialisere vindmølleteknologi og skabte dermed en udvikling, hvor vindmølleindustriens udviklere og producenter skabte efterspørgsel

på følgeindustrier. Derved sikrede industrien en naturlig udvikling af stærke og sammenhængende kompetencer på tværs af værdikæden.

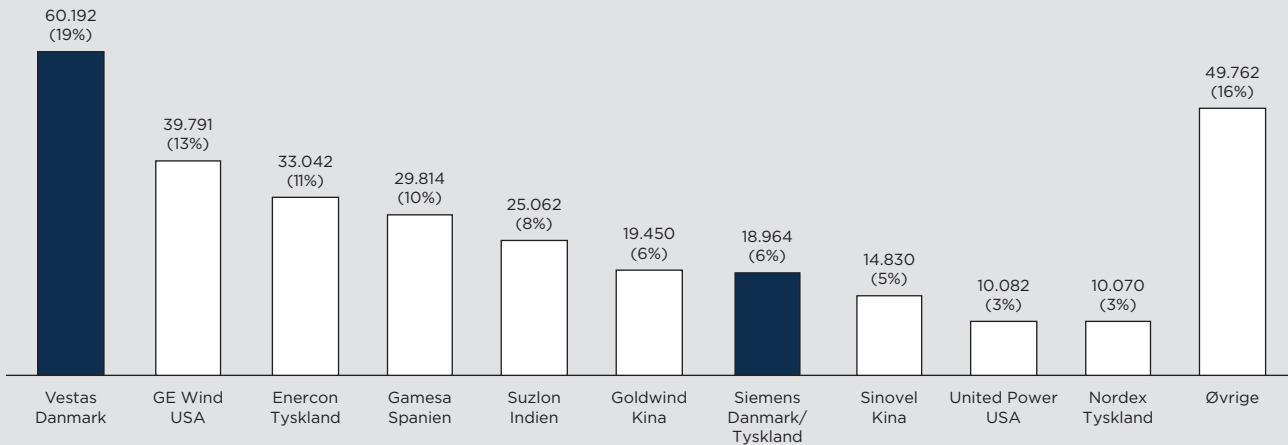
Danmark udviklede sig på den teknologiske front op igennem 90'erne og 00'erne og blev et foregangsland inden for vindenergi. I 1991 blev den nuværende tekniske certificeringsordning oprettet, og i 2004 etablerede Energistyrelsen "Godkendelsessekretariatet for vindmøller" – drevet af DTU Vindenergi – der foretog tests og overvågning af de seneste teknologier og sikrede, at producenterne kontinuerligt blev opdateret på eventuelle fejl. Det accelererede den danske vindmølleindustri kollektive læring, som bidrog med en omfattende systemforståelse på tværs af værdikæden, der er svær at kopiere.

FIGUR 24

## VESTAS ER VERDENS FØRENDE LANDVINDMØLLEPRODUCENT MÅLT PÅ INSTALLERET KAPACITET (MW) FRA 1980 TIL 2013

### Top 10 globale landvindmølleproducenters andel af installeret kapacitet

Akkumuleret kapacitet (1980-2013) og HQ Megawatt (MW), (procent)



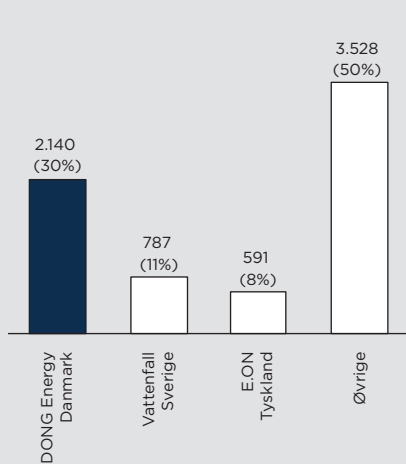
Kilde: MEC Intelligence; Quartz+Co-analyse

FIGUR 25

## DEN DANSKE HAVVINDINDUSTRI HAR EN RÆKKE MARKEDSLEDENDE POSITIONER

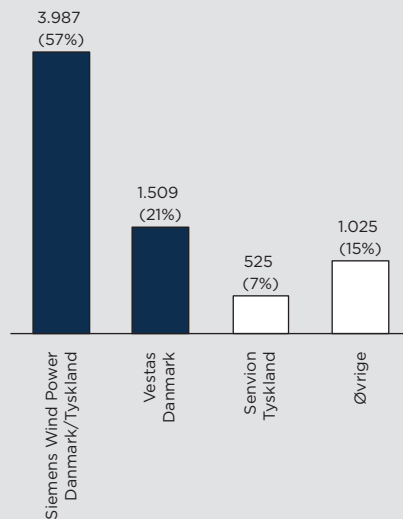
### Top 3 globale havvindmølleudvikleres andel af den globalt installerede kapacitet

Akkumuleret kapacitet (1991-2013) og HQ Megawatt (MW), (procent)



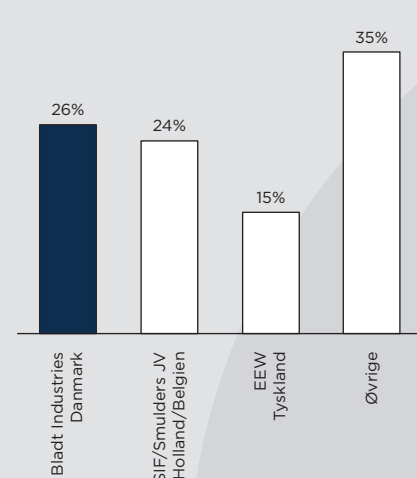
### Top 3 globale havvindmølleproducenters andel af den globalt installerede kapacitet

Akkumuleret kapacitet (1991-2013) og HQ Megawatt (MW), (procent)



### Top 3 europæiske havvindmøllefundamentproducenters markedsandel

Markedsandel i Europa (2009-2013) og HQ Procent



Kilde: MEC Intelligence; DONG Energy; Quartz+Co-analyse



Den danske kompetenceplatform inden for vindenergi er forankret i en række vidensmiljøer. Danmark har verdens største videnscenter inden for vindenergi – DTU Vindenergi – der forsker i udviklingen af nye teknologier inden for vindkraft, og som ligger i front, når det gælder antallet af udgivne publikationer. DTU udbyder, som det eneste universitet i verden, en to-årig kandidatoverbygning inden for vindenergi kaldet "MSc in Wind Energy". Udover et stærkt forskningsmiljø har Danmark også en række unikke testfaciliteter som bl.a. PowerLab DTU, Høvsøre testcenter, BLAEST (Blade Test Centre), Østerild Testcenter og Lindø Offshore Renewables Center (LORC). Desuden har en række centrale aktører i industrien egne testcentre i tilknytning til deres forsknings- og udviklingsenheder. De gode testmuligheder har endvidere tiltrukket internationale virksomheder såsom Envision og EDF/Alstom.

Danmark huser i dag både verdens største vindmølleproducent, Vestas, og Siemens Wind Power (oprindeligt Bonus Energy), som også er en betydelig producent af landvindmøller og verdensførende inden for offshore-havvindmøller målt på installeret kapacitet (se figur 24 og figur 25).

Udviklingen af havvindteknologien i Danmark har i høj grad været drevet af DONG Energy, der har opført flere havvindmølleparker end nogen anden virksomhed i verden med en samlet installeret kapacitet på 2,1 GW fra 1991 til 2013<sup>41</sup>.

Derudover tæller den danske vindindustri virksomheder som Bladt Industries, verdens førende producent af fundamentet til havvindmøller, LM Wind Power, verdens førende specialiserede producent af vindmøllevinger, og A2SEA, den største installatør af havvindmøller. Foruden de store kendte aktører har Danmark en lang række mindre, men også meget succesfulde, nichevirksomheder inden for vindindustrien – såsom C.C. Jensen, der laver oliefiltreringssystemer, som anvendes i high-end vindmølle-turbiner for at optimere produktionen

og mindske slitage. En anden nichevirksomhed er Global Lightning Protection Services, der foretager lyntest af vindmølledele – turbiner og vinger – ved at eksponere dem for kunstige lyn, hvilket muliggør observation af, hvordan mølledele reagerer.

Den danske vindindustri er ikke alene innovativ ift. teknologisk udvikling, men også inden for nye finansieringsmodeller for vindmølleparker. Disse modeller er bl.a. udviklet gennem pensionselskabet PensionDanmarks investeringer i Nysted Havmøllepark samt PFA, PKA og PensionDanmarks investeringer i Anholt Havmøllepark. Inden for onshore-segmentet har PFA Pension, sammen med energiselskabet SE, etableret SE Blue Renewables, der som et joint venture ejer og opererer ca. 300 landmøller i Danmark, hvilket gør selskabet til den største danske landvindmølleoperatør.

Den globale elproduktion baseret på vind forventes at stige med 8% om året fra 2011 til 2035, og vil dermed vokse fra at udgøre knap 2% til at udgøre 7,5% af den globale elproduktion. Danmark er med sine førerpositioner godt positioneret til at tage en del af denne vækst.

41 Kilde: DONG Energy

### 4.3 FJERNVARME - DE DANSKE KOMPETENCER INDEN FOR FJERNVARME OG EFFEKTIV SAMPRODUKTION ER ATTRAKTIVE EKSPORTVARER

Fjernvarme har en 100 år lang historie i Danmark. I dag opvarmes 63% af de danske husstande med fjernvarme, der produceres på ca. 2.000 varmeanlæg<sup>42</sup> og distribueres igennem et 60.000 km stort dansk fjernvarmenet. De mange års opbygning af ekspertise inden for fjernvarme og den store udbredelse har gjort, at de danske fjernvarmekompetencer er attraktive i udlandet. Det har resulteret i en eksport inden for fjernvarmekomponenter på DKK 5 mia. i 2013 og mere end 7.000 beskæftigede

inden for drift, udbygning eller vedligeholdelse af det danske fjernvarmenet<sup>43</sup>.

Fjernvarme kan både produceres på separate varmeværker eller som en del af elproduktionen på kraftvarmeværker. Ved samproduktion af el og varme reduceres ressourceforbruget til produktion af el og varme med ca. 1/3, hvilket mindsker miljøpåvirkningen og gør fjernvarmen til en økonomisk attraktiv opvarmningsform for forbrugerne (se figur 26).

Fra 1980 til 2002 voksede andelen af den samlede fjernvarme, der blev produceret sammen med el på kraftvarmeværker fra 39% til 83% - i dag er tallet 73%. Det gør den danske energisektor til en af verdens førende inden for samproduktion af el

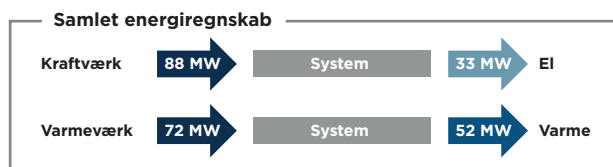
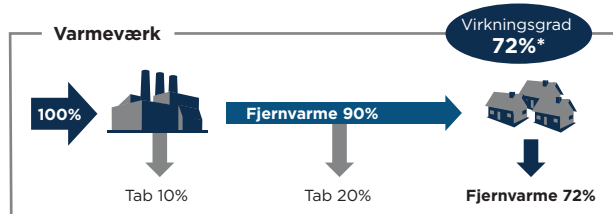
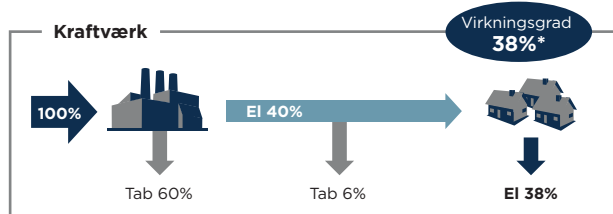
42 Størrelsen og ejerskabet af værkerne varierer. De store værker er ejet af energivirksomheder, hvorimod de mindre værker ofte er ejet af industrier, kommuner, andelselskaber eller private

43 Kilde: Copenhagen Cleantech Cluster-rapporten (baseret på DBDH - Danish Board of District Heating), 2014

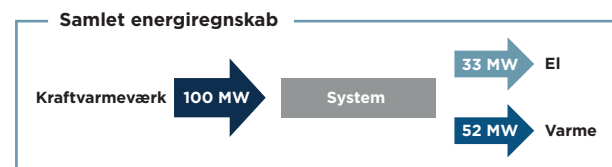
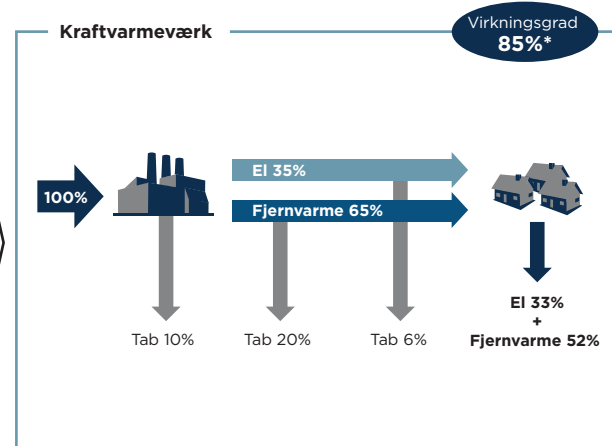
FIGUR 26

### SAMPRODUKTION AF EL OG VARME SIKRER BEDRE UDNYTTELSE AF ENERGIINDHOLDET I DE TILFØRTE BRÆNDSLER

#### Separat el- og varmeproduktion



#### Samproduktion af el og varme



Note: I figuren er anvendt illustrative tal, da hvert enkelt værk vil have forskellig udnyttelse af tilførte brændsler

\* Virkningsgrad er et udtryk for et systems nytteværdi og dækker over forholdet mellem den afgivne energi (MW) og det tilførte brændsel (MW).

Virkningsgraden for decentrale kraftvarmeværker ligger typisk på 35-40%, hvorimod den for centrale kraftvarmeværker typisk ligger på 40-47%

Kilde: DONG Energy; HOFOR; Energistyrelsen; Quartz+Co-analyse

og varme, idet en markant større andel af fjernvarmen produceres på kraftvarmeværker, end det eksempelvis er tilfældet i Holland, Tyskland, Storbritannien og Sverige. Danmark har i dag nogle af verdens mest energieffektive kraftvarmeværker – såsom Nordjyllandsværket, der er kulfyret og har en virkningsgrad<sup>44</sup> på 91% og Avedøreværkets blok 2, der primært fyrer med biomasse og har en virkningsgrad på 93%<sup>45</sup>.

Rekorderne inden for højeffektiv kraftvarmeproduktion understøttes i en række tilfælde af unikke lokale samarbejder med store produktionsvirksomheder, der er tilkøbet infrastrukturen. Et eksempel herpå er Aalborg Portlands cementfabrik, der sender overskudsvarmen fra produktionen ud til ca. 30.000 husstande i Aalborg. Med udviklingen op igennem 80'erne og frem til i dag samt det øgede fokus på miljø omstillede fjernvarmesektoren – tilskyndet af en omlægning af afgifter på brændsler – hele varmeproduktionen til i stigende grad at være baseret på biomasse og biogas. Det har resulteret i 1) at forbruget af biomasse og biogas i fjernvarmeproduktionen er gået fra 8% i 1980 til 43% i 2012, og 2) at CO<sub>2</sub>-udledningen i perioden årligt er faldet med gennemsnitligt 1%.

Med den gradvise udbygning af den danske fjernvarmeindustri og omlægning af værkerne fra primært at fyre med fossile brændsler til i højere grad at fyre med biomasse, fulgte en raffinering af den danske knowhow om fjernvarmeanlæggenes tekniske muligheder båret af en tæt vidensdeling blandt værker, myndigheder, rådgivere og leverandører.

Danmark har således opbygget stærke kompetencer inden for projektering af kraftvarmeanlæg, rådgivning og specialiseret produktion. Herunder huser Danmark Logstor, der producerer præisolerede fjernvarmerør, Danfoss, der laver termostater og ventiler og sælger deres produkter i mere end 100 lande, Grundfos, der er en af verdens førende producenter af elektriske pumper og dækker ca. 50% af det globale marked for cirkulationspumper, og B&W Vølund, der er eksperter i at lave kedler, der fyrer med biomasse, affald og multibrændsler, og har udviklet verdens største og mest avancerede halmfyrede kedel på Avedøreværket.

<sup>44</sup> Virkningsgrad er et udtryk for et systems nytteværdi og dækker over forholdet mellem den afgivne energi (MW) og det tilførte brændsel (MW)

<sup>45</sup> Kilde: Vattenfall's danske hjemmeside; Interview med Nordjyllandsværket; DONG Energy's hjemmeside; Quartz+Co-analyse

Derudover tæller Danmark rådgivningsvirksomheder som Rambøll og COWI, der blandt andet har opbygget ekspertise inden for anvendelse af biomasse i fjernvarme og planlægning af fjernvarmesystemer og energiplanlægning. Endelig har sektoren dannet grundlag for udvikling af mindre virksomheder som Dall Energy, der er eksperter i effektiv udnyttelse af biomasse i kraftvarmeanlæg.

Fjernvarmeprojektet i Anshan-provinsen i Kina er et godt eksempel på efterspørgslen efter danske fjernvarmekompetencer. I Anshan, der er på størrelse med Sjælland, arbejder man med at energieffektivisere og nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet. Som et skridt på vejen har kineserne indgået en rådgivningsaftale med COWI og Danfoss om et nyt varmesystem, der skal udnytte overskudsvarmen fra byens stålproduktion til fjernvarme.

Den danske fjernvarmesektors evne til at udvikle helheds løsninger, der både er energibesparende og CO<sub>2</sub>-reducerende, har gjort Danmark til en show-case for udenlandske delegationer. Udsigterne for dansk fjernvarme og eksport er positive. I dag omsætter fjernvarmebranchen for DKK 33,6 mia., hvoraf DKK 5 mia. er drevet af eksport. Frem mod 2020 forventer fjernvarmebranchen, at omsætningen vil vokse med ca. DKK 1 mia. om året, hvor eksporten vil være den stærkeste motor, idet den forventes at være fordoblet til DKK 10 mia. i 2020.

#### **4.4 ENERGIOPTIMERING - DANMARK ER ET AF DE MEST ENERGIEFFEKTIVE LANDE I VERDEN OG HAR OPBYGGET EN LANG RÆKKE TEKNOLOGISKE OG KOMPETENCEMÆSSIGE FØRERPOSITIONER**

Danmarks position som et af de mest energieffektive lande i verden er resultatet af mange års målrettet indsats og tæt samarbejde mellem de forskellige aktører på området for at nedbringe energiforbruget. Den danske energiindustri har opbygget en række teknologiske og kompetencemæssige førerpositioner, som i dag repræsenterer et betydeligt eksportpotentiale.

Det danske fokus på energioptimering blev etableret allerede i 70'erne som en reaktion på olie-krisen og blev yderligere intensiveret op igennem 90'erne, hvor der fra politisk side blev indført afgifter og tilskudsordninger samt energimærkning

af varer, som skulle bidrage til at nedbringe energiforbruget. Fra år 2000 blev energisektorens rolle mere fremtrædende, da energivirksomhederne fik introduceret en række opgavebreve af Energistyrelsen, som de blev opfordret til at løfte.

I de følgende år realiserede elselskaberne årlige besparelser hos virksomheder og husstande på op til 155.000 MWh, hvilket svarer til knap 40.000 husstandes årlige elforbrug. Ved underskrivelsen af energiaftalen i 2006 blev energisektorens rolle i sikringen af energibesparelser yderligere formaliseret, da energivirksomhederne frivilligt forpligtede sig til at realisere besparelser, der var ca. dobbelt så store som de hidtil realiserede energibesparelser – disse besparelsesmål blev igen i 2010 fordoblet. På trods af at målene blev hævet fra 778 GWh i 2009 til 1.694 GWh i 2010, formåede energisektoren – i samarbejde med de danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder og forbrugerne – at levere besparelserne. Succesen skyldtes et målrettet fokus på de mest energiintensive virksomheder

samt udvikling af nye teknologier, arbejdsmetoder og samarbejdsformer. I 2013 blev energisparemålene igen fordoblet<sup>46</sup>, og for første gang lykkedes det ikke den danske energisektor at realisere målene. Det indikerer, at det bliver stadig sværere at opnå yderligere besparelser blandt de energiintensive virksomheder (se figur 27).

Den danske energisparemodel blev i 2012 en af inspirationskilderne til et nyt EU-energieffektivitetsdirektiv med konkrete 2020-målsætninger for de enkelte medlemslande, men opgaven er imidlertid ikke nødvendigvis let at gå til for andre lande i samme strukturerede omfang.

Den danske samarbejdsmodel omkring energieffektivisering er bygget op over årtier og er baseret på et tæt og struktureret samarbejde mellem alle relevante aktører – herunder politikere,

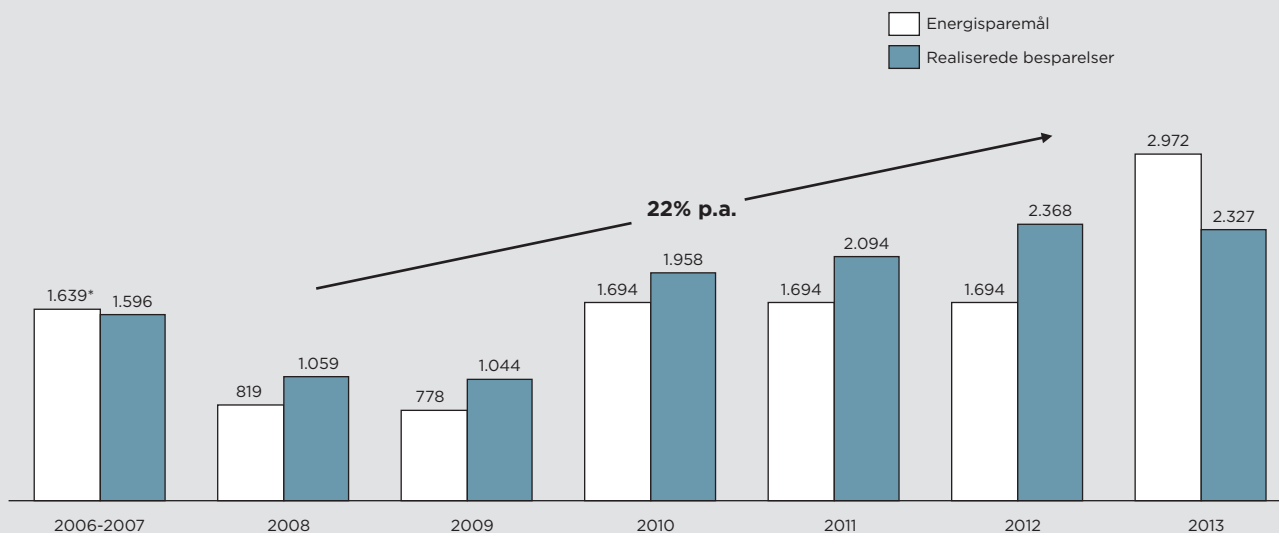
<sup>46</sup> Energiselskabernes besparelsesforpligtelser øges i forhold til indsatsen i 2010-2012 med 75% svarende til 10,7 PJ pr. år i perioden 2013-2014 og med 100% svarende til 12,2 PJ årligt i perioden 2015-2020

FIGUR 27

## DET ER LYKKEDES DE DANSKE ENERGISELSKABER AT INDFRI ENERGISPAREMÅLENE FRA 2008 TIL 2012 TIL TRODS FOR EN FORDOBLING AF MÅLENE FRA 2009 TIL 2010

Besparelser realiseret af samtlige energiselskaber sammenlignet med de danske energisparemål

Gigawatt-timer (GWh)



\* Det årlige energisparemål for energiselskaberne var 819 GWh i både 2006 og 2007

Kilde: Dansk Energi (indberetning til Energistyrelsen marts 2014); Energistyrelsens udgivelse "Status for energiselskabernes energispareindsats 2006-2013"; Quartz+Co-analyse



netselskaber, markedsaktører, energiteknologi- og energiservicevirksomheder og forbrugerne – og faciliteret af en incitamentsstruktur med fordele for alle parter. Modellen har affødt unikke samarbejdsformer mellem de enkelte aktører – som eksempelvis BetterHome, etableret af Grundfos, Danfoss, VELUX og Rockwool, som skal bidrage med nye standarder inden for enklere helheds løsninger for enfamiliehuse i Danmark. Initiativet er et supplement til den traditionelle energioptimering på procesindustri og store bygninger.

Nogle af de store danske markedsledende energiteknologivirksomheder med stærke positioner inden for energioptimering er tidligere nævnte Grundfos og Danfoss. Grundfos har bl.a. udviklet iSOLUTIONS, der, hvis de erstattede alle ineffektive pumper på globalt plan, kunne reducere det globale energiforbrug med 4%. Danfoss' 6.700 ventiler installeret i Shanghai Tower, der bliver verdens næsthøjeste bygning, vil via effektiv styring af køle- og varmesystemerne reducere energiforbruget med op til 20% i forhold til det oprindeligt projekterede. Derudover er der VELUX, der producerer ovenlysvinduer, som kan sikre energioptimering i huse igennem mindre behov for kunstigt lys og bedre isolering. Endelig er der Rockwool, der er verdens førende producent af stenuldsisolering og hjælper med at nedbringe energiforbruget i industrien og i beboelsesejendomme.

Danmark huser også en række virksomheder, der udnytter den opbyggede ekspertise inden for energieffektivisering til rådgivning i udlandet. Udover de store rådgivende ingeniørfirmaer er eksempelvis Scanenergi specialiseret i rådgivning inden for energistyring og energioptimering og har eksempelvis hjulpet Unicer, som er den største drikkevareproducent i Portugal, med at spare ca. DKK 7,5 mio. årligt igennem energioptimeringstiltag. Ligeledes er SE i færd med at eksportere deres viden om energioptimering med henblik på at etablere en rådgivningsforretning i Tyskland.

Danmark står i dag med en energiindustri, der teknologisk og kompetencemæssigt har unikke førerpositioner, som ikke alene kan tages med ud i verden, men som også giver Danmark et godt udgangspunkt for at kunne udvikle og realisere den næste generation af energioptimering med dertilhørende effektiviseringsgevinster.

## 4.5 MULIGE FREMTIDIGE KOMPETENCE-PLATFORME – DE DANSKE KOMPETENCER INDEN FOR SMART GRID OG BIOENERGI HAR ET BETYDELIGT POTENTIALE

Den danske energiindustri eksperimenterer konstant med nye former for energi og energiteknologi, som kan forbedre de nuværende kompetencer og energiudnyttelsen. Udover stærke danske kompetencer inden for olie og gas, vindenergi, fjernvarme og energioptimering er den danske energiindustri også aktiv på mindre modne områder, hvor Danmark har en forskningsmæssig førerposition med et betydeligt potentiale, men hvor potentialet endnu ikke har materialiseret sig fuldt ud.

### Smart grid

En effektiv implementering af Danmarks ambitiøse VE-mål<sup>47</sup>, som bl.a. indebærer en stadig højere andel vind i energiproduktionen, nødvendiggør evnen til i stigende grad at kunne styre elforbruget efter den aktuelle produktion på en kontrolleret og smart måde i transmissions- og distributionsnettet (smart grid<sup>48</sup>).

Aktivering af forbrugerne via en dynamisk timebaseret prissætning er et centralt element i at lykkes med implementeringen af smart grid. En vigtig milepæl i den forbindelse er Folketingets vedtagelse af, at alle danske hjem i 2020 skal have fjernaflæste målere og timeprisafregning. I dag er der installeret elmålere i godt 1,6 mio. danske husstande, men de intelligente elmålere er blot et skridt på vejen mod et dansk smart grid. Implementering af smart grid er en kompliceret, omfangsrig og ressourcetung opgave og forventes af Energistyrelsen at ske over de næste par årtier.

Danmark er endnu ikke langt med implementeringen af smart grid, men er til gengæld førende i Europa inden for forsknings- og udviklingsprojekter relateret til smart grid – fra 2002 til 2014 blev der i Danmark igangsat 89 smart grid-forskningsprojekter, hvilket eksempelvis er mere end dobbelt så mange som i Sverige, Storbritannien og Norge.

47 I 2035 skal el og varme være 100% drevet af VE, og i 2050 skal alle danske sektorer være drevet 100% af VE

48 Et smart grid er et intelligent elsystem, der kan integrere og styre alle tilkoblede brugeres adfærd og handlinger – både dem der producerer el, dem der forbruger el, og dem der gør begge dele – for effektivt at kunne levere en bæredygtig, økonomisk og sikker elforsyning

Samtidig er det danske forskningsmiljø præget af mange mindre projekter, hvilket har givet den danske energiindustri et bredt kendskab til forskellige teknologier (se figur 28).

Den danske energiindustri er ligeledes langt fremme med test af smart grid-løsninger, som eksempelvis EcoGrid Bornholm, hvor 2.000 forbrugere tester muligheder for optimal integrering af VE ved hjælp af intelligent styring af elforbruget – et projekt der har vakt stor international interesse. De mange udviklingsprojekter udgør et godt fundament for fremtidig demonstration og implementering af smart grid i Danmark.

Der er allerede adskillige danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder, som er aktive inden for

smart grid, og interessen er stor. Store etablerede aktører som Kamstrup, der leverer intelligente elmålere, og Schneider Electric's ca. 1.000 mand store danske afdeling, der leverer samlede smart grid-teknologier, er langt fremme. Men også mindre danske aktører er med i førerfeltet. Det gælder eksempelvis Greenwave Systems, der bl.a. udvikler intelligente løsninger til energikontrol i hjemmet.

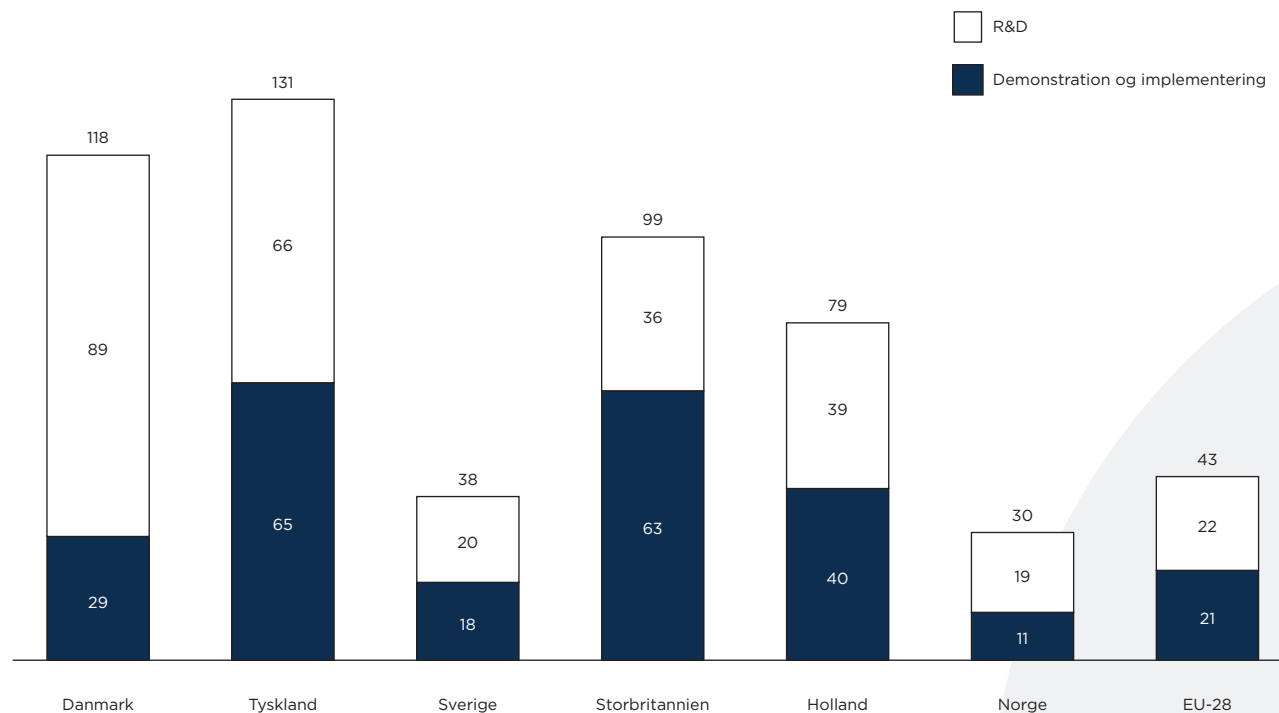
Den danske energiindustri står således stærkt rustet til ikke alene at bidrage kompetent til den danske implementering af smart grid, men ligeledes til at udnytte den forventede globale vækst i efterspørgslen på smart grid-teknologier. De globale investeringer i smart grid-teknologi forventes at stige med 7% årligt fra DKK 260 mia. i 2013 til DKK 400 mia. i 2020.

FIGUR 28

## I DANMARK ER DER LAVET MANGE UDVIKLINGSPROJEKTER INDEN FOR SMART GRID, MEN DER FORETAGES IKKE DEMONSTRATIONS- OG IMPLEMENTERINGSPROJEKTER I SAMME OMFANG

Antallet af smart grid-projekter, 2002-2014 akkumuleret

Antal



Kilde: EU-Kommissionens Joint Research Center, "Smart Grid Projects Outlook 2014"; Quartz+Co-analyse



## Bioenergi

Fokus på en flerstrengt energiforsyning, politiske krav om alternativer til olie samt et bredt industrimæssigt samarbejde har bidraget til etableringen af en solid platform inden for bioenergi<sup>49</sup>. I 1980'erne var Danmark tidligt ude med energipolitiske krav til udnyttelse af indenlandske brændsler, og det var med til at sætte skub i både forsknings- og udviklingsaktiviteter på området samt til at øge landbrugets og energisektorens anvendelse af restprodukter til energiproduktion på kraftvarmeværkerne. Udviklingen medførte – foruden etableringen af et stort antal decentrale biomassefyrede værker – at flere kraftvarmeværker blev ombygget til at fyre med biomasse (fx Amagerværket, Herningværket, Avedøreværket og Studstrupværket), og anvendelsen af biomasse i den danske primære energiproduktion mere end seksdobledes. Biomasser som halm, træpiller, træflis og organisk affald udgjorde i 2012 13% af den samlede danske elproduktion, hvilket er mere end det dobbelte af Sverige og mere end tre gange højere end EU-28 gennemsnittet.

Udviklingen har bidraget til en løbende udbygning af en dansk position inden for brugen af biomasse,

<sup>49</sup> Bioenergi er energi, som bliver skabt ved forbrænding af biologisk dannet organisk materiale. Bioenergi er i praksis alle de energiformer, der fremstilles ud fra biomasseressourcer. I modsætning til fluktuerende energikilder som vind og sol kan bioenergi lagres, hvilket er en fordel i et energisystem med meget VE

og dermed har vi i Danmark etableret bioenergi-kompetencer på en række områder, som i dag er attraktive for udenlandsk forskning og erhvervsliv. Danmark har kernekompetencer i produktionen af biomassefyrede kedler (BWE, B&W Vølund), rådgivende ingeniørhuse unikke viden om konstruktion, drift og vedligehold i forskellige typer biomasseanlæg (Rambøll, COWI) samt danske energiselskabers og investorers erfaring med at modne og eksekvere biomasserelaterede anlægsprojekter (DONG Energy, PensionDanmark). Som en first mover og vedholdende aktør på området er Danmark i dag et af de lande i verden, der har mest specialiseret viden inden for dette område.

Med de planlagte konverteringer fra kul til træpiller og træflis på de store kraftvarmeværker kommer Danmark også i fremtiden til at udbygge disse kompetencer. Senest har DONG Energy – som i dag ejer 44% af den totale termiske kapacitet i Danmark – besluttet, at Skærbækværket skal bruge bæredygtig biomasse fra produktionsåret 2017-2018. Denne investeringsbeslutning er med til at realisere DONG Energy's mål om, at 50% af al termisk kapacitet skal være baseret på bæredygtig biomasse i 2020 (se figur 29).

Udover kompetencerne inden for forbrænding af biomasse har Danmark stor viden omkring avancerede biobrændselsteknologier såsom bioethanol. I 1990'erne begyndte danske energivirksomheder at

samarbejde med enzymproducenter om at tilsætte enzymer til biomasse med henblik på at udvikle bioethanol. Fokus har først været i form af første-generationsbioethanol og senere i form af anden-generationsbioethanol fra affaldsprodukter som halm. Et resultat af dette er blandt andet virksomheden Inbicon, der har udviklet en teknologi, som konverterer biomasse til andengenerationsbioethanol. Denne teknologi er et centralt element i det planlagte storskala-biomasseraffinaderi Maabjerg Energy Concept. Derudover er teknologien en hjørnesten i virksomheden RENescience der gennem en markant forbedring af genanvendelsesgraden af husholdningsaffald kan være med til at løse det globale affaldsproblem og forsyne de voksende byer med energi. Den enzymbaserede bioraffinering står stærkt i samspillet mellem markedsaktører inden for dansk landbrug, fødevarerforædling (Chr. Hansen og Novozymes) og forskning (fx DTU Biosustain).

Folketinget vedtog ligeledes i energiforliget i 2012 at støtte biogas med henblik på at forlænge naturgasnettets levetid. På baggrund af disse forbedrede rammevilkår besluttede bl.a. NGF Nature Energy at investere i fire store biogasanlæg, som ved årsskiftet

2015/16 vil producere, hvad der svarer til ca. 1/3 af hele Fyns gasforbrug. Biogasanlæggene vil ydermere kunne bruges til at omdanne affald fra husholdninger, industri og landbrug til energi og gødning.

Det er samspillet mellem flere forhold, der har skabt et attraktivt udviklingsmiljø for bioenergi i Danmark, og den fortsatte eksistens af disse er også afgørende for den fremtidige materialisering af det danske bioenergi-potentiale. Disse forhold er: 1) store landbrugsressourcer, en moden og veludviklet landbrugssektor, samt adgang til import af biomasse hvis påkrævet, 2) massiv forskning i bioraffinering og produktion af enzymer, 3) en fokuseret indsats for at integrere yderligere bæredygtig biomasse i energiproduktionen og 4) tilskuds- og afregningsmodeller målrettet øget brug af biomasse. Andre lande ønsker, ligesom Danmark, at udnytte potentialet i bioenergi, og den globale bioenergi-produktion ventes at vokse med over 40% fra 2011 til 2035.

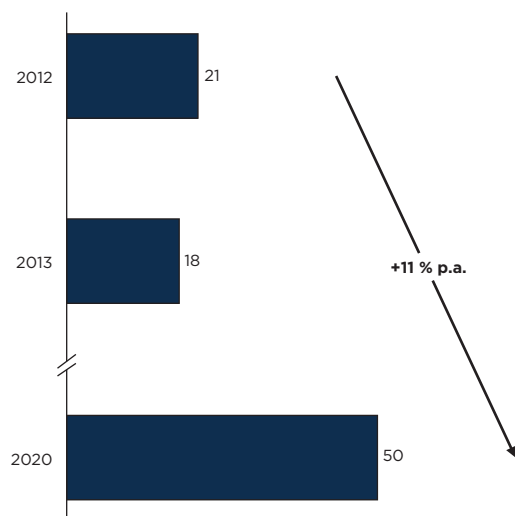
Foruden sektorens bidrag til den grønne omstilling kan der potentielt være en fremtidig eksport fra den danske bioenergisektor til gavn for dansk vækst og beskæftigelse.

FIGUR 29

## DONG ENERGY SIGTER MOD 50% BÆREDYGTIG BIOMASSE I PRODUKTIONEN I 2020

### DONG Energy's biomassemål

Biomasseandel i indenlandsk kraftvarmeproduktion i 2020  
Procent

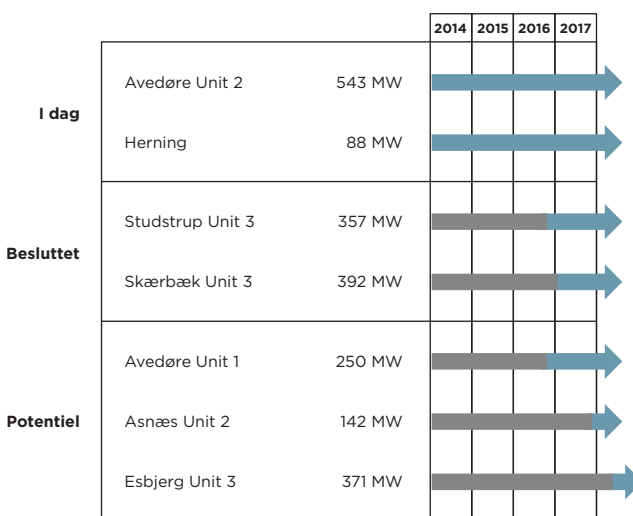


Kilde: DONG Energy

### DONG Energy's pipeline inden for biomassekonverteringer

Tidsplan for konvertering af værker

■ Fossil ■ Bio





# KAPITEL 5: ENERGI I UDVIKLING

Danmark er blandt de lande i Europa, der har reduceret CO<sub>2</sub>-udledningen fra sin energiforsyning mest, og som er nået længst med at omstille sin energiforsyning til vedvarende energi. Forsyningsikkerheden er blandt de højeste i Europa og energipriserne minus skatter og afgifter er på et konkurrencedygtigt niveau. Danmark nyder ligeledes godt af et stort økonomisk udbytte fra energisektoren i form af skatteindtægter fra olie- og gasproduktionen i Nordsøen. Den danske energiindustri beskæftiger ca. 56.000 personer, hvoraf hovedparten er beskæftiget inden for virksomheder, der udvikler og sælger energiteknologi og -service. Energiindustrien, der har udviklet sig til et af Danmarks vigtigste erhverv, eksporterer årligt for DKK 125 mia.

Omstillingen af det danske energisystem gennem de seneste 40 år er på mange måder en succeshistorie. I dag står Danmark over for nye udfordringer: CO<sub>2</sub>-udledningen skal længere ned, forsyningsikkerheden og en lav importafhængighed skal fastholdes, og energipriserne skal holdes konkurrencedygtige. Udfordringerne kan håndteres, hvis energiindustrien kan 1) fortsætte med at nedbringe omkostningerne, 2) tiltrække den nødvendige kapital til at investere i udviklingen og omstillingen og 3) formå at udnytte den danske kompetenceplatform til at styrke eksporten af danske energiløsninger.

## 5.1. ENERGIINDUSTRIENS HISTORISKE OMSTILLING OG BETYDNING FOR DANMARK

Det danske energisystem har gennem de seneste 40 år gennemgået en omfattende forandring. 70'ernes oliekrise, de globale klimaudfordringer og liberaliseringen af energisektoren har været blandt de centrale begivenheder, som har præget udviklingen.

Resultatet af de seneste 40 års udvikling er en dansk energisektor, som leverer en høj målopfyldelse på de væsentligste måleparametre i forhold til de lande i Europa, som Danmark typisk sammenligner sig med:

- Forsyningsikkerheden på el ligger i den europæiske top tre, især båret af at det danske elnet er blandt de mest kabellagte i Europa
- Andelen af vedvarende energi i det samlede energiforbrug er mere end dobbelt så høj som EU-gennemsnittet og markant højere end lande som Tyskland, Storbritannien og Holland – især båret af den højeste andel af vindkraft i elproduktionen
- En reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen på ca. 40% siden 1990 drevet af en støt faldende energiintensitet og en målrettet omlægning af den danske el- og varmeproduktion til vedvarende energi
- El- og gaspriserne minus skatter og afgifter (herunder PSO) – ligger betydeligt under



EU-gennemsnittet for både husstande og virksomheder (de politisk bestemte omkostninger, der pålægges husstandenes og virksomhedernes energiregning, er derimod blandt de højeste i EU)

- Lav afhængighed af importeret energi på grund af en høj indenlandsk energiproduktion

Danmarks evne til ikke bare at imødegå, men også aktivt at udnytte de store energimæssige udfordringer har skabt grundlaget for, at Danmark har kunnet gå foran i udviklingen og indfasningen af nye energiteknologier, der i dag hører til blandt de væsentligste eksportsektorer i Danmark. De vigtigste årsager til, at dette er lykkedes, er:

- En langsigtet samfundsmæssig vision om at skabe et stadig mere grønt og uafhængigt energisystem som den fælles retning for industrien og samfundet
- En politisk konsensus og regulatorisk forudsigelighed, der har skabt klare rammer for langsigtede investeringer i nye teknologier i energisystemet og skalering af dem med henblik på at nedbringe enhedsomkostningerne og styrke konkurrencedygtigheden
- Et tæt samarbejde mellem industri, myndigheder og universiteter omkring at bruge det eksisterende energisystem til udvikling og demonstration af teknologier og løsninger

- Et stærkt fokus på at understøtte eksporten af energiteknologier gennem fremvisning af referenceprojekter over for udenlandske kunder og samarbejdspartnere og eksportordninger med aktiv deltagelse fra ambassader, konsulater, fonde, osv.

Danmark står i dag med et af Europas stærkeste energisystemer, der er tæt bundet sammen i en af Danmarks største industrier – energiindustrien. Den beskæftiger 56.000 ansatte og har en årlig eksport på DKK 125 mia. Denne industri består af de energivirksomheder, der udvikler og driver energisystemet, og virksomheder, som leverer teknologiske løsninger og services inden for energiområdet – både til Danmark og til de internationale markeder. Sektoren leverer et betydeligt økonomisk bidrag til samfundet i form af skatter og afgifter fra energisektorens aktiviteter – primært fra Nordsøens olie- og gasproduktion. Siden 2004 har sektorens årlige skattebidrag til staten været på DKK 19 mia. i gennemsnit. Danmark har samtidig et overskud på handelsbalancen med energiråvarer på DKK 0,3 mia. (2013).

Den danske energiindustri har en stærk kompetenceplatform inden for områder som olie og gas, vindenergi, fjernvarme og energioptimering og med nye potentielle vækstområder inden for bioenergi og smart grid. Siden 2009 er omsætningen for de danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder vokset med omkring 40%, og eksporten af energiteknologi har overhalet eksporten af energiråvarer.



## 5.2. KRAV TIL OMSTILLINGENS NÆSTE FASE

Danmark er gennem omstillingen fra et importafhængigt til et nettoeksporterende samfund og fra høj emissionsland til en massiv reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen nået betydeligt længere i energiomstillingen end de fleste andre lande. Det er sket uden at måtte gå på kompromis med hverken en høj forsyningsikkerhed eller evne til at levere konkurrencedygtige energipriser.

Næste fase i omstillingen kommer imidlertid til at kræve nye løsninger. Vedvarende energi er ikke længere bare "tilbehør" til det energisystem, der er bygget op gennem de seneste årtier. Med den grønne omstilling er Danmark på vej mod en situation, hvor vedvarende energi bliver kernen i energisystemet. Det ændrer ikke alene måden, der produceres på – det vil også have en stor indvirkning på aktiviteten og funktionaliteten i resten af energisystemet. Samtidig forventes indtægterne fra den danske energisektor at falde betydeligt, hvilket vil sætte såvel energihandelsbalancen som det økonomiske bidrag til samfundet under pres. Danmark går ind i en ny fase i omstillingen, hvor ambitionerne synes at være intakte, men også en fase, hvor udfordringerne ikke bliver mindre, og hvor behovet for investeringer fortsat vil være stort.

### Ambition 1

*En fortsat reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningen og omstilling til vedvarende energi*

Danmark har allerede godt 40% vindenergi i elforsyningen og er i færd med at omstille en række af de centrale kraftværker til biomasse. Dekarboniseringen af energisektoren skal fortsætte, men CO<sub>2</sub>-reduktionen skal også intensiveres i andre sektorer som fx transportsektoren. Det kræver massive investeringer i nye teknologier og kompetencer, men også i eksisterende vedvarende energikilder, at opnå større skalaeffekter.

### Ambition 2

*Høj forsyningsikkerhed med stadig mere vedvarende energi*

I takt med at vindkraften udbygges, er det vigtigt, at evnen til at balancere systemet fastholdes. Udover øget fleksibilitet i forbruget kræver det adgang til fleksibel kraftværkskapacitet og samtidig en kraftig udbygning af forbindelserne til udlandet.

### Ambition 3

*Fortsat forbedring af energiintensiteten*

Energispareindsatsen har været succesfuld, navnlig ift. industrien, men de lavthængende frugter er allerede plukket. En fortsat forbedring af energiintensiteten vil kræve investeringer i nye teknologier og forretningsmodeller (potentielt suppleret med yderligere incitamentskabende regulering) inden for energioptimering.

### Ambition 4

*Fastholdelse af konkurrencedygtige priser*

Konkurrencedygtige energipriser er ikke alene en forudsætning for at opretholde danske forbrugeres købekraft og erhvervslivets konkurrenceevne, men også for at demonstrere bæredygtigheden i den danske model. Derfor må en fortsat omstilling af energisystemet ikke føre til, at slutkundepriserne kommer ud af trit med energipriserne i Danmarks vigtigste samhandelslande.

### Ambition 5

*En fortsat høj selvforsyningsgrad og stærk handelsbalance for energiråvarer*

Danmarks selvforsyning med energi faldt i 2013 for første gang siden 1994 under 100%. Hvis Danmark skal opretholde den lave afhængighed af udenlandsk energi, kræver det en målrettet indsats for at sikre en optimal udnyttelse af Danmarks egne energiressourcer.

### Ambition 6

*Et fortsat højt økonomisk bidrag til samfundet fra energiindustrien*

I 2013 bidrog Nordsøen med DKK 20,1 mia. i skatteindtægter. I takt med at produktionen i Nordsøen falder, falder skatteindtægterne. En imødegåelse af dette fald vil kræve nye investeringer i fortsat udnyttelse af det danske potentiale i Nordsøen samtidig med en aktiv indsats for at udbygge eksporten af danske energiløsninger.

Udviklingen af den danske energimodel og dermed fundamentet for at indfri ovenstående ambitioner skal ske i rammerne af det kapitalapparat, der er forankret i energisektoren. Her står energiens aktører over for en opgave, hvor anlægsaktiverne i indvinding, produktion, transmission og distribution



skal udskiftes og fornys bedst muligt, og vækstpotentialet i den danske energiindustri skal realiseres.

Værdien af anlægsaktiverne i den danske energisektors kapitalapparat kunne i 2013 opgøres til ca. DKK 266 mia.<sup>50</sup> Ser man på de investeringer og afskrivninger, der er foretaget de seneste fem år, kan det konstateres, at afskrivningerne på kapitalapparatet har været højere end investeringerne. Hvert år gennem de seneste fem år har sektoren haft afskrivninger på gennemsnitligt DKK 26,2 mia. om året, mens sektoren har investeret DKK 17,3 mia. om året<sup>51</sup>. Det betyder, at sektorens kapitalapparat gennem de seneste fem år er faldet med over DKK 40 mia. Hvis samme takt fortsætter ti år frem, vil der ske et yderligere fald på ca. DKK 71 mia. (~30% i forhold til 2013)<sup>52</sup>.

Denne tendens dækker imidlertid over store forskelle mellem de enkelte dele af sektoren. Den ene del er *indvinding af olie og gas (Nordsøen)*, som har stor betydning for sektorens fremtidige økonomiske bidrag til samfundet, og den anden del er *den basale energiproduktion- og infrastruktur* (produktion, transmission, distribution og handel), som driver den fremtidige funktionalitet, kvalitet og konkurrencedygtighed i energisystemet.

Den altovervejende del af faldet på ca. DKK 71 mia. sker i det kapitalapparat, der varetager **indvindingen af olie og gas i Nordsøen**. Fremskrives den seneste afskrivnings- og investeringstendens for denne del, vil det nemlig betyde et fald på DKK 63 mia. svarende til et fald på i alt 66% eller ca. 8% om året (se figur 30).

Der er en tæt sammenhæng mellem kapitalapparatets størrelse og muligheden for at udnytte de resterende olie- og gasressourcer, idet et mindre kapitalapparat, alt andet lige, vil kunne producere en mindre mængde olie og gas og dermed et

50 Baseret på en Quartz+Co-regnskabsanalyse af energisektorens virksomheder. 687 virksomheder indgår i analysen, hvor der er indhentet fuldstændige regnskaber, for 113 store selskaber. Der er ekstrapoleret tal for en gruppe af 178 små selskaber på baggrund af offentligt tilgængelige regnskaber og der er indhentet et samlet aggregeret tal for 396 selskaber i distributionsleddet fra Danmarks Statistik

51 Gennemsnitlige afskrivninger er for perioden 2009-2013, mens gennemsnitlige investeringer er for perioden 2009-2012, da der endnu ikke foreligger investeringstal for 2013

52 Totalfremskrivningen er baseret på 1) indvinding - for hver gang der er investeret én krone de seneste fem år, er der afskrevet 2,06 kroner og 2) den basale energiproduktion og infrastruktur - for hver gang der er investeret én krone de seneste fem år, er der afskrevet 1,09 kroner. Fremskrivningen mod 2025 tager udgangspunkt i det givne års kapitalapparat, dvs. faldet bliver mindre, i takt med at basen på kapitalapparatet bliver mindre

mindre grundlag for et skatteprovenu. Alene fra 2013 til 2015 forventer Skatteministeriet et fald i skatteindtægterne fra DKK 20,1 mia. i 2013 til DKK 16,6 mia. i 2015 (heri er der tilmed ikke taget højde for den seneste tids olieprisfald). Forventningen om, at kapitalapparatet reduceres, understøttes ligeledes af Energistyrelsens forventning om, at produktionen af olie og gas på den danske sokkel vil falde med ca. 90% frem mod 2030, i takt med at den danske sokkel modnes. Det understreger, at den uden sammenligning største skattebetaler og bidragsyder til eksporten i den danske energisektor, er i kraftig tilbagegang.

Omvendt vurderer Energistyrelsen og branchen, at der er et yderligere potentiale i Nordsøen, som er mere end 1/3 større end den forventede tilbageværende produktion. Det er imidlertid i de kommende årtier, at Danmark har infrastrukturen til at realisere potentialet grundet den kommercielle levetid på anlægsaktiverne. Tiltrækning af nye investeringer vil forlænge infrastrukturens levetid, hvilket potentielt set vil kunne åbne op for yderligere potentiale-realisering. Vurderes de investeringsmæssige risici imidlertid at være for store, eller er de teknologiske barrierer for høje ift. at realisere selv de mest attraktive dele af potentialet, må Danmark efterlade ressourcerne i undergrunden og finde nye veje for at opveje provenutabet fra Nordsøen.

Den anden del af energisektorens kapitalapparat udgøres af **den basale energiproduktion og infrastruktur**. Denne del udgjorde DKK 170 mia. i 2013 ud af de samlede DKK 266 mia. for hele energisektoren, dvs. over 60%. Af de DKK 170 mia. udgør de aktiver, der står for produktionen af energi, DKK 49 mia., mens transmission og distribution udgør størstedelen med DKK 119 mia.

Fremskrives den seneste afskrivnings- og investeringstendens, vil det betyde et fald på DKK 9 mia. svarende til et fald på i alt 5% eller en halv procent om året frem mod 2025 (se figur 30).

Nødvendigheden af fortsat store investeringer er først og fremmest drevet af omstillingen og oprettholdelsen af et fremtidssikret energisystem. Det er imidlertid afgørende for "bæredygtigheden" af en dansk energimodel, at der samtidig er fokus på at sikre øget kapitalproduktivitet og effektivisering i hele sektoren. Vedvarende teknologier skal ned i pris, så omstillingen af energisystemet gradvist kan

blive uafhængigt af støtteregimer. De seneste 30 års modning af landvind har i dag bragt produktionen af el til et niveau, der er konkurrencedygtigt med kul og gas. Andre vedvarende energiteknologier som fx havvind, biomasse og sol skal i de kommende år gå i samme retning. Derudover skal der være fokus på kapitalproduktiviteten og effektivisering i infrastrukturen, som står for ca. 2/3 af det samlede kapitalapparat på DKK 170 mia.

Det er energisektorens ansvar at udvikle og industrialisere den basale energiproduktion og infrastruktur i praksis, men det er et fælles nationalt anliggende at tilvejebringe den nødvendige risikovillige kapital og sikre, at udskiftningen af

kapitalapparatet drejes i den retning, der sikrer maksimal samfundsmæssig værdiskabelse og målopfyldelse på fremtidens ambitioner for energisystemet.

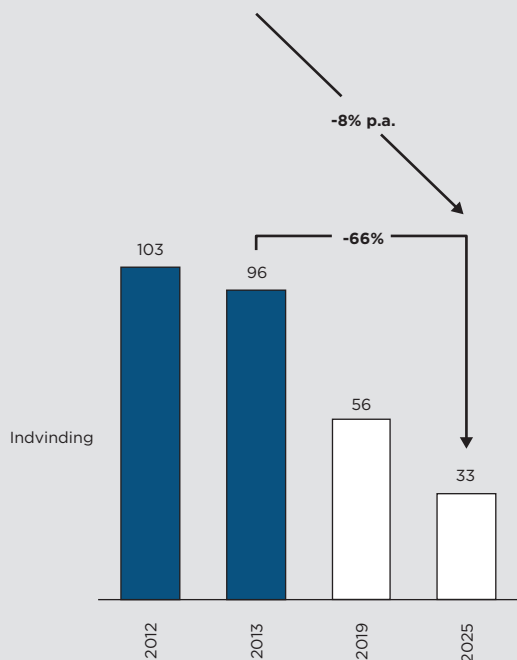
Ifølge fremskrivningen vil de næste ti år kræve ca. DKK 110 mia. i investeringer inden for den basale energiproduktion og infrastruktur. For at kapitalen til disse investeringer kan tiltrækkes – hvad end det er fra energisektoren selv eller fra staten, pensionskasser, fonde eller lignende – skal der være et afkast, der modsvarer risikoen. For så vidt angår investeringer i nye teknologier vil kravet til afkastet således være højt, og for investeringer i kendt teknologi eller infrastruktur vil kravet være

FIGUR 30

## FREMSKRIVNING AF UDVIKLINGEN I ENERGISEKTORENS ANLÆGSAKTIVER FRA 2013 TIL 2025

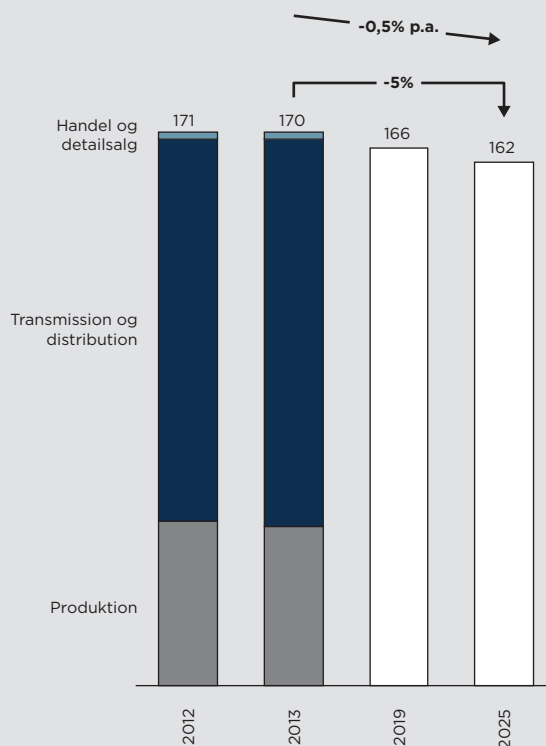
### Olie- og gasindvinding (Nordsøen)

Udvikling i anlægsaktiver  
(Milliarder kroner)



### Den basale energiproduktion og infrastruktur

Udvikling i anlægsaktiver  
(Milliarder kroner)



Note: Basisfremskrivningen af anlægsaktiver baserer sig på fastholdelse af det gennemsnitlige forhold mellem investeringer og anlægsaktiver hhv. afskrivninger og anlægsaktiver hhv. i perioderne 2009-2012 og 2009-2013 og er fremskrevet med udgangspunkt i 2013-tallet for anlægsaktiver  
Kilde: DST; Bisnode; Quartz+Co-analyse

lavere. Fælles for investeringsmiljøerne er dog, at det skal være mere attraktivt for investorerne at stille kapitalen til rådighed end at lade være – ellers vil investorerne, og i sidste ende samfundet, kunne bruge kapitalen til andre og mere produktive formål (se figur 30).

Den danske energisektor står som sagt for samlede anlægsaktiver til en værdi af omkring DKK 266 mia. (2013), hvor den løbende fornyelse i de seneste fem år har krævet årlige investeringer på mellem DKK 15 og 20 mia. Det er 2,5 gange mere, end der hvert år investeres i telekommunikationssektoren<sup>53</sup>.

Derudover er et væsentligt kendetegn for investeringerne i begge dele af energisektoren, hhv. indvinding og den basale energiproduktion og infrastruktur, at de beslutninger, der hvert år træffes, har en investeringshorisont på omkring 30 år. Således er det også karakteristisk for begge dele af energisektoren, at kortsigtede hensyn – herunder en opbremsning i investeringstakten – kan have stor langsigtet effekt på indfrielsen af ambitionerne og den samlede værdiskabelse.

### 5.3. FREMTIDENS ENERGIINDUSTRI

Som beskrevet er Danmark midt i en langsigtet omstilling, hvor udgangspunktet er gunstigt, men også hvor fremtidige investeringer og den løbende fornyelse af kapitalapparatet går ind i en kritisk fase.

Skatteindtægterne fra energisektoren falder, presset på priser, afgifter og subsidier øges, og kravene til afkastet på investeringer stiger, samtidig med at Danmark står med et stort behov for at kunne tiltrække den nødvendige kapital til den fortsatte udvikling af sektoren. Fremtidige beslutninger og dermed investeringer må derfor fokuseres ind på de investeringer, der har de bedste forudsætninger for at skabe det størst mulige samfunds- og markedsmæssige afkast, og hvor Danmark har en mulighed for at opbygge unikke kompetencer.

Selvom beslutninger vedrørende konkrete rammevilkår, investeringer, indsatsområder og markedsdesign er forbundet med stor kompleksitet og

rummer et væld af afvejninger, bør ambitionen for den danske energiindustri fortsat være at sikre en stadig bæredygtig dansk energimodel samt at øge den samlede værdiskabelse.

Danmark har en lang tradition for at koble politiske ambitioner med industrimæssig aktivitet og stille de rigtige rammebetingelser til rådighed, hvor gode referenceprojekter er blevet udviklet i tæt samarbejde inden for energiindustrien. Den danske energiindustri har således nydt godt af at kunne producere, demonstrere og idriftsætte nye energiteknologier. Det skaber fundamentet for, at danske virksomheder kan demonstrere potentialet i ny teknologi over for udenlandske kunder og samarbejdspartnere.

Eksporten for danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder er næsten fordoblet over de seneste ti år<sup>54</sup>, og den globale efterspørgsel efter energi vil fortsætte med at stige<sup>55</sup>. Olie, gas, vind, fjernvarme osv. er således ikke alene vitale komponenter i det danske energisystem, men også vitale komponenter i eksporten af energiteknologier. Der er store muligheder i at sikre en fortsat udnyttelse og videreudvikling af Danmarks ressourcer og kompetencer inden for olie og gas, vind, fjernvarme, energioptimering, biomasse og smart grid. Derfor skal investeringer i og samarbejdet mellem den danske energisektor og de danske energiteknologi- og energiservicevirksomheder ses som en central løftestang i indsatsen for at udvikle teknologier og kompetencer i "baghaven" og udnytte disse til at skabe nye vækst- og eksporteventyr.

Danmark har således de grundlæggende forudsætninger på plads for også i fremtiden at stå med et af de mest effektive og tilpassede energisystemer og fremstå som en nation, der er kendt for at være forrest, når det gælder udvikling og implementering af nye energiteknologier. Hvorvidt dette lykkes må i sidste ende afhænge af, i hvor høj grad energiens aktører fortsat kan demonstrere stor politisk vilje og en industrimæssig indsats, som resulterer i sunde investeringsmiljøer, ny teknologi- og kompetenceudvikling og høj produktivitet for både at kunne retfærdiggøre de investeringer, der skal ske frem mod 2030, og for at udnytte det vækstpotentiale, der er i den danske energiindustri.

<sup>53</sup> I kapitel 1 er der benyttet tal for 2012 for at kunne sammenligne med andre sektorer. Her benyttes 2013-tal for størrelsen af kapitalapparatet

<sup>54</sup> Fra DKK 36 mia. til DKK 68 mia.

<sup>55</sup> World Energy Outlook 2014



quartz+co  
RYESGADE 3A  
DK-2200 COPENHAGEN N  
DENMARK